บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขและการรู้จำนาฬิกาตัวเลข ดังนั้นจึงแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ในแต่ละส่วนจะอธิบายถึงวิธีการทดลอง ผลการทดลอง และการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

โปรแกรมต้นแบบที่ใช้ในการทดลองพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม MS Visual Studio C++ 6.0 และได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium 4 ความเร็ว 2.4 GHz หน่วยความจำ 1024 MB ในการประมวลผล

5.1 การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลข

การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขเป็นการระบุตำแหน่งของตัวเลขแต่ละตัวในภาพวีดิทัศน์โดยการตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบ ผู้ใช้จะต้องกำหนดรูปแบบของนาฬิกาตัวเลขก่อนการประมวลผลเพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งที่ตรวจหาได้ว่าเป็นตำแหน่งของวัน เดือน ปี ชั่วโมง นาที วินาที หรือเศษของวินาที เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการรู้จำต่อไป ในงานวิจัยนี้กำหนดให้การตรวจหาตำแหน่งจะถูกต้องก็ต่อเมื่อกรอบสี่เหลี่ยมแต่ละกรอบครอบคลุมตัวเลขแต่ละตัวทุก ๆ ตัว และสามารถแยกแยะวันที่และเวลาได้อย่างถูกต้อง มิฉะนั้นจะถือว่าการตรวจหาตำแหน่งผิดพลาด

ในการทดลองตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขได้ตั้งสมมติฐานว่าความถูกต้องและเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความละเอียดของภาพวีดิทัศน์
2. สื่อบันทึกข้อมูลภาพวีดิทัศน์
3. ความยากของปัญหาอันเนื่องมาจากพื้นหลัง
4. การตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุด

ในส่วนถัดไปจะอธิบายถึงการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลของปัจจัยข้างต้น โดยจะกล่าวถึงวิธีการทดลอง ผลการทดลอง และการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองในแต่ละปัจจัยซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 ปัจจัยด้านความละเอียดของภาพวีดิทัศน์

ในการทดลองนี้ได้ทำการทดสอบปัจจัยด้านความละเอียดของภาพวีดิทัศน์ว่าส่งผลต่อความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขมากน้อยเพียงใด มีรายละเอียดของวิธีการ

ทดลอง ผลการทดลอง และการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองดังนี้

วิธีการทดลอง

การทดลองได้นำภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายจากกล้องวีดิทัศน์แบบดิจิทัลมาใช้ทดสอบ ทั้งนี้เพื่อมิให้มีปัจจัยด้านสัญญาณรบกวนมาเกี่ยวข้อง และเพื่อให้ข้อมูลมีความหลากหลายจึงถ่ายทำในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันเช่น ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร สถานที่มืด สว่างแตกต่างกัน เป็นต้น ความละเอียดของภาพวีดิทัศน์แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ความละเอียด 352x288 จุดภาพ และ 706x576 จุดภาพ นาฬิกาตัวเลขของภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียด 352x288 จุดภาพมีความสูง 16 จุดภาพ ส่วนนาฬิกาตัวเลขที่ระดับความละเอียด 706x576 จุดภาพมีความสูง 32 จุดภาพ กำหนดให้ข้อมูลภาพวีดิทัศน์ในแต่ละระดับความละเอียดเป็นข้อมูลเดียวกันโดยทำการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขจำนวนระดับความละเอียดระดับละ 30 ช็อต เพื่อหาความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่ง

ผลการทดลอง

ผลการทดลองผลของปัจจัยด้านความละเอียดของภาพวีดิทัศน์แสดงดังตารางที่ 5.1 ผลการทดลองแสดงความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขซึ่งมีอัตราความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 86.67 สำหรับภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียด 352x288 จุดภาพ และร้อยละ 90 สำหรับภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียด 706x576 จุดภาพ จำนวนเฟรมเฉลี่ยและเวลาที่ใช้เฉลี่ยในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขมีค่าเท่ากับ 26.85 เฟรมและ 1.099 วินาทีตามลำดับสำหรับภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียด 352x288 จุดภาพ และเท่ากับ 22.93 เฟรมและ 1.118 วินาทีตามลำดับสำหรับภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียด 706x576 จุดภาพ

การวิเคราะห์และสรุปผล

ถึงแม้ว่าภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียดต่ำจะมีความคมชัดต่ำกว่าภาพวีดิทัศน์ที่ระดับความละเอียดสูง แต่เนื่องจากภาพวีดิทัศน์เป็นภาพที่ได้มาจากกล้องวีดิทัศน์โดยตรงทำให้มีสัญญาณรบกวนภายในภาพต่ำ ส่งผลให้ความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขของภาพวีดิทัศน์ทั้งสองระดับความละเอียดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ความคมชัดของภาพที่แตกต่างกันจะมีผลโดยตรงในขั้นตอนการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขอย่างหยาบเพราะว่าในงานวิจัยนี้ใช้ขอบภาพช่วยในการหาตำแหน่ง แต่ในกรณีที่ภาพมีสัญญาณรบกวนต่ำจึงทำให้การตรวจหาตำแหน่งอย่างละเอียดยังมีความถูกต้องอยู่ อย่างไรก็ตามภาพวีดิทัศน์ที่มีความละเอียดสูงกว่าจะใช้เวลาในการประมวลผลมากกว่าเพราะภาพมีขนาดใหญ่กว่า ถึงแม้ว่าจะใช้จำนวนเฟรมในการตรวจหาตำแหน่งน้อยกว่าก็ตาม

5.1.2 ปัจจัยด้านสื่อบันทึกข้อมูลภาพวีดิทัศน์

ข้อมูลภาพวีดิทัศน์ที่นำมาทดลองแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือภาพวีดิทัศน์ที่นำมาจากกล้องถ่าย

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองปัจจัยด้านความละเอียดของภาพวีดิทัศน์

ครั้งที่	ความละเอียด 352x288 จุดภาพ			ความละเอียด 706x576 จุดภาพ		
	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม (เฟรม)	เวลา (วินาที)	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม (เฟรม)	เวลา (วินาที)
1	✓	11	0.482	✓	7	0.383
2	✓	19	0.768	✓	21	0.876
3	✓	9	0.393	✓	7	0.470
4	✗	13	0.535	✗	14	0.666
5	✓	52	2.101	✓	51	2.246
6	✓	18	0.742	✓	16	0.818
7	✓	7	0.325	✓	5	0.392
8	✓	24	0.988	✓	20	1.055
9	✓	14	0.577	✓	9	0.553
10	✓	20	0.827	✓	17	0.845
11	✓	17	0.702	✓	11	0.780
12	✓	3	0.124	✓	3	0.146
13	✓	8	0.329	✓	5	0.393
14	✗	3	0.126	✓	3	0.162
15	✓	3	0.121	✓	3	0.139
16	✓	3	0.122	✓	3	0.150
17	✗	52	2.370	✗	41	2.612
18	✓	154	6.326	✓	141	7.188
19	✓	13	0.522	✓	9	0.389
20	✓	3	0.133	✓	3	0.170
21	✓	80	3.204	✓	80	3.409
22	✓	135	5.395	✓	127	5.183
23	✓	35	1.422	✓	35	1.684
24	✓	10	0.400	✓	10	0.484
25	✓	11	0.472	✓	5	0.419
26	✓	3	0.148	✓	3	0.292
27	✓	3	0.178	✓	3	0.306
28	✓	10	0.409	✓	9	0.536
29	✗	12	0.471	✗	9	0.526
30	✓	33	1.358	✓	13	0.714
เฉลี่ย	86.67%	26.85*	1.099*	90%	22.93*	1.118*

* นำเฉพาะครั้งที่ตรวจหาได้ถูกต้องมาหาค่าเฉลี่ย

วีดิทัศน์โดยตรงซึ่งเป็นระบบดิจิทัลและภาพวีดิทัศน์นำมาจากแถบวีดิทัศน์ซึ่งเป็นระบบแอนะล็อก การทดลองนี้ได้ทดสอบผลของปัจจัยด้านสื่อบันทึกข้อมูลภาพวีดิทัศน์ต่อความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งของนาฬิกาตัวเลข

วิธีการทดลอง

การทดลองทำโดยนำข้อมูลภาพวีดิทัศน์แบบดิจิทัลที่ทดลองในหัวข้อที่ 5.1.1 มาบันทึกลงในแถบวีดิทัศน์ และนำภาพที่ได้จากแถบวีดิทัศน์ซึ่งมีขนาด 352x288 จุดภาพมาตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขจำนวน 30 ช็อต โดยแต่ละช็อตเป็นภาพวีดิทัศน์ลำดับเดียวกันกับที่ทดลองในหัวข้อที่ 5.1.1 เพื่อให้ผลการทดลองสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

ผลการทดลอง

ผลการทดลองผลของปัจจัยด้านสื่อบันทึกข้อมูลภาพวีดิทัศน์แสดงดังตารางที่ 5.2 ผลการทดลองแสดงความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขแต่ละช็อตซึ่งมีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 73.33 ส่วนจำนวนเฟรมเฉลี่ยและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งมีค่าเท่ากับ 26.27 เฟรมและ 1.066 วินาที

การวิเคราะห์และสรุปผล

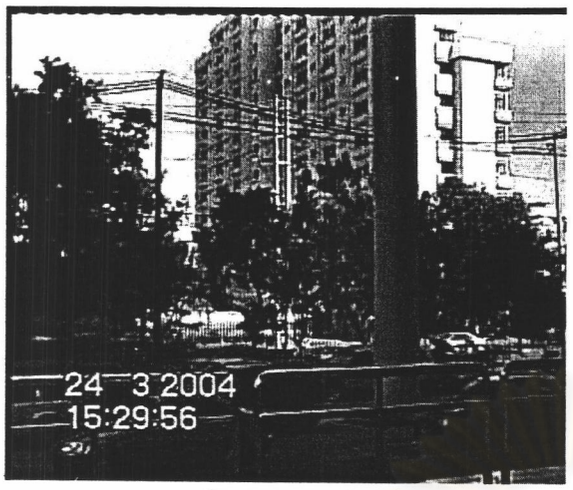
ภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์ให้ความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขต่ำกว่าภาพวีดิทัศน์ที่เป็นแบบดิจิทัล จากการสังเกตภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์จะมีสัญญาณรบกวนและมีความคมชัดของภาพต่ำรวมถึงมีความเพี้ยนของสีในบางจุดภาพ ทำให้การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขมีโอกาสผิดพลาดได้ ภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์ใช้จำนวนเฟรมและเวลาในการตรวจหาตำแหน่งมากกว่าภาพวีดิทัศน์แบบดิจิทัลเล็กน้อยอาจเนื่องมาจากการเพี้ยนของความสว่างในการแสดงผลภาพวีดิทัศน์ของเครื่องเล่นวีดิทัศน์ รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างภาพวีดิทัศน์ที่นำมาจากสื่อบันทึกข้อมูลต่างกัน โดยรูปที่ 5.1(ก)เป็นภาพวีดิทัศน์จากกล้องวีดิทัศน์ส่วนรูปที่ 5.1(ข) เป็นภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์ สังเกตเห็นว่ารูปที่ 5.1(ข) มีความเพี้ยนของภาพอยู่ ณ บริเวณด้านบนของภาพและมีสีต่างจากรูปที่ 5.1 (ก) เล็กน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองปัจจัยด้านสื่อบันทึกข้อมูลภาพวีดิทัศน์

ครั้งที่	ภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์ ความละเอียด 352x288 จุดภาพ		
	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม(เฟรม)	เวลา (วินาที)
1	✓	11	0.447
2	✓	18	0.745
3	✓	9	0.403
4	✗	9	0.375
5	✗	29	1.182
6	✗	26	1.054
7	✓	5	0.231
8	✓	23	0.968
9	✓	16	0.661
10	✓	43	1.784
11	✓	27	1.203
12	✓	5	0.237
13	✓	21	0.860
14	✗	11	0.455
15	✓	3	0.122
16	✓	4	0.165
17	✗	49	2.143
18	✓	152	6.230
19	✗	16	0.659
20	✓	6	0.252
21	✗	81	3.249
22	✓	117	4.176
23	✓	41	1.663
24	✓	13	0.554
25	✓	12	0.496
26	✓	5	0.229
27	✓	5	0.251
28	✓	11	0.475
29	✗	20	0.826
30	✓	31	1.302
เฉลี่ย	73.33%	26.27*	1.066*

* นำเฉพาะครั้งที่ตรวจหาได้ถูกต้องมาหาค่าเฉลี่ย



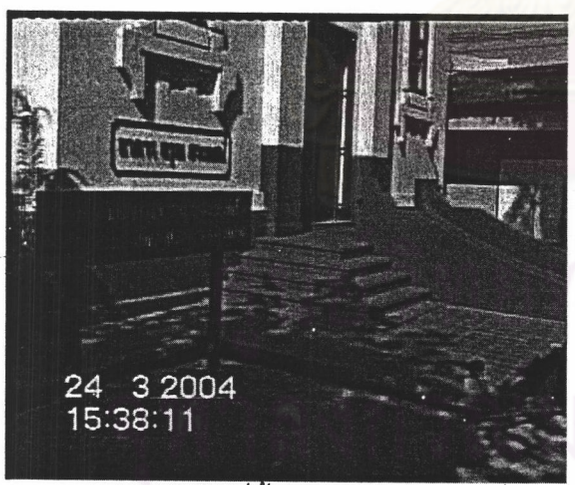
(ก) ภาพวีดิทัศน์จากกล้องวีดิทัศน์

(ข) ภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์

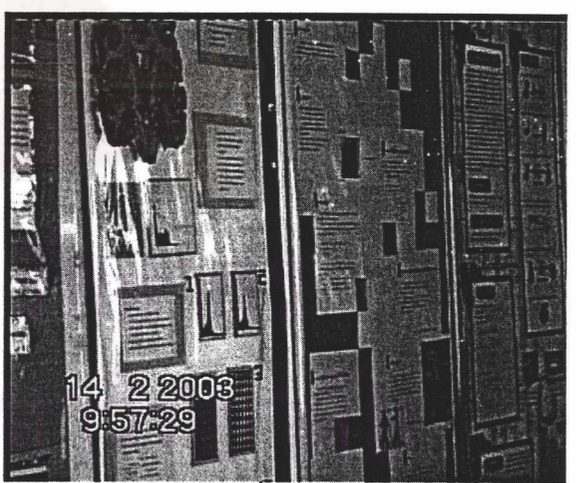
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างภาพวีดิทัศน์จากสื่อบันทึกข้อมูลต่างกัน

5.1.3 ปัจจัยด้านความยากของปัญหาอันเนื่องมาจากพื้นหลัง

ภาพวีดิทัศน์ที่มีความยากของปัญหาน้อยหมายถึงพื้นหลังของภาพวีดิทัศน์ ณ บริเวณที่เป็นนาฬิกาตัวเลขมีความเปรียบต่างกับนาฬิกาตัวเลขมาก เช่น นาฬิกามีสีขาว พื้นหลังจะต้องมีสีมืด แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5.2(ก) ขณะที่ปัญหาที่มีความยากมากพื้นหลังจะมีสีใกล้เคียงกับสีของนาฬิกาหรือมีรายละเอียดสูง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5.2(ข) การทดลองนี้ได้ทดสอบผลของความยากของปัญหาอันเนื่องมาจากพื้นหลังต่อความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งของนาฬิกาตัวเลข



(ก) ภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความซับซ้อนต่ำ



(ข) ภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความซับซ้อนสูง

รูปที่ 5.2 ตัวอย่างภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความซับซ้อนต่างกัน

วิธีการทดลอง

การทดลองทำโดยนำภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายจากกล้องวีดิทัศน์แบบดิจิทัลมาใช้ทดสอบ ทั้งนี้เพื่อมิให้มีปัจจัยด้านสัญญาณรบกวนมาเกี่ยวข้อง โดยภาพวีดิทัศน์ที่นำมาทดสอบมีความละเอียด 352x288

จุดภาพ และได้แบ่งภาพวีดิทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ภาพวีดิทัศน์ที่มีความยากของปัญหาน้อยและภาพวีดิทัศน์ที่ความยากของปัญหามาก ทำการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์ประเภทละ 30 ช็อต เพื่อหาความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่ง

ผลการทดลอง

ผลการทดลองผลของปัจจัยด้านความยากของปัญหาอันเนื่องมาจากพื้นหลังของภาพวีดิทัศน์แสดงดังตารางที่ 5.3 ผลการทดลองแสดงความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขในแต่ละช็อตซึ่งมีอัตราความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 96.67 สำหรับภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความยากของปัญหาน้อยและร้อยละ 86.67 สำหรับวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความยากของปัญหามาก ส่วนจำนวนเฟรมเฉลี่ยและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งมีค่าเท่ากับ 6.45 เฟรมและ 0.281 วินาทีตามลำดับสำหรับภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความยากของปัญหาน้อย และมีค่าเท่ากับ 79.04 เฟรมและ 3.276 วินาทีตามลำดับสำหรับภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความยากของปัญหามาก

การวิเคราะห์และสรุปผล

พื้นหลังที่มีความยากน้อยกว่าจะมีความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งสูงกว่า และใช้จำนวนเฟรมและเวลาในการประมวลผลน้อยกว่า ในด้านความถูกต้องภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความยากน้อยจะสามารถแบ่งส่วนนาฬิกาตัวเลขออกจากพื้นหลังได้ดีกว่าจึงทำให้ผลการตรวจหาตำแหน่งมีความถูกต้องมากกว่า สำหรับจำนวนเฟรมที่ใช้ประมวลผลภาพระหว่างภาพที่พื้นหลังมีความยากน้อยกับภาพที่พื้นหลังมีความยากมากมีความแตกต่างกันมากเนื่องมาจากจำนวนเฟรมที่ใช้ในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดแตกต่างกันมาก พื้นหลังที่มีความยากมากจะมีสีสว่างทำให้ต้องใช้จำนวนเฟรมในการประมวลในขั้นตอนดังกล่าวมาก ขณะที่พื้นหลังที่มีความยากน้อยจะมีสีมืดจึงใช้จำนวนเฟรมที่น้อย

5.1.4 ปัจจัยด้านการตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุด

การทดลองนี้ทดสอบผลของการตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดในหัวข้อที่ 3.2.1 การค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดมีการกำหนดค่าขีดแบ่งค่าหนึ่งซึ่งเป็นค่าขีดแบ่งของค่ามัธยฐานของฮิสโทแกรม ค่าขีดแบ่งดังกล่าวใช้เป็นเงื่อนไขในการหยุดการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุด

วิธีการทดลอง

การทดลองทำโดยนำภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายจากกล้องวีดิทัศน์แบบดิจิทัลมาใช้ทดสอบ ทั้งนี้เพื่อมิให้มีปัจจัยด้านสัญญาณรบกวนมาเกี่ยวข้อง และเพื่อให้ข้อมูลมีความหลากหลายจึงถ่ายทำในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันเช่น ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร สถานที่มืด สว่างแตกต่างกัน เป็นต้น ภาพวีดิทัศน์ที่นำมาทดสอบมีความละเอียด 352x288 จุดภาพ การทดสอบจะเปลี่ยนค่าขีดแบ่งต่าง ๆ กันจำนวน 3 ค่า ได้แก่ 40 60 และ 80 เพื่อตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขจำนวนค่าขีดแบ่งละ 30 ช็อต โดยแต่ละช็อตเป็นภาพวีดิทัศน์ลำดับเดียวกัน และความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหา

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองปัจจัยด้านความซับซ้อนของพื้นหลังของภาพวีดิทัศน์

ครั้งที่	พื้นหลังซับซ้อนน้อย			พื้นหลังซับซ้อนมาก		
	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม (เฟรม)	เวลา (วินาที)	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม (เฟรม)	เวลา (วินาที)
1	✓	9	0.370	✓	26	1.080
2	✓	7	0.301	✓	37	1.610
3	✓	7	0.288	✓	23	0.952
4	✓	7	0.283	✓	54	2.185
5	✓	9	0.382	✓	48	2.030
6	✓	7	0.311	✗	44	1.956
7	✓	7	0.318	✓	138	6.258
8	✓	3	0.123	✗	127	5.211
9	✓	3	0.130	✓	59	2.551
10	✓	3	0.139	✓	59	2.638
11	✓	5	0.206	✓	22	0.906
12	✓	7	0.289	✓	44	1.844
13	✓	7	0.295	✗	56	2.598
14	✓	3	0.131	✓	96	4.195
15	✓	7	0.288	✓	303	12.468
16	✓	11	0.456	✓	27	1.118
17	✓	3	0.125	✓	73	3.020
18	✓	11	0.462	✓	94	3.938
19	✓	3	0.133	✓	51	2.106
20	✓	5	0.217	✓	68	2.756
21	✓	7	0.333	✓	88	3.543
22	✗	3	0.157	✓	25	1.005
23	✓	3	0.163	✓	18	0.754
24	✓	3	0.166	✓	134	5.387
25	✓	17	0.703	✓	171	6.851
26	✓	9	0.415	✓	128	5.156
27	✓	3	0.169	✓	11	0.465
28	✓	5	0.215	✓	24	0.982
29	✓	5	0.248	✗	68	2.738
30	✓	11	0.477	✓	234	9.370
เฉลี่ย	96.67%	6.45*	0.281*	86.67%	79.04*	3.276*

* นำเฉพาะครั้งที่ตรวจหาได้ถูกต้องมาหาค่าเฉลี่ย

ตำแหน่งมาเปรียบเทียบกัน

ผลการทดลอง

ผลการทดลองผลของปัจจัยด้านการตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขแสดงดังตารางที่ 5.4 ผลการทดลองแสดงความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขแต่ช็อต จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่ง อัตราความถูกต้องเฉลี่ย จำเฟรมเฉลี่ยและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งในกรณีที่ตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 40 มีค่าร้อยละ 93.33 65.11 เฟรมและ 2.650 วินาทีตามลำดับ และเมื่อตั้งค่าขีดแบ่งให้มีค่าเท่ากับ 60 มีค่าร้อยละ 90.00 33.30 เฟรมและ 1.403 วินาทีตามลำดับ และเมื่อตั้งค่าขีดแบ่งให้มีค่าเท่ากับ 80 มีค่าร้อยละ 76.6719.78 เฟรมและ 0.822 วินาทีตามลำดับ

การวิเคราะห์และสรุปผล

ค่าขีดแบ่งที่มีค่าน้อยจะให้ความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขมาก แต่จะใช้จำนวนเฟรมและเวลาในการประมวลผลมากเช่นกัน อย่างไรก็ตามการตั้งค่าขีดแบ่งที่น้อยเกินไปไม่จำเป็นจะต้องได้ผลดีเสมอไปเพราะนอกจากจะใช้เวลาในการประมวลผลเพิ่มขึ้นแล้ว ความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งอาจลดลงกรณีที่มีสัญญาณรบกวนภายในภาพทำให้บางส่วนของตัวเลขหรือเครื่องหมายโคลอนหายไปได้ในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุด สังเกตได้จากการทดลองครั้งที่ 27 ซึ่งเมื่อตั้งค่าขีดแบ่งเท่ากับ 40 ทำให้การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขผิดพลาด ขณะที่เมื่อตั้งค่าขีดแบ่งเท่ากับ 60 และ 80 ทำให้สามารถตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขได้อย่างถูกต้อง

5.1.5 การทดลองกับภาพวีดิทัศน์แหล่งต่าง ๆ

เมื่อทราบผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขแล้ว จึงได้นำภาพวีดิทัศน์จากแหล่งอื่น ๆ อีก 2 แหล่งมาทดสอบ รวมกับภาพวีดิทัศน์จากแหล่งแรกที่ใช้ทดลองในหัวข้อ 5.1.1 ถึง 5.1.4 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 แหล่ง โดยภาพวีดิทัศน์แต่ละแหล่งมีรูปแบบและชุดแบบอักษรของนาฬิกาตัวเลขที่แตกต่างกันแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5.3 รายละเอียดของภาพวีดิทัศน์จากทั้งสามแหล่งแสดงดังตารางที่ 5.5 โดยภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 1 เป็นภาพวีดิทัศน์ที่ได้จากกล่องถ่ายวีดิทัศน์ มีความละเอียด 352x288 จุดภาพ นาฬิกาตัวเลขมีความสูง 16 จุดภาพ ส่วนภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 2 และ 3 เป็นภาพวีดิทัศน์ที่ได้จากแถบวีดิทัศน์ มีความละเอียด 352x288 จุดภาพ นาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 2 มีความสูง 16 จุดภาพ ส่วนนาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 3 มีความสูง 14 จุดภาพ ภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 1 และ 2 เป็นภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันเช่น ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร สถานที่มืด สว่างแตกต่างกัน เป็นต้น ส่วนภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 3 เป็นภาพวีดิทัศน์จากแถบวีดิทัศน์ที่ได้จากห้องปฏิบัติการวิจัยทางสรีระวิทยาแสดงการไหลของเม็ดเลือด

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองปัจจัยด้านการตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุด

ครั้งที่	40			60			80		
	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม	เวลา (วินาที)	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม	เวลา (วินาที)	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม	เวลา (วินาที)
1	✓	11	0.492	✓	9	0.414	✓	9	0.369
2	✓	22	0.936	✓	17	0.705	✗	18	0.747
3	✓	9	0.428	✓	11	0.490	✓	9	0.376
4	✓	22	0.920	✗	11	0.463	✗	7	0.289
5	✓	64	2.633	✓	39	1.587	✓	20	0.925
6	✓	28	1.190	✓	20	0.812	✓	17	0.692
7	✓	3	0.174	✓	3	0.135	✓	3	0.135
8	✓	38	1.554	✓	19	0.766	✓	19	0.786
9	✓	106	4.362	✓	18	0.751	✓	5	0.246
10	✓	68	2.791	✓	40	1.624	✓	14	0.571
11	✓	19	0.793	✓	17	0.690	✓	17	0.704
12	✓	18	0.761	✓	9	0.368	✗	3	0.141
13	✓	59	2.395	✓	22	0.903	✓	8	0.356
14	✗	53	2.141	✗	24	1.061	✗	3	0.125
15	✓	12	0.523	✓	3	0.133	✓	3	0.122
16	✓	42	1.729	✓	9	0.368	✓	3	0.135
17	✓	113	4.615	✓	87	3.841	✓	38	1.621
18	✓	205	8.342	✓	192	8.642	✗	161	6.524
19	✓	19	0.809	✓	16	0.659	✗	9	0.365
20	✓	20	0.825	✓	9	0.383	✓	3	0.123
21	✓	144	5.767	✓	82	3.325	✓	81	3.282
22	✓	428	17.134	✓	134	5.376	✓	102	4.098
23	✓	86	3.463	✗	41	1.655	✓	38	1.530
24	✓	90	3.625	✓	11	0.472	✓	9	0.380
25	✓	11	0.468	✓	11	0.491	✓	11	0.493
26	✓	28	1.118	✓	6	0.247	✓	3	0.145
27	✗	6	0.279	✓	5	0.254	✓	5	0.256
28	✓	17	0.703	✓	13	0.554	✓	10	0.432
29	✓	38	1.545	✓	26	1.052	✗	14	0.535
30	✓	103	4.117	✓	71	2.844	✓	28	1.131
เฉลี่ย	93.33	65.11*	2.650*	90.00%	33.30*	1.403*	76.67%	19.78*	0.822*

