

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỞ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

--- ∞0∞ ---



NGUYỄN VĂN BẢY

**XỬ LÝ CÔNG THỨC TOÁN HỌC
TRÊN NỀN TẢNG WEB FORM**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
NGÀNH KHOA HỌC MÁY TÍNH**

TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2021

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỞ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

--- ∞0∞ ---



NGUYỄN VĂN BẢY

**XỬ LÝ CÔNG THỨC TOÁN HỌC
TRÊN NỀN TẢNG WEB FORM**

Chuyên ngành: Khoa học Máy tính

Mã số sinh viên: 1751012088

Giảng viên hướng dẫn: TS. Trương Hoàng Vĩnh

TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2021

Mẫu số: 5

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỞ CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH Độc lập – Tự do – Hạnh phúc
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

GIẤY XÁC NHẬN

Tôi tên là: Nguyễn Văn Bảy

Ngày sinh: 09/10/1999

Nơi sinh: Phú Quốc – Kiên Giang

Chuyên ngành: Khoa học máy tính Mã sinh viên: 175 101 2088

Tôi đồng ý cung cấp toàn văn thông tin khóa luận tốt nghiệp hợp lệ về bản quyền cho Thư viện Trường Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh. Thư viện Trường Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh sẽ kết nối toàn văn thông tin khóa luận tốt nghiệp vào hệ thống thông tin khoa học của Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh.

Ký tên

(Ghi rõ họ và tên)

.....

**Ý KIẾN CHO PHÉP BẢO VỆ KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP
CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN**

Giảng viên hướng dẫn: Trương Hoàng Vinh

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Văn Bảy Lớp: DH17TH05

Ngày sinh: 09/10/1999

Nơi sinh: Phú Quốc, Kiên Giang

Tên đề tài: XỬ LÝ CÔNG THỨC TOÁN HỌC TRÊN NỀN TẢNG WEB FORM

Ý kiến của giảng viên hướng dẫn về việc cho phép sinh viên được bảo vệ khóa luận trước Hội đồng:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày ... tháng ... năm

Người nhận xét

.....

LỜI CẢM ƠN

Để có được những thành tựu nhất định trong khóa luận, em xin bày tỏ lòng biết ơn và xin được dành đôi lời cảm ơn chân thành nhất đến tất cả mọi người đã hỗ trợ em trong suốt thời gian qua.

Với toàn thể Giảng viên giảng dạy các bộ môn tại Khoa Công nghệ Thông tin, trường Đại học Mở Tp. Hồ Chí Minh, em xin được gửi lời cảm ơn tất cả những kiến thức, kinh nghiệm mà Thầy Cô đã dành cả sự tận tâm, nhiệt huyết để truyền tải cho chúng em, đến nay em đã có thể hoàn thành khóa luận tốt nghiệp với đề tài: “Xử lý Công thức Toán học trên nền tảng Web Form”. Đặc biệt, em xin được tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Tiến sĩ Trương Hoàng Vinh, đã tận tình hỗ trợ, trực tiếp hướng dẫn em hoàn thành khóa luận này!

Với người thân, bạn bè, em xin cảm ơn tất cả mọi người đã dìu dắt, đã đồng hành với em trong suốt khoảng thời gian qua, luôn giữ vững tinh thần cố gắng trong học tập, rèn luyện.

Trong quá trình thực hiện đề tài, sẽ khó tránh khỏi những sai sót khi kinh nghiệm và khả năng của bản thân còn hạn chế. Thế nên, em xin chân thành cảm ơn và ghi nhận mọi ý kiến đóng góp, để đề tài được hoàn thiện hơn, mang lại nhiều giá trị thực tiễn.

Một lần nữa, em xin chân thành cảm ơn!

Tp. Hồ Chí Minh, ngày ... tháng ... năm 2021

Ký tên

Nguyễn Văn Bấy

NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TÓM TẮT KHÓA LUẬN

Nhà Nữ Toán học Thần đồng Thế giới Shakuntala Devi từng nói: “Không có toán học, bạn sẽ không thể làm được gì. Mọi thứ quanh bạn là toán học, là những con số.”

Có thể nói, Toán học là lĩnh vực cực kỳ cần thiết, được ứng dụng rộng rãi ở hầu hết ngành nghề trong xã hội, phát triển tư duy phân tích, phản biện ở mỗi cá nhân, đặc biệt trong thời đại Cách mạng Công nghiệp lần thứ Tư hiện nay, toán học đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực Kiến trúc, hay Giáo dục,... Đi sâu vào chủ đề giáo dục, trong quá trình tổ chức thi, kiểm tra trên máy tính hiện nay, đa số trình nhập liệu đã có trên thị trường đáp ứng được các chức năng cơ bản để nhập vào câu hỏi có các dạng dữ liệu đơn giản như ký tự chữ, số, cùng một số ký tự đặc biệt trong bảng ASCII. Song, khi sự phức tạp của các công thức toán học đòi hỏi một công cụ hỗ trợ người dùng nhập dữ liệu vào một cách tiện lợi nhất, thay vì vẽ trên một phần mềm thứ ba, rồi chụp ảnh dán vào, hoặc không thể hỗ trợ chỉnh sửa cũng như hiển thị các dạng dữ liệu tương tự như thế.

Đề tài “Xử lý Công thức Toán học trên nền tảng Web Form” được tiến hành nhằm phục vụ nhu cầu ngày càng cao trong việc soạn thảo các công thức toán, biểu thức khoa học trên máy tính, chứa những biểu thức số học phức tạp như căn bậc hai, logarit, tích phân, ma trận, ... Định hướng hướng tới tiện ích này vào moodle trong hệ thống Elearning có sẵn ở hầu hết các Trường học có kết hợp học trực tuyến, để giảng viên có thể dễ dàng tự tạo nên các bài thi chứa biểu thức phức tạp trực tuyến cho Khóa học của riêng mình.

Dưới dạng tiện ích trên nền tảng Web Form, người sử dụng chỉ cần có một thiết bị di động có kết nối mạng là có thể sử dụng được ngay. Tiện ích được đầu tư về mặt giao diện, thân thiện với người sử dụng, tiết kiệm thời gian soạn thảo các công thức toán, tăng năng suất và chất lượng công việc học tập, nghiên cứu.

PROJECT SUMMARY

The Female Mathematician prodigy known as “Human Computer” - Shakuntala Devi said: “Without mathematics, there’s nothing you can do. Everything around you is mathematics. Everything around you is numbers.”

Nowaday, Mathematics is a really necessary field, popular use of most jobs in society, developing critical thinking, especially in the Fourth Industrial Revolution, Mathematics have an important role in Architecture, or Education, ... Step into the Education field, in the process of organizing a test, exam on computer, almost Editors that appeared before, were responding to many functions which are able to input text, number, with some special character that list on ASCII table. Problem is, when the Mathematical formulas have its complexity, requiring a tool can support the user, typing data in a convenient way, instead of drawing in the third application, then import to the project as an image, or even not able to control to edit as well as display the similar type of data.

The project: “Processing Mathematical Formula on Web Form platform” proceeds to serve the needs of inputting Mathematical formulas on computers, including some complex formulas as square root of 2, logarithmic, integration, etc. Future orientation, we embed this tool in Moodle of the E-learning System - available at most schools that have associate online learning, so that teachers can easily create tests on their own, for their courses.

As a Web Form platform tool, users only need a smart device that has connection to the internet, then they can use it. This tool was responsive for many devices, with a friendly interface, saving time to type mathematical formulas, increasing productivity and quality of studying, working.

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	3
NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN	4
TÓM TẮT KHÓA LUẬN	5
PROJECT SUMMARY	6
MỤC LỤC	7
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	11
DANH MỤC HÌNH VẼ	12
DANH MỤC BẢNG.....	13
MỞ ĐẦU	14
Chương 1. GIỚI THIỆU	16
1.1. Lý do chọn đề tài.....	16
1.2. Mục tiêu của đề tài.....	16
1.3. Phương pháp nghiên cứu của đề tài.....	17
1.3.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết	17
1.3.2. Phương pháp nghiên cứu thực tiễn	17
1.3.3. Phương pháp phỏng vấn.....	18
1.4. Ý nghĩa của đề tài.....	18
1.5. Lịch sử nghiên cứu.....	18
1.5.1. The CodeCogs Equation Editor	18
1.5.2. MathType	20
Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	22
2.1. Biểu thức toán học thông dụng.....	22
2.1.1. Phân số	22

2.1.2.	Lũy thừa	22
2.1.3.	Căn bậc n.....	22
2.1.4.	Tích phân.....	22
2.1.5.	Tổng Σ	22
2.1.6.	Hàm lượng giác	22
2.1.7.	Giới hạn của hàm số.....	23
2.1.8.	Logarit.....	23
2.1.9.	Ma trận	23
2.2.	HTML (HyperText Markup Language).....	23
2.2.1.	Định nghĩa.....	23
2.2.2.	Lịch sử phiên bản HTML.....	24
2.3.	CSS (Cascading Style Sheets)	24
2.3.1.	Định nghĩa.....	24
2.3.2.	Lợi ích của CSS	24
2.3.3.	Lịch sử phiên bản	25
2.4.	Javascript.....	25
2.4.1.	Khái niệm	25
2.4.2.	Lịch sử phiên bản	26
2.5.	MathML.....	26
2.5.1.	Khái niệm	26
2.5.2.	Các phiên bản.....	27
2.6.	Responsive Web Design.....	27
2.6.1.	Thiết lập Viewport	27
2.6.2.	Thư viện Bootstrap.....	27

2.7.	Nghiên cứu về Browser (trình duyệt).....	28
2.7.1.	Sơ nét về trình duyệt	28
2.7.2.	Trình duyệt hỗ trợ MathML	28
2.8.	Tesseract.js	29
2.8.1.	Tổng quan	29
2.8.2.	Cách thức hoạt động	29
2.8.3.	Cài đặt và sử dụng	30
2.9.	Firebase Cloud Storage	30
2.9.1.	Tổng quan	30
2.9.2.	Các chức năng chính	31
Chương 3.	PHÂN TÍCH, THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....	32
3.1.	Khảo sát và hoạch định hệ thống	32
3.1.1.	Khảo sát bằng phương pháp phỏng vấn	32
3.1.2.	Các chức năng hệ thống cần có	35
3.1.3.	Dữ liệu hệ thống cần lưu	35
3.2.	Mô tả nghiệp vụ hệ thống.....	35
3.2.1.	Chèn ký tự chữ, số, ký tự đặc biệt.....	35
3.2.2.	Chèn công thức, biểu thức mẫu	36
3.2.3.	Định dạng dữ liệu nhập	36
3.2.4.	Đọc dữ liệu từ tập tin hình ảnh tải lên.....	36
3.3.	Sơ đồ cây phân rã chức năng FHD	37
3.4.	Sơ đồ luồng dữ liệu DFD mức ngữ cảnh.....	38
3.5.	Thiết kế dữ liệu	38
3.6.	Lưu trữ và truy xuất dữ liệu.....	38

Chương 4. KẾT QUẢ	39
4.1. Giao diện ứng dụng.....	39
4.1.1. Giao diện tổng quát	39
4.1.2. Định dạng dữ liệu.....	39
4.1.3. Phân loại các ký tự đặc biệt	39
4.1.4. Một số biểu thức mẫu thông dụng	40
4.1.5. Vùng trích xuất dữ liệu qua hình ảnh.....	40
4.2. Tự đánh giá.....	40
4.2.1. Mặt được	41
4.2.2. Mặt hạn chế	42
4.3. Đề xuất phương hướng phát triển tương lai	42
TÀI LIỆU THAM KHẢO	44
PHỤ LỤC.....	45

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Diễn giải	Giải thích
HTML	HyperText Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản
CSS	Cascading Style Sheets	Ngôn ngữ thiết kế cơ bản
LMS	Learning Management System	Hệ thống quản lý học tập (trực tuyến)
OCR	Optical Character Recognition	Nhận dạng ký tự quang học

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1: Logo tiện ích CodeCogs Equation Editor	19
Hình 1.2: Bảng điều khiển của CodeCogs Equation Editor.....	19
Hình 1.3: Logo phần mềm MathType.....	20
Hình 1.4: Giao diện ứng dụng MathType.....	21
Hình 2.1: Tim Berners-Lee (04/2009).....	24
Hình 2.2: Đo lường mức độ hỗ trợ MathML trên các trình duyệt thông dụng	28
Hình 3.1: Sơ đồ cây phân rã chức năng FHD của hệ thống.....	37
Hình 3.2: Sơ đồ luồng dữ liệu mức ngữ cảnh Quản lý soạn thảo Công thức Toán học	38
Hình 4.1: Giao diện tổng quát ứng dụng	39
Hình 4.2: Bảng điều khiển định dạng dữ liệu.....	39
Hình 4.3: Bảng phân loại các ký tự đặc biệt.....	39
Hình 4.4: Bảng điều khiển một số công thức, biểu thức mẫu thông dụng.....	40
Hình 4.5: Vùng trích xuất dữ liệu qua hình ảnh	40

DANH MỤC BẢNG

(không có)

MỞ ĐẦU

Trong thời đại của Cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ 4, việc kết nối với nhau đã trở nên dễ dàng hơn thông qua mạng lưới Internet. Cùng với đó là sự phát triển của hàng loạt những thiết bị điện tử có khả năng kết nối Internet, nhằm phục vụ nhu cầu ngày càng cao của con người. Như tính tất yếu, vô số ứng dụng, tiện ích cũng được tạo ra trên thị trường hiện nay, đa dạng trong nhiều lĩnh vực như kinh tế, chính trị, văn hóa, giáo dục, ...

Về lĩnh vực giáo dục, chúng ta đã có nhiều cải cách mới, đặc biệt là hình thức dạy và học từ trực tiếp đứng lớp như truyền thống, thì nay chỉ cần thông qua một màn ảnh nhỏ, bạn có thể dạy – học ở bất kỳ nơi đâu, bất kỳ thời điểm nào. Mặt khác, các bài thi, kiểm tra đánh giá năng lực học viên, cũng dần chuyển sang hình thức Online. Thực tế hiện nay cho thấy, hệ thống E-learning đã đang được tích hợp trình nhập liệu cho phép người dùng soạn thảo các dạng dữ liệu đơn giản như ký tự chữ, số, các ký tự trong bảng ASCII, vậy khi ta cần chuẩn bị một bài thi của môn học nào đó thuộc khối tự nhiên như Toán, Lý, ... thì sẽ ra sao? Thông thường người sử dụng sẽ lựa chọn một ứng dụng khác, có thể soạn thảo được các công thức, cũng như thiết kế được câu hỏi hoàn thiện nhất rồi đưa dữ liệu soạn thảo được vào bài kiểm tra dưới dạng hình ảnh. Sẽ ra sao khi đã đưa hình ảnh công thức vào bài kiểm tra rồi, bạn mới phát hiện rằng mình cần chỉnh sửa một phát sinh nào đó? Có phải bạn nghĩ ngay đến việc quay trở lại ứng dụng hỗ trợ soạn thảo công thức, chỉnh sửa công thức ấy, rồi lưu dưới dạng hình ảnh, sau đó quay lại bài kiểm tra... Rõ ràng, năng suất làm việc của bạn sẽ bị giảm sút, khi phải chuyển đổi giữa những ứng dụng, tiện ích khác nhau, vậy tại sao ta không tích hợp ngay một tiện ích có thể hỗ trợ soạn thảo biểu thức phức tạp vào ngay trình soạn thảo của hệ thống tạo bài thi?

Lấy ý tưởng từ chức năng chèn Công thức Toán học trong phần mềm soạn thảo văn bản quen thuộc của nhân viên văn phòng – Microsoft Word, chúng tôi xây dựng tiện ích trên nền tảng web với chức năng tương tự, nhằm tối ưu hóa trình nhập liệu của hệ thống E-learning, qua việc nhúng tiện ích xử lý công thức toán học này

vào trình nhập liệu của hệ thống. Như vậy, mục tiêu ban đầu là xây dựng trình nhập liệu có khả năng chỉnh sửa được các thành phần trong biểu thức, sau đó tiến đến nhúng tiện ích vào Moodle trong hệ thống E-learning.

Trong bài báo cáo này, chúng tôi trình bày các quy trình để thực hiện đề tài, các chủ đề liên quan đến đề tài, qua đó, giúp người đọc có thể hiểu được, sử dụng cũng như ứng dụng được tiện ích này vào phục vụ công việc thực tế.

Tuy nhiên, trong quá trình soạn thảo báo cáo, cùng với kinh nghiệm còn non trẻ, sẽ khó tránh khỏi những thiếu sót nhất định, chúng tôi chân thành cảm ơn và ghi nhận mọi ý kiến đóng góp để bài báo cáo này trở nên đầy đủ, dễ hiểu nhất.

Chương 1. GIỚI THIỆU

1.1. Lý do chọn đề tài

Với những thành tựu của Cuộc cách mạng Công nghiệp lần thứ Tư, cuộc sống của con người dễ dàng hơn trong việc kết nối với nhau mọi lúc, mọi nơi nhờ có Internet. Các phần mềm, hệ thống trên máy tính được xây dựng, cải tiến mỗi ngày, mỗi giờ để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của con người. Những thành tựu này được ứng dụng thúc đẩy sự phát triển của hầu hết các lĩnh vực, ngành nghề trong xã hội, từ kinh tế, văn hóa, chính trị, thương mại, giáo dục.

Về lĩnh vực giáo dục, hiện nay, học trực tuyến đã không còn là một khái niệm xa lạ đối với nhiều người, nhiều trường học, trung tâm đào tạo, ... Hình thức này dần bổ trợ và thay thế cho hình thức học tập nghiên cứu trực tiếp như truyền thống. Các hệ thống E-learning được xây dựng và đổi mới liên tục, dần trở nên phổ biến, hỗ trợ việc dạy học được tối ưu, cũng như sử dụng hiệu quả các nguồn lực cả về thời gian, không gian.

Đi sâu vào chủ đề giáo dục, trong quá trình tổ chức thi, kiểm tra trên máy tính hiện nay, đa số trình nhập liệu của các hệ thống E-learning đã có trên thị trường đáp ứng được các chức năng cơ bản để nhập vào dữ liệu có các dạng đơn giản như văn bản chữ, số, ký tự đặc biệt. Các trình xử lý văn bản truyền thống bị hạn chế khi làm việc với các phương trình toán học phức tạp hoặc các biểu thức khoa học, đòi hỏi một công cụ hỗ trợ người dùng nhập dữ liệu vào một cách tiện lợi nhất. Song, thực tế hiện nay, một số người thực hiện nhập liệu hay thiết kế công thức toán trên một phần mềm thứ ba, rồi chụp ảnh dán vào. Như vậy, chúng ta sẽ mất khá nhiều thời gian để di chuyển qua lại giữa các phần mềm, chưa kể đến việc hiệu chỉnh công thức sau khi đã xuất bản vẽ thành hình ảnh là bất khả thi, khi đó phải quay lại phần mềm nhập liệu và thực hiện lại hành động xuất hình ảnh.

1.2. Mục tiêu của đề tài

Dựa trên quá trình tìm tòi, nghiên cứu các phần mềm ứng dụng hỗ trợ nhập liệu công thức toán học trên máy tính, chúng tôi xây dựng trình nhập liệu tương tự,

mục đích có thể tối ưu về phần giao diện người dùng, sao cho thân thiện hơn và dễ sử dụng hơn, giúp người dùng nhập liệu không chỉ văn bản chữ mà còn thể biểu diễn các biểu thức số học, phép tính khoa học khác nhau. Tối ưu hóa sự tiện lợi cho người dùng bằng các phím tắt, xử lý hiển thị giao diện đúng yêu cầu của người sử dụng. Phục vụ nhu cầu ngày càng cao trong các bài thi trên máy tính, đặc biệt là các câu hỏi chứa biểu thức số học phức tạp như căn bậc hai, logarit, tích phân, ma trận, ...

Sau khi tiện ích này được hoàn thành về mặt ngữ nghĩa, có khả năng ứng dụng thực tế, chúng tôi định hướng nhúng tiện ích này vào moodle trong hệ thống Elearning có sẵn ở hầu hết các Trường học có kết hợp học trực tuyến, để giảng viên có thể dễ dàng tự tạo nên các bài thi chứa biểu thức phức tạp trực tuyến cho khóa học của riêng mình.

1.3. Phương pháp nghiên cứu của đề tài

1.3.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết

Nghiên cứu lịch sử, hệ thống, cách thức hoạt động của một số trình nhập liệu hiện có: MathType, CodeCogs Equation Editor, Equation trong Microsoft Word.

Nghiên cứu tài liệu liên quan đến thiết kế, vận hành website, tài liệu về các công thức toán học thông dụng.

Giả thiết các rủi ro, các hệ quả có thể xảy ra, từ đó đề xuất cũng như tham khảo ý kiến đề xuất từ chuyên gia.

1.3.2. Phương pháp nghiên cứu thực tiễn

Phân tích tổng kết kinh nghiệm: nghiên cứu các thành quả nổi bật cũng như hạn chế của các phần mềm ứng dụng hiện có trên Internet về hỗ trợ nhập liệu công thức toán học, biểu thức khoa học.

Tiếp nhận ý kiến đề xuất, đóng góp của chuyên gia, của Thầy Cô, bạn bè nhằm đưa ra giải pháp vừa tối ưu về mặt giao diện, vừa về mặt khoa học, ngữ nghĩa.

1.3.3. Phương pháp phỏng vấn

Tiến hành lên kế hoạch lập bảng hỏi, chọn đối tượng thực hiện phỏng vấn, gồm 02 nhóm: học viên, giảng viên. Tiếp đó tiến hành phỏng vấn và phân tích kết quả thu được, rồi chọn lọc và đưa ra đặc tả yêu cầu sát với thực tế người sử dụng.

1.4. Ý nghĩa của đề tài

Dễ dàng soạn thảo các công thức toán, tạo tài liệu bài tập, đề án, bài kiểm tra một cách tiện lợi, tiết kiệm thời gian trong quá trình học tập, nghiên cứu bộ môn Toán học nói riêng, cho giảng viên giảng dạy, sinh viên nghiên cứu.

Phục vụ nhu cầu ngày càng cao trong các bài thi chứa biểu thức phức tạp trên máy tính đặc biệt là các câu hỏi chứa biểu thức số học phức tạp như căn bậc 2, logarit, tích phân, ...

Định hướng nhúng tiện ích này vào moodle trong hệ thống Elearning có sẵn ở hầu hết các Trường học có kết hợp học trực tuyến, để giảng viên có thể dễ dàng tự tạo nên các bài thi chứa biểu thức phức tạp (Toán học nói riêng) trực tuyến cho Khóa học của mình.

Khi đề tài thực hiện thành công, toàn bộ chương trình và bản thuyết minh của đề tài cũng sẽ trở thành tài liệu nghiên cứu, tham khảo nhanh, thiết thực cho các giảng viên và các bạn sinh viên, những người yêu thích lĩnh vực Toán học, nhất là lĩnh vực xây dựng ứng dụng trên nền tảng website.

1.5. Lịch sử nghiên cứu

Thông qua quá trình tìm kiếm trên nhiều nguồn tài liệu, từ sách vở sang Internet, chúng tôi đã tìm được một số công trình nghiên cứu và ứng dụng hỗ trợ nhập liệu công thức toán học đã có trên thị trường hiện nay. Tiêu biểu là The CodeCogs Equation Editor và MathType.

1.5.1. The CodeCogs Equation Editor

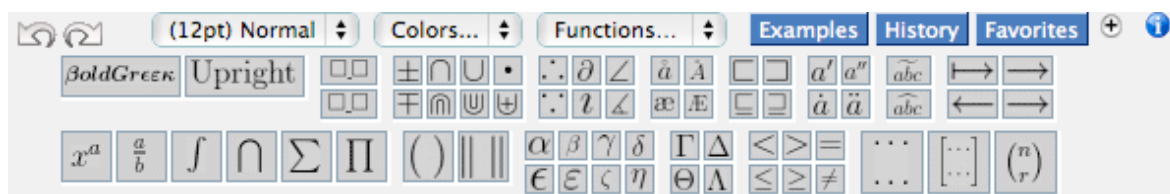
1.5.1.1. Tổng quan

Được phát triển từ năm 2004, phát hành bởi CodeCogs, Zyba Ltd, Broadwood, Holford, TA5 1DU, England. Được viết bởi Will Bateman, triển khai trên nền tảng web thông qua đường dẫn liên kết: www.codecogs.com.



Hình 1.1: Logo tiện ích CodeCogs Equation Editor

CodeCogs Equation Editor được sử dụng trong nhiều trường hợp để tạo ra các biểu thức toán học, hiển thị tốt trên LaTeX hay MATHML. Tiện ích được tối ưu hóa cẩn thận nhiều năm và nổi tiếng với độ tin cậy. Trình nhập liệu này được hàng triệu người dùng sử dụng cho hàng nghìn trang web khác nhau của họ.



Hình 1.2: Bảng điều khiển của CodeCogs Equation Editor

1.5.1.2. Phiên bản

Tiện ích được chia ra làm hai phiên bản:

- *Phiên bản độc lập*: được sử dụng đơn giản như một trình nhập liệu công thức toán học, sau đó có thể sao chép vào bất kỳ hệ thống thứ ba nào, bao gồm các trang web khác, blogs, trong email, hay trong phần mềm ứng dụng.

- *Phiên bản tích hợp*: được thiết kế để có thể nhúng vào một trang web, cho phép người sử dụng tạo ra các công thức toán mà không cần phải chuyển qua lại giữa các ứng dụng.

Bạn có thể dễ dàng truy cập đường dẫn codecogs.com/latex/eqneditor.php để sử dụng trình nhập liệu này.

1.5.1.3. Phạm vi sử dụng

Khách hàng của CodeCogs Equation Editor khá đa dạng trong giới kỹ thuật.

- *Trong giáo dục*: học sinh, sinh viên ở khắp mọi nơi sử dụng trình soạn thảo hàng ngày trên các blog, hay diễn đàn. Ở các trường Đại học, nó cũng được sử dụng hàng ngày để soạn thảo tài liệu giảng dạy cũng như đề thi, kiểm tra.

- *Trong đào tạo trực tuyến*: soạn thảo nội dung, gửi đến người dùng của họ thông qua các nền tảng web, máy tính bảng, hay thiết bị di động.

- *Trong lĩnh vực kỹ thuật*: các công ty sử dụng trình soạn thảo phương trình nâng cao nội bộ và mạng nội bộ của họ với toán học.

- *Trong nghiên cứu*: các nhà phát minh, như Microsoft Research, sử dụng trình nhập liệu này để phát triển các sản phẩm mới.

1.5.2. MathType

1.5.2.1. Tổng quan

Là một phần mềm tương tác phương trình của nhà phát triển Design Science (Dessci), MathType là chương trình máy tính bổ sung, cho phép người dùng tạo công thức, chỉnh sửa và chèn chúng vào nhiều loại tài liệu khác nhau. Với phần mềm này, sinh viên, các giảng viên và các chuyên gia có thể xây dựng các công thức xác thực cho các bài báo nghiên cứu.



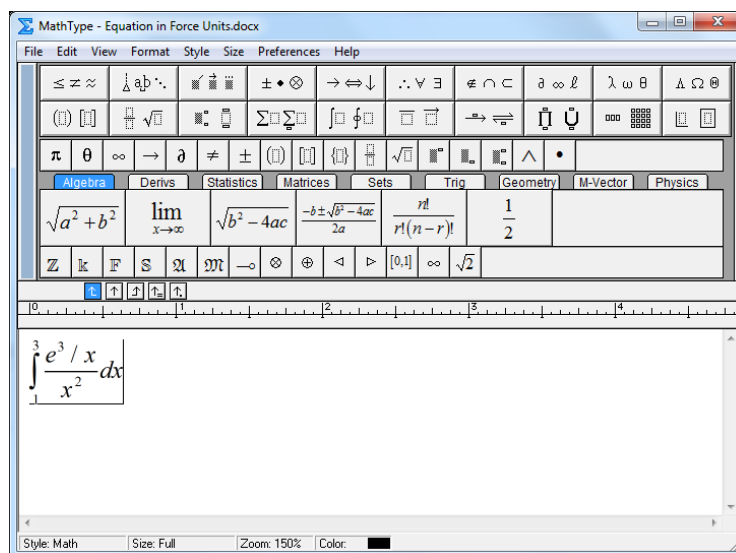
Hình 1.3: Logo phần mềm MathType

1.5.2.2. Phạm vi sử dụng

MathType là một chương trình máy tính bổ sung cho phép người dùng tạo công thức, chỉnh sửa và chèn chúng vào nhiều tài liệu khác nhau. Với phần mềm này, sinh viên, người dạy học và các chuyên gia có thể xây dựng các công thức xác thực cho các bài nghiên cứu và đánh giá nghiêm ngặt.

MathType hoạt động kết hợp với nhiều bộ xử lý văn bản. Đây là một phần mềm phương trình mạnh mẽ tương thích thuận tiện với Office và các chương trình phổ biến khác.

MathType dành cho Windows hỗ trợ liên kết và nhúng đối tượng, đây là cơ chế mà hệ điều hành sử dụng để đóng gói thông tin từ ứng dụng này trong ứng dụng khác. Phương trình MathType được nhúng trong bất kỳ chương trình Microsoft Office hoặc OpenOffice nào.



Hình 1.4: Giao diện ứng dụng MathType

Hiện nay, MathType được đóng gói dưới dạng ứng dụng máy tính. Chúng ta có thể dễ dàng tải xuống và sử dụng tại đường dẫn: mathtype.en.softonic.com.

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Biểu thức toán học thông dụng

2.1.1. Phân số

Phân số [1] là sự biểu diễn số hữu tỷ dưới dạng tỷ lệ của hai số nguyên, với a là tử số, b là mẫu số.

Biểu thức tổng quát có dạng:

$$\frac{a}{b}$$

trong đó $a, b \in \mathbb{Z}, b \neq 0$.

2.1.2. Lũy thừa

Lũy thừa [1] là phép toán được thực hiện trên hai số a và b , ký hiệu là a^b , khi đó a được gọi là cơ số, b được gọi là số mũ.

2.1.3. Căn bậc n

Căn bậc n [1] của một số a là m , sao cho lũy thừa bậc n của m bằng a .

Tổng quát: $\sqrt[n]{a} = m \Leftrightarrow m^n = a$, trong đó n là bậc của căn.

2.1.4. Tích phân

Tích phân [1] là tổng của nhiều phần nhỏ, mà mỗi phần nhỏ này là tích của dx và $f(x)$.

Dạng tổng quát: $\int_a^b f(x)dx$, trong đó a là cận dưới, b là cận trên, $f(x)$ là biểu thức hàm số ẩn x .

2.1.5. Tổng Σ

Tổng Σ [1] là phép cộng của một dãy bất kỳ số nào đó, kết quả là một tổng hoặc tổng của chúng.

Dạng tổng quát: $\sum_k \binom{n}{k}$.

2.1.6. Hàm lượng giác

Hàm lượng giác [1] là các hàm toán học của góc, được dùng trong nghiên cứu tam giác và các hiện tượng có tính tuần hoàn.

Tổng quát: $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$, $\cot(x)$, $\csc(x)$, $\sec(x)$.

2.1.7. Giới hạn của hàm số

Định nghĩa giới hạn của hàm số [1]: nếu f là một hàm số, khi đó ta nói: A là giới hạn của hàm số f khi x dần tiến đến a .

Nếu giá trị của hàm số $f(x)$ nhận các giá trị rất gần giá trị A khi x dần tiến đến a . Điều này được viết dưới dạng tổng quát: $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$.

2.1.8. Logarit

Định nghĩa Logarit [1]: Cho hai số dương a , b với $a \neq 1$. Nghiệm duy nhất của phương trình $a^x = b$ được gọi là $\log_a b$.

Ta có biểu thức: $\log_a b = x \Leftrightarrow a^x = b$.

2.1.9. Ma trận

Ma trận [1] là bảng sắp xếp số liệu thành cột và hàng. Các số liệu được gọi là phần tử của ma trận. Ma trận có thể có nhiều chiều, tùy thuộc vào số dòng và cột.

Tổng quát: $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$.

2.2. HTML (HyperText Markup Language)

2.2.1. Định nghĩa

HTML [2] (HyperText Markup Language) là ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản, được sử dụng để mô tả cấu trúc của một trang web. Nó sử dụng cú pháp hoặc ký hiệu đặc biệt để tổ chức và cung cấp thông tin về trang web cho trình duyệt. Các phần tử thường có các thẻ mở và đóng bao quanh, cho trình duyệt biết cách hiển thị nội dung lên trang.

Ví dụ: `<h1>Hello World!</h1>`.

Thành phần HTML thông thường được định nghĩa bao gồm thẻ mở, nội dung hiển thị và thẻ đóng. Đồng nghĩa với việc nội dung của thành phần HTML bắt đầu từ thẻ mở đến thẻ đóng. Tuy nhiên, một số thành phần HTML không có nội dung, nên được định nghĩa là thẻ tự đóng. Ví dụ: `
`, `<hr/>`.

2.2.2. Lịch sử phiên bản HTML

HTML được tạo ra bởi Tim Berners-Lee (Hình 2.1) vào cuối năm 1991, nhưng phiên bản "HTML 2.0" là bản HTML tiêu chuẩn đầu tiên được đưa ra xuất bản năm 1995. HTML 4.01 là một phiên bản chính của HTML và nó đã được xuất bản vào cuối năm 1999. Mặc dù phiên bản HTML 4.01 được sử dụng rộng rãi nhưng hiện tại chúng ta đang có phiên bản HTML-5 là một phần mở rộng của HTML 4.01 và phiên bản này đã được xuất bản vào năm 2012.



Hình 2.1: Tim Berners-Lee (04/2009)

2.3. CSS (Cascading Style Sheets)

2.3.1. Định nghĩa

Cascading Style Sheets, được gọi tắt là CSS [3], là một ngôn ngữ thiết kế cơ bản nhằm mục đích đơn giản hóa quá trình làm cho các trang web trở nên dễ nhìn hơn, thân thiện hơn với người dùng.

CSS xử lý một phần giao diện của trang web. Sử dụng CSS, bạn có thể kiểm soát màu sắc của văn bản, kiểu phông chữ, khoảng cách giữa các đoạn văn, kích thước, bố cục các cột, hình ảnh nền hoặc màu sắc được sử dụng, cũng như một loạt các hiệu ứng khác.

CSS dễ học và dễ hiểu, nhưng nó cung cấp khả năng kiểm soát mạnh mẽ đối với việc trình bày tài liệu HTML.

2.3.2. Lợi ích của CSS

CSS tiết kiệm được thời gian của bạn - bạn có thể viết CSS một lần và sau đó sử dụng lại ở trên nhiều trang trong cùng dự án. Bạn có thể khai báo kiểu định dạng cho từng thành phần HTML và áp dụng nó cho bất kỳ trang web nào bạn muốn.

Tải trang nhanh hơn – nếu sử dụng CSS, bạn không cần phải viết thuộc tính thẻ HTML mọi khi, chỉ cần viết một quy định CSS của một thẻ, rồi áp dụng cho

những lần xuất hiện tiếp theo của chính phần tử đó. Vì vậy, mã lệnh ít đi đồng nghĩa với việc thời gian tải xuống nhanh hơn.

Dễ dàng duy trì, phát triển – để tạo một thay đổi cho một cục bộ của dự án, cách đơn giản là thay đổi thuộc tính của thành phần đó sao cho phù hợp, khi đó, tất cả thành phần liên quan của trang web sẽ tự động cập nhật thuộc tính mới.

Các kiểu định dạng vượt trội hơn so với HTML – CSS có một mảng thuộc tính rộng hơn so với HTML, vì vậy bạn có thể cung cấp một cái nhìn tốt hơn cho trang HTML của mình so với các thuộc tính HTML.

Tương thích với nhiều thiết bị - bảng định kiểu CSS cho phép nội dung trang web hiển thị được tối ưu cho nhiều loại thiết bị khác nhau.

Tiêu chuẩn web toàn cầu - sử dụng CSS để thay thế cho các thuộc tính HTML trong tất cả các trang HTML để làm cho chúng tương thích với các trình duyệt trong tương lai.

2.3.3. Lịch sử phiên bản

CSS được tạo ra và duy trì thông qua một nhóm người trong W3C, được gọi là nhóm làm việc CSS. Nhóm làm việc CSS tạo các tài liệu được gọi là đặc tả. Khi một đặc điểm kỹ thuật đã được thảo luận và chính thức phê chuẩn bởi các thành viên W3C, nó sẽ trở thành sự khuyến nghị.

CSS1 được đưa ra dưới dạng đề xuất vào tháng 12 năm 1996. Phiên bản này mô tả ngôn ngữ CSS cũng như mô hình định dạng trực quan đơn giản cho tất cả các thẻ HTML.

CSS2 trở thành khuyến nghị của W3C vào tháng 05 năm 1998 và được xây dựng dựa trên phiên bản trước đó. Ở phiên bản này, CSS2 bổ sung hỗ trợ cho các kiểu định dạng dành riêng cho các phương tiện, ví dụ: máy in và thiết bị âm thanh, phông chữ có thể tải xuống, định vị phần tử và bảng.

2.4. Javascript

2.4.1. Khái niệm

JavaScript [4] là một ngôn ngữ lập trình thông dịch, hướng đối tượng, được sử dụng phổ biến nhất như một phần của các trang web, mà việc triển khai của chúng cho phép tập lệnh phía máy khách tương tác với người dùng và tạo các trang

động. Nó miễn phí và được tích hợp với Java. JavaScript rất dễ thực hiện vì nó được tích hợp với HTML. Là ngôn ngữ mã nguồn mở và đa nền tảng.

2.4.2. Lịch sử phiên bản

JavaScript lần đầu tiên được biết đến với cái tên LiveScript, nhưng Netscape đã đổi tên thành JavaScript, có thể vì sự thuận lợi được tạo ra bởi Java. JavaScript xuất hiện lần đầu tiên trong Netscape 2.0 vào năm 1995 với tên LiveScript. Cốt lõi mục đích chung của ngôn ngữ đã được nhúng trong Netscape, Internet Explorer và các trình duyệt web khác.

2.5. MathML

2.5.1. Khái niệm

MathML (Mathematical Markup Language) [5] là ngôn ngữ đánh dấu nhằm mô tả các ký hiệu toán học, nắm bắt được cả cấu trúc và nội dung của nó. Mục tiêu của MathML là cho phép toán học được cung cấp, tiếp nhận và xử lý trên nền tảng Web, giống như HTML (HyperText Markup Language) đã kích hoạt chức năng này đối với văn bản.

MathML có thể được sử dụng để mã hóa cả ký hiệu toán học và nội dung toán học. Khoảng 38 thẻ MathML mô tả các cấu trúc ký hiệu trừu tượng, trong khi khoảng 170 thẻ khác cung cấp một cách xác định rõ ràng ý nghĩa dự định của một biểu thức. Các chương bổ sung thảo luận cách các phần tử trình bày, nội dung MathML tương tác và cách trình kết xuất MathML có thể được triển khai và sẽ tương tác với các trình duyệt. Cuối cùng, tài liệu này giải quyết vấn đề về các ký tự đặc biệt được sử dụng cho toán học, cách xử lý của chúng trong MathML, sự hiện diện của chúng trong Unicode và mối quan hệ của chúng với phông chữ.

Mặc dù MathML là con người có thể đọc được, nhưng các tác giả thường sẽ sử dụng trình soạn thảo phương trình, chương trình chuyển đổi và các công cụ phần mềm chuyên dụng khác để tạo MathML. Một số phiên bản của các công cụ MathML như vậy đã tồn tại, cả phần mềm miễn phí và các sản phẩm có tính phí, bên cạnh nhiều phiên bản khác cũng đang được phát triển.

MathML ban đầu được chỉ định là một ứng dụng **XML** và hầu hết các ví dụ trong đặc tả này đều giả định cú pháp đó. Có thể có các cú pháp khác, đáng chú ý

nhất là **HTML5** chỉ định cú pháp cho MathML trong HTML. Trừ khi được ghi chú rõ ràng, các ví dụ trong đặc tả này cũng là cú pháp HTML hợp lệ.

2.5.2. Các phiên bản

Đặc tả MathML 2.0 (Phiên bản thứ hai) là một Khuyến nghị của W3C kể từ năm 2001. Sau khuyến nghị đó, một Nhóm quan tâm đến Toán học W3C đã thu thập các báo cáo về kinh nghiệm triển khai MathML và xác định các vấn đề với MathML có thể được cải thiện. Việc nạp lại Nhóm công tác toán học không báo hiệu bất kỳ thay đổi nào trong thiết kế tổng thể của MathML.

Các bổ sung chính trong MathML 3 là hỗ trợ bố cục hai chiều, ngắt dòng tốt hơn và định vị rõ ràng, ký hiệu toán học cơ bản và từ vựng MathML có nội dung nghiêm ngặt mới với ngữ nghĩa được xác định rõ ràng. Đặc tả MathML 3 cũng đã được cấu trúc lại.

2.6. Responsive Web Design

Responsive web design [6] là cách sử dụng HTML và CSS để tự động thay đổi kích thước, ẩn, thu nhỏ hoặc phóng to một trang web để làm cho trang web trông đẹp mắt trên tất cả các thiết bị (máy tính để bàn, máy tính bảng và điện thoại), đồng nghĩa với việc kích thước cũng như bố cục của trang web cũng sẽ thay đổi theo, khi ở trên những thiết bị khác nhau.

2.6.1. Thiết lập Viewport

Để tạo một trang web responsive, ta thêm thẻ `<meta>` vào tất cả các trang web của dự án:

```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
```

Thao tác này sẽ đặt Viewport của trang web, cung cấp cho trình duyệt chỉ dẫn về cách kiểm soát kích thước và tỷ lệ của trang web.

2.6.2. Thư viện Bootstrap

Việc tạo nên một trang web cần đầu tư về mặt nội dung và hình thức, ta không có sự lựa chọn khác mà phải dùng CSS, thế nhưng khi triển khai các dự án lớn, cần đầu tư về mặt hạ tầng nhiều hơn, chúng ta không thể không sử dụng đến các thư

viện CSS. Và một trong những thư viện CSS được yêu thích và sử dụng phổ biến nhất hiện nay đó là Bootstrap.

Đây là một sáng kiến của Twitter, Bootstrap được ghi nhận vì đã giới thiệu thiết kế đáp ứng trên quy mô lớn. Đây là khuôn khổ đầu tiên thúc đẩy triết lý “mobile first”. Không còn thiết kế cho các kích thước màn hình nhỏ hơn mà chỉ có một dự án riêng biệt; tất cả những gì bạn cần làm là chèn vào các thẻ HTML các lớp Bootstrap có liên quan và thiết kế sẽ tự động điều chỉnh cho các kích thước màn hình khác nhau.

2.7. Nghiên cứu về Browser (trình duyệt)

2.7.1. Sơ nét về trình duyệt

Trình duyệt là nơi giúp bạn có thể truy cập các trang web mà bạn muốn và thực hiện các hoạt động như tìm kiếm thông tin, xem phim, đọc sách báo, chơi trò chơi, đăng nhập vào mạng xã hội, ... Các trang web có thể có hình ảnh, video, hay văn bản, ... được xác định bằng một đường dẫn liên kết cố định riêng biệt, khi thực hiện truy vấn đến web server sẽ trả về đúng địa chỉ IP cùng dữ liệu trang web, hiển thị lên màn hình của thiết bị người sử dụng.

Một số trình duyệt phổ biến hiện nay như: Google Chrome, Microsoft Edge, FireFox, Cốc Cốc, ...

2.7.2. Trình duyệt hỗ trợ MathML

IE	Edge *	Firefox	Chrome	Safari	Opera	Safari on iOS *	Opera Mini *	Android Browser *	Opera Mobile *	Chrome for Android	Firefox for Android
			4-23								
		2-3.6	24	3.1-9.1	10-12.1	3.2-4.3					
6-10	12-88	4-85	25-88	10-13.1	15-72	5-13.7		2.1-4.4.4	12-12.1		
11	89	86	89	14	73	14.5	all	89	62	89	86
		87-88	90-92	TP							

Hình 2.2: Đo lường mức độ hỗ trợ MathML trên các trình duyệt thông dụng

Biểu đồ trên được lấy từ caniuse.com/mathml. Thoạt nhìn, chỉ có một số trình duyệt hỗ trợ MathML, song để hiển thị được tốt nhất MathML trên trình duyệt, chúng ta nên dùng trình duyệt Firefox phiên bản mới nhất.

Tại sao chúng ta không thể hiển thị tốt MathML trên trình duyệt dường như phổ biến nhất hiện nay là Google Chrome? Theo cnet.com, Google đã loại trừ MathML trên Chrome, do các vấn đề về bảo mật và hiệu suất.

Firefox và Safari hỗ trợ MathML, nhưng Internet Explorer thì không. Google có thể giúp tạo ra sự cân bằng có lợi cho MathML, nhưng họ kết luận rằng công nghệ này không hợp lý. Nó hỗ trợ một giải pháp thay thế được gọi là MathJax, thay vào đó sử dụng JavaScript, ngôn ngữ lập trình của Web, nhưng điều này đã làm phật lòng một số người muốn toán học trở thành “một công dân bản địa” của Web, chứ không phải là một người ngoài mang tội danh khiến cho trình duyệt “hoạt động chậm hơn”.

2.8. Tesseract.js

2.8.1. Tổng quan

Tesseract.js [7] là một thư viện Javascript thuần túy của công cụ Tesseract OCR¹ phổ biến hiện nay, có thể trích xuất được từ, cụm từ ở hầu hết mọi ngôn ngữ ra khỏi hình ảnh. Thư viện này hỗ trợ hơn 100 ngôn ngữ, định hướng văn bản tự động và phát hiện tập lệnh, giao diện đơn giản để đọc các hộp giới hạn đoạn văn, từ và ký tự. Tesseract.js có thể chạy trong trình duyệt và trên máy chủ với NodeJS.

2.8.2. Cách thức hoạt động

Tesseract.js bao hàm một emscripten (trình biên dịch LLVM-to-JavaScript) của bộ máy Tesseract OCR. Nó hoạt động trong trình duyệt sử dụng webpack hoặc thẻ script đơn giản với một CDN và trên máy chủ với Node.js.

¹ OCR (Optical Character Recognition): được dùng để đọc các ký tự trong ảnh, sau đó chuyển thành text để giảm công sức đánh máy. Trong đó phổ biến nhất là nhận diện văn bản bằng Tesseract.

Song, phiên bản 02 đã nâng cấp lên tesseract v4.1.1 (sử dụng emscripten 1.39.10 ngược dòng); hỗ trợ nhiều ngôn ngữ cùng lúc, hỗ trợ được nhiều định dạng hình ảnh như jpg, png, bmp, pbm; hỗ trợ WebAssembly (dự phòng cho ASM.js khi trình duyệt không hỗ trợ); hỗ trợ Typescript².

2.8.3. Cài đặt và sử dụng

Tesseract.js hoạt động với thẻ `<script>` thông qua bản sao cục bộ hoặc CDN, với gói web thông qua `npm` và trên Node.js với `npm/yarn`.

Phiên bản v2 với CDN:

```
<script  
src='https://unpkg.com/tesseract.js@v2.1.0/dist/tesseract.min.js'></script>
```

Sau khi thêm dòng script trên vào tập tin html, biến Tesseract sẽ có sẵn ở toàn cục.

Với NodeJS (yêu cầu Node.js phiên bản v6.8.0 hoặc cao hơn) ta làm như sau:

Đối với Windows: `npm install tesseract.js`

Đối với Mac OS: `yarn add tesseract.js`

2.9. Firebase Cloud Storage

2.9.1. Tổng quan

Firebase Cloud Storage [8]: bộ nhớ đám mây cho Firebase, được xây dựng cho các nhà phát triển ứng dụng cần lưu trữ và phân phát nội dung do người sử dụng tạo nên (user-generated), chẳng hạn như ảnh hoặc video, ... là một dịch vụ lưu trữ đối tượng mạnh mẽ, đơn giản và tiết kiệm chi phí được xây dựng với quy mô của Google. SDK Firebase cho bộ nhớ đám mây bổ sung tính năng bảo mật của Google cho các tệp tải lên và tải xuống cho các ứng dụng Firebase, bất kể chất lượng mạng như thế nào.

² TypeScript là một dự án mã nguồn mở được phát triển bởi Microsoft, nó có thể được coi là một phiên bản nâng cao của Javascript bởi việc bổ sung tùy chọn kiểu tĩnh và lớp hướng đối tượng mà điều này không có ở Javascript. TypeScript có thể sử dụng để phát triển các ứng dụng chạy ở client-side (Angular2) và server-side (NodeJS)

2.9.2. Các chức năng chính

Hoạt động mạnh mẽ: SDK Firebase cho Bộ nhớ đám mây thực hiện tải lên và tải xuống bất kể chất lượng mạng như thế nào, chúng tiếp tục từ nơi chúng dừng lại, tiết kiệm thời gian và băng thông cho người dùng của hệ thống.

Bảo mật mạnh mẽ: tích hợp với xác thực Firebase để cung cấp xác thực đơn giản và trực quan cho các nhà phát triển. Bạn có thể sử dụng mô hình bảo mật khai báo của chúng tôi để cho phép truy cập dựa trên tên tệp, kích thước, loại nội dung và siêu dữ liệu khác.

Khả năng mở rộng cao: Cloud Storage được xây dựng cho quy mô exabyte khi ứng dụng của bạn lan truyền. Dễ dàng phát triển từ nguyên mẫu đến sản xuất bằng cách sử dụng cùng một cơ sở hạ tầng hỗ trợ Spotify và Google Photos.

Chương 3. PHÂN TÍCH, THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1. Khảo sát và hoạch định hệ thống

3.1.1. Khảo sát bằng phương pháp phỏng vấn

3.1.1.1. Đối tượng phỏng vấn

<i>Người được phỏng vấn:</i> - Bạn Trương Quang Thắng.	<i>Người phỏng vấn:</i> - Sinh viên Nguyễn Văn Bảy.
<i>Thông tin cơ bản:</i> - <i>Trình độ:</i> Sinh viên năm hai Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mở Tp. Hồ Chí Minh. - <i>Vai trò:</i> hiện là học viên học tập bộ môn Toán Cao Cấp.	<i>Thông tin cơ bản:</i> - <i>Trình độ:</i> sinh viên năm 4, khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mở Tp. Hồ Chí Minh. - <i>Vai trò:</i> người thực hiện đề tài “Xử lý Công thức Toán học trên nền tảng Web Form”, cần thu thập thông tin về nhu cầu sử dụng ứng dụng hỗ trợ soạn thảo công thức toán học, biểu thức khoa học.
<i>Địa điểm:</i> Ministop 371 Nguyễn Kiệm, phường 03, quận Gò Vấp.	<i>Thời gian hẹn phỏng vấn:</i> - Khung giờ 11g30 – 12g00, ngày 05/09/2020.
<i>Người được phỏng vấn:</i> - Thầy Trương Hoàng Trung.	<i>Người phỏng vấn:</i> - Cựu học sinh Nguyễn Văn Bảy khóa 2015-2017.
<i>Thông tin cơ bản:</i> - <i>Trình độ:</i> Tổ trưởng tổ Toán – Lý – Tin, giáo viên bộ môn Toán ở Trường THPT Dương Đông, Phú Quốc, Kiên Giang. - <i>Vai trò:</i> người dạy học có nhu cầu thiết kế các bài thi môn Toán trên máy tính.	<i>Thông tin cơ bản:</i> - <i>Trình độ:</i> sinh viên năm 4, khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mở Tp. Hồ Chí Minh. - <i>Vai trò:</i> cựu học sinh, người thực hiện đề tài “Xử lý Công thức Toán học trên nền tảng Web Form”, cần thu thập thông tin về nhu cầu sử dụng ứng dụng hỗ trợ soạn thảo công thức toán học, biểu thức khoa học.
<i>Địa điểm:</i> Online qua ứng dụng Zalo.	<i>Thời gian hẹn phỏng vấn:</i> 18g30 - 19g00 ngày 06/09/2020.

3.1.1.2. Tổng quan buổi phỏng vấn

Nội dung	Ước lượng thời gian
Chào hỏi, nêu lý do của phỏng vấn.	2 phút
Xin phép được ghi âm.	1 phút
Câu hỏi và trả lời.	10 phút
Câu hỏi, góp ý của người được phỏng vấn.	5 phút
Cảm ơn người được phỏng vấn, kết thúc phỏng vấn.	2 phút

3.1.1.3. Các câu hỏi phỏng vấn

(a) Đối tượng là sinh viên

STT	Câu hỏi
1	Chào bạn, theo bạn thì Toán học có vai trò quan trọng như thế nào đối với công việc, cuộc sống?
2	Hiện tại bạn đang học môn Toán theo hình thức như thế nào? Bạn cảm thấy thế nào về hình thức giảng dạy trực tiếp gắn với hình thức học trực tuyến?
3	Khi triển khai học kết hợp với hệ thống Learning Management System (LMS), bạn có thường được làm các bài kiểm tra online không? Bạn nhận xét gì về nội dung hiển thị các câu hỏi trên bài làm của bạn?
4	Nếu phải trình bày câu trả lời bằng hình thức tự luận, tức là bạn phải soạn thảo nội dung câu trả lời, bạn thường làm như thế nào?
5	Bạn có nhận xét và đề xuất gì cho trình soạn thảo được tích hợp trên LMS hiện nay, để hỗ trợ việc nghiên cứu môn Toán tốt hơn?
6	Nếu như có một tiện ích hỗ trợ bạn soạn thảo công thức toán học, trực tiếp trên trình soạn thảo của hệ thống học trực tuyến, bạn có sẵn sàng cài đặt, sử dụng và giới thiệu cho bạn bè không?

(b) Đối tượng là người dạy học bộ môn Toán

STT	Câu hỏi
1	Chào Thầy ạ, Thầy có thể cho em biết Toán học có vai trò quan trọng như thế nào không ạ?
2	Hiện tại Thầy đang là giáo viên bộ môn Toán, vậy mỗi khi soạn thảo bài kiểm tra, thì Thầy dùng ứng dụng hay tiện ích gì ạ?
3	Được biết, trong thời gian dịch Covid-19 ³ diễn ra vừa qua, để ôn tập cho các bạn học sinh cuối cấp, Thầy có làm một số bài kiểm tra online, không biết Thầy đã sử dụng ứng dụng hay trang web nào để soạn thảo đề thi ạ?
4	Cũng ở trong bài thi online đó, khi phải soạn thảo các công thức Toán thì Thầy làm như thế nào? Thầy có nhận xét gì về các trình soạn thảo hiện có ạ?
5	Nếu như có một tiện ích hỗ trợ chúng ta soạn thảo công thức toán học, trực tiếp trên trình soạn thảo của hệ thống học trực tuyến, Thầy có sẵn sàng đề xuất cho Trường chúng ta cài đặt, sử dụng và giới thiệu cho bạn bè không ạ?

3.1.1.4. Kết quả phỏng vấn

Với sinh viên Thắng, bạn đã đưa ra được tầm quan trọng của Toán học, gắn liền với mọi hoạt động trong cuộc sống xung quanh ta. Khi kết hợp học trực tuyến với giảng dạy truyền thống, các bạn chủ động hơn trong việc nghiên cứu tài liệu cũng như làm bài tập trên hệ thống LMS, thay vì dành thời gian cho những việc khác như lướt mạng xã hội, xem video giải trí, ... Bạn đã từng làm bài tập Toán, nhưng theo bạn nhớ là các biểu thức không thể sao chép được ở dạng ký tự, mà nó ở dạng hình ảnh. Song song đó, khi trả lời tự luận cũng gặp không ít khó khăn khi phải sử dụng ứng dụng Microsoft Word để soạn thảo, sau đó chụp màn hình, rồi dán công thức vào bài làm, đôi khi dán vào bài làm rồi mới phát hiện chỗ cần sửa, bạn quay trở lại ứng dụng Word để lặp lại thao tác, đôi khi máy khá yếu nên việc chuyển qua lại cũng gặp trường hợp bị đơ máy khi chạy nhiều ứng dụng cùng lúc. Bạn cho rằng trình soạn thảo của hệ thống LMS hiện tại của Trường chưa hỗ trợ soạn thảo các công thức toán học cũng như một số biểu thức khoa học, do vậy, rất cần sự tích hợp trong tương lai để tiết kiệm thời gian soạn thảo.

³ Đại dịch COVID-19 là một đại dịch bệnh truyền nhiễm với tác nhân là virus SARS-CoV-2, đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu.

Còn đối với Thầy Trung, với vai trò là giáo viên, Thầy đã từng soạn thảo khá nhiều đề thi môn Toán chứa nhiều công thức Toán học phức tạp, khi đó Thầy thường sử dụng phần mềm chủ yếu là Microsoft Word. Riêng trong thời gian đầu năm nay, khi đại dịch Covid-19 hoành hành, Thầy không đứng lớp trực tiếp được để giảng dạy cho các bạn học sinh, nhất là để chuẩn bị cho các bạn học sinh cuối cấp bước vào kỳ thi THPT Quốc Gia năm 2020, Thầy đã tìm đến một số trang web để tạo bài thi Toán học Online cho các bạn học sinh thực hiện, một số trang web, ứng dụng đó là Google Form⁴, MyAloha⁵. Hạn chế Thầy gặp phải là cả hai trang web này đều không hỗ trợ soạn thảo công thức Toán trực tiếp, mà phải dùng cách dán hình ảnh của biểu thức vào đề thi, nên gặp không ít khó khăn, cũng mất khá nhiều thời gian mới hoàn thành được đề thi. Thầy chia sẻ sắp tới phía Nhà trường cũng sẽ triển khai hệ thống quản lý học tập Online để học kết hợp giảng dạy trực tuyến, cũng như quản lý học viên một cách chuyên nghiệp hơn, nếu có công cụ hỗ trợ soạn thảo công thức Toán học trực tiếp có thể tích hợp vào trình soạn thảo của hệ thống, Thầy sẽ đề xuất cài đặt sử dụng.

3.1.2. Các chức năng hệ thống cần có

- Hiện thị đúng định dạng các biểu thức khoa học, công thức toán học.
- Có khả năng xử lý các ký tự đặc biệt trong lĩnh vực toán học và khoa học.
- Có khả năng chèn, chỉnh sửa các công thức toán học, biểu thức khoa học.
- Cung cấp các mẫu công thức, biểu thức thường dùng.
- Định dạng dữ liệu vùng nhập.
- Sao chép và dán công thức, biểu thức.
- Đọc dữ liệu trích xuất từ hình ảnh.

3.1.3. Dữ liệu hệ thống cần lưu

- Biểu tượng, tên gọi của các ký tự đặc biệt.

3.2. Mô tả nghiệp vụ hệ thống

3.2.1. Chèn ký tự chữ, số, ký tự đặc biệt

Có các nhóm ký tự đặc biệt gắn với các nhãn như sau: Basic Math; Greek Letter; Operator; Arrow; Geometry. Sau khi nhấn chọn vào nhãn của nhóm chứa ký

⁴ Google Form là công cụ tạo và phân tích bản khảo sát miễn phí.

⁵ MyAloha là ứng dụng nền tảng tổ chức thi trực tuyến an toàn hàng đầu Việt Nam.

tự cần nhập, ở khung bên dưới sẽ hiện ra tất cả các ký tự của phân loại đó, người dùng chỉ định con trỏ chuột ở vị trí muốn thêm ký tự đặc biệt vào, tiếp đến nhấn vào biểu tượng của ký tự đó, ký tự sẽ xuất hiện lên vị trí chỉ định trong vùng nhập.

3.2.2. Chèn công thức, biểu thức mẫu

Có các nhóm công thức, biểu thức mẫu gắn với các nhãn như sau: Fraction; Script; Radical; Integral; Large Operator; Function; Limit & Log; Matrix.

Khi cần sử dụng công thức, biểu thức mẫu, người dùng nhấn vào nhãn đại diện nhóm chứa công thức, biểu thức mẫu cần sử dụng, một cửa sổ sẽ hiển thị ra các công thức, biểu thức mẫu của nhóm đó.

Người dùng chỉ định vị trí con trỏ chuột ở nơi cần thêm biểu thức, công thức mẫu, rồi nhấn vào nhãn hiển thị của phân tử đó, kết quả sẽ hiển thị lên vùng nhập theo vị trí chỉ định.

3.2.3. Định dạng dữ liệu nhập

Khi người dùng muốn điều chỉnh kích thước phông chữ: chọn vào menu thả xuống ở dưới nhãn Font Size để tăng, giảm kích thước dữ liệu hiện có trong vùng nhập.

Khi người dùng muốn in đậm, in nghiêng, hay gạch chân: chọn vùng dữ liệu cần định dạng, sau đó nhấn vào các biểu tượng **B**, *I*, U tương ứng. Hoặc sử dụng các phím tắt **Ctrl + B** cho in đậm, **Ctrl + I** cho in nghiêng và **Ctrl + U** cho gạch chân. Khi chọn các định dạng này, người dùng sử dụng con trỏ chuột di chuyển đến từng thành phần trong dữ liệu nhập, ứng dụng sẽ tự phát hiện phân tử với trạng thái định dạng hiện có của nó.

3.2.4. Đọc dữ liệu từ tập tin hình ảnh tải lên

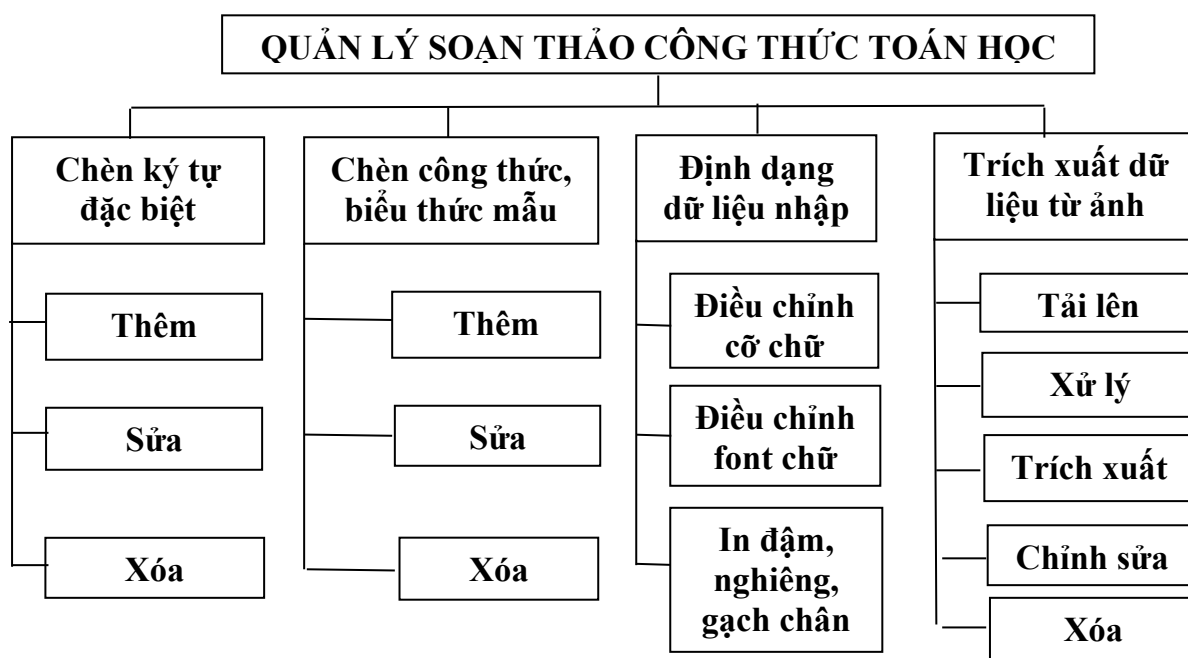
Khi đã có sẵn tập tin hình ảnh chứa dữ liệu cần nhập, thay vì gõ tay một cách thủ công, người dùng có thể lựa chọn tải lên hình ảnh đó, để bộ xử lý sẽ tự động trích xuất các dòng dữ liệu vào vùng nhập.

Hiện tại chức năng này hỗ trợ các định dạng hình ảnh jpg, png, bmp, pbm. Để có thể đọc được dữ liệu một cách chính xác, người dùng cần cung cấp hình ảnh có chất lượng cao, cỡ chữ cũng như font chữ rõ ràng, mạch lạc.

Để sử dụng tính năng này, người dùng ấn vào tải lên tập tin, sau đó chọn tập tin hình ảnh cần trích xuất dữ liệu, chờ trong giây lát khi đã có thông báo tải lên hoàn tất, tiếp đến người dùng chỉ định con trỏ chuột vào vùng nhập, nơi muốn chèn nội dung từ tập tin đang trích xuất vào, rồi nhấn vào Read File và tiếp tục chờ trong giây lát để hệ thống xử lý trích xuất văn bản và đưa vào vùng nhập được chỉ định.

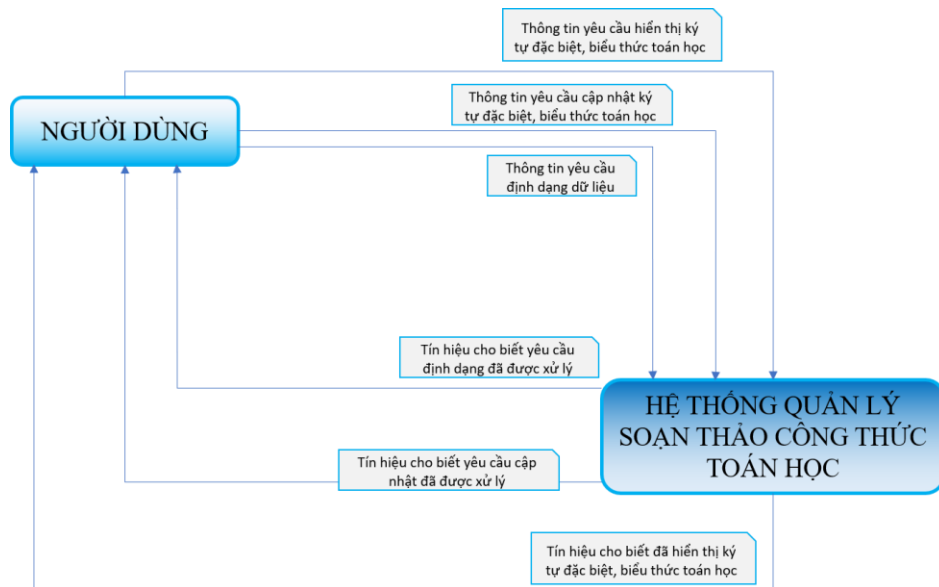
Tiếp đến, người dùng sẽ chỉnh sửa lại các lỗi phát sinh khi trích xuất trực tiếp (chủ yếu là do định dạng chữ), hoặc tùy thích chỉnh sửa sao cho phù hợp với bài toán của mình.

3.3. Sơ đồ cây phân rã chức năng FHD



Hình 3.1: Sơ đồ cây phân rã chức năng FHD của hệ thống

3.4. Sơ đồ luồng dữ liệu DFD mức ngữ cảnh



Hình 3.2: Sơ đồ luồng dữ liệu mức ngữ cảnh Quản lý soạn thảo Công thức Toán học

3.5. Thiết kế dữ liệu

- **KyTuDacBiet** (Ký tự đặc biệt)

STT	Tên thuộc tính	Diễn giải
1	id	Mã ký tự
2	symbols	Biểu tượng của ký tự
3	name	Tên biểu tượng

3.6. Lưu trữ và truy xuất dữ liệu

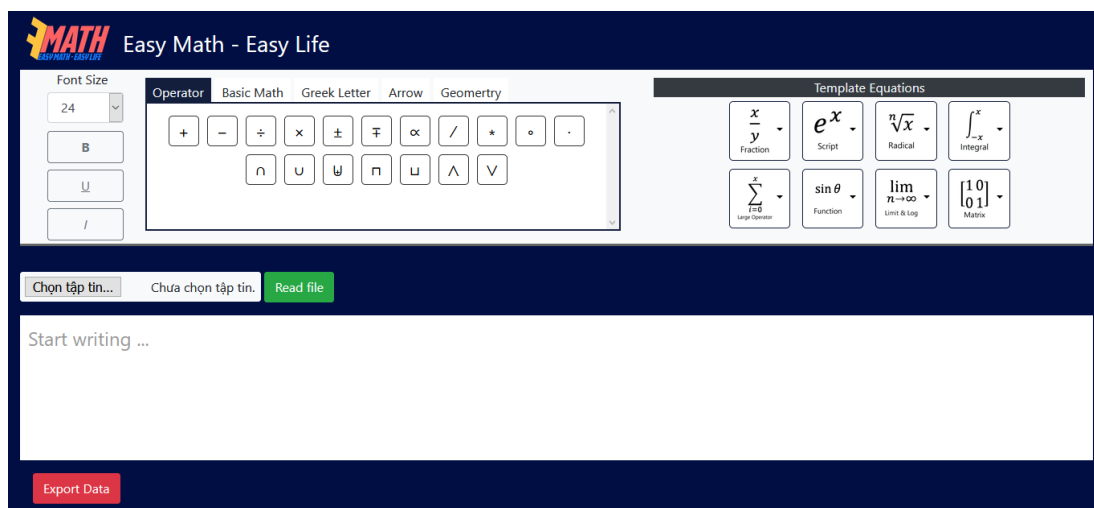
Dữ liệu về các thuộc tính của Ký tự đặc biệt được lưu trữ dưới dạng JSON, lưu trực tiếp thành các tập tin staticList.json trong từng thư mục của các nhóm ký tự đặc biệt, trong mã nguồn của đề tài.

Dữ liệu được bố trí lên giao diện website khi tải trang lần đầu, nhờ vào kỹ thuật Ajax (kỹ thuật giúp tạo ra trang Web động mà hoàn toàn không làm mới lại toàn bộ trang), ta đọc và lấy dữ liệu từ các tập tin staticList.json, sau đó tạo các thành phần HTML theo vòng lặp, rồi thêm cả khối HTML vừa tạo vào trang web, để hiển thị được các biểu tượng.

Chương 4. KẾT QUẢ

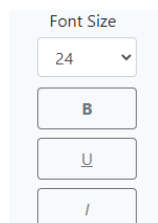
4.1. Giao diện ứng dụng

4.1.1. Giao diện tổng quát



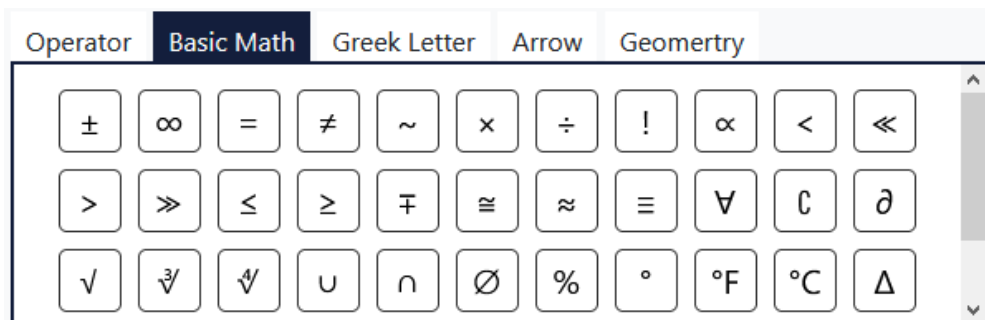
Hình 4.1: Giao diện tổng quát ứng dụng

4.1.2. Định dạng dữ liệu



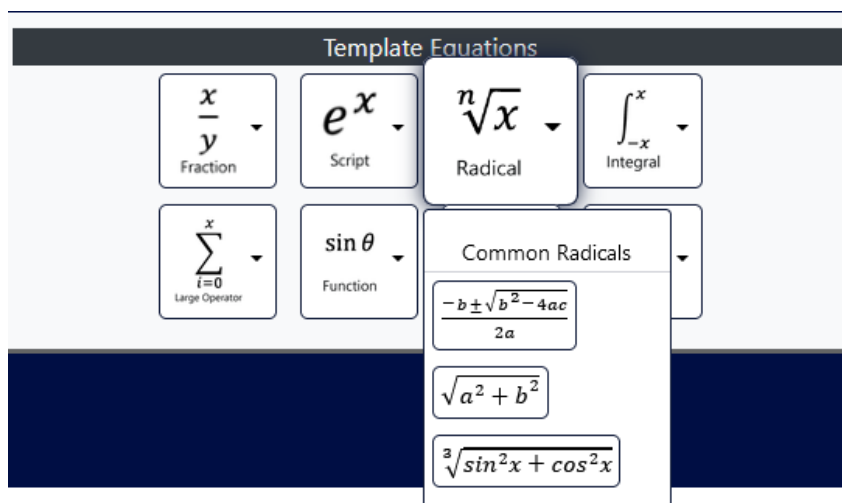
Hình 4.2: Bảng điều khiển định dạng dữ liệu

4.1.3. Phân loại các ký tự đặc biệt



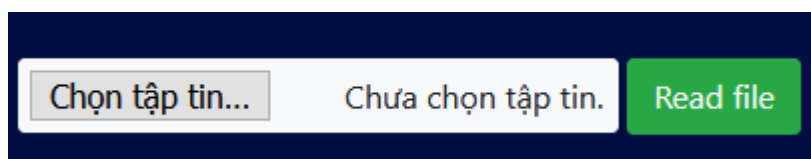
Hình 4.3: Bảng phân loại các ký tự đặc biệt

4.1.4. Một số biểu thức mẫu thông dụng



Hình 4.4: Bảng điều khiển một số công thức, biểu thức mẫu thông dụng

4.1.5. Vùng trích xuất dữ liệu qua hình ảnh



Hình 4.5: Vùng trích xuất dữ liệu qua hình ảnh

4.2. Tính mới và sáng tạo

Điểm mới của ứng dụng là sự kết hợp hài hòa giữa các biểu thức toán học, được sắp xếp thuận tiện, giúp người dùng dễ dàng soạn thảo, thông qua hệ thống các mẫu công thức, biểu thức định sẵn.

Phát triển chức năng trích xuất dữ liệu từ hình ảnh, nhằm phục vụ nhu cầu sát với thực tế người sử dụng, khi muốn tự động hóa bước truy xuất dữ liệu có sẵn, thay vì nhập liệu từ bàn phím một cách thủ công hay phải chọn từ thanh công cụ được cung cấp trên ứng dụng.

Sản phẩm được đầu tư về giao diện và trải nghiệm người dùng, hỗ trợ đa thiết bị (có khả năng hiển thị tốt trên nhiều loại thiết bị/trình duyệt có kích thước màn hình/cửa sổ khác nhau), nhờ đó người sử dụng có thể dùng được ứng dụng ở bất cứ đâu, khi nào, thiết bị nào, đều có thể soạn thảo một cách dễ dàng, thuận tiện.

4.3. Kết quả nghiên cứu

Trải qua quá trình thực hiện đề tài, hiện tại ứng dụng đã có được một số chức năng:

- Nhập ký tự từ bàn phím (bao gồm các ký tự số, ký tự chữ và các ký tự đặc biệt);
- Định dạng dữ liệu nhập: điều chỉnh kích thước (font size), in đậm (**B**), in nghiêng (*I*), gạch chân (U);
- Bảng chọn các công thức, biểu thức khoa học được phân loại theo từng nhóm, dễ truy cập và sử dụng;
- Bảng chọn các biểu thức mẫu, bao gồm các biểu thức hay sử dụng nhất, tăng tốc độ nhập liệu;
- Chức năng tải lên và truy xuất dữ liệu từ hình ảnh, tăng hiệu suất nhập liệu văn bản.
- Xuất dữ liệu nhập dưới dạng HTML (HyperText Markup Language), phục vụ cho việc lưu vào cơ sở dữ liệu.

4.4. Tự đánh giá

4.4.1. Mặt được

Xây dựng thành công các khối chức năng phục vụ việc soạn thảo công thức toán học, khoa học, trên nền tảng web, sử dụng các ngôn ngữ lập trình web như HTML, CSS, Javascript, cùng với sự kết hợp của MathML cũng như thư viện Bootstrap để phân giao diện được dễ nhìn, dễ sử dụng, phù hợp với đa dạng đối tượng người dùng.

Trên cơ sở đó, ứng dụng đã hỗ trợ được người dùng soạn thảo các công thức toán học, khoa học từ bàn phím, cũng như từ việc chọn các biểu thức mẫu được liệt kê sẵn trên giao diện mà tiện ích cung cấp. Song, đã hiển thị được biểu thức toán học lên giao diện trang web, có thể hiệu chỉnh được ngay trong vùng soạn thảo.

Chức năng trích xuất dữ liệu từ hình ảnh, cho phép người dùng bỏ qua cách làm thủ công khi muốn nhập liệu lại một đoạn văn bản nằm trong hình ảnh. Chỉ cần

chỉ định vùng nhập rồi tải lên hình ảnh chứa đoạn văn bản cần trích xuất, hệ thống sẽ tự động xử lý và đưa ra phản hồi ngay.

Giao diện trang web được đầu tư về mặt thẩm mỹ, màu sắc hài hòa, thân thiện với người sử dụng, bên cạnh có sử dụng Responsive Web Design, do vậy có thể chạy tiện ích trên nhiều loại thiết bị khác nhau như điện thoại thông minh, máy tính bảng, laptop, ...

Bố cục được đúc kết và chọn lọc, sắp xếp dựa trên kinh nghiệm bản thân cũng như góp ý từ Thầy Cô, bạn bè sao cho hài hòa, dễ sử dụng.

4.4.2. Mặt hạn chế

Tiện ích đang phụ thuộc chủ yếu vào MathML có trong HTML5, do vậy, một số công thức vẫn chưa có khả năng biểu diễn trên trình duyệt.

Tiếp đến, MathML chỉ được hỗ trợ trên một số trình duyệt nhất định là FireFox, Safari, còn đối với các trình duyệt khác thì nếu muốn hiển thị được tốt cần phải sử dụng đến bên thứ ba, để kích hoạt MathML trên trình duyệt đó.

Với mục tiêu ban đầu là sử dụng phím tắt để tiết kiệm thời gian nhập liệu cho người sử dụng, nhưng đến nay ứng dụng vẫn chưa tích hợp được thêm phím tắt ngoài một số tổ hợp có sẵn ở máy tính.

Tiếp đến, ứng dụng cần tiến hành kiểm thử và tích hợp vào Moodle trong LMS.

4.5. Đề xuất phương hướng phát triển tương lai

Điểm mới của tiện ích là sự kết hợp hài hòa giữa các biểu thức toán học, được sắp xếp thuận tiện, giúp người dùng dễ dàng soạn thảo, thông qua hệ thống các mẫu công thức, biểu thức định sẵn.

Tiện ích giải quyết được sự cần thiết của giáo viên, người nghiên cứu về soạn thảo công thức, biểu thức số học mà ở đó, họ có thể tùy chỉnh được các thành phần ở bên trong, trực tiếp trong vùng soạn thảo mà không cần phải dùng một bên thứ ba để tạo nên những hình ảnh - hạn chế trong khả năng tái sử dụng, cũng như không có

khả năng chỉnh sửa khi cần. Như vậy, ứng dụng còn tiết kiệm được thời gian soạn thảo, tăng năng suất, hiệu suất làm việc, nghiên cứu.

Tiện ích được tinh gọn trong cả ngữ nghĩa và kích thước, dễ dàng cài đặt và sử dụng ngay. Chỉ cần có một thiết bị di động như điện thoại thông minh, máy tính bảng, laptop, ... là bạn đã có thể sử dụng được ứng dụng này phục vụ giảng dạy, hay nghiên cứu.

Trên cơ sở của đặc tả yêu cầu mà tiện ích cần có, đến nay tiện ích đã được hoàn thành trên 90%, bên cạnh cần phải điều chỉnh, cũng như phát triển thêm để tích hợp phím tắt vào trình soạn thảo, tiếp đến, cần tiến hành kiểm thử và đưa vào sử dụng tích hợp với Moodle trong LMS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IIT JEE, “Best Formula Book for Mathematics,” 2020. [Online]. Available: <https://www.crackjee.xyz/2020/04/pdf-best-formula-book-for-mathematics.html> [Accessed 01/11/2020].
- [2] Tutorials Point, “HTML Tutorial,” 2020. [Online]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/html/index.htm> [Accessed 01/11/2020].
- [3] Tutorials Point, “CSS Tutorial,” 2020. [Online]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/css/index.htm> [Accessed 01/11/2020].
- [4] Tutorials Point, “Javascript Tutorial,” 2020. [Online]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/javascript/index.htm> [Accessed 01/11/2020].
- [5] Tutorials Point, “MathML Tutorial,” 2020. [Online]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/mathml/index.htm> [Accessed 01/11/2020].
- [6] W3 School, “HTML Responsive Web Design”, 2021. [Online], Available: https://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp [Accessed 22/03/2021].
- [7] Biject, Antimatter15 and Jeromewu, “Tesseract.js - Pure Javascript Multilingual OCR”, 2021. [Online], Available: <https://tesseract.projectnaptha.com/> [Accessed 01/04/2021].
- [8] Firebase, “Cloud Storage for Firebase”, 2021. [Online], Available: <https://firebase.google.com/docs/storage> [Access 01/04/2021]

PHỤ LỤC

* Biện pháp ứng dụng kết quả nghiên cứu

Việc ứng dụng kết quả nghiên cứu là rất đơn giản, chỉ cần thêm tiện ích này vào dự án của bạn, bạn hoàn toàn có thể tự mình soạn thảo nên các biểu thức khoa học, toán học nhằm phục vụ học tập, nghiên cứu.

Để tải xuống mã nguồn, bạn có 02 cách thực hiện:

+ *Dùng git.*

Bạn chỉ định thư mục cần tải xuống thư mục, git bash tại vị trí đó với câu lệnh sau:

```
git clone https://github.com/baynv910/7math.git
```

+ *Tải xuống bằng đường dẫn liên kết:*

<https://github.com/baynv910/7math/archive/refs/heads/main.zip>

Để kiểm thử tiện ích, ta có thể dễ dàng truy cập vào liên kết:

<https://math-storage.web.app>

Lưu ý truy cập bằng trình duyệt FireFox, hoặc Safari, để hiển thị tốt nhất các công thức toán học.