

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1. ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

งานวิจัยได้ทำการเตรียมการทดลองประสิทธิภาพด้วยชุดข้อมูลรูปภาพมาร์คเกอร์แบบลายมือเขียนที่ผู้วิจัยได้รวบรวมมาจำนวน 1,560 รูป ที่มีมุมมองที่หลากหลายแตกต่างกันจากการถ่ายมาร์คเกอร์แบบลายมือเขียนทั้งหมด 130 แบบ ของคำศัพท์ภาษาอังกฤษทั้งหมด 12 คำศัพท์ แต่ละคำศัพท์จะมีรูปแบบลายมือเขียนที่แตกต่างกัน 10 แบบ โดยความละเอียดของรูปทดสอบเท่ากับ 750×1000 พิกเซล โดยมุมมองที่แตกต่างกันของชุดรูปภาพทดสอบนี้ประกอบไปด้วย มุมมองจากการหมุน การย้ายตำแหน่ง การเปลี่ยนขนาด และการมองจากมุมต่างๆที่ไม่น้อยกว่า 45 องศาจากแนวระนาบ ซึ่งจัดเตรียมไว้เพื่อการทดสอบความทนทานจากมุมมองที่แตกต่างกัน และต้องทนทานต่อรูปแบบลายมือที่หลากหลาย สามารถแสดงตัวอย่างชุดรูปภาพทดสอบได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างชุดรูปภาพทดสอบ

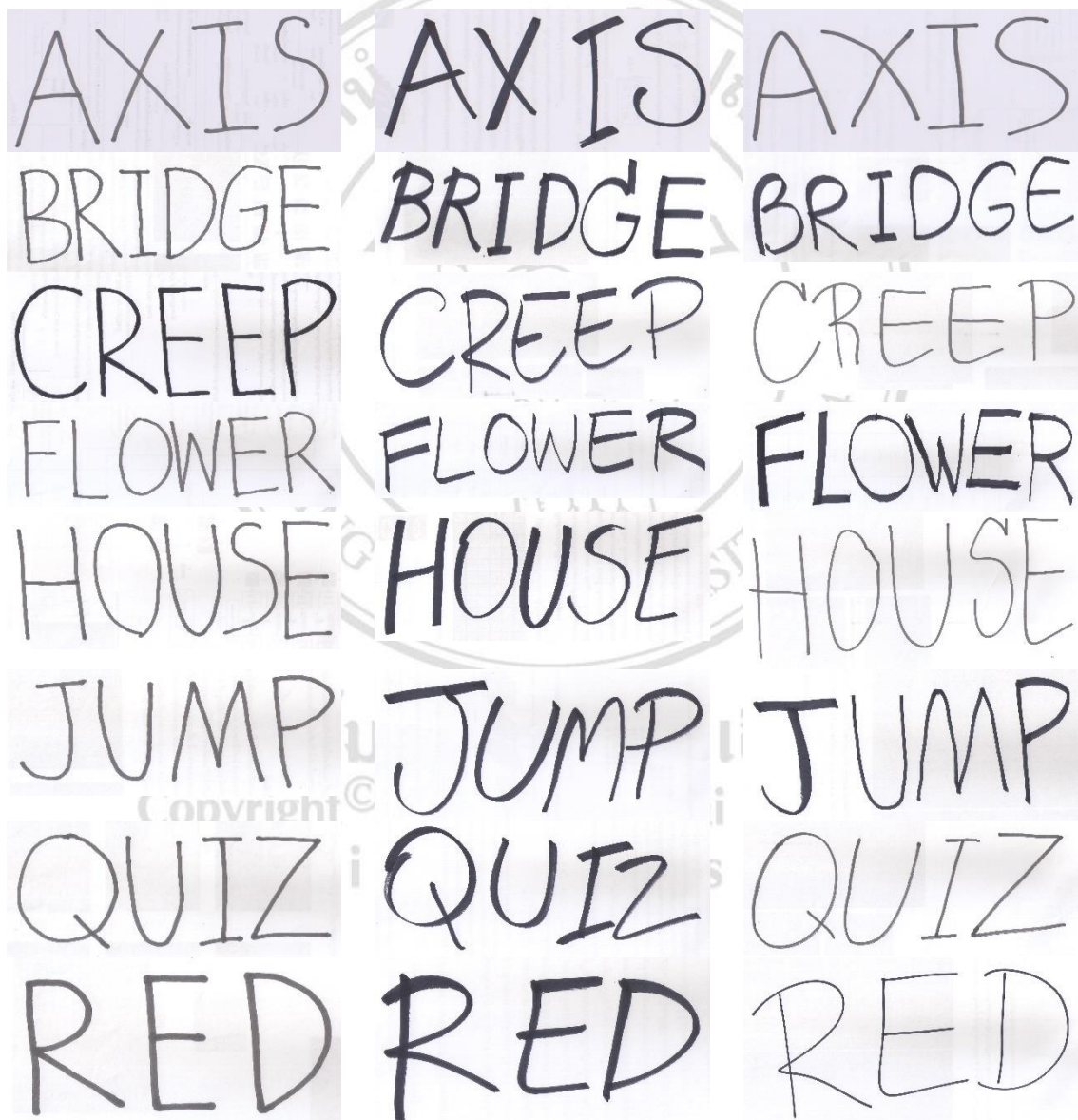


รูปที่ 4.1 ตัวอย่างชุดรูปภาพทดสอบ (ต่อ)

4.2. ชุดข้อมูลที่ใช้เป็นรูปแบบ

ในการทดลองเพื่อการประมาณตำแหน่งของจุดที่ตรงกันระหว่างสองรูป จะประกอบไปด้วย 4 รูปแบบ คือ

1) ชุดข้อมูลรูปภาพต้นแบบที่มีลักษณะเป็นมุมมองหน้าตรงของมาร์คเกอร์ลายมือเขียน เพื่อทดสอบความถูกต้องของจุดที่เป็นตำแหน่งเดียวกันจากมาร์คเกอร์เดียวกัน ซึ่งแสดงได้ดังตัวอย่างรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างชุดรูปภาพต้นแบบรูปแบบตัวมาร์คเกอร์แบบลายมือเขียน

2) ชุดข้อมูลรูปภาพต้นแบบที่มีรูปแบบเป็นตัวพิมพ์ใช้รูปแบบตัวอักษรชนิด Calibri ซึ่งเป็นชนิดที่มีรูปแบบใกล้เคียงกับมาตรฐานตัวพิมพ์ภาษาอังกฤษ และมีความใกล้เคียงกับการเขียนเขียนตัวพิมพ์ในลายมือเขียนที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ในการทดสอบต่อความทนทานในการประมาณตำแหน่งระหว่างมาร์คเกอร์ที่หลากหลายรูปแบบลายมือกับมาร์คเกอร์ต้นแบบเดี่ยว ซึ่งแสดงตัวอย่างมาร์คเกอร์ต้นแบบได้ดังรูปที่ 4.3



AXIS BRIDGE
CREEP FLOWER
HOUSE JUMP
QUIZ RED
SAND TRACK
VAN YELLOW

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างชุดรูปภาพต้นแบบรูปแบบตัวอักษร Calibri

3) ชุดข้อมูลรูปภาพต้นแบบที่มีรูปแบบเป็นตัวพิมพ์ใช้รูปแบบตัวอักษรชนิด Cambria ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความแตกต่างกับลายมือเขียนแบบตัวพิมพ์ค่อนข้างมาก โดยมีหลายละเอียดของตัวอักษรแต่ละตัวที่คำศัพท์จากลายมือเขียนยากที่จะมีลักษณะดังกล่าว ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4.4

AXIS BRIDGE
CREEP FLOWER
FLOWER JUMP
QUIZ RED
SAND TRACK
VAN YELLOW

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างชุดรูปภาพต้นแบบรูปแบบตัวอักษร Cambria

4) ชุดข้อมูลรูปภาพต้นแบบที่มีรูปแบบเป็นตัวพิมพ์ใช้รูปแบบตัวอักษรชนิด Angsana New ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความแตกต่างกับลายมือเขียนแบบตัวพิมพ์ค่อนข้างมาก โดยมีหลายละเอียดของตัวอักษรแต่ละตัวที่คำศัพท์จากลายมือเขียนยากที่จะมีลักษณะดังกล่าว ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4.5

AXIS BRIDGE
CREEP FLOWER
HOUSE JUMP
QUIZ RED
SAND TRACK
VAN YELLOW

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างชุดรูปภาพต้นแบบรูปแบบตัวอักษร Angsana New

4.3. วิธีการวัดผลการทดลองและผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการทดสอบผลการทดลองกับชุดข้อมูลรูปภาพเป็น 4 รูปแบบในการทดลองแต่ละแบบจะทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้กับวิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่นจากพื้นที่ที่สนใจ และการจับคู่ตำแหน่งที่ตรงกันที่นิยมในปัจจุบัน คือ MSER+HOG, SURF, และการหาจุดที่สัมพันธ์กันจากขอบของรูปร่างเฉพาะส่วน (Contour Correspondence) โดยผลลัพธ์จะเป็นการประมาณตำแหน่งจุดที่เป็นตำแหน่งเดียวกันระหว่างรูปมาร์คเกอร์กับรูปต้นแบบเพื่อใช้ในการสร้างโฮโมกราฟเมทริกซ์ ซึ่งจากวิธีที่นำเสนอไปจะต้องทำการกำหนดจุดคุณลักษณะเด่นสุดท้ายที่สนใจ โดยจะทำการทดลองจำนวนจุดที่ให้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่สูงที่สุดจากจำนวนจุดคุณลักษณะเด่นตั้งแต่ 4 ถึง 8 จุด ได้ผลลัพธ์จากการเลือกจำนวนจุดคุณลักษณะเด่นสุดท้ายได้ดังตาราง 4.1 ซึ่งจากผลการทดลองในตารางจึงเลือกใช้จำนวนจุดคุณลักษณะเด่นที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ 5 จุด นำไปเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นต่างๆ

ตารางที่ 4.1 ค่าความถูกต้องของวิธีที่นำเสนอในจำนวนจุดคุณลักษณะเด่นสุดท้ายที่ต่างกัน

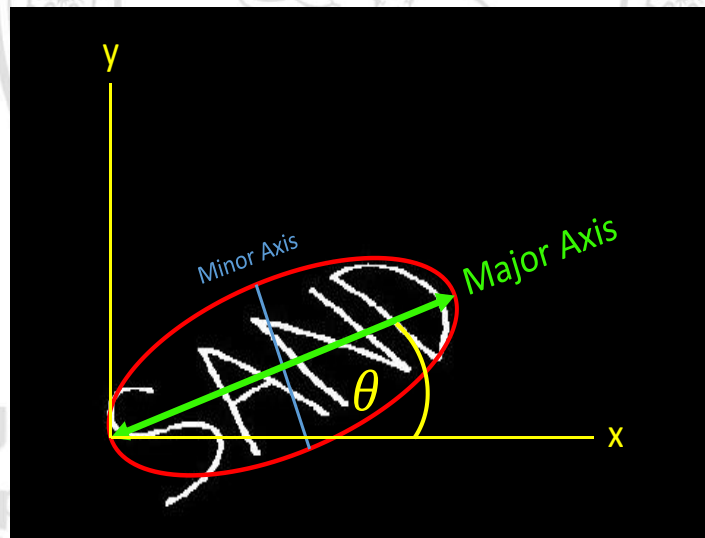
จำนวนจุด คุณลักษณะเด่น	ค่าความถูกต้อง [%]
4	91.99
5	97.37
6	92.63
7	89.42
8	86.03

โดยรายละเอียดการทดลองโดยตรวจสอบกับรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบทั้ง 4 รูปแบบ มีดังต่อไปนี้

- 1) ชุดรูปภาพต้นแบบที่เป็นรูปแบบลายมือเขียน โดยที่มาร์คเกอร์ต้นแบบจะเป็นลายมือเดียวกันกับรูปมาร์คเกอร์ทดสอบ
- 2) ชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri โดยมาร์คเกอร์ต้นแบบจะเป็นลักษณะเป็นตัวพิมพ์ที่มีรูปร่างมาตรฐานใกล้เคียงตัวอักษรลายมือเขียนแบบตัวพิมพ์
- 3) ชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria โดยมาร์คเกอร์ต้นแบบจะเป็นลักษณะเป็นตัวพิมพ์ และมีบางจุดที่มีลักษณะแตกต่างจากตัวพิมพ์มาตรฐาน
- 4) ชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New โดยมาร์คเกอร์ต้นแบบจะเป็นลักษณะเป็นตัวพิมพ์ และมีจุดที่มีลักษณะแตกต่างจากตัวพิมพ์มาตรฐานมากที่สุด

ทั้งนี้ในการบอกถึงความสามารถของระบบจะทำการเปรียบเทียบการคืนรูปผลลัพธ์จากการคำนวณโฮโมกราฟฟีให้มีมุมมองที่ใกล้เคียงรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบให้มากที่สุดนั่นคือมุมมองแบบหน้าตรงของรูป โดยผลลัพธ์นั้นจะถูกเปรียบเทียบกับรูปมาร์คเกอร์เดียวกันที่มีมุมมองหน้าตรง ซึ่งใช้ตัวชี้วัดตัวชี้วัดทั้งหมด 3 องค์ประกอบเฉพาะของคำศัพท์นั้นๆจากการปรับมุมมองเป็นรูปแบบหน้าตรงประกอบไปด้วย ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์ (Orientation, θ) มุมภายในแต่ละมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบคำศัพท์ (Internal angle, Θ_i) และลักษณะทิศทางของเส้นขอบของพื้นที่ตัวอักษรทั้งหมด (HOG descriptor of text region) ในส่วนของรายละเอียดขององค์ประกอบทั้งสามสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

1) ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์ (Orientation, θ) เป็นค่ามุมระหว่างแกนแนวระนาบ หรือแกนเอกซ์ (X-axis) กับแกนหลัก (Major axis) พื้นที่เชิงวงรีของพื้นที่คำศัพท์นั้นๆ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง -90 ถึง 90 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.6 โดยเส้นสีเขียวแสดงถึงแกนหลักของพื้นที่วงรีล้อมคำศัพท์ ทำให้เกิดมุม θ กับแกนเอกซ์



รูปที่ 4.6 ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์

2) มุมภายในแต่ละมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบคำศัพท์ (Internal angle, Θ_i) โดยเป็นการวัดมุมภายในทั้งหมดจากการลดรูปหลายเหลี่ยมให้เหลือเพียงสี่เหลี่ยมรอบพื้นที่คำศัพท์ ใช้สำหรับวัดว่าผลลัพธ์จากการดึงมุมมองกลับมานั้นไม่มีความบิดเบือนของรูปภาพมาร์คเกอร์จากการเอียงไป

ด้านข้าง ซึ่งถ้าเป็นรูปที่ดึงมุมมองมาถูกต้องจะมีมุมภายในใกล้เคียงกับรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบ โดยมุมภายในสามารถแสดงตัวอย่าง Θ_i ได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 มุมภายในจากพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมของคำศัพท์

3) ลักษณะทิศทางของเส้นขอบของพื้นที่ตัวอักษร (HOG descriptor of text region) โดยจะเป็นการเปรียบเทียบและดึงลักษณะรูปร่างของพื้นที่ตัวอักษรของพื้นที่คำศัพท์โดยใช้การกระจายตัวของความเข้มเกรเดียนท์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์การเชื่อมต่อมุมมองของมาร์คเกอร์ในฉาก และรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบ ซึ่งสามารถนำมาใช้วัดจากการดึงมุมมองกลับมาอยู่ในมุมที่ถูกต้องมีค่ามุมจากแกนหลักกับแนวระนาบที่ตรงกัน ไม่กลับด้าน หรือเอียงทำมุมผิดจากรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบ สามารถแสดงการสกัดคุณลักษณะเด่นของตัวอักษรโดย HOG ได้ดังรูปที่ 4.8 ซึ่งขีดสีขาวล้อมรอบขอบตัวอักษรนั้นคือคุณลักษณะเด่นที่มีความคล้ายคลึงกันในตัวอักษรเดียวกันในรูปแบบของพื้นที่คำศัพท์ที่คล้ายกัน



รูปที่ 4.8 คุณลักษณะเด่นของคำศัพท์ AXIS ที่มีรูปแบบแตกต่างกันจาก HOG

ซึ่งจากองค์ประกอบเหล่านี้ สามารถนำไปวัดความใกล้เคียงกันของมุมมองระหว่างผลลัพธ์จากการคำนวณโฮโมกราฟฟีและมุมมองของรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบ โดยถ้าทั้งสามองค์ประกอบนี้มีความแตกต่างกันอยู่ในระดับที่ยอมรับ ได้ก็จะสามารถระบุได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณโฮโมกราฟฟีนั้นสามารถเชื่อมต่อกับมุมมองของรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบได้ถูกต้อง จากการเก็บแบบสอบถามจากตัวอย่างทั้งหมด 1440 ตัวอย่างทดสอบ ซึ่งให้ผู้ทดสอบกำหนดคะแนนของการคืนผลลัพธ์ให้กลับมาในหน้าตรง สามารถแสดงตัวอย่างผลลัพธ์จากแบบทดสอบได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างผลเฉลยจากการเก็บแบบทดสอบ

โดยค่าความถูกต้องของผลลัพธ์จะถูกประเมินจากความแตกต่างกันของทั้งสามองค์ประกอบของรูปมาร์คเกอร์จากฉากจริงที่ถูกดึงกลับมาที่มีมุมมองเดียวกับองค์ประกอบจากรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นหน้าตรง ซึ่งถ้าทั้งสี่องค์ประกอบนี้มีความใกล้เคียงกันจะสามารถบอกได้ว่าการจับคู่จุดระหว่างสองรูปมาร์คเกอร์ที่คาดว่าจะจะเป็นจุดตำแหน่งเดียวกันจับคู่และสามารถเชื่อมต่อกับมุมมองได้ถูกต้อง โดยความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบทั้งสามจะใช้ตัวชี้วัดพื้นฐานประกอบไปด้วย “True Positive (TP)”, “False Positive (FP)” และ “False Negative (FN)” โดย TP หมายถึง จำนวนผลลัพธ์ที่ตอบว่าถูกและระบบตอบว่าถูกตามผลเฉลย ส่วน FP คือ จำนวนผลลัพธ์ที่ตอบว่าถูกและระบบตอบว่าผิดซึ่งไม่เป็นตามผลเฉลย และ FN หมายถึง จำนวนผลลัพธ์ที่ตอบว่าผิดและระบบตอบว่าผิดตามผลเฉลย โดยจากองค์ประกอบทั้งสามนี้ทำให้สามารถนำไปสร้างตัวชี้วัดได้ 3 อย่างดังต่อไปนี้

1. ค่าความแม่นยำ (Precision) คือ ค่าที่วัดความสามารถของระบบว่าสามารถระบุคำตอบที่ถูกต้องจากการจำแนกได้มากหรือน้อยโดยค่าที่มากจะสามารถระบุได้ว่าผลลัพธ์มีความแม่นยำที่มากสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 4.1

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4.1)$$

2. ค่าเรียกกลับ (Recall) คือ อัตราส่วนของผลลัพธ์ที่ระบบสามารถทำได้ผลลัพธ์คำตอบว่าถูก จากผลลัพธ์ที่จำแนกถูกต้องทั้งหมด ซึ่งถ้าค่าเรียกกลับที่สูงจะหมายถึงความสามารถในการนำคำตอบที่ถูกต้องออกมาจากปัญหาได้มาก สามารถแสดงการคำนวณได้ดังสมการที่ 4.2

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4.2)$$

3. ค่า F-Score เป็นค่าที่เฉลี่ยของค่าความแม่นยำ และค่าเรียกกลับ ซึ่งทั้งสองค่านี้ยิ่งมีค่ามากจะยิ่งแสดงถึงประสิทธิภาพในการวัดผลมากยิ่งขึ้นจึงนำ F-Score มาเป็นรวมค่าตัวชี้วัดที่สอดคล้องกัน สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 4.3

$$F - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4.3)$$

จากค่า F-Score ที่สูงที่สุดจะเลือกเป็นระยะห่างขององค์ประกอบทั้งสามที่ใช้สำหรับการทดสอบการดึงรูปมาร์คเกอร์ให้กลับมาในหน้าตรงซึ่งสามารถแสดงค่าตัวชี้วัดดังตารางที่ 4.2

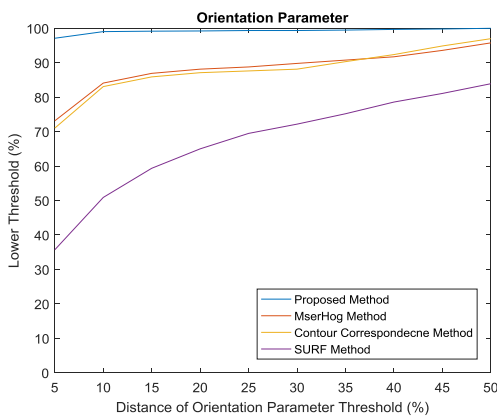
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความแตกต่างของแต่ละองค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์

ร้อยละความแตกต่าง	ค่าความแม่นยำ	ค่าเรียกกลับ	F-Score
5	0.879	0.967	0.921
10	0.970	0.914	0.941
15	0.985	0.844	0.909
20	0.985	0.822	0.897
25	0.985	0.802	0.884
30	0.985	0.793	0.878
35	0.985	0.774	0.867
40	0.985	0.765	0.861
45	0.985	0.756	0.855
50	1.000	0.742	0.852

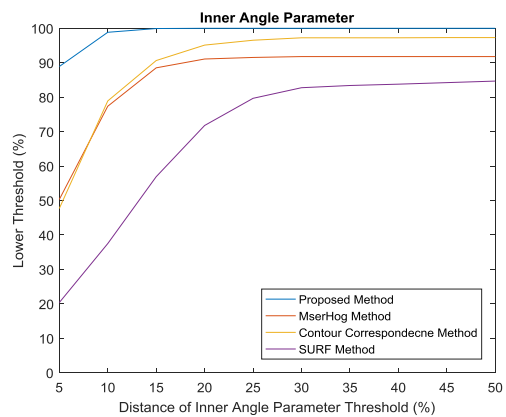
จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 ค่า F-Score ที่สูงที่สุดคือ ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัดที่ใกล้เคียงจากการประเมินจากคนที่สุด ดังนั้นจึงนำเกณฑ์นี้ไปใช้วัดคุณภาพและเปรียบเทียบผลลัพธ์ในงานวิจัยชิ้นนี้ โดยที่ค่าความแตกต่างที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 จะเป็นผลลัพธ์การคืนรูปภาพในหน้าตรงที่ถูกต้อง

4.3.1. ชุดรูปภาพต้นแบบที่เป็นรูปแบบลายมือเขียนเดินวนกับรูปมาร์คเกอร์ทดสอบ

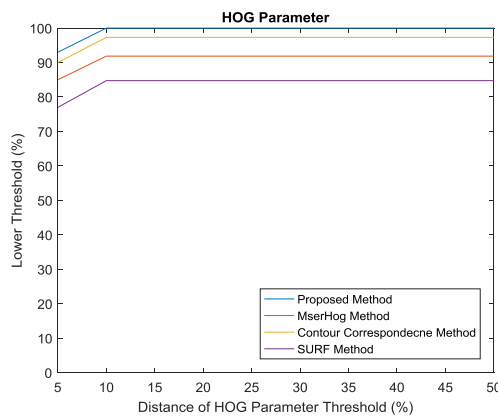
การทดลองโดยใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียน โดยรูปต้นแบบชุดนี้จะเป็นการบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการทำงานสกัดหาคุณลักษณะเด่นและเชื่อมต่อมุมมองได้ดีที่สุด เนื่องจากรูปทดสอบและรูปต้นแบบจะเป็นรูปจากมาร์คเกอร์เดียวกันทำให้การประมาณจุดที่เป็นตำแหน่งเดียวกันควรจะมีการจับคู่กันระหว่างสองรูปที่ถูกต้องมากที่สุด โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของทั้งสี่วิธีสามารถแสดงผลลัพธ์ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ทั้งสามตั้งแต่ที่ร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.10



(ก) ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์



(ข) มุมภายในแต่ละมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบคำศัพท์



(ค) ลักษณะทิศทางของเส้นขอบของพื้นที่ตัวอักษร

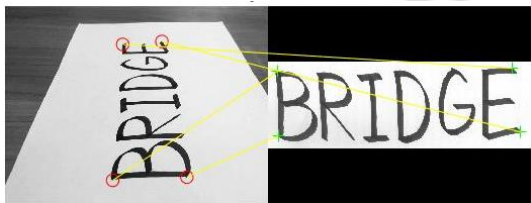



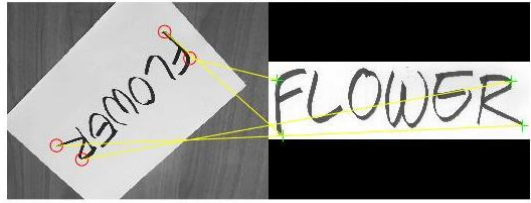


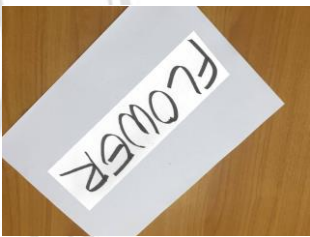
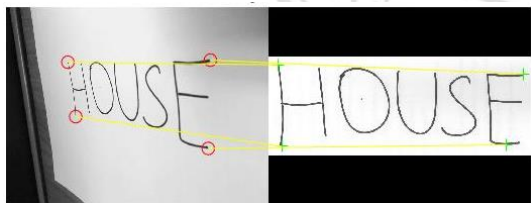

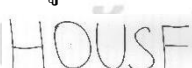

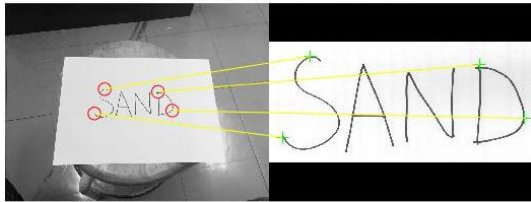



รูปที่ 4.10 ผลลัพธ์ร้อยละความแตกต่างของแต่ละระดับตัวชี้วัด จากชุดรูปภาพต้นแบบที่เป็นรูปแบบลายมือเขียนเดินวนกับรูปมาร์คเกอร์ทดสอบ

โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนได้ใช้ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัดที่ใกล้เคียงจากการประเมินจากคนที่สุ่ม ซึ่งทำให้วิธีที่วิจัยนี้นำเสนอได้ค่าความถูกต้องอยู่ 98.85 % สำหรับวิธีที่นำมาเปรียบเทียบต่าง ๆ นั้นได้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องคือ วิธี MSER+HOG เท่ากับ 65.96 % วิธี SURF เท่ากับ 35.00 % และวิธี Contour Correspondence เท่ากับ 51.47 % สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้ตามตารางที่ 4.3 และรูปตัวอย่างผลลัพธ์ในตารางที่ 4.4 – 4.7 ซึ่งจะพบว่าแต่ละวิธียังสามารถเชื่อมต่อมุมมองได้ในค่าความถูกต้องที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของชุดทดสอบทั้งหมด เนื่องจากทั้งสองรูปเป็นรูปจากมาร์คเกอร์เดียวกันจึงทำให้สามารถสกัดได้จุดคุณลักษณะเดียวกันในโอกาสที่สูง


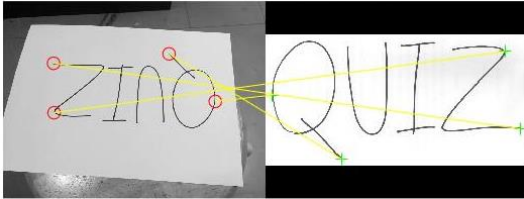


ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองโดยใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนที่ใช้ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัด

คำศัพท์	วิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่น			
	วิธีที่นำเสนอ	MSER+HOG	SURF	Contour Correspondence
AXIS	130	102	42	70
BRIDGE	130	94	58	65
CREEP	128	78	50	62
FLOWER	129	81	46	54
HOUSE	130	89	40	82
JUMP	128	81	36	55
QUIZ	125	108	47	69
RED	124	81	38	74
SAND	128	77	40	55
TRACK	130	80	46	68
VAN	130	94	48	89
YELLOW	130	64	55	60
รวม	1542	1029	546	803
ค่าความถูกต้อง (%)	98.85	65.96	35.00	51.47

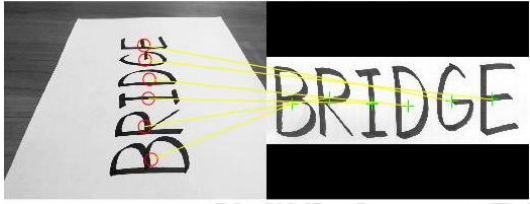



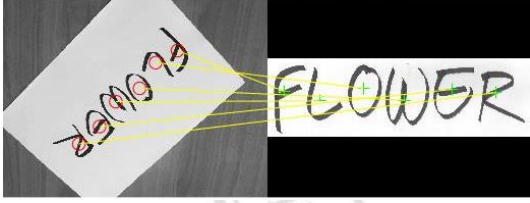

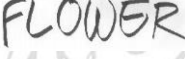

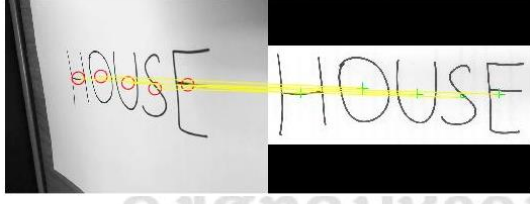

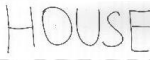

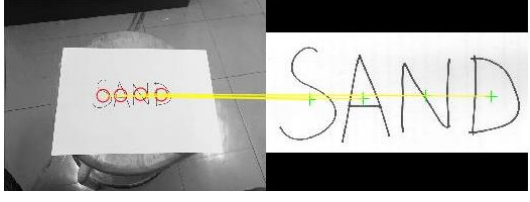



ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย (ต่อ)

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์ AXIS รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์ QUIZ รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์ TRACK รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์ YELLOW รูปตั้งต้น YELLOW	

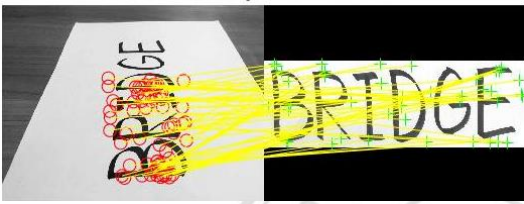


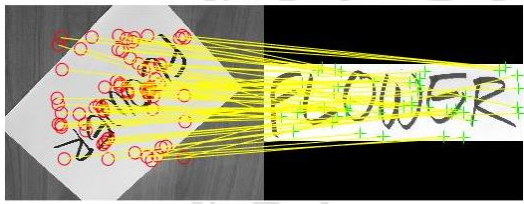


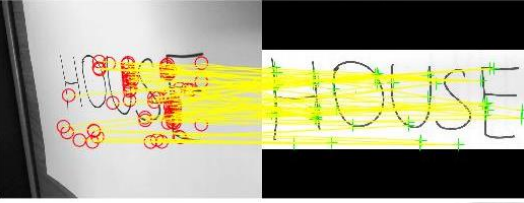


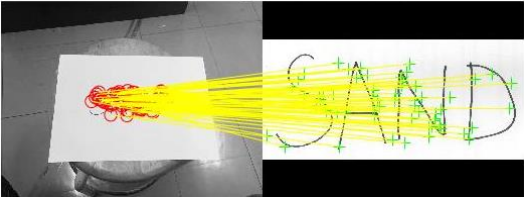


ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธี
MSER+HOG

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

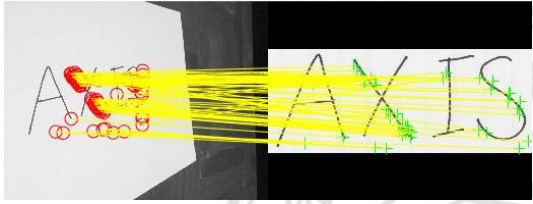



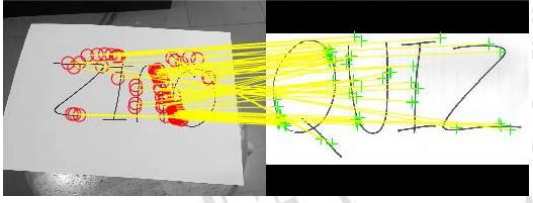


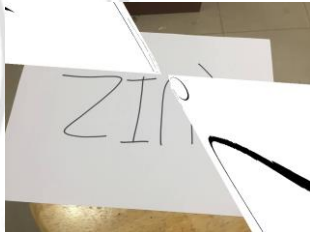
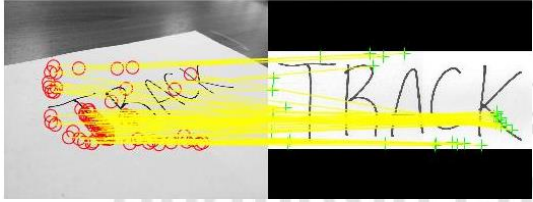



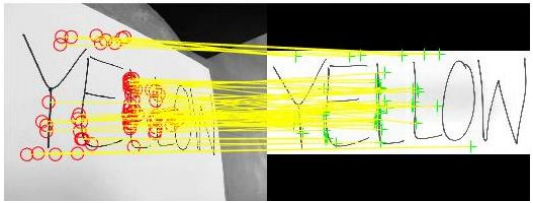



ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธี
MSER+HOG (ต่อ)

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

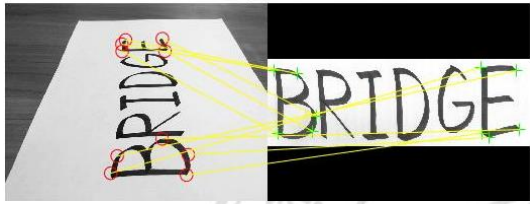


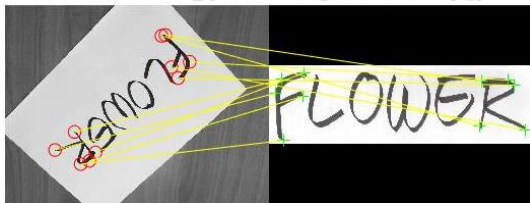



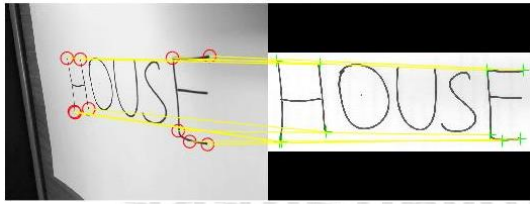



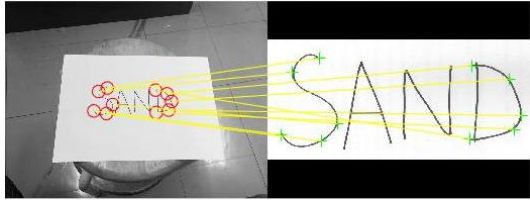



ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธี SURF

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น BRIDGE 	
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น FLOWER 	
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น HOUSE 	
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น SAND 	

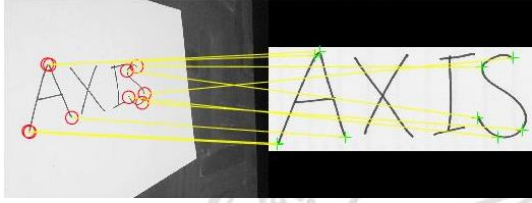

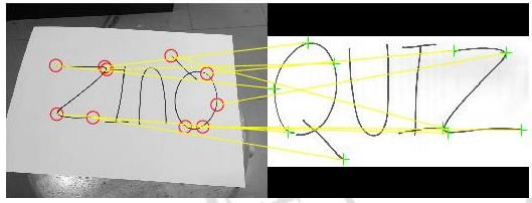
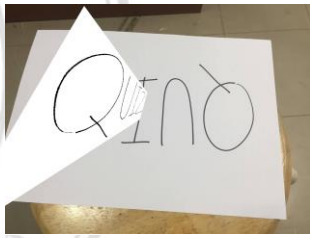
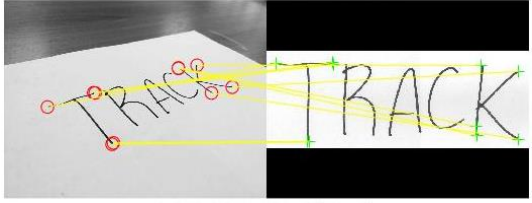

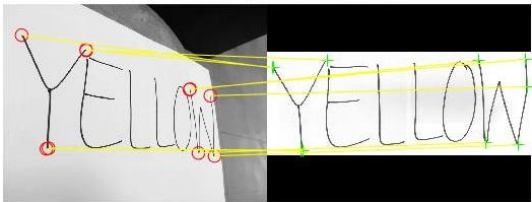

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธี SURF (ต่อ)

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธี Contour Correspondence

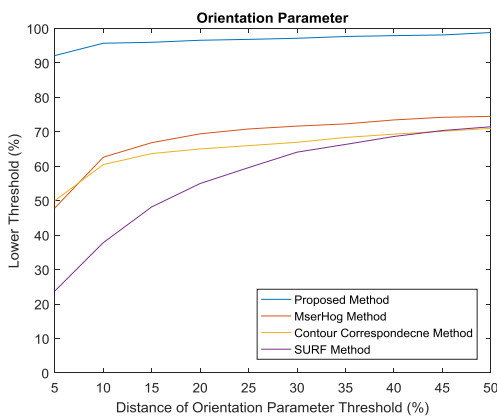
Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของวิธี Contour Correspondence (ต่อ)

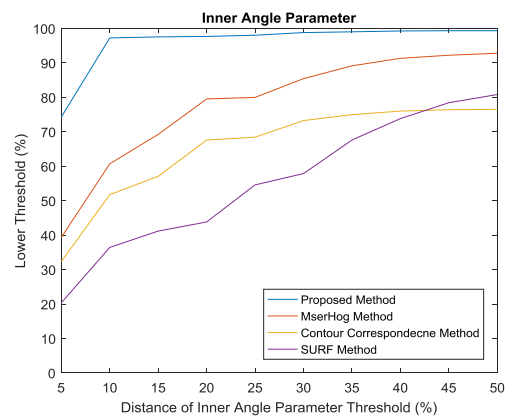
Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับ รูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์ AXIS รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์ QUIZ รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์ TRACK รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์ YELLOW รูปตั้งต้น YELLOW	

4.3.2. ชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri

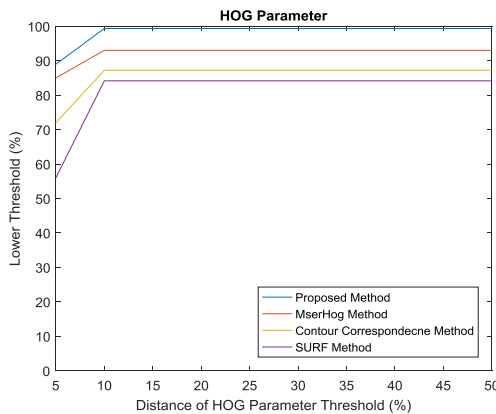
การทดลองโดยใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri โดยรูปต้นแบบชุดนี้เป็นชุดที่มีลักษณะรูปแบบของตัวอักษรใกล้เคียงกับลายมือเขียน เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีรายละเอียดของแต่ละตัวอักษรอยู่ในรูปแบบตัวพิมพ์มาตรฐาน ซึ่งจะทำให้ลักษณะมีความใกล้เคียงกับความหลากหลายของรูปแบบลายมือเขียนได้ โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของทั้งสี่วิธีสามารถแสดงผลที่ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ทั้งสามตั้งแต่ที่ร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.11



(ก) ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์



(ข) มุมภายในแต่ละมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบคำศัพท์



(ค) ลักษณะทิศทางของเส้นขอบของพื้นที่ตัวอักษร

รูปที่ 4.11 ผลลัพธ์ร้อยละความแตกต่างของแต่ละระดับตัวชี้วัด จากชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri

โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ได้ใช้ ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัดที่ใกล้เคียงจากการ ประเมินจากคนที่สุ่ม ซึ่งทำให้วิธีที่วิจัยนี้นำเสนอได้ค่าความถูกต้องอยู่ 97.31 % สำหรับวิธีที่นำมา เปรียบเทียบต่าง ๆ นั้น ได้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องคือ วิธี MSER+HOG เท่ากับ 60.96 % วิธี SURF เท่ากับ 34.81 % และวิธี Contour Correspondence เท่ากับ 49.74 % สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้ตาม ตารางที่ 4.8 และรูปตัวอย่างผลลัพธ์ในตารางที่ 4.9 – 4.12 ซึ่งจะพบว่าแต่ละวิธียังสามารถเชื่อมต่อ มุมมองได้ในค่าความถูกต้องที่สูงเกิน 70% ได้แก่วิธีที่นำเสนอในงานวิจัย MSER+HOG และ Contour Correspondence เนื่องรูปมาร์คเกอร์ตั้งต้นนั้นมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับลายมือเขียนในรูปแบบต่างๆ และเป็นการสกัดคุณลักษณะเด่นเฉพาะที่ จึงทำให้สามารถสกัดได้จุดคุณลักษณะเด่นที่มีโอกาสเป็น ตำแหน่งเดียวกันได้สูง

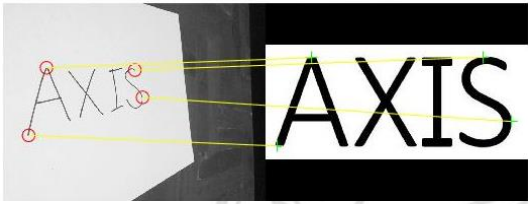


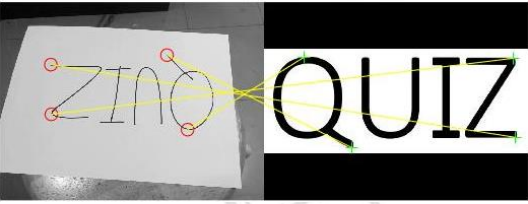
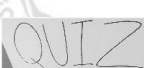

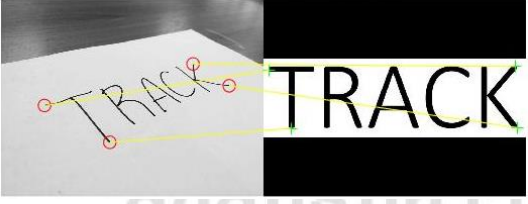



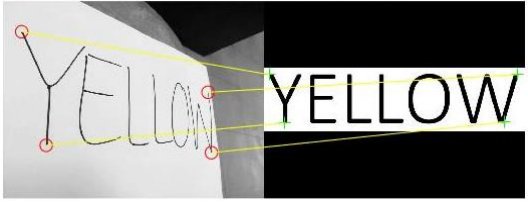
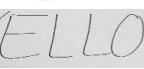


ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองโดยใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ที่ใช้ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัด

คำศัพท์	วิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่น			
	วิธีที่นำเสนอ	MSER+HOG	SURF	Contour Correspondence
AXIS(130)	129	86	46	71
BRIDGE(130)	130	59	62	59
CREEP(130)	122	71	28	47
FLOWER(130)	129	79	46	63
HOUSE(130)	126	60	51	71
JUMP(130)	119	79	11	51
QUIZ(130)	127	63	49	72
RED(130)	127	86	47	73
SAND(130)	127	112	53	66
TRACK(130)	125	106	55	73
VAN(130)	128	74	46	72
YELLOW(130)	130	76	49	58
รวม (1560)	1519	951	543	776
ค่าความถูกต้อง(%)	97.31	60.96	34.81	49.74

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย (ต่อ)

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

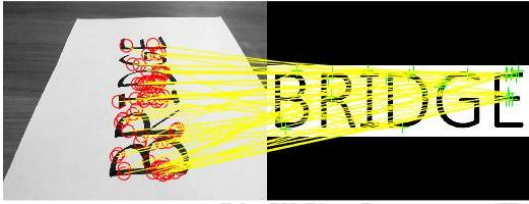

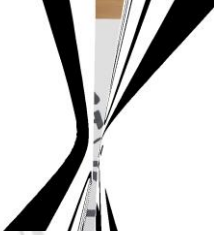
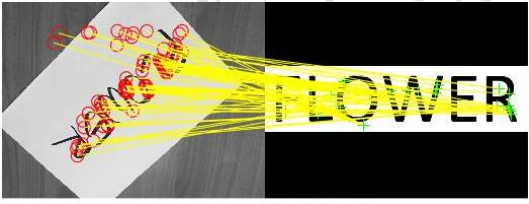
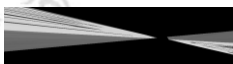
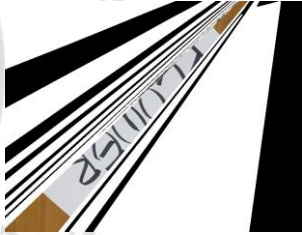
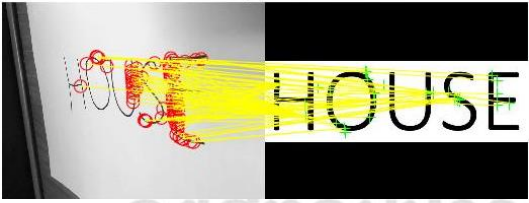
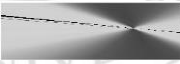

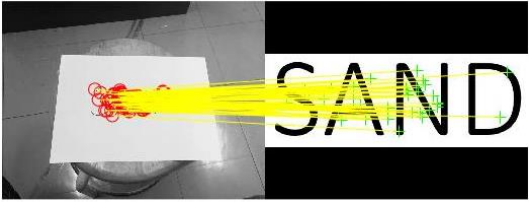


ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่ MSER + HOG

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่ MSER + HOG (ต่อ)

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น YELLOW	

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่ SURF

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>BRIDGE</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>FLOWER</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>HOUSE</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>SAND</p>	

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่ SURF (ต่อ)

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>AXIS</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>QUIZ</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>TRACK</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>YELLOW</p>	

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่ Contour Correspondence

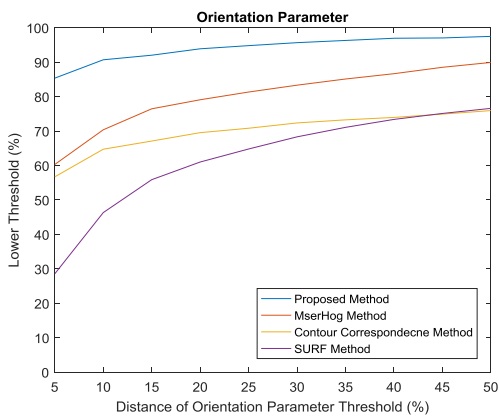
Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของวิธีที่ Contour Correspondence (ต่อ)

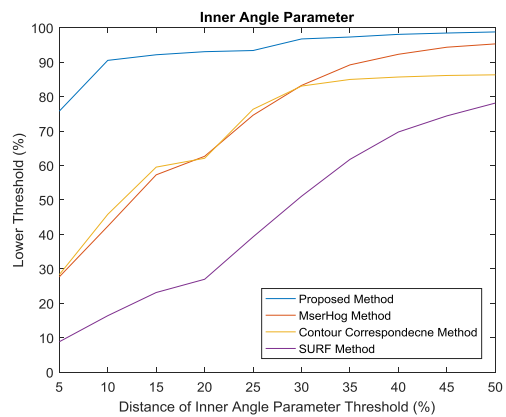
Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์ รูปตั้งต้น YELLOW	

4.3.3. ชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria

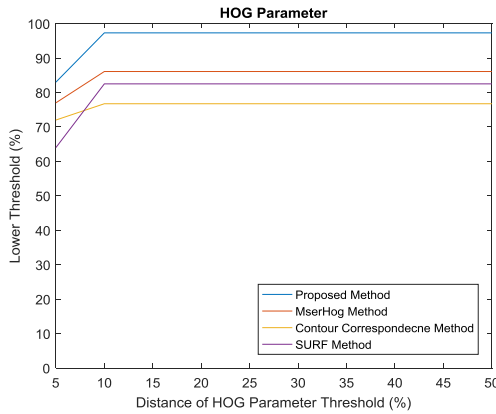
การทดลองโดยใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria โดยรูปต้นแบบชุดนี้เป็นชุดที่มีลักษณะรูปแบบของตัวอักษรที่มีลักษณะเฉพาะของตัวเอง ซึ่งเป็นลายละเอียดที่ไม่พบในรูปแบบลายมือเขียน แต่ยังคงรูปร่างโดยรวมเป็นคำศัพท์เดียวกันเช่นเดิม เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีลายละเอียดของแต่ละตัวอักษรอยู่ในรูปแบบเฉพาะแตกต่างกัน จึงทำให้ยากต่อการประมาณจุดที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันระหว่างสองรูปที่แตกต่างกัน โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri ของทั้งสี่วิธีสามารถแสดงผลพร้อมร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ทั้งสามตั้งแต่ที่ร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.12



(ก) ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์



(ข) มุมภายในแต่ละมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบคำศัพท์



(ค) ลักษณะทิศทางของเส้นขอบของพื้นที่ตัวอักษร

รูปที่ 4.12 ผลลัพธ์ร้อยละความแตกต่างของแต่ละระดับตัวชี้วัด จากชุดรูปภาพต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria

โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria ใช้ ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัดที่ใกล้เคียงจากการ ประเมินจากคนที่สุด ซึ่งทำให้วิธีที่วิจัยนี้นำเสนอได้ค่าความถูกต้องอยู่ 90.06 % สำหรับวิธีที่นำมา เปรียบเทียบต่าง ๆ นั้นได้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องคือ วิธี MSER+HOG เท่ากับ 40.58 % วิธี SURF เท่ากับ 14.49 % และวิธี Contour Correspondence เท่ากับ 42.18 % สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้ตาม ตารางที่ 4.13 และรูปตัวอย่างผลลัพธ์ในตารางที่ 4.14 – 4.17 จากผลลัพธ์โดยรวมมีค่าความถูกต้อง ลดลงจากรูปต้นแบบรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากการที่รูปมาร์กเกอร์จากฉากจริง และรูปต้นแบบของมาร์ค เเกอร์มีความแตกต่างกันพอสมควรจึงทำให้การสกัดจุดคุณลักษณะเด่นเป็นไปได้ยาก

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria ใช้ ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัด

คำศัพท์	วิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่น			
	วิธีที่นำเสนอ	MSER+HOG	SURF	Contour Correspondence
AXIS	124	72	48	93
BRIDGE	125	43	11	58
CREEP	115	46	2	36
FLOWER	119	56	2	16
HOUSE	121	39	11	32
JUMP	114	40	0	61
QUIZ	122	62	54	91
RED	110	61	45	69
SAND	97	60	7	63
TRACK	106	46	0	30
VAN	127	74	41	84
YELLOW	125	34	5	25
รวม	1405	633	226	658
ค่าความถูกต้อง	90.06	40.58	14.49	42.18

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria ของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์ BRIDGE รูปตั้งต้น BRIDGE	
	ผลลัพธ์ FLOWER รูปตั้งต้น FLOWER	
	ผลลัพธ์ HOUSE รูปตั้งต้น HOUSE	
	ผลลัพธ์ SAND รูปตั้งต้น SAND	

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย (ต่อ)

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

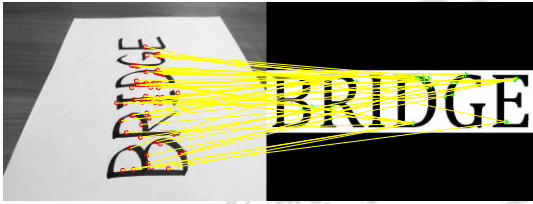


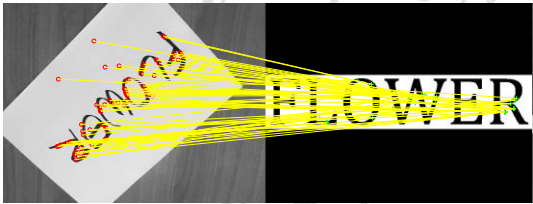
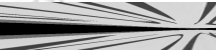
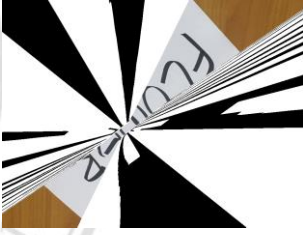
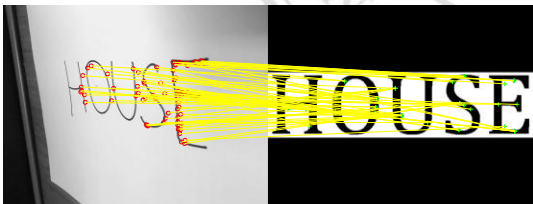

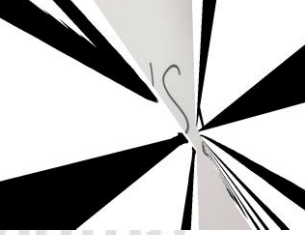



ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธี MSER + HOG

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

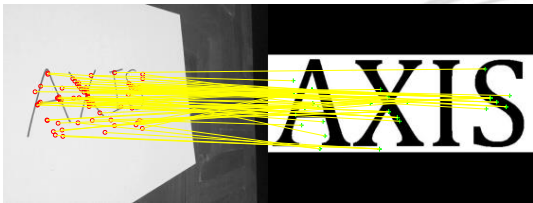

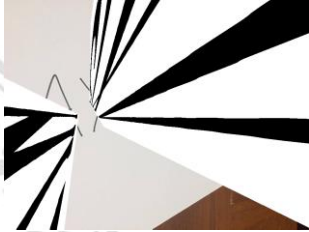
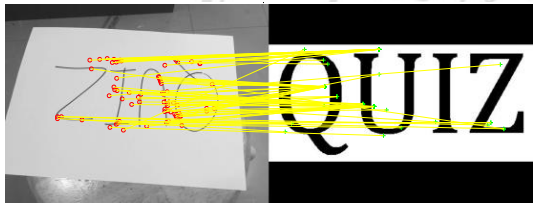

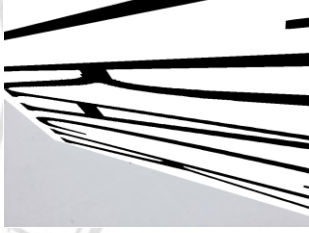
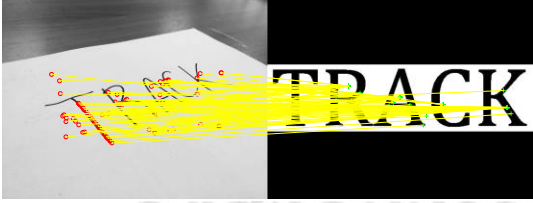

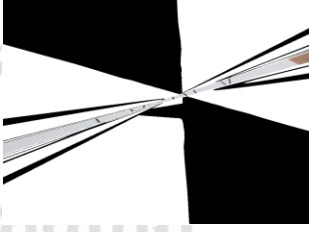
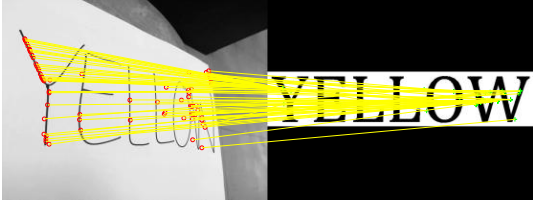

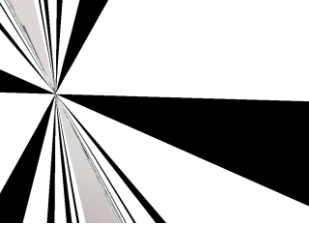
ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธี MSER + HOG (ต่อ)

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธี SURF

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>BRIDGE</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>FLOWER</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>HOUSE</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>SAND</p>	

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธี SURF (ต่อ)

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น YELLOW	

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธี Contour Correspondence

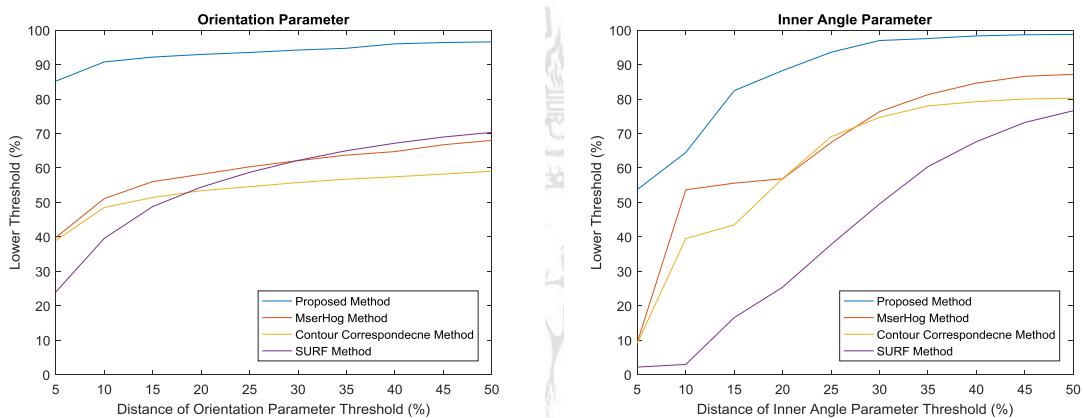
Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Cambria ของวิธี Contour Correspndence (ต่อ)

Contour Correspndence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น YELLOW	

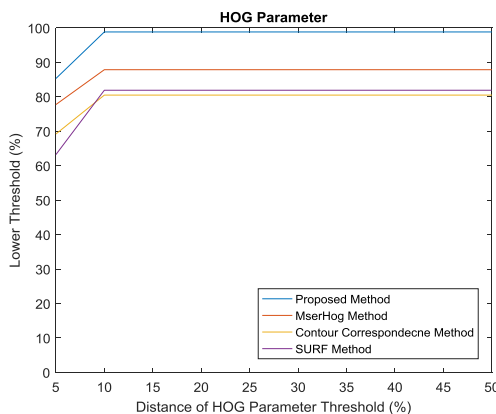
4.3.4. ชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New

การทดลองโดยใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New โดยรูปต้นแบบชุดนี้เป็นชุดที่มีลักษณะรูปแบบของตัวอักษรที่มีลักษณะเฉพาะของตัวเอง ซึ่งเป็นลายละเอียดที่ไม่พบในรูปแบบลายมือเขียน แต่ยังคงรูปร่างโดยรวมเป็นคำศัพท์เดียวกันเช่นเดิม เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีรายละเอียดของแต่ละตัวอักษรอยู่ในรูปแบบเฉพาะแตกต่างกัน จึงทำให้ยากต่อการประมาณจุดที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันระหว่างสองรูปที่แตกต่างกัน โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบลายมือเขียนของทั้งสี่วิธีสามารถแสดงผลลัพธ์ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ทั้งสามตั้งแต่ที่ร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.13



(ก) ทิศทางแกนหลักของคำศัพท์

(ข) มุมภายในแต่ละมุมของพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบคำศัพท์



(ค) ลักษณะทิศทางของเส้นขอบของพื้นที่ตัวอักษร

รูปที่ 4.13 ผลลัพธ์ร้อยละความแตกต่างของแต่ละระดับตัวชี้วัด จากชุดมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New

โดยผลลัพธ์จากการใช้ชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New ได้ใช้ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัดที่ใกล้เคียงจากการประเมินจากคนที่สุ่มทำให้วิธีที่วิจัยนี้นำเสนอได้ค่าความถูกต้องอยู่ 64.49 % สำหรับวิธีที่นำมาเปรียบเทียบต่าง ๆ นั้นได้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องคือ วิธี MSER+HOG เท่ากับ 53.65 % วิธี SURF เท่ากับ 2.18 % และวิธี Contour Correspondence เท่ากับ 39.49 % สามารถสรุปผลลัพธ์ที่ได้ตามตารางที่ 4.18 และรูปตัวอย่างผลลัพธ์ในตารางที่ 4.19 – 4.22 จากผลลัพธ์โดยรวมมีค่าความถูกต้องลดลงจากรูปต้นแบบรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากการที่รูปมาร์คเกอร์จากฉากจริง และรูปต้นแบบของมาร์คเกอร์มีความแตกต่างกันพอสมควรจึงทำให้การสกัดจุดคุณลักษณะเด่นเป็นไปได้ยาก

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New ใช้ร้อยละความแตกต่างขององค์ประกอบพื้นที่คำศัพท์ที่อยู่ร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัด

คำศัพท์	วิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่น			
	วิธีที่นำเสนอ	MSER+HOG	SURF	Contour Correspondence
AXIS	115	71	5	66
BRIDGE	116	78	1	39
CREEP	50	87	1	40
FLOWER	79	75	2	47
HOUSE	88	82	1	28
JUMP	66	76	0	52
QUIZ	111	91	10	72
RED	65	64	6	78
SAND	58	67	1	50
TRACK	103	42	2	68
VAN	126	55	4	45
YELLOW	29	49	1	31
รวม	1006	837	35	616
ค่าความถูกต้อง	64.49	53.65	2.18	39.49

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New ของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย (ต่อ)

Proposed Method		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	ผลลัพธ์ AXIS รูปตั้งต้น AXIS	
	ผลลัพธ์ QUIZ รูปตั้งต้น QUIZ	
	ผลลัพธ์ TRACK รูปตั้งต้น TRACK	
	ผลลัพธ์ YELLOW รูปตั้งต้น YELLOW	

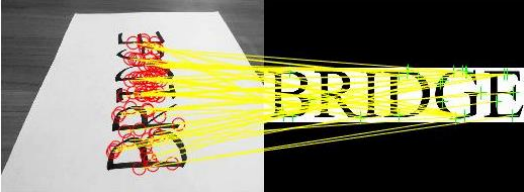
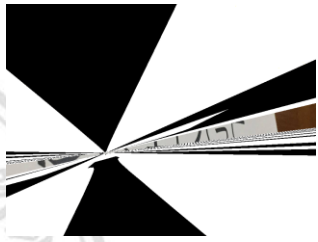
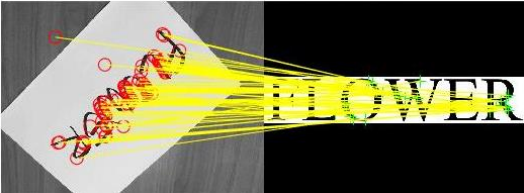

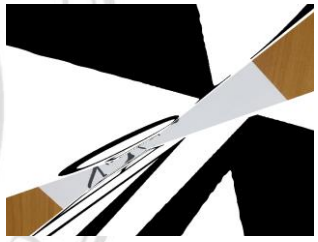


ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธี MSER + HOG

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
 	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
 	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
 	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
 	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธี MSER + HOG (ต่อ)

MSER + HOG		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> 	

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธี SURF

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>BRIDGE</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>FLOWER</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>HOUSE</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>SAND</p>	

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธี SURF (ต่อ)

SURF		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>AXIS</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>QUIZ</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>TRACK</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>YELLOW</p>	

ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธี Contour Correspondence

Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูปต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้นในฉากจริง
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	
	ผลลัพธ์  รูปตั้งต้น 	

ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างผลการทดลองจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบ
ตัวอักษร Angsana New ของวิธี Contour Correspondence (ต่อ)

Contour Correspondence		
ผลการจับคู่จุดคุณลักษณะเด่น	เปรียบเทียบผลลัพธ์กับรูป ต้นแบบ	จำลองรูปตั้งต้น ในฉากจริง
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>AXIS</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>QUIZ</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>TRACK</p>	
	<p>ผลลัพธ์</p>  <p>รูปตั้งต้น</p> <p>YELLOW</p>	

4.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการค้นหาและประมาณจุดที่เป็นตำแหน่งเดียวกันระหว่างสองรูปเพื่อใช้ในการสร้างโฮโมกราฟฟีเมตริกซ์ และเชื่อมต่อมุมมองระหว่างสองรูปภาพคือ รูปภาพมาร์คเกอร์จากกล้อง และรูปภาพมาร์คเกอร์ต้นแบบ พบว่าการใช้รูปมาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นรูปแบบลายมือเขียนแบบเดียวกันกับมาร์คเกอร์ในรูปจากกล้องนั้นให้ผลลัพธ์ความถูกต้องมากที่สุดของแต่ละวิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่นจากพื้นที่ที่สนใจ และการจับคู่ตำแหน่งที่ตรงกันที่นำมาทดลอง เนื่องจากเป็นรูปมาร์คเกอร์เดียวกันทำให้การประมาณจุดที่ตรงกันแม่นยำ และสามารถนำไปสร้างโฮโมกราฟฟีเมตริกซ์มาเชื่อมต่อมุมมองได้ถูกต้อง โดยวิธีที่นำเสนอได้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่ 98.72 % เนื่องจากเป็นวิธีที่สนใจในรูปแบบเฉพาะของพื้นที่มาร์คเกอร์คำศัพท์ ดังนั้นการเปรียบเทียบคำศัพท์ที่มาจากรูปแบบเดียวกันจึงค่าความถูกต้องเป็นไปได้สูง ในส่วนของวิธี MSER + HOG นั้นสามารถแสดงค่าความถูกต้องเท่ากับ 65.96 % เป็นผลมาจากปัญหาหลักของวิธีนี้คือการที่ตัวอักษรในมาร์คเกอร์คำศัพท์นั้นมีตัวอักษรที่ซ้ำกันมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไปจึงทำให้การเปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่ MSER นั้นเกิดการจับคู่ที่ผิดพลาดได้จึงส่งผลให้การคำนวณโฮโมกราฟฟีเมตริกซ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อมุมมองเกิดความคลาดเคลื่อนและไม่สามารถดึงรูปมาร์คเกอร์กลับมาในแบบหน้าตรงได้ ซึ่งปัญหาเช่นนี้เป็นผลกับในวิธี Contour Correspondence ด้วยเพราะเนื่องจากวิธีนี้จะสกัดจุดคุณลักษณะเด่นจากลักษณะเฉพาะของเส้นขอบแต่ละตัวอักษรในคำศัพท์ จึงทำให้เกิดผลกระทบกับค่าความถูกต้องเช่นกัน ซึ่งวิธีนี้ได้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องที่ 51.47 % ต่ำกว่าวิธีที่นำเสนอ และวิธี MSER เพราะไม่สามารถทนทานต่อการหมุนรูปภาพที่ทำให้ลำดับของตัวอักษรในมาร์คเกอร์คำศัพท์นั้นเปลี่ยนแปลงได้ ในส่วนวิธีสุดท้ายที่ให้ค่าความถูกต้องต่ำที่สุดคือวิธี SURF เนื่องจากการมาร์คเกอร์แบบลายมือเขียนนั้นมีรูปทรงและพื้นที่ที่จะใช้เป็นลักษณะเด่นที่แม่นยำของวิธี SURF ได้น้อย และยังสกัดคุณลักษณะเด่นที่มากเกินไปและไม่เชื่อมโยงกันระหว่างทั้งสองรูปจึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการเชื่อมต่อมุมมองถึงแม้จะเป็นรูปแบบลายมือเดียวกันโดยให้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องที่ 25.64 %

ในส่วนของผลลัพธ์จากชุดจากชุดรูปภาพต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Calibri นั้นในแต่ละวิธีการสกัดจุดคุณลักษณะเด่นจากพื้นที่ที่สนใจ และการจับคู่ตำแหน่งที่ตรงกันที่นำมาทดลองมีผลลัพธ์ค่าความถูกต้องที่ลดลง เนื่องจากรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบไม่ได้ใช้รูปแบบเดียวกับมาร์คเกอร์จากกล้องแล้วจึงทำให้ความหลากหลายของรูปแบบลายมือที่แตกต่างกันของคำศัพท์ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการจับคู่ลักษณะเด่นในแต่ละวิธี โดยวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยได้ผลลัพธ์ที่ 97.37 % เป็นค่าผลลัพธ์สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธีเพราะถึงแม้ว่ารูปแบบมาร์คเกอร์คำศัพท์ที่มาจากหลากหลายรูปแบบลายมือยังคงความเฉพาะของลักษณะโดยรวมของพื้นที่คำศัพท์ไว้

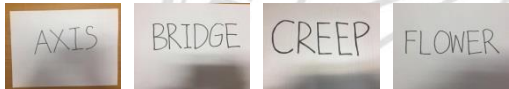
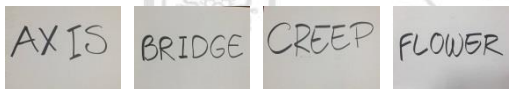
ทำให้วิธีที่นำเสนอยังสามารถประมาณตำแหน่งจุดที่ตรงกันระหว่างรูปมาร์คเกอร์ทั้งสองได้ ส่วนอีกทั้งสามวิธีทดลองจากข้อจำกัดเดิมที่กล่าวไปในการทดลองรูปแบบลายมือเดียวกันโดยให้ผลลัพธ์ค่าความถูกต้องที่ลดลงคือ 60.96% 43.81% และ 49.74 % เป็นค่าความถูกต้องจากวิธี MSER+HOG SURF และ Contour Correspondence ตามลำดับ ซึ่งค่าความถูกต้องที่ลดลงเกิดจากรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบไม่เหมือนกับรูปมาร์คเกอร์ลายมือเขียนจากกล้องจึงทำให้การสกัดหาจุดคุณลักษณะเด่นที่ตรงกันระหว่างสองรูปเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ในส่วนการทดลองจากชุดรูปภาพมาร์คเกอร์ต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Cambria ในวิธีการสกัดและจับคู่คุณลักษณะเด่นระหว่างมาร์คเกอร์นั้นมีผลลัพธ์ค่าความถูกต้องของวิธีที่นำเสนอลดลงเล็กน้อย เนื่องจากรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบนั้นมีลักษณะโดยรวมของแต่ละตัวอักษรแตกต่างจากรูปแบบลายมือเขียนทำให้การสกัดหาจุดคุณลักษณะเด่นที่ตรงกันระหว่างสองรูปเกิดความคลาดเคลื่อนได้ โดยวิธีที่นำเสนอนั้นได้ผลลัพธ์ที่ 90.06 % เนื่องจากรูปแบบตัวอักษรของรูปต้นแบบเปลี่ยนไปจึงทำให้ลักษณะเฉพาะของพื้นที่คำศัพท์ที่มีความเฉพาะของรูปแบบอักษรแบบ Cambria ที่มีรายละเอียดที่ปรากฏในรูปแบบลายมือเขียน ไม่มากจึงทำให้การสกัดหาจุดคุณลักษณะเด่นผิดพลาดจากเดิมที่ใช้มาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นลายมือเดียวกัน และในส่วนของวิธี MSER+HOG และ Contour Correspondence นั้นมีปัญญาคือเดิมอยู่แล้ว และมีปัญหาของความเฉพาะของพื้นที่คำศัพท์ระหว่างสองรูปไม่ตรงกันจึงทำให้ความถูกต้องของผลลัพธ์ลดลงคือ 40.58 % และ 42.18 % ตามลำดับ ส่วนวิธี SURF ในสามารถสกัดคุณลักษณะเด่นที่ตรงกันระหว่างสองรูปได้เนื่องจากรูปแบบคำศัพท์นั้นมีจุดคุณลักษณะเด่นสำหรับวิธี SURF ที่น้อยอยู่แล้วทำให้การที่ใช้รูปต้นแบบที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างมากขึ้นทำให้ความสามารถในการประมาณตำแหน่งที่ตรงกันลดลงเหลือ 14.49 %

สำหรับการทดลองจากชุดรูปภาพมาร์คเกอร์ต้นแบบเป็นรูปแบบตัวพิมพ์รูปแบบตัวอักษร Angsana New ทุกวิธีการสกัดและจับคู่คุณลักษณะเด่นระหว่างมาร์คเกอร์นั้นมีผลลัพธ์ค่าความถูกต้องที่ลดลงทั้งหมด เนื่องจากรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบนั้นมีลักษณะโดยรวมของแต่ละตัวอักษรแตกต่างจากรูปแบบลายมือเขียนทำให้การสกัดหาจุดคุณลักษณะเด่นที่ตรงกันระหว่างสองรูปเกิดความคลาดเคลื่อนได้ โดยวิธีที่นำเสนอนั้นได้ผลลัพธ์ที่ 64.49 % เนื่องจากรูปแบบตัวอักษรของรูปต้นแบบเปลี่ยนไปจึงทำให้ลักษณะเฉพาะของพื้นที่คำศัพท์ที่มีความเฉพาะของรูปแบบอักษรแบบ Angsana New ที่มีรายละเอียดที่ไม่ค่อยปรากฏในรูปแบบลายมือเขียนจึงทำให้การสกัดหาจุดคุณลักษณะเด่นผิดพลาดจากเดิมที่ใช้มาร์คเกอร์ต้นแบบที่เป็นลายมือเดียวกัน และในส่วนของวิธี MSER+HOG และ Contour Correspondence นั้นมีปัญญาคือเดิมอยู่แล้ว และเพิ่มปัญหาของ

รายละเอียดของพื้นที่คำศัพท์ระหว่างสองรูปไม่ตรงกันจึงทำให้ความถูกต้องของผลลัพธ์ลดลงคือ 53.65 % และ 39.49 % ตามลำดับ ส่วนวิธี SURF ในสามารถสกัดคุณลักษณะเด่นที่ตรงกันระหว่างสองรูปได้เนื่องจากรูปแบบคำศัพท์นั้นมีจุดคุณลักษณะเด่นสำหรับวิธี SURF ที่น้อยอยู่แล้วและยังมีรูปแบบที่ของคำศัพท์ที่แตกต่างกันจึงทำให้สามารถเชื่อมต่อมุมมองของสองภาพได้เพียง 2.18 % เท่านั้น โดยความถูกต้องของการทดสอบนั้นสามารถสรุปได้ว่าขึ้นอยู่กับรูปแบบลักษณะของคำศัพท์ลายมือเขียนด้วย ซึ่งถ้ามาร์คเกอร์ทดสอบมีรูปแบบลักษณะที่เป็นลักษณะเด่นเฉพาะมากไปจึงทำให้ประมาณตำแหน่งที่ตรงกันกับรูปมาร์คเกอร์ต้นแบบที่ต่างรูปแบบแต่เป็นคำศัพท์เดียวกัน ซึ่งสามารถยกตัวอย่างผลลัพธ์ความถูกต้องของรูปแบบลายมือที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างผลลัพธ์ความถูกต้องของรูปแบบลายมือที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน

รูปแบบลายมือเขียน	ค่าความถูกต้อง
	0.99
	0.86

จากการทดลองทั้งสามวิธีนั้นสามารถสรุปได้ว่าระบบวิธีที่นำเสนอสามารถเชื่อมต่อมุมมองที่ตรงกันระหว่างมาร์คเกอร์ทดสอบ และมาร์คเกอร์ต้นแบบได้ถูกต้อง และสามารถนำไปพัฒนาเทคนิคการกำหนดตำแหน่งมาร์คเกอร์สำหรับความเป็นจริงเสริมด้วยมาร์คเกอร์คำศัพท์จากลายมือเขียนเพื่อเชื่อมมุมมองระหว่างภาพจริงและภาพเสริมจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ซึ่งเป็นไปตามจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้