

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN  
KHOA KHOA HỌC MÁY TÍNH

SINH VIÊN THỰC HIỆN:  
NGUYỄN VĂN BIÊN - 10520245  
PHẠM DUY - 10520074

KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP

**NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT  
VÀ XÂY DỰNG ỨNG DỤNG  
TÌM KIẾM ĐỐI TƯỢNG TRÊN ẢNH**



*LUẬN VĂN CỬ NHÂN KHOA HỌC MÁY TÍNH*

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN:  
TS. NGÔ ĐỨC THÀNH  
PGS. TS. LÊ ĐÌNH DUY

6, 2014

# LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn ...

# TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, truy vấn ảnh trên tập dữ liệu lớn là bài toán đang thu hút được nhiều sự quan tâm và có ý nghĩa quan trọng trong thực tiễn. Bài toán trên có thể phát biểu như sau: Đưa vào một hình ảnh có chứa đối tượng quan tâm và ngay lập tức trả về những hình ảnh có chứa đối tượng đó từ một tập dữ liệu trong thời gian thực. Các hệ thống truy vấn ảnh trên cơ sở dữ liệu lớn có nhiều ứng dụng quan trọng trong các lĩnh vực như nhận dạng đối tượng hay địa điểm, tìm kiếm video, phát hiện trùng lặp và tái tạo 3D, v.v... Tuy nhiên, bài toán trên cũng đang đối mặt với nhiều thách thức. Bên cạnh vấn đề về sự xuất hiện các biến thể của hình ảnh của đối tượng do sự khác nhau về độ sáng, kích thước, góc chụp hay bị che khuất một phần thì ở đây còn một vấn đề quan trọng khác là phải đảm bảo được thời gian thực hiện truy vấn đặc biệt là khi tìm kiếm trong tập dữ liệu lớn.

Rất nhiều công trình nghiên cứu đã được đề xuất để giải quyết vấn đề trên và đã đạt được nhiều bước tiến đáng chú ý. Hầu hết các công trình đó đều dựa trên mô hình Bag-of-Words (BoW), theo đó mỗi hình ảnh sẽ được biểu diễn bằng các đặc trưng cục bộ, sau đó các đặc trưng này được lượng tử hóa vào các visual word. Để tăng hiệu suất của quá trình truy vấn, người ta thường sử dụng mô hình Bag-of-Words kết hợp với phương pháp đánh chỉ mục ngược (Inverted Index). Thế nhưng cả Bag-of-Words và Inverted Index đều bỏ qua một thông tin quan trọng để tăng độ chính xác cho truy vấn, đó là thông tin không gian ảnh (spatial information) của các đặc trưng cục bộ.

Trong luận văn này, chúng tôi đề xuất một phương pháp nhằm tích hợp thông tin không gian ảnh vào phương pháp đánh chỉ mục ngược (Inverted Index) để nâng cao độ chính xác nhưng vẫn đảm bảo được

thời gian truy vấn nhanh. Kết quả thí nghiệm trên các tập dữ liệu chuẩn như Oxford 5k, Paris 6k và Holiday đã cho thấy tính hiệu quả của phương pháp này.

*Từ khóa: Tìm kiếm ảnh - Image Search, Kích cỡ lớn - Large-Scale, Thông tin không gian - Spatial Information, Chỉ mục ngược - Inverted Index.*

# Mục lục

Mục lục	iv
Danh sách hình vẽ	vi
Danh sách bảng	vii
Danh sách từ viết tắt	viii
<b>1 Giới thiệu tổng quan</b>	<b>1</b>
1.1 Mục tiêu và động lực chọn đề tài . . . . .	1
1.2 Một vài hướng ứng dụng thực tế của hệ thống . . . . .	2
1.3 Những thách thức đặt ra . . . . .	3
1.4 Cấu trúc luận văn . . . . .	5
<b>2 Các công trình liên quan</b>	<b>7</b>
2.1 Biểu diễn hình ảnh bằng các local descriptor . . . . .	7
2.2 Mô hình Bag-of-words . . . . .	7
2.2.1 Bag-of-words trong truy vấn văn bản . . . . .	8
2.2.2 Bag-of-visual-words trong truy vấn ảnh . . . . .	9
2.2.2.1 Visual word . . . . .	9
2.2.2.2 Lượng tử hóa các visual word . . . . .	10
2.2.3 Đánh giá sự tương đồng giữa các hình ảnh . . . . .	10
2.3 Sử dụng thông tin không gian ảnh trong truy vấn ảnh . . . . .	11
2.4 Kết chương . . . . .	12

<b>3</b>	<b>Các tập dữ liệu và quy trình đánh giá</b>	<b>13</b>
3.1	Các tập dữ liệu . . . . .	13
3.1.1	Oxford 5k . . . . .	13
3.1.2	Paris 6k . . . . .	14
3.1.3	Holidays . . . . .	15
3.2	Quy trình đánh giá . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Tích hợp thông tin không gian ảnh vào inverted index</b>	<b>17</b>
4.1	Ý tưởng phương pháp . . . . .	17
4.2	Cài đặt thí nghiệm . . . . .	18
4.3	Kết quả thí nghiệm và đánh giá kết quả . . . . .	19
<b>5</b>	<b>Kết luận và hướng phát triển</b>	<b>20</b>
5.1	Kết luận . . . . .	20
5.2	Hướng phát triển . . . . .	21
	<b>Phụ lục A</b>	<b>22</b>
	<b>Phụ lục B</b>	<b>23</b>
	<b>References</b>	<b>24</b>

# Danh sách hình vẽ

1.1	Những thay đổi bề ngoài của đối tượng trên ảnh . . . . .	4
-----	--	---

# Danh sách bảng



# Danh mục từ viết tắt

**BoW** Bag-of-Words

**SPM** Spatial Pyramid Matching

**mAP** mean Average Precision

# Chương 1

## Giới thiệu tổng quan

### 1.1 Mục tiêu và động lực chọn đề tài

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, các lĩnh vực liên quan đến kỹ thuật số cũng đang có tốc độ phát triển chóng mặt. Các thiết bị kỹ thuật số như máy ảnh, máy quay phim kỹ thuật số, camera số, điện thoại di động có chức năng chụp hình, ... đang ngày càng phổ biến và không ngừng gia tăng về số lượng. Chính điều này đã làm sản sinh ra một lượng thông tin số khổng lồ bao gồm hình ảnh, video, v.v... Do đó, nhu cầu truy vấn thông tin từ kho dữ liệu hình ảnh, video ngày càng bức thiết hơn bao giờ hết.

Mục tiêu của luận văn này nhằm xây dựng một hệ thống truy vấn ảnh trên tập dữ liệu lớn, trong đó quá trình truy vấn hoàn toàn dựa trên nội dung của ảnh và kết quả phải được trả về gần như ngay lập tức với cơ sở dữ liệu gồm hàng triệu hình ảnh chưa được gán nhãn. Hệ thống này tập trung vào giải quyết vấn đề về tìm kiếm một đối tượng cụ thể như một địa điểm, một bức tranh, một bìa sách, v.v... Những đối tượng này có thể được chụp trong các điều kiện khác nhau như góc chụp, ánh sáng, kích thước hay bị che khuất. Do đó mục đích của hệ thống không phải là trả về những hình ảnh chụp gần giống nhau như chụp trong cùng một khung cảnh mà là trả về những hình ảnh có chứa đối tượng cần tìm. Ví dụ như khi đưa vào một bức hình có chứa Nhà thờ Đức Bà, kết quả trả về sẽ những bức hình có chứa nhà thờ Đức Bà chứ không phải trả về những nhà thờ có kiến trúc gần giống với Nhà thờ Đức Bà.

Những hệ thống truy vấn ảnh trên tập dữ liệu lớn có rất nhiều ứng dụng trong thực tế. Chúng tôi sẽ liệt kê sơ lược một vài ứng dụng trong phần tiếp theo.

### 1.2 Một vài hướng ứng dụng thực tế của hệ thống

Trong cuộc sống, ta có thể dễ dàng bắt gặp những ứng dụng vô cùng hữu ích của các hệ thống truy vấn đối tượng trên ảnh. Dưới đây là một vài hướng ứng dụng cụ thể:

**Nhận dạng đối tượng, sản phẩm.** Với sự phổ biến của điện thoại thông minh và internet, một người có thể dễ dàng dùng điện thoại chụp một tấm hình và hỏi hệ thống về thông tin của đối tượng trong tấm hình đó. Ví dụ, tại một cửa hàng, một người mua hàng có thể tham khảo giá của một sản phẩm tại các cửa hàng khác; trong thư viện, một độc giả có thể tìm được những cuốn sách nào chứa hình ảnh mình quan tâm; khi đi thăm bảo tàng, du khách có thể tìm kiếm thêm thông tin về một hiện vật trong đó, v.v...

**Nhận dạng địa điểm.** Vị trí địa lý của nơi chụp tấm hình cũng có thể được xác định bằng việc truy vấn thông tin của đối tượng trong hình từ những cơ sở dữ liệu lớn chứa hình ảnh và thông tin vị trí như Google Street View hay kho hình ảnh có lưu kèm thông tin GPS. Hệ thống này có thể là một giải pháp thay thế rẻ tiền cho các thiết bị có GPS. Chẳng hạn, khi một du khách đến một nơi mà anh ta chưa bao giờ đặt chân tới nhưng lại không GPS hay bản đồ, anh ta có thể chụp một tấm hình của một tòa nhà hay những cảnh tại nơi đó để xác định được vị trí chính xác của mình.

**Tìm kiếm và quản lý kho dữ liệu video.** Hàng ngày, một lượng lớn dữ liệu video được sinh ra và ta không thể nào quản lý hết được nội dung của chúng. Ví dụ, một đài truyền hình muốn tìm kiếm tất cả các đoạn quảng cáo có liên quan đến một nhãn hiệu sản phẩm mà họ đã từng phát trong vài năm gần đây, một hệ thống truy vấn ảnh sẽ dễ dàng thực hiện điều này chỉ với một hình ảnh của sản phẩm.

**Gán nhãn ảnh tự động.** Những tấm ảnh có thể được gán nhãn một cách tự

động về địa điểm hay đối tượng trong hình để dễ dàng cho việc tìm kiếm và quản lý sau này. Ví dụ, người dùng có thể dễ dàng tìm kiếm được những bức hình chụp tại một địa điểm nào đó mà không cần biết nó nằm trong album nào hay được chụp ngày nào. Những hệ thống lớn lưu trữ ảnh lớn như của Facebook có thể dễ dàng phát hiện và gán nhãn khuôn mặt người nhưng vẫn chưa thể nhận dạng được địa điểm mà tấm hình được chụp từ nội dung chứa trong hình.

**Sử dụng trong quảng cáo theo ngữ cảnh.** Rất nhiều công ty quảng cáo đặt màn hình tại nơi công cộng để quảng cáo cho các sản phẩm của mình nhưng các quảng cáo này chưa thực sự hướng người dùng và kém hiệu quả. Việc sử dụng một hệ thống có thể quảng cáo theo ngữ cảnh và hướng đúng đối tượng người dùng sẽ giúp việc quảng cáo hiệu quả hơn. Ví dụ, một camera trong thang máy có thể tự động phát hiện được những sản phẩm người đi thang máy đang dùng như nhãn hiệu chai nước họ đang uống, nhãn hiệu quần áo họ đang mặc,... để lựa chọn được những quảng cáo phù hợp với đối tượng người dùng và phát trên màn hình.

**Tăng tính tương tác thực tế.** Với sự ra đời của các sản phẩm công nghệ gần gũi với cuộc sống như Google Glass, việc nhận dạng đối tượng trong thời gian thực sẽ mang đến nhiều thông tin hữu ích cho người dùng.

**Hỗ trợ cho các hệ thống thị giác máy tính khác.** Hệ thống truy vấn đối tượng có thể được dùng để hỗ trợ cho các hệ thống thị giác máy tính khác. Một ví dụ điển hình là hệ thống tự động tái tạo hình ảnh ba chiều sẽ cần gom cụm các hình ảnh của cùng một đối tượng từ một tập dữ liệu lớn.

### 1.3 Những thách thức đặt ra

Để giải quyết bài toán truy vấn đối tượng trên tập dữ liệu ảnh lớn, có rất nhiều thách thức được đặt ra. Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày một vài thách thức trong bài toán này:

**Sự biến đổi bên ngoài của đối tượng trong hình ảnh.** Một hệ thống truy vấn đối tượng trên hình ảnh cần phải trả về được các hình ảnh có chứa đối tượng quan tâm bất chấp mọi thay đổi trên bên ngoài của đối tượng. Những thay đổi đó có thể đến từ rất nhiều nguyên nhân khác nhau. Đó có thể do tác động từ các



Hình 1.1: Những thay đổi bề ngoài của đối tượng trên ảnh. (i) Hình ảnh đối tượng trong các điều kiện chiếu sáng khác nhau. (ii) Hình ảnh đối tượng dưới các góc chụp khác nhau. (iii) Đối tượng bị che khuất hay hình ảnh đối tượng bị cắt ghép. (iv) Hình ảnh đối tượng trong các ấn phẩm, bản in, bản vẽ.

yếu tố bên ngoài khi chụp hình như điều kiện chiếu sáng, góc chụp của camera hay những tùy chỉnh khác nhau của các camera về độ tương phản, độ phân giải, màu sắc,... Cùng với đó là những hình ảnh của đối tượng được chụp với góc xoay, kích thước hình hay tỉ lệ khác nhau. Hoặc có những trường hợp đối tượng bị che khuất, cắt ghép, v.v... hoặc đối tượng được thể hiện trên các ấn phẩm, bản in, bản vẽ nên bị thay đổi về màu sắc và chi tiết. Một vài dạng thay đổi kể trên được thể hiện qua Hình 1.1. Còn một trường hợp nữa là do những thay đổi từ chính bản thân đối tượng do các điều kiện bên ngoài ví dụ như đối tượng bị cũ đi hay bị xuống cấp theo thời gian.

**Các loại đặc tính vật lý khác nhau trên mỗi đối tượng.** Dựa trên các đặc tính vật lý người ta chia đối tượng thành các loại khác nhau. Có những đối tượng mà đặc tính thể hiện rõ nét nhất qua cấu trúc bề mặt, nhưng có cái lại qua màu sắc hay hình dạng, v.v... Ví dụ như với những con bướm, đặc trưng cho chúng không phải là hình dạng, kích cỡ vì đa phần các loài bướm đều có hình dạng, kích cỡ gần giống nhau mà ở đây là các họa tiết, màu sắc trên cánh bướm; Hay với những loại lá cây thì đặc trưng về màu sắc, họa tiết lại không cung cấp nhiều thông tin bằng hình dạng của lá.

**Kích cỡ của tập dữ liệu lớn.** Tập dữ liệu hình ảnh lớn thường bao gồm hàng triệu bức ảnh, vậy nên để người dùng có thể tương tác trực tiếp với hệ thống thông qua một thiết bị phía client như điện thoại di động thì đòi hỏi truy vấn phải được trả về trong thời gian ngắn chấp nhận được. Do đó cần phải có một thuật toán nhận dạng hiệu quả, chi phí thấp. Đồng thời những hình ảnh cũng phải được xử lý để lưu trữ sao cho tiết kiệm nhất để phù hợp với kích cỡ của RAM vì nếu lưu trữ trên ổ cứng sẽ mất rất nhiều thời gian để truy xuất và không thể đạt được yêu cầu về thời gian.

### 1.4 Cấu trúc luận văn

Trong phần này, chúng tôi sẽ trình bày cấu trúc phần còn lại của luận văn và những vấn đề được thảo luận ở phần kế tiếp. Các nội dung sẽ được trình bày ở phần kế tiếp bao gồm:

**Các công trình liên quan.** Chúng tôi sẽ giới thiệu tổng quát về các công trình

ngiên cứu liên quan tới truy vấn ảnh và bàn luận chi tiết về từng công trình trong Chương 2.

**Các tập dữ liệu và phương pháp đánh giá.** Để thử nghiệm kết quả của phương pháp đề xuất và so sánh hiệu suất của chúng với những phương pháp khác, chúng tôi thử nghiệm trên 3 bộ dữ liệu chuẩn là Oxford 5k, Paris 6k và Holiday. Kết quả sẽ được đánh giá bằng phương pháp mean Average Precision (mAP). Chi tiết của mỗi bộ dữ liệu cùng phương pháp đánh giá sẽ được trình bày chi tiết ở Chương 3.

**Tích hợp thông tin không gian ảnh vào phương pháp đánh chỉ mục ngược.** Chúng tôi đề xuất một phương pháp nhằm nâng cao hiệu suất của các hệ thống truy vấn đối tượng bằng cách tích hợp thông tin không gian ảnh vào phương pháp đánh chỉ mục ngược (inverted index). Trong Chương 4, chúng tôi sẽ trình bày chi tiết về ý tưởng của phương pháp, việc cài đặt cũng như kết quả thực nghiệm và đánh giá kết quả so với những phương pháp khác.

**Tổng kết.** Trong Chương 5, chúng tôi sẽ tổng kết, bàn luận thêm về phương pháp đề xuất và những đề xuất cải tiến, mở rộng để nâng cao hiệu suất của hệ thống trong thời gian tới.

## Chương 2

# Các công trình liên quan

### 2.1 Biểu diễn hình ảnh bằng các local descriptor

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed porta nisl lectus, condimentum tristique eros auctor eu. Duis iaculis metus urna, posuere lacinia mi rhoncus id. In molestie augue quis semper scelerisque. Sed egestas nulla ac velit consectetur tristique. Nulla luctus purus tortor, ut mattis mauris tincidunt quis. Proin pulvinar nisl vitae dui varius, sit amet aliquam ipsum mollis. Aliquam erat volutpat. Sed laoreet justo in orci venenatis, quis rhoncus sapien tincidunt. Curabitur bibendum scelerisque erat, ac fringilla justo.

### 2.2 Mô hình Bag-of-words

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla feugiat fermentum libero eu porta. Sed ultricies ante non ante laoreet, elementum vehicula augue euismod. Cras ac laoreet ante, a mattis neque. Maecenas rutrum velit nibh, nec laoreet justo tempus vitae. Aenean lobortis purus sit amet ullamcorper lobortis. Sed pharetra feugiat tincidunt. Duis eleifend, nisi sed commodo sodales, nibh mi condimentum sem, in elementum orci dolor vitae urna. Donec feugiat magna molestie congue gravida.



---

Nulla ut adipiscing orci. Etiam posuere ut nisl vitae aliquam. Nullam tincidunt tincidunt tellus a tristique. Proin erat diam, fringilla ut ipsum at, egestas iaculis justo. Praesent lobortis tempor velit, vel sollicitudin purus tincidunt ut. Nam vel hendrerit ligula. Vestibulum ullamcorper leo a malesuada viverra. Nulla elit diam, vulputate non sodales in, sagittis dapibus lacus. Nam at pretium lectus. Suspendisse dictum ipsum nec mollis ullamcorper. Donec non ipsum fermentum, laoreet nibh a, ornare arcu. Mauris at aliquet ipsum, sed convallis massa. Morbi vehicula in velit nec vestibulum. Morbi sed lacus interdum, tempus metus eget, convallis nulla. Aenean quis aliquam nisi. Mauris hendrerit fermentum posuere.

### 2.2.1 Bag-of-words trong truy vấn văn bản

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Pellentesque ultrices vestibulum hendrerit. Aenean dapibus magna sit amet lectus volutpat cursus. Aenean eros mauris, auctor rhoncus lorem at, vehicula porttitor arcu. Duis malesuada id eros ut iaculis. Donec dignissim, nisi ac bibendum placerat, arcu erat lacinia felis, in egestas velit justo id risus. Ut viverra egestas leo non placerat. Curabitur felis lectus, dignissim a quam ut, blandit sagittis nibh. Pellentesque ut mauris laoreet, fermentum nisl a, congue augue. Mauris vel erat auctor metus sollicitudin iaculis non ut metus. Nullam sagittis interdum ante, a sodales orci.

Nam aliquet pellentesque accumsan. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Proin neque tortor, mattis sit amet placerat vel, iaculis sit amet libero. Phasellus tellus dui, molestie ut turpis ut, volutpat blandit massa. Donec varius tortor et velit aliquet euismod. Sed mauris nunc, porttitor eget facilisis at, venenatis vel elit. Cras nisi justo, tincidunt id sodales a, placerat id justo.

Vestibulum ut enim ac sem blandit bibendum. Curabitur pellentesque sem sit amet arcu porta, quis bibendum risus cursus. Suspendisse potenti. Nunc imperdiet arcu neque, et tristique dolor hendrerit vel. Etiam vulputate non arcu ultricies posuere. Suspendisse tempor urna ac nunc condimentum elementum.

---

Cras in aliquam justo.

## 2.2.2 Bag-of-visual-words trong truy vấn ảnh

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed porta nisl lectus, condimentum tristique eros auctor eu. Duis iaculis metus urna, posuere lacinia mi rhoncus id. In molestie augue quis semper scelerisque. Sed egestas nulla ac velit consectetur tristique. Nulla luctus purus tortor, ut mattis mauris tincidunt quis. Proin pulvinar nisl vitae dui varius, sit amet aliquam ipsum mollis. Aliquam erat volutpat. Sed laoreet justo in orci venenatis, quis rhoncus sapien tincidunt. Curabitur bibendum scelerisque erat, ac fringilla justo.

### 2.2.2.1 Visual word

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nullam leo purus, condimentum vel massa sit amet, suscipit congue leo. Etiam et porttitor tortor. In eget leo orci. Vivamus faucibus eget justo in sodales. Etiam eu tempor diam. Morbi a auctor massa, non cursus purus. Nullam elementum luctus gravida. Praesent tristique mi sit amet nulla pharetra viverra.

In eget diam euismod, lacinia nisi ut, lacinia orci. Donec varius felis vel eleifend sodales. Integer neque arcu, dapibus ut laoreet id, elementum iaculis felis. Proin suscipit varius velit, sit amet tempor mauris auctor sed. Curabitur ultricies consectetur dignissim. Sed interdum felis in magna sagittis, id iaculis nibh accumsan. Aliquam lacus purus, auctor tincidunt felis sit amet, mattis vulputate nunc. Cras dictum, erat sed aliquam molestie, metus magna tempus felis, interdum mollis est turpis commodo tellus. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Quisque dapibus quam nec vulputate malesuada. Fusce lectus dui, ullamcorper sit amet ullamcorper ac, adipiscing in enim. Proin ipsum felis, tristique in mi vel, suscipit ullamcorper justo. Sed lobortis eros vitae tortor luctus commodo.

---

#### 2.2.2.2 Lượng tử hóa các visual word

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nullam leo purus, condimentum vel massa sit amet, suscipit congue leo. Etiam et porttitor tortor. In eget leo orci. Vivamus faucibus eget justo in sodales. Etiam eu tempor diam. Morbi a auctor massa, non cursus purus. Nullam elementum luctus gravida. Praesent tristique mi sit amet nulla pharetra viverra.

In eget diam euismod, lacinia nisi ut, lacinia orci. Donec varius felis vel eleifend sodales. Integer neque arcu, dapibus ut laoreet id, elementum iaculis felis. Proin suscipit varius velit, sit amet tempor mauris auctor sed. Curabitur ultricies consectetur dignissim. Sed interdum felis in magna sagittis, id iaculis nibh accumsan. Aliquam lacus purus, auctor tincidunt felis sit amet, mattis vulputate nunc. Cras dictum, erat sed aliquam molestie, metus magna tempus felis, interdum mollis est turpis commodo tellus. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Quisque dapibus quam nec vulputate malesuada. Fusce lectus dui, ullamcorper sit amet ullamcorper ac, adipiscing in enim. Proin ipsum felis, tristique in mi vel, suscipit ullamcorper justo. Sed lobortis eros vitae tortor luctus commodo.

#### 2.2.3 Đánh giá sự tương đồng giữa các hình ảnh

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nullam leo purus, condimentum vel massa sit amet, suscipit congue leo. Etiam et porttitor tortor. In eget leo orci. Vivamus faucibus eget justo in sodales. Etiam eu tempor diam. Morbi a auctor massa, non cursus purus. Nullam elementum luctus gravida. Praesent tristique mi sit amet nulla pharetra viverra.

In eget diam euismod, lacinia nisi ut, lacinia orci. Donec varius felis vel eleifend sodales. Integer neque arcu, dapibus ut laoreet id, elementum iaculis felis. Proin suscipit varius velit, sit amet tempor mauris auctor sed. Curabitur ultricies consectetur dignissim. Sed interdum felis in magna sagittis, id iaculis nibh accumsan. Aliquam lacus purus, auctor tincidunt felis sit amet, mattis vulputate nunc. Cras

---

dictum, erat sed aliquam molestie, metus magna tempus felis, interdum mollis est turpis commodo tellus. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Quisque dapibus quam nec vulputate malesuada. Fusce lectus dui, ullamcorper sit amet ullamcorper ac, adipiscing in enim. Proin ipsum felis, tristique in mi vel, suscipit ullamcorper justo. Sed lobortis eros vitae tortor luctus commodo.

## 2.3 Sử dụng thông tin không gian ảnh trong truy vấn ảnh

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris sit amet sollicitudin nibh, sodales rutrum metus. Morbi faucibus tincidunt felis, at pretium tellus placerat ut. Phasellus aliquet leo a vestibulum eleifend. Phasellus fermentum eros ut erat fringilla posuere. Suspendisse sodales dictum turpis, et pulvinar magna sodales rutrum. Quisque vel commodo sem. Vivamus arcu risus, commodo eu facilisis sed, posuere vel nisi. Proin risus ipsum, hendrerit vitae venenatis ut, fringilla quis nunc.

Ut eget erat vitae odio gravida adipiscing. Pellentesque rutrum sit amet odio eget ornare. Sed non blandit ligula. Mauris mollis nibh sed eros consectetur, at semper erat dictum. Nam dolor purus, convallis a mauris aliquet, consectetur rhoncus leo. Cras nec erat eleifend, cursus purus mattis, dapibus lacus. Duis tortor nibh, consectetur eget arcu vitae, mollis laoreet magna. Vestibulum tincidunt augue ut condimentum consequat. Vestibulum vel neque mauris. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Nullam risus est, posuere in rhoncus a, varius non elit. Fusce a dictum eros, eget vestibulum tellus. Nunc at aliquet velit. Fusce eget quam mi. Vestibulum tristique, ligula id condimentum dapibus, nunc nisi consequat magna, vel luctus lorem quam eget velit.

Sed egetas eu lorem sollicitudin blandit. Morbi et iaculis nisi, ac consequat sem. Duis elementum leo sit amet dolor eleifend, id gravida dui mattis. Praesent malesuada, eros ac consequat auctor, ante justo lobortis dui, id malesuada lectus dolor at lorem. Phasellus ultricies rhoncus semper. Etiam lacus ligula, vehicula

---

ut metus ac, sagittis varius quam. Nulla ut pretium tortor. Nunc feugiat, arcu et posuere consectetur, nibh diam porta eros, a consectetur leo ante ac ante. Integer malesuada laoreet augue, quis scelerisque tortor varius non. Phasellus a quam ut est tempus pharetra. Duis hendrerit eros ut lacinia tincidunt. Aenean non molestie neque. Mauris dapibus non massa eget ullamcorper. Quisque id urna vestibulum neque feugiat egestas. Praesent at egestas massa.

## 2.4 Kết chương

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum lectus massa, pellentesque ac rutrum sed, venenatis posuere magna. Aenean eget sagittis sem. Fusce a tortor in odio congue vehicula at condimentum urna. Suspendisse nec tortor nec tortor rutrum laoreet vitae nec lacus. Quisque sed purus vitae ipsum porta malesuada. Nullam sed turpis vitae nulla fringilla ullamcorper. Aenean vitae ligula enim. Suspendisse eu molestie nulla. Praesent id lacus tincidunt, lacinia eros sit amet, sagittis urna. Etiam nisl purus, varius non quam vel, pretium tincidunt est. Aliquam erat volutpat. Fusce auctor mattis neque, ut ultrices nisl gravida at. Etiam vel placerat erat. Donec rutrum viverra lacus sit amet gravida. Fusce vel nibh a risus condimentum feugiat eget vitae enim. Curabitur sem sem, convallis vitae consectetur id, condimentum sit amet libero.

## Chương 3

# Các tập dữ liệu và quy trình đánh giá

### 3.1 Các tập dữ liệu

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla suscipit ligula vel magna pulvinar, et volutpat dolor mattis. Vivamus euismod lobortis sagittis. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Praesent hendrerit est vel orci vulputate varius. Nam nunc lorem, imperdiet eget faucibus vitae, mattis et lorem. Suspendisse potenti. In tristique scelerisque consequat. Nam bibendum, arcu non adipiscing hendrerit, dolor mi suscipit neque, blandit euismod lacus tortor sed ligula. Quisque convallis enim sit amet mauris ullamcorper, vitae hendrerit neque sagittis. Nullam pharetra elit sit amet nulla laoreet, eget tincidunt lectus auctor.

#### 3.1.1 Oxford 5k

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec laoreet risus urna, sed sodales lacus semper et. Aliquam quis sem ac metus hendrerit fringilla at vitae ligula. Proin varius dolor non magna varius congue. Donec faucibus semper massa, eu posuere urna tincidunt non. In vitae risus magna. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Pellentesque semper rutrum nibh, nec scelerisque nunc pulvinar eget. Pellentesque vitae porta sem. Sed venenatis, nisi

in imperdiet consequat, nunc lorem volutpat ipsum, iaculis tincidunt odio risus at nunc. Aliquam adipiscing est tellus, a volutpat purus cursus a. Aenean eget urna id odio mollis aliquam quis vitae erat. Morbi convallis ipsum nec nisi ultricies molestie. Nunc arcu enim, pulvinar id imperdiet in, accumsan et erat. In tincidunt laoreet odio, sit amet auctor nisl fermentum sit amet.

Curabitur ut metus a nibh iaculis venenatis eu et sem. Nunc vulputate nisl ut vehicula convallis. Aenean felis tortor, faucibus a congue ut, faucibus eget lorem. Nulla et ullamcorper purus. Pellentesque dignissim nunc ut aliquet tincidunt. Sed in neque eget turpis auctor convallis quis vel erat. Quisque eget turpis et risus dictum faucibus id sit amet dolor. Morbi interdum, leo id dictum rutrum, odio nulla vulputate turpis, non suscipit massa sapien vitae elit. Suspendisse dignissim orci eget tortor tincidunt, vitae pretium leo consequat. Nunc aliquet, quam ut tempus varius, ligula tellus molestie lectus, quis tempus diam metus ac massa. Etiam tempus, nisl ac adipiscing aliquam, arcu ante lacinia ante, non pretium risus lacus sed neque. Nulla facilisi. Cras eu porttitor mi, id lobortis nibh.

#### 3.1.2 Paris 6k

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nam interdum mauris a sollicitudin posuere. Morbi vulputate arcu risus, sit amet feugiat lorem varius sed. Vestibulum vitae aliquet orci. Aliquam neque quam, fringilla eget nunc id, posuere semper eros. Curabitur id lorem tellus. Vivamus a leo purus. Sed porttitor faucibus risus in ullamcorper. Mauris vel adipiscing nisi, eget faucibus nulla. Pellentesque eget feugiat lectus, id hendrerit ligula. Aenean vehicula lorem vel augue interdum, et aliquam dolor fermentum. Maecenas quis risus sit amet odio sagittis vestibulum iaculis et orci. Quisque massa odio, faucibus sit amet pulvinar eu, tincidunt id tortor. Aliquam fermentum, purus ac porttitor gravida, elit elit vulputate mi, vitae facilisis nulla purus vel eros. Maecenas ut consectetur leo. Fusce id ante varius, ultricies purus eu, ullamcorper felis. Integer tempus convallis ipsum sit amet tristique.

#### 3.1.3 Holidays

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed convallis, orci sed volutpat tincidunt, ipsum turpis tincidunt est, ac gravida enim purus id ligula. Vestibulum lobortis orci ut ante tincidunt placerat. Nunc aliquam mi aliquet, luctus mi id, convallis urna. Proin quis pharetra tortor. Mauris cursus sollicitudin aliquam. Nunc convallis ipsum et tincidunt suscipit. Maecenas elit arcu, dictum in massa et, tempor malesuada quam. Proin ornare volutpat sem eu varius. In elementum sit amet enim vel consequat. Nullam quis augue at tellus sollicitudin commodo. Nunc pulvinar ullamcorper ornare. Vestibulum volutpat mi et nisl laoreet, sed convallis leo bibendum. Suspendisse potenti. Vestibulum commodo felis erat, ut placerat felis volutpat nec.

#### 3.2 Quy trình đánh giá

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris sit amet sollicitudin nibh, sodales rutrum metus. Morbi faucibus tincidunt felis, at pretium tellus placerat ut. Phasellus aliquet leo a vestibulum eleifend. Phasellus fermentum eros ut erat fringilla posuere. Suspendisse sodales dictum turpis, et pulvinar magna sodales rutrum. Quisque vel commodo sem. Vivamus arcu risus, commodo eu facilisis sed, posuere vel nisi. Proin risus ipsum, hendrerit vitae venenatis ut, fringilla quis nunc.

Ut eget erat vitae odio gravida adipiscing. Pellentesque rutrum sit amet odio eget ornare. Sed non blandit ligula. Mauris mollis nibh sed eros consectetur, at semper erat dictum. Nam dolor purus, convallis a mauris aliquet, consectetur rhoncus leo. Cras nec erat eleifend, cursus purus mattis, dapibus lacus. Duis tortor nibh, consectetur eget arcu vitae, mollis laoreet magna. Vestibulum tincidunt augue ut condimentum consequat. Vestibulum vel neque mauris. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Nullam risus est, posuere in rhoncus a, varius non elit. Fusce a dictum eros, eget vestibulum tellus. Nunc at aliquet velit. Fusce eget quam mi. Vestibulum tristique, ligula id condimentum dapibus, nunc nisi consequat magna, vel luctus lorem quam eget velit.

Sed egestas eu lorem sollicitudin blandit. Morbi et iaculis nisi, ac consequat



sem. Duis elementum leo sit amet dolor eleifend, id gravida dui mattis. Praesent malesuada, eros ac consequat auctor, ante justo lobortis dui, id malesuada lectus dolor at lorem. Phasellus ultricies rhoncus semper. Etiam lacus ligula, vehicula ut metus ac, sagittis varius quam. Nulla ut pretium tortor. Nunc feugiat, arcu et posuere consectetur, nibh diam porta eros, a consectetur leo ante ac ante. Integer malesuada laoreet augue, quis scelerisque tortor varius non. Phasellus a quam ut est tempus pharetra. Duis hendrerit eros ut lacinia tincidunt. Aenean non molestie neque. Mauris dapibus non massa eget ullamcorper. Quisque id urna vestibulum neque feugiat egestas. Praesent at egestas massa.

## Chương 4

# Tích hợp thông tin không gian ảnh vào inverted index

### 4.1 Ý tưởng phương pháp

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Pellentesque et semper arcu. In augue eros, varius ac aliquam vel, suscipit vitae erat. Curabitur sodales semper lectus, eu imperdiet quam vulputate quis. Sed consectetur scelerisque rhoncus. Cras sed pretium augue. Pellentesque magna eros, mattis sed massa nec, pellentesque gravida eros. Sed nec tellus vel urna pharetra feugiat. Fusce ultricies tincidunt facilisis. Suspendisse sodales est metus, quis tincidunt dolor molestie ut. Etiam vitae dignissim mi. Suspendisse pulvinar tellus ac libero rutrum, quis sagittis ligula rhoncus.

Nam id lectus quis ligula ullamcorper pharetra. In eget commodo sem. Curabitur dictum imperdiet urna, vitae euismod lorem tristique pellentesque. Proin sollicitudin elementum lobortis. Curabitur posuere, arcu suscipit porta consectetur, nisi urna faucibus mauris, in elementum risus dolor at diam. Nunc fermentum lobortis imperdiet. Cras pellentesque elementum rutrum. In hac habitasse platea dictumst. Quisque elementum felis eu risus venenatis congue. Nullam ornare, justo sed pulvinar semper, risus elit ullamcorper libero, viverra euismod metus diam quis urna. Suspendisse neque quam, condimentum sit amet consectetur malesuada, vehicula fringilla augue. Etiam eu mi commodo, egestas tellus et, dapibus

tellus. Cras nec urna justo.

### 4.2 Cài đặt thí nghiệm

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum euismod libero a augue suscipit, a dignissim justo ullamcorper. Nunc in tincidunt dolor, sed feugiat ante. Curabitur ut elit sit amet dui euismod congue porttitor rhoncus enim. Donec in mollis massa, et sagittis est. Duis est dui, suscipit id sollicitudin vel, malesuada non metus. Vivamus tincidunt libero non nunc dignissim, interdum auctor lorem lacinia. Praesent ultrices nec turpis placerat consectetur. Maecenas volutpat lobortis interdum. Fusce ullamcorper nunc at varius bibendum. Praesent at ipsum sagittis, facilisis leo ac, commodo orci.

Proin eu velit semper, molestie ipsum sit amet, consequat quam. Fusce rhoncus est in facilisis mattis. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Vivamus accumsan, erat sed egestas luctus, orci turpis posuere dolor, ut tempor magna enim et mauris. Maecenas in scelerisque quam, id bibendum lacus. Nullam rutrum odio id magna porttitor tincidunt. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam feugiat elit sapien, eget consectetur sapien tempor et. Aenean tempus eleifend laoreet. Vivamus nec mollis orci. Maecenas sit amet quam nibh. Phasellus blandit fringilla massa faucibus porta. Fusce mattis pellentesque leo, sed auctor mi lobortis viverra. Donec sed arcu non orci gravida accumsan nec in diam. Proin malesuada enim sed est sagittis, tincidunt sollicitudin metus suscipit. Vivamus dapibus suscipit diam, fringilla fermentum arcu dignissim eu.

Aliquam eget velit vitae ligula pharetra malesuada. Maecenas ut facilisis lorem, in dapibus dolor. Curabitur pulvinar dolor a adipiscing dignissim. Maecenas sed porttitor ligula. Morbi vitae lacus laoreet, posuere odio eget, vehicula dui. Pellentesque lectus metus, rutrum vulputate nisl et, consequat rutrum augue. Fusce mollis dolor vitae lectus commodo ornare. Sed volutpat in magna ut mollis. Maecenas sodales tincidunt iaculis. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Proin ut aliquam lorem. Suspendisse adipiscing lacinia dictum. Morbi at augue id mauris imperdiet tincidunt eu sit amet elit.

### 4.3 Kết quả thí nghiệm và đánh giá kết quả

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean tincidunt risus eros, ac molestie quam lobortis at. Proin ante dolor, lacinia vel risus cursus, commodo rutrum lacus. Donec dapibus euismod sollicitudin. Sed viverra sapien tempor velit pulvinar, a condimentum quam aliquam. Vivamus purus purus, sagittis eu bibendum in, vulputate nec magna. Aliquam erat volutpat. Nulla facilisi.

Sed porta elit in vehicula pellentesque. Morbi faucibus mollis libero, ac volutpat lectus sagittis ut. Vestibulum eget fermentum eros. Suspendisse potenti. Nunc ac luctus nunc, id dapibus dolor. Curabitur lorem ante, pretium et nunc nec, iaculis laoreet metus. Pellentesque vitae nisi id magna pulvinar pulvinar. Quisque venenatis dolor sit amet velit elementum tincidunt. Sed purus dui, varius in dui eget, mollis venenatis lacus. Fusce vestibulum metus eget mauris accumsan varius. Donec dapibus iaculis cursus. Duis ut congue diam. Quisque convallis mi sodales, condimentum nisi nec, consequat lectus. Integer posuere venenatis hendrerit.

## Chương 5

# Kết luận và hướng phát triển

### 5.1 Kết luận

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vivamus id quam at nisi imperdiet ultrices. Suspendisse porttitor velit non neque suscipit, eget aliquet ante pharetra. Pellentesque in ornare orci, vitae adipiscing eros. Proin eu purus sollicitudin, imperdiet augue vel, elementum arcu. Cras condimentum, sapien et vestibulum cursus, turpis risus sollicitudin mauris, quis ultricies nibh nibh sed lorem. Nulla ante dolor, sodales in libero et, cursus auctor nisi. Mauris felis tortor, bibendum sed hendrerit eget, rhoncus vitae magna. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse fringilla viverra nibh, ut viverra odio venenatis vel. Fusce ante mauris, laoreet non elementum ac, gravida a neque. In at mauris urna. Quisque vitae consectetur est. Mauris neque est, varius id interdum quis, lobortis imperdiet tortor. Quisque sapien massa, facilisis nec sapien quis, suscipit ultrices mi. Vestibulum ut felis ac sapien scelerisque tristique.

In ullamcorper magna massa, ac mollis ligula viverra quis. Mauris velit dui, luctus in massa sit amet, tincidunt faucibus felis. Duis cursus fermentum tortor, in facilisis velit tincidunt a. Nullam felis orci, faucibus vel ultrices at, vestibulum non tellus. Donec eu adipiscing mi. Mauris semper turpis diam, vel consectetur metus tincidunt a. Donec euismod elementum enim. Nulla quam mi, lacinia quis gravida eget, imperdiet et libero.

---

## 5.2 Hướng phát triển

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nullam lacus nisl, ullamcorper a condimentum quis, eleifend in tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Ut nec congue felis. Cras convallis nulla a dui aliquet mollis. Sed eget convallis enim. Morbi sed aliquet ante. Integer ut nisi a ipsum sodales condimentum et et dolor. Aliquam et commodo massa. Praesent lobortis, nunc non fermentum iaculis, mauris elit cursus velit, non fringilla purus magna nec nunc. Praesent tincidunt venenatis nibh nec tempus. Mauris mattis tortor nunc, quis fermentum velit mollis in. Curabitur eu nibh enim. Nam sodales vulputate quam eget lacinia. Duis ultrices erat eu molestie auctor. Aliquam erat volutpat.

# Phụ lục A

Đây là phụ lục A

# Phụ lục B

Đây là phụ lục B



# References

- AHAMED, S.I., HAQUE, M.M., HOQUE, M.E., RAHMAN, F. & TALUKDER, N. (2010). Design, analysis, and deployment of omnipresent formal trust model (ftm) with trust bootstrapping for pervasive environments. *Journal of Systems and Software*, **83**, 253 – 270.
- ANDRESS, M. (2002). Wireless lan security. *Information Systems Security*, **11**, 29–33.
- BARBEAU, M. (2012). Point-to-point voice over ad hoc networks: A survey. *Pervasive and Mobile Computing*, **8**, 376 – 387.
- BENNETT, D. (2012). The challenges facing computer forensics investigators in obtaining information from mobile devices for use in criminal investigations. *Information Security Journal: A Global Perspective*, **21**, 159–168.
- BERTINO, E. & KIRKPATRICK, M. (2009). Location-aware authentication and access control concepts and issues. In *Advanced Information Networking and Applications, 2009. AINA '09. International Conference on*, 10 –15.
- BREU, R., BURGER, K., HAFNER, M. & POPP, G. (2004). Towards a systematic development of secure systems. *Information Systems Security*, **13**, 5–13.
- BUNTING, S. (2012). *EnCase Computer Forensics – The Official EnCE: EnCase Certified Examiner Study Guide*. John Wiley & Sons.