

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



- ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP -

**Nghiên cứu và phát triển nền tảng
tự động hóa quy trình bằng robot (RPA)
trong lĩnh vực giáo dục**

KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH

Hội đồng	: Hội đồng 17 Đồ án tốt nghiệp
Chủ tịch hội đồng	: ThS. Phan Trung Hiếu
Thư ký hội đồng	: ThS. Lê Đình Thuận
Giảng viên hướng dẫn	: TS. Trương Thị Thái Minh : TS. Nguyễn Tiến Thịnh
Giảng viên phản biện	: ThS. Phan Trung Hiếu
Sinh viên	: Huỳnh Đại Vinh - 2010785. : Nguyễn Quang Khánh - 2010330. : Nguyễn Đức An - 2010102.

TP. HỒ CHÍ MINH, 05/2024

Ngày:

TS. Trương Thị Thái Minh (Giảng viên hướng dẫn)

Tiến sĩ

Khoa Khoa học và Kỹ thuật Máy tính

Lời cam đoan

Chúng tôi xin cam đoan, kết quả đạt được trong đồ án này là sản phẩm của các thành viên trong nhóm chúng tôi, không sao chép lại của người khác. Toàn bộ nội dung trong đồ án này là kết quả đạt được từ quá trình nghiên cứu một cách trung thực, nghiêm túc của nhóm, dưới sự cố vấn của người hướng dẫn khoa học - Tiến sĩ Trương Thị Thái Minh, hiện đang công tác tại Khoa học và kỹ thuật máy tính, trường Đại học Bách Khoa - DHQG TP.HCM (HCMUT) .

Trong quá trình nghiên cứu và thực hiện đồ án, chúng tôi có sử dụng một số công trình liên quan, được tổng hợp từ nhiều nguồn tài liệu. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có xuất xứ rõ ràng và được trích dẫn hợp pháp.

Chúng tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm và chịu mọi hình thức kỷ luật theo quy định cho lời cam đoan của mình.

TP. Hồ Chí Minh, tháng 5 năm 2024

Nhóm tác giả

Huỳnh Đại Vinh Nguyễn Quang Khánh Nguyễn Đức An

This page was intentionally left blank.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến những người đã đóng góp một phần quan trọng trong việc hoàn thành Đồ án tốt nghiệp của chúng tôi. Đồ án này đã trở thành một thành tựu đáng tự hào và không thể thiếu sự hướng dẫn và hỗ trợ từ nhiều phía khác nhau.

Đầu tiên, chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đặc biệt đến TS. Trương Thị Thái Minh và TS. Nguyễn Tiến Thịnh, những người hướng dẫn tận tâm của chúng tôi. Sự kiên nhẫn, kiến thức chuyên môn và những lời khuyên quý báu của các thầy cô là nguồn động lực quan trọng giúp chúng tôi vượt qua khó khăn, thử thách và hoàn thành đồ án.

Chúng tôi cũng muốn bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các thầy cô trong Khoa Khoa học và Kỹ Thuật Máy tính, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh. Những người đã truyền đạt kiến thức chuyên môn và tạo điều kiện tốt nhất để chúng tôi phát triển trong suốt quá trình học tập tại trường.

Chúng tôi cũng muốn gửi lời cảm ơn đặc biệt đến quý thầy cô phản biện, những người đã dành thời gian và công sức để đánh giá và đóng góp ý kiến. Sự quan tâm và đóng góp của quý thầy cô đã giúp nhóm thực hiện rút được kinh nghiệm và hoàn thiện đồ án của mình.

Ngoài ra, chúng tôi cũng xin chân thành cảm ơn đến gia đình và bạn bè đã luôn bên cạnh động viên và hỗ trợ cho chúng tôi về mọi mặt, tạo điều kiện để chúng tôi thuận lợi thực hiện đồ án một cách trọn vẹn nhất.

Cuối cùng, chúng tôi xin kính chúc thầy cô sức khỏe, thành công và tiếp tục đào tạo những thế hệ sinh viên mới, đóng góp vào sự phát triển của đất nước.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.

This page was intentionally left blank.

Tóm tắt

Tự động hóa quy trình robot (RPA) đang là một xu hướng công nghệ đang được quan tâm, với tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, trong đó có giáo dục. Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư đang diễn ra với tốc độ nhanh chóng, tạo ra nhiều thay đổi trong cách thức hoạt động của các tổ chức, trong đó có các tổ chức giáo dục. RPA được xem là một công nghệ có thể giúp các tổ chức giáo dục chuyển đổi số, nâng cao hiệu quả hoạt động và đáp ứng với những thay đổi của thời đại.

Nền tảng RPA open source được nhóm phát triển sẽ cung cấp các giải pháp thiết thực cho việc tự động hóa quy trình trong ngữ cảnh giáo dục ở Việt Nam. Các kết quả chính của nền tảng RPA này bao gồm: Hiện thực giao diện website để thiết kế quy trình robot theo định dạng ngôn ngữ mô hình hóa quy trình nghiệp vụ BPMN. Xây dựng một công cụ dịch từ quy trình được thiết kế bằng ngôn ngữ mô hình hóa BPMN sang định dạng file robot để thực thi. Kết nối robot đến một bên thứ ba, cụ thể là Google Workspace và có thể mở rộng thêm trong tương lai. Cung cấp các tính năng cho robot về việc trích xuất chữ viết Tiếng Việt từ hình ảnh. Bên cạnh đó, nhóm lựa chọn giải pháp điện toán đám mây AWS để triển khai robot một cách hiệu quả và tối ưu được chi phí.

RPA là một công nghệ có tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong giáo dục. Việc phát triển nền tảng RPA open source là một bước tiến quan trọng, giúp các tổ chức giáo dục có thể tiếp cận và ứng dụng công nghệ này một cách dễ dàng và hiệu quả.

This page was intentionally left blank.

Danh mục viết tắt

RPA Robotic Process Automation

BPMN Business Process Model and Notation

AI Artificial Intelligence

CV Computer Vision

OCR Optical Character Recognition

CSDL Cơ sở dữ liệu

SQL Structured Query Language

NoSQL Not Only SQL

JWT JSON Web Token

UI User Interface

AWS Amazon Web Services

ECR Amzaon Elastic Container Registry

EC2 Amazon Elastic Compute Cloud

ECS Amazon Elastic Container Service

S3 Amazon Simple Storage

This page was intentionally left blank.

Danh mục thuật ngữ

Process quy trình nghiệp vụ mà người dùng định nghĩa trong hệ thống.

Studio công cụ giúp người dùng mô hình hoá một cách trực quan các process.

Robot đơn vị luận lý có trách nhiệm thực thi tự động process cho người dùng.

Activity đơn vị tác vụ cấu thành nên process. Trong một process, activity thể hiện một công việc nào đó cần thực hiện tự động.

Activity template mẫu activity mà hệ thống hỗ trợ.

Activity package gói các activity template. Mỗi activity package thể hiện một chủ đề tự động hóa.

Connection kết nối đến một bên thứ ba. Mỗi connection thể hiện quyền đến bên thứ ba người dùng cung cấp mà robot có thể sử dụng để tương tác.

Document template mẫu tài liệu mà người dùng tạo để trích xuất dữ liệu từ các tài liệu có cấu trúc tương tự.

Mục lục

Lời cam đoan	iii
Lời cảm ơn	v
Tóm tắt	vii
Danh mục viết tắt	ix
Danh mục thuật ngữ	xi
1 Tổng quan	1
1.1 Giới thiệu chung	1
1.1.1 Đặt vấn đề	1
1.1.2 Lý do chọn đề tài	2
1.2 Mục tiêu đề tài	3
1.2.1 Mục tiêu chung	3
1.2.2 Mục tiêu cụ thể	3
1.3 Giới hạn đề tài	3
1.4 Kế hoạch làm việc	4
1.4.1 Nhận xét quá trình làm việc	4
1.4.2 Kế hoạch làm việc	5
1.5 Cấu trúc chương	9
2 Kiến thức nền tảng	11
2.1 Tự động hóa quy trình bằng robot (RPA)	11
2.1.1 Khái niệm	11
2.1.2 Tiêu chí để lựa chọn quy trình cho việc tự động hóa	11
2.1.3 Lợi ích và thách thức	12
2.1.4 So sánh giữa RPA và AI	13
2.2 Mô hình và ký hiệu quy trình nghiệp vụ	13
2.2.1 Giới thiệu về BPMN	13
2.2.2 Cấu trúc của BPMN	14

2.2.3	Lý do sử dụng BPMN trong đề tài	15
2.2.4	Những kí hiệu BPMN được giới hạn để sử dụng	15
2.3	Phương pháp chuyển đổi BPMN sang ngôn ngữ biểu diễn khối	17
2.3.1	Graph Oriented Language và Block-Oriented Language	17
2.3.2	Các phương pháp chuyển đổi	17
2.3.3	BPMN chuẩn hóa	18
2.4	Kiến thức về nhận dạng ký tự quang học (OCR)	18
2.4.1	Giới thiệu về OCR	18
2.4.2	Các thách thức của OCR	19
2.4.3	Một vài thư viện hỗ trợ trích xuất văn bản từ hình ảnh	21
2.5	Mẫu thiết kế (Design Pattern)	23
2.5.1	Repository Pattern	24
2.5.2	Visitor Pattern	25
3	Khảo sát các hệ thống RPA hiện có	29
3.1	Tổng quan	29
3.1.1	Dối tượng phân tích	29
3.1.2	Các thuộc tính được xem xét	32
3.2	Phân tích và đánh giá các hệ thống	33
3.3	Hạn chế của các nền tảng RPA hiện có	37
3.4	Dóng góp đề xuất của đề tài	37
4	Phân tích yêu cầu và thiết kế hệ thống EduRPA	39
4.1	Yêu cầu hệ thống	39
4.1.1	Yêu cầu chức năng	39
4.1.2	Yêu cầu phi chức năng	41
4.2	Use case hệ thống	42
4.2.1	Đặc tả use case tạo process	43
4.2.2	Đặc tả use case chỉnh sửa process	44
4.2.3	Đặc tả use case tạo kết nối với ứng dụng khác	44
4.2.4	Đặc tả use case tạo template tài liệu để trích xuất thông tin .	45
4.2.5	Đặc tả use case thực thi robot	46
4.3	Dánh giá và lựa chọn loại kiến trúc phù hợp	48
4.3.1	Các thuộc tính kiến trúc hệ thống	48
4.3.2	So sánh và đánh giá các loại architecture style phù hợp	49
4.3.3	Kiến trúc lựa chọn	53
4.4	Thiết kế kiến trúc	54
4.4.1	Repository	56

4.4.2	Service	56
4.4.3	Controller	57
4.4.4	User Interface	58
4.4.5	Máy dịch từ thiết kế process sang robot	59
4.5	Thiết kế cơ sở dữ liệu	60
4.5.1	Yêu cầu dữ liệu	60
4.5.2	Thiết kế ý niệm	61
4.5.3	Thiết kế luận lý	62
4.6	Thiết kế Activity Package của hệ thống	64
4.6.1	Google Drive	64
4.6.2	Gmail	65
4.6.3	Google Sheet	65
4.6.4	Google Classroom	65
4.6.5	Google Form	66
4.6.6	Control	67
4.6.7	Data Manipulation	67
4.6.8	Browser Automation	67
4.6.9	Document Automation	68
4.6.10	File Storage	68
4.7	Thiết kế Activity Diagram	69
4.8	Thiết kế Sequence Diagram	72
5	Hiện thực hệ thống EduRPA	75
5.1	Tổng quan về hệ thống	75
5.1.1	Tổng quan về các thành phần của hệ thống	75
5.1.2	Tổng quan về kiến trúc hệ thống	78
5.2	Robot Modeling Framework	81
5.2.1	Giới thiệu về Framework	81
5.2.2	Cấu trúc biểu diễn dữ liệu của BPMN	82
5.2.3	Cấu trúc biểu diễn dữ liệu của Robotframework	83
5.2.4	Chi tiết giải pháp dịch từ BPMN sang Robot code	85
5.3	Cài đặt và triển khai robot	89
5.3.1	Lựa chọn công nghệ triển khai robot	89
5.3.2	Chi tiết giải pháp triển khai robot	91
5.4	Hiện thực tính năng trích xuất văn bản từ tài liệu	93
5.4.1	Xây dựng thư viện trích xuất văn bản từ hình ảnh	93
5.4.2	Xử lý tài liệu bằng document template	98

5.5	Hiện thực giao diện người dùng	105
5.5.1	Hệ thống thiết kế	105
5.5.2	Trang chủ	106
5.5.3	Nhóm các trang đăng nhập, đăng ký, thông tin người dùng . .	109
5.5.4	Nhóm các trang thiết kế quy trình	113
5.5.5	Nhóm các trang của khối robot	121
5.5.6	Nhóm các trang bao gồm kết nối người dùng với các dịch vụ .	126
5.5.7	Nhóm các trang quản lý tài liệu	128
5.5.8	Nhóm các trang quản lý Document Template	129
5.6	Hiện thực HTTP API cho hệ thống	130
5.6.1	Mô tả chung	130
5.6.2	Chi tiết các API	132
5.7	Hiện thực quy trình CI/CD trong phát triển hệ thống	135
5.7.1	Hiện thực CI/CD triển khai giao diện hệ thống	135
5.7.2	Hiện thực CI/CD triển khai API hệ thống	136
6	Kiểm tra và đánh giá hệ thống	139
6.1	Kiểm thử hệ thống	139
6.1.1	Kế hoạch kiểm thử	139
6.1.2	Chiến lược kiểm thử	140
6.1.3	Các bộ kiểm thử và trường hợp kiểm thử	141
6.1.4	Kết quả kiểm thử	143
6.2	Kiểm tra tải của hệ thống	144
6.2.1	Công cụ sử dụng	144
6.2.2	Kịch bản kiểm thử	144
6.2.3	Kết quả kiểm tra tải	146
6.3	Dánh giá hiệu năng của robot	147
6.3.1	Giám sát tài nguyên server triển khai robot	147
6.3.2	Giám sát tổng thời gian thực thi trung bình	148
6.3.3	Giám sát thời gian chi tiết thực thi từng lệnh	149
6.3.4	Giám sát tỉ lệ lỗi và thống kê số lỗi xảy ra	149
7	Ứng dụng hệ thống EduRPA cho quy trình nghiệp vụ trong giáo dục	151
7.1	Phát biểu vấn đề về bài toán chấm điểm tự động	151
7.1.1	Sử dụng hệ thống RPA để giải quyết bài toán	152
7.1.2	Kết quả	155

7.2	Phát biểu vấn đề về bài toán tự động chuyển đổi đề thi trắc nghiệm từ định dạng Word sang dạng Quiz trên Google Form	157
7.2.1	Sử dụng hệ thống RPA để giải quyết bài toán	157
7.2.2	Kết quả	163
8	Kết luận	169
8.1	Dánh giá quá trình	169
8.2	Dánh giá ưu điểm và một số hạn chế, tồn tại của hệ thống	170
8.2.1	Các ưu điểm của hệ thống	170
8.2.2	Các hạn chế, tồn tại của hệ thống	171
8.3	Những kinh nghiệm rút ra được sau khi hoàn thành dự án	171
8.4	Dịnh hướng phát triển trong tương lai	172
Tài liệu tham khảo		175
A	Các trường hợp kiểm thử	177

Danh sách hình vẽ

2.2.1	Sử dụng BPMN để mô tả quy trình nghiệp vụ	14
2.2.2	Các kí hiệu BPMN được sử dụng trong đề tài	16
2.4.3	Thông tin về thư viện Tesseract	21
2.4.4	Thông tin về thư viện EasyOCR	22
2.5.5	Lược đồ thiết kế Repository Pattern	25
2.5.6	Lược đồ thiết kế Visitor Pattern	26
3.1.1	Các tính năng nổi bật của UiPath (Nguồn:[1])	30
3.1.2	Các tính năng nổi bật của Blue Prism (Nguồn:[2])	31
3.1.3	Dự án opensource OpenRPA (Nguồn:[3])	31
4.2.1	Use case toàn bộ hệ thống	42
4.4.2	Lược đồ thiết kế kiến trúc hệ thống	54
4.4.3	Class Diagram thiết kế kiến trúc hệ thống	55
4.4.4	Thành phần Repository	56
4.4.5	Thành phần Service	56
4.4.6	Thành phần Controller	57
4.4.7	Thành phần UI	58
4.4.8	Thành phần máy dịch từ thiết kế process sang robot	59
4.5.9	Biểu đồ EER	62
4.5.10	Thiết kế theo mô hình dữ liệu quan hệ	63
4.5.11	Thiết kế theo mô hình dữ liệu JSON	64
4.7.12	Activity Diagram cho chức năng tạo connection	69
4.7.13	Activity Diagram cho chức năng tạo robot	70
4.7.14	Activity Diagram cho chức năng tạo document template	71
4.8.15	Sequence Diagram cho chức năng tạo process	72
5.1.1	Tổng quan về các thành phần của hệ thống	76
5.1.2	Tổng quan về kiến trúc hệ thống	79
5.2.3	Tóm tắt quy trình dịch từ cấu trúc BPMN sang cấu trúc của Robot	86
5.2.4	Các quy tắc ánh xạ cấu trúc BPMN sang cấu trúc điều khiển	87

5.3.5	Quy trình triển khai tự động robot	92
5.4.6	Tập dữ liệu chữ viết tay tiếng Việt	94
5.4.7	Kết quả với chữ viết in hoa	94
5.4.8	Chữ viết với nhiều phong cách viết khác nhau	95
5.4.9	Nhận dạng một đoạn văn bản	95
5.4.10	Tập dữ liệu hóa đơn	96
5.4.11	Đoạn văn bản đánh máy	96
5.4.12	Chữ đánh máy bị nhiễu bởi vết bẩn	96
5.4.13	Chữ đánh máy bị hỏng	97
5.4.14	Văn bản bị nghiêng	97
5.4.15	Chuyển đổi ảnh màu thành ảnh xám	100
5.4.16	Áp dụng Gaussian Blur	100
5.4.17	Áp dụng Canny Edge Detection	101
5.4.18	Xác định vùng tài liệu dựa trên contour có diện tích lớn nhất	101
5.4.19	Áp dụng phương pháp chuyển đổi điểm	102
5.4.20	Ví dụ về cắp tài liệu được xử lý tốt	103
5.4.21	Ví dụ về cắp tài liệu (trích xuất bảng) được xử lý tốt	104
5.5.22	Hệ thống màu sắc, kích thước font chữ của giao diện	105
5.5.23	Hệ thống các components được sử dụng trong hệ thống	105
5.5.24	Trang chủ	106
5.5.25	Các tính năng chính của hệ thống EduRPA	106
5.5.26	Nhận xét của người dùng về hệ thống	107
5.5.27	Một số mức giá người dùng có thể áp dụng	108
5.5.28	Danh sách thành viên đồng sáng lập hệ thống EduRPA	108
5.5.29	Thông tin người dùng cần để liên lạc với đội ngũ phát triển	109
5.5.30	Trang đăng nhập	109
5.5.31	Trang đăng ký	110
5.5.32	Trang xác thực OTP	111
5.5.33	Email gửi OTP cho người dùng	111
5.5.34	Trang khôi phục mật khẩu	112
5.5.35	Trang thông tin người dùng	112
5.5.36	Trang danh sách các quy trình	113
5.5.37	Trang tạo quy trình mới	113
5.5.38	Trang tải lên quy trình mới	114
5.5.39	Một số mẫu template quy trình của hệ thống	114
5.5.40	Trang Studio của hệ thống dùng để thiết kế quy trình	115
5.5.41	Giao diện thanh thuộc tính tương ứng với activity	116

5.5.42	Danh sách các activity trong package	116
5.5.43	Trang điền thuộc tính cho activity	117
5.5.44	Các thuộc tính liên quan đến các khối rẽ nhánh, vòng lặp	117
5.5.45	Trang định nghĩa thông tin biến môi trường	118
5.5.46	Trang biên dịch robot	119
5.5.47	Trang biên dịch robot khi thất bại	119
5.5.48	Trang xuất bản robot	120
5.5.49	Trang chia sẻ robot	120
5.5.50	Trang danh sách robot	121
5.5.51	Các trạng thái robot trong quá trình chạy	121
5.5.52	Định thời robot chạy đúng một lần	122
5.5.53	Định thời robot lặp lại nhiều lần sau một khoảng thời gian	122
5.5.54	Trang xem tổng quan log thực thi robot	123
5.5.55	Trang xem chi tiết log thực thi robot	123
5.5.56	Trang giám sát hiệu năng trong quá trình thực thi robot	124
5.5.57	Trang quản lý các kết nối robot	125
5.5.58	Thông báo cho người dùng về trạng thái robot	125
5.5.59	Trang danh sách các kết nối	126
5.5.60	Trang tạo kết nối mới	127
5.5.61	Trang xem chi tiết các robot đang sử dụng kết nối	127
5.5.62	Trang tải lên tài liệu	128
5.5.63	Trang lưu trữ của người dùng	128
5.5.64	Trang tạo mới Document Template	129
5.5.65	Trang khoanh vùng bounding box, đánh nhãn dữ liệu cho Document Template	129
5.5.66	Trang danh sách Document Template	130
5.7.67	Quy trình CI/CD triển khai giao diện hệ thống	136
5.7.68	Quy trình CI/CD triển khai API hệ thống	136
6.1.1	Sơ đồ chiến lược kiểm thử	141
6.3.2	Giám sát tài nguyên server EC2 triển khai robot	148
6.3.3	Biểu đồ đường thời gian thực thi của robot qua các lần chạy	149
6.3.4	Bảng thống kê thời gian thực thi chi tiết từng lệnh của quy trình	149
6.3.5	Biểu đồ tròn, biểu đồ cột thống kê tỉ lệ lỗi xảy ra trong quá trình thực thi quy trình của robot	149
7.1.1	Minh họa bài kiểm tra điền khuyết	152
7.1.2	Thư mục tên Tests chứa các bài kiểm tra	153

7.1.3	Tạo tài liệu mẫu để đánh dấu vị trí cần trích xuất trên bài kiểm tra	153
7.1.4	Quy trình chấm bài tự động	154
7.1.5	Khởi tạo các biến lưu trữ để sử dụng	154
7.1.6	Lựa chọn tác vụ và điền các tham số vào tác vụ để thực thi	155
7.1.7	File báo cáo điểm số của học viên được tạo ở File Storage	155
7.1.8	Chi tiết báo cáo điểm số của học viên	156
7.1.9	Thời gian thực thi của robot	156
7.2.10	Minh họa đề thi trắc nghiệm môn Hóa Học THPT Quốc gia 2022	158
7.2.11	Minh họa đề thi trắc nghiệm môn Hóa Học THPT Quốc gia 2022	159
7.2.12	Quy trình chuyển đổi đề thi trắc nghiệm từ Google Doc sang Quiz trên Google Form	160
7.2.13	Nhập giá trị các biến cho quy trình	160
7.2.14	Nhập giá trị các thuộc tính cho activity	161
7.2.15	Biên dịch sang Robot Code	161
7.2.16	Xuất bản Robot	162
7.2.17	Trang xem log thực thi robot trong quá trình chạy để phát hiện lỗi	162
7.2.18	Trang giám sát thời gian thực thi của robot	163
7.2.19	Tạo quiz trên Google Classroom	163
7.2.20	Danh sách trang quản lý bài tập	164
7.2.21	Trang quản lý quiz trên Google Form	164
7.2.22	Kết quả Quiz được tạo	165
7.2.23	Phần trăm trung bình CPU của robot từ 17g00 10/05/2024 - 04g00 11/05/2024	165
7.2.24	Biểu đồ đường thời gian thực thi của robot qua các lần chạy	166
7.2.25	Bảng thống kê thời gian thực thi chi tiết từng lệnh của quy trình	166
7.2.26	Đồ thị tròn, đồ thị cột thống kê tần suất lỗi xảy ra trong quá trình thực thi quy trình của robot	167
8.4.1	Các thế hệ của RPA	172

Danh sách bảng

1.1	Kế hoạch làm việc chi tiết	6
3.1	Phân tích các nền tảng RPA dựa trên các thuộc tính đã đề cập	33
4.1	Đặc tả use case tạo process	43
4.2	Đặc tả use case chỉnh sửa process	44
4.3	Đặc tả use case tạo kết nối với ứng dụng khác	44
4.4	Đặc tả use case tạo template tài liệu để trích xuất thông tin	45
4.5	Đặc tả use case thực thi robot	46
4.6	So sánh các loại kiến trúc dựa trên các thuộc tính	51
4.7	Bảng đánh giá các tiêu chí lựa chọn kiến trúc phần mềm	53
5.1	So sánh ưu nhược điểm của EC2 và ECS trong triển khai robot	90
5.2	Bảng đánh giá hiệu năng của các thư viện sử dụng trên 2 tập dữ liệu	97
5.3	Bảng thông tin các API hiện thực trong hệ thống	134
6.1	Bảng thiết lập môi trường kiểm thử	140
6.2	Bảng thông tin các giai đoạn trong quá trình kiểm thử	142
6.3	Tóm tắt thông số của các bài kiểm tra tải	146
A.1	Bảng thông tin các bộ kiểm thử và trường hợp kiểm thử	189

Chương 1

Tổng quan

Nội dung chương 1 trình bày sơ lược về đề tài, bối cảnh hiện nay và làm rõ lý do đề tài được chọn. Từ đó xác định mục tiêu cần đạt được khi thực hiện và phạm vi của đề tài. Ngoài ra, chương này cũng sẽ trình bày về kế hoạch làm việc cũng như là cấu trúc của bài báo cáo.

1.1 Giới thiệu chung

1.1.1 Đặt vấn đề

Robotics Process Automation (RPA) là một công nghệ cho phép tự động hóa các nhiệm vụ thông thường và lặp đi lặp lại trong quy trình nghiệp vụ của doanh nghiệp. RPA đã chứng tỏ tính hiệu quả của nó thông qua sự tăng trưởng đáng kể trong số lượng nền tảng RPA và số lượng doanh nghiệp áp dụng RPA để tự động hóa các tác vụ quan trọng và tối ưu hóa hiệu suất làm việc.

Hiện nay, có nhiều nền tảng RPA đang phát triển mạnh mẽ và thu hút sự quan tâm của cộng đồng. Các nền tảng này bao gồm các tên tuổi nổi bật như UiPath, BluePrism, Eggplant, và nhiều khác. Các nền tảng này thường cung cấp cho người dùng các công cụ để thiết kế, quản lý và sửa chữa các robot thực hiện các nhiệm vụ tự động. Tuy nhiên, chi phí sử dụng các dịch vụ này có thể khá cao đối với người dùng cuối, đặc biệt khi muốn tận dụng toàn bộ tính năng của chúng.

Bên cạnh các nền tảng thương mại, cộng đồng cũng đã đóng góp vào sự phát triển của RPA thông qua các dự án mã nguồn mở như RobotFramework (Robocorp), TagUI, và OpenRPA. Những dự án này cung cấp các giải pháp RPA có nguồn mở và giúp cộng đồng có thể tận dụng sức mạnh của RPA mà không phải đổi mới với các hạn chế tài chính của việc sử dụng các nền tảng thương mại.

RPA đã và đang được áp dụng rộng rãi vào các lĩnh vực trong cuộc sống như:



tài chính kế toán, nhân sự và quản lý nhân lực, bán hàng và dịch vụ khách hàng, chăm sóc sức khỏe và y tế, sản xuất và quản lý chuỗi cung ứng, y tế và chăm sóc sức khỏe,... Tuy nhiên, đối với lĩnh vực giáo dục thì RPA chưa được ứng dụng nhiều, tuy đây là lĩnh vực có rất nhiều tiềm năng phát triển.

1.1.2 Lý do chọn đề tài

Việc phát triển một nền tảng RPA có thể dễ dàng được sử dụng để tự động một số tác vụ và tích hợp vào trong hệ thống giáo dục với mức chi phí vận hành hợp lý sẽ là một động lực rất quan trọng và đầy tiềm năng để RPA có thể tiếp tục được đẩy mạnh trong lĩnh vực này:

1. Một trong những thách thức lớn nhất khi triển khai công nghệ mới trong lĩnh vực giáo dục đó là tích hợp các hệ thống sẵn có. Nền tảng RPA mã nguồn mở sẽ cung cấp cho việc tích hợp một cách dễ dàng hơn, giúp tổ chức giáo dục tận dụng được tối đa hệ thống hiện có mà không phải thay đổi quá nhiều
2. Bằng cách cung cấp dưới dạng mã nguồn mở, nền tảng sẽ cho phép các tổ chức tùy chỉnh và mở rộng các chức năng RPA để có thể phù hợp với nhu cầu cụ thể của họ. Điều này cho phép tạo ra các giải pháp RPA độc đáo và đáp ứng yêu cầu riêng biệt của từng trường học hoặc tổ chức giáo dục
3. Mã nguồn mở thường thu hút sự chú ý và quan tâm của cộng đồng, điều này có thể dẫn đến việc phát triển nhanh chóng và cải thiện liên tục nền tảng RPA, bằng cách đưa vào các tính năng mới và sửa lỗi nhanh chóng
4. Thúc đẩy sự cải cách giáo dục. Việc tối ưu hóa quy trình và tăng hiệu quả có thể dẫn đến đổi mới và sáng tạo các mô hình giáo dục, giúp nâng cao chất lượng giáo dục và cải thiện kết quả học tập của học viên

Vì vậy, việc đầu tư và phát triển một nền tảng RPA mã nguồn mở phục vụ cho lĩnh vực giáo dục sẽ động viên và thuyết phục các tổ chức giáo dục và doanh nghiệp có thể đầu tư phát triển và tích hợp đổi mới RPA vào chương trình giáo dục truyền thống. Điều này không chỉ giúp tối ưu hóa quy trình làm việc và cắt giảm chi phí mà còn tạo ra một môi trường học tập hiệu quả hơn và cải thiện chất lượng giáo dục.



1.2 Mục tiêu đề tài

1.2.1 Mục tiêu chung

Mục tiêu của nhóm là xây dựng một nền tảng RPA mã nguồn mở phục vụ cho lĩnh vực giáo dục, điều này hỗ trợ các tổ chức giáo dục có thể tự động hóa các quy trình nghiệp vụ và tối ưu hóa hiệu suất làm việc. Nền tảng cung cấp các công cụ để thiết kế, quản lý và sửa chữa các robot thực hiện các nhiệm vụ tự động. Nền tảng cũng cung cấp các công cụ để tích hợp các hệ thống sẵn có trong tổ chức giáo dục. Ngoài ra, bằng việc cung cấp dưới dạng mã nguồn mở, các tổ chức giáo dục có thể tùy chỉnh và mở rộng các chức năng RPA để có thể phù hợp với nhu cầu cụ thể của mình.

1.2.2 Mục tiêu cụ thể

Dựa trên mục tiêu chung đã đề ra, nhóm đặt ra các mục tiêu cụ thể sau:

- Thứ nhất, xây dựng giao diện website thiết kế quy trình tự động hóa robot và quản lý việc thực thi của robot
- Thứ hai, xây dựng công cụ để dịch từ ngôn ngữ mô hình hóa quy trình sang mã thực thi robot
- Thứ ba, mở rộng thêm các tính năng cho robot để có thể đáp ứng được ngữ cảnh áp dụng cho lĩnh vực giáo dục ở Việt Nam
- Thứ tư, thiết kế và xây dựng quy trình để triển khai và quản lý hạ tầng robot tối ưu chi phí

1.3 Giới hạn đề tài

Vì thời gian thực hiện đồ án có hạn nên phạm vi đề tài được giới hạn lại như sau

Đối tượng nghiên cứu

- Về tính năng của robot, xây dựng các khối lệnh điều khiển cơ bản cho robot, robot chỉ có khả năng chạy tự động chứ chưa thể tương tác với người dùng, robot có tính năng để tương tác với một bên thứ ba cụ thể ở đây là Google Workspace, mở rộng thêm tính năng trích xuất văn bản Tiếng Việt từ hình ảnh cho robot.



- Về công cụ để thiết kế quy trình robot, thêm các ràng buộc về cách thiết kế quy trình và giới hạn lại các ký hiệu có thể sử dụng trên công cụ BPMN để thiết kế quy trình robot
- Về phương pháp trích xuất văn bản Tiếng Việt từ hình ảnh, tìm hiểu và đánh giá hiệu năng các mô hình pretrained, thư viện có sẵn trên tập dữ liệu bao gồm chữ đánh máy và chữ viết tay
- Về hạ tầng triển khai, nhóm lựa chọn giải pháp cloud là AWS với các service là EC2, ECS, S3, Lambda.

Phạm vi nghiên cứu

- Thiết kế, xây dựng RPA platform cho phép người dùng có thể thiết kế quy trình, quản lý và giám sát quá trình thực thi robot trên nền tảng website.
- Xây dựng robot có khả năng tương tác với dịch vụ bên thứ ba như Google Workspace, thực hiện các luồng thực thi rẽ nhánh hoặc vòng lặp, trích xuất nội dung từ ảnh bằng OCR từ đó thực hiện một số tác vụ tự động hóa dưới sự hỗ trợ của AI, cung cấp các dịch vụ Document Automation để xử lý văn bản.
- Về việc trích xuất chữ viết tay, yêu cầu chữ viết cần rõ nét, được chụp thẳng đứng từ trên xuống và có nền trắng

1.4 Kế hoạch làm việc

1.4.1 Nhận xét quá trình làm việc

Trong quá trình làm việc, các thành viên trong nhóm đã tích cực nghiên cứu, hoàn thành công việc theo đúng tiến độ đề ra. Nhóm cũng thực hiện báo cáo tiến độ cho giảng viên hướng dẫn theo lịch trình một cách đầy đủ và chi tiết để nhận được những nhận xét, góp ý kịp thời.

Về mặt phân công, trong suốt quá trình làm việc, các thành viên đều có sự tham gia ít nhiều đối với tất cả các phần của đồ án. Điều này giúp các thành viên hiểu và nắm rõ toàn bộ nội dung của đồ án, cũng như có thể trực tiếp tham gia hỗ trợ lẫn nhau và dễ dàng hơn trong việc phối hợp. Bên cạnh đó, để có thể đạt được hiệu quả tốt nhất thì việc phân công vẫn dựa trên điểm mạnh và điểm yếu của từng thành viên, nhưng vẫn đảm bảo tính hợp lý về mặt thời gian và công bằng về khối lượng công việc.



1.4.2 Kế hoạch làm việc

Để có thể lên kế hoạch công việc cũng như giám sát tiến độ công việc nhóm sử dụng ứng dụng Jira và Gantt Chart.

Kế hoạch làm việc chung

1. Hoàn thiện hiện thực hệ thống: Nghiên cứu và hoàn thiện các tính năng chưa hoàn chỉnh của hệ thống về giao diện thiết kế robot, quy trình chuyển đổi thiết kế robot thành mã thực thi, cơ chế triển khai robot.
2. Hiện thực các tính năng robot để kết nối đến các service của Google: Hiện thực thư viện để robot có thể kết nối và thao tác với Google Classroom và Google Forms. Từ đó xây dựng các usecase cụ thể dựa trên nhu cầu của lĩnh vực giáo dục.
3. Hiện thực hệ thống quản trị thực thi robot: Thiết kế hệ thống cung cấp các tính năng liên quan đến việc cấp phát và quản lý robot dựa trên máy ảo, xây dựng quy trình để tự động thiết lập và triển khai robot trên máy ảo, xây dựng các cơ chế để thu thập dữ liệu về thời gian chạy của robot và tạo các dashboard để thống kê các thông tin này, xây dựng các cơ chế để kích hoạt robot và các cơ chế thông báo thông tin đến người dùng.
4. Áp dụng hệ thống để tự động hóa một số quy trình nghiệp vụ trong giáo dục: Sau khi hoàn thiện hệ thống, nhóm tiến hành xây dựng một vài use case để thử nghiệm và đánh giá khả năng đáp ứng của hệ thống với một số nhu cầu cụ thể trong lĩnh vực giáo dục.
5. Đánh giá hệ thống: Nhóm sẽ tiến hành xây dựng chiến lược kiểm thử và thực hiện các bài kiểm tra để xác thực tính năng của robot và đảm bảo rằng chúng hoạt động đúng như yêu cầu. Đồng thời, nhóm sẽ đánh giá khả năng của hệ thống để đáp ứng các yêu cầu và tiêu chuẩn quy định. Qua các hoạt động này, nhóm sẽ đạt được cái nhìn tổng quan về hiệu suất và độ tin cậy của hệ thống trong môi trường giáo dục.
6. Viết báo cáo tổng hợp



Kế hoạch làm việc chi tiết

Bảng 1.1: Kế hoạch làm việc chi tiết

TID	Summary	Start Date	End Date	Day	Assignee
1	Hiện thực hệ thống	01/22/24	04/08/24	56	Khánh
1.1	Bổ sung các activity package cần thiết	02/22/24	03/12/24	14	Khánh
1.2	Kết nối frontend với backend	01/22/24	02/22/24	24	Khánh
1.2.1	Kết nối các tính năng quản lý tài khoản người dùng	01/22/24	01/30/24	7	Khánh
1.2.2	Kết nối tính năng quản lý kết nối đến bên thứ 3	01/31/24	02/13/24	10	Khánh
1.2.3	Kết nối tính năng quản lý thông tin thiết kế process	02/14/24	02/22/24	7	Khánh
1.3	Hoàn thiện cơ chế dịch	01/22/24	02/13/24	17	Vinh
1.3.1	Hoàn thiện các cơ chế của quy trình dịch	01/22/24	02/02/24	10	Vinh
1.3.2	Hệ thống hóa lại quy trình dịch	02/05/24	02/05/24	1	Vinh
1.3.3	Chứng minh tính đúng đắn của quy trình dịch	02/06/24	02/13/24	6	Vinh
1.4	Hoàn thiện quy trình triển khai robot tự động	02/14/24	03/28/24	32	Vinh
1.4.1	Phân tích và đánh giá phương pháp triển khai hạ tầng	02/14/24	02/22/24	7	Vinh
1.4.2	Đề xuất giải pháp triển khai robot sử dụng EC2	02/22/24	03/01/24	7	Vinh
1.4.3	Thiết lập kịch bản triển khai tự động	03/01/24	03/11/24	7	Vinh
1.4.4	Tự động hóa việc triển khai robot	03/11/24	03/28/24	14	Vinh
1.5	Kết nối tính năng quản lý thực thi của robot	03/29/24	04/08/24	7	An



TID	Summary	Start Date	End Date	Day	Assignee
2	Hiện thực thư viện kết nối đến Google Service	02/05/24	04/15/24	51	An
2.1	Thư viện kết nối robot đến Google Classroom	02/05/24	03/04/24	21	An
2.1.1	Hiện thực thư viện robotframework tương tác với API Google Classroom	02/05/24	02/22/24	14	An
2.1.2	Bổ sung activity package của Google Classroom vào hệ thống	02/23/24	03/04/24	7	An
2.2	Thư viện kết nối robot đến Google Form	03/05/24	03/29/24	19	An
2.3	Dóng gói các thư viện để phân phối khi cài đặt Robot	04/01/24	04/08/24	6	Vinh
2.4	Tích hợp việc xác thực kết nối đến các service của Google vào luồng cài đặt robot	04/09/24	04/15/24	5	Vinh
3	Hiện thực Orchestrator	01/25/24	04/15/24	58	Khánh
3.1	Module Analysis	01/25/24	04/08/24	53	Vinh
3.1.1	Phân tích và thiết kế giao diện dashboard	01/25/24	02/02/24	7	An
3.1.2.1	Xây dựng cơ chế streaming và phân tích dữ liệu	02/13/24	04/03/24	37	Vinh
3.1.2.2	Phân tích và đánh giá các công nghệ dùng để monitoring	02/13/24	02/13/24	1	Vinh
3.1.2.3	Cài đặt và sử dụng Cloudwatch Agent để thu thập dữ liệu từ máy ảo robot	02/15/24	03/05/24	14	Vinh
3.1.2.4	Tích hợp cloudwatch agent vào việc triển khai robot	03/06/24	03/25/24	14	Vinh



TID	Summary	Start Date	End Date	Day	Assignee
3.1.2.5	Tích hợp API và UI để lấy cloudwatch log cho các lần chạy của robot	03/26/24	04/03/24	7	An
3.1.3	Xây dựng data pipeline để phân tích và lưu trữ dữ liệu	03/20/24	04/08/24	14	Vinh
3.1.3.1	Parse file kết quả chạy robot và lưu trữ	04/22/24	04/26/24	5	Vinh
3.1.3.2	Lưu trạng thái robot vào bảng dữ liệu DynamoDB	04/22/24	04/26/24	5	Vinh
3.1.3.3	Xác định các dữ liệu có thể thu thập	01/24/24	02/23/24	23	Vinh
3.2	Module Robot Trigger	02/05/24	03/08/24	25	Khánh
3.2.1	Tìm hiểu về cơ chế hẹn giờ để trigger cho robot	02/05/24	02/08/24	4	Khánh
3.2.2	Thiết kế hệ thống hẹn giờ thực thi robot	02/09/24	02/28/24	14	Khánh
3.2.3	Hiện thực cơ chế trigger tự động cho robot	02/20/24	03/08/24	14	Khánh
3.3	Module Notification	03/08/24	04/15/24	27	Khánh
3.3.1	Xây dựng tính năng thông báo cho người dùng	03/07/24	03/26/24	14	Khánh
3.3.2	Tích hợp Pubnub cho real time notification	03/27/24	04/04/24	7	Khánh
4	Áp dụng hệ thống để tự động hóa một số tác vụ trong giáo dục	04/15/24	05/03/24	15	An
4.1	Áp dụng với bài toán chấm điểm tự động	04/15/24	04/23/24	7	An
4.2	Áp dụng với bài toán chuyển đổi đề kiểm tra	04/23/24	05/01/24	7	An
5	Dánh giá hệ thống	04/15/24	05/02/24	14	Khánh
5.1	Lên chiến lược kiểm tra các tính năng của robot	04/15/24	05/02/24	14	Khánh
5.2	Load testing hệ thống	04/15/24	05/02/24	14	Vinh



TID	Summary	Start Date	End Date	Day	Assignee
5.3	Kiểm tra hiệu năng của robot	04/15/24	05/02/24	14	Vinh
6	Viết báo cáo tổng hợp	04/15/24	05/17/24	25	Vinh

1.5 Cấu trúc chương

Nội dung của của Đồ án tốt nghiệp này gồm 8 chương với cấu trúc như sau.

Chương 1: Tổng quan

Chương này sẽ đề cập tổng quan về đề tài, cùng với động cơ, mục đích tiến hành đề tài và lợi ích mà đề tài có thể mang lại; sau đó, trình bày về mục tiêu thực hiện, giới hạn đề tài và cấu trúc các chương.

Chương 2: Kiến thức nền tảng

Chương này sẽ đề cập đến những kiến thức nền tảng cần chuẩn bị để thực hiện được đề tài này, bao gồm kiến thức về tự động hóa quy trình bằng robot, nhận dạng ký tự quang học, mô hình và ký hiệu quy trình nghiệp vụ cùng với một số kiến thức về phát triển phần mềm.

Chương 3: Khảo sát các hệ thống RPA hiện có

Tại chương này, nhóm sẽ tìm hiểu về nhu cầu của thị trường RPA hiện tại. Sau đó, phân tích một số nền tảng RPA hiện có và đưa ra các định hướng phát triển.

Chương 4: Phân tích yêu cầu và thiết kế hệ thống EduRPA

Chương này bao gồm việc xác định các yêu cầu chức năng, phi chức năng cho hệ thống, các usecase, cách đánh giá để lựa chọn kiến trúc phù hợp, sau đó trình bày thiết kế kiến trúc của hệ thống. Từ đó sẽ trình bày chi tiết về thiết kế của hệ thống, bao gồm thiết kế cơ sở dữ liệu, các diagram liên quan đến hệ thống, thiết kế các module chức năng và các luồng thực thi.

Chương 5: Hiện thực hệ thống EduRPA

Chương này sẽ trình bày chi tiết về quá trình hiện thực hệ thống, bao gồm mô tả các công nghệ dùng để hiện thực, các thông tin về môi trường phát triển, hiện thực công cụ dịch từ BPMN sang chương trình robot, quy trình tự hóa triển khai



robot, xây dựng tính năng nhận diện văn bản tiếng Việt, hiện thực giao diện và API cho hệ thống.

Chương 6: Kiểm tra và đánh giá hệ thống

Chương này sẽ trình bày chi tiết về chiến lược kiểm thử để kiểm tra các tính năng của robot, đồng thời cũng sẽ tiến hành các bài kiểm tra tải nhằm đánh giá chất lượng của hệ thống.

Chương 7: Ứng dụng hệ thống EduRPA cho quy trình nghiệp vụ trong giáo dục

Chương này sẽ trình bày chi tiết về việc áp dụng hệ thống vào một quy trình nghiệp vụ trong giáo dục. Ngoài ra, nhóm cũng sẽ tiến hành đánh giá hiệu năng của các robot khi thực thi các quy trình này.

Chương 8: Kết luận

Tóm tắt tất cả những nỗ lực và đóng góp của nhóm và đưa ra kế hoạch phát triển trong tương lai.

Kết chương

Trong chương này, nhóm đã trình bày tổng quan về đề tài, động cơ, mục đích tiến hành đề tài và lợi ích mà đề tài có thể mang lại; sau đó, trình bày về mục tiêu thực hiện, giới hạn đề tài và cấu trúc các chương. Trong chương tiếp theo, nhóm sẽ trình bày về các kiến thức nền tảng cần chuẩn bị để thực hiện được đề tài.

Chương 2

Kiến thức nền tảng

Chương 2 đề cập tới các khái niệm và nền tảng lý thuyết về tự động hóa robot, mô hình hóa quy trình nghiệp vụ, các kiến thức cơ bản về nhận dạng kí tự quang học và cách sử dụng các design pattern trong thiết kế phần mềm. Từ đó phân tích các giải pháp, công nghệ thực tiễn để chọn lựa phương pháp hiện thực cho hệ thống RPA.

2.1 Tự động hóa quy trình bằng robot (RPA)

2.1.1 Khái niệm

RPA là viết tắt của (Robotic Process Automation) [4] một công nghệ dùng để tự động hóa các quy trình kinh doanh và công việc trong các doanh nghiệp bằng cách sử dụng phần mềm và bot (robot) máy tính. RPA cho phép máy tính thực hiện các nhiệm vụ lặp đi lặp lại mà trước đây phải do con người thực hiện, như nhập dữ liệu từ một hệ thống vào một hệ thống khác, xử lý dữ liệu, kiểm tra thông tin, và thậm chí thực hiện các tác vụ phức tạp hơn.

Các bot RPA được lập trình để thực hiện các tác vụ cụ thể theo các quy tắc và luật được định trước, và chúng có khả năng làm việc 24/7 mà không cần nghỉ ngơi. RPA giúp tăng năng suất, giảm thiểu sai sót, tăng độ chính xác và giảm bớt công việc lặp lại cho con người, giúp họ tập trung vào các công việc sáng tạo hơn.

Công nghệ RPA đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, bao gồm tài chính, ngân hàng, chăm sóc khách hàng, quản lý dữ liệu, và nhiều lĩnh vực khác trong doanh nghiệp để cải thiện hiệu suất và hiệu quả hoạt động.

2.1.2 Tiêu chí để lựa chọn quy trình cho việc tự động hóa

Sau đây là một số tiêu chí để lựa chọn quy trình tự động hóa [5]:



1. Quy trình có tính chất lặp lại: Những quy trình lặp đi lặp lại và không cần sự sáng tạo của con người.
2. Quy trình có luật rõ ràng: Những quy trình tuân thủ chặt chẽ vào luật do người dùng định nghĩa.
3. Quy trình ít xảy ra ngoại lệ: Những quy trình có tỉ lệ xảy ra các trường hợp ngoại lệ thấp trong quá trình thực hiện.
4. Quy trình có khối lượng tải lớn: Những quy trình có khối lượng công việc lớn và đòi hỏi nguồn lực lao động lớn.
5. Quy trình ổn định: Những quy trình đã trưởng thành và ổn định sau một khoảng thời gian dài.

2.1.3 Lợi ích và thách thức

Về mặt lợi ích, RPA mang lại nhiều lợi ích cho doanh nghiệp, bao gồm:

- Tăng hiệu quả làm việc: RPA giúp tự động hóa các tác vụ lặp đi lặp lại, giảm thời gian và nâng cao hiệu suất làm việc.
- Giảm chi phí nhân lực: Tự động hóa bằng RPA có thể giúp giảm chi phí lao động và giảm sai sót do con người gây ra.
- Đảm bảo tính chính xác và sẵn sàng: RPA đảm bảo việc thực hiện công việc một cách nhất quán và chính xác.
- Dễ dàng tích hợp: RPA có thể dễ dàng tích hợp với các hệ thống hiện tại.

Bên cạnh lợi ích đem lại, việc ứng dụng RPA cũng đối mặt với một số thách thức, bao gồm:

- Khả năng thích ứng hạn chế: RPA hoạt động tốt nhất với các quy trình có cấu trúc.
- Rủi ro về an ninh và quyền riêng tư dữ liệu: Khi triển khai RPA, cần đảm bảo bảo mật và quyền riêng tư dữ liệu.
- Kháng cự từ nhân viên: Nhân viên có thể lo ngại về việc mất việc làm do tự động hóa.
- Thay đổi về quy trình hiện có: Việc triển khai RPA đòi hỏi sự thay đổi trong quy trình làm việc và văn hóa tổ chức.



2.1.4 So sánh giữa RPA và AI

Công nghệ	Ưu điểm	Nhược điểm
RPA	Tự động hóa các quy trình có khối lượng tải lớn, lặp lại theo quy tắc ổn định.	Không có khả năng tự học hỏi hoặc cải thiện theo thời gian.
AI	Tạo ra các hệ thống thông minh, có khả năng học hỏi, suy luận để đưa ra giải pháp giải quyết vấn đề từ quy trình phức tạp.	Cần dữ liệu lớn và phức tạp, kết quả phụ thuộc vào độ chính xác của mô hình, khó áp dụng cho các quy trình đòi hỏi độ chính xác tuyệt đối.

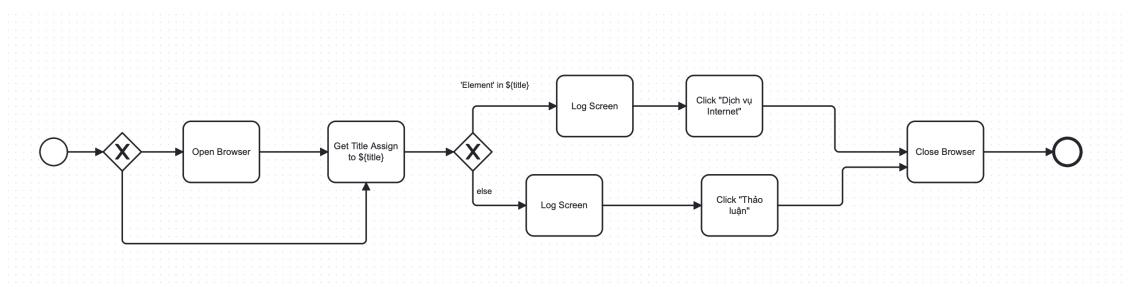
2.2 Mô hình và ký hiệu quy trình nghiệp vụ

2.2.1 Giới thiệu về BPMN

BPMN (viết tắt của cụm từ "Business Process Modeling Notation") [6] là ngôn ngữ mô hình hóa trực quan cho các ứng dụng trong phân tích nghiệp vụ. BPMN cho phép xác định rõ được quy trình nghiệp vụ thông qua các bộ ký hiệu chuẩn, giúp các bên liên quan như chủ doanh nghiệp, bộ phận phân tích nghiệp vụ, bộ phận phát triển phần mềm, bộ phận thiết kế dữ liệu... có cách hiểu đồng nhất về quy trình nghiệp vụ.

BPMN cho phép người dùng biểu diễn các hoạt động, sự kiện, luồng công việc, quyết định, và thông tin liên quan đến các quy trình kinh doanh dưới dạng biểu đồ trực quan. Các biểu đồ BPMN sử dụng các yếu tố như sự kiện, hoạt động, cổng và dòng nối để biểu thị cách các tác vụ và hoạt động tương tác với nhau trong quy trình.

BPMN không chỉ giúp tổ chức hiểu rõ và tối ưu hóa các quy trình kinh doanh của họ mà còn hỗ trợ trong việc tự động hóa các quy trình này. Các công cụ BPMN có thể dễ dàng chuyển đổi biểu đồ BPMN thành mã thực thi hoặc tích hợp với hệ thống tự động hóa.



Hình 2.2.1: Sử dụng BPMN để mô tả quy trình nghiệp vụ

2.2.2 Cấu trúc của BPMN

Cấu trúc của BPMN (Business Process Model and Notation) [7] bao gồm một loạt các yếu tố và ký hiệu được sử dụng để biểu diễn và mô hình hóa các quy trình kinh doanh. Dưới đây là một tóm tắt về các phần chính trong cấu trúc của BPMN:

- **Sự kiện (Events):** Sự kiện biểu thị các điểm bắt đầu, kết thúc hoặc trung gian trong quy trình. Có ba loại sự kiện chính:
 - Start Event: Điểm bắt đầu của quy trình.
 - Intermediate Event: Sự kiện trung gian, xảy ra trong quá trình quy trình diễn ra.
 - End Event: Điểm kết thúc của quy trình.
- **Hoạt động (Activities):** Hoạt động biểu diễn các công việc hoặc nhiệm vụ trong quy trình. Có hai loại hoạt động chính:
 - Task: Nhiệm vụ thực hiện bởi người hoặc hệ thống.
 - Sub-Process: Quy trình con bên trong quy trình chính.
- **Cổng (Gateways):** Cổng biểu diễn quyết định hoặc điều kiện trong quy trình. Có ba loại cổng chính:
 - Exclusive Gateway (XOR): Quyết định duy nhất, chỉ một nhánh được thực hiện.
 - Parallel Gateway (AND): Các nhánh song song, tất cả nhánh được thực hiện.
 - Inclusive Gateway: Các nhánh có thể được thực hiện dựa trên nhiều điều kiện.



- Luồng thực thi (Sequence Flow): Dòng nối kết nối các yếu tố trong quy trình để biểu diễn luồng công việc. Nó chỉ ra trình tự thực hiện các hoạt động và quyết định trong quy trình.
- Dữ liệu (Data): BPMN cho phép biểu diễn dữ liệu và thông tin trong quy trình. Có các yếu tố như Data Object và Data Store để đại diện cho dữ liệu và lưu trữ dữ liệu.
- Bộ cục biểu đồ (Diagram Layout): BPMN thường được vẽ trên một bộ cục biểu đồ, với các yếu tố và dòng nối được sắp xếp để biểu diễn quy trình một cách trực quan.

2.2.3 Lý do sử dụng BPMN trong đề tài

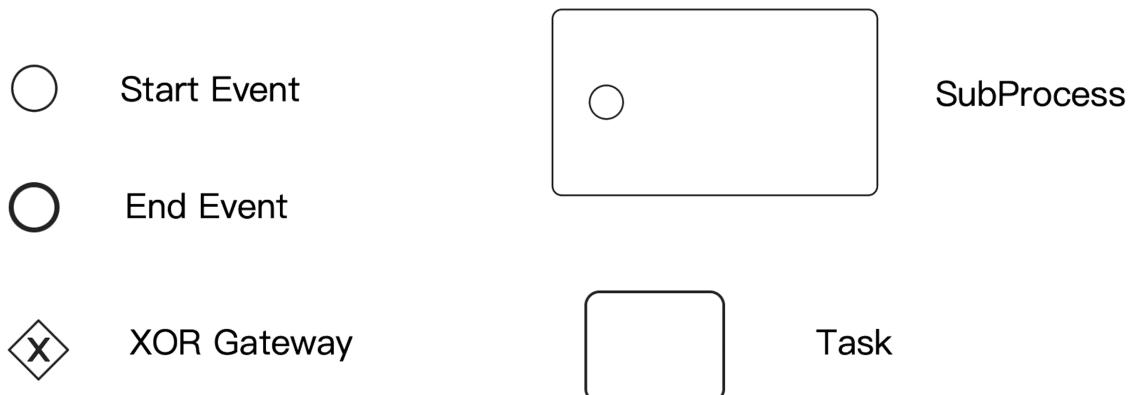
Các mô hình RPA truyền thống thường sử dụng cấu trúc Sequence để biểu diễn các tác vụ theo trình tự. Mặc dù Sequence có thể hiệu quả trong mô hình hoá các quy trình đơn giản, nhưng nó gặp khó khăn khi phải xử lý các tác vụ lặp đi lặp lại hoặc có rẽ nhánh phức tạp. Điều này có thể làm cho quy trình RPA trở nên khó sử dụng, khó hiểu và không thân thiện với người dùng. Nhận thấy những hạn chế này, một số nhóm và tổ chức đã chuyển sang sử dụng BPMN để mô hình hóa quy trình RPA.

Thứ nhất, nó cho phép thiết kế quy trình rõ ràng hơn bằng cách sử dụng biểu đồ với các yếu tố như sự kiện, hoạt động, cổng và dòng nối để biểu diễn các tác vụ và luồng công việc một cách trực quan.

Thứ hai, việc sử dụng BPMN tạo sự độc đáo cho quy trình RPA bằng cách cho phép người thiết kế mô hình hóa một cách linh hoạt và đa dạng hóa các điều kiện và tình huống khác nhau. Các biểu đồ BPMN có khả năng biểu diễn sự tương tác phức tạp giữa các tác vụ, sự kiện và quyết định, giúp tạo ra các quy trình RPA mạnh mẽ và linh hoạt hơn.

2.2.4 Những kí hiệu BPMN được giới hạn để sử dụng

Đối với đề tài luận văn này, để đơn giản quy trình thiết kế quy trình cho người dùng và tích hợp các tính năng của hệ thống, nhóm đề xuất giới hạn cấu trúc BPMN với các kí hiệu sau:



Hình 2.2.2: Các kí hiệu BPMN được sử dụng trong đề tài

- **Undefined Task:** Thành phần này đóng vai trò là một vị trí đặt để cho các nhiệm vụ có hành vi không được định nghĩa rõ ràng trong mô hình BPMN. Nó cho phép linh hoạt trong việc tích hợp các nhiệm vụ có thể không tuân theo các mẫu được xác định trước, tạo điều kiện cho tính linh hoạt trong luồng công việc.
- **Exclusive Gateway:** Thành phần này là rất quan trọng để mô hình hóa logic nhánh trong quy trình. Mỗi nhánh bắt nguồn từ cổng đều liên kết với các điều kiện logic cụ thể, cho phép quy trình đi theo các đường khác nhau dựa trên các tiêu chí khác nhau.
- **Start Event và End Event:** Mỗi quy trình BPMN phải bắt đầu bằng một Sự Kiện Bắt Đầu, đánh dấu điểm khởi đầu, và kết thúc bằng một Sự Kiện Kết Thúc, đánh dấu điểm kết thúc. Giao thức khởi động và kết thúc rõ ràng này giúp dễ dàng hơn trong việc hiểu và quản lý luồng công việc.
- **Subprocess:** Thành phần này được sử dụng để bao gồm một chuỗi các nhiệm vụ hoặc hoạt động trong một thực thể riêng biệt. Mỗi tiến trình phụ bao gồm một Sự Kiện Bắt Đầu để khởi đầu chuỗi các nhiệm vụ trong đó và một Sự Kiện Kết Thúc để đánh dấu sự hoàn thành của nó. Việc đóng gói này giúp tách rời quy trình, làm cho nó dễ quản lý hơn và thuận tiện cho việc tái sử dụng các đoạn quy trình.

Bằng cách sử dụng những thành phần BPMN cụ thể này, các quy trình có thể được cấu trúc, dễ hiểu và quản lý hiệu quả trong khung mô hình hóa BPMN. Mỗi thành phần phục vụ một mục đích riêng biệt trong việc xác định và tổ chức luồng công việc.



2.3 Phương pháp chuyển đổi BPMN sang ngôn ngữ biểu diễn khôi

BPMN là một ngôn ngữ hướng đồ thị giúp biểu diễn các mối quan hệ giữa các tác vụ trong quy trình kinh doanh một cách rõ ràng và tường minh. Tuy nhiên, để thực thi quy trình được mô hình hóa trong BPMN, chúng ta cần chuyển đổi BPMN thành một dạng mã thực thi. Mendling cùng đồng nghiệp [8] đã nhấn mạnh tính cấp thiết của việc chuyển đổi BPMN thành các ngôn ngữ dạng khôi và đã đề xuất các phương pháp để thực hiện quá trình này.

2.3.1 Graph Oriented Language và Block-Oriented Language

Graph Oriented Language được thiết kế để biểu diễn và quản lý dữ liệu, luồng điều khiển và các mối quan hệ dưới dạng đồ thị. Trong ngôn ngữ này, chương trình được biểu diễn như một đồ thị với các nút biểu thị đối tượng hoặc hành động, còn các cạnh biểu thị các mối quan hệ hoặc luồng điều khiển giữa các đối tượng. Các đặc điểm chính của ngôn ngữ hướng đồ thị bao gồm biểu diễn dữ liệu dưới dạng đồ thị có hướng hoặc không hướng, sử dụng nhiều loại nút khác nhau như nút chức năng, sự kiện, điều kiện và tác vụ, cũng như độ linh hoạt trong thiết kế và triển khai các quy trình.

Block-Oriented Language tập trung vào tổ chức chương trình thành các khôi hoặc đoạn mã để biểu diễn logic điều khiển và cấu trúc chương trình. Các khôi này có thể được nhúng và lồng nhau để tạo ra các cấu trúc điều khiển phức tạp như song song, lặp lại hoặc lựa chọn. Đặc điểm chính của ngôn ngữ hướng khôi là sự rõ ràng trong biểu diễn và hiểu mã nguồn.

2.3.2 Các phương pháp chuyển đổi

Mendling [8, 4.3] đã đề cập đến chiến lược "Structure-Identification" với ý tưởng chính là xác định các cấu trúc điều khiển từ đồ thị biểu diễn và thực hiện các phép ánh xạ. Ví dụ, một chuỗi các hoạt động trên đồ thị sẽ được chuyển thành các khôi lệnh với thứ tự tương ứng, cổng XOR sẽ được chuyển thành lệnh switch và mỗi nhánh sẽ tương ứng với một đồ thị con, vòng lặp sẽ được xác định dựa trên việc đóng/mở các cổng XOR. Tuy nhiên, điều kiện tiên quyết là cấu trúc BPMN phải tuân theo các quy định cụ thể.

Chun Ouyang, 2006 [9] đã làm rõ vấn đề này và đề xuất phương pháp cụ thể để chuyển đổi từ BPMN sang BPEL (một dạng mã thực thi) bằng cách định nghĩa



một bộ quy tắc chuẩn hóa BPMN và áp dụng các quy tắc ánh xạ để chuyển đổi các cấu trúc điều khiển thành các khối lệnh điều khiển tương ứng.

García-Bañuelos, 2009 [10] đề xuất một phương pháp để dịch các mô hình BPMN sang mã BPEL, dựa trên phân rã cây SQPR và được triển khai dưới dạng một plugin của Eclipse. Phương pháp này xác định tất cả các thành phần triconnected và tổ chức chúng thành một cây, có thể được xây dựng trong thời gian tuyến tính. Quá trình phân rã dẫn đến các đồ thị con của bốn loại cấu trúc: trivial, parallel, series, và rigid. Một đồ thị quy trình có thể được phân rã thành các thành phần kết nối bằng cách sử dụng cây SPQR. Mỗi nút cây SPQR đại diện cho một skeleton, tức là cấu trúc cơ bản của một đồ thị con của mô hình và mối quan hệ của nó với các đồ thị con khác. Mỗi skeleton bao gồm các cạnh của đồ thị gốc và các cạnh ảo, với mỗi cạnh ảo được chia sẻ giữa hai skeleton và gợi ý về một mối quan hệ cấu trúc giữa các skeleton.

2.3.3 BPMN chuẩn hóa

Để đảm bảo cho quá trình dịch diễn ra chính xác, BPMN đầu vào cần được chuẩn hóa theo một số nguyên tắc sau [9, Định nghĩa 1,2]:

- Start Event phải có indegree bằng 0 và outdegree bằng 0
- End Event phải có outdegree bằng 0 và indegree bằng 1
- Task và intermediate event phải có indegree bằng 1 và outdegree bằng 1
- Các nút fork hoặc decision phari có indegree bằng 1 và outdegree lớn hơn 1
- Join hoặc merge gateway phải có outdegree là 1 bà indegree lớn hơn 1
- XOR gateway phải được theo sau bởi task hoặc intermediate event
- Mỗi đối tượng đều phải nằm trên đường đi từ start event đến end event

2.4 Kiến thức về nhận dạng ký tự quang học (OCR)

2.4.1 Giới thiệu về OCR

OCR (Optical Character Recognition - Nhận dạng ký tự quang học) [11] là một trong những nhánh quan trọng và phổ biến nhất về thị giác máy tính (Computer

Vision). Đây là quá trình chuyển đổi một hình ảnh chứa văn bản thành định dạng văn bản có thể đọc và lưu trữ.

OCR bao gồm hai lớp bài toán chính là nhận diện vùng văn bản (text area detection) và trích xuất văn bản (text extraction).

- Nhận diện vùng văn bản: mục tiêu là nhận diện được một hình đa giác (thông thường sẽ là hình chữ nhật) bao quanh vùng có chữ viết. Vùng nhận diện có thể chứa ký tự, chữ, hoặc là một câu mà thông thường là chữ.
- Trích xuất văn bản: Mục tiêu chính của tác vụ này sẽ là nhận diện các kí tự và cũng có thể bao gồm việc sửa lỗi.

Trong quá trình nhận diện ký tự quang học (OCR), chất lượng của dữ liệu đầu vào đóng vai trò quan trọng và ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất và độ chính xác của quá trình. Việc tiền xử lý dữ liệu là bước cần thiết để cải thiện chất lượng của dữ liệu đầu vào. Trong giai đoạn này, chúng ta điều chỉnh độ sáng, độ tương phản, tỉ lệ phóng và sự tập trung để tạo ra sự tương phản tốt nhất giữa ký tự và nền cũng như làm cho các ký tự có kích thước gần nhau nhất có thể. Tuy nhiên, việc tiền xử lý không luôn dễ dàng do ảnh hưởng của các điều kiện ngoại cảnh, góc chụp, và chất lượng của máy ảnh.

Sau sự phát triển mạnh mẽ của mạng thần kinh từ năm 2012, đặc biệt là với việc giới thiệu kiến trúc mạng AlexNet, OCR đã trải qua một cuộc cách mạng. Sự thành công của mạng thần kinh phụ thuộc trực tiếp vào chất lượng của dữ liệu huấn luyện. Các tập dữ liệu lớn được gán nhãn bằng tay hoặc tạo ra tổng hợp sẽ ảnh hưởng đáng kể đến kết quả và hiệu suất của hệ thống OCR.

OCR hiện đang được áp dụng rộng rãi trong các ngành kinh doanh [12]. Quy trình làm việc thông thường bao gồm xử lý thông tin từ các tài liệu văn bản in. Việc quét các biểu mẫu, hóa đơn, tài liệu pháp lý và hợp đồng là những nhiệm vụ quan trọng trong hoạt động kinh doanh. Việc chuyển đổi các tài liệu này thành định dạng hình ảnh giúp tiết kiệm không gian lưu trữ và dễ dàng quản lý, tuy nhiên, các ứng dụng xử lý văn bản cần khả năng nhận diện văn bản trong hình ảnh một cách hiệu quả.

2.4.2 Các thách thức của OCR

Thách thức về mặt kỹ thuật của OCR được thể hiện ở hai khía cạnh: thuật toán và ứng dụng. [11]

Thách thức về thuật toán bao gồm độ đa dạng của văn bản, văn bản có thể được thể hiện dưới nhiều dạng khác nhau như văn bản in, văn bản viết tay, văn bản bị



mờ, nhòe, văn bản bị biến dạng hoặc có chất lượng kém. Văn bản có thể nằm trong môi trường phức tạp, có nhiều yếu tố nhiễu như ảnh có chụp với nền, bóng đổ, chữ viết bị chèo斜 hoặc cắt xén. Các thuật toán OCR cần có khả năng thích ứng với các thay đổi của văn bản như phông chữ mới, kiểu chữ mới, ngôn ngữ mới. Ngoài ra, nhu cầu nhận diện các văn bản có sự kết hợp nhiều ngôn ngữ khác nhau cũng là một thách thức lớn đối với các thuật toán OCR.

Thách thức về kỹ thuật liên quan đến yêu cầu tài nguyên tính toán. Các mô hình học sâu hiện đại đòi hỏi rất nhiều về tài nguyên tính toán, và cấu hình của CPU và GPU là một yếu tố quan trọng để đạt hiệu quả tính toán. Điều này khiến cho việc triển khai các thuật toán OCR trên các thiết bị có cấu hình thấp trở nên khó khăn. Vấn đề thu thập dữ liệu cũng là một yếu tố quan trọng trong việc huấn luyện các mô hình. Các thuật toán OCR cần được đào tạo trên một lượng lớn dữ liệu để hoạt động hiệu quả, làm cho việc phát triển các thuật toán mới rất tốn kém và mất thời gian. Yếu tố bảo mật cũng cần được cân nhắc, vì các thuật toán OCR có thể được sử dụng để trích xuất thông tin từ các tài liệu nhạy cảm như giao dịch, thông tin cá nhân, hồ sơ sức khỏe.

Thách thức trong việc trích xuất văn bản Tiếng Việt bao gồm việc sử dụng các dấu thanh và dấu ngã, điều này làm tăng độ khó trong quá trình xử lý và trích xuất văn bản. Thiếu sự chuẩn hóa trong việc sử dụng từ ngữ và ngữ pháp có thể làm giảm độ chính xác của các công cụ trích xuất văn bản. Sự đa dạng vùng miền trong Tiếng Việt tạo ra các biến thể ngôn ngữ đặc biệt, gây khó khăn trong việc xử lý đúng các cụm từ và ngữ cảnh địa phương. So với các ngôn ngữ phổ biến khác, nguồn dữ liệu cho Tiếng Việt hạn chế, làm giảm hiệu suất của các mô hình trích xuất văn bản.

Đặc thù của bài toán trích xuất chữ viết tay là OCR đã và đang giải quyết hiệu quả bài toán trích xuất thông tin đối với các văn bản đánh máy, tuy nhiên, nhận diện chữ viết tay vẫn là một bài toán khó. Những thách thức lớn trong nhận dạng chữ viết tay bao gồm sự đa dạng về kiểu chữ và cách viết của mỗi người, nét chữ không rõ ràng hoặc các chữ bị dính nhau, viết không thẳng hàng, hay chất lượng của văn bản viết tay kém, gây ra những trở ngại đáng kể trong việc nhận diện và chuyển đổi thành văn bản có thể đọc được bằng máy.

2.4.3 Một vài thư viện hỗ trợ trích xuất văn bản từ hình ảnh

Tesseract



Hình 2.4.3: Thông tin về thư viện Tesseract

Tesseract là một thư viện OCR (Optical Character Recognition) mã nguồn mở, được phát triển chủ yếu bởi nhóm Google. Ban đầu, nó được tạo ra tại HP Labs và sau đó được Google chấp nhận và duy trì từ năm 2006. Tesseract được viết bằng ngôn ngữ lập trình C++ và sử dụng các thư viện thư pháp từ Google để cung cấp khả năng nhận diện ký tự từ hình ảnh. [13]

Dự án Tesseract đã trải qua nhiều cải tiến và phiên bản mới được phát hành, với sự cập nhật định kỳ để cải thiện hiệu suất và độ chính xác của việc nhận diện ký tự. Nó hỗ trợ nhiều ngôn ngữ, từ tiếng Anh đến tiếng Trung, và có khả năng nhận diện văn bản từ các loại hình ảnh đa dạng, bao gồm cả ảnh chụp từ điện thoại di động, tài liệu quét và hình ảnh chất lượng cao.

Một điểm mạnh của Tesseract là khả năng tùy chỉnh và cấu hình cao, giúp người dùng có thể điều chỉnh các tham số để đáp ứng yêu cầu cụ thể của ứng dụng của họ. Ngoài ra, Tesseract cung cấp một giao diện dòng lệnh và API, làm cho việc tích hợp nó vào các ứng dụng và dự án phần mềm trở nên thuận lợi.



EasyOCR



Hình 2.4.4: Thông tin về thư viện EasyOCR

EasyOCR là một thư viện nhận diện ký tự quang học (OCR) hiệu quả và dễ sử dụng, được thiết kế để đơn giản hóa quá trình nhận diện văn bản từ hình ảnh. Đây là một dự án mã nguồn mở phát triển bởi cộng đồng, cung cấp khả năng nhận diện văn bản đa ngôn ngữ từ các nguồn hình ảnh đa dạng. [14]

EasyOCR xây dựng trên nền tảng PyTorch, một thư viện học sâu phổ biến, giúp nó đạt được độ chính xác cao trong việc nhận diện ký tự từ hình ảnh. Nó hỗ trợ nhiều ngôn ngữ và kích thước ký tự, từ tiếng Anh cho đến các ngôn ngữ có ký tự đặc biệt như tiếng Trung, tiếng Nhật. Thư viện này cũng cung cấp một giao diện đơn giản để tích hợp vào các dự án Python, giúp nhà phát triển dễ dàng sử dụng và tùy chỉnh theo nhu cầu cụ thể của họ.

Với sự linh hoạt, hiệu suất cao và cộng đồng tích cực đang phát triển, EasyOCR trở thành một lựa chọn phổ biến trong lĩnh vực xử lý hình ảnh và nhận diện văn bản, đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về việc trích xuất thông tin từ hình ảnh.

VietOCR

VietOCR là một thư viện nhận diện ký tự quang học (OCR) dành cho tiếng Việt, nhằm hỗ trợ việc trích xuất văn bản từ hình ảnh. Được xây dựng trên nền tảng Python, VietOCR là một dự án mã nguồn mở, chủ yếu tập trung vào việc cung cấp giải pháp nhận diện văn bản hiệu quả cho các ngôn ngữ có các đặc điểm riêng biệt như tiếng Việt. [15]

VietOCR hỗ trợ nhiều chế độ nhận diện, bao gồm cả việc nhận diện văn bản từ hình ảnh chất lượng thấp đến cao. Nó được tối ưu hóa để xử lý các loại văn bản phổ biến trong tiếng Việt và hỗ trợ nhiều ngôn ngữ ký tự.



Dự án cung cấp giao diện dòng lệnh và API, giúp tích hợp dễ dàng vào các ứng dụng và dự án Python. VietOCR cũng có khả năng tùy chỉnh một số tham số để đáp ứng nhu cầu cụ thể của người sử dụng.

Với sự chú trọng vào tiếng Việt và sự linh hoạt trong việc xử lý văn bản từ hình ảnh, VietOCR là một công cụ hữu ích cho các ứng dụng như quét tài liệu, chuyển đổi ảnh thành văn bản có thể tìm kiếm và nhiều ứng dụng khác liên quan đến xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

Các độ đo đánh giá

Trong việc kiểm tra và đánh giá mô hình OCR, hai độ đo quan trọng là CER và WER. CER (Character Error Rate) tính bởi công thức:

$$CER = \frac{S + D + I}{N} \quad (2.1)$$

Trong đó, S là số lần thay thế, D là số lần xóa, I là số lần chèn, và N là tổng số ký tự trong văn bản tham chiếu. Ngoài ra, WER (Word Error Rate) tính bởi công thức:

$$WER = \frac{S_w + D_w + I_w}{N_w} \quad (2.2)$$

Trong đó, S_w là số lần thay thế từ, D_w là số lần xóa từ, I_w là số lần chèn từ, và N_w là tổng số từ trong văn bản tham chiếu.

Hai chỉ số này càng thấp, mô hình trích xuất văn bản càng chính xác. Tùy thuộc vào ngữ cảnh sử dụng, chỉ số CER hoặc WER có thể quan trọng hơn. CER thường quan trọng hơn khi độ chính xác từng ký tự là cần thiết, ví dụ như trong nhận dạng mã nguồn hoặc văn bản kỹ thuật. Ngược lại, WER có thể quan trọng hơn trong các ứng dụng xử lý ngôn ngữ tự nhiên, nơi mà độ chính xác của từng từ ảnh hưởng lớn đến hiểu biết chung của văn bản.

2.5 Mẫu thiết kế (Design Pattern)

Design Pattern là một khái niệm trong lĩnh vực phát triển phần mềm được tạo ra để giải quyết các vấn đề phổ biến mà phát triển phần mềm thường gặp phải. Đây là các mô hình đã được kiểm chứng và tối ưu hóa, giúp tạo ra các thiết kế phần mềm linh hoạt, dễ bảo trì và tái sử dụng.[16, Chương 1]

Design Pattern giúp giải quyết các vấn đề thường gặp mà không cần phải tạo ra các giải pháp từ đầu. Thay vì viết mã từng chi tiết riêng lẻ, chúng ta có thể áp



dụng các mẫu thiết kế đã được thiết kế trước để tạo ra các hệ thống phần mềm ổn định và dễ quản lý hơn.

Có nhiều loại Design Pattern khác nhau, được chia thành các loại chính như sau:

1. Creational Patterns (Mẫu tạo đối tượng): Tập trung vào cách tạo đối tượng, giúp chúng ta tạo ra đối tượng một cách linh hoạt mà không cần quan tâm đến cách chính xác chúng được tạo.
2. Structural Patterns (Mẫu cấu trúc): Liên quan đến cách các đối tượng tương tác để tạo thành các cấu trúc phức tạp hơn. Chúng giúp chúng ta thiết kế các lớp và đối tượng sao cho chúng có thể làm việc cùng nhau một cách hiệu quả.
3. Behavioral Patterns (Mẫu hành vi): Tập trung vào cách các đối tượng tương tác và phối hợp với nhau để hoàn thành các nhiệm vụ cụ thể. Chúng ta có thể quản lý quy trình luồng làm việc và giao tiếp giữa các đối tượng.

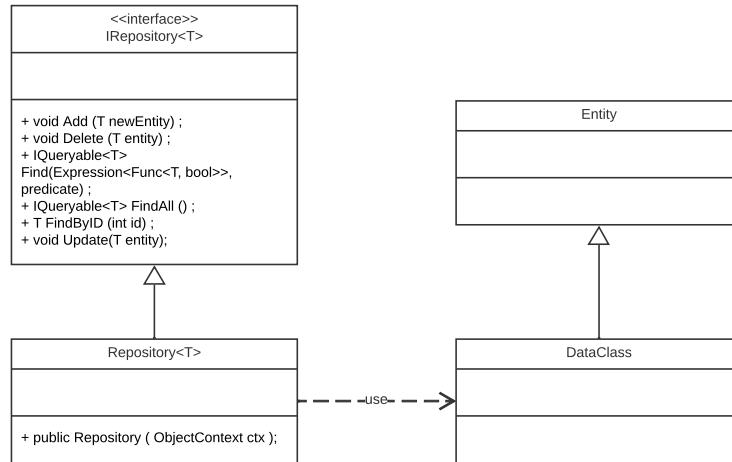
2.5.1 Repository Pattern

Repository Pattern là lớp trung gian giữa tầng business logic và data access (hay cụ thể hơn là Business và Model của ứng dụng), điều này giúp việc truy cập dữ liệu chặt chẽ và bảo mật hơn. Thông thường thì các truy vấn database sẽ nằm nhiều nơi trong code. Khi muốn thực hiện truy vấn database, ta phải tìm trong code cũng như các thuộc tính của bảng dữ liệu để xử lý và điều này gây ra lãng phí thời gian và tốn nhiều công sức.[17]

Khi sử dụng Repository Pattern, chúng ta có một vài lợi ích có thể kể đến như sau:

- Việc truy cập cũng như xử lý dữ liệu được xử lý tập trung.
- Việc mapping các bảng trong database được xử lý ở một nơi.
- Tăng tính bảo mật và rõ ràng
- Thuận tiện hơn cho việc kiểm tra bằng cách hiện thực các Repository với dữ liệu giả.

Cấu trúc của Repository Pattern bao gồm



Hình 2.5.5: Lược đồ thiết kế Repository Pattern

- Repository Interface (Giao diện Repository): Đây là một giao diện định nghĩa các phương thức trừu tượng cho việc truy cập dữ liệu. Giao diện này bao gồm các phương thức như Add, Delete, Update, GetById, GetAll, và các phương thức tùy chỉnh khác liên quan đến việc truy vấn và tương tác với dữ liệu.
- Concrete Repository (Lớp Repository Cụ thể): Là các lớp cụ thể (hoặc các lớp triển khai) của giao diện Repository. Các lớp này cung cấp triển khai cụ thể cho các phương thức đã được định nghĩa trong giao diện Repository. Chúng thường tương tác với cơ sở dữ liệu để thực hiện các thao tác CRUD (Create, Read, Update, Delete).
- Entity (Đối tượng Entity): Đại diện cho các đối tượng trong cơ sở dữ liệu, ví dụ như bảng trong cơ sở dữ liệu SQL hoặc các tài liệu JSON trong cơ sở dữ liệu NoSQL. Entity thường được biểu diễn bằng các lớp đối tượng.

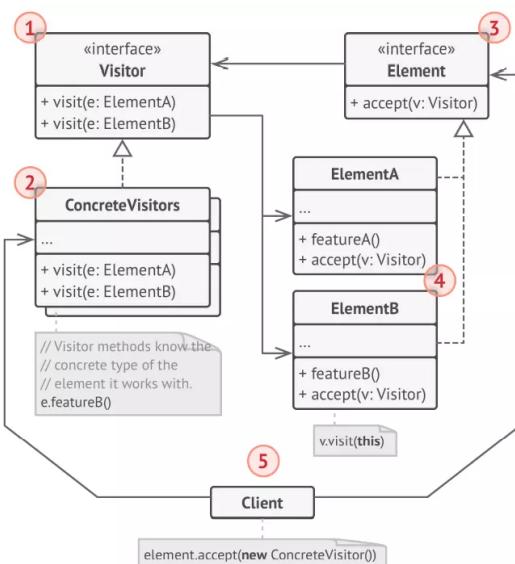
2.5.2 Visitor Pattern

Visitor Pattern thuộc lớp Behavior Pattern, design pattern này được sử dụng để thực hiện một loạt các thao tác hoặc xử lý trên các đối tượng thuộc một hệ thống phân cấp mà không cần thay đổi cấu trúc của đối tượng đó (không cần chỉnh sửa

lại code). Thay vì thêm phương thức mới và các lớp đối tượng, chúng ta tạo ra một lớp riêng biệt (gọi là Visitor) chứa các phương thức được thực hiện các thao tác cụ thể trên các đối tượng [16, Chương 13, Trang 628]

Visitor pattern giúp tách biệt việc thực hiện các thao tác từ cấu trúc của đối tượng, giúp dễ dàng mở rộng các thao tác mới mà không ảnh hưởng đến cấu trúc của đối tượng. Điều này thường được sử dụng trong các trường hợp khi chúng ta có nhiều loại đối tượng và muốn thực hiện các thao tác khác nhau trên chúng mà không muốn thay đổi cấu trúc của các lớp đối tượng.

Cấu trúc của Visitor Pattern bao gồm



Hình 2.5.6: Lược đồ thiết kế Visitor Pattern

- **Visitor Interface:** Định nghĩa một giao thức chứa các abstract methods để thực hiện các thao tác trên các đối tượng khác nhau
- **Concrete Visitor:** Là các lớp cụ thể thực hiện các phương thức của Visitor Interface
- **Element Interface:** Định nghĩa giao thức cho các đối tượng trong hệ thống và các đối tượng này cần phải cung cấp phương thức `accept()` để chấp nhận một đối tượng Visitor
- **Concrete Element:** Là các lớp cụ thể implement Element Interface và chúng thực hiện phương thức `accept()` chấp nhận một đối tượng Visitor
- **Object Structure:** Là một cấu trúc dữ liệu (list, cây hoặc các cấu trúc dữ liệu phức tạp khác) chứa các Concrete Element



Kết chương

Trong chương này, nhóm tập trung vào việc tiếp cận kiến thức nền tảng về RPA và tự động hóa quy trình nghiệp vụ. Nhóm cũng đã chi tiết tìm hiểu về công cụ mô hình hóa quy trình nghiệp vụ doanh nghiệp, được biết đến là BPMN. Ngoài ra, nhóm đã nghiên cứu về kiến thức và thách thức liên quan đến bài toán nhận dạng kí tự quang học (OCR). Đồng thời, nhóm đã dành thời gian để hiểu rõ về các kiến thức về design pattern, đặc biệt là repository pattern và visitor pattern, nhằm hỗ trợ trong quá trình thiết kế hệ thống.



This page was intentionally left blank.

Chương 3

Khảo sát các hệ thống RPA hiện có

Chương 3 sẽ trình bày bức tranh tổng quan về thị trường RPA trên thế giới, đồng thời cũng khảo sát và phân tích một số nền tảng RPA phổ biến hiện đang được sử dụng (UiPath, Blue Prism và OpenRPA) để đánh giá về các tính năng cũng như một số hạn chế tồn tại ở các hệ thống này. Đây sẽ là bước đệm quan trọng để hiểu rõ về cơ sở hạ tầng và thách thức mà các nhà phát triển và quản lý hệ thống RPA đang phải đối mặt. Từ đó cung cấp cơ sở để có thể xây dựng và phát triển các tính năng cho hệ thống của nhóm.

3.1 Tổng quan

Quy mô thị trường tự động hóa quy trình robot (RPA) toàn cầu được định giá 2,3 tỷ USD vào năm 2022 và dự kiến sẽ mở rộng với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm là 39,9% từ năm 2023 đến năm 2030 [18]. Do đại dịch COVID-19, các doanh nghiệp trên toàn thế giới đã phải chuyển sang hướng tự động hóa quy trình làm việc kinh doanh, điều này đã giúp thúc đẩy sự phát triển của tự động hóa quy trình bằng robot trong giai đoạn dự báo. Thị trường tự động hóa quy trình bằng robot toàn cầu đã tồn tại nhiều nền tảng của các công ty giúp hỗ trợ tạo ra giải pháp RPA nhanh chóng và dễ dàng. Các nền tảng RPA mà báo cáo này sẽ phân tích bao gồm: UiPath, Blue Prism và OpenRPA.

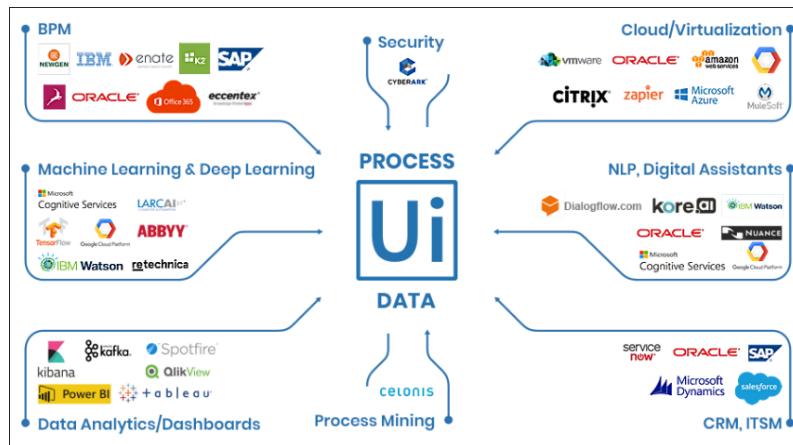
3.1.1 Đối tượng phân tích

UiPath

- UiPath là một trong những nhà cung cấp RPA hàng đầu trên toàn cầu, được

biết đến với nền tảng tự động hóa thân thiện với người dùng và có khả năng mở rộng cao [1].

- Nó cung cấp nhiều công cụ và khả năng tự động hóa, bao gồm trình thiết kế quy trình làm việc trực quan, tích hợp AI và máy học cũng như một hệ sinh thái mạnh mẽ gồm các thành phần tự động hóa dựng sẵn.
- Cộng đồng nhà phát triển và thị trường mạnh mẽ của UiPath giúp người dùng dễ dàng truy cập và chia sẻ các giải pháp tự động hóa.
- Công ty có sự hiện diện đáng kể trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau, bao gồm tài chính, chăm sóc sức khỏe và sản xuất.



Hình 3.1.1: Các tính năng nổi bật của UiPath (Nguồn:[1])

Blue Prism

- Blue Prism là một công ty khác đã thành danh trên thị trường RPA, được biết đến với khả năng tự động hóa cấp doanh nghiệp [2].
- Nó tập trung vào việc cung cấp các giải pháp tự động hóa an toàn và có thể mở rộng cho các tổ chức lớn, giúp giải pháp này phù hợp với các ngành phức tạp và được quản lý như tài chính và chăm sóc sức khỏe.
- Nền tảng Lực lượng lao động kỹ thuật số (Digital Workforce) của Blue Prism bao gồm các tính năng như tự động hóa quy trình, xử lý tài liệu thông minh và phân tích để cải tiến quy trình.
- Công ty có sự hiện diện mạnh mẽ trên thị trường RPA toàn cầu và mạng lưới đối tác cũng như các chuyên gia được chứng nhận.



Hình 3.1.2: Các tính năng nổi bật của Blue Prism (Nguồn:[2])

OpenRPA

- OpenRPA [3], là một nền tảng RPA mã nguồn mở nhằm mục đích cung cấp giải pháp thay thế cho các giải pháp RPA độc quyền.
- Nó cung cấp các tính năng như trình thiết kế quy trình trực quan, tự động hóa tác vụ và tích hợp với các hệ thống khác nhau.
- Là mã nguồn mở, OpenRPA cho phép người dùng tùy chỉnh và mở rộng nền tảng để phù hợp với nhu cầu tự động hóa cụ thể của họ.
- Mặc dù nó có thể không có mức độ công nhận trong ngành như UiPath hoặc Blue Prism, nhưng nó đã trở nên phổ biến trong cộng đồng nhà phát triển và mã nguồn mở.



Hình 3.1.3: Dự án opensource OpenRPA (Nguồn:[3])



3.1.2 Các thuộc tính được xem xét

- **Chi phí:** đề cập đến cấu trúc chi phí của nền tảng RPA, bao gồm phí cấp phép, hỗ trợ và bảo trì. Đồng thời xem xét mọi chi phí ẩn hoặc bổ sung liên quan đến nền tảng.
- **Khả năng tích hợp với các hệ thống khác:** đánh giá xem nền tảng RPA có thể tích hợp tốt như thế nào với các hệ thống và ứng dụng hiện có trong quy trình. Tìm kiếm sự hỗ trợ cho các phương pháp tích hợp khác nhau, chẳng hạn như API, trình kết nối và khả năng tương thích của hệ thống cũ. Dánh giá mức độ dễ dàng thiết lập và quản lý tích hợp.
- **Chức năng tạo tự động hóa quy trình:** kiểm tra chức năng cốt lõi để tạo và quản lý các quy trình tự động. Xem xét tính khả dụng của các mẫu có sẵn và các thành phần tự động hóa có thể tái sử dụng.
- **Chức năng kiểm tra tự động hóa quy trình:** nền tảng cung cấp phương thức kiểm tra tính đúng đắn của quy trình tự động để phát hiện lỗi. Có công cụ theo dõi kết quả khi thực thi quy trình.
- **Khả năng tích hợp AI:** xác định khả năng của nền tảng RPA để kết hợp công nghệ AI và máy học. Dánh giá cách AI có thể nâng cao khả năng ra quyết định và cải thiện độ chính xác của tự động hóa quy trình.
- **Tính dễ sử dụng:** đánh giá mức độ thân thiện với người dùng của nền tảng RPA, đặc biệt đối với người dùng không rành về kỹ thuật.
- **Khả năng hỗ trợ tiếng Việt trong các tác vụ:** đánh giá khả năng xử lý tiếng Việt trong các tác vụ mà nền tảng cung cấp như tìm kiếm hay trích xuất văn bản. Các tác vụ có dữ liệu đầu vào / đầu ra là tiếng Việt.
- **Độ ổn định của robot:** khi triển khai, robot vận hành ổn định và có cơ chế xử lý phù hợp nếu có lỗi xảy ra.

3.2 Phân tích và đánh giá các hệ thống

Bảng 3.1: Phân tích các nền tảng RPA dựa trên các thuộc tính đã đề cập

Tiêu chí	UiPath	Blue Prism	OpenRPA
Chi phí	UiPath cung cấp các tùy chọn giá linh hoạt, bao gồm phiên bản miễn phí, giúp các cá nhân và doanh nghiệp nhỏ có thể truy cập được. Tuy nhiên, phiên bản miễn phí không nên áp dụng cho doanh nghiệp vừa hoặc lớn mà chỉ nên dùng để thử nghiệm và phát triển robot ở quy mô nhỏ.	Blue Prism thường nhắm đến các doanh nghiệp lớn hơn và cơ cấu giá của nó có thể cao hơn. Chi phí phụ thuộc vào các yếu tố như số lượng robot và độ phức tạp của việc triển khai. Về thuộc tính này, Blue Prism không phù hợp cho các cá nhân và doanh nghiệp nhỏ.	OpenRPA là mã nguồn mở và tiết kiệm chi phí hơn, khiến nó trở thành lựa chọn thân thiện với ngân sách cho các tổ chức đang tìm cách tiết kiệm chi phí.
Khả năng tích hợp với các hệ thống khác	UiPath cung cấp khả năng tích hợp mạnh mẽ với nhiều ứng dụng và hệ thống, bao gồm API, trình kết nối cơ sở dữ liệu và dịch vụ đám mây. Nó có một thư viện lớn các trình kết nối sẵn, giúp việc tích hợp trở nên dễ dàng hơn.	Blue Prism cung cấp khả năng tích hợp mạnh mẽ, hỗ trợ nhiều API và trình kết nối khác nhau. Nó rất phù hợp cho môi trường doanh nghiệp phức tạp và tích hợp hệ thống cũ.	OpenRPA cung cấp khả năng tích hợp nhưng có thể có thư viện trình kết nối nhỏ hơn so với các giải pháp độc quyền khác. Nền tảng này cũng thiếu sót trình tích hợp đầy đủ cho các hệ thống hiện đại như Google Workspace. Bù lại, là mã nguồn mở, nó cho phép tùy chỉnh và tích hợp theo hướng cộng đồng.



Bảng 3.1 Phân tích các nền tảng RPA dựa trên các thuộc tính đã đề cập (tiếp tục)

Tiêu chí	UiPath	Blue Prism	OpenRPA
Chức năng tạo tự động hóa quy trình	UiPath cung cấp chức năng mở rộng cho tự động hóa quy trình, cung cấp trình thiết kế trực quan, nhiều hoạt động tự động hóa và quy trình làm việc có thể tái sử dụng. Tuy nhiên, chính vì độ phức tạp cho quy trình, việc tạo tự động hóa không thích hợp cho những tác vụ đơn giản.	Blue Prism cung cấp nền tảng đầy đủ chức năng cho tự động hóa quy trình, tập trung vào các giải pháp cấp doanh nghiệp. Nó cung cấp một trình thiết kế quy trình trực quan và phòng điều khiển nâng cao để quản lý các quy trình tự động. Giống với UiPath, trọng tâm doanh nghiệp của Blue Prism có thể khiến nó trở nên quá phức tạp đối với các tổ chức có nhu cầu tự động hóa tương đối đơn giản.	OpenRPA cung cấp chức năng tự động hóa quy trình cơ bản, bao gồm trình thiết kế trực quan và các tính năng tự động hóa tác vụ. Tính đơn giản của nó có thể thuận lợi cho các nhiệm vụ tự động hóa đơn giản.
Chức năng kiểm tra tự động hóa quy trình	UiPath cung cấp chức năng chạy thử, chạy thử từng bước, breakpoint giúp người dùng kiểm tra và phát hiện lỗi khi tạo tự động hóa quy trình. Đồng thời, quy trình khi thực thi có thể xuất kết quả thực thi ra màn hình hoặc tệp tin để khắc phục sự cố chuyên sâu.	Blue Prism cung cấp khả năng kiểm tra, sửa lỗi tích hợp hạn chế hơn so với UiPath và Blue Prism ở các tính năng chạy thử từng bước, breakpoint. Tuy nhiên, nó cho phép các nhà phát triển tạo ra các giải pháp sửa lỗi tùy chỉnh. Nhà phát triển có thể sử dụng các kỹ thuật sửa lỗi tiêu chuẩn trong các ngôn ngữ lập trình như Python hoặc JavaScript để khắc phục sự cố.	OpenRPA có khả năng kiểm tra, sửa lỗi tích hợp hạn chế hơn so với UiPath và Blue Prism ở các tính năng chạy thử từng bước, breakpoint. Tuy nhiên, nó cho phép các nhà phát triển tạo ra các giải pháp sửa lỗi tùy chỉnh. Nhà phát triển có thể sử dụng các kỹ thuật sửa lỗi tiêu chuẩn trong các ngôn ngữ lập trình như Python hoặc JavaScript để khắc phục sự cố.



Bảng 3.1 Phân tích các nền tảng RPA dựa trên các thuộc tính đã đề cập (tiếp tục)

Tiêu chí	UiPath	Blue Prism	OpenRPA
Khả năng tích hợp AI	UiPath tích hợp AI và học máy thông qua Trung tâm AI (AI Center), cho phép người dùng kết hợp các mô hình AI để xử lý tài liệu, trích xuất dữ liệu và ra quyết định. Ngoài ra, khả năng này còn được thể hiện qua các hệ thống AI từ bên thứ ba tích hợp (như OpenAI) và dịch vụ Document Understanding (giúp xử lý tài liệu bằng AI).	Các dịch vụ của Blue Prism tích hợp với công nghệ AI, cho phép người dùng tận dụng AI cho các tác vụ: xử lý tài liệu (Document Automation), ra quyết định dựa trên học máy (Decision) và khai phá quy trình (Process Intelligence).	Về AI, OpenRPA chỉ cung cấp khả năng xử lý hình ảnh như nhận diện văn bản. Mặt khác, OpenRPA có thể được mở rộng khả năng AI thông qua phát triển tùy chỉnh hoặc tích hợp với các công cụ AI của bên thứ ba. Tuy nhiên, việc tích hợp AI yêu cầu bước thiết lập thủ công hơn và có thể yêu cầu kỹ năng lập trình.
Tính dễ sử dụng	UiPath có giao diện thân thiện với người dùng, phục vụ cho cả người dùng kỹ thuật và không chuyên về kỹ thuật.	Blue Prism có lộ trình học tập khó hơn so với các nền tảng RPA khác vì nó chủ yếu nhắm đến các doanh nghiệp có nhu cầu tự động hóa phức tạp. Nó dễ sử dụng chỉ với người dùng thạo kỹ thuật và yêu cầu có kỹ năng lập trình.	OpenRPA hướng đến sự đơn giản và dễ sử dụng, giúp người dùng với các nền tảng kỹ thuật khác nhau có thể truy cập được. Đồng thời, bản chất mã nguồn mở của nó khuyến khích sự hợp tác và đổi mới của cộng đồng.



Tiêu chí	UiPath	Blue Prism	OpenRPA
Khả năng hỗ trợ tiếng Việt trong các tác vụ	UiPath hỗ trợ rộng rãi cho nhiều ngôn ngữ, bao gồm cả tiếng Việt. Các tác vụ xử lý văn bản hoạt động tốt với dữ liệu tiếng Việt. Tuy nhiên, trích xuất văn bản vẫn gặp một vài sai sót khi vận hành.	Blue Prism có thể tạo các quy trình tùy chỉnh để làm việc với dữ liệu và ứng dụng tiếng Việt. Nhưng nền tảng và tài liệu của Blue Prism không hỗ trợ tiếng Việt nhiều như UiPath, vì nó chủ yếu nhắm đến đối tượng nói tiếng Anh trên toàn cầu.	OpenRPA chưa có hỗ trợ chính thức cho tiếng Việt mặc dù các tác vụ có thể xử lý ở mức tương đối dữ liệu tiếng Việt. Hỗ trợ ngôn ngữ của OpenRPA có thể thay đổi tùy theo đóng góp của cộng đồng.
Độ ổn định của robot	UiPath cung cấp tính năng xử lý ngoại lệ (Global exception handler) với Business exception và Application exception, giúp nâng cao khả năng phục hồi của các quy trình tự động hóa.	Với mục tiêu hướng đến là tự động hóa cấp doanh nghiệp, Blue Prism được công nhận về độ ổn định với các tính năng như xử lý ngoại lệ trong kinh doanh, theo dõi lịch sử và kiểm soát quyền truy cập dựa trên vai trò.	OpenRPA hỗ trợ cơ chế xử lý ngoại lệ có tính tùy chỉnh cao. Tuy nhiên, độ ổn định của OpenRPA có thể phụ thuộc vào hạ tầng, chuyên môn của nhà phát triển và chất lượng của các tập lệnh tự động hóa được tạo bằng nền tảng này.



3.3 Hạn chế của các nền tảng RPA hiện có

Như vậy, từ phân tích trên, có thể tổng hợp những hạn chế của các nền tảng RPA hiện có như sau:

- Chi phí: các nền tảng RPA hiện tại như UiPath và Blue Prism có thể tốn kém, đặc biệt đối với các hoạt động triển khai lớn hơn.
- Độ phức tạp: cả UiPath và Blue Prism đều có thể được coi là phức tạp so với các tác vụ đơn giản. Đặc biệt là Blue Prism không dành cho người không chuyên kỹ thuật.
- Trình kết nối hạn chế: OpenRPA và các nền tảng mã nguồn mở khác có thể có thư viện trình kết nối và tích hợp hạn chế hơn.
- Khó khăn tích hợp AI: việc tích hợp AI vào RPA có thể là một thách thức trong các nền tảng hiện có, điển hình là OpenRPA. Nền tảng này cung cấp tính năng AI chưa đủ linh hoạt và người dùng có thể gặp khó khăn khi tùy chỉnh phát triển.
- Hỗ trợ tiếng Việt: hầu hết các nền tảng kể trên đều chưa hỗ trợ làm việc với các tác vụ yêu cầu tiếng Việt ở mức tối ưu. Nhưng điều này đang dần được cải thiện rõ ràng hơn khi RPA trở nên phổ biến toàn cầu và các nền tảng được chú trọng phát triển nhiều hơn ở các quốc gia.

3.4 Đóng góp đề xuất của đề tài

Với mong muốn phát triển một nền tảng RPA góp phần giảm thiểu những mặt hạn chế trên, hệ thống đề xuất của nhóm có thể đóng góp những điểm sau:

- Xây dựng hệ thống mã nguồn mở: cho phép cộng đồng và nhà phát triển sử dụng, đóng góp xây dựng hoặc tuỳ chỉnh để tăng tính linh hoạt và tiết kiệm chi phí.
- Thân thiện với người dùng: thiết kế giao diện trực quan, thân thiện với người dùng với thời gian học tập thấp, cho phép cả người dùng kỹ thuật và phi kỹ thuật tạo và quản lý các quy trình tự động hóa một cách hiệu quả. Hỗ trợ ngôn ngữ tiếng Việt cũng là một hướng đi được chú trọng để dễ dàng tiếp cận cho người dùng Việt Nam.



- Tích hợp hệ thống hiện đại: cho phép kết nối một cách dễ dàng và bảo mật với các hệ thống hiện đại thông qua API, trình kết nối.
- Tích hợp AI: ưu tiên tích hợp AI bằng cách cung cấp các khả năng như trích xuất dữ liệu hay học máy để đưa ra quyết định, cùng với các công cụ thân thiện với người dùng để kết hợp AI vào quy trình tự động hóa.

Kết chương

Trong phần này, nhóm đã tiến hành nghiên cứu và phân tích các hệ thống RPA hiện tại. Qua đó, nhóm đã làm rõ các cơ hội và thách thức mà RPA có thể mang lại cho cá nhân và doanh nghiệp. Bằng cách thực hiện đánh giá trên ba nền tảng RPA là UiPath, Blue Prism và OpenRPA, nhóm đã có cái nhìn tổng quan về các hệ thống và các tính năng mà chúng hỗ trợ. Đồng thời, nhóm cũng đã phân tích các hạn chế hiện tại của những hệ thống này để làm rõ đóng góp mà đề tài của nhóm sẽ mang lại.

Chương 4

Phân tích yêu cầu và thiết kế hệ thống EduRPA

Từ nền tảng kiến thức và các cơ sở đánh giá ở những chương trước, nhóm sẽ tiến hành xây dựng hệ thống RPA. Chương 4 sẽ đặc tả các yêu cầu của hệ thống, mô tả chi tiết các tính năng; các lược đồ cho chức năng của hệ thống. Sau đó, chương đi sâu vào việc thiết kế, bắt đầu từ cái nhìn tổng quan và từng bước chi tiết bao gồm các nội dung: thiết kế kiến trúc hệ thống, thiết kế cơ sở dữ liệu, thiết kế các gói tính năng hỗ trợ, thiết kế các luồng thực thi.

4.1 Yêu cầu hệ thống

4.1.1 Yêu cầu chức năng

Những tính năng chung

- Người dùng có thể tạo tài khoản, đăng nhập và đăng xuất.
- Người dùng có thể tạo kết nối với các ứng dụng trong Google Workspace.
- Người dùng có thể sử dụng File storage để lưu trữ tập trung các file cho tác vụ tự động hóa.
- Người dùng có thể tạo các Document template để sử dụng trong quy trình.

Khối Studio

- Người dùng có thể tạo quy trình mới rỗng hoặc từ mẫu có sẵn.
- Người dùng có thể mô hình hóa quy trình bằng các activity.



- Người dùng có thể tìm kiếm các activity theo tên, chức năng hoặc danh mục.
- Người dùng có thể kết nối các activity vào quy trình.
- Người dùng có thể chỉnh sửa activity trong quy trình.
- Người dùng có thể xoá activity trong quy trình.
- Người dùng có thể đổi tên hoặc xoá quy trình.
- Người dùng có thể khai báo và sử dụng các biến trong quy trình.
- Người dùng có thể chia sẻ quy trình cho người dùng khác.

Khối Robot

- Người dùng có thể tạo robot từ quy trình.
- Người dùng có thể xem danh sách và trạng thái của robot.
- Người dùng có thể chạy hoặc dừng robot.
- Người dùng có thể cấu hình cơ chế thực thi robot.
 - Người dùng có thể sử dụng cơ chế thực thi thủ công.
 - Người dùng có thể sử dụng cơ chế thực thi theo lịch trình.
 - Người dùng có thể sử dụng cơ chế thực thi dựa trên sự kiện từ Google Workspace.
 - Người dùng có thể dùng cơ chế thực thi của quy trình bằng cách thủ công.
- Người dùng có thể xem lịch sử kết quả thực thi của robot.
- Người dùng có thể nhận thông báo để theo dõi quá trình thực thi robot.
- Người dùng có thể xem thống kê, báo cáo về robot.
- Robot có thể sử dụng kết nối của người dùng để thực thi tác vụ.
- Robot có thể tương tác với File storage của người dùng.
- Robot có thể sử dụng Document template trong các tác vụ liên quan đến tài liệu.



4.1.2 Yêu cầu phi chức năng

1. Tính sẵn có (Availability)

- Thời gian down-time của hệ thống là tối đa 5 phút trong giờ cao điểm (8g00 - 17g00) mỗi ngày.
- Khi hệ thống xảy ra lỗi, hệ thống sẽ tự động khôi phục lại trong vòng 3 phút và lưu lại trạng thái dữ liệu cuối cùng của người dùng.

2. Tính tin cậy (Reliability):

- Số lượng lỗi xảy ra tối đa trong hệ thống là 10 lỗi/tháng.

3. Hiệu năng (Performance):

- Mỗi tài khoản người dùng có thể chạy tối đa 10 robot đồng thời.
- Robot thực hiện một hành động trong không quá 30 giây.

4. Khả năng mở rộng (Scalability):

- Hệ thống có thể hỗ trợ cho tối đa 1.000 yêu cầu người dùng truy cập đồng thời.

5. Độ dễ sử dụng (Ease of use):

- Người dùng có thể sử dụng tất cả các tính năng của hệ thống sau 15 phút xem video hướng dẫn.
- Người dùng sử dụng tối đa 5 bước để thực hiện một thao tác trên hệ thống.

6. Tính tương thích (Compatibility):

- Hệ thống tương thích với các trình duyệt Google Chrome, Microsoft Edge, Safari.

7. Tính bảo mật (Security):

- Mật khẩu của người dùng được mã hóa bằng thuật toán MD5 để đảm bảo tính an toàn.

8. Tính bảo trì (Maintainability):

- Hệ thống sẽ được bảo trì, nâng cấp hệ thống định kỳ tối thiểu 3 tháng/lần để sửa lỗi hoặc cập nhật thêm tính năng ở phiên bản mới.

4.2 Use case hệ thống



Hình 4.2.1: Use case toàn bộ hệ thống



4.2.1 Đặc tả use case tạo process

Bảng 4.1: Đặc tả use case tạo process

Use case id	UC-create-process
Use case name	Tạo process
Description	Là người dùng, tôi muốn tạo một process mới để thực hiện tự động một công việc nào đó.
Actor	Người dùng
Trigger	Người dùng nhấn nút "Tạo process"
Precondition	Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống
Postcondition	Người dùng đã tạo một process mới
Normal flow	<ol style="list-style-type: none">1. Người dùng nhấn nút "Tạo process"2. Hệ thống hiển thị giao diện tạo process mới3. Người dùng nhập tên process4. Người dùng thêm các activity có sẵn5. Người dùng chỉnh sửa thuộc tính activity6. Người dùng nhấn nút "Lưu"7. Hệ thống kiểm tra và lưu process mới
Alternative flow	
Exception flow	7a. Hệ thống phát hiện lỗi và thông báo cho người dùng



4.2.2 Đặc tả use case chỉnh sửa process

Bảng 4.2: Đặc tả use case chỉnh sửa process

Use case id	UC-edit-process
Use case name	Chỉnh sửa process
Description	Là người dùng, tôi muốn chỉnh sửa một process đã có để thực hiện tự động một công việc nào đó.
Actor	Người dùng
Trigger	Người dùng nhấn nút "Chỉnh sửa" trên một process từ danh sách
Precondition	- Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống - Người dùng đã tạo process
Postcondition	Người dùng đã chỉnh sửa một process
Normal flow	1. Hệ thống hiển thị danh sách process 2. Người dùng nhấn nút "Chỉnh sửa" trên một process 3. Hệ thống hiển thị giao diện chỉnh sửa process 4. Người dùng thêm activity mới 5. Người dùng nhấn nút "Lưu" 6. Hệ thống kiểm tra và lưu process đã chỉnh
Alternative flow	4a. Người dùng xóa activity <i>Tiếp tục bước 5</i> 4b. Người dùng chỉnh sửa thuộc tính activity <i>Tiếp tục bước 5</i>
Exception flow	6a. Hệ thống phát hiện lỗi và thông báo cho người dùng

4.2.3 Đặc tả use case tạo kết nối với ứng dụng khác

Bảng 4.3: Đặc tả use case tạo kết nối với ứng dụng khác

Use case id	UC-create-connection
Use case name	Tạo kết nối với ứng dụng khác
Description	Là người dùng, tôi muốn tạo một kết nối với ứng dụng khác để có thể sử dụng các activity của ứng dụng đó trong process.
Actor	Người dùng
Trigger	Người dùng nhấn nút "Tạo kết nối"
Precondition	Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống



Postcondition	Người dùng đã tạo một kết nối với ứng dụng khác và có thể sử dụng kết nối đó trong activity
Normal flow	<ol style="list-style-type: none">1. Người dùng nhấn nút "Tạo kết nối"2. Hệ thống hiển thị danh sách ứng dụng có thể kết nối3. Người dùng chọn ứng dụng4. Người dùng đăng nhập ứng dụng5. Ứng dụng yêu cầu người dùng cấp quyền truy cập6. Người dùng cấp quyền truy cập7. Hệ thống lưu kết nối mới
Alternative flow	
Exception flow	<ol style="list-style-type: none">5a. Ứng dụng thông báo đăng nhập không thành công6a. Người dùng không cấp quyền truy cập

4.2.4 Đặc tả use case tạo template tài liệu để trích xuất thông tin

Bảng 4.4: Đặc tả use case tạo template tài liệu để trích xuất thông tin

Use case id	UC-create-document-template
Use case name	Tạo template tài liệu
Description	Là người dùng, tôi muốn tạo một template tài liệu để trích xuất thông tin từ tài liệu có cấu trúc giống nhau.
Actor	Người dùng
Trigger	Người dùng nhấn nút "Tạo template tài liệu"
Precondition	Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống
Postcondition	Người dùng đã tạo một template tài liệu và có thể sử dụng template đó trong activity



Normal flow	<ol style="list-style-type: none">Người dùng nhấn nút "Tạo template tài liệu"Hệ thống hiển thị giao diện tạo template tài liệu mớiNgười dùng nhập tên templateNgười dùng chọn định dạng tài liệu ảnhNgười dùng tải lên tài liệu mẫuHệ thống hiển thị tài liệu mẫu đã qua xử lýNgười dùng thêm các trường dữ liệu cần trích xuấtNgười dùng xác định vị trí trường dữ liệuNgười dùng nhấn nút "Lưu"Hệ thống kiểm tra và lưu template tài liệu mới
Alternative flow	<p>4a. Người dùng chọn định dạng tài liệu PDF <i>Tiếp tục bước 5</i></p>
Exception flow	<p>6a. Hệ thống thông báo lỗi định dạng tài liệu mẫu không hợp lệ 10a. Hệ thống phát hiện lỗi và thông báo cho người dùng</p>

4.2.5 Đặc tả use case thực thi robot

Bảng 4.5: Đặc tả use case thực thi robot

Use case id	UC-execute-robot
Use case name	Thực thi robot
Description	Là người dùng, tôi muốn thực thi một robot để thực hiện tự động một công việc (process) nào đó.
Actor	Người dùng
Trigger	Người dùng nhấn nút "Thực thi" trên một robot từ danh sách
Precondition	<ul style="list-style-type: none">- Người dùng đã đăng nhập vào hệ thống- Người dùng đã tạo robot từ process
Postcondition	Người dùng đã thực thi một robot thành công
Normal flow	<ol style="list-style-type: none">Hệ thống hiển thị danh sách robotNgười dùng nhấn nút "Thực thi" trên một robotHệ thống hiển thị giao diện thực thi robotNgười dùng nhấn nút "Thực thi thử công"Hệ thống thực thi robot và hiển thị kết quả thực thi ra màn hình



	4a. Người dùng nhấn nút "Thực thi dựa trên lịch trình" 4a1. Hệ thống hiển thị giao diện tạo lịch trình 4a2. Người dùng tạo lịch trình để thực thi. 4a3. Người dùng nhấn nút "Lưu lịch trình"
Alternative flow	4b. Người dùng nhấn nút "Thực thi dựa trên sự kiện" 4b1. Hệ thống hiển thị giao diện tạo sự kiện 4b2. Người dùng tạo sự kiện để thực thi. 4b3. Người dùng nhấn nút "Lưu sự kiện"
Exception flow	5a. Hệ thống thực thi robot và xuất kết quả ra file 5c. Hệ thống gặp lỗi không thể thực thi robot



4.3 Đánh giá và lựa chọn loại kiến trúc phù hợp

4.3.1 Các thuộc tính kiến trúc hệ thống

Các thuộc tính về vận hành

1. Availability: Hệ thống có thể hoạt động 24/7. Khi có lỗi xảy ra làm sập hệ thống hoặc làm ngưng hệ thống thì cần có cơ chế để có thể khởi động lại một cách nhanh chóng
2. Recoverability: Hệ thống CSDL và robot cần phải được backup và cần phải đảm bảo rằng việc khôi phục có thể nhanh chóng khi có sự cố nghiêm trọng xảy ra
3. Robustness: Khi có sự cố xảy ra về internet thì hệ thống vẫn có thể xử lý được lỗi và giữ cho các luồng thực thi hoạt động
4. Scalability: Hệ thống có khả năng đáp ứng được với số lượng request tăng lên theo thời gian

Các thuộc tính về cấu trúc phần mềm

1. Extensibility: có thể dễ dàng thêm các loại activity mới cho robot
2. Maintainability: Có thể dễ dàng bảo trì và cải thiện
3. Upgradeability: Cần có cơ chế quản lý các phiên bản và đảm bảo rằng khi nâng cấp phần mềm lên phiên bản mới nhất thì các thành phần của phiên bản cũ vẫn có thể hoạt động bình thường.

Các thuộc tính về cross-cutting

1. Accessibility: Hệ thống có thể dễ dàng được sử dụng bởi các người dùng bị mù màu hoặc khiếm thính
2. Archivability: Dữ liệu và tài nguyên của người dùng (cơ sở hạ tầng robot, webhook và API keys) sẽ bị xóa sau 1 tháng nếu không sử dụng và sẽ được lưu trữ lại ở một nơi khác để có thể được sử dụng lại sau này để tiết kiệm tài nguyên của hệ thống
3. Authentication: Cơ chế xác thực người dùng
4. Authorization: Cơ chế phân quyền người dùng dựa trên tổ chức và quyền truy cập

5. Security: Các API keys cá nhân của người dùng cần phải được mã hóa khi lưu trữ vào CSDL
6. Usability: Document cụ thể về hệ thống. Cần phải có hướng dẫn sử dụng/ khóa học về công cụ tạo robot và cách chỉnh sửa/ vận hành hệ thống robot

4.3.2 So sánh và đánh giá các loại architecture style phù hợp

Model-View-Controller(MVC) [19, Chương 10]

MVC là một mô hình thiết kế phần mềm (architectural pattern) thuộc lớp kiến trúc monolithic nổi tiếng cho việc phát triển ứng dụng web. MVC là viết tắt của Model - View - Controller. Là một mô hình thiết kế phần mềm thường được sử dụng để thiết kế phần mềm có giao diện người dùng. MVC tuy là một mô hình thiết kế phần mềm nhưng nó cũng được sử dụng rộng rãi trong web, sự khác biệt được tùy chỉnh liên quan đến sự có mặt của server - client

Mô hình MVC gồm 3 thành phần chính là:

- **Model** Là một dạng mẫu dữ liệu, có nhiệm vụ thao tác với cơ sở dữ liệu, nghĩa là nó sẽ chứa tất cả các hàm, các phương thức truy vấn trực tiếp với dữ liệu và controller sẽ thông qua các hàm, phương thức đó để lấy dữ liệu rồi gửi qua View.
- **View** Là các giao diện người dùng, có nhiệm vụ tiếp nhận dữ liệu từ controller là nơi chứa những giao diện như một nút bấm, khung nhập, menu, hình ảnh... nó đảm nhiệm nhiệm vụ hiển thị dữ liệu và giúp người dùng tương tác với hệ thống.
- **Controller** Là các hành vi, hành động, xử lý của hệ thống đóng vai trò trung gian giữa Model và View. Nó có nhiệm vụ tiếp nhận yêu cầu từ client sau đó xử lý request, load model tương ứng và gửi data qua view tương ứng rồi trả kết quả về cho client.

Microservices [19, Chương 17]

Microservices là một architecture style nổi tiếng và phát triển một cách vượt bậc trong những năm vừa qua. Nó hướng đến việc phát triển hệ thống phần mềm có cấu trúc là tập hợp của các service nhỏ và độc lập, có khả năng phối hợp với nhau để có thể cung cấp các chức năng. Mỗi service sẽ tập trung vào việc thực hiện một chức



năng nghiệp vụ cụ thể và có thể được phát triển, triển khai và mở rộng độc lập với nhau.

Microservices phù hợp với các ứng dụng phức tạp khi các thành phần khác nhau của hệ thống cần phải có những requirements khác nhau và có thể được phát triển độc lập. Mỗi service là khép kín và độc lập, thực hiện một chức năng hoặc tính năng cụ thể của ứng dụng.

Mỗi microservice có thể được phát triển dựa trên các công nghệ khác biệt với nhau như ngôn ngữ lập trình, frameworks miễn sao là chúng có thể cung cấp được các giao thức.

Các microservice trao đổi thông tin với nhau thông qua API (thông thường là HTTP/REST hoặc messaging protocols) từ đó giúp loose coupling của hệ thống. Việc này giúp cho việc thay đổi ở 1 microservice sẽ không làm ảnh hưởng đến các service khác

Microservices quản lý phi tập trung dữ liệu. Với mỗi microservice có database riêng, hỗ trợ việc data isolation, tuy nhiên điều quan trọng cần thiết phải đảm bảo là sự nhất quán dữ liệu giữa các service với nhau

Mỗi microservice có thể được scale một độc lập để có thể xử lý với sự thay đổi của loads và traffic pattern. Từ đó, chúng ta có thể dễ dàng tối ưu việc sử dụng tài nguyên và tăng hiệu suất hoạt động

Do các microservice là hoàn toàn độc lập với nhau, vì thế chúng có thể được tiến hàng phát triển, test và deploy liên tục giúp tăng tốc độ phát triển phần mềm và giảm time-to-market (thời gian để có thể đưa sản phẩm từ giai đoạn ý tưởng đến khi ra được thị trường sử dụng). Các microservice có thể được thiết kế để khôi phục nhanh chóng sau khi gặp lỗi. Nếu 1 service gặp lỗi thì nó sẽ không làm sập cả hệ thống. Việc chia nhỏ codebase giúp dễ dàng bảo trì và debug. Các team phát triển để có thể đảm nhận một số microservice cụ thể.

Service-Based [19, Chương 13]

Service-based là một dạng hybrid của microservices architecture styles và nó được xem là một trong những kiến trúc thực dụng (pragmatic) nhất, phần lớn là do sự linh hoạt trong kiến trúc. Mặc dù kiến trúc service-based là một kiến trúc phân tán nhưng nó không phức tạp và tốn chi phí như các kiến trúc phân tán khác, như microservices hoặc event-driven. Điều này khiến cho nó là một lựa chọn phổ biến cho nhiều ứng dụng doanh nghiệp vào thời điểm hiện tại.

So sánh các loại kiến trúc

Bảng 4.6: So sánh các loại kiến trúc dựa trên các thuộc tính

Tiêu chí	MVC	Service-Based	Microservices
<i>Reusability</i>	Có thể reuse lại các thành phần	Có thể reuse lại service	Có thể reuse lại microservices
<i>Availability</i>	Dữ liệu từ View và thông qua tương tác với Controller	Các dịch vụ có thể được tiếp cận thông qua request	Mỗi microservice có thể được tiếp cận thông qua API
<i>Robustness</i>	Nếu 1 thành phần lỗi có thể gây ra sập toàn bộ hệ thống	Nếu có lỗi có thể ảnh hưởng đến một vài thành phần khác	Không ảnh hưởng đến khả năng hoạt động của các service khác
<i>Scalability</i>	Toàn bộ ứng dụng là 1 đơn vị, không thể đảm bảo tính scalability bởi vì chúng ta không thể scale một phần nhỏ cho performance mà cần phải scale toàn bộ ứng dụng	Các service có thể chạy trên server khác nhau trong một môi trường, điều này làm tăng lên khả năng scale up ứng dụng	Mỗi microservice có thể được scale độc lập với các microservice khác
<i>Maintenance</i>	Việc bảo trì và mở rộng dễ dàng	Bởi vì các service là độc lập, nên chúng có thể được cập nhật và chỉnh sửa dễ dàng mà không làm ảnh hưởng đến các service khác	Mỗi microservice có thể được bảo trì và cập nhật độc lập
<i>Testability</i>	Có thể tiến hành test từng components bởi vì các class và đối tượng là tách biệt	Mỗi service có thể test độc lập với nhau	Mỗi microservice có thể được test độc lập



Table 4.6 So sánh các loại kiến trúc dựa trên các thuộc tính (tiếp tục)

Tiêu chí	MVC	Service-Based	Microservices
<i>Deployability</i>	Cần phải tiến hành deploy toàn bộ ứng dụng	Mỗi service có thể được deploy độc lập với nhau	Mỗi microservice có thể được deploy độc lập với các microservice khác
<i>Ưu Điểm Khác</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Các thành phần Model, View, Controller có thể được phát triển song song với nhau. - Phù hợp với các web app được phát triển bởi một đội ngũ lớn. Có hỗ trợ Test Driven Development (TDD) 	<ul style="list-style-type: none"> - Có thể phát triển những ứng dụng phức tạp bằng cách kết hợp các service từ nhiều nguồn khác nhau - Mỗi service có thể được thiết kế dựa trên các đảm bảo nhất định 	<ul style="list-style-type: none"> - Tính chất độc lập và tự quản lý của microservices giúp giảm thiểu sự phụ thuộc giữa các phần của ứng dụng. - Có khả năng chia nhỏ ứng dụng thành các phần nhỏ hơn, dễ quản lý và phát triển độc lập
<i>Hạn chế</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Không phù hợp cho các ứng dụng nhỏ - Làm gia tăng độ phức tạp cũng như sử dụng dữ liệu không hiệu quả 	<ul style="list-style-type: none"> - Overhead cao: Input của các services cần phải được validate mỗi khi tương tác điều này làm giảm hiệu suất cũng như tăng lên thời load và response - Việc quản lý các service phức tạp 	<ul style="list-style-type: none"> - Khó khăn trong việc quản lý và theo dõi nhiều microservices. - Cần một quá trình triển khai và quản lý đặc biệt để có hiệu suất - Khó khăn trong việc quản lý dữ liệu phân tán giữa các service

Bảng 4.6 trình bày so sánh và phân tích ba mô hình kiến trúc là MVC, Service-Based và Microservices. Thông qua các tiêu chí như khả năng tái sử dụng, khả năng sẵn có, độ mạnh mẽ, khả năng mở rộng, bảo trì, khả năng kiểm thử, triển khai và các ưu điểm khác cũng như hạn chế, nhóm đã tiến hành đánh giá và lựa chọn mô hình phù hợp với yêu cầu đề ra cho hệ thống.



4.3.3 Kiến trúc lựa chọn

Tiêu chí đánh giá	Trọng số	MVC	Service-based	Microservices
Khả năng tái sử dụng các thành phần	8	7	8	10
Khả năng chịu lỗi	7	7	8	8
Khả năng mở rộng	9	7	9	10
Khả năng bảo trì	6	8	9	10
Độ mịn của các thành phần	9	6	10	8
Độ phức tạp của việc hiện thực kiến trúc phù hợp với quy mô của nhóm	10	10	10	7
Có thể hiện thực và phát triển nhanh chóng	6	10	10	7
Chi phí thấp	9	10	9	7
Tổng điểm (trọng số x điểm thành phần)		520	586	533

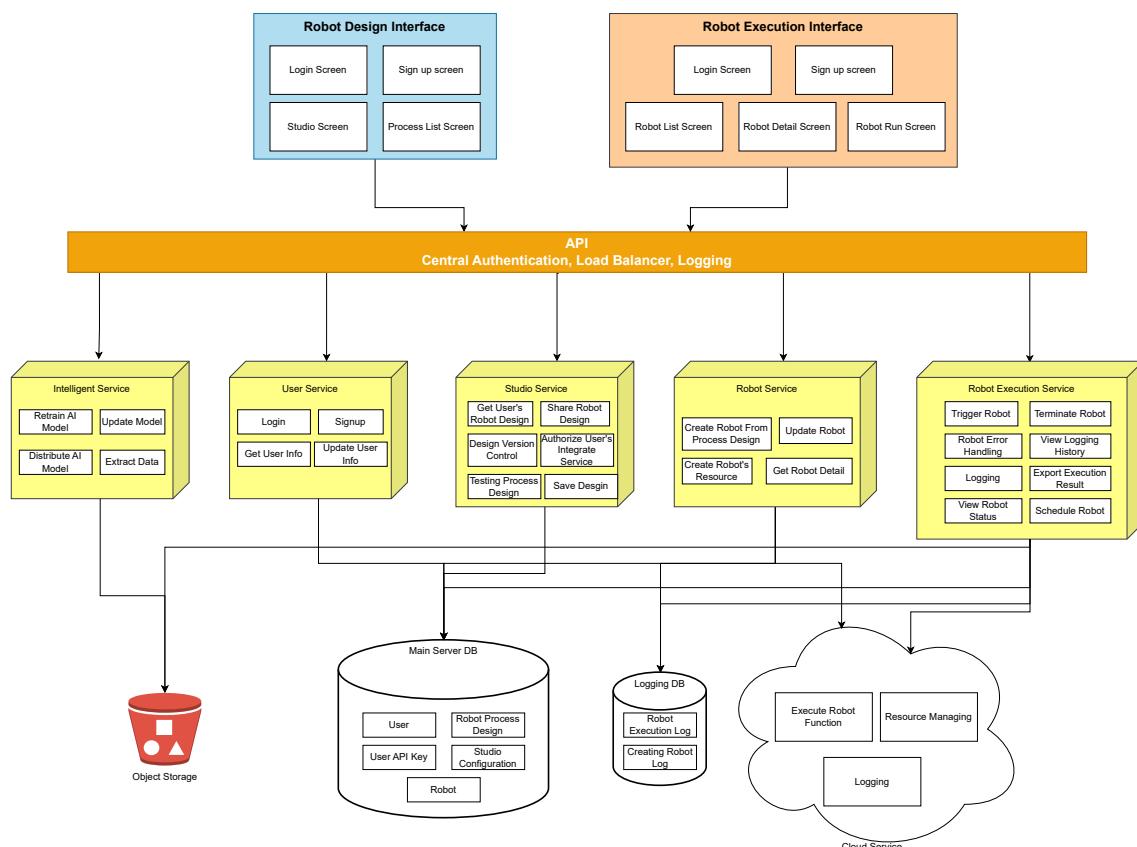
Bảng 4.7: Bảng đánh giá các tiêu chí lựa chọn kiến trúc phần mềm

Dựa trên các phân tích và so sánh giữa 3 loại kiến trúc ở Bảng 4.6 cộng với điểm số cao nhất từ Bảng đánh giá 4.7 nhóm quyết định lựa chọn thiết kế kiến trúc hệ thống theo "**Service-based**". Cụ thể:

- Mô hình MVC xây dựng kiến trúc theo hướng monolith khiến các thành phần quá dính kết với nhau, điều này dẫn đến việc khó deploy, chỉnh sửa cũng như là maintain cấu trúc của code. Ngoài ra, nếu như 1 thành phần có vấn đề sẽ dẫn đến ảnh hưởng hoặc gây sập toàn bộ hệ thống.
- Kiến trúc microservices tuy có độ linh hoạt cao, nhưng lại phải tốn quá nhiều công sức và chi phí để có thể hiện thực. Ngoài ra, còn phải giải quyết các vấn đề khác liên quan đến việc quản lý dữ liệu phi tập trung. Công sức phải bỏ ra để có thể hiện thực microservices là lớn và không phù hợp với quy mô của nhóm hiện tại
- Mô hình kiến trúc service-based có thể đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu của nhóm đặt ra, so với mô hình MVC thì service based sẽ tốt hơn do là mô hình kiến trúc phân tán giúp làm giảm độ coupling giữa các thành phần của hệ thống, dễ dàng phát triển các thành phần riêng rẽ ở một mức độ độc lập vừa

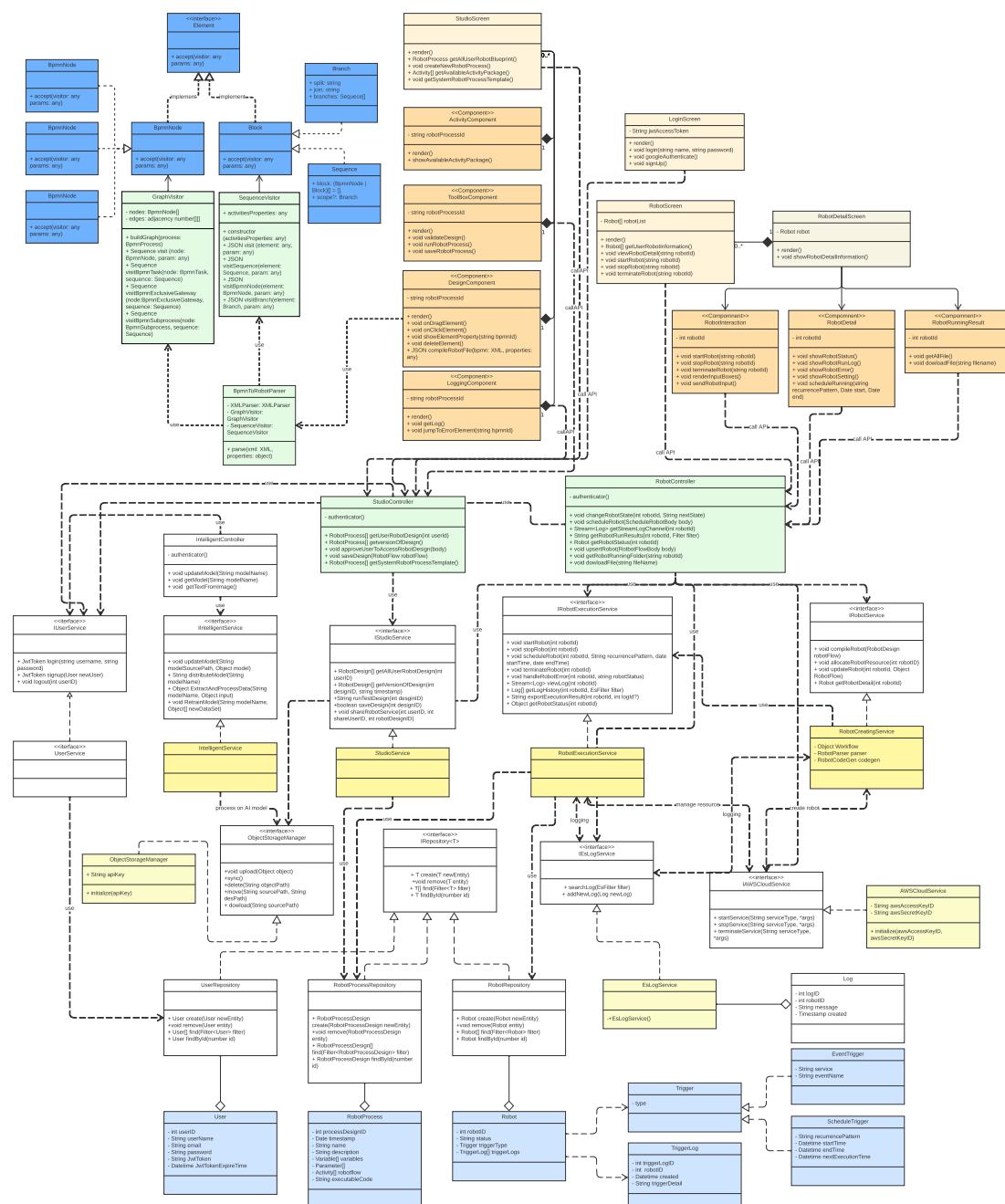
phải. So với kiến trúc microservices thì service-based sẽ đỡ phức tạp hơn và chi phí bỏ ra để hiện thực cũng sẽ khả thi hơn nhiều

4.4 Thiết kế kiến trúc



Hình 4.4.2: Lược đồ thiết kế kiến trúc hệ thống

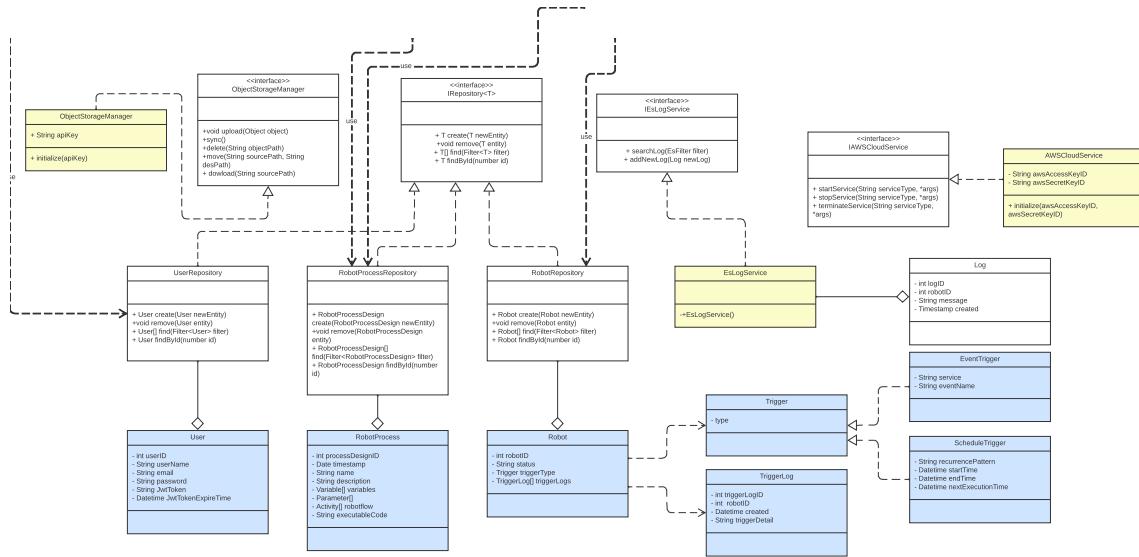
Hình 4.4.2 minh họa kiến trúc của hệ thống. Các thành phần giao diện người dùng tương tác với các service thông qua API Gateway. Các service bao gồm: User Service có nhiệm vụ quản lý thông tin người dùng, Studio Service quản lý quá trình thiết kế và lưu trữ robot, Robot Service quản lý thông tin của robot, Robot Execution Service quản lý việc thực thi của robot và Intelligent Service quản lý và phân phối các tính năng về AI của robot. Các service sẽ tương tác với các cơ sở dữ liệu và các dịch vụ của bên thứ ba.



Hình 4.4.3: Class Diagram thiết kế kiến trúc hệ thống

Lược đồ 4.4.3 mô tả chi tiết thiết kế các lớp dữ liệu của hệ thống, bao gồm các thuộc tính và phương thức của từng lớp, cũng như mối quan hệ giữa chúng, minh họa cho cấu trúc và tương tác giữa các thành phần trong hệ thống.

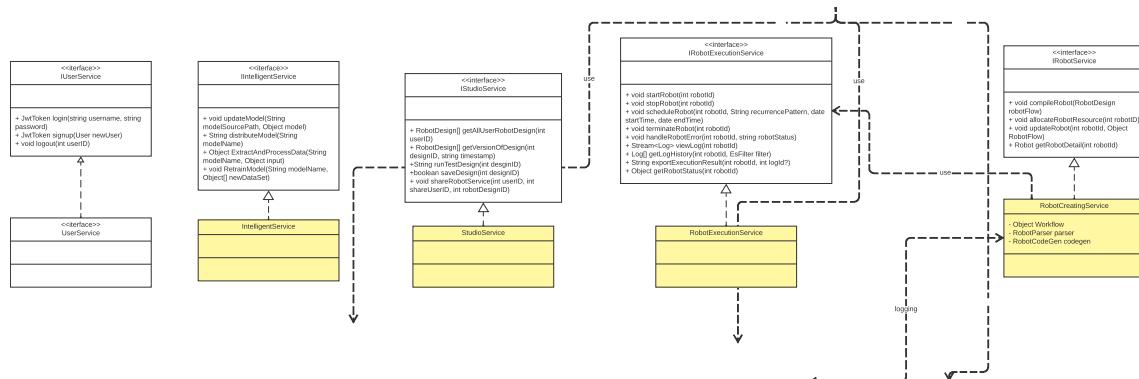
4.4.1 Repository



Hình 4.4.4: Thành phần Repository

Dây là thành phần kết nối dữ liệu đến Cơ sở dữ liệu (CSDL). Thay vì sử dụng các câu lệnh để query trực tiếp dữ liệu, ta sẽ sử dụng Repository Pattern để cung cấp các interface. Các Repository sẽ cung cấp các phương thức cơ bản create, replace, update, delete. Tùy theo từng loại CSDL (SQL hoặc NoSQL) sẽ có phương pháp truy vấn dữ liệu khác nhau, tuy nhiên Repository sẽ hiện thực các phương thức tương ứng với từng loại CSDL và cung cấp interface để người dùng sử dụng.

4.4.2 Service



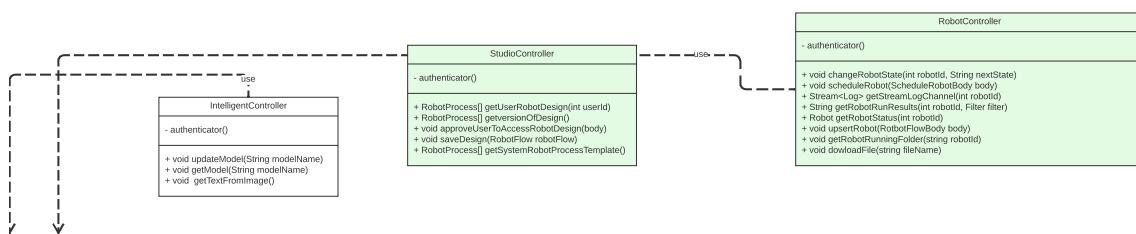
Hình 4.4.5: Thành phần Service

Dây là thành phần đứng ở vai trò cung cấp chức năng của hệ thống. Các service có thể được triển khai một cách độc lập với nhau. Tầng service bao gồm các service như:

- User Service: dùng để quản lý thông tin của người dùng
- Intelligence Service: dùng để quản lý và triển khai các mô hình học sâu
- Studio Service: Quản lý các chức năng của Studio và thiết kế process
- Robot Execution Service: Quản lý việc thực thi của robot
- Robot Service: Quản lý việc triển khai robot Các Service sẽ hiện thực lại các interface.

Các thành phần khác khi sử dụng lại các service thì sẽ phụ thuộc thông qua interface chứ không phụ thuộc trực tiếp vào các lớp Service tuân theo nguyên tắc Inversion of Control (IoC)

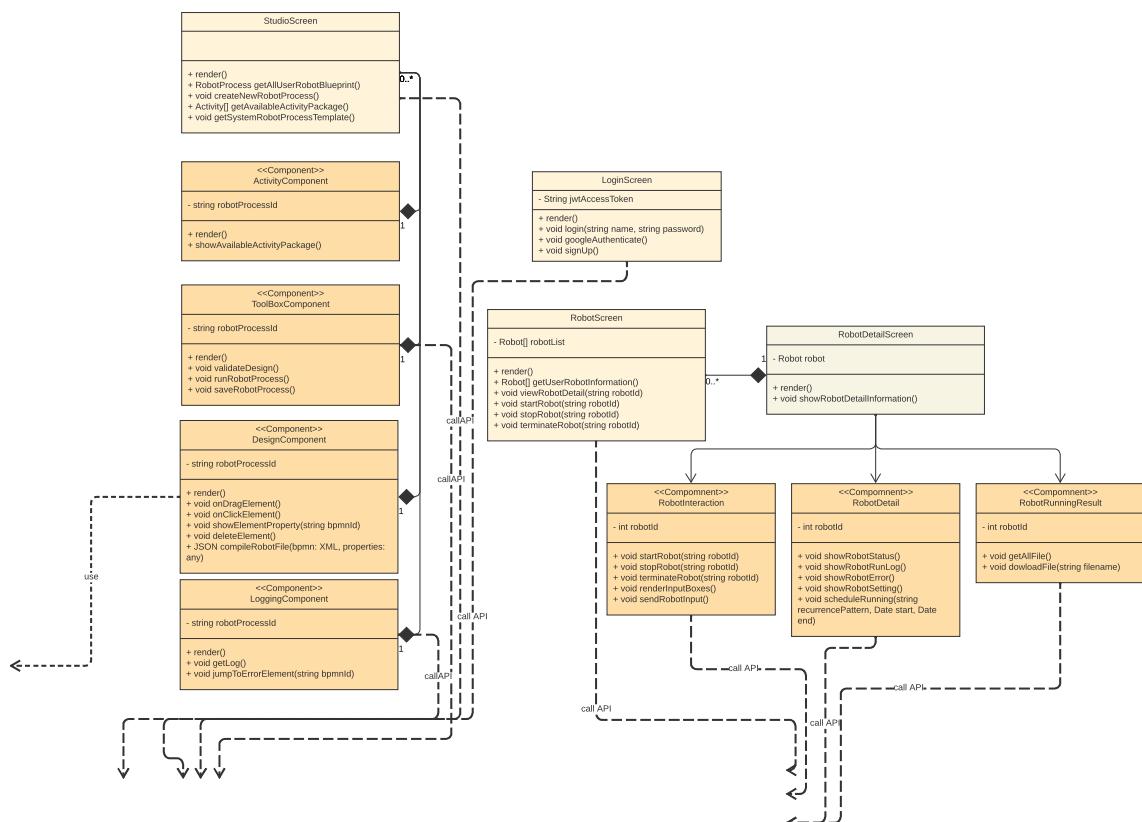
4.4.3 Controller



Hình 4.4.6: Thành phần Controller

Controller là thành phần quản lý việc gọi API, đóng vai trò cung cấp các API endpoints để các bên gọi vào và có thể thực hiện thêm một số tính năng liên quan đến xác thực người dùng, xác thực dữ liệu,...

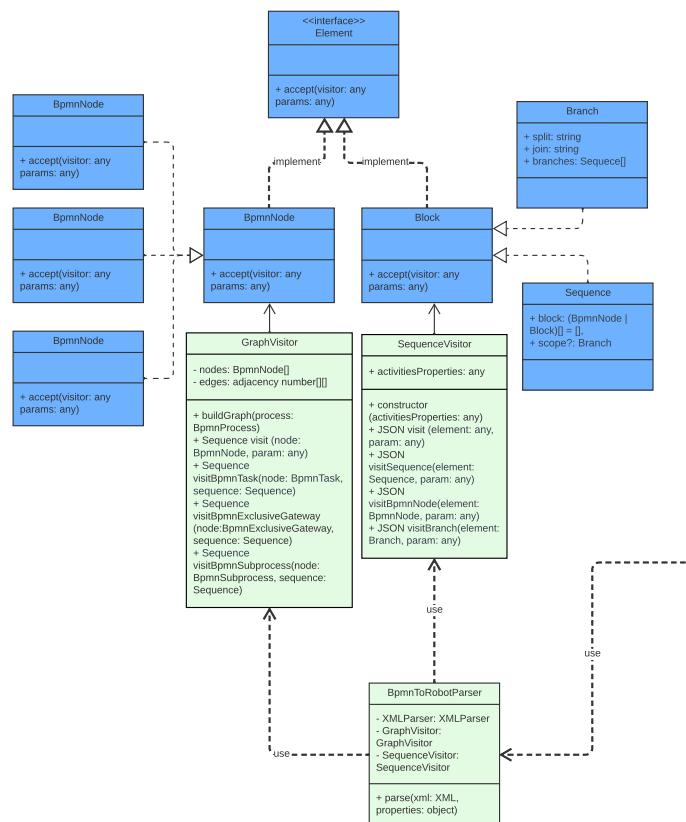
4.4.4 User Interface



Hình 4.4.7: Thành phần UI

User Interface thể hiện các màn hình của user và các thành phần trong màn hình đó. Ngoài ra cũng thể hiện sự tương tác bằng cách gọi API giữa các thành phần giao diện đến phần Controller. Chúng ta sẽ có màn hình Studio là màn hình để thiết kế robot với các thành phần giao diện mô hình hóa và tương tác với API để tạo và lưu trữ robot. Ngoài ra còn có màn hình Login để đăng nhập, màn hình Robot để xem danh sách các robot và Robot Detail để xem chi tiết thông tin của robot và thao tác với robot.

4.4.5 Máy dịch từ thiết kế process sang robot



Hình 4.4.8: Thành phần máy dịch từ thiết kế process sang robot

Do đồ thị BPMN hoặc là file Robot là một cấu trúc dữ liệu phức tạp bao gồm nhiều thành phần khác nhau và có cách thức duyệt đặc biệt. Do đó để giúp cho việc duyệt các thành phần trở nên dễ dàng hơn, đồng thời cũng giúp cung cấp khả năng mở rộng khi phát triển thêm nhiều thành phần mới mà không cần phải chỉnh sửa lại các thành phần cũ. Nhóm áp dụng Visitor Pattern để hiện thực hóa máy dịch.

Các thành phần BPMN sẽ được kế thừa từ lớp `BPMNNode` có chứa phương thức `accept(visitor)`. BPMN sẽ có cấu trúc là đồ thị và mỗi node sẽ có kiểu khác nhau. Để duyệt qua cấu trúc này, nhóm hiện thực lớp `GraphVisitor` và lớp này sẽ hiện thực các phương thức để xử lý các kiểu dữ liệu tương ứng. Kết quả của quá trình duyệt sẽ là một cấu trúc dữ liệu trung gian mới là `Sequence` và ứng với cấu trúc dữ liệu này ta sẽ có `Sequence Visitor` và kết quả sau khi duyệt cuối cùng sẽ là cấu trúc của file robot thực thi.



4.5 Thiết kế cơ sở dữ liệu

4.5.1 Yêu cầu dữ liệu

- Hệ thống cần lưu trữ các thông tin của người dùng: tên, email, mật khẩu đã hash. Người dùng cần được phân biệt với nhau bằng mã người dùng (khoá). Email của người dùng là duy nhất.
- Người dùng có thể tạo các template tài liệu với thông tin: tên template, tài liệu mẫu để làm chuẩn cho các tài liệu khác cùng loại, danh sách template dữ liệu (mỗi template dữ liệu bao gồm tên trường dữ liệu cần trích xuất, kiểu dữ liệu và vị trí của nó trong tài liệu). Template cần được phân biệt với nhau bằng mã template. Mỗi người dùng có thể tạo tối đa 5 template tài liệu. Người dùng tạo template có thể chia sẻ template đó cho nhiều người dùng khác.
- Người dùng có thể tạo các connection để kết nối với dịch vụ khác khi thực thi process. Mỗi connection cần có thông tin: tên connection, dịch vụ mà người dùng kết nối tới, token để kết nối. Mỗi người dùng có thể tạo tối đa 10 connection. Một người dùng không được tạo 2 connection của cùng 1 dịch vụ có tên connection giống nhau.
- Người dùng có thể tạo các process với thông tin: tên, mô tả. Process cần được phân biệt với nhau bằng mã process (khoá). Mỗi người dùng có thể tạo tối đa 20 process. Người dùng tạo ra process có thể chia sẻ process đó cho nhiều người dùng khác.
- Một process có thể có tối đa 20 biến (variable). Mỗi biến gồm thông tin: tên biến, kiểu dữ liệu. Một biến có thể là biến nội bộ (chỉ sử dụng trong process) hoặc biến tham số (có thể được truyền vào process khi thực thi). Nếu biến là biến nội bộ, người dùng cần chỉ định giá trị mặc định cho biến. Trong một process, các biến cần được phân biệt với nhau bằng tên biến (khoá).
- Hệ thống cần lưu trữ thông tin của các activity package được hỗ trợ gồm: tên, mô tả, icon (để hiển thị cho người dùng). Activity package cần được phân biệt với nhau bằng mã activity package (khoá).
- Mỗi activity package cần lưu trữ danh sách activity template thuộc về nó. Mỗi activity template gồm thông tin: tên, mô tả, icon (để hiển thị cho người dùng), danh sách tham số (gồm tên tham số và kiểu tham số để cấu hình activity). Activity template cần được phân biệt với nhau bằng mã activity template (khoá).



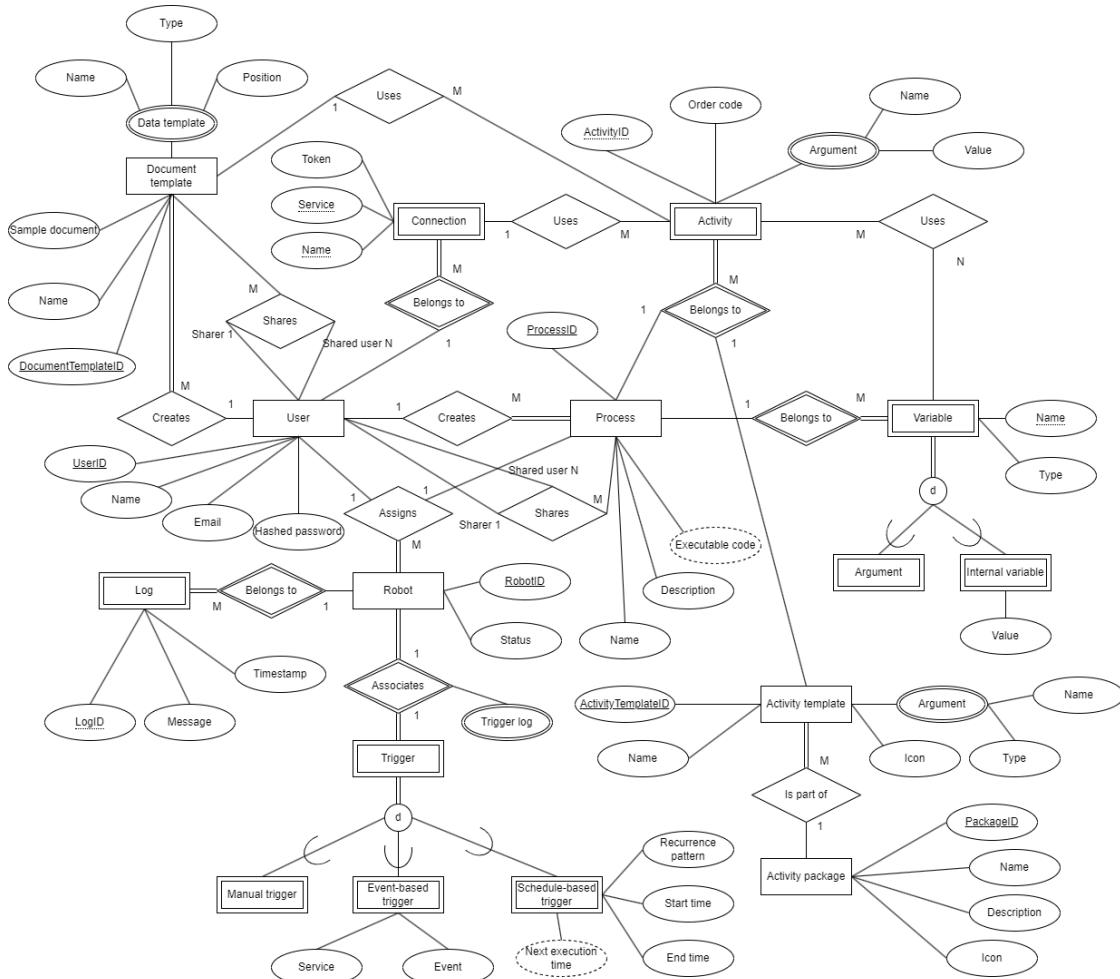
- Trong process có nhiều activity (tối đa là 50). Mỗi activity của process phải thuộc kiểu của 1 activity template. Mỗi activity gồm thông tin: mã thứ tự trong process, danh sách tham số (gồm tên tham số, giá trị tham số để activity hoạt động). Activity có thể sử dụng connection, template tài liệu, biến từ người dùng hoặc process. Từ các activity, hệ thống cần lưu trữ mã thực thi của process.
- Người dùng có thể gán 1 process cho tối đa 3 robot thực thi. Mỗi robot gồm thông tin: trạng thái của robot. Robot cần được phân biệt với nhau bằng mã robot (khoá). Một robot chỉ được gán 1 process.
- Mỗi robot có thể có nhiều log. Một log của robot gồm các thông tin: nội dung, mốc thời gian. Trong một robot, các log được sắp xếp theo thời gian tăng dần và phân biệt bằng mã log (khoá).
- Mỗi robot phải được kết hợp với 1 trigger thuộc 1 kiểu trigger và lưu lại lịch sử trigger. Trigger chia thành 3 kiểu: thủ công, đăng ký sự kiện (gồm thông tin về dịch vụ phát sinh sự kiện và sự kiện được đăng ký), lịch trình (gồm thông tin về hình thức lặp lại, thời gian bắt đầu, thời gian kết thúc). Hệ thống cần ghi nhận thời gian thực thi kế tiếp nếu trigger là kiểu lịch trình.

4.5.2 Thiết kế ý niệm

Nhóm sử dụng mô hình thực thể mối liên kết mở rộng (EER) để thiết kế ý niệm. Các thực thể được thiết kế như sau:

- **User:** lưu trữ thông tin của người dùng.
- **Document template:** lưu trữ thông tin của template tài liệu.
- **Connection:** thực thể yếu phụ thuộc vào User và lưu trữ thông tin của connection.
- **Activity package:** lưu trữ thông tin của activity package.
- **Activity template:** thực thể yếu phụ thuộc vào Activity Package và lưu trữ thông tin của activity template.
- **Process:** lưu trữ thông tin của process.
- **Activity:** thực thể yếu phụ thuộc vào Process, Activity Template và lưu trữ thông tin của activity trong 1 process cụ thể.

- **Robot:** lưu trữ thông tin của robot.
- **Trigger:** thực thể yếu phụ thuộc vào Robot và lưu trữ thông tin của trigger đối với robot.
- **Log:** thực thể yếu phụ thuộc vào Robot và lưu trữ thông tin log của robot.



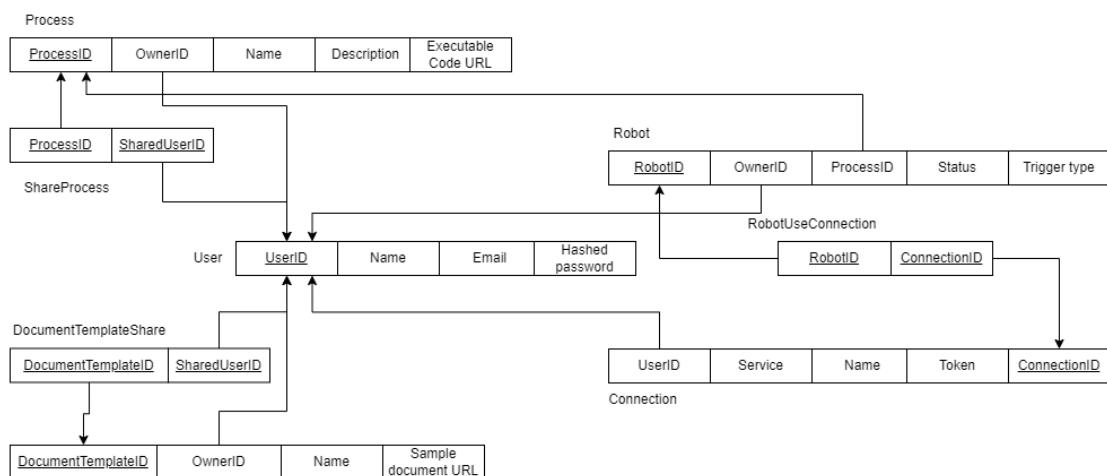
Hình 4.5.9: Biểu đồ EER

4.5.3 Thiết kế luận lý

Nhóm sẽ thiết kế mô hình dữ liệu luận lý theo 2 mô hình:

- Mô hình dữ liệu quan hệ (Relational Data Model).
- Mô hình dữ liệu JSON (JSON Data Model).

Đối với mô hình dữ liệu quan hệ, nhóm sẽ sử dụng các bảng có nhiều mối liên hệ với nhau để lưu trữ dữ liệu. Mục đích của việc sử dụng mô hình này là để dễ dàng truy vấn dữ liệu và thực hiện các thao tác cập nhật dữ liệu mà vẫn **đảm bảo các ràng buộc quan hệ** liên quan đến các thực thể, đặc biệt là người dùng. Thiết kế mô hình dữ liệu quan hệ được thể hiện trong Hình 4.5.10.



Hình 4.5.10: Thiết kế theo mô hình dữ liệu quan hệ

Đối với mô hình dữ liệu JSON, nhóm sẽ sử dụng các JSON document để lưu trữ dữ liệu. Mục đích của việc sử dụng mô hình này là để dễ dàng lưu trữ và truy vấn các dữ liệu có **cấu trúc phức tạp hoặc có cấu trúc linh động (có thể dễ dàng thay đổi cho phù hợp ngữ cảnh)**, đặc biệt là các dữ liệu liên quan đến các activity và activity template. Thiết kế mô hình dữ liệu JSON được thể hiện trong Hình 4.5.11.

Activity Package	Process	Robot Log
packageID: string	processID: string	robotID: string
name: string	variables:	logStreamID: string
description: string	[name: string]:	startAt: datetime
library: string	type: string	logStream: Array
activityTemplates: Array	value: any	timestamp: datetime
activityTemplateID: string	isArgument: boolean	event: Object
name: string	activities: Array	
keyword: string	name: string	
arguments:	activityTemplateID: string	
[name: string]:	properties: Object	
type: string		
keywordArg: string		
Document template		
		templateID: string
		isScanned: boolean
		size: Object
		dataTemplate:
		[label: string]: Object

Hình 4.5.11: Thiết kế theo mô hình dữ liệu JSON

4.6 Thiết kế Activity Package của hệ thống

4.6.1 Google Drive

Package Google Drive cho phép người dùng kết nối, thực hiện các thao tác quản lý thư mục, file với Google Drive, cung cấp cho người dùng các Activity như:

- Set Up Drive Connection: Tạo kết nối với Google Drive.
- Create Folder: Tạo một folder mới trong một thư mục Drive được chỉ định của người dùng.
- Download File: Tải về file từ Google Drive.
- Get File List In Folder: Lấy danh sách các file trong thư mục Google Drive.
- Get File/Folder: Lấy một file/folder trong Google Drive.
- Delete File/Folder: Xoá một file/folder trong Google Drive.
- Move File/Folder: Di chuyển một file/folder trong Google Drive.



- Share File/Folder: Chia sẻ một file/folder trong Google Drive.

4.6.2 Gmail

Package Gmail cho phép người dùng kết nối và thực hiện các tác vụ cơ bản như gửi email, quản lý email, cung cấp cho người dùng các Activity như:

- Set Up Gmail Connection: Tạo kết nối với Gmail.
- Send Email: Gửi email cho các tài khoản khác.
- Get List Emails: Lấy danh sách email theo các điều kiện người dùng định nghĩa.

4.6.3 Google Sheet

Package Google Sheet cho phép người dùng kết nối và thực hiện thao tác dữ liệu với Google Sheet, bao gồm các Activity như:

- Set Up Sheet Connection: Tạo kết nối với Google Sheet.
- Create Spread Sheet: Tạo spread sheet mới trong Google Sheet.
- Get Spread Sheet By ID: Lấy danh sách các sheet trong spread sheet được chỉ định.
- Add Sheet: Thêm sheet vào spread sheet được chỉ định.
- Delete Sheet: Xoá sheet từ spread sheet được chỉ định.
- Rename Sheet: Đổi tên sheet từ spread sheet được chỉ định.
- Read Data From Sheet: Đọc dữ liệu từ sheet được chỉ định.
- Write Data To Sheet: Ghi dữ liệu vào sheet được chỉ định.
- Clear Data From Sheet: Xoá dữ liệu từ sheet được chỉ định.

4.6.4 Google Classroom

Package Google Classroom cho phép người dùng kết nối và thực hiện các thao tác quản lý lớp học, bài tập, bài kiểm tra trên Google Classroom, cung cấp cho người dùng các Activity như:



- Set Up Classroom Connection: Tạo kết nối với Google Classroom.
- Create Course: Tạo một khóa học mới trong Google Classroom.
- List Classrooms: Lấy danh sách các lớp học trong Google Classroom.
- Delete Classroom: Xoá một lớp học trong Google Classroom.
- Get Course ID By Course Name: Lấy ID của một khóa học trong Google Classroom.
- Invite Students To Classroom: Mời danh sách các học sinh vào lớp học trong Google Classroom.
- Create Assignment: Tạo một bài tập mới trong Google Classroom.
- Create Quiz: Tạo một bài kiểm tra mới trong Google Classroom.
- List Course Work: Lấy danh sách các bài tập, bài kiểm tra trong Google Classroom.
- Get Course Work ID By Title: Lấy ID của một bài tập, bài kiểm tra trong Google Classroom theo tiêu đề.
- Delete Course Work: Xoá một bài tập, bài kiểm tra trong Google Classroom.
- List Student Submissions: Lấy danh sách các bài nộp của học sinh trong Google Classroom.
- Get Submmision ID By Email: Lấy ID của một bài nộp trong Google Classroom theo email của học sinh.

4.6.5 Google Form

Package Google Form cho phép người dùng kết nối và thực hiện các thao tác quản lý form, bài kiểm tra trên Google Form, cung cấp cho người dùng các Activity như:

- Set Up Form Connection: Tạo kết nối với Google Form.
- Create Quiz Form: Tạo một form mới trong Google Form.
- Get Google Doc ID From URL: Lấy ID của một Google Doc từ URL.
- Transfer Google Doc To Google Form: Chuyển đổi một Google Doc thành Google Form.



4.6.6 Control

Package Control cho phép người dùng thực hiện các thao tác điều khiển như lặp, rẽ nhánh trong quy trình, bao gồm các Activity như:

- If/Else: Kiểm tra điều kiện và thực thi các hành động rẽ nhánh tương ứng.
- For Each: Lặp qua một danh sách các phần tử và thực thi một hành động cho mỗi phần tử.
- For Value In Range: Lặp qua một dãy giá trị theo chỉ số tính từ phần tử bắt đầu đến phần tử kết thúc.

4.6.7 Data Manipulation

Package Data Manipulation cho phép người dùng thực hiện các thao tác xử lý dữ liệu như gán giá trị, thêm/xoá phần tử trong danh sách, bao gồm các Activity như:

- Set Variable: Gán giá trị cho một biến.
- Add To List: Thêm một phần tử vào danh sách.
- Remove From List: Xoá một phần tử khỏi danh sách.
- Clear List: Xoá toàn bộ phần tử trong danh sách.

4.6.8 Browser Automation

Package Browser Automation cho phép người dùng tương tác với trình duyệt web, bao gồm các Activity như:

- Go To URL: Mở một trang web.
- Click: Click vào một phần tử trên trang web.
- Type Into: Nhập dữ liệu vào một phần tử trên trang web.
- Get Text: Lấy dữ liệu từ một phần tử trên trang web.



4.6.9 Document Automation

Package Document Automation cho phép người dùng tương tác với các tài liệu văn bản, bao gồm các Activity như:

- Extract Data From Document: Trích xuất dữ liệu từ một tài liệu.
- Generate Grade Report: Tạo báo cáo điểm dữ liệu trên Google Sheet.

4.6.10 File Storage

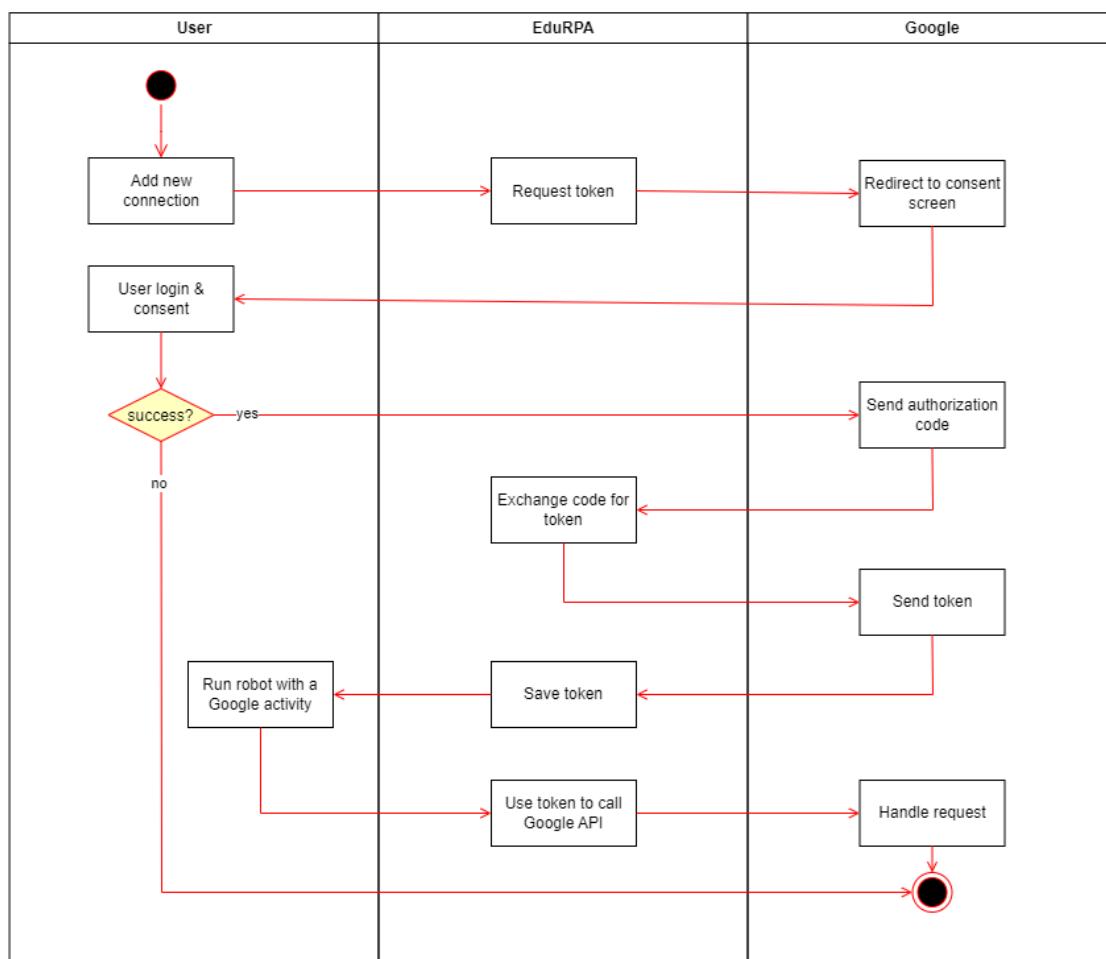
Package File Storage cho phép người dùng tải lên, tải xuống file từ các dịch vụ lưu trữ, bao gồm các Activity như:

- Upload File: Tải file lên một dịch vụ lưu trữ.
- Download File: Tải file từ một dịch vụ lưu trữ.

4.7 Thiết kế Activity Diagram

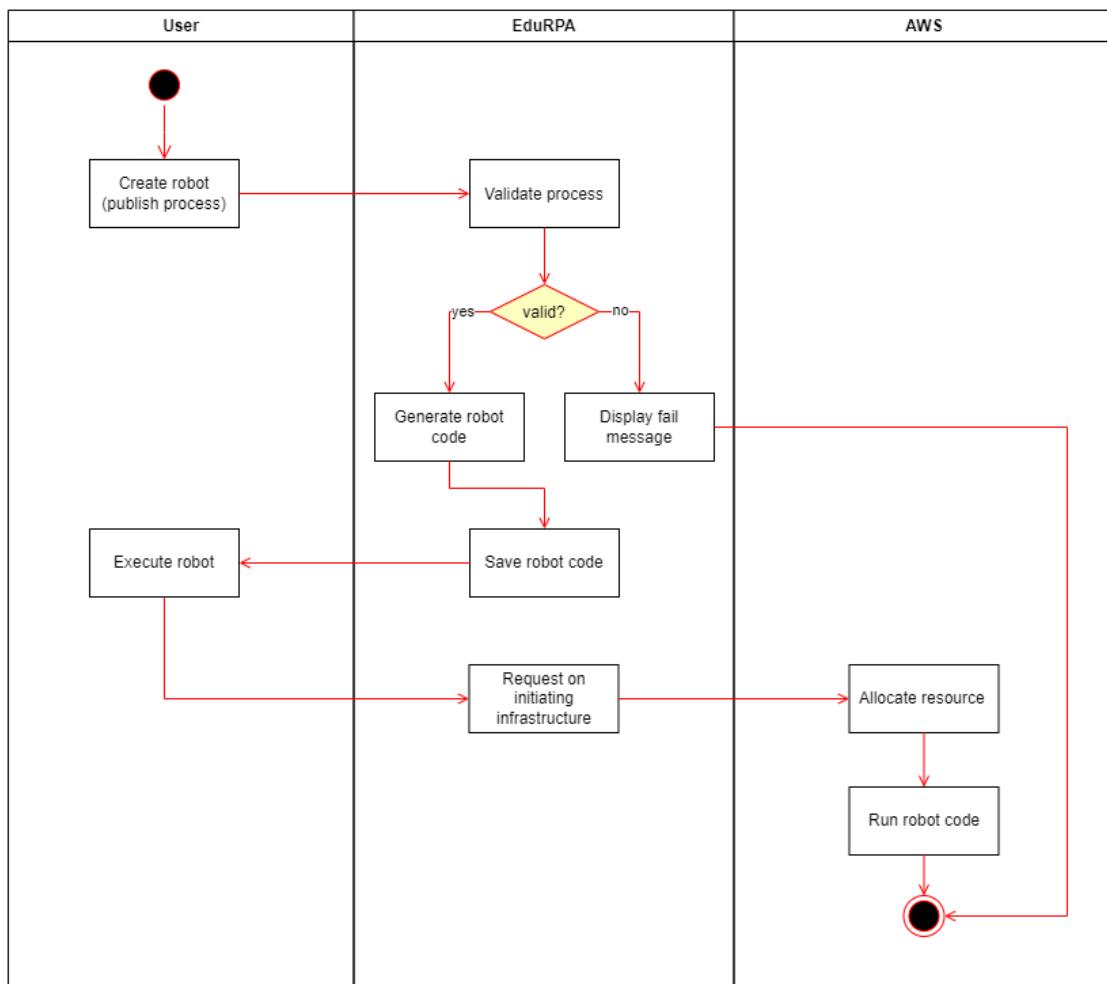
Activity Diagram là một biểu đồ UML được sử dụng để mô tả quá trình hoạt động của một hệ thống. Nó thể hiện các hoạt động có thứ tự và các điều kiện phụ thuộc giữa các hoạt động của hệ thống một cách trực quan. Do muốn tập trung vào quy trình của các hoạt động, nhóm đã thiết kế Activity Diagram để mô tả quá trình cho các chức năng sau:

Chức năng tạo connection: là một chức năng quan trọng trong hệ thống để robot có thể tương tác với bên thứ ba, cụ thể trong phạm vi đề tài này là Google Workspace.



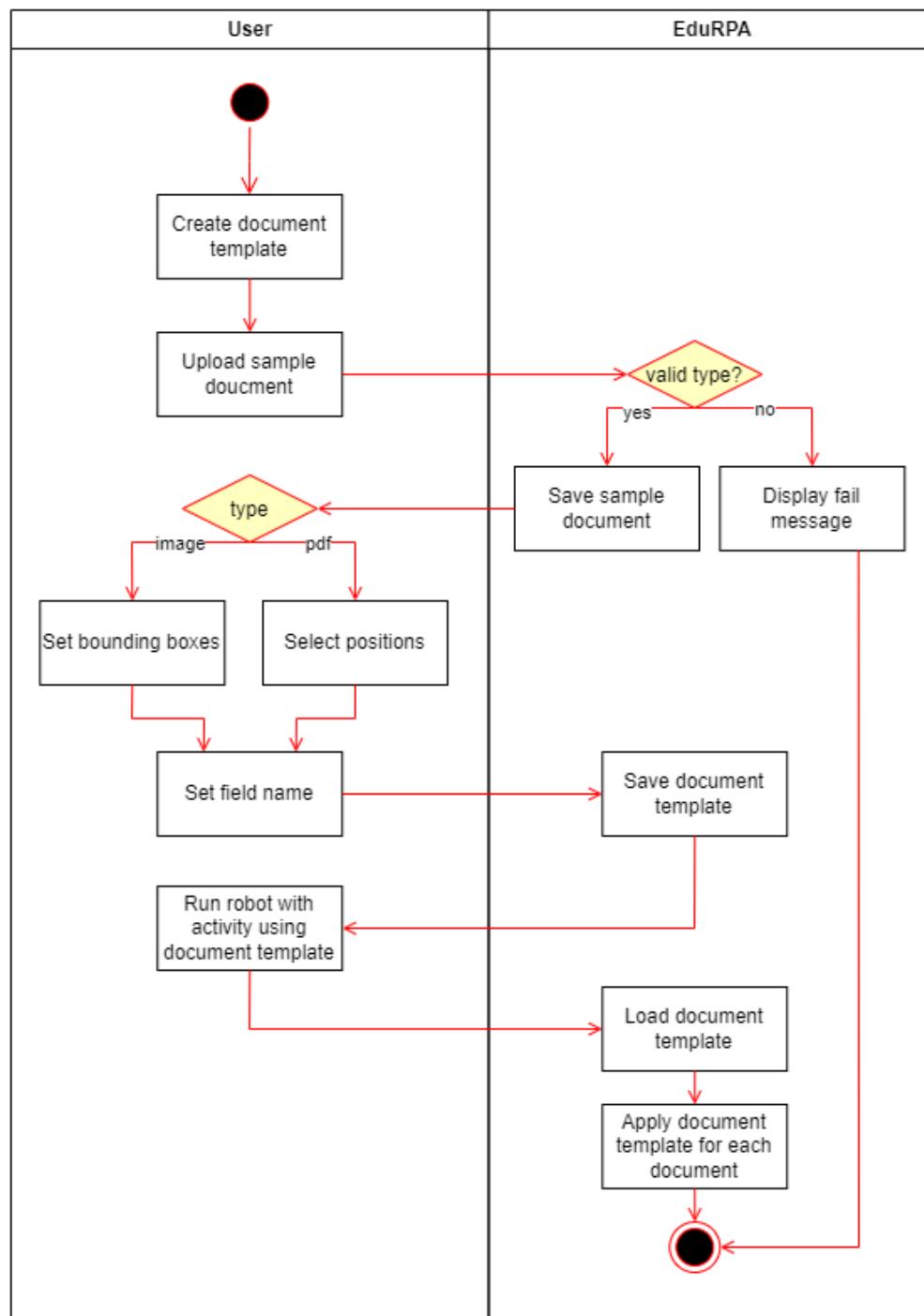
Hình 4.7.12: Activity Diagram cho chức năng tạo connection

Chức năng tạo robot: từ các process đã được mô hình hoá, người dùng có thể tạo ra các robot để thực thi các process đó.



Hình 4.7.13: Activity Diagram cho chức năng tạo robot

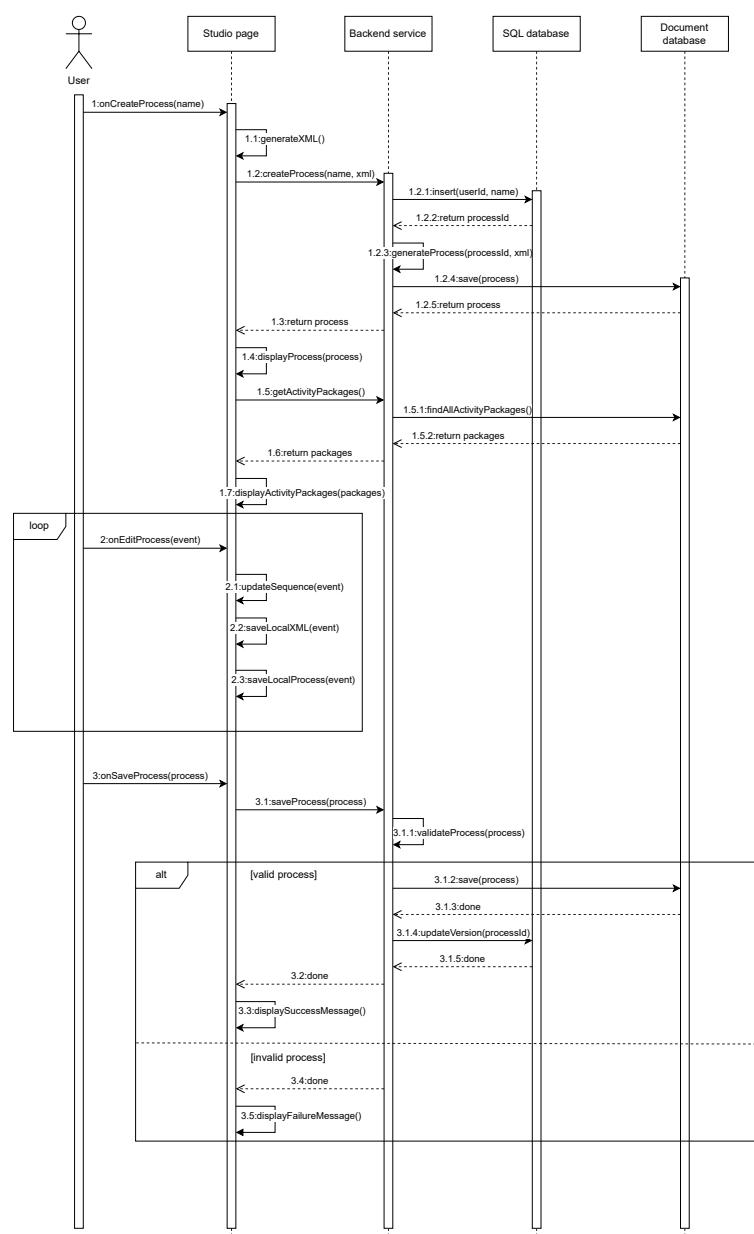
Chức năng tạo document template: người dùng có thể tạo ra các document template thuộc kiểu ảnh hoặc PDF để trích xuất dữ liệu từ các tài liệu tương tự cho robot.



Hình 4.7.14: Activity Diagram cho chức năng tạo document template

4.8 Thiết kế Sequence Diagram

Sequence diagram được sử dụng để mô tả các tương tác giữa các đối tượng trong hệ thống theo thời gian. Do tạo process là một quy trình tương đối phức tạp với nhiều bước và các thành phần tương tác với nhau nên nhóm sẽ trình bày thông qua sequence diagram. Các đối tượng tham gia vào quá trình tạo process bao gồm: Người dùng, Trang studio, Backend service, SQL database (MySQL), Document database (MongoDB). Hình 4.8.15 mô hình hóa chức năng tạo process.



Hình 4.8.15: Sequence Diagram cho chức năng tạo process



Kết chương

Trong chương này, dựa trên quá trình nghiên cứu và khảo sát trước đó, nhóm đã đặt ra yêu cầu cho hệ thống. Từ đó, đưa ra thiết kế về kiến trúc hệ thống tổng quát và chi tiết thông qua class diagram. Ngoài ra, nhóm cũng đã thực hiện thiết kế ý niệm CSDL; phân tích, đánh giá và lựa chọn các loại CSDL phù hợp với từng loại nhu cầu của hệ thống. Đồng thời, nhóm cũng tiến hành thiết kế các gói tính năng cho robot. Bên cạnh đó, nhóm cũng đã trình bày thiết kế các luồng thực thi của các chức năng tạo kết nối, tạo document template, tạo robot và tạo process.



This page was intentionally left blank.

Chương 5

Hiện thực hệ thống EduRPA

Chương 5 sẽ trình bày về chi tiết về việc hiện thực các thiết kế tính năng và hệ thống ở chương 4. Sau khi giới thiệu công nghệ sử dụng, chương này sẽ làm rõ các nội dung sau: Tổng quan về hiện thực của hệ thống, Phương pháp dịch từ thiết kế process thành file robot thực thi, Mở rộng tính năng trích xuất văn bản Tiếng Việt từ hình ảnh cho robot, cách thức xây dựng và triển khai hạ tầng robot, hiện thực phần giao diện và API của hệ thống.

5.1 Tổng quan về hệ thống

Hệ thống EduRPA đã chính thức được hiện thực hóa và triển khai, mang đến nhiều tính năng tiện ích hỗ trợ cho giáo dục và quản lý. Được thiết kế để tối ưu hóa quy trình tự động hóa trong môi trường giáo dục, EduRPA giúp giảm thiểu công việc thủ công và nâng cao hiệu quả hoạt động. Người dùng có thể trải nghiệm trực tiếp các tính năng thông qua giao diện thân thiện. Để khám phá và sử dụng EduRPA, truy cập vào liên kết sau: <https://edu-rpa-frontend.vercel.app/>.

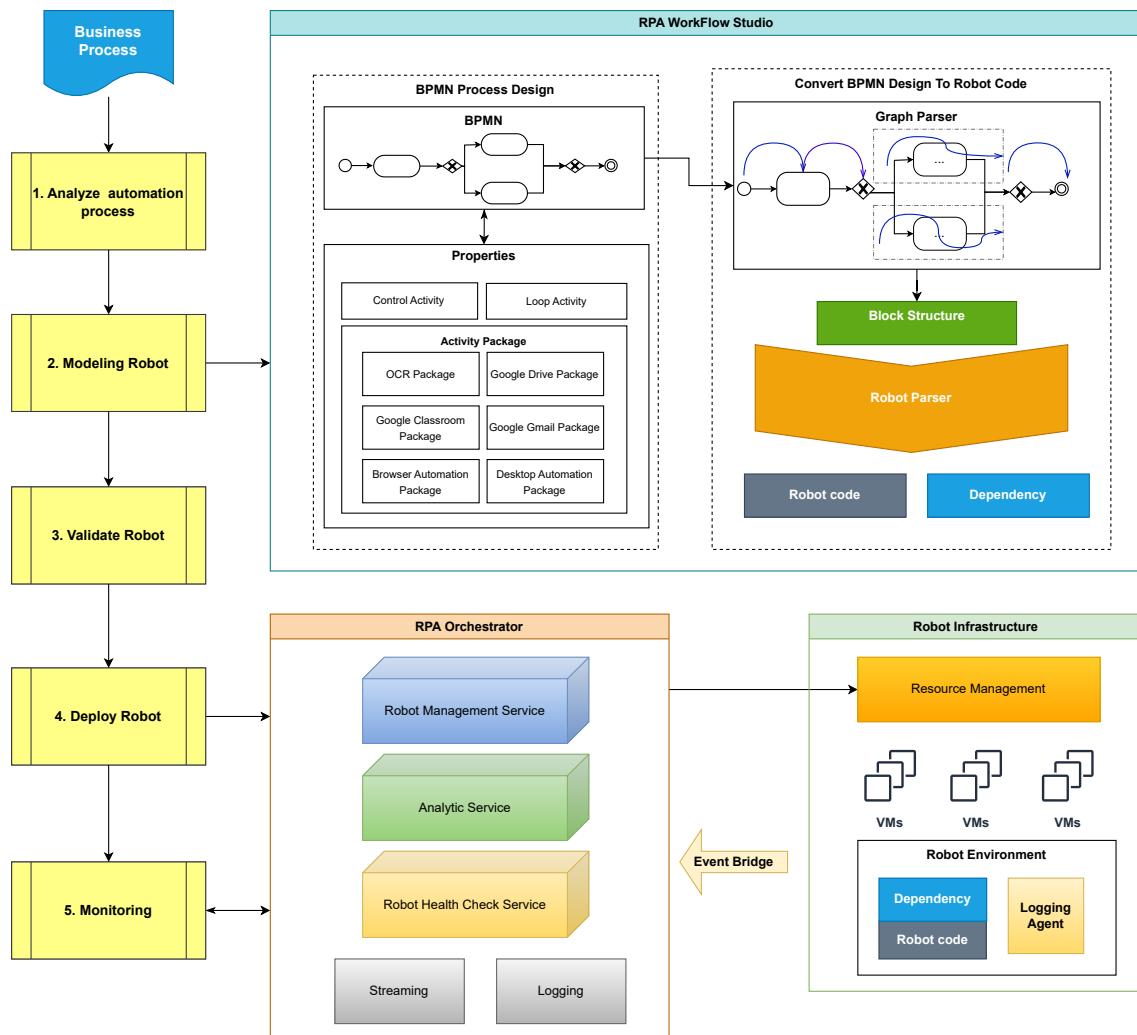
5.1.1 Tổng quan về các thành phần của hệ thống

Hình 5.1.1 được sử dụng để minh họa các thành phần chính của hệ thống và quá trình tương tác của người dùng để tạo và điều khiển robot. Hệ thống được phân thành ba thành phần quan trọng sau đây:

1. Studio: Đây là thành phần giao diện chính trong hệ thống, cung cấp cho người dùng một môi trường đồ họa và trực quan để thiết kế và lập trình quy trình cho robot. Studio cho phép người dùng tương tác bằng cách kéo thả các khối thành phần của BPMN và kết nối chúng để xây dựng các quy trình logic cho robot. Ngoài ra, Studio còn là nơi chứa bộ dịch (parser) để chuyển đổi dữ liệu

thiết kế ban đầu sang mã lập trình cho robot thực thi. Thành phần này đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra các ứng dụng robot có thể dễ dàng thay đổi và tùy chỉnh.

- Orchestrator: Orchestrator là thành phần quản lý và điều phối hoạt động của robot trong hệ thống. Nó cung cấp giao diện để cấp phát và thu dọn tài nguyên cho robot theo yêu cầu. Orchestrator cũng có các tính năng giám sát quan trọng để theo dõi quá trình thực thi của robot. Các chức năng giám sát bao gồm cơ chế log để ghi lại các hoạt động của robot và các dashboard thống kê để hiển thị thông tin về tình trạng và hiệu suất của các robot đang hoạt động. Điều này giúp người quản trị hệ thống có cái nhìn toàn diện về hoạt động của robot và tình trạng của hệ thống.



Hình 5.1.1: Tổng quan về các thành phần của hệ thống



3. Robot Infrastructure: Là thành phần cung cấp hạ tầng triển khai cho robot trong hệ thống. Nó bao gồm một hệ thống các máy ảo được tạo ra để cung cấp môi trường thực thi độc lập cho các robot. Mỗi robot sẽ được triển khai và chạy trên một máy ảo riêng biệt, đảm bảo tính độc lập và an toàn của môi trường thực thi. Việc sử dụng hạ tầng này giúp tăng tính hiệu quả của hệ thống bằng cách phân phối tài nguyên một cách hiệu quả và tránh xung đột tài nguyên giữa các robot.

Tiếp theo chúng ta sẽ làm rõ về cách mà người dùng tương tác với các thành phần của hệ thống:

Sau khi người dùng đã phân tích quy trình nghiệp để xác định các thành phần có thể tự động hóa, họ sẽ tiến hành mô hình hóa robot thông qua giao diện Studio. Giao diện này được thiết kế dạng BPMN (Business Process Model and Notation) kèm theo các activity package được cung cấp sẵn, đại diện cho các tính năng của robot. Người dùng sử dụng giao diện này để kéo thả các hoạt động và xây dựng các quy trình cho robot. Sau khi hoàn tất việc thiết kế robot, hệ thống sẽ tiến hành kiểm tra và chạy thử robot để kiểm tra các lỗi có thể xảy ra trước khi triển khai. Nếu có lỗi phát sinh, hệ thống sẽ thông báo cho người dùng để chỉnh sửa lại. Việc này giúp đảm bảo rằng robot được thiết kế hoạt động chính xác và ổn định trước khi triển khai vào môi trường production.

Sau khi robot đã được thiết kế và chạy thử mà không gặp lỗi, quá trình triển khai sẽ tiếp tục thông qua Orchestrator. Orchestrator đóng vai trò quan trọng trong việc điều phối quá trình triển khai robot. Tất cả mã lập trình của robot từ máy dịch, cùng với các thông tin về dependency, sẽ được đóng gói và triển khai lên các máy ảo. Cuối cùng, Orchestrator sẽ tiến hành cài đặt môi trường cần thiết để chuẩn bị cho quá trình chạy robot. Điều này có thể bao gồm cài đặt các biến môi trường, cấu hình hệ thống, và các tài nguyên khác cần thiết để robot hoạt động đúng.

Khi đã triển khai thành công, hệ thống sẽ thu thập các thông tin của robot như log stream, kết quả chạy và các dữ liệu quan trọng khác. Những thông tin này sẽ được cung cấp cho người dùng để họ có thể giám sát quá trình thực thi của robot và đánh giá hiệu suất của hệ thống tự động hóa.

Tóm lại, chúng ta đã có được một cái nhìn tổng quan về các thành phần của hệ thống, các phần tiếp theo của báo cáo sẽ tiếp tục làm rõ các thành phần này cũng như cách các thành phần này tương tác với nhau để đạt được mục tiêu tự động hóa các quy trình nghiệp vụ.

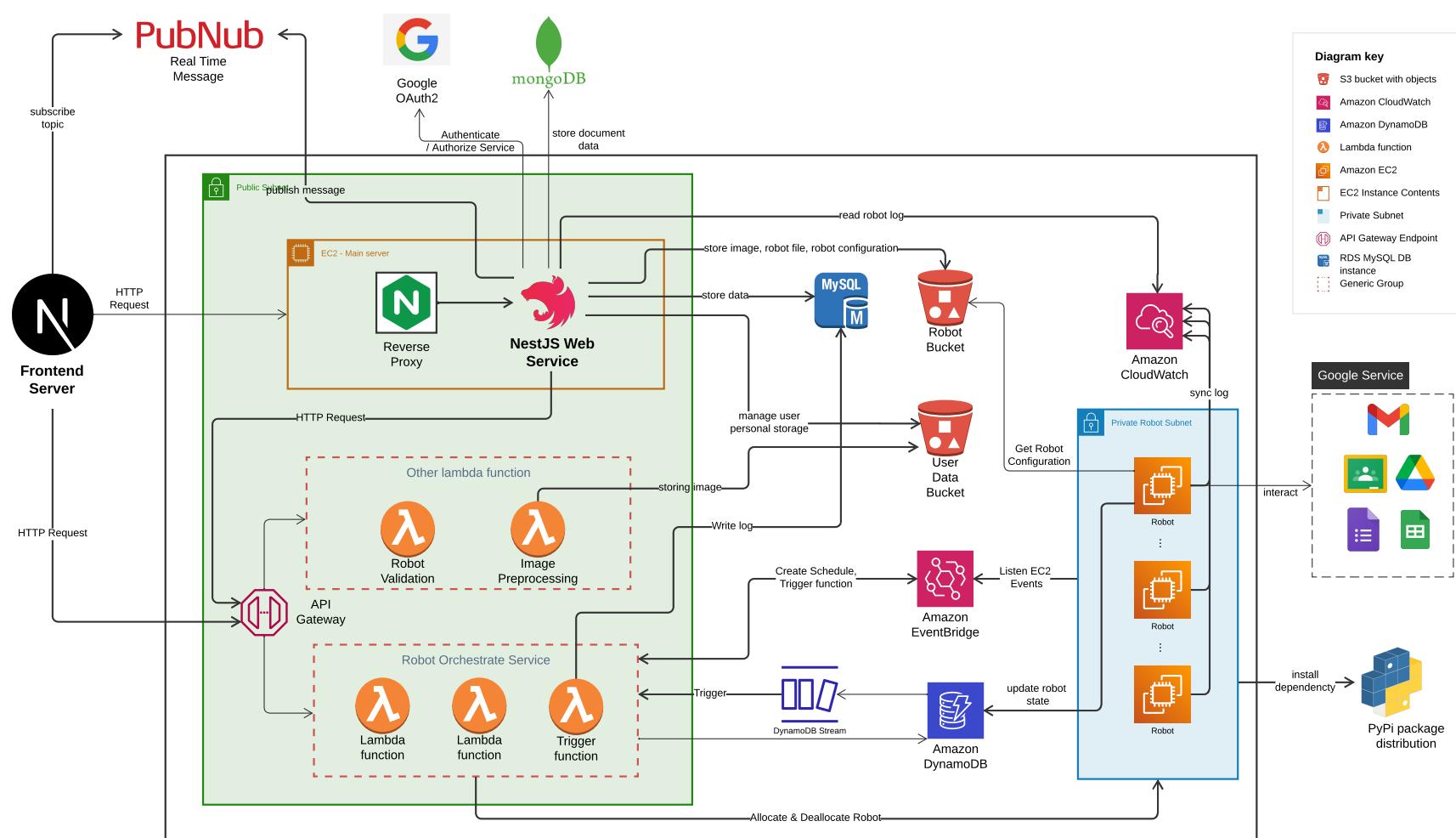


5.1.2 Tổng quan về kiến trúc hệ thống

Tiếp theo chúng ta sẽ làm rõ về các công nghệ được sử dụng để hiện thực các thành phần của hệ thống. Kiến trúc tổng quan của hệ thống được thể hiện ở Hình 5.1.2. Hệ thống được thiết kế theo hướng chia nhỏ các service với một server chính được sử dụng để xử lý các nghiệp vụ chính trong hệ thống.

Hệ thống bao gồm các thành phần sau:

1. Server Frontend được hiện thực sử dụng NextJS, là một framework phát triển ứng dụng web bằng React, hỗ trợ Server-Side Rendering (SSR) và Static Site Generation (SSG). NextJS cho phép xây dựng các ứng dụng web phức tạp một cách dễ dàng và hiệu quả, đặc biệt là khi cần tối ưu SEO và thời gian tải trang. Việc triển khai riêng server frontend trong kiến trúc hệ thống mang lại nhiều lợi ích quan trọng. Đầu tiên, nó tăng tính độc lập và khả năng mở rộng của hệ thống bằng cách tách biệt hoàn toàn phần frontend từ các thành phần backend. Thứ hai, việc tối ưu hóa hiệu suất được đạt được bằng cách cung cấp các tài nguyên và dịch vụ frontend tập trung. Cuối cùng, việc có một layer frontend đứng trước các service backend cũng mang lại lợi ích về bảo mật và kiểm soát quyền truy cập
2. Main Server được triển khai dựa trên NestJS, một framework Node.js hiện đại và mạnh mẽ, xây dựng trên nền TypeScript. NestJS kết hợp các nguyên lý của Object-Oriented Programming (OOP), Functional Programming (FP), và Functional Reactive Programming (FRP), giúp xây dựng các ứng dụng server-side hiệu quả, dễ bảo trì và mở rộng. Ngoài ra, nhóm sử dụng NGINX như một reverse proxy để điều hướng yêu cầu từ người dùng đến server NodeJS. Để đảm bảo tính bảo mật, các traffic đến server được sử dụng qua giao thức HTTPS
3. Hệ thống lưu trữ
 - MySQL: Là hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (RDBMS) được sử dụng là CSDL chính để lưu trữ các thông tin trong hệ thống. MySQL được lựa chọn vì tính nhất quán cao và khả năng xử lý các truy vấn phức tạp.
 - DynamoDB: Là một dịch vụ cơ sở dữ liệu NoSQL dạng Key-Value của AWS, thường được sử dụng để lưu trữ dữ liệu có cấu trúc đơn giản, có thể mở rộng dễ dàng và có tốc độ truy vấn nhanh. DynamoDB được sử dụng trong hệ thống này nhằm ghi nhận các cập nhật trạng thái từ robot. Sau đó, những thay đổi này từ DynamoDB sẽ được ghi nhận vào MySQL để



Hình 5.1.2: Tổng quan về kiến trúc hệ thống

phục vụ cho việc phân tích. Điều này giúp bảo vệ CSDL chính khỏi các tác động trực tiếp từ robot.

- S3 là dịch vụ lưu trữ đối tượng của AWS, cung cấp tính bền bỉ, độ tin cậy cao và khả năng mở rộng linh hoạt. Nó cho phép lưu trữ các đối tượng như hình ảnh, video, tệp tin và dữ liệu khác. S3 có khả năng mở rộng linh hoạt và cung cấp tính bảo mật cao. Trong hệ thống này, có hai bucket S3 được sử dụng:
 - Robot bucket được sử dụng để lưu trữ các mã của các robot đồng thời là các file cài đặt cần thiết cho quá trình tạo dựng robot.
 - User data bucket được sử dụng để lưu trữ các file dữ liệu của người dùng và được sử dụng để hiện thực hệ thống lưu trữ các nhân.
- MongoDB: là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu NoSQL document-oriented, được sử dụng để lưu trữ các dữ liệu linh hoạt và có cấu trúc không cố định ví dụ như thông tin về bảng thiết kế process.

4. Service Robot Orchestrator: Chịu trách nhiệm cấp phát và thu dọn robot, cũng như cung cấp theo dõi trạng thái của robot

- Các hàm lambda: Được sử dụng để thực hiện các tác vụ như cấp phát và thu dọn robot, theo dõi trạng thái của robot. Các hàm lambda được chia thành hai nhóm: nhóm một tương tác với hạ tầng robot và nhóm hai được kích hoạt bởi các sự kiện hệ thống.
- Event Bridge: Là một dịch vụ của AWS được sử dụng để lắng nghe các sự kiện trong hệ thống và kích hoạt các hàm lambda tương ứng. Ngoài ra, Event Bridge còn hỗ trợ tính năng tạo lịch hẹn giờ kích hoạt các hàm.

5. Trong hệ thống, nhóm các hàm lambda đóng vai trò quan trọng trong việc giảm tải cho Main Server và thực hiện các tác vụ đặc biệt. Hàm lambda đầu tiên được sử dụng để chạy thử robot và kiểm tra lỗi trước khi triển khai, đảm bảo tính đúng đắn và ổn định của robot. Hàm lambda thứ hai thực hiện chuẩn hóa và tiền xử lý hình ảnh để tạo mẫu tài liệu từ hình ảnh đầu vào. Việc chia nhỏ tính năng xử lý ảnh thành các service riêng giúp cải thiện hiệu suất và linh hoạt của hệ thống, đồng thời tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên.

6. Các robot được triển khai trên các máy ảo EC2 chạy trong một subnet riêng biệt, và các traffic từ bên ngoài không có quyền truy cập trực tiếp vào các máy ảo này. Việc triển khai robot được thực hiện thông qua các cài đặt và câu lệnh riêng biệt cho mỗi robot, đảm bảo rằng mỗi robot có môi trường và



bộ lưu trữ độc lập. Điều này giúp tránh xung đột tài nguyên và tăng hiệu quả thực thi của mỗi robot, đồng thời cải thiện tính an toàn và bảo mật của hệ thống bằng cách cô lập các môi trường làm việc của từng robot.

5.2 Robot Modeling Framework

5.2.1 Giới thiệu về Framework

Để giúp người dùng thiết kế và xây dựng robot một cách thuận tiện và không cần quan tâm đến các chi tiết kỹ thuật, nhóm đã phát triển một Modeling Framework. Người dùng chỉ cần thực hiện các thao tác kéo thả và cài đặt trên giao diện của Framework. Các khôi giao diện này biểu thị các hoạt động, điều kiện và các thành phần của robot. Quá trình này giúp người dùng tập trung vào thiết kế quy trình và luồng công việc mà không cần phải lo lắng về các chi tiết kỹ thuật phức tạp. Framework sẽ xử lý các phần còn lại, từ việc dịch các khôi giao diện thành logic thực thi, cho đến việc tạo ra các tập lệnh và cấu trúc cần thiết cho robot.

Nhờ vào Framework này, người dùng có thể nhanh chóng và hiệu quả hóa quá trình xây dựng robot, đồng thời giảm thiểu các khó khăn trong việc hiểu và triển khai các chi tiết kỹ thuật. Điều này mang lại lợi ích lớn cho việc ứng dụng công nghệ tự động hóa quy trình trong môi trường làm việc hàng ngày.

Các thành phần của framework bao gồm:

1. Giao diện thiết kế BPMN: thành phần này chịu trách nhiệm ghi nhận luồng thực thi của robot và logic thực thi các tác vụ của robot. Trong quá trình thiết kế BPMN, người dùng sẽ sử dụng giao diện này để kéo và thả các thành phần (như sự kiện, hoạt động, cổng điều kiện) để tạo ra các quy trình tự động hóa. Giao diện thiết kế này giúp người dùng trực quan hóa quy trình và xác định logic thực thi của robot.
2. Các thanh quản lý thuộc tính của các thành phần trên BPMN và biến dữ liệu: đây là thành phần tập trung vào quản lý các thuộc tính của các thành phần trên biểu đồ BPMN và các biến dữ liệu được sử dụng trong quy trình tự động hóa. Người dùng có thể sử dụng các thanh quản lý này để thiết lập các thuộc tính của các hoạt động, sự kiện, cũng như quản lý các biến dữ liệu được sử dụng trong quy trình. Các thuộc tính này có thể bao gồm các tham số, dữ liệu đầu vào/ra của các hoạt động, điều kiện điều hướng luồng, và các thông tin khác liên quan đến quy trình tự động hóa.

Để có thể hiểu rõ được cách mà framework có thể dịch các thiết kế ở giao diện



sang mã robot thực thi, chúng ta sẽ tiếp tục tìm hiểu về cấu trúc lưu trữ của BPMN, định dạng dữ liệu biểu diễn của Robotframework và chi tiết giải chuyển đổi giữa hai cấu trúc này.

5.2.2 Cấu trúc biểu diễn dữ liệu của BPMN

Trong file BPMN, các thành phần sẽ được lưu dưới dạng BPMN XML, mỗi thành phần sẽ có một ID riêng biệt và sẽ bao gồm thông tin về các thành phần trỏ đến nó (incoming) và các thành phần mà nó trỏ đến (outgoing). Các thông tin này giúp xác định quan hệ giữa các thành phần trong quy trình. Các thành phần được tổ chức thành một danh sách gồm nhiều loại lẫn lộn với nhau.

Start event và End Event

Event bắt đầu và kết thúc đánh dấu điểm đầu và điểm cuối của BPMN

```
1 <bpmn:startEvent id="StartEvent_1mxxylx">
2   <bpmn:outgoing>Flow_0x254yi</bpmn:outgoing>
3 </bpmn:startEvent>
4
5 <bpmn:endEvent id="Event_10jy91v">
6   <bpmn:incoming>Flow_07snrv8</bpmn:incoming>
7 </bpmn:endEvent>
```

Task

Các tác vụ thực thi, ứng với một bước thực thi của robot

```
1 <bpmn:task id="Activity_Opkjxtm" name="Open Browser">
2   <bpmn:incoming>Flow_1kiz9g2</bpmn:incoming>
3   <bpmn:outgoing>Flow_1bge0c6</bpmn:outgoing>
4 </bpmn:task>
```

Flow

Các cạnh kết nối các thành phần trong đồ thị BPMN với nhau, đây là một cạnh có hướng từ điểm bắt đầu là sourceRef là id của thành phần nguồn và kết thúc ở targetRef là id của thành phần đích

```
1 <bpmn:sequenceFlow id="Flow_1bge0c6" sourceRef="
Activity_Opkjxtm" targetRef="Activity_1536xo5" />
```



SubProcess

Subprocess là một process con, bên trong có thể chứa các thành phần BPMN khác và cũng có một startEvent và một endEvent

```
1 <bpmn:subProcess id="Activity_1pjcvad">
2   <bpmn:incoming>Flow_0x254yi</bpmn:incoming>
3   <bpmn:outgoing>Flow_07snrv8</bpmn:outgoing>
4   <bpmn:startEvent id="Event_07li38w">
5     \dots
6   <bpmn:endEvent id="Event_1mg11tg">
7     <bpmn:incoming>Flow_1e9rifc</bpmn:incoming>
8   </bpmn:endEvent>
9 </bpmn:startEvent>
10 </bpmn:subProcess>
```

5.2.3 Cấu trúc biểu diễn dữ liệu của Robotframework

Cấu trúc tổng quan file robot

```
1 {
2   "name": string,
3   "doc"(Optional): string,
4   "source"(Optional): string,
5   "rpa": true,
6   "tests": Test[],
7   "variables": Variable[],
8   "resource":{
9     imports: Librabry[],
10    keywords: Keyword[],
11  }
12 }
```

Cấu trúc tổng quan của một file robot được định nghĩa dưới dạng đoạn mã JSON. Tệp robot bao gồm các thành phần chính như tên của robot (name), mô tả và hướng dẫn về robot (doc - tùy chọn), đường dẫn đến thư mục chứa robot (source - tùy chọn), thuộc tính xác định tính năng RPA (rpa), danh sách các nhiệm vụ thực thi (tests), định nghĩa các biến toàn cục (variables), và các tài nguyên được sử dụng bao gồm các thư viện được import (imports) và các từ khóa được định nghĩa (keywords).

Librabry: các thư viện sử dụng



```
1  {
2      "type": "LIBRARY",
3      "name": string,
4  },
```

Variable: định nghĩa các biến

```
1  {
2      "type": "LIBRARY",
3      "name": string,
4  },
```

CallKeyword: Gọi các Keyword

Keyword, như là thành phần nhỏ nhất của file robot, thực hiện vai trò giống như các hàm số trong một chương trình, cung cấp cho robot các chức năng cơ bản. Việc áp dụng và kết hợp các keyword với nhau xác định nhiệm vụ mà robot cần thực hiện. Các keyword có thể có sẵn trong các thư viện được import hoặc có thể được người dùng tự định nghĩa.

Cấu trúc điều khiển của robot bao gồm một danh sách các keyword kết hợp với cấu trúc điều khiển, và sẽ được thực thi theo thứ tự từ đầu đến cuối danh sách.

```
1  {
2      name: string,
3      args: string[],
4      assign: string[],
5  }
```

Các khối lệnh điều khiển

Khối lệnh rẽ nhánh

```
1  {
2      type: 'IF/ELSE_ROOT',
3      body: IfBranch[]
4  }
```

```
1  {
2      type: "IF"|"ELSE_IF"|"ELSE",
3      condition: string|None,
4      body: list['Keyword | For | While | If | Try | Error |
Break | Continue | Return']
```



5 }

Cấu trúc này giúp dễ dàng tạo ra các luồng điều khiển trong mã, xử lý các trường hợp khác nhau dựa trên điều kiện logic. Bằng cách sử dụng cấu trúc rẽ nhánh này, các hành động của robot có thể được thực hiện hoặc bỏ qua tùy thuộc vào điều kiện đang được kiểm tra, giúp tăng tính linh hoạt và rõ ràng trong việc tổ chức logic trong chương trình robot.

Vòng lặp For

```
1  {
2      type = 'FOR'
3      assign: string[]
4      flavor: 'IN' | 'IN RANGE' | 'IN ENUMERATE' | 'IN ZIP',
5      values: string[]
6      start: string | None
7      body: list['Keyword | For | While | If | Try | Error |
8      Break | Continue | Return']
```

Khối lặp For là một công cụ mạnh mẽ để tự động hóa việc xử lý các tác vụ lặp đi lặp lại, giúp tăng tính linh hoạt và hiệu suất của các quy trình tự động hóa. Với khả năng duyệt qua các giá trị khác nhau và thực hiện các hành động tương ứng, vòng lặp For cho phép robot xử lý và điều khiển các dữ liệu theo cách hiệu quả và có cấu trúc. Qua đó, khối lặp For đóng vai trò quan trọng trong việc thực hiện các kịch bản tự động hóa phức tạp.

5.2.4 Chi tiết giải pháp dịch từ BPMN sang Robot code

Dựa trên những nghiên cứu trước đó về cấu trúc lưu trữ của BPMN và định dạng mã thực thi robot, cùng với phương pháp chuyển đổi giữa graph-oriented language sang block-oriented language ở phần 2.3.3, nhóm đã xây dựng phương pháp để có thể dịch từ BPMN sang mã robot thực thi.

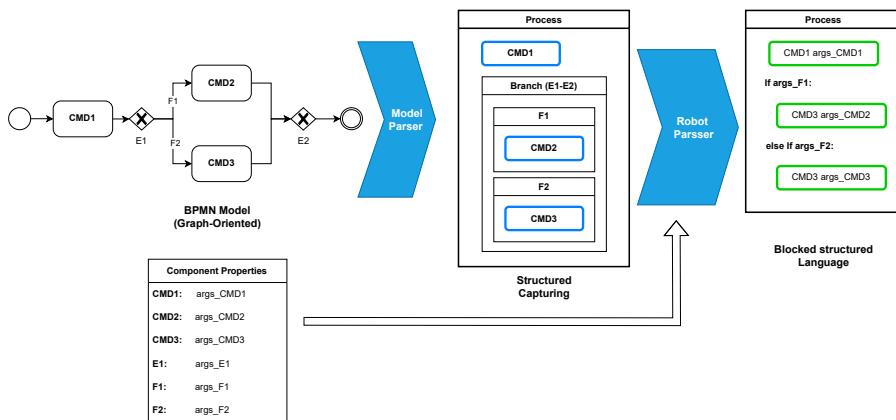
Đầu tiên, là quá trình chuẩn hóa BPMN như đã được đề cập ở phần 2.3.3 và giới hạn các kí tự được ta trong đề tài được đặt ra ở phần 2.2.4. Nhóm sẽ định nghĩa một số nguyên tắc để người dùng phải tuân theo trong quá trình thiết kế BPMN nhằm giúp BPMN được đảm bảo ở dạng chuẩn, một số quy tắc được đề ra như sau:

Một là, mỗi tác vụ chỉ có một đầu vào và một đầu ra trên đồ thị BPMN

Hai là, Các nhánh bắt nguồn từ một Exclusive Gateway phải cuối cùng hội tụ tại một join Exclusive Gateway. Thực hành này đảm bảo tính logic và kiểm soát luồng hợp lý trong quy trình, ngăn ngừa sự phân kỳ và sự mơ hồ trong các đường thực hiện và đảm bảo các tác vụ nằm trên đường đi từ Start Event đến End Event.

Ba là, không có sự xuất hiện của vòng ở trong đồ thị BPMN. Việc mô hình hóa các vòng lặp, các phần thân con hoặc các quy trình lặp lại khác trong luồng thực hiện tổng thể được thực hiện bằng cách đóng gói các chuỗi nhiệm vụ như vậy trong Subprocesses.

Sau khi đã có được BPMN được thiết kế theo dạng chuẩn và kèm theo đó là các cài đặt về các thuộc tính (tham số, biến dữ liệu) của các thành phần trong BPMN. Quá trình dịch sẽ được diễn ra. Quá trình này có thể được tóm tắt thông qua biểu đồ sau:

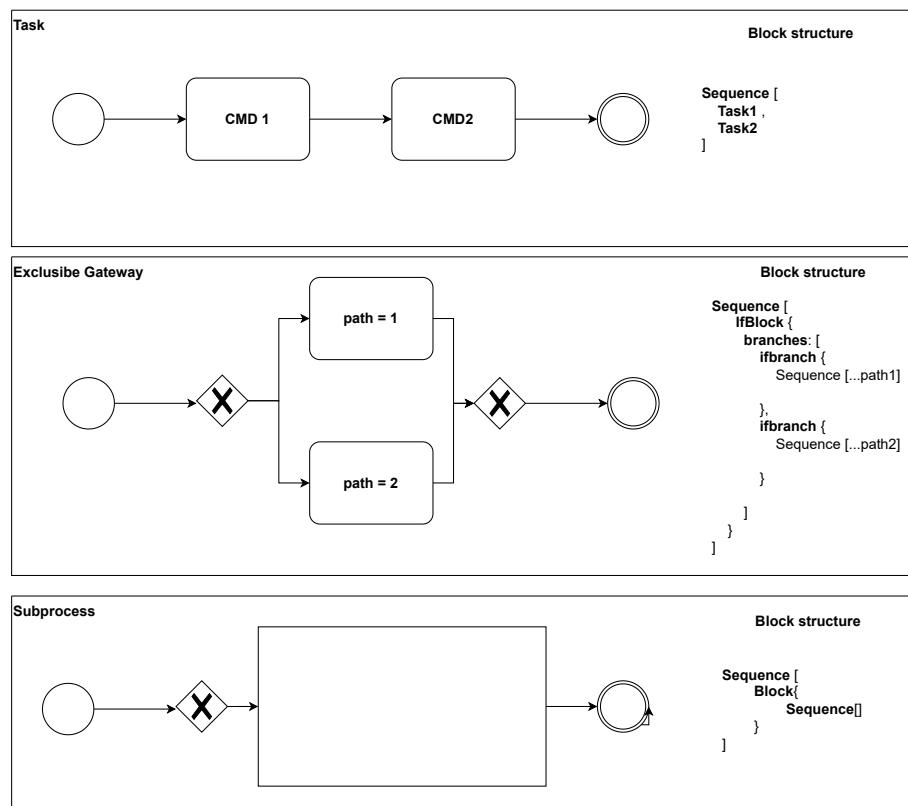


Hình 5.2.3: Tóm tắt quy trình dịch từ cấu trúc BPMN sang cấu trúc của Robot

Hình 5.2.3 mô tả quá trình dịch của framework từ file robot thiết kế sang mã robot thực thi. Đầu vào của quá trình này là cấu trúc BPMN (ở dạng đồ thị) kèm với các collection định nghĩa thuộc tính các thành phần của BPMN. Cấu trúc BPMN được đưa qua Model Parser, một công cụ phân tích đồ thị, để xác định các khối điều khiển (control blocks) hoặc biểu diễn trung gian. Các khối điều khiển này thường đại diện cho các phần của quy trình và quyết định luồng thực hiện dựa trên các điều kiện và sự kiện xảy ra. Cuối cùng, sau khi xác định được các khối điều khiển từ biểu diễn trung gian, quá trình tiếp tục bằng việc kết hợp các khối điều khiển này với các thuộc tính từ các collection. Việc này nhằm tạo ra các đoạn mã thực thi cho robot dựa trên các quy tắc và logic được xác định từ cấu trúc BPMN.

Quá trình này được kiểm soát bởi hai lớp chính là GraphVisitor (Graph Parser) và SequenceVisitor (Robot Parser). Chi tiết về lược đồ thiết kế lớp của máy dịch tham khảo Hình 4.4.8.

Graph Parser là thành phần thực hiện việc chuyển đổi từ graph-oriented language (BPMN) sang block-oriented language (mã robot) dựa trên phương pháp "Structure-Identification" được đề cập ở 2.3.2, một số cấu trúc ánh xạ được nhóm ở Hình 5.2.4 :



Hình 5.2.4: Các quy tắc ánh xạ cấu trúc BPMN sang cấu trúc điều khiển

Việc sử dụng Graph Parser để duyệt qua đồ thị và xác định các luồng điều khiển sẽ được hiện thực bằng Visitor Pattern (Lớp Graph Visitor). Quá trình duyệt Depth-First-Search(DFS) sẽ được bắt đầu ở StartEvent. Khi node trên đồ thị được visit, GraphVisitor sẽ có phương thức để xử lý riêng cho loại nút đó (phương thức sẽ được đặt tên bằng cú pháp `visit{class_type}`). Qua đó, bằng cách sử dụng đệ quy và tổng hợp các trường hợp con, ta sẽ có được kết quả là một đối tượng Sequence chứa thông tin các cấu trúc điều khiển của robot theo dạng các khối. Giải thuật duyệt có thể được tóm gọn như sau:

Algorithm 1: Graph Parsing Algorithm

```
Function ParseGraph(graph):
    visitedNodes ← ∅
    DFS(graph, startNode, visitedNodes)

Function DFS(graph, node, visitedNodes):
    visitedNodes ← visitedNodes ∪ {node}
    for neighbor in graph.neighbors(node) do
        if neighbor ∉ visitedNodes then
            Translate(node, neighbor)
            DFS(graph, neighbor, visitedNodes)
        end
    end

Function Translate(node, neighbor):
    if node is split node then
        GenerateIfBlock(node, neighbor)
    end
    else if node is subprocess then
        GenerateBlock(node)
    end
```

Để tạo cấu trúc file robot hoàn chỉnh từ Sequence này, SequenceVisitor kết hợp với các thuộc tính (properties) được áp dụng để duyệt qua cấu trúc Sequence và kết hợp các thông tin về các khối điều khiển với các thuộc tính (properties) tương ứng. Các thuộc tính này có thể bao gồm các thông số và đặc điểm cụ thể của từng khối điều khiển, như ID, loại công việc, điều kiện rẽ nhánh, hoặc bất kỳ thông tin nào cần thiết cho quá trình thực thi robot. Kết quả của quá trình này là một cấu trúc file robot hoàn chỉnh được biểu diễn dưới định dạng JSON. File này chứa các thông tin về các khối điều khiển và các thuộc tính tương ứng của chúng, phù hợp để chạy robot hoặc lưu trữ lại trong cơ sở dữ liệu.

Tóm lại, quá trình dịch từ bản thiết kế ban đầu của người dùng thành mã robot thực thi trong framework được thực hiện qua hai giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất tập trung vào việc xác định các cấu trúc điều khiển tổng quan của robot từ cấu trúc BPMN và thuật toán duyệt đồ thị, sử dụng Visitor Pattern. Qua giai đoạn này, chúng ta có được một biểu diễn trung gian của các khối điều khiển. Giai đoạn thứ hai là quá trình tạo ra mã robot thực thi từ biểu diễn trung gian ở giai đoạn trước, phối hợp với các thuộc tính được định nghĩa bởi người dùng cho từng thành phần.



Tại đây, các khối điều khiển được kết hợp với các thuộc tính để tạo ra mã robot hoàn chỉnh dưới định dạng JSON.

Ngoài ra, cả hai giai đoạn đều có thể áp dụng các quy tắc validation để kiểm tra tính hợp lệ của cấu trúc BPMN và mã robot tạo ra. Việc chia quá trình dịch thành hai giai đoạn giúp tách biệt mức độ quan tâm và tăng tính rõ ràng trong quá trình phát triển. Các lỗi và thông báo lỗi cũng trở nên có ý nghĩa hơn khi được áp dụng vào từng giai đoạn riêng biệt.

Kiến trúc này cũng cho thấy độ linh hoạt, bởi vì chúng ta có thể dễ dàng mở rộng chức năng dịch sang nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau thông qua việc hiện thực lại Robot Parser theo từng ngôn ngữ mới. Điều này giúp framework linh hoạt và có khả năng mở rộng để hỗ trợ các nền tảng và môi trường khác nhau cho các ứng dụng RPA.

5.3 Cài đặt và triển khai robot

5.3.1 Lựa chọn công nghệ triển khai robot

Sau khi chúng ta đã có mã robot thông qua việc sử dụng Robot Modeling Framework, Robot sẽ được chạy trên run engine của RobotFramework và triển khai để chạy trên môi trường, sau đó tiến hành cài đặt các tài nguyên cần thiết. Về việc lựa chọn công nghệ triển khai, chúng ta có hai lựa chọn: triển khai robot trên các máy ảo (sử dụng EC2) hoặc triển khai dựa trên Docker Container (sử dụng ECS). Mỗi phương án sẽ đi kèm với các ưu nhược điểm như sau:

Tiêu chí	EC2 (Elastic Compute Cloud)	ECS (Elastic Container Service)
Đơn giản triển khai	Phải quản lý các máy ảo (EC2 instances) trực tiếp, bao gồm cài đặt, cấu hình và khởi động các instance riêng biệt.	Đơn giản hóa việc triển khai với các container Docker, tự động quản lý việc chạy các container trên các instance EC2.
Tài nguyên linh hoạt	Có thể điều khiển hoàn toàn tài nguyên (CPU, bộ nhớ, ổ đĩa) của mỗi EC2 instance.	Phải tuân theo các hạn chế về tài nguyên của cluster ECS, không thể can thiệp trực tiếp vào từng instance.



Tiêu chí	EC2 (Elastic Compute Cloud)	ECS (Elastic Container Service)
Tính cô lập	Mỗi EC2 instance hoạt động độc lập, cung cấp mức độ cô lập cao giữa các ứng dụng và dịch vụ.	Sử dụng Docker containers có mức độ cô lập cao hơn so với việc chạy trực tiếp trên EC2 instances, nhưng vẫn chia sẻ cùng một hệ điều hành kernel.
Chi phí	Chi phí sử dụng EC2 được tính theo từng instance và tài nguyên.	Chi phí sử dụng ECS được tính theo số lượng và kích thước của các container được triển khai.
Quản lý	Yêu cầu quản lý tài nguyên và cấu hình riêng cho từng EC2 instance.	Đơn giản hóa việc quản lý với việc sử dụng các task và services trong ECS để quản lý các container.

Bảng 5.1: So sánh ưu nhược điểm của EC2 và ECS trong triển khai robot

Dựa trên các yếu tố được trình bày trong Bảng 5.1, nhóm đã quyết định triển khai robot trên các máy ảo EC2 với một số lý do chính sau đây.

Thứ nhất, việc sử dụng EC2 cho phép nhóm có khả năng tùy chỉnh và theo dõi quá trình hoạt động của robot một cách chi tiết hơn. Bằng cách quản lý trực tiếp các máy ảo, nhóm có thể điều chỉnh các tài nguyên như CPU, bộ nhớ và ổ đĩa theo nhu cầu cụ thể của từng robot. Đặc biệt, mỗi robot sẽ có sự độc lập về mặt lưu trữ, tức là dữ liệu của từng robot được lưu trữ một cách riêng biệt trên các ổ đĩa của máy ảo EC2 tương ứng. Điều này mang lại sự linh hoạt cao hơn cho việc quản lý dữ liệu và tăng cường tính bảo mật, vì mỗi robot có không gian lưu trữ riêng và không chia sẻ dữ liệu với các robot khác trên cùng một máy ảo.

Thứ hai, triển khai trên EC2 cũng mang lại lợi thế về khả năng theo dõi và kiểm tra trạng thái thực tế của robot. Bằng cách kết nối qua SSH vào máy ảo, nhóm có thể kiểm tra các tiến trình của robot đang chạy và can thiệp sâu hơn vào quá trình hoạt động để xử lý các vấn đề kỹ thuật hoặc kiểm tra lỗi một cách hiệu quả.

Thứ ba, dữ liệu không bị xóa sau khi robot hoàn thành nhiệm vụ trên máy ảo EC2. Trái lại, đối với ECS bộ nhớ của container Docker sẽ bị xóa sau khi container kết thúc. Việc giữ lại dữ liệu và trạng thái của robot sau khi hoàn thành rất hữu ích để kiểm tra lỗi hoặc phân tích sau khi quá trình hoạt động kết thúc. Tuy nhiên, việc triển khai trên EC2 có một số hạn chế về thời gian khởi động của máy ảo có thể tốn nhiều thời gian hơn.

Tóm lại, việc sử dụng EC2 để triển khai robot mang lại sự linh hoạt và khả năng kiểm soát cao hơn trong quá trình triển khai và quản lý của robot. Mặc dù ECS có



những lợi ích của việc quản lý container và tự động hóa triển khai, nhưng EC2 cho phép nhóm có mức độ kiểm soát cao hơn và có thể tương tác trực tiếp với hệ thống để đảm bảo hiệu suất và độ tin cậy của robot. Phần tiếp theo sẽ trình bày về quy trình triển khai tự động cho robot.

5.3.2 Chi tiết giải pháp triển khai robot

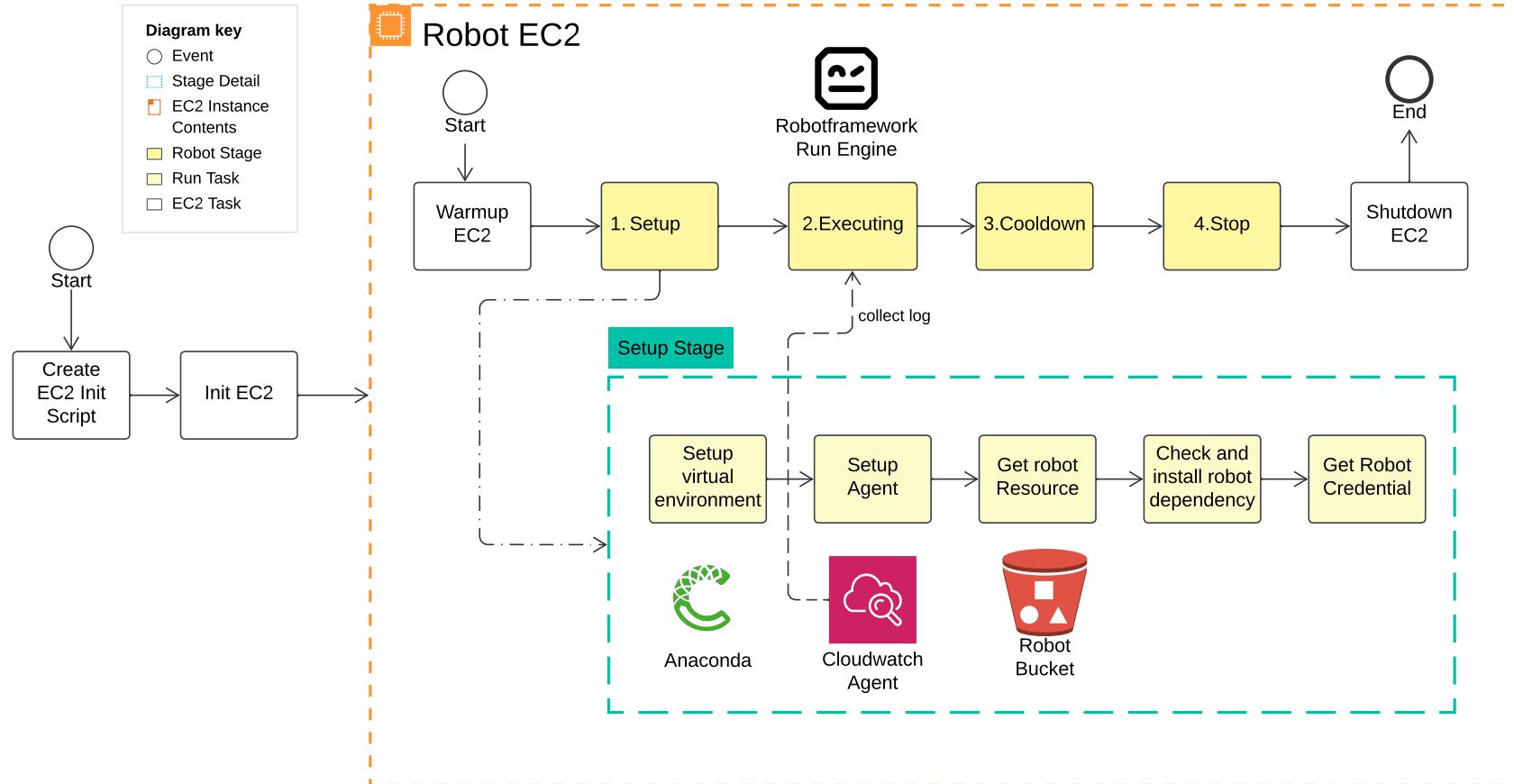
Quá trình triển khai robot bắt đầu bằng việc tạo ra các script chạy tự động được thiết kế để hướng dẫn quá trình cài đặt và thực thi của robot trên các máy ảo EC2. Các script này bao gồm user-data script và per-boot script, mỗi loại có vai trò và thời điểm thực thi khác nhau.

User-data script được sử dụng khi tạo EC2 và chỉ thực thi một lần khi máy ảo được khởi động. User-data script thường được sử dụng để cài đặt các ứng dụng và cấu hình cơ bản cho máy ảo EC2. Trong ngữ cảnh của việc triển khai robot, user-data script sẽ đảm nhiệm việc cài đặt môi trường và chuẩn bị các tài nguyên cần thiết cho robot.

Per-boot script là các script được thực thi mỗi khi máy ảo EC2 được khởi động lại. Trong trường hợp của robot, per-boot script sẽ được sử dụng để thực thi các công việc chuẩn bị cho mỗi lần kích hoạt máy ảo EC2, như kiểm tra và cập nhật các phần mềm, cài đặt các gói phụ thuộc, và chuẩn bị môi trường thực thi cho robot.

Quá trình thực thi của robot được chia làm 4 giai đoạn:

1. Setup: Quá trình này giúp cài đặt môi trường và các tài nguyên cần thiết cho robot. Đầu tiên, chúng ta sẽ kích hoạt môi trường condan, môi trường này được dùng để cài đặt các gói và thư viện cần thiết cho robot. Tiếp theo, cloudwatch agent được cài đặt để thu thập thông tin hoạt động của máy ảo EC2, đồng thời các log của quá trình thực thi robot được đồng bộ lên cloudwatch để theo dõi và phân tích sau này. Các tài nguyên của robot như mã thực thi và tài liệu cần thiết cũng được lấy và tải xuống. Ngoài ra, các dependency cần thiết cho robot cũng được kiểm tra và cài đặt. Nếu robot cần sử dụng các credential để tương tác với hệ thống bên thứ ba, quá trình triển khai sẽ gọi đến main server để lấy các thông tin này.
2. Executing: sau khi môi trường thực thi và các tài nguyên đã được cài đặt và chuẩn bị, quá trình thực thi robot được khởi động. Tại đây, run engine của RobotFramework được sử dụng để thực thi các tác vụ được định nghĩa bên trong mã thực thi của robot.
3. Cooldown: Sau khi robot hoàn thành quá trình thực thi, chúng ta chuyển sang



Hình 5.3.5: Quy trình triển khai tự động robot



giai đoạn kết thúc và thu thập thông tin. Trong giai đoạn này, các thông tin thống kê chi tiết về hoạt động của robot như thời gian thực thi, kết quả chạy, thông tin chi tiết về quá trình thực thi của robot, và log chi tiết được thu thập và lưu trữ vào CSDL (Cơ sở dữ liệu). Quá trình này cũng đảm bảo rằng việc đồng bộ hóa các thông tin được thực hiện hoàn tất trước khi robot ngừng hoạt động.

4. Stop: khi quá trình triển khai và thu thập thông tin hoàn tất, EC2 sẽ tự động tắt để tiết kiệm tài nguyên và giảm chi phí hoạt động.

Đến đây, chúng ta đã làm rõ được cách mà robot được thiết kế thông qua modeling framework và quá trình triển khai tự động để vận hành trên môi trường máy ảo EC2.

5.4 Hiệu thực tính năng trích xuất văn bản từ tài liệu

Tính năng trích xuất dữ liệu văn bản là một thành phần quan trọng giúp robot có khả năng xử lý dữ liệu phi cấu trúc như hình ảnh. Để thực hiện tính năng này, nhóm sử dụng thư viện VietOCR [15], thư viện này cung cấp các công cụ và pretrained model sẵn sàng để nhận diện ký tự tiếng Việt từ hình ảnh. Dựa trên thư viện VietOCR, nhóm sẽ xây dựng các gói tính năng về OCR cho robot.

5.4.1 Xây dựng thư viện trích xuất văn bản từ hình ảnh

Để lựa chọn và đánh giá hiệu suất các tính năng của thư viện VietOCR, nhóm đã xây dựng một bài đánh giá nhằm làm cơ sở cho quá trình lựa chọn và phát triển tính năng trích xuất dữ liệu văn bản cho robot. Bài đo sẽ tiến hành hiệu năng của 2 model mà thư viện VietOCR so sánh với một thư viện open-source là EasyOCR [14] cung cấp đó là Transformer và Seq2Seq trên các thông số như độ lỗi kí tự (WER), độ lỗi từ (CER) và thời gian inference.

Các tập dữ liệu dùng để đánh giá

Tập dữ liệu chữ viết tay¹: Tập dữ liệu bao gồm 7298 hình ảnh chữ viết tay được thu thập từ nhiều người khác nhau với nhiều phong cách khác nhau. Một số kết quả chạy như sau:

¹Tập dữ liệu chữ viết tay từ vocr, https://vocr.vn/data/vietocr/data_line.zip

phán khuyễn nhau. Sóng mìn phong xe từ Cam Ranh vào Dầu khí, dưới chót tần không thường
 ny 8. tồn tại fast. M
 vùng biển. phát triển ngành biển. tài liệu Báo cáo về.
 tra rất ít trong mực hồ đầm. với hợp "không nhớ rõ tên là...".
 Chủ bão = Bờ biển dài 3.240 km, từ Cam Ranh Ninh Thuận đến Cát Bà, Hòn đảo vắng vẻ 100 km².
 Có khí hậu biển lân vùng nhiệt đới tạo điều kiện cho sinh vật biển phát triển,

Hình 5.4.6: Tập dữ liệu chữ viết tay tiếng Việt



Hình 5.4.7: Kết quả với chữ viết in hoa

Bản chất của thành công

Bản chất của thành công

vietocr_transformer:
Bản chất của thành công
vietocr_seq2seq:
Bản chất của thành công
easyocr:
18 &n chót cxa +anb corcy

OCR Tool Results

Bản chất của thành công

Bản chất của thành công

vietocr_transformer:
Đoàn chủ cuả thành công
vietocr_seq2seq:
bản chất cuả thành công
easyocr:
cvah uua thanh cng 8&w

OCR Tool Results

Trường Sơn.

