



การตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำ

โดย

นายกวิน วีระชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำ

โดย

นายกวิน วีระชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**LOOPING BACKGROUND DETECTION**

**By**

**Kawin Weerachat**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree**

**MASTER OF SCIENCE**

**Department of Computing**

**Graduate School**

**SILPAKORN UNIVERSITY**

**2008**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การตรวจจับภาพพื้น  
หลังแบบวนซ้ำ ” เสนอโดย นายกวิน วีระชาติ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา ผ่องเพ็ญศรี

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศน์วงศ์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรา วราวิทย์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา ผ่องเพ็ญศรี)

...../...../.....

48307301 : สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คำสำคัญ : กระบวนการจัดการรูปภาพ/กระบวนการจัดการวิดีโอ/กล้องวงจรปิด

กวิน วีรชาติ : การตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำ. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :  
รศ.ดร.จันทนา ผ่องเพ็ญศรี. 47 หน้า.

เนื่องด้วยในปัจจุบัน ระบบรักษาความปลอดภัยได้เข้ามามีบทบาทในองค์กรต่าง ๆ มากขึ้น ระบบกล้องวิดีโอตรวจจับ (Video surveillance) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้เพื่อตรวจจับสิ่งผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร เพื่อที่จะได้วางแผนหรือเตรียมรับสถานการณ์กับสิ่งที่ตรวจจับได้ หรือใช้เป็นหลักฐานได้ต่อไปในอนาคต โดยมีการคิดค้นวิธีต่างๆ ในการตรวจจับสิ่งผิดปกติ ในกรณีที่พื้นหลังมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของแสง กล้องสั่น หรือแม้แต่การที่มีพื้นหลังเคลื่อนที่เป็นลักษณะแบบวนซ้ำ เพราะนอกจากจะทำให้ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่น่าสนใจได้ แต่จะทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บภาพเหล่านั้นซ้ำๆ กันอีกด้วย

ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้นำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้การตรวจจับกลุ่มของภาพวิดีโอที่เคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ เพื่อนำกลุ่มภาพเหล่านั้นไปตรวจหาวัตถุที่น่าสนใจในวิดีโอปกติได้ โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้วิธีดังกล่าวสามารถตรวจจับวัตถุที่น่าสนใจได้อย่างถูกต้อง และสามารถลดปริมาณการเก็บข้อมูลของวิดีโอที่ต้องเก็บภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำได้อีกด้วย

---

ภาควิชาคอมพิวเตอร์   บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร   ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

48307301 : MAJOR : COMPUTER SCIENCE

KEY WORD : IMAGE PROCESSING/VIDEO PROCESSING/VIDEO SURVEILLANCE

KAWIN WEERACHAT : LOOPING BACKGROUND DETECTION. THESIS ADVISOR  
: ASSOC.PROF.DR. CHANTANA PHONGPENSRI. 47 pp.

Today, surveillance system has become more influential in every organization. Video surveillance system is one of the solutions to detect any anomalies occurred in the organization so that the administration can plan and decide an appropriate course of action for the detected objects or able to use the record as evidence in the future. As for the detection system, in case where background changes such as lighting, vibration, or looped movement of the background do not only obscure the detection system but also waste the system storage space as to store those records.

Therefore, this research would like to present a solution to the problem by employing detection system in the record with looped movement in order to distinguish objects of interest that can be identified in normal system. The result of the experiment showed that such method can detect objects of interest accurately and also reduce the amount of data that the system have to store background with looped movement as well.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการแก้ไขปัญหา ประสบการณ์การทำงาน รวมทั้งการดูแลเอาใจใส่จากอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา ผ่องเพ็ญศรี และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศน์วงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา ผ่องเพ็ญศรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วรา วราวิทย์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ในการ ให้ความรู้ คำแนะนำ และสละเวลาสำหรับการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ในการจัดสรรทุนโบราณคดีทัศนาร จำนวนหนึ่งหมื่นบาท จากศาสตราจารย์หม่อมเจ้าสุภัทรดิศ ดิศกุล (อดีตคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย) ให้กับผู้วิจัยเพื่อใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ และขอขอบคุณ พี่สุรัชย์ เทียนส่ง หัวหน้างานบริการและสนับสนุนเทคนิคทาง การศึกษาและสารสนเทศ สำหรับความช่วยเหลือทั้งร่างกาย กำลังใจ และข้อเสนอแนะในการทำงาน

ขอขอบคุณ พี่ตูน ประวิม เหลืองสมานกุล ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้ความช่วยเหลือประสานงานในทุก ๆ เรื่อง ตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษาจนจบ การศึกษา

ขอขอบพระคุณครอบครัว “แจ่มถีน” สำหรับกำลังใจและทุนทรัพย์ตลอดระยะเวลาที่ ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ นางสาวหทัยชนก แจ่มถีน ภรรยาสุดที่รัก แรงบันดาลใจ คนสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยมีความพยายามในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคนก - คุณแม่ว่าสนา วีระชาติ ที่ทำให้ผู้วิจัยมีวันนี้ได้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญภาพ .....	ญ
<b>บทที่</b>	
1    บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
ขอบเขตงานวิจัย.....	2
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	2
คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2    วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	4
การแยกพื้นหลัง (Background Subtraction).....	4
การปรับปรุงพื้นหลัง (Background Updating).....	10
3    ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	11
การแยกวัตถุออกจากพื้นหลังและการตรวจจับพื้นหลัง.....	11
การปรับปรุงพื้นหลัง (Background Update).....	12
อัลกอริทึมของการแยกวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวแบบเวลาจริง.....	15
4    วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	16
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	16
ระยะเวลาการดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล .....	16
สถาปัตยกรรมระบบ .....	17
การออกแบบระบบ .....	18
อัลกอริทึมตรวจจับภาพแบบวนซ้ำ .....	21
เกณฑ์การประเมินผล .....	22

บทที่	หน้า
5 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	23
ข้อมูลที่รวบรวมได้และผลการจัดเตรียมข้อมูล.....	23
ผลการพัฒนาโปรแกรม.....	26
ผลการทดลองในการทำงานของโปรแกรม.....	27
อัตราส่วนการบีบอัดข้อมูล.....	28
เวลาการทำงานของโปรแกรม.....	32
ความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุที่เป็นพื้นหน้า.....	36
6 สรุป วิเคราะห์ผล และข้อเสนอแนะ.....	37
สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	37
งานวิจัยในอนาคต.....	38
บรรณานุกรม.....	39
ภาคผนวก ตัวอย่างข้อมูลและผลการทดลอง.....	41
ประวัติผู้วิจัย.....	47

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงรายละเอียดตัวอย่างวิดีโอที่สร้างขึ้น .....	23
2	แสดงรายละเอียดวิดีโอที่ถ่ายจากสถานที่ต่าง ๆ .....	26
3	รายละเอียดของขนาดต้นฉบับกับขนาดที่ผ่านอัลกอริทึม .....	29
4	รายละเอียดของขนาดต้นฉบับของวิดีโอที่ถ่ายทำในสถานที่ต่าง ๆ กับขนาดที่ผ่าน อัลกอริทึม (ความเร็ว 30 frames/sec) .....	32
5	แสดงเวลาในการประมวลผลของอัลกอริทึม .....	34

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนในการตรวจจับวัตถุโดยใช้ค่าความเปลี่ยนแปลงของความสว่างและค่าสี ....	4
2	ผลจากการใช้ median filtering .....	5
3	ภาพกราฟแสดงค่า intensity ในเวลา 100 เฟรม .....	6
4	ผลของการทำงานของการทำงานแยกพื้นหลัง .....	7
5	ภาพแสดงผลการทำงานในงานวิจัยของ Tang .....	8
6	ภาพแสดงผลการทำงานของ PixelMap .....	9
7	ขั้นตอนการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง .....	11
8	dynamic matrix .....	13
9	ลักษณะของการเกิด ghost .....	14
10	แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ .....	17
11	แสดง pseudocode ของอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยคิดขึ้น .....	18
12	แสดง pseudocode ของอัลกอริทึมการเปรียบเทียบภาพ .....	19
13	แผนผังแสดงอัลกอริทึมตรวจสอบภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำ .....	20
14	ตัวอย่างการทำ binarizing และ denoising .....	21
15	ตัวอย่างการทำ denoising โดยการแบ่งรูปเป็นช่องเล็ก ๆ .....	22
16	แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม .....	27
17	แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 1 - 3 .....	42
18	แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 4 - 6 .....	42
19	แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 7 - 9 .....	43
20	แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 10 - 12 .....	43
21	แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 13 - 15 .....	44
22	แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 16 - 18 .....	44
23	แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากคอมพิวเตอร์ที่เกิดคลื่นความถี่ .....	45
24	แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากคอมพิวเตอร์ที่เกิดคลื่นความถี่ .....	45
25	แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากไฟที่หมุนวนเข้าไปมา .....	46
26	แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากไฟที่หมุนวนเข้าไปมา .....	46

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยในปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัยได้เข้ามามีบทบาทในองค์กรต่าง ๆ มากขึ้น ระบบกล้องวิดีโอตรวจจับ (Video surveillance) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้เพื่อตรวจจับสิ่งผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร เพื่อที่จะได้วางแผนหรือเตรียมรับสถานการณ์กับสิ่งที่ตรวจจับได้ หรือใช้เป็นหลักฐานได้ต่อไปในอนาคต

จากเหตุที่เกิดขึ้น จึงมีการคิดค้นวิธีการต่าง ๆ ในการตรวจจับสิ่งผิดปกติ หรือสิ่งที่น่าสนใจนี้ แต่ส่วนใหญ่ มักจะเกิดปัญหาโดยที่หา ไม่สามารถแยกสิ่งที่สนใจออกจากสิ่งที่ไม่สนใจ หรือพื้นหลังได้ และวิดีโอตรวจจับนั้น ต้องตรวจจับภาพตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้น ลักษณะการเก็บข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญ หากประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บมาก ประสิทธิภาพก็จะยิ่งดีมาก ดังนั้นจึงมีงานวิจัยด้าน Video surveillance มากมายที่ให้ความสำคัญกับ 2 ประเด็นนี้

ปัญหาของการแยกสิ่งที่สนใจออกจากพื้นหลังก็คือ การเปลี่ยนแปลงของพื้นหลัง เนื่องจากว่าเมื่อพื้นหลังเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆ เช่น มีลมพัดต้นไม้ หรือ มีน้ำไหลตลอดเวลา, การเปลี่ยนของแสงไฟ, การเปลี่ยนของเงา กล้องสั่น , การที่วัตถุที่สนใจหยุดนิ่งอยู่ในภาพ (Xiong and Jaynes 2004 : 88-96)

นอกจากนี้ มีปัญหาเกี่ยวกับการแยกสิ่งสนใจออกจากภาพพื้นหลังอีกอย่างหนึ่ง คือในกรณีที่เกิดภาพพื้นหลังที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ (Loop) ซึ่งนอกจากจะไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่สนใจได้ เพราะเนื่องจากกล้องเข้าใจว่ามีวัตถุอื่นที่สนใจตลอดเวลา แต่ยังจะทำให้เปลืองเนื้อที่ในการเก็บภาพเหล่านั้นซ้ำ ๆ กันอีกด้วย

จากเหตุข้างต้น งานวิจัยชิ้นนี้ จึงได้เสนอแนวทางในการแยกวัตถุที่สนใจออกจากภาพพื้นหลังที่มีลักษณะวนซ้ำโดยใช้ลักษณะการเก็บภาพที่ซ้ำแล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพปกติ เพื่อที่จะสามารถช่วยทำให้แยกวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลังได้แล้ว ยังเป็นการแก้ปัญหาการเปลืองเนื้อที่ในการเก็บภาพเหล่านั้นอีกด้วย

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาตรวจจับวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลังที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ
2. เพื่อลดขนาดและความซับซ้อนของการเก็บข้อมูลของพื้นหลังที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถตรวจจับวัตถุที่สนใจที่อยู่ในพื้นหลังที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวนซ้ำได้
2. สามารถลดความซับซ้อนในการเก็บข้อมูลของพื้นหลังที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวนซ้ำได้

### ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาและพัฒนาวิธีการตรวจจับวัตถุที่สนใจในกล้องตรวจจับและแยกตรวจจับวัตถุที่สนใจนั้นออกจากพื้นหลัง โดยที่พื้นหลังมีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ
2. การวนซ้ำของพื้นหลังแต่ละรอบนั้นใช้เวลาคงที่
3. กล้องจับภาพใช้รูปแบบ MJPEG ในการบันทึก โดยมีความละเอียด 320 X 240 พิกเซล
4. ใช้ตัวอย่างจากกล้องวงจรปิดคณะเภสัชศาสตร์ และ / หรือตัวอย่างจาก อินเทอร์เน็ต หรือในงานวิจัยอื่น ๆ
5. เปรียบเทียบขนาดของข้อมูลของเดิมกับข้อมูลใหม่เมื่อใช้อัลกอริทึมที่นำเสนอ

### เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ PC 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - CPU Intel Pentium 4 ความเร็ว 3.0 GHz
  - RAM 1024 MB
  - Hard disk 300G
  - LAN Card
  - CD-ROM

- VGA 128 MB
  - ระบบปฏิบัติการ WINDOWS XP
2. กล้องวีดีโอวงจรปิด จำนวน 1 ตัว

### คำนิยามศัพท์เฉพาะ

Toyama and others (1999 : 255 – 261) ได้ให้คำนิยามศัพท์เฉพาะต่อไปนี้

**Moved objects** คือ วัตถุในรูปภาพที่เป็นพื้นหลัง (background) นั้นเคลื่อนไหว ทำให้วัตถุนั้นไม่ถูกพิจารณาว่าเป็นวัตถุหรือภาพพื้นหน้า (foreground) ในเวลาต่อมา

**Time of day** คือ ค่าแสงที่เปลี่ยนอย่างช้าๆบนพื้นหลัง เช่น แสงอาทิตย์

**Light switch** คือ การที่แสงเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใด เช่น การเปิดไฟในห้องมืด

**Waving trees** คือ การที่ภาพพื้นหลังเคลื่อนไหวเป็นลักษณะเล็ก ๆ แต่ปริมาณมาก เช่น ต้นไม้ถูกลมพัด คลื่นน้ำ เป็นต้น

**Camouflage** คือ การที่วัตถุรวมเข้ากับภาพพื้นหลัง

**Bootstrapping** คือ การที่วัตถุพื้นหน้านั้นมีผลกระทบต่อภาพพื้นหลัง เช่น เงาที่ปรากฏบนพื้นซัดมัน

**Foreground aperture** คือ การที่วัตถุที่มีสีเหมือนภาพพื้นหลังนั้นเคลื่อนไหว ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบวัตถุนั้นได้

**Ghost** (Xiong and Jaynes 2004 : 88-96) คือการที่วัตถุที่เป็นภาพพื้นหลังนั้นเคลื่อนที่ออกไป แต่ว่าภาพพื้นหลังไม่ถูกปรับปรุงทำให้เสมือนว่ายังไม่มีวัตถุนั้นอยู่ในภาพพื้นหลัง

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

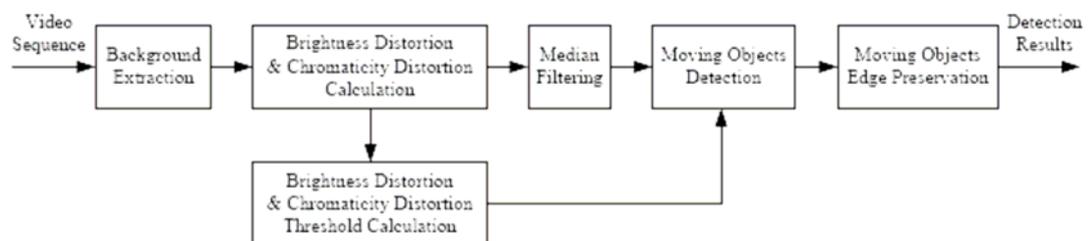
เนื่องจากการวิจัยทางด้านวีดิโอตรวจจับมีมากมาย แต่ยังไม่มียงานวิจัยชิ้นในที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการภาพพื้นหลังที่เคลื่อนไหวแบบวนซ้ำโดยใช้กล้องตรวจจับ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาตัวอย่างจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงเกี่ยวกับการจัดการภาพพื้นหลังและการตรวจพบวัตถุบนภาพพื้นหลังแบบต่าง ๆ โดยแยกสรุปเป็นหัวข้อดังนี้

1. การแยกภาพพื้นหลัง (Background Subtraction)
2. การปรับปรุงพื้นหลัง (Background Updating)

#### 1. การแยกพื้นหลัง (Background Subtraction)

ลักษณะของการแยกพื้นหลังคือการที่สามารถตรวจพบและแยกแยะวัตถุออกจากพื้นหลังได้ ซึ่งได้มียงานวิจัยหลายๆชิ้นพยายามแยกวัตถุในพื้นหลังที่มีลักษณะผิดปกติต่าง ๆ ดังนี้

Zhang and others (2007 : 1177-1185) ได้เน้นไปยังอัลกอริทึมการแยกพื้นหลัง ตัวใหม่สำหรับตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวบนพื้นหลังที่คงที่ (static) โดยอัลกอริทึมนี้จะใช้ลักษณะของความสว่างและค่า chromaticity ที่เขียนไปจากของเดิมในรูปแบบของ RGB color space โดยผู้วิจัยใช้ลักษณะของการแยกค่าคงที่ของค่า chromaticity ในการแยกพื้นหลังออกมา ซึ่งผู้วิจัย ได้มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนในการตรวจจับวัตถุโดยใช้ค่าความเปลี่ยนแปลงของความสว่างและค่าสี

1. แยกพื้นหลัง โดยแบ่งภาพออกเป็น RGB channels โดยแต่ละช่วงสีนั้น จะแบ่งค่าสีออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อคำนวณหาค่าสีที่พบบ่อยที่สุดในแต่ละ pixel แล้วจึงนำค่าสีนั้นมาผ่าน

กระบวนการ median filtering เพื่อลดค่าสิ่งรบกวน (noise) จากภาพ ถ้าค่าสีของช่วงสีของพิกเซลใดช่วงสีหนึ่ง มีความแตกต่างชัดเจนกับช่วงสีอื่นๆ และค่าสีนั้นใกล้เคียงกับค่าสีในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ก็จะใช้ค่าสีเฉลี่ยแทนลงไปเป็นค่าสีต้นฉบับ

2. การคำนวณหาค่าความสว่างและค่าสีที่เปลี่ยนไป โดยนำเส้นสีและความสว่างของพื้นหลังและเฟรมปัจจุบันมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาค่าสีและความสว่างที่เปลี่ยนไป

3. นำภาพที่ได้ ผ่านกระบวนการ median filtering เพื่อลดสิ่งรบกวน ที่เกิดขึ้นจากการหาค่าความสว่างและค่าสี



ภาพที่ 2 ผลจากการใช้ median filtering

โดย ภาพทางซ้ายมือ เป็นภาพต้นฉบับ

ภาพทางขวามือ เป็นภาพที่ผ่านการใช้ median filtering

4. คำนวณค่าเกณฑ์ (threshold) ของค่าความสว่างและค่าสี โดยใช้ Gaussian model

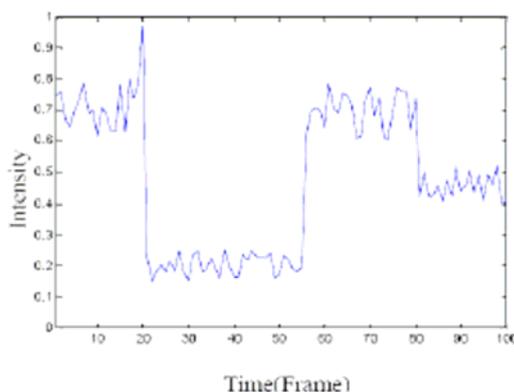
5. นำค่าเกณฑ์นั้น มาตรวจสอบวัตถุที่เคลื่อนไหว

6. หาขอบเขตของวัตถุที่เคลื่อนไหว

ซึ่งวิธีการข้างต้นนี้ สามารถแก้ปัญหาของวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวแบบช้า ๆ ได้ (slow movement) ส่วน Gaussian model ในการคำนวณค่าเกณฑ์ ของความสว่างที่เปลี่ยนไปของวัตถุที่ตรวจพบ จะสามารถแก้ปัญหาของค่าความสว่างที่เปลี่ยนได้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสมการนี้สามารถแยกวัตถุที่สนใจที่มีลักษณะเคลื่อนไหวแบบช้าๆ และสามารถตรวจจับวัตถุที่มีแสงเข้มหรือสว่างกว่าพื้นหลังได้ในเวลาเดียวกัน

Wang and others (2007 : 331 – 335) ได้แสดงถึงการตรวจจับวัตถุบนพื้นหลัง โดยที่มีแสงสว่างจำภายนอกเปลี่ยนแปลงแบบช้า ๆ (slow illumination) โดยอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยคิดค้นนี้ใช้การประมวลผลในระดับพิกเซลและใช้การตัดสินใจในระดับ พิกเซลของภาพพื้นหลังโดยไม่ต้องเรียนรู้ถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นก่อนยกเว้นการเคลื่อนไหวของวัตถุ ผู้วิจัยพัฒนาความสามารถของอัลกอริทึมการแยกภาพพื้นหลัง ที่สามารถจัดการกับการเคลื่อนไหวเล็ก ๆ ของพื้นหลัง (micro-movement background) ได้โดยใช้การคำนวณระหว่างพิกเซลนั้นกับพิกเซลใกล้เคียงบนโมเดลพื้นหลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

การประมวลผลในระดับพิกเซลนั้น ผู้วิจัย ได้ใช้ค่า intensity ในการตัดสินใจ โดยกำหนดว่า ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ผ่านพิกเซลใด ๆ นั้นแล้ว ค่า intensity นั้นจะเปลี่ยนแปลงไป ดังรูปต่อไปนี้



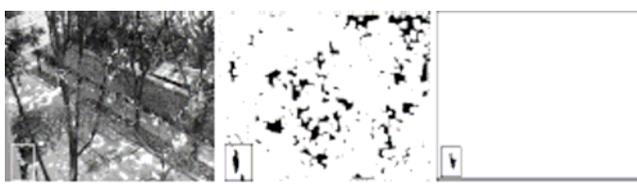
ภาพที่ 3 ภาพกราฟแสดงค่า intensity ในเวลา 100 เฟรม

จากรูป จะเห็นได้ว่า ค่า intensity จะคงที่เป็นช่วงๆ แสดงให้เห็นถึงวัตถุนั้น มีการเคลื่อนผ่านพิกเซลนั้น ๆ เป็นช่วง ๆ

การตัดสินใจในการกำหนดพิกเซลพื้นหลัง ผู้วิจัยกำหนดว่าพิกเซลพื้นหลังนั้น จะต้องมีความมากกว่า 50 % ในวิดีโอ แต่ถ้ามีวัตถุจำนวนมากเคลื่อนที่อยู่ในภาพแล้วพิกเซลพื้นหลังนั้นอาจจะมีปริมาณน้อยกว่า 50 % แสดงว่า พิกเซลพื้นหลังนั้นจะมีความถี่ในการปรากฏในภาพมากที่สุด และเมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวในภาพแล้วปรากฏว่าพิกเซลที่มีความถี่มากกลับกลายเป็นของวัตถุแล้ว ผู้วิจัยจะใช้วิธีเปรียบเทียบค่าความถี่ที่มากที่สุดกับจำนวนของ เฟรมถ้าค่าความถี่ที่มากที่สุดเกินกว่า สัดส่วนที่กำหนดไว้แล้ว ค่าของพิกเซลนั้นน่าจะเป็น พื้นหลัง โดยผู้วิจัยได้กำหนดสัดส่วนของความถี่ไว้ อยู่ที่ 40 %

การปรับปรุงค่าพิเซลของพื้นหลังนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งการเปลี่ยนแปลงออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงค่าแสงแบบซ้ำ ๆ โดยผู้วิจัยจะใช้ค่านำหนักในการตัดสินใจว่าจะให้ค่าพิเซลนี้ ค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงไปเกินกว่าที่กำหนดหรือไม่ และการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใด เช่น วัตถุในภาพย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยผู้วิจัยใช้วิธีตรวจสอบว่าวัตถุนั้นหยุดการเคลื่อนที่เป็นเวลานานหรือไม่

การกำหนดว่าพิเซลใดเป็นวัตถุ พิกเซลใดเป็นพื้นหลัง จะพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าพิเซลระหว่างพื้นหลังกับ ภาพปัจจุบัน โดยจะดูค่าพิเซลใกล้เคียงด้วย เพื่อดูลักษณะของ micro-movement โดยถ้าค่าสีของของภาพ ณ ปัจจุบัน ย้ายไปอยู่ในพิเซลข้างๆ ระยะไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ ให้ถือว่าพิเซลนั้นเป็นพื้นหลัง



ภาพที่ 4 ผลของการทำงานของการทำงานแยกพื้นหลัง

- โดย (a1) เป็นภาพผู้หญิงขี่จักรยานบนถนน
- (a2) เป็นภาพการเคลื่อนไหวของใบไม้และผู้หญิง
- (a3) เป็นภาพผลลัพธ์โดยใช้อัลกอริทึมของผู้วิจัย