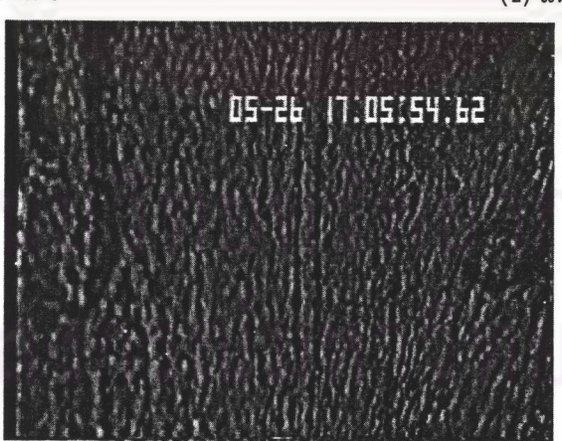
* นำเฉพาะครั้งที่ตรวจหาได้ถูกต้องมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดของภาพวีดิทัศน์ทั้งสามแหล่ง

แหล่งที่	1	2	3
ความละเอียด	352x288 จุดภาพ	352x288	352x288
สื่อบันทึกข้อมูล	กล้องวีดิทัศน์	แถบวีดิทัศน์	แถบวีดิทัศน์
ขนาดนาฬิกาตัวเลข	16 จุดภาพ	16 จุดภาพ	14 จุดภาพ
ลักษณะภาพ	ถ่ายภาพในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันเช่น ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร สถานที่มีดสถานที่สว่าง	ถ่ายภาพในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันเช่น ภายในอาคาร ภายนอกอาคาร สถานที่มีดสถานที่สว่าง	ภาพแสดงการไหลของเม็ดเลือด

(ก) แหล่งที่ 1

(ข) แหล่งที่ 2



(ค) แหล่งที่ 3

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างภาพวีดิทัศน์จากแหล่งต่าง ๆ

วิธีการทดลอง

การทดลองจะทำการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์ทั้ง 3 แหล่ง จำนวนแหล่งละ 30 ช็อต เพื่อหาความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการตรวจหาตำแหน่ง

ผลการทดลอง

ผลการทดลองการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขของภาพวีดิทัศน์จากทั้ง 3 แหล่งแสดงดังตารางที่ 5.6 ความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 1 มีค่าร้อยละ 86.67 โดยใช้จำนวนเฟรมเฉลี่ย 26.85 เฟรมและใช้เวลาเฉลี่ย 1.099 วินาที และความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 2 มีค่าร้อยละ 76.67 โดยใช้จำนวนเฟรมเฉลี่ย 36.35 เฟรมและใช้เวลาเฉลี่ย 1.514 วินาทีและความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 3 มีค่าร้อยละ 93.33 โดยใช้จำนวนเฟรมเฉลี่ย 29.64 เฟรมและใช้เวลาเฉลี่ย 1.230 วินาที

การวิเคราะห์และสรุปผล

การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขในภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 1 ให้ความถูกต้องมากกว่าแหล่งที่ 2 เนื่องมาจากภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 1 ได้มาจากกล้องวีดิทัศน์โดยตรงจึงมีความคมชัดสูงและสัญญาณรบกวนต่ำกว่าภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 2 ขณะที่ภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 3 ให้ความถูกต้องสูงที่สุดเนื่องจากพื้นหลังของภาพวีดิทัศน์มีสีมืดทำให้ง่ายต่อการตรวจหาตำแหน่ง อย่างไรก็ตามการที่พื้นหลังไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงของภาพวีดิทัศน์จากแหล่งที่ 3 จึงใช้จำนวนเฟรมที่มากในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดเพื่อให้พื้นหลังของนาฬิกาตัวเลขมืดทั้งบริเวณ

5.1.6 สรุปผลการทดลอง

การตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าความถูกต้อง จำนวนเฟรมและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพวีดิทัศน์ทั้งทางด้านความละเอียด สื่อบันทึกข้อมูล ความซับซ้อนของพื้นหลังของภาพวีดิทัศน์ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการตั้งค่าขีดแบ่งในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุด ความละเอียดของภาพวีดิทัศน์มีผลไม่มากในกรณีที่ภาพวีดิทัศน์นำมาจากกล้องวีดิทัศน์โดยตรงเนื่องจากมีสัญญาณรบกวนต่ำ สำหรับภาพวีดิทัศน์ที่นำมาจากแถบวีดิทัศน์จะมีความคมชัดต่ำและมีความเพี้ยนของภาพสูงจึงมีความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขต่ำ ภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความซับซ้อนต่ำจะให้ผลดีกว่าภาพวีดิทัศน์ที่พื้นหลังมีความซับซ้อนสูง โดยทั่วไปการตั้งค่าขีดแบ่งให้มีค่าต่ำในขั้นตอนการค้นหาจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดจะให้ความถูกต้องในการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขเลขสูง แต่จะใช้จำนวนเฟรมและเวลาในการประมวลผลมากขึ้น

ตารางที่ 5.6 ผลการตรวจหาตำแหน่งนาฬิกาตัวเลขจากวิทัศน์ 3 แหล่ง

ครั้งที่	แหล่งที่ 1			แหล่งที่ 2			แหล่งที่ 3		
	ความถูกต้อ	จำนวนเฟรม	เวลา (วินาที)	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม	เวลา (วินาที)	ความถูกต้อง	จำนวนเฟรม	เวลา (วินาที)
1	✓	11	0.482	✓	12	0.494	✓	7	0.288
2	✓	19	0.768	✓	2	0.081	✓	23	0.967
3	✓	9	0.393	✓	5	0.207	✓	2	0.081
4	✗	13	0.535	✓	21	0.868	✓	2	0.084
5	✓	52	2.101	✓	6	0.265	✓	18	0.744
6	✓	18	0.742	✗	6	0.246	✗	37	1.523
7	✓	7	0.325	✗	5	0.208	✓	10	0.418
8	✓	24	0.988	✗	20	0.863	✓	66	2.782
9	✓	14	0.577	✓	8	0.335	✓	14	0.580
10	✓	20	0.827	✗	4	0.162	✓	24	0.977
11	✓	17	0.702	✓	36	1.467	✓	21	0.878
12	✓	3	0.124	✓	15	0.624	✓	17	0.689
13	✓	8	0.329	✓	25	1.067	✓	21	0.873
14	✗	3	0.126	✓	36	1.478	✓	34	1.398
15	✓	3	0.121	✗	44	1.970	✓	29	1.223
16	✓	3	0.122	✓	4	0.165	✓	135	5.601
17	✗	52	2.370	✓	58	2.382	✓	98	4.019
18	✓	154	6.326	✓	49	1.995	✓	114	4.670
19	✓	13	0.522	✗	43	1.865	✓	2	0.084
20	✓	3	0.133	✓	199	8.348	✓	109	4.565
21	✓	80	3.204	✗	13	0.536	✗	2	0.083
22	✓	135	5.395	✓	85	3.541	✓	2	0.082
23	✓	35	1.422	✓	27	1.204	✓	6	0.256
24	✓	10	0.400	✓	2	0.081	✓	16	0.681
25	✓	11	0.472	✓	2	0.082	✓	2	0.083
26	✓	3	0.148	✓	201	8.378	✓	2	0.082
27	✓	3	0.178	✓	4	0.163	✓	4	0.169
28	✓	10	0.409	✓	23	0.947	✓	30	1.242
29	✗	12	0.471	✓	2	0.081	✓	12	0.508
30	✓	33	1.358	✓	14	0.573	✓	10	0.418
เฉลี่ย	86.67	26.85*	1.099*	76.67%	36.35*	1.514*	93.33%	29.64*	1.230*

* นำเฉพาะครั้งที่ตรวจหาได้ถูกต้องมาหาค่าเฉลี่ย

5.2 การรู้จำนาฬิกาตัวเลข

การทดลองการรู้จำนาฬิกาตัวเลขเป็นการทดสอบทั้งขั้นตอนวิธีการแบ่งส่วนและขั้นตอนวิธีการรู้จำ เนื่องจากประสิทธิภาพการแบ่งส่วนตัวเลขออกจากพื้นหลังมีผลต่อการรู้จำตัวเลข ดังนั้นในการทดลองจะทดสอบกับตัวเลขที่มีการตรวจหาตำแหน่งได้อย่างถูกต้องเท่านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำโดยการตัดส่วนตัวเลขออกจากภาพวีดิทัศน์มาทดลองทีละตัว

5.2.1 วิธีการทดลอง

การทดลองจะทดลองรู้จำนาฬิกาตัวเลขที่นำมาจากภาพวีดิทัศน์จำนวน 3 แหล่งซึ่งมีชุดแบบอักษรของตัวเลขที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทดลองการรู้จำตัวเลขที่มีชุดแบบอักษรทั้งหมด 3 แบบซึ่งแต่ละแบบมีความสูงแตกต่างกัน โดยที่ชุดแบบอักษรของตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 1 2 และ 3 มีความสูง 32 16 และ 14 จุดภาพตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 5.4 ถึงรูปที่ 5.6 ก่อนการทดลองการรู้จำนาฬิกาตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แต่ละแหล่ง ผู้ใช้จะต้องเลือกแผ่นแบบที่มีชุดแบบอักษรของตัวเลขตรงกันกับนาฬิกาตัวเลขจากแหล่งนั้น ๆ สำหรับตัวเลขที่จะนำมาทดสอบการรู้จำนั้นได้มาจากการตัดส่วนตัวเลขออกจากภาพวีดิทัศน์แหล่งละ 300 ตัว ประกอบด้วยเลข 0 ถึง 9 อย่างละ 30 ตัว ดังนั้นตัวเลขที่นำมาทดสอบรวมทั้งสิ้น 900 ตัว

รูปที่ 5.4 ชุดแบบอักษรของตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 1 มีขนาดความสูง 32 จุดภาพ

รูปที่ 5.5 ชุดแบบอักษรของตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 2 มีขนาดความสูง 16 จุดภาพ

รูปที่ 5.6 ชุดแบบอักษรของตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 3 มีขนาดความสูง 14 จุดภาพ

5.2.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงจำนวนตัวเลขที่รู้จำถูกต้อง รู้จำผิด และรู้จำไม่ได้ ตัวเลขที่รู้จำไม่ได้หมายถึงตัวเลขที่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแผ่นแบบแล้วได้ค่าดัชนีความคล้ายต่ำกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้ ซึ่งไม่สมควรที่จะนำมาจำแนกให้เป็นตัวเลขใด ๆ ในตัวเลข 0 ถึง 9

อัตราการรู้จำโดยรวมแสดงดังตารางที่ 5.7 และรายละเอียดการรู้จำของตัวเลขแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 5.8 รูปที่ 5.7 ถึงรูปที่ 5.11 แสดงตัวเลขที่รู้จำผิดพลาด โดยรูป (ก) แสดงภาพตัวเลขที่นำมารู้จำ และรูป (ข) แสดงภาพตัวเลขรูป (ก) ที่นำมาแบ่งส่วนและทำให้เป็นบรรทัดฐานแล้ว

ตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 1 จำนวน 300 ตัว รู้จำถูกต้อง 298 ตัว รู้จำไม่ได้ 2 ตัว ประกอบด้วยเลข 1 จำนวน 2 ตัวดังแสดงในรูปที่ 5.7 และรูปที่ 5.8 ตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 2 จำนวน 300 ตัว รู้จำถูกต้อง 297 ตัว และรู้จำผิด 3 ตัว ประกอบด้วยเลข 1 ซึ่งรู้จำผิดเป็นเลข 8 เลข 4 ซึ่งรู้จำผิดเป็นเลข 8 และเลข 8 ซึ่งรู้จำผิดเป็นเลข 0 ดังแสดงในรูปที่ 5.9 ถึงรูปที่ 5.11 และตัวเลขจากภาพวีดิทัศน์แหล่งที่ 3 จำนวน 300 ตัว รู้จำถูกต้องทั้ง 300 ตัว

ตารางที่ 5.7 ผลการรู้จำตัวเลขจากวีดิทัศน์ 3 แหล่ง

ภาพตัวเลข	ภาพวีดิทัศน์		
	แหล่งที่ 1	แหล่งที่ 2	แหล่งที่ 3
จำนวน (ตัว)	300	300	300
รู้จำถูกต้อง (ตัว)	298	297	300
รู้จำผิด (ตัว)	0	3	0
รู้จำไม่ได้ (ตัว)	2	0	0

ตารางที่ 5.8 รายละเอียดผลการทดลองการรู้จำตัวเลขแต่ละตัวจากวีดิทัศน์ 3 แหล่ง

ตัวเลข	รู้จำถูกต้อง			รู้จำผิด			รู้จำไม่ได้		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	30	30	30	-	-	-	-	-	-
1	28	29	30	-	1	-	2	-	-
2	30	30	30	-	-	-	-	-	-
3	30	30	30	-	-	-	-	-	-
4	30	29	30	-	1	-	-	-	-
5	30	30	30	-	-	-	-	-	-
6	30	30	30	-	-	-	-	-	-
7	30	30	30	-	-	-	-	-	-
8	30	29	30	-	1	-	-	-	-
9	30	30	30	-	-	-	-	-	-

(ก) (ข)

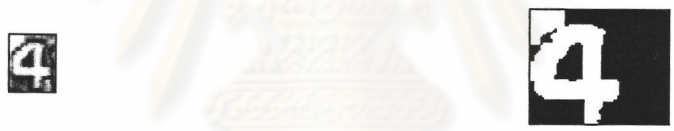
รูปที่ 5.7 ตัวเลขที่รู้จำไม่ได้ตัวที่ 1

(ก) (ข)

รูปที่ 5.8 ตัวเลขที่รู้จำไม่ได้ตัวที่ 2

(ก) (ข)

รูปที่ 5.9 ตัวเลขที่รู้จำผิดตัวที่ 1 จากเลข 1 เป็นเลข 8



(ก) (ข)

รูปที่ 5.10 ตัวเลขที่รู้จำผิดตัวที่ 2 จากเลข 4 เป็นเลข 8

(ก) (ข)

รูปที่ 5.11 ตัวเลขที่รู้จำผิดตัวที่ 3 จากเลข 8 เป็นเลข 0

5.2.3 การวิเคราะห์และสรุปผล

เมื่อวิเคราะห์ตัวเลขที่รู้จำผิดพลาดและรู้จำไม่ได้พบว่าเกิดจากการแบ่งส่วนที่ผิดพลาดทั้งสิ้น ซึ่งเกิดกับภาพตัวเลขมีสีของพื้นหลังคล้ายคลึงกับสีของตัวเลข และเนื่องจากสัญญาณรบกวนทำให้ขอบของตัวเลขที่คั่นระหว่างตัวเลขกับพื้นหลังในบางตำแหน่งเลือนหายไป ตัวเลขจึงเชื่อมกับพื้นหลัง เมื่อแบ่งส่วนแล้ว พื้นหลังจึงติดมาด้วย

รูปที่ 5.7 กับรูปที่ 5.8 ตัวเลขอยู่บนพื้นหลังที่มีสีคล้ายคลึงกับตัวเลขและรู้จำไม่ได้เนื่องจากการแบ่งส่วนผิดพลาด เพราะพื้นหลังมีสีใกล้เคียงกับสีของตัวเลข เมื่อแบ่งส่วนแล้วทำให้แยกแยะระหว่าง

ส่วนประกอบที่เป็นตัวเลขกับส่วนประกอบที่เป็นพื้นหลังผิด เมื่อนำไปเข้ากระบวนการรู้จำจึงไม่คล้ายกับตัวเลขใด ๆ ในแผ่นแบบ

รูปที่ 5.9 กับรูปที่ 5.10 ตัวเลขอยู่บนพื้นหลังที่มีสีคล้ายคลึงกับตัวเลขและมีการรู้จำผิดเพราะมีสัญญาณรบกวนที่ทำให้ส่วนที่เป็นตัวเลขเชื่อมกับพื้นหลังของภาพ เมื่อนำไปเข้าต้นไม้การตัดสินใจจึงเกิดความผิดพลาดขึ้น โดยที่รูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10 รู้จำผิดจากเลข 1 และเลข 4 เป็นเลข 8 ทั้งคู่ เพราะมีจำนวนรูภายในตัวเลข 2 รู

รูปที่ 5.11 รู้จำผิดเนื่องจากมีสัญญาณรบกวนในตัวเลข ทำให้เมื่อแบ่งส่วนแล้วส่วนที่เป็นตัวเลขขาดออกจากกัน จึงการความผิดพลาดตั้งแต่การจัดกลุ่มตัวเลขตามลักษณะของรูของต้นไม้การตัดสินใจทำให้รู้จำผิดจากเลข 8 เป็นเลข 0 เพราะมีจำนวนรูภายในตัวเลข 1 รูซึ่งอยู่ตรงกลางของตัวเลข

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนวิธีการรู้จำที่นำเสนอสามารถใช้ได้ดี และวิธีการแบ่งส่วนตัวเลขออกจากพื้นหลังมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากทำให้สามารถรู้จำตัวเลขในอัตราที่สูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย