



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจารแบบอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

Automatic Pornographic Video Classification Systems

by Content-based Analysis

โดย

ชุมศักดิ์ สีนุญเรือง

มิถุนายน 2549

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจารแบบอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์เนื้อหา
Automatic Pornographic Video Classification Systems
by Content-based Analysis

ชุมศักดิ์ สีบุญเรือง

คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาเป็นนักวิจัยที่ปรึกษา คอยให้คำแนะนำ แนวทางดำเนินการ และแก้ไขปัญหาร่วมกับผู้วิจัยด้วยความเมตตาและทุ่มเทเสมอมา ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนตลอดโครงการวิจัย ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ อีกทั้งให้การช่วยเหลือโครงการวิจัยด้วยไมตรีจิตเสมอมา ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่สนับสนุนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ระหว่างการดำเนินโครงการ ขอขอบคุณคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกตลอดการวิจัย

คุณค่าพึงมีอันใดที่เกิดขึ้นจากโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณและหน่วยงานที่กล่าวถึงข้างต้น รวมถึงตอบแทนคุณแผ่นดินไทยอันเป็นที่รัก หากมีสิ่งใดบกพร่องผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความเต็มใจและขออภัยมา ณ ที่นี้

ชุมศักดิ์ สิบญะเรือง

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG4680022
 ชื่อโครงการ : ระบบจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์เนื้อหา
 ชื่อนักวิจัย : นายชุมศักดิ์ สืบบุญเรือง
 สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ
 คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 eMail Address : chumsak.s@msu.ac.th
 ระยะเวลาโครงการ : 1 กรกฎาคม 2546 – 31 ธันวาคม 2548

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการเมือง ศาสนา การค้าขาย และอื่นๆ ซึ่งรวมถึงสื่อลามกอนาจารด้วย ผลจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีนั้นทำให้วีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติสามารถแพร่กระจายสู่เยาวชนได้โดยง่าย และกำลังเป็นปัญหาสำคัญทั่วโลกในขณะนี้ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางการจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติด้วยการวิเคราะห์ภาพ

กระบวนการจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติของโครงการวิจัยประกอบด้วยการประมวลผลสองส่วนหลัก คือ การเตรียมความพร้อมข้อมูลวีดิทัศน์ โดยที่ขั้นตอนแรกนี้ใช้เทคนิคการหาค่าอัตราส่วนของ Normalized R/G เพื่อทำการคัดแยกกลุ่มเฟรมอนาจาร และกระบวนการส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์เฟรมวีดิทัศน์ที่ได้จากกระบวนการแรก ซึ่งเฟรมวีดิทัศน์จะถูกวิเคราะห์ด้วยการค้นหาสีผิวมนุษย์อย่างละเอียดในโมเดลสี YCrCb และในส่วนนี้ได้ใช้แนวทางการวิเคราะห์รูปแบบจากล่างขึ้นบน ผลการทดลองพบว่า การจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติด้วยแนวทางโครงการวิจัยสามารถจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติเป็นค่าความแม่นยำ (Precision) ที่ 0.79 และค่าความระลึก (Recall) ที่ 0.91 จากวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติทั้งหมด 1,661 เรื่อง

คำหลัก : การวิเคราะห์เนื้อหาวีดิทัศน์ การประมวลผลภาพและวีดิทัศน์
 การกลั่นกรองวีดิทัศน์เนื้อหาจากรูปแบบอัตโนมัติ

ABSTRACT

Project Code : TRG4680022
Project Title : Automatic Pornographic Video Classification Systems
by Content Analysis
Investigator : Mr.Chumsak Sibunruang
Department of Management Information Systems
Faculty of Informatics, Mahasarakham University
eMail Address : chumsak.s@msu.ac.th
Project Period : July 1, 2003 – December 31, 2005

New communications and information technologies have revolutionized the worlds of politics, religion, commerce and other areas. Pornography is no exception. Consequently, pornographic digital video can distribute to youth easily, and will become a serious problem in the world. In this paper, a novel scheme for automatic pornographic digital video, “X-rated”, filtering is proposed by image content analysis.

The proposed approach consists of two parts: (1) *Video Data Pre-processing*, this part uses the normalized R/G (red, green) ratio technique for segment and group only pornographic frame. (2) *Video Analysis*, after the first part, key frames from selection scene are analyzed with finely skin pixel detection in YCrCb color model, and Bottom-up approach is used in this part. The experimental results show that the proposed approaches can filtering pornographic video is 0.79 for *precision* and 0.91 for *recall* measurement, from 1,661 rate “X” videos.

Keywords : Video content analysis; Image and video processing;
Pornographic video filtering;

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
 บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
 บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โครงสร้างวิดิทัศน์ดิจิทัล	3
2.2 นิยามประเภทวิดิทัศน์	6
2.3 ประเด็นท้าทายต่อการวิเคราะห์วิดิทัศน์	6
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
 บทที่ 3 กระบวนการจำแนกวิดิทัศน์ออนไลน์	
3.1 กระบวนการอันพึงประสงค์	9
3.2 โครงสร้างกระบวนการจำแนกวิดิทัศน์ออนไลน์	10
3.3 การเตรียมความพร้อมข้อมูลวิดิทัศน์	11
3.4 การวิเคราะห์วิดิทัศน์	16
 บทที่ 4 วิธีการและผลการทดลอง	
4.1 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ	30
4.2 ข้อมูลการทดลอง	30
4.3 วิธีการและผลการทดลอง	33
4.4 สรุปผลการทดลอง	34

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล	
5.1 สรุปและวิจารณ์ผล	36
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนาในอนาคต	37
บรรณานุกรม	39
ผลลัพธ์โครงการวิจัย	41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สรุปการแบ่งย่อยวิดิทัศน์ตามลักษณะลำดับชั้น (Hierarchical)	5
3.1 การกำหนดค่าน้ำหนักของบริเวณพื้นที่โซนในเมทริกซ์	22
3.2 กรณีต่างๆ ของการพิจารณาปัจจัยค่าตำแหน่งของวัตถุ ขนาดพื้นที่ของวัตถุ และจำนวนกลุ่มของวัตถุ	24
3.3 กฎเงื่อนไขการสรุปเฟรมวิดิทัศน์อนาจาร	25
4.1 จำนวนข้อมูลสำหรับการทดลอง โดยจัดจำแนกตามกลุ่มข้อมูล	33
4.2 ผลการทดลองจำแนกวิดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ	33
4.3 ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกของผลการจำแนกวิดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ	34

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
2.1 กระบวนการดิจิทัลไเซชัน	3
2.2 โครงสร้างวิดิทัศน์แบบดิจิทัล	4
3.1 ลำดับขั้นตอนกระบวนการจำแนกวิดิทัศน์อนาจาร	10
3.2 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมข้อมูลวิดิทัศน์	11
3.3 การคัดเลือกเฟรมวิดิทัศน์ส่วนที่ 1	12
3.4 ขอบเขตพิกเซลสีผิวมนุษย์ด้วยเทคนิค Normalized R/G Ratio	13
3.5 การคัดเลือกเฟรมวิดิทัศน์ด้วยเทคนิค Normalized R/G Ratio	14
3.6 ขั้นตอนการจัดกลุ่มชุดข้อมูลเฟรมวิดิทัศน์	15
3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์วิดิทัศน์	16
3.8 บริเวณพื้นที่วงรีสีผิวมนุษย์	18
3.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ในระดับพิกเซล	19
3.10 การใช้เมทริกซ์กำหนดกลุ่มพิกเซล	20
3.11 ผลลัพธ์การระบุช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจาร	21
3.12 โซนการกำหนดค่าน้ำหนักของพื้นที่เมทริกซ์	22
3.13 ตัวอย่างการคำนวณขนาดพื้นที่ของวัตถุและจำนวนกลุ่มวัตถุ	23
3.14 ขั้นตอนการพิจารณาคัดกรองกลุ่มชุดข้อมูลของการวิเคราะห์ระดับชิ้น	26
3.15 การหาผลต่างของช่องเมทริกซ์ระหว่างเฟรมในกลุ่มชุดข้อมูล	27
3.16 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับวิดิทัศน์	29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

จากรายงานผลการสำรวจการใช้อินเทอร์เน็ตในต่างประเทศและประเทศไทยพบว่า ปัญหาสื่อลามกอนาจารและแหล่งข้อมูลทางเพศในอินเทอร์เน็ต มีแนวโน้มของอัตราการเติบโตเพิ่มมากขึ้น อันเป็นสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคมโลกและสังคมประเทศไทยตามมาหลายประการ อาทิเช่น การกระทำทารุณกรรมทางเพศ การค้าประเวณี การล่อลวง การแพร่กระจายของโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงค่านิยมของเยาวชนไทยในทางที่ผิด ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้ ส่วนหนึ่งล้วนมีสาเหตุจากการการขยายตัวของอินเทอร์เน็ตที่รวดเร็วแต่ขาดการปลูกฝังค่านิยมที่ถูกต้องสำหรับการใช้อินเทอร์เน็ตแก่เยาวชน

ปัจจุบันมีความพยายามในการแก้ไขปัญหาข้างต้นหลายวิธี เช่น การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับป้องกันการเข้าสู่เว็บไซต์อนาจารสำหรับนักเรียนในสถานศึกษาและกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นเด็กตามที่พักอาศัย การพิสูจน์บุคคลหรือการตรวจสอบอายุเพื่ออนุญาตการเข้าสู่เว็บไซต์ การรับแจ้งเว็บไซต์อนาจารเพื่อดำเนินคดีตามกฎหมายของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ประเทศไทย) ตลอดจนการให้ความรู้และความเข้าใจแก่ผู้ปกครองเพื่อดูแลเยาวชนในการใช้อินเทอร์เน็ต ซึ่งการป้องกันโดยซอฟต์แวร์นั้นถือว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ตรงจุดและได้ผลมากกว่าวิธีการอื่นๆ ดังที่กล่าวมา

แต่การวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์ทางด้านการป้องกันการเข้าสู่เว็บไซต์ในปัจจุบัน ยังคงจำกัดอยู่ที่การตรวจสอบและการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะรายชื่อเว็บไซต์ (URL) คำสำคัญ (Keyword) ประโยค และรูปภาพ (Image) ที่ปรากฏ ตลอดจนการเชื่อมโยงสู่เว็บไซต์อื่นๆ เท่านั้น ในขณะที่ความเป็นจริงแล้ว เว็บไซต์ที่ไม่เหมาะสมต่างๆ เหล่านี้ จะประกอบด้วยสื่อข้อมูลหลายประเภท เช่น ตัวอักษร (Text) รูปภาพ เสียง (Audio) และวิดีโอ (Video) ซึ่งหากพิจารณาจะพบว่า สื่อประเภทวิดีโอนั้นประกอบด้วยเสียงและภาพเคลื่อนไหวที่ชัดเจน จึงมีอิทธิพลต่ออารมณ์และจิตใจผู้ใช้โดยตรง ถือว่าเป็นสื่อที่ไม่เหมาะสมมากที่สุด แต่การตรวจสอบด้วยวิธีการต่างๆ ที่ผ่านมา ไม่สามารถป้องกันหรือตรวจสอบสื่อประเภทวิดีทัศน์ได้ เพราะที่สื่อวิดีทัศน์จะซ่อนข้อมูลภาพและเสียงที่หลากหลายจำนวนมากไว้ภายใน ทำให้เทคนิคการตรวจสอบแบบธรรมดาไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ตัวอย่าง เช่น กรณีปัญหาเว็บไซต์บริการเฉพาะสื่อวิดีทัศน์อนาจาร หรือกรณีปัญหาการรับส่งไฟล์ (File) วิดีทัศน์อนาจารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาและเสนอแนวทางใหม่สำหรับการแก้ปัญหาการเข้าถึงสื่ออนาจารประเภทวิดีทัศน์ โดยเสนอหลักการวิเคราะห์วิดีทัศน์จากข้อมูลภาพที่ปรากฏ เพื่อทำการจำแนกประเภทวิดีทัศน์ว่าเป็นวิดีทัศน์อนาจารหรือไม่ อันเป็นแนวทางพื้นฐานในการพัฒนาระบบป้องกันการสื่อลามกอนาจารสำหรับเยาวชนอื่นๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเสนอและพัฒนาแนวทางใหม่สำหรับการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาที่ปรากฏอยู่ภายใน
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ต้นแบบ เพื่อใช้ในการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ
3. เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการตรวจสอบสื่อประเภทวีดิทัศน์ สำหรับระบบป้องกันการใช้สื่อวีดิทัศน์อนาจารหรือการเข้าสู่เว็บไซต์อนาจารแก่เด็กและเยาวชน

1.3 ขอบเขตโครงการวิจัย

ขอบเขตวีดิทัศน์สำหรับการจำแนกของโครงการวิจัย มีดังนี้

1. วีดิทัศน์สำหรับการทดลองต้องเป็นวีดิทัศน์ชนิดดิจิทัล (Digital Video)
2. วีดิทัศน์สำหรับการทดลองหากเป็นวีดิทัศน์อนาจาร ต้องจัดประเภทอยู่ในระดับเอ็กซ์ (X-rated)
3. วีดิทัศน์สำหรับการทดลองมีความยาวของเนื้อเรื่อง อยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 1 ถึง 60 นาที
4. วีดิทัศน์สำหรับการทดลองต้องเป็นวีดิทัศน์สี และไม่มีการใช้เทคนิคปรับเปลี่ยนค่าสีใดๆ กับภาพที่ปรากฏในวีดิทัศน์
5. วีดิทัศน์มีความละเอียดภาพ (Resolution) อย่างน้อย 120 x 120 พิกเซล (Pixel)
6. วีดิทัศน์ถ่ายทำในสภาวะแสงที่ไม่น้อยหรือมากจนเกินไป (ไม่มีมืดหรือสว่างมากเกินไปจนวัตถุภายในภาพหลงเลื่อน)
7. คุณภาพของวีดิทัศน์อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม และไม่มีสัญญาณรบกวน (Noise) แทรกภายในภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางใหม่สำหรับการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ
2. แนวทางการตรวจสอบสื่อประเภทวีดิทัศน์ เพื่อเพิ่มความถูกต้องและสมบูรณ์สำหรับระบบป้องกันการใช้สื่อวีดิทัศน์อนาจารสำหรับเด็กและเยาวชน
3. โปรแกรมซอฟต์แวร์ต้นแบบ ที่สามารถป้องกันการใช้สื่อวีดิทัศน์อนาจารสำหรับเด็กและเยาวชนแบบอัตโนมัติ
4. ผลตามมามีภายหลังเมื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันการใช้สื่อวีดิทัศน์อนาจาร จะเป็นการช่วยลดโอกาสเสี่ยงของการเข้าถึงสื่อที่ไม่เหมาะสมก่อนวัยอันควร ซึ่งอาจส่งผลให้ปัญหาความรุนแรงทางเพศในสังคมที่จะเกิดขึ้นลดลง

บทที่ 2

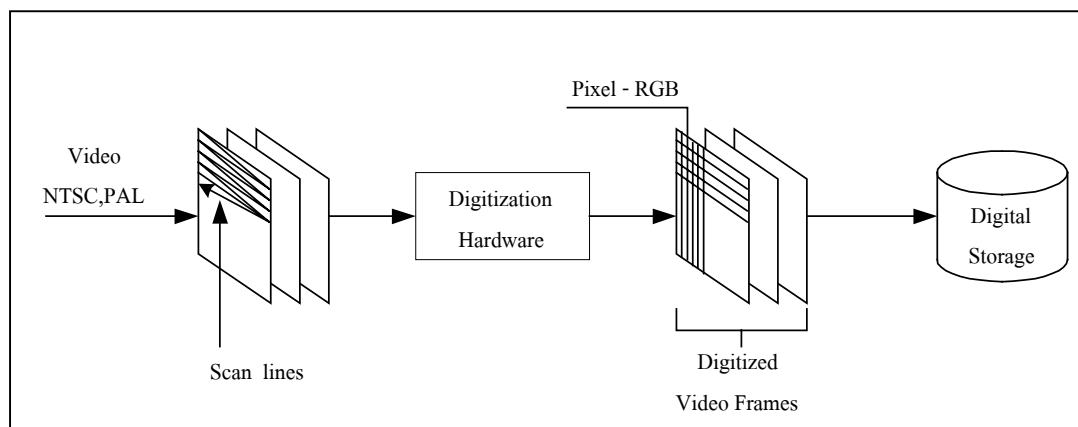
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภายในบทนี้อธิบายถึงรูปแบบของโครงสร้าง คำจำกัดความพื้นฐานของวิดิทัศน์ ประเด็นท้าทายต่อการวิเคราะห์วิดิทัศน์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการจำแนกสื่ออาจารย์อัตโนมัติโดยสรุป

2.1 โครงสร้างวิดิทัศน์ดิจิทัล

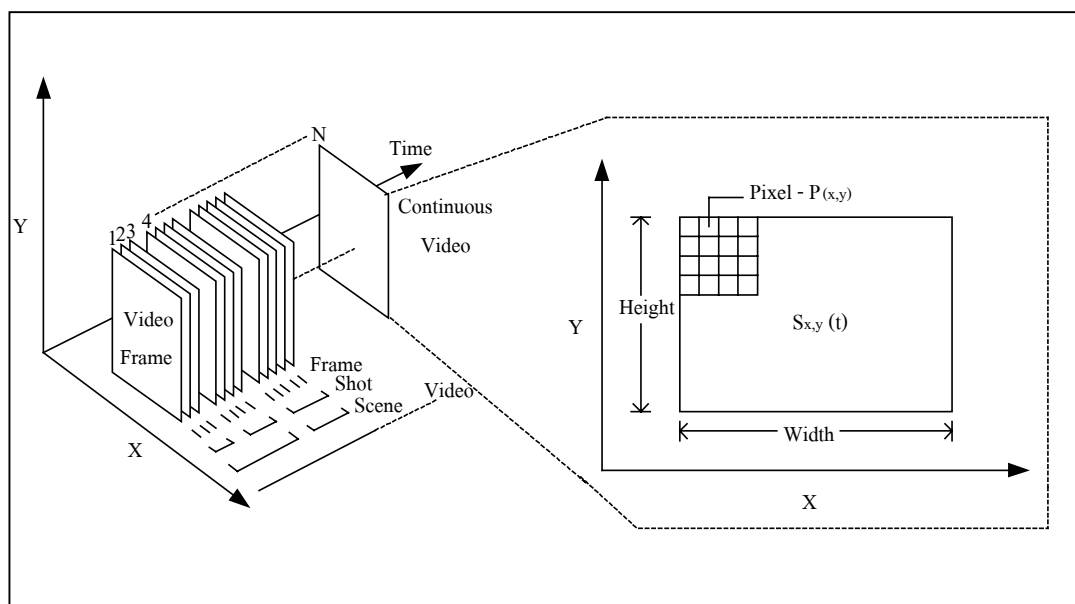
วิดิทัศน์ดิจิทัล (Digital Video) คือ การเก็บข้อมูลภาพเคลื่อนไหว (Motion Pictures) และ เสียง (Sound) ที่ถูกรวมสัญญาณเข้าด้วยกัน (Modulation) ให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสอง (Binary Code) วิดิทัศน์สำหรับโครงการวิจัยนี้เป็นวิดิทัศน์ที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (Digital Video) ซึ่งได้มาจากกระบวนการแปลงสัญญาณอนาล็อก (Analog) ให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัล (Digital) กระบวนการแปลงดังกล่าวเรียกว่า “ดิจิไทเซชัน” (Digitization) กระบวนการดิจิไทเซชันจะใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Digitization Hardware) ทำการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ของสัญญาณอนาล็อกเพื่อแปลงเป็นค่าดิจิทัล

ผลลัพธ์ของการสุ่มตัวอย่างจากกระบวนการดิจิไทเซชันจะได้ตารางค่าดิจิทัลขนาด 320x240 ตารางค่าดิจิทัลจะเรียกว่า “เฟรม” (Frame) ซึ่งในแต่ละเฟรมจะประกอบด้วยค่าดิจิทัลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ค่าดิจิทัลจะเรียกว่า “พิกเซล” (Pixel) ซึ่งแต่ละพิกเซลจะเก็บค่าความสว่าง (Brightness) หรือค่าสีของรูปภาพ เพราะฉะนั้นในวิดิทัศน์หนึ่งๆ จะประกอบด้วยเฟรมจำนวนมาก หากเป็นสัญญาณอนาล็อกในระบบ NTSC (National Television Systems Committee) จะมีจำนวนเฟรม 30 เฟรมต่อวินาที (Frames/sec) และ 25 เฟรมต่อวินาทีสำหรับระบบ PAL (Phase Alternating Line) ตัวอย่างกระบวนการดิจิไทเซชันแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2.1



ภาพประกอบที่ 2.1 กระบวนการดิจิไทเซชัน

จากการทำดิจิทัลไเซชันจะพบว่า เฟรมของวิดีโอแสดงถึงความสัมพันธ์ของวิดีโอกับเวลา (Time) ในขณะที่พิกเซลแสดงถึงความสัมพันธ์ของจุดตำแหน่งบนรูปภาพ (Spatial Coordinates) นอกจากนี้ในแต่ละพิกเซลจะเก็บค่าสีของวิดีโอในกรณีที่ต้องการข้อมูลค่าสีซึ่งประกอบด้วยค่าสีแดง (Red) ค่าสีเขียว (Green) และค่าสีน้ำเงิน (Blue) สำหรับระบบสีแบบ RGB หรือค่าความสว่างในกรณีที่เป็นวิดีโอขาวดำ โครงสร้างวิดีโอแบบดิจิทัลแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2.2



ภาพประกอบที่ 2.2 โครงสร้างวิดีโอแบบดิจิทัล

โดยที่ $S_{x,y}(t)$ คือ วิดีทัศน์เฟรม ณ ตำแหน่งเวลา (t)
 $P(x,y)$ คือ พิกเซลที่ตำแหน่ง (x,y)

ภายในวิดีโอดิจิทัล โดยทั่วไปประกอบด้วย การเก็บข้อมูล 2 ส่วน คือ ข้อมูล ภาพเคลื่อนไหวและข้อมูลเสียงซึ่งจะถูกรวมสัญญาณเข้าด้วยกัน (Modulation) โดยจะมีช่องสัญญาณภาพและเสียง และใช้การเข้ารหัสข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสอง (Binary Code) ซึ่งหากพิจารณาความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ของเนื้อหาภายในวิดีโอ จะสามารถแบ่งวิดีโอเป็นหน่วยย่อยได้หลายระดับดังภาพประกอบที่ 2.2

การแบ่งวิดีโอดังกล่าวเป็นการแบ่งตามลักษณะลำดับชั้น (Hierarchical) ซึ่งสามารถแบ่งวิดีโอออกเป็น 4 ลำดับชั้นด้วยกัน คือ ระดับสูงสุดแทนด้วย “วิดีโอ” (Video) ความสัมพันธ์ของเนื้อหาในระดับนี้เป็นการแบ่งแยกตามประเภทวิดีโอ เช่น วิดีโอประเภทกีฬา ภาพยนตร์ ดนตรี ข่าว เปรียบเสมือนกับประเภทหนังสือที่ถูกแบ่งแยกและจัดเก็บภายในห้องสมุด ระดับที่สองจะแบ่งวิดีโอแยกย่อยเป็น “ซีน” (Scene) ความสัมพันธ์ของเนื้อหาในระดับนี้เป็นการแบ่งแยกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในวิดีโอ เช่น เหตุการณ์ทั่วไปหรือเหตุการณ์สำคัญ

ของวิดีโอ หากเปรียบเทียบวิดีโอเหมือนกับหนังสือหนึ่งเล่มขึ้นจะเปรียบได้กับบทแต่ละบทที่รวมอยู่ในหนังสือ ระดับที่สามแบ่งขึ้นออกเป็น “ช็อต” (Shot) ความสัมพันธ์ของเนื้อหาในระดับนี้จะแบ่งแยกขึ้นตามเหตุการณ์ย่อยที่มีความเหมือนกันภายใน เหตุการณ์ย่อยนั้น เช่น เหตุการณ์ที่อธิบายถึงจุดมุ่งหมายหรือปัญหาเดียวกัน หากเปรียบเทียบได้กับบทแต่ละบทที่อยู่ในหนังสือ ช็อตเปรียบเสมือนหัวข้อต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในบทนั้น ระดับสุดท้ายเป็นระดับเล็กที่สุดของการแบ่งย่อยวิดีโอ คือ “เฟรม” (Frame) ซึ่งเป็นภาพแต่ละภาพที่ถูกแยกจากกันอย่างอิสระ หากเปรียบเทียบวิดีโอได้กับหนังสือเล่มหนึ่งเฟรมเปรียบเสมือนหน้าแต่ละหน้าในหนังสือ การแบ่งย่อยวิดีโอตามลักษณะลำดับชั้นสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปการแบ่งย่อยวิดีโอตามลักษณะลำดับชั้น (Hierarchical)

ระดับ	ความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่อการแบ่งแยก
1. วิดิทัศน์ (Video)	ระดับสูงสุด แบ่งแยกตามประเภทวิดีโอ เช่น วิดิทัศน์ประเภทกีฬา ภาพยนตร์ ดนตรี ข่าว เป็นต้น
2. ฉีน (Scene)	แบ่งแยกตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในวิดีโอ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในบ้านหรือสถานที่เดียวกัน
3. ช็อต (Shot)	เป็นการแบ่งขึ้นออกเป็นเหตุการณ์ย่อยที่มีความเหมือนกันหรือจำเพาะเจาะจงบุคคลภายในเหตุการณ์ย่อยนั้น เช่น ภายในฉีนมีบุคคล 2 คนสนทนากัน ฉีนจะถูกแบ่งเป็นช็อต 2 ส่วนคือ ช็อตที่เป็นกลุ่มภาพบุคคลแรกและช็อตกลุ่มภาพบุคคลที่สอง
4. เฟรม (Frame)	ระดับหน่วยพื้นฐาน คือ ภาพแต่ละภาพที่ถูกแยกเป็นอิสระจากกัน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวิดีโอดิจิทัลเป็นสื่อที่สามารถเก็บข้อมูลภาพเคลื่อนไหวที่มีคุณภาพสูง คัดลอกข้อมูลโดยง่าย ต้นทุนในการผลิตต่ำ มีการสูญเสียข้อมูลจากการคัดลอกน้อย และสามารถบีบอัดข้อมูลได้มากโดยที่คุณภาพของข้อมูลสามารถรับชมได้ จึงทำให้สื่อข้อมูลประเภทนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งมีการนำมาใช้อำนวยประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย เช่น ด้านสื่อการศึกษา ด้านความบันเทิง การผลิตในเชิงพาณิชย์ และรวมถึงสื่อวิดีโอออนไลน์ด้วย

2.2 นิยามประเภทวิดีโอ

โครงการวิจัยได้กำหนดประเภทวิดีโอออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงและอธิบายถึงตลอดโครงการวิจัย โดยใช้หลักการพิจารณาเนื้อหาภายในวิดีโอว่าเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมต่อเด็กและเยาวชนหรือไม่ มีกลุ่มดังนี้

1. วิดีโอประเภททั่วไป (General or Non-Pornographic Video) เป็นวิดีโอที่นำเสนอข้อมูล ข่าวสาร สารต่างๆ ไป ไม่มีเนื้อหาที่สื่อความลามกอนาจารปะปน เด็กและเยาวชนสามารถดูได้ เช่น รายการข่าว การ์ตูน สารคดี กีฬา ละคร ภาพยนตร์ มิวสิควิดีโอ เป็นต้น

2. วิดีโอประเภทอนาจาร (Pornographic Video) เป็นวิดีโอที่มีความอนาจารมีเนื้อหาไม่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อวัยของเด็กและเยาวชน มุ่งเน้นการปลุกเร้าอารมณ์ทางเพศเป็นหลัก นำเสนอกิจกรรมการมีเพศสัมพันธ์อย่างโจ่งแจ้ง หากจัดระดับตามเกณฑ์ของภาพยนตร์สากลแล้วจะจัดอยู่ในหมวดหมู่เรตเอ็กซ์ (X-rated)

2.3 ประเด็นท้าทายต่อการวิเคราะห์วิดีโอ

การออกแบบและพัฒนากระบวนการวิเคราะห์วิดีอนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เนื่องจากวิดีโอมีลักษณะของข้อมูลแตกต่างจากข้อมูลสื่อชนิดอื่นๆ ปัญหาสำคัญของการประมวลผลวิดีโอ คือ เรื่องปริมาณและคุณภาพของข้อมูลที่ปรากฏอยู่ภายใน ซึ่งหากปราศจากความเข้าใจสภาพปัญหาอย่างแท้จริงแล้ว การให้ได้มาซึ่งกระบวนการจำแนกที่ดีและรัดกุมย่อมเป็นไปได้อย่างลำบาก ปัญหาของการวิเคราะห์วิดีโอที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของระบบสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณข้อมูลภายในวิดีโอมีอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากวิดีโอโดยส่วนใหญ่จะมีเวลาดำเนินเนื้อเรื่องนานหลายนาที อาจจะเริ่มตั้งแต่ 3 ถึง 60 นาที ซึ่งหากลองคำนวณจำนวนเฟรมที่ประกอบกันในวิดีโอแล้วจะพบว่า กรณีที่วิดีโอมีความยาวของเนื้อเรื่อง 30 นาที จะมีจำนวนเฟรมทั้งสิ้น 45,000 เฟรม (คำนวณที่วิดีโอมีจำนวนเฟรม 25 เฟรมต่อ 1 วินาที)

2. ข้อมูลภาพจากเฟรมวิดีโอจะมีความละเอียดของภาพ น้อยกว่าภาพโดยทั่วไป กล่าวคือ จะมีความละเอียดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 350 x 240 พิกเซล ซึ่งการที่ความละเอียดขนาดภาพต่ำนั้น จะทำให้ข้อมูลที่ปรากฏภายในเฟรมมีจำนวนน้อยลงตามไปด้วย จึงอาจส่งผลให้กระบวนการวิเคราะห์ภาพได้ผลลัพธ์ไม่ดีเท่ากับภาพทั่วไปที่มีความละเอียดสูงกว่า

3. ภาพวัตถุที่ปรากฏภายในเฟรมวิดีโอจะมีความคมชัดน้อยกว่าภาพที่ถ่ายโดยทั่วไป ซึ่งนอกเหนือจากปัญหาของความละเอียดภาพแล้ว ยังเกิดจากคุณลักษณะของสื่อ วิดีโอที่วัตถุภายในมีโอกาสเคลื่อนไหวไปมาได้ ส่งผลให้ภาพวัตถุที่ปรากฏไม่คมชัดหรือมีลักษณะเบลอ ทั้งนี้ภาพวัตถุจะคมชัดหากวัตถุหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนไหว แต่โครงการวิจัยนี้เน้นวิดีโอที่มีมนุษย์ปรากฏอยู่ภายใน โอกาสที่จะไม่มีการเคลื่อนไหวจึงเป็นไปได้น้อยมาก

4. วิดีทัศน์แต่ละประเภทมีความหลากหลายและแตกต่างกันอย่างมาก ขึ้นอยู่กับประเภทหรือวัตถุประสงค์ในการนำเสนอของวีดิทัศน์นั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น วีดิทัศน์ที่เป็นรายการข่าวย่อมแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับวีดิทัศน์ที่เป็นภาพยนตร์ ทั้งการจัดฉาก การจัดแสง สภาพการถ่ายทำ การเคลื่อนไหวของวัตถุ หรือแม้กระทั่งคุณภาพของภาพที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิด (คุณภาพของกล้องในการถ่ายทำจะส่งผลให้คุณภาพของภาพต่างกัน)

5. คุณภาพของเฟรมวีดิทัศน์ ในบางครั้งขึ้นตรงต่อวิธีการที่ใช้ในการบีบอัด (Compression) เพื่อลดขนาดไฟล์วีดิทัศน์ให้สะดวกต่อการบันทึก โอนย้าย หรือส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้นหากวีดิทัศน์ผ่านการบีบอัดด้วยเทคนิคหรืออัลกอริทึม (Algorithm) ที่ไม่มีประสิทธิภาพแล้ว จะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของภาพ เพราะข้อมูลบางส่วนที่ปรากฏจะถูกตัดออกไปเพื่อช่วยให้ขนาดไฟล์เล็กลง จึงทำให้การวิเคราะห์มีโอกาสผิดพลาดมากขึ้น

6. เทคนิคการตัดต่อหรือการใช้เอฟเฟกต์ (Effect) ต่างๆ มีส่วนทำให้วัตถุภายในเฟรมวีดิทัศน์ผิดเพี้ยนจากความเป็นจริง เช่น อาจมีการตกแต่งสีเพิ่มเติมไปยังวัตถุ ปรับโทนสีภาพให้อ่อนลงหรือเข้มขึ้น การใช้เทคนิคปรับภาพให้มีม่านหมอกจางๆ เพื่อให้ดูเสมือนว่าอยู่ในความฝัน และเทคนิคอื่นๆ อีกมาก ซึ่งล้วนแต่เป็นปัญหาต่อการวิเคราะห์จำแนกวีดิทัศน์ทั้งสิ้น

จากปัญหาต่างๆ ข้างต้นจะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์สื่อข้อมูลวีดิทัศน์นั้นเป็นประเด็นที่ท้าทายและรอการคิดค้น เพราะล้วนแต่มีปัญหาก็ไม่อาจสามารถคาดการณ์ได้ และจะยิ่งทวีความยากลำบากมากขึ้น หากมุ่งหวังการพัฒนาระบบจำแนกที่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้จริง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเพื่อหาวิธีป้องกันการเข้าถึงสื่ออนาจารในอินเทอร์เน็ตนั้น มีความพยายามและพัฒนาการอย่างต่อเนื่องจากในอดีตจนถึงปัจจุบัน ตั้งแต่แนวคิดพื้นฐานโดยการตรวจสอบรายชื่อเว็บไซต์จากบัญชีรายชื่อเว็บไซต์ที่ปลอดภัย (White List) และไม่ปลอดภัย (Black List) แต่เมื่ออินเทอร์เน็ตมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วจนกระทั่งจำนวนเว็บไซต์เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล (ประมาณ 500,000 เว็บไซต์เป็นเว็บไซต์อนาจาร จาก 10 ล้านเว็บไซต์ทั่วโลก) การตรวจสอบเฉพาะบัญชีรายชื่อเว็บไซต์จึงไม่อาจครอบคลุมเว็บไซต์ที่มีอยู่ทั้งหมด เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีการนำเทคโนโลยีการประมวลผลคำมาประยุกต์ใช้ โดยอาศัยหลักการตรวจค้นหาคำที่สื่อถึงเรื่องอนาจารภายในเว็บไซต์ ซึ่งหากพบคำที่สื่อในทางอนาจารมากระบบจะทำการป้องกัน แต่ด้วยวิธีการนี้พบว่าข้อผิดพลาดของระบบมีสูงและไม่สามารถตรวจสอบสื่ออนาจารประเภทรูปภาพ (Pornographic Image) ได้

การแก้ปัญหาสื่ออนาจารประเภทรูปภาพ เป็นพัฒนาการลำดับต่อมาของการวิจัยเพื่อหาวิธีป้องกันการเข้าถึงสื่ออนาจารในอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการค้นหาลักษณะเฉพาะที่สื่อในทางอนาจาร โดยการค้นหาภาพเปลือยของบุคคลในรูปภาพ ด้วยการตรวจสอบสีผิวของมนุษย์ (Skin Detection) แล้วทำการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ (Area) รูปร่าง (Shape) ของบริเวณพื้นที่สีผิวที่ได้ ซึ่งหากมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับร่างกายมนุษย์จะถือว่าเป็นภาพอนาจาร นอกจากนี้ในบางงานวิจัยนอกเหนือจากพิจารณาข้อมูลภาพแล้วยังผสมผสานการใช้เทคโนโลยีการประมวลผลคำมาประกอบเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น

นอกจากการใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพแล้วบางงานวิจัยได้เสนอแนวคิดว่าใช้เทคโนโลยีการค้นคืนข้อมูล (Visual Information Retrieval) เพื่อค้นหาลักษณะเด่น (Feature) จากภาพ เช่น การวิเคราะห์ด้วยเวฟเลต (Wavelet) การวิเคราะห์พื้นผิว (Texture) การวิเคราะห์ฮิสโตแกรม (Histogram) และข้อมูลทางสถิติอื่นๆ แล้วนำลักษณะเด่นที่ได้จากการวิเคราะห์ทำการเปรียบเทียบกับกลุ่มรูปภาพที่ผ่านการจำแนกแล้ว เพื่อตรวจสอบว่าเป็นภาพอนาจารหรือไม่

แม้ว่าปัจจุบัน การวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อป้องกันการเข้าถึงสื่ออนาจารในอินเทอร์เน็ตจะประสบความสำเร็จอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต แต่ทั้งนี้จากการศึกษาและทบทวนงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า ยังไม่มีการวิจัยหรือการพัฒนาแนวทางเฉพาะเพื่อตรวจสอบสื่ออนาจารประเภทวิดีโอ (Pornographic Video) และการใช้เฉพาะเทคนิคใดเทคนิคหนึ่งจากการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ย่อมไม่อาจทำการจำแนกวิดีโออนาจารได้อย่างถูกต้องหรือมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากสื่อประเภทวิดีโอเป็นสื่อที่ประกอบด้วยที่ซับซ้อนจำนวนมาก ฉะนั้นการที่จะสรุปเนื้อหาภายในวิดีโอจำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงข้อมูลที่ซ่อนและซับซ้อนซึ่งอยู่ภายใน ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางเฉพาะในการจำแนกวิดีโออนาจารเพื่อเป็นการตรวจสอบถึงเนื้อหาที่ปรากฏจริง

บทที่ 3

กระบวนการจำแนกวิถีทัศน่อณาจาร

บทนี้กล่าวถึงลักษณะกระบวนการจำแนกวิถีทัศน่อณาจารอันพึงประสงค์ และรายละเอียดกระบวนการจำแนกวิถีทัศน่อณาจารของโครงการวิจัย

3.1 กระบวนการอันพึงประสงค์

จากสภาพปัญหาของสื่อวิถีทัศน์ ที่ได้นำเสนอในหัวข้อ 2.3 เรื่องประเด็นท้าทายต่อการวิเคราะห์วิถีทัศน์แล้วนั้น ลำดับแรกโครงการวิจัยได้ศึกษาและพิจารณาสภาพปัญหาอย่างถี่ถ้วน จากนั้นได้ระบุเป็นข้อระวางตลอดขั้นตอนการออกแบบกระบวนการของโครงการวิจัย ซึ่งโครงการวิจัยได้กำหนดกระบวนการอันพึงประสงค์ไว้ 2 ด้านด้วยกัน เพื่อใช้เป็นกรอบการออกแบบดังนี้

1. ความถูกต้องแม่นยำของการจำแนกวิถีทัศน่อณาจาร

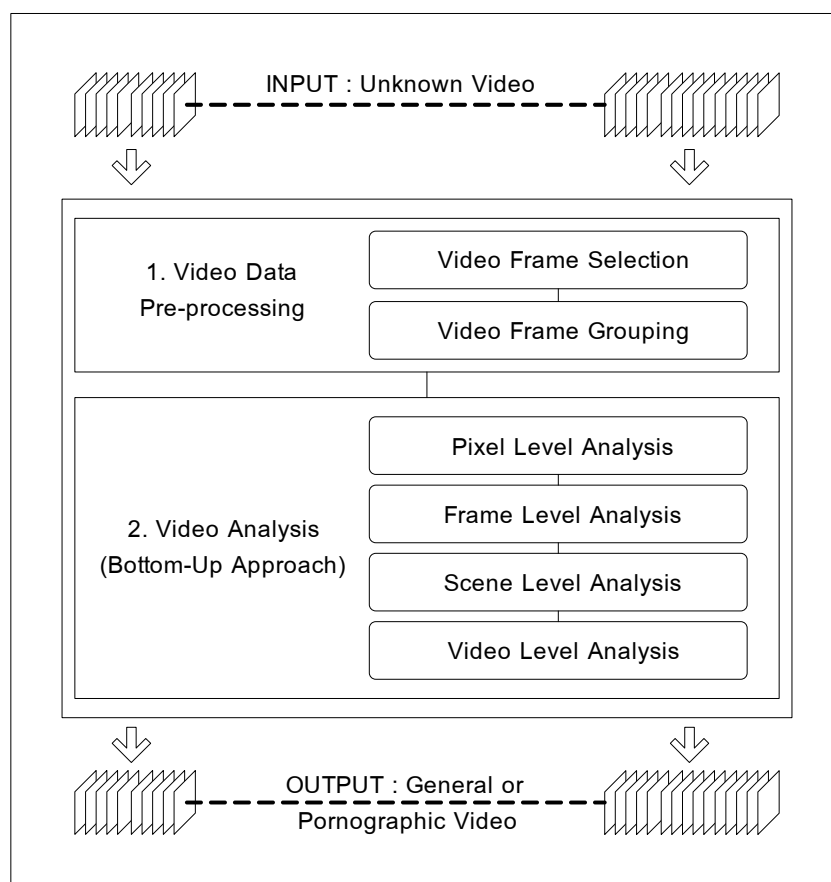
จากสภาพปัญหาทำให้ทราบว่า วิถีทัศน์แต่ละประเภทนั้นมีความหลากหลายและลักษณะแตกต่างกันอย่างมาก คุณภาพของข้อมูลที่มีส่วนใหญ่อ้างอิงอยู่ในระดับปานกลาง อีกทั้งมีอัตราเสี่ยงต่อการสูญเสียคุณภาพข้อมูลได้อีกด้วย เพราะฉะนั้นสิ่งสำคัญอันดับแรกที่ต้องคำนึงในการออกแบบกระบวนการจำแนก คือ กระบวนการจำแนกจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบได้ถูกต้องแม่นยำ อัลกอริทึมควรรัดกุมและครอบคลุมเพียงพอ สามารถรองรับลักษณะที่แตกต่างกันของวิถีทัศน์ประเภทต่างๆ ได้

2. ความรวดเร็วของการจำแนกวิถีทัศน่อณาจาร

ความรวดเร็วในการวิเคราะห์วิถีทัศน์ เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาเป็นลำดับต่อมา หากมุ่งหวังการใช้งานระบบจริง เนื่องจากวิถีทัศน์ทั่วไปมีปริมาณข้อมูลอยู่จำนวนมาก ดังนั้นกระบวนการจำแนกต้องสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งประเด็นพิจารณาข้อนี้จะขึ้นอยู่กับกรอบการออกแบบอัลกอริทึม การวางลำดับขั้นตอนการประมวลผล และจำนวนขั้นตอนของการประมวลผล เพราะหากจำนวนขั้นตอนมีมากหรือการเรียงลำดับขั้นตอนไม่เหมาะสมแล้ว ย่อมทำให้สูญเสียเวลาเพื่อการประมวลผลมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่วิถีทัศน์มีจำนวนเฟรมทั้งหมด 45,000 เฟรม และแต่ละเฟรมใช้เวลาประมวลผล 0.2 วินาทีจึงจะแล้วเสร็จ นั่นหมายความว่า เวลาของการประมวลผลเฉพาะเฟรมวิถีทัศน์ทั้งหมด รวมแล้วใช้เวลาไปทั้งสิ้น 9,000 วินาที หรือคิดเป็น 150 นาที ซึ่งเวลานี้ขนาดนี้สำหรับการใช้งานจริงแล้วไม่สามารถยอมรับได้ อีกทั้งยังเป็นแค่เวลาที่ไม่ได้รวมถึงเวลาประมวลผลส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การรวมผลวิเคราะห์แต่ละเฟรม การคัดแยกหรือกรองข้อมูล เป็นต้น

3.2 โครงสร้างกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร

ภายหลังได้กรอบกระบวนการอันพึงประสงค์แล้ว โครงการวิจัยได้ออกแบบกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร โดยแบ่งขั้นตอนการประมวลผลออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การเตรียมความพร้อมข้อมูลวีดิทัศน์ (Video Data Pre-processing) และการวิเคราะห์วีดิทัศน์ (Video Analysis) โดยที่ขั้นตอนส่วนแรกจะเป็นการกรองข้อมูลเบื้องต้นเพื่อช่วยลดปริมาณข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ และขั้นตอนที่สองจะเป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธีการพิจารณาข้อมูลภาพที่ปรากฏภายในวีดิทัศน์อย่างละเอียด ภาพรวมกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารของโครงการวิจัยแสดงดังภาพประกอบที่ 3.1



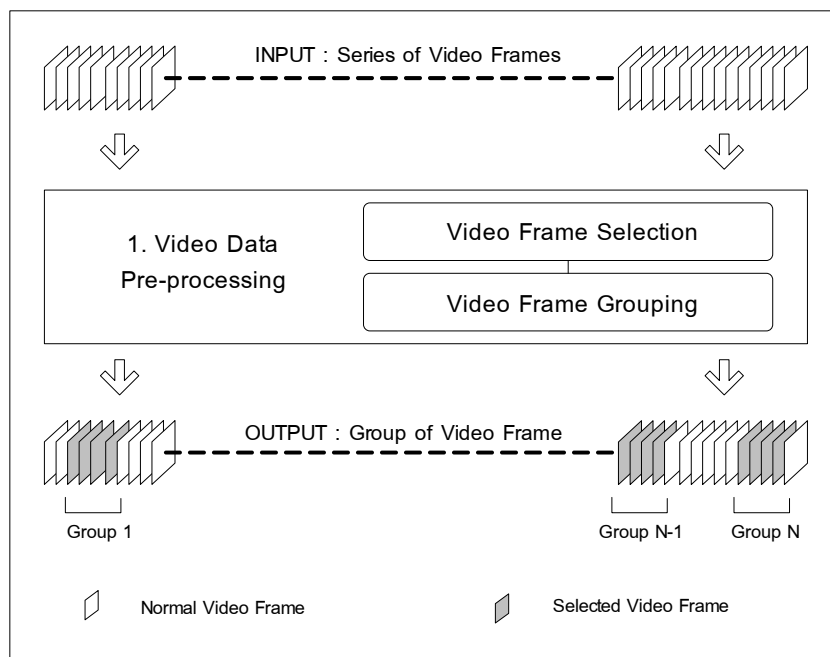
ภาพประกอบที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร

ทั้งนี้การคัดกรองข้อมูลในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมข้อมูลวีดิทัศน์นั้น เป็นการดำเนินการเพื่อช่วยให้ระบบโดยรวมสามารถประมวลผลได้เร็วขึ้น มุ่งตอบประเด็นกระบวนการพึงประสงค์ในด้านความเร็วเป็นหลัก ส่วนการดำเนินการขั้นตอนที่สองหรือการวิเคราะห์วีดิทัศน์นั้น การออกแบบได้เน้นพิจารณาข้อมูลวีดิทัศน์เป็นลักษณะลำดับชั้น โดยเริ่มต้นที่ข้อมูลหน่วยย่อยสุดจนถึงข้อมูลระดับบนสุด จึงเป็นการพิจารณาข้อมูลแบบละเอียดช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ครอบคลุมสื่อวีดิทัศน์ประเภทต่างๆ และช่วยตอบประเด็นกระบวนการพึง

ประสงค์ในด้านความถูกต้องแม่นยำ รายละเอียดของแต่ละกระบวนการและเทคนิควิธีการที่ใช้ ได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

3.3 การเตรียมความพร้อมข้อมูลวิดีโอ

การเตรียมความพร้อมข้อมูลวิดีโอเป็นกระบวนการวิเคราะห์ขั้นตอนแรกของระบบ เพื่อคัดเลือก จัดกลุ่ม และลดทอนปริมาณข้อมูล ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยละเอียดในลำดับถัดไป แต่ทั้งนี้ก็มีประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาในการออกแบบขั้นตอนแรกนี้ คือ หลักการคัดเลือกชุดข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลวิดีโอทั้งหมดนั้น ต้องมั่นใจได้ว่าจะมีความแม่นยำและครอบคลุมเพียงพอ เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลที่ดี กระบวนการขั้นตอนนี้ได้แบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ การคัดเลือกเฟรมวิดีโอ (Video Frame Selection) และการจัดกลุ่มชุดข้อมูลเฟรมวิดีโอ (Video Frame Grouping) ภาพรวมขั้นตอนการเตรียมความพร้อมข้อมูลวิดีโอ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.2

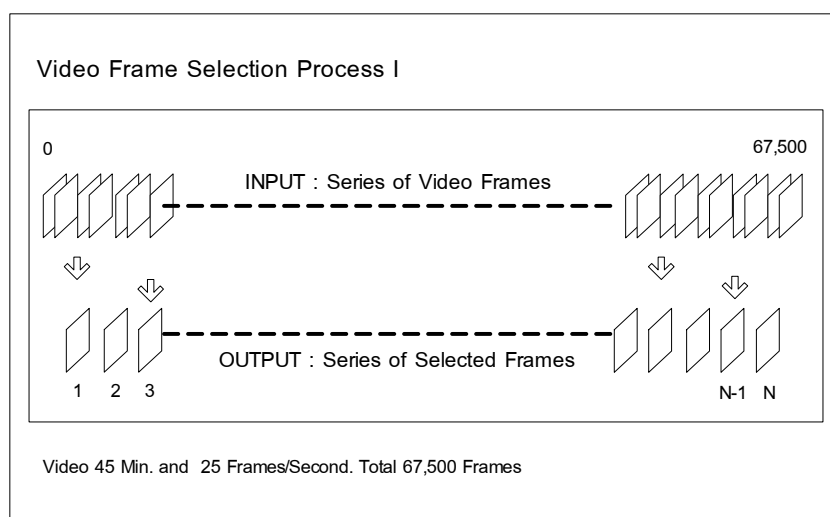


ภาพประกอบที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมข้อมูลวิดีโอ

3.3.1 การคัดเลือกเฟรมวิดีโอ

เนื่องจากวิดีโอหนึ่งเรื่องจะประกอบด้วยเฟรมวิดีโออยู่เป็นจำนวนมาก เพราะฉะนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นการคัดเลือกเฟรมวิดีโอเพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลวิดีโอทั้งหมด แทนการนำเข้าสู่ข้อมูลทุกส่วนมาทำการวิเคราะห์ จึงเป็นวิธีการที่ช่วยลดปริมาณข้อมูลในการประมวลผลและประหยัดเวลาได้มากขึ้น โครงการวิจัยมีหลักการคัดเลือกเฟรมวิดีโอดังนี้

วิดีโอที่ ต้องการประมวลผลจะถูกคัดเลือกเฟรมเข้ามาจำนวน N เฟรม โดยแต่ละเฟรม ที่ได้รับการคัดเลือกจะมีช่วงห่างของระยะเวลาเท่าๆ กัน เริ่มตั้งแต่ต้นเรื่องวิดีโอจนกระทั่งสิ้นสุดเรื่อง โดยขั้นตอนนี้ยังไม่พิจารณาว่าเฟรมที่คัดเลือกเข้ามานั้นรวมอยู่ในซีนเดียวกันหรือไม่ เกณฑ์การคัดเลือกปกติจะตกอยู่ที่หนึ่งเฟรมต่อช่วงระยะเวลาเนื้อเรื่องโดยประมาณ 1.5 นาที ทั้งนี้ระบบกำหนดให้การคัดเลือกมีค่า N เริ่มต้นที่จำนวน 30 เฟรมต่อหนึ่งวิดีโอ เพราะวิดีโอ หนึ่งนาถาจรโดยทั่วไปจะมีจำนวนของซีนไม่มาก และแต่ละซีนจะมีช่วงระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่ 3 ถึง 5 นาที ความยาวเนื้อเรื่องโดยรวมทั้งหมดจะอยู่ที่ 30 ถึง 45 นาทีสำหรับวิดีโอที่ มีลักษณะเป็นภาพยนตร์ ซึ่งหากเป็นวิดีโอที่ลักษณะคลิป (Clip) จะมีระยะเวลาเนื้อเรื่องน้อยกว่า นี้ และอัตราการเลือกเฟรมหรือค่า N ของระบบจะคำนวณแปรผกผันลดลง ลักษณะการคัดเลือกเฟรมขั้นตอนแรกนี้แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.3

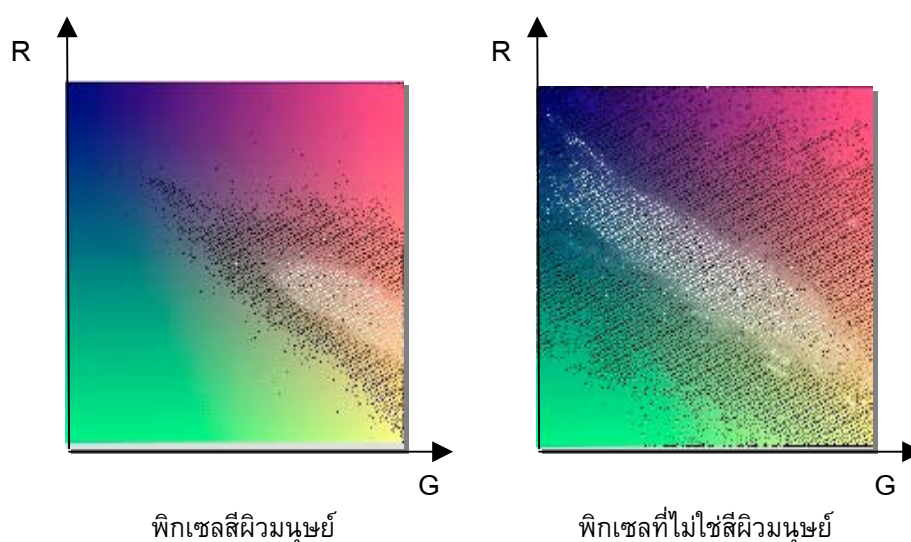


ภาพประกอบที่ 3.3 การคัดเลือกเฟรมวิดีโอส่วนที่ 1

จุดประสงค์ขั้นตอนนี้ต้องการลดทอนข้อมูลที่คล้ายคลึงกันออกไป กล่าวคือ หากพิจารณาเฟรมวิดีโอที่มีลำดับติดกันในช่วงระยะเวลานั้นๆ (ประมาณ 2 ถึง 5 วินาที) ภาพที่ปรากฏภายในเฟรมวิดีโอจะมีความคล้ายคลึงกันมาก จึงไม่ควรนำเข้าข้อมูลที่ใกล้เคียงกันเข้ามาประมวลผลทั้งหมด ดังนั้นอัตราการเลือกเฟรมที่ใช้จะมีผลโดยตรงต่อการวิเคราะห์ เพราะหากอัตราการเลือกเฟรมนั้นสูง (ค่า N มาก) จำนวนเฟรมที่เข้ามาประมวลผลจะมีจำนวนมาก และข้อมูลที่ได้อีกก็จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทำให้ต้องสูญเสียเวลาประมวลผลมากโดยเปล่าประโยชน์ แต่หากคัดเลือกเฟรมด้วยอัตราการเลือกต่ำ (ค่า N น้อย) จำนวนเฟรมที่เข้าประมวลผลก็จะน้อยตามไปด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาว่าเฟรมที่เลือกเข้ามานั้น ไม่สามารถเป็นตัวแทนข้อมูลที่ครอบคลุมวิดีโอทั้งหมด เพราะอาจมีบางช่วงของเนื้อเรื่องภายในวิดีโอที่ไม่มีตัวแทนข้อมูลส่วนนั้นมาทำการวิเคราะห์

ภายหลังที่ได้ตัวแทนเฟรมวิดีโอแล้ว ตัวแทนเหล่านั้นจะถูกคัดกรองอีกครั้งด้วยเทคนิค Normalized R/G เพื่อตรวจสอบหาความน่าจะเป็น (Probability) ที่เฟรมวิดีโอที่นั้นจะเป็นเฟรมอนาจาร โดยอยู่บนข้อสันนิษฐานที่ว่าหากเฟรมวิดีโอเป็นเฟรมอนาจารย่อมต้องปรากฏค่าสีผิวมนุษย์อยู่จำนวนมาก ซึ่งเทคนิค Normalized R/G จะเป็นการตรวจสอบเฟรม วิดิทัศน์อย่างคร่าวๆ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มจำนวนค่าสีผิวมนุษย์และข้อมูลที่ได้จะช่วยให้การจัดกลุ่มข้อมูลเฟรมวิดีโอสำหรับการกำหนดช่วงขึ้นอนาจารต่อไป

เทคนิค Normalized R/G เป็นโมเดลที่ช่วยลดการประมวลผลและการคำนวณที่ซับซ้อน โดยเปลี่ยนจากโมเดลสีสามมิติเป็นสองมิติทำให้การใช้งานโมเดลมีความง่าย แต่ยังคงครอบคลุมการตรวจจับสีผิวมนุษย์ทั้งผิวขาว ผิวเหลือง และผิวดำ ปกติเทคนิคนี้นิยมใช้ในการตรวจสอบข้อมูลที่ระดับพิกเซล ซึ่งขอบเขตพิกเซลสีผิวมนุษย์และไม่ใช้สีผิวมนุษย์ด้วยเทคนิค Normalized R/G แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.4



ภาพประกอบที่ 3.4 ขอบเขตพิกเซลสีผิวมนุษย์ด้วยเทคนิค Normalized R/G

โครงการวิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคนิค Normalized R/G กับการพิจารณาข้อมูลระดับเฟรม เป็นวิธีการเปรียบเทียบอัตราส่วนของค่า R (สีแดง) และค่า G (สีเขียว) โดยรวมของแต่ละเฟรม วิดิทัศน์ เพื่อพิจารณาอัตราส่วนที่ได้ว่าเฟรมที่ตรวจสอบดังกล่าว นั้น อยู่ในขอบเขตของสีผิวมนุษย์หรือไม่ โดยที่

$$\text{Lower}_{\text{limit}} < R/G < \text{Upper}_{\text{limit}}$$

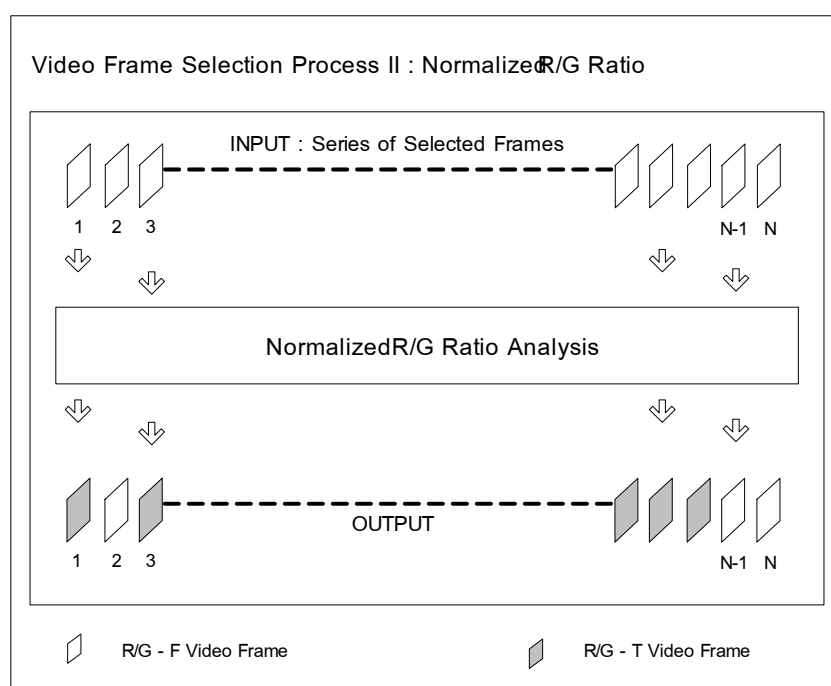
เมื่อ

$\text{Lower}_{\text{limit}}$ คือ ค่าต่ำสุดของขอบเขตที่เป็นสีผิวของมนุษย์

$\text{Upper}_{\text{limit}}$ คือ ค่าสูงสุดของขอบเขตที่เป็นสีผิวของมนุษย์

ถ้าหากค่า R/G ของเฟรมวิดีโอที่คำนวณได้อยู่ในช่วง $Lower_{limit}$ และ $Upper_{limit}$ จะถือว่าเฟรมดังกล่าวเป็นเฟรมที่มีแนวโน้มความอนาจาร (กำหนดเป็นเฟรม R/G - T) ซึ่งจะถูกลดเลือกเพื่อจัดกลุ่มต่อไป แต่หากค่า R/G ของเฟรมวิดีโอยู่นอกเหนือช่วง $Lower_{limit}$ และ $Upper_{limit}$ ที่ระบุแล้ว เฟรมดังกล่าวจะถูกกำหนดเป็นเฟรมที่ไม่มีแนวโน้มความอนาจาร (กำหนดเป็นเฟรม R/G - F)

โครงการวิจัยได้กำหนดค่ามาตรฐานของ $Lower_{limit}$ เท่ากับ 1.04 และค่า $Upper_{limit}$ เท่ากับ 1.86 ซึ่งค่าทั้งสองนี้ได้จากการเก็บสถิติและเรียนรู้ข้อมูลจากเฟรมวิดีโอทั้งชนิดทั่วไปและอนาจารจำนวน 400 ภาพ นอกจากนั้นในขั้นตอนนี้อาจพบว่าเฟรมวิดีโอทั้งหมด (จำนวน N) จากขั้นตอนการคัดเลือกครั้งแรก มีค่า R/G อยู่ในขอบเขตทุกเฟรม วิดีโอที่นำเข้ามาตรวจสอบจะถือว่าเป็นวิดีโออนาจารและระบบจะสิ้นสุดการตรวจสอบทันที ขั้นตอนการคัดเลือกเฟรมวิดีโอด้วยเทคนิค Normalized R/G แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.5

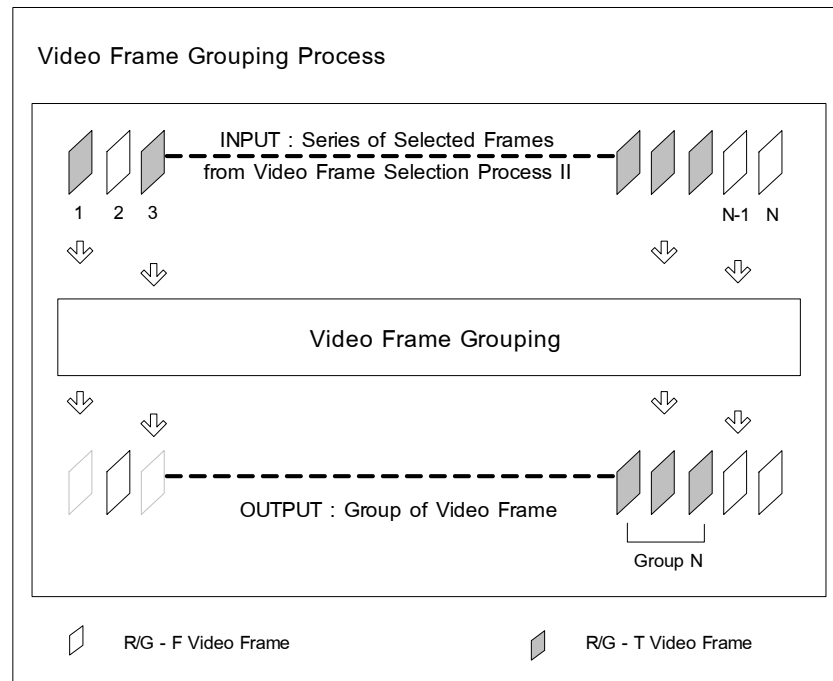


ภาพประกอบที่ 3.5 การคัดเลือกเฟรมวิดีโอด้วยเทคนิค Normalized R/G

3.3.2 การจัดกลุ่มชุดข้อมูลเฟรมวิดีโอ

ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการคัดเลือกเฟรมวิดีโอด้วยเทคนิค Normalized R/G จะเป็นข้อมูลที่ระบุว่าเฟรมไหนบ้างที่มีแนวโน้มเป็นเฟรมอนาจาร แต่ทั้งนี้ข้อมูลบางส่วนยังถือว่าเป็นข้อมูลที่ไม่มีความหมาย และไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ณ เวลาหนึ่งๆ ภายในวิดีโอ จึงจำเป็นต้องมีการกรองและจัดกลุ่มชุดข้อมูลอีกครั้ง เพื่อให้ได้กลุ่มข้อมูลสำหรับการตรวจสอบโดยละเอียดในขั้นตอนลำดับถัดไป

ขั้นตอนแรกของการจัดกลุ่มชุดข้อมูลนี้ จะทำการพิจารณาเฉพาะเฟรมวิดีโอที่มีแนวโน้มความอนาจาร (R/G - T) ซึ่งหากเฟรมที่กำลังพิจารณาอยู่นั้น ไม่มีเฟรมในเวลาก่อนหน้าหรือในเวลาที่ถัดไปเป็นเฟรมวิดีโอที่มีแนวโน้มความอนาจาร (R/G - T) รวมติดกันแล้วอย่างน้อย 3 เฟรม เฟรมดังกล่าวจะถูกกรองแยกออกจากการจัดกลุ่มชุดข้อมูล ส่วนเฟรม (R/G - T) ใดที่อยู่ติดกันและมีจำนวนมากกว่า 3 เฟรม จะถูกรวมเป็นกลุ่มชุดข้อมูลไว้รอการประมวลผล ตัวอย่างการจัดกลุ่มชุดข้อมูลเฟรมวิดีโอ แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.6



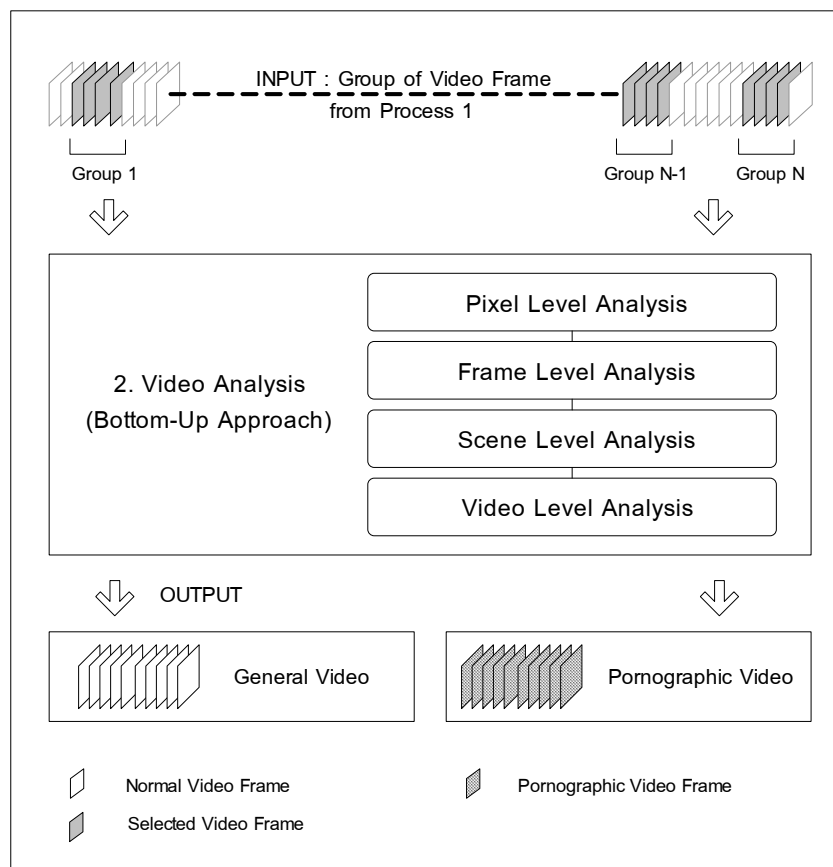
ภาพประกอบที่ 3.6 ขั้นตอนการจัดกลุ่มชุดข้อมูลเฟรมวิดีโอ

จากตัวอย่างภาพประกอบที่ 3.6 จะเห็นว่าเฟรมที่ 1 และ 3 แม้ว่าจะถูกคัดเลือกให้เป็นเฟรมที่มีแนวโน้มความอนาจาร แต่เมื่อผ่านกระบวนการจัดกลุ่มแล้วจะถูกคัดกรองออกไป ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเฟรมโดดเดี่ยวไม่มีเฟรมลำดับติดกันที่มีแนวโน้มของความอนาจารอยู่ด้วย ซึ่งหลักการพิจารณาจัดกลุ่มชุดข้อมูลแบบนี้ตั้งอยู่บนหลักฐานที่ว่า โดยปกติแล้ววิดีโออนาจารจะมุ่งเน้นการนำเสนอภาพกิจกรรมทางเพศ จะมีเฟรมอนาจารอยู่ติดกันในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ อาจจะติดกันในระยะเวลาที่นานหรือน้อยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทและเทคนิคการถ่ายทำวิดีโออนาจารนั้นๆ อีกทั้งการกรองข้อมูลแบบนี้จะช่วยลดความผิดพลาดของขั้นตอนจากการคัดเลือกเฟรมได้ เพราะบางครั้งในวิดีโอทั่วไปอาจมีบางเฟรมในบางช่วงเวลามีความคล้ายคลึงกับลักษณะของเฟรมอนาจารก็เป็นได้ กระบวนการจัดกลุ่มชุดข้อมูลเฟรมวิดีโอเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเตรียมความพร้อมข้อมูล ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะเป็นกลุ่มของชุดข้อมูลที่มีแนวโน้มความน่าจะเป็นอนาจาร เนื่องจากประกอบด้วยเฟรมลำดับติดกันจำนวนหนึ่งที่มีแนวโน้มของความอนาจารอยู่ด้วยกัน เพื่อพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ขั้นตอนถัดไป

3.4 การวิเคราะห์วิดีโอ

กระบวนการวิเคราะห์วิดีโอเป็นขั้นตอนหลักส่วนที่ 2 ของกระบวนการจำแนกวิดีโออัตโนมัติ และขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนหัวใจสำคัญของการพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมนั้นเข้าข่ายอนาจารหรือไม่ ด้วยแนวทางการประมวลผลรูปแบบจากล่างขึ้นบน (Bottom-Up Approach) เพื่อพิจารณาข้อมูลในระดับส่วนย่อยสุดของวิดีโอ แล้วจึงสรุปผลเพื่อขยายการพิจารณาสู่ระดับที่สูงขึ้น จนกระทั่งถึงระดับบนสุดจึงหยุดการตรวจสอบเพื่อสรุปผลลัพธ์

ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยประมวลผลย่อย 4 ระดับ คือ การวิเคราะห์ระดับพิกเซล (Pixel Level Analysis) การวิเคราะห์ระดับเฟรม (Frame Level Analysis) การวิเคราะห์ระดับซีน (Scene Level Analysis) และการวิเคราะห์ระดับวิดีโอ (Video Level Analysis) ซึ่งแต่ละระดับมีเทคนิคการตรวจสอบและพิจารณาสรุปผลที่แตกต่างกัน ภาพรวมขั้นตอนการวิเคราะห์วิดีโอแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.7



ภาพประกอบที่ 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์วิดีโอ

3.4.1 การวิเคราะห์ระดับพิกเซล

การวิเคราะห์ระดับพิกเซลเป็นการพิจารณาชั้นข้อมูลที่เล็กที่สุดของการประมวลผลภาพจุดประสงค์ขั้นตอนนี้เพื่อตรวจหาพิกเซลที่เป็นสีผิวมนุษย์ ซึ่งการประมวลผลจะนำเข้าข้อมูลซึ่งเป็นกลุ่มชุดข้อมูลที่ได้รับการคัดเลือกจากกระบวนการที่ผ่านมา โดยที่แต่ละกลุ่มชุดข้อมูลจะมีเฟรมวิดีโอเป็นส่วนประกอบ ระบบจะทำการประมวลผลโดยเรียงลำดับตั้งแต่เฟรมแรกของกลุ่มจนถึงเฟรมสุดท้าย ซึ่งในแต่ละเฟรมจะทำการค้นหาพิกเซลที่เป็นสีผิวมนุษย์ โครงการวิจัยใช้วิธีการแบ่งแยกพิกเซลภายในเฟรมโดยการจัดกลุ่มสีผิวมนุษย์ (Human Skin Color Clustering) ด้วยโมเดลสี YUV (YCrCb) และพิจารณาเฉพาะค่า Chromaticity ของ Cr และ Cb เนื่องจากการวิเคราะห์นี้เป็นการพิจารณาพิกเซลสีผิวมนุษย์อย่างละเอียด และยังให้ผลดีในกรณีที่สภาวะแสงมีความหลากหลายหรือเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง ซึ่งวิดีโอส่วนใหญ่มักจะประสบปัญหาลักษณะนี้

การวิเคราะห์จะทำการตรวจสอบพิกเซลว่ามีค่าสีอยู่ในพื้นที่วงรีหรือไม่ ถ้าค่าอยู่ในขอบเขตพื้นที่วงรีจะพิจารณาว่าพิกเซลนั้นเป็นพิกเซลสีผิวมนุษย์ การคำนวณหาพิกเซลเพื่อระบุว่าเป็นสีผิวมนุษย์หรือไม่ แสดงดังสมการที่ 1

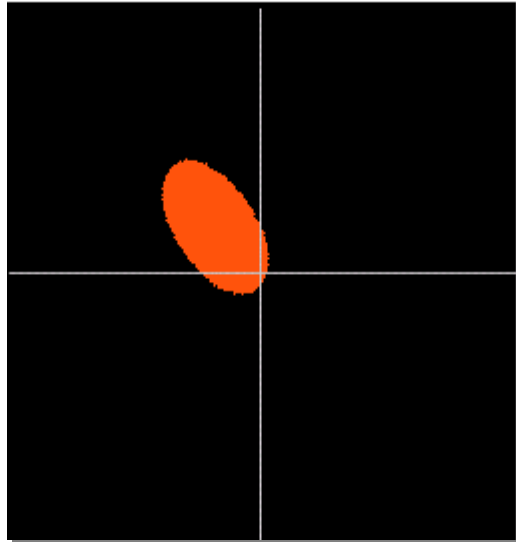
$$\frac{(x - e_{c_x})^2}{a^2} + \frac{(y - e_{c_y})^2}{b^2} \leq 1$$
$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_b - c_x \\ C_r - c_y \end{bmatrix} \quad (1)$$

เมื่อ

C_x	=	109.38
C_y	=	152.02
θ	=	2.53 \text{ radian}
e_{c_x}	=	1.6
e_{c_y}	=	2.41
a	=	25.39
b	=	14.03

จากสมการที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต่างๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อการตรวจจับสีผิว กล่าวคือ หากมีการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อเพิ่มพื้นที่ของวงรีตรวจหาสีผิว ผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถจำแนกพิกเซลเป็นสีผิวได้มากขึ้น แต่พิกเซลที่ไม่ใช่สีผิวก็จะกลายเป็นสีผิวมากขึ้นตามไปด้วย ทำนองกลับกันหากปรับพื้นที่วงรีลดลง การตรวจหาสีผิวก็จะได้จำนวนพิกเซลสี

คำนวณหา บริเวณพื้นที่วงรีสีผิวมนุษย์ (วงรีสีแดง) ของสมการที่ 1 เมื่อแทน x แทน Cr และแทน y แทน Cb แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.8



ภาพประกอบที่ 3.8 บริเวณพื้นที่วงรีสีผิวมนุษย์

อัลกอริทึมการตรวจหาสีผิวมนุษย์

1. ดำเนินการตรวจสอบทุกๆ พิกเซลของแต่ละเฟรมในกลุ่มชุดข้อมูลตัวแทน โดยขั้นแรก แปลงพิกเซลจากโมเดลสี RGB เป็น YCrCb ดังนี้

$$\begin{aligned} r_n &= R / 255.0 \\ g_n &= G / 255.0 \\ b_n &= B / 255.0 \\ Cr &= 112.000 * r_n - 93.7860 * g_n - 18.214 * b_n + 128.0 \\ Cb &= -37.797 * r_n - 74.2030 * g_n + 112.00 * b_n + 128.0 \end{aligned}$$

2. จากนั้นทุกๆ พิกเซลของเฟรมที่พิจารณา คำนวณ x และ y ตามสมการที่ (1) ดังนี้

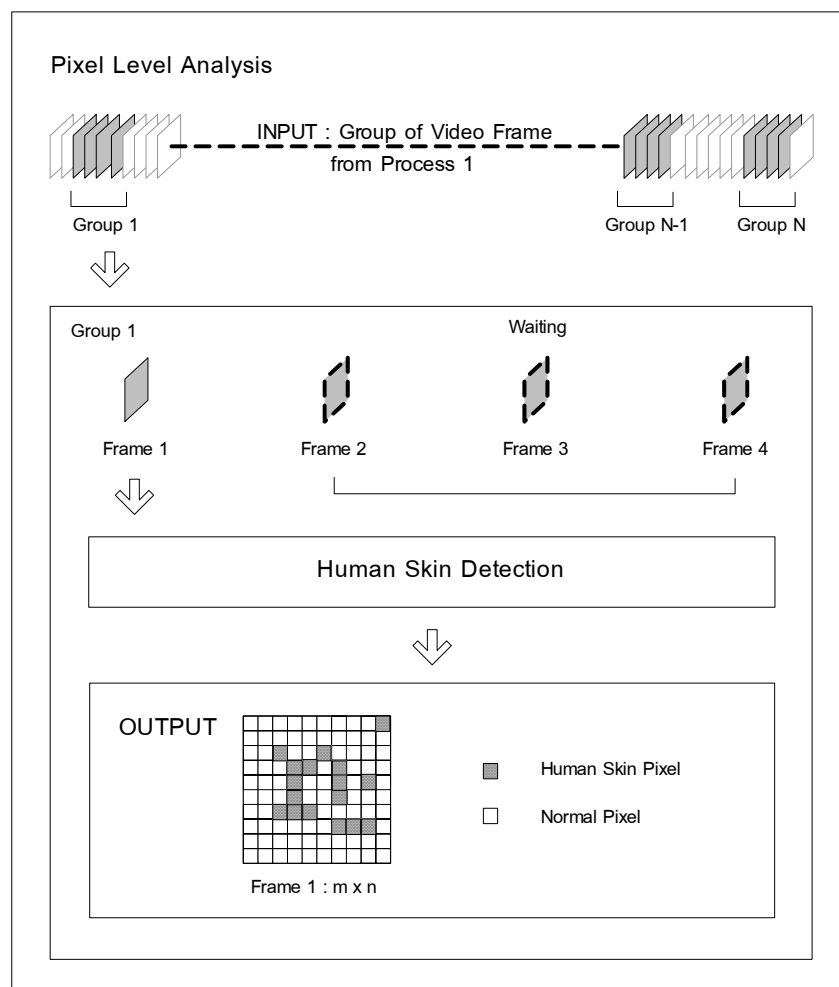
$$\begin{aligned} x &= \cos(\theta) * (Cb - C_{x_0}) + \sin(\theta) * (Cr - C_{y_0}) \\ y &= -\sin(\theta) * (Cb - C_{x_0}) + \cos(\theta) * (Cr - C_{y_0}) \end{aligned}$$

3. จากนั้นคำนวณผลรวม

$$\text{ค่าสีพิกเซล} = \frac{(x - e_{c_x})^2}{a^2} + \frac{(y - e_{c_y})^2}{b^2}$$

4. กรณีที่ผลรวมของค่าสีพิกเซลมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 จะถือว่าพิกเซลที่พิจารณานั้นเป็นพิกเซลสีผิวมนุษย์

ผลลัพธ์สุดท้ายจากขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับพิกเซล จะได้ว่าภายในเฟรมวิดีโอที่ผ่านการประมวลผลแล้วมีพิกเซล ณ ตำแหน่งใดบ้างที่เป็นสีผิวของมนุษย์ ลำดับขั้นตอนการประมวลผลของขั้นตอนนี้แสดงดังภาพประกอบที่ 3.9



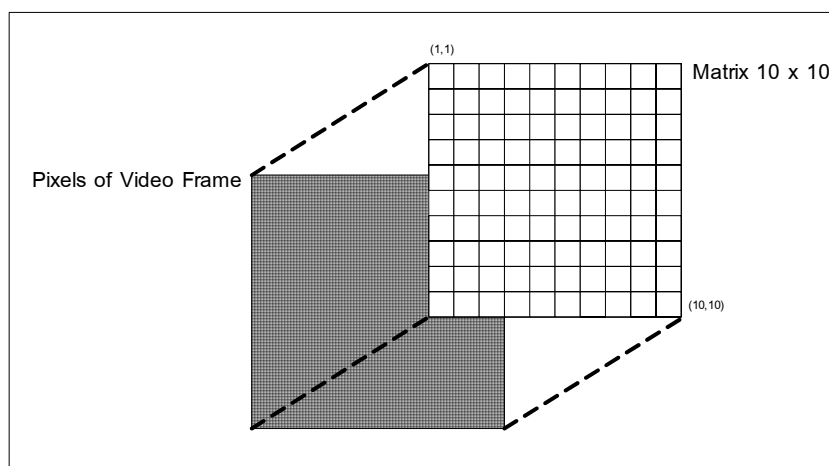
ภาพประกอบที่ 3.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ในระดับพิกเซล

จากตัวอย่างภาพประกอบที่ 3.9 ระบบได้ทำการตรวจสอบพิกเซลจากเฟรมวิดีโอที่อยู่ในกลุ่มชุดข้อมูลที่ 1 เฟรมที่ 1 และได้ผลลัพธ์เป็นตำแหน่งพิกเซลสีผิวมนุษย์ภายในเฟรม

3.4.2 การวิเคราะห์ระดับเฟรม

ภายหลังที่ทุกเฟรมภายในกลุ่มชุดข้อมูล ผ่านการระบุพิกเซลใดบ้างที่เป็นพิกเซลสีผิวมนุษย์แล้ว กระบวนการถัดมานี้จะนำผลที่ได้จากแต่ละพิกเซล มาสรุปผลรวมเพื่อช่วยวิเคราะห์ในระดับมุมมองที่ใหญ่ขึ้น คือ ระดับเฟรมวิดีโอ โดยที่วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้ต้องการพิจารณาว่าลักษณะข้อมูลวัตถุที่ปรากฏภายในแต่ละเฟรมนั้น มีความน่าจะเป็นอนาจารหรือไม่ โครงการวิจัยตั้งข้อสันนิษฐานที่ว่า ร่างกายเปลือยเปล่าของมนุษย์ในวิดีโออนาจารจะเปรียบได้กับวัตถุสีผิวมนุษย์ที่ได้จากการตรวจสอบพิกเซล ซึ่งระบบใช้เกณฑ์การพิจารณาข้อมูลร่วม 3 ส่วนด้วยกัน คือ ตำแหน่งของวัตถุ ขนาดพื้นที่ของวัตถุ และจำนวนกลุ่มของวัตถุ การวิเคราะห์ระดับเฟรมมีหลักการออกแบบและดำเนินการดังนี้

เนื่องจากจำนวนพิกเซลในแต่ละเฟรมวิดีโอจะมีอยู่เป็นจำนวนมาก ยกตัวอย่างเช่นกรณีที่เฟรมวิดีโอมีความละเอียดเท่ากับ 350×240 พิกเซล จะมีจำนวนพิกเซลรวมแล้วทั้งสิ้น 84,000 พิกเซลต่อหนึ่งเฟรม ซึ่งหากจำเป็นต้องประมวลผลในระดับพิกเซลแล้วไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคนิคคำนวณพื้นที่วัตถุ การกำหนดขอบเขตวัตถุ ย่อมต้องใช้เวลามากเพราะเป็นการพิจารณาณั้ระดับย่อยและต้องตรวจสอบครบทุกพิกเซล



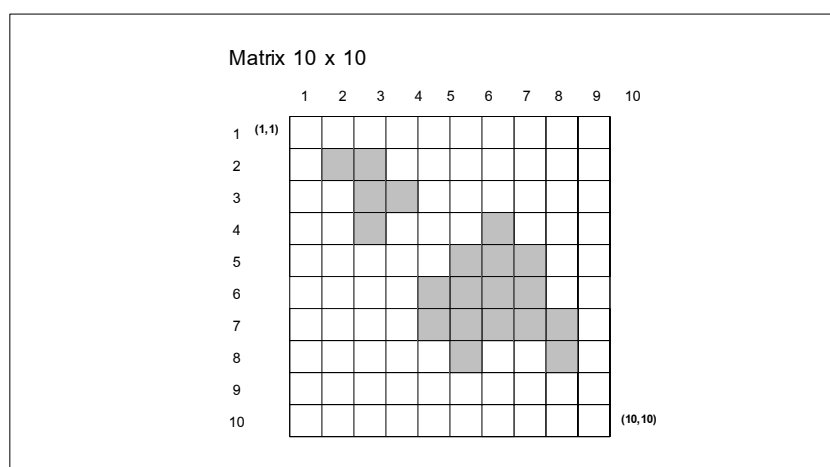
ภาพประกอบที่ 3.10 การใช้เมทริกซ์กำหนดกลุ่มพิกเซล

ดังนั้นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์เฟรม ระบบจะทำการแบ่งกลุ่มพิกเซลภายในเฟรมออกเป็น 100 ช่อง ด้วยเมทริกซ์ขนาด 10×10 และแต่ละช่องของเมทริกซ์จะเป็นตัวแทนชุดข้อมูลของกลุ่มพิกเซลที่อยู่ในพื้นที่เมทริกซ์ช่องนั้นๆ เพื่อช่วยลดปริมาณข้อมูลแทนการประมวลผลระดับพิกเซล เพราะฉะนั้นหากเฟรมวิดีโอมีความละเอียดเท่ากับ 350×240 พิกเซล เมื่อแบ่งด้วยเมทริกซ์แล้วแต่ละช่องจะมีขนาดเท่ากับ 35×24 พิกเซล

ระบบได้กำหนดเกณฑ์พิจารณาช่องซึ่งเป็นตัวแทนทั้ง 100 ช่อง ด้วยผลจากการพิจารณาระดับพิกเซลว่า หากช่องใดมีจำนวนพิกเซลสีผิวมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ M ช่องนั้นจะเป็นกลุ่มตัวแทนที่มีความอนาจาร หากช่องใดไม่เข้าเกณฑ์จะถือว่าเป็นบริเวณกลุ่มพิกเซลของ

ตำแหน่งเมทริกซ์ช่องนั้นไม่อนาจาร และระบบจะทำการคำนวณจนครบทั้ง 100 ช่อง ภาพแสดงการใช้เมทริกซ์กำหนดกลุ่มฟิกเชลของเฟรมวิดีโอที่แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.10

ค่า M โดยปกติ ระบบจะใช้ค่ามาตรฐานที่ร้อยละ 30 เนื่องจากเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของจำนวนฟิกเชลสีผิวในแต่ละช่อง ซึ่งได้จากการทดสอบเบื้องต้นกับจำนวนกลุ่มภาพอนาจารจำนวน 200 ภาพ สำหรับขนาดเมทริกซ์นั้นระบบได้ทำการทดสอบที่ขนาดต่างๆ กัน แต่ขนาดที่ได้ผลดีทั้งแง่เวลาและการจัดการ คือ เมทริกซ์ขนาด 10×10 ซึ่งภายหลังการคำนวณในแต่ละช่องเมทริกซ์ด้วยหลักเกณฑ์ข้างต้นแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะระบุช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจารดังตัวอย่างที่แสดงในภาพประกอบที่ 3.11 ข้างล่างนี้

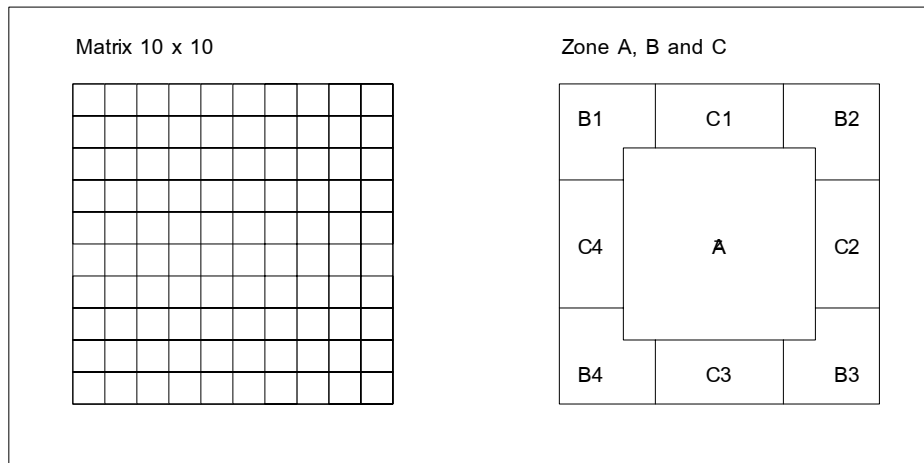


ภาพประกอบที่ 3.11 ผลลัพธ์การระบุช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจาร

จากตัวอย่างภาพประกอบที่ 3.11 จะพบว่าที่พิกัดเมทริกซ์ (2,2), (2,3), (3,3), (3,4), (4,3) และ (4,7), (5,6), (5,7), (5,8), (6,5), (6,6), (6,7), (6,8), (7,5), (7,6), (7,7), (7,8), (7,9), (8,6), (8,9) หรือบริเวณพื้นที่สีเทานั้น แสดงช่องเมทริกซ์ที่เป็นตัวแทนกลุ่มฟิกเชลของเฟรมที่มีความอนาจาร จากนั้นจะนำผลลัพธ์ที่ได้มานำพิจารณาถึงตำแหน่งของวัตถุ ขนาดพื้นที่ของวัตถุ และจำนวนกลุ่มของวัตถุ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตำแหน่งของวัตถุ

การพิจารณาถึงตำแหน่ง “วัตถุ” ในการวิเคราะห์นี้ เปรียบได้กับการพยายามค้นหาตำแหน่งร่างกายมนุษย์ในวิดีโอที่อนาจาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการหาเพียงฟิกเชลสีผิวมนุษย์น่าจะพอเพียงพอต่อการระบุว่าเป็นมนุษย์หรือไม่ แต่ปัญหาที่พบในวิดีโอที่อนาจาร คือ บางครั้งฟิกเชลที่มีค่าเป็นสีผิวมนุษย์แต่ไม่ใช่สีผิวมนุษย์จริงๆ ดังนั้นระบบต้องการพิจารณาความน่าจะเป็นอนาจารเพิ่มเติมด้วยข้อมูลตำแหน่ง และการพิจารณาดำเนินการได้มีการกำหนดพื้นที่ใหม่โดยให้ค่าน้ำหนักของแต่ละตำแหน่งแตกต่างกัน ในที่นี้ได้กำหนดน้ำหนักพื้นที่ซึ่งอ้างอิงกับช่อง เมทริกซ์ออกเป็น 3 โซน คือ โซน A , B และ C แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.12



ภาพประกอบที่ 3.12 โซนการกำหนดค่าน้ำหนักของพื้นที่เมทริกซ์

จากภาพประกอบที่ 3.12 จะเห็นว่า ได้กำหนดพื้นที่ A ไว้บริเวณตรงกลางเฟรมวิดีโอ สำหรับพื้นที่ B ซึ่งแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อยอีก 4 ส่วนจัดอยู่ตำแหน่งมุมทั้งสี่ด้าน ส่วนพื้นที่ C นั้น แยกออกเป็น 4 ส่วนเช่นกัน แต่เป็นด้านข้างสี่ทิศต่อออกจากพื้นที่ของ A การกำหนดพื้นที่เหล่านี้โครงการวิจัยได้จากการเก็บค่าสถิติกลุ่มภาพเฟรมอนาจารที่ใช้ในการเรียนรู้จำนวน 200 ภาพ พบว่าเฟรมอนาจารโดยส่วนใหญ่จะมีภาพมนุษย์อยู่บริเวณกึ่งกลางของภาพ และอาจมีอวัยวะร่างกายต่อเนื่องจนถึงด้านข้างบ้าง ส่วนบริเวณมุมภาพนั้นมักจะไม่ค่อยปรากฏอวัยวะหรือร่างกายมนุษย์ ทั้งนี้เพราะวิดีโออนาจารมักให้ความสำคัญของกิจกรรมและมักถ่ายทำให้สามารถมองเห็นได้ชัดในตำแหน่งตรงกลาง การกำหนดค่าน้ำหนักของพื้นที่แต่ละโซนและค่าน้ำหนักแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การกำหนดค่าน้ำหนักของบริเวณพื้นที่โซนในเมทริกซ์

บริเวณพื้นที่โซน	จำนวนช่องเมทริกซ์	ค่าน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ
A	36	60
B (B1+B2+B3+B4)	$8 \times 4 = 32$	15
C (C1+C2+C3+C4)	$8 \times 4 = 32$	25
รวม	100	100

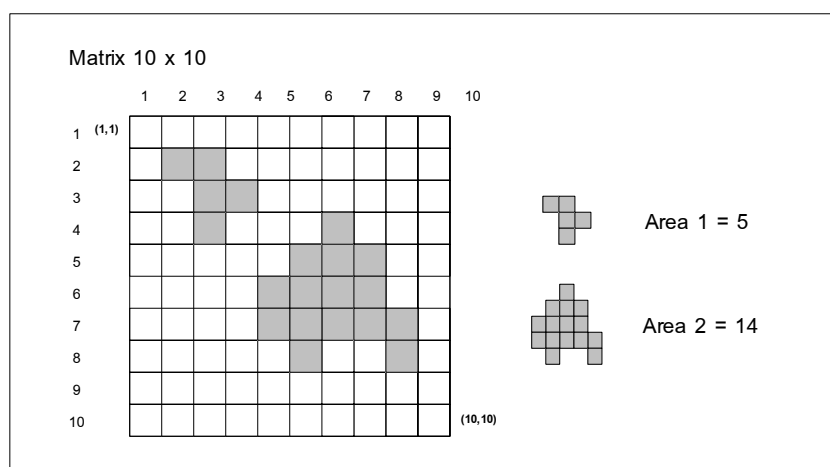
ภายหลังกำหนดพื้นที่โซนในเมทริกซ์แล้ว ระบบจะพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการระบุช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจาร โดยตรวจสอบว่าช่องเมทริกซ์อนาจารที่มี อยู่ในบริเวณพื้นที่โซนใดบ้าง จากนั้นจะคำนวณค่าผลรวมช่องเมทริกซ์อนาจารในแต่ละโซน เพื่อสรุปค่าน้ำหนักผลรวมจากพื้นที่ทั้ง A, B และ C ในรูปแบบของร้อยละ

2. ขนาดพื้นที่ของวัตถุ

การคำนวณหาขนาดพื้นที่ของวัตถุ ใช้ผลลัพธ์จากขั้นตอนการระบุช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจารเช่นเดียวกับการคำนวณตำแหน่งวัตถุ จุดประสงค์ขั้นตอนนี้เพื่อเป็นการวิเคราะห์ว่าวัตถุที่ปรากฏมีขนาดใหญ่เหมือนร่างกายมนุษย์หรือไม่ เพราะหากเป็นวัตถุที่เล็กเกินไป จะพบช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจารเช่นกัน แต่จะมีขนาดพื้นที่ที่เล็กกว่า ซึ่งการคำนวณพื้นที่ของวัตถุนี้ หาได้จากผลรวมของช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจาร

3. จำนวนกลุ่มของวัตถุ

การคำนวณจำนวนกลุ่มของวัตถุเป็นการค้นหาว่า จากผลลัพธ์การระบุช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจารนั้น หากนับจำนวนกลุ่มแล้วจะมีกลุ่มรวมกันทั้งหมดกี่กลุ่ม คำนวณได้จากการหาพื้นที่เชื่อมโยงต่อเนื่องระหว่างช่องเมทริกซ์อนาจารด้วยเทคนิคการเชื่อมโยงแบบ 4 ทิศ (4 Connected Component) จุดประสงค์ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาจำนวนกลุ่มวัตถุว่ามีมากหรือน้อยอย่างไร เพราะหากเป็นวัตถุที่อนาจารแล้ว จะพบจำนวนกลุ่มไม่มากนักเปรียบเสมือนมีมนุษย์อยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งจากตัวอย่างข้อมูลในการเรียนรู้ของวัตถุที่อนาจารจะมีมนุษย์ปรากฏโดยเฉลี่ย 2 ถึง 3 คน ตัวอย่างการคำนวณขนาดพื้นที่ของวัตถุ และจำนวนกลุ่มวัตถุแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.13



ภาพประกอบที่ 3.13 ตัวอย่างการคำนวณขนาดพื้นที่ของวัตถุและจำนวนกลุ่มวัตถุ

จากภาพประกอบที่ 3.13 ฟังก์ชันแสดงช่องเมทริกซ์ที่เป็นตัวแทนกลุ่มพิกเซลของเฟรมที่มีความอนาจาร ซึ่งจะเห็นว่าหากมีการใช้เทคนิคเชื่อมโยงแบบสี่ทิศแล้ว จะได้พื้นที่วัตถุจำนวน 2 กลุ่มด้วยกัน โดยกลุ่มแรกและกลุ่มที่สองมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 5 และ 14 ช่องเมทริกซ์ตามลำดับ

เมื่อแต่ละเฟรมวิดิทัศน์ของแต่ละกลุ่มชุดข้อมูลที่ได้จากการคัดเลือก ผ่านการประมวลผลเพื่อคำนวณค่าตำแหน่งของวัตถุ ขนาดพื้นที่ของวัตถุ และจำนวนกลุ่มของวัตถุแล้ว ระบบจะทำการตัดสินใจโดยใช้กฎเงื่อนไข (IF THEN Rules) เพื่อวิเคราะห์ผลสรุปรวมจากปัจจัยดังกล่าวทั้งหมด โดยขั้นตอนแรกจะแบ่งกรณีที่สามารถเป็นไปได้ของปัจจัยทั้งสาม แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กรณีต่างๆ ของการพิจารณาปัจจัยค่าตำแหน่งของวัตถุ ขนาดพื้นที่ของวัตถุ และจำนวนกลุ่มของวัตถุ

ปัจจัย (ค่าที่พิจารณา)	กรณีเงื่อนไข	ค่าของกรณี (ที่ระบบตั้งเป็นค่าเบื้องต้น)
1. ตำแหน่งของวัตถุ (ผลรวมค่าน้ำหนักซึ่งคิดเป็นร้อยละ)	1. สูง	ร้อยละ 70 – 100
	2. ปานกลาง	ร้อยละ 30 – 69
	3. ต่ำ	ร้อยละ 0 – 29
2. ขนาดพื้นที่ของวัตถุ	1. มาก	มากกว่า 40 ช่องเมทริกซ์
	2. น้อย	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 ช่องเมทริกซ์
3. จำนวนกลุ่มของวัตถุ	1. มาก	มากกว่า 3 กลุ่ม
	2. น้อย	1-3 กลุ่ม
	3. ไม่มีกลุ่ม	ไม่มีกลุ่ม

ภายหลังที่สามารถสรุปค่าปัจจัยของแต่ละเฟรมวิดิทัศน์ได้ว่ากรณีของปัจจัยทั้งสามอยู่ในเงื่อนไขใด ระบบจะตรวจสอบผลที่ได้กับกฎเงื่อนไขของระบบเพื่อเป็นการสรุปผล จากตารางที่ 3.2 หากพิจารณาแล้วจะพบว่ากรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะมีทั้งสิ้น 18 กรณี (3 กรณีตำแหน่งของวัตถุ x 2 กรณีขนาดพื้นที่ของวัตถุ x 3 กรณีจำนวนกลุ่มของวัตถุ) แต่ทั้งนี้ระบบได้คัดเลือกกฎเงื่อนไขให้เหลือเพียง 5 กฎ ที่หากเฟรมวิดิทัศน์ใดมีปัจจัยทั้งสามเข้าตรงตามเงื่อนไขนี้ จะถือว่าเฟรมวิดิทัศน์นั้นเป็นเฟรมวิดิทัศน์อนาจาร (กำหนดใช้สัญลักษณ์ PF – T) และหากอยู่นอกเหนือจากกฎดังกล่าวเฟรมวิดิทัศน์นั้นจะสรุปว่าไม่เป็นเฟรมวิดิทัศน์อนาจาร (กำหนดใช้สัญลักษณ์ PF – F)

การสร้างกฎเงื่อนไขทั้ง 5 กฎของระบบนั้น ได้จากการตรวจสอบเฟรมวิดิทัศน์อนาจารแล้วพิจารณาค่าสถิติโดยรวมว่าส่วนใหญ่แล้วเฟรมวิดิทัศน์อนาจารจะอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่มีค่าของปัจจัยทั้งสามเป็นแบบใด กฎเงื่อนไขทั้ง 5 กฎของระบบแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 กฎเงื่อนไขการสรุปเฟรมวิดิทัศน์อนาจาร

กฎที่	กรณีเงื่อนไข		
	ตำแหน่งของวัตถุ	ขนาดพื้นที่ของวัตถุ	จำนวนกลุ่มของวัตถุ
1	สูง	มาก	มาก
2	สูง	มาก	น้อย
3	ปานกลาง	มาก	มาก
4	ปานกลาง	มาก	น้อย
5	ต่ำ	มาก	น้อย

จากขั้นตอนทั้งหมดของการวิเคราะห์ระดับเฟรมที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เป็นการวิเคราะห์เฟรมวิดิทัศน์เพียงแค่หนึ่งเฟรมเท่านั้น ดังนั้นก่อนเสร็จสิ้นกระบวนการนี้ระบบจะทำการพิจารณาเฟรมวิดิทัศน์ทั้งหมดที่มีแนวโน้มความอนาจาร (R/G - T) ภายในกลุ่มชุดข้อมูล เพื่อสรุปผลว่าเป็นเฟรมวิดิทัศน์อนาจาร (PF - T) หรือไม่ เมื่อสิ้นสุดการประมวลผลเฟรมในแต่ละกลุ่มชุดข้อมูลแล้ว ระบบจะทำการวนซ้ำขั้นตอนการประมวลผลระดับเฟรมนี้กับกลุ่มชุดข้อมูลที่เหลือจนกระทั่งครบทุกชุดกลุ่มข้อมูล (จากตัวอย่างกำหนดให้เป็น N กลุ่ม)

3.4.3 การวิเคราะห์ระดับซีน

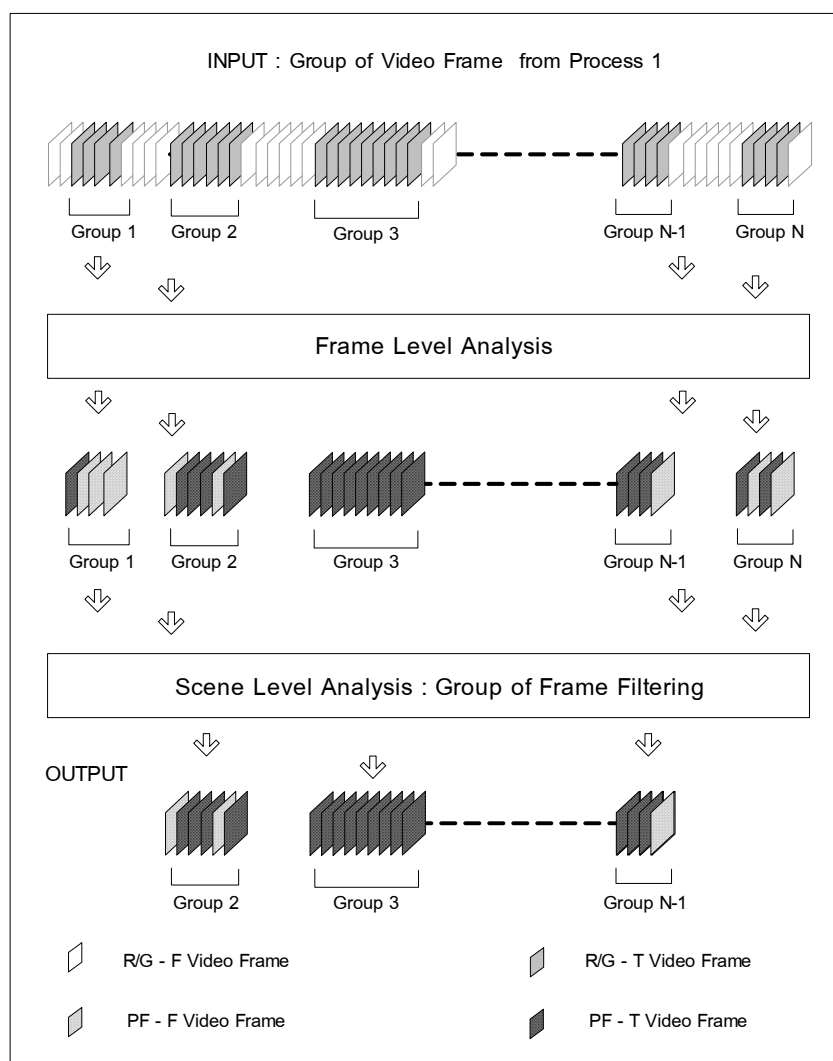
ภายหลังที่ระบุได้ว่าเฟรมวิดิทัศน์ใดบ้างเป็นเฟรมวิดิทัศน์อนาจาร กระบวนการถัดมาจะเป็นการสรุปผลรวมเพื่อวิเคราะห์ในระดับซีนวิดิทัศน์ โดยวัตถุประสงค์ขั้นตอนนี้ต้องการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ (Relation) ระหว่างเฟรมวิดิทัศน์ที่ปรากฏในกลุ่มชุดข้อมูลเดียวกัน ซึ่งโครงการวิจัยถือว่ากลุ่มชุดข้อมูลที่ผ่านมาถึงกระบวนการนี้เปรียบได้กับซีนวิดิทัศน์ แต่เป็นซีนวิดิทัศน์ที่ได้จากการตรวจคำสัมภาษณ์ ซึ่งแตกต่างจากวิธีที่ใช้แยกซีนทั่วไปที่ใช้จุดตัดของซีนเป็นจุดหลักในการแยก

การวิเคราะห์ระดับซีนเป็นกระบวนการที่ตั้งอยู่บนข้อสันนิษฐานที่ว่า วิดิทัศน์อนาจารจะประกอบด้วยร่างกายมนุษย์ที่ปรากฏสีผิวจำนวนมากเคลื่อนไหวหรือกระทำกิจกรรมใดๆ ผ่านช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ (แสดงภาพมนุษย์ผ่านช่วงระยะเวลาของเฟรมวิดิทัศน์ที่มีลำดับติดกัน) ยกตัวอย่างเช่น กลุ่มชุดข้อมูลที่ระบุว่าเป็นเฟรมวิดิทัศน์อนาจารมีจำนวนเฟรมวิดิทัศน์ทั้งสิ้น 5 เฟรม แต่ละเฟรมมีช่วงระยะเวลาห่างกัน 30 วินาที และในวินาทีแรกปรากฏภาพมนุษย์ ย่อมมีความเป็นไปได้สูงมากที่ ณ เวลาที่ 30, 60, 90 และ 120 วินาทีถัดมา (เฟรมที่ติดกันลำดับถัดๆ มา) จะมีภาพมนุษย์นั้นปรากฏอยู่ด้วย เพราะฉะนั้นขั้นตอนนี้จึงต้องการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมวิดิทัศน์เพื่อเป็นการสรุปผลว่าซีนวิดิทัศน์นั้นๆ เป็นซีนอนาจารหรือไม่

ขั้นตอนแรกของกระบวนการวิเคราะห์ระดับซีน จะทำการกรองชุดข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการก่อนหน้านี้อีกครั้ง เพื่อช่วยลดปริมาณข้อมูลและระยะเวลาการประมวลผลเนื่องจากผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ระดับเฟรม (PF - T หรือ PF - F) ในบางกลุ่มชุดข้อมูลได้ผล

ผลลัพธ์ที่ขัดแย้งกับผลที่ได้จากขั้นตอนของการจัดกลุ่ม ($R/G - T$) เพราะฉะนั้นจึงมีหลักการคัดกรองเป็นดังนี้

กลุ่มชุดข้อมูลใดๆ ก็ตาม ที่ได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ระดับเฟรม ($PF - T$, $PF - F$) ขัดแย้งหรือแตกต่างไปจากผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการจัดกลุ่ม ($R/G - T$) เดิม มากกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งจากจำนวนเฟรมวิดีโอที่ตกอยู่ในกลุ่มทั้งหมด กลุ่มชุดข้อมูลนั้นจะถูกคัดแยกออกจาก การวิเคราะห์ระดับซีน และปรับสถานะกลุ่มชุดข้อมูลเป็นกลุ่มชุดข้อมูลปกติที่ไม่มีความน่าสนใจ เหตุความจำเป็นที่ต้องกระทำการปรับสถานะและคัดแยกแบบนี้เนื่องจาก วิธีการจัดกลุ่มชุดข้อมูลด้วยเทคนิค Normalized R/G นั้นเป็นการพิจารณาเพื่อกรองข้อมูลอย่างหยาบในขั้นแรก แตกต่างจากขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับพิกเซลและเฟรมที่เป็นการพิจารณาโดยละเอียด และให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำกว่า ดังนั้นหากเฟรมวิดีโอที่ตกอยู่ในกลุ่มชุดข้อมูลเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วปรากฏว่าไม่ใช่เฟรมวิดีโอที่น่าสนใจ จึงไม่ควรประมวลผลในขั้นตอนถัดไป สรุปขั้นตอนการพิจารณาคัดกรองกลุ่มชุดข้อมูลของกระบวนการนี้แสดงดังภาพประกอบที่ 3.14



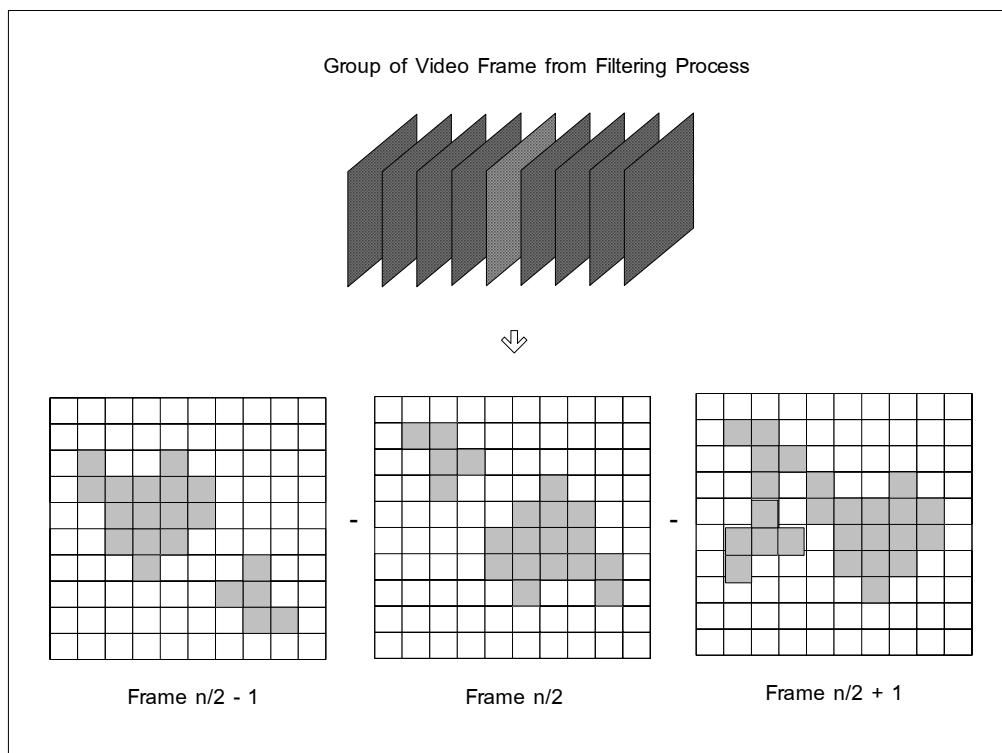
ภาพประกอบที่ 3.14 ขั้นตอนการพิจารณาคัดกรองกลุ่มชุดข้อมูลของการวิเคราะห์ระดับซีน

จากตัวอย่างภาพประกอบที่ 3.14 จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์สุดท้ายจากการคัดกรองกลุ่มชุดข้อมูล จะเหลือเฉพาะกลุ่ม 2, 3 และ N-1 เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากการประมวลผลระดับเฟรมแล้วกลุ่มเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ของการสรุปค่าความอนาจารไม่เกินครึ่งหนึ่งหรือไม่เกินร้อยละ 50 จากเฟรมวิดีโอที่ในกลุ่มทั้งหมด ส่วนกลุ่มอื่นๆ นั้น ถูกคัดแยกออกจากการวิเคราะห์ระดับขึ้น ซึ่งภายหลังเมื่อได้กลุ่มที่ต้องดำเนินการวิเคราะห์ระดับขึ้นแล้ว ระบบจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้กับทุกเฟรมวิดีโอที่ตกอยู่ในกลุ่ม (ไม่ว่าจะเป็นเฟรมวิดีโอที่ PF - T หรือ PF - F) จนกระทั่งครบทุกกลุ่มชุดข้อมูล

การวิเคราะห์ขึ้นจะทำการพิจารณาค่าด้วยกัน 2 ค่า คือ

1. ค่าความแปรปรวนของผลต่างช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจาร ระหว่างเฟรมวิดีโอที่ตกอยู่ในกลุ่มชุดข้อมูลเดียวกัน

การพิจารณาค่าความแปรปรวนผลต่างช่องเมทริกซ์นี้เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ของวัตถุในช่วงเวลาหนึ่ง โดยพิจารณาที่ตำแหน่งช่องเมทริกซ์ที่มีความอนาจาร ซึ่งหากค่าความแปรปรวนมีค่ามากแสดงว่ามีวัตถุปรากฏหลายรูปแบบในช่วงกลุ่มเฟรมของชุดข้อมูล ซึ่งจะเป็นลักษณะทั่วไปของวิดีโอปกติและจะแตกต่างจากวิดีโออนาจารที่มีค่าความแปรปรวนโดยเฉลี่ยที่ต่ำกว่า



ภาพประกอบที่ 3.15 การหาผลต่างของช่องเมทริกซ์ระหว่างเฟรมในกลุ่มชุดข้อมูล

การคำนวณหาผลต่างเมทริกซ์จะดำเนินการโดยเลือกเฟรมวิถีทัศนียภาพ ณ ตำแหน่งตรงกลางของกลุ่มชุดข้อมูล (ตำแหน่ง $n/2$ เมื่อ n แทนจำนวนเฟรมทั้งหมดของกลุ่มชุดข้อมูลนั้น) จากนั้นนำค่าช่องเมทริกซ์อนุกรมของเฟรมวิถีทัศนียภาพตรงกลางที่เลือก ลบกับค่าช่องเมทริกซ์อนุกรมของเฟรมวิถีทัศนียภาพอื่นๆ ด้วยวิธีการลบแบบเมทริกซ์ ภายในกลุ่มชุดข้อมูลจนครบ แล้วจึงคำนวณค่าความแปรปรวนของลำดับชุดข้อมูลผลต่างที่ได้นั้น การหาผลต่างแบบเมทริกซ์ระหว่างเฟรมที่ติดกันในกลุ่มชุดข้อมูล แสดงขั้นตอนสรุปดังภาพประกอบที่ 3.15 และจากภาพประกอบที่ 3.15 นั้นเฟรมวิถีทัศนียภาพลำดับที่ 5 ถูกคัดเลือกเป็นตัวกลางเพื่อหาผลต่างกับเฟรมอื่นๆ ทั้งทางฝั่งซ้ายและขวา

2. ค่าความแปรปรวนของจำนวนกลุ่มวัตถุที่ปรากฏภายในเฟรมวิถีทัศนียภาพระหว่างเฟรมวิถีทัศนียภาพในกลุ่มชุดข้อมูลเดียวกัน

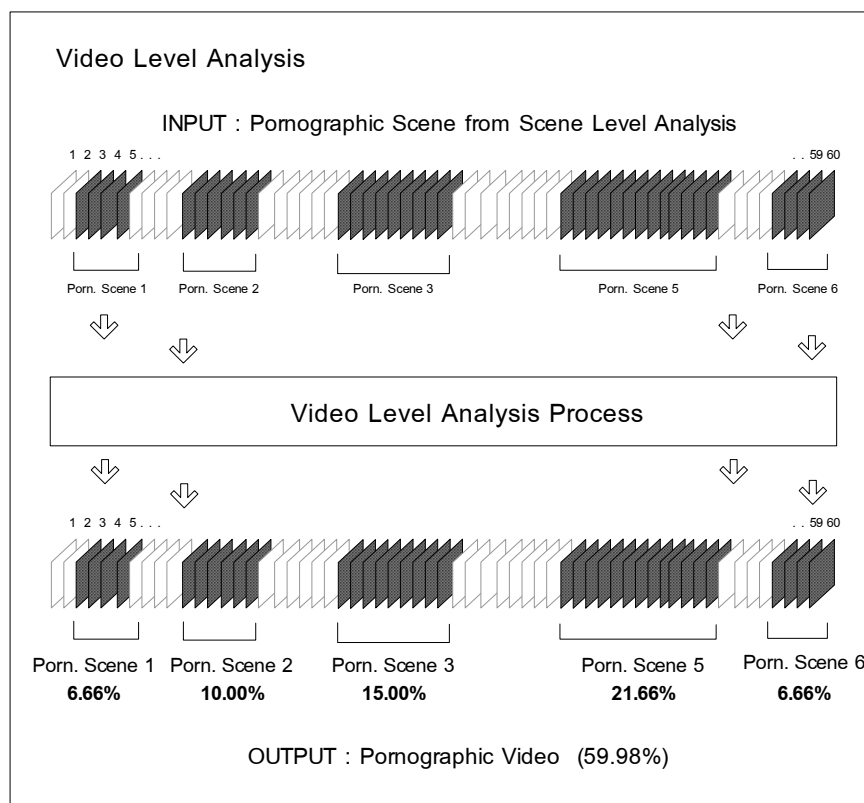
การพิจารณาค่าความแปรปรวนของจำนวนกลุ่มวัตถุเป็นการพิจารณาว่า ภายในช่วงกลุ่มชุดข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์นั้นมีความแปรปรวนของจำนวนวัตถุมากหรือน้อยอย่างไร ซึ่งจำนวนของวัตถุจะเป็นค่าที่ได้จากการค้นหาจำนวนกลุ่มของวัตถุในแต่ละเฟรมวิถีทัศนียภาพของกระบวนการวิเคราะห์ระดับเฟรม ข้อมูลที่ได้จะเป็นลำดับชุดข้อมูลจำนวนกลุ่มวัตถุตั้งแต่เฟรมวิถีทัศนียภาพแรกของกลุ่มจนถึงเฟรมลำดับสุดท้าย จากนั้นลำดับชุดข้อมูลดังกล่าวจะถูกคำนวณหาค่าความแปรปรวน ซึ่งผลการทดสอบกับกลุ่มข้อมูลพบว่า หากเป็นวิถีทัศนียภาพค่าความแปรปรวนของจำนวนกลุ่มวัตถุจะต่ำ และในทางกลับกันสำหรับวิถีทัศนียภาพอื่นๆ ไป

ภายหลังเมื่อได้ค่าความแปรปรวนทั้งผลต่างช่องเมทริกซ์ที่มีความอนุกรมและปัจจัยจำนวนกลุ่มวัตถุแล้ว ระบบจะดำเนินการวิเคราะห์ระดับขึ้นเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมที่ปรากฏในกลุ่มชุดข้อมูล ซึ่งการตัดสินใจระดับขึ้นนี้ใช้เทคนิคกฎเงื่อนไข โดยได้สร้างกฎเฉพาะเพื่อพิจารณาตัวแปรทั้งคู่นี้ หากค่าความแปรปรวนทั้งคู่อยู่ในช่วงที่กำหนดจะตัดสินใจว่าซีนวิถีทัศนียภาพนั้นเป็นซีนอนุกรม แต่หากไม่อยู่ในเงื่อนไขช่วงความแปรปรวนตัวใดตัวหนึ่งแล้วจะถือว่าซีนนั้นไม่เป็นซีนอนุกรม ระบบได้กำหนดช่วงค่าความแปรปรวนมาตรฐานเบื้องต้นซึ่งได้จากการเรียนรู้กับกลุ่มชุดข้อมูลวิถีทัศนียภาพอนุกรมมีค่าดังนี้ ค่าความแปรปรวนผลต่างช่องเมทริกซ์อนุกรมมีค่าระหว่าง 0 ถึง 86 และค่าความแปรปรวนของปัจจัยจำนวนกลุ่มวัตถุมีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.89

1.4.4 การวิเคราะห์ระดับวีดิทัศน์

การวิเคราะห์ระดับวีดิทัศน์เป็นขั้นตอนการประมวลผลลำดับสุดท้ายของกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร โดยใช้ค่าผลลัพธ์จากขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับซีนที่ผ่านมา เพื่อสรุปสุดท้ายว่าวีดิทัศน์ที่ทำการตรวจสอบนั้นเป็นวีดิทัศน์ประเภทอะไร ระหว่างวีดิทัศน์ประเภททั่วไปหรือวีดิทัศน์ประเภทอนาจาร การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้จะพิจารณาค่าด้วยกัน 2 ค่า คือ จำนวนซีนอนาจารทั้งหมดที่มีในวีดิทัศน์ และร้อยละของจำนวนเฟรมอนาจารเมื่อเปรียบเทียบกับเฟรมวีดิทัศน์ทั้งหมด (จำนวนเฟรมอนาจาร ได้จากผลรวมของจำนวนเฟรมทั้งหมดของซีนอนาจาร)

การพิจารณาขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมของวีดิทัศน์ ว่าส่วนย่อยทั้งหมดที่ได้ทำการตรวจสอบนั้น มีเนื้อหาส่วนใดบ้างและจำนวนเท่าไรที่มีความอนาจาร ซึ่งหากระบบพบว่าในวีดิทัศน์นั้น มีจำนวนข้อมูลอนาจารจำนวนมาก ผลลัพธ์สุดท้ายจะสรุปว่าวีดิทัศน์นั้นเป็นวีดิทัศน์อนาจาร ตัวอย่างการวิเคราะห์ระดับวีดิทัศน์แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 3.16



ภาพประกอบที่ 3.16 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับวีดิทัศน์

ระบบได้กำหนดค่ามาตรฐานเบื้องต้นสำหรับการพิจารณาดังนี้ หากจำนวนซีนอนาจารทั้งหมดที่มีในวีดิทัศน์มากกว่าหรือเท่ากับ 3 ซีน หรือ ร้อยละของจำนวนเฟรมอนาจารเมื่อเปรียบเทียบกับเฟรมวีดิทัศน์ทั้งหมดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 30 แล้ว วีดิทัศน์นั้นจะระบุว่าเป็นวีดิทัศน์อนาจาร และหากอยู่นอกเหนือเงื่อนไขข้างต้นจะระบุว่าเป็นวีดิทัศน์อนาจาร

บทที่ 4

วิธีการและผลการทดลอง

รายละเอียดบทนี้กล่าวถึงการออกแบบการทดลอง เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง เกณฑ์การรวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูล การคัดกรองและจัดกลุ่มข้อมูล วิธีการและผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

4.1 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ

การทดลองต้องการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของผลการจำแนกวิดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ ที่ใช้วิธีการวิเคราะห์จากโครงการวิจัย ซึ่งได้ใช้เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ค่าความแม่นยำ (Precision) คือ อัตราส่วนของการตรวจสอบวิดิทัศน์ที่ถูกต้องจากจำนวนวิดิทัศน์ทั้งหมดที่ทำการจำแนกออกมาได้ ซึ่งได้จากการคำนวณ

$$\text{ค่าความแม่นยำ} = \frac{\text{จำนวนวิดิทัศน์ที่ถูกต้องจากการจำแนกได้}}{\text{จำนวนวิดิทัศน์ทั้งหมดที่จำแนกออกมาได้}}$$

2. ค่าความระลึก (Recall) คือ อัตราส่วนของการตรวจสอบวิดิทัศน์ที่ถูกต้องจากจำนวนวิดิทัศน์ที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งได้จากการคำนวณ

$$\text{ค่าความระลึก} = \frac{\text{จำนวนวิดิทัศน์ที่ถูกต้องจากการจำแนกได้}}{\text{จำนวนวิดิทัศน์ที่ถูกต้องทั้งหมดในฐานข้อมูล}}$$

ทั้งนี้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกจะมีค่าอยู่ระหว่างค่า 0 ถึง 1

4.2 ข้อมูลการทดลอง

4.2.1 เกณฑ์การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลวิดิทัศน์สำหรับการทดลองได้รวบรวมจากแหล่งทรัพยากรหลายที่ด้วยกัน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

1. ข้อมูลการทดลองต้องเป็นข้อมูลจากแหล่งเผยแพร่สื่อลามกอนาจารที่แพร่กระจายอยู่จริงในสังคมไทย

2. ข้อมูลการทดลองต้องมีความหลากหลายทั้งชนิดไฟล์วิดิทัศน์ ประเภท วิดิทัศน์และลักษณะเนื้อเรื่องภายในวิดิทัศน์

3. จำนวนข้อมูลสำหรับการทดลองต้องมีปริมาณมากเพียงพอต่อการทดสอบ เพื่อให้เชื่อถือได้ว่าประสิทธิภาพการวิเคราะห์ของโครงการวิจัย สามารถรองรับสื่อวีดิทัศน์ที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันได้

4.2.2 การรวบรวมข้อมูล

โครงการวิจัยได้รวบรวมวีดิทัศน์ทั้งที่เป็นวีดิทัศน์ทั่วไปและวีดิทัศน์อนาจารจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วีดิทัศน์จากร้านขาย/เช่าภาพยนตร์ ร้านขาย/เช่าภาพยนตร์ ถือว่าเป็นแหล่งแพร่กระจายสื่อลามกอนาจารที่มีอยู่ทั่วประเทศ เยาวชนสามารถหาซื้อสื่อลามกเหล่านี้ได้โดยง่าย ดังนั้นจึงเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่โครงการวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาเพื่อทำการทดสอบ อีกทั้งเป็นข้อมูลซึ่งเป็นปัญหายุติธรรมในปัจจุบันของสังคมไทย ลักษณะข้อมูลที่ได้จากแหล่งนี้จะเป็นสื่อวีดิทัศน์ประเภท (Video Compact Disc – VCD) ซึ่งนิยมใช้กับเครื่องเล่น VCD หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องติดตั้งโปรแกรมแสดงผล วีดิทัศน์ไว้ สื่อวีดิทัศน์ประเภทนี้จะมีนามสกุลชนิดไฟล์เป็น Video CD format (.DAT) ความยาวของเนื้อเรื่องโดยประมาณ 20 ถึง 60 นาที และมีความละเอียดภาพโดยเฉลี่ยที่ไม่เกิน 352 x 288 พิกเซล

2. วีดิทัศน์จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งรวบรวมสื่อลามกอนาจารขนาดใหญ่ มีเครือข่ายครอบคลุมทั่วโลกสามารถส่งผ่านข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว จึงมีสื่อลามกอนาจารแพร่กระจายเป็นจำนวนมาก อีกทั้งวีดิทัศน์ในปัจจุบันส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นวีดิทัศน์ประเภทดิจิทัล (Digital) เนื่องจากให้คุณภาพของภาพที่ดีกว่า ความคมชัดมากกว่า และสะดวกต่อการถ่ายโอนข้อมูลได้ง่ายกว่าวีดิทัศน์แบบเดิมที่มีลักษณะแบบอนาล็อก (Analog) อินเทอร์เน็ตจึงเป็นช่องทางสำคัญที่มีการเผยแพร่สื่อเหล่านี้

โครงการวิจัยได้เก็บรวบรวมวีดิทัศน์ที่เผยแพร่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยที่วีดิทัศน์ทั่วไปได้จากเว็บไซต์ต่างๆ กัน เช่น เว็บไซต์ที่ให้บริการแลกเปลี่ยนวีดิทัศน์ เว็บไซต์เพื่อการศึกษา เว็บไซต์ด้านการท่องเที่ยว เว็บไซต์เพื่อความบันเทิง และเว็บไซต์อื่นๆ สำหรับวีดิทัศน์อนาจารนั้น ได้เก็บรวบรวมจากเว็บไซต์อนาจารทั้งที่เป็นเว็บไซต์อนาจารจากกลุ่มประเทศทางเอเชีย (เช่น จีน ญี่ปุ่น ไทย) และเว็บไซต์อนาจารจากกลุ่มประเทศทางยุโรป (เช่น อเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส) เพื่อให้ชุดข้อมูลสำหรับการทดลองมีความหลากหลาย นอกจากนี้ยังได้รวบรวมวีดิทัศน์อนาจารจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคโนโลยี Peer to Peer (P2P) ซึ่งเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะเป็นชุมชนเฉพาะเพื่อการแลกเปลี่ยนไฟล์ระหว่างสมาชิก

ลักษณะข้อมูลวีดิทัศน์ที่ได้จากอินเทอร์เน็ต ส่วนใหญ่จะเป็นวีดิทัศน์ที่มีความยาวการดำเนินเรื่องไม่มากนัก (VDO Clip) แตกต่างจากวีดิทัศน์ของร้านขาย/เช่าภาพยนตร์ และจะมีความยาวของเนื้อเรื่องโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1 ถึง 3 นาที มีชนิดไฟล์เป็น Moving Pictures Experts Group format (.MPEG, .MPG), Audio Video Interleaved (.AVI), QuickTime Movie format (.MOV) และมีความละเอียดภาพโดยเฉลี่ยที่ 352 x 240 พิกเซล

4.2.3 การคัดกรองและจัดกลุ่มข้อมูล

เนื่องจากวีดิทัศน์ที่ได้จากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล จะประกอบด้วย วีดิทัศน์ทั้งประเภททั่วไปและวีดิทัศน์ประเภทอนาจาร โดยที่วีดิทัศน์ทั่วไปนั้นมีวีดิทัศน์หลากหลายประเภท เช่น ข่าว สารคดี การศึกษา การท่องเที่ยว ภาพยนตร์ การ์ตูน กีฬา ซึ่งข้อมูลบางส่วนนั้นไม่อยู่ในเงื่อนไขการวิเคราะห์วีดิทัศน์อนาจารของโครงการวิจัย จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการคัดกรองเพื่อคัดแยกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่เหมาะสมต่อการทดสอบ ซึ่งหลักการพิจารณาลักษณะของวีดิทัศน์ที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขการทดลองมีดังนี้

1. วีดิทัศน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีของรูปภาพแตกต่างจากสีภาพปกติ เช่น การใช้เทคนิคตกแต่งภาพซีเปีย (Sepia) เพื่อช่วยให้ภาพดูโบราณ
2. วีดิทัศน์ที่ไม่มีสีหรือมีลักษณะเป็นวีดิทัศน์ขาวดำ
3. วีดิทัศน์ที่มีความละเอียดภาพน้อยกว่า 120 x 120 พิกเซล
4. วีดิทัศน์ที่มีสัญญาณรบกวน (Noise) จำนวนมาก
5. วีดิทัศน์ที่ถ่ายทำในสภาวะแสงที่น้อยหรือมากเกินไป (มืดหรือสว่างมากเกินไปจนวัตถุภายในภาพลางเลื่อน)
6. วีดิทัศน์อนาจารที่มีความอนาจารไม่จัดอยู่ในระดับเอ็กซ์ (X-rated)

ภายหลังดำเนินการคัดกรองวีดิทัศน์แล้ว โครงการวิจัยได้จัดกลุ่มชุดข้อมูลสำหรับการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ตามประเภทและลักษณะของการดำเนินเรื่องภายในวีดิทัศน์ดังนี้

1. กลุ่มข้อมูลวีดิทัศน์ประเภททั่วไป
เป็นวีดิทัศน์ที่มีเนื้อเรื่องทั่วไป เด็กและเยาวชนสามารถดูได้ เช่น ข่าว สารคดี กีฬา เป็นต้น
2. กลุ่มข้อมูลวีดิทัศน์ประเภทอนาจารที่มีการดำเนินเรื่อง
เป็นวีดิทัศน์อนาจารที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับภาพยนตร์ กล่าวคือ มีทั้งเนื้อเรื่องอนาจารและไม่อนาจารผสมกัน มีการวางโครงเรื่อง ตัวละคร บทสนทนา ดังนั้นขึ้นของสถานที่ต่างๆ ภายในวีดิทัศน์จึงอาจมีทั้งภายในและภายนอกอาคาร และบางช่วงเวลาของเนื้อเรื่องวีดิทัศน์อาจจะเป็นเนื้อเรื่องที่ไม่มีความอนาจารก็เป็นได้

3. กลุ่มข้อมูลวิดิทัศน์ประเภทอนาจารที่ไม่มีการดำเนินเรื่อง

เป็นวิดิทัศน์ที่มีเนื้อเรื่องส่วนใหญ่มุ่งเน้นกิจกรรมทางเพศ ไม่มีการวางตัวละครภายในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน อาจมีบทสนทนาระหว่างตัวละครบ้างแต่เพียงเล็กน้อย สถานที่ถ่ายทำมักใช้สถานที่เดียวและอยู่ภายในอาคารเป็นหลัก

เมื่อดำเนินการจัดกลุ่มชุดข้อมูลแล้วจำนวนวิดิทัศน์ที่ใช้ในการทดสอบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนข้อมูลสำหรับการทดลอง โดยจัดจำแนกตามกลุ่มข้อมูล

กลุ่มข้อมูล	จำนวน (เรื่อง)
1. วิดิทัศน์ประเภททั่วไป	675
2. วิดิทัศน์ประเภทอนาจาร ที่มีการดำเนินเรื่อง	616
3. วิดิทัศน์ประเภทอนาจาร ที่ไม่มีการดำเนินเรื่อง	1,045
รวม	2,336

4.3 วิธีการและผลการทดลอง

โครงการวิจัยดำเนินการทดลองกับชุดข้อมูลทั้งหมดที่ได้มีการจัดกลุ่มไว้แล้วทั้ง 3 กลุ่ม โดยแยกทำการทดลองกับชุดข้อมูลที่ละกลุ่ม และใช้ลักษณะการทดลองแบบอัตโนมัติ ไม่มีการปรับค่าพารามิเตอร์ใดๆ ของโปรแกรมระบบการจำแนกทดลองการทดลอง (ใช้ค่าพารามิเตอร์มาตรฐานของระบบเพียงค่าเดียว) ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองจำแนกวิดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ

กลุ่มข้อมูล	จำนวน (เรื่อง)				รวม
	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ (%)	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ (%)	
1. วิดิทัศน์ประเภททั่วไป	537	79.56	138	20.44	675
2. วิดิทัศน์ประเภทอนาจาร ที่มีการดำเนินเรื่อง	529	85.88	87	14.12	616
3. วิดิทัศน์ประเภทอนาจาร ที่ไม่มีการดำเนินเรื่อง	996	95.31	49	4.69	1,045
รวม	2,062	88.27	274	11.73	2,336

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 โครงการวิจัยได้วัดประสิทธิภาพค่าความแม่นยำและค่าความระลึก โดยใช้หลักการคำนวณค่าทั้งสองดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกของผลการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ

กลุ่มข้อมูล	เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ	
	ค่าความแม่นยำ (Precision)	ค่าความระลึก (Recall)
1. วีดิทัศน์ประเภททั่วไป	0.91	0.79
2. วีดิทัศน์ประเภทอนาจาร	0.79	0.91
ค่าเฉลี่ย	0.85	0.85

ทั้งนี้การคำนวณค่าความแม่นยำและค่าความระลึก ได้จัดรวมกลุ่มชุดข้อมูลวีดิทัศน์อนาจารประเภทมีการดำเนินเรื่องและไม่มีการดำเนินเรื่องเข้าด้วยกัน เพื่อแทนชุดข้อมูลวีดิทัศน์ประเภทอนาจาร และใช้เป็นตัวแทนกลุ่มในการคำนวณค่าความแม่นยำและค่าความระลึกระหว่างกลุ่มข้อมูลวีดิทัศน์ทั่วไปกับวีดิทัศน์อนาจารผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3 ข้างต้น

4.4 สรุปผลการทดลอง

โครงการวิจัยได้ทำการทดลองกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร กับข้อมูลวีดิทัศน์ทั้งประเภททั่วไปและประเภทอนาจารรวมแล้วทั้งสิ้นจำนวน 2,336 เรื่อง หรือคิดเป็น 70,080 เฟรม วีดิทัศน์ สำหรับการเลือกเฟรมทดสอบที่ 30 เฟรมต่อวีดิทัศน์หนึ่งเรื่อง

จากผลการทดลองจะเห็นว่ากระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารด้วยแนวทางของโครงการวิจัย สามารถประมวลผลวีดิทัศน์ประเภทอนาจารทั้งหมด 1,661 เรื่อง ได้ค่าความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 85.88 และ 95.31 สำหรับวีดิทัศน์อนาจารที่มีการดำเนินเรื่องและไม่มีการดำเนินเรื่องตามลำดับ ทั้งนี้หากพิจารณาจากผลการทดลองจะพบว่า ค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์วีดิทัศน์ที่มีเนื้อเรื่องนั้นให้ผลลัพธ์ที่ต่ำกว่าไม่มีเนื้อเรื่อง ทั้งนี้เนื่องจากภายในวีดิทัศน์ที่มีเนื้อเรื่องส่วนใหญ่จะมีบางซีนที่ไม่มีความอนาจารผสมอยู่ และเป็นวีดิทัศน์ที่มีเป็นลักษณะภาพยนตร์จึงมีการใช้เทคนิคตัดต่อภาพมากกว่าแบบวีดิทัศน์อนาจารที่ไม่ดำเนินเรื่อง จึงส่งผลให้การวิเคราะห์ได้ผลความถูกต้องลดลง

สำหรับวีดิทัศน์ประเภททั่วไปนั้น จากผลการทดลองกับวีดิทัศน์จำนวน 675 เรื่อง พบว่ามีความถูกต้องเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วเท่ากับ 79.56 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ควรมีการปรับปรุงในอนาคต เพื่อให้ผลลัพธ์การวิเคราะห์มีความถูกต้องมากกว่านี้ ซึ่งวีดิทัศน์ที่ประมวลผลผิดพลาดส่วนใหญ่นั้นจะเป็นวีดิทัศน์ทั่วไปที่มีมนุษย์ปรากฏอยู่และมีสีผิวหรือสีภาพหลัง (Background) คล้ายคลึงสีผิวอยู่จำนวนมาก จึงทำให้กระบวนการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

นอกเหนือจากการสรุปผลวิเคราะห์วิถีทัศน์ในรูปแบบของคำร้อยละแล้ว โครงการวิจัยได้วัดค่าประสิทธิภาพของการจำแนกด้วยกันสองค่า คือ ค่าความแม่นยำและค่าความระลึก ซึ่งสำหรับวิถีทัศน์ประเภททั่วไปนั้นให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกเท่ากับ 0.91 และ 0.79 ตามลำดับ ส่วนวิถีทัศน์ประเภทอนาจารนั้นให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกเท่ากับ 0.79 และ 0.91 ตามลำดับ ซึ่งหากพิจารณาจากเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพที่เลือกใช้แล้ว ค่าความถูกต้องของการวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมด ระบบของโครงการวิจัยสามารถประมวลผลวิถีทัศน์อนาจารได้ดีกว่าวิถีทัศน์ประเภททั่วไป

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผล

เนื้อหาภายในบทนี้กล่าวถึง การสรุปและวิจารณ์ผลที่ได้จากการดำเนินโครงการวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาระบบที่ควรพัฒนาต่อเนื่อง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมแก่สังคมไทยสำหรับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

5.1 สรุปและวิจารณ์ผล

โครงการวิจัยได้คิดค้นและพัฒนาแนวทางจำแนกวีดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติสำหรับคอมพิวเตอร์เป็นผลสำเร็จ สามารถกลั่นกรองสื่อวีดิทัศน์อนาจารในลักษณะอัตโนมัติได้ รองรับ การวิเคราะห์วีดิทัศน์หลากหลายประเภท และสามารถป้องกันสื่อวีดิทัศน์อนาจารที่อยู่ในรูปแบบ วีดิทัศน์ซีดี (VCD) ได้ ซึ่งกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารของโครงการวิจัย ประกอบด้วย ขั้นตอนหลักสองส่วน คือ การเตรียมความพร้อมข้อมูลวีดิทัศน์ และการวิเคราะห์วีดิทัศน์ ซึ่งในแต่ละส่วนจะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 โครงการวิจัยได้พยายาม ออกแบบกระบวนการจำแนกโดยการยึดหลักกระบวนการพึงประสงค์ 2 ประการไว้ กล่าวคือ กระบวนการจำแนกที่ได้รับต้องมีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว เนื่องจากโครงการวิจัยคาดหวังการใช้งานระบบในสถานการณ์จริง นอกจากนี้แนวทางกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารของโครงการวิจัย ได้ถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นใหม่จึงเป็นรูปแบบการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเฉพาะ บางส่วนของขั้นตอนจะเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค ความรู้ จากฐานงานวิจัยที่มีอยู่เดิม นอกจากนี้ โครงการวิจัยได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ต้นแบบขึ้นมา ซึ่งสามารถประมวลผล และจำแนกวีดิทัศน์อนาจารได้แบบอัตโนมัติ เพื่อช่วยป้องกันสื่ออนาจารในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเข้าถึงตัวเด็กและเยาวชน

ผลจากการทดลองสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร ที่ใช้แนวทางการวิเคราะห์โดยเริ่มต้นจากชุดข้อมูลที่เล็กที่สุดก่อน หรือจากพิกเซลเข้าสู่เฟรม แล้วจากเฟรมสู่ ขึ้น จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการในระดับวีดิทัศน์นั้น ให้ผลลัพธ์ของการจำแนกทั้งวีดิทัศน์ประเภทอนาจารและวีดิทัศน์ประเภททั่วไปอยู่ในเกณฑ์ดี จึงอาจถือได้ว่าบรรลุตามกระบวนการพึงประสงค์ในด้านความถูกต้องและแม่นยำ และหากพิจารณาโดยละเอียดถึงกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจารของโครงการวิจัย จะพบว่าขั้นตอนต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบ ล้วนคำนึงถึงประสิทธิภาพในการลดระยะเวลาประมวลผลของระบบทั้งสิ้น ด้วยการคัดกรองข้อมูลออกหลายส่วน ให้คงเหลือไว้เฉพาะข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์เท่านั้น ทั้งนี้จึงอาจนับได้ว่าบรรลุกระบวนการพึงประสงค์ในด้านความรวดเร็วอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนาในอนาคต

ระบบจำแนกวีดิทัศน์อนาจารแบบอัตโนมัติ ควรดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาต่อยอด เพื่อขยายขีดความสามารถของระบบให้มากยิ่งขึ้น รวมถึงควรเน้นการพัฒนาประยุกต์เพื่อนำไปใช้งานให้เกิดคุณประโยชน์ต่อสังคม โครงการวิจัยจึงขอเสนอแนวทางพัฒนาดังนี้

5.2.1 การพัฒนาต่อยอดกระบวนการจำแนกวีดิทัศน์อนาจาร

กระบวนการวิเคราะห์วีดิทัศน์อนาจารควรมีการคิดค้นและพัฒนา โดยอาศัยข้อมูลอื่นๆ ที่ปรากฏในวีดิทัศน์เพื่อช่วยในการจำแนก อาทิเช่น ข้อมูลเสียง (Audio) ข้อความตัวอักษร (Text) โลโก้ (Logo) ซึ่งจะช่วยให้การจำแนกมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เพราะในขณะนี้ระบบจำแนกของโครงการวิจัยยังคงอาศัยเฉพาะข้อมูลภาพภายในวีดิทัศน์เป็นหลักในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลส่วนหนึ่งจากข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ภายในวีดิทัศน์ นอกจากนี้การพัฒนาโดยพิจารณาจากแหล่งข้อมูลที่มาของวีดิทัศน์ เช่น รายชื่อเว็บไซต์ของแหล่งเผยแพร่ วีดิทัศน์ ที่อาจปรากฏในส่วนของคุณสมบัติไฟล์ (Property) หรือชื่อผู้ผลิต ก็มีส่วนช่วยในการพิจารณาคัดแยกได้

ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่มีการใช้ข้อมูลตัวอักษร โลโก้ และแหล่งที่มาของวีดิทัศน์ มาช่วยสนับสนุนในการจำแนก สมมติว่าวีดิทัศน์ที่นำมาตรวจสอบนั้นมีชื่อนักแสดงหรือผู้กำกับ รูปแบบโลโก้ และแหล่งที่มาเป็นของผู้ผลิตสื่ออนาจาร (ตรวจสอบแล้วปรากฏในบัญชีดำของระบบ) นั้นย่อมเป็นข้อมูลส่วนสำคัญประกอบการตัดสินใจได้ว่า วีดิทัศน์นั้นน่าจะเป็นวีดิทัศน์อนาจารและไม่เหมาะสมสำหรับเยาวชน เป็นต้น

5.2.2 การพัฒนาประยุกต์ร่วมกับอุปกรณ์หรือโปรแกรมอื่นๆ

กระบวนการวิเคราะห์วีดิทัศน์อนาจารที่ได้จากโครงการวิจัย นับว่าเป็นแนวทางขั้นพื้นฐานที่สามารถนำไปปรับปรุงและประยุกต์เพื่อการป้องกันสื่ออนาจารร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้ นอกเหนือจากการใช้งานเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น อาทิเช่น การประยุกต์ใช้ป้องกันสื่อวีดิทัศน์อนาจารบนเครื่องโทรศัพท์มือถือที่มีการส่งข้อมูลในลักษณะ Video Clipที่กำลังเป็นปัญหารุนแรงในยุคปัจจุบัน หรืออาจมีการพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ประเภทฝังตัว (Embedded Software) เพื่อติดตั้งกับเครื่องเล่นวีดิทัศน์ซีดี (VCD) ซึ่งจะทำให้เครื่องเล่นวีดิทัศน์ซีดีนั้นมีคุณสมบัติป้องกันสื่อวีดิทัศน์อนาจารได้ เพื่อใช้ประโยชน์ตามที่พิกที่ซึ่งมีเด็กและเยาวชนได้

นอกจากนี้แกนความรู้ที่ได้ยังสามารถพัฒนาประยุกต์ก่อให้เกิดโปรแกรมนวัตกรรมลักษณะอื่นๆ ได้ ยกตัวอย่างเช่น การสร้างโปรแกรมป้องกันการรับชมวีดิทัศน์อนาจารที่ถ่ายทอดสดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งโปรแกรมปัจจุบันยังไม่รองรับการวิเคราะห์วีดิทัศน์อนาจารที่มีลักษณะการถ่ายทอดสดได้ หรืออาจเป็นการพัฒนาโปรแกรมป้องกันอีเมล (EMail) เอกสาร (Document) เว็บไซต์ (Web Sites) ที่มีภาพหรือวีดิทัศน์อนาจารผสมอยู่ได้

5.2.3 การพัฒนาเพื่อการเชื่อมโยงความรู้สู่เยาวชน

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบภายใต้แนวคิดการป้องกันสื่อลามกอนาจารที่จะเข้าถึงตัวเด็กและเยาวชน ด้วยการพยายามสร้างเกราะคุ้มกันสื่อที่ปลายเหตุ ซึ่งหากพิจารณาอย่างลึกซึ้งและเป็นกลางจะพบว่า การกระทำเช่นนี้อาจมีแรงต้านจากภายในของกลุ่มเด็กและเยาวชน เนื่องจากเป็นการปิดกั้นเสรีในการเข้าถึงสื่อ ถึงแม้ว่าสื่อเหล่านั้นผู้ใหญ่จะเป็นผู้พิจารณาแล้วว่าไม่เหมาะสมก็ตาม ดังนั้นโครงการวิจัยจึงควรแก้ไขจุดอ่อนด้วยการเชื่อมโยงความรู้สู่เยาวชน นำเสนอข้อมูลสาระที่ดีและเหมาะสม เพื่อตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของเยาวชนในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งอาจกระทำในลักษณะของการพัฒนาโปรแกรมสารสนเทศอัจฉริยะที่เปรียบเสมือนเพื่อน คอยนำเสนอข้อมูลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ เหมาะสมกับวัย เหมาะสมกับความสนใจ แต่ยังคงรักษาไว้ซึ่งวัฒนธรรมและประเพณีอันดีของชาติ รวมถึงจุดประกายความรู้ที่เด็กจะสามารถซึมซับเพื่อการเติบโตในวันข้างหน้า

โครงการวิจัยนี้เป็นเพียงก้าวเริ่มต้น ที่ต้องการช่วยลดปัญหาสังคมไทยที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบัน ด้วยการพยายามพัฒนาระบบคุ้มกันสื่อวีดิทัศน์อนาจาร ให้ห่างไกลจากเด็กและเยาวชน เพราะว่าการที่เทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว นั้น ได้ส่งผลกระทบและก่อให้เกิดทั้งคุณและโทษต่อสังคม หากแต่ว่าจิตสำนึกของผู้พัฒนาเทคโนโลยีนั้นจะฝักใฝ่และเลือกด้านใด การคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคมเป็นประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณา นอกเหนือจากประเด็นทางด้านเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ทุกวันนี้

ทั้งนี้เพราะในขณะที่การวิจัยและพัฒนาด้านการป้องกันสื่อลามกอนาจารได้ดำเนินการอยู่นั้น ธุรกิจสื่อลามกอนาจารก็ได้ปรับตัว เปลี่ยนแปลง และพัฒนารูปแบบใหม่จนยากที่จะสามารถป้องกันได้ เนื่องด้วยผลประโยชน์จำนวนมหาศาลที่เป็นแรงจูงใจอยู่เบื้องหลัง เทคโนโลยี Peer to Peer (P2P) แหล่งคำประเวณีออนไลน์ เกมเซ็กซ์สามมิติ ชุมชนเซ็กซ์ออนไลน์ และอื่นๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสื่อกระตุ้นทางเพศรูปแบบใหม่ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยอาศัยเทคโนโลยีในการแสวงหาผลประโยชน์ เพราะฉะนั้นการวิจัยด้านการป้องกันสื่อลามกอนาจารจึงควรดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่องต่อไป เพื่อให้ก้าวทัน รู้ทัน และช่วยป้องกันเด็กและเยาวชนของชาติสืบไป

บรรณานุกรม

- จงเจริญ ศรีแก้ว. คู่มือ ECPAT:ปกป้องน้องน้อยจากภัยออนไลน์, ECPAT International, 2545. http://www.ecpat.net/eng/ecpat_inter/publication/other/Thai/html_page/ecpat_prot_child_online/files/index.htm.
- รายงานผลการสำรวจกลุ่มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2544, วารสารเนคเทค, ปีที่ 9 ฉบับที่ 45 มีนาคม-เมษายน 2545, หน้า 42-51.
- ศูนย์รับแจ้งเว็บไซต์ผิดกฎหมาย.สำนักงานตำรวจแห่งชาติ(ประเทศไทย) <http://www.police.go.th>
- Alberto, D., 1999, **Visual Information Retrieval**, Cambridge, Morgan Kaufmann Publisher, pp. 3-25.
- Arun D.Kulkarni. Computer Vision and Fuzzy-Neural Systems. Prentice hall. 2001.
- Borko Furht. **Handbook of Multimedia Computing**. CRC Press LLC, USA. 1999.
- Brand and J. S. Mason. **A Comparative Assessment of Three Approaches to Pixellevel Human Skin-Detection**. In Proc of the International Conference on Pattern Recognition, volume 1, pages 1056—1059, 2000.
- Gerard Medioni and Sing Bing Kang. **Emerging Topics in Computer Vision**. Prentice Hall. 2004.
- Joah G. Lannatta, **Nontechnical Strategies to Reduce Children’s Exposure to Inappropriate Material on the Internet Summary of a Workshop**, National Academy Press, Washinhton, D.C. 2001. <http://www.nap.edu/books/0309075912/>
- John C, Russ. **The Image Processing Handbook**. CRC Press LLC, USA 1999.
- Ling Guan, Sun-Yuan Kung and Jan Larsen. **Multimedia Image and Video Processing**. CRC Press LLC, USA. 2001.
- Ming-Hsuan Yang, David J. Kriegman, and Narendra Ahuja. **Detecting Faces in Images: A Survey**. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol. 24, No.1. 2002.
- Myra G. Day and Edward F. Gehringer, **Educators and Pornography: The “Unacceptable Use” of School Computers**. Department of Computer Science, North Calorina State University Raleigh, NC, 2002.
- Osamu Ikeda. **Face Detection and Identification in Video-Footages from Key Face Images**. FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY & APPLICATIONS (ICITA 2002). Theme 2 : 200-2 -IT in Multimedia; Computer Networking; and Database Interface. 2002.

- R. L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, A. K. Jain, **Face Detection in Colour Images**,
IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 5,
pp. 696–706, 2002.
- Sonka, M., Hlavac, V. and Boyle, R., 1998, **Image Processing, Analysis and Machine
Vision**, United States of America, International Thomson Publishing
- The National Academies, **Technical, Business and Legal Dimensions of Protecting
Children from Pornography on the Internet**, Proceeding of a Workshop, National
Academy Press, Washinhton, D.C. 2001. <http://www.nap.edu/books/0309083265/html/>
- William, G.I., Remesh, J. and Rajiv, M., 1997, **The Handbook of Multimedia Information
Management**, United States of America, Prentice Hall, pp. 139-165.

ผลลัพธ์จากโครงการวิจัย

1. โปรแกรมจำแนกวีดิทัศน์เนื้อหาแบบอัตโนมัติ

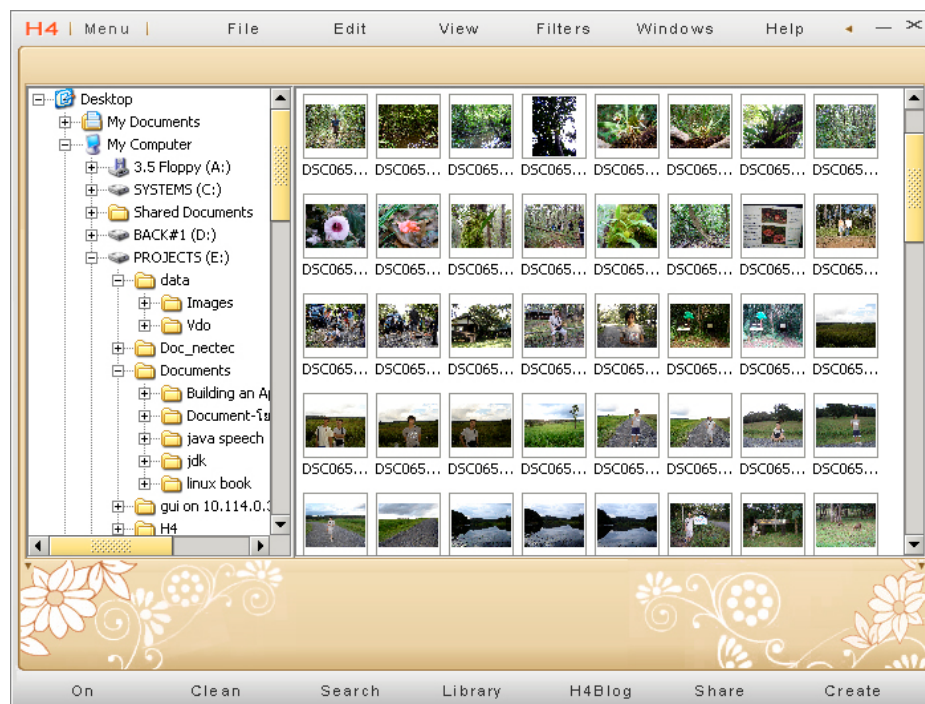
โครงการวิจัยได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ตรวจสอบวีดิทัศน์เนื้อหาแบบอัตโนมัติ ชื่อ **“H4 Media Player”** เวอร์ชัน Beta เพื่อป้องกันสื่อลามกอนาจารสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกลไกการวิเคราะห์วีดิทัศน์เนื้อหาสามารถใช้แนวทางจากโครงการวิจัย

โปรแกรม H4 Media Player มีคุณสมบัติการทำงานดังคร่าวๆ ดังต่อไปนี้

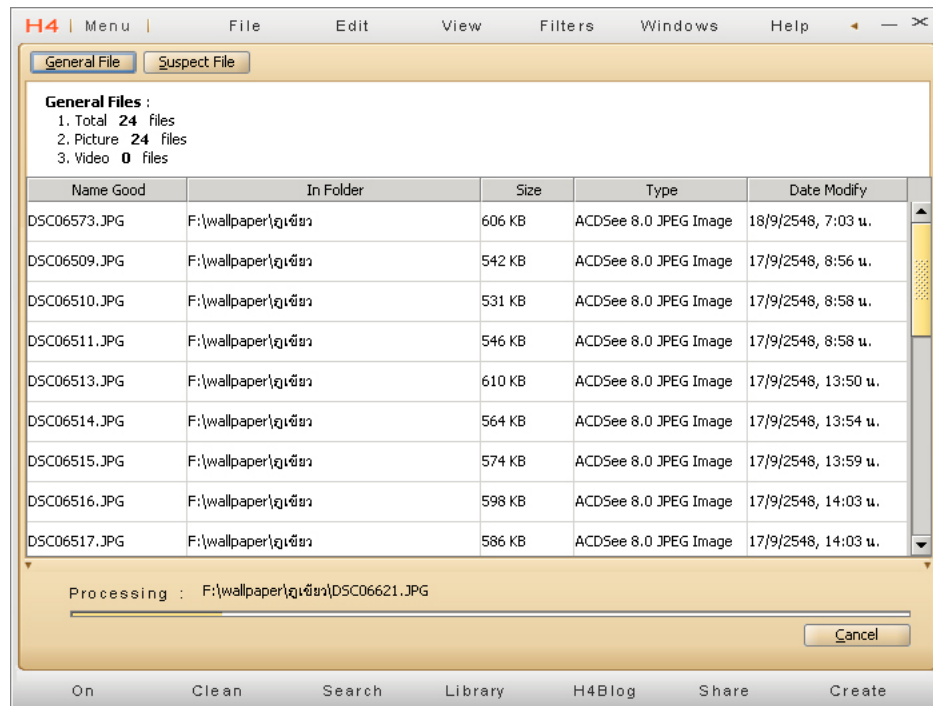
1. สามารถตรวจสอบวีดิทัศน์และรูปภาพได้ว่าเป็นวีดิทัศน์หรือรูปภาพอนาจารหรือไม่ ซึ่งโปรแกรม H4 สามารถรองรับชนิดไฟล์

วีดิทัศน์ที่มีนามสกุล .AVI, .MOV, .MPEG, .MPG และ .DAT

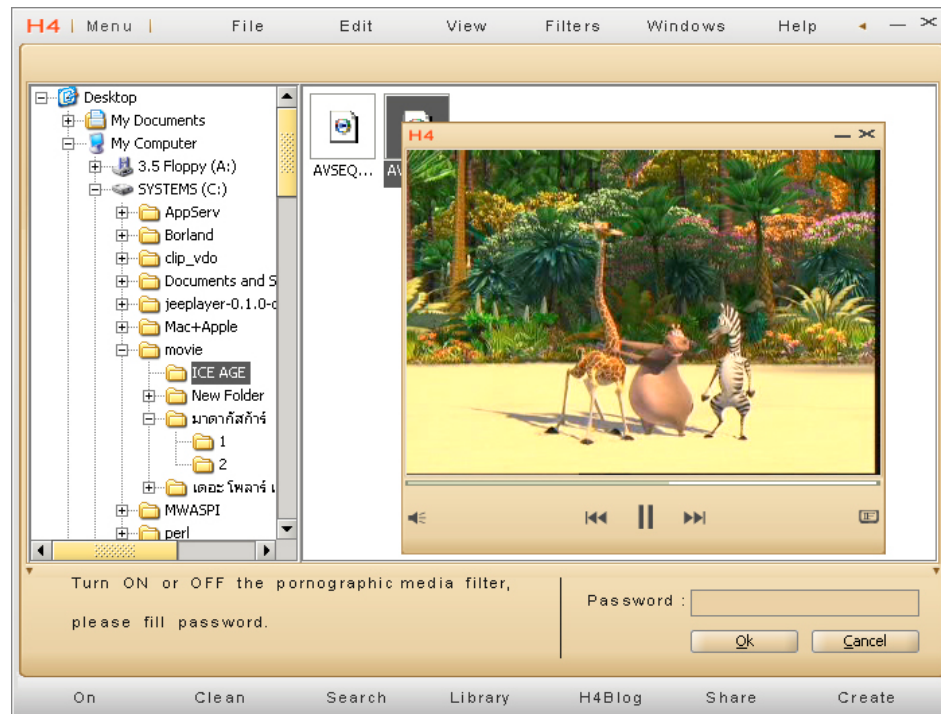
ไฟล์รูปภาพรองรับชนิดไฟล์ที่มีนามสกุล .BMP, .JPEG, .JPG และ .PNG



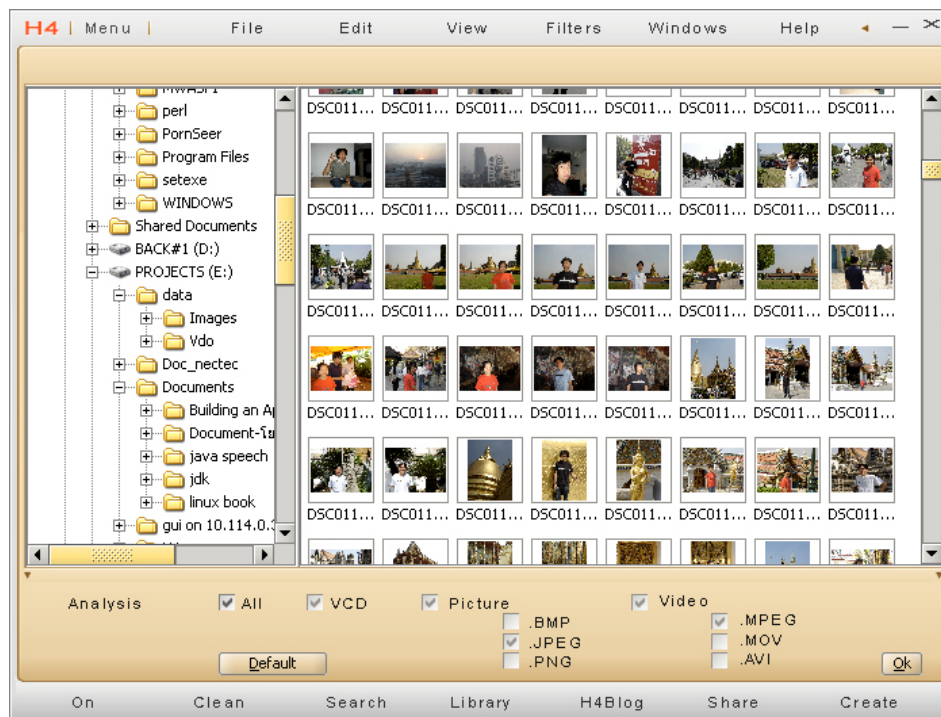
2. สามารถค้นหาวิดิทัศน์และรูปภาพอนาจารที่ซ่อนอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ด้วยการสแกนจากไฟล์ทั้งหมด แล้วจึงทำการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ ซึ่งผลลัพธ์จะได้รายการผลการวิเคราะห์ตรวจสอบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถลบไฟล์เหล่านั้นได้



3. สามารถป้องกันการแสดงผลวิดิทัศน์และรูปภาพจากโปรแกรม H4 ได้ หากตรวจสอบแล้วพบว่าเป็นวิดิทัศน์หรือรูปภาพอนาจาร



4. คุณสมบัติอื่นๆ โปรแกรม H4 สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขและรูปแบบของการกรองสื่ออาหาร การค้นหาข้อมูล การแสดงผล และการจัดการข้อมูลได้



5. ส่วนช่วยเหลือผู้ใช้ เพื่อการติดต่อให้คำแนะนำสำหรับกรณีที่มีปัญหาการใช้งาน



6. ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม อธิบายถึงเทคโนโลยี ห้องปฏิบัติการวิจัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่เป็นผู้ให้ทุนดำเนินการโครงการนี้



2. การเผยแพร่โปรแกรมผลงานวิจัยผ่านสื่อมวลชน

1. รายการวิทยุเพื่อการศึกษา คลื่น FM. 92 , AM. 1161 สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ได้ออกอากาศผลงานวิจัย เมื่อวันศุกร์ที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2549 (วันฉลองครบรอบการครองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว) เวลา 9.00-12.00 น. ในรายการ "ความรู้สู่ชุมชน"

2. รายการวิทยุ "Thai Cyber COP Station" คลื่น FM. 105 ได้ออกอากาศผลงานวิจัย เมื่อวันจันทร์ที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2549 เวลา 15.00-17.00 น.