งานวิจัยขั้นนี้ ผู้วิจัยสามารถแก้ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงค่าแสงสว่างแบบซ้ำ ๆ และการสั่นไหวของภาพพื้นหลัง แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาของเงาได้

Tang and Miao (2007 : 38 - 41) ได้กล่าวถึงการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวจากกล้องตรวจจับแบบคงที่ โดยใช้การประยุกต์ของ Gaussian Mixture Model โดยค่าระดับการเรียนรู้ (learning rate) ปกติใน Gaussian Mixture Model ของค่าสี RGB นั้น จะเป็นค่าเดียวกัน แต่งานวิจัยขั้นนี้แยกค่าระดับการเรียนรู้ RGB ออกจากกันและทำให้อัลกอริทึมนี้เร็วขึ้นโดยการตัดความน่าจะเป็นของค่าระดับการเรียนรู้ออกไป ทำให้ค่าระดับการเรียนรู้ มีความถูกต้องมากขึ้น ส่วนวิธีแยกเงาออกจากวัตถุ ผู้วิจัยใช้แนวคิดที่ว่า ค่าสีของพื้นหลังที่มีเงามาบังนั้น ไม่เปลี่ยนแปลง มีแต่ค่า intensity ในบริเวณเงานั้น ต่ำลงไป และใช้การนับค่าพิเซลขาว (white pixel) บนพื้นที่บริเวณใกล้เคียง 8 ช่อง (8 neighborhood) เพื่อกำจัดสิ่งรบกวนและใช้ morphology ลบช่องว่างในวัตถุ



ภาพที่ 5 ภาพแสดงผลการทำงานในงานวิจัยของ Tang

โดย (a) เป็นภาพต้นฉบับ

(b) เป็นภาพที่ใช้ Gaussian Mixture Model

(c) เป็นภาพที่ใช้ Gaussian Mixture Model แบบประยุกต์

Zang and Klette (2004 : 90 - 93) ได้ใช้วิธี multi-layered mixture of Gaussians ชื่อว่า Pixel Map โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้นตอนคือ

1. ระดับพิกเซลสร้างข้อมูลขึ้นมา ชื่อว่า PixelMap โดยวิธีการนี้ ผู้วิจัย ใช้ Gaussian Mixture Model และเก็บค่าอื่นๆเป็นข้อมูลไว้ คือ

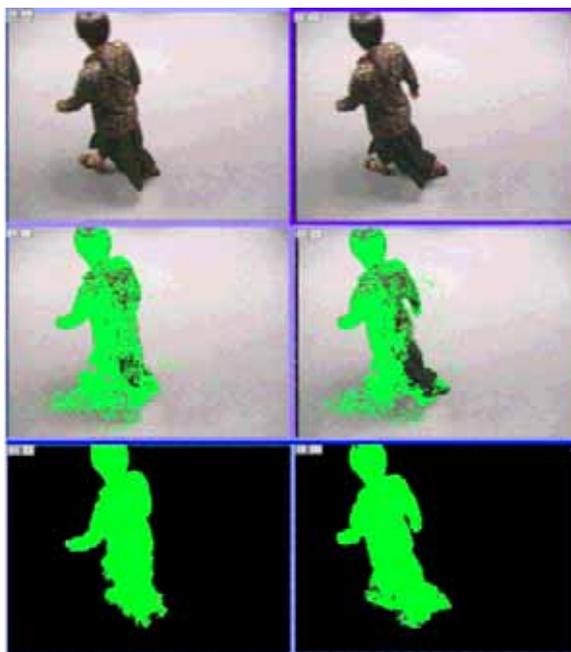
- ค่าเฉลี่ยของ ค่าสี RGB
- ค่าความแปรปรวนของค่าสี RGB
- ค่าสูงสุดของค่าสี RGB
- ค่าต่ำสุดของค่าสี RGB
- ค่า flag โดยจะเป็น 0 เมื่อ pixel นั้นเป็นพื้นหลัง และเป็น 1 เมื่อพิกเซลนั้นเป็นวัตถุ
- เวลาเมื่อค่า flag เปลี่ยนแปลง

นำค่าความแปรปรวนมาพิจารณาว่าเป็นพื้นหลังหรือวัตถุ โดยถ้ามีวัตถุผ่านที่ พิกเซลนั้น จะมีค่าความแปรปรวนมากกว่าที่ไม่มีวัตถุผ่านที่พิกเซลนั้น

2. ระดับเฟรม เปรียบเทียบโดยดูลักษณะความแตกต่างระหว่างเฟรมปัจจุบันกับ เฟรมก่อนหน้า

3. ระดับขอบเขต (region) นำภาพที่เปรียบเทียบในระดับเฟรม มาจัดสิ่งรบกวนโดยใช้พื้นที่บริเวณใกล้เคียง 8 ช่อง และเติมช่องว่างเล็ก ๆ ในภาพ โดยใช้ morphology เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Zhen Tang

วิธีการนี้สามารถตรวจจับวัตถุได้ถูกต้องกว่า Gaussian Mixture Model และสามารถตรวจจับการที่วัตถุเคลื่อนไหวช้าและเร็วในความเร็วของเฟรมต่างๆ ได้ดีกว่า Gaussian Mixture Model



ภาพที่ 6 ภาพแสดงผลการทำงานของ PixelMap

โดย ภาพแถวที่ 1 เป็นภาพต้นฉบับ

ภาพแถวที่ 2 เป็นภาพที่ใช้ Gaussian Mixture Model

ภาพแถวที่ 3 PixelMap

Toyama and others (1999 : 255 - 261) ได้คิดค้นวิธีที่เรียกว่า Wallflower อาศัย 3 ระดับคือ

1. ในระดับของพิกเซล ใช้ Wiener filtering ในการทำนายพื้นหลังโดยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นที่เพิ่มขึ้นแบบทันทีทันใด เช่น การเคลื่อนไหวของวัตถุ, time of day, waving tree, camouflage, bootstrapping โดยกำหนดให้แต่ละพิกเซลนั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกัน
2. ในระดับขอบเขต ใช้ลักษณะการเติมเต็มของส่วนประกอบลงในภาพวัตถุ โดยใช้แก้ปัญหา foreground aperture
3. ในระดับเฟรม ใช้ k- means clustering algorithm โดยใช้แก้ปัญหา light switch problem

ซึ่งผลการทดลองกับภาพทดลอง ที่มีเหตุการณ์ที่ไม่ปกตินั้น ปรากฏว่าได้ผลใกล้เคียงกับภาพพื้นหน้าที่น่าจะเป็น (ideal foreground)

Xiong and Jaynes (2004 : 88 - 96) ได้กล่าวถึงการแยกวัตถุออกจากภาพพื้นหลังที่เคลื่อนไหวในลักษณะของ multi-resolution เช่น คลื่นน้ำเล็ก ๆ ลมพัดใบไม้บนต้นไม้ไหว เป็นต้น โดยใช้วิธีการแบ่งภาพออกเป็นช่องเล็ก ๆ แล้วใช้ค่าน้ำหนักในการตัดสินใจ ซึ่งจากการทดลองพบว่า วิธีการนี้สามารถพบวัตถุพื้นหน้าจากภาพพื้นหลังที่มีการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งขนาดของช่องนั้นมีผลต่อการทดลอง โดยที่ถ้าช่องนั้นมีขนาดเล็ก จะพบสิ่งรบกวนได้มากกว่าช่องที่มีขนาดใหญ่

## 2. การปรับปรุงพื้นหลัง(Background Updating)

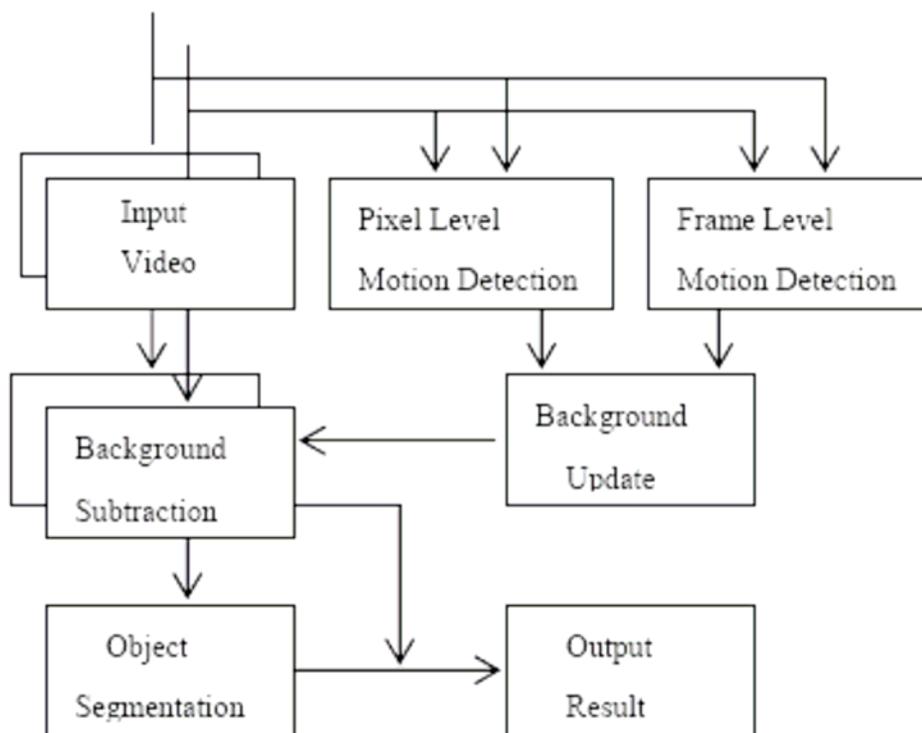
ลักษณะของการปรับปรุงพื้นหลัง คือการที่ต้องการปรับปรุงพื้นหลัง เมื่อพื้นหลังจริง ๆ นั้นเปลี่ยนไป โดย He and others (2003 : 515 - 519) ได้ออกแบบอัลกอริทึม โดยใช้การแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างพื้นหลัง, วัตถุที่เคลื่อนไหว, แสง และสิ่งรบกวนของกล้อง โดยใช้ภาพขาวเทา จัดค่าแสงที่เปลี่ยนไปโดยอัลกอริทึมนี้ใช้วิธีการรวมกันของค่าที่ เปลี่ยนแปลงของพื้นที่รอบ ๆ โดยเทียบเคียงระหว่างค่าปัจจุบันและค่าก่อนหน้า เพื่อทำนายค่าของพิเซลบนพื้นหลังใหม่ ส่วน Colombari and others (2005 : 29 - 36) ได้ใช้วิธีการเตรียมและซ่อมแซมพื้นหลังที่ถูกบังโดยวัตถุ ซึ่งจะเป็นการหาพื้นหลังที่แท้จริงของข้อมูล โดยใช้วิธีการแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นพื้นหลังที่แท้จริง (sure background) และส่วนที่มีวัตถุมาปะปน (confusion zone) นำค่าความเปลี่ยนแปลงในส่วนที่มีวัตถุปะปนนั้นมาเปรียบเทียบกับส่วนที่เป็นพื้นหลังที่แท้จริงซึ่งถ้าค่าของความเหมือนนั้นเกินค่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะกำหนดให้ส่วนนั้นเป็นพื้นหลังที่แท้จริง

### บทที่ 3

#### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### การแยกวัตถุ ออกจากพื้นหลัง และการตรวจจับพื้นหลัง

ในการแยกวัตถุที่สนใจ ออกจากพื้นหลังนั้น พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ที่พบสำหรับกล้องตรวจจับคือไม่สามารถทราบได้ว่าวัตถุไหนเป็นวัตถุที่สนใจจริง หรือส่วนไหนเป็นพื้นหลัง งานวิจัยของ Yang and others (2004 : 136 - 143) ได้แบ่งการแยกวิธีการแยกวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลังดังนี้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง

โดยแต่ละขั้นตอน มีการทำงานดังนี้

### 1. การปรับปรุงพื้นหลัง (Background Update)

ในปัจจุบันมีวิธีการในการปรับปรุงพื้นหลัง อยู่ 2 รูปแบบคือ

#### - selective update

การเพิ่มตัวอย่างลงไปโมเดล เมื่อวัตถุนั้นถูกพิสูจน์แล้วว่าตัวอย่างนั้นเป็นพื้นหลังที่แท้จริง โดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก

#### - blind update

วิธีนี้ จะเพิ่มตัวอย่างลงไปโมเดลเลย เมื่อตรวจจับได้ว่าวัตถุมีการเปลี่ยนแปลง แต่จะเห็นได้ว่าวิธีการของ blind update นี้มีผลต่อการตัดสินใจในการปรับปรุงพื้นหลัง ซึ่งถ้าเรามีการตัดสินใจในการที่จะปรับปรุงพื้นหลังผิดแล้ว ผลที่ได้อาจจะกระทบถึงการตรวจจับที่จะเกิดขึ้นต่อไปด้วย

