ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**BÁO CÁO ĐỒ ÁN CUỐI KỲ**

**MÔN: TƯ DUY TÍNH TOÁN**

**ĐỀ TÀI**

**XÁC ĐỊNH CHỖ NGỒI CÒN TRỐNG TRONG QUÁN CÀ PHÊ**

**Giảng viên hướng dẫn: TS. Ngô Đức Thành**

**Lớp: CS117.P11**

**Sinh viên thực hiện:**

|  |  |
| --- | --- |
| **MSSV** | **Họ và tên** |
| 22520263 | Đinh Tuệ Đức |
| 22520521 | Phạm Đông Hưng |
| 22520550 | Lương Anh Huy |
| 22520884 | Phan Công Minh |
| 22520967 | Hồng Khải Nguyên |

**Tháng 12/2024**

**LỜI CẢM ƠN**

Trong thời đại ngày nay, việc áp dụng tư duy có hệ thống và các phương pháp phân tích hiệu quả đã trở thành chia khóa để giải quyết nhiều vấn đề thực tiễn. Với mục tiêu vận dụng các kĩ thuật trong Computational Thinking để giải quyết bài toán thực tế, nhóm em đã lựa chọn đề tài mang tên: Xác định số lượng chỗ ngồi còn trống trong quán cà phê. Đây không chỉ là cơ hội để nhòm rèn luyện kỹ năng tư duy logic, mà còn giúp nhóm hiểu rõ hơn về quy trình xây dựng, thiết kế, và triển khai giải pháp một cách khoa học và có tổ chức.

Qua đồ án này, nhóm đã có cho mình kinh nghiệm, trải nghiệm đáng quý từ việc phân tích và trừu tượng hóa vấn đề, xây dựng ràng buộc, đến việc tối ưu hóa và đánh giá giải pháp. Những trải nghiệm này đã không chỉ giúp nhóm nâng cao kiến thức mà còn phát triển các kỹ năng làm việc nhóm, giải quyết vấn đề và quản lý thời gian hiệu quả.

Nhóm em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Ngô Đức Thành vì sự tận tình chỉ dẫn và những đóng góp ý kiến quý báu trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Sự hướng dẫn và định hướng từ thầy là nền tảng quan trọng giúp nhóm hoàn thành công việc và vượt qua những khó khăn trong quá trình thực hiện đề tài.

Trân trọng cảm ơn!

**BẢNG PHÂN CÔNG VÀ MỨC ĐỘ HOÀN THÀNH**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Công việc | Đức | Hưng | Huy | Minh | Nguyên |
| Problem Statement |  |  | X | X |  |
| Decomposition Tree |  |  | X | X |  |
| Evaluation | X |  |  |  |  |
| Algorithm Flowchart |  | X |  |  | X |
| Trang trí Poster |  |  |  | X |  |
| Viết báo cáo |  |  | X | X |  |
| Tiến độ hoàn thành | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

# GIỚI THIỆU

Trong các quán cafe và không gian công cộng, việc quản lý chỗ ngồi một cách hiệu quả đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao trải nghiệm khách hàng và tối ưu hóa hoạt động kinh doanh. Một bài toán thường gặp là xác định số lượng chỗ ngồi còn trống trong thời gian thực, nhằm hỗ trợ khách hàng nhanh chóng tìm được chỗ ngồi và cải thiện hiệu suất phục vụ. Tuy nhiên, việc giải quyết bài toán này không hề đơn giản, đặc biệt trong các môi trường đông người với số lượng lớn bàn ghế và sự thay đổi liên tục.

Để tiếp cận vấn đề này, nhóm đã áp dụng các phương pháp của Computational Thinking – bao gồm trừu tượng hóa, phân rã bài toán, và thiết kế thuật toán – nhằm xây dựng một hệ thống tự động xác định số lượng chỗ ngồi còn trống trong quán cafe. Đây là một ví dụ thực tiễn về việc áp dụng tư duy tính toán để giải quyết một vấn đề cụ thể, qua đó khai thác các bước phân tích logic và hệ thống hóa để tìm ra giải pháp tối ưu.

Mục tiêu của đồ án là thiết kế một hệ thống hiệu quả, có khả năng:

- Thu thập và xử lý dữ liệu từ video camera ghi lại toàn bộ không gian quán.

- Nhận diện các đối tượng như bàn, ghế và người.

- Tính toán số lượng chỗ ngồi còn trống và trả về kết quả chính xác trong thời gian ngắn, đáp ứng yêu cầu sử dụng thực tế.

