คุณภาพของสีหน้าในการบันทึกการสนทนาซึ่งหน้าและตัวต่อตัว แบบทางไกล

นายจุลวิจิตร หวังประเสริฐกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

QUALITY OF FACIAL EXPRESSION IN RECORDING OF REMOTE FACE-TO-FACE 1-ON-1 CONVERSATION

Mr.Julvijit Wangprasertkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คุณภาพของสีหน้าในการบันทึกการสนทนาซึ่งหน้าและตัวต่อตัว แบบทางไกล
โดย	นายจุลวิจิตร หวังประเสริฐกุล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนวย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ฐิต ศิริบูรณ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนวย)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ศรีสถาพรพัฒน์)

จุลวิจิตร หวังประเสริฐกุล: คุณภาพของสีหน้าในการบันทึกการสนทนาซึ่งหน้าและตัวต่อตัวแบบทางไกล. (QUALITY OF FACIAL EXPRESSION IN RECORDING OF REMOTE FACE-TO-FACE 1-ON-1 CONVERSATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.ยรรยง เต็งอำนวย, 31 หน้า.

การบันทึกการประชุมทางวีดิทัศน์ มีประโยชน์หลายด้าน ทั้งเป็นการดูข้อมูลย้อนหลัง หรือใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงทางศาล แต่บันทึกเหล่านี้ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บสูง จึงต้องอาศัยการบีบอัดข้อมูล ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของภาพในการสนทนาตัวต่อตัวระยะไกลที่ต้องเห็นสีหน้าของคู่สนทนา การวิจัยนี้วิเคราะห์ความสามารถในการการรู้จำสีหน้าของคู่สนทนาที่คุณภาพต่างๆ ของการบันทึก โดยพิจารณาเฟรมเรต บิตเรต และขนาดของภาพ ผลที่ได้คือขอบเขตขั้นต่ำในการจัดเก็บบันทึกที่ยังคงความสามารถในการรู้จำสีหน้า

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555 .....

5270247821 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS: TELECONFERENCE / VIDEO RECORDING / FACIALEXPRESSION / TELEPRESENCE

JULVIJIT WANGPRASERTKUL: QUALITY OF FACIAL EXPRESSION IN RECORDING OF REMOTE FACE-TO-FACE 1-ON-1 CONVERSATION.

ADVISOR : YUNYONG TENG-AMNUAY, Ph.D., 31 pp

Recording of video conference is useful in many ways including playback or as evidence in court. This uses a lot of storage and need to be compressed. Compression affects video quality especially when used in remote one-on-one conversation that needs to see the face of the other party. This research analyzed the recognition of facial expression at differing parameters that include bitrate, frame rate, and picture resolution. The result is the threshold of file size reduction that has minimal effect to facial expression.

Department Computer Engineering Student's Signature .....

Field of Study Computer Science Advisor's Signature .....

Academic Year 2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก อ.ดร.ยรรยง เต็งอำนวย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาให้ความรู้ คำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ตลอดจนการกำกับดูแลและคอยติดตามความก้าวหน้า ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.ฐิต ศิริบูรณ์ และผศ.ดร.ชวลิต ศรีสถาพรพัฒน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีให้เสมอมา และสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษา และยังมีพี่ยุ้ย ปุน เอก ที่คอยเหลืองานวิจัย รวมไปถึงทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งขออภัยมิได้กล่าวนามในที่นี้

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยติดตามและให้กำลังใจ รวมถึงท่านอื่นๆ ที่มิได้กล่าวลงนามไว้ ณ ที่นี้ที่มีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยสำหรับผู้ที่สนใจจะศึกษารายละเอียดต่อไป

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญรูป..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ..... 2
1.5 ขั้นตอนของการทำวิจัย..... 2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2.1 ทฤษฎีการแสดงออกทางสีหน้า..... 3
2.2 การบีบอัดวีดิทัศน์..... 4
2.3 การประชุมทางวีดิทัศน์..... 5
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6
3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 7
3.1 การสร้างคลังสีหน้า..... 7
3.2 การจัดรูปแบบการสนทนาระยะไกล..... 11
3.3 การทดสอบโดยอาสาสมัคร..... 11
4 ผลการวิจัย..... 13
4.1 ผลการกรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง..... 13
4.2 ผลการกรณีบิตเรตมีค่าลดลง..... 15

บทที่ หน้า

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 19
5.1 สรุปผลการวิจัย 19
5.2 ปัญหาที่พบจากการวิจัย 19
5.3 ข้อเสนอแนะ 20
5.4 งานวิจัยในอนาคต 20
รายการอ้างอิง 21
ภาคผนวก 23
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 31

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ความหมายของตำแหน่งต่างๆ ของชื่อไฟล์ 10
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบเมื่อเฟรมเรตมีค่าลดลง 13
ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณทางสถิติกรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง 14
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดผลการคำนวณทางสถิติกรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง 14
ตารางที่ 4.4 การรู้จำสีหน้า ที่บิตเรตและคุณภาพของภาพที่ระดับต่างกัน 16
ตารางที่ 4.5 ผลการคำนวณทางสถิติกรณีบิตเรตมีค่าลดลง 16
ตารางที่ 4.6 รายละเอียดผลการคำนวณทางสถิติกรณีบิตเรตมีค่าลดลง 17
ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบขนาดไฟล์ที่ลดลง 18