จากสมมติฐานที่ว่า ค่าของพิกเซล ของวัตถุที่เคลื่อนไหวยุ่บนนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าพื้นหลัง เราจึงนำหลักการนี้ในการแยกวัตถุออกมาโดยมีการแบ่งการแยกนี้ออกเป็น 2 ส่วนคือ

#### 1.1 ระดับพิกเซล (Pixel level)

ลักษณะของระดับพิกเซล จะเป็นการวิเคราะห์เมตริกซ์  $D(k)$  เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าพิกเซลนี้ เป็นพื้นหลัง หรือว่าวัตถุ โดย  $I(k)$  เป็น input ของเฟรมวิดีโอ ณ เวลาที่  $k$  และ  $i, j$  ของ  $I_{i,j}(k)$  จะเป็นตำแหน่งของพิกเซลจะได้สมการดังนี้

$$F_{i,j}(k) = \begin{cases} 0 & \text{if } |I_{i,j}(k) - I_{i,j}(k - \gamma)| \leq Tf \\ 1 & \text{if otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$D_{i,j}(k) = \begin{cases} D_{i,j}(k-1) - 1 & \text{if } F_{i,j}(t) = 0, D_{i,j}(k-1) \neq 0 \\ \lambda & \text{if } F_{i,j}(t) \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

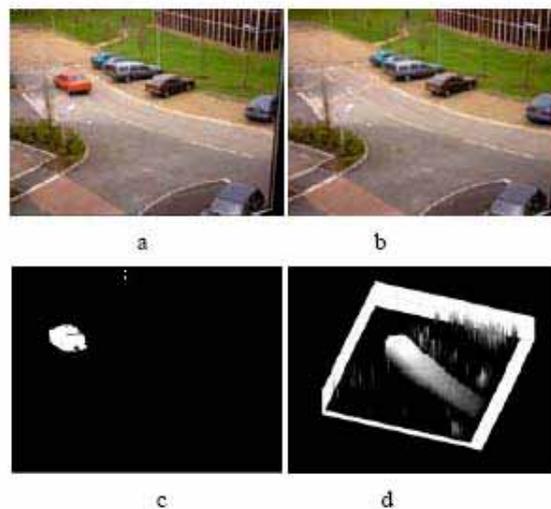
ซึ่ง (1) และ (2) แสดงถึงความแตกต่างของภาพแบบเฟรมต่อเฟรมของภาพ  $F(k)$  และเมตริกซ์แบบไดนามิกของ  $D(k)$  ณ เวลาที่  $k$  เมื่อ  $\gamma$  เป็นระยะห่างของเวลาระหว่างเฟรมปัจจุบันกับเฟรมก่อนหน้า  $Tf$  เป็นค่าเกณฑ์ที่จะเป็นตัวตัดสินใจว่าพิกเซลนั้น จะถูกเปลี่ยน

แปลง ณ เวลาที่  $k$  หรือไม่ และ  $\lambda$  เป็นความกว้างของเวลาที่บันทึกการกำหนดการเคลื่อนที่ของ พิกเซลซึ่งถ้า  $D_{i,j}(k)$  เท่ากับ 0 พิกเซลนั้นจะถูกปรับปรุงในพื้นที่อื่น โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$B_{i,j}(k) = \alpha \cdot I_{i,j}(k) + (1 - \alpha) \cdot B_{i,j}(k - 1) \quad (3)$$

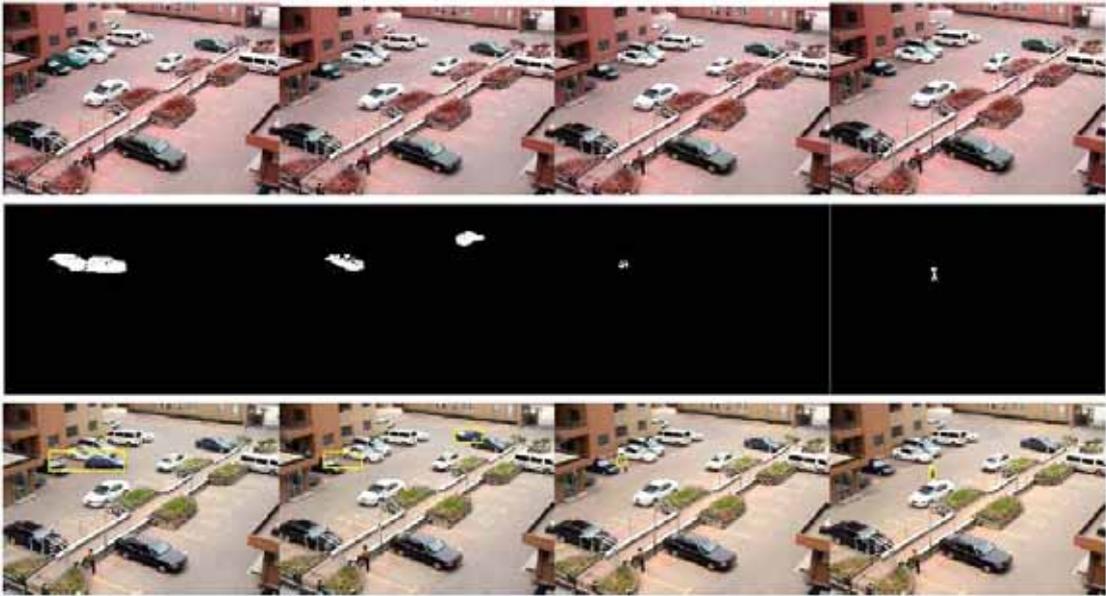
เมื่อ  $B(k)$  เป็นภาพพื้นหลัง ณ เวลา  $k$  และ  $\alpha$  เป็นค่าน้ำหนักของเฟรม อินพุต จากสมการนี้ จะปรับปรุงพื้นหลัง ก็ต่อเมื่อค่าของพิกเซลนั้นไม่เปลี่ยนแปลงมากเกินไปในช่วงเวลาที่ กำหนด

ข้อดีของการใช้วิธีการใช้อัลกอริทึมนี้คือ มีความเชื่อถือได้ สามารถแก้ปัญหา ในลักษณะต่าง ๆ ได้ เช่น ghost, วัตถุที่เริ่มขยับหรือว่าวัตถุที่หยุดนิ่ง, การเปลี่ยนแปลงของแสงไฟ เป็นต้น



ภาพที่ 8 dynamic matrix

จากภาพที่ 8 คือผลที่ได้จากการปรับปรุงภาพพื้นหลังในระดับพิกเซล โดยภาพ a) เป็นภาพต้นฉบับ ภาพ b) เป็นภาพพื้นหลัง ภาพ c) เป็นภาพที่แยกวัตถุออกจากพื้นหลัง และภาพ d) เป็นภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ



ภาพที่ 9 ลักษณะของการเกิด ghost  
(การที่ background ไม่ update)

จากภาพที่ 9 คือลักษณะการเกิด ghost คือการที่ภาพพื้นหลังนั้นยังไม่ถูก update จึงทำให้เกิดเป็นภาพเงารางๆของวัตถุที่เคลื่อนที่ออกไปแล้ว โดยภาพแถวที่ 1 เป็นภาพการปรับปรุงพื้นหลังที่เกิด ghost ขึ้น ภาพแถวที่ 2 เป็นภาพการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง และภาพแถวที่ 3 เป็นภาพที่เกิดขึ้นจริง

### 1.2 ระดับเฟรม (Frame Level)

วิธีการของการปรับปรุงพื้นหลังในระดับเฟรมนั้น เป็นการจับภาพว่าในภาพนั้นมีวัตถุที่เคลื่อนไหวหรือไม่โดยสมการต่อไปนี้

$$v = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m F_{i,j}(k)}{m \times n} \quad (4)$$

โดยที่ m,n เป็นความกว้างและความยาวของภาพ ซึ่งถ้าค่า v นั้นน้อยกว่า 0.001 แสดงว่า ไม่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุภาพและสามารถปรับปรุงพื้นหลังได้ทันที

## 2. อัลกอริทึมของการแยกวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวแบบเวลาจริง

ในการแยกวัตถุออกมานั้น สามารถใช้โลจิก OR ในการคำนวณผลของการแยกภาพพื้นหลัง ระหว่างเฟรมที่ถูกนำเข้ามาและโมเดลภาพพื้นหลังที่ถูกกำหนดไว้ในลักษณะของ RGB color โดยกำหนดให้  $S(k)$  เป็นภาพที่ทำการแยก ณ เวลาที่  $T_s$  เป็นค่าเกณฑ์ของการแยก และ  $I.R(k)$ ,  $I.G(k)$ ,  $I.B(k)$ ,  $B.R(k)$ ,  $B.G(k)$ ,  $B.B(k)$  แสดงถึงค่าของ RGB ในพิกเซล ในเฟรมที่ถูกนำเข้ามา และในโมเดลของภาพพื้นหลังจะได้สมการดังนี้

$$S_{i,j}(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } |I.R_{i,j}(k) - B.R_{i,j}(k)| > T_s, \text{ or} \\ & \text{if } |I.G_{i,j}(k) - B.G_{i,j}(k)| > T_s, \text{ or} \\ & \text{if } |I.B_{i,j}(k) - B.B_{i,j}(k)| > T_s \\ 0 & \text{if } \textit{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

จากสมการนี้ เมื่อนำไปใช้จริง จะเห็นว่าทำให้เกิดสิ่งรบกวน ขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงต้องใช้ noise filtering เพื่อลดขนาดของวัตถุและสิ่งรบกวนลง จากนั้น ก็จะใช้ Blob labeling ในการเชื่อมต่อภาพของวัตถุเข้าด้วยกัน แล้วจึงใช้ Morphology filtering เพื่อนำวัตถุเล็กๆที่ไม่สนใจในภาพออกแล้วจึงนำวัตถุที่ตรวจพบนั้นไปดำเนินการต่อไปโดยอาจจะนำไปทำในลักษณะแบ่งแยกลักษณะ (classification) หรือรู้จำ (recognition) ก็ได้

## บทที่ 4

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

##### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยใช้ข้อมูลจากกล้องวีดีโอวงจรปิดจากคณะเภัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และตัวอย่างจากไฟล์วีดีโอที่มีลักษณะแบบวนซ้ำจากสถานที่อื่นๆ

##### 2. ระยะเวลาการดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูล

ที่	ขั้นตอน ดำเนินงานวิจัย	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
1	เก็บข้อมูล	↔				
2	พัฒนาโปรแกรม	↔	↔	↔		
3	ทดสอบ				↔	
4	สรุปผล					↔

การทดลองแบ่งออกเป็น 4 ช่วงดังต่อไปนี้

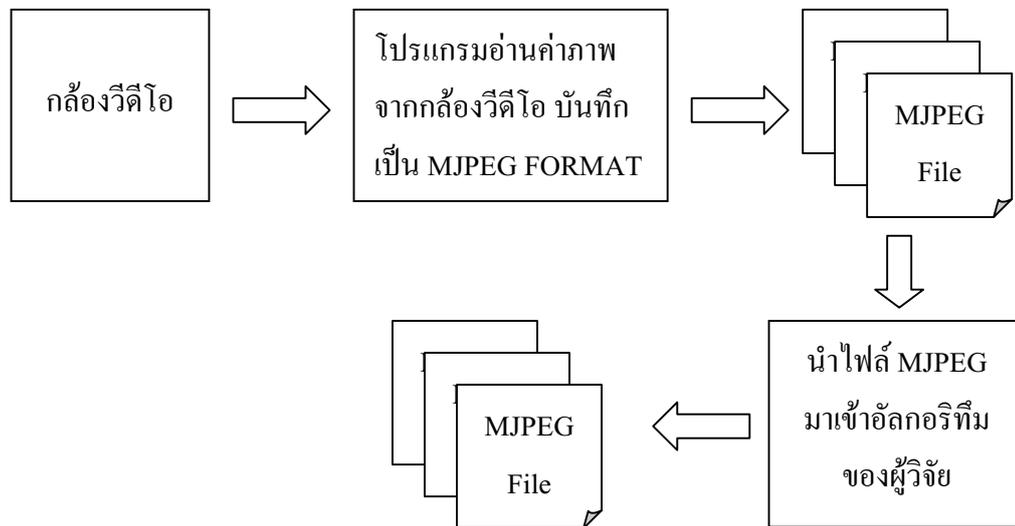
2.1 ใช้วีดีโอตรวจสอบบันทึกข้อมูลภาพพื้นหลังที่มีลักษณะแบบวนซ้ำโดยพิจารณาปริมาณข้อมูลที่เก็บได้ และข้อมูลที่กล้องตรวจเจอวัตถุที่สนใจ บันทึกผลข้อมูลและหาตัวอย่างไฟล์วีดีโอที่มีลักษณะแบบวนซ้ำอื่นๆ เพิ่มเติม

2.2 พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ลักษณะการเก็บข้อมูลและการแยกวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลังแบบใหม่

2.3 ใช้วีดีโอตรวจสอบบันทึกข้อมูลภาพพื้นหลังที่มีลักษณะแบบวนซ้ำโดยใช้อัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ดูปริมาณข้อมูลที่เก็บได้ และข้อมูลที่กล้องตรวจวัตถุที่สนใจ บันทึกผลข้อมูล

2.4 วัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม โดยเปรียบเทียบขนาดของข้อมูลที่จัดเก็บและวัดเวลาในการประมวลผล

### 3. สถาปัตยกรรมระบบ



ภาพที่ 10 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ

จากภาพที่ 10 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานของระบบ โดยผู้วิจัย นำไฟล์นามสกุล MJPEG ที่ได้จากการบันทึกของโปรแกรมบันทึกภาพกล้องวงจรปิดมาเข้าอัลกอริทึมของผู้วิจัย โดยผลที่ได้จะได้ไฟล์นามสกุล MJPEG เช่นเดิม

#### 4. การออกแบบระบบ

```

STEP1 // Find background set
    get random frame
    current frame = randomframe + delay frame
    while loopcount >2
        compare(random frame, current frame)
        if random frame same current frame
            loop++
        if current frame – random frame > limit frame count
            loop = 0
            goto STEP1
        set next frame = current frame
    end while
    get random frame → current frame to background set
    set first background frame = current background

STEP2 // compare between set of background and current frame
    compare(current background, current frame)
    if current background same current frame
        set next frame = current frame
        if no next background frame // end loop
            set first background frame = current background
        else
            set next background frame = current background
    else // when not same image
        if not same frame twice time
            // can be foreground
            loop = 0
            goto STEP1
        else
            set next frame = current frame
        if no next background frame // end loop
            set first background frame = current background
        else
            set next background frame = current background

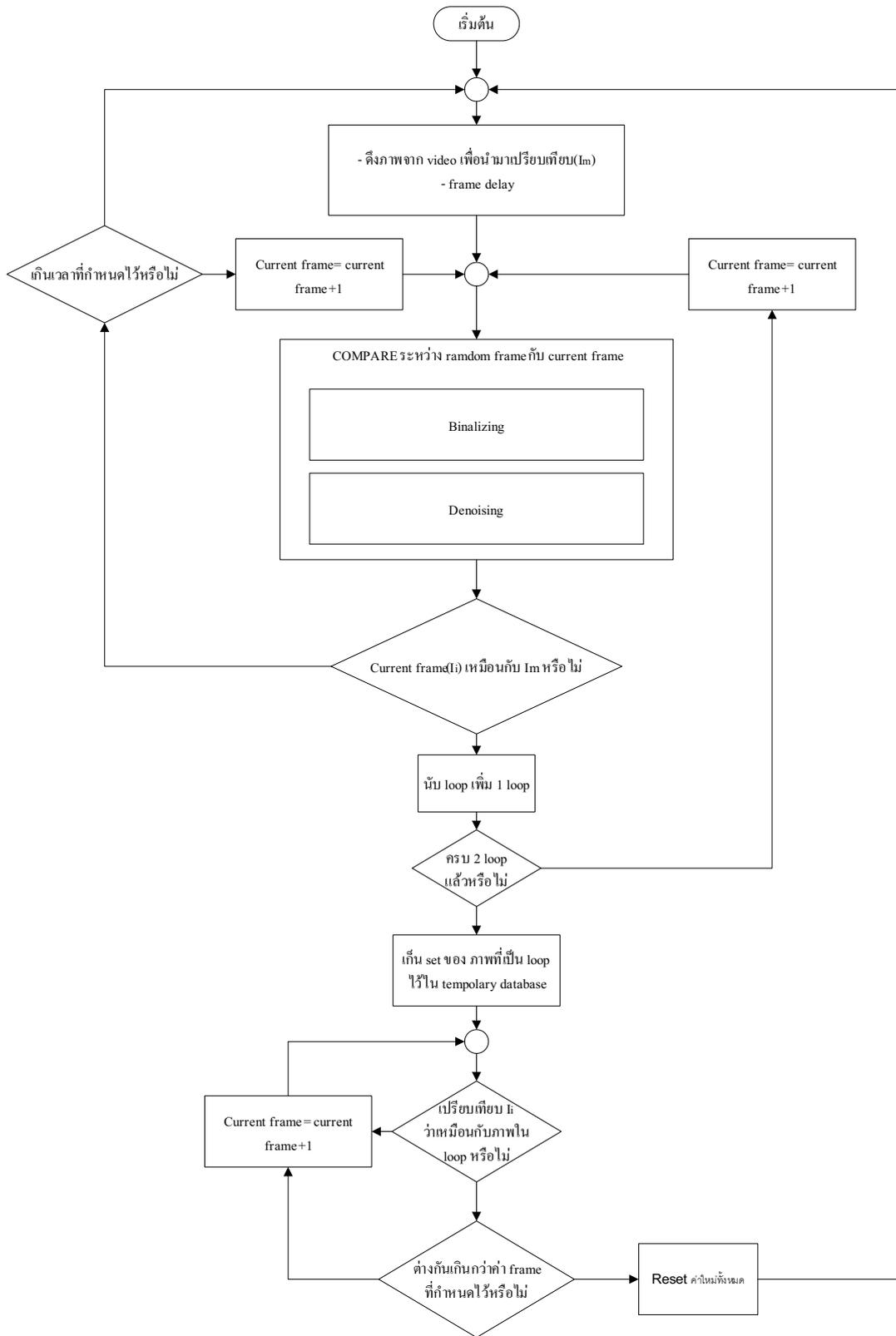
```

ภาพที่ 11 แสดง pseudocode ของอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยคิดขึ้น

```
Function compare(image A, image B)
// Start function
// binalizing-
    for i = 1 to image_width * image_height
        if PixellImageA(i) – PixellImageB(i) < thresholdcolor
            PixellImageCompare=black // same
        else
            PixellImageCompare=white // notsame
// denoise
    Set block 4*4 pixel on compare image
    for j = 1 to number of block on compare image
        if block has white pixels < noisethreshold
            /seem to be noise
            set all pixels in that block are black
// result
    if all white pixels on compare image > thresholdofsameimage
        image A and B are same images
    else
        image A and B are difference
// end function
```

ภาพที่ 12 แสดง pseudocode ของอัลกอริทึมการเปรียบเทียบภาพ

โดยใช้อัลกอริทึมของ Wang (Wang and others, 2005 : 37 - 44)



ภาพที่ 13 แผนผังแสดงอัลกอริทึมตรวจสอบภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำ

### อัลกอริทึมตรวจจับภาพแบบวนซ้ำ

แนวคิดของอัลกอริทึมแบบวนซ้ำนั้น มีกระบวนการดังนี้

1. ดึงภาพมาจากวีดีโอตรวจจับ( $I_m$ )
2. ทำ frame delay เพื่อมิให้ภาพนั้นตรวจสอบติดกันกับภาพที่ต้องการ

เปรียบเทียบ

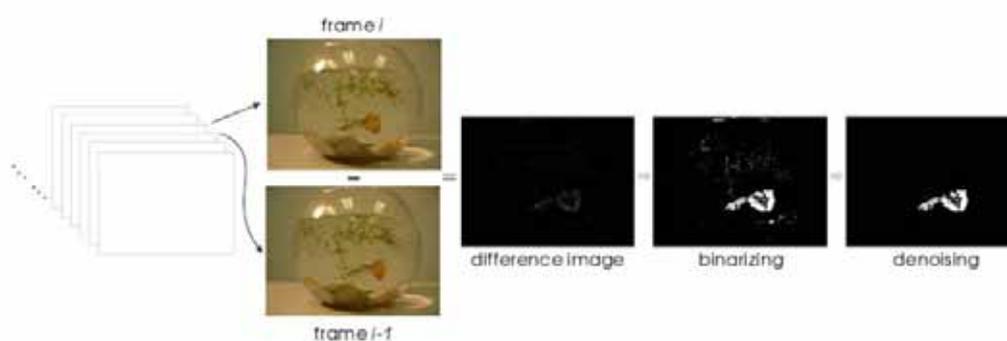
3. เปรียบเทียบภาพระหว่าง  $I_m$  กับภาพ ณ เวลาปัจจุบัน( $I_t$ ) โดยนำเอาเทคนิคของ Wang มาใช้ ดังนี้

3.1 Binalizing คือการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสีในแต่ละพิกเซลของภาพ โดยมีสมการดังนี้

$$I(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } I(x,y) > Tb \\ 1 & \text{if } I(x,y) \leq Tb \end{cases} \quad (6)$$

โดย  $I(x,y)$  เป็นพิกัดของ pixel  $Tb$  คือค่าเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

3.2 Denoising เนื่องจากการทำ binalizing ทำให้เกิดสิ่งรบกวนจำนวนมาก ดังนั้นเราจึงต้องกำจัด noise ออก โดยการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วพิจารณาว่าค่าของพิกเซลที่เป็น 1 นั้นน้อยกว่าเกณฑ์หรือไม่ ถ้าน้อยกว่าจะถือว่าเป็นสิ่งรบกวนและกำหนดค่าเหล่านั้นให้เป็น 0



ภาพที่ 14 ตัวอย่างการทำ binarizing และ denoising



ภาพที่ 15 ตัวอย่างการทำ denoising โดยการแบ่งรูปเป็นช่องเล็กๆ

จากภาพที่ 14 และ 15 เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบภาพ โดยนำ ภาพ 2 ภาพ มาทำ binarizing แล้วจึงนำภาพที่ได้ มาลดสิ่งรบกวน โดยการแบ่งภาพเป็นช่องเล็กๆ แล้วใช้วิธีนับพิกเซลขาวว่าเกินค่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

เมื่อผ่านการลดสิ่งรบกวน ให้นำภาพมาตรวจสอบในระดับของเฟรมว่าเป็นภาพเดียวกันหรือไม่ ถ้าไม่เป็น ให้เปรียบเทียบ  $I_m$  กับเฟรมต่อไป ( $I_{m+1}$ ) ซึ่งถ้าใช้เวลานานเกินกว่าที่กำหนดไว้ ให้เริ่มต้นเลือก  $I_m$  ใหม่

4. ถ้าพบว่า  $I_m$  ตรงกับ  $I_i$  ครบ 2 ครั้ง ให้เก็บช่วงของ frame ตั้งแต่  $I_m$  จนถึง  $I_i$  ไว้เป็นเซตของพื้นหลัง

5. เปรียบเทียบเซตของพื้นหลังที่เก็บไว้ กับเซตของพื้นหลังปัจจุบัน โดยวิธีการนี้จะเป็นการค้นหาวัตถุที่เคลื่อนไหว ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าไม่มีการเคลื่อนไหว ก็ไม่ต้องเปลี่ยนเซตของพื้นหลัง แต่ถ้าเปรียบเทียบแล้วพบว่ามีการเคลื่อนไหว ก็จะกลับไปทำในข้อ 1 ใหม่

## 5. เกณฑ์การประเมินผล

การตัดสินใจว่าอัลกอริทึมตรวจจับภาพแบบวนซ้ำ จะได้ผลดีกว่าอัลกอริทึมแบบเก่า จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

1. สามารถตรวจจับวัตถุที่สนใจในพื้นที่แบบวนซ้ำได้ถูกต้อง โดยคาดว่าจะสามารถตรวจจับวัตถุที่สนใจได้ถูกต้องมากกว่า 85%
2. สามารถลดปริมาณการจัดเก็บข้อมูลได้ดีกว่าอัลกอริทึมแบบเดิม โดยคาดว่าจะสามารถลดปริมาณในการจัดเก็บได้มากกว่า 40 % เมื่อเทียบกับการจัดเก็บของเดิม
3. ใช้เวลาในการประมวลผลน้อย โดยคาดว่าหากใช้เวลาประมวลผลน้อยแล้ว จะสามารถประมวลผลในลักษณะของเวลาจริง (real time) ได้

## บทที่ 5

### ผลการดำเนินงานวิจัย

หลังจากที่ได้พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อใช้สำหรับการตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและรวบรวมผลรวมถึงการรายงานผลการทดลองออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### ข้อมูลที่รวบรวมได้และผลการจัดเตรียมข้อมูล