Tiếng Sơn.

vietocr_transformer:
Trường Sơn.
vietocr_seq2seq:
Trường Sơn
easyocr:
Scr Guiřiny

OCR Tool Results

Hình 5.4.8: Chữ viết với nhiều phong cách viết khác nhau

Vậy thì bạn hãy dành chút thời gian để lắng mình suy ngẫm.

Vậy thì bạn hãy dành chút thời gian để lắng mình suy ngẫm.

vietocr_transformer:
Vậy thì hạn hàng dành chút thời gian để tiếng minh suy ngẫm
vietocr_seq2seq:
Vậy thì hạn hàng nhỉnh chươi thời gian đã thêng nâm xuy ngã
easyocr:
Ya t 4ak chu7 -hn qtan = '4'q [nw/ njam ban hed

OCR Tool Results

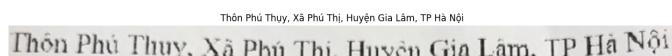
Hình 5.4.9: Nhận dạng một đoạn văn bản



Tập dữ liệu văn bản đánh máy²: Tập dữ liệu 6238 ảnh được trích xuất từ các hóa đơn thanh toán (nguồn Kaggle). Một số kết quả chạy như sau



Hình 5.4.10: Tập dữ liệu hóa đơn



OCR Tool Results
vietocr_transformer:
Thôn Phú Thuy, Xã Phú Thị, Huyện Gia Lâm, TP Hà Nội
vietocr_seq2seq:
Thôn Phú Thuy, Xã Phú Thị, Huyện Gia Lâm, TP Hà Nội Thu
easyocr:
Thôn Phú Thuy, Xã Phú Thị, Huyện Gia Lâm, TP Hà Nội

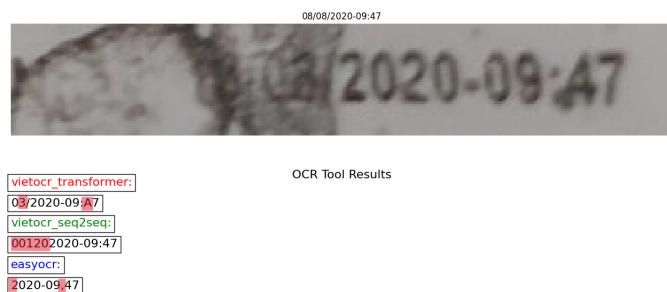
Hình 5.4.11: Đoạn văn bản đánh máy



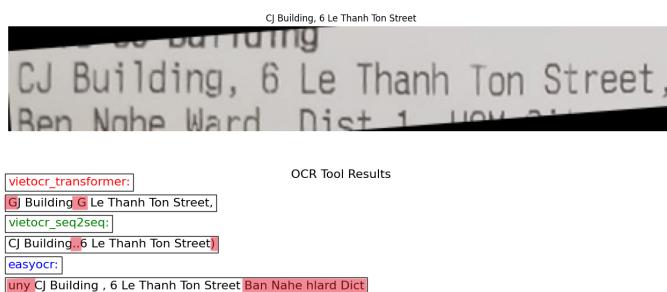
OCR Tool Results
vietocr_transformer:
Chợ Sồi Phú Thị Gia Lâm
vietocr_seq2seq:
Chợ Sồi Phú Thị Gia Lâm
easyocr:
Chợ Sồi Phú Thị Gia Lâm

Hình 5.4.12: Chữ đánh máy bị nhiễu bởi vết bẩn

²Receipt OCR Vietnamese. Truy cập ngày 23/11/2023,
<https://www.kaggle.com/datasets/blyatflk/receipt-ocr/>



Hình 5.4.13: Chữ đánh máy bị hỏng



Hình 5.4.14: Văn bản bị nghiêng

	Metric	Easy_OCR	VietOCR Seq2Seq	VietOCR Transformer
Tập chữ viết tay	CER	0.724	0.41	0.312
	WER	0.988	0.758	0.65
	Avg Inference Time (ms)	78.6	72.6	303.3
Tập chữ đánh máy	CER	0.303	0.1	0.09
	WER	0.712	0.347	0.326
	Avg Inference Time (ms)	26.2	28.2	93

Bảng 5.2: Bảng đánh giá hiệu năng của các thư viện sử dụng trên 2 tập dữ liệu

Từ kết quả kiểm tra hiệu năng của các thư viện từ bảng 5.2, nhóm có một vài kết luận sau:

- Mô hình transformer của thư viện VietOCR đem lại độ chính xác cao về mặt nhận diện ký tự và chữ viết. Tuy nhiên lại rất tốn tài nguyên hệ thống và có thời gian inference gấp 4 lần 2 mô hình còn lại trên cả 2 tập chửng đánh máy và chửng viết tay



- Mô hình seq2seq của thư viện VietOCR đem lại kết quả tốt hơn so với thư viện EasyOCR với thời gian chạy tương đương trên cả 2 tập chữ đánh máy và chữ viết tay

Từ các kết quả đánh giá trên, nhóm tiến hành xây dựng thư viện EduRPA.Handwritten dựa trên việc sử dụng các pretrained model từ thư viện vietocr với 2 lựa chọn là chạy trích xuất nhanh với mô hình vgg_seq2seq và trích xuất chính xác với mô hình vgg_transformer.

Để việc trích xuất đạt được độ chính xác cao có một số ràng buộc cũng như là nguyên tắc sau:

- Các hình ảnh chứa văn bản phải tối thiểu có thể nhận biết được bằng mắt thường, các chữ văn bản nằm trong khung hình, ảnh không bị quá nghiêng.
- Chữ viết tròn vành rõ chữ, theo nét chữ in, các chữ viết hoa sáng tạo không quá phức tạp với hình dạng gần với mẫu tự latin. Tránh việc viết dính hoặc liền nét chữ viết.
- Hình ảnh văn bản nằm trong giới hạn 1 dòng do giới hạn nhận biết vùng chứa chữ viết của mô hình vietocr hiện tại

5.4.2 Xử lý tài liệu bằng document template

Các bước xử lý

Theo quy trình tổng quát đã được mô tả trong Hình 4.7.14, nhóm tiến hành xử lý tài liệu bằng document template theo các bước cụ thể sau:

- Bước 1:** Người dùng tạo document template bằng cách tải tài liệu mẫu lên hệ thống. Hệ thống sẽ xử lý tài liệu mẫu (chi tiết xử lý đề cập ở phần sau) và trả về. Sau đó, người dùng đánh dấu các vùng chứa dữ liệu cần trích xuất trên tài liệu mẫu đã qua xử lý.
- Bước 2:** Hệ thống sẽ lưu lại các vùng chứa dữ liệu cần trích xuất. Thông tin này bao gồm tên vùng chứa, tọa độ của vùng chứa trên tài liệu (là tọa độ các điểm mà người dùng đánh dấu bằng các bounding box đối với tài liệu dạng ảnh) và loại dữ liệu cần trích xuất. Các thông tin này dựa trên tài liệu mẫu đã qua xử lý (ví dụ tọa độ trên tài liệu mẫu đã qua xử lý, không phải trên tài liệu mẫu gốc mà người dùng tải lên).



- **Bước 3:** Khi thiết kế process bằng studio, người dùng có thể chọn activity template trích xuất dữ liệu. Tại đây, người dùng có thể chọn document template đã tạo ở bước 1 và tập tin tài liệu sẽ xử lý làm tham số cho activity đó.
- **Bước 4:** Khi robot thực thi process, hệ thống sẽ xử lý tài liệu đầu vào (giống với cách xử lý tài liệu mẫu ở bước 1) và áp dụng các thông tin trích xuất từ document template đã được chọn ở bước 3 để trích xuất dữ liệu. Kết quả trả về là một dictionary với key là tên vùng chứa và value là dữ liệu trích xuất được.

Xử lý tài liệu trước khi trích xuất

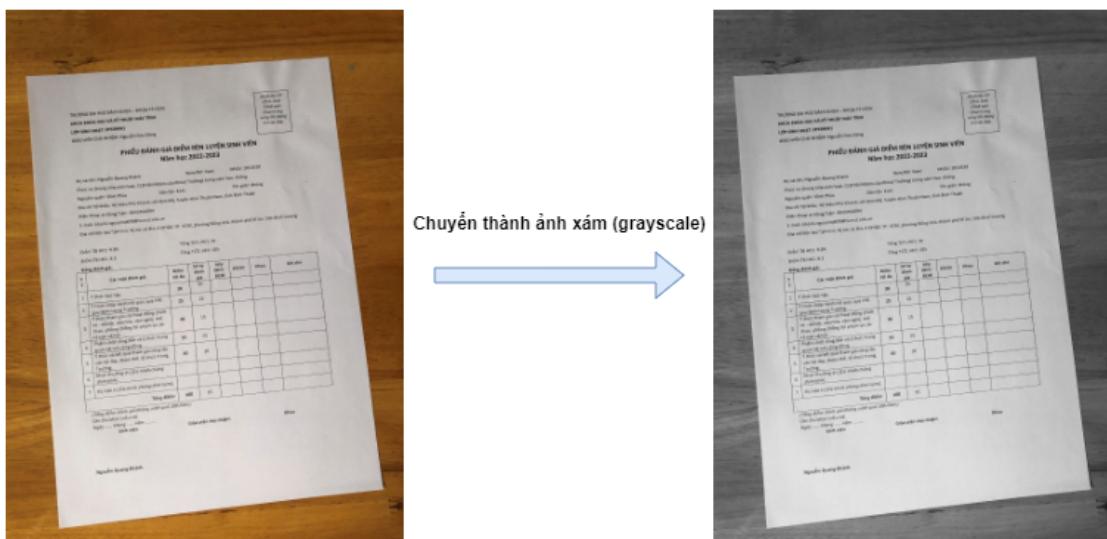
Chi tiết xử lý được đề cập trong phần này sẽ dành cho tài liệu dạng ảnh.

Mô tả vấn đề: Do tài liệu được tải lên có thể là ảnh chụp từ điện thoại, máy tính, máy quét hoặc là ảnh được tải lên từ các trang web, các tài liệu này có thể có độ phân giải khác nhau, có thể bị nghiêng, bị lệch, bị nhiễu bởi các vết bẩn, các đối tượng khác. Điều này dẫn đến việc các bounding box đánh dấu vùng chứa dữ liệu cần trích xuất có thể không chính xác. Do đó, cần có một bước xử lý trước khi trích xuất dữ liệu để đảm bảo kết quả trích xuất chính xác.

Trong bài báo cáo này, nhóm sẽ trình bày về hướng xử lý tập trung giải quyết vấn đề về độ nghiêng, lệch của tài liệu.

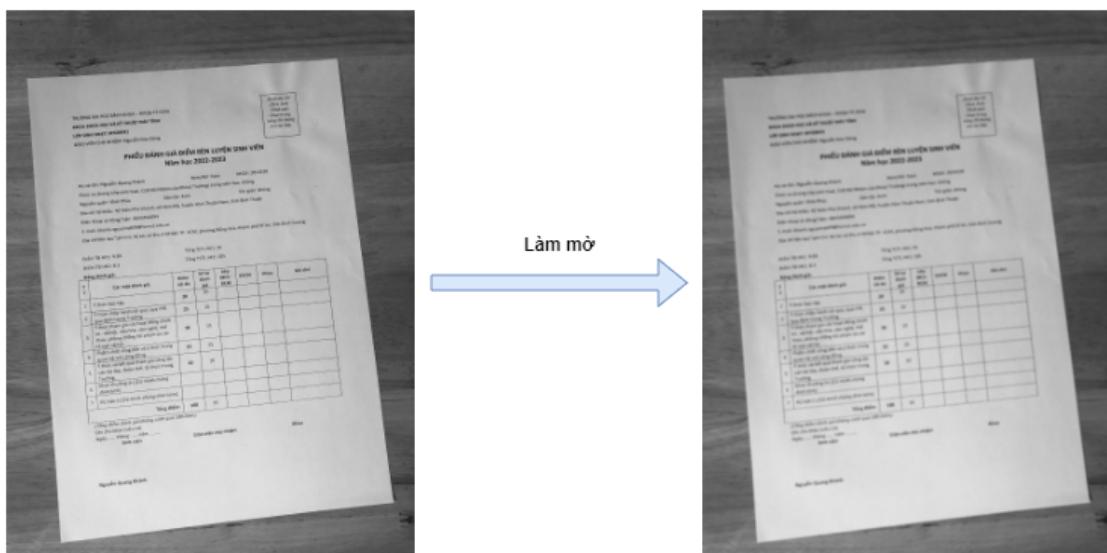
Giải pháp: Để giải quyết vấn đề về độ nghiêng, lệch của tài liệu, nhóm đề xuất sử dụng phương pháp dựa trên việc xác định vị trí của tài liệu. Cụ thể, dựa trên các kỹ thuật xử lý ảnh, hệ thống sẽ phát hiện vùng tài liệu trên ảnh bằng cách xác định viền của tài liệu. Sau đó, dựa trên bốn góc xác định từ viền, nhóm sử dụng phương pháp chuyển đổi điểm (perspective transform) để xoay và căn chỉnh tài liệu về đúng vị trí.

- **Bước 1:** Chuyển đổi từ ảnh màu thành ảnh xám (grayscale). Mục đích của bước này là để giảm bớt độ phức tạp của bài toán, từ đó tăng tốc độ xử lý và giảm tài nguyên tính toán.



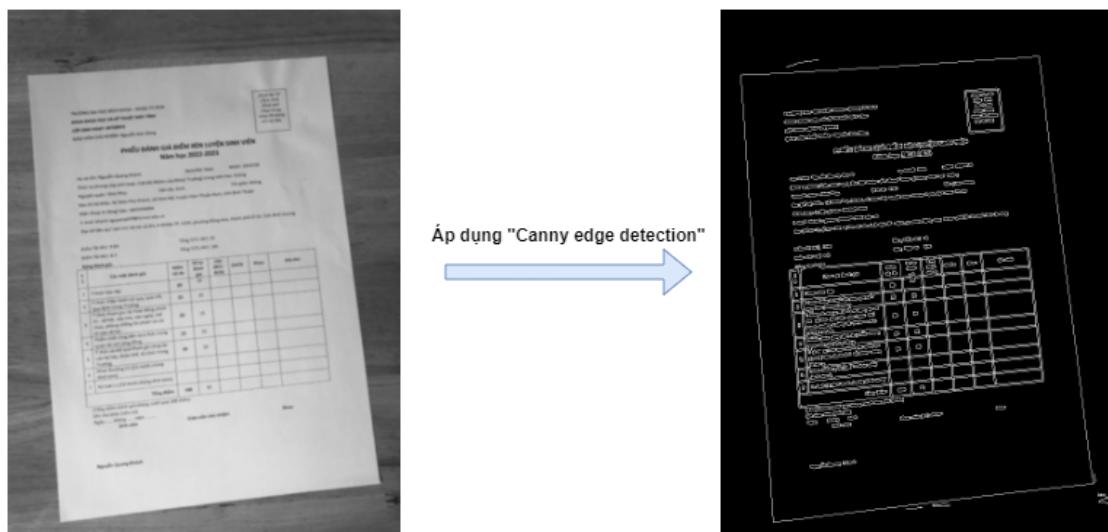
Hình 5.4.15: Chuyển đổi ảnh màu thành ảnh xám

- **Bước 2:** Áp dụng Gaussian Blur để làm mờ ảnh. Mục đích của bước này là để giảm nhiễu trên ảnh, từ đó giúp cho các bước xử lý sau đó chính xác hơn.



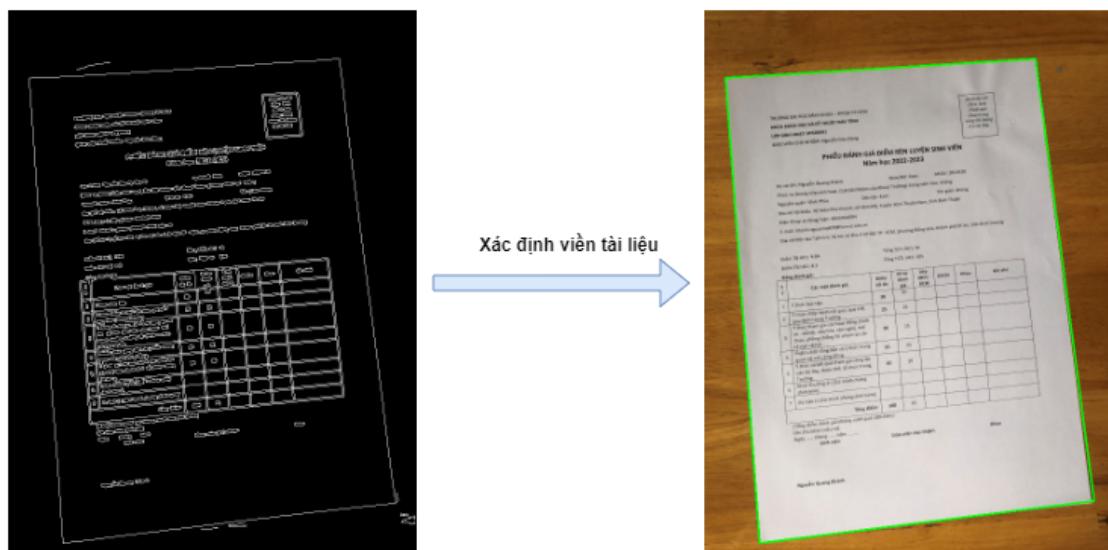
Hình 5.4.16: Áp dụng Gaussian Blur

- **Bước 3:** Áp dụng Canny Edge Detection để phát hiện các cạnh trên ảnh. Mục đích của bước này là để xác định được vùng tài liệu trên ảnh.



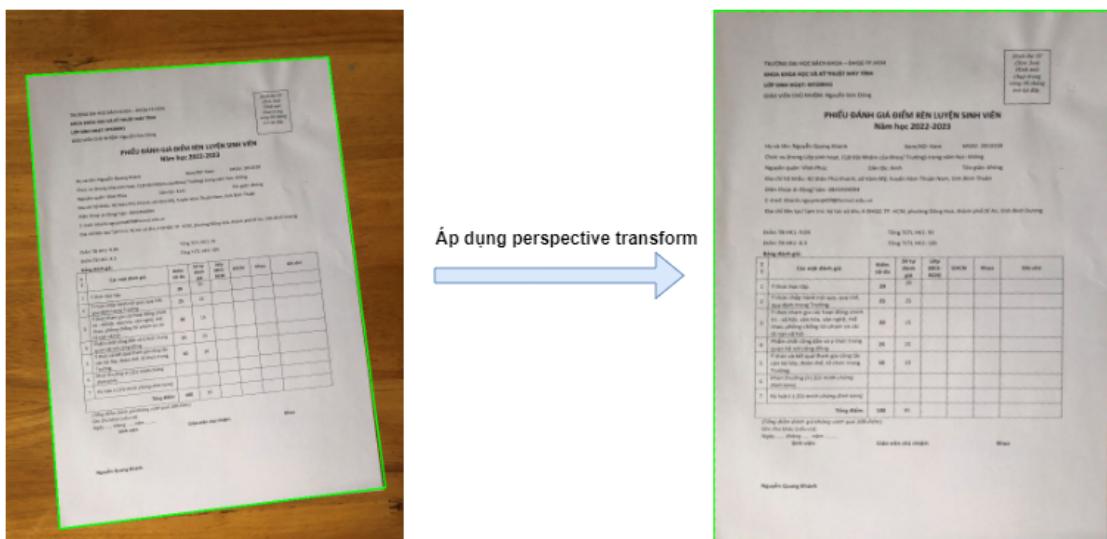
Hình 5.4.17: Áp dụng Canny Edge Detection

- **Bước 4:** Tìm tất cả các contours (viền) trên ảnh. Từ đó, tìm ra contour có diện tích lớn nhất. Contour đó sẽ được dùng làm contour của vùng tài liệu.



Hình 5.4.18: Xác định vùng tài liệu dựa trên contour có diện tích lớn nhất

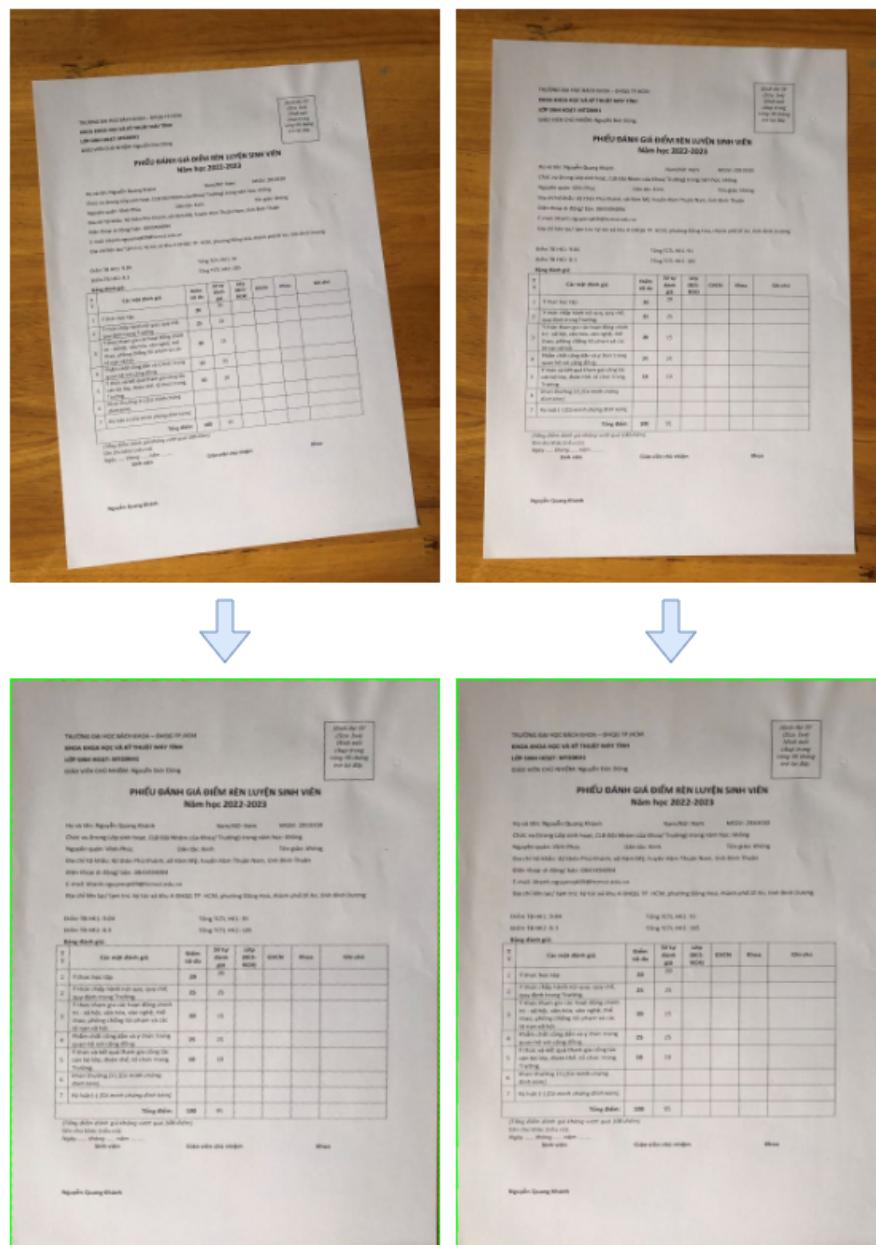
- **Bước 5:** Từ các góc xác định được dựa trên contour tìm được, áp dụng phương pháp chuyển đổi điểm (perspective transform) để xoay và căn chỉnh tài liệu về đúng vị trí.



Hình 5.4.19: Áp dụng phương pháp chuyển đổi điểm

Yêu cầu về tài liệu: Để việc xử lý tài liệu trước khi trích xuất dữ liệu đạt được kết quả tốt, tài liệu (mẫu và đầu vào) cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Tài liệu phải có độ phân giải tốt (tối thiểu mắt thường có thể nhận diện được dữ liệu).
- Tài liệu phải được chụp đầy đủ bốn góc (tài liệu không bị cắt hoặc khuyết góc). Nếu muốn trích xuất từ bảng, bốn góc của bảng trong tài liệu cần được chụp đầy đủ và bỏ qua các góc của tài liệu.
- Độ tương phản giữa viền và nền phải cao.
- Viền tài liệu (hoặc viền bảng trong tài liệu) phải rõ ràng, không bị mờ hoặc bị nhiễu bởi các đối tượng khác lân cận.



Hình 5.4.20: Ví dụ về cắp tài liệu được xử lý tốt



Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh
Trường Đại học Bách Khoa - Khoa Khoa học và Kỹ thuật Máy tính

PHIẾU ĐÁNH GIÁ ĐIỂM RÈN LUYỆN SINH VIÊN						
Năm học 2022-2023						
Họ và tên: Nguyễn Quang Khênh		Mã số sinh viên: 040102121009				
Chức vụ/Đóng góp: CLB bộ Nhôm của Trường trong năm học: không						
Nơi sinh: TP.HCM						
Địa chỉ: Số 100 Đường Nguyễn Văn Linh, Phường 10, Quận 7, TP.HCM						
Tôn giáo: Không						
Thời gian sinh năm: 2000						
Giới tính: Nữ						
Email: quangkhenh123@gmail.com						
Địa chỉ nhà: Số 100 Đường Nguyễn Văn Linh, Phường 10, Quận 7, TP.HCM, phường 10, nhà số 100, tên sinh: Nguyễn Quang Khênh						
Điện thoại: 0987 654 321						
Tổng điểm: 100						
Tổng điểm: 100						
Hạng đánh giá:						
T	Các mặt đánh giá	Diểm tối đa	Điểm đạt	Lớp	GVCN	Khoa
1	Ý thức học tập.	20	20			
2	Ý thức chấp hành nội quy, quy chế, quy định trong Trường.	25	25			
3	Ý thức tham gia các hoạt động chính trị - xã hội, văn hóa, văn nghệ, thể thao, phòng chống tội phạm và các tệ nạn xã hội.	20	15			
4	Phản ứng công dân và ý thức trong quan hệ với cộng đồng.	25	25			
5	Ý thức và kết quả tham gia công tác cán bộ lớp, đoàn thể, tổ chức trong Trường.	10	10			
6	Khen thưởng (+) [Có minh chứng đính kèm]					
7	Ký luật (-) [Có minh chứng đính kèm].					
Tổng điểm: 100 95						
Lý do đánh giá không vượt quá 100 điểm: Ghi chú: _____						
Người ký: _____						
Giáo viên chủ nhiệm: _____						
Họ tên: Nguyễn Quang Khênh						

PHIẾU ĐÁNH GIÁ ĐIỂM RÈN LUYỆN SINH VIÊN						
Năm học 2022-2023						
Họ và tên: Nguyễn Quang Khênh		Mã số sinh viên: 040102121009				
Chức vụ/Đóng góp: CLB bộ Nhôm của Trường trong năm học: không						
Nơi sinh: TP.HCM						
Địa chỉ: Số 100 Đường Nguyễn Văn Linh, Phường 10, Quận 7, TP.HCM						
Tôn giáo: Không						
Thời gian sinh năm: 2000						
Giới tính: Nữ						
Email: quangkhenh123@gmail.com						
Địa chỉ nhà: Số 100 Đường Nguyễn Văn Linh, Phường 10, Quận 7, TP.HCM, phường 10, nhà số 100, tên sinh: Nguyễn Quang Khênh						
Điện thoại: 0987 654 321						
Tổng điểm: 100						
Tổng điểm: 100						
Hạng đánh giá:						
T	Các mặt đánh giá	Diểm tối đa	Điểm đạt	Lớp	GVCN	Khoa
1	Ý thức học tập.	20	20			
2	Ý thức chấp hành nội quy, quy chế, quy định trong Trường.	25	25			
3	Ý thức tham gia các hoạt động chính trị - xã hội, văn hóa, văn nghệ, thể thao, phòng chống tội phạm và các tệ nạn xã hội.	20	15			
4	Phản ứng công dân và ý thức trong quan hệ với cộng đồng.	25	25			
5	Ý thức và kết quả tham gia công tác cán bộ lớp, đoàn thể, tổ chức trong Trường.	10	10			
6	Khen thưởng (+) [Có minh chứng đính kèm]					
7	Ký luật (-) [Có minh chứng đính kèm].					
Tổng điểm: 100 95						
Lý do đánh giá không vượt quá 100 điểm: Ghi chú: _____						
Người ký: _____						
Giáo viên chủ nhiệm: _____						
Họ tên: Nguyễn Quang Khênh						



T	Các mặt đánh giá	Điểm tối đa	SV tự đánh giá	Lớp (BCS-BCH)	GVCN	Khoa	Ghi chú
1	Ý thức học tập.	20	20				
2	Ý thức chấp hành nội quy, quy chế, quy định trong Trường.	25	25				
3	Ý thức tham gia các hoạt động chính trị - xã hội, văn hóa, văn nghệ, thể thao, phòng chống tội phạm và các tệ nạn xã hội.	20	15				
4	Phản ứng công dân và ý thức trong quan hệ với cộng đồng.	25	25				
5	Ý thức và kết quả tham gia công tác cán bộ lớp, đoàn thể, tổ chức trong Trường.	10	10				
6	Khen thưởng (+) [Có minh chứng đính kèm]						
7	Ký luật (-) [Có minh chứng đính kèm].						
Tổng điểm: 100 95							

T	Các mặt đánh giá	Điểm tối đa	SV tự đánh giá	Lớp	GVCN	Khoa	Ghi chú
1	Ý thức học tập.	20	20				
2	Ý thức chấp hành nội quy, quy chế, quy định trong Trường.	25	25				
3	Ý thức tham gia các hoạt động chính trị - xã hội, văn hóa, văn nghệ, thể thao, phòng chống tội phạm và các tệ nạn xã hội.	20	15				
4	Phản ứng công dân và ý thức trong quan hệ với cộng đồng.	25	25				
5	Ý thức và kết quả tham gia công tác cán bộ lớp, đoàn thể, tổ chức trong Trường.	10	10				
6	Khen thưởng (+) [Có minh chứng đính kèm]						
7	Ký luật (-) [Có minh chứng đính kèm].						
Tổng điểm: 100 95							

Hình 5.4.21: Ví dụ về cắp tài liệu (trích xuất bảng) được xử lý tốt

Trích xuất dữ liệu

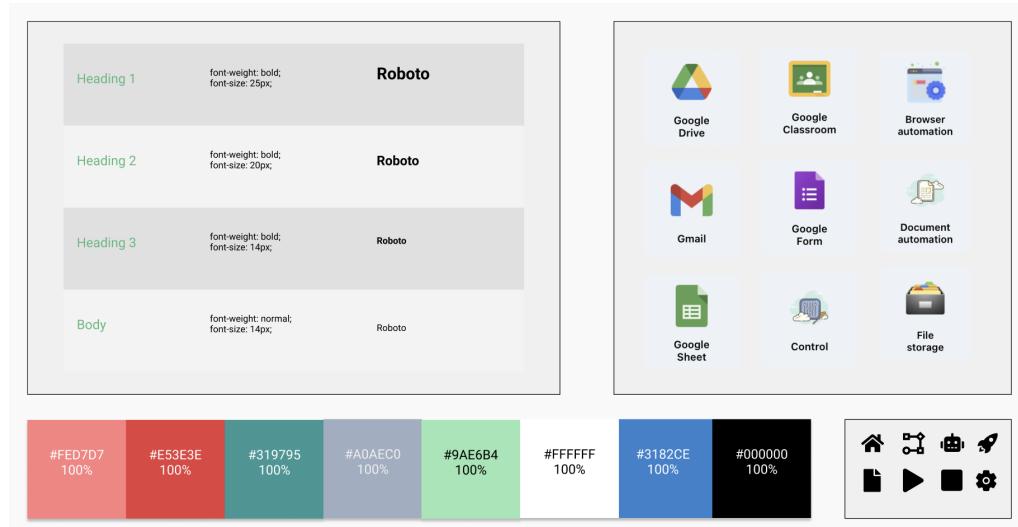
Sau khi áp dụng các bước xử lý tài liệu trước khi trích xuất, tài liệu sẽ được trích xuất dữ liệu. Tài liệu đã qua xử lý của tài liệu đầu vào và tài liệu mẫu sẽ có kích thước giống nhau. Do đó, các bounding box mà người dùng đánh dấu trên tài liệu mẫu có thể được áp dụng trực tiếp lên tài liệu đầu vào.

Khi trích xuất dữ liệu từ một tài liệu đầu vào, hệ thống sẽ cắt các bounding box đã đánh dấu trên tài liệu mẫu và áp dụng lên tài liệu đầu vào. Sau đó, sử dụng thư viện đã nêu ở phần trước (dùng VietOCR) để nhận diện các ký tự trong các bounding box đã cắt. Kết quả trả về sẽ được kết nối với tên vùng chứa tương ứng để tạo thành một dictionary với key là tên vùng chứa và value là dữ liệu trích xuất được.

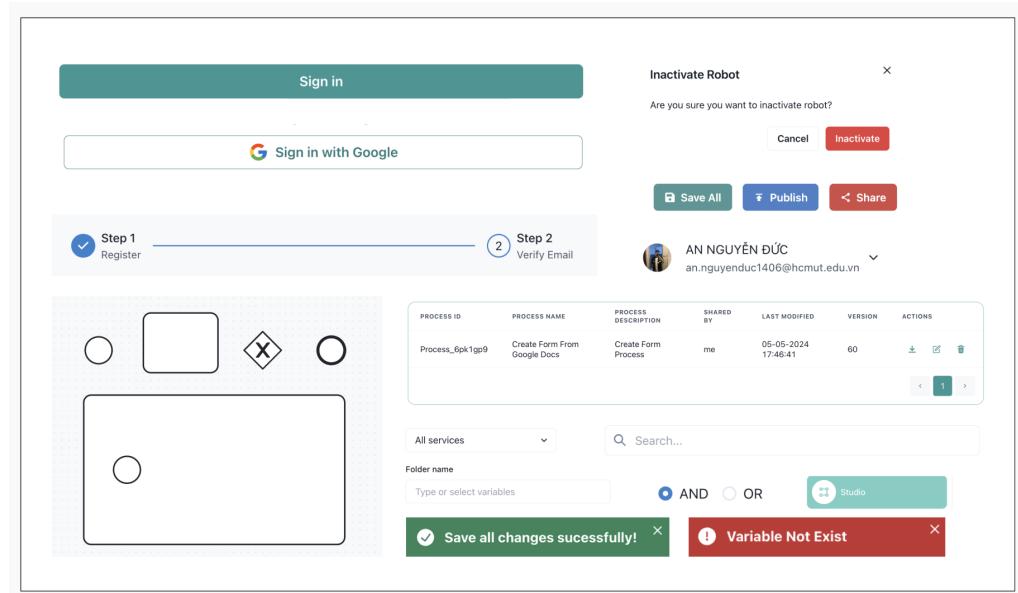
5.5 Hiển thực giao diện người dùng

5.5.1 Hệ thống thiết kế

Nhóm thiết kế, xây dựng một hệ thống các components cho phần giao diện kết hợp với thư viện Chakra UI.

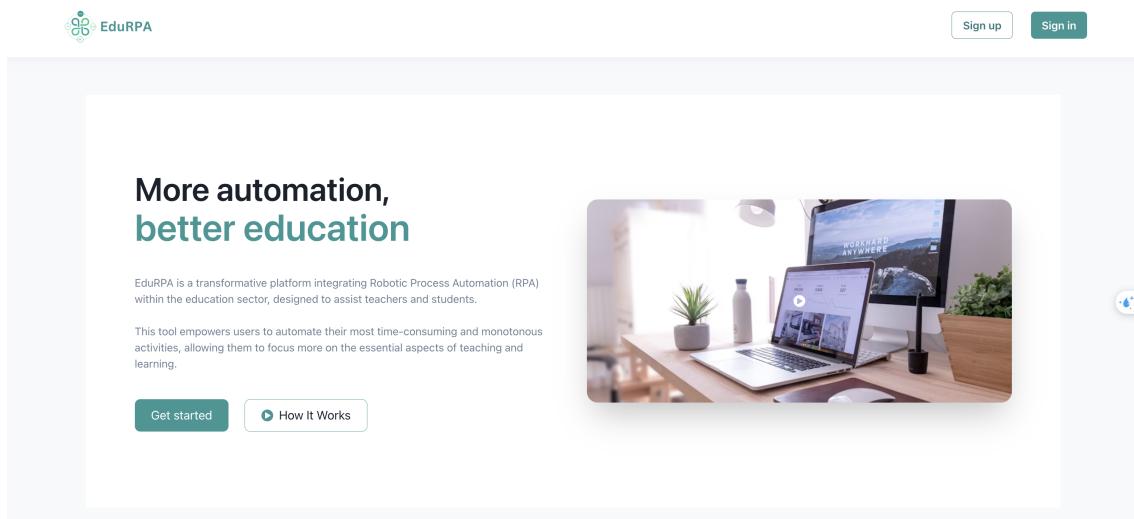


Hình 5.5.22: Hệ thống màu sắc, kích thước font chữ của giao diện



Hình 5.5.23: Hệ thống các components được sử dụng trong hệ thống

5.5.2 Trang chủ



Hình 5.5.24: Trang chủ

Trang chủ là trang giới thiệu tổng quan về tầm nhìn, mục tiêu đề tài của hệ thống EduRPA đối với cộng đồng giáo dục, thông tin về các tính năng chính, đánh giá của người dùng, mức giá và thông tin về đội ngũ phát triển. Ngoài ra, chúng tôi cung cấp một video hướng dẫn để giúp người dùng mới làm quen với hệ thống.

What We Offers

EduRPA introduces the power of RPA to the educational sector, automates essential tasks, facilitating a digital transformation in e-learning.

Design Workflow Our platform helps you to visualize, analyze your workflows in a user-friendly interface. Learn more	Utilize Packages Manage your activity packages, develop functional activities for your robots. Learn more	Compile Robot Compile your robots with ease, manage your robots, and deploy them to the cloud. Learn more
Automate Robot Robots helps you to automate repetitive tasks, reduce human error, integrate with AI technology. Learn more	Monitor Robot Monitor your robots, analyze their performance, and optimize their efficiency. Learn more	

Hình 5.5.25: Các tính năng chính của hệ thống EduRPA



Sứ mệnh chính của EduRPA là một nền tảng tự động hóa quy trình giáo dục, giảm thiểu công sức, thời gian, chi phí cho giáo viên, giúp họ tập trung vào việc giảng dạy, quản lý hơn.

- **Thiết kế quy trình:** cho phép người dùng chủ động thiết kế quy trình tự động hóa theo nhu cầu.
- **Cung cấp các gói tính năng:** cung cấp các gói dịch vụ như Google Workspace, Document Automation, OCR, cho phép người dùng cung cấp các đầu vào và đầu ra cho quy trình.
- **Biên dịch quy trình thành robot code:** biên dịch quy trình thiết kế thành mã code để chạy robot.
- **Tự động hóa triển khai hạ tầng robot:** triển khai hạ tầng server, lưu trữ để chạy robot trên môi trường điện toán đám mây Amazon Web Services (AWS).
- **Giám sát robot:** theo dõi tình trạng robot, log thực thi, tài nguyên sử dụng.

Our Clients Speak

Client expectations are always the foremost priority guiding our platform to continuous improvement and enhancement.

Easy To Use

Thanks to this platform, I can now effortlessly automate the creation of e-learning exams, grade them, and receive the results in Gmail with just a few clicks.



Duc An
High School Teacher

Saving Time

Applying AI in automatic grading is a good idea, it helps me save a lot of time and effort.



Dai Vinh
Online Teacher

Outstanding Service

Outstanding service that far exceeded my expectations, with a team that went above and beyond. Truly exceptional!



Quang Khanh
Student

Hình 5.5.26: Nhận xét của người dùng về hệ thống

Ngoài ra, trang hiển thị một số đánh giá của người dùng về hệ thống EduRPA. Đây là những nhận xét, đóng góp thiết thực để nhóm liên tục cập nhật, hoàn thiện hệ thống cho phù hợp với nhu cầu của cộng đồng.



Plans that fit your need

Start with 14-day free trial. No credit card needed. Cancel at anytime.

Hobby

\$ 5 /month

- ✓ Unlimited build minutes
- ✓ 1GB robot function storage.
- ✓ 2GB file storage.

[Start trial](#)

MOST POPULAR

Growth

\$ 10 /month

- ✓ Unlimited build minutes.
- ✓ 3GB robot function storage.
- ✓ 2GB file storage.

[Start trial](#)

Scale

\$ 15 /month

- ✓ Unlimited build minutes
- ✓ 5GB robot function storage.
- ✓ 4GB file storage.

[Start trial](#)

Hình 5.5.27: Một số mức giá người dùng có thể áp dụng

Bên cạnh đó, trang hiển thị một số mức giá để người dùng lựa chọn, nếu có nhu cầu sử dụng thêm tài nguyên của hệ thống. Phần kinh phí này được sử dụng để nhóm duy trì và mở rộng hệ thống về lâu dài.

Who We Are

We are a thesis team majoring in Computer Science from VNU-HCMUT, Viet Nam. This platform represents our wholehearted contribution to the community by applying RPA technology into the digital transformation of education.



Huỳnh Đại Vinh
MT20KHTN, VNU-HCMUT
Software Engineer



Nguyễn Đức An
MT20KHTN, VNU-HCMUT
Software Engineer



Nguyễn Quang Khanh
MT20KHTN, VNU-HCMUT
Software Engineer

Hình 5.5.28: Danh sách thành viên đồng sáng lập hệ thống EduRPA

Trang hiển thị thông tin của nhóm tác giả đồng sáng lập ra hệ thống EduRPA. Nhóm mong muốn sẽ tạo ra một sản phẩm đóng góp cho cộng đồng và tạo động lực cho quá trình chuyển đổi số, tự động hóa với lĩnh vực RPA trong giáo dục.



Contact Us

Feel free to reach out to us anytime. We're here to assist you with any questions or concerns you may have.

Contact

Fill up the form below to contact

Phone: 0852531027

Email: edurpa.contact@gmail.com

Address: 268 Lý Thuong Kiet, HCMC, Viet Nam

Social Media: [Facebook](#) [Twitter](#) [YouTube](#)

Your Name

Email

Message

Send Message

Hình 5.5.29: Thông tin người dùng cần để liên lạc với đội ngũ phát triển

Trang cung cấp thêm thông tin để người dùng có thể liên lạc với đội ngũ phát triển.

5.5.3 Nhóm các trang đăng nhập, đăng ký, thông tin người dùng

Trang đăng nhập

Sign upSign in

Welcome

Enter your email and password to sign in

Email Email is required

Password

[Forgot password?](#)

Sign in

or log in with Google

[Sign in with Google](#)

Hình 5.5.30: Trang đăng nhập

Người dùng có thể thực hiện các tính năng đăng nhập sau:



1. Đăng nhập bằng form: Người dùng có thể nhập địa chỉ email và mật khẩu của mình vào các trường tương ứng để đăng nhập vào hệ thống EduRPA. Đầu vào của người dùng sẽ được hệ thống validate cho đảm bảo hợp lệ.
2. Đăng nhập bằng Google: Nếu không muốn nhập thông tin đăng nhập thủ công, người dùng cũng có thể chọn đăng nhập thông qua tài khoản Google của mình bằng cách nhấp vào nút "Sign in with Google".

Trang đăng ký

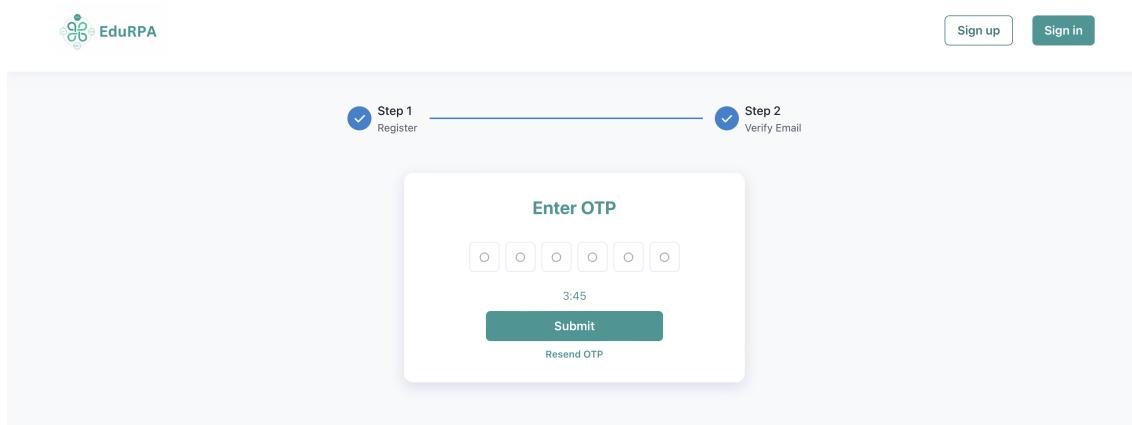
The screenshot shows the registration process for EduRPA. At the top, there are navigation buttons for 'Sign up' and 'Sign in'. Below this, a progress bar indicates 'Step 1 Register' is active, while 'Step 2 Verify Email' is the next step. The main area is titled 'Register Form' and contains fields for 'Full Name', 'Email', and 'Password'. There is also a 'Sign up with Google' button. A note says 'or fill in the form'. At the bottom of the form, there is a 'Sign up' button and a link 'Already have an account? Sign in ?'.

Hình 5.5.31: Trang đăng ký

Đối với người dùng mới chưa có tài khoản, họ có thể tạo tài khoản mới bằng cách điền thông tin cần thiết vào form hoặc tạo tài khoản bằng Google. Sau khi điền form thành công, người dùng sẽ được điều hướng sang trang xác thực OTP.



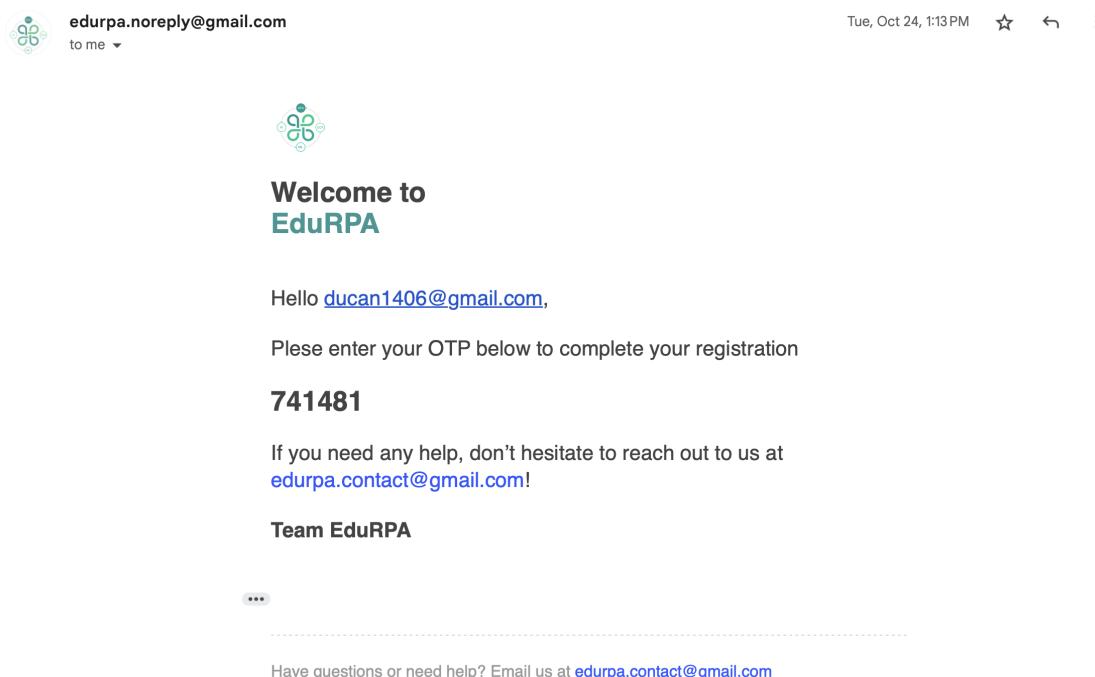
Trang xác thực OTP



Hình 5.5.32: Trang xác thực OTP

Sau khi người dùng hoàn thành bước đầu tiên bằng cách điền thông tin cần thiết vào biểu mẫu đăng ký, hệ thống sẽ tự động tạo ra một mã OTP (One-Time Password) gồm 6 chữ số và gửi qua email của người dùng, OTP sẽ có hiệu lực trong vòng 5 phút kể từ khi người dùng vào bước xác thực. Nếu không nhận được email, người dùng có thể sử dụng tính năng gửi lại OTP.

Giao diện Email chứa OTP xác thực người dùng

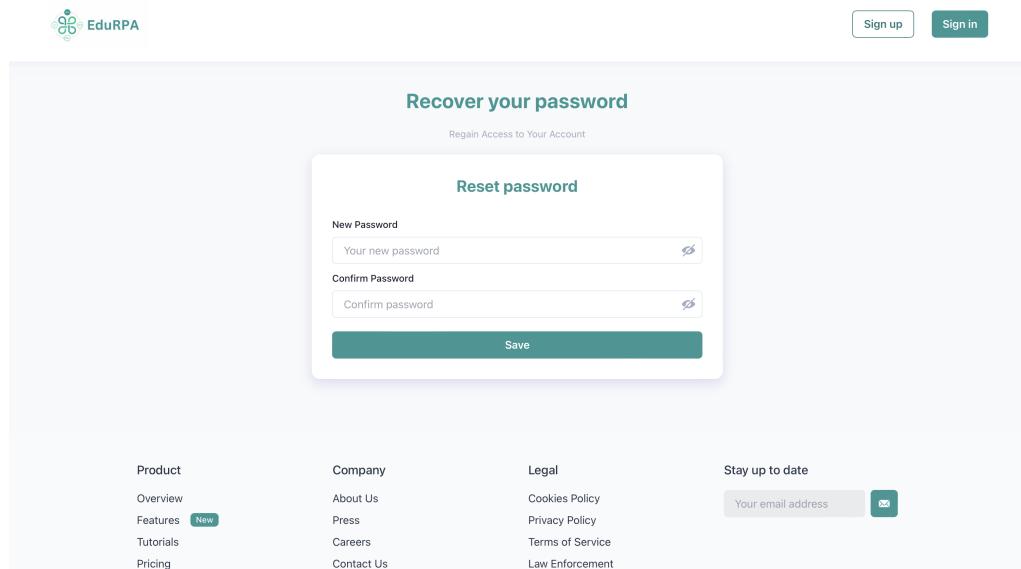


Hình 5.5.33: Email gửi OTP cho người dùng



Email xác thực OTP sẽ được gửi qua email của người dùng, người dùng nhập mã 6 chữ số đã nhận được vào trường thông tin yêu cầu để xác thực. Người dùng cần nhập đúng 6 chữ số này để hoàn tất quá trình đăng nhập vào hệ thống.

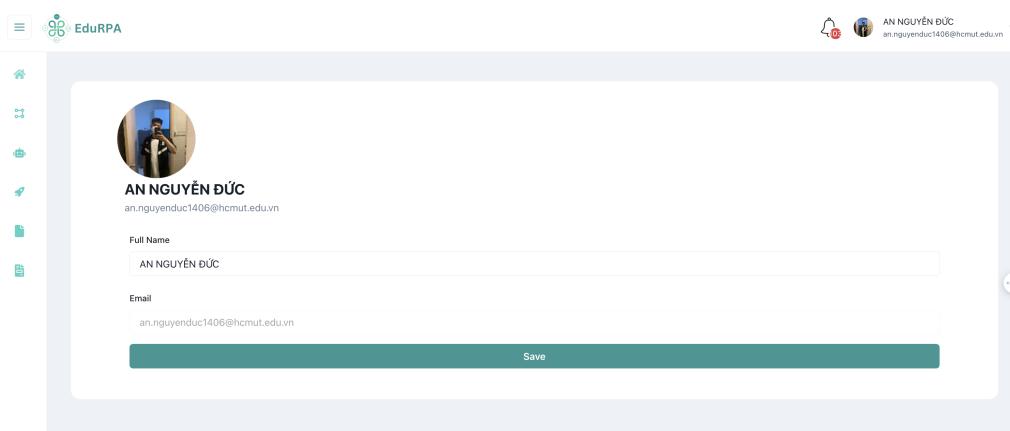
Trang khôi phục mật khẩu



Hình 5.5.34: Trang khôi phục mật khẩu

Nếu người dùng quên mật khẩu, họ có thể sử dụng liên kết "Forgot password?" để chọn khôi phục mật khẩu, đường dẫn đến trang đổi mật khẩu sẽ được gửi qua email của tài khoản người dùng.

Trang thông tin người dùng



Hình 5.5.35: Trang thông tin người dùng

Người dùng có thể thay đổi thông tin cơ bản như họ tên, cập nhật avatar ở trang thông tin người dùng.

5.5.4 Nhóm các trang thiết kế quy trình

Trang danh sách các quy trình

The screenshot shows the 'Process List' page in the EduRPA interface. At the top right, there is a user profile for 'AN NGUYỄN ĐỨC' with the email 'an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn'. Below the header, there is a search bar and buttons for 'New Process' and 'Import Process'. The main area displays a table with two rows of process details:

PROCESS ID	PROCESS NAME	PROCESS DESCRIPTION	SHARED BY	LAST MODIFIED	VERSION	ACTIONS
Process_NGQvVAs	Create Drive Process	Create Drive Process Description	me	06-05-2024 12:33:36	0	
Process_6pk1gp9	Create Form From Google Docs	Create Form Process	me	06-05-2024 05:54:20	69	

Below the table, there is a section titled 'Select from our templates' featuring several icons representing different process types.

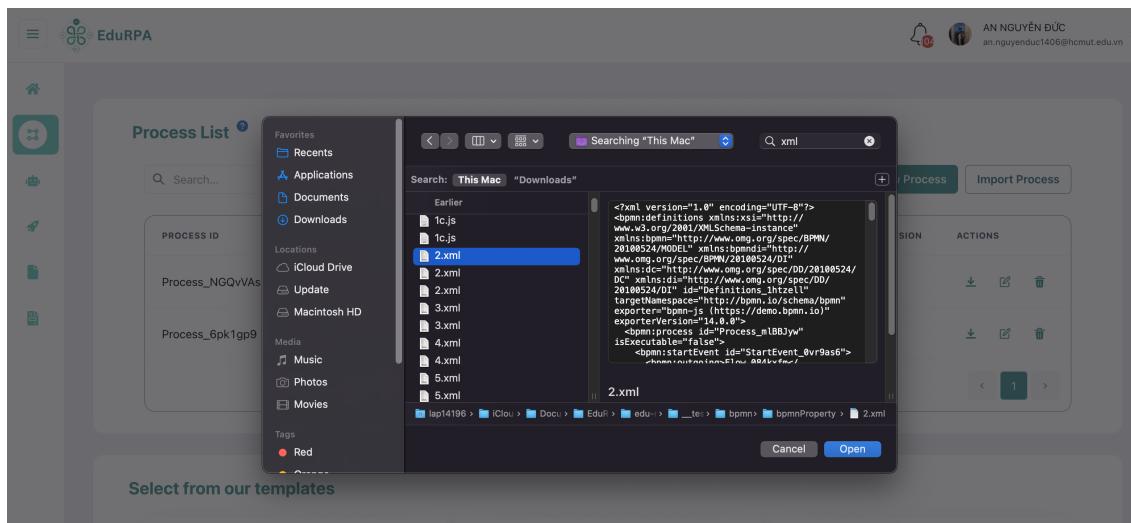
Hình 5.5.36: Trang danh sách các quy trình

Hệ thống sẽ hiển thị danh sách các dự án quy trình mà người dùng đã thiết kế ở dạng bảng. Người dùng có thể thực hiện các tính năng như xem chi tiết, chỉnh sửa, xoá, tải về quy trình hiện có ở định dạng XML để lưu trữ hoặc chia sẻ với người khác.

Trang tạo quy trình mới

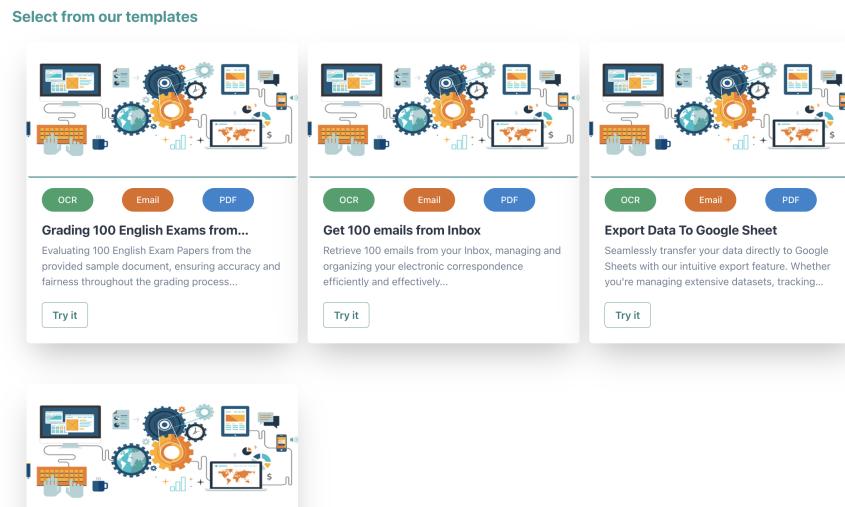
The screenshot shows the 'Create new process' dialog box overlaid on the 'Process List' page. The dialog box has fields for 'Process name' (set to 'Automation Grading Process') and 'Description' (set to 'Process for grading Math Exam in Math'). At the bottom right of the dialog box are 'Cancel' and 'Save' buttons. The background shows the same process list as in Figure 5.5.36, with the second row selected.

Hình 5.5.37: Trang tạo quy trình mới



Hình 5.5.38: Trang tải lên quy trình mới

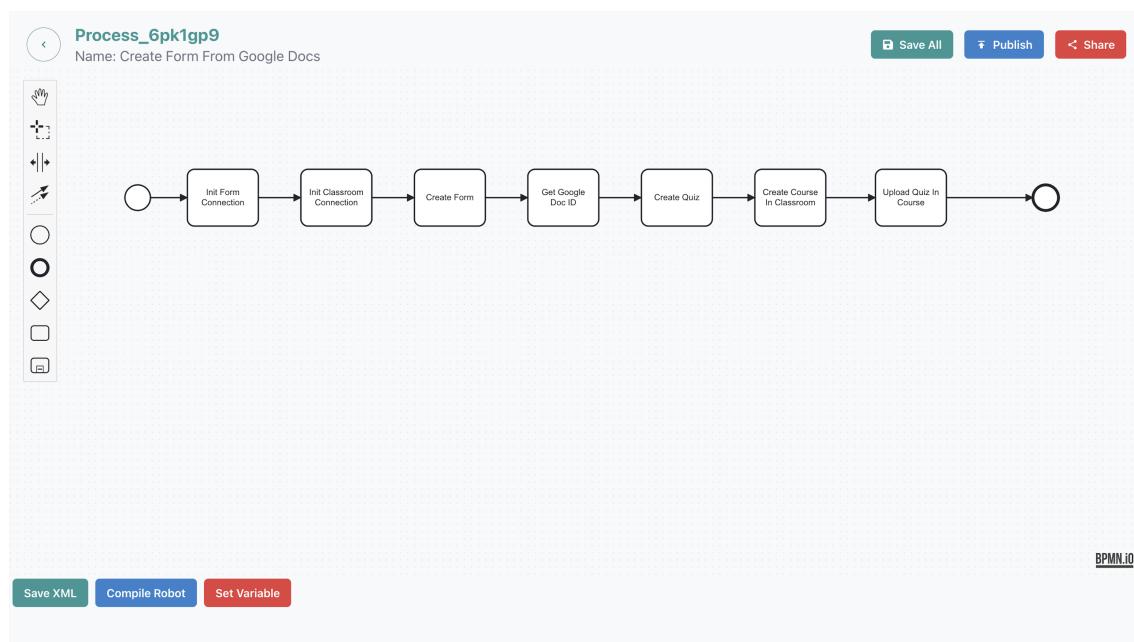
Người dùng có thể tạo quy trình mới hoàn toàn hoặc tải quy trình ở dạng file XML từ máy tính cá nhân, lưu ý cấu trúc file tải lên phải đúng với cấu trúc quy trình BPMN.



Hình 5.5.39: Một số mẫu template quy trình của hệ thống

Ngoài ra, người dùng mới có thể sử dụng các mẫu template quy trình được hệ thống để sẵn sàng cho một số tác vụ phổ biến.

Trang studio

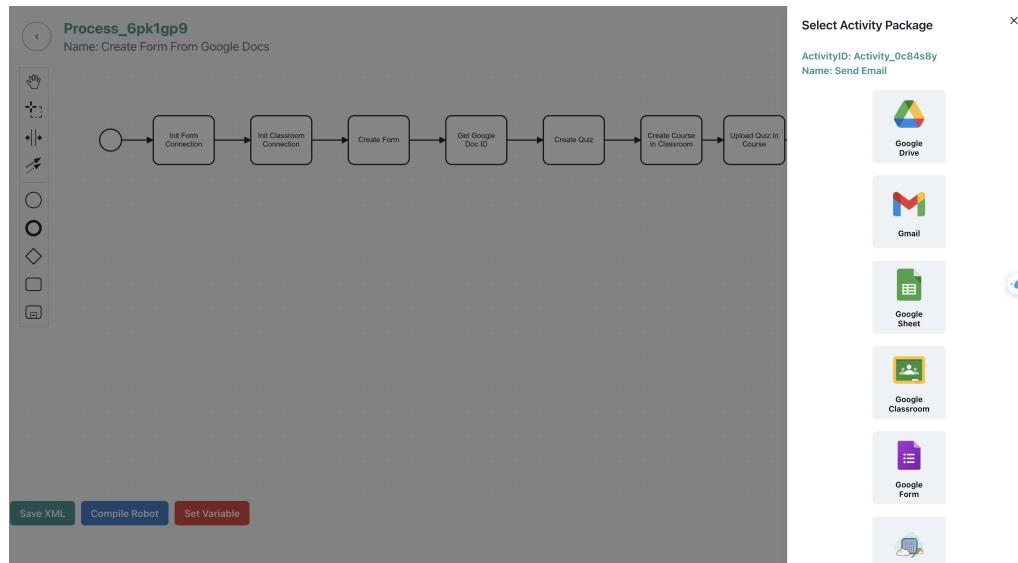


Hình 5.5.40: Trang Studio của hệ thống dùng để thiết kế quy trình

Tại giao diện studio của hệ thống, người dùng có thể thiết kế quy trình bằng công cụ BPMN để mô hình hoá nghiệp vụ của mình. Ngoài ra, người dùng có thể thực hiện các chức năng chính sau:

- **Biên dịch quy trình:** người dùng biên dịch thử quy trình đã thiết kế để kiểm tra các lỗi về thiết kế quy trình, lỗi khi thực thi robot, cũng như sự hợp lệ của đầu vào các thuộc tính.
- **Xuất bản thành robot code:** quy trình sau khi được xuất bản sẽ được chuyển thành robot code, có thể xem chi tiết ở trang Robot, đoạn code này có thể được tái sử dụng để chạy ở những lần sau.
- **Chia sẻ quy trình:** người dùng có thể chia sẻ bản thiết kế quy trình thông qua các email khác, để họ có thể cộng tác hoặc sử dụng quy trình đã thiết kế.
- **Tải về quy trình:** người dùng có thể tải quy trình sau khi thiết kế về máy tính cá nhân để lưu trữ.
- **Cài đặt danh sách biến:** người dùng có thể lưu trữ các biến được sử dụng để truyền vào thay cho các thuộc tính trong thanh properties hoặc dùng để lưu trữ kết quả xuất ra sau khi thực thi activity.

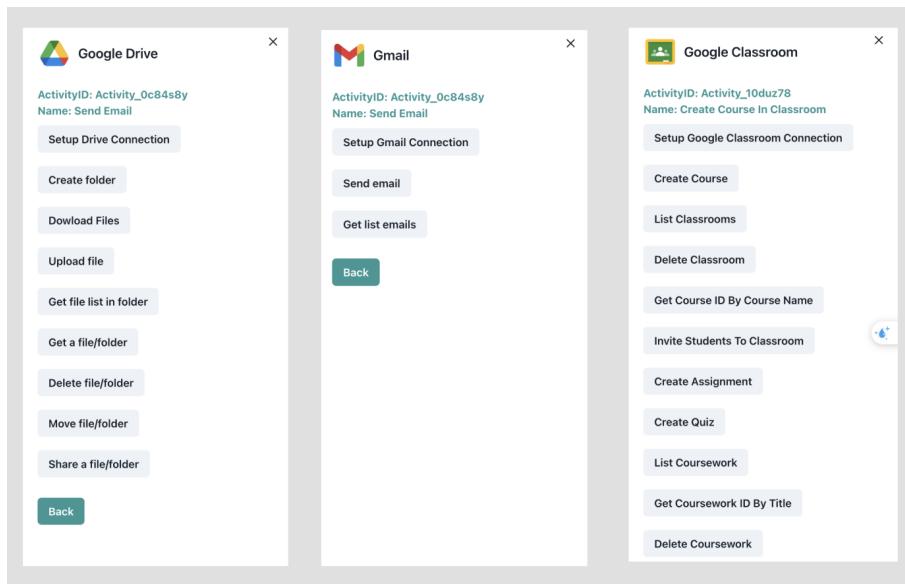
Trang các Activity Packages của hệ thống



Hình 5.5.41: Giao diện thanh thuộc tính tương ứng với activity

Trong thanh thuộc tính, người dùng có thể chọn các Activity Package bao gồm các dịch vụ được hỗ trợ bởi hệ thống, bao gồm: Google Drive, Gmail, Google Sheet, Google Classroom, Google Form, Control Block, Data Manipulation, Browser Automation, Document Automation, File Storage.

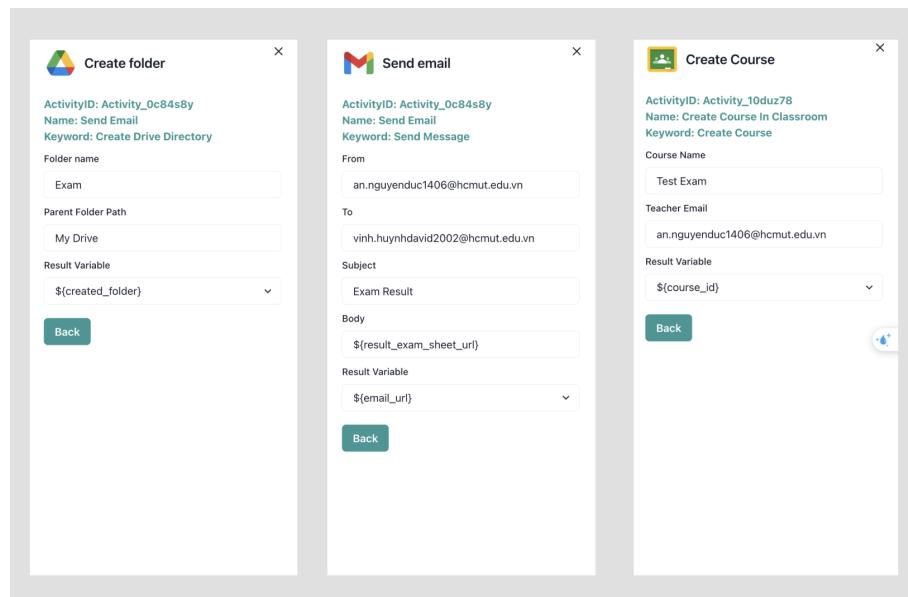
Trang xem chi tiết các Activity



Hình 5.5.42: Danh sách các activity trong package

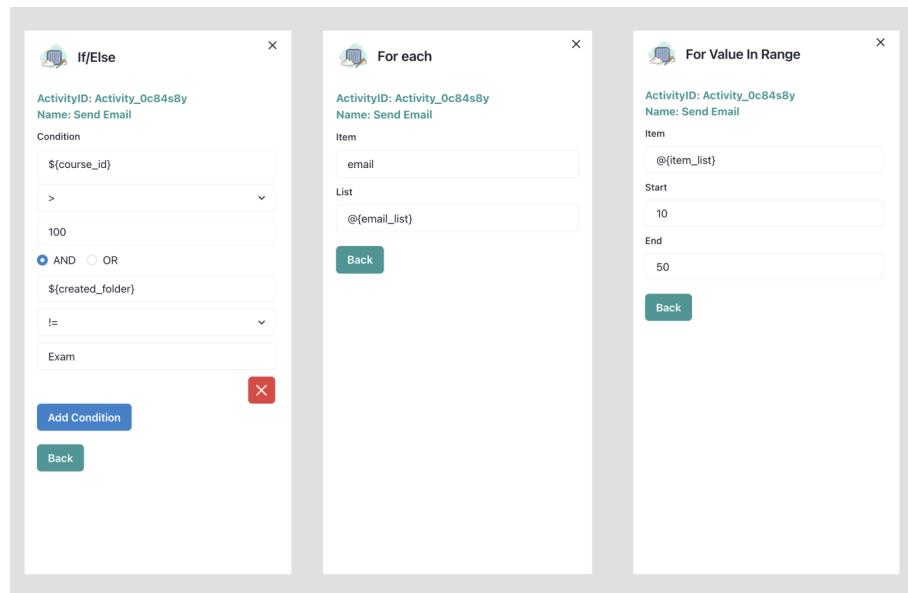
Người dùng có thể chọn các activity tương ứng với dịch vụ mà họ muốn sử dụng, sau đó nhập các thông tin cần thiết vào các trường thuộc tính tương ứng.

Trang điền thông tin các thuộc tính của activity



Hình 5.5.43: Trang điền thuộc tính cho activity

Sau khi chọn Activity, tại bước này người dùng sẽ nhập thông tin các trường thuộc tính giá trị đầu vào cho các activity đã chọn.



Hình 5.5.44: Các thuộc tính liên quan đến các khối rẽ nhánh, vòng lặp

Ngoài ra, người dùng cũng có thể thiết lập các điều kiện rẽ nhánh, lặp tương ứng với quy trình mà họ muốn thiết kế. Đây là một cải tiến của nhóm so với các phần mềm RPA dịch robot hiện tại.

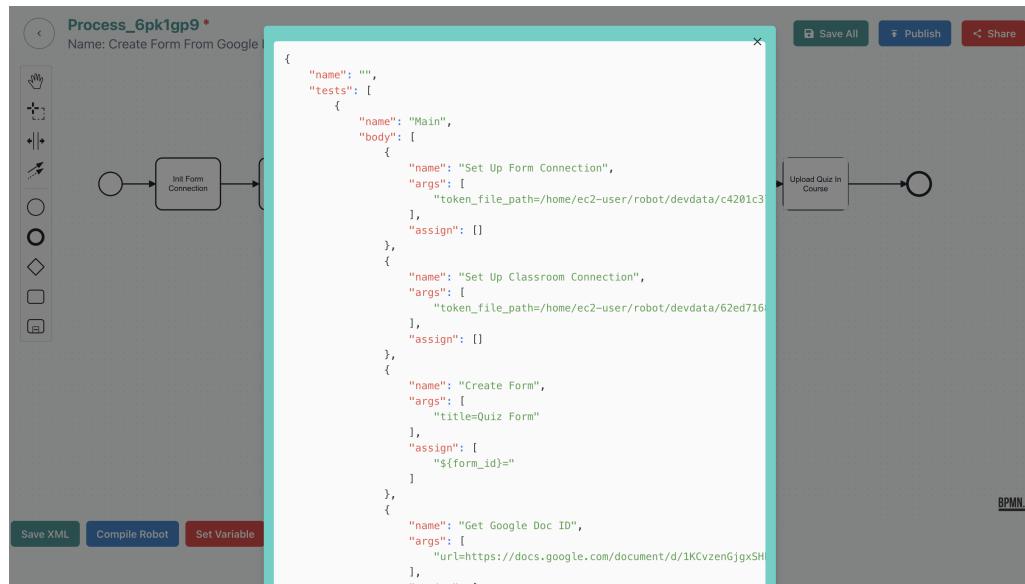
Trang định nghĩa thông tin biến môi trường

ID	NAME	VALUE	TYPE	IS ARGUMENT	ACTIONS
1	form_id		String	toggle	<button>Remove</button>
2	doc_id		String	toggle	<button>Remove</button>
3	quiz_url		String	toggle	<button>Remove</button>
4	course_id		String	toggle	<button>Remove</button>
5	classroom_quiz_url		String	toggle	<button>Remove</button>
6	email_list	[vinh.huynhdavid2002@hcmut.edu.vn,]	List	toggle	<button>Remove</button>
7	data_map	{"name": "Nguyen Duc An", MSSV: "201	Dictionary	toggle	<button>Remove</button>

Hình 5.5.45: Trang định nghĩa thông tin biến môi trường

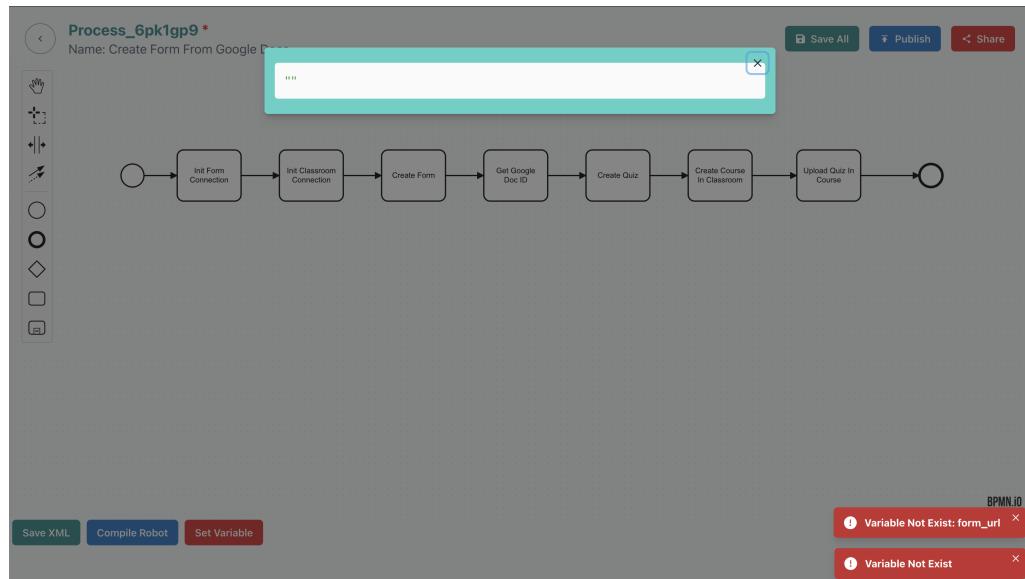
Người dùng có thể định nghĩa thông tin biến môi trường tương ứng, được dùng để truyền vào thanh thuộc tính hoặc để lưu trữ kết quả trả về của Activity. Các biến môi trường có thể bao gồm các kiểu dữ liệu như: String, Number, Boolean, File, List, Dictionary, Document Template.

Trang biên dịch Robot



Hình 5.5.46: Trang biên dịch robot

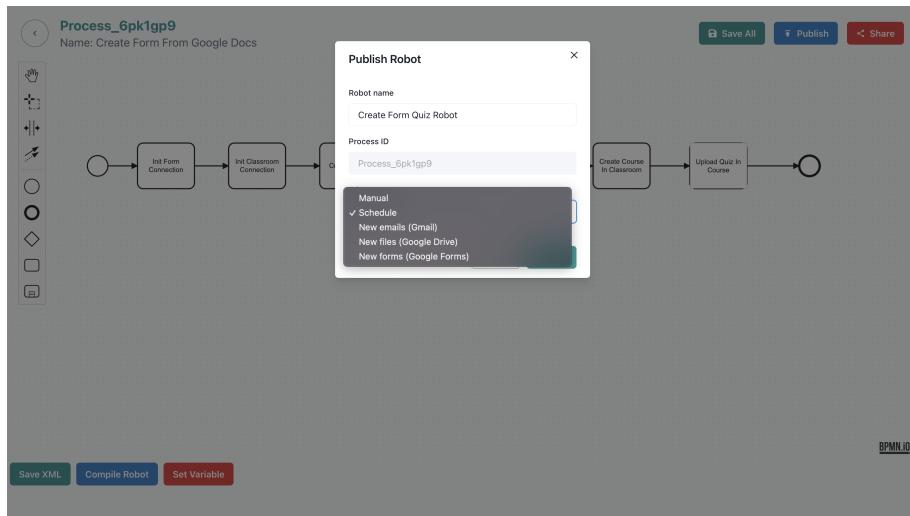
Sau khi hoàn thành thiết kế quy trình, người dùng có thể biên dịch và xem trước các thông số về robot code, những biến đầu vào tương ứng với quy trình đã thiết kế.



Hình 5.5.47: Trang biên dịch robot khi thất bại

Trong trường hợp biên dịch mã code thất bại, hệ thống sẽ thông báo lỗi biên dịch (compile-time error) để người dùng có thể sửa chữa.

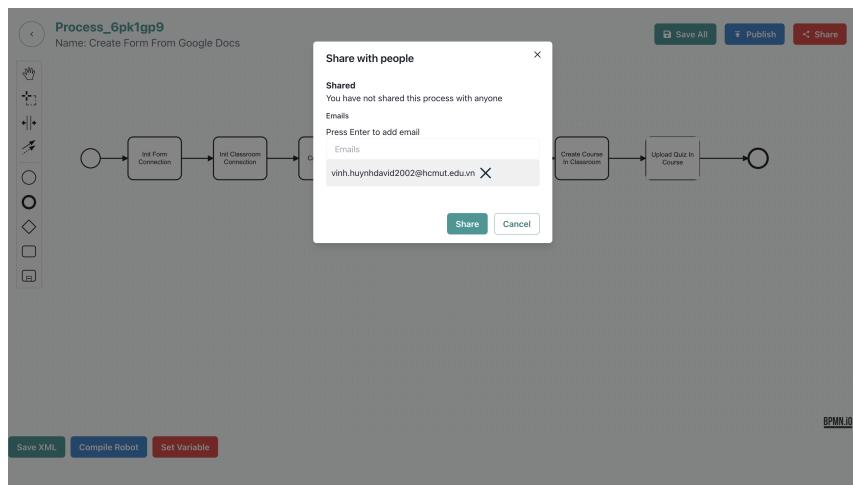
Trang xuất bản Robot



Hình 5.5.48: Trang xuất bản robot

Sau khi biên dịch thành công, người dùng có thể xuất bản robot code để chạy robot trên hệ thống.

Trang chia sẻ quy trình



Hình 5.5.49: Trang chia sẻ robot

Người dùng có thể chia sẻ quy trình đã xuất bản với người khác thông qua email.

5.5.5 Nhóm các trang của khối robot

Trang tổng quan robot

Hình 5.5.50: Trang danh sách robot

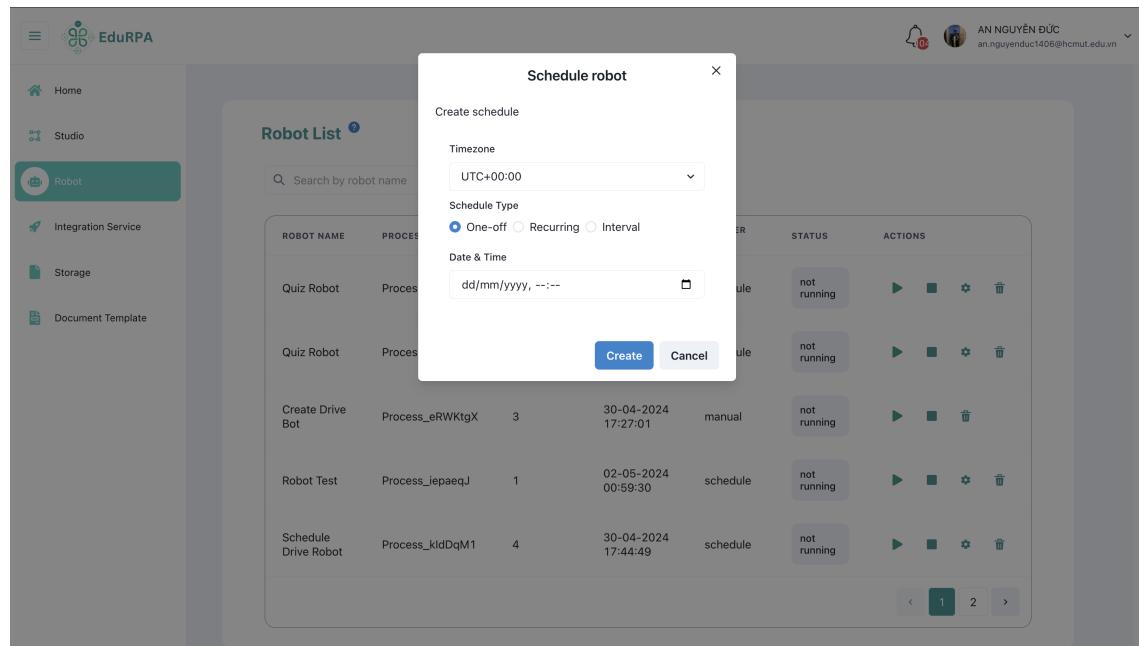
Hệ thống sẽ hiển thị danh sách các robot của người dùng ở dạng bảng. Người dùng có thể thực hiện các tính năng như chạy robot, xem log thực thi, xem thông số chạy robot, chỉnh sửa thông tin robot, xoá robot... Ngoài ra, người dùng có thể chạy robot một cách thủ công (manual), hoặc định thời gian chạy của robot (schedule) để tự động hoá quy trình.

Trạng thái trong quá trình chạy robot

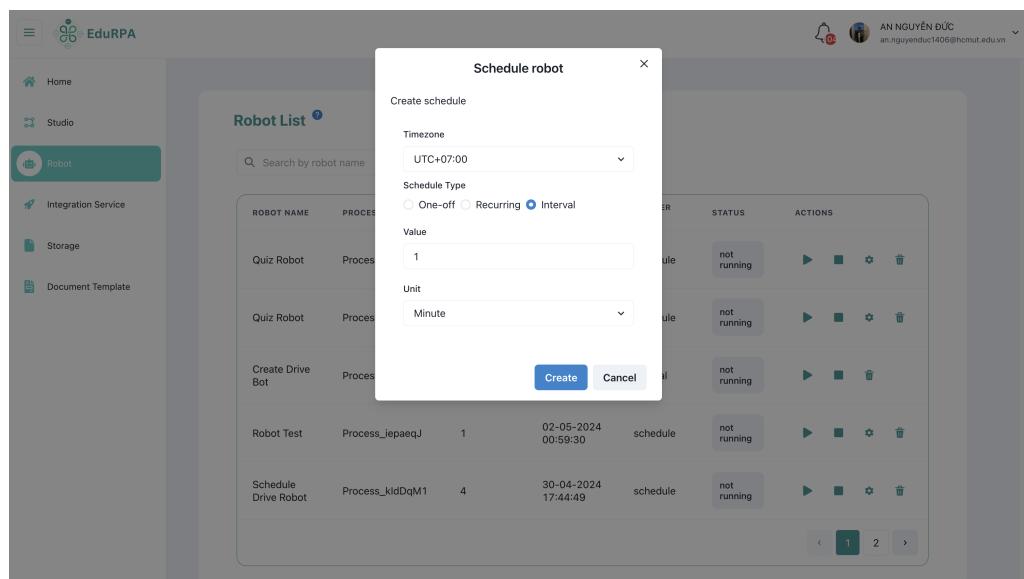
Hình 5.5.51: Các trạng thái robot trong quá trình chạy

Người dùng có thể chạy, dừng và theo dõi trạng thái hoạt động của robot. Robot bao gồm 4 trạng thái sau: Not Running, Pending, Running, Stopping.

Trang định thời robot



Hình 5.5.52: Định thời robot chạy đúng một lần



Hình 5.5.53: Định thời robot lặp lại nhiều lần sau một khoảng thời gian

Người dùng có thể định thời robot chạy một lần hoặc lặp lại nhiều lần sau một khoảng thời gian tùy theo nhu cầu.



Trang xem tổng quan lịch sử log thực thi robot

The screenshot shows the 'Robot Information' interface. At the top, it displays the Robot ID, Process ID, and Version. Below this, a large green bar indicates the robot is 'not running'. A navigation bar at the bottom includes 'Log' (which is selected), 'Log Detail', 'Dashboard', and 'Connection'. The main area is a log viewer with a search bar and a timestamp selector. The log entries show the setup of the robot state, the download of robot code, and the completion of the download.

LOG	STEP NAME	ARGUMENTS	STATUS	START TIME	END TIME	ELAPSED TIME	ACTIONS
1	EduRPA.Google.Set Up Form Connection	token_file_path=/home/ec2-user/robot/devdata/c4201c370ee0d013b8a1b11e9c23a3b70a83eed3ee5c5fea05150cdec2588bb1.json	PASS	5/5/2024, 3:41:38 PM	5/5/2024, 3:41:38 PM	0 seconds	...
2	EduRPA.Google.Set Up Classroom Connection	token_file_path=/home/ec2-user/robot/devdata/62ed71689f07c7d2a15753bbc1691281a32717321f0f0912df17918321abda7.json	PASS	5/5/2024, 3:41:38 PM	5/5/2024, 3:41:38 PM	0 seconds	...
3	EduRPA.Google.Create Form	title=Quiz Form	PASS	5/5/2024, 3:41:38 PM	5/5/2024, 3:41:45 PM	7 seconds	...

Hình 5.5.54: Trang xem tổng quan log thực thi robot

Người dùng có thể chủ động chạy, dừng robot tại bất kỳ thời điểm nào, hệ thống sẽ ghi lại log thực thi robot. Người dùng có thể xem chi tiết log, thời gian chạy, trạng thái chạy của robot ngay trong quá trình chạy của robot, từ đó có thể xác định lỗi của robot và sửa chữa kịp thời.

Trang xem chi tiết log thực thi robot

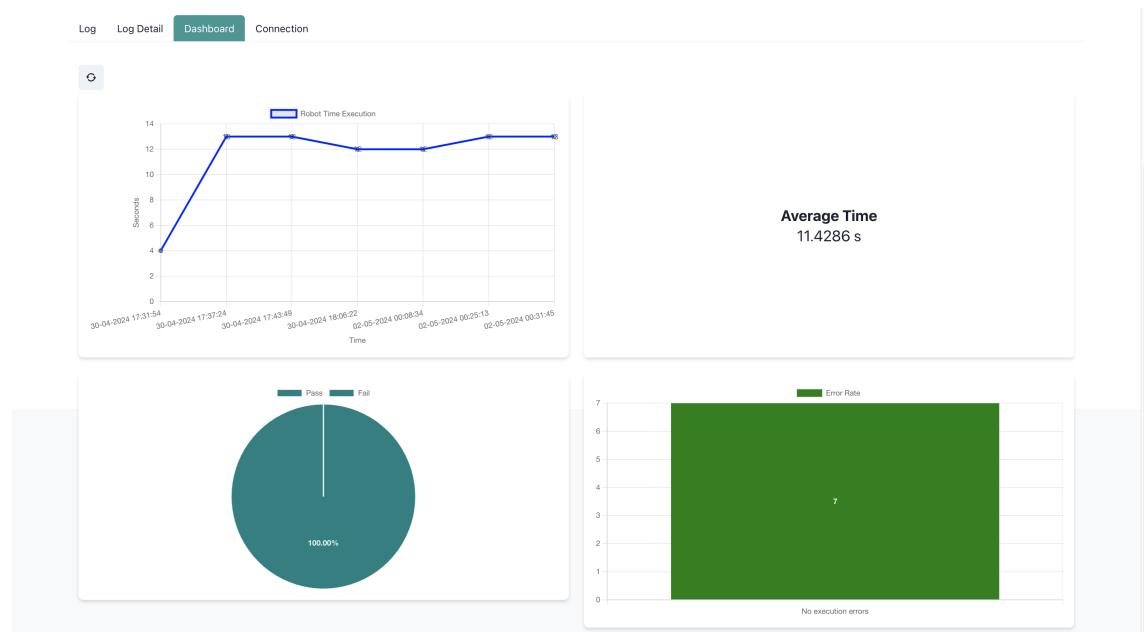
The screenshot shows the 'Log Detail' interface. It displays a table of log entries with columns for Log ID, Step Name, Arguments, Status, Start Time, End Time, Elapsed Time, and Actions. The first two steps pass successfully, while the third step fails due to a file cache issue. The log entries provide detailed command-line arguments and timestamps for each step's execution.

LOG ID	STEP NAME	ARGUMENTS	STATUS	START TIME	END TIME	ELAPSED TIME	ACTIONS
1	EduRPA.Google.Set Up Form Connection	token_file_path=/home/ec2-user/robot/devdata/c4201c370ee0d013b8a1b11e9c23a3b70a83eed3ee5c5fea05150cdec2588bb1.json	PASS	5/5/2024, 3:41:38 PM	5/5/2024, 3:41:38 PM	0 seconds	...
2	EduRPA.Google.Set Up Classroom Connection	token_file_path=/home/ec2-user/robot/devdata/62ed71689f07c7d2a15753bbc1691281a32717321f0f0912df17918321abda7.json	PASS	5/5/2024, 3:41:38 PM	5/5/2024, 3:41:38 PM	0 seconds	...
3	EduRPA.Google.Create Form	title=Quiz Form	FAIL	5/5/2024, 3:41:38 PM	5/5/2024, 3:41:45 PM	7 seconds	...

Hình 5.5.55: Trang xem chi tiết log thực thi robot

Nguoi dùng có thể xem chi tiết log thực thi robot, thông tin về các bước thực thi, thời gian thực thi, lỗi phát sinh, tài nguyên sử dụng, kết quả trả về, cũng như chi tiết lỗi cụ thể (run-time error) của robot. Ngoài ra, người dùng có thể chọn để xem lịch sử log thực thi của robot theo thời gian cụ thể.

Trang giám sát tài nguyên robot



Hình 5.5.56: Trang giám sát hiệu năng trong quá trình thực thi robot

Người dùng có thể giám sát hiệu năng của robot bằng các thông số và đồ thị như:

- Biểu đồ đường về thời gian thực thi của robot sau các lần chạy, từ đó tính được thời gian chạy trung bình.
- Biểu đồ cột thống kê số lỗi xảy ra từ đó xác định xem lỗi nào phổ biến nhất.
- Biểu đồ tròn tỉ lệ thành công khi chạy của robot.



Trang quản lý các kết nối của robot

The screenshot shows a dashboard titled "Robot Information". At the top, there is a status bar with the text "not running" and three small icons. Below this is a navigation bar with tabs: Log, Log Detail, Dashboard, and Connection (which is selected). A search bar and a dropdown menu for "All services" are also present. The main area displays a table of connected services:

SERVICE	CONNECTION NAME	CREATED AT	STATUS	ACTION
	an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	21-02-2024 00:30:31	Connected	Activated
	an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	09-03-2024 14:29:06	Connected	Activated

Hình 5.5.57: Trang quản lý các kết nối robot

Người dùng có thể xem danh sách các kết nối robot, kích hoạt hoặc bắt hoạt kết nối, cũng như xem chi tiết thông tin kết nối.

Thông báo thời gian thực cho người dùng về trạng thái robot

The screenshot shows the "Robot List" section of the EduRPA interface. A modal window titled "Notification detail" is open, displaying information about a stopped robot process:

Title: Robot Process_6pk1gp9: stopped
Type: ROBOT_EXECUTION
Content: 2024-05-05T16:46:41.959Z: Robot Process_6pk1gp9:32 change state to stopped
Created at: 2024-05-05T16:46:42.163Z

Below the modal, the main table lists five robots:

ROBOT NAME	PROCESS ID	CREATED AT	USER	STATUS	ACTIONS	
Quiz Robot	Process_6pk1gp9	32	05-05-2024 14:04:49	schedule	not running	[Actions]
Quiz Robot	Process_6pk1gp9	38	05-05-2024 16:20:00	schedule	not running	[Actions]
Create Drive Bot	Process_eRWkkgX	3	30-04-2024 17:27:01	manual	not running	[Actions]
Robot Test	Process_lepeaqJ	1	02-05-2024 00:59:30	schedule	not running	[Actions]
Schedule Drive Robot	Process_kidDqm1	4	30-04-2024 17:44:49	schedule	not running	[Actions]

Hình 5.5.58: Thông báo cho người dùng về trạng thái robot

Hệ thống sẽ thông báo cho người dùng về trạng thái robot, thông báo lỗi, thông báo thành công, thông báo cảnh báo, thông báo cập nhật.

5.5.6 Nhóm các trang bao gồm kết nối người dùng với các dịch vụ

Trang danh sách các kết nối

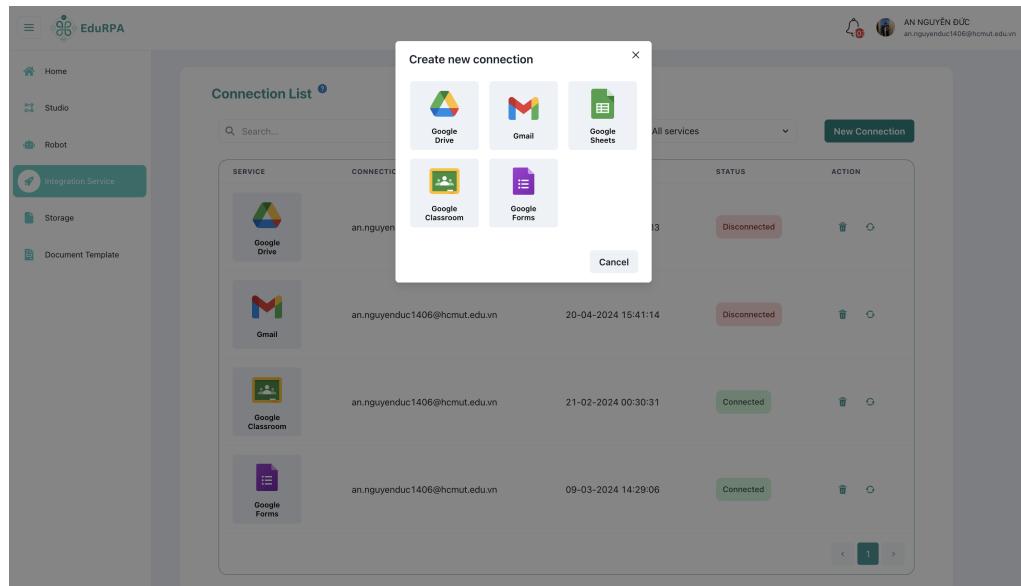
The screenshot shows the 'Connection List' page of the EduRPA software. The left sidebar has a navigation menu with 'Home', 'Studio', 'Robot', 'Integration Service' (which is highlighted in green), 'Storage', and 'Document Template'. The main area is titled 'Connection List' and contains a table with four rows. The columns are 'SERVICE', 'CONNECTION NAME', 'CREATED AT', 'STATUS', and 'ACTION'. The rows represent connections to Google Drive, Gmail, Google Classroom, and Google Forms, all associated with the email 'an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn'. The first two connections are labeled 'Disconnected' in red, while the last two are labeled 'Connected' in green. Each row has a trash can icon in the 'ACTION' column.

SERVICE	CONNECTION NAME	CREATED AT	STATUS	ACTION
Google Drive	an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	15-02-2024 20:56:33	Disconnected	trash
Gmail	an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	20-04-2024 15:41:14	Disconnected	trash
Google Classroom	an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	21-02-2024 00:30:31	Connected	trash
Google Forms	an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	09-03-2024 14:29:06	Connected	trash

Hình 5.5.59: Trang danh sách các kết nối

Hệ thống sẽ hiển thị danh sách trạng thái các kết nối của người dùng ở dạng bảng. Một người dùng có thể tạo nhiều kết nối tới một dịch vụ tương ứng, mỗi kết nối được xác định bằng địa chỉ email của người dùng. Ngoài ra, người dùng có thể kết nối lại khi kết nối hết hạn hoặc xoá kết nối.

Trang tạo kết nối mới



Hình 5.5.60: Trang tạo kết nối mới

Người dùng có thể tạo kết nối mới đối với các dịch vụ bên thứ ba tương ứng.

Trang xem chi tiết robot đang sử dụng kết nối

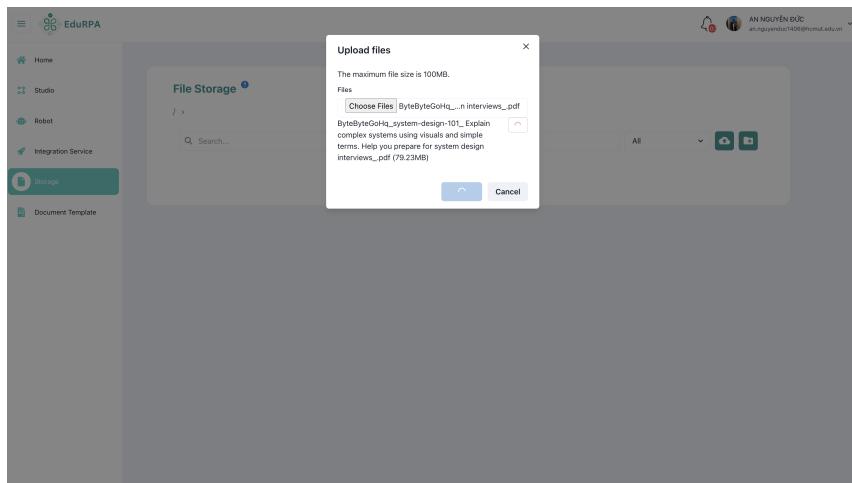
ROBOT NAME	PROCESS ID	PROCESS VERSION	CREATED AT	TRIGGER TYPE	STATUS	ACTIONS
Post Drive Test Robot	Process_LSzOxMK	2	2024-05-02T00:57:09.119Z	schedule	not running	
Post Test Drive Bot 2	Process_UbNa0XV	3	2024-05-02T00:55:23.999Z	schedule	not running	
Create Drive Bot	Process_eRWKtgX	3	2024-04-30T17:27:01.848Z	manual	not running	
Post Test Drive Bot	Process_UbNa0XV	2	2024-05-02T00:54:13.463Z	schedule	not running	
Robot Test	Process_jepeaqJ	1	2024-05-02T00:59:30.070Z	schedule	not running	

Hình 5.5.61: Trang xem chi tiết các robot đang sử dụng kết nối

Người dùng có thể xem chi tiết, quản lý các robot đang sử dụng kết nối tương ứng.

5.5.7 Nhóm các trang quản lý tài liệu

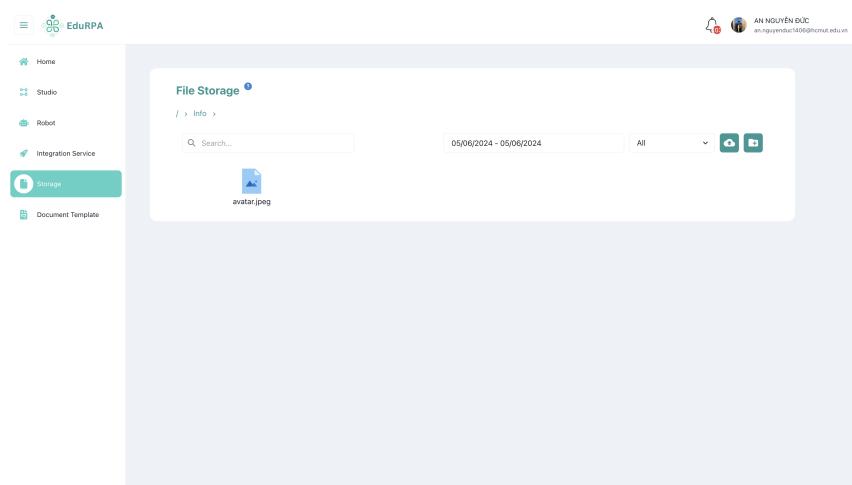
Trang tải lên tài liệu



Hình 5.5.62: Trang tải lên tài liệu

Người dùng có thể tải lên tài liệu từ máy tính cá nhân lên hệ thống, sau đó lưu trữ, sử dụng cho quy trình thiết kế hoặc chia sẻ với người khác.

Trang kho lưu trữ của người dùng

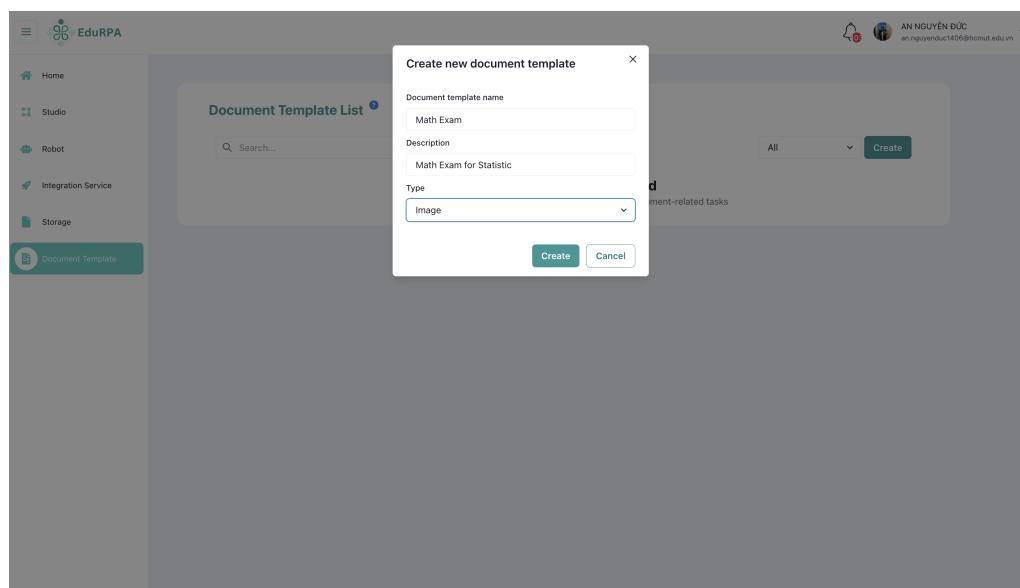


Hình 5.5.63: Trang kho lưu trữ của người dùng

Trang này sẽ lưu trữ một kho tài liệu của người dùng bao gồm file tự upload, hoặc file kết quả thực thi được sinh ra từ robot. Người dùng có thể tạo thư mục, tải lên, xoá, sắp xếp, tìm kiếm file trong kho lưu trữ của mình.

5.5.8 Nhóm các trang quản lý Document Template

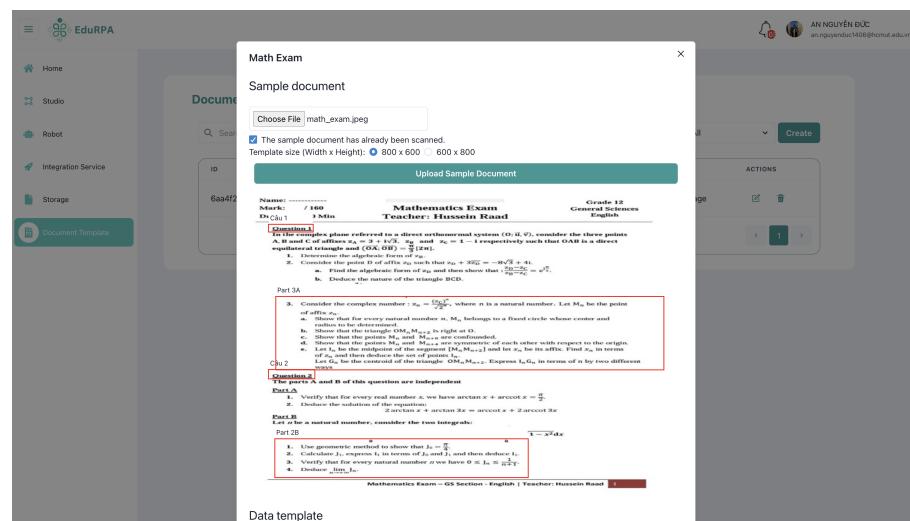
Trang tạo mới Document Template



Hình 5.5.64: Trang tạo mới Document Template

Người dùng có thể tạo mới Document Template, nhập thông tin cần thiết, sau đó lưu trữ, sử dụng cho quy trình thiết kế hoặc chia sẻ với người khác.

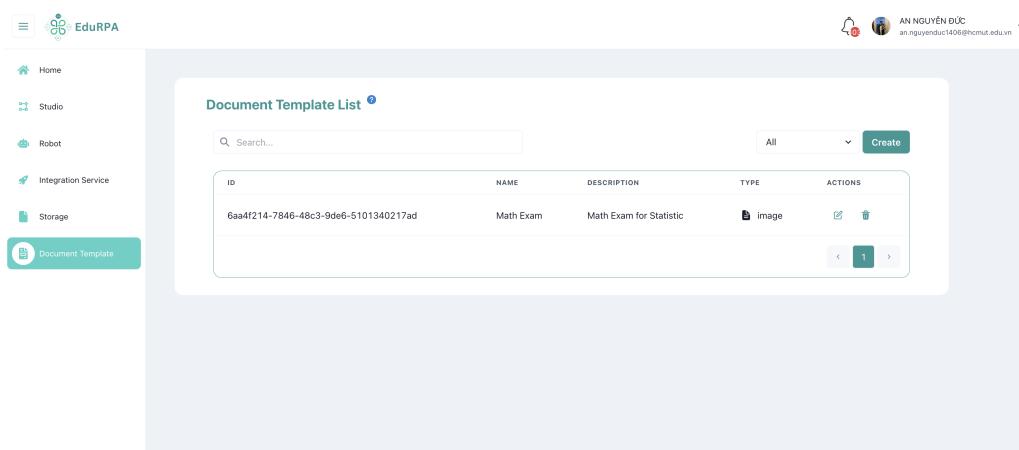
Trang khoanh vùng bounding box, đánh nhãn dữ liệu cho Document Template



Hình 5.5.65: Trang khoanh vùng bounding box, đánh nhãn dữ liệu cho Document Template

Người dùng có thể khoanh vùng bounding box, đánh nhãn dữ liệu để xác định vị trí của các trường thông tin cần điền vào Document Template.

Trang danh sách Document Template



Hình 5.5.66: Trang danh sách Document Template

Hệ thống sẽ hiển thị danh sách Document Template của người dùng ở dạng bảng. Người dùng có thể tìm kiếm, lọc danh sách, xem chi tiết, chỉnh sửa, xoá Document Template.

5.6 Hiện thực HTTP API cho hệ thống

5.6.1 Mô tả chung

Các API được hiện thực bằng NestJS, một framework được xây dựng trên NodeJS. Các API này sẽ được cung cấp bởi một server HTTP, được xây dựng bằng ExpressJS, một framework NodeJS phổ biến. Khi hiện thực bằng NestJS, hệ thống sẽ được chia thành các module (một module thể hiện một đơn vị luận lý chịu trách nhiệm cho một phần nhất định của hệ thống). Các module hiện tại của hệ thống được mô tả như sau:

- **Auth:** Module này chịu trách nhiệm xác thực người dùng và ủy quyền đến các hệ thống bên thứ ba (Google, Gmail,...). Module này cũng cung cấp các API cho các chức năng tương ứng.
- **User:** Module này chịu trách nhiệm quản lý người dùng và cung cấp các API liên quan đến việc quản lý người dùng.



- **Process:** Module này chịu trách nhiệm quản lý các process (như tạo, lưu, xoá process) và cung cấp các API liên quan đến việc quản lý các process.
- **Connection:** Module này chịu trách nhiệm quản lý các connection và cung cấp các API liên quan đến việc quản lý các connection.
- **File Storage:** Module này chịu trách nhiệm lưu trữ và quản lý các file của người dùng.
- **Document template:** Module này chịu trách nhiệm xử lý và cung cấp các API liên quan đến việc quản lý các document template.
- **Notification:** Module này chịu trách nhiệm tạo và gửi thông báo cho người dùng.
- **Robot:** Module này chịu trách nhiệm quản lý và vận hành robot. Các API của module này sẽ được sử dụng để tương tác với robot như kích hoạt robot, dừng robot, lấy trạng thái của robot,...
- **Robot report:** Module này cung cấp các API liên quan đến việc truy vấn báo cáo của robot (ví dụ như báo cáo lỗi của robot).

Các API của hệ thống (trừ một số API xác thực và uỷ quyền như đăng ký, đăng nhập) đều được bảo vệ bởi một lớp middleware, chịu trách nhiệm xác thực người dùng và kiểm tra quyền trước khi cho phép người dùng truy cập vào các API đó. Cụ thể, lớp middleware này có thể được cấu hình để thực hiện một trong hai dạng xác thực tùy thuộc vào API:

- Xác thực dựa trên JWT (JSON Web Token). Token này được sinh ra khi người dùng đăng nhập thành công và được gửi kèm với mỗi request đến server. Server sẽ xác thực token này và kiểm tra quyền của người dùng (dựa trên role người dùng và role cần thiết của API) trước khi cho phép người dùng truy cập vào API.
- Xác thực dựa trên Service key. Hình thức xác thực này dùng để bảo mật các API mà người dùng không được phép truy cập. Các API này sẽ được sử dụng bởi các bộ phận, dịch vụ trong hệ thống (ví dụ AWS Lambda Function).

Điều này giúp hệ thống trở nên bảo mật hơn, ngăn chặn được các request trái phép từ phía người dùng.



5.6.2 Chi tiết các API

Chi tiết các API sẽ được mô tả ở bảng 5.3

Auth module: /auth	
Endpoint	Mô tả
POST /login	Đăng nhập người dùng
POST /register	Đăng ký người dùng mới
POST /verify-otp	Xác thực OTP
POST /resend-otp	gửi lại OTP
GET /google	Đăng nhập người dùng bằng Google
GET /google/callback	Callback sau khi người dùng đăng nhập bằng Google
GET /drive	Phân quyền Google Drive
GET /drive/callback	Callback sau khi phân quyền Google Drive
GET /gmail	Phân quyền Gmail
GET /gmail/callback	Callback sau khi phân quyền Gmail
GET /sheets	Phân quyền Google Sheets
GET /sheets/callback	Callback sau khi phân quyền Google Sheets
GET /classroom	Phân quyền Google Classroom
GET /classroom/callback	Callback sau khi phân quyền Google Classroom
GET /forms	Phân quyền Google Forms
GET /forms/callback	Callback sau khi phân quyền Google Forms
User module: /user	
Endpoint	Mô tả
GET /me	Lấy thông tin của người dùng hiện tại
PUT /me	Cập nhật thông tin người dùng hiện tại
POST /me/avatar	Cập nhật hình đại diện của người dùng hiện tại
Process module: /process	
Endpoint	Mô tả
GET /	Lấy danh sách process của người dùng
POST /	Tạo process mới
GET /count	Lấy số lượng process của người dùng
GET /{id}	Lấy chi tiết một process của người dùng
PUT /{id}	Cập nhật siêu dữ liệu của process
DELETE /{id}	Xoá một process
PUT /{id}/save	Cập nhật chi tiết của một process
POST /{id}/share	Chia sẻ một process



GET /{id}/shared	Lấy danh sách người dùng đã chia sẻ của process
Connection module: /connection	
Endpoint	Mô tả
GET /	Lấy danh sách connection của người dùng
DELETE /{connectionKey}	Xoá một connection
GET /{connectionKey}/refresh	Refresh một connection
GET /robot/{robotKey}	Lấy danh sách connection mà robot sử dụng
GET /usage/{connectionKey}	Lấy danh sách robot đang sử dụng connection
GET /{connectionKey}	Lấy chi tiết một connection để thực thi
PUT /{connectionKey}/robot/{robotKey}/activate	Kích hoạt connecton cho robot
PUT /{connectionKey}/robot/{robotKey}/deactivate	Vô hiệu hoá connecton cho robot
File Storage module: /file-storage	
Endpoint	Mô tả
GET /	Lấy danh sách các file của người dùng
POST /	Người dùng tải file lên
DELETE /	Xoá file của người dùng
GET /presigned-url	Lấy url tải về file
GET /robot/presigned-url	Lấy url tải về file cho robot
POST /robot/upload	Robot tải file lên
POST /folder	Tạo thư mục
Document template module: /document-template	
Endpoint	Mô tả
GET /	Lấy danh sách document template
POST /	Tạo document template
GET /count	Lấy số lượng document template
GET /{id}	Lấy chi tiết một document template
PUT /{id}	Cập nhập siêu dữ liệu của document template
PUT /{id}/save	Cập nhập chi tiết của một document template
DELETE /{id}	Xoá một document template
GET /{id}/sample-document	Lấy tài liệu mẫu của document template



POST /{id}/sample-document	Tải tài liệu mẫu của document template lên
Notification module: /notification	
Endpoint	Mô tả
GET /	Lấy danh sách thông báo của người dùng
POST /	Tạo thông báo
GET /count/unread	Lấy số lượng thông báo chưa đọc
PUT /{id}/mark-as-read	Đánh dấu thông báo đã đọc
Robot module: /robot	
Endpoint	Mô tả
GET /	Lấy danh sách robot của người dùng
POST /	Tạo robot
GET /count	Lấy số lượng robot của người dùng
DELETE /{id}	Xoá robot
POST /{id}/event	Cập nhập kích hoạt bằng sự kiện cho robot
POST /{id}/schedule	Cập nhập kích hoạt bằng lịch trình cho robot
GET /{id}/detail	Lấy chi tiết trạng thái robot
PUT /{id}/run	Chạy robot
PUT /{id}/stop	Dừng robot
PUT /{id}/terminate	Huỷ robot
POST /{id}/dryrun	Chạy thử robot
GET /{id}/logs	Lấy danh sách lần chạy của robot
GET /{id}/logs/{logId}	Lấy chi tiết lần chạy của robot
Robot report module: /robot-report	
Endpoint	Mô tả
GET /detail	Lấy chi tiết lần chạy theo keyword của robot
GET /overall	Lấy thống kê theo tất cả lần chạy của robot
GET /overall/average	Lấy thống kê trung bình theo tất cả lần chạy của robot
GET /overall/failures	Lấy thống kê lỗi theo tất cả lần chạy của robot
GET /overall/group-passed	Lấy thống kê nhóm lệnh thành công theo tất cả lần chạy của robot
GET /overall/group-error	Lấy thống kê nhóm lỗi theo tất cả lần chạy của robot

Bảng 5.3: Bảng thông tin các API hiện thực trong hệ thống



5.7 Hiệu thực quy trình CI/CD trong phát triển hệ thống

CI/CD là từ viết tắt của Continuous Integration và Continuous Deployment, đây là một phương pháp phát triển phần mềm hiện đại nhằm tăng tốc độ phát triển phần mềm, giảm rủi ro trong quá trình triển khai ứng dụng. Quy trình này đảm bảo rằng mỗi lần có thay đổi trong mã nguồn, ứng dụng sẽ được kiểm tra, xây dựng, và triển khai một cách tự động, nhanh chóng và hiệu quả.

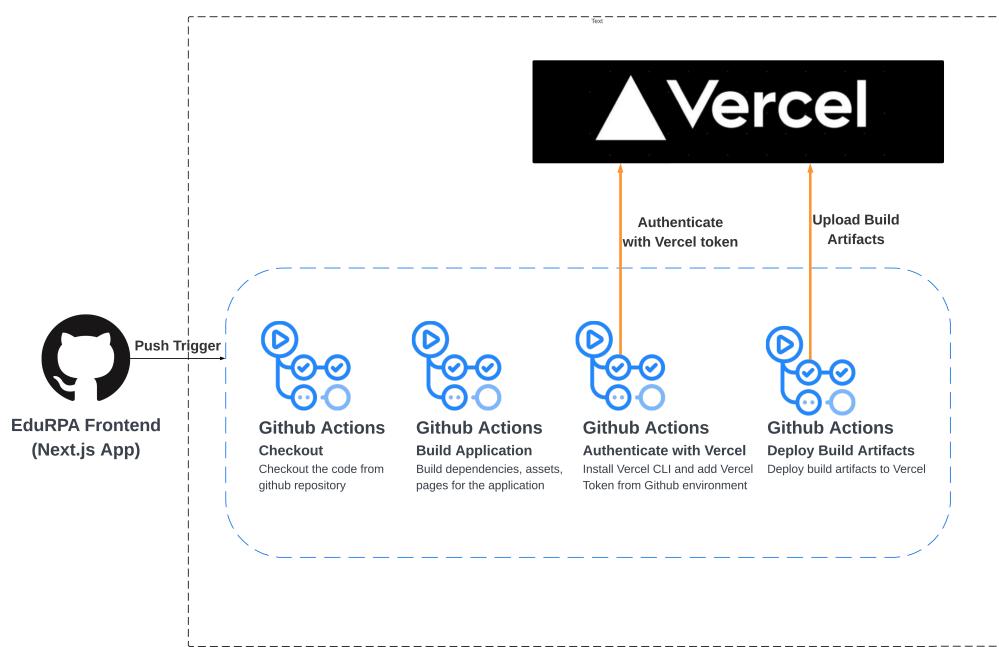
- Continuous Integration (CI): CI là quy trình liên tục kiểm tra và xây dựng mã nguồn mỗi khi có thay đổi, giúp đảm bảo tính nhất quán và ổn định của mã. Quá trình này tích hợp các bài kiểm tra tự động nhằm phát hiện sớm các vấn đề trước khi mã nguồn được hợp nhất từ nhiều nhánh phát triển.
- Continuous Deployment (CD): Sau khi mã nguồn đã được kiểm tra và xây dựng thông qua CI, tiếp theo sẽ là quy trình CD bao gồm bước tự động hóa quá trình triển khai mã nguồn lên môi trường production.

Trong phạm vi luận văn tốt nghiệp, nhóm sử dụng công cụ Github Actions để triển khai quy trình CI/CD cho hệ thống EduRPA. Quy trình này đảm bảo rằng mỗi lần có thay đổi trong mã nguồn, ứng dụng sẽ được kiểm tra, build, và triển khai một cách tự động, nhanh chóng và hiệu quả.

5.7.1 Hiệu thực CI/CD triển khai giao diện hệ thống

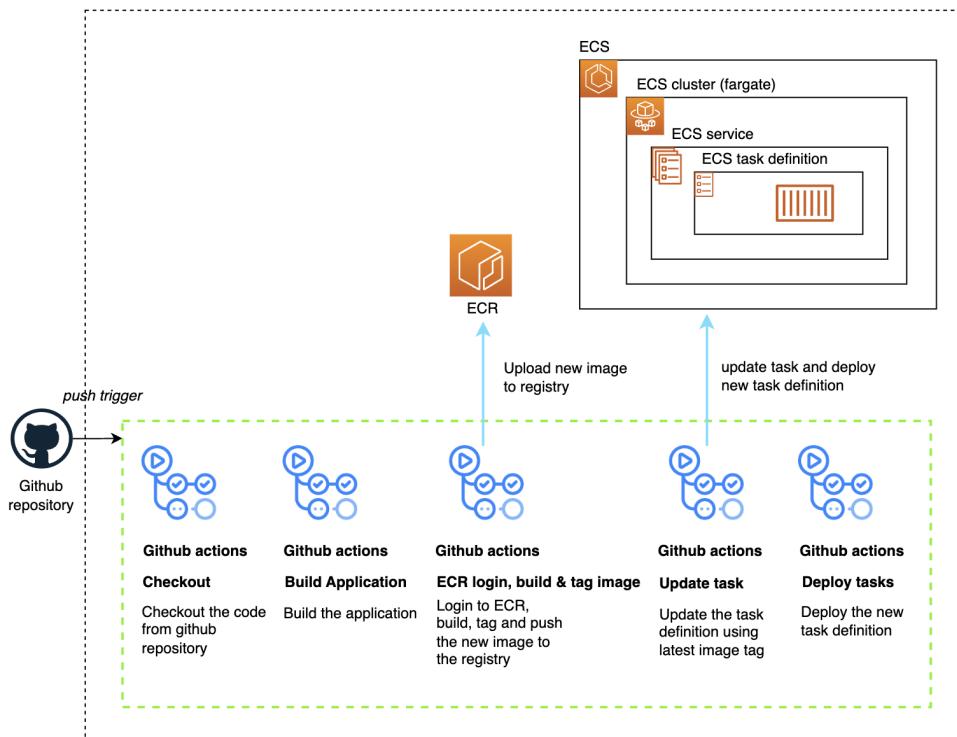
Hình 5.7.67 mô tả quy trình CI/CD triển khai giao diện hệ thống:

1. Push Trigger: Khi mã nguồn của ứng dụng EduRPA Frontend được commit và push lên repository trên GitHub, quá trình CI/CD sẽ được kích hoạt.
2. Checkout Code: Đầu tiên, kéo mã nguồn mới nhất từ nhánh master của repository.
3. Build Application: Tiếp theo, quá trình build ứng dụng sẽ được thực hiện với các bước như cài đặt thư viện, tài nguyên cần thiết và các trang của ứng dụng.
4. Authenticate with Vercel: Sau khi build xong, quá trình sẽ cài đặt CLI của Vercel và xác thực với Vercel bằng token đọc từ biến môi trường của Github.
5. Deploy Build Artifacts: Cuối cùng, các artifact đã build sẽ được tải lên Vercel để triển khai ứng dụng lên môi trường production.



Hình 5.7.67: Quy trình CI/CD triển khai giao diện hệ thống

5.7.2 Hiện thực CI/CD triển khai API hệ thống



Hình 5.7.68: Quy trình CI/CD triển khai API hệ thống



Hình 5.7.68 mô tả quy trình CI/CD triển khai API hệ thống:

1. Push Trigger: Khi mã nguồn được commit và push lên repository trên GitHub, quy trình CI/CD sẽ được kích hoạt tự động.
2. Checkout Code: Đầu tiên, GitHub Actions sẽ tự động kéo về mã nguồn mới nhất từ nhánh master của repository.
3. Build Application: Tiếp theo, quá trình build ứng dụng sẽ được thực hiện. Bước này bao gồm cài đặt các thư viện, tài nguyên cần thiết cho ứng dụng.
4. ECR Login, Build & Tag Image: Sau khi build xong, GitHub Actions sẽ đăng nhập vào ECR, build, gắn thẻ (tag) và đẩy (push) image mới lên registry ECR.
5. Update Task: GitHub Actions sẽ cập nhật task definition bằng cách sử dụng thẻ (tag) image mới nhất.
6. Deploy Tasks: Cuối cùng, GitHub Actions sẽ triển khai task mới lên ECS, cập nhật dịch vụ để sử dụng task definition mới.

Kết chương

Trong chương này, nhóm đã cung cấp thông tin chi tiết về việc thực hiện tính năng trích xuất văn bản từ hình ảnh cho robot, cũng như công cụ để chuyển đổi từ thiết kế robot thành tệp thực thi. Bên cạnh đó, nhóm đã triển khai thiết kế triển khai robot sử dụng EC2 và tích hợp nó vào dịch vụ đám mây của AWS. Nhóm cũng đã mô tả chi tiết về giao diện người dùng, bao gồm màn hình thiết kế quy trình, màn hình quản lý robot, màn hình quản lý kết nối và một số màn hình khác. Đồng thời, nhóm cũng đã giới thiệu về các API đã triển khai bao gồm API xác thực, API quản lý quy trình và một số API khác. Ngoài ra, nhóm cũng hiện thực quy trình CI/CD giúp phát hiện và xử lý nhanh chóng các vấn đề phát sinh; từ đó giảm thiểu rủi ro trong quá trình xây dựng và triển khai code.



This page was intentionally left blank.

Chương 6

Kiểm tra và đánh giá hệ thống

Chương 6 sẽ trình bày về việc kiểm tra và đánh giá hệ thống sau khi triển khai, chương này sẽ làm rõ các nội dung sau: Chiến lược kiểm thử tính năng của robot, Phương pháp kiểm thử tải, Đánh giá hiệu năng của robot.

6.1 Kiểm thử hệ thống

Sau khi hiện thực với đầy đủ các module, nhóm đã lên kế hoạch và tiến hành kiểm thử chức năng (Functional Testing) để đảm bảo khả năng sử dụng của hệ thống.

6.1.1 Kế hoạch kiểm thử

Mục tiêu kiểm thử

Kiểm tra tính năng của hệ thống có hoạt động như mong đợi hay không. Đồng thời kịp thời phát hiện và sửa chữa những sai sót trong quá trình hiện thực hệ thống. Việc kiểm thử cũng nhằm chứng minh tính đúng đắn cho 2 tính năng quan trọng nhất của hệ thống là thiết kế process và thực thi robot.

Phạm vi kiểm thử

Phạm vi của kế hoạch kiểm thử này bao gồm các tính năng sau:

- Thiết kế process trong Studio.
- Thực thi Robot.

Các quá trình liên quan đến tính năng kể trên (ví dụ quá trình dịch sang mã robot thực thi) cũng được bao gồm trong phạm vi kiểm thử này.

Môi trường kiểm thử



Môi trường kiểm thử sẽ được lựa chọn phù hợp với môi trường triển khai của các tính năng đã nêu.

Tính năng	Hệ điều hành	Phần mềm
Thiết kế process	Microsoft Windows 11 Home 10.0.22621	Chrome 124.0.6367.63
Thực thi robot	Ubuntu 20.04	Robot Framework 7.0

Bảng 6.1: Bảng thiết lập môi trường kiểm thử

Điều kiện chấp nhận vượt qua kiểm thử

- Hệ thống hoạt động ổn định trong suốt quá trình tiến hành kiểm thử.
- Hệ thống vượt qua tất cả trường hợp kiểm thử đã đề ra.

6.1.2 Chiến lược kiểm thử

Nhóm sẽ sử dụng kỹ thuật kiểm thử hộp đen (Black Box Testing) cho việc kiểm thử chức năng với phạm vi đã nêu. Quá trình kiểm thử sẽ trải qua 3 giai đoạn.

Giai đoạn 1 (Unit Testing): dịch ra mã thực thi cho robot từ process đã thiết kế.

Giai đoạn này tập trung vào tính năng thiết kế process. Các trường hợp kiểm thử sẽ bao gồm các bước để người dùng tạo một process với các activity nhất định. Sau đó, từ process đã thiết kế, kiểm tra tính đúng đắn của quá trình dịch bằng đối tượng là mã thực thi robot. Nếu process người dùng thiết kế vi phạm một số điều kiện, hệ thống sẽ không thể dịch sang mã thực thi và bỏ qua giai đoạn 2.

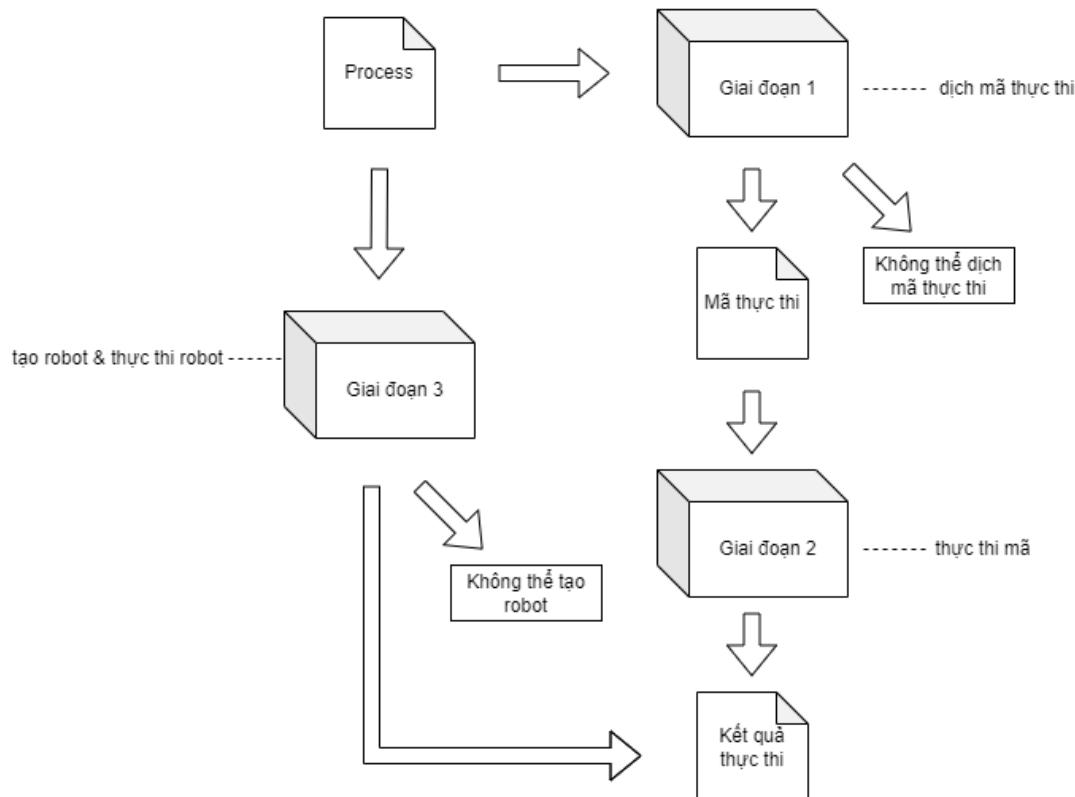
Giai đoạn 2 (Unit Testing): thực thi chức năng từ mã thực thi cho robot.

Giai đoạn này sẽ kiểm tra tính đúng đắn khi thực thi robot. Các trường hợp kiểm thử sẽ bắt đầu với mã thực thi nhất định cho robot và tiến hành chạy. Các mã này sẽ là kết quả đúng từ giai đoạn đầu tiên. Kết quả cần đạt được (đại diện cho tính năng cần thực thi của robot) tương ứng đối với mỗi trường hợp sẽ được kiểm tra.

Giai đoạn 3 (Integration Testing): thực thi chức năng từ bước thiết kế process đến sau khi đã thực thi robot.

Giai đoạn này kết hợp các bước theo thứ tự: thiết kế process, dịch sang mã thực thi, tạo robot, thực thi robot. Các trường hợp kiểm thử sẽ bao gồm các bước để tạo process giống giai đoạn 1, sau đó thực hiện tạo và chạy robot. Kết quả mong muốn sau khi chạy robot sẽ được kiểm tra tương tự kết quả giai đoạn 2. Nếu process người

dùng thiết kế vi phạm một số điều kiện, hệ thống sẽ không thể tạo robot và thông báo lỗi. Giai đoạn này kiểm tra sự kết hợp giữa bước thiết kế process và thực thi robot, cùng với các quá trình trung gian: dịch sang mã thực thi, tạo robot, khởi tạo hạ tầng cho robot.



Hình 6.1.1: Sơ đồ chiến lược kiểm thử

6.1.3 Các bộ kiểm thử và trường hợp kiểm thử

Quá trình kiểm thử sẽ lấy các activity trong process và các keyword từ mã thực thi làm trọng tâm để tạo ra các trường hợp kiểm thử (Testcase). Các trường hợp kiểm thử sẽ thuộc về một bộ kiểm thử (Test Suite) được nhóm theo chức năng của robot (các activity package). Mỗi giai đoạn kiểm thử đã nêu ở phần trên sẽ có những bộ kiểm thử riêng, được chia thành các nhóm khác nhau.



Giai đoạn	Môi trường	Tiền điều kiện	Bộ kiểm thử
Giai đoạn 1	Thiết kế process	- Người dùng đã tạo process mới - Người dùng đang ở trang Studio	- Khả năng xác định process không hợp lệ - Google Drive - Google Classroom - Gmail
Giai đoạn 2	Thực thi robot	- Môi trường đã cài đặt đầy đủ thư viện và công cụ để thực thi mã robot	- Google Sheets - Google Forms - Browser automation - Document automation - File storage - Data manipulation - Control
Giai đoạn 3	- Thiết kế process - Thực thi robot	- Người dùng đã tạo process mới - Người dùng đang ở trang Studio	

Bảng 6.2: Bảng thông tin các giai đoạn trong quá trình kiểm thử

Các activity trong một process có thể hoạt động độc lập với nhau. Vì vậy, phần lớn các trường hợp kiểm thử sẽ kiểm tra tính đúng đắn của từng activity / keyword. Tuy nhiên, một số trường hợp đặc biệt cần cân nhắc khi tạo các trường hợp kiểm thử là:

- Các activity liên quan đến Google Workspace sẽ cần một activity khởi tạo connection trước đó. Nếu không, khi thực thi, sẽ xảy ra lỗi phân quyền.
- Các activity liên quan đến Browser sẽ cần một activity mở trình duyệt trước đó. Nếu không, khi thực thi, sẽ xảy ra lỗi không thể thao tác.
- Các dạng cấu trúc đặc biệt: If (rẽ nhánh), Sub-process (process con, bao gồm cả vòng lặp For). Các cấu trúc này sẽ cần được kiểm tra cùng một vài activity khác để đảm bảo kiểm tra khả năng hoạt động.
- Sử dụng variable khi thiết kế process là bước quan trọng giúp kết nối các activity với nhau. Vì vậy cần tạo một số trường hợp kiểm thử với hai hoặc nhiều activity và có sử dụng variable.

Từ khả năng được kiểm tra độc lập và việc cân nhắc các trường hợp đặc biệt trên, các trường hợp kiểm thử sẽ được thiết kế tương ứng để đảm bảo phủ được



mục tiêu và phạm vi kiểm thử đã đề ra. Các bộ kiểm thử và trường hợp kiểm thử chi tiết được thể hiện trong phần phụ lục A.

6.1.4 Kết quả kiểm thử

Sau khi thực hiện kiểm thử, hệ thống đã vượt qua tất cả các trường hợp kiểm thử đã đề ra. Các trường hợp kiểm thử đã đạt được kết quả như mong đợi, không gặp phải lỗi nào ngoài dự kiến. Hệ thống đã hoạt động ổn định xuyên suốt quá trình kiểm thử. Từ đây, nhóm đã có thể kết luận rằng: hệ thống đã đạt được mục tiêu kiểm thử đề ra và sẵn sàng cho việc triển khai.

6.2 Kiểm tra tải của hệ thống

6.2.1 Công cụ sử dụng

Kiểm thử chịu tải là một hoạt động quan trọng trong phát triển phần mềm nhằm đánh giá hiệu suất hệ thống khi đối mặt với điều kiện tải tối đa, giúp xác định khả năng xử lý lượng người dùng hoặc tải trọng lớn. Mục tiêu của kiểm thử là đảm bảo hiệu suất và độ tin cậy của hệ thống. Đầu tiên, nó xác định ranh giới hiệu suất và các điểm yếu của hệ thống trong điều kiện tải tối đa. Thứ hai, kiểm thử đảm bảo tính ổn định và độ tin cậy dưới áp lực tải cao nhất, tránh sự cố do quá tải. Cuối cùng, nó tối ưu hóa hiệu suất bằng cách cải thiện trước khi triển khai vào môi trường sản xuất.

Nhóm lựa chọn K6 [20] là công cụ kiểm thử vì nó có nhiều ưu điểm hơn so với các công cụ khác như JMeter, Gatling, hay LoadRunner. K6 dễ sử dụng và triển khai nhanh chóng qua giao diện dòng lệnh và các gói cài đặt đơn giản. Được viết bằng ngôn ngữ Go, K6 đạt hiệu suất cao và tối ưu hóa sử dụng tài nguyên máy tính. Kiến trúc linh hoạt và khả năng mở rộng của K6 cũng là điểm mạnh, cho phép tích hợp dễ dàng vào các quy trình CI/CD và hỗ trợ kiểm thử hướng mục tiêu để đánh giá và phát hiện các vấn đề tiềm ẩn trong hệ thống.

6.2.2 Kịch bản kiểm thử

Quá trình kiểm thử được chia thành ba giai đoạn:

1. Ramp Up: Tăng số lượng người dùng (VUs) từ 0 lên đến mức tải cao nhất (đạt đỉnh) trong vòng 1 phút. Quá trình này được thực hiện nhằm kiểm tra khả năng của hệ thống trong việc đón nhận và xử lý tải lớn từ lúc bắt đầu. Quá trình ramp up cho phép xác định ngưỡng tải tối đa mà hệ thống có thể xử lý mà vẫn duy trì được hiệu suất ổn định.
2. Stable (Ôn Định): Duy trì số lượng người dùng ở mức tải cao nhất trong 30 giây để kiểm tra khả năng của hệ thống trong điều kiện tải cao liên tục. Thời gian này cho phép đánh giá hiệu suất của hệ thống dưới áp lực tải cao liên tục. Việc duy trì ở mức tải cao trong thời gian này giúp xác định các vấn đề tiềm ẩn như sập hệ thống, tăng tỷ lệ lỗi và thời gian phản hồi kéo dài.
3. Ramp Down: Giảm số lượng người dùng từ mức tải cao nhất về lại 0 trong vòng 1 phút: Quá trình này giúp đánh giá khả năng của hệ thống trong việc giảm bớt tải một cách dần dần sau khi đạt mức tải cao nhất. Việc giảm tải



dàn giúp kiểm tra xem hệ thống có thể điều chỉnh và phục hồi trạng thái bình thường sau khi tải giảm đi hay không.

Với kịch bản kiểm tra trên, K6 sẽ được thiết lập để giả lập số lượng người dùng (VUs) lần lượt là 20, 50, 100 người dùng đồng thời và thực hiện các hành động được định nghĩa. Để đánh giá một cách tổng quan, chúng ta sẽ xem xét quá trình kiểm thử dựa trên một số thông số sau:

- Số Lượng Yêu Cầu (Requests) Mỗi Giây: Đây là số lượng yêu cầu mà hệ thống có thể xử lý trong mỗi giây. Khi tải cao, việc đảm bảo mức độ này vẫn ổn định là rất quan trọng để đảm bảo trải nghiệm người dùng không bị gián đoạn.
- Số Lượng Lỗi Mỗi Giây(HTTP Failures): Tỉ lệ lỗi xuất hiện trong quá trình xử lý yêu cầu. Đây là một chỉ số quan trọng để đánh giá tính ổn định của hệ thống dưới áp lực tải.
- Tỉ Lệ Lỗi (Error Rate): Phần trăm các yêu cầu gây ra lỗi so với tổng số yêu cầu được gửi đi. Tỉ lệ này cần được duy trì ở mức thấp để đảm bảo chất lượng dịch vụ.
- Thời Gian Phản Hồi Trung Bình (Avg. Response Time): Là thời gian trung bình mà hệ thống phản hồi lại cho mỗi yêu cầu từ người dùng. Đây là một thước đo quan trọng để đánh giá hiệu suất của hệ thống.
- Thời Gian Phản Hồi 95% (95% Response Time): Là thời gian mà 95% các yêu cầu được xử lý và trả về kết quả trong khoảng thời gian này. Thông số này thể hiện khả năng phục vụ của hệ thống trong điều kiện tải lớn.

6.2.3 Kết quả kiểm tra tải

Metrics	VUs	Access Main Page	Get Robot Process	Get Robot Detail	Validate Robot Code
Total Request	20	12460	7 670	30648	4999
	50	30990	19 022	55704	12456
	100	61061	34 095	75840	25261
HTTP Failures (req/s)	20	0	0	3.72	0
	50	0	0	9.15	0
	100	0	0	19.1	14.6
Error Rate (%)	20	0	0	4,25	0
	50	0	0	5,57	0
	100	0	0	8,58	19,76
Avg. Response Time (ms)	20	95.9	208	141	100
	50	95.8	212	208	87.9
	100	102	292	324	71.7
95% Response Time (ms)	20	119	219	239	96.8
	50	119	239	627	99.3
	100	181	502	1610	96.8

Bảng 6.3: Tóm tắt thông số của các bài kiểm tra tải

Bảng 6.3 thể hiện kết quả kiểm tra tải hệ thống dựa trên các kịch bản:

- Access Main Page: Bao gồm các API liên quan đến quá trình đăng nhập vào trang chủ của hệ thống. Đây là một bước quan trọng để đảm bảo rằng người dùng có thể truy cập và đăng nhập vào hệ thống một cách nhanh chóng và ổn định.
- Get Robot Process: Tải thông tin thiết kế của một robot, bao gồm BPMN, các thuộc tính của thành phần và các biến giá trị của robot. Việc kiểm tra tính năng này sẽ đảm bảo rằng hệ thống có thể hiển thị và truy xuất dữ liệu thiết kế robot một cách hiệu quả trong điều kiện tải cao.
- Get Robot Detail: Hiển thị thông tin chi tiết của robot, bao gồm log hiện tại, lịch sử các lần chạy và các số liệu thống kê của robot. Việc kiểm tra tính năng này sẽ đảm bảo rằng hệ thống có thể cung cấp các thông tin chi tiết về hoạt động của robot một cách nhanh chóng và đáp ứng nhu cầu của người dùng.
- Validate Robot Code: Kiểm tra mã code của robot bằng cách thực thi thử trong một môi trường độc lập, xác nhận các keyword và trả về các thống kê chi tiết. Việc kiểm tra này sẽ đảm bảo tính đúng đắn và hiệu quả của mã code của robot trước khi triển khai vào môi trường sản xuất.

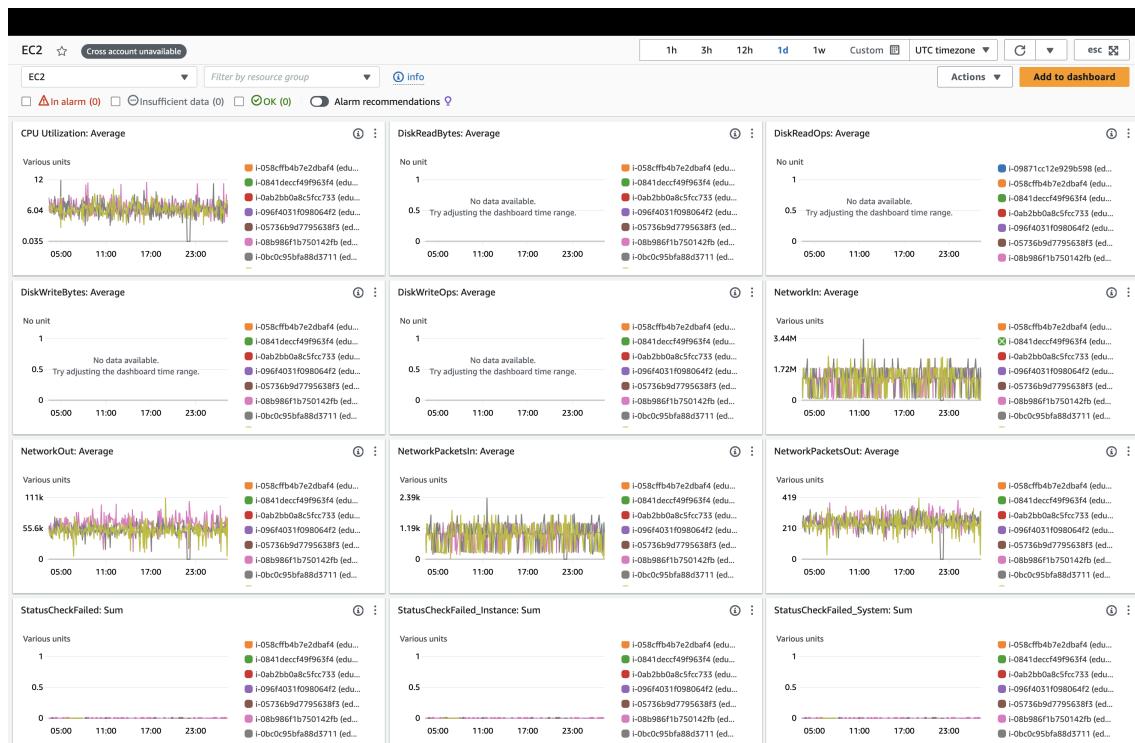
6.3 Đánh giá hiệu năng của robot

Robot được triển khai trên server EC2 của AWS với cấu hình cơ bản là **t3.small** với các thông số như sau:

- **CPU:** 2 vCPU.
- **Bộ nhớ:** 2 GB RAM.
- **Hiệu năng mức cơ sở/vCPU:** 20%.
- **Loại mạng:** Hỗ trợ lên đến 5 Gigabit.
- **Băng thông EBS:** Lên đến 5 Gbps.

6.3.1 Giám sát tài nguyên server triển khai robot

Quản trị viên có thể sử dụng dịch vụ AWS Cloud Watch để giám sát tài nguyên sử dụng của các server EC2 đang triển khai robot, ngoài ra có thể giám sát các thông số như CPU, RAM, Disk I/O, Network I/O,...



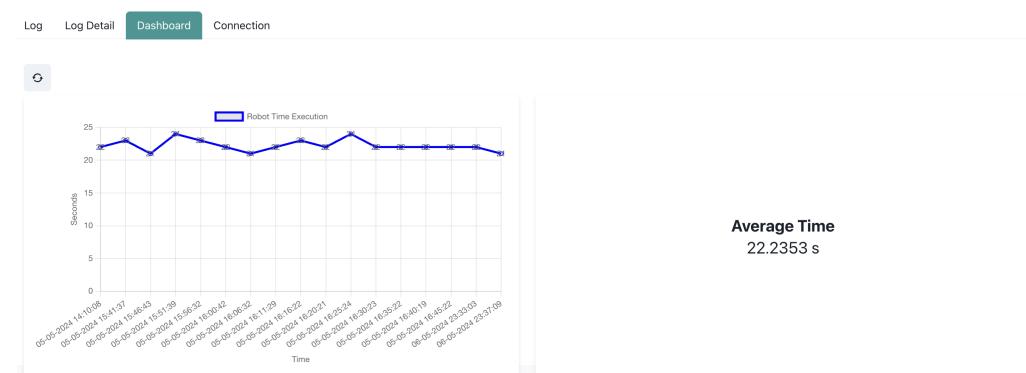
Hình 6.3.2: Giám sát tài nguyên server EC2 triển khai robot

Trong đó:

- CPU Utilization: Là tỷ lệ phần trăm thời gian CPU vật lý mà Amazon EC2 sử dụng để thực thi môi trường chạy mã nguồn, bao gồm cả thời gian dành cho việc chạy mã người dùng và thời gian dành cho việc chạy quy trình cài đặt môi trường của các server EC2.
- Memory: Là tỷ lệ phần trăm dung lượng bộ nhớ RAM mà Amazon EC2 sử dụng.
- Disk I/O: Là số lượng các thao tác đọc/ghi có thể thực hiện được trong đơn vị thời gian trên ổ đĩa của Amazon EC2.
- Network I/O: Là lượng dữ liệu được truyền đi (output) và nhận về (input) qua mạng.

6.3.2 Giảm sát tổng thời gian thực thi trung bình

Người dùng có thể giám sát robot của mình thông qua các chỉ số thời gian thực thi trung bình của các quy trình mà robot thực thi ở trang giao diện của nền tảng EduRPA.



Hình 6.3.3: Biểu đồ đường thời gian thực thi của robot qua các lần chạy

6.3.3 Giám sát thời gian chi tiết thực thi từng lệnh

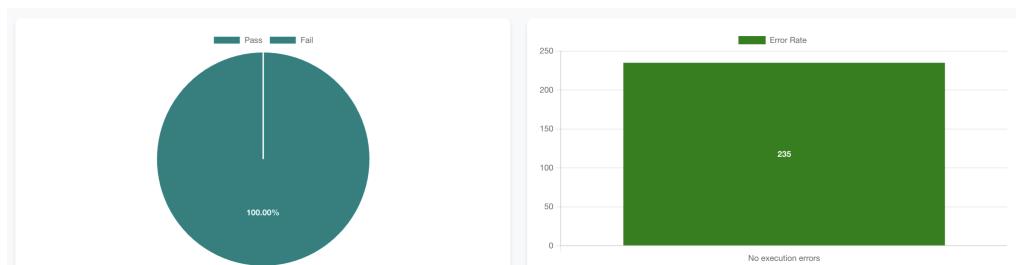
Ngoài ra, hệ thống cũng cung cấp cho người dùng tính năng giám sát thời gian thực thi chi tiết từng lệnh của quy trình, từ đó biết được cụ thể bước nào trong quy trình mà robot mất nhiều thời gian nhất và họ có thể tối ưu hóa lại quy trình đó.

5	EduRPA.Google.Add Questions And Answers From Google Doc To Form	doc_id=\${doc_id}, form_id=\${quiz_id}	PASS	5/11/2024, 4:13:46 PM	5/11/2024, 4:13:50 PM	4 seconds	
6	EduRPA.Google.Create Course	name=Test Exam,ownerId=an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	PASS	5/11/2024, 4:13:50 PM	5/11/2024, 4:13:58 PM	8 seconds	
7	EduRPA.Google.Create Quiz	courseId=\${course_id}, title=Classroom Quiz, title.description=Classroom Quiz, description.quizUrl=\${form_url}, maxPoints=100	PASS	5/11/2024, 4:13:58 PM	5/11/2024, 4:14:02 PM	4 seconds	

Hình 6.3.4: Bảng thống kê thời gian thực thi chi tiết từng lệnh của quy trình

6.3.4 Giám sát tỉ lệ lỗi và thống kê số lỗi xảy ra

Hệ thống cung cấp cho người dùng biểu đồ tròn và biểu đồ cột để thống kê tỉ lệ lỗi xảy ra trong quá trình thực thi quy trình của robot.



Hình 6.3.5: Biểu đồ tròn, biểu đồ cột thống kê tỉ lệ lỗi xảy ra trong quá trình thực thi quy trình của robot



This page was intentionally left blank.

Chương 7

Ứng dụng hệ thống EduRPA cho quy trình nghiệp vụ trong giáo dục

Chương này sẽ trình bày cách ứng dụng hệ thống để giải quyết vấn đề nghiệp vụ trong giáo dục. Để minh họa, nhóm sẽ sử dụng hệ thống để đề xuất giải pháp cho vấn đề chấm bài tự động và chuyển đổi đề thi trắc nghiệm từ định dạng Word trên Google Docs sang định dạng Quiz trên Google Form.

7.1 Phát biểu vấn đề về bài toán chấm điểm tự động

Trong công tác giáo dục việc chấm bài để đánh giá hiệu suất học tập của học viên là một khâu không thể thiếu. Một trong những thách thức lớn nhất của quá trình chấm bài là đòi hỏi một lượng thời gian đáng kể từ phía giáo viên. Thời gian mà giáo viên phải dành cho việc chấm bài có thể làm giảm hiệu suất công việc giảng dạy và tương tác với học sinh. Đặc biệt là trong các lớp học quy mô lớn, việc chấm bài thủ công trở nên ngày càng không khả thi, và điều này ảnh hưởng đến khả năng giáo viên tập trung vào việc cung cấp sự hỗ trợ và phản hồi chi tiết cho từng học viên.

Một trong những thách thức lớn nhất của quá trình chấm bài là đòi hỏi một lượng thời gian đáng kể từ phía giáo viên. Thời gian mà giáo viên phải dành cho việc chấm bài có thể làm giảm hiệu suất công việc giảng dạy và tương tác với học sinh. Đặc biệt là trong các lớp học quy mô lớn, việc chấm bài thủ công trở nên ngày càng không khả thi, và điều này ảnh hưởng đến khả năng giáo viên tập trung vào việc cung cấp sự hỗ trợ và phản hồi chi tiết cho từng học viên.



7.1.1 Sử dụng hệ thống RPA để giải quyết bài toán

Để minh họa cho bài toán chấm bài, nhóm chọn hình thức kiểm tra điền khuyết vào ô trống với mỗi ô trống sẽ có một đáp án duy nhất và người làm bài sẽ điền đáp án vào những vị trí này. Các bài làm sẽ được chụp ảnh và được lưu vào một thư mục trên Google Drive với tên file sẽ tương ứng với họ tên sinh viên. Để kết quả là tốt nhất, các file bài làm cần đảm bảo đồng nhất về kích thước, góc chụp cũng như là chất lượng hình ảnh.

ÔN LÝ THUYẾT ĐỘ DỊCH CHUYỀN, VẬN TỐC

Câu 1: Điền khuyết các từ thích hợp vào chỗ trống:

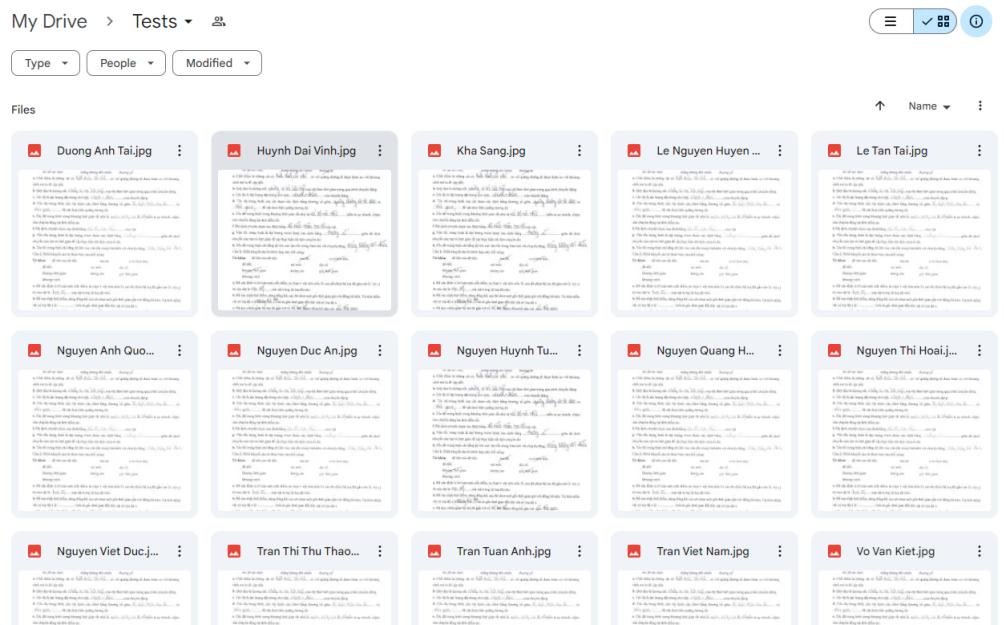
- Từ khóa: thời gian, nhanh-chậm, kích thước rất nhỏ,
độ biến thiên tia độ quãng đường vật di dược, những vị trí liên tiếp,
tốc độ tức thời, thẳng không đổi chiều thường số
- a. Chất điểm là những vật có ~~không~~...thì ~~không~~...nhanh... so với quãng đường di dược hoặc so với khoảng cách mà ta đề cập đến.
 - b. Quỹ đạo là đường nối ~~nhiều~~...một...lần...tiếp... của vật theo thời gian trong quá trình chuyển động
 - c. Tốc độ là величина đại lượng đại trung cho tính ~~nhanh~~...chậm... của chuyển động
 - d. Tốc độ trung bình của vật được xác định bằng thương số giữa ~~quãng~~...đường...vật...di...dực... và ~~thời~~...gián,... để vật thực hiện quãng đường đó.
 - e. Tốc độ trung bình trong khoảng thời gian rất nhỏ là ~~tốc~~...độ...tức...thời... diễn tả sự nhanh, chậm của chuyển động tại thời điểm đó.
 - f. Độ dịch chuyển được xác định bằng ~~độ~~...biến...thay...thay... của vật.
 - g. Vận tốc trung bình là величина đại lượng vecto được xác định bằng ~~thẳng~~...^đ...giữa độ dịch chuyển của vật và thời gian để vật thực hiện độ dịch chuyển đó.

Câu 2: Điền khuyết các từ thích hợp vào chỗ trống:

- Từ khóa: độ lớn của độ dốc, ~~joor~~..., vị trí ban đầu,
độ dốc, vật mốc, đại số,
~~khoảng~~ thời gian không âm, gốc thời gian
khoảng cách

- a. Để xác định vị trí của một chất điểm, ta chọn 1 vật làm mốc O, sau đó chọn hệ toạ độ gắn với O. Và vị trí của vật là ~~ma~~...^đ...của vật trong hệ toạ độ trên.
- b. Để xác định thời điểm, dùng đồng hồ, sau đó chọn một gốc thời gian gắn với đồng hồ trên. Và thời điểm vật có toạ độ x là ~~khoảng~~...^đ...tính từ gốc thời gian đến khi vật có toạ độ x.
- c. Hệ quy chiếu gồm hệ toạ độ gắn với ~~vị~~...^đ...ban...đầu... và đồng hồ gắn với ~~gốc~~...^đ...thời...gián...
- d. Độ dịch chuyển là một величина đại lượng vecto có gốc tại ...^đ...vật...mốc...^đ..., hướng từ vị trí đầu đến vị trí cuối, độ lớn bằng ~~khoảng~~...^đ...giữa vị trí đầu và vị trí cuối.
- e. Độ dịch chuyển là một величина đại lượng có giá trị ~~đ~~...^đ...^đ... (đường, âm hoặc bằng không). Trong khi quãng đường di dược là một величина ~~không~~...^đ...
- f. Vận tốc tức thời của vật tại một thời điểm được xác định bởi ~~đ~~...^đ...^đ...^đ... của tiếp tuyến với độ thị ($d-t$) tại thời điểm đang xét.

Hình 7.1.1: Minh họa bài kiểm tra điền khuyết



Hình 7.1.2: Thư mục tên Tests chứa các bài kiểm tra

Các bước thực hiện:

1. Tạo tài liệu mẫu

ÔN LÝ THUYẾT ĐỘ DỊCH CHUYỀN, VẬN TỐC

Câu 1: Điện khuyết các từ thích hợp vào chỗ trống:

Từ khóa: thời gian, nhanh-chậm, kích thước rất nhỏ, độ biến thiên tọa độ, lực, những vị trí liên tiếp, tốc độ tức thời.

a. Chất điểm là những vật ..., so với quãng đường di được hoặc so với khoảng cách mà ta đã ..., Field 1

b. Quỹ đạo là đường nối ..., Field 3

c. Tốc độ là đại lượng đặt trung cho tính ..., Field 4

d. ..., h của vật được xác định bằng ..., Field 5

e. ..., Field 6

f. Tốc độ trung bình trong khoảng thời gian ..., Field 7

g. Vận tốc trung bình là đại lượng vecto được xác định bằng ..., Field 9

h. Tốc độ trung bình bằng độ lớn của vận tốc trung bình khi vật chuyển động ..., Field 10

Câu 2: Điện khuyết các từ thích hợp vào chỗ trống:

Từ khóa: độ lớn của độ tốc, tọa độ, vị trí ban đầu, độ dốc, vật mốc, đại số, không thời gian, không địa điểm, gốc thời gian

a. Để xác định ..., ta chọn 1 vật làm mốc O, sau đó chọn hệ tọa độ gắn với O. Và vị trí của vật là ..., của vật trong hệ tọa độ trên.

b. Để xác định thi ...

c. Hệ quy chiếu gồm ..., Field 11

d. Độ dịch chuyển ..., Field 12

e. Độ dịch chuyển là một đại lượng có ..., Field 13

f. Vận tốc tức thời của vật tại một thời điểm được xác định bởi ..., Field 14

g. ..., Field 15

h. ..., Field 16

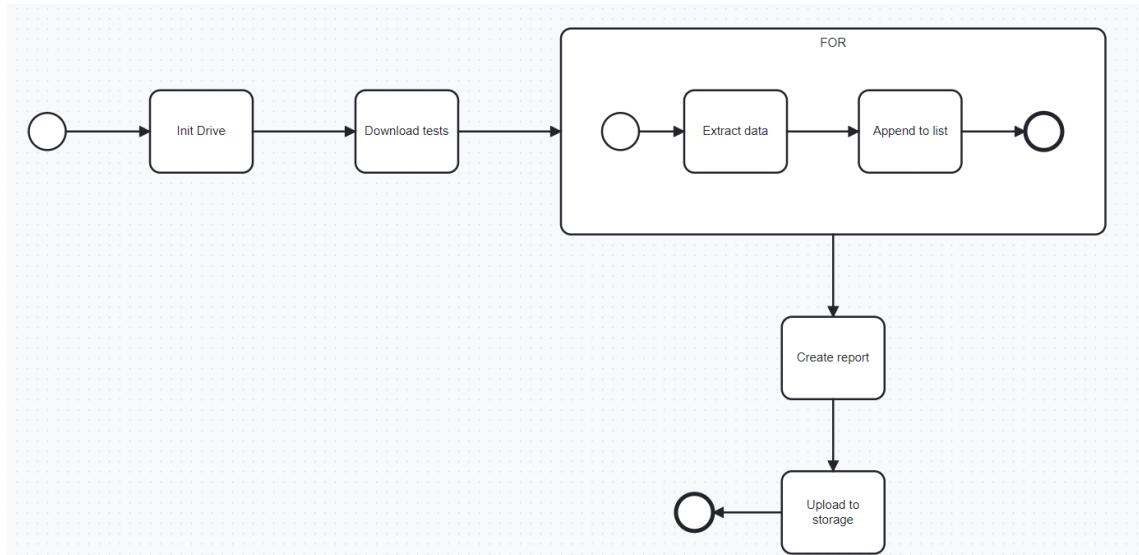
i. ..., Field 17

j. ..., Field 18

k. ..., Field 19

Hình 7.1.3: Tạo tài liệu mẫu để đánh dấu vị trí cần trích xuất trên bài kiểm tra

2. Tạo một process mới ở trang studio
3. Sử dụng giao diện studio để mô hình hóa lại quy trình
 - (a) Tạo quy trình với luồng điều khiển như hình 7.1.4



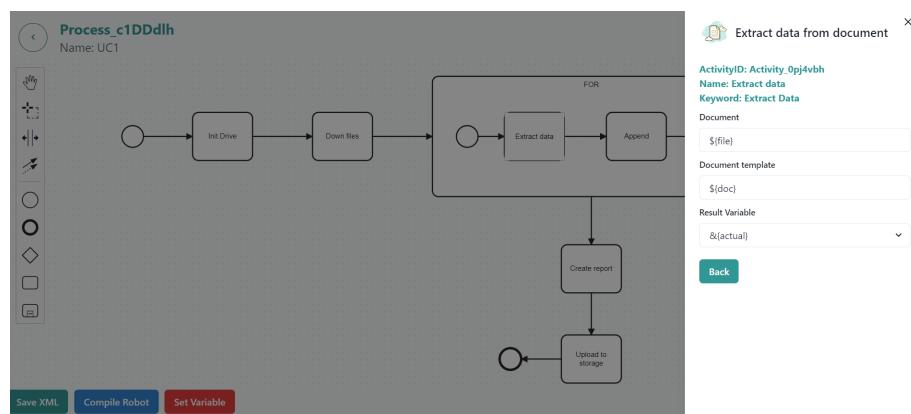
Hình 7.1.4: Quy trình chấm bài tự động

- (b) Tạo các biến lưu trữ

Variable List						
ID	NAME	VALUE	TYPE	IS ARGUMENT	ACTIONS	X
1	files	[]	List	toggle	Remove	
2	file		String	toggle	Remove	
3	doc	Select Document	DocumentTemplate	toggle	Remove	
4	actual	{}	Dictionary	toggle	Remove	
5	actuals	[]	List	toggle	Remove	
6	correct	{p1=a,p2=b,p3=c}	Dictionary	toggle	Remove	
7	report_file		String	toggle	Remove	

Hình 7.1.5: Khởi tạo các biến lưu trữ để sử dụng

- (c) Với các tác vụ, thực hiện lựa chọn loại tác vụ và các tham số tương ứng bằng cách sử dụng cửa sổ property panel khi double-click vào đối tượng



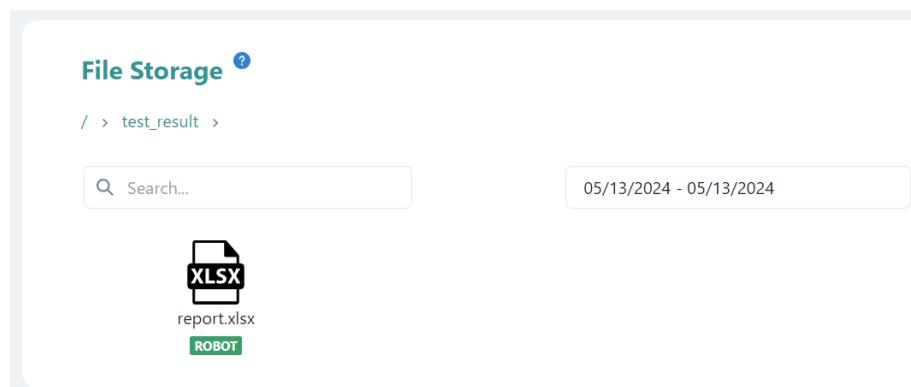
Hình 7.1.6: Lựa chọn tác vụ và điền các tham số vào tác vụ để thực thi

4. Tạo robot từ process đã thiết kế

5. Kích hoạt robot

7.1.2 Kết quả

Sau khi kích hoạt robot, robot sẽ thực thi các bước đã được thiết kế và tạo ra file báo cáo điểm số của học viên. File báo cáo điểm số sẽ được lưu trong thư mục "test_result" trong File Storage của người dùng.

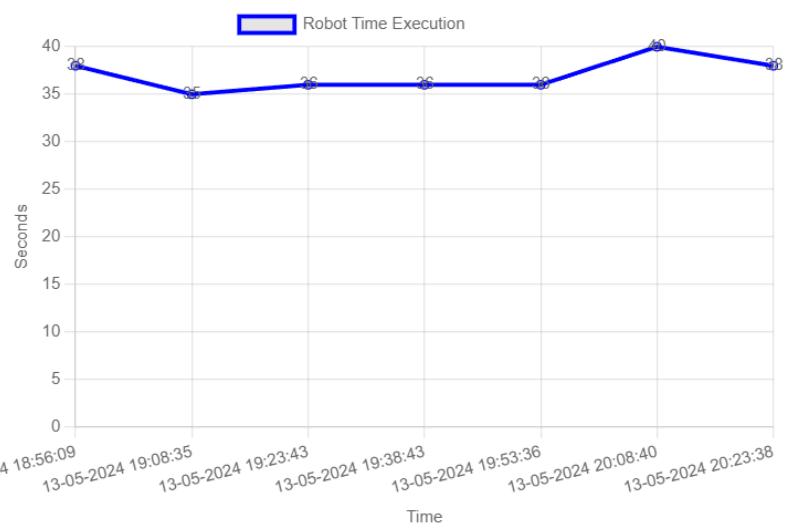


Hình 7.1.7: File báo cáo điểm số của học viên được tạo ở File Storage

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1	Student Name	Field 1	Field 2	Field 3	Field 4	Field 5	Field 6	Field 7	Field 8	Field 9	Field 10	Field 11	Field 12	Field 13	Field 14	Field 15	Field 16	Field 17	Field 18	Total Score	
2	Tran Van Nam	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										mốc thời gian ban đầu	không âm	không cài							18
3	Nguyen Anh Quoc	quảng đường tốc độ tức thương số										không thời gian	không âm	không cài							16
4	Tran Thi Thu Thao	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							16
5	Nguyen Thi Hoai	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							16
6	Duong Anh Tai	những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							18
7	Tran Tuan Anh	quảng đường vật di chuyển										không thời gian	không âm	không cài							10
8	Nguyen Viet Duc	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							16
9	Nguyen Duy Huy	những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							15
10	Le Tan Tai	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							18
11	Vu Van Kiet	vị trí ban đầu										không thời gian	không âm	không cài							6
12	Nguyen Huynh Tuan Hung	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							18
13	Nguyen Duc An	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							18
14	Le Nguyen Huyen Thoai	kích thước những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							16
15	Huynd Dai Vinh	thẳng khởi những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							16
16	Kha Sang	thẳng khởi những vị trí nhanh - chđ độ biến thi thời gian										không thời gian	không âm	không cài							16
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					

Hình 7.1.8: Chi tiết báo cáo điểm số của học viên

Nhóm đã kích hoạt robot và thực thi quy trình chấm bài tự động tổng cộng 7 lần với các bài kiểm tra khác nhau. Nhìn chung, với khoảng 15 bài kiểm tra, robot đã hoàn thành việc chấm bài trong khoảng 37 giây, tương đương với khoảng 3 giây cho mỗi bài kiểm tra. Điều này cho thấy rằng việc sử dụng robot để chấm bài tự động có thể giúp giảm thiểu thời gian cần thiết cho việc chấm bài và giúp giáo viên tập trung vào việc cung cấp sự hỗ trợ và phản hồi chi tiết cho từng học viên.



Hình 7.1.9: Thời gian thực thi của robot



7.2 Phát biểu vấn đề về bài toán tự động chuyển đổi đề thi trắc nghiệm từ định dạng Word sang dạng Quiz trên Google Form

Trong thời đại số hóa hiện nay, đa số đề thi trắc nghiệm, từ kiểm tra hàng ngày đến kỳ thi THPT Quốc gia, đều được soạn thảo và lưu trữ dưới dạng file Word. Điều này dẫn đến một thách thức lớn khi các giảng viên muốn tổ chức thi trực tuyến trên các hệ thống thi online như họ phải nhập liệu từng câu hỏi và đáp án thủ công vào ngân hàng dữ liệu câu hỏi, một quá trình không chỉ tốn thời gian mà còn dễ dẫn đến sai sót.

Chính vì vậy, nhóm chúng tôi đề xuất một giải pháp hiệu quả để giảm bớt gánh nặng này cho giáo viên và nâng cao tính chính xác trong quản lý đề thi. Giải pháp của chúng tôi bao gồm việc phát triển một công cụ chuyển đổi đề thi từ định dạng Word sang định dạng Quiz trên Google Forms.

Đặc biệt, nhóm sẽ thử nghiệm với "Đề minh họa THPTQG môn Hóa Học 2022", qua đó tự động hóa toàn bộ quy trình nhập liệu và chấm bài, giúp giảng viên tiết kiệm thời gian, giảm thiểu sai sót và tập trung hơn vào việc giảng dạy và hỗ trợ học sinh.

7.2.1 Sử dụng hệ thống RPA để giải quyết bài toán

Để minh họa cho bài toán chuyển đổi đề thi, nhóm chọn hình thức đề thi trắc nghiệm môn Hóa Học THPT Quốc gia 2022. Đề thi sẽ được soạn thảo dưới dạng file Word theo một định dạng chuẩn và sau đó sẽ được chuyển đổi sang dạng Quiz trên Google Form.



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO KỲ THI TỐT NGHIỆP TRUNG HỌC PHỔ THÔNG NĂM 2022

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

(Đề thi có 04 trang)

Bài thi: KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Môn thi thành phần: HÓA HỌC

Thời gian làm bài: 50 phút, không kể thời gian phát đề

Mã đề thi: 224

Họ, tên thí sinh:

Số báo danh:

Cho biết nguyên tử khối của các nguyên tố: H = 1; C = 12; N = 14; O = 16; S = 32; Cl = 35,5 ; Br = 80; Na = 23; K = 39; Mg = 24; Ca = 40 ; Ba = 137; Al = 27; Fe = 56; Cu = 64 ; Zn = 65; Ag = 108

Câu 41. Polime nào sau đây có chứa nguyên tố nito?

- A. Polibuta-1,3-dien. B. Poliacrilonitrin. C. Polietilen. D. Poli(vinyl clorua).

Câu 42. Chất nào sau đây phản ứng với dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng sinh ra khí SO_2 ?

- A. $Fe(OH)_3$. B. $FeCl_3$. C. Fe_2O_3 . D. FeO .

Câu 43. Dung dịch chất nào sau đây làm quỳ tim chuyển thành màu đỏ?

- A. H_2SO_4 . B. KOH. C. NaCl. D. C_2H_5OH .

Câu 44. Kim loại nào sau đây không phản ứng được với dung dịch $CuSO_4$?

- A. Mg. B. Fe. C. Zn. D. Ag.

Câu 45. Chất nào sau đây là đồng phân của glucozo?

- A. Tinh bột. B. Fructozơ. C. Xenlulozơ. D. Saccarozơ.

Câu 46. Kim loại nào sau đây có độ cứng lớn nhất?

- A. Au. B. Ag. C. Cr. D. Al.

Câu 47. Kim loại Fe tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng sinh ra khí H_2 và muối nào sau đây?

- A. $FeSO_4$. B. FeS. C. FeS_2 . D. $Fe_2(SO_4)_3$.

Câu 48. Kim loại Al tác dụng với dung dịch chất nào sau đây sinh ra $AlCl_3$?

- A. HCl. B. NaCl. C. NaOH. D. $NaNO_3$.

Câu 49. Chất nào sau đây có khả năng làm mềm được nước cứng vĩnh cửu?

- A. $CaCl_2$. B. Na_2CO_3 . C. NaCl. D. Na_2SO_4 .

Câu 50. Ở trạng thái cơ bản, số electron lớp ngoài cùng của nguyên tử kim loại kiềm là

- A. 1. B. 2. C. 3. D. 4.

Câu 51. Công thức cấu tạo thu gọn của anđechit fomic là

- A. OHC-CHO. B. CH_3 -CHO. C. HCHO. D. $CH_2=CH-CHO$.

Câu 52. Chất nào sau đây là chất béo?

- A. Triolein. B. Metyl axetat. C. Xenlulozơ. D. Glycerol.

Câu 53. Kim loại nào sau đây không phản ứng được với HCl trong dung dịch?

- A. Ni. B. Zn. C. Fe. D. Cu.

Câu 54. Kim loại nào sau đây là kim loại kiềm thổ?

- A. Ag. B. Cu. C. Ca. D. Na.

Câu 55. Chất nào sau đây tác dụng với dung dịch NaOH sinh ra khí H_2 ?

- A. $AlCl_3$. B. Al. C. Al_2O_3 . D. $Al(OH)_3$.

Câu 56. Kim loại nào sau đây có tính khử mạnh hơn kim loại Zn?

Hình 7.2.10: Minh họa đề thi trắc nghiệm môn Hóa Học THPT Quốc gia 2022



Cho các phát biểu sau:

- (a) Chất E và F đều là các este đa chúc.
- (b) Có hai công thức cấu tạo phù hợp với chất E.
- (c) Chất X có khả năng tham gia phản ứng tráng bạc.
- (d) Nhiệt độ sôi của chất Z cao hơn nhiệt độ sôi của ancol etylic.
- (e) Cho a mol chất E tác dụng với Na dư thu được a mol khí H₂.

Số phát biểu đúng là

- A. 4. B. 2. C. 5. D. 3.

Câu 76. Cho các phát biểu sau:

- (a) Cho đá vôi vào dung dịch axit axetic sẽ có khí bay ra.
- (b) Thủy phân saccarozơ trong môi trường axit chỉ thu được glucozơ.
- (c) Đê loại bỏ anilin dính trong ống nghiệm có thể dùng dung dịch HCl.
- (d) Đun nóng tripanmitin với dung dịch NaOH sẽ xảy ra phản ứng thủy phân.
- (e) Trùng hợp axit terephthalic với etylen glicol thu được poli(etylen terephthalat).

Số phát biểu đúng là

- A. 3. B. 4. C. 5. D. 2.

Câu 77. Hỗn hợp E gồm các hidrocacbon mạch hở có cùng số nguyên tử hidro. Ti khối của E đối với H₂ là 12,5. Đốt cháy hoàn toàn a mol E cần vừa đủ 0,11 mol O₂ thu được CO₂ và H₂O.

Mặt khác, a mol E tác dụng tối đa với x mol Br₂ trong dung dịch. Giá trị của x là

- A. 0,03. B. 0,02. C. 0,04. D. 0,05.

Câu 78. Cho sơ đồ các phản ứng sau:

- (1) X + Ba(OH)₂ → Y + Z
- (2) X + T → MgCl₂ + Z
- (3) MgCl₂ + Ba(OH)₂ → Y + T

Các chất X, T thỏa mãn sơ đồ trên lần lượt là

- A. MgSO₄, NaCl. B. MgSO₄, BaCl₂. C. MgSO₄, HCl. D. MgO, HCl.

Câu 79. Dẫn 0,2 mol hỗn hợp gồm khí CO₂ và hơi nước qua cacbon nung đỏ thu được 0,31 mol hỗn hợp X gồm CO, H₂ và CO₂. Cho toàn bộ X qua dung dịch chứa 0,15 mol NaOH và x mol Ba(OH)₂, sau phản ứng hoàn toàn thu được m gam kết tủa và dung dịch Y. Nhỏ từ từ từng giọt cho đến hết Y vào 100 ml dung dịch HCl 0,5M thu được 0,01 mol khí CO₂. Giá trị của m là

- A. 11,82. B. 17,73. C. 9,85. D. 5,91.

Câu 80. Khi phân tích một loại chất béo (kí hiệu là X) chứa đồng thời các triglycerit và axit béo tự do (không có tạp chất khác) thấy oxi chiếm 10,88% theo khối lượng. Xà phòng hóa hoàn toàn m gam X bằng dung dịch NaOH dư đun nóng, sau phản ứng thu được dung dịch chứa 103,3 gam hỗn hợp các muối C₁₇H₃₅COONa, C₁₇H₃₃COONa, C₁₇H₃₁COONa và 10,12 gam glicerol. Mặt khác, m gam X phản ứng tối đa với y mol Br₂ trong dung dịch. Giá trị của y là

- A. 0,32. B. 0,34. C. 0,37. D. 0,28.

-----HẾT-----

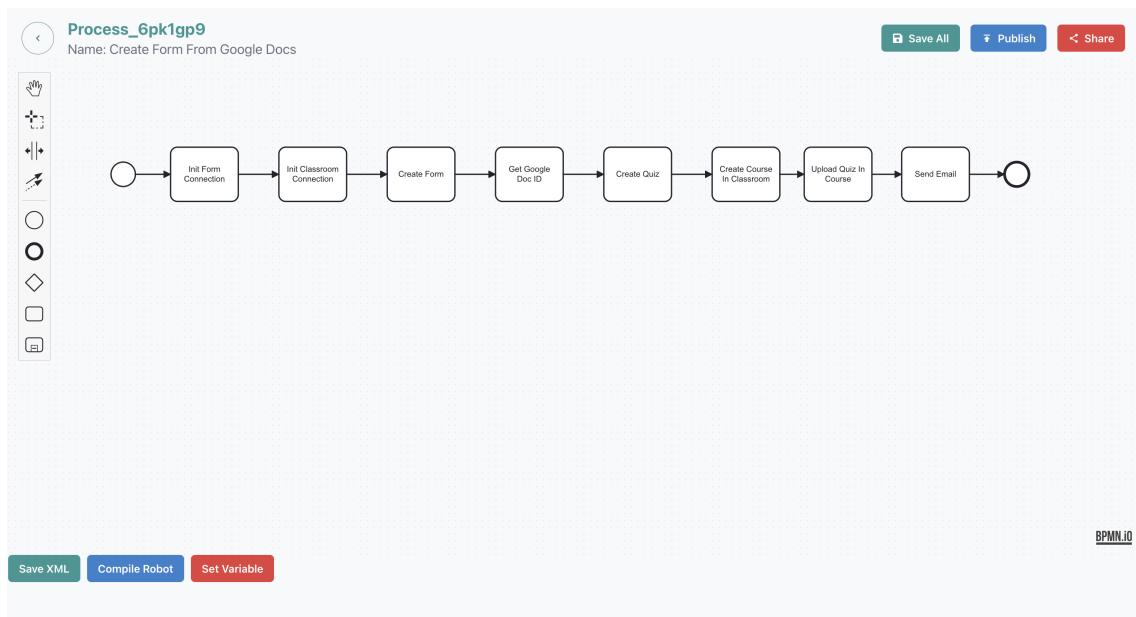
ĐÁP ÁN MÃ 224

41.B	42.D	43.A	44.D	45.B	46.C	47.A	48.A	49.B	50.A
51.C	52.A	53.D	54.C	55.B	56.B	57.D	58.A	59.C	60.C
61.C	62.D	63.B	64.B	65.A	66.C	67.B	68.A	69.C	70.B
71.A	72.B	73.C	74.B	75.B	76.A	77.A	78.B	79.A	80.C

Hình 7.2.11: Minh họa đề thi trắc nghiệm môn Hóa Học THPT Quốc gia 2022

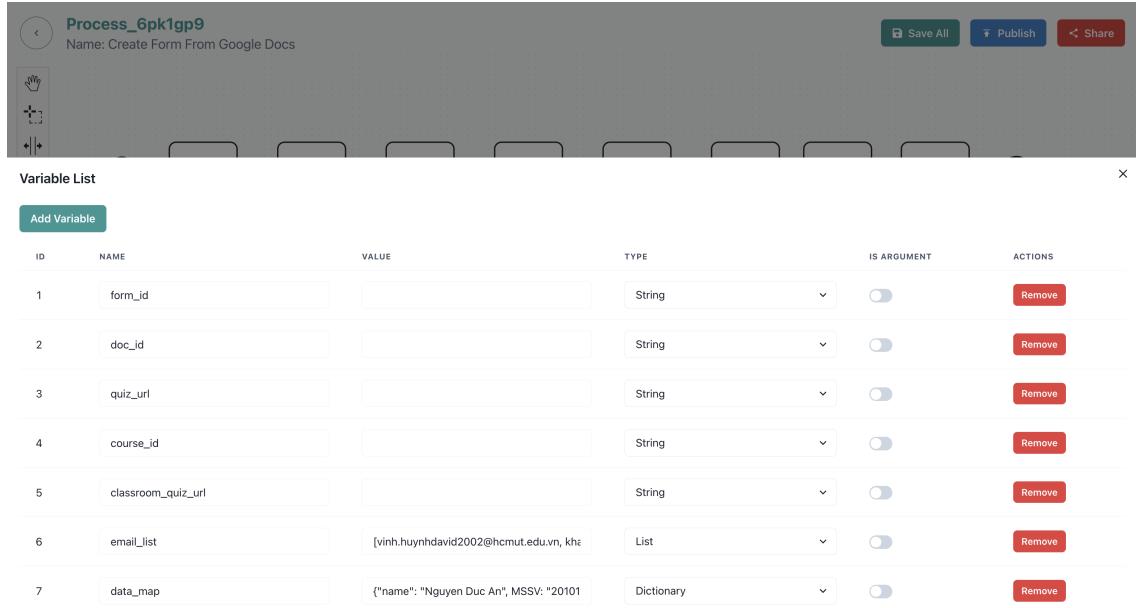
Các bước thực hiện:

1. Tạo một process mới ở trang studio
2. Sử dụng giao diện studio để mô hình hóa lại quy trình
 - (a) Tạo quy trình



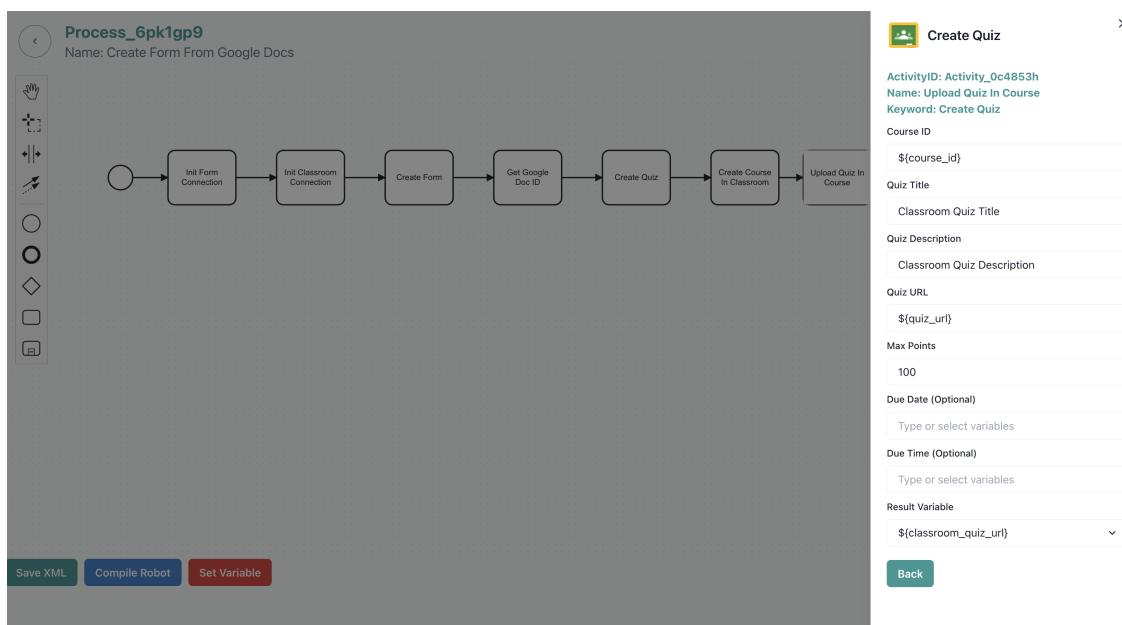
Hình 7.2.12: Quy trình chuyển đổi đề thi trắc nghiệm từ Google Doc sang Quiz trên Google Form

(b) Nhập giá trị các biến



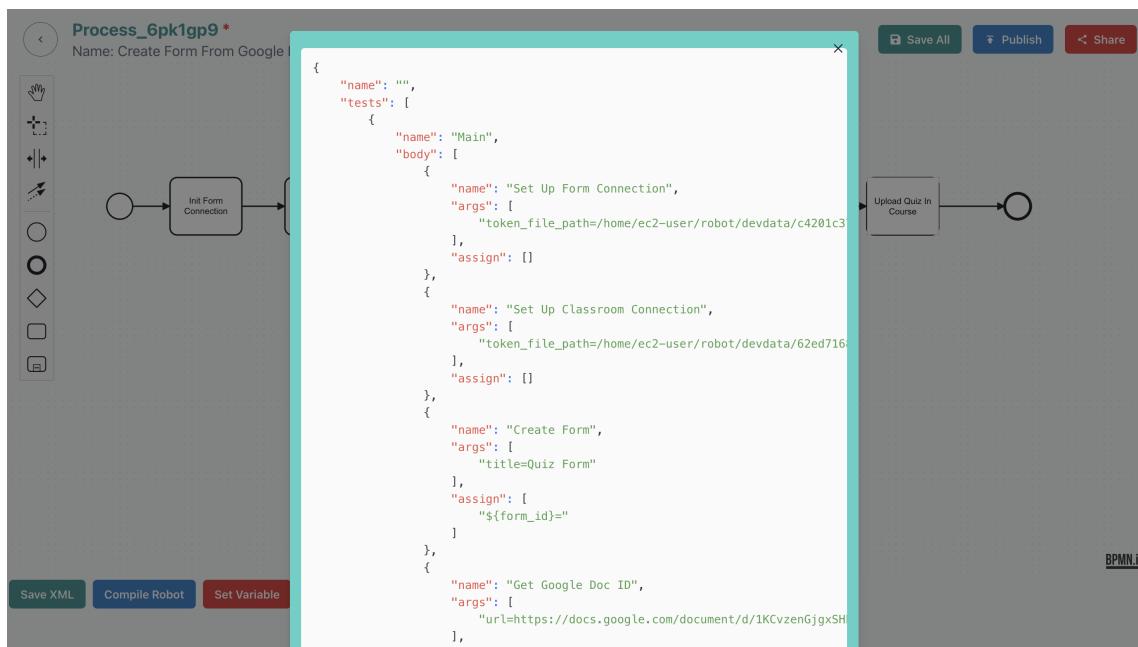
Hình 7.2.13: Nhập giá trị các biến cho quy trình

(c) Sử dụng các biến truyền vào thanh thuộc tính của từng activity



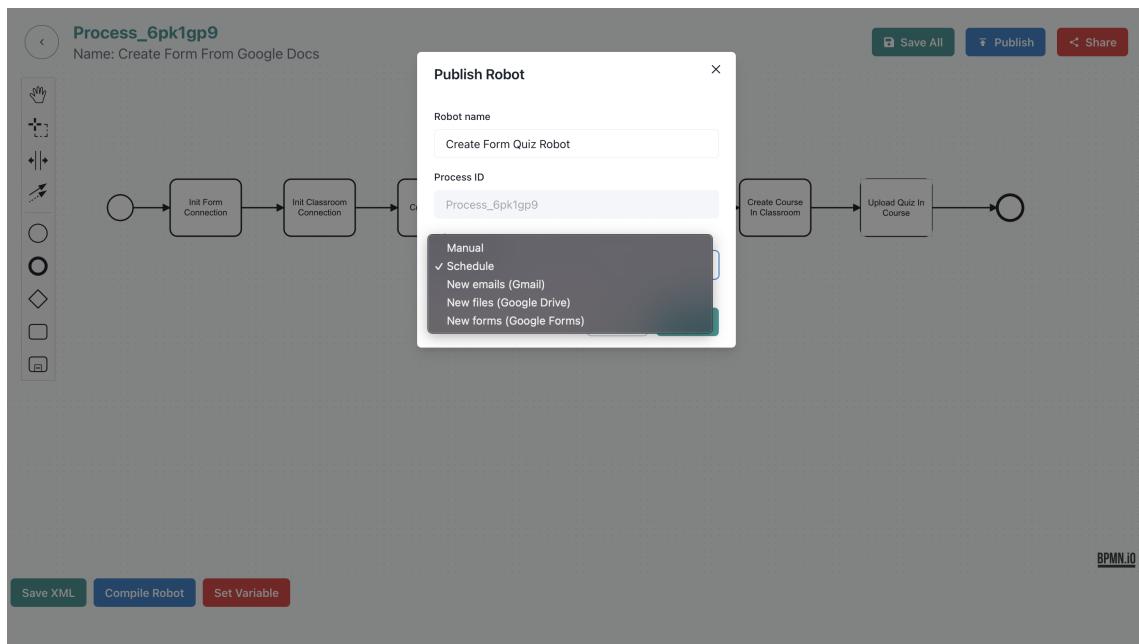
Hình 7.2.14: Nhập giá trị các thuộc tính cho activity

(d) Biên dịch robot code



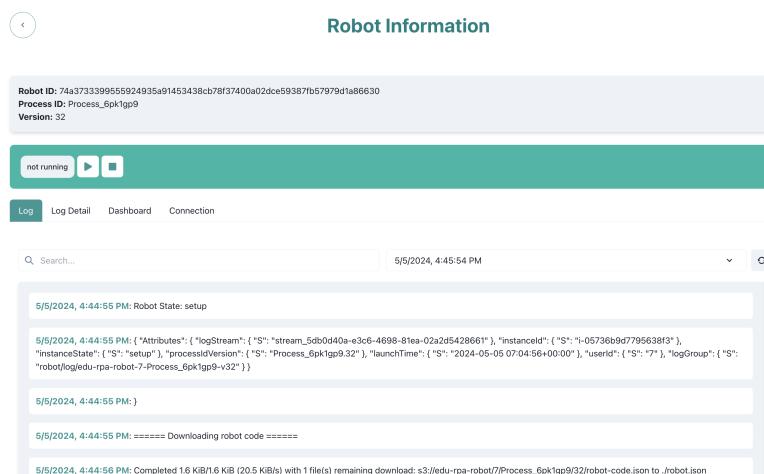
Hình 7.2.15: Biên dịch sang Robot Code

(e) Xuất bản Robot



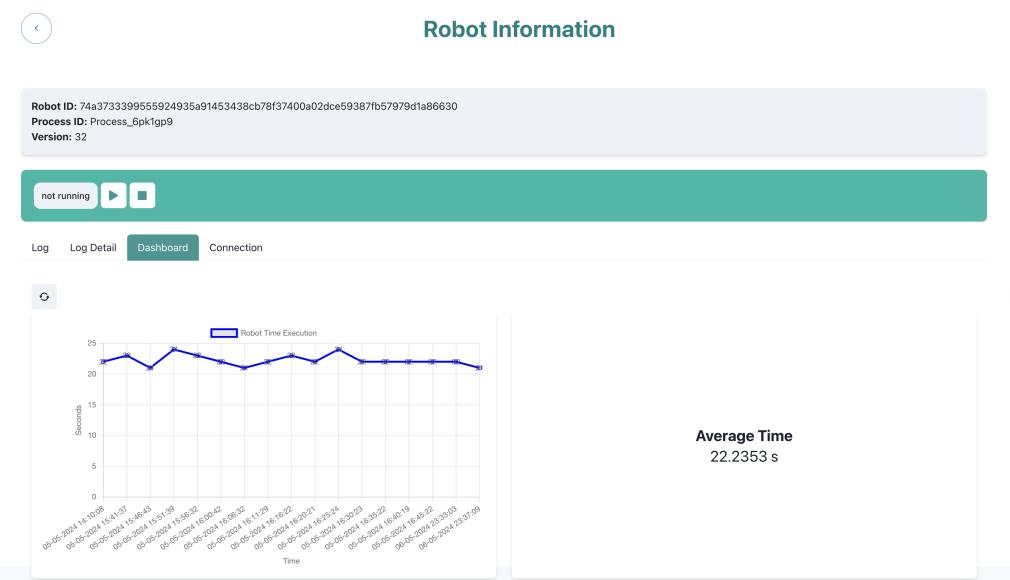
Hình 7.2.16: Xuất bản Robot

3. Bấm chạy robot và quan sát kết quả, người dùng có thể chọn chạy thủ công hoặc định thời chạy theo lịch trình.
4. Người dùng có thể xem log thực thi của robot trong quá trình chạy để phát hiện lỗi để chỉnh sửa quy trình cho phù hợp.



Hình 7.2.17: Trang xem log thực thi robot trong quá trình chạy để phát hiện lỗi

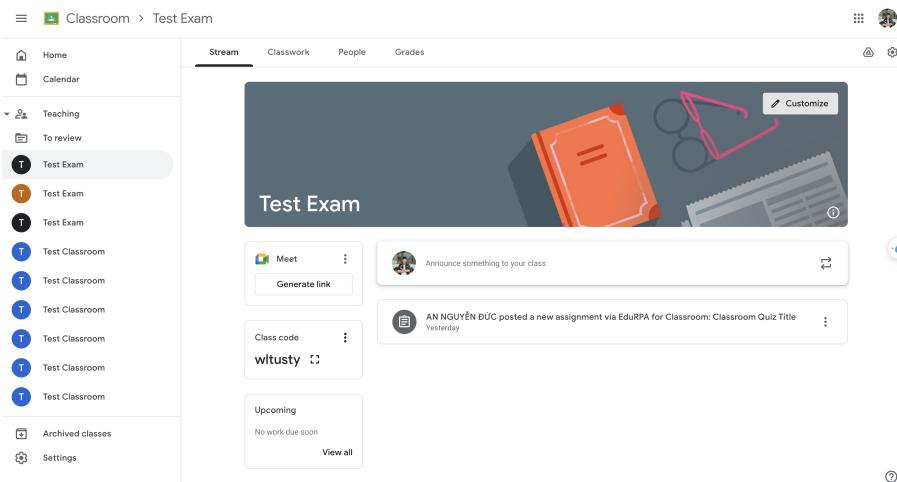
5. Người dùng có thể giám sát thời gian thực thi ở trang dashboard.



Hình 7.2.18: Trang giám sát thời gian thực thi của robot

7.2.2 Kết quả

Sau khi chạy robot, quy trình đã chuyển đổi để thi trắc nghiệm từ định dạng Word sang dạng Quiz trên Google Form và tải lên Google Classroom.



Hình 7.2.19: Tạo quiz trên Google Classroom

Khi bấm vào link quiz, giảng viên quản lý bài tập của mình và xem được thống kê các bài nộp của sinh viên.



The screenshot shows the Google Classroom interface. On the left, there's a sidebar with navigation links like Home, Calendar, Teaching (with 'Test Exam' selected), To review, Archived classes, and Settings. The main area is titled 'Test Exam' under 'Student work'. It shows 'All students' with 0 turned in and 0 assigned. A 'Classroom Quiz Title' section is present, along with a 'Quiz Form' card from 'Google Forms - via EduRPA for Classroom'. A message at the bottom says 'This hasn't been assigned to any students'.

Hình 7.2.20: Danh sách trang quản lý bài tập

Giảng viên có thể vào Google Form đã tạo để kiểm tra kết quả và điều chỉnh nếu có.

The screenshot shows a 'Quiz Form' in Google Forms. It has two questions visible. Question 41 is a multiple-choice question about polymers, with one option selected as correct. Question 42 is another multiple-choice question about a chemical reaction. The interface includes a toolbar with text and style tools, and a sidebar with form settings.

Hình 7.2.21: Trang quản lý quiz trên Google Form

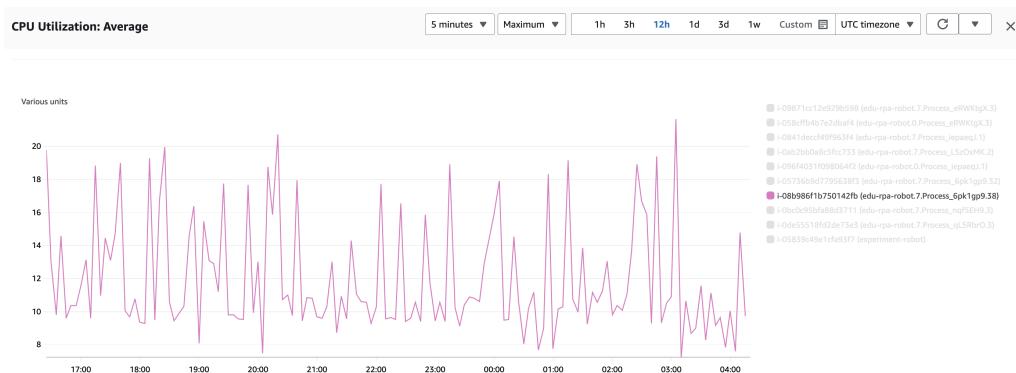
Bài quiz đã được tạo thành công và giảng viên có thể sử dụng để tổ chức thi trực tuyến cho sinh viên.



Hình 7.2.22: Kết quả Quiz được tạo

Dánh giá tài nguyên sử dụng

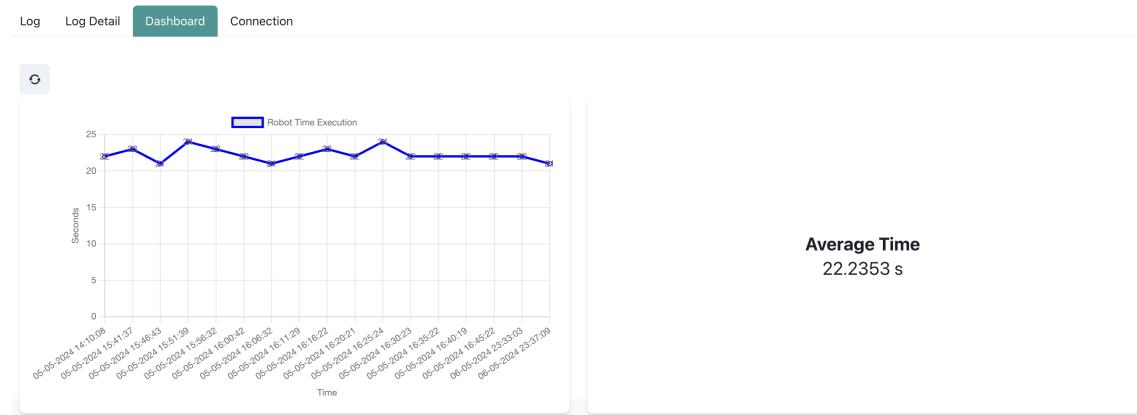
Dựa trên đồ thị trên, chúng ta có thể thấy được. Trong khoảng thời gian từ 17g00 10/05/2024 - 04g00 11/05/2024, chỉ số CPU Utilization của server của robot edu-rpa-robot.7.Process_6pk1gp9.38 dao động từ 5% đến 10%. Tuy nhiên, có một số thời gian, tỉ lệ này tăng bất thường, đạt đỉnh cao nhất ở mức 20%.



Hình 7.2.23: Phần trăm trung bình CPU của robot từ 17g00 10/05/2024 - 04g00 11/05/2024



Đánh giá thời gian chạy trung bình



Hình 7.2.24: Biểu đồ đường thời gian thực thi của robot qua các lần chạy

STT	Lần 1 (s)	Lần 2 (s)	Lần 3 (s)	Lần 4 (s)	Lần 5 (s)	Trung bình (s)
1	22	23	21	24	23	22.6

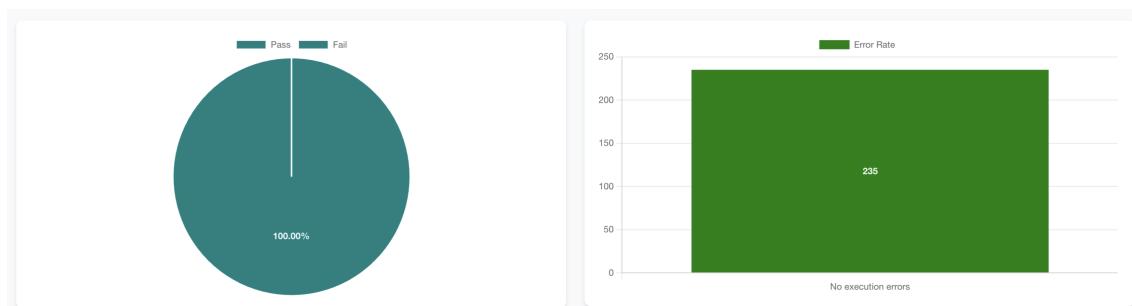
Giám sát thời gian chi tiết thực thi từng lệnh

5	EduRPA.Google.Add Questions And Answers From Google Doc To Form	doc_id=\${doc_id},form_id=\${quiz_id}	PASS	5/11/2024, 4:13:46 PM	5/11/2024, 4:13:50 PM	4 seconds	
6	EduRPA.Google.Create Course	name=Test Exam,ownerId=an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn	PASS	5/11/2024, 4:13:50 PM	5/11/2024, 4:13:58 PM	8 seconds	
7	EduRPA.Google.Create Quiz	courseId=\${course_id},title=Classroom Quiz Title,description=Classroom Quiz Description,quizUrl=\${form_url},maxPoints=100	PASS	5/11/2024, 4:13:58 PM	5/11/2024, 4:14:02 PM	4 seconds	

Hình 7.2.25: Bảng thống kê thời gian thực thi chi tiết từng lệnh của quy trình

Step	Tên lệnh	Thời gian (s)
1	EduRPA.Google.Set Up Form Connection	0.5
2	EduRPA.Google.Set Up Classroom Connection	0.5
3	EduRPA.Google.Create Form	9
4	EduRPA.Google.Get Google Doc ID	0.25
5	EduRPA.Google.Add Questions And Answers From Google Doc To Form	4
6	EduRPA.Google.Create Course	8
7	EduRPA.Google.Create Quiz	4
8	EduRPA.Google.Invite Students To Classroom	0.75

Giám sát tỉ lệ lỗi và thống kê số lỗi xảy ra



Hình 7.2.26: Đồ thị tròn, đồ thị cột thống kê tỉ lệ lỗi xảy ra trong quá trình thực thi quy trình của robot

Sau khi khảo sát định thời 235 lần chạy, tỉ lệ thành công trong quá trình thực thi quy trình của robot là 100%.

Hướng phát triển

Đối với usecase này, nhóm mong muốn sẽ đặt nền móng cho quá trình tự động hoá quy trình nhập liệu dữ liệu từ file Word sang ngân hàng câu hỏi. Trong phạm vi luận văn tốt nghiệp, vì hạn chế trong việc xin quyền tích hợp với các hệ thống e-learning của trường, nhóm chỉ mới áp dụng nhập liệu trên nền tảng mở như Google Form. Trong tương lai, nhóm sẽ liên hệ thêm với các đối tác và mở rộng tích hợp hệ thống EduRPA với các nền tảng e-learning của các trường đại học.



Kết chương

Trong phần này, nhóm đã thực hiện áp dụng hệ thống EduRPA vào giải quyết một số quy trình thực tế một cách hoàn thiện, từ bước thiết kế quy trình đến tự động hóa các giải pháp cho quy trình này và triển khai robot trên hạ tầng đám mây và giám sát robot. Qua đó, ta có thể thấy được sự hiệu quả của việc sử dụng RPA trong giáo dục, giảm khối lượng công việc và thúc đẩy quy trình giảng dạy hiệu quả hơn.

Chương 8

Kết luận

Nội dung chương 8 trình bày đánh giá về quá trình hiện thực hiện dự án đối với các mục tiêu đề ra và đánh giá ưu, nhược điểm của hệ thống EduRPA đã xây dựng. Từ đó đề ra các hướng tiếp tục phát triển trong tương lai

8.1 Đánh giá quá trình

Quá trình làm việc của dự án được thực hiện một cách hoàn chỉnh, từ giai đoạn nghiên cứu yêu cầu đến việc thiết kế, phát triển, triển khai và kiểm thử hệ thống. Mỗi giai đoạn đều có những nhiệm vụ cụ thể nhằm đảm bảo dự án đạt được các mục tiêu đề ra. Việc thực hiện từng bước một cách chi tiết và chặt chẽ đã giúp nhóm nghiên cứu không chỉ phát triển một hệ thống đáp ứng đúng nhu cầu mà còn đảm bảo tính khả thi và hiệu quả của nó trong thực tế.

Giai đoạn đầu tiên của dự án là nghiên cứu và phân tích yêu cầu từ các tổ chức giáo dục. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát và thu thập thông tin về các quy trình công việc cần được tự động hóa. Mục tiêu là xác định những quy trình nào tiêu tốn nhiều thời gian và có thể được cải thiện thông qua tự động hóa. Ngoài ra, nhóm cũng tiến hành nghiên cứu các giải pháp RPA hiện có trên thị trường để học hỏi từ các ưu điểm và hạn chế của chúng.

Sau khi xác định được yêu cầu, nhóm tiến hành thiết kế kiến trúc hệ thống và phát triển giao diện người dùng. Hệ thống được thiết kế với khả năng cho phép người dùng tạo và quản lý các quy trình tự động hóa theo chuẩn BPMN. Công nghệ OCR được tích hợp để hỗ trợ việc trích xuất chữ viết Tiếng Việt từ hình ảnh, đáp ứng nhu cầu xử lý tài liệu giấy trong giáo dục. Ngoài ra, nhóm cũng phát triển các công cụ và các thư viện liên quan đến Robotframework để có thể chia sẻ với cộng đồng.

Hệ thống được triển khai trên nền tảng AWS để đảm bảo hiệu suất cao và khả



năng mở rộng linh hoạt. Các quy trình tự động hóa sau đó được kiểm thử kỹ lưỡng bằng nhiều bài kiểm thử khác nhau nhằm xác minh tính chính xác và hiệu quả hoạt động của hệ thống. Dựa trên phản hồi từ người dùng và kết quả kiểm thử, nhóm tiến hành các điều chỉnh cần thiết để tối ưu hóa và hoàn thiện hệ thống, đảm bảo nó đáp ứng tốt nhất các yêu cầu và nhu cầu thực tế.

8.2 Đánh giá ưu điểm và một số hạn chế, tồn tại của hệ thống

8.2.1 Các ưu điểm của hệ thống

Hệ thống EduRPA có những điểm nổi bật đáng chú ý mà có thể giúp ích cho các tổ chức giáo dục và mang lại giá trị tham khảo cho cộng đồng. Một số ưu điểm có thể được kể đến bao gồm:

Thứ nhất, hệ thống đáp ứng một nhu cầu thực tế trong lĩnh vực giáo dục và có tính thực tiễn cao. Bằng việc tự động hóa các quy trình hành chính, hệ thống giúp giảm tải công việc cho nhân viên, tiết kiệm thời gian và nâng cao hiệu suất làm việc. Ví dụ, việc tự động xử lý đơn từ, quản lý học bạ, và các công việc hành chính khác có thể được thực hiện nhanh chóng và chính xác, giảm thiểu sai sót và tăng cường hiệu quả hoạt động của các tổ chức giáo dục.

Thứ hai, một trong những điểm mạnh quan trọng của dự án là việc phát triển nền tảng dưới dạng open source. Điều này không chỉ giúp các tổ chức giáo dục dễ dàng tiếp cận và sử dụng hệ thống mà còn cho phép họ tùy chỉnh theo nhu cầu cụ thể mà không phải chịu chi phí bản quyền phần mềm đắt đỏ. Cộng đồng open source cũng có thể đóng góp vào việc phát triển và cải thiện hệ thống, giúp nó ngày càng hoàn thiện hơn.

Thứ ba, hệ thống được thiết kế với khả năng tích hợp tốt với các dịch vụ của Google Workspace (được sử dụng rộng rãi bởi các tổ chức giáo dục), bao gồm Gmail, Google Sheets, Google Drive, Google Form và Google Classroom. Việc tích hợp này giúp mở rộng khả năng ứng dụng của hệ thống với nền tảng Google, cho phép người dùng thực hiện các tác vụ tự động hóa trực tiếp từ các dịch vụ mà họ đã quen thuộc, tạo nên một trải nghiệm liền mạch và tiện lợi.

Thứ tư, việc tích hợp công nghệ OCR để trích xuất chữ viết Tiếng Việt từ hình ảnh là một ưu điểm nổi bật. Đây là một tính năng quan trọng đối với các tổ chức giáo dục tại Việt Nam, nơi mà việc xử lý tài liệu giấy và tài liệu số vẫn còn phổ biến. Công nghệ OCR giúp chuyển đổi các tài liệu giấy thành dạng số hóa một cách nhanh chóng và chính xác, tiết kiệm thời gian và công sức cho người dùng.



8.2.2 Các hạn chế, tồn tại của hệ thống

Bên cạnh các ưu điểm, hệ thống vẫn còn có một số hạn chế và tồn tại như sau:

Thứ nhất, hệ thống hiện tại phụ thuộc nhiều vào các dịch vụ của Google Workspace và AWS. Điều này có thể gây ra vấn đề nếu các dịch vụ này có sự thay đổi về chính sách hoặc gặp sự cố gián đoạn. Sự phụ thuộc này có thể ảnh hưởng đến tính liên tục và ổn định của hệ thống.

Thứ hai, mặc dù dự án có tiềm năng mở rộng, nhưng hiện tại chỉ mới tập trung vào một số tính năng cơ bản. Hệ thống cần thêm thời gian và nguồn lực để phát triển đầy đủ các chức năng mở rộng, đáp ứng đa dạng nhu cầu của người dùng. Việc phát triển thêm các tính năng phức tạp hơn và hỗ trợ nhiều loại quy trình hơn sẽ là một thách thức trong tương lai.

Thứ ba, việc sử dụng dịch vụ đám mây AWS để triển khai hệ thống có thể phát sinh thêm chi phí, đặc biệt khi hệ thống được triển khai trên quy mô lớn. Các tổ chức giáo dục có thể gặp khó khăn trong việc chi trả các chi phí này, đặc biệt là trong bối cảnh ngân sách hạn chế. Việc tìm kiếm các giải pháp tối ưu hóa chi phí là cần thiết để giảm gánh nặng tài chính cho các tổ chức này.

8.3 Những kinh nghiệm rút ra được sau khi hoàn thành dự án

Trải qua quá trình thiết kế và triển khai hệ thống EduRPA, nhóm của nhóm đã có nhiều kinh nghiệm quý báu về việc làm việc với RPA trong lĩnh vực giáo dục. Nhóm đã tiến hành phân tích các quy trình nghiệp vụ quan trọng trong giáo dục, nhận diện các hoạt động có thể tự động hóa để tối ưu hóa hiệu quả hoạt động của các tổ chức giáo dục. Nhóm đã áp dụng các công nghệ RPA để tự động hóa các quy trình giúp giảm thiểu thủ công và tăng cường độ chính xác trong các hoạt động quan trọng của các tổ chức giáo dục; từ đó chứng minh được tính khả thi của đề tài.

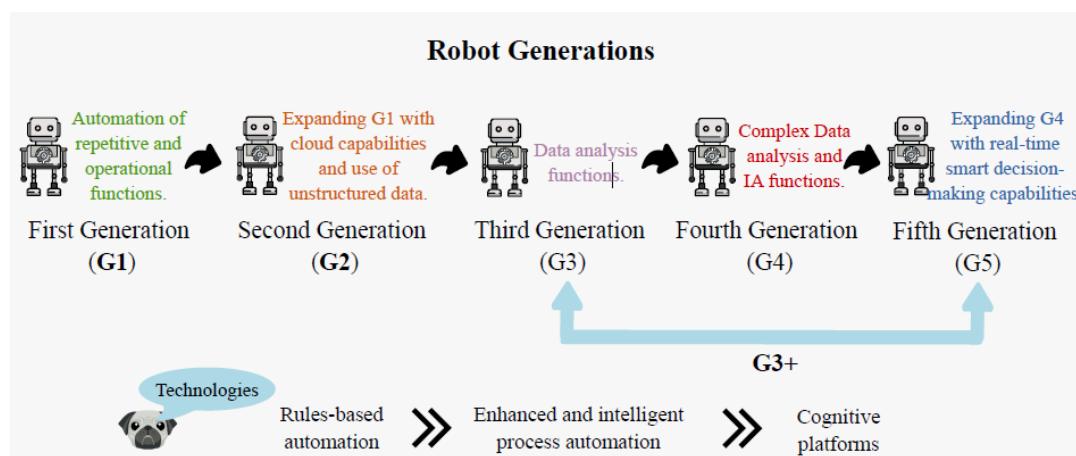
Trong quá trình phát triển hệ thống EduRPA, nhóm đã tích lũy được nhiều kỹ năng quan trọng trong công việc nhóm và quản lý dự án. Nhóm đã học cách lập kế hoạch chi tiết, phân bổ công việc hiệu quả, và theo dõi tiến độ để đảm bảo dự án được triển khai đúng tiến độ. Nhóm cũng đã rèn luyện khả năng quản lý rủi ro và đưa ra các giải pháp linh hoạt khi phát sinh vấn đề. Những kỹ năng này không chỉ quan trọng trong dự án EduRPA mà còn có thể áp dụng rộng rãi trong các dự án công nghệ khác và trong mọi lĩnh vực công việc.

Hơn thế nữa, nhóm đã có cơ hội tích lũy nhiều kinh nghiệm trong việc phát triển

công nghệ thông qua dự án. Diễn hình là việc thiết kế kiến trúc hệ thống đã giúp nhóm nâng cao khả năng thiết kế và tổ chức các thành phần của hệ thống phần mềm. Nhóm cũng đã có kinh nghiệm sử dụng các công nghệ tiên tiến như Docker và các dịch vụ của AWS để triển khai và vận hành hệ thống trên môi trường đám mây. Việc tích hợp công nghệ OCR và các API của Google Workspace vào hệ thống cũng là những trải nghiệm quan trọng, giúp nhóm áp dụng những công nghệ mới nhất vào sản phẩm của mình. Những kinh nghiệm này không chỉ làm giàu kiến thức chuyên môn mà còn giúp nhóm phát triển những giải pháp công nghệ đột phá, đem lại giá trị thực tiễn và hiệu quả cho ngành giáo dục và cộng đồng.

8.4 Định hướng phát triển trong tương lai

- Để tăng tính linh hoạt và khả năng ứng dụng của hệ thống, cần nâng cao khả năng tích hợp với nhiều dịch vụ và nền tảng khác ngoài Google Workspace. Việc tích hợp với các dịch vụ như Microsoft Office 365, các hệ thống quản lý học tập (LMS), và các hệ thống quản lý tài liệu (DMS) sẽ giúp hệ thống phù hợp với nhiều môi trường khác nhau và đáp ứng đa dạng nhu cầu của người dùng. Tuy nhiên, việc tích hợp sẽ cần đến sự phối hợp giữa các bên kèm theo đó là các vấn đề về kết nối và bảo mật.
- Để hệ thống ngày càng hoàn thiện và đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người dùng, cần bổ sung thêm các tính năng tự động hóa mới. Các tính năng này có thể bao gồm hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau, tích hợp trí tuệ nhân tạo (AI) để phân tích và đưa ra đề xuất tối ưu hóa quy trình, và phát triển các công cụ phân tích dữ liệu để hỗ trợ việc ra quyết định.



Hình 8.4.1: Các thế hệ của RPA



Hình 8.4.1 minh họa sự tiến hóa của RPA theo các thế hệ khác nhau. Hiện tại, chúng ta chỉ mới ở giai đoạn đầu của thế hệ 2 trong đó các robot có khả năng xử lý dữ liệu phi cấu trúc và hoạt động dựa trên luồng điều khiển được cài đặt trước. Ở các cấp độ cao hơn, robot có khả năng phân tích dữ liệu, gọi các lệnh điều khiển và đưa ra quyết định thông minh trong thời gian thực. Điều này tạo ra tiềm năng lớn cho sự phát triển hệ thống.

3. Liên quan đến việc điều phối quá trình hoạt động của robot chúng ta có thể chủ động xây dựng cơ sở hạ tầng để hoạt động và triển khai robot tự động một cách hiệu quả. Giảm thiểu thời gian triển khai và chuẩn bị môi trường cho robot. Tự quản lý và phân bổ tài nguyên cho robot mà không phải dựa vào các dịch vụ đám mây. Tự phát triển các hệ thống hoạt động dành riêng cho robot. Nâng cao hệ thống giám sát và khả năng can thiệp vào các hoạt động của robot.
4. Trong tương lai, hệ thống giáo dục sẽ phát triển theo hướng đa dạng hóa và tự động hóa để nâng cao chất lượng và hiệu quả của quá trình giảng dạy và học tập. Hệ thống có thể được vận dụng để giải quyết một số vấn đề trong giáo dục như: tự động hóa các quy trình hành chính như đăng ký học, lập kế hoạch giảng dạy, và quản lý hồ sơ; hỗ trợ hình thành mô hình học tập liên tục (lifelong learning)¹ cho cả học sinh và giáo viên; Hệ thống sẽ linh hoạt và dễ dàng thích ứng với các xu hướng mới, mang lại những cách tiếp cận và phương pháp giảng dạy sáng tạo và hiệu quả hơn.
5. Bảo mật dữ liệu người dùng là một ưu tiên hàng đầu. Hệ thống cần cải thiện các biện pháp bảo mật, bao gồm mã hóa dữ liệu, xác thực hai yếu tố, và theo dõi các hoạt động đăng nhập để phát hiện và ngăn chặn các hành vi truy cập trái phép. Đảm bảo tính an toàn cho dữ liệu không chỉ giúp bảo vệ người dùng mà còn tăng cường uy tín và sự tin tưởng đối với hệ thống.

¹"Unleashing Potential – RPA as a Catalyst for Lifelong Learning and Positive Disruption in Small and Medium-Sized Organizations", Internet: <https://tinyurl.com/RPA-Lifelong-Learning>. Truy cập ngày 15/05/2024



Tổng kết

Dự án về nền tảng tự động hóa quy trình bằng robot (RPA) trong lĩnh vực giáo dục là một bước tiến quan trọng trong việc ứng dụng công nghệ vào quản lý và vận hành các tổ chức giáo dục tại Việt Nam. Dự án không chỉ đáp ứng được nhu cầu cấp thiết về tự động hóa các quy trình hành chính mà còn mở ra những cơ hội mới cho việc cải thiện hiệu quả và chất lượng quản lý trong giáo dục.

Mặc dù còn một số hạn chế cần khắc phục, nhưng với những ưu điểm nổi bật và các đề xuất phát triển trong tương lai, dự án này có tiềm năng trở thành một công cụ hữu ích và thiết thực. Việc tiếp tục đầu tư vào nghiên cứu và phát triển sẽ giúp dự án ngày càng hoàn thiện và mở rộng phạm vi ứng dụng, mang lại lợi ích to lớn cho các tổ chức giáo dục và góp phần thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong giáo dục tại Việt Nam.

Sự thành công của dự án không chỉ nằm ở khả năng tự động hóa các quy trình mà còn ở việc nó có thể được tích hợp linh hoạt vào nhiều hệ thống khác nhau, hỗ trợ tốt cho việc xử lý tài liệu tiếng Việt và đảm bảo an toàn cho dữ liệu người dùng. Những nỗ lực không ngừng trong việc cải tiến và mở rộng các tính năng sẽ giúp hệ thống trở thành một công cụ không thể thiếu trong môi trường giáo dục hiện đại.

Tài liệu tham khảo

- [1] UiPath, Inc., “UiPath - the business automation platform.” <https://www.uipath.com/>, truy cập lần cuối ngày 10 tháng 9 năm 2023.
- [2] Blue Prism Group plc, “Ss&c blue prism.” <https://www.blueprism.com/>, truy cập lần cuối ngày 10 tháng 9 năm 2023.
- [3] OPENIAP, “Openrpa - openiap.” <https://www.openrpa.dk/openrpa>, truy cập lần cuối ngày 10 tháng 9 năm 2023.
- [4] Website Automation Anywhere, “Website automation anywhere.” <https://www.automationanywhere.com/rpa/robotic-process-automation/>, truy cập lần cuối ngày 14 tháng 12 năm 2023.
- [5] Website eRobot.ai, “Which process should be automated ?.” <https://erobot.ai/process-robotisation/common-processes-that-can-be-robotised/>, truy cập lần cuối ngày 14 tháng 12 năm 2023.
- [6] BPMN Organization, “Bpmn: Offical documents.” <https://www.bpmn.org/>, truy cập lần cuối ngày 14 tháng 12 năm 2023.
- [7] LucidChart, “Lucidchart bpmn.” <https://www.lucidchart.com/pages/bpmn/>, truy cập lần cuối ngày 14 tháng 12 năm 2023.
- [8] J. Mendling, K. Lassen, and U. Zdun, “On the transformation of control flow between block-oriented and graph-oriented process modeling languages,” *Int. J. Business Process Integration and Management*, vol. 3, 01 2006.
- [9] C. Ouyang, M. Dumas, A. Ter, and W. Aalst, “From bpmn process models to bpel web services,” *Proceedings - ICWS 2006: 2006 IEEE International Conference on Web Services*, 01 2006.
- [10] L. García-Bañuelos, “Translating bpmn models to bpel code,” 01 2009.



- [11] G. Nagy, T. Nartker, and S. Rice, “Optical character recognition: an illustrated guide to the frontier,” *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, vol. 3967, pp. 58–69, 12 1999.
- [12] AWS, Inc., “Ocr.” <https://aws.amazon.com/vi/what-is/ocr/>, truy cập lần cuối ngày 14 tháng 12 năm 2023.
- [13] Stefan Weil, “Tesseract ocr.” <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>, truy cập lần cuối ngày 10 tháng 9 năm 2023.
- [14] Jaided AI, “Easyocr.” <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR>, truy cập lần cuối ngày 10 tháng 9 năm 2023.
- [15] Pham Ba Cuong Quoc, “Vietocr.” <https://github.com/pbcquoc/vietocr>, truy cập lần cuối ngày 12 tháng 9 năm 2023.
- [16] E. Freeman, E. Robson, B. Bates, and K. Sierra, *Head First Design Patterns: A Brain-Friendly Guide*. O'Reilly Ser., O'Reilly Media, oct 1 2004.
- [17] “Repository pattern.” https://www.cosmicpython.com/book/chapter_02_repository.html.
- [18] Grand View Research, Inc., “Robotic process automation market size & share report 2030.” <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/robotic-process-automation-rpa-market>, truy cập lần cuối ngày 20 tháng 9 năm 2023.
- [19] M. Richards and N. Ford, *Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 1st ed., 2020. Available at: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=2361924>. Accessed December 10, 2023.
- [20] Grafana, “GitHub - grafana/k6: A modern load testing tool, using Go and JavaScript - https://k6.io.”

Phụ lục A

Các trường hợp kiểm thử

Bộ kiểm thử Khả năng xác định process không hợp lệ		
Testcase	Input: Process	Output: Kết quả
No end event	1. Start event	Không thể dịch mã thực thi và tạo robot
No start event	1. End event	Không thể dịch mã thực thi và tạo robot
Start and end event not connect	1. Start event 2. End event (không kết nối với start event)	Không thể dịch mã thực thi và tạo robot
Not select activity template	1. Start event 2. Empty activity 2. End event	Không thể dịch mã thực thi và tạo robot
No end event in subprocess	1. Start event 2. Subprocess 2.1. Start event 3. End event	Không thể dịch mã thực thi và tạo robot
No start event in subprocess	1. Start event 2. Subprocess 2.1. End event 3. End event	Không thể dịch mã thực thi và tạo robot
Bộ kiểm thử Google Drive		
Tiền điều kiện: - Connection Google Drive khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn hoạt động - Có thư mục "Data" chứa tập tin "test.txt" trong Drive của connection		



Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
Drive setup	1. Start event 2. Setup Drive Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. End event	Thực thi thành công
Create folder (no setup)	1. Start event 2. Create Folder: - Folder name: "Hello" - Parent folder path: "" 3. End event	Thực thi thất bại
Create folder	1. Start event 2. Setup Drive Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Create Folder: - Folder name: "Hello" - Parent folder path: "" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Folder "Hello" được tạo trong Google Drive của khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn - Biến res là dictionary có folder_id và folder_url
Download files	1. Start event 2. Setup Drive Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Download Files: - Folder name: "Data" - Query: "name contains .txt" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Tải xuống thành công "test.txt" - Biến res là list file đã tải xuống



Upload file	1. Start event 2. Setup Drive Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Download Files: - Folder name: "Data" - Query: "name contains .txt" - Result variable: \${files} 4. Upload File: - File name: "test.txt" - Folder path: "" - Result variable: \${res} 5. End event	- Thực thi thành công - Tải lên thành công file "test.txt" trong Google Drive của khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn - Biến res là id của file đã tải lên
Get files	1. Start event 2. Setup Drive Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Get file list in folder: - Folder path: "Data" - Query: "" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Biến res là list của các file trong folder "Data"
Bộ kiểm thử Gmail		
Tiền điều kiện: - Connection Gmail khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn hoạt động		
Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
Gmail setup	1. Start event 2. Setup Gmail Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. End event	Thực thi thành công



Send email (no setup)	1. Start event 2. Send email: - To: "khanhnguyenmcu@gmail.com" - Subject: "Test" - Body: "Sample email" 3. End event	Thực thi thất bại
Send email	1. Start event 2. Setup Gmail Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Send email: - To: "khanhnguyenmcu@gmail.com" - Subject: "Test" - Body: "Sample email" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Gửi email thành công từ khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn đến khanhnguyenmcu@gmail.com - Biến res là dictionary của email đã gửi
Get emails	1. Start event 2. Setup Gmail Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Get list emails: - Query: "from:khanhnguyenmcu@gmail.com" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Biến res là list các email từ khanhnguyenmcu@gmail.com

Bộ kiểm thử Google Sheets

Tiền điều kiện:

- Connection Google Sheets khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn hoạt động

Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
Sheets setup	1. Start event 2. Setup Google Sheets Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. End event	Thực thi thành công



Create Spreadsheet (no setup)	1. Start event 2. Create Spreadsheet: - Name: "test" 3. End event	Thực thi thất bại
Create Spreadsheet	1. Start event 2. Setup Google Sheets Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Create Spreadsheet: - Name: "test" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Tạo thành công Spreadsheet "test" trong tài khoản khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn - Biến res là id của Spreadsheet vừa tạo
Add Sheet	1. Start event 2. Setup Google Sheets Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Create Spreadsheet: - Name: "test2" - Result variable: \${id} 4. Add Sheet: - Spreadsheet id: \${id} - Sheet name: "sheet1" - Result variable: \${res} 5. End event	- Thực thi thành công - Tạo thành công Spreadsheet "test2" có sheet "sheet1". - Biến res là dictionary của kết quả thực thi.



Write cells value	<ol style="list-style-type: none">Start eventSetup Google Sheets Connection:<ul style="list-style-type: none">Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vnCreate Spreadsheet:<ul style="list-style-type: none">Name: "test3"Result variable: \${id}Write Data To Sheet:<ul style="list-style-type: none">Spreadsheet id: \${id}Sheet range: "A1:C2"Content: [[11, 12, 13], [14, 15, 16]]Result variable: \${res}End event	<ul style="list-style-type: none">Thực thi thành côngTạo thành công Spreadsheet "test3" có 2 hàng giá trị: 11, 12, 13 và 14, 15, 16.Biến res là dictionary của kết quả thực thi
Read cells value	<ol style="list-style-type: none">Start eventSetup Google Sheets Connection:<ul style="list-style-type: none">Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vnRead Data From Sheet:<ul style="list-style-type: none">Spreadsheet id: \${id}Sheet range: "A1:C2"Result variable: \${res}End event	<ul style="list-style-type: none">Thực thi thành côngBiến res là list thể hiện giá trị trong các ô A1:C2

Bộ kiểm thử Google Classroom

Tiền điều kiện:

- Connection Google Classroom khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn hoạt động

Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
Classroom setup	<ol style="list-style-type: none">Start eventSetup Google Classroom Connection:<ul style="list-style-type: none">Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vnEnd event	Thực thi thành công



Create class (no setup)	1. Start event 2. Create Class: - Class name: "test" - Teacher email: "khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn" 3. End event	Thực thi thất bại
Create class	1. Start event 2. Setup Google Classroom Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Create Class: - Class name: "test" - Teacher email: "khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Tạo class với tên "test" có teacher khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn thành công - Biến \${res} là id của class được tạo
List classes	1. Start event 2. Setup Google Classroom Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. List Classes: - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Biến \${res} là list các dictionary của các class trong tài khoản.
Invite students	1. Start event 2. Setup Google Classroom Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Invite Students To Classroom: - Class id: \${id} - List of student emails: ["khanhnguyenmcu@gmail.com", "an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn"] - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Các tài khoản khanhnguyenmcu@gmail.com và an.nguyenduc1406@hcmut.edu.vn được gửi email mời vào class \${id} - Biến \${res} là dictionary của kết quả thực thi.



Create assignment	1. Start event 2. Setup Google Classroom Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Create Assignment: - Class id: \${id} - Assignment title: "ASS1" - Assignment description: "write essay" Biến \${res} là id của assignment được tạo. - Assignment URL: "https://classroom.google.com" - Due date: "2024-05-01" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Assignment "ASS1" được tạo trong class \${id}. Biến \${res} là id của assignment được tạo.
List courseworks	1. Start event 2. Setup Google Classroom Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. List Courseworks: - Class id: \${id} - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Biến \${res} là list các dictionary của các coursework trong class \${id}
List submissions	1. Start event 2. Setup Google Classroom Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. List Student Submissions: - Class id: \${class_id} - Coursework id: \${coursework_id} - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Biến \${res} là list các dictionary của các submission trong coursework \${coursework_id}
Bộ kiểm thử Google Forms		
Tiền điều kiện:	<ul style="list-style-type: none">- Connection Google Forms khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn hoạt động	
Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi



Forms setup	1. Start event 2. Setup Google Forms Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. End event	Thực thi thành công
Create quiz (no setup)	1. Start event 2. Create Quiz Form: - Form name: "test" 3. End event	Thực thi thất bại
Create quiz	1. Start event 2. Setup Google Forms Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Create Quiz Form: - Form name: "test" - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Tạo form kiểu quiz với title "test" thành công - Biến \${res} là id của form được tạo
Create quiz from doc	1. Start event 2. Setup Google Forms Connection: - Connection: khanh.nguyenqk09@hcmut.edu.vn 3. Transfer Google Docs To Forms: - Doc id: \${doc_id} - Form id: \${form_id} - Result variable: \${res} 4. End event	- Thực thi thành công - Nội dung từ doc \${doc_id} được chuyển sang form \${form_id} - Biến \${res} là dictionary thể hiện nội dung của form

Bộ kiểm thử Browser automation

Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
Open browser	1. Start event 2. Open Browser 3. End event	Thực thi thành công
Go to URL (no browser)	1. Start event 2. Go to URL: - URL: "https://lms.hcmut.edu.vn/" 3. End event	Thực thi thất bại



Go to URL	1. Start event 2. Open Browser 3. Go to URL: - URL: "https://lms.hcmut.edu.vn/" 4. End event	Thực thi thành công
Click	1. Start event 2. Open Browser 3. Go to URL: - URL: "https://lms.hcmut.edu.vn/" 4. Click: - Element: "link:Khoa học" 5. End event	Thực thi thành công
Type	1. Start event 2. Open Browser 3. Go to URL: - URL: "https://lms.hcmut.edu.vn/course/" 4. Type Into: - Element: "name:search" - Text: "system" 5. End event	Thực thi thành công
Get text	1. Start event 2. Open Browser 3. Go to URL: - URL: "https://lms.hcmut.edu.vn/course/" 4. Get Text: - Element: "tag:h1" - Result variable: \${res} 5. End event	- Thực thi thành công - Biến \${res} là giá trị tiêu đề lớn của trang https://lms.hcmut.edu.vn/course/

Bộ kiểm thử **Document automation & File storage**



Tiền điều kiện:

- Đã tạo Document Template "Exam" dạng hình ảnh
- Biến \${document_template} chọn template "Exam"
- Đã tải tài liệu "khanh.jpg" trong thư mục "Data" ở File storage của người dùng

Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
Download & Extract data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Start event 2. Download File: <ul style="list-style-type: none"> - File path: "Data/khanh.jpg" 3. Extract data from document: <ul style="list-style-type: none"> - Document: "khanh.jpg" - Document template: \${document_template} - Result variable: \${res} 4. End event 	<ul style="list-style-type: none"> - Thực thi thành công - Biến \${res} là dictionary thể hiện dữ liệu trích xuất được từ ảnh khanh.jpg thông qua template "exam"
Create report & upload	<ol style="list-style-type: none"> 1. Start event 2. Generate grade report: <ul style="list-style-type: none"> - Correct answer: { <ul style="list-style-type: none"> p1: "a" p2: "b" } - Actual answer: [<ul style="list-style-type: none"> {p1: "b", p2: "b"} {p1: "a", p2: "b"}] <ul style="list-style-type: none"> - Name: ["Quang", "Khanh"] - Result variable: \${file} 3. Upload File: <ul style="list-style-type: none"> - File name: \${file} - File path: "report/grade_report.xlsx" 4. End event 	<ul style="list-style-type: none"> - Thực thi thành công - Báo cáo chấm điểm "grade_report.xlsx" được tải lên trong thư mục "report" của File storage người dùng. - Biến \${file} là tên file báo cáo được tạo

Bộ kiểm thử Data manipulation

Tiền điều kiện:

- Biến \${b} thuộc kiểu list

Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
----------	----------------	--------------------------



Set variable	1. Start event 2. Set variable: - Variable: \${a} - Value: "test" 3. End event	- Thực thi thành công - Biến \${a} có giá trị "test"
Add to list	1. Start event 2. Add to list: - List: \${b} - Item: "test" 3. End event	- Thực thi thành công - Biến \${b} là list được cập nhập thêm giá trị "test"

Bộ kiểm thử Control

Tiền điều kiện:

- Biến \${a} có giá trị nhỏ hơn 5
- Biến \${list} thuộc kiểu list
- Biến \${b} là list gồm 3 chuỗi

Testcase	Input: Process	Output: Kết quả thực thi
If true	1. Start event 2. If/else: - Left operand: \${a} - Operator: < - Right operand: 5 True: 2A. Set variable: - Variable: \${res} - Value: "failed" False: 2B. Set variable: - Variable: \${res} - Value: "passed" 3. End event	- Thực thi thành công - Biến \${res} có giá trị "failed"



If false	1. Start event 2. If/else: - Left operand: \${a} - Operator: < - Right operand: 0 True: 2A. Set variable: - Variable: \${res} - Value: "negative" False: 2B. Set variable: - Variable: \${res} - Value: "not negative" 3. End event	- Thực thi thành công - Biến \${res} có giá trị "not negative"
For	1. Start event 2. For each: - List: \${b} - Item: \${name} 2.1. Start event 2.2. Add to list: - List: \${list} - Item: \${name} 2.3. End event 3. End event	- Thực thi thành công - Biến \${list} được thêm 3 giá trị của \${b}

Bảng A.1: Bảng thông tin các bộ kiểm thử và trường hợp kiểm thử