



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การตรวจจบการเปลี่ยนชื่อตนวิดีโอโดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพด้วยควอดทรี
โดย นายบุรินทร์ นรินทร์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

13 ตุลาคม 2549

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตยสุวัฒน์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัง)

การตรวจจับการเปลี่ยนข้อตบนวิดีโอโดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพด้วยควอดทรี

นายบุรินทร์ นรินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ISBN 974-19-0877-6
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายบุรินทร์ นรินทร์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การตรวจจับการเปลี่ยนข้อตบในวิดีโอโดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพ
ด้วยควอดทรี
สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์
: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณตันปัญญา
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเก็บข้อมูลในรูปแบบของไฟล์วิดีโอกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงมีการคิดค้นวิธีการต่าง ๆ เพื่อจัดการกับไฟล์วิดีโอเหล่านั้น เช่น การหาวิธีการทำดัชนีในไฟล์วิดีโอ เพื่อสะดวกในการค้นคืนข้อมูล วิธีเรียกดูเฟรมที่ไม่ซ้ำกันในวิดีโอ รวมทั้งวิธีการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่อุปกรณ์ที่ใช้เล่นไฟล์วิดีโอเหล่านั้นให้สะดวกต่อการใช้งานและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้ มากที่สุด ดังนั้นเราจึงต้องการวิธีการที่จะตรวจหาและจำแนกแยกข้อตบในไฟล์วิดีโอที่ต้องการ ข้อตบในวิดีโอคือกลุ่มของเฟรม ที่ปรากฏต่อเนื่องกันโดยตลอด ไม่ขาดสาย โดยเฟรมที่อยู่ในข้อตบเดียวกันจะมีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้น การแยกข้อตบออกมาเพื่อหา คีย์เฟรมที่เป็นตัวแทนของข้อตบเพื่อนำไปพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลในวิดีโอสามารถทำได้โดยการหา ความแตกต่างของค่าความเข้มแสงของเฟรมที่อยู่ติดกันการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธี สำหรับค้นหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อตบในวิดีโอที่ไม่มีการบีบอัด โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามเนื้อหาของ ภาพในวิดีโอด้วยควอดทรี ในการจำแนกความแตกต่างระหว่างค่าความเข้มแสงของเฟรมที่พิจารณา กับเฟรมที่อยู่ติดกันนั้น ใช้มาตรวัดต่อไปนี้ การเปรียบเทียบผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ค่าผลต่างของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าการเปลี่ยนแปลงของขอบ ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการค้นหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อตบในวิดีโอที่ไม่มีการบีบอัด โดยใช้วิธี วิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพในวิดีโอด้วยควอดทรี สามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อตบในรูปแบบ CUT ได้ดีกว่ารูปแบบการเปลี่ยนข้อตบแบบ Fade Dissolve และ Wipe โดยมาตรวัดที่ให้ผลการทดสอบที่ดีที่สุดถึง 81% คือ การเปรียบเทียบด้วยค่าผลต่างของฮิสโตแกรม

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 95 หน้า)

คำสำคัญ : การเปลี่ยนข้อตบในวิดีโอ,ควอดทรี



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

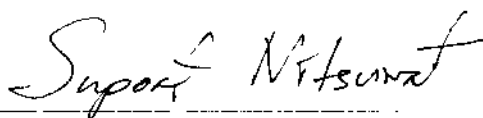
Name : Mr. Burin Narin
Thesis Title : Shot Boundary Detection on Video Using Quadtree-based Content analysis
Major Field : Computer Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr. Supot Nitsuwat
: Assistant Professor Dr. Kuntpong Woraratpanya
Academic Year : 2006

Abstract

In the present day multimedia content is generally considered in video files. There are many ways to manipulate video data for retrieve video frames and gain capability of video player more than "Forward" and "Rewind". Video shot detection are widely used now. A video shot is one in a series of frames appearing continuously in which the frames in a single shot appear extremely similar. Many studies attempt to extracted key frames to be used to represent the entire clip in order to develop a more efficient method for video searching. This research attempt to find a changeable position of a shot boundary in uncompressed video clip by analyzing the intensity in the video frame to discriminate between adjacent frames using quad-tree based content analysis. The method used in this research for shot boundary detection is bases on the following metrics: mean difference, standard deviation difference, histogram difference and edge change ratio difference. In this way, the experimental results show that the accuracy of the uncompressed video shot detected using by tree decomposition and histogram intensity in "cut" shot change detection is 81.00% better than those in "fade", "dissolve" and "wipe" shot change detection.

(Total 95 pages)

Keywords : Shot Detection, Quadtree



_Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลือของหลายฝ่าย ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตยส์วัฒน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.จรัญ แสนราช และอาจารย์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่บุคลากรของภาควิชาที่ได้คอยอำนวยความสะดวกในเรื่องต่าง ๆ ให้กับผู้วิจัยมาเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเรื่อยมา

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้มีอุปการะคุณทุกท่าน รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องคอยให้กำลังใจ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บุรินทร์ นรินทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบวิดีโอ	3
2.2 มาตรฐานการแพร่ภาพวิดีโอ	4
2.3 ระบบของกล้องวิดีโอ	4
2.4 คุณภาพของวิดีโอ	5
2.5 ลักษณะของการเปลี่ยนข้อตในวิดีโอ	6
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.7 การประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจจับข้อตบนวิดีโอ	17
2.8 สรุปทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 ตัวอย่างวิดีโอที่ใช้ในการวิจัย	20
3.2 ขั้นตอนการตรวจจับข้อตจากไฟล์วิดีโอ	20
3.3 รูปแบบของภาพวิดีโอที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อต	21
3.4 การวิเคราะห์ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	23
3.5 การวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสงเพื่อหาคุณลักษณะการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	24
3.6 การวิเคราะห์ลักษณะของฮิสโตแกรมเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	25
3.7 การวิเคราะห์ค่าผลต่างของขอบเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	25

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.8 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	26
3.9 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด ในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	27
3.10 การวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพเป็นบล็อกขนาด 4×4	28
3.11 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งบล็อก	30
3.12 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาดในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งบล็อก	30
3.13 การวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี	32
3.14 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด ในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี	34
3.15 ขั้นตอนการทดสอบกับวิดีโอตัวอย่าง	34
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	37
4.1 รายละเอียดของวิดีโอที่นำมาทดสอบ	37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	91
5.1 สรุปผลการวิจัย	91
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	91
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	91
เอกสารอ้างอิง	93
ประวัติผู้วิจัย	95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบตัด	38
4-2	วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อน	39
4-3	วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย	40
4-4	วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด	41
4-5	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัด ด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าความเข้มแสง เฉลี่ยกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด	42
4-6	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการ เปรียบเทียบผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉลี่ยกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการ เปลี่ยนข้อดแบบตัด	43
4-7	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบ ผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉลี่ย กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อด แบบตัด	44
4-8	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด	45
4-9	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบ ผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อด แบบตัด	46
4-10	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่าง ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด	47
4-11	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด	48
4-12	ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์ แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4)โดยการเปรียบเทียบ ผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด	49

สารบัญตาราง(ต่อ)

[illegible]

สารบัญตาราง(ต่อ)

[illegible]

สารบัญตาราง(ต่อ)[illegible]

สารบัญตาราง(ต่อ)

[illegible]

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-52 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบ กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนชนิดแบบกวาด	89

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ส่วนประกอบในไฟลัวิดีโอ	3
2-2 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบตัด	6
2-3 ลักษณะของการเลื่อนเข้าสู่สีดำ(Fade in)	6
2-4 ลักษณะของการเลื่อนออกจากสีดำ(Fade out)	7
2-5 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบจางหาย(Dissolve)	7
2-6 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบกวาด(Wipe) รูปแบบต่าง ๆ	7
2-7 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดภาพระหว่างเฟรม 2 เฟรม	9
2-8 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม	10
2-9 แผนภาพแสดงขั้นตอนวิธีในการหาผลต่างของขอบ (ECR: Edge Change Ratio)	12
2-10 การแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของฮิสโตแกรม	13
2-11 ฮิสโตแกรมขณะก่อนเกิดการเลื่อนเข้าสู่สีดำ	14
2-12 ฮิสโตแกรมขณะกำลังมีการเลื่อนเข้าสู่สีดำ	14
2-13 ฮิสโตแกรมที่เลื่อนเข้าสู่สีดำอย่างสมบูรณ์	14
2-14 การประยุกต์ใช้ควอดตริกกับการตรวจสอบลานจอตรรก	16
2-15 ภาพแสดงวิธีการวิเคราะห์ภาพด้วยการแบ่งแบบควอดตริก	16
2-16 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของช่องจอตรรก	17
3-1 สถาปัตยกรรมของระบบตรวจจับการเปลี่ยนช็อตบนวิดีโอด้วยควอดตริก	19
3-2 ขั้นตอนการตรวจจับช็อตจากไฟลัวิดีโอ	21
3-3 เฟรมของวิดีโอในโทนสีเทาที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ	22
3-4 ลักษณะการแบ่งภาพเพื่อใช้วิเคราะห์แบบเป็นบล็อก	22
3-5 ภาพโทนสีเทาที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดตริก	23
3-6 วิดีโอที่มีการเปลี่ยนช็อตแบบตัด	23
3-7 กราฟแสดงค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ยของการเปลี่ยนช็อตแบบตัด	24
3-8 ฮิสโตแกรมของการเปลี่ยนช็อตแบบตัด	25
3-9 การแปลงภาพโทนสีเทาให้อยู่ในรูปของขอบ	26
3-10 บล็อกไดอะแกรมของการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตแบบตัด	27
3-11 บล็อกไดอะแกรมของการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด	28
3-12 การแบ่งภาพออกเป็นบล็อกจำนวน 16 บล็อกของเฟรม $f-1$ และ f	29
3-13 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตแบบตัดในการวิเคราะห์ภาพแบบแบ่งภาพเป็นบล็อก	30

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-14 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาดในการวิเคราะห์ภาพที่มีการแบ่งแบบเป็นบล็อก	31
3-15 เฟรมของวิดีโอก่อนการแบ่งภาพด้วยควอดทรี	32
3-16 เฟรมของวิดีโอเมื่อมีการแบ่งภาพด้วยควอดทรี	32
3-17 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตัดในการวิเคราะห์ภาพ ด้วยควอดทรี	33
3-18 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาดในการวิเคราะห์ภาพที่มีการแบ่งแบบควอดทรี	34
4-1 ภาพโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบ	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสืบค้นข้อมูลในวิดีโอโดยทั่ว ๆ ไป มักจะกระทำบนคีย์เฟรมของวิดีโอในช็อตนั้น ๆ เพื่อความรวดเร็วในการประมวลผลและค้นหาข้อมูลที่ต้องการ โดยที่แต่ละช็อตเป็นการแบ่งวิดีโอออกเป็นช่วง ๆ ที่ผ่านมาขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ใช้ในการแบ่งช็อตจะกระทำโดยพิจารณาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในเฟรมของวิดีโอที่ชอบของแต่ละช็อต จนได้ตำแหน่งในวิดีโอส่วนที่มีการเปลี่ยนช็อตแบบตัด (Cut) แบบเลือน (Fade) แบบจางหาย (Dissolve) และแบบกวาด (Wipe) เป็นต้น

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตโดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความแตกต่างของความเข้มแสงโดยพิจารณาจากลักษณะของฮิสโตแกรม (Histogram) ของเฟรมภาพที่อยู่ต่อเนื่องกัน หรือการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของเฟรมภาพสองเฟรมไม่ว่าจะเป็นการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการหาอัตราส่วนค่าความแตกต่างของขอบ (Edge Change Ratio) ระหว่างเฟรมภาพที่อยู่ต่อเนื่องกัน ซึ่งในแต่ละวิธีการดังกล่าวมานั้นมีการทดลองกับภาพวิดีโอแบบทั้งเฟรม และแบบแบ่งแต่ละเฟรมวิดีโอออกเป็นบล็อกขนาดเท่า ๆ กัน ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องของการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตในระดับหนึ่ง และมีความเหมาะสมกับการตรวจจับลักษณะการเปลี่ยนช็อตบางประเภทเท่านั้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้า และสร้างขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตบนวิดีโอที่มีการแบ่งภาพออกตามเนื้อหาของภาพ ซึ่งเป็นวิธีการที่น่าจะตรวจจับการเปลี่ยนช็อตบนวิดีโอได้อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้กลุ่มวิดีโอตัวอย่างที่มีการบันทึกแบบไม่บีบอัด (Uncompress Video) เนื่องจากเป็นวิดีโอที่ไม่มีการลดทอนคุณภาพของภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาขั้นตอนวิธีเพื่อการค้นหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนช็อตในวิดีโอที่ไม่มีการบีบอัด โดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพด้วยควอดทรี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้ จะสร้างกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตแบบตัด แบบเลือน แบบจางหาย และแบบกวาด (ในรูปแบบที่ต่อเนื่องในแนวตั้ง) เท่านั้น

1.3.2 วิดีโอที่ใช้ทดสอบในการวิจัยนี้เป็นวิดีโอคลิปภาพยนตร์ที่มีการเปลี่ยนช็อตแบบตัด แบบเลือน แบบจางหาย และแบบกวาด (ในรูปแบบที่ต่อเนื่องในแนวตั้ง) เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการเปลี่ยนช็อตในลักษณะอื่นปะปน

1.3.3 วิดีโอที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นวิดีโอคลิปในแบบภาพสี หรือโทนสีเทา และเป็นวิดีโอคลิปที่ไม่มีการบีบอัด แต่ละเฟรมมีขนาด 320 x 240 จุดภาพ (Pixels) ความถี่ของเฟรม 30 เฟรมต่อวินาที

1.3.4 คุณภาพของวิดีโอที่ใช้ในการวิจัยต้องมีความสมบูรณ์คมชัด

1.3.5 การวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน 6.1.0.450 เพื่อการพัฒนา

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยขอให้นิยามคำจำกัดความที่จะใช้ในงานวิจัยนี้ ดังต่อไปนี้

1.4.1 วิดีโอ (Video) หมายถึง สัญญาณภาพที่ต่อเนื่องกันเป็นเรื่องราวที่ยังไม่มีการบีบอัด

1.4.2 เฟรม (Frame) หมายถึง ภาพนิ่งแต่ละภาพที่เรียงอยู่ในวิดีโอ

1.4.3 ช็อต (Shot) หมายถึง กลุ่มของเฟรมภาพเคลื่อนไหวในวิดีโอที่มีเนื้อหาเดียวกันและปรากฏต่อเนื่องกันโดยตลอดไม่ขาดสาย

1.4.4 ฉาก (Scene) หมายถึง การรวมกันของช็อตหลาย ๆ ช็อต

1.4.5 คีย์เฟรม (Key Frame) หมายถึง เฟรมที่เป็นตัวแทนของช็อตนั้น ๆ

1.4.6 ฮิสโตแกรม (Histogram) หมายถึง กราฟที่แสดงการแจกแจงความถี่ของจำนวนจุดภาพ ที่มีค่าความเข้มแสงในแต่ละระดับ ซึ่งมีลักษณะเป็นกราฟแท่ง

1.4.7 ค่าเกณฑ์ (Threshold) คือ เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดว่าผลการทดสอบได้ตามผลที่กำหนดไว้

1.4.8 ควอดทรี (Quadtree) คือ กระบวนการในการแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน เท่า ๆ กัน โดยพิจารณาจากค่าความเข้มแสงของภาพในแต่ละบริเวณนี้ว่าอยู่ในเกณฑ์เดียวกันหรือไม่ ถ้าพบว่าคล้ายคลึงกันก็จะไม่มีการแบ่งภาพต่อไปอีก แต่ถ้าหากพบว่าไม่คล้ายคลึงกัน ก็จะทำการแบ่งภาพออกอีก 4 ส่วนย่อย ๆ ต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ระบบตรวจจับการเปลี่ยนช็อตในวิดีโอที่ให้ความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้

1.5.2 สามารถนำไปพัฒนาระบบการสืบค้นข้อมูลในวิดีโอได้

1.5.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตในวิดีโอรูปแบบอื่น ๆ ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวความคิดในการพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลในวิดีโอได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว เพราะวิดีโอเป็นข้อมูลมัลติมีเดียที่เก็บไว้ทั้งข้อมูลภาพและเสียง รวมทั้งข้อมูลตัวอักษรและข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ไว้มากมาย ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับระบบของวิดีโอนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาระบบงานที่เกี่ยวข้องกับวิดีโอ

2.1 ระบบวิดีโอ

วิดีโอ คือ การเรียงต่อกันของรูปภาพเป็นเรื่องราว แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ วิดีโอแบบอนาล็อก (Analog Video) และแบบดิจิทัล (Digital Video) ซึ่งวิดีโอแบบอนาล็อกนี้จะเก็บข้อมูลภาพและเสียงในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า มีลักษณะเป็นคลื่นและเก็บข้อมูลลงในม้วนเทป วิดีโอในระบบอนาล็อกจะมีความไวต่อการผิดเพี้ยนสูง เมื่อมีการบันทึกต่อกันหลาย ๆ ครั้ง จะทำให้คุณภาพของภาพและเสียงลดลง สำหรับวิดีโอแบบดิจิทัลนั้นจะเก็บอยู่ในรูปของไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำสำเนาได้ และสามารถปรับแต่งแก้ไขได้

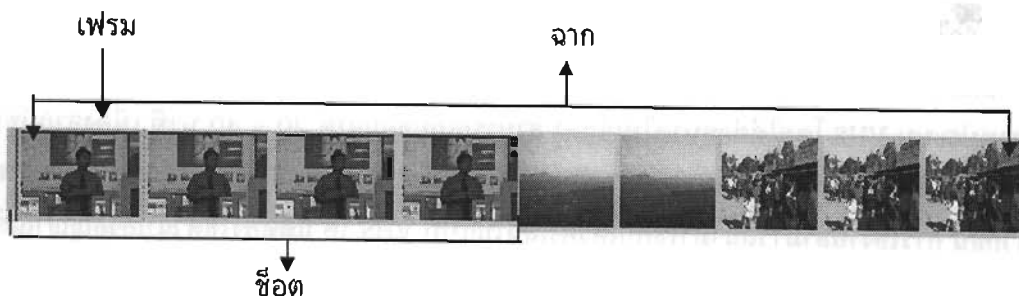
เนื้อหาภายในวิดีโอ มีการแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ [1]

2.1.1 เฟรม คือ ภาพนิ่งแต่ละภาพที่เรียงต่อกันจนเป็นเรื่องราว

2.1.2 ช็อต คือ กลุ่มของเฟรมที่เรียงกันอย่างต่อเนื่อง โดยที่มีเนื้อหาเดียวกันอย่างต่อเนื่อง

2.1.3 ฉาก คือ ช็อตหลาย ๆ ช็อตที่นำมาเรียงต่อเนื่องกัน

ดังนั้น ในวิดีโอหนึ่งสามารถประกอบไปด้วยฉากหลาย ๆ ฉาก และในแต่ละฉากก็จะประกอบไปด้วยช็อตอย่างน้อย 1 ช็อต



ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบในไฟล์วิดีโอ

2.2 มาตรฐานการแพร่ภาพของวิดีโอ

รูปแบบวิดีโอในแต่ละประเทศจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน แบ่งตามภูมิภาค ชนิดของกล้องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะมีอยู่ 3 รูปแบบดังนี้ [2]

2.2.1 ระบบ PAL (Phase Alternate Line) เป็นรูปแบบวิดีโอที่มีความละเอียดในแนวนอนเท่ากับ 625 เส้น ใช้อัตราการรีเฟรช (Frame Rate) เท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที วิดีโอระบบนี้จะใช้ในประเทศออสเตรเลีย เบลเยียม จีน ฟินแลนด์ เยอรมัน ฮังการี อิตาลี สิงคโปร์ มาเลเซีย และไทย เป็นต้น

2.2.2 ระบบ NTSC (National Television System Committee) เป็นรูปแบบวิดีโอที่มีความละเอียดในแนวนอนเท่ากับ 525 เส้น ใช้อัตราการรีเฟรช เท่ากับ 29.97 เฟรมต่อวินาที วิดีโอระบบนี้จะใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา โคโลราโด เม็กซิโก ไต้หวัน ฟิลิปปินส์ เป็นต้น

2.2.3 ระบบ SECAM (Sequential Color and Memory) เป็นรูปแบบวิดีโอที่มีความละเอียดในแนวนอนเท่ากับ 819 เส้น ใช้อัตราการรีเฟรช เท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที วิดีโอระบบนี้จะใช้ในประเทศบัลแกเรีย ฝรั่งเศส อิรัก อิหร่าน รัสเซีย โปแลนด์ เป็นต้น

2.2.4 ระบบ HDTV (High Definition Television) เป็นเทคโนโลยีของการแพร่ภาพที่มีความละเอียดสูง คือ 1280×720 จุดภาพ

2.3 ระบบของกล้องวิดีโอ

กล้องวิดีโอที่ใช้ในการบันทึกภาพวิดีโอ มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ดังนี้ [3]

2.3.1 ระบบ VHS เป็นวิดีโอแบบอนาล็อก เป็นมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปตามร้านเช่าวิดีโอหรือตามบ้าน คุณภาพยังไม่ค่อยดีเมื่อเปรียบเทียบกับระบบดิจิทัล เหมาะสำหรับบันทึกภาพวิดีโอไว้ดู แต่ไม่เหมาะสำหรับการนำมาตัดต่อ

2.3.2 ระบบ S-VHS (Super VHS) เป็นวิดีโออนาล็อกที่พัฒนามาจากระบบวิดีโอ VHS โดยสามารถบันทึกข้อมูลที่มีคุณภาพดีกว่า VHS และมีความละเอียดของภาพมากกว่า ส่วนมากเทปในระบบนี้จะบันทึกเสียงในระบบ Hi Fi Stereo สามารถบันทึกข้อมูลได้ประมาณ 2 ชั่วโมง มีข้อเสียคือไม่สามารถใช้กับเครื่องเล่นวิดีโอทั่วไปได้

2.3.3 ระบบ VHS-C (VHS Compact) เป็นวิดีโอแบบอนาล็อกอีกแบบหนึ่งที่พัฒนามาจากวิดีโอเทประบบ VHS โดยได้ย่อขนาดให้เล็กลง สามารถเก็บข้อมูลได้ 30 - 40 นาที เนื่องจากมีขนาดเล็กจึงทำให้วิดีโอมีความละเอียดของภาพน้อยลง จึงทำให้ขนาดของกล้องเล็กลงด้วย ทำให้พกพาได้สะดวกขึ้น การใช้งานสามารถนำมาใช้กับเครื่องเล่นในแบบ VHS ได้ แต่ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณช่วย

2.3.4 ระบบ S-VHS-C (Super VHS-C) เป็นวิดีโอแบบอนาล็อกที่พัฒนาต่อจากเทปแบบ S-VHS โดยได้ย่อขนาดให้เล็กลงเท่ากับเทปแบบ VHS-C แต่มีคุณภาพที่ดีกว่า บันทึกเสียงในระบบ Stereo สามารถบันทึกข้อมูลได้ 30-40 นาที ข้อเสียคือไม่สามารถใช้งานกับเครื่องเล่นวิดีโอแบบ VHS ทั่วไปได้

2.3.5 ระบบ 8mm เป็นเทปแบบอนาล็อกอีกแบบหนึ่งที่มีความนิยมมาก เนื่องจากเทปมีขนาดเล็กเพียง 8 มิลลิเมตร ทำให้กล้องที่ใช้เทปแบบนี้มีขนาดเล็กและราคาถูก เทปแบบนี้สามารถบันทึกข้อมูลได้ 120 นาที คุณภาพของวิดีโอพอใช้ได้ โดยทั่วไปจะบันทึกเสียงในระบบโมโน (Mono) แต่มีบางรุ่น ที่สามารถบันทึกเสียงในระบบสเตอริโอ (Stereo) ได้ ข้อเสียคือไม่สามารถเล่นกับเครื่องเล่นวิดีโอทั่วไปได้ ต้องเล่นจากตัวกล้องเท่านั้น

2.3.6 ระบบ Hi8 เป็นเทปแบบอนาล็อกอีกแบบหนึ่งที่พัฒนามาจากเทปแบบ 8 มิลลิเมตร โดยมีคุณภาพและมีความละเอียดของภาพมากกว่าแบบ 8 มิลลิเมตร บันทึกเสียงในระบบสเตอริโอ เทปมีขนาดเท่ากับเทปแบบ 8 มิลลิเมตร สามารถบันทึกข้อมูลได้ 120 นาที มีข้อเสียคือไม่สามารถเล่นกับเครื่องเล่นวิดีโอทั่วไปได้ ต้องเล่นจากตัวกล้องเช่นเดียวกับเทปแบบ 8 มิลลิเมตร

2.3.7 ระบบ DV เป็นเทปที่บันทึกข้อมูลในระบบดิจิทัล โดยมีการบีบอัดข้อมูลก่อนด้วยอัตรา 5:1 กล่าวคือตัดข้อมูล 4 ใน 5 ส่วนทิ้ง แต่เนื่องจากวิธีการบีบอัดแบบดิจิทัลที่ซับซ้อนจึงทำให้ภาพยังคงคุณภาพที่ดีเยี่ยม การบันทึกเสียงมีทั้งแบบ 2 ช่อง และ 4 ช่องสัญญาณในระบบสเตอริโอมีความละเอียดของภาพสูงกว่าแบบอื่น ๆ สามารถบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ 60 นาที ถึง 240 นาที เทปแบบ DV จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือเทปแบบมาตรฐานสามารถบันทึกข้อมูลได้สูงสุด 240 นาที และเทปแบบ miniDV เป็นเทปแบบ DV ที่ออกแบบให้มีขนาดเล็กลงอีกสามารถบันทึกข้อมูลได้สูงสุด 60 นาที

2.3.8 ระบบ Digital8 เป็นฟอร์แมตสำหรับกล้องถ่ายวิดีโอที่พัฒนาโดยบริษัท Sony โดยนำเทคโนโลยี DV มาใช้ในรูปแบบใหม่โดยการบันทึกสัญญาณ DV ลงเทป Hi8 แบบดิจิทัลแทนที่จะใช้เทป DV และเรียกชื่อระบบใหม่นี้ว่า Digital8 สามารถอ่านข้อมูลจากเทป Hi8 เดิมที่บันทึกในแบบอนาล็อกได้ ข้อเสียคือไม่สามารถนำเทปประเภท DV มาใช้ร่วมงานกันได้ สำหรับคุณภาพเทป Digital8 มีคุณภาพไม่แตกต่างกับเทปประเภท DV

2.4 คุณภาพของวิดีโอ

การวัดคุณภาพของวิดีโอสามารถวัดได้จาก อัตราเฟรม และความละเอียดของภาพ

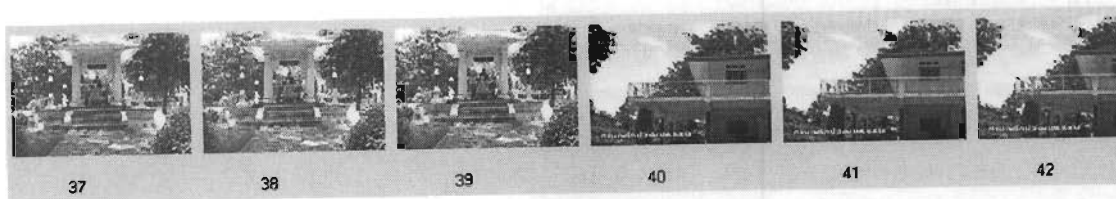
2.4.1 อัตราเฟรม คือ อัตราความถี่ในการแสดงภาพจาก Timeline ออกทางหน้าจอ อัตราที่เฟรมถูกแสดงในวิดีโอมีหน่วยเป็นเฟรมต่อวินาที (fps : Frame per second เป็นหน่วยวัดปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการเก็บบันทึกและแสดงวิดีโอ) โดยผู้จัดทำสามารถที่จะกำหนดอัตราเฟรมเองได้ เช่น อัตราเฟรมของภาพยนตร์เท่ากับ 24 เฟรมต่อวินาที อัตราเฟรมระบบ PAL เท่ากับ 25 เฟรมต่อวินาที และอัตราเฟรมระบบ NTSC เท่ากับ 30 เฟรมต่อวินาที

2.4.2 ความละเอียด หมายถึง ความคมชัดของภาพที่แสดงผลออกมาทางจอภาพ ความละเอียดของจอภาพขึ้นอยู่กับจำนวนจุดทั้งหมดที่เกิดบนจอ จุดต่าง ๆ นี้เรียกว่า จุดภาพ เช่น ความละเอียดของจอภาพ 640×480 จุดภาพ หมายความว่า มีจำนวนจุดแสดงผลเรียงกันอยู่บนจอภาพในแนวนอน 640 จุดภาพ แนวตั้ง 480 จุดภาพ ซึ่งรวมจุดภาพทั้งหมดเป็น 370200 จุดภาพ นอกจากนี้ภาพที่มีขนาดเท่ากัน บางครั้งก็อาจจะมีคุณภาพที่ต่างกันได้ เนื่องจากจำนวนจุดภาพต่างกัน จะส่งผลให้ขนาดของจุดภาพต่างกันด้วย ยิ่งความละเอียดของจอภาพสูงจะยิ่งทำให้มองเห็นพื้นที่ใช้งานบนจอกว้างมากขึ้น แต่จะทำให้มีขนาดเล็กลง

2.5 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตในวิดีโอ

ลักษณะพื้นฐานของการเปลี่ยนช็อต มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ การเปลี่ยนช็อตแบบทันทีทันใด (Abrupt Change) และการเปลี่ยนช็อตแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradual Change) [4] รูปแบบการเปลี่ยนช็อตทั้งสองลักษณะนี้ สามารถแยกออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

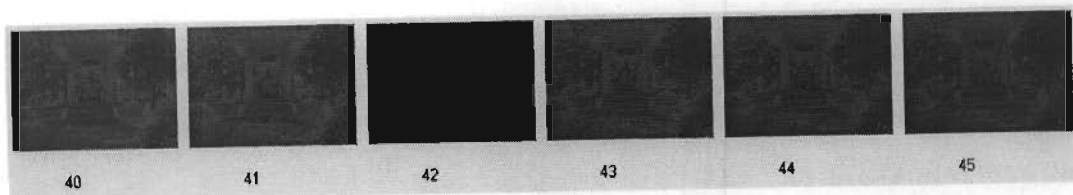
2.5.1 การเปลี่ยนช็อตแบบตัดเป็นรูปแบบของการเปลี่ยนช็อตแบบทันทีทันใดรูปแบบหนึ่งโดยจะเปลี่ยนระหว่างภาพสองภาพในวิดีโอแบบทันทีทันใด ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบตัด

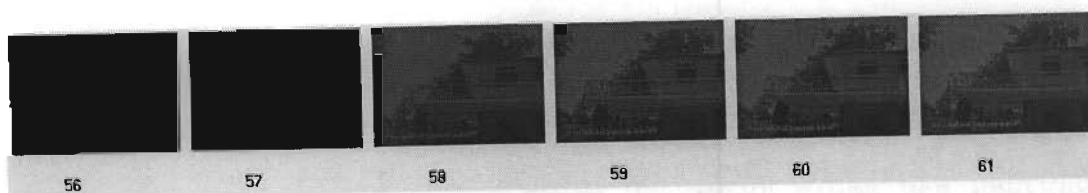
2.5.2 การเปลี่ยนช็อตแบบเลื่อนเป็นรูปแบบการเปลี่ยนช็อตรูปแบบหนึ่งในการเปลี่ยนช็อตแบบค่อยเป็นค่อยไปมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทคือ Fade In และ Fade Out

2.5.2.1 Fade In ภาพในช็อตแรกจะค่อย ๆ มีดลงเรื่อย ๆ จนกลายเป็นสีดำไปในที่สุด ดังภาพที่ 2-3



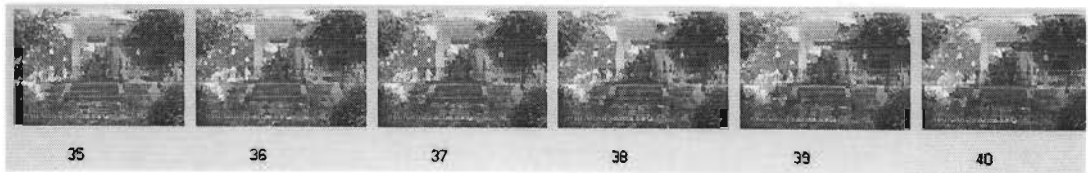
ภาพที่ 2-3 ลักษณะของการเลื่อนเข้าสู่สีดำ

2.5.2.2 Fade Out ภาพในเฟรมแรกที่มีการเปลี่ยนช็อตจะเป็นสีดำและค่อย ๆ ปรากฏภาพในเฟรมต่อไปชัดเจนเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 ลักษณะของการเลื่อนออกจากสีดำ

2.5.3 การเปลี่ยนช็อตแบบจางหายเป็นการเปลี่ยนช็อตแบบค่อยเป็นค่อยไประหว่างวิดีโอกับวิดีโอด้วยกัน โดยภาพในเฟรมแรกจะเริ่มเปลี่ยนช็อตจะค่อย ๆ จางหายไป ในขณะที่เดียวกันภาพในช็อตต่อไปก็จะค่อย ๆ ปรากฏชัดขึ้นมาจนกลายเป็นภาพของช็อตต่อไปทั้งหมด ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบจางหาย

2.5.4 การเปลี่ยนช็อตแบบกวาด เป็นลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบค่อยเป็นค่อยไปอีกรูปแบบหนึ่ง โดยในช่วงที่มีการเปลี่ยนช็อตจะมีวิดีโออีกช็อตหนึ่งทำหน้าที่วิ่งผ่านจากด้านหนึ่งของจอภาพไปสู่อีกด้านหนึ่งของจอภาพ เข้ามาแทนที่ช็อตวิดีโอเดิมที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ จนกระทั่งกลายเป็นช็อตวิดีโอใหม่ทั้งหมด ซึ่งการเปลี่ยนช็อตแบบกวาดมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ดังแสดงในภาพที่ 2-6



(ก) การกวาดในแนวตั้ง



(ข) การกวาดในแนวนอน

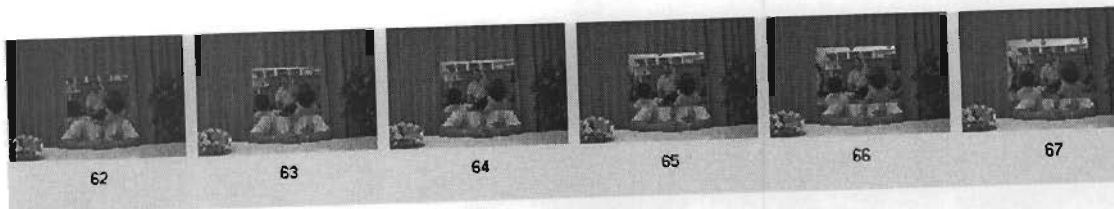
ภาพที่ 2-6 ลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบกวาดรูปแบบต่าง ๆ



(ค) การกวาดในแนวแท่งมุม



(ง) การกวาดแบบตามเข็มนาฬิกา



(จ) การกวาดแบบกลองสี่เหลี่ยม

ภาพที่ 2-6 (ต่อ)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาขั้นตอนวิธีเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อในวิดีโอ มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งได้มีการวิจัยเพื่อให้ได้กระบวนการที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อในรูปแบบต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แบ่งตามประเภทของการเปลี่ยนข้อต่อทั้ง 4 แบบดังนี้

2.6.1 การเปลี่ยนข้อต่อแบบตัด มีหลายวิธีการดังต่อไปนี้

2.6.1.1 วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดสี (Pixel Base Comparison) เป็นวิธีการที่พื้นฐานที่สุด [4] โดยการหาความแตกต่างระหว่างความเข้มแสงของเฟรมที่อยู่ติดกัน โดยจะมีการนับจำนวนจุดภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 เฟรม และนำไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ (Threshold) ที่กำหนดไว้ แต่ข้อด้อยของวิธีการนี้ก็คือถ้าภาพในวิดีโอมีการเคลื่อนไหวมาก ๆ หรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ จะทำให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ผิดพลาด การเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสงของจุดภาพนั้น ใช้สมการที่ (2-1), (2-2)

$$D(f, f+1) = \frac{\sum_{x=1}^X \sum_{y=1}^Y |P_f(x, y) - P_{f+1}(x, y)|}{XY} \quad (2-1)$$

$$D(f, f+1) = \frac{\sum_{x=1}^X \sum_{y=1}^Y \sum_C |P_f(x, y, c) - P_{f+1}(x, y, c)|}{XY} \quad (2-2)$$

เมื่อ $D(f, f+1)$ คือ ค่าความแตกต่างระหว่างความเข้มในเฟรมที่ f และเฟรมที่ $f+1$

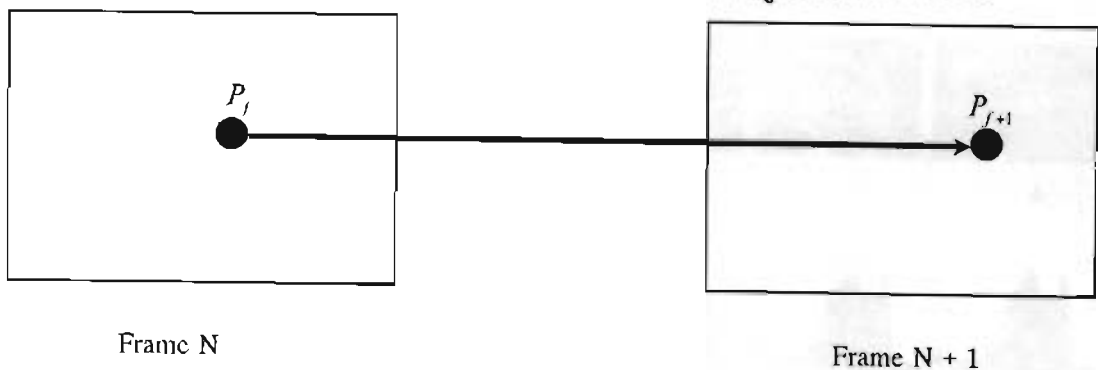
$P_f(x, y)$ คือ ค่าความเข้มแสงของเฟรมที่กำลังพิจารณาอยู่ในปัจจุบัน

$P_{f+1}(x, y)$ คือ ค่าความเข้มแสงของเฟรมที่อยู่ต่อเนื่องจากเฟรมปัจจุบัน

(x, y) คือ ตำแหน่งในพิกัดแกน x แกน y ของภาพ

XY คือ ขนาดของเฟรมภาพ

C คือ จำนวน Component สีของภาพในรูปแบบสีแบบ RGB



ภาพที่ 2-7 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสงระหว่างเฟรม 2 เฟรม

จากสมการที่ (2-1) และ (2-2) จะได้ค่าความแตกต่างของความเข้มแสงเฉลี่ยระหว่างเฟรมที่ f กับเฟรมที่ $f+1$ เพื่อนำมาพิจารณาหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดได้ในระดับหนึ่ง แต่ถ้าภาพมีการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างรวดเร็ว หรือเกิดจากการถ่ายวิดีโอแบบกวาดกล้องไปซ้าย (Panning) และการซูม (Zoom) จะทำให้ไม่สามารถค้นหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดได้

ดังนั้น Zhang และคณะ [4] ได้นำวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสงของจุดภาพไปทดสอบและเพิ่มการใช้ฟิลเตอร์ขนาด 3×3 เข้ามากรองก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบ เพื่อลดสัญญาณรบกวนอันเกิดจากการเคลื่อนที่ของกล้อง แต่วิธีนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับ Shahraray [5] ได้ทดสอบวิธีการใหม่ เพื่อลดปัญหาการเคลื่อนที่ของกล้อง โดยพิจารณาเฟรมภาพครั้งละ 2 เฟรม แบ่งภาพออกเป็น 12 บล็อก แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสงแต่ละบล็อกกับบล็อกเพื่อนบ้านที่อยู่ในเฟรมอื่น ค่าผลต่างความเข้มแสงของจุดภาพของแต่ละบล็อกจะถูกนำมาพิจารณา

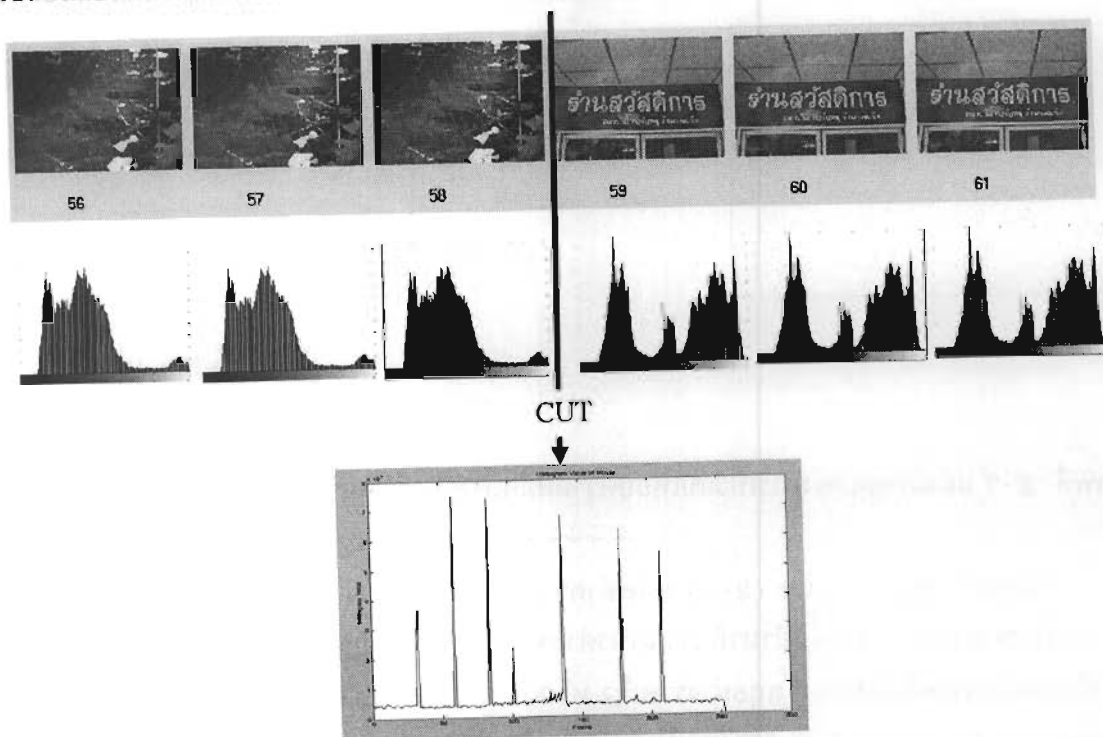
การเปลี่ยนแปลงก็สามารถแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของกล้อง เช่น การถ่ายแบบกวาด กล้องไปช้า ๆ หรือการซูมได้

2.6.1.2 วิธีการเปรียบเทียบผลต่างทางสถิติ (Statistical Differences)

วิธีการทางสถิติจะใช้หลักการเดียวกันกับการเปรียบเทียบความแตกต่างความเข้มแสงของจุดภาพ โดยใช้การเปรียบเทียบค่าทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความเข้มแสงในภาพแทน โดย Kasturi และ Jain [6] ได้ใช้ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสงในภาพ ในการตรวจจับจุดที่มีการเปลี่ยนข้อดแบบตัด โดยพิจารณาในภาพโทนสีเทา สำหรับวิธีการนี้มีความล่าช้าเนื่องจากเสียเวลาในการคำนวณโดยสูตรทางสถิติ และสัญญาณรบกวนของภาพทำให้เกิดปัญหาในการพิจารณาอีกด้วย

2.6.1.3 วิธีการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม (Histogram Differences)

การเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรมเป็นวิธีการที่มีการใช้กันมากสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัด วิธีการคือ การเปรียบเทียบฮิสโตแกรมในแบบโทนสีเทาของภาพ 2 ภาพ ถ้าค่าผลต่างของฮิสโตแกรมที่ได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตำแหน่งของเฟรมนั้นก็คือตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อดของวิดีโอตัวเอง [7] มีลักษณะดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม

Nakasaka และ Tanaka [8] ได้แบ่งรูปภาพโทนสีเทาและภาพสีออกเป็น 16 ส่วน และพิจารณาส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด 8 ส่วน เพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของกล้องและสัญญาณรบกวนอื่น ๆ Zhang และคณะ [4] ได้นำเอาผลลัพธ์ของแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน ได้แก่

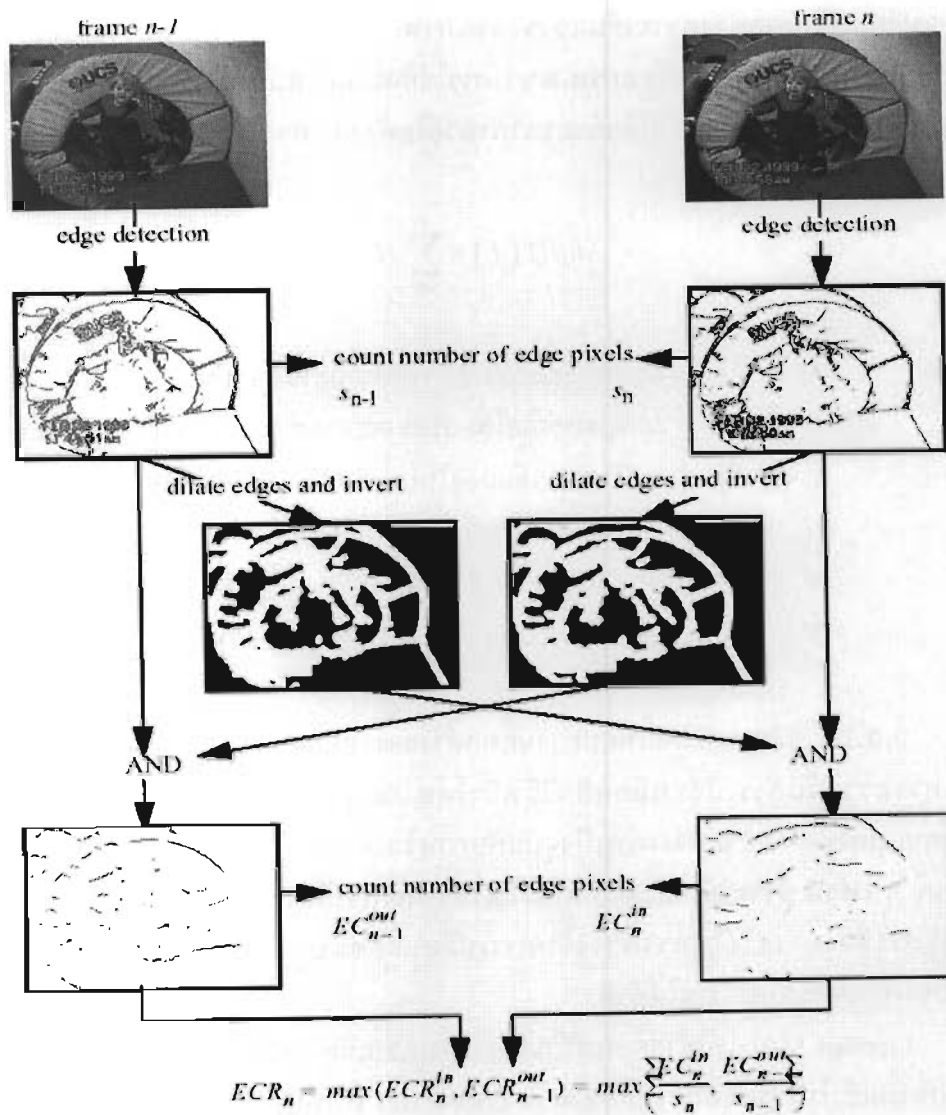
การเปรียบเทียบผลต่างความเข้มแสงของจุดภาพ, วิธีเปรียบเทียบผลต่างทางสถิติ, และวิธีการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม พบว่าการใช้ฮิสโตแกรมนั้นทำให้ได้ค่าที่ยอมรับได้และมีความรวดเร็ว การหาผลต่างของฮิสโตแกรมของภาพวิดีโอทั้งสองเฟรมใช้สมการที่ (2-3)

$$diffH(f) = \sum_{i=1}^N |H_{f-1}(i) - H_f(i)| \quad (2-3)$$

- เมื่อ f คือ อันดับของเฟรมที่กำลังพิจารณาอยู่ในปัจจุบัน
 $diffH(f)$ คือ ค่าผลต่างของฮิสโตแกรมของเฟรมที่กำลังพิจารณากับเฟรมก่อนหน้า
 i คือ ค่าระดับความเข้มแสงในโทนสีเทาที่กำลังพิจารณา
 H_f คือ ฮิสโตแกรมในเฟรมที่ f
 H_{f-1} คือ ฮิสโตแกรมในเฟรมที่ $f-1$
 N คือ ค่าความเข้มแสงสูงสุดในระดับโทนสีเทา (255)

2.6.1.4 วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของขอบ (Edge Change Ratio Differences) เป็นวิธี การตรวจจับการเปลี่ยนชื่ออีกวิธีหนึ่งโดย Zabih และคณะ [9] ได้ใช้วิธีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของขอบระหว่างภาพปัจจุบันกับภาพในเฟรมต่อไป ซึ่งวิธีการนี้จะต้องหาขอบของภาพในทุก ๆ เฟรม ซึ่งจะใช้เวลามาก และเมื่อใช้กับภาพวิดีโอที่มีความสว่างมากจะมีปัญหามากขึ้น ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนชื่อแบบต่าง ๆ ได้ เช่น แบบตัด แบบเลื่อนแบบจางหายและแบบกวาดได้ด้วย

Lienhart [10] ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบขอบเช่นเดียวกัน โดยคำนวณจากจำนวน Edge Pixel ใหม่ที่เพิ่มเข้าไปในเฟรมถัดไปกับจำนวน Edge Pixel เก่าที่ไม่ปรากฏในเฟรมถัดไป ซึ่งขั้นตอนวิธีในการตรวจจับจุดที่มีการเปลี่ยนชื่อ ทำได้โดยนำภาพในแต่ละเฟรมมาผ่านกระบวนการ Edge Detection โดยใช้ขั้นตอนวิธี ของ Canny จากนั้นก็ทำการ Dilate ภาพขอบที่ได้ แล้วนำมาพิจารณาหาจำนวนขอบที่ปรากฏในภาพแรกแต่ไม่ปรากฏในภาพที่สอง (Edge-out) และจำนวนขอบภาพที่มีในภาพที่สอง แต่ไม่มีในภาพแรก (Edge-in) ดังกระบวนการในภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 แผนภาพแสดงขั้นตอนวิธีในการหาผลต่างของขอบ (ECR: Edge Change Ratio)

สามารถคำนวณหาค่า Edge Change Ratio ได้จากสมการที่ 2-4

$$ECR_f = \max\left(\frac{E_f^{in}}{E_f}, \frac{E_{f-1}^{out}}{E_{f-1}}\right) \quad (2-4)$$

- f คือ อันดับของเฟรมที่กำลังพิจารณาอยู่ในปัจจุบัน
- E_f^{in} คือ จำนวนของขอบที่ปรากฏในเฟรม f แต่ไม่ปรากฏในเฟรม $f-1$
- E_{f-1}^{out} คือ จำนวนของขอบที่ปรากฏในเฟรม $f-1$ แต่ไม่ปรากฏในเฟรม f
- E_f คือ จำนวนของขอบทั้งหมดที่อยู่ในเฟรม f

2.6.2 การเปลี่ยนข้อตบบเลือน มีผู้วิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนข้อตบบเลือน ดังนี้ Fernando และคณะ [11,12] ได้ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะของฮิสโตแกรม โดยมีทฤษฎีสนับสนุนว่าการเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรมในขณะที่มีการเปลี่ยนข้อตบบเลือนนั้น ค่าความเข้มของฮิสโตแกรมจะมีการเปลี่ยนแปลง โดยจะมีค่าความเข้มของฮิสโตแกรมลดลงเรื่อย ๆ ในกรณีที่เป็นารเปลี่ยนข้อตบบเลือนเข้าสู่สีดำ และจะมีค่าความเข้มของฮิสโตแกรมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในกรณีที่เป็นารเปลี่ยนข้อตบบเลือนออกจากสีดำ จากคุณลักษณะนี้ Fernando และคณะ ได้ใช้ขั้นตอนวิธีการคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรม โดยทำการแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน และทำการหาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเข้มแสงของฮิสโตแกรมในทุก ๆ ส่วน ดังภาพที่ 2-10

1	$X_{1,min}$ $X_{1,max}$	2	$X_{2,min}$ $X_{2,max}$
3	$X_{3,min}$ $X_{3,max}$	4	$X_{4,min}$ $X_{4,max}$

ภาพที่ 2-10 การแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของฮิสโตแกรม

โดยเมื่อได้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความเข้มแสงของฮิสโตแกรมในแต่ละส่วนเรียบร้อยแล้วก็นำมาคำนวณหาผลต่างของความเข้มแสงของฮิสโตแกรมในแต่ละส่วน ดังสมการ (2-5)

$$X_i(f) = X_{i,max}(f) - X_{i,min}(f) \quad (2-5)$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, 4$

$X_{i,min}$ คือ ค่าต่ำสุดของความเข้มแสงของฮิสโตแกรมในบล็อกที่ i

$X_{i,max}$ คือ ค่าสูงสุดของความเข้มแสงของฮิสโตแกรมในบล็อกที่ i

f คือ ลำดับของเฟรมที่กำลังพิจารณา

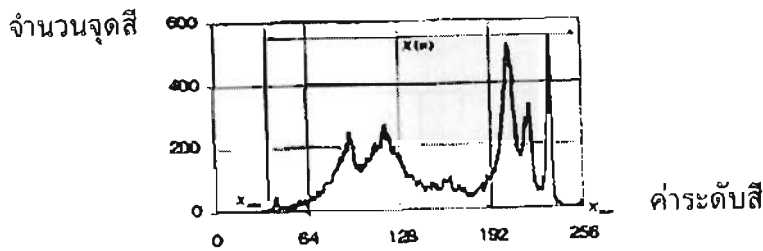
ต่อไปก็จะทำการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่า $X_i(f)$ โดยในการทดลองของ Fernando ได้ทำการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่า $X_i(f)$ จากเฟรมที่อยู่ต่อเนื่องกัน 3 เฟรม ดังสมการที่ 2-6

$$Y_i(f) = [X_i(f-3) > X_i(f-2)] \wedge [X_i(f-2) > X_i(f-1)] \wedge [X_i(f-1) > X_i(f)] \quad (2-6)$$

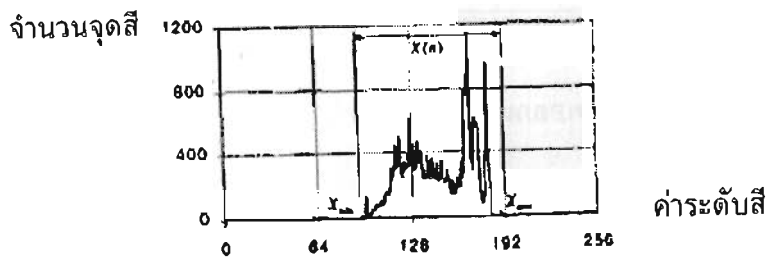
เงื่อนไขในการพิจารณาว่ามีการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อนเกิดขึ้นหรือไม่ จะใช้สมการที่ 2-7

$$C(f) = [Y_1(f)] \wedge [Y_2(f)] \wedge [Y_3(f)] \wedge [Y_4(f)] \quad (2-7)$$

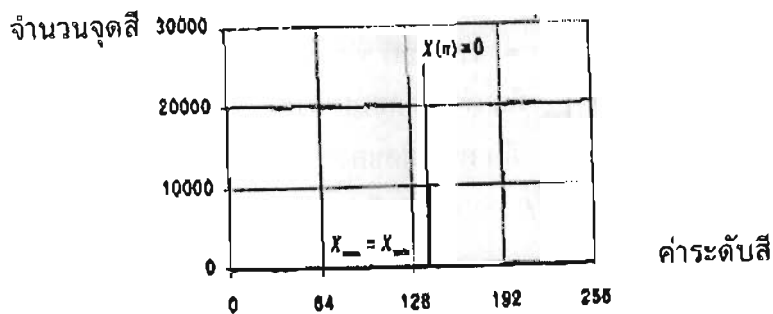
ถ้าผลที่ได้จากสมการที่ 2-7 เป็นจริง หมายความว่า ทุก ๆ ส่วนของภาพกำลังมีความเข้มลดลง ซึ่งเป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่ากำลังเข้าสู่การเปลี่ยนชนิด ดังภาพ



ภาพที่ 2-11 ฮิสโตแกรมขณะก่อนเกิดการเลื่อนเข้าสู่สีดำ



ภาพที่ 2-12 ฮิสโตแกรมขณะกำลังมีการเลื่อนเข้าสู่สีดำ



ภาพที่ 2-13 ฮิสโตแกรมที่เลื่อนเข้าสู่สีดำอย่างสมบูรณ์

ส่วน Zabih และคณะ [9] ได้ทดลองหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อน ด้วยการหาขอบของภาพในทุก ๆ เฟรม ตามกระบวนการดังภาพที่ 2-9 ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างมาก และกระบวนการนี้มักจะมีปัญหากับภาพที่มีความสว่างมากเกินไป

นิรุธ [13] ได้ออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนโดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรมจากภาพที่มีการแบ่งเป็นบล็อกจำนวน 16 บล็อก โดยพิจารณาการเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างต่อเนื่องของฮิสโตแกรมทั้ง 16 บล็อก ถ้าค่าผลต่างของฮิสโตแกรม มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมากกว่าค่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ ก็แสดงว่ากำลังเกิดการเลื่อนออกจากสีดำ แต่ถ้าค่าผลต่างของฮิสโตแกรมมีการลดลงอย่างต่อเนื่องมากกว่าค่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้แสดงว่ากำลังเกิดการเลื่อนเข้าสู่สีดำ

2.6.3 การเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย การตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบนี้มีความยุ่งยากกว่าวิธีการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดในรูปแบบอื่น ๆ Zabih และคณะ [9] ได้สร้างกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดโดยใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของขอบเพื่อคำนวณหาอัตราส่วนของขอบระหว่างเฟรมภาพ 2 เฟรมที่อยู่ต่อเนื่องกัน จากกระบวนการดังกล่าวจะสามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายได้

นิรุธ [13] ได้ออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายโดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าผลต่างของฮิสโตแกรม โดยแบ่งภาพในแต่ละเฟรมออกเป็นบล็อกจำนวน 16 บล็อกแล้วนำมาสร้างเป็นกราฟเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรมทั้ง 16 บล็อก ซึ่งขณะที่ยังไม่มีการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายค่าผลต่างของฮิสโตแกรมในแต่ละบล็อกของแต่ละเฟรมจะมีค่าไม่ต่างกันมาก แต่ถ้ามีการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายเกิดขึ้น ก็จะทำให้ภาพทั้งภาพเปลี่ยนแปลงไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าผลต่างของฮิสโตแกรมในแต่ละบล็อกในขณะที่เกิดการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย ก็จะพบว่ามีความแตกต่างอย่างชัดเจน

Patrizio และคณะ [14] ได้ทำการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายโดยใช้การหาความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมที่อยู่ต่อเนื่องกัน (Correlation-Based Algorithm) โดยทดลองตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย 2 ประเภท คือ Cross Dissolve และ Additive Dissolve

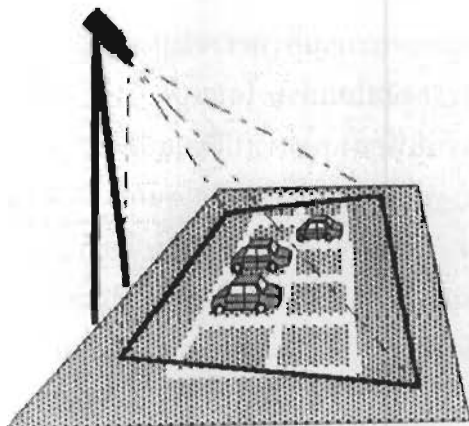
2.6.4 การเปลี่ยนข้อดแบบกวาด เป็นลักษณะการเปลี่ยนข้อดอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความหลากหลาย มีผู้วิจัยเกี่ยวกับการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดดังต่อไปนี้

Min และคณะ [15] ได้ใช้ขั้นตอนวิธีการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดในวิดีโอที่มีการบีบอัด โดยใช้ค่าเฉลี่ยความเข้มของจุดภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถตรวจจับข้อดที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบกวาดได้ 3 รูปแบบคือ การกวาดในแนวตั้ง การกวาดจากแนวทแยงมุม และการกวาดแบบรูปทรงกล่องสี่เหลี่ยม

Patrizio และคณะ [16] ได้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนข้อดแบบกวาดโดยพิจารณาการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด โดยสามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนข้อดแบบกวาดได้ 4 รูปแบบคือ การเปลี่ยนข้อดแบบกวาดในแนวแกนนอน การเปลี่ยนข้อดในแนวแกนตั้ง การเปลี่ยนข้อดแบบกวาดในรูปแบบกวาดตามเข็มนาฬิกา และการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดจากเส้นทแยงมุม

Fernando และคณะ [17] ได้ออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อแบบกวาด โดยใช้ค่าทางสถิติและคุณลักษณะโครงสร้างของเฟรมภาพที่มีการเปลี่ยนข้อต่อแบบกวาด ร่วมกับการใช้เทคนิคการตรวจหาเส้นตรง (Hough Transform) เพื่อตรวจจับเส้นตรงที่ทำหน้าที่กวาดเพื่อเปลี่ยนข้อต่อ ซึ่งสามารถตรวจจับเส้นตรงที่ทำหน้าที่กวาดเพื่อเปลี่ยนข้อต่อได้มากที่สุดถึง 8 เส้น

ขั้นตอนวิธีการในการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อของวิดีโอที่ผ่านมาเป็นการกระทำบนเฟรมภาพของวิดีโอที่เป็นแบบทั้งภาพ และแบบแบ่งเฟรมภาพออกเป็นบล็อกในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหาการเคลื่อนที่ของกล้อง และการเคลื่อนไหวย่างรวดเร็วในวิดีโอ Liu [18] ได้ทำการวิเคราะห์ภาพวิดีโอของลานจอดรถด้วยการใช้ควอดทรี (Quad Tree) เพื่อตรวจสอบการจอดรถในช่องจอดรถโดยใช้ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของเฟรมภาพอ้างอิง (Reference Frame) เปรียบเทียบกับเฟรมภาพปัจจุบัน (Current Frame) ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของบริเวณลานจอดรถหรือไม่โดยสังเกตจากผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงที่เกิดขึ้น และสังเกตจากข้อมูลฮิสโตแกรมของจำนวนบล็อกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งภาพแบบควอดทรี โดยมีขั้นตอนดังภาพต่อไปนี้

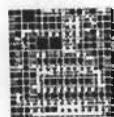
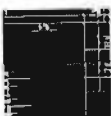


ภาพที่ 2-14 การประยุกต์ใช้ควอดทรีกับการตรวจสอบลานจอดรถ

(ก) ช่องจอดที่ว่างเปล่า (ข) ช่องจอดที่มีรถจอดอยู่

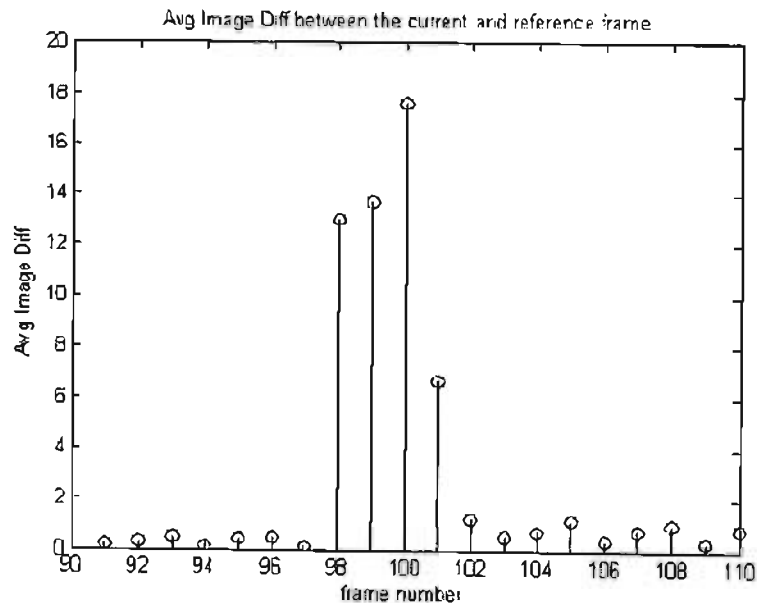


(ค) แบ่งภาพด้วยควอดทรี (ง) แบ่งภาพด้วยควอดทรี



ภาพที่ 2-15 วิธีการวิเคราะห์ภาพด้วยการแบ่งแบบควอดทรี

โดยค่าสถิติที่ได้จะสามารถบอกได้ว่ามีรถจอดอยู่ที่ช่องจอดรถหรือไม่ โดยถ้าไม่มีการเคลื่อนที่ของรถเพื่อเข้าจอดในลาดจอดรถหรือออกจากช่องจอดรถ ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ถ้าหากมีการเคลื่อนที่ของรถเข้าและออกจากช่องจอดรถ ค่าเฉลี่ยก็จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของกราฟ ดังภาพที่ 2-16



ภาพที่ 2-16 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มในภาพช่องจอดรถ

2.7 การประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจจับข้อบกพร่อง

ในการประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจจับข้อบกพร่อง [19] ใช้สมการที่ (2-8) โดยคิดเป็นค่าอัตราส่วน

$$\text{Precision} = \frac{Nt}{Nt + F} \times 100 \quad (2-8)$$

เมื่อ Precision คือ ค่าความถูกต้อง
 Nt คือ จำนวนข้อบกพร่องที่ตรวจพบอย่างถูกต้อง
 F คือ ผลรวมระหว่างจำนวนข้อบกพร่องที่ตรวจพบอย่างถูกต้อง
 กับจำนวนข้อบกพร่องที่มีความผิดพลาด

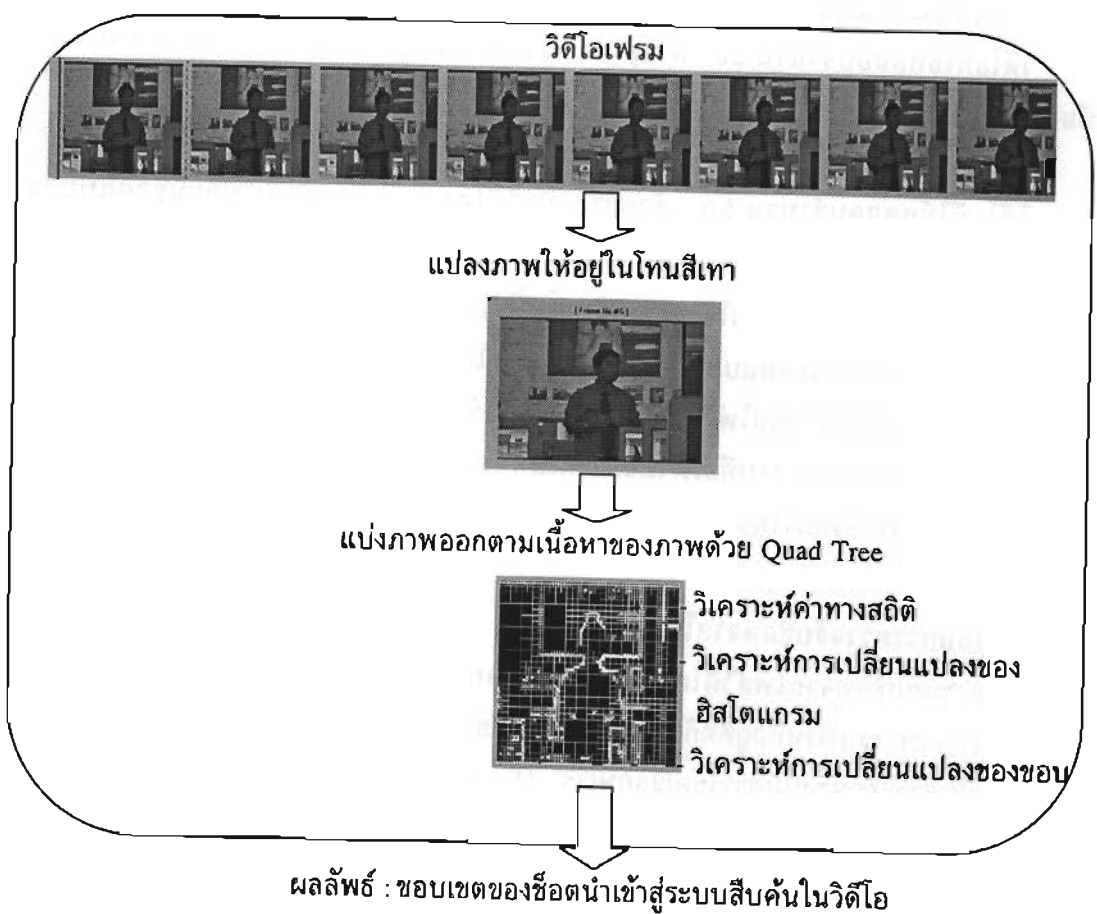
2.8 สรุปทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อ แต่ละแบบ โดยใช้สมการที่ (2-3) เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ใช้ในการหาความแตกต่างระหว่างเฟรมที่อยู่ต่อเนื่องกัน โดยจะใช้การวิเคราะห์กับภาพที่มีการแบ่งภาพออกเป็นบล็อกด้วยควอดทรี โดยในการพิจารณาการเปลี่ยนข้อต่อจะใช้การวิเคราะห์ค่าผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉลี่ยค่าผลต่างของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ระหว่างภาพวิดีโอที่มีการแบ่งด้วยควอดทรี กับภาพวิดีโอแบบทั้งภาพและภาพวิดีโอที่มีการแบ่งแบบบล็อกเท่า ๆ กัน โดยในบทที่ 3 จะนำเสนอระบบและกระบวนการในการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อแบบตัด,แบบเลื่อน,แบบจางหาย และแบบกวาด ในบทที่ 4 จะนำเสนอผลการทดลองเพื่อการประเมินผลระบบตลอดจนผลการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อในวิดีโอตัวอย่าง และสุดท้ายในบทที่ 5 จะสรุปผลและนำเสนอแนวทางการวิจัยในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ระบบตรวจจับการเปลี่ยนข้อบนวิดีโอโดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพด้วยควอดทรี จะทำการแยกภาพในแต่ละเฟรมของวิดีโอออกมาเป็นภาพนิ่ง แล้วทำการแปลงภาพให้เป็นภาพในโทนสีเทา หลังจากนั้นก็ทำการแบ่งภาพที่ต้องการด้วยควอดทรี แล้วทำการวิเคราะห์หาบริเวณที่มีการเปลี่ยนข้อ โดยใช้การวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่าความเข้มแสง ค่าการเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรม และการเปลี่ยนแปลงของขอบ สุดท้ายเมื่อได้จุดที่มีการเปลี่ยนข้อแล้วก็เตรียมส่งต่อไปให้ระบบสืบค้นข้อมูลในวิดีโอต่อไป ดังที่แสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 สถาปัตยกรรมของระบบตรวจจับการเปลี่ยนข้อบนวิดีโอด้วยควอดทรี

3.1 ตัวอย่างวิดีโอที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างวิดีโอที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นวิดีโอประเภทภาพยนตร์ที่ยังไม่ผ่านการบีบอัด เป็นแฟ้มข้อมูลที่มีรูปแบบนามสกุล AVI และมีความละเอียดที่ 320×240 จุดภาพ มีความละเอียดสี 24 บิตต่อจุดภาพ อัตราเร็วของภาพ 30 เฟรมต่อวินาที วิดีโอที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 80 ตัวอย่าง ซึ่งแบ่งออกตามประเภทของการเปลี่ยนข้อต่อทั้ง 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

3.1.1 วิดีโอที่ใช้ทดสอบการเปลี่ยนข้อต่อแบบตัด

วิดีโอที่ใช้ทดสอบจำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งในวิดีโอชุดนี้จะมีการเปลี่ยนข้อต่อแบบตัดเพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น โดยไม่มีรูปแบบการเปลี่ยนข้อต่อแบบอื่นปะปน

3.1.2 วิดีโอที่ใช้ทดสอบการเปลี่ยนข้อต่อแบบเลื่อน

วิดีโอที่ใช้ทดสอบจำนวน 20 ตัวอย่าง เป็นวิดีโอที่มีการเปลี่ยนข้อต่อแบบเลื่อนทั้ง 20 ตัวอย่าง ที่มีทั้งการเลื่อนเข้าสู่สีดำและการเลื่อนออกจากสีดำอยู่ต่อเนื่องกันในวิดีโอ โดยไม่มีรูปแบบการเปลี่ยนข้อต่อรูปแบบอื่นปะปน

3.1.3 วิดีโอที่ใช้ทดสอบการเปลี่ยนข้อต่อแบบจางหาย

วิดีโอที่ใช้ทดสอบจำนวน 20 ตัวอย่าง เป็นวิดีโอภาพยนตร์ที่มีการเปลี่ยนข้อต่อแบบจางหายเพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น ทั้ง 20 ตัวอย่าง ไม่มีรูปแบบการเปลี่ยนข้อต่อแบบอื่นปะปน

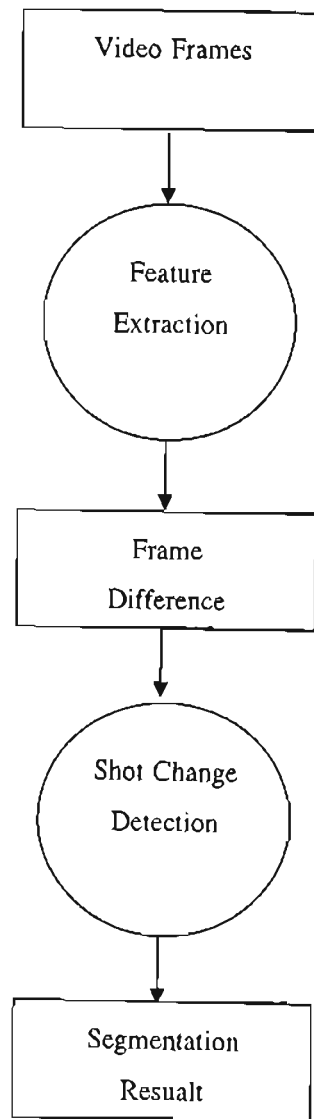
3.1.4 วิดีโอที่ใช้ทดสอบการเปลี่ยนข้อต่อแบบกวาด

วิดีโอที่ใช้ทดสอบจำนวน 20 ตัวอย่าง เป็นวิดีโอภาพยนตร์ที่มีการเปลี่ยนข้อต่อแบบกวาด (แบบต่อเนื่องในแนวตั้ง) เพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น ทั้ง 20 ตัวอย่าง

การสร้างวิดีโอตัวอย่างเพื่อใช้ในการงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม Edius Professional ในการตัดต่อวิดีโอ โดยเพิ่มการเปลี่ยนข้อต่อแบบต่าง ๆ เข้าไปในวิดีโอตัวอย่างทั้ง 80 ตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม ProCoder 2 ในการเข้ารหัสไฟล์วิดีโอที่ตัดต่อเรียบร้อยแล้ว และใช้โปรแกรม TMPGenc Plus เวอร์ชัน 2.5 ในการตรวจสอบคีย์เฟรมของวิดีโอหลังจากที่ได้ตัดต่อเรียบร้อยแล้ว เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อ

3.2 ขั้นตอนการตรวจจับข้อต่อจากไฟล์วิดีโอ

ในการแยกข้อต่อจากไฟล์วิดีโอสามารถทำได้โดยหาวิธีแยกความแตกต่างระหว่างเฟรมที่อยู่ติดกันแล้วพิจารณาว่าเฟรมที่อยู่ติดกันนั้นอยู่ในข้อต่อเดียวกันหรือไม่ ซึ่งจะมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 3-2 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีการใช้คุณลักษณะ (Feature) ที่ใช้สำหรับแยกความแตกต่างระหว่างเฟรม คือ ค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ขั้นตอนวิธีหลักในการตรวจจับการเปลี่ยนข้อต่อแสดงดังภาพที่ 3-2

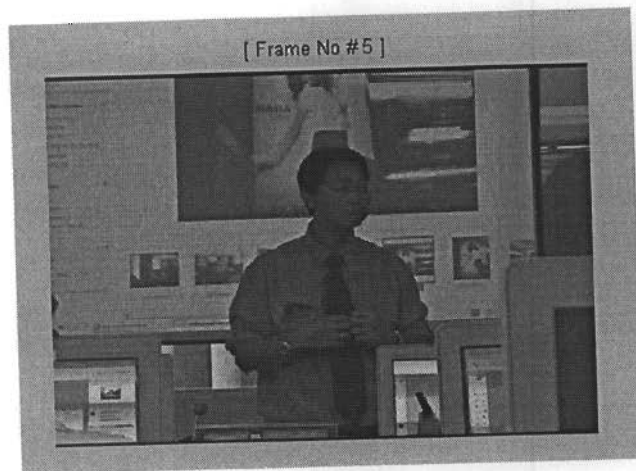


ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการตรวจจับข้อผิดพลาดจากไฟลวิดีโอ

3.3 รูปแบบของภาพวิดีโอที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อผิดพลาด

ในการพัฒนาขั้นตอนวิธีเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนข้อผิดพลาดในวิดีโอครั้งนี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดในไฟลวิดีโอ โดยใช้การวิเคราะห์กับภาพวิดีโอที่มีรูปแบบ 3 รูปแบบ ดังนี้

3.3.1 ภาพวิดีโอแบบทั้งภาพ



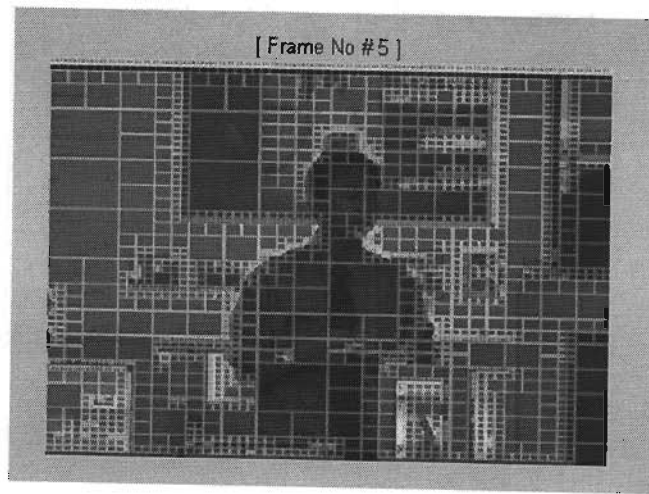
ภาพที่ 3-3 เฟรมของวิดีโอในโทนสีเทาที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

3.3.2 ภาพวิดีโอที่มีการแบ่งพื้นที่ของภาพเป็นบล็อกขนาด 4×4 (16 บล็อก)



ภาพที่ 3-4 ลักษณะการแบ่งภาพเพื่อใช้วิเคราะห์แบบเป็นบล็อก

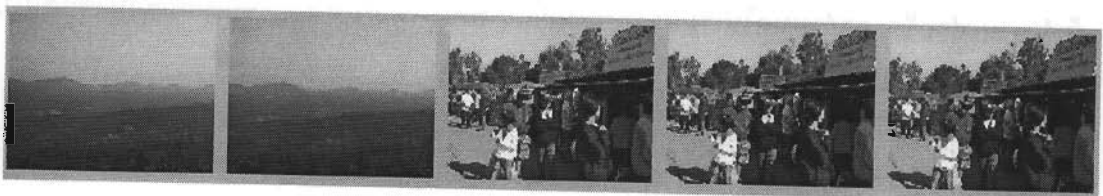
3.3.3 ภาพวิดีโอที่มีการแบ่งภาพด้วยควอดทรี



ภาพที่ 3-5 ภาพวิดีโอโทนสีเทาที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี

3.4 การวิเคราะห์ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนช็อตแบบ Cut ในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

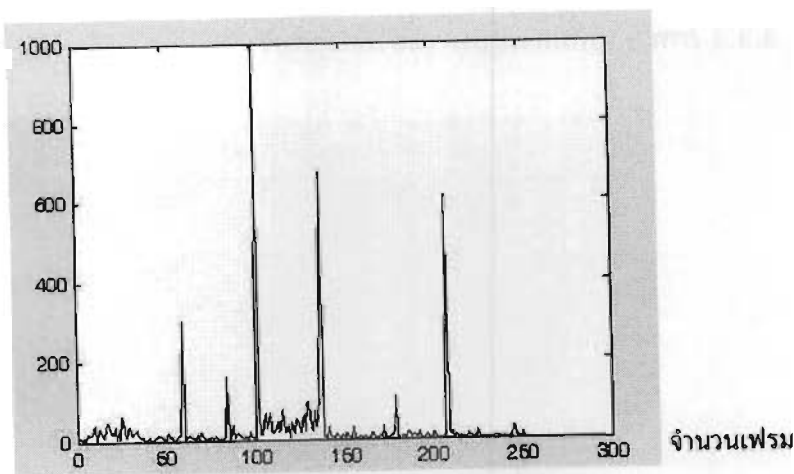
ลักษณะความเข้มแสงของภาพในวิดีโอเมื่อมีการเปลี่ยนช็อตแบบ Cut เกิดขึ้น ความเข้มแสงของภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใดพร้อมกันทั้งภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในแต่ละเฟรมเพื่อเป็นตัวแทนของเฟรมนั้น ๆ ในการวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนช็อตแบบ Cut



ภาพที่ 3-6 วิดีโอที่มีการเปลี่ยนช็อตแบบ Cut

ในการหาผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของเฟรมที่อยู่ต่อเนื่องกันจะใช้สมการที่ 2-3 เมื่อได้ค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในเฟรมที่ f และเฟรมก่อนหน้าคือเฟรมที่ $f-1$ มาแล้วก็จะเพิ่มค่า f ขึ้นอีก 1 เพื่อคำนวณหาผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงในเฟรมต่อไปจนครบทุกเฟรมในวิดีโอ ถ้านำค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงทุกค่าที่ได้มาสร้างเป็นกราฟ ก็จะได้กราฟที่มีลักษณะดังภาพที่ 3-7 จากกราฟจะพบว่าค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วง ๆ ซึ่งจะพบว่าค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงบางค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งตำแหน่งที่มีค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสูงมากนี้ถือว่าเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนช็อตแบบ Cut

ผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้ม



ภาพที่ 3-7 ค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบตัด

ดังนั้นการพิจารณาว่าตำแหน่งใดเป็นเฟรมที่มีการเปลี่ยนข้อดแบบตัด จึงต้องพิจารณาที่ค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน 1 ค่าเท่านั้น และการที่จะตัดสินใจว่าค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มใดเป็นค่าผลต่างที่เกิดจากการเปลี่ยนข้อดแบบตัด จะต้องนำค่าแต่ละค่าไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ (T) ที่กำหนดขึ้น

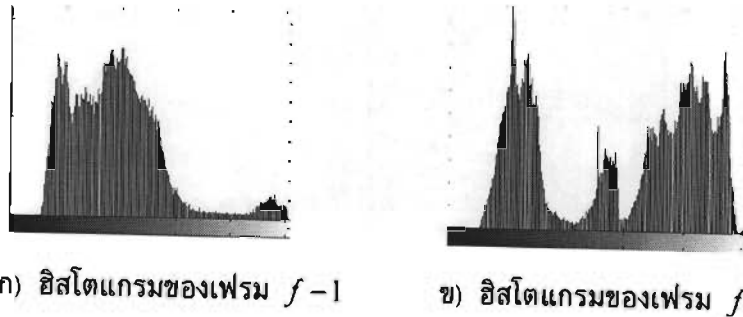
โดยการกำหนดค่าเกณฑ์จะใช้ค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงเป็นหลัก โดยนำค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงหารด้วยจำนวนเฟรมที่นับได้ในขณะนั้น แล้วเก็บเป็นค่าเฉลี่ยสะสมไว้เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มของข้อมูลชุดต่อไป ถ้าค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของข้อมูลชุดต่อไปมีค่ามากกว่า 4 เท่า ของค่าเฉลี่ยสะสม ก็ถือว่าเป็นตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อด แบบตัด เกิดขึ้น หลังจากที่มีการพบตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อดแบบตัดแล้วจำนวนเฟรมก็จะถูกกำหนดให้เริ่มต้นนับใหม่อีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลชุดต่อไปจนกระทั่งครบทุกเฟรมของวิดีโอ

3.5 การวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสงเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อด ในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

ในการหาผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสงระหว่างเฟรมที่อยู่ต่อเนื่องกัน จะใช้สมการที่ 2-3 เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย เพียงแต่แทนที่จะใช้ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในแต่ละเฟรมที่เป็นตัวแทนของข้อมูล ก็จะทำการวิเคราะห์การกระจายของความเข้มแสงด้วยการวิเคราะห์ด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อพิจารณาว่าข้อมูลความเข้มของแต่ละเฟรมที่พิจารณามีการกระจายของข้อมูลมากน้อยเพียงใด โดยตำแหน่งที่มีการกระจายของข้อมูลเป็นจำนวนมากก็จะถือว่ามี การเปลี่ยนข้อดเกิดขึ้น

3.6 การวิเคราะห์ลักษณะของฮิสโตแกรมเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อผิดพลาด ในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

ลักษณะของฮิสโตแกรมเมื่อมีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแบบตัดเกิดขึ้น ฮิสโตแกรมจะเปลี่ยนจากรูปทรงหนึ่งไปเป็นอีกรูปทรงหนึ่งทันทีดังภาพที่ 3-8

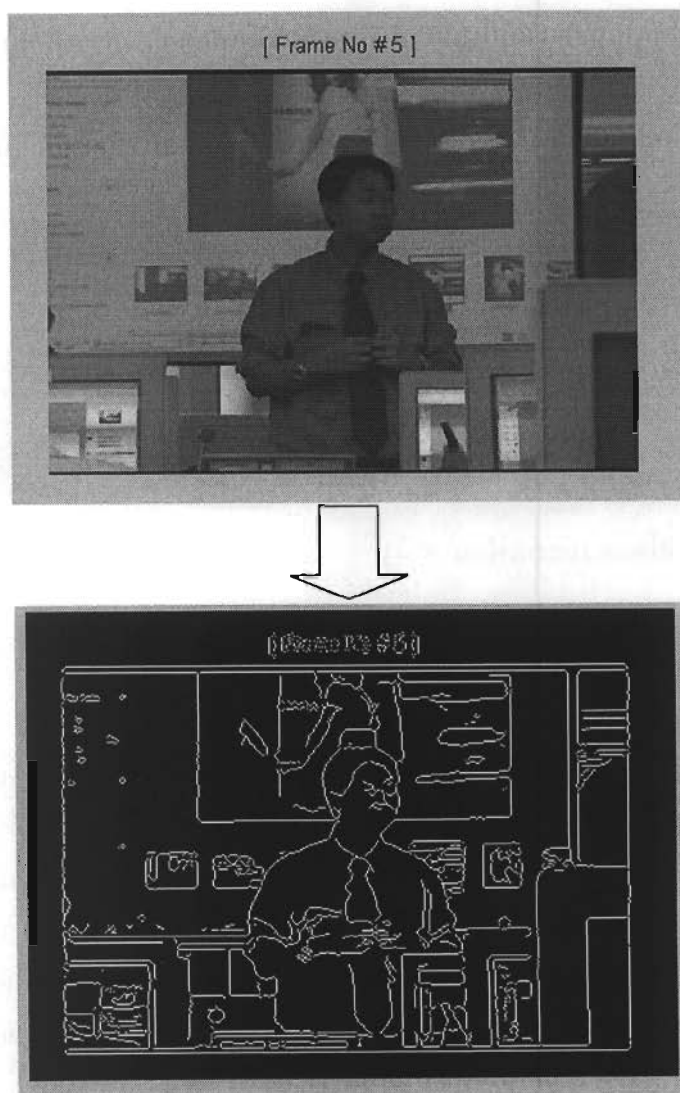


ภาพที่ 3-8 ฮิสโตแกรมของการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแบบตัด

จากภาพที่ 3-8 จะเห็นได้ว่าฮิสโตแกรมในภาพก่อนที่จะมีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแบบตัด ภาพที่ 3-8 (ก) กับฮิสโตแกรมในภาพหลังจากที่มีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแล้ว ภาพที่ 3-8 (ข) มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือมีลักษณะการเกิดขึ้นแบบทันทีทันใด โดยฮิสโตแกรมในภาพที่ 3-8 (ก) คือเฟรมสุดท้ายของข้อผิดพลาดก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง และฮิสโตแกรมของภาพที่ 3-8 (ข) คือเฟรมแรกของข้อผิดพลาดต่อไป ดังนั้นตำแหน่งของเฟรมที่มีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดก็คือเฟรมที่มีค่าของฮิสโตแกรมต่างกันมากนั่นเอง การวิเคราะห์ผลต่างของฮิสโตแกรมเพื่อหาคุณลักษณะการเปลี่ยนข้อผิดพลาด จะใช้สมการที่ 2-3 เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ด้วยผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง

3.7 การวิเคราะห์ค่าผลต่างของขอบเพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแบบตัด ในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

ในการวิเคราะห์ค่าผลต่างของขอบเพื่อหาคุณลักษณะการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแบบตัด จะทำการแปลงภาพโทนสีเทาให้อยู่ในรูปของขอบก่อนโดยใช้ขั้นตอนวิธีของ Canny ดังภาพที่ 3- 9

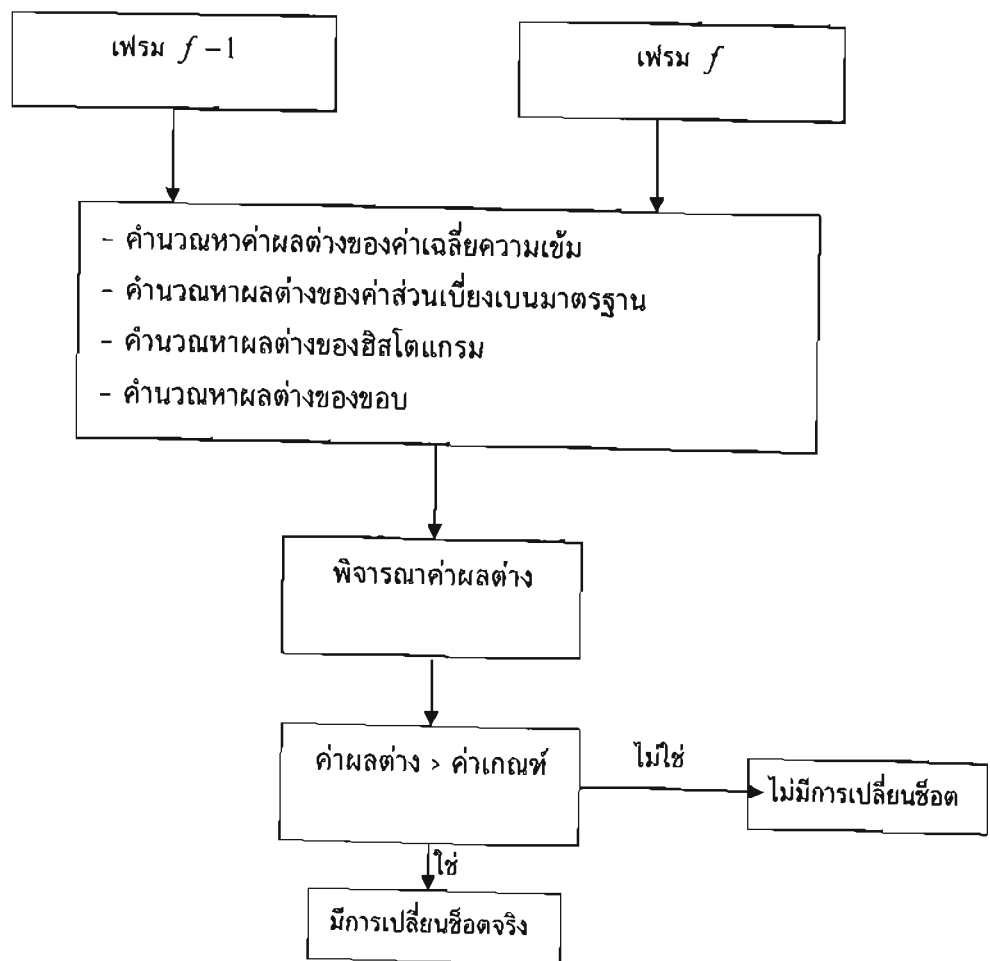


ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนการแปลงภาพโทนสีเทาให้อยู่ในรูปของขอบ

เมื่อทำการแปลงภาพโทนสีเทาให้อยู่ในรูปของขอบเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการนับจำนวนขอบที่ปรากฏในแต่ละเฟรมเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของขอบ โดยใช้สมการที่ 2-3 การวิเคราะห์ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อตกก็คือตำแหน่งที่มีความแตกต่างของขอบเป็นจำนวนมากเกินกว่าค่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.8 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตกแบบอัตโนมัติในการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

จากการวิเคราะห์ค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้ม ค่าผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตกแบบอัตโนมัติ โดยใช้ค่าผลต่างของวิธีการทั้ง 4 รูปแบบ ดังแสดงในบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 3-5

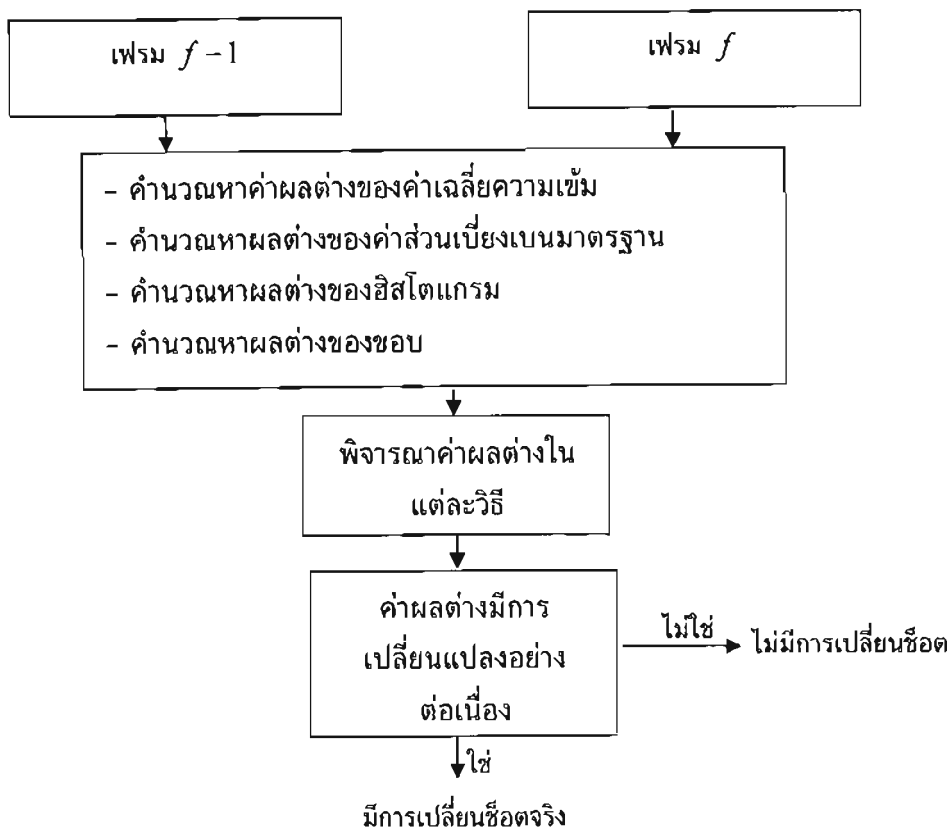


ภาพที่ 3-10 บล็อกไดอะแกรมของการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบตัด

จากบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 3-10 กระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบตัด จะทำการวิเคราะห์กับภาพแบบทั้งภาพและคำนวณค่าเฉลี่ยของความเข้มแสง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ของเฟรมที่ $f-1$ และ f และนำค่าผลต่างที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ T ถ้าค่าผลต่างมีค่ามากกว่าค่าเกณฑ์ T แสดงว่ามีการเปลี่ยนชนิดเกิดขึ้น

3.9 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อน จางหาย และแบบกวาด ในกรณีการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ

สำหรับการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อน จางหาย และแบบกวาด เป็นลักษณะการเปลี่ยนชนิดที่มีลักษณะการเปลี่ยนชนิดแบบค่อยเป็นค่อยไป การวิเคราะห์ด้วยค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง ค่าผลต่างของฮิสโตแกรมและค่าผลต่างของขอบจะต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเฟรมภาพมากกว่า 1 เฟรม ดังนั้นการออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดจะแตกต่างจากการเปลี่ยนชนิดแบบตัด การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด แสดงดังภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11 บล็อกไดอะแกรมของการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด

3.10 การวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนชนิดแบบตัด ในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพเป็นบล็อกขนาด 4×4

ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนชนิดแบบตัด จะใช้วิธีการเดียวกันกับทั้ง 4 วิธีการ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือการหาค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ย ค่าผลต่างของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ในรูปแบบภาพที่มีการแบ่งเป็นบล็อก เป็นวิธีการที่ใช้แก้ไขผลกระทบของการเคลื่อนที่ของกล้องหรือวัตถุในวิดีโอ วิธีการวิเคราะห์ กระทำโดยการแบ่งภาพในแต่ละเฟรมออกเป็นบล็อกทั้งหมด 16 บล็อก ดังภาพที่ 3-12



(ก) การแบ่งภาพออกเป็นบล็อกในเฟรม $f-1$ (ข) การแบ่งภาพออกเป็นบล็อกในเฟรม f

ภาพที่ 3-12 แสดงการแบ่งภาพออกเป็นบล็อกจำนวน 16 บล็อกของเฟรม $f-1$ และ f

เมื่อได้ทำการแบ่งบล็อกทั้ง 16 บล็อกของแต่ละเฟรมเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์หาค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบในแต่ละบล็อก แล้วเก็บเป็นเซตของค่าผลต่างทั้ง 16 บล็อก เพื่อนำไปหาค่าผลต่างระหว่างเฟรม $f-1$ และเฟรม f

$$X = \{mdiff_1, mdiff_2, mdiff_3, \dots, mdiff_{16}\}$$

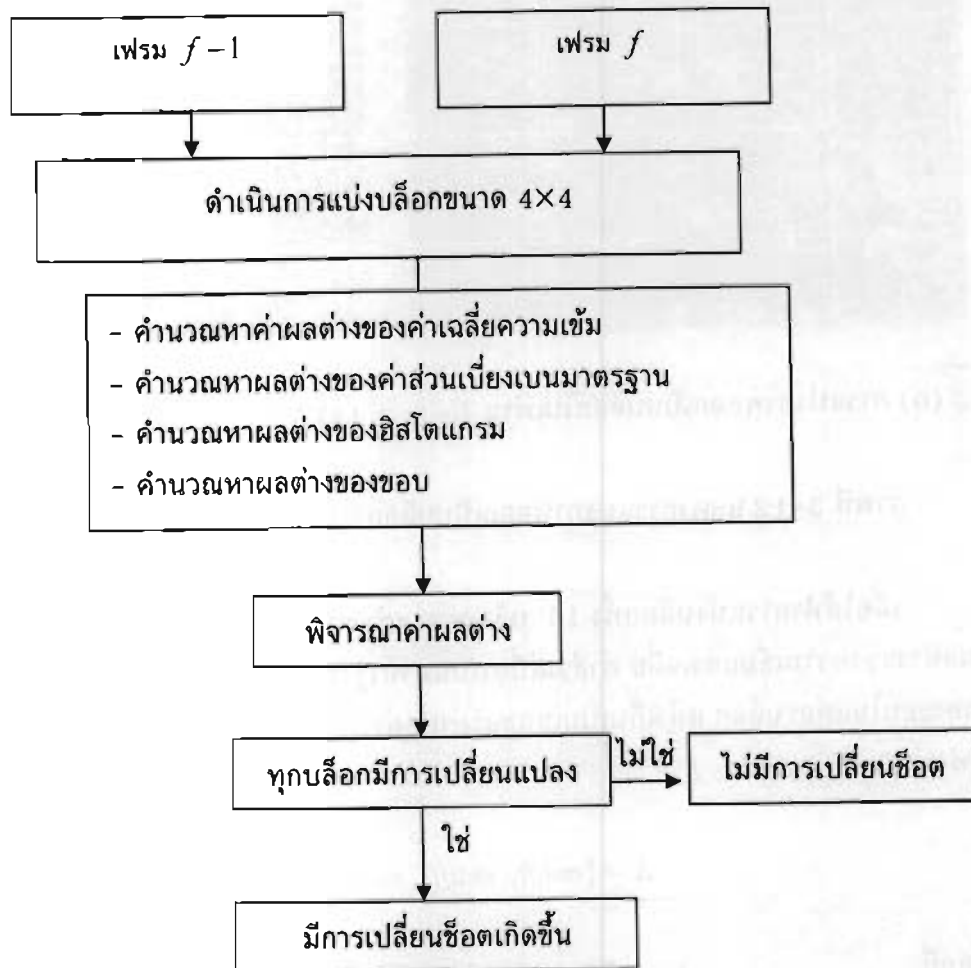
โดยที่

X คือ เซตของค่าผลต่าง ทั้ง 16 บล็อก

$mdiff$ คือ ค่าผลต่างในแต่ละบล็อก

เมื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ จะพิจารณาค่าผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ในตำแหน่งบล็อกเดียวกันระหว่างเฟรม $f-1$ และเฟรม f ถ้าค่าผลต่างมีการเปลี่ยนแปลงพร้อมกันทั้ง 16 บล็อก แสดงว่ามีการเปลี่ยนข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

3.11 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัด ในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งบล็อก



ภาพที่ 3-13 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดในการวิเคราะห์ภาพแบ่งภาพเป็นบล็อก

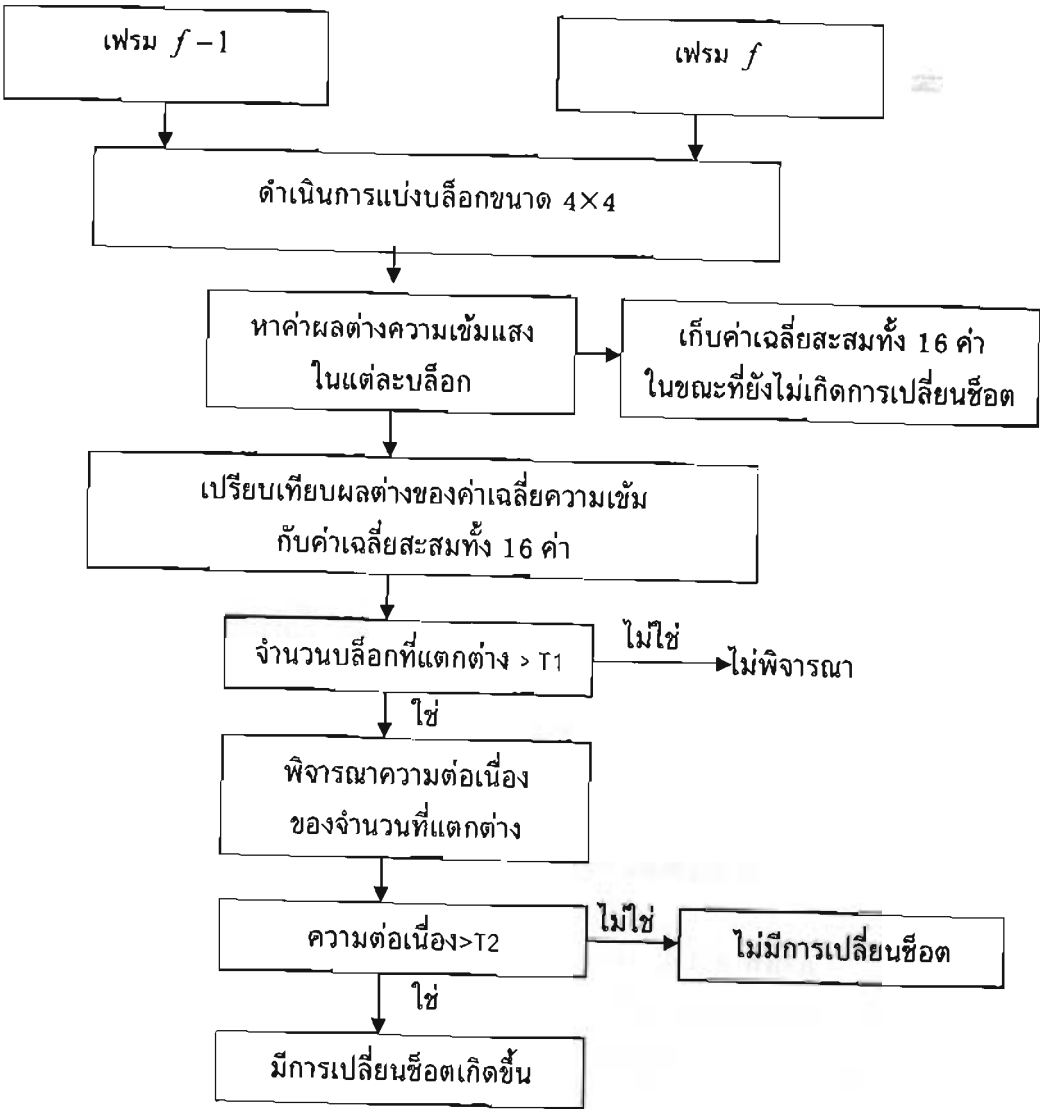
3.12 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบเลื่อน จางหาย และแบบกวาด ในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งบล็อก

เมื่อได้ทำการแบ่งบล็อกทั้ง 16 บล็อกของแต่ละเฟรมเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์แบบเดียวกันทั้ง 4 วิธี คือ หาค่าผลต่างของความเข้มแสงเฉลี่ย การหาค่าผลต่างของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และหาค่าผลต่างของขอบ ในแต่ละบล็อก แล้วเก็บเป็นเซตของค่าเฉลี่ยทั้ง 16 บล็อก เพื่อนำไปหาค่าผลต่างของทั้ง 4 วิธี ระหว่างเฟรม $f-1$ และเฟรม f หลังจากนั้นก็เก็บค่าผลต่างไว้ใน X และให้ Y เก็บค่าเฉลี่ยสะสมของผลต่าง ก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนข้อแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด เพื่อเอาไว้เปรียบเทียบกับผลต่างในเฟรมปัจจุบันว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าค่าผลต่างใน 16 บล็อก มีค่าการเปลี่ยนแปลงมากกว่าค่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้แสดงว่าเริ่มมีการเปลี่ยนข้อเกิดขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการเปลี่ยนข้อ ค่าการเปลี่ยนแปลงของบล็อกแต่ละบล็อกก็จะมีค่าต่ำกว่าค่าเกณฑ์

$$X = \{mdiff_1,mdiff_2,mdiff_3,...,mdiff_{16}\}$$

$$Y = \{avdiff_1,avdiff_2,avdiff_3,...,avdiff_{16}\}$$

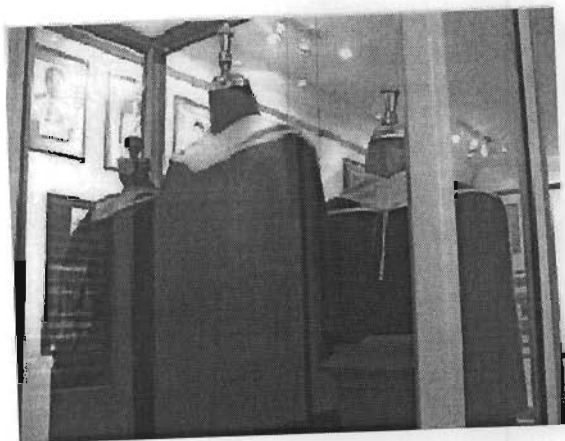
เมื่อ X คือ เซตของค่าผลต่าง ทั้ง 16 บล็อก
 $mdiff$ คือ ค่าผลต่างในแต่ละบล็อก
 Y คือ เซตของค่าเฉลี่ยผลต่างที่เก็บสะสมมา
 $avdiff$ คือ ค่าเฉลี่ยผลต่างของความเข้มแสงในแต่ละบล็อก



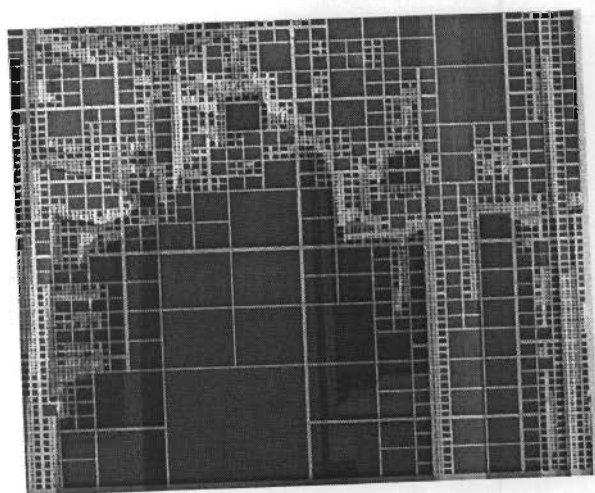
ภาพที่ 3-14 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนข้อผิดพลาดแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด ในการวิเคราะห์ภาพที่มีการแบ่งแบบเป็นบล็อก

3.13 การวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะของการเปลี่ยนสีแบบตัด ในกรณีการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี

การวิเคราะห์หาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนสีโดยใช้ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย ในรูปแบบภาพที่มีการแบ่งภาพด้วยควอดทรี สำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนสีแบบตัด กระทำโดยการแบ่งภาพวิดีโอในแต่ละเฟรมให้อยู่ในรูปแบบของควอดทรี ดังภาพที่ 3-15



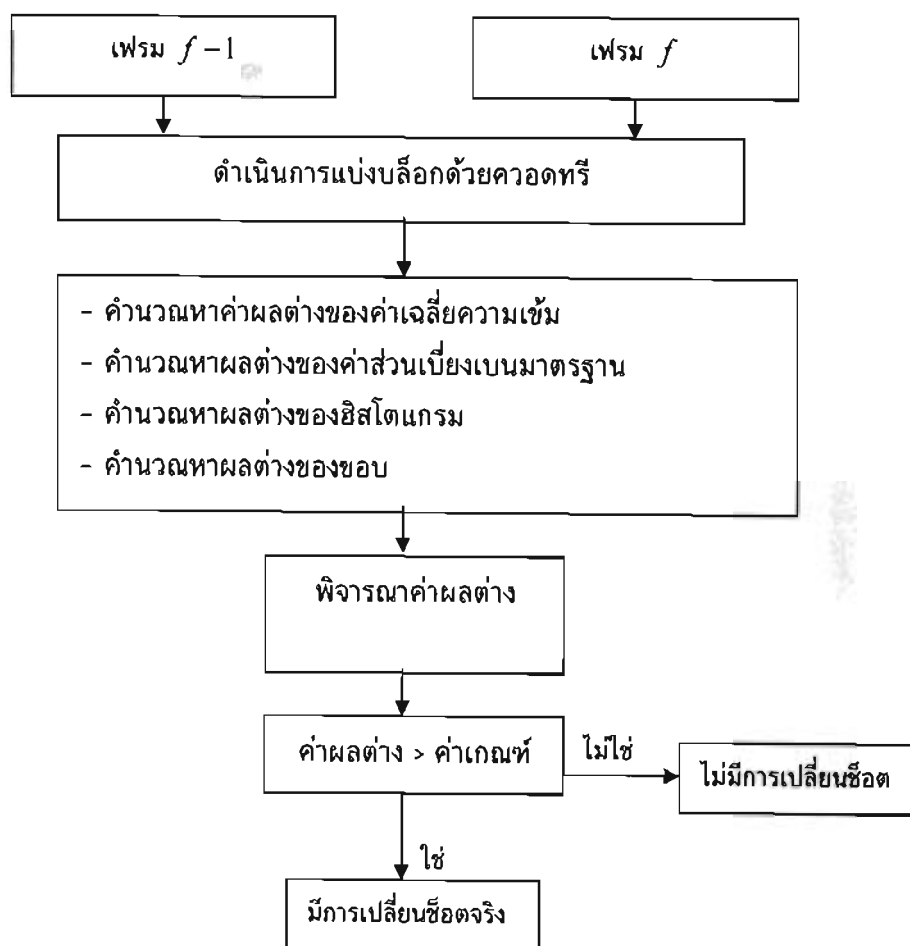
ภาพที่ 3-15 เฟรมของวิดีโอก่อนการแบ่งภาพด้วยควอดทรี



ภาพที่ 3-16 เฟรมของวิดีโอเมื่อมีการแบ่งภาพด้วยควอดทรี

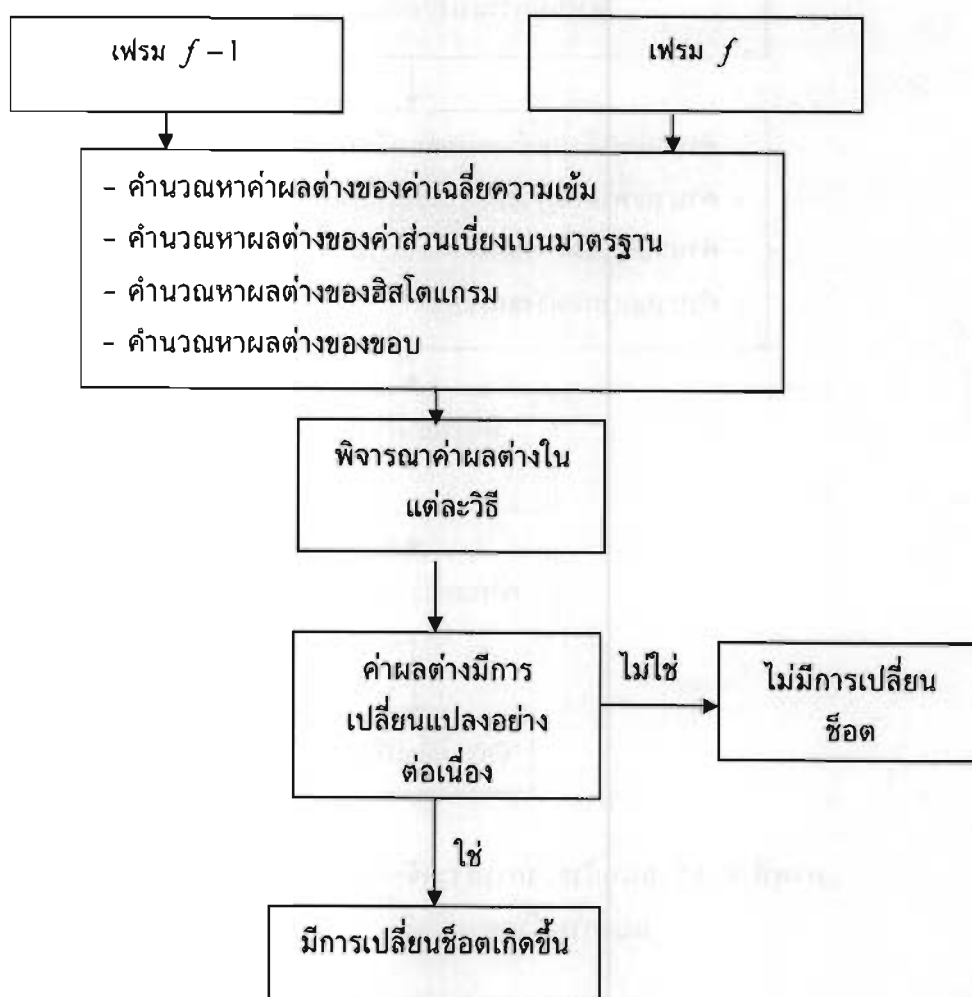
หลังจากแบ่งภาพออกตามเนื้อหาของภาพด้วยควอดทรีเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของแต่ละบล็อกที่สนใจ โดยบล็อกที่เล็กที่สุดที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือบล็อกขนาด 2×2 และบล็อกขนาดใหญ่ที่สุดสำหรับใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือบล็อกขนาด 128×128

การวิเคราะห์หาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนสีแบบตัด กับภาพที่แบ่งแบบควอดทรี ทำได้โดยการคำนวณค่าเฉลี่ยของความเข้มแสง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง ค่าผลต่างของฮิสโตแกรม และค่าผลต่างของขอบ ของเฟรมที่ $f-1$ และ f และนำค่าผลต่างที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ T ถ้าค่าผลต่างมีค่ามากกว่าค่าเกณฑ์ T แสดงว่ามีการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น



ภาพที่ 3-17 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนขีดแบบตัดในการวิเคราะห์ภาพ
แบ่งภาพด้วยควอดทรี

3.14 การออกแบบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน จางหาย และแบบกวาด ในการวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี



ภาพที่ 3-18 แผนผังของการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตแบบเลื่อน จางหาย และแบบกวาด ในการวิเคราะห์ภาพที่มีการแบ่งแบบควอดทรี

3.15 ขั้นตอนการทดสอบกับวิดีโอตัวอย่าง

การทดสอบกับวิดีโอตัวอย่าง จะทดสอบด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ โดยทำการอ่านแฟ้มข้อมูลวิดีโอที่มีนามสกุลเป็น AVI เข้ามา และเขียนโปรแกรมตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อทดสอบแต่ละกระบวนการตามประเภทของการเปลี่ยนข้อต ดังนี้

3.15.1 ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตัด กับวิดีโอที่มีการเปลี่ยนข้อตแบบตัด จำนวน 20 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ แบบแบ่งเป็นบล็อกขนาด 4×4 และแบบแบ่งบล็อกด้วยควอดทรี

3.15.2 ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อน กับวิดีโอที่มีการเปลี่ยนชนิดแบบเลื่อน จำนวน 20 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ แบบแบ่งเป็นบล็อกขนาด 4×4 และแบบแบ่งบล็อกด้วยควอดทรี

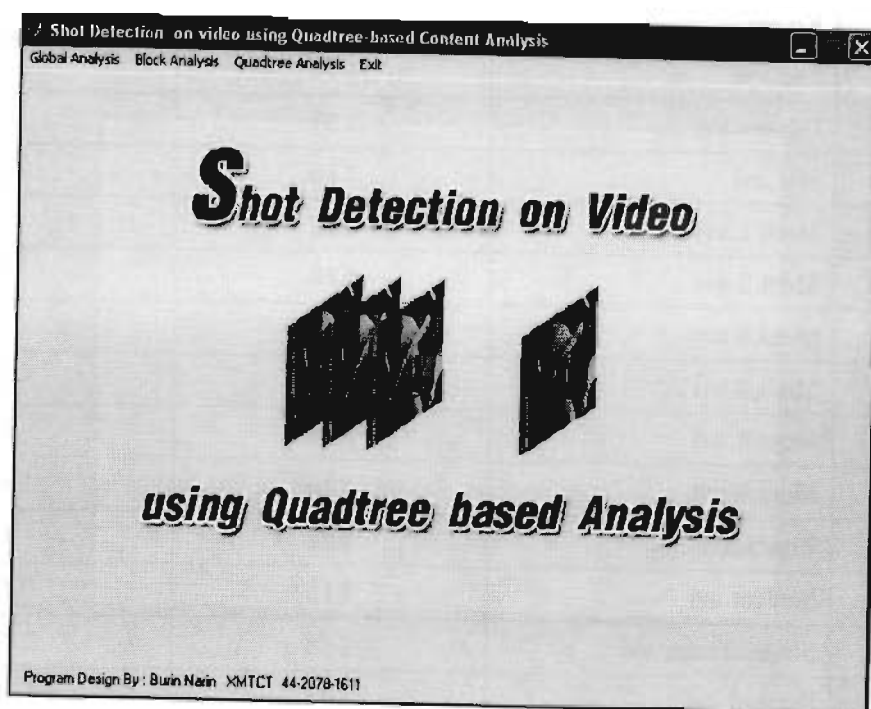
3.15.3 ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบจางหาย กับวิดีโอที่มีการเปลี่ยนชนิดแบบจางหาย จำนวน 20 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ แบบแบ่งเป็นบล็อกขนาด 4×4 และแบบแบ่งบล็อกด้วยควอดทรี

3.15.4 ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชนิดแบบกวาด กับวิดีโอที่มีการเปลี่ยนชนิดแบบกวาด จำนวน 20 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์แบบทั้งภาพ แบบแบ่งเป็นบล็อกขนาด 4×4 และแบบแบ่งบล็อกด้วยควอดทรี

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาทฤษฎี และกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนช็อต ได้นำมาสร้างโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน 6.1.0.450 ทำการทดสอบบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีซีพียู Pentium 4 Centrino 1.5 หน่วยความจำ 512 เมกะไบต์ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional



ภาพที่ 4-1 โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบ

4.1 รายละเอียดของวิดีโอที่นำมาทดสอบ

4.1.1 วิดีโอที่ใช้ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตแบบตัด

วิดีโอที่ใช้มีจำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งในวิดีโอชุดนี้จะมีการเปลี่ยนช็อตแบบตัดเพียงอย่างเดียว โดยเป็นวิดีโอที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นทั้งหมด ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับ ที่	วิดีโอ	จำนวนเฟรม	จำนวนครั้งการเปลี่ยนข้อ
1	Child.avi	292	4
2	Child2.avi	263	5
3	Chombueng.avi	254	7
4	Dance.avi	256	4
5	Horn.avi	273	5
6	Kasetcenter.avi	170	6
7	Ko.avi	261	5
8	Lao.avi	239	4
9	Library.avi	237	6
10	Mix.avi	176	4
11	Monk1.avi	242	4
12	Monk2.avi	278	5
13	Monk3.avi	264	5
14	Monk4.avi	273	5
15	Monk5.avi	264	4
16	Monk6.avi	236	4
17	Rimca.avi	252	5
18	Student.avi	215	5
19	Studentcenter.avi	296	5
20	Symbol.avi	287	4

4.1.2 วิดีโอที่ใช้ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อน

วิดีโอที่ใช้ทดสอบมีจำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งมีการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนรวมอยู่ด้วยแสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อน

ลำดับ ที่	วิดีโอ	จำนวนเฟรม	จำนวนครั้งการเปลี่ยนข้อด	
			Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	387	5	5
2	Aniyom.avi	286	4	4
3	Begin.avi	315	5	5
4	Bueng.avi	359	5	5
5	Chairat.avi	335	5	5
6	Children.avi	332	4	4
7	Dance.avi	332	4	4
8	Gone.avi	302	4	4
9	Haircut.avi	371	5	5
10	Haircut2.avi	354	5	5
11	House.avi	311	4	4
12	Hug.avi	394	5	5
13	La.avi	413	5	5
14	Librarycom.avi	422	5	5
15	Logo.avi	399	5	5
16	Monk.avi	372	5	5
17	Musiummc.avi	312	4	4
18	Pitee.avi	370	5	5
19	Stage.avi	420	5	5
20	Stscience.avi	383	5	5

4.1.3 วิดีโอที่ใช้ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

วิดีโอที่ใช้ทดสอบมีจำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งมีการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายรวมอยู่ด้วย
แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับ ที่	วิดีโอ	จำนวนเฟรม	จำนวนครั้งการเปลี่ยนข้อด
1	Budha.avi	320	4
2	Dancegirl.avi	256	4
3	Eat.avi	287	4
4	End.avi	303	4
5	Fair_1.avi	270	4
6	Fair2_1.avi	335	4
7	Gone.avi	345	4
8	Home.avi	370	4
9	Ko.avi	335	4
10	Library.avi	356	4
11	Library2.avi	279	3
12	Mc1.avi	368	4
13	Mc2.avi	382	4
14	Mc3.avi	342	3
15	Mcru.avi	447	5
16	Mix.avi	413	5
17	Musium.avi	378	4
18	Pitec.avi	237	3
19	Science.avi	400	4
20	Uncle.avi	322	4

4.1.4 วิดีโอที่ใช้ทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

วิดีโอที่ใช้ทดสอบมีจำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งมีการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดรวมอยู่ด้วย แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 วิดีโอที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับ ที่	วิดีโอ	จำนวนเฟรม	จำนวนครั้งการเปลี่ยนข้อด
1	Aniyom2.avi	286	3
2	Begin2.avi	315	4
3	Bueng2.avi	359	4
4	Children2.avi	332	3
5	Dance2.avi	332	3
6	Gone2.avi	302	3
7	Hair.avi	371	4
8	Hair2.avi	354	4
9	House2.avi	354	3
10	Hug2.avi	394	4
11	La2.avi	413	4
12	Librarycom2.avi	422	4
13	Logo2.avi	399	4
14	Monk1.avi	387	4
15	Monk2.avi	372	4
16	Musiummc2.avi	312	3
17	Pitee2.avi	370	4
18	Stage2.avi	420	4
19	Start.avi	312	3
20	Stscience2.avi	382	4

4.2 การตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัด

การทดสอบการเปลี่ยนข้อดแบบตัด จะทดสอบกับภาพวิดีโอที่มีการแบ่งภาพ 3 วิธี คือ การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ แบบแบ่งภาพออกเป็นบล็อกขนาด 4×4 และแบบแบ่งบล็อกด้วยควอดทรี โดยผลการทดลองด้วยวิธีการต่าง ๆ จะปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-5 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	3	1
2	Child2.avi	5	4	3	2
3	Chombueng.avi	7	6	5	2
4	Dance.avi	4	3	2	2
5	Horn.avi	5	5	3	2
6	Kasetcenter.avi	6	7	5	2
7	Ko.avi	5	5	3	2
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	5	3	3
10	Mix.avi	4	4	3	1
11	Monk1.avi	4	5	4	1
12	Monk2.avi	5	6	4	2
13	Monk3.avi	5	6	3	3
14	Monk4.avi	5	5	3	2
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	1	3
17	Rimca.avi	5	5	4	1
18	Student.avi	5	5	4	1
19	Studentcenter.avi	5	6	3	3
20	Symbol.avi	4	5	1	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 63%

ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบ
ผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อ
แบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	3	1
2	Child2.avi	5	5	2	3
3	Chombueng.avi	7	8	5	3
4	Dance.avi	4	4	3	1
5	Horn.avi	5	5	5	0
6	Kasetcenter.avi	6	6	5	1
7	Ko.avi	5	5	3	2
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	7	5	2
10	Mix.avi	4	5	3	2
11	Monk1.avi	4	4	3	1
12	Monk2.avi	5	5	4	1
13	Monk3.avi	5	5	4	1
14	Monk4.avi	5	5	4	1
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	1	3
17	Rimca.avi	5	6	4	2
18	Student.avi	5	5	3	2
19	Studentcenter.avi	5	6	3	3
20	Symbol.avi	4	4	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 68%

ตารางที่ 4-7 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบ
ผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อ
แบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	5	4	1
2	Child2.avi	5	3	3	2
3	Chombueng.avi	7	8	5	3
4	Dance.avi	4	4	3	1
5	Horn.avi	5	4	2	3
6	Kasetcenter.avi	6	6	5	1
7	Ko.avi	5	5	3	2
8	Lao.avi	4	5	3	2
9	Library.avi	6	5	4	2
10	Mix.avi	4	5	3	2
11	Monk1.avi	4	5	2	3
12	Monk2.avi	5	5	4	1
13	Monk3.avi	5	6	3	3
14	Monk4.avi	5	3	1	4
15	Monk5.avi	4	2	2	2
16	Monk6.avi	4	4	2	2
17	Rimca.avi	5	4	4	1
18	Student.avi	5	5	3	2
19	Studentcenter.avi	5	4	2	3
20	Symbol.avi	4	5	2	3

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 58%

ตารางที่ 4-8 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	3	2	2
2	Child2.avi	5	5	2	3
3	Chombueng.avi	7	7	5	2
4	Dance.avi	4	4	3	1
5	Horn.avi	5	5	4	1
6	Kasetcenter.avi	6	6	5	1
7	Ko.avi	5	4	2	3
8	Lao.avi	4	5	3	2
9	Library.avi	6	6	4	2
10	Mix.avi	4	4	3	1
11	Monk1.avi	4	4	3	1
12	Monk2.avi	5	4	3	2
13	Monk3.avi	5	6	3	3
14	Monk4.avi	5	5	4	1
15	Monk5.avi	4	5	4	1
16	Monk6.avi	4	4	1	3
17	Rimca.avi	5	5	4	1
18	Student.avi	5	5	3	2
19	Studentcenter.avi	5	5	4	1
20	Symbol.avi	4	5	1	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 63%

ตารางที่ 4-9 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบ
ผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มี
กระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	3	1
2	Child2.avi	5	5	2	3
3	Chombueng.avi	7	8	6	2
4	Dance.avi	4	4	3	1
5	Horn.avi	5	5	5	0
6	Kasetcenter.avi	6	6	5	1
7	Ko.avi	5	5	3	2
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	7	4	3
10	Mix.avi	4	5	4	1
11	Monk1.avi	4	4	3	1
12	Monk2.avi	5	5	4	1
13	Monk3.avi	5	5	4	1
14	Monk4.avi	5	5	4	1
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	2	2
17	Rimca.avi	5	5	4	1
18	Student.avi	5	5	4	1
19	Studentcenter.avi	5	5	5	0
20	Symbol.avi	4	4	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 0.75

ตารางที่ 4-10 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	9	2	7
2	Child2.avi	5	3	3	2
3	Chombueng.avi	7	7	3	4
4	Dance.avi	4	3	2	2
5	Horn.avi	5	5	3	2
6	Kasetcenter.avi	6	5	3	3
7	Ko.avi	5	6	3	3
8	Lao.avi	4	6	1	5
9	Library.avi	6	6	3	3
10	Mix.avi	4	5	3	2
11	Monk1.avi	4	5	2	3
12	Monk2.avi	5	6	3	3
13	Monk3.avi	5	8	2	6
14	Monk4.avi	5	5	2	3
15	Monk5.avi	4	5	3	2
16	Monk6.avi	4	5	1	4
17	Rimca.avi	5	5	2	3
18	Student.avi	5	5	2	3
19	Studentcenter.avi	5	6	2	4
20	Symbol.avi	4	6	2	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 42%

ตารางที่ 4-11 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม
กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	3	1
2	Child2.avi	5	4	1	4
3	Chombueng.avi	7	7	6	1
4	Dance.avi	4	4	3	1
5	Horn.avi	5	5	3	2
6	Kasetcenter.avi	6	6	5	1
7	Ko.avi	5	5	3	2
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	6	5	1
10	Mix.avi	4	4	4	0
11	Monk1.avi	4	4	3	1
12	Monk2.avi	5	5	4	1
13	Monk3.avi	5	5	4	1
14	Monk4.avi	5	5	4	1
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	1	3
17	Rimca.avi	5	5	4	1
18	Student.avi	5	5	3	2
19	Studentcenter.avi	5	5	3	2
20	Symbol.avi	4	4	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 70%

ตารางที่ 4-12 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	3	1
2	Child2.avi	5	5	3	2
3	Chombueng.avi	7	7	6	1
4	Dance.avi	4	4	3	1
5	Horn.avi	5	5	5	0
6	Kasetcenter.avi	6	6	6	0
7	Ko.avi	5	5	4	1
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	6	5	1
10	Mix.avi	4	4	4	0
11	Monk1.avi	4	4	4	0
12	Monk2.avi	5	5	5	0
13	Monk3.avi	5	5	4	1
14	Monk4.avi	5	5	5	0
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	2	2
17	Rimca.avi	5	5	4	1
18	Student.avi	5	5	3	2
19	Studentcenter.avi	5	5	4	1
20	Symbol.avi	4	4	3	1

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 83%

ตารางที่ 4-13 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	4	0
2	Child2.avi	5	5	4	1
3	Chombueng.avi	7	7	6	1
4	Dance.avi	4	4	4	0
5	Horn.avi	5	4	4	1
6	Kasetcenter.avi	6	6	5	1
7	Ko.avi	5	5	3	2
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	6	5	1
10	Mix.avi	4	4	4	0
11	Monk1.avi	4	4	3	1
12	Monk2.avi	5	5	5	0
13	Monk3.avi	5	5	4	1
14	Monk4.avi	5	4	4	1
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	2	2
17	Rimca.avi	5	5	5	0
18	Student.avi	5	5	4	1
19	Studentcenter.avi	5	5	3	2
20	Symbol.avi	4	4	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 81%

ตารางที่ 4-14 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของชอบ กับ วิดีโอ

ตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	4	0
2	Child2.avi	5	4	3	2
3	Chombueng.avi	7	7	7	0
4	Dance.avi	4	9	4	5
5	Horn.avi	5	8	3	5
6	Kasetcenter.avi	6	6	6	0
7	Ko.avi	5	5	5	0
8	Lao.avi	4	4	2	2
9	Library.avi	6	8	4	4
10	Mix.avi	4	4	4	0
11	Monk1.avi	4	4	4	0
12	Monk2.avi	5	5	2	3
13	Monk3.avi	5	5	5	0
14	Monk4.avi	5	4	3	2
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	4	0
17	Rimca.avi	5	5	3	2
18	Student.avi	5	5	5	0
19	Studentcenter.avi	5	14	5	9
20	Symbol.avi	4	4	3	1

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 76%

ตารางที่ 4-15 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบตัดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	4	0
2	Child2.avi	5	4	3	2
3	Chombueng.avi	7	7	7	0
4	Dance.avi	4	5	4	1
5	Horn.avi	5	4	4	1
6	Kasctcenter.avi	6	6	6	0
7	Ko.avi	5	5	5	0
8	Lao.avi	4	4	3	1
9	Library.avi	6	6	6	0
10	Mix.avi	4	4	4	0
11	Monk1.avi	4	4	4	0
12	Monk2.avi	5	5	5	0
13	Monk3.avi	5	5	4	1
14	Monk4.avi	5	4	4	1
15	Monk5.avi	4	4	4	0
16	Monk6.avi	4	4	4	0
17	Rimca.avi	5	5	4	1
18	Student.avi	5	5	5	0
19	Studentcenter.avi	5	5	4	1
20	Symbol.avi	4	4	4	0

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 91%

ตารางที่ 4-16 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบตัดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่าง
ของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบตัด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Child.avi	4	4	0	4
2	Child2.avi	5	4	0	5
3	Chombueng.avi	7	5	2	5
4	Dance.avi	4	4	0	4
5	Horn.avi	5	3	1	4
6	Kasetcenter.avi	6	4	0	6
7	Ko.avi	5	4	1	4
8	Lao.avi	4	1	1	3
9	Library.avi	6	5	0	6
10	Mix.avi	4	0	0	4
11	Monk1.avi	4	2	1	3
12	Monk2.avi	5	4	0	5
13	Monk3.avi	5	0	0	5
14	Monk4.avi	5	8	0	8
15	Monk5.avi	4	2	0	4
16	Monk6.avi	4	3	0	4
17	Rimca.avi	5	5	0	5
18	Student.avi	5	2	0	5
19	Studentcenter.avi	5	6	0	6
20	Symbol.avi	4	1	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ย = 6%

ตารางที่ 4-17 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสงกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	5	4	2	1	3
2	Aniyom.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
3	Begin.avi	5	5	3	4	2	4	3	1
4	Bueng.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
5	Chairat.avi	5	5	3	4	0	3	5	2
6	Children.avi	4	4	3	4	2	3	2	1
7	Dance.avi	4	4	3	4	2	3	2	1
8	Gone.avi	4	4	3	4	2	3	2	1
9	Haircut.avi	5	5	4	5	4	4	1	1
10	Haircut2.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
11	House.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
12	Hug.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
13	Ia.avi	5	5	4	5	3	5	2	0
14	Librarycom.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
15	Logo.avi	5	5	4	5	3	4	2	1
16	Monk.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
17	Musiummc.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
18	Pitee.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
19	Stage.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
20	Stscience.avi	5	5	4	5	3	5	2	0

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 62%
 ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 84%

ตารางที่ 4-18 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	5	4	3	1	2
2	Aniyom.avi	4	4	2	3	2	3	2	1
3	Begin.avi	5	5	1	2	0	0	5	5
4	Bueng.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
5	Chairat.avi	5	5	1	1	0	0	5	5
6	Children.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
7	Dance.avi	4	4	2	3	2	2	2	2
8	Gone.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
9	Haircut.avi	5	5	1	2	0	0	5	5
10	Haircut2.avi	5	5	3	4	2	4	3	1
11	House.avi	4	4	3	4	3	3	1	1
12	Hug.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
13	La.avi	5	5	3	4	3	2	2	3
14	Librarycom.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
15	Logo.avi	5	5	4	5	4	4	1	1
16	Monk.avi	5	5	4	5	4	1	1	4
17	Musiummc.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
18	Pitee.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
19	Stage.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
20	Stscience.avi	5	5	4	5	4	3	1	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 57%
ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 67%

ตารางที่ 4-19 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	4	1	3	4	2
2	Aniyom.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
3	Begin.avi	5	5	4	4	3	3	2	2
4	Bueng.avi	5	5	3	4	1	2	4	3
5	Chairat.avi	5	5	4	5	2	2	3	3
6	Children.avi	4	4	3	4	2	3	2	1
7	Dance.avi	4	4	3	4	1	4	3	0
8	Gone.avi	4	4	3	3	0	2	4	2
9	Haircut.avi	5	5	5	5	0	5	5	0
10	Haircut2.avi	5	5	3	4	2	1	2	4
11	House.avi	4	4	3	4	0	2	4	2
12	Hug.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
13	La.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
14	Librarycom.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
15	Logo.avi	5	5	4	5	2	4	3	1
16	Monk.avi	5	5	4	5	2	5	3	0
17	Musiummc.avi	4	4	3	3	0	3	4	1
18	Pitee.avi	5	5	3	4	0	3	5	2
19	Stage.avi	5	5	4	5	0	3	5	2
20	Stscience.avi	5	5	4	4	4	3	1	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 25%
 ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 72%

ตารางที่ 4-20 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนช็อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนช็อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนช็อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	5	4	3	1	2
2	Aniyom.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
3	Begin.avi	5	5	3	4	2	3	3	2
4	Bueng.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
5	Chairat.avi	5	5	4	5	3	4	1	1
6	Children.avi	4	4	3	4	2	3	2	1
7	Dance.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
8	Gone.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
9	Haircut.avi	5	5	4	5	3	5	2	0
10	Haircut2.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
11	House.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
12	Hug.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
13	La.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
14	Librarycom.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
15	Logo.avi	5	5	4	5	3	5	2	0
16	Monk.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
17	Museummc.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
18	Pitee.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
19	Stage.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
20	Stscience.avi	5	5	4	5	4	3	1	0

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนช็อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 73%
 ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนช็อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 94%

ตารางที่ 4-21 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
2	Aniyom.avi	4	4	2	3	2	3	2	1
3	Begin.avi	5	5	1	2	1	1	4	4
4	Bueng.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
5	Chairat.avi	5	5	1	2	0	0	5	5
6	Children.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
7	Dance.avi	4	4	2	3	2	2	2	2
8	Gone.avi	4	4	3	4	3	3	1	1
9	Haircut.avi	5	5	1	2	0	0	5	5
10	Haircut2.avi	5	5	4	5	4	4	1	1
11	House.avi	4	4	2	3	1	3	3	1
12	Hug.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
13	La.avi	5	5	3	4	2	4	3	1
14	Librarycom.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
15	Logo.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
16	Monk.avi	5	5	4	5	4	4	1	1
17	Musiummc.avi	4	4	3	4	3	4	1	0
18	Pitee.avi	5	5	4	5	4	5	1	0
19	Stage.avi	5	5	3	4	3	4	2	1
20	Stscience.avi	5	5	3	4	3	4	2	1

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 59%ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 75%

ตารางที่ 4-22 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้ง ในการเปลี่ยน ข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	5	0	2	5	3
2	Aniyom.avi	4	4	3	3	0	3	4	1
3	Begin.avi	5	5	4	4	0	2	5	3
4	Bueng.avi	5	5	3	4	0	3	5	2
5	Chairat.avi	5	5	4	5	0	2	5	3
6	Children.avi	4	4	3	4	0	4	4	0
7	Dance.avi	4	4	3	4	0	3	4	1
8	Gone.avi	4	4	3	3	0	3	4	1
9	Haircut.avi	5	5	5	5	0	3	5	2
10	Haircut2.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
11	House.avi	4	4	3	3	0	2	4	2
12	Hug.avi	5	5	4	4	0	3	5	2
13	La.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
14	Librarycom.avi	5	5	4	5	0	4	5	1
15	Logo.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
16	Monk.avi	5	5	3	5	0	3	5	2
17	Musiummc.avi	4	4	3	3	0	3	4	1
18	Pitee.avi	5	5	4	4	0	2	5	3
19	Stage.avi	5	5	5	5	0	3	5	0
20	Stscience.avi	5	5	3	3	0	1	5	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 0%
ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 64%

ตารางที่ 4-23 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรมกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
2	Aniyom.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
3	Begin.avi	5	5	4	5	0	2	5	3
4	Bueng.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
5	Chairat.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
6	Children.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
7	Dance.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
8	Gone.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
9	Haircut.avi	5	5	5	6	0	2	5	4
10	Haircut2.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
11	House.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
12	Hug.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
13	La.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
14	Librarycom.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
15	Logo.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
16	Monk.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
17	Musiummc.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
18	Pitee.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
19	Stage.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
20	Stscience.avi	5	5	5	6	1	1	4	5

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 1%
ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 20%

ตารางที่ 4-24 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	5	5	0	2	5	3
2	Aniyom.avi	4	4	3	3	0	2	4	2
3	Begin.avi	5	5	3	3	0	2	5	3
4	Bueng.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
5	Chairat.avi	5	5	2	3	0	1	5	4
6	Children.avi	4	4	4	4	0	1	4	3
7	Dance.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
8	Gone.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
9	Haircut.avi	5	5	3	4	0	1	5	4
10	Haircut2.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
11	House.avi	4	4	4	4	0	1	4	3
12	Hug.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
13	La.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
14	Librarycom.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
15	Logo.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
16	Monk.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
17	Musiummc.avi	4	4	4	4	0	1	4	3
18	Pitee.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
19	Stage.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
20	Stscience.avi	5	5	5	5	0	1	5	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 0%
 ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 25%

ตารางที่ 4-25 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรมกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Abosi.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
2	Aniyom.avi	4	4	3	3	0	1	4	3
3	Begin.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
4	Bueng.avi	5	5	3	4	0	1	5	4
5	Chairat.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
6	Children.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
7	Dance.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
8	Gone.avi	4	4	2	3	0	1	4	3
9	Haircut.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
10	Haircut2.avi	5	5	3	3	0	1	5	4
11	House.avi	4	4	3	3	0	1	4	3
12	Hug.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
13	La.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
14	Librarycom.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
15	Logo.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
16	Monk.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
17	Musiummc.avi	4	4	3	3	0	1	4	3
18	Pitce.avi	5	5	3	4	0	1	5	4
19	Stage.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
20	Stscience.avi	5	5	3	4	0	1	5	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 0%
ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 22%

ตารางที่ 4-26 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบ กับ วิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	5	1	2	4	3
2	Aniyom.avi	4	4	3	4	1	1	3	3
3	Begin.avi	5	5	3	4	0	1	5	4
4	Bueng.avi	5	5	4	5	1	1	4	4
5	Chairat.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
6	Children.avi	4	4	3	4	0	2	4	2
7	Dance.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
8	Gone.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
9	Haircut.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
10	Haircut2.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
11	House.avi	4	4	3	4	0	1	4	3
12	Hug.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
13	La.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
14	Librarycom.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
15	Logo.avi	5	5	4	5	0	2	5	3
16	Monk.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
17	Musiummc.avi	4	4	3	4	0	2	4	2
18	Pitee.avi	5	5	4	5	0	2	5	3
19	Stage.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
20	Stscience.avi	5	5	4	5	0	1	5	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 3%
 ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 27%

ตารางที่ 4-27 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบ
ผลต่าง ของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	6	6	0	1	6	5
2	Aniyom.avi	4	4	4	5	0	2	4	3
3	Begin.avi	5	5	4	5	0	1	5	4
4	Bueng.avi	5	5	5	5	1	2	4	3
5	Chairat.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
6	Children.avi	4	4	5	5	0	1	5	4
7	Dance.avi	4	4	5	5	0	2	5	3
8	Gone.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
9	Haircut.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
10	Haircut2.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
11	House.avi	4	4	4	5	0	1	4	4
12	Hug.avi	5	5	5	6	0	1	5	5
13	La.avi	5	5	6	6	0	3	6	3
14	Librarycom.avi	5	5	6	7	1	1	5	6
15	Logo.avi	5	5	6	6	0	1	6	5
16	Monk.avi	5	5	5	6	0	2	5	4
17	Musiummc.avi	4	4	5	6	0	1	5	5
18	Pitee.avi	5	5	4	5	0	3	3	2
19	Stage.avi	5	5	6	7	0	1	6	6
20	Stscience.avi	5	5	5	6	0	1	5	5

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 2%
ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 0.25%

ตารางที่ 4-28 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต		หาพบ		ถูกต้อง		ผิดพลาด	
		Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out	Fade in	Fade out
1	Ahosi.avi	5	5	4	4	0	1	5	4
2	Aniyom.avi	4	4	3	3	0	1	4	3
3	Begin.avi	5	5	4	4	0	2	5	3
4	Bueng.avi	5	5	3	4	0	1	5	4
5	Chairat.avi	5	5	4	5	0	2	5	3
6	Children.avi	4	4	4	4	0	2	4	2
7	Dance.avi	4	4	3	4	0	3	4	1
8	Gone.avi	4	4	3	4	0	4	4	0
9	Haircut.avi	5	5	5	6	0	3	5	3
10	Haircut2.avi	5	5	4	4	0	2	5	3
11	House.avi	4	4	3	3	0	2	4	2
12	Hug.avi	5	5	4	4	0	4	5	1
13	La.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
14	Librarycom.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
15	Logo.avi	5	5	4	5	0	5	5	0
16	Monk.avi	5	5	4	4	0	2	5	3
17	Musiummc.avi	4	4	3	3	0	3	4	1
18	Pitee.avi	5	5	3	4	0	2	5	3
19	Stage.avi	5	5	5	5	0	1	5	4
20	Stscience.avi	5	5	3	4	0	1	5	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนเข้าสู่สีดำ = 0%
 ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อนออกจากสีดำ = 50%

ตารางที่ 4-29 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนชื่อตแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนชื่อตแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนชื่อต	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	1	1	3
2	Dancegirl.avi	4	2	1	3
3	Eat.avi	4	4	3	1
4	End.avi	4	4	2	2
5	Fair_1.avi	4	3	1	3
6	Fair2_1.avi	4	1	1	3
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	2	2	2
9	Ko.avi	4	1	1	3
10	Library.avi	4	1	1	3
11	Library2.avi	3	2	1	2
12	Mc1.avi	4	2	2	2
13	Mc2.avi	4	3	2	2
14	Mc3.avi	3	2	2	1
15	Mcru.avi	5	3	3	2
16	Mix.avi	5	3	2	3
17	Musium.avi	4	1	1	3
18	Pitee.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	4	3	1
20	Uncle.avi	4	1	1	3

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนชื่อตแบบจางหาย = 38%

ตารางที่ 4-30 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	0	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	0	0	4
5	Fair_1.avi	4	0	0	4
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	3	3	1
9	Ko.avi	4	0	0	4
10	Library.avi	4	2	2	2
11	Library2.avi	3	1	1	2
12	Mc1.avi	4	1	1	3
13	Mc2.avi	4	4	4	0
14	Mc3.avi	3	2	2	1
15	Mcrn.avi	5	4	4	1
16	Mix.avi	5	3	1	4
17	Musium.avi	4	3	3	1
18	Pitee.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	1	1	3
20	Uncle.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อแบบจางหาย = 28%

ตารางที่ 4-31 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	1	1	3
2	Dancegirl.avi	4	1	1	3
3	Eat.avi	4	3	1	3
4	End.avi	4	4	1	3
5	Fair_1.avi	4	1	1	3
6	Fair2_1.avi	4	3	2	2
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	3	1	3
9	Ko.avi	4	1	1	3
10	Library.avi	4	1	0	4
11	Library2.avi	3	0	0	3
12	Mc1.avi	4	0	0	4
13	Mc2.avi	4	1	0	4
14	Mc3.avi	3	1	0	3
15	Mcru.avi	5	0	0	5
16	Mix.avi	5	1	1	4
17	Musium.avi	4	3	1	3
18	Pitee.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	0	0	4
20	Uncle.avi	4	3	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 16%

ตารางที่ 4-32 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	2	2	2
2	Dancegirl.avi	4	3	3	1
3	Eat.avi	4	3	2	2
4	End.avi	4	5	2	3
5	Fair_1.avi	4	4	3	1
6	Fair2_1.avi	4	4	2	2
7	Gone.avi	4	6	4	2
8	Home.avi	4	6	4	2
9	Ko.avi	4	6	3	3
10	Library.avi	4	6	4	2
11	Library2.avi	3	5	3	2
12	Mc1.avi	4	6	2	4
13	Mc2.avi	4	8	3	5
14	Mc3.avi	3	5	3	2
15	Mcru.avi	5	6	5	1
16	Mix.avi	5	6	3	3
17	Musium.avi	4	7	4	3
18	Pitee.avi	3	5	2	3
19	Science.avi	4	6	3	3
20	Uncle.avi	4	4	4	0

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 58%

ตารางที่ 4-33 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	1	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	2	1	3
5	Fair_1.avi	4	5	3	2
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	1	1	3
8	Home.avi	4	6	4	2
9	Ko.avi	4	4	2	2
10	Library.avi	4	7	3	4
11	Library2.avi	3	3	3	0
12	Mc1.avi	4	4	2	2
13	Mc2.avi	4	4	4	0
14	Mc3.avi	3	5	1	4
15	Mcru.avi	5	8	5	3
16	Mix.avi	5	1	1	4
17	Musium.avi	4	6	3	3
18	Pitee.avi	3	3	1	2
19	Science.avi	4	4	2	2
20	Uncle.avi	4	3	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 40%

ตารางที่ 4-34 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	2	2	2
2	Dancegirl.avi	4	2	2	2
3	Eat.avi	4	3	2	2
4	End.avi	4	3	3	1
5	Fair_1.avi	4	2	2	2
6	Fair2_1.avi	4	3	1	3
7	Gone.avi	4	5	4	1
8	Home.avi	4	5	3	2
9	Ko.avi	4	4	2	2
10	Library.avi	4	6	2	4
11	Library2.avi	3	4	2	2
12	Mc1.avi	4	4	4	0
13	Mc2.avi	4	6	2	4
14	Mc3.avi	3	5	1	4
15	Mcru.avi	5	6	2	4
16	Mix.avi	5	7	3	4
17	Musium.avi	4	6	4	2
18	Pitec.avi	3	4	2	2
19	Science.avi	4	4	4	0
20	Uncle.avi	4	3	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบจางหาย = 53%

ตารางที่ 4-35 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรมกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	5	3	2
2	Dancegirl.avi	4	6	4	2
3	Eat.avi	4	7	3	4
4	End.avi	4	5	4	1
5	Fair_1.avi	4	3	3	1
6	Fair2_1.avi	4	6	2	4
7	Gone.avi	4	4	3	1
8	Home.avi	4	5	4	1
9	Ko.avi	4	7	3	4
10	Library.avi	4	7	4	3
11	Library2.avi	3	3	2	1
12	Mc1.avi	4	6	2	4
13	Mc2.avi	4	6	3	3
14	Mc3.avi	3	3	2	1
15	Meru.avi	5	7	4	3
16	Mix.avi	5	7	3	4
17	Musium.avi	4	6	4	2
18	Pitec.avi	3	4	2	2
19	Science.avi	4	4	4	0
20	Uncle.avi	4	6	4	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 61%

ตารางที่ 4-36 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	1	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	0	0	4
5	Fair_1.avi	4	0	0	4
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	2	1	3
9	Ko.avi	4	0	0	4
10	Library.avi	4	3	1	3
11	Library2.avi	3	1	1	2
12	Mc1.avi	4	2	2	2
13	Mc2.avi	4	4	1	3
14	Mc3.avi	3	3	2	1
15	Mcru.avi	5	4	3	2
16	Mix.avi	5	0	0	5
17	Musium.avi	4	2	2	2
18	Pitee.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	5	4	1
20	Uncle.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 21%

ตารางที่ 4-37 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	0	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	0	0	4
5	Fair_1.avi	4	0	0	4
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	1	0	4
9	Ko.avi	4	6	4	2
10	Library.avi	4	6	4	2
11	Library2.avi	3	1	0	3
12	Mc1.avi	4	0	0	4
13	Mc2.avi	4	0	0	4
14	Mc3.avi	3	7	3	4
15	Mcru.avi	5	3	1	4
16	Mix.avi	5	0	0	5
17	Musium.avi	4	7	3	4
18	Pitec.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	0	0	3
20	Uncle.avi	4	0	0	3

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 12%

ตารางที่ 4-38 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	0	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	0	0	4
5	Fair_1.avi	4	0	0	4
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	1	1	3
9	Ko.avi	4	0	0	4
10	Library.avi	4	1	1	3
11	Library2.avi	3	0	0	3
12	Mc1.avi	4	0	0	4
13	Mc2.avi	4	1	1	3
14	Mc3.avi	3	1	1	2
15	Mcru.avi	5	1	1	4
16	Mix.avi	5	0	0	5
17	Musium.avi	4	0	0	4
18	Pitee.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	0	0	4
20	Uncle.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อแบบจางหาย = 6%

ตารางที่ 4-39 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของชอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	0	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	0	0	4
5	Fair_1.avi	4	0	0	4
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Hlome.avi	4	0	0	4
9	Ko.avi	4	0	0	4
10	Library.avi	4	0	0	4
11	Library2.avi	3	0	0	3
12	Mc1.avi	4	0	0	4
13	Mc2.avi	4	0	0	4
14	Mc3.avi	3	0	0	3
15	Mcru.avi	5	0	0	5
16	Mix.avi	5	0	0	5
17	Musium.avi	4	0	0	4
18	Pitce.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	0	0	4
20	Uncle.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อแบบจางหาย = 0%

ตารางที่ 4-40 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบจางหายด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Budha.avi	4	0	0	4
2	Dancegirl.avi	4	0	0	4
3	Eat.avi	4	0	0	4
4	End.avi	4	0	0	4
5	Fair_1.avi	4	0	0	4
6	Fair2_1.avi	4	0	0	4
7	Gone.avi	4	0	0	4
8	Home.avi	4	0	0	4
9	Ko.avi	4	0	0	4
10	Library.avi	4	0	0	4
11	Library2.avi	3	0	0	3
12	Mc1.avi	4	0	0	4
13	Mc2.avi	4	0	0	4
14	Mc3.avi	3	0	0	3
15	Mcru.avi	5	0	0	5
16	Mix.avi	5	0	0	5
17	Musium.avi	4	0	0	4
18	Pitee.avi	3	0	0	3
19	Science.avi	4	0	0	4
20	Uncle.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบจางหาย = 0%

ตารางที่ 4-41 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความ
เข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	2	2	1
2	Begin2.avi	4	1	1	3
3	Bueng2.avi	4	1	1	3
4	Children2.avi	3	2	2	1
5	Dance2.avi	3	2	2	1
6	Gone2.avi	3	2	1	2
7	Hair.avi	4	1	1	3
8	Hair2.avi	4	1	1	3
9	House2.avi	3	3	2	1
10	Hug2.avi	4	5	3	2
11	La2.avi	4	1	1	3
12	Librarycom2.avi	4	2	2	2
13	Logo2.avi	4	4	4	0
14	Monk1.avi	4	1	0	4
15	Monk2.avi	4	1	1	3
16	Musiummc2.avi	3	1	1	2
17	Pitee2.avi	4	1	1	3
18	Stage2.avi	4	2	2	2
19	Start.avi	3	1	1	2
20	Stscience2.avi	4	2	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อแบบกวาด = 43%

ตารางที่ 4-42 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	4	3	1
3	Bueng2.avi	4	6	4	2
4	Children2.avi	3	4	3	1
5	Dance2.avi	3	6	1	5
6	Gone2.avi	3	5	3	2
7	Hair.avi	4	2	2	2
8	Hair2.avi	4	3	2	2
9	House2.avi	3	4	2	2
10	Hug2.avi	4	4	3	1
11	La2.avi	4	3	0	4
12	Librarycom2.avi	4	3	2	2
13	Logo2.avi	4	4	3	1
14	Monk1.avi	4	5	2	3
15	Monk2.avi	4	0	0	4
16	Musiummc2.avi	3	3	3	0
17	Pitee2.avi	4	2	2	2
18	Stage2.avi	4	5	3	2
19	Start.avi	3	4	2	2
20	Stscience2.avi	4	5	4	1

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 51%

ตารางที่ 4-43 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	1	1	3
3	Bueng2.avi	4	5	2	3
4	Children2.avi	3	0	0	3
5	Dance2.avi	3	0	0	3
6	Gone2.avi	3	0	0	3
7	Hair.avi	4	0	0	4
8	Hair2.avi	4	2	2	2
9	House2.avi	3	1	1	2
10	Hug2.avi	4	0	0	4
11	La2.avi	4	3	3	1
12	Librarycom2.avi	4	4	1	3
13	Logo2.avi	4	1	0	4
14	Monk1.avi	4	3	1	3
15	Monk2.avi	4	1	1	3
16	Musiummc2.avi	3	0	0	3
17	Pitec2.avi	4	0	0	4
18	Stage2.avi	4	1	1	3
19	Start.avi	3	1	0	3
20	Stscience2.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 16%

ตารางที่ 4-44 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	1	1	3
3	Bueng2.avi	4	1	1	3
4	Children2.avi	3	1	1	2
5	Dance2.avi	3	1	1	2
6	Gone2.avi	3	1	0	3
7	Hair.avi	4	0	0	4
8	Hair2.avi	4	1	1	3
9	House2.avi	3	1	1	2
10	Hug2.avi	4	1	1	3
11	La2.avi	4	1	0	4
12	Librarycom2.avi	4	0	0	4
13	Logo2.avi	4	2	2	2
14	Monk1.avi	4	0	0	4
15	Monk2.avi	4	1	1	3
16	Musiummc2.avi	3	1	1	2
17	Pitee2.avi	4	0	0	4
18	Stage2.avi	4	0	0	4
19	Start.avi	3	0	0	3
20	Stscience2.avi	4	3	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อแบบกวาด = 18%

ตารางที่ 4-45 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อตแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อต	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	4	2	2
3	Bueng2.avi	4	3	2	2
4	Children2.avi	3	5	2	3
5	Dance2.avi	3	3	1	2
6	Gone2.avi	3	6	3	3
7	Hair.avi	4	4	2	2
8	Hair2.avi	4	5	2	3
9	House2.avi	3	1	1	2
10	Hug2.avi	4	3	1	3
11	La2.avi	4	2	1	3
12	Librarycom2.avi	4	2	1	3
13	Logo2.avi	4	2	2	2
14	Monk1.avi	4	4	3	1
15	Monk2.avi	4	0	0	4
16	Musiummc2.avi	3	1	1	2
17	Pitee2.avi	4	2	2	2
18	Stage2.avi	4	5	3	2
19	Start.avi	3	3	2	1
20	Stscience2.avi	4	2	2	2

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อตแบบกวาด = 40%

ตารางที่ 4-46 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มแสง กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อ	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	2	2	2
3	Bueng2.avi	4	6	2	4
4	Children2.avi	3	0	0	3
5	Dance2.avi	3	0	0	3
6	Gone2.avi	3	0	0	3
7	Hair.avi	4	0	0	4
8	Hair2.avi	4	2	2	2
9	House2.avi	3	3	1	2
10	Hug2.avi	4	0	0	4
11	La2.avi	4	2	0	4
12	Librarycom2.avi	4	3	2	2
13	Logo2.avi	4	1	0	4
14	Monk1.avi	4	3	1	3
15	Monk2.avi	4	2	1	3
16	Musiummc2.avi	3	0	0	3
17	Pitee2.avi	4	0	0	4
18	Stage2.avi	4	2	0	4
19	Start.avi	3	1	0	3
20	Stscience2.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อแบบกวาด = 13%

ตารางที่ 4-47 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรมกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	2	2	1
2	Begin2.avi	4	4	3	1
3	Bueng2.avi	4	3	2	2
4	Children2.avi	3	3	3	0
5	Dance2.avi	3	3	2	1
6	Gone2.avi	3	3	1	2
7	Hair.avi	4	2	1	3
8	Hair2.avi	4	6	2	4
9	House2.avi	3	3	3	0
10	Hug2.avi	4	4	2	2
11	La2.avi	4	6	2	4
12	Librarycom2.avi	4	5	4	1
13	Logo2.avi	4	4	4	0
14	Monk1.avi	4	3	3	1
15	Monk2.avi	4	2	1	3
16	Musiummc2.avi	3	5	3	2
17	Pitee2.avi	4	2	1	3
18	Stage2.avi	4	2	2	2
19	Start.avi	3	2	1	2
20	Stscience2.avi	4	5	4	1

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 58%

ตารางที่ 4-48 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	2	1	3
3	Bueng2.avi	4	8	3	5
4	Children2.avi	3	3	2	1
5	Dance2.avi	3	2	1	2
6	Gone2.avi	3	5	2	3
7	Hair.avi	4	0	0	4
8	Hair2.avi	4	2	1	3
9	House2.avi	3	5	3	2
10	Hug2.avi	4	8	1	7
11	La2.avi	4	1	0	4
12	Librarycom2.avi	4	5	3	2
13	Logo2.avi	4	6	3	3
14	Monk1.avi	4	6	1	5
15	Monk2.avi	4	9	2	7
16	Musiummc2.avi	3	5	2	3
17	Pitee2.avi	4	1	1	3
18	Stage2.avi	4	2	1	3
19	Start.avi	3	0	0	3
20	Stscience2.avi	4	5	4	1

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 31%

ตารางที่ 4-49 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของซิสโตแกรมกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	1	1	2
2	Begin2.avi	4	0	0	4
3	Bueng2.avi	4	4	2	2
4	Children2.avi	3	0	0	3
5	Dance2.avi	3	0	0	3
6	Gone2.avi	3	0	0	3
7	Hair.avi	4	0	0	4
8	Hair2.avi	4	0	0	4
9	House2.avi	3	2	0	3
10	Hug2.avi	4	0	0	4
11	La2.avi	4	0	0	4
12	Librarycom2.avi	4	9	3	6
13	Logo2.avi	4	0	0	4
14	Monk1.avi	4	0	0	4
15	Monk2.avi	4	3	2	2
16	Musiumme2.avi	3	0	0	3
17	Pitee2.avi	4	0	0	4
18	Stage2.avi	4	0	0	4
19	Start.avi	3	0	0	3
20	Stscience2.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 8%

ตารางที่ 4-50 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์
แบบที่ 1 (การวิเคราะห์แบบทั้งภาพ) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบ กับวิดีโอ
ตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งใน การเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	0	0	4
3	Bueng2.avi	4	0	0	4
4	Children2.avi	3	0	0	3
5	Dance2.avi	3	0	0	3
6	Gone2.avi	3	0	0	3
7	Hair.avi	4	0	0	4
8	Hair2.avi	4	0	0	4
9	House2.avi	3	0	0	3
10	Hug2.avi	4	0	0	4
11	La2.avi	4	1	0	4
12	Librarycom2.avi	4	0	0	4
13	Logo2.avi	4	0	0	4
14	Monk1.avi	4	0	0	4
15	Monk2.avi	4	0	0	4
16	Musiummc2.avi	3	0	0	3
17	Pitee2.avi	4	0	0	4
18	Stage2.avi	4	0	0	4
19	Start.avi	3	0	0	3
20	Stscience2.avi	4	1	1	3

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 1%

ตารางที่ 4-51 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 2 (การวิเคราะห์แบบแบ่งออกเป็นบล็อกขนาด 4x4) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของชอบ กับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	1	1	3
3	Bueng2.avi	4	4	1	3
4	Children2.avi	3	2	1	2
5	Dance2.avi	3	0	0	3
6	Gone2.avi	3	0	0	3
7	Hair.avi	4	3	3	1
8	Hair2.avi	4	4	3	1
9	House2.avi	3	7	3	4
10	Hug2.avi	4	4	1	3
11	La2.avi	4	2	0	4
12	Librarycom2.avi	4	3	2	2
13	Logo2.avi	4	8	2	6
14	Monk1.avi	4	0	0	4
15	Monk2.avi	4	6	2	4
16	Musiummc2.avi	3	3	0	3
17	Pitec2.avi	4	4	3	1
18	Stage2.avi	4	1	0	4
19	Start.avi	3	3	1	2
20	Stscience2.avi	4	7	3	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 28%

ตารางที่ 4-52 ผลการทดสอบกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนข้อดแบบกวาดด้วยการวิเคราะห์แบบที่ 3 (การวิเคราะห์แบบแบ่งภาพด้วยควอดทรี) โดยการเปรียบเทียบผลต่างของขอบกับวิดีโอตัวอย่างที่มีกระบวนการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด

ลำดับที่	วิดีโอ	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนข้อด	หาพบ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
1	Aniyom2.avi	3	0	0	3
2	Begin2.avi	4	3	3	1
3	Bueng2.avi	4	5	1	4
4	Children2.avi	3	0	0	3
5	Dance2.avi	3	3	0	3
6	Gone2.avi	3	0	0	3
7	Hair.avi	4	1	0	4
8	Hair2.avi	4	3	2	2
9	House2.avi	3	3	0	3
10	Hug2.avi	4	0	0	4
11	La2.avi	4	2	1	3
12	Librarycom2.avi	4	4	1	3
13	Logo2.avi	4	2	1	3
14	Monk1.avi	4	3	1	3
15	Monk2.avi	4	5	3	2
16	Musiummc2.avi	3	0	0	3
17	Pitee2.avi	4	0	0	4
18	Stage2.avi	4	5	2	3
19	Start.avi	3	2	0	3
20	Stscience2.avi	4	0	0	4

เมื่อใช้สมการที่ (2-8) ค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการเปลี่ยนข้อดแบบกวาด = 17%

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้นำเสนอในบทที่ 4 ขั้นตอนวิธีในการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตในวิดีโอ โดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพด้วยคอมพิวเตอร์สามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตัดได้ดีกว่ารูปแบบการเปลี่ยนข้อตแบบอื่น ๆ เนื่องจากการเปลี่ยนข้อตแบบตัดมีการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใดจึงสามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อตได้ง่ายกว่า การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อตในวิดีโอ ผลลัพธ์ของการตรวจจับจะถูกต้องสมบูรณ์ขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพในวิดีโอเป็นหลัก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 จากการทดลองพบว่าการหาตรวจหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนข้อตด้วยการวิเคราะห์ภาพแบบคอมพิวเตอร์ สามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อตแบบตัด ได้ดีที่สุด โดยสามารถตรวจจับได้สูงถึง 81% จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนข้อตแบบตัด

5.2.2 จากการทดลองพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์ที่มีขนาด 16×16 จะมีความเหมาะสมในการใช้วิเคราะห์การตรวจจับการเปลี่ยนข้อตได้ดี ถ้าใช้บล็อกที่มีขนาดเล็กกว่านี้การประมวลผลจะใช้เวลามาก หรือถ้าบล็อกใหญ่มากเกินไปจะทำให้ข้อมูลที่ได้เพื่อนำมาวิเคราะห์จะมีความผิดพลาดเนื่องในบางเฟรมอาจจะไม่มีบล็อกขนาดใหญ่ตามที่ระบุได้

5.2.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนข้อตแบบเลื่อน แบบจางหาย และแบบกวาด ควรใช้การวิเคราะห์กับบล็อกที่มีการแบ่งแบบคงที่จะเหมาะสมกว่าการใช้การแบ่งด้วยคอมพิวเตอร์

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้จำเป็นต้องมีการพัฒนาเพื่อให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยปรับปรุงและพัฒนาส่วนต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 พัฒนาระบบการตรวจจับที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนข้อตในรูปแบบต่าง ๆ ได้พร้อมกัน

5.3.2 พัฒนาระบบการตรวจจับให้สามารถแก้ปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของกล้องหรือการเคลื่อนที่ของวัตถุให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3.3 พัฒนาระบบการตรวจจับการเปลี่ยนข้อตในรูปแบบอื่น ๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

1. R. Dugad, K. Ratakonda, and N. Ahuja. Robust video shot change detection. IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing, Dec 1998 : 634–641.
2. ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. Multimedia ฉบับพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์คอนซัลท์, 2546.
3. Digital Video. กรุงเทพฯ : บริษัทไอดี อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล จำกัด, 2545.
4. H. Zhang, A. Kankanhalli, and S.W. Smoliar. Automatic partitioning of full-motion video. Multimedia Systems, 1(1) : June(1993) : 10–28.
5. B. Shahraray. Scene change detection and content-base sampling of videoSequence. In : Proc.IS&T/SPIE 2419, 1995 : 2–13.
6. R. Kasturi and R. Jain. Computer Vision: Principles. IEEE Computer Society Press, 1991.
7. H. Ueda, T. Miyatake, and S. Yoshizawa. An Interactive Natural-motion picture Dedicated Multimedia Authoring System. ACM, (Apr–May, 1991).
8. A. Nagasaka and Y. Tanaka. Automatic Video indexing and full search for video appearances. In Visual database System, volume II, Amsterdam, 1992, Page 113–127.
9. R. Zabih et al. A Feature Base Algorithm for detecting and Classifying ProductionEffects. Multimedia Systems, Vol 7, (1999) : 119–128.
10. Rainer Lienhart. Reliable Transition Detection in video : A Survey and Practitioner 's Guide. MRL, Intel Corporation, 2200 Mission College Blvd Santa Clara, CA 95052, USA.
11. W.A.C. Fernando, C.N. Canagarah, D. R. Bull. Automatic Detection of Fade-in and Fade-out in Video Sequence. Volume IV, ISCAS, (1999) : 255–258.
12. W.A.C. Fernando, C.N. Canagarah, D. R. Bull. Fade-in and Fade-out Detection in VideoSequences Using Histograms. IEEE International Symposium on Ciccuits and Systems, (ISCAS 2000) : 709–712.
13. นิรุช อำนวยศิลป์. การตรวจจับการเปลี่ยนข้อดในวิดีโอโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบผลต่างของฮิสโตแกรม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

14. Patrizio et al. Automatic dissolve and fade detection for video sequences. Dipartimento di Elettronica Applicata Università degli Studi "Roma Tre" Roma, Italy, 2002.
15. Min Wu et al. An Algorithm For wipe Detection. Department of Electrical Engineering Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA, 1998.
16. Patrizio et al. Wipe_effect detection for video sequences. Dipartimento di Elettronica Applicata University degli Studi "Roma Tre" Roma, Italy, 2002.
17. W.A.C. Fernando, C.N. Canagarajah, D. R. Bull. Wipe Scene Change Detection in Video Sequences. Image Communications Group, Centre for Communications.
18. Siming Liu. Robust Vehicle Detection from Parking Lot Images. Department of Electrical and Computer Engineering, Boston University, Dec 20, 2005.
19. Min Zhi and An-Ni Cai. Shot Change Detection With Adaptive Thresholds. IEEE Int, Workshop VLSI Design & Video Tech, Suzhou, China, May 2005, 28-30.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายบุรินทร์ นรินทร์
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การตรวจจับการเปลี่ยนข้อบนวิดีโอโดยการวิเคราะห์ตามเนื้อหาของภาพ
 ด้วยควอดทรี
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

เกิดเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 27 มกราคม 2520 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต
 วิชาเอกคอมพิวเตอร์ศึกษา ที่สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี ปัจจุบันทำงานเป็น
 พนักงานราชการ ตำแหน่งอาจารย์ สอนวิชาคอมพิวเตอร์ โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
 ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ต.จอมบึง อ.จอมบึง จังหวัดราชบุรี