Đồ án tập trung vào môi trường quán cafe với các yếu tố chuẩn hóa (bàn, ghế, ánh sáng, camera, v.v.), đồng thời đặt ra các ràng buộc rõ ràng về thông số kỹ thuật và yêu cầu hiệu suất. Dù còn giới hạn ở phạm vi một quán cafe cụ thể, giải pháp đề xuất có thể được mở rộng và tùy chỉnh để áp dụng trong các không gian công cộng khác như nhà hàng, văn phòng hoặc khu vực công cộng.

Bên cạnh ý nghĩa thực tiễn trong việc cải thiện hiệu quả quản lý không gian, đồ án còn mang lại giá trị học thuật khi minh họa cách áp dụng các phương pháp của Computational Thinking vào một bài toán thực tế. Kết quả từ đồ án này không chỉ là một giải pháp ứng dụng mà còn là nền tảng cho các nghiên cứu và ứng dụng tiếp theo trong lĩnh vực tự động hóa và quản lý không gian.

Báo cáo này sẽ trình bày các bước thực hiện đồ án, bao gồm: định nghĩa bài toán, phân tích và giải quyết thông qua các phương pháp của Computational Thinking, thiết kế thuật toán, đánh giá kết quả, và thảo luận về tác động xã hội cũng như định hướng phát triển trong tương lai.

# PHÁT BIỂU BÀI TOÁN (PROBLEM STATEMENT)

## INPUT

- Các video thể hiện đầy đủ chỗ ngồi trong quán từ camera

## OUTPUT

Số lượng chỗ ngồi còn trống mà máy tính tính toán được

## RÀNG BUỘC (CONSTRAINT)

- Hệ thống nhận diện sẽ xem xét từ thời điểm mà khách muốn biết về số lượng chỗ còn trống trở về trước đó 5 phút.

- Trong 5 phút với tối thiểu 9000 khung hình, sau khi đã lọc những khung hình bị cho là che khuất, ngưỡng đặt ra là số lượng khung hình trống chiếm 90% so với tổng số khung hình đã lọc. Chỗ ngồi nào đáp ứng ngưỡng trên sẽ được xem là trống

- Camera có độ phân giải tối thiểu là 1920x1080 pixels, tốc độ khung hình tối thiểu là 30fps

- Các video từ camera ghi nhận đầy đủ bàn ghế trong quán được thiết lập sao cho mỗi video chỉ ghi lại một dãy bàn cụ thể , và phạm vi quan sát của các camera không được chồng lấp lên nhau

- Dữ liệu video từ các camera phải được ghi nhận tại cùng thời điểm, với sai số chấp nhận tối đa là 1 giây

- Thời gian truyền tải video từ camera đến hệ thống xử lý không vượt quá 2 giây, độ trễ của mạng không vượt quá 100ms

- Tầm nhìn của camera không được che khuất bởi bất kỳ vật thể nào có chiều cao lớn hơn 50cm từ mặt bàn

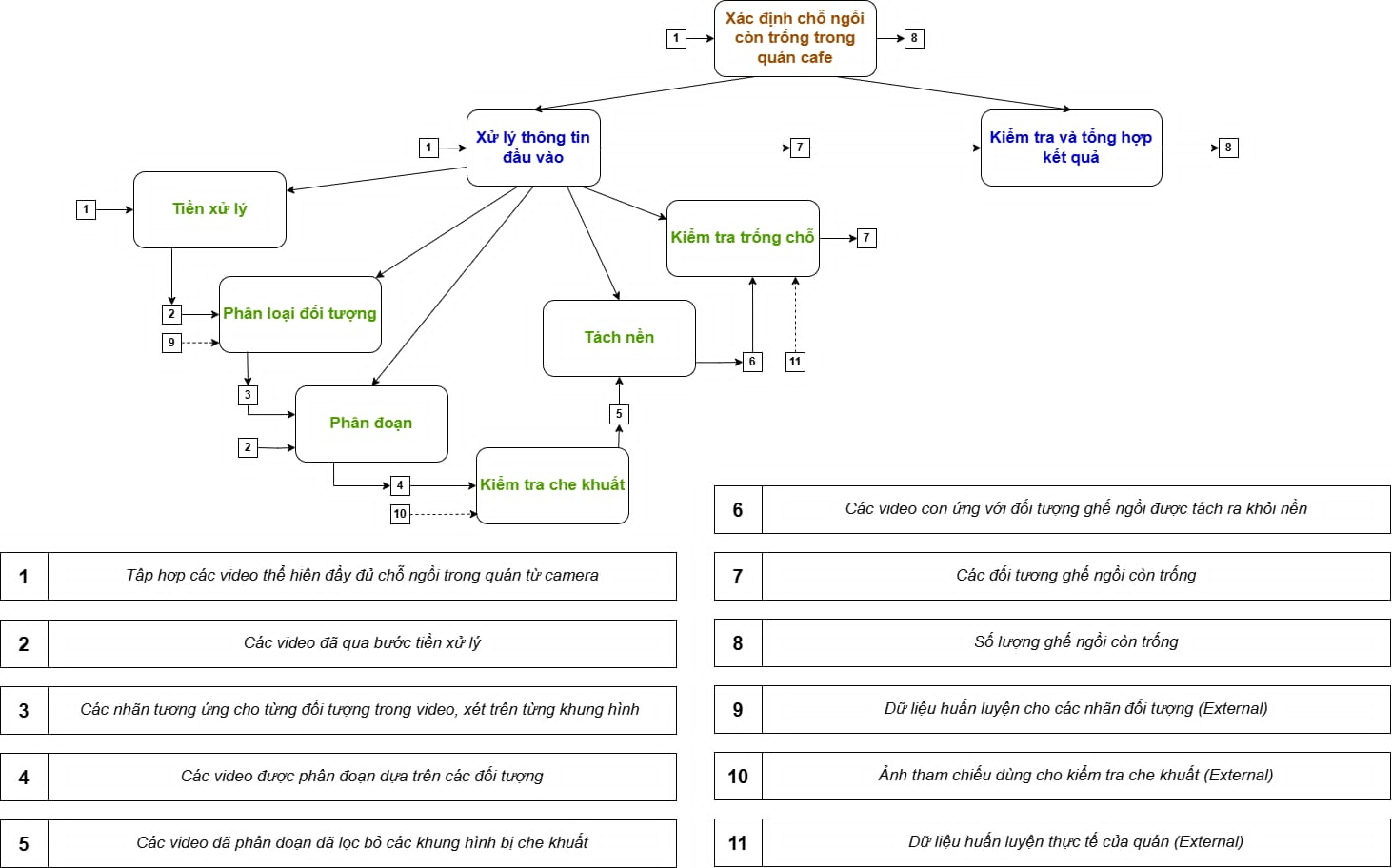
- Nếu khung hình đang xét có số ghế được ghi nhận là bị che khuất ghế ngồi với diện tích bị che khuất là 50% trở lên chiếm 25% so với tổng số ghế có trong khung hình thì loại bỏ khung hình đang xét và xét khung hình tiếp theo (che khuất ở đây được định nghĩa là các vật thể không phải người che khuất đi vùng ảnh của ghế ngồi)

## YÊU CẦU/KỲ VỌNG (REQUIREMENT/EXPECTATION)

- Số lượng chỗ ngồi còn trống cần được trả về trong vòng tối đa 7 giây từ thời điểm mà khách hàng yêu cầu về số lượng chỗ ngồi

- Độ chính xác của các trạng thái ghế ghi nhận từ hệ thống so với trạng thái ghế thực tế trong quán đạt tối thiểu 90%

# CÂY PHÂN RÃ (DECOMPOSITION TREE)



# ĐÁNH GIÁ VÀ TIÊU CHÍ

## BỘ DỮ LIỆU

### DỮ LIỆU DÙNG CHO HUẤN LUYỆN (EXTERNAL)

- Bộ dữ liệu sử dụng cho huấn luyện được thu thập từ các nguồn như ImageNet VID, ImageNet DET, OVIS, và Youtube-BoundingBoxes, sau đó được lọc theo các nhãn phù hợp (người, bàn, ghế, laptop, v.v..).

- Dữ liệu được chia thành ba tập gồm train, valid, test theo tỷ lệ 6:2:2.

- Các video và đối tượng được tổ chức trong các thư mục theo nhãn, kèm theo các file chứa danh sách nhãn và tọa độ bounding box (xmax, xmin, ymax, ymin)

### DỮ LIỆU DÙNG CHO THỰC TẾ

- Bộ dữ liệu được thu thập từ video ghi lại các dãy bàn trong quán café qua nhiều ngày khác nhau

- Mỗi khung hình được gán nhãn để xác định trạng thái của từng ghế (trống hoặc không trống)

- Mục tiêu là dự đoán chính xác ghế trống (Accuracy tối thiểu 90%)

## ĐỘ ĐO (METRICS)

### PSNR

- PSNR hay Peak Signal-to Noise Ratio là tỷ số giữa giá trị tín hiệu tối đa có thể có của ảnh và mức nhiễu làm sai lệch tín hiệu đó. MAX là giá trị pixel tối đa có thể đạt được trong hình ảnh và MSE là sai số trung bình bình phương giữa hai hình ảnh là hình ảnh gốc và hình ảnh đã được xử lý

- Các công thức liên quan:

**A black math symbols with numbers

Description automatically generated with medium confidence**

*Công thức tính MSE*

**A close-up of a number

Description automatically generated**

*Công thức tính PSNR*

### SSIM

- SSIM hay Structural Similarity Index Measure dựa trên 3 thông số để so sánh: Độ chói (Luminance), Tương phản (Contrast) và Cấu trúc (Structure)

**A black text on a white background

Description automatically generated**

- Trong đó:

+ : Thành phần so sánh độ chói

+ : Thành phần so sánh độ tương phản

+ Thành phần so sánh cấu trúc

+ là các trọng số

A mathematical equation with numbers and symbols

Description automatically generated

- Trong đó:

+ là giá trị pixel trung bình của hai hình ảnh x và y

+ là hằng số tránh trường hợp chia cho 0

A mathematical equation with numbers and symbols

Description automatically generated

- Trong đó:

+ : Độ lệch chuẩn của hai hình ảnh x và y

+ là hằng số tránh trường hợp chia cho 0

A mathematical equation with a square and a few square and a few square and a few square and a few square and a few square and a few square and a few square and a few square and

Description automatically generated

- Trong đó

+ là hiệp phương sai giữa hai hình ảnh x và y

+ là hằng số tránh trường hợp chia cho 0

- SSIM có miền giá trị là [0; 1], đạt giá trị bằng 1 trong trường hợp hai bộ dữ liệu giống hệt nhau

### Accuracy, Recall, Precision

A black text with black text

Description automatically generated

A mathematical equation with black text

Description automatically generated

A math equation with black text

Description automatically generated

- Trong đó:

+ TP: True Positive là số lượng dự đoán đúng cho mẫu là lớp Positive

+ TN: True Negative là số lượng dự đoán đúng cho mẫu là lớp Negative

+ FP: False Postive là số lượng dự đoán sai khi mẫu thực tế là lớp Negative nhưng bị dự đoán là Positive

+ FN: False Negative là số lượng dự đoán sai khi mẫu thực tế là lớp Positive nhưng dự đoán là lớp Negative

- Recall và Precision được tính riêng cho từng lớp trong bài toán phân loại. Giả sử bài toán có 3 lớp, sẽ có 3 bộ giá trị Recall và Precision tương ứng cho từng lớp. Với mỗi lớp, lớp đó được coi là Positive (lớp đang xét), trong khi các lớp còn lại được gộp lại và coi là Negative.

### IoU

- IoU hay Intersection over Union là tỷ lệ giữa diện tích phần giao nhau (intersection) và diện tích phần hợp nhau (union) của hai bounding boxes

A diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of a diagram of

Description automatically generated

*Mô tả cho công thức tính IoU*

### Độ trễ phản hồi của hệ thống (Response Time)



## Ánh xạ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | PSNR | SSIM | Accuracy | Recall | Precision | IoU | RT |
| Tiền xử lý ảnh | x | x |  |  |  |  |  |
| Phân loại đối tượng |  |  | x | x | x |  |  |
| Tách nền | x | x |  |  |  | x |  |
| Phân đoạn ảnh |  | x |  |  |  | x |  |
| Thời gian trả về kết quả |  |  |  |  |  |  | x |
| Độ chính xác giữa số chỗ ngồi trống dự đoán và thực tế |  |  | x |  |  |  |  |

# THUẬT TOÁN

A flowchart of a flowchart

Description automatically generated

*Lưu đồ thuật toán áp dụng cho bài toán*

- Mô tả:

+ Bước 1: Bắt đầu với những video dùng để phân tích

+ Bước 2: Với mỗi video, trích xuất các khung hình từ video trong 5 phút cuối cùng

+ Bước 3: Lọc các khung hình bị che khuất. Với các khung hình đã trích xuất:

+ Kiểm tra mức độ bị che khuất: Nếu mức độ che khuất của một ghế đạt từ 50% trở lên và số lượng ghế bị che khuất so với tổng số lương ghế từ 25% trở lên thì loại bỏ khung hình đó

+ Chỉ giữ lại các khung hình đạt yêu cầu

+ Bước 4: Sử dụng YOLO để phát hiện và xác định vị trí của các ghế trong khung hình đã được lọc, sau đó với mỗi ghế được phát hiện, phân loại nó là trống hoặc không trống

+ Bước 5: Với mỗi ghế trong khung hình, kiểm tra và lưu trạng thái ghế vào danh sách

+ Bước 6: Sau khi xử lý tất cả các khung hình của video, tính số ghế được đánh dấu là trống, ghế được xem là trống khi có hơn 90% khung hình được đánh dấu là trống trên tổng số khung hình đã lọc

+ Bước 7: Lặp lại quy trình trên cho các video còn lại

+ Bước 8: Khi tất cả các video đã được xử lý, tổng hợp và hiển thị tổng số ghế trống

# ỨNG DỤNG COMPUTATIONAL THINKING

## ABSTRACTION

- Trong quá trình xây dựng nội dung và giải pháp cho một bài toán, việc loại bỏ các khía cạnh hoặc chi tiết không quan trọng, không liên quan trực tiếp, hoặc có nguy cơ dẫn dắt bài toán đi lệch hướng là rất cần thiết. Điều này giúp định hình rõ ràng mục tiêu, tránh bị phân tâm bởi những yếu tố gây nhiễu và đảm bảo bài toán tập trung vào mục đích ban đầu, từ đó đạt được kết quả cụ thể và chính xác theo yêu cầu. Đối với bài toán của nhóm, những thông tin, khía cạnh mà nhóm sử dụng phương pháp Abstraction là:

+ Thông số cụ thể, chi tiết về bố cục bàn ghế, vật dụng trong quán không cần theo một khuôn khổ nhất định, có thể linh hoạt, phụ thuộc vào cách bài trí của từng quán. Chúng có thể được trích xuất từ video cũng như hình ảnh tham chiếu được cung cấp cho hệ thống

+ Không cần phân tích hành vi của đối tượng ở khu vực của ghế ngồi, chỉ cần xác định ghế tại vị trí đó có trống hay không dựa trên ngưỡng và quy tắc đã đặt ra cho hệ thống

+ Không yêu cầu cố định về các yếu tố ngoại cảnh như ánh sáng của đèn, màu sắc của vật thể, bàn ghế trong quán,..Vì các thông tin này đều có thể được xử lý theo một quy chuẩn chung ở khâu tiền xử lý

+ Không cần tổng hợp bố cục chỗ ngồi còn trống và không trống trong quán ở kết quả cuối vì mục tiêu của bài toán là số lượng chỗ ngồi còn trống

## DECOMPOSITION

- Bài toán lớn nhất cần giải quyết là “Xác định chỗ ngồi còn trống trong quán cà phê”.

- Bài toán được phân tích thành hai bài toán con là: (1) “Xử lý thông tin đầu vào” và (2) “Kiểm tra, tổng hợp kết quả”

- Ở bài toán (1): Khi cần xử lý dữ liệu đầu vào là video từ camera, đó là bài toán thuộc lĩnh vực thị giác máy tính. Để giải quyết, bài toán thường được chia nhỏ thành các bài toán con, dựa trên các kỹ thuật và phương pháp của khoa học máy tính hiện tại, nhằm xử lý tuần tự các bước trong quy trình nhận diện thị giác máy tính như:

+ 1a) Tiền xử lý: Video từ camera cần được xử lý trước để đạt các tiêu chuẩn và chất lượng, chẳng hạn như độ sáng và độ phân giải. Quá trình này đảm bảo video phù hợp với yêu cầu của hệ thống xử lý ở các bước sua

+ 1b) Phân loại đối tượng: Các đối tượng trong video cần được phân loại để tìm ra nhãn đối tượng chính mà bài toán đang hướng tới, cụ thể là ghế ngồi

+ 1c) Phân đoạn: Sau khi các đối tượng đã được gán nhãn, chúng cần được phân đoạn để xác định rõ vùng của đối tượng mà chúng ta đang quan tâm

+ 1d) Kiểm tra che khuất: Trên thực tế, không phải lúc nào các khung hình, cụ thể là vị trí chỗ ngồi cũng được ghi nhận một cách đầy đủ, chi tiết mà có thể gặp phải tình trạng như che khuất, gây ra khó khăn cho hệ thống xử lý và tính toán. Vì thế ta cần kiểm tra tình trạng che khuất để đảm bảo các khung hình xử lý và hợp lệ theo tiêu chuẩn đặt ra

+ 1e) Tách nền: Sau khi đã thu được các khung hình đạt chuẩn chứa các đối tượng được phân đoạn, ta sẽ tách đối tượng mà ta quan tâm (ghế ngồi) để thuận tiện cho xử lý tiếp theo

+ 1f) Kiểm tra trống chỗ: Các đối tượng chỗ ngồi cần được kiểm tra xem là trống hoặc không so trống, bằng cách so sánh với ngưỡng đặt ra trước, sau đó thu về kết quả là chỗ ngồi đó có trống hay không dưới dạng một file văn bản có nội dung mỗi dòng là tọa độ của ghế ngồi được xác định là còn trống cùng với giá trị ngưỡng tương ứng

- Ở bài toán (2): Bài toán này tập trung vào việc tổng hợp thông tin về các chỗ ngồi còn trống dựa trên kết quả có được từ bài toán (1). Sau đó, thực hiện đếm số dòng trong file kết quả để xác định tổng số chỗ ngồi còn trống trong quán, và đây là kết quả cần tìm

## PATTERN RECOGNITION

Hướng giải quyết dành cho bài toán “Xác định chỗ ngồi còn trống trong quán cà phê” được dựa trên một số đặc trưng liên quan, tương tự từ một số bài toán khác như:

- Việc phân tích bài toán con (1) Xử lý thông tin đầu vào ra các bài toán con a, b, c, d, e, f là một cấu trúc khá phổ biến trong lĩnh vực Thị giác máy tính khi cần xử lý các yêu cầu liên quan đến hình ảnh, video. Đây là một trình tự hợp lý và có thể thực thi được thông qua các phương pháp khoa học máy tính hiện tại.

- Các bài toán a, b, c, d, e là các kỹ thuật thường được áp dụng trong xử lý các bài toán Thị giác máy tính

- Đặc biệt, ở bài toán con f) Kiểm tra trống chỗ: hướng giải quyết cho bài toán này dựa trên kỹ thuật được trình bày trong Case Study: Airport Surveillance and Image Analysis (khóa học Problem Solving Using Computational Thinking (University of Michigan)

## ALGORITHM DESIGN

- Nhóm dựa trên dàn ý và nội dung trong phần Ràng buộc (Constraint) và Decomposition Tree để triển khai và vẽ lưu đồ giải thuật hay còn gọi là Algorithm Flowchart.

- Algorithm Flowchart thể hiên cụ thể quá trình mà video được đưa vào hệ thống để xử lý, trích xuất, lưu trữ giá trị và cuối cùng cho ra kết quả

# ĐẠO ĐỨC VÀ XÃ HỘI

## - Việc sử dụng camera để thu thập dữ liệu có thể ảnh hưởng đến quyền riêng tư của khách hàng và họ có thể cảm thấy không thoải mái khi biết rằng mình bị ghi hình trong quán => Giải pháp: Thu thập dữ liệu chỉ phục vụ cho mục đích xác định ghế trống, không sử dụng cho các hình thức khác như nhận diện khách hàng hay phân tích hành vi cá nhân. Thông báo cho khách hàng về việc hệ thống đang sử dụng camera để xác định chỗ trống, có thể qua lời nói hoặc đặt thông báo ở trước quán để khách hàng có quyền lựa chọn vào trong quán hay không

- Dữ liệu thu thập từ camera có thể bị rò rỉ ra bên ngoài hoặc sử dụng sai mục đích, gây ra các rủi ro về an ninh => Giải pháp: Áp dụng mã hóa để bảo vệ dữ liệu trong quá trình xử lý, hạn chế quyền truy cập dữ liệu, chỉ cho phép người được ủy quyền sử dụng

# KẾT LUẬN

Thông qua đồ án này, nhóm đã áp dụng và trình bày các phương pháp của Computational Thinking để giải quyết bài toán xác định số lượng chỗ ngồi còn trống trong quán cà phê – một bài toán có tiềm năng cao để triển khai bằng máy tính. Dù còn tồn tại những hạn chế như các thông số ràng buộc còn khá cụ thể và cần tinh chỉnh để phù hợp hơn với các điều kiện thực tế đa dạng, quy trình và hướng giải quyết mà nhóm đề xuất là khả thi và có tính ứng dụng cao. Nhóm cũng nhận thấy rằng, để áp dụng hiệu quả hơn trong thực tiễn, cần bổ sung thêm dữ liệu và tối ưu hóa để xử lý các đặc thù của từng không gian quán cà phê.