

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**



**BÁO CÁO ĐỒ ÁN**

**Môn học** : Truy vấn thông tin thị giác

**Giảng viên** : Võ Hoài Việt

Phạm Minh Hoàng

**Mã lớp** : 22TGMT

**Sinh viên** : Nguyễn Minh Bảo Huy – 22127155

**Tên đồ án** : Truy vấn ảnh dựa vào nội dung thị giác

---

---

## PHẦN 1. LỜI CẢM ƠN

---

---

- Thay cho lời mở đầu, chúng em xin chân thành cảm ơn thầy Võ Hoài Việt và thầy Phạm Minh Hoàng đã dành thời gian đọc và xem xét những nỗ lực cũng như tâm huyết của chúng em được thể hiện qua bài báo cáo trên. Xin cảm ơn quý nhà trường đã tạo những điều kiện tốt nhất để những sinh viên ngành Công nghệ thông tin như chúng em được tiếp cận gần hơn với ngành học của mình một cách hiệu quả và đầy sáng tạo. Cùng với đó, cảm ơn các bạn đồng trang lứa đã cùng nhau học tập và làm việc chăm chỉ, năng suất để có được những sản phẩm báo cáo thật hoàn thiện và toàn diện.
- Chúng em xin kính chúc quý nhà trường và quý thầy cô thật nhiều sức khỏe, luôn gặt hái được nhiều thành công và luôn gặp nhiều điều may mắn trong cuộc sống. Một lần nữa, chúng em xin chân thành cảm ơn!

## PHẦN 2. MỤC LỤC


<b>Phần 1. Lời cảm ơn.....</b>	<b>2</b>
<b>Phần 2. Mục lục.....</b>	<b>3</b>
<b>Phần 3. Hướng dẫn .....</b>	<b>4</b>
I. Hệ thống sử dụng: .....	4
II. Các bước thực hiện chi tiết:.....	4
<b>Phần 4. Thông tin cá nhân .....</b>	<b>9</b>
<b>Phần 5. Bảng yêu cầu.....</b>	<b>10</b>
<b>Phần 6. Minh họa kết quả thực nghiệm.....</b>	<b>11</b>
III. Yêu cầu 1: .....	11
1. Color Histogram .....	11
2. Color Correlogram.....	12
3. SIFT .....	14
4. ORB.....	16
IV. Yêu cầu 2: .....	17
1. Color Histogram + Edge Canny .....	17
2. Color Histogram + SIFT:.....	18
3. Color Histogram + Edge Canny .....	19
4. SIFT + Edge Canny .....	20

## PHẦN 3. HƯỚNG DẪN

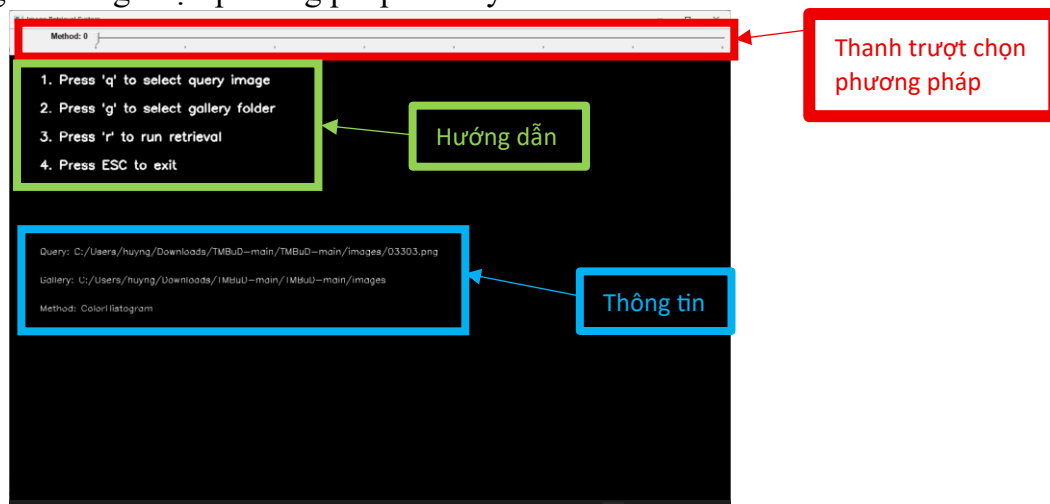
### I. Hệ thống sử dụng:

- Windows 10/11
- Visual Studio (hoặc VS Code) đã cài đặt CMake và trình biên dịch C++
- Python (nếu có sử dụng script hỗ trợ)
- OpenCV 4.x (bản C++)

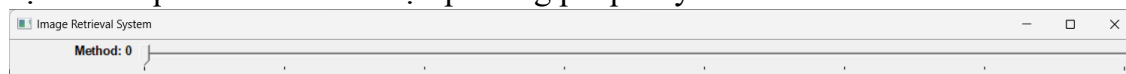
### II. Các bước thực hiện chi tiết:

- **Bước 1: Cài đặt OpenCV**
  - Tải OpenCV tại: <https://opencv.org/releases/>
  - Giải nén thư mục.
  - Thêm biến môi trường:
    - Thêm đường dẫn tới thư mục bin vào PATH.
- **Bước 2: Build chương trình**
  - Mở Project bằng Visual Studio hoặc VS Code.
  - Cách 1: Nếu dùng Visual Studio:
    - Chọn  Build .
  - Cách 2: Nếu dùng CMake
    - Chạy lệnh  
mkdir build  
cd build  
cmake ..  
cmake --build .
- **Bước 3: Chạy chương trình**
  - Chuẩn bị dữ liệu ảnh (dataset) theo hướng dẫn trong báo cáo.
    - <https://github.com/CipiOrhei/TMBuD>  
<https://drive.google.com/drive/folders/1EjOew0oXgnz5aeqPpNbIB8IrpUTnPdT1>
  - Thực thi chương trình.
    - Cách 1 : Nếu dùng VS Code:
      - Nhấn tổ hợp phím “Ctrl + Shift + `” để mở terminal.

- Chạy lệnh  
`.\build\Debug\Demo1.exe`
- Cách 2: Nếu dùng Command Prompt:
  - Chạy lệnh  
`cd <đường dẫn đến thư mục chứa source code>`  
`.\build\Debug\Demo1.exe`
- **Bước 4: Chọn phương pháp truy vấn, nhập đường dẫn đến ảnh truy vấn và đường dẫn đến bộ dữ liệu**
  - Giao diện hiển thị: Cửa sổ “Image Retrieval System”.
    - Cho phép người dùng nhập đường dẫn đến ảnh truy vấn, dataset, và cho phép người dùng chọn phương pháp để truy vấn.



- **Bước 4.1: Chọn phương pháp để truy vấn.**
  - Trượt thanh qua các mức để chọn phương pháp truy vấn



- Method 0: Color Histogram
- Method 1: Color Correlogram
- Method 2: SIFT
- Method 3: ORB
- Method 4: Color Histogram + Texture
- Method 5: Color Histogram + ORB
- Method 6: Color Histogram + Edge
- Method 7: Color Histogram + Edge + ORB

- Tên phương pháp sẽ hiện ở phần “Thông tin”

- **Method: ColorCorrelogram**

- **Bước 4.2: Chọn đường dẫn đến ảnh truy vấn**

- Nhấn “q” để bắt đầu nhập ảnh truy vấn.
- Sau khi nhập “q”, quan sát phần Terminal của VS Code hoặc Command Prompt sẽ thấy hiện ra dòng chữ “Enter path to query image”.

- `Enter path to query image:`

- Tiến hành nhập đường dẫn đến ảnh truy vấn. Đảm bảo rằng đường dẫn tồn tại.

- **Bước 4.3: Chọn đường dẫn đến dữ liệu ảnh**

- Nhấn “g” để bắt đầu nhập đường dẫn đến dữ liệu ảnh.
- Sau khi nhập “g”, quan sát phần Terminal của VS Code hoặc Command Prompt sẽ thấy hiện ra dòng chữ “Enter path to gallery image”.

- `Enter path to gallery image:`

- Tiến hành nhập đường dẫn đến dữ liệu ảnh. Đảm bảo rằng đường dẫn tồn tại.

- **Bước 4.4: Thực hiện truy vấn ảnh**

- Nhấn “r” để bắt đầu truy vấn ảnh.

- Giai đoạn 1: Xây dựng cơ sở dữ liệu

- Nếu cơ sở dữ liệu của dữ liệu ảnh chưa tồn tại, hệ thống sẽ tiến hành tạo cơ sở dữ liệu theo phương pháp truy vấn mà đã được chọn.

- Ví dụ: Chọn “Color Histogram + ORB” để truy vấn.

- Trường hợp 1: Cơ sở dữ liệu chưa tồn tại

- Terminal hoặc Command Prompt sẽ in ra “Creating new database for method: Combined\_ColorHist+ORB” để thông báo cho người dùng.

- `Creating new database for method: Combined_ColorHist+ORB`

- Hệ thống sẽ thông báo đường dẫn đến file .csv chứa cơ sở dữ liệu sau khi xây dựng thành công cơ sở dữ liệu.

- `Saving database to build/database/Combined_ColorHist+ORB_2113947213872421108_features.csv`  
`Database created successfully with 1363 entries.`

- Trường hợp 2: Cơ sở dữ liệu đã tồn tại

- Hệ thống tải cơ sở dữ liệu.

- `Loading existing database for method: Combined_ColorHist+ORB`

- Hệ thống sẽ thông báo sau khi tải cơ sở dữ liệu thành công.

- `Database loaded successfully with 1363 entries.`

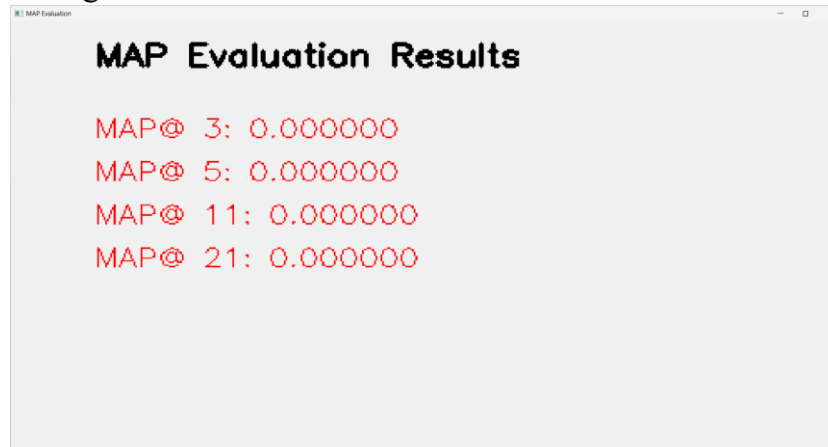
- Giai đoạn 2: Truy vấn ảnh

- Giai đoạn 2.1: Hiển thị độ đo MAP

- Sau đó hệ thống sẽ tiến hành truy vấn và tính độ đo MAP lần lượt theo số lượng kết quả trả về là 3, 5, 11 và 21.

- Querying with MAP for image

- Hệ thống sẽ tạo một cửa sổ mới “MAP Evaluation”.



- Người dùng có thể thấy được độ đo MAP theo số lượt kết quả trả về là 3, 5, 11, và 21.
- Có thể đóng cửa sổ bằng cách bấm ký hiệu “X” hoặc nhấn “ESC”.

- Giai đoạn 2.2: Hiển thị các ảnh ứng viên.

- Sau khi đóng cửa sổ “MAP Evaluation”. Hệ thống tiến hành truy vấn và hiển thị các ảnh ứng viên.

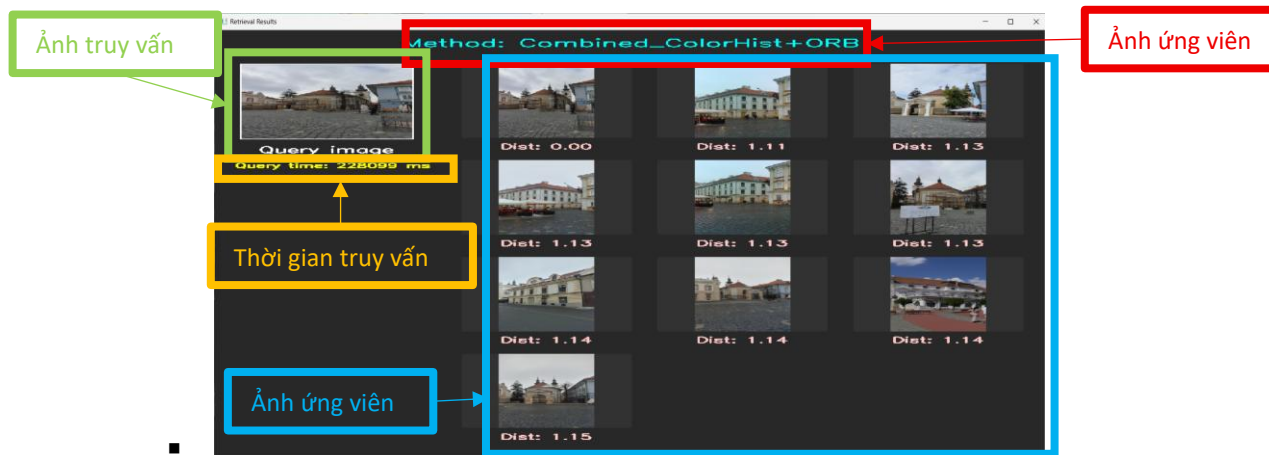
Getting top results...

- Querying database for image

- Khi Terminal hoặc Command Prompt thông báo “Displaying results...”.

- Displaying results...

- Hiển thị cửa sổ mới “Retrieval Results”.



- Trong phần ảnh ứng viên, dưới mỗi ảnh sẽ hiển thị distance.
  - Có thể đóng cửa sổ bằng cách bấm ký hiệu “X” hoặc nhấn “ESC”.
  - Sau khi đóng cửa sổ “Retrieval Results”. Có thể bắt đầu truy vấn lại ở Bước 4.



---

---

**PHẦN 4. THÔNG TIN CÁ NHÂN**

---

---

<b>Họ và tên</b>	<b>MSSV</b>	<b>SĐT</b>
Nguyễn Minh Bảo Huy	22127155	0907783462

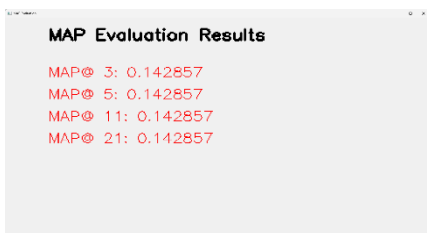
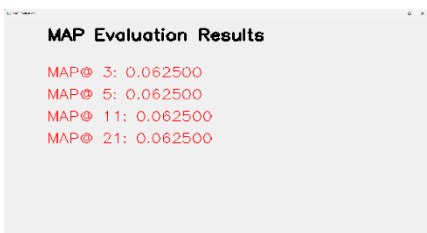
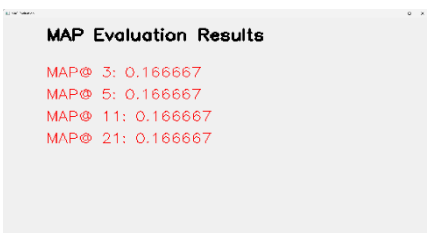
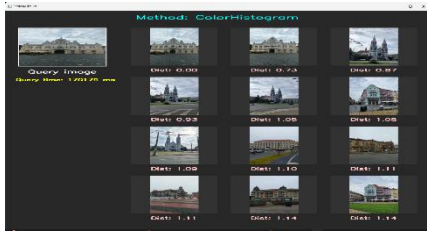
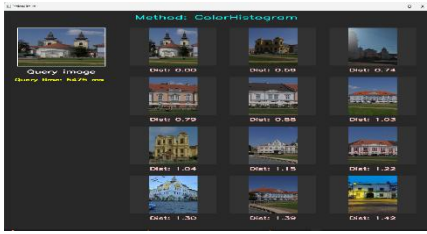
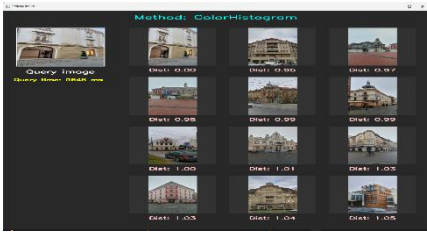
## PHẦN 5. BẢNG YÊU CẦU

STT	Yêu cầu	Ghi chú	Mức độ hoàn thành
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cho phép người dùng truy vấn ảnh sử dụng Color histogram, Color correlogram và đặc trưng cục bộ SIFT, ORB.</li> <li>- Đánh giá kết quả thực hiện của hệ thống truy vấn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Các tấm ảnh được hiển thị trên màn hình giảm dần theo mức độ giống và giá trị so khớp tương ứng. Độ do sinh viên tự chọn và giải thích.</li> <li>- So sánh kết quả sử dụng các đặc trưng khác nhau.</li> <li>- Sinh viên nghiên cứu độ đo MAP (tài liệu tham khảo [1]). Sử dụng độ đo MAP để đánh giá độ chính xác kết quả truy vấn lần lượt theo số lượng kết quả trả về là 3, 5, 11 và 21.</li> </ul>	100%
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tìm hiểu các đặc trưng để tăng hiệu quả để nâng cao độ chính xác của hệ thống.</li> <li>- So sánh kết quả truy vấn của các phương pháp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinh viên có thể sử dụng các đặc trưng liên quan đến hình dáng, biên cạnh, vân (texture). Sinh viên có thể kết hợp các đặc trưng để tăng độ chính xác của hệ thống. Hoặc sử dụng các phương pháp để nâng cao chất lượng ảnh trước khi rút trích đặc trưng.</li> <li>- Sử dụng độ đo MAP để đánh giá độ chính xác kết quả truy vấn lần lượt theo số lượng kết quả trả về là 3, 5, 11 và 21.</li> </ul>	100%
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tìm hiểu và cài đặt cải tiến tốc độ tìm kiếm ảnh trong CSDL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinh viên cần ghi rõ thời gian truy vấn trên giao diện của chương trình</li> </ul>	

## PHẦN 6. MINH HỌA KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

### III. Yêu cầu 1:

#### 1. Color Histogram

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng Color Histogram không quá hiệu quả trong việc truy vấn ảnh có cùng đối tượng, độ đo MAP không cải thiện mặc dù đã tăng số lượng ảnh để tính.
  - Ảnh ứng viên:
    - Kết quả của ảnh ứng viên cho thấy rằng Color Histogram hiệu quả trong việc truy vấn ảnh có cùng tinh thần về màu sắc hoặc phân bố màu sắc, nhưng lại không quá ấn tượng trong việc truy vấn ảnh có cùng đối tượng. Thấy được rằng ảnh ứng viên hầu như không có ảnh nào cùng đối tượng mặc dù thời gian truy vấn rất tốt (mất khoảng 3 phút để xây dựng cơ sở dữ liệu và truy vấn, mất vài giây chỉ để thực hiện riêng truy vấn).
- Kết luận:
  - Color Histogram là một phương pháp tiết kiệm thời gian và phù hợp với việc truy vấn ảnh mang tinh thần màu sắc giống với ảnh truy vấn, tuy nhiên không hiệu quả trong việc truy vấn đối tượng.
- Cấu trúc dữ liệu

- Color Histogram đếm số lượng pixel thuộc về mỗi mức màu (bin màu) trong ảnh. Kết quả là một vector đặc trưng biểu diễn phân bố màu sắc.

```
TextureFeature.cpp C CombinedFeature.h C CombinedFeature.cpp C main.cpp ColorHistogram_2113947213872421108_features.csv x
```

```
build > database > ColorHistogram_2113947213872421108_features.csv > data
```

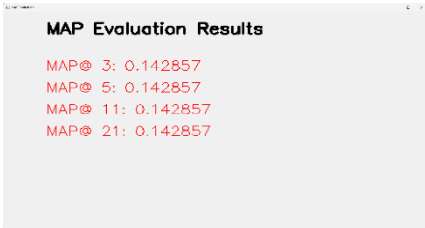
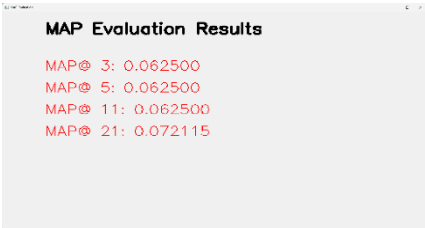
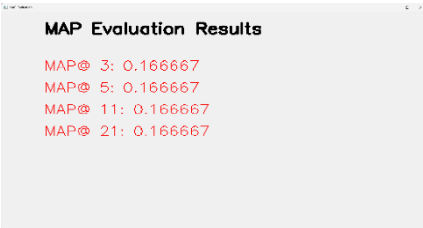
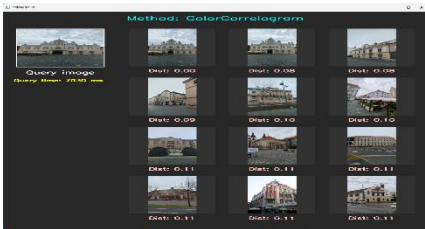
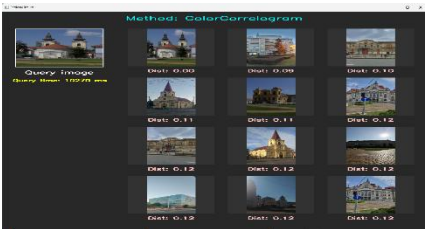
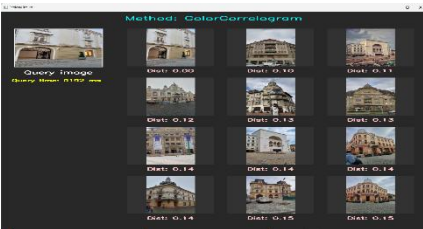
```
1 image_path,feature_method,features
2 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00001.png,ColorHistogram,0.00371794,0.000300642,0.000746594,
3 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00002.png,ColorHistogram,0.0335678,0.0464597,0.00195986,0.00
4 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00003.png,ColorHistogram,0.0565212,0.0576075,0.0296984,0.014
5 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00004.png,ColorHistogram,0.0053243,0.168926,0.484764,0.1423
6 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00005.png,ColorHistogram,0.165161,0.0124671,0.00499296,0.012
7 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00006.png,ColorHistogram,0.000505299,0.00820446,0.00918846,0.
8 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00007.png,ColorHistogram,0.0232383,0.00754445,0.0392423,0.07
9 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00008.png,ColorHistogram,0.096181,0.0201049,0.00578778,0.002
10 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00009.png,ColorHistogram,0.00992303,0.00467891,0.00498855,0.
11 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/ Col 1: image_path \00010.png,ColorHistogram,0.0912422,0.017624,0.0125832,0.0240
12 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\00011.png,ColorHistogram,0.0345709,0.00526885,0.0054589,0.0
13 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000101.png,ColorHistogram,0.00215573,0.00391286,0.00570253,0.
14 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000102.png,ColorHistogram,0.170963,0.00608734,0.00085915,0.0
15 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000103.png,ColorHistogram,0.00152362,0.00132086,0.00202763,0.
16 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000104.png,ColorHistogram,0.0663987,0.0944729,0.323077,0.5619
17 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000105.png,ColorHistogram,0.0424162,0.0199153,0.0767742,0.049
18 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000106.png,ColorHistogram,0.0450626,0.0200944,0.0503086,0.210
19 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000107.png,ColorHistogram,0.0227079,0.00940383,0.00935293,0.0
20 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000109.png,ColorHistogram,0.0128546,0.020924,0.085975,0.2300
21 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000110.png,ColorHistogram,0.0322691,0.0287701,0.0128944,0.004
22 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000111.png,ColorHistogram,0.013482,0.00574644,0.085996,0.05
23 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000112.png,ColorHistogram,0.0092302,0.00880326,0.140341,0.314
24 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000201.png,ColorHistogram,0.00558574,0.0288401,0.0491888,0.06
25 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000202.png,ColorHistogram,0.160565,0.080641,0.015378,0.00175
26 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000203.png,ColorHistogram,0.0466556,0.0160022,0.0146258,0.006
27 C:/Users/huynh/downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images\000204.png,ColorHistogram,0.245616,0.10078,0.103764,0.1088
```

- File cấu trúc dữ liệu của đặc trưng Color Histogram sẽ có cấu trúc là:

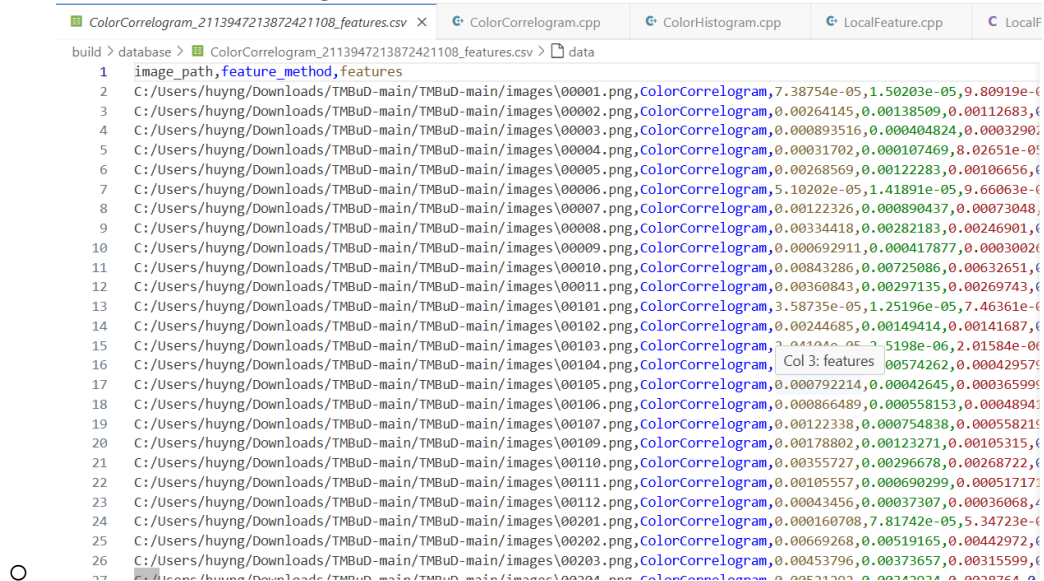
<đường dẫn đến ảnh>	<tên đặc trưng sử dụng>	bin_1	bin_2	...	bin_N
---------------------	-------------------------	-------	-------	-----	-------

- bin\_1, bin\_2, ..., bin\_N: Giá trị histogram ở từng bin màu (tỷ lệ pixel thuộc bin đó). Số lượng bin (N) phụ thuộc vào cách chia nhỏ

## 2. Color Correlogram

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

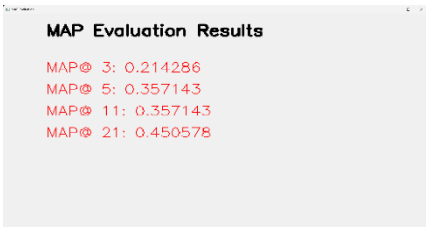
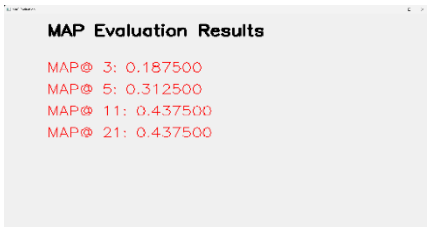
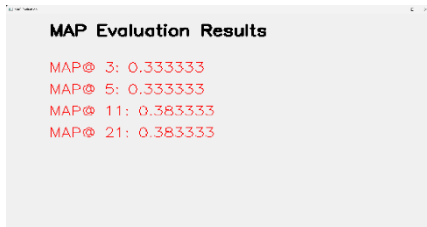
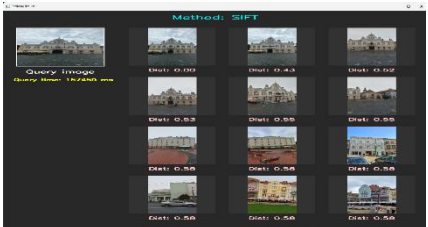
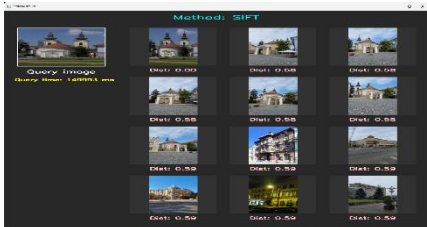
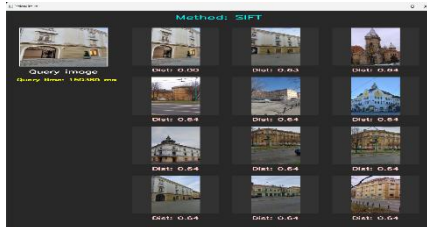
- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng Color Correlogram không quá hiệu quả trong việc truy vấn ảnh có cùng đối tượng, độ đo MAP gần như không cải thiện mặc dù đã tăng số lượng ảnh để tính.
  - Ảnh ứng viên:
    - Kết quả của ảnh ứng viên cho thấy rằng Color Correlogram giống với Color Histogram, hiệu quả trong việc truy vấn ảnh có cùng tinh thần về màu sắc hoặc phân bố màu sắc, nhưng lại không quá ấn tượng trong việc truy vấn ảnh có cùng đối tượng. Thấy được rằng ảnh ứng viên hầu như không có ảnh nào cùng đối tượng mặc dù thời gian truy vấn rất tốt, (mất khoảng 3 phút để xây dựng cơ sở dữ liệu và truy vấn, mất vài giây chỉ để thực hiện riêng truy vấn).
- Kết luận:
  - Color Correlogram là một phương pháp tiết kiệm thời gian và phù hợp với việc truy vấn ảnh mang tinh thần màu sắc giống với ảnh truy vấn, tuy nhiên không hiệu quả trong việc truy vấn đối tượng.
- Cấu trúc dữ liệu:
  - Color Correlogram mô tả mối quan hệ không gian giữa các màu sắc trong ảnh. Cụ thể nó đo xác suất xuất hiện của một màu tại một khoảng cách nhất định từ một màu khác trong ảnh.



<đường dẫn đến ảnh 1>	<tên đặc trưng sử dụng>	corr_0_0	corr_0_0	...	corr_n_m
--------------------------	----------------------------	----------	----------	-----	----------

- corr\_i\_j: Giá trị correlogram cho cặp màu i, j ở một khoảng cách xác định (thường là các khoảng cách cố định như 1, 3, 5 pixel...).

### 3. SIFT

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng SIFT hiệu quả đáng kể trong việc truy vấn hình ảnh có cùng đối tượng khi mà độ đo MAP tăng khi k tăng. Vượt trội hơn rất nhiều Color Histogram và Color Correlogram. Khả năng truy vấn của SIFT sẽ đi vào trọng tâm hơn khi mà bây giờ sử dụng các đặc trưng cục bộ.
  - Ảnh ứng viên:
    - Từ độ đo MAP ấn tượng của SIFT đã cho biết trước được các ảnh ứng viên sẽ cùng lớp với ảnh truy vấn. Ta có thể thấy được điều này thông qua kết quả truy vấn của Ảnh 1, 5 ứng viên đầu tiên cùng đối tượng với ảnh truy vấn. Tuy nhiên vấn đề lớn nhất của SIFT chính là thời gian truy vấn. Thời gian truy vấn dài hơn rất nhiều so với Color Histogram và Color Correlogram ( khoảng 2 phút 30 giây chỉ riêng cho việc truy vấn).
- Kết luận:
  - SIFT là một kỹ thuật hiệu quả để áp dụng trong truy vấn ảnh cùng đối tượng, tuy nhiên đổi lại thời gian truy vấn dài mặc dù đây chỉ là bộ dữ liệu nhỏ. Nếu lựa chọn việc truy vấn ảnh cùng tính toán màu sắc, thì SIFT có lẽ nên được loại bỏ.
- Cơ sở dữ liệu:

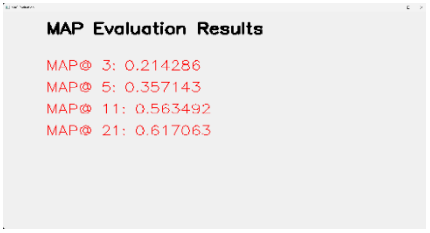
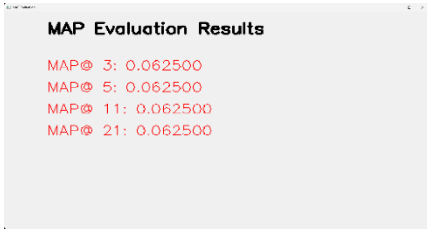
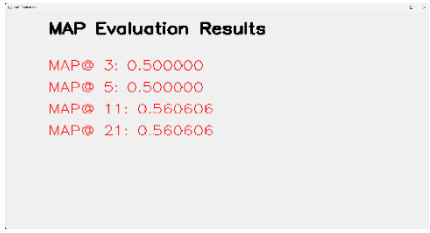
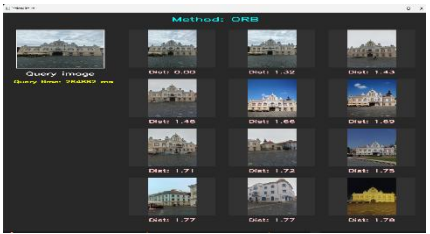
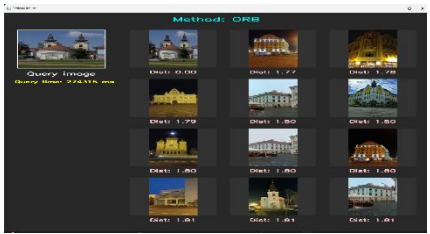
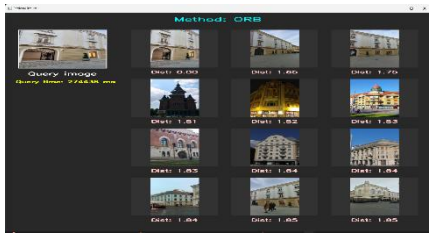


```
image_path,feature_method,features
C:/Users/huynh/Downloads/TMBuD-main/TMBuD-main/images/00001.png,SIFT,23,14,5,5,1,15,33,4,1,4,30,21,3,91,70,0,1,15,
20,4,1,117,117,1,3,6,3,1,1,73,117,4,31,54,17,37,18,1,1,1,9,38,117,117,83,27,7,5,104,117,99,21,4,18,21,21,17,20,6,
12,7,37,42,2,2,36,38,29,16,6,1,0,12,43,22,38,76,117,101,28,117,44,13,5,4,21,83,117,25,9,14,81,66,12,0,10,13,16,18,
10,8,17,16,14,2,73,51,4,17,17,15,2,4,80,75,1,1,1,12,14,2,44,18,9,42,45,7,1,39,3,9,5,16,30,11,27,10,0,4,15,65,80,
13,31,21,0,5,5,1,3,122,122,1,1,1,0,0,9,122,53,81,1,0,0,13,25,16,55,66,1,0,0,92,122,17,42,122,39,7,0,3,11,42,122,
16,31,15,0,0,16,95,27,23,0,0,0,2,10,30,122,18,1,1,0,22,122,107,49,69,35,17,5,13,45,92,48,48,89,30,2,7,9,1,1,11,4,
30,8,0,0,9,55,3,7,60,23,2,9,23,9,0,2,57,104,26,20,19,1,22,48,96,22,8,6,0,1,114,42,5,1,0,0,0,0,68,114,47,1,0,0,0,0,
1,105,79,0,0,0,0,0,0,22,72,9,0,0,0,0,104,69,12,5,0,0,0,0,33,81,114,56,7,0,0,2,114,114,64,5,3,2,2,13,12,13,61,51,
26,5,2,5,28,110,35,5,1,0,0,0,45,61,54,30,14,2,2,13,114,101,53,20,4,2,1,23,11,12,45,114,38,3,1,3,0,39,28,0,0,4,5,0,
4,85,66,0,0,1,1,0,10,114,114,7,0,0,0,0,0,10,114,72,0,0,0,0,1,16,121,70,6,18,9,0,6,23,90,34,81,66,8,3,32,2,4,9,24,
35,16,30,93,12,0,0,0,1,45,19,28,121,103,8,1,4,5,121,79,63,8,6,21,24,53,63,14,2,2,53,121,39,27,110,28,2,0,7,13,0,
12,21,3,4,11,8,6,36,44,121,121,38,5,2,3,7,43,30,121,61,21,92,52,3,4,30,47,48,9,42,24,0,2,15,3,4,2,3,65,52,31,9,49,
37,11,3,53,15,12,34,121,33,4,7,3,4,16,3,27,30,13,54,21,0,0,19,3,0,20,63,17,0,5,32,8,4,23,57,44,26,16,18,22,5,0,0,
31,125,39,1,1,0,2,16,71,46,14,9,66,36,16,36,33,0,0,18,33,48,120,104,50,3,3,76,125,62,25,4,5,5,4,8,21,51,23,2,22,
17,0,0,125,125,40,6,0,0,0,61,19,117,125,52,0,0,11,125,48,39,60,5,0,0,26,9,19,125,66,1,0,0,0,1,24,55,3,0,20,44,2,
104,14,44,14,0,2,16,36,93,13,21,80,11,0,0,17,1,24,32,37,4,0,0,0,9,18,7,1,0,1,1,2,4,21,42,37,3,3,34,23,8,0,3,19,9,
26,32,9,29,6,3,7,3,2,2,8,34,1,3,1,9,8,2,30,142,10,3,5,15,42,137,142,15,3,1,10,142,142,118,39,11,5,10,13,30,18,1,1,
63,13,0,0,12,10,2,18,142,142,72,47,25,9,9,48,18,37,67,142,142,40,8,8,1,3,3,13,50,15,1,0,12,11,3,4,13,6,0,1,14,60,
74,33,1,0,0,0,8,64,94,13,2,0,0,0,8,12,7,5,3,3,1,5,3,3,1,0,8,11,7,13,2,0,0,0,8,64,94,1,0,0,0,13,60,75,34,13,5,0,
1,12,11,4,4,50,15,1,0,1,3,3,13,142,39,8,8,18,36,67,142,25,9,9,49,142,142,72,48,12,10,2,18,64,14,0,0,30,18,1,2,11,
5,10,12,142,142,118,39,14,3,1,10,15,42,137,142,142,10,3,5,10,8,2,30,34,1,3,1,3,2,2,9,29,6,3,6,9,26,33,9,7,0,4,20,
3,3,35,23,4,21,42,36,0,1,1,2,9,17,6,1,0,0,5,2,0,4,61,0,1,0,23,10,1,6,76,2,11,4,22,25,19,46,42,12,43,5,1,2,2,4,13,
44,0,0,33,39,19,1,0,0,8,13,137,156,64,0,0,0,137,62,128,55,10,0,0,33,71,4,1,2,0,0,0,51,0,0,3,42,75,1,0,0,50,5,10,
85,156,0,0,3,156,18,9,10,29,0,0,27,84,1,0,0,0,0,0,15,0,0,0,19,91,0,0,0,53,0,0,20,156,1,0,2,156,3,0,1,22,0,0,11,66,
8,0,0,0,0,1,110,0,0,0,101,30,13,29,125,17,9,0,0,0,15,47,8,11,12,0,1,25,39,4,0,1,0,0,9,58,31,0,30,1,0,0,34,88,
125,47,0,1,50,0,5,13,33,41,30,37,0,0,115,71,3,4,5,0,3,46,0,0,0,0,31,4,1,1,40,33,0,0,15,34,33,1,10,0,37,17,0,0,0,0
```

<đường dẫn đến ảnh I>	<tên đặc trưng sử dụng>	<feature>
-----------------------	-------------------------	-----------

- feature: Dữ liệu đặc trưng SIFT chứa danh sách các vector đặc trưng (descriptor) của các keypoint trong ảnh. Mỗi vector thường có 128 giá trị số thực (float), biểu diễn đặc trưng cục bộ xung quanh một điểm nổi bật

#### 4. ORB

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng ORB hiệu quả đáng kể trong việc truy vấn hình ảnh có cùng đối tượng khi mà độ đo MAP tăng khi k tăng. Vượt trội hơn rất nhiều Color Histogram và Color Correlogram, và nhỉnh hơn SIFT (ảnh 1 và ảnh 3). Khả năng truy vấn của ORB sẽ đi vào trọng tâm hơn khi mà bây giờ sử dụng các đặc trưng cục bộ.
  - Ảnh ứng viên:
    - Từ độ đo MAP ấn tượng của ORB đã cho biết trước được các ảnh ứng viên sẽ cùng lớp với ảnh truy vấn. Ta có thể thấy được điều này thông qua kết quả truy vấn của Ảnh 1, 8 trên 9 ứng viên đầu tiên cùng đối tượng với ảnh truy vấn. Tuy nhiên vấn đề lớn nhất của ORB chính là thời gian truy vấn. Thời gian truy vấn dài hơn rất nhiều so với Color Histogram và Color Correlogram, thậm chí là SIFT, nguyên nhân có lẽ đến từ việc so khớp tất cả descriptor giữa các ảnh, bên cạnh đó cũng là việc chuyển đổi kiểu dữ liệu float sang uchar.(khoảng 4 phút giây chỉ riêng cho việc truy vấn).
- Kết luận:
  - ORB là một kỹ thuật hiệu quả để áp dụng trong truy vấn ảnh cùng đối tượng, tuy nhiên đổi lại thời gian truy vấn dài mặc dù đây chỉ là bộ dữ liệu nhỏ. Nếu lựa chọn việc truy vấn ảnh cùng tinh thần màu sắc, thì ORB có lẽ nên được loại bỏ.
- Cơ sở dữ liệu:

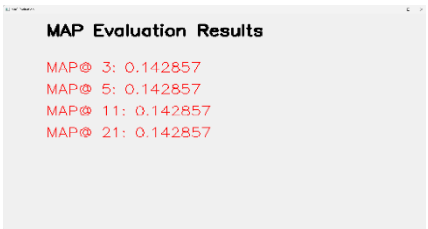
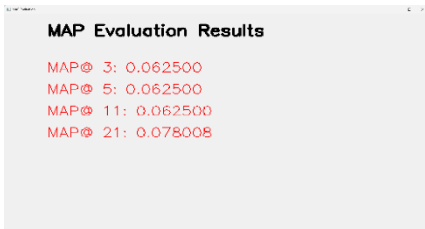
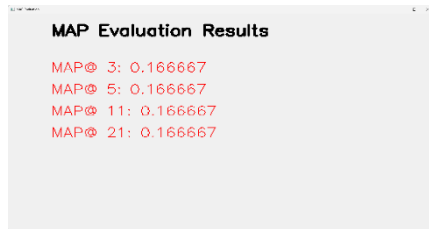
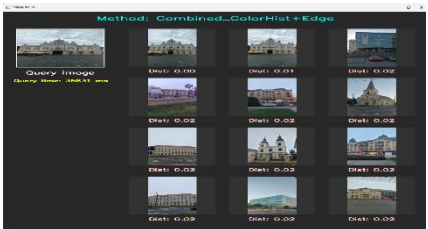
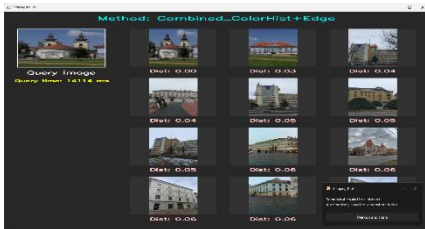
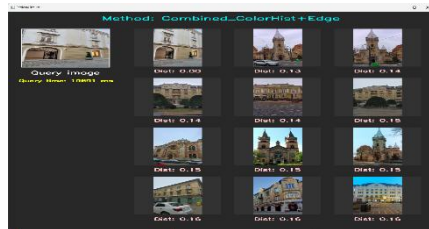


<đường dẫn đến ảnh 1>	<tên đặc trưng sử dụng>	<feature>
-----------------------	-------------------------	-----------

- Features: được lưu dưới dạng float, mặc dù nên là chuỗi 8 bit nhị phân. Việc lưu như vậy là để đồng bộ với lớp đặc trưng khác, vì cũng được lưu dưới dạng float và lập trình hướng đối tượng.

#### IV. Yêu cầu 2:

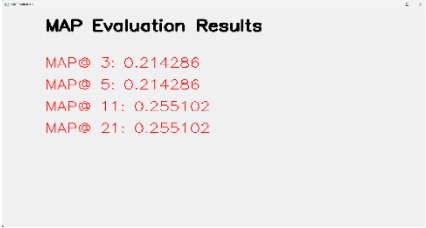
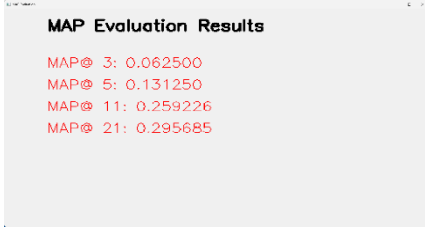
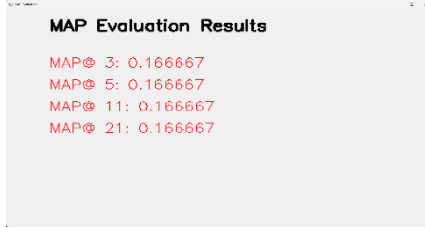
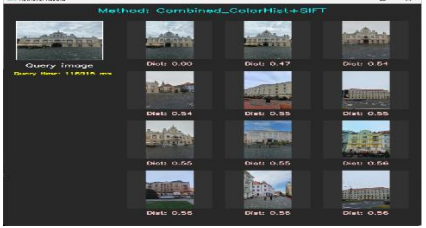
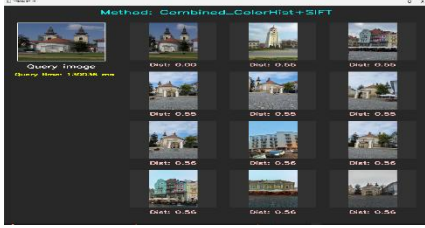
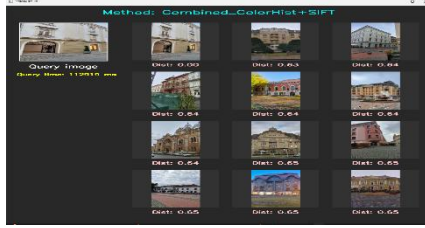
##### 1. Color Histogram + Edge Canny

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng kết hợp đặc trưng Color Histogram + Canny Edge không thực sự hiệu quả trong việc truy vấn ảnh cùng đối tượng, thậm chí là truy vấn ảnh cùng tinh thần màu sắc. Mặc dù có cải thiện đôi chút so với sử dụng đặc trưng Color Histogram nhưng lại không đáng kể, sai sót về truy vấn đối tượng vẫn rất lớn.
  - Ảnh ứng viên:
    - Các ảnh ứng viên cho ra tương đối khác so với Color Histogram, tuy nhiên sự cải thiện ở đây có vẻ nằm ở việc kiến trúc của các ảnh ứng viên so với ảnh truy vấn có sự tương đồng. Nếu kết hợp với nhiều đặc trưng với nhau sẽ cải thiện kết quả tốt hơn. Ưu điểm của việc kết hợp đặc trưng này chính là thời gian truy vấn rất nhanh, tương đương với thời gian sử dụng độc lập Color Histogram.
- Kết luận:

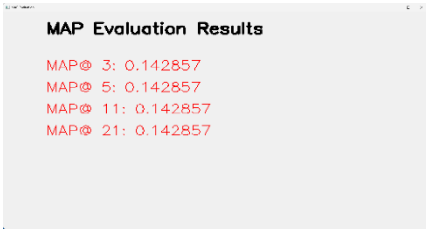
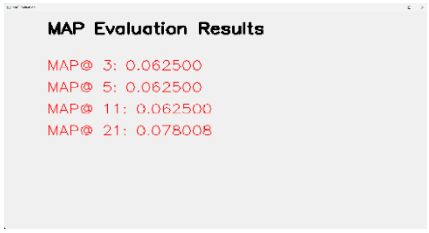
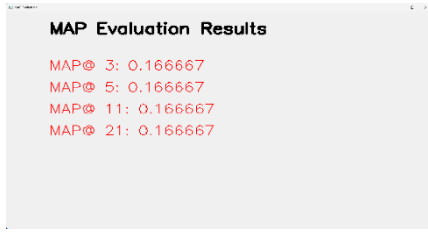
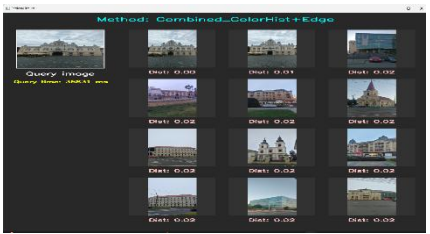
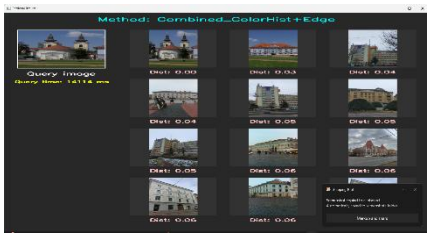
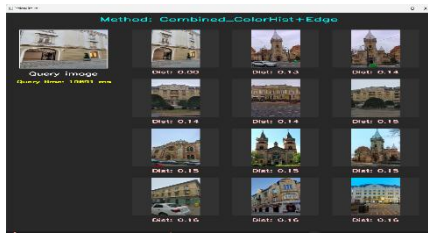
- Phương pháp kết hợp đặc trưng giữa Color Histogram + Canny Edge không thực sự tốt, mặc dù có cải thiện đôi chút về độ đo MAP so với Color Histogram. Thời gian truy vấn rất nhanh.

## 2. Color Histogram + SIFT:

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

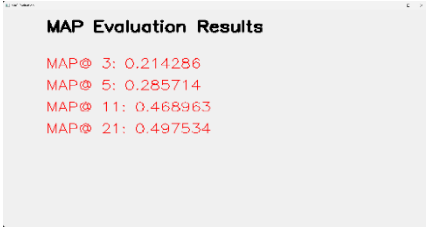
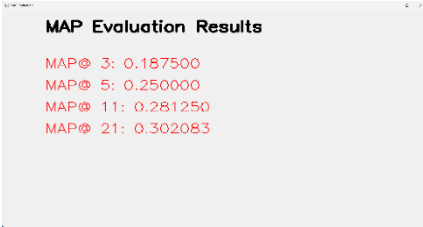
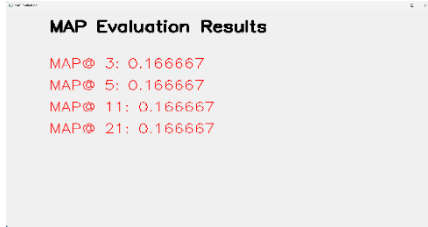
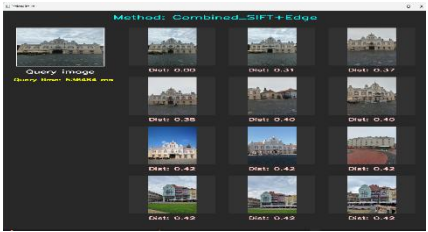
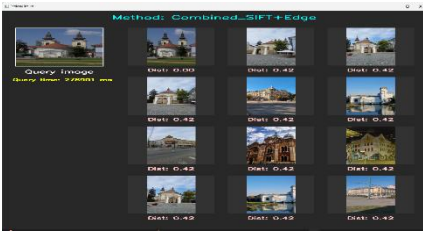
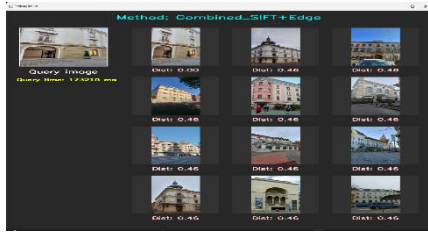
- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng kết hợp đặc trưng Color Histogram + SIFT không thực sự hiệu quả trong việc truy vấn ảnh cùng đối tượng, thậm chí là truy vấn ảnh cùng tinh thần màu sắc. Mặc dù có cải thiện đôi chút so với sử dụng đặc trưng Color Histogram nhưng lại không đáng kể, sai sót về truy vấn đối tượng vẫn rất lớn.
  - Ảnh ứng viên:
    - Các ảnh ứng viên cho ra tương đối khác so với Color Histogram. Nếu kết hợp với nhiều đặc trưng với nhau sẽ cải thiện kết quả tốt hơn. Nhược điểm của việc kết hợp đặc trưng này chính là thời gian truy vấn rất chậm, ngang với SIFT, tương đương với thời gian sử dụng độc lập Color Histogram.
- Kết luận:
  - Phương pháp kết hợp đặc trưng giữa Color Histogram + SIFT không thực sự tốt, mặc dù có cải thiện đôi chút về độ đo MAP so với Color Histogram nhưng lại không tốt bằng SIFT. Thời gian truy vấn rất nhanh.

### 3. Color Histogram + Edge Canny

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

- Độ đo MAP:
  - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng kết hợp đặc trưng Color Histogram + Canny Edge không thực sự hiệu quả trong việc truy vấn ảnh cùng đối tượng, thậm chí là truy vấn ảnh cùng tinh thần màu sắc. Mặc dù có cải thiện đôi chút so với sử dụng đặc trưng Color Histogram nhưng lại không đáng kể, sai sót về truy vấn đối tượng vẫn rất lớn.
- Ảnh ứng viên:
  - Các ảnh ứng viên cho ra tương đối khác so với Color Histogram, tuy nhiên sự cải thiện ở đây có vẻ nằm ở việc kiến trúc của các ảnh ứng viên so với ảnh truy vấn có sự tương đồng. Nếu kết hợp với nhiều đặc trưng với nhau sẽ cải thiện kết quả tốt hơn. Ưu điểm của việc kết hợp đặc trưng này chính là thời gian truy vấn rất nhanh, tương đương với thời gian sử dụng độc lập Color Histogram.
- Kết luận:
  - Phương pháp kết hợp đặc trưng giữa Color Histogram + Canny Edge không thực sự tốt, mặc dù có cải thiện đôi chút về độ đo MAP so với Color Histogram. Thời gian truy vấn rất nhanh.

#### 4. SIFT + Edge Canny

Kết quả	Ảnh 1	Ảnh 2	Ảnh 3
MAP			
Ảnh ứng viên			

- Nhận xét:
  - Độ đo MAP:
    - Từ kết quả của độ đo MAP, thấy được rằng kết hợp đặc trưng SIFT + Edge Canny thực sự tiềm năng và hiệu quả trong việc truy vấn ảnh cùng đối tượng. Độ đo MAP ở ảnh 1 thậm chí còn nhỉnh hơn so với SIFT. Tuy nhiên khả năng của sự kết hợp này khá là thất thường, khi không tốt bằng SIFT ở ảnh 2 và ảnh 3.
  - Ảnh ứng viên:
    - Ở ảnh 1 và ảnh 2, SIFT + Edge Canny thật sự là một phương pháp đảm bảo khi mà có tương đối kha khá ảnh ứng viên cùng lớp với ảnh truy vấn. Tuy nhiên nhược điểm to lớn của sự kết hợp này chính là thời gian truy vấn dài, lớn hơn 1 phút so với SIFT. Nguyên nhân có lẽ nằm ở việc tổ chức cơ sở dữ liệu.
- Kết luận:
  - Mặc dù SIFT + Edge Canny khá tiềm năng, nhưng để phải chọn giữa SIFT và mà kết hợp đặc trưng này thì SIFT vẫn nên được ưu tiên vì nhanh hơn.