ทางผู้วิจัย ได้รวบรวมตัวอย่างต่าง ๆ จากการบันทึกภาพจากกล้องวงจรปิด ณ คณะ เกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และจากที่บ้าน ทั้งหมด 5 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นตัวอย่างที่มีขนาด ภาพ  $320 \times 240$  พิกเซล 2 ตัวอย่าง และตัวอย่างที่มีขนาดภาพ  $640 \times 480$  พิกเซล อีก 3 ตัวอย่าง เพื่อนำ มาสร้างเป็นพื้นหลัง ที่เคลื่อนไหวแบบวนซ้ำโดยกำหนดเงื่อนไขการ interrupt ของไฟล์วีดีโอ (การ interrupt คือการที่มีวัตถุเคลื่อนไหวแทรกเข้ามาในพื้นที่ที่มีการวนซ้ำอยู่) เพื่อวัดประสิทธิภาพ ของอัลกอริทึมตัวอย่างละ 11 ไฟล์ รวมเป็นตัวอย่างทั้งหมด 50 ไฟล์ และนำไฟล์ที่พื้นหลังมีการ เคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ ขนาด  $320 \times 240$  พิกเซล อีก 9 ไฟล์ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดตัวอย่างวีดีโอที่สร้างขึ้น

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดภาพ (พิกเซล)	ขนาดของ ข้อมูล (Kilobyte)	จำนวน loop	จำนวนครั้งที่ ถูก interrupt
1	1-0	$640 \times 480$	49242	40	0
2	1-1	$640 \times 480$	50119	40	1
3	1-2	$640 \times 480$	50996	40	2
4	1-3	$640 \times 480$	51873	40	3
5	1-4	$640 \times 480$	52750	40	4
6	1-5	$640 \times 480$	53627	40	5
7	1-6	$640 \times 480$	55817	40	6
8	1-7	$640 \times 480$	56695	40	7

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดภาพ (พิกเซล)	ขนาดของ ข้อมูล (Kilobyte)	จำนวน loop	จำนวนครั้งที่ ถูก interrupt
9	1-8	640 × 480	60197	40	8
10	1-9	640 × 480	61074	40	9
11	1-10	640 × 480	63264	40	10
12	2-0	640 × 480	84324	40	0
13	2-1	640 × 480	83447	40	1
14	2-2	640 × 480	82570	40	2
15	2-3	640 × 480	81692	40	3
16	2-4	640 × 480	80815	40	4
17	2-5	640 × 480	79938	40	5
18	2-6	640 × 480	79061	40	6
19	2-7	640 × 480	78184	40	7
20	2-8	640 × 480	77307	40	8
21	2-9	640 × 480	76430	40	9
22	2-10	640 × 480	75553	40	10
23	3-0	640 × 480	136839	40	0
24	3-1	640 × 480	135526	40	1
25	3-2	640 × 480	134213	40	2
26	3-3	640 × 480	132900	40	3
27	3-4	640 × 480	131587	40	4
28	3-5	640 × 480	130274	40	5
29	3-6	640 × 480	128962	40	6
30	3-7	640 × 480	127649	40	7
31	3-8	640 × 480	126336	40	8
32	3-9	640 × 480	125023	40	9
33	3-10	640 × 480	123710	40	10

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดภาพ (พิกเซล)	ขนาดของ ข้อมูล (Kilobyte)	จำนวน loop	จำนวนครั้งที่ ถูก interrupt
34	4-0	320 × 240	47086	40	0
35	4-1	320 × 240	46011	40	1
36	4-2	320 × 240	44936	40	2
37	4-3	320 × 240	43861	40	3
38	4-4	320 × 240	42786	40	4
39	4-5	320 × 240	41711	40	5
40	4-6	320 × 240	40636	40	6
41	4-7	320 × 240	39561	40	7
42	4-8	320 × 240	38487	40	8
43	4-9	320 × 240	37412	40	9
44	4-10	320 × 240	36337	40	10
45	5-0	320 × 240	4089	40	0
46	5-1	320 × 240	5164	40	1
47	5-2	320 × 240	6239	40	2
48	5-3	320 × 240	7314	40	3
49	5-4	320 × 240	8389	40	4
50	5-5	320 × 240	9464	40	5
51	5-6	320 × 240	10539	40	6
52	5-7	320 × 240	11614	40	7
53	5-8	320 × 240	12689	40	8
54	5-9	320 × 240	13764	40	9
55	5-10	320 × 240	14839	40	10

โดยชื่อไฟล์ตัวแรกหมายถึงลำดับของตัวอย่าง ตัวที่ 2 หมายถึงจำนวนครั้งในการ interrupt เช่น ไฟล์มีชื่อว่า 5-6 แปลว่าเป็นตัวอย่างที่ 5 มีการ interrupt 6 ครั้ง

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดวิดีโอที่ถ่ายจากสถานที่ต่าง ๆ

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดภาพ (พิกเซล)	รายละเอียดของ ภาพวิดีโอ	เวลา (Seconds)	ขนาดของภาพ (Kilobyte)
1	r01	320 × 240	จอภาพเป็นคลื่น	213	24240
2	r02	320 × 240	จอภาพเป็นคลื่น	640	6972
3	r03	320 × 240	จอภาพเป็นคลื่น	448	86677
4	r04	320 × 240	จอภาพเป็นคลื่น	735	109752
5	r05	320 × 240	ไฟเตือนภัย	130	9618
6	r06	320 × 240	ไฟเตือนภัย	237	15280
7	r07	320 × 240	ไฟเตือนภัย	101	10120
8	r0	320 × 240	ไฟเตือนภัย	460	54102

### ผลการพัฒนาโปรแกรม

ทางผู้วิจัย ได้พัฒนาโปรแกรมการตรวจจับภาพพื้นหลังที่เคลื่อนไหวแบบวนซ้ำ โดยใช้ภาษา java โดยมีฟังก์ชันต่างๆ ดังนี้

1. detectloop320(String input, String output)

เป็นฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำซึ่งภาพมีขนาด 320 × 240 พิกเซล โดย input คือชื่อไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบ output คือชื่อไฟล์ที่ตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้ว

2. detectloop640(String input, String output)

เป็นฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำซึ่งภาพมีขนาด 640 × 480 พิกเซล โดย input คือชื่อไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบ output คือชื่อไฟล์ที่ตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้ว

## ผลการทดลองในการทำงานของโปรแกรม

```
General Output
-----Configuration: <Default>-----
Filename : 01_40_5.mjpg
Size : 54913655
Frame : 1150

-----
Start process....
-----

Same image : 1at frame : 27
Same image : 2at frame : 53
Inloop at frame : 53
Loop complete...
Loop complete...
Detect foreground in frame 185
out of time
Same image : 1at frame : 312
Same image : 2at frame : 338
Inloop at frame : 338
Detect foreground in frame 363
out of time
Same image : 1at frame : 490
Same image : 2at frame : 516
Inloop at frame : 516
Detect foreground in frame 567
Same image : 1at frame : 667
out of time
out of time
Same image : 2at frame : 795
Inloop at frame : 795
Loop complete...
Detect foreground in frame 845
out of time
Same image : 1at frame : 972
Same image : 2at frame : 998
Inloop at frame : 998
Loop complete...
Loop complete...

Process completed.
```

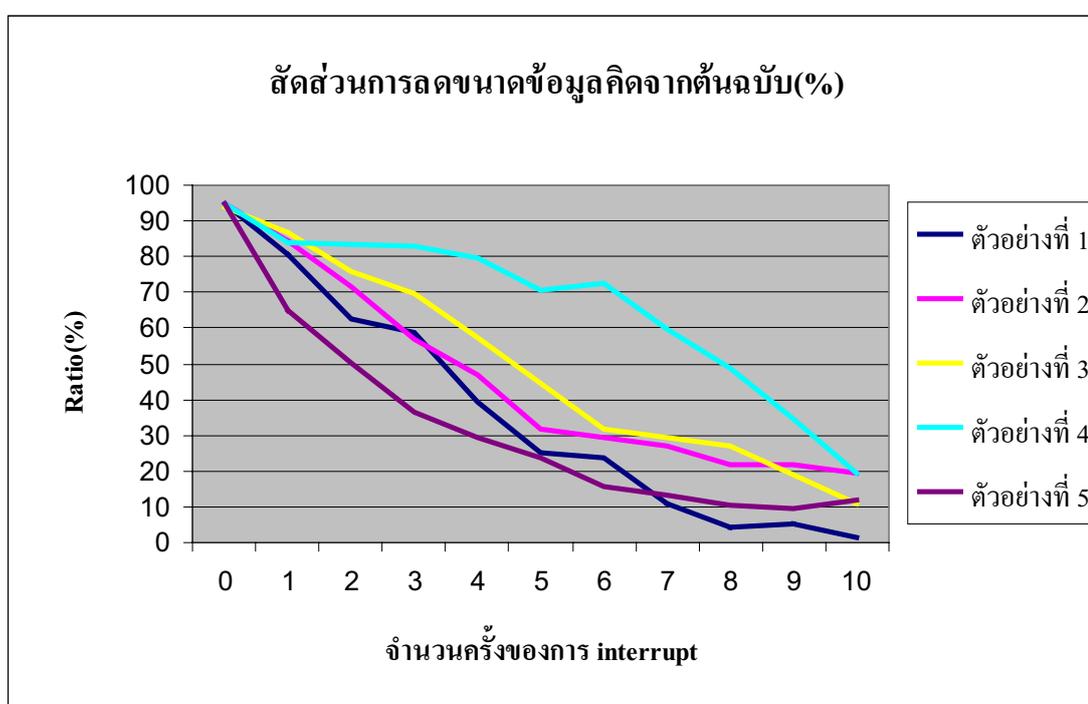
ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม

### อัตราส่วนการบีบอัดข้อมูล

ทางผู้วิจัย ได้วัดอัตราส่วนการลดขนาดของข้อมูล โดยใช้อัตราส่วนจากสมการดังนี้

$$\text{สัดส่วนการลดขนาดข้อมูล(\%)} = \frac{\text{ขนาดของไฟล์ต้นฉบับ} - \text{ขนาดของไฟล์ที่ผ่านอัลกอริทึม}}{\text{ขนาดของไฟล์ต้นฉบับ}} \times 100$$

ซึ่งทางผู้วิจัย ได้นำไฟล์ตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่าง และไฟล์จริงอีก 1 ตัวอย่าง โดยอัตราส่วนการลดขนาดข้อมูลของจริง คือ 43.96755 % และตัวอย่างได้ผลตามแผนภูมิที่ 1 ดังนี้



แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการลดขนาดข้อมูล จากตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 11 ไฟล์

ตารางที่ 3 รายละเอียดของขนาดต้นฉบับ กับขนาดที่ผ่านอัลกอริทึม

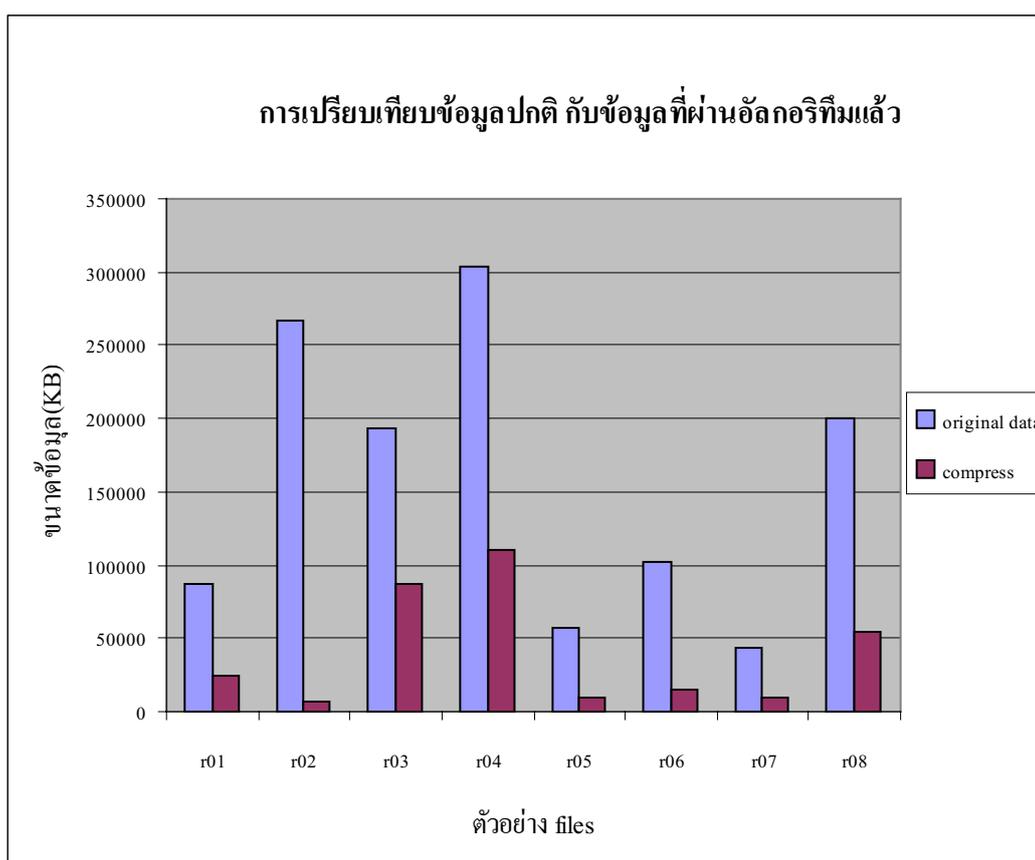
ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดของข้อมูลเดิม(Kilobytes)	ขนาดของข้อมูลใหม่(Kilobytes)	จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงไป
1	1-0	49242	2510	94.90
2	1-1	50119	9688	80.67
3	1-2	50996	19182	62.39
4	1-3	51873	21290	58.96
5	1-4	52750	32011	39.32
6	1-5	53627	40274	24.90
7	1-6	55817	42464	23.92
8	1-7	56695	50539	10.86
9	1-8	60197	57735	4.09
10	1-9	61074	57796	5.37
11	1-10	63264	62448	1.29
12	2-0	84324	4260	94.95
13	2-1	83447	13059	84.35
14	2-2	82570	23539	71.49
15	2-3	81692	35310	56.78
16	2-4	80815	42870	46.95
17	2-5	79938	54641	31.65
18	2-6	79061	55872	29.33
19	2-7	78184	57104	26.96
20	2-8	77307	60443	21.81
21	2-9	87380	68407	21.71
22	2-10	86503	69638	19.50
23	3-0	136839	8255	93.97
24	3-1	135526	17679	86.96
25	3-2	134213	32199	76.01

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดของข้อมูลเดิม(Kilobytes)	ขนาดของข้อมูลใหม่(Kilobytes)	จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงไป
26	3-3	132900	40534	69.50
27	3-4	131587	56326	57.19
28	3-5	130274	72118	44.64
29	3-6	128962	87910	31.83
30	3-7	127649	90018	29.48
31	3-8	126336	92126	27.08
32	3-9	122392	99060	19.06
33	3-10	120202	107133	10.87
34	4-0	47086	2543	94.60
35	4-1	46011	7461	83.78
36	4-2	44936	7469	83.38
37	4-3	43861	7572	82.74
38	4-4	42786	8649	79.79
39	4-5	41711	12283	70.55
40	4-6	40636	11205	72.43
41	4-7	39561	16015	59.52
42	4-8	38487	19649	48.95
43	4-9	37412	24460	34.62
44	4-10	36337	29270	19.45
45	5-0	4089	219	94.64
46	5-1	5164	1822	64.72
47	5-2	6239	3100	50.31
48	5-3	7314	4656	36.34
49	5-4	8389	5936	29.24
50	5-5	9464	7219	23.72

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดของข้อมูลเดิม(Kilobytes)	ขนาดของข้อมูลใหม่(Kilobytes)	จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงไป
51	5-6	10539	8907	15.49
52	5-7	11614	10086	13.16
53	5-8	12689	11364	10.44
54	5-9	13764	12439	9.63
55	5-10	14839	13050	12.06



แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการลดขนาดข้อมูล จากวิดีโอที่ถ่ายในสถานที่ต่าง ๆ

ตารางที่ 4 รายละเอียดของขนาดต้นฉบับของวิดีโอที่ถ่ายทำในสถานที่ต่าง ๆ กับขนาดที่ผ่านอัลกอริทึม(ความเร็ว 30 frames/sec)

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดของข้อมูลเดิม(Kilobytes)	ขนาดของข้อมูลใหม่(Kilobytes)	จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงไป
1	r01	87044	24240	72.15202
2	r02	267513	6972	97.39377
3	r03	193205	86677	55.13729
4	r04	303678	109752	63.85909
5	r05	56540	9618	82.98903
6	r06	102235	15280	85.05404
7	r07	43880	10120	76.9371
8	r08	200776	54102	73.05355

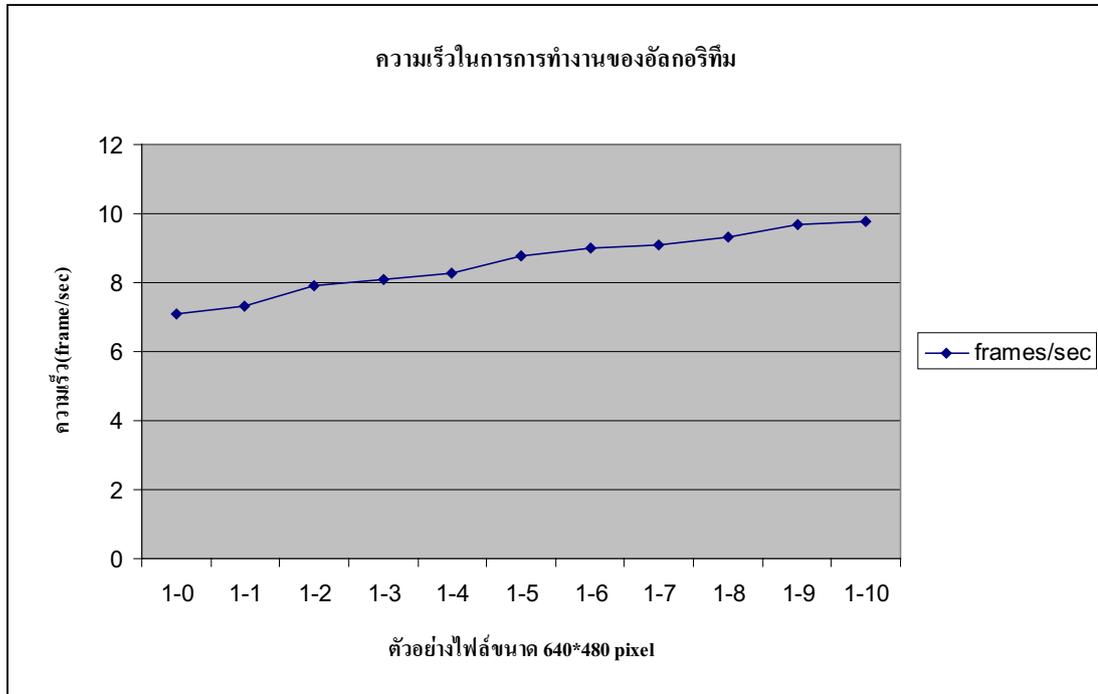
จากแผนภูมิที่ 1 และ ตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า การที่วัตถุมีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลง (interrupt) นั้น จะลดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมไป เพราะว่า ในการเปลี่ยนแปลงแต่ละครั้ง ตัวอัลกอริทึม จะต้องเริ่มต้นเพื่อหาว่าพื้นหลังนั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และเกิดการวนซ้ำของพื้นหลังหรือไม่ ดังนั้น ยังมีการเปลี่ยนแปลงของวัตถุมากครั้งเท่าไร ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมก็จะน้อยลงเท่านั้น ส่วนแผนภูมิที่ 2 และตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของไฟล์วิดีโอที่ลดขนาดลงไป

#### เวลาการทำงานของโปรแกรม

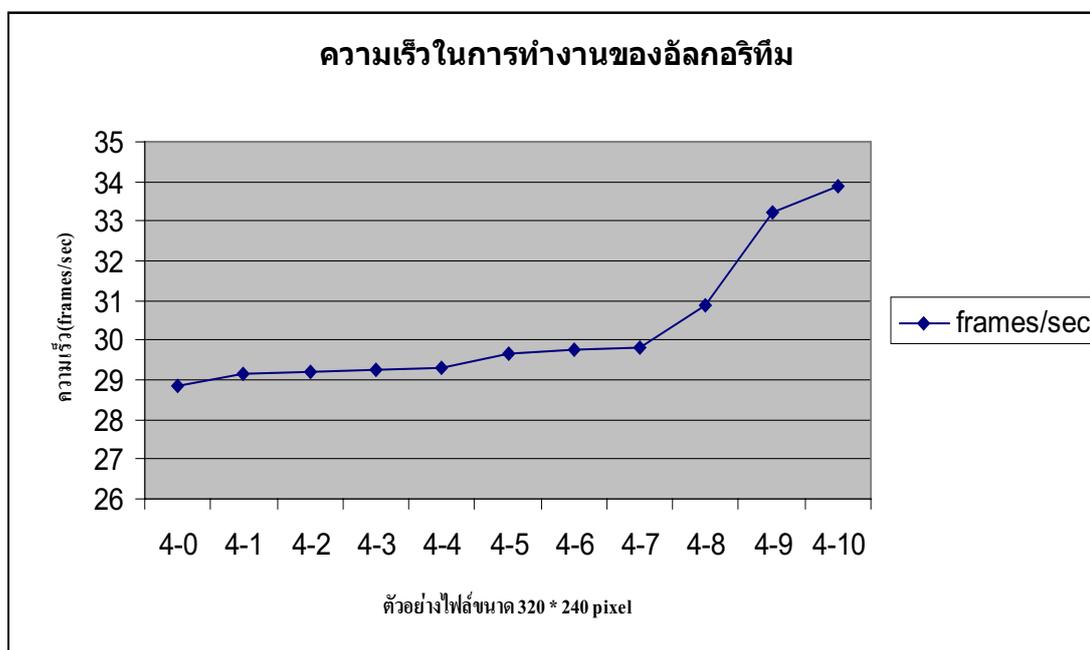
ทางผู้วิจัยวัดประสิทธิภาพของเวลาในการทำงานของโปรแกรม โดยคิดเป็นจำนวนเฟรมต่อเวลา 1 วินาที โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม} = \frac{\text{จำนวนเฟรมของไฟล์ต้นฉบับ}}{\text{เวลาที่ใช้ในโปรแกรม}}$$

ซึ่งคำนวณผลมาได้ตั้งแผนภูมิที่ 3 และ 4 ดังนี้



แผนภูมิที่ 3    แผนภูมิแสดงความเร็วในการทำงานของอัลกอริทึม โดยมีตัวอย่างขนาด 640\*480 พิกเซล โดยแกน x คือชื่อไฟล์ตัวอย่าง ที่มีขนาด 640\*480 พิกเซล แกน Y คือความเร็วในการประมวลผล



แผนภูมิที่ 4 แผนภูมิแสดงความเร็วในการทำงานของอัลกอริทึม โดยมีตัวอย่างขนาด 320\*240 พิกเซล โดยแกน x คือชื่อไฟล์ตัวอย่าง ที่มีขนาด 320\*240 พิกเซล แกน Y คือความเร็วในการประมวลผล

ตารางที่ 5 แสดงเวลาในการประมวลผลของอัลกอริทึม

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดภาพ	จำนวนเฟรม	เวลา(sec.)	ความเร็ว (frames/sec)
1	1-0	640 × 480	1040	147	7.074829932
2	1-1	640 × 480	1062	145	7.324137931
3	1-2	640 × 480	1084	137	7.912408759
4	1-3	640 × 480	1106	137	8.072992701
5	1-4	640 × 480	1128	136	8.294117647
6	1-5	640 × 480	1150	131	8.778625954
7	1-6	640 × 480	1196	133	8.992481203
8	1-7	640 × 480	1218	134	9.089552239

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์	ขนาดภาพ	จำนวนเฟรม	เวลา(sec.)	ความเร็ว (frames/sec)
9	1-8	640 × 480	1288	138	9.333333333
10	1-9	640 × 480	1310	135	9.703703704
11	1-10	640 × 480	1356	139	9.755395683
12	4-0	320 × 240	3520	122	28.85245902
13	4-1	320 × 240	3439	118	29.1440678
14	4-2	320 × 240	3358	115	29.2
15	4-3	320 × 240	3277	112	29.25892857
16	4-4	320 × 240	3196	109	29.32110092
17	4-5	320 × 240	3115	105	29.66666667
18	4-6	320 × 240	3034	102	29.74509804
19	4-7	320 × 240	2953	99	29.82828283
20	4-8	320 × 240	2872	93	30.88172043
21	4-9	320 × 240	2791	84	33.22619048
22	4-10	320 × 240	2710	80	33.875

จากแผนภูมิที่ 3 และ 4 และข้อมูลจากตารางที่ 5 นั้น จะเห็นได้ว่า ไฟล์วิดีโอที่มีขนาด 640 × 480 พิกเซล นั้น จะมีความเร็วในการคำนวณเฉลี่ยอยู่ที่ 8.58 frames/sec โดยไฟล์วิดีโอต้นฉบับ มีความเร็ว 7 frames/sec และไฟล์วิดีโอที่มีขนาด 320 × 240 พิกเซล นั้นมีความเร็วเฉลี่ยในการคำนวณอยู่ที่ 30.27 frames/sec โดยไฟล์วิดีโอต้นฉบับมีความเร็วอยู่ที่ 30 frames/sec ซึ่งสรุปได้ว่าอัตราเฉลี่ยนี้ สามารถใช้ได้จริงกับกล้องวงจรปิด

ความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุที่เป็นพื้นหน้า

ทางผู้วิจัยวัดประสิทธิภาพของการตรวจจับของวัตถุ โดยคิดจากจำนวนครั้งของการ วน  
ซ้ำของพื้นหลัง ที่ถูก interrupt จากวัตถุ โดยคิดเป็นสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการตรวจจับ(\%)} = (T_1 - T_2) \times 100 / T_1$$

โดย  $T_1$  คือจำนวนครั้งของการ interrupt ของวิดีโอต้นฉบับ

$T_2$  คือ จำนวนครั้งของการ interrupt ของวิดีโอที่ผ่านอัลกอริทึมแล้ว

ผลการทดลองพบว่าอัลกอริทึมนี้สามารถตรวจจับวัตถุ ไฟล์ตัวอย่างและไฟล์ของจริง  
ได้ 100 %

## บทที่ 6

### สรุป วิเคราะห์ผล และข้อเสนอแนะ

#### สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำโดยใช้กล้องวิดีโอตรวจจับนั้น เป็นทางเลือกหนึ่งในการตรวจจับภาพแบบวนซ้ำที่เกิดขึ้น โดยจะสามารถลดปริมาณในการจัดเก็บข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งช่วยให้ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล และยังสามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพพื้นหลังที่วนซ้ำได้อีกด้วย

จากการทดลองนั้น จะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยได้ใช้ สามารถลดปริมาณในการเก็บข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง โดยปัจจัยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณการเคลื่อนไหวของวัตถุ ซึ่งถ้าวัตถุ มีการเคลื่อนไหวมากขึ้น ปริมาณการเก็บข้อมูลก็จะมากขึ้นตามลำดับ โดยอัลกอริทึมนี้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อวัตถุนั้นมีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงน้อยครั้ง ปัจจัยอีกอย่างคือระยะห่างของการเคลื่อนไหวของวัตถุโดยตัวอัลกอริทึมจะสามารถใช้ได้ดี ถ้าวัตถุ เคลื่อนไหวและหยุดเป็นเวลานานแล้วจึงเคลื่อนไหวต่อ เมื่อเทียบกับการที่วัตถุเคลื่อนไหวบ่อยๆ เป็นเพราะว่าถ้าวัตถุเคลื่อนไหวบ่อยเท่าใด ตัวโปรแกรมก็ต้องเก็บภาพตอนที่วัตถุเคลื่อนไหว กับภาพที่เป็น พื้นหลังแบบวนซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเป็นต้นฉบับในการเปรียบเทียบกับภาพวิดีโอต่อไปจากช่วงเวลานั้น โดยขนาดของภาพนั้น ไม่มีผลต่ออัตราส่วนในการลดขนาดของข้อมูล

จากการทดลองจับเวลาในการประมวลผลข้อมูลนั้น มีความเร็วพอที่จะสามารถนำไปใช้แบบ real time ได้ ซึ่งในความเป็นจริงนั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เวลาในการประมวลผลนั้นแตกต่างกันไป เช่น ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวนกล้องวิดีโอต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยถ้าจำนวนกล้องวิดีโอต่อเครื่องมากขึ้น จะทำให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ช้าลงเมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์ที่มีกล้องวิดีโอต่ออยู่จำนวน 1 – 2 ตัว เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำในกล้องวิดีโอตรวจจับนั้น สามารถตรวจจับวัตถุหรือพื้นหลังที่เคลื่อนไหวบนภาพพื้นหลังที่วนซ้ำได้ และช่วยลดปริมาณการเก็บข้อมูลที่เกิดจากพื้นหลังแบบวนซ้ำได้

### งานวิจัยในอนาคต

การตรวจจับภาพพื้นหลังแบบวนซ้ำ โดยใช้อัลกอริทึมของผู้วิจัยนี้ ช่วยลดปริมาณการเก็บข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังมีปัญหาในกรณีที่เมื่อวัตถุเคลื่อนไหว แต่เมื่อหยุดเคลื่อนไหวแล้วพื้นหลังที่วนซ้ำอยู่ แต่ตัวอัลกอริทึมจะต้องเก็บวัตถุใหม่อีกครั้ง จึงทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นจึงมีทางเป็นไปได้ที่จะพัฒนาอัลกอริทึมต่อเพื่อสามารถลดขนาดของไฟล์ในกรณีนี้ต่อไป

## บรรณานุกรม

### ภาษาต่างประเทศ

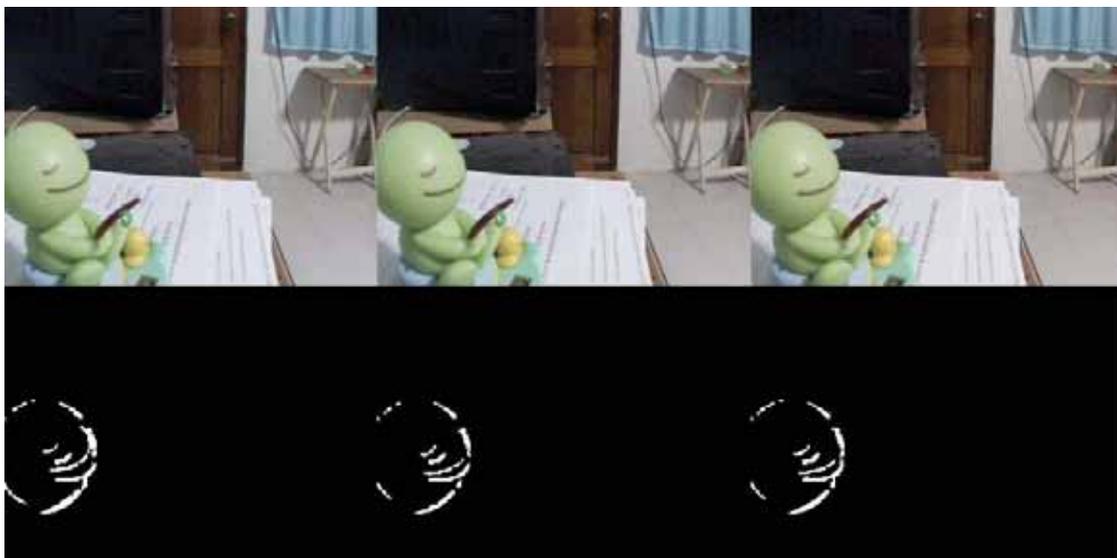
- Colombari, Andrea, and others. "Exemplar-based background model initialization." in Proceedings of the third ACM international workshop on Video surveillance & sensor networks, 29-36. n.p., 2005.
- He, Yinghua, and others. "Background updating in illumination-variant scenes." in Intelligent Transportation Systems, 515-519. n.p., 2003.
- Klette, Qi Zang. "R. Robust background subtraction and maintenance." in Proceedings of the 17th International Conference, 90-93. n.p., 2004.
- K, Toyama, and others. "Wallflower: principles and practice of background maintenance." in The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference, 255-261. n.p., 1999.
- Shengshu, Wang, and others. Foreground Detection Based on Real-time Background Modeling and Robust Subtraction, 331-335. n.p., 2007.
- Wang, Guangyu, and others. "Real-time surveillance video display with salience." in Proceedings of the third ACM international workshop on Video surveillance & sensor networks, 37-44. n.p., 2005.
- Xiong, Quanren, and Jaynes, Christopher. "Multi-resolution background modeling of dynamic scenes using weighted match filters." in Proceedings of the ACM 2nd international workshop on Video surveillance & sensor networks, 88-96. n.p., 2004.
- Yang, Tao, and others. "Real-time and accurate segmentation of moving objects in dynamic scene." in Proceedings of the ACM 2nd international workshop on Video surveillance & sensor networks, 136-143. n.p., 2004.
- Zhang, Rui, and others. Moving Objects Detection Method Based on Brightness Distortion and Chromaticity, 1177-1185. n.p., 2007.

Zhen, Tang, and Zhenjiang. "Fast Background Subtraction and Shadow Elimination Using Improved Gaussian Mixture Model." in Haptic, Audio and Visual Environments and Games, 38-41. n.p., 2007.

ภาคผนวก

ตัวอย่างข้อมูลและผลการทดลอง

ตัวอย่าง กลุ่มของภาพพื้นหลังที่เกิดการวนซ้ำขึ้น โดยภาพเฟรมที่ 11 และ 18  
แสดงถึงการตรวจสอบพบการวนซ้ำของพื้นหลัง



เฟรมที่ 1

เฟรมที่ 2

เฟรมที่ 3

ภาพที่ 17 แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 1 - 3

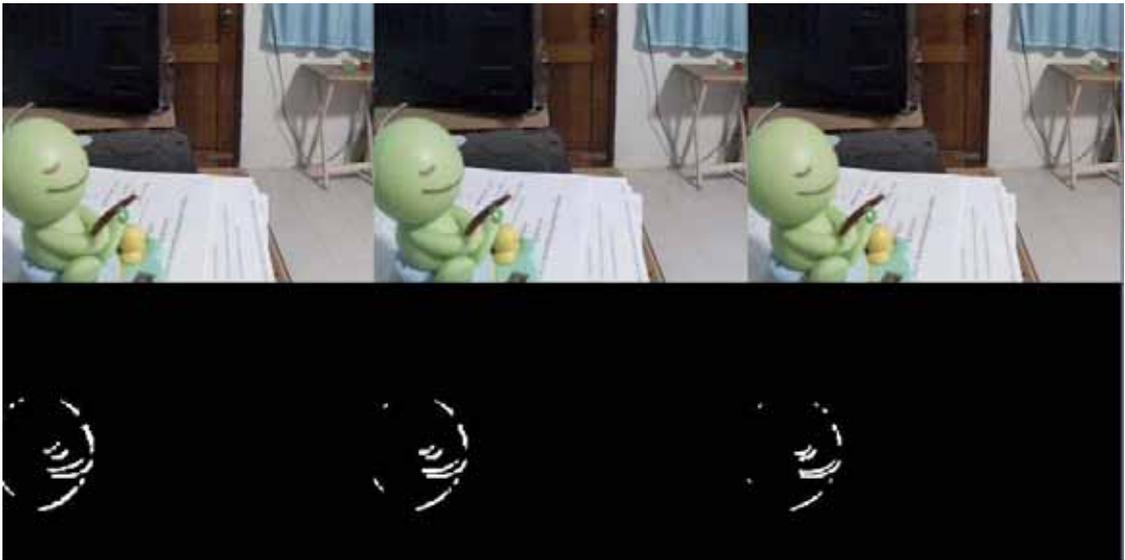


เฟรมที่ 4

เฟรมที่ 5

เฟรมที่ 6

ภาพที่ 18 แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 4 - 6



เฟรมที่ 7

เฟรมที่ 8

เฟรมที่ 9

ภาพที่ 19 แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 7 - 9



เฟรมที่ 10

เฟรมที่ 11

เฟรมที่ 12

ภาพที่ 20 แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 10 - 12



เฟรมที่ 13

เฟรมที่ 14

เฟรมที่ 15

ภาพที่ 21 แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 13 - 15



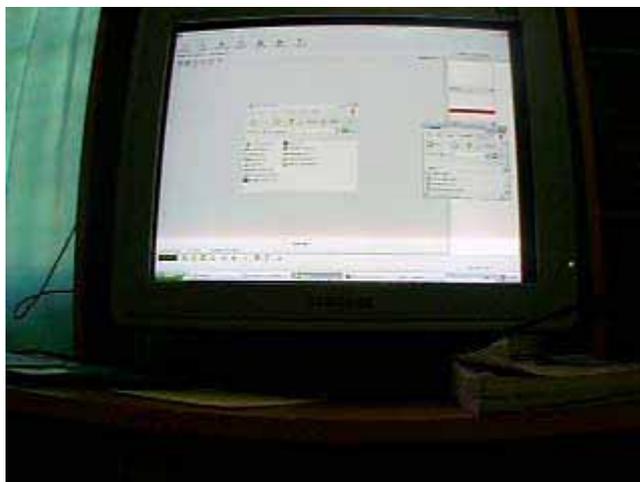
เฟรมที่ 16

เฟรมที่ 17

เฟรมที่ 18

ภาพที่ 22 แสดงรายละเอียดวิดีโอ เฟรมที่ 16 - 18

ตัวอย่างของภาพวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้นในการทดลอง



ภาพที่ 23 แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากจอคอมพิวเตอร์ที่เกิดคลื่นความถี่



ภาพที่ 24 แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากจอคอมพิวเตอร์ที่เกิดคลื่นความถี่



ภาพที่ 25 แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากไฟที่หมุนวนเข้าไปมา



ภาพที่ 26 แสดงภาพในวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้น โดยถ่ายจากไฟที่หมุนวนเข้าไปมา

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายกวิน วีรชาติ
ที่อยู่	106 หมู่ 6 ตำบลบ่อพลับ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
ที่ทำงาน	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2546	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2548	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2548	โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร