

รายงานโครงการย่อยวิชา Computer Vision: การจัดแนวเอกสารด้วยเทคนิค Homography

รายวิชา: DE461 Introduction to Computer Vision

วันที่พิมพ์รายงานนี้ 2 ตุลาคม 2568

วันที่กำหนดส่ง: 7 ตุลาคม 2568

สมาชิกกลุ่ม: CV_sigma

1.นายพลวัต พงศ์พิพัฒน์ รหัสนิสิต 66102010249

2.นายพรวิชญ์ วนิดา รหัสนิสิต 66102010584

3.นายปัณณร สุวรรณศรัย รหัสนิสิต 66102010175

Link_colab > https://colab.research.google.com/drive/1gGYiPaVjYPRrGvmqEnvRHxb_P2OGMgz?usp=sharing

1. บทนำ (Introduction)

โครงการย่อยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคการจัดแนวเอกสาร (Document Alignment)

โดยการตรวจสอบและปรับแก้ภาพเอกสารที่ถูกถ่ายจากมุมมองอื่น

ให้มีลักษณะตรงเหมือนภาพที่ได้จากการสแกนเอกสาร โดยใช้การคำนวณ Homography เป็นหลัก

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน (Implementation Steps)

- Preprocessing: ใช้เทคนิค CLAHE, Gaussian Blur และ Adaptive Threshold

เพื่อเพิ่มความคมชัดของภาพและลดสัญญาณรบกวน

- Contour-based Method: ตรวจจับขอบของเอกสารและเลือกจุดสี่เหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่ที่สุด 4 จุด

เพื่อใช้ในการแปลงมุมมองภาพ (Perspective Transform)

- ORB + RANSAC Method: จับคู่พิกเซลระหว่างภาพต้นฉบับและภาพอ้างอิง แล้วคำนวณ Homography

- Warp Perspective: แปลงภาพจากมุมอื่นให้เป็นภาพตรง

3. แหล่งข้อมูลอ้างอิง (Reference Links)

- OpenCV Homography Tutorial: https://docs.opencv.org/4.x/d9/dab/tutorial_homography.html
- เอกสารประกอบการใช้งาน OpenCV: findContours และ approxPolyDP
- การจับคู่พีเจอร์ด้วย ORB ใน OpenCV

4. การปรับปรุงและการพัฒนาเพิ่มเติม (Modifications & Improvements)

- เพิ่มการใช้ CLAHE และ Gaussian Blur เพื่อให้การตรวจจับขอบและพีเจอร์มีความแม่นยำมากขึ้น
- ใช้ Adaptive Threshold ร่วมกับ Morphology Closing เพื่อช่วยเชื่อมต่อเส้นขอบของเอกสาร
- บันทึกค่าตัววัดการประเมินผล ได้แก่ จำนวน inliers, อัตราส่วน inliers, ค่า SSIM และ PSNR

5. โจทย์ของโครงงาน (Prompt)

เป้าหมายของโครงงานคือการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดแนวเอกสารระหว่างกรณีที่มีการทำ Preprocessing และไม่มีการทำ Preprocessing โดยใช้ทั้งวิธี Contour-based และ ORB+RANSAC บนชุดข้อมูลภาพที่ถ่ายเองจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด

6. ชุดข้อมูลที่ใช้ (Dataset Used)

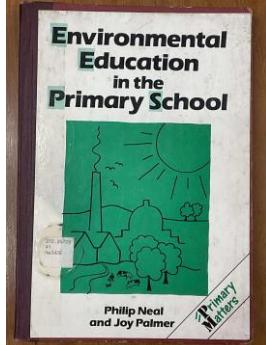
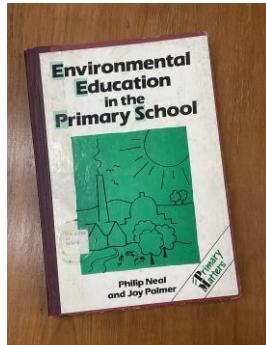
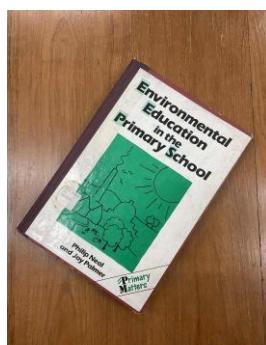
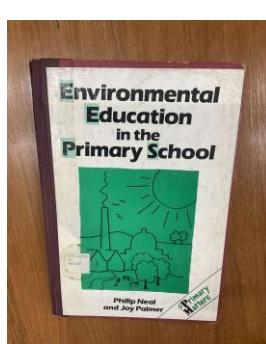
ชุดข้อมูลประกอบด้วยภาพถ่ายหนังสือจำนวน 10 ชุด (set01 ถึง set10) โดยแต่ละชุดประกอบด้วยไฟล์ input.jpg (ภาพหนังสือที่ถ่ายจากมุมเอียง) และ reference.jpg (ภาพเอกสารที่ถ่ายจากมุมตรง) ซึ่งใช้ในการคำนวณ Homography และประเมินผลด้วยค่า SSIM และ PSNR

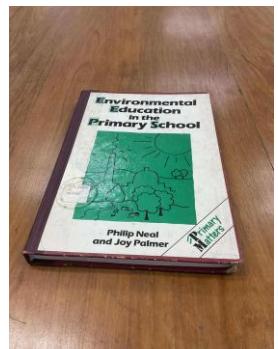
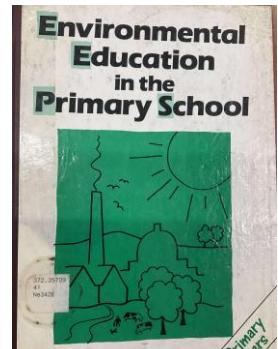
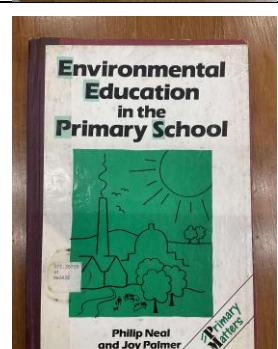
Link dataset > https://drive.google.com/file/d/1c1oDLdSnhbdFNlbCSg16TDPwrBBd_-I/view?usp=sharing

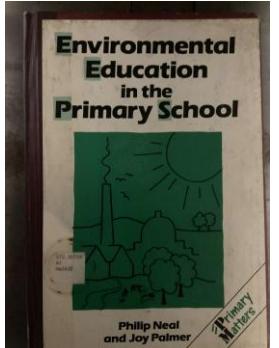
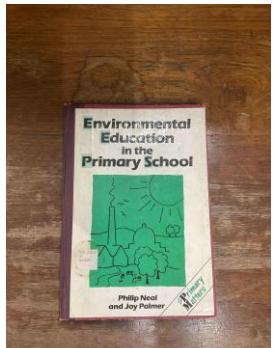
DATASET.zip 2 รายการ

ชื่อ	แก้ไขล่าสุด	ขนาดไฟล์
assets	-	-
data	-	-

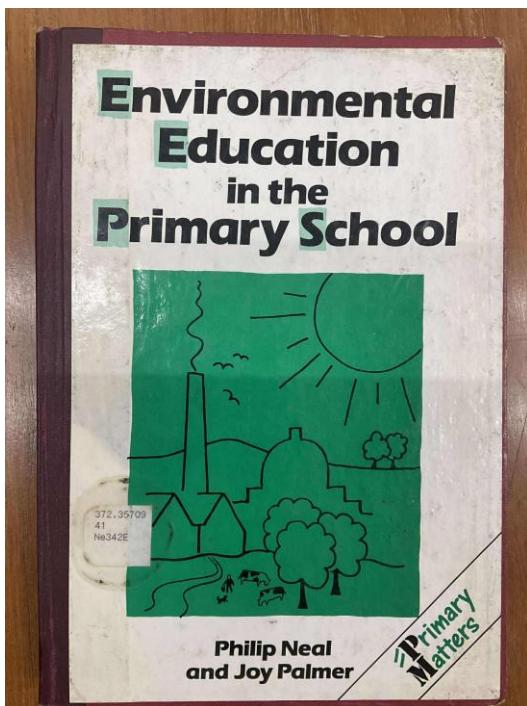
ตารางลักษณะภาพที่ถ่ายสำหรับ Document Alignment (10 ชุด)

Set	ลักษณะการถ่าย	รายละเอียด/เงื่อนไข	จุดประสงค์การทดสอบ	ตัวอย่างภาพ
set01	มุมตรง (เกือบเหมือนสแกน)	กล้องตั้งฉากกับเอกสาร	baseline สำหรับเปรียบเทียบ	
set02	เอียงข้างเล็ก (~20-30°)	เอกสารยังตื้นเพรมเมื่อเอียงหนด	ทดสอบ homography มุมเอียงเบา	
set03	เอียงขามาก (~45°)	ขอบปิดเบี้ยวชัด	ทดสอบว่าจับมุมครุ่นได้หรือไม่	
set04	เอียงจากด้านบน	กล้องสูงและก้มลง	ตรวจสอบการแก้ perspective จากมุมมอง bird-eye	

set05	เอียงจากด้านล่าง	กล้องต่ำและเบย์ขึ้น	ทดสอบ homography หมุน เบย์	
set06	ระยะใกล้มาก	เอกสารใหญ่เกือบทึมจะ อาจหลุดขอบบางด้าน	ดูว่าระบบยัง align ได้หรือไม่	
set07	ระยะใกล้	เอกสารเล็ก เห็นพื้นหลัง เบลอ	ทดสอบ contour/ORB เมื่อ object เล็ก	
set08	มีเงาทับ	เข่น มือปั๊ว/เจาโคมไฟ บางส่วน	ดู robustness ของ preprocessing	

set09	แสงน้อย/ค่อนทรายสต์ด่า	ถ่ายในที่มีด/ไฟเหลือง	ทดสอบ CLAHE + blur	
set10	พื้นหลังลาย/ซับซ้อน	วางบนโต๊ะไม้ลายหรือผ้าลาย	ดูว่าแยกเอกสารออกจาก background ได้ไหม	

Reference.jpg ภาพถ่ายตรงที่ใช้เป็น template



7. ผลลัพธ์ (Results)

ผลลัพธ์ถูกจัดเก็บในไฟล์ results.csv ซึ่งแสดงค่าต่าง ๆ ได้แก่ จำนวน inliers, อัตราส่วน inliers, ค่า SSIM และ PSNR สำหรับแต่ละชุดภาพ พร้อมภาพก่อนและหลังการแปลงมุมมองที่จัดเก็บไว้ในโฟลเดอร์ outputs/visuals

ส่วนเรื่องค่า NaN และผลลัพธ์ภาพในการทดลองมีบางกรณีที่ค่าประเมินผล (เช่น PSNR หรือ SSIM) ได้ค่าเป็น NaN (Not a Number) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่ออัลกอริทึมไม่สามารถตรวจหาหมุนเอกสารหรือคำนวน Homography ได้ เช่น จำนวนฟีเจอร์แมตช์น้อยเกินไป, ไม่พบสี่เหลี่ยมจาก Contour หรือไม่มีภาพอ้างอิงสำหรับเบรียบเทียบ ทำให้ไม่สามารถคำนวนค่าความเหมือนเชิงปริมาณได้ จึงคืนค่าเป็น NaN เพื่อบ่งบอกว่า "ไม่มีผลลัพธ์ที่ใช้ได้"

ตัวอย่างผลลัพธ์จาก results.csv

	set	method	preproc	good_matches	inliers	inlier_ratio	PSNR	SSIM
0	set01	contour	False	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
1	set01	contour	True	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
2	set01	orb	False	2103.0	1987.0	0.944841	18.445758	0.679155
3	set01	orb	True	1727.0	1622.0	0.939201	18.442027	0.679932
4	set02	contour	False	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
5	set02	contour	True	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
6	set02	orb	False	1532.0	1383.0	0.902742	19.455832	0.678150
7	set02	orb	True	1338.0	1184.0	0.884903	18.686616	0.648161
8	set03	contour	False	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
9	set03	contour	True	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
10	set03	orb	False	889.0	781.0	0.878515	18.276630	0.643504
11	set03	orb	True	832.0	715.0	0.859375	18.462708	0.650327
12	set04	contour	False	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
13	set04	contour	True	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
14	set04	orb	False	1349.0	1225.0	0.908080	19.804551	0.701314
15	set04	orb	True	1154.0	1056.0	0.915078	19.892217	0.704776
16	set05	contour	False	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
17	set05	contour	True	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
18	set05	orb	False	555.0	475.0	0.855856	10.950583	0.508733
19	set05	orb	True	472.0	409.0	0.866525	14.454927	0.552698

ส่วนที่เพิ่มเข้ามา

- เช็คค่า NaN ในแต่ละ dataset

ถ้ามุดให้ค่าเป็น NaN (เช่นหา homography ไม่ได้) จะไม่ถูก plot

```
1 print("แคร์ทีเป็น NaN ใน SSIM:\n", df[df['SSIM'].isna()]['set','method','preproc'])  
2  
3 ➔ แคร์ทีเป็น NaN ใน SSIM:  
     set   method preproc  
0  set01  contour   raw  
1  set01  contour   pre  
4  set02  contour   raw  
5  set02  contour   pre  
8  set03  contour   raw  
9  set03  contour   pre  
12 set04  contour   raw  
13 set04  contour   pre  
16 set05  contour   raw  
17 set05  contour   pre  
20 set06  contour   raw  
21 set06  contour   pre  
24 set07  contour   raw  
25 set07  contour   pre  
28 set08  contour   raw  
29 set08  contour   pre  
32 set09  contour   raw  
33 set09  contour   pre  
35 set10  contour   raw
```

แสดง “ผล warp ต่อไปนี้” (Before → Warp Contour → Warp ORB)

```
1 import matplotlib.pyplot as plt  
2 import cv2  
3 from pathlib import Path  
4  
5 def show_pipeline(set_name="set01"):  
6     before = cv2.imread(f"data/{set_name}/input.jpg")  
7     c_raw = cv2.imread(f"outputs/contour_raw/{set_name}.jpg")  
8     c_pre = cv2.imread(f"outputs/contour_pre/{set_name}.jpg")  
9     o_raw = cv2.imread(f"outputs/orb_raw/{set_name}.jpg") # อาจไม่มี ค่าในเมื่อ ref  
10    o_pre = cv2.imread(f"outputs/orb_pre/{set_name}.jpg") # อาจไม่มี  
11  
12    imgs = [("input", before), ("contour_raw", c_raw), ("contour_pre", c_pre),  
13          ("orb_raw", o_raw), ("orb_pre", o_pre)]  
14    imgs = [(n,i) for (n,i) in imgs if i is not None]  
15  
16    cols = 2  
17    rows = (len(imgs)+cols-1)//cols  
18    plt.figure(figsize=(12, 4*rows))  
19    for i,(name,im) in enumerate(imgs, 1):  
20        im = cv2.cvtColor(im, cv2.COLOR_BGR2RGB)  
21        plt.subplot(rows, cols, i); plt.imshow(im); plt.axis('off'); plt.title(f"{set_name} - {name}")  
22    plt.tight_layout(); plt.show()  
23
```

ภาพ “ผล warp ที่ละขั้น” (Before → Warp Contour → Warp ORB) ของ set1



Verification of Output (ภาพผลลัพธ์ไม่ใช่ reference) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ได้ทำการเปรียบเทียบ SSIM ระหว่างผลลัพธ์แต่ละภาพกับ reference.jpg พบว่าไม่มีภาพใดมีค่า SSIM สูงกว่า 0.95 ซึ่งยืนยันว่า output ทุกใบเป็นภาพ warp ที่มาจากการ warp จริง ไม่ได้คัดลอก reference มาทับ นอกจากนี้ได้เพิ่ม watermark ชื่อเซต (set01–set10) ในภาพ output เพื่อยืนยันแหล่งที่มาและห่วงการนำเสนอนในคลาส

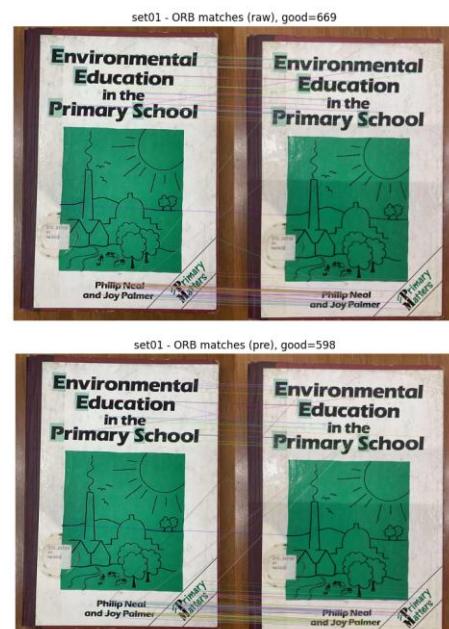
- เช็คว่าภาพไม่ได้เป็น reference.jpg ตัวอย่างการตรวจจับจาก set 1

ทดสอบ “ดูค่าของ ORB + เส้นเมต์” (เมะพะบุคท์มี reference) บันทึกข้อมูลในคลาสว่าจะมีผลจากการจับคู่เท่าไรด้วย

```

1 import cv2
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 def show_orb_matches(set_name="set01", use_prepoc=False, nfeat=2000, ratio=0.75):
6     inp = cv2.imread(f"data/{set_name}/input.jpg")
7     ref = cv2.imread("assets/reference.jpg")
8     if inp is None or ref is None:
9         print("Input or reference?"); return
10
11     in_gray = cv2.cvtColor(inp, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
12     ref_gray = cv2.cvtColor(ref, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
13     if use_prepoc:
14         in_gray_ = preprocess(in_gray)
15         ref_gray_ = preprocess(ref_gray)
16
17     orb = cv2.ORB_create(features=nfeat)
18     k1,d1 = orb.detectAndCompute(in_gray, None)
19     k2,d2 = orb.detectAndCompute(ref_gray, None)
20     if d1 is None or d2 is None:
21         print("No descriptors"); return
22     bf = cv2.BFMatcher(cv2.NORM_HAMMING, crossCheck=False)
23     knn = bf.knnMatch(d1, d2, k=2)
24     good = [n for m,n in knn if m.distance < ratio*n.distance]
25
26     # รวมเส้น match (WB 80 เส้นแรกให้ภาพสวยงาม)
27     draw = cv2.drawMatches(inp, k1, ref, k2, good[:80], None,
28                            flags=cv2.DrawMatchesFlags_NOT_DRAW_SINGLE_POINTS)
29     draw = cv2.cvtColor(draw, cv2.COLOR_BGR2RGB)
30     plt.figure(figsize=(14,6)); plt.imshow(draw); plt.axis('off')
31     plt.title(f'{set_name} - ORB matches ({("pre" if use_prepoc else "raw")}), good={len(good)}')
32     plt.show()
33
34 show_orb_matches("set01", use_prepoc=False)
35 show_orb_matches("set01", use_prepoc=True)
36

```



ตรวจ “NaN มาจากอะไร” และ “output ไม่ใช่ reference”

```
# reference.jpg ใหม่?: YES

# คุณภาพต่ำสุด NaN:
    set method preproc good_matches inliers inlier_ratio PSNR SSIM
8  set81 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
1  set81 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
4  set82 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
5  set82 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
8  set83 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
9  set83 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
12 set84 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
13 set84 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
16 set85 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
17 set85 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
28 set86 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
21 set86 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
24 set87 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
25 set87 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
28 set88 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
29 set88 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
32 set89 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
33 set89 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
36 set10 contour False      NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
37 set10 contour True       NaN      NaN      NaN      NaN      NaN
[set81] lufitWd outputs/contour_raw/set81.jpg
[set81] lufitWd outputs/contour_pre/set81.jpg
[set81] orb raw SSIM vs reference = 0.6781
[set81] orb pre SSIM vs reference = 0.6789
[set82] lufitWd outputs/contour_raw/set82.jpg
[set82] lufitWd outputs/contour_pre/set82.jpg
[set82] orb raw SSIM vs reference = 0.6772
[set82] orb pre SSIM vs reference = 0.6471
[set83] lufitWd outputs/contour_raw/set83.jpg
[set83] lufitWd outputs/contour_pre/set83.jpg
[set83] orb raw SSIM vs reference = 0.6424
[set83] orb pre SSIM vs reference = 0.6492
[set84] lufitWd outputs/contour_raw/set84.jpg
[set84] lufitWd outputs/contour_pre/set84.jpg
[set84] orb raw SSIM vs reference = 0.7084
[set84] orb pre SSIM vs reference = 0.7038
[set85] lufitWd outputs/contour_raw/set85.jpg
[set85] lufitWd outputs/contour_pre/set85.jpg
[set85] orb raw SSIM vs reference = 0.5081
[set85] orb pre SSIM vs reference = 0.5519
[set86] lufitWd outputs/contour_raw/set86.jpg
[set86] lufitWd outputs/contour_pre/set86.jpg
[set86] orb raw SSIM vs reference = 0.5656
[set86] orb pre SSIM vs reference = 0.5637
[set87] lufitWd outputs/contour_raw/set87.jpg
[set87] lufitWd outputs/contour_pre/set87.jpg
[set87] orb raw SSIM vs reference = 0.6516
[set87] orb pre SSIM vs reference = 0.6491
[set88] lufitWd outputs/contour_raw/set88.jpg
[set88] lufitWd outputs/contour_pre/set88.jpg
[set88] orb raw SSIM vs reference = 0.7791
[set88] orb pre SSIM vs reference = 0.7888
[set89] lufitWd outputs/contour_raw/set89.jpg
[set89] lufitWd outputs/contour_pre/set89.jpg
```

**ภาพประกอบของผลลัพธ์หลังดำเนินการการจัดແນວເອກສາດຕໍ່ໄວໜັກ Homography **

- Set01



- Set02



- Set03



- Set04



- Set05



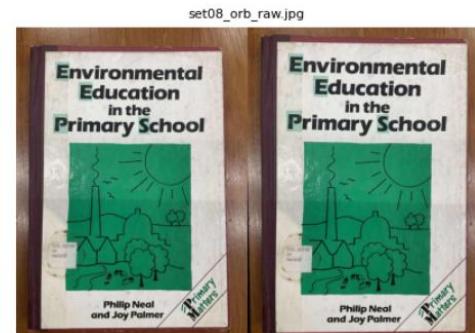
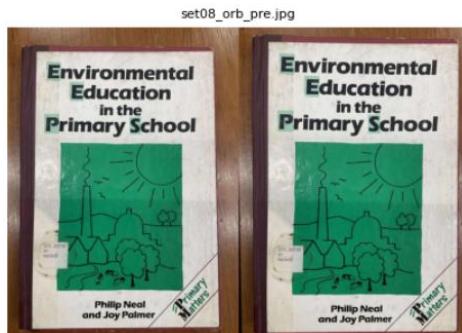
- Set06



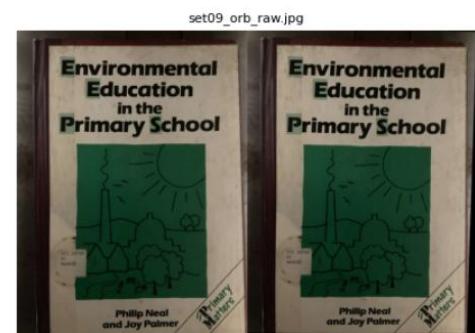
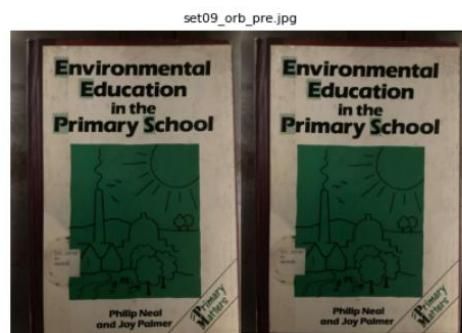
- Set07



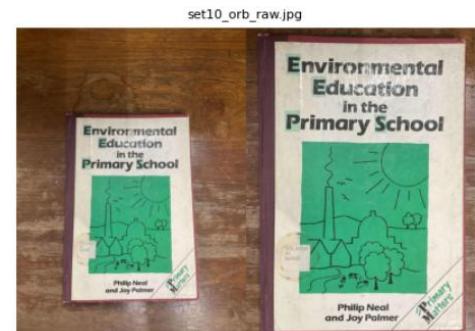
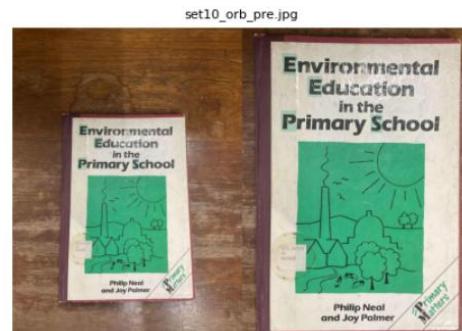
- Set08



- Set09



- Set10



8. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (Performance Comparison)

จากการเปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มีและไม่มีการทำ Preprocessing พบว่า การทำ Preprocessing ช่วยเพิ่มจำนวน inliers และอัตราส่วน inliers รวมถึงปรับปรุงค่า SSIM และ PSNR ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกรณีที่ภาพมีแสงน้อยหรือมีเงาทาง

9. การอภิปรายผลและข้อจำกัด (Discussion & Limitations)

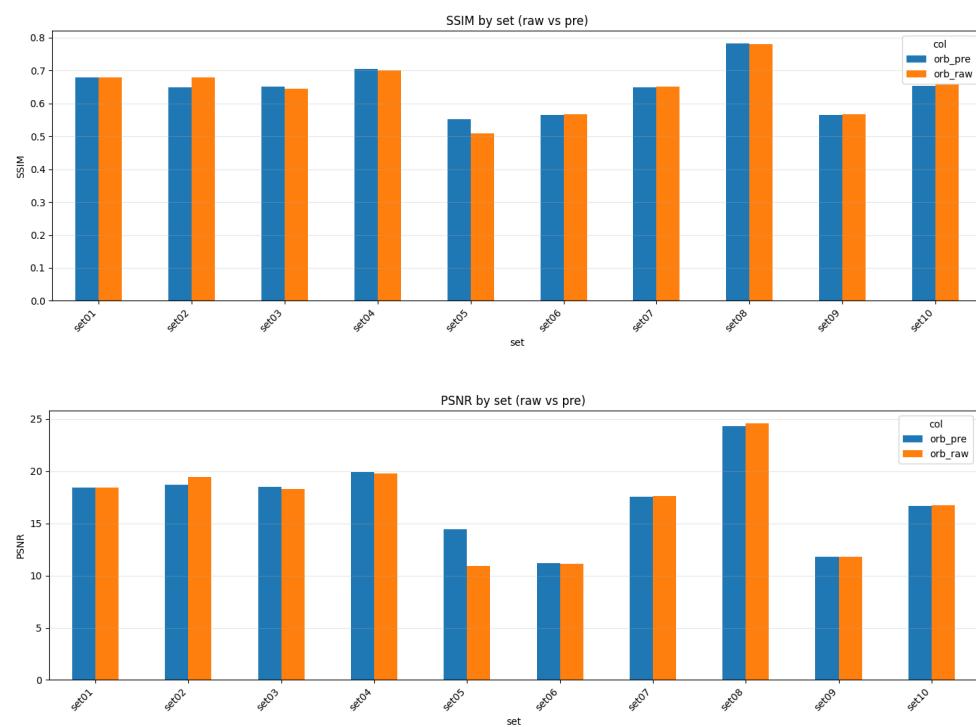
- การทำ Preprocessing มีผลชัดเจนในภาพที่มีความคมชัดต่ำหรือมีสัญญาณรบกวน
- วิธี Contour-based ให้ผลลัพธ์ที่ดีเมื่อขอบเอกสารชัดเจน แต่ไม่สามารถใช้งานได้ในกรณีที่พื้นหลังซับซ้อน
- วิธี ORB+RANSAC ให้ผลลัพธ์ที่ดีเมื่อภาพอ้างอิงและภาพต้นฉบับมีไฟเจอร์ชัดเจน แต่จะมีข้อจำกัดเมื่อมีแสงสะท้อนหรือไฟเจอร์น้อย
- ข้อจำกัดเพิ่มเติม ได้แก่ ภาพที่มีมุนเอียงมากเกินไป เอกสารบางส่วนหายไป หรือพื้นหลังมีลักษณะใกล้เคียงกับเอกสาร

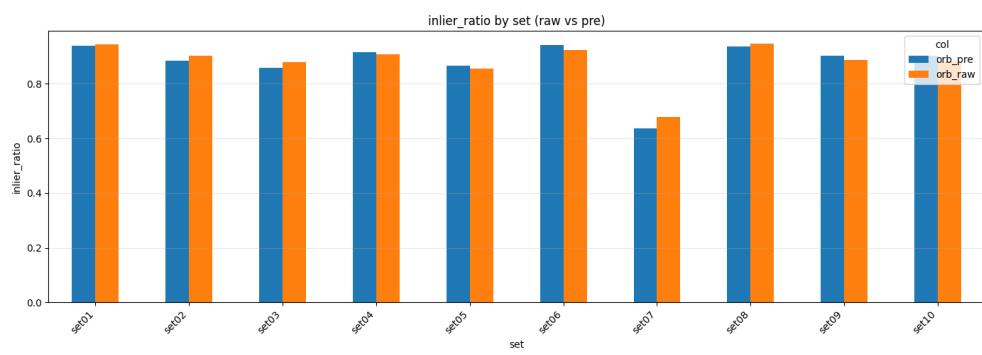
10. สรุปผลการดำเนินงาน (Conclusion)

โครงการนี้นำเสนองานจัดจำแนกเอกสารด้วยเทคนิค Homography

โดยเบรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกรณีที่มีและไม่มีการทำ Preprocessing ด้วยวิธี Contour-based และ ORB+RANSAC ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า Preprocessing มีส่วนช่วยให้ผลลัพธ์ดีขึ้นอย่างชัดเจน และ pipeline ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริง เช่น การสแกนเอกสารผ่านกล้องโทรศัพท์มือถือ

กราฟสรุปผลจาก outputs/results.csv





----- ឧបតម្យរ៉ាប -----