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 รายละเอียดการขยับของพื้นที่รอบดวงตา. 3
รูปที่ 2.2 แผนภาพการแสดงอารมณ์ของ Russell..... 4
รูปที่ 2.3 มาตรฐานของไฟล์วีดิทัศน์ในช่วงปีที่ผ่านมา 5
รูปที่ 3.1 รายละเอียดของไฟล์ต้นฉบับ..... 7
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตั้งค่าไฟล์ตัวอย่าง..... 8
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างความแตกต่างของกรณีลดรายละเอียดภาพลง..... 9
รูปที่ 3.4 หลักการการสุ่มตัวอย่าง..... 10
รูปที่ 3.5 การจัดสภาพแวดล้อมของการทดสอบ..... 11
รูปที่ 3.6 หน้าจอการรับข้อมูลจากอาสาสมัคร..... 12
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 12
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตอบถูกเมื่อเฟรมเรทมีค่าลดลง. 13
รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตอบถูกเมื่อบิตเรตมีค่าลดลง 16
รูปที่ 6.1 สีหน้ารหัส 01 พอใจ 1..... 24
รูปที่ 6.2 สีหน้ารหัส 02 ไม่พอใจ 1..... 24
รูปที่ 6.3 สีหน้ารหัส 03 ประหลาดใจ 1..... 24
รูปที่ 6.4 สีหน้ารหัส 04 โกรธ 1..... 25
รูปที่ 6.5 สีหน้ารหัส 05 สงสัย 1..... 25
รูปที่ 6.6 สีหน้ารหัส 06 พอใจ 2..... 25
รูปที่ 6.7 สีหน้ารหัส 07 ไม่พอใจ 2..... 26
รูปที่ 6.8 สีหน้ารหัส 08 ประหลาดใจ 2..... 26
รูปที่ 6.9 สีหน้ารหัส 09 โกรธ 2..... 26
รูปที่ 6.10 สีหน้ารหัส 10 สงสัย 2..... 27
รูปที่ 6.11 สีหน้ารหัส 11 พอใจ 3..... 27
รูปที่ 6.12 สีหน้ารหัส 12 ไม่พอใจ 3..... 27
รูปที่ 6.13 สีหน้ารหัส 13 ประหลาดใจ 3..... 28
รูปที่ 6.14 สีหน้ารหัส 14 โกรธ 3..... 28

รูปที่ 6.15 สีหน้ารหัส 15 สงสัย 3..... 28
รูปที่ 6.16 สีหน้ารหัส 16 พอใจ 4..... 29
รูปที่ 6.17 สีหน้ารหัส 17 ไม่พอใจ 4..... 29
รูปที่ 6.18 สีหน้ารหัส 18 ประหลาดใจ 4..... 29
รูปที่ 6.19 สีหน้ารหัส 19 โกรธ 4..... 30
รูปที่ 6.20 สีหน้ารหัส 20 สงสัย 4..... 30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การประชุมทางไกล (Teleconference) เป็นระบบการติดต่อสื่อสารทางไกลรูปแบบหนึ่งที่กำลังได้รับการยอมรับมากขึ้น และถูกประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ การศึกษา และทางธุรกิจ [1][2]

การประชุมทางวีดิทัศน์ (Video conference) เป็นรูปแบบหนึ่งของการประชุมทางไกล ซึ่งมีจุดเด่นตรงที่คู่สนทนาสามารถมองเห็นกันและกันได้เสมือนว่าฝ่ายตรงข้ามอยู่ตรงหน้า ซึ่งระบบนี้ไม่ใช่ระบบใหม่ มีการพัฒนามาอย่างยาวนาน ทั้งด้านความคมชัดและคุณภาพเสียง ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการเดินทางได้เป็นอย่างดี

Facial expression หรือการแสดงออกทางสีหน้าและภาษากาย หรือ Body language เป็นเรื่องปกติที่สามารถพบได้กับทุกคน และเป็นศาสตร์ที่มีการศึกษากันมาอย่างยาวนาน ไม่ว่าจะเป็นการขยับของลูกนัยน์ตา คิ้ว หน้าผาก ล้วนแต่มีความหมาย ซึ่งสามารถพบได้ชัดเจนในการสนทนาแบบซึ่งหน้า ซึ่งผู้มีประสบการณ์สามารถดูออกได้อย่างถูกต้องว่า คู่สนทนากำลังรู้สึกอย่างไร เช่น โกรธ ไม่พอใจ หรือแม้แต่กำลังกล่าวเท็จอยู่ก็ตาม [3][4][5]

แต่สาเหตุสำคัญที่ระบบการประชุมทางวีดิทัศน์ไม่ได้รับความนิยมนั้น อยู่ที่ความรู้สึกที่ไม่ได้เหมือนกำลังคุยกันซึ่งหน้า ซึ่งปัญหาในจุดนี้ได้ถูกแก้ไขเฉพาะในระบบที่มีต้นทุนสูงและมีราคาแพง ทำให้ไม่ได้รับความนิยมในหมู่คนทั่วไปเท่าใดนัก [6]

ในด้านการใช้งานการบันทึกไฟล์วีดิทัศน์นั้นถือเป็นหลักฐานได้อย่างหนึ่งตามพระราชบัญญัติว่าด้วยธุรกรรมทางอีเล็กโทรนิกส์ มาตรา 10 และมาตรา 11 [7] ที่กล่าวว่าสามารถใช้เป็นพยานวัตถุ โดยบันทึกแบบนี้ต้องมีความน่าเชื่อถือ

การจัดเก็บและประมวลผลบันทึกนี้ใช้ทรัพยากรมาก เช่น พื้นที่ในฮาร์ดดิสค์ หรือแม้แต่การประมวลผลที่ต้องบันทึกได้ทันและไม่ขาดหาย ต้องมีเฟรมเรต (frame rate) ที่เพียงพอต่อการแยกแยะการขยับของส่วนประกอบบนใบหน้าของคู่สนทนา รวมไปถึงความคมชัดให้เห็นรายละเอียดของการขยับส่วนประกอบบนใบหน้า การวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบการประเมินความสามารถในการรู้จำสีหน้าในบันทึกการสนทนาที่ถูกปรับให้ขนาดของการจัดเก็บลดลงโดยการบีบอัดภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพิ่มประสิทธิภาพระบบบันทึกการสนทนาตัวต่อตัวและซึ่งหน้าแบบทางไกลในเชิงของปริมาณข้อมูลที่เก็บ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เจาะจงไปที่การสนทนาซึ่งหน้าตัวต่อตัวแบบทางไกล (remote 1-on-1 face-to-face conversation) เพียงอย่างเดียว
2. ศึกษาและวิเคราะห์เฉพาะการแสดงออกทางสีหน้าเพียงอย่างเดียว ไม่รวมถึงภาษากายอื่นๆ
3. วัดคุณภาพโดยใช้ขนาดของไฟล์และความสมบูรณ์ของเนื้อหาเป็นหลัก โดยความสมบูรณ์อาศัยวิจารณญานของผู้เข้าร่วมทดสอบ
4. ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คในการทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้กับระบบการบันทึกไฟล์การสนทนาโดยที่ทำให้เนื้อหาของการสนทนาครบถ้วนและใช้พื้นที่น้อยลงกว่าเดิม
2. ช่วยสนับสนุนการเก็บข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดเชิงกฎหมายจากพระราชบัญญัติว่าด้วยธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ.2544

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของการแสดงออกทางสีหน้า
2. ศึกษาวิธีการในบันทึกไฟล์วีดิทัศน์
3. ออกแบบขั้นตอนวิธีเการบันทึกขณะทำการสนทนาทางไกลแบบซึ่งหน้า
4. ทดสอบวิธีการที่นำเสนอ
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. สรุปผลและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าต่างๆ สามารถสรุปทฤษฎี และแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้ดังนี้

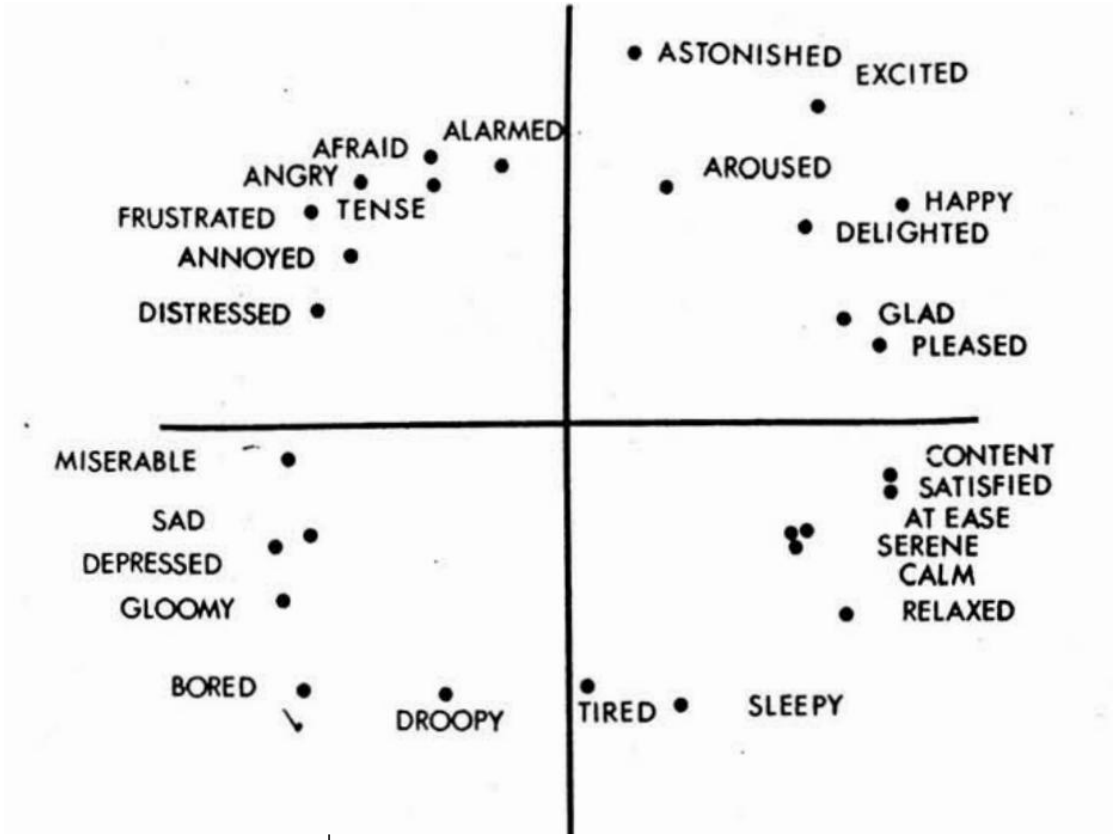
2.1 ทฤษฎีการแสดงออกทางสีหน้า

การแสดงออกทางสีหน้านั้นเป็นศาสตร์ที่ผ่านการศึกษาและค้นคว้ามาเป็นเวลานาน มีการวิจัยในเรื่องของการขยับส่วนต่างๆ ของใบหน้าที่สอดคล้องกับความรู้สึกในขณะนั้น ซึ่ง Paul Ekman [5] ได้ตั้งทฤษฎีของการขยับของส่วนต่างๆ ของใบหน้าขึ้น ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าการแสดงอารมณ์ในขณะนั้นเป็นอย่างไร โดยพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาตลอด และจากการศึกษาค้นคว้า ทำให้มีการวิจัยโดยใช้การจับภาพเคลื่อนไหวมาใช้วิเคราะห์สภาพความรู้สึกของผู้ทดสอบ จากที่แสดงในรูปที่ 2.1 [9] โดย AU คือเลขประจำตัวผู้ทดสอบ ซึ่งผลที่ได้จึงเป็นที่ยืนยันอีกอย่างหนึ่งว่า รูปแบบของการแสดงออกทางสีหน้าของคนในแต่ละชาตินั้น มีลักษณะใกล้เคียงกัน แม้ว่าจะมีความแตกต่างของขนาดของแต่ละองค์ประกอบบนใบหน้าเช่น ตา จมูก ปาก ก็ตาม

NEUTRAL	AU 1	AU 2	AU 4	AU 5
Eyes, brow, and cheek are relaxed.	Inner portion of the brows is raised.	Outer portion of the brows is raised.	Brows lowered and drawn together	Upper eyelids are raised.
AU 6	AU 7	AU 1+2	AU 1+4	AU 4+5
Cheeks are raised.	Lower eyelids are raised.	Inner and outer portions of the brows are raised.	Medial portion of the brows is raised and pulled together.	Brows lowered and drawn together and upper eyelids are raised.
AU 1+2+4	AU 1+2+5	AU 1+6	AU 6+7	AU 1+2+5+6+7
Brows are pulled together and upward.	Brows and upper eyelids are raised.	Inner portion of brows and cheeks are raised.	Lower eyelids cheeks are raised.	Brows, eyelids, and cheeks are raised.

รูปที่ 2.1 รายละเอียดการขยับของพื้นที่รอบดวงตา

และจากการทดลองของ Rusell [10] ยังได้พบว่า การแสดงออกทางสีหน้าที่เด่นชัดมี 4 ส่วนคือตามแกนนอนจะเป็นระดับของความสุข-ทุกข์ และแกนตั้งจะเป็นระดับของความตื่นเต้น-ง่วง ทำให้สามารถแบ่งตำแหน่งของอารมณ์ได้ ตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภาพการแสดงอารมณ์ของ Russell

2.2 การบีบอัดวีดิทัศน์

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการสร้างไฟล์วีดิทัศน์ออกมาหลายรูปแบบด้วยกัน [11] ซึ่งมีเป้าหมายที่แตกต่างตามความต้องการ เช่น การใช้ไฟล์ประเภท lossless เพื่อความคมชัดคุณภาพสูง แต่ไฟล์มีขนาดใหญ่ หรือไฟล์ที่ออกแบบมาเพื่อถ่ายโอนขึ้นบนอินเตอร์เน็ต หรือถ่ายทอดทางโทรทัศน์ ต้องไม่มีขนาดใหญ่มากเกินความสามารถในการส่งผ่านข้อมูล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการบีบอัดวีดิทัศน์ เพื่อให้ได้ไฟล์ที่มีขนาดเล็ก คมชัดคุณภาพเสียงสูง และใช้การประมวลผลต่ำ

Year	Standard	Publisher	Popular Implementations
1984	H.120	ITU-T	
1990	H.261	ITU-T	Videoconferencing, Videotelephony
1993	MPEG-1 Part 2	ISO, IEC	Video-CD
1995	H.262/MPEG-2 Part 2	ISO, IEC, ITU-T	DVD Video, Blu-ray, Digital Video Broadcasting, SVCD
1996	H.263	ITU-T	Videoconferencing, Videotelephony, Video on Mobile Phones (3GP)
1999	MPEG-4 Part 2	ISO, IEC	Video on Internet (DivX, Xvid ...)
2003	H.264/MPEG-4 AVC	ISO, IEC, ITU-T	Blu-ray, Digital Video Broadcasting, iPod Video, HD DVD

รูปที่ 2.3 พัฒนาการของมาตรฐานของไฟล์วีดิทัศน์ในช่วงปีที่ผ่านมา

ในปัจจุบันมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปคือ H.264/MPEG-4 AVC เนื่องด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่รองรับขนาดไฟล์ที่ใหญ่และประมวลผลได้เร็วมากขึ้น อย่างไรก็ตามไฟล์ประเภทนี้แม้จะมีความคมชัด แต่หากนำไปใช้การประชุมทางวีดิทัศน์ในระบบทั่วไป จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างราบรื่น แต่หากมีแบนด์วิดท์ในการรับส่งข้อมูลที่เพียงพอ การใช้ไฟล์ประเภทนี้จะให้ความแตกต่างอย่างชัดเจนในการสนทนา

2.3 การประชุมทางวีดิทัศน์

การประชุมทางวีดิทัศน์ (Video conference) มีการใช้งานมาอย่างยาวนานมีพัฒนาการมาตลอด และนำไปดัดแปลงใช้งานกับหลายด้าน เช่น ทางการแพทย์มีการทดลองเพื่อดูสภาพผิวหนังของผู้ป่วยที่เป็นโรคผิวหนัง และสามารถวิเคราะห์อาการและสาเหตุของโรคได้ [1][2][13] หรือการใช้งานในทางการศึกษา ซึ่งแพร่หลายและกระจายตัวออกเป็นวงกว้างและได้รับการยอมรับมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น การใช้งานระบบของ Canal Avist ที่สามารถเชื่อมต่อการสื่อสารให้ครอบคลุมหลายทวีปได้ [13][14]

สาเหตุที่ระบบการประชุมทางวีดิทัศน์นั้นเป็นที่นิยมเพราะข้อได้เปรียบทางระยะทางและเวลา ซึ่งสามารถช่วยในด้านค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้มาก แต่ในขณะเดียวกัน มีงานวิจัยที่พบว่า หากความละเอียดและขนาดของภาพ รวมไปถึง fps ความล่าช้าของสัญญาณภาพ และคุณภาพของภาพที่ไม่ต่อเนื่องหรือต่ำกว่ามาตรฐานแล้ว การใช้ระบบการประชุมทางวีดิทัศน์ จะให้ผลที่ต่ำกว่าการพูดคุยด้วยเสียงเพียงอย่างเดียวอีกด้วย และยังมีงานวิจัยที่พบว่า การใช้การประชุมทางวีดิทัศน์ที่มีภาพคุณภาพต่ำหรือไม่ชัดเจน จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าไม่ได้คุยอยู่ด้วยกันจริงๆ [2]

อีกปัจจัยหนึ่งที่พบได้ชัดเจนว่า ทำไมการประชุมทางวีดิทัศน์จึงไม่แพร่หลายในบางประเทศนั่นคือต้นทุนของระบบที่มีคุณภาพสูงที่ทำให้การติดต่อสื่อสารใกล้เคียงกับแบบซึ่งหน้า (face to

face) มากที่สุดนั้น จะมีราคาสูงมากและต้องการแบนด์วิดท์ที่สูง ในขณะที่กล้องทั่วไปนั้นไม่สามารถทำให้เกิดความรู้สึกว่ากำลังสนทนาแบบซึ่งหน้าอยู่ ด้วยข้อจำกัดทางขนาดภาพ แบนด์วิดท์ ความล่าช้าของสัญญานภาพ เป็นต้น

แม้ว่าระบบเหล่านี้จะมีราคาที่สูงและต้องการแบนด์วิดท์มาก แต่ก็ปฏิเสธไม่ได้ว่า ระบบที่มีคุณภาพสูงมากพอนั้น จะทำให้การประชุมทางวีดิทัศน์ใกล้เคียงกับการสนทนาแบบซึ่งหน้ามาก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ข้อจำกัดทางด้านระยะทางนั้นลดลง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของ Pual Ekmann และคณะ [5] ซึ่งทำการทดลองและเก็บตัวอย่างข้อมูลของการแสดงออกทางสีหน้าจนได้พบว่า แม้ว่าภาษาทางกายนั้นจะแตกต่างกันตามวัฒนธรรม แต่ไม่ว่าจะเป็นชนชาติใดก็ตามการแสดงออกทางสีหน้านั้น สามารถใช้หลักการเดียวกันได้หมด และจากการทดสอบของ Matthias Rehm และ Elisabeth Andre [4] พบว่าการแสดงออกทางสีหน้านั้นสามารถตรวจสอบคำกล่าวเท็จได้อย่างมีหลักการเหมือนเครื่องจับเท็จเช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่า การแสดงออกทางสีหน้านั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ และจากการทดสอบของ Gilmour E. Campbell และคณะ [6] ได้ทำการตรวจสอบงานบุคคลต่างๆ เพื่อเปรียบผลระหว่างการพูดคุยต่อหน้าและการตรวจสอบระยะไกลด้วยเสียงเพียงอย่างเดียวพบว่า ประสิทธิภาพของการตรวจสอบนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จากการทดลองของ C. O'Malley [1] ที่ทำการตรวจรักษาคนไข้ด้วยวิธีทางไกลแบบวีดิทัศน์แล้วพบว่าผลที่ได้สามารถนำการตรวจรักษาคนไข้ผ่านระบบทางไกลได้อย่างดี ซึ่งการทดลองของ Ricardo Matheus และ Manuella Maia Ribeiro [2] ยังสนับสนุนการทดลองนี้อีกด้วยว่าสามารถประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และใช้งานในพื้นที่ห่างไกลได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ และจากการทดลองของ Ying-li Tian [9] พบว่าการใช้ไฟล์วีดิทัศน์นั้นสามารถนำไปแยกแยะการแสดงออกทางสีหน้าได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง การดำเนินงานวิจัยซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ประกอบด้วย

1. การสร้างคลังสีหน้า
2. การจัดรูปแบบการสนทนาระยะไกล
3. การทดสอบโดยอาสาสมัคร

3.1 การสร้างคลังสีหน้า

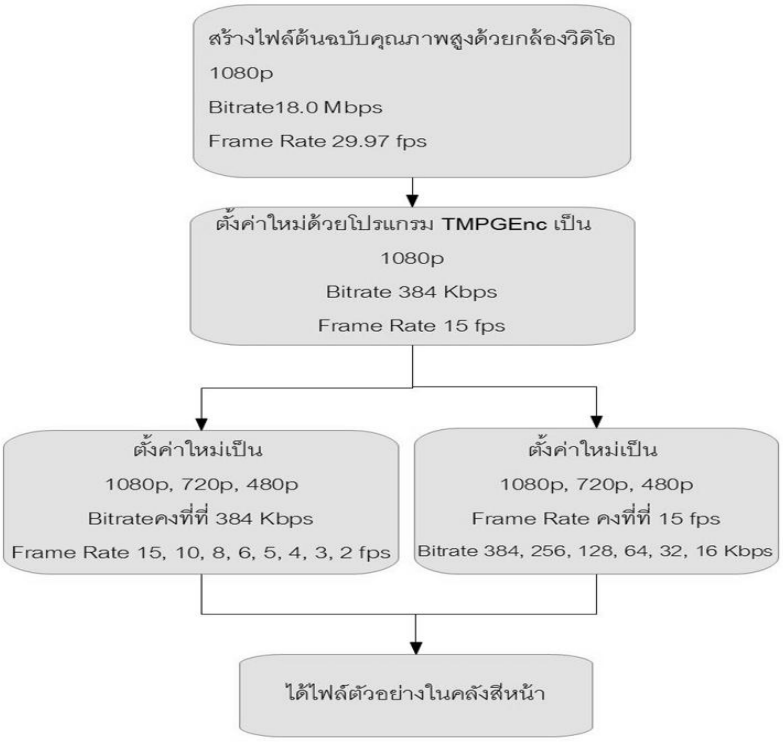
จากแผนภาพของ Russell นั้นเราเลือกการแสดงสีหน้าออกมา เพียง 5 สีหน้า เนื่องจากข้อจำกัดด้านปริมาณตัวอย่างในการทดลอง และการตรวจสอบผล โดยเลือกส่วนที่สามารถพบเห็นได้ง่ายและมีความเกี่ยวข้องกันคือ สีหน้าพอใจกับสีหน้าไม่พอใจในฐานะที่ตรงข้ามกัน สีหน้าไม่พอใจกับสีหน้าโกรธในฐานะที่ใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นประเด็นในการตรวจสอบว่าสามารถสังเกตความแตกต่างได้หรือไม่ และส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกันคือสีหน้าประหลาดใจและสีหน้าสงสัย เป็นตัวทดสอบว่าการแสดงออกทางสีหน้าสามารถดูออกได้หรือไม่เพราะเป็นสีหน้าที่มีความชัดเจนและไม่มีความเกี่ยวข้องกัน

00022.MTS

Format	: BDAV
Format/Info	: Blu-ray Video
File size	: 116 MiB
Duration	: 58s 576ms
Overall bit rate mode	: Variable
Overall bit rate	: 16.6 Mbps
Maximum Overall bit rate	: 18.0 Mbps
Video	
ID	: 4113 (0x1011)
Menu ID	: 1 (0x1)
Format	: AVC
Format/Info	: Advanced Video Codec
Format profile	: High@L4.0
Format settings, CABAC	: No
Format settings, ReFrames	: 2 frames
Format settings, GOP	: M=3, N=15
Codec ID	: 27
Duration	: 58s 592ms
Bit rate mode	: Variable
Bit rate	: 15.8 Mbps
Maximum bit rate	: 16.2 Mbps
Width	: 1 920 pixels
Height	: 1 080 pixels
Display aspect ratio	: 16:9
Frame rate	: 29.970 fps
Color space	: YUV
Chroma subsampling	: 4:2:0
Bit depth	: 8 bits
Scan type	: Interlaced
Scan order	: Top Field First
Bits/(Pixel*Frame)	: 0.253
Stream size	: 110 MiB (95%)

รูปที่ 3.1 รายละเอียดของไฟล์ต้นฉบับ

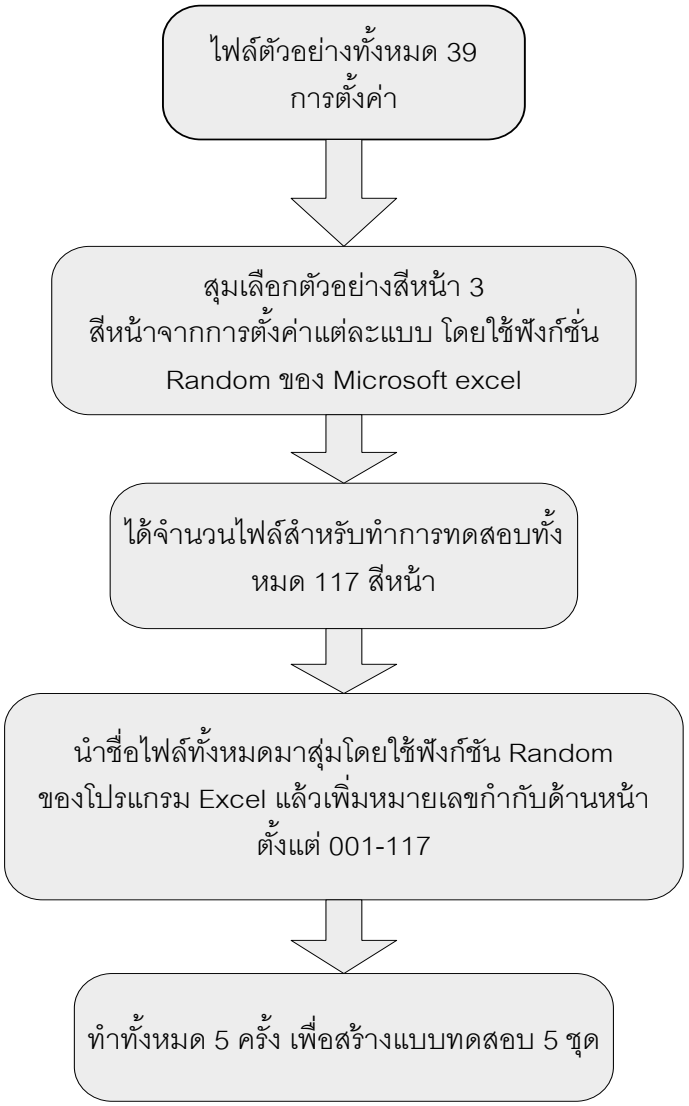
ในการนั้น บันทึกภาพการแสดงออกทางสีหน้าด้วยกล้องดิจิตอล ให้มีขนาดความละเอียดของภาพเป็น 1920x1080 พิกเซล บิตเรต (bitrate) ของภาพที่ 18.0 Mbps และเฟรมเรต (frame rate) ที่ 29.97 fps ซึ่งเป็นการตั้งค่าสูงสุดของกล้องวีดิทัศน์คุณภาพสูงที่ใช้กันในปัจจุบันเพื่อให้ไฟล์ต้นฉบับมีรายละเอียดตามรูปที่ 3.1 ก่อนจะทำการปรับลดคุณสมบัติ โดยบันทึกการแสดงออกทางสีหน้าของอาสาสมัคร 4 คน ทำการบันทึกเฉพาะครึ่งตัวส่วนบนดังรูปที่ 3.3 แต่ละคนแสดงสีหน้าทั้งหมด 5 สีหน้าด้วยกันคือ พอใจ ไม่พอใจ ประหลาดใจ โกรธ และสงสัย รวมเป็นทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ซึ่งการแสดงแต่ละสีหน้านานประมาณ 5 วินาที แล้วทำการทดสอบโดยอาสาสมัครเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบว่าการแสดงออกทางสีหน้าที่บันทึกมานั้นมีความถูกต้อง หลังจากนั้นนำไฟล์ต้นฉบับมาปรับแปลงคุณสมบัติต่างๆ เพื่อนำไปทดสอบการรู้จำ โดยแบ่งคุณสมบัติออกเป็น3ส่วน คือ บิตเรต เฟรมเรต และขนาดของภาพ โดยที่ขนาดของภาพ 1080p 720p และ 480p แต่ละตัวจะปรับลดบิตเรตลงเรื่อยๆ ที่เฟรมเรตคงที่ที่ 15 fps และลดบิตเรตลงเรื่อยๆ ที่บิตเรตคงที่ที่ 384 Kbps ดังนั้นสีหน้าแต่ละตัวใน 20 ตัวอย่างของขั้นตอนที่แล้ว จะถูกแปลงเป็น 39 การตั้งค่า รวมเป็น 780 ตัวอย่างตามรูปที่ 3.2 เพื่อสุ่มใช้ในการทดสอบการรู้จำ



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการตั้งค่าไฟล์ตัวอย่าง

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างความแตกต่างกรณีลดรายละเอียดภาพลง

ในการสุ่มนั้นจะสุ่มแต่ละการตั้งค่าออกมาอย่างละ 3 สีหน้า เพื่อให้การทดสอบในแต่ละการตั้งค่านั้นมีการทดสอบหลายครั้ง โดยใช้สีหน้าต่างกันด้วยอาสาสมัครคนเดิม ทำให้การทดสอบแต่ละครั้งนั้นอาสาสมัครต้องทำการทดสอบรู้จำสีหน้าทั้งหมด 117 สีหน้าด้วยกัน ทำทั้งหมด 5 ครั้ง เพื่อสร้างคลังสีหน้าทั้งหมด 5 ชุดเพื่อให้สีหน้ามีความหลากหลายมากขึ้นตามรูปที่ 3.4 และทำการตั้งชื่อไฟล์โดยใช้เลข 8 หลัก โดยสามหลักแรกทางซ้ายมือจะเป็นลำดับที่ได้จากการสุ่ม หลักถัดมาจะเป็นความละเอียดของภาพ หลักถัดมาเป็นเฟรมเรต หลักถัดมาจะเป็นบิตเรต และสองหลักสุดท้ายจะเป็นรหัสของสีหน้า เช่น 11111111 อธิบายได้ว่าภาพนี้จะถูกสุ่มเป็นลำดับที่ 111 มีความละเอียดภาพที่ 1080p เฟรมเรตที่ 15 fps บิตเรตที่ 384 Kbps และมีรหัสการแสดงสีหน้าเป็น 11 ตามที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.4 หลักการการสุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 ความหมายของตำแหน่งต่างๆ ของชื่อไฟล์

ลำดับที่สุ่มได้			ความละเอียดของภาพ	เฟรมเรต	บิตเรต	รหัสสีหน้า	
0	0	0	0	0	0	0	0
ตั้งแต่ 001-117			1 = 1080p	1 = 15 fps	1 = 384 Kbps	ตั้งแต่ 01-20	
			2 = 720p	2 = 10 fps	2 = 256 Kbps		
			3 = 480p	3 = 8 fps	3 = 128 Kbps		
				4 = 6 fps	4 = 64 Kbps		
				5 = 5 fps	5 = 32 Kbps		
				6 = 4 fps	6 = 16 Kbps		
				7 = 3 fps			
				8 = 2 fps			

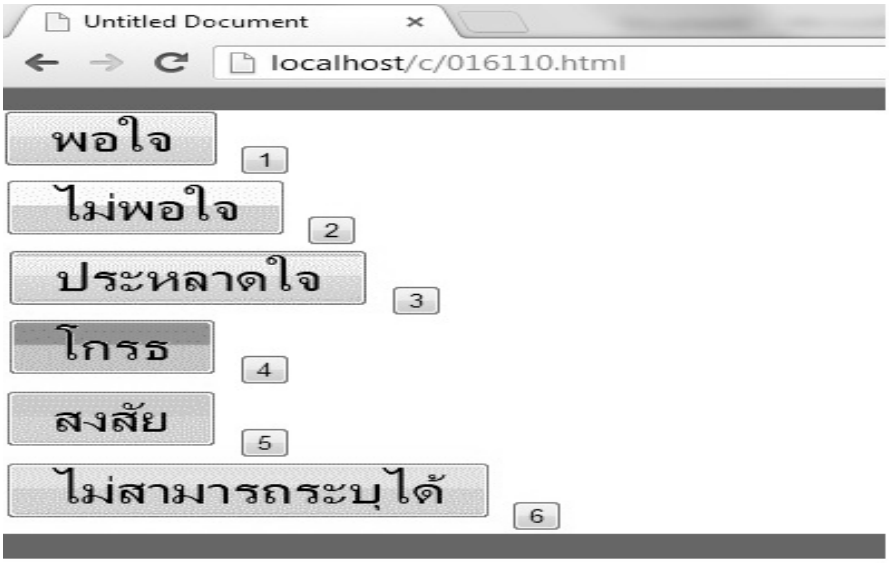
3.2 การจัดรูปแบบการสนทนาระยะไกล

ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมือนขณะใช้งานการประชุมทางวีดิทัศน์จริงๆ ซึ่งจะเป็นการใช้จอภาพขนาด 40 นิ้วที่ความละเอียดภาพ 1920x1080 พิกเซล และนั่งในตำแหน่งห่างจากจอภาพ 2 เมตร จัดวางตำแหน่งของกล้องและที่นั่งของอาสาสมัครให้คงที่ เพื่อไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อนในระหว่างการทดสอบ

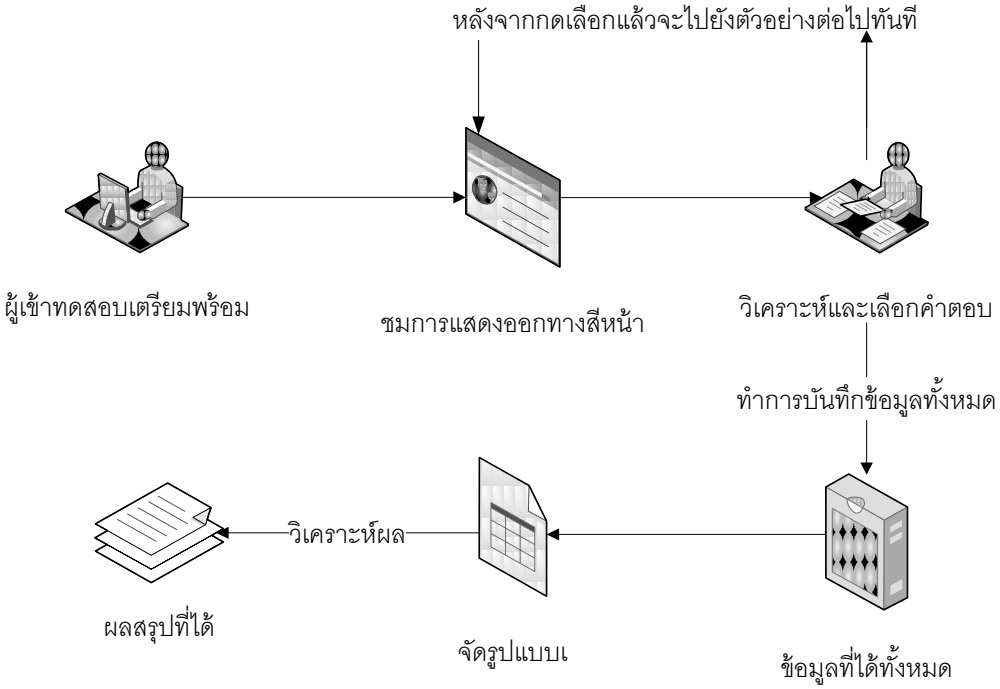
รูปที่ 3.5 การจัดสภาพแวดล้อมของการทดสอบ

3.3 การทดสอบโดยอาสาสมัคร

หลังจากสร้างคลังสีหน้าแล้วจึงทำการทดสอบโดยให้อาสาสมัครนั่งชมการแสดงสีหน้าที่คุณสมบัติของภาพต่างๆ กันแล้วบันทึกผลการชม โดยให้อาสาสมัครนั่งห่างจากจอภาพ 2 เมตร ตามรูปที่ 3.5 เพื่อนั่งชมและตอบข้อมูลตามแบบสอบถามดังรูปที่ 3.6 โดยมีเจ้าหน้าที่คอยเปลี่ยนไฟล์วีดิทัศน์ให้เมื่ออาสาสมัครพร้อมชมการแสดงสีหน้าถัดไป รวมทั้งรับคำตอบมากรอกลงแบบสอบถาม เพื่อไม่ให้อาสาสมัครต้องเสียสมาธิในการชมไฟล์วีดิทัศน์ตัวอย่าง ซึ่งผลการรู้จำนั้นมีตัวเลือก 6 ตัว คือ พอใจ ไม่พอใจ ประหลาดใจ โกรธ สงสัย และไม่สามารถระบุได้ โดยทำการนั่งชมคนละ 117 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.6 หน้าจอการรับข้อมูลแบบสอบถามจากอาสาสมัคร



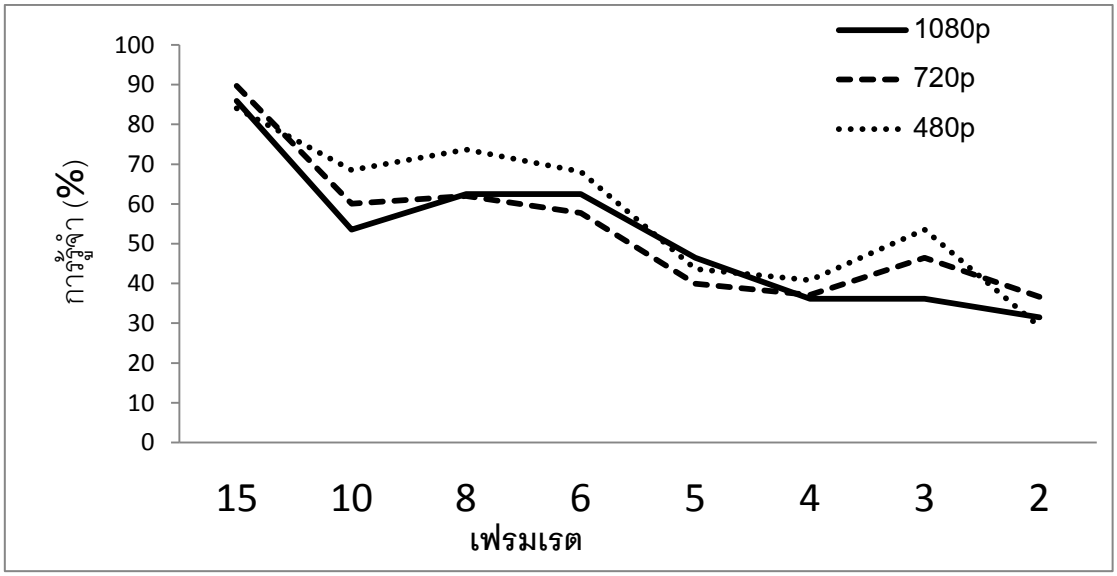
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการทดสอบและรวบรวมข้อมูลจากอาสาสมัครจำนวน 71 คน ทำให้ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 กรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง

เนื่องจากการตั้งค่าเฟรมเรตให้มีค่าลดลงนั้นจะไม่ส่งผลต่อขนาดไฟล์แต่จะส่งผลต่อคุณภาพของภาพแทน ซึ่งผลการทดลองเป็นไปดังรูปที่ 4.1และค่าที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตอบถูกเมื่อเฟรมเรตมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.1 ผลการการรู้จำ(%) เมื่อเฟรมเรตมีค่าลดลงที่ความละเอียดภาพต่างกัน

	ความละเอียดภาพ		
เฟรมเรต	1080p	720p	480p
15 fps	85.91%	89.67%	84.03%
10 fps	53.52%	60.09%	68.54%
8 fps	62.44%	61.97%	73.70%
6 fps	62.44%	57.74%	68.07%
5 fps	46.47%	39.90%	43.66%
4 fps	36.15%	37.08%	40.84%
3 fps	36.15%	46.47%	53.52%
2 fps	31.45%	36.61%	29.10%

ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณทางสถิติกรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง

ANOVA					
Score	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	149.948	23	6.519	29.690	.000
Within Groups	1117.249	5088	.220		
Total	1267.197	5111			

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดผลการคำนวณทางสถิติกรณีเฟรมเรตมีค่าลดลง

(I) fps	(J) fps	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1080.15	480.02	.56808*	.03930	.000	.4199	.7163
	480.03	.32394*	.04176	.000	.1664	.4815
	480.04	.45070*	.04136	.000	.2947	.6067
	480.05	.42254*	.04161	.000	.2656	.5795
	480.06	.17840*	.03995	.003	.0277	.3291
	480.08	.12207	.03853	.357	-.0232	.2674
	480.1	.17371*	.03985	.005	.0234	.3240
	480.15	.01878	.03469	1.000	-.1120	.1495
	720.02	.49296*	.04081	.000	.3390	.6469
	720.03	.39437*	.04176	.000	.2368	.5519
	720.04	.48826*	.04088	.000	.3341	.6425
	720.05	.46009*	.04126	.000	.3045	.6157
	720.06	.28169*	.04149	.000	.1252	.4382
	720.08	.23944*	.04102	.000	.0847	.3942
	720.1	.25822*	.04126	.000	.1026	.4138
	720.15	-.03756	.03174	1.000	-.1572	.0821
	1080.02	.54460*	.03985	.000	.3943	.6949
	1080.03	.45070*	.04136	.000	.2947	.6067
	1080.04	.49765*	.04074	.000	.3440	.6513
	1080.05	.39437*	.04176	.000	.2368	.5519
	1080.06	.23474*	.04095	.000	.0803	.3892
	1080.08	.23474*	.04095	.000	.0803	.3892
	1080.1	.32394*	.04176	.000	.1664	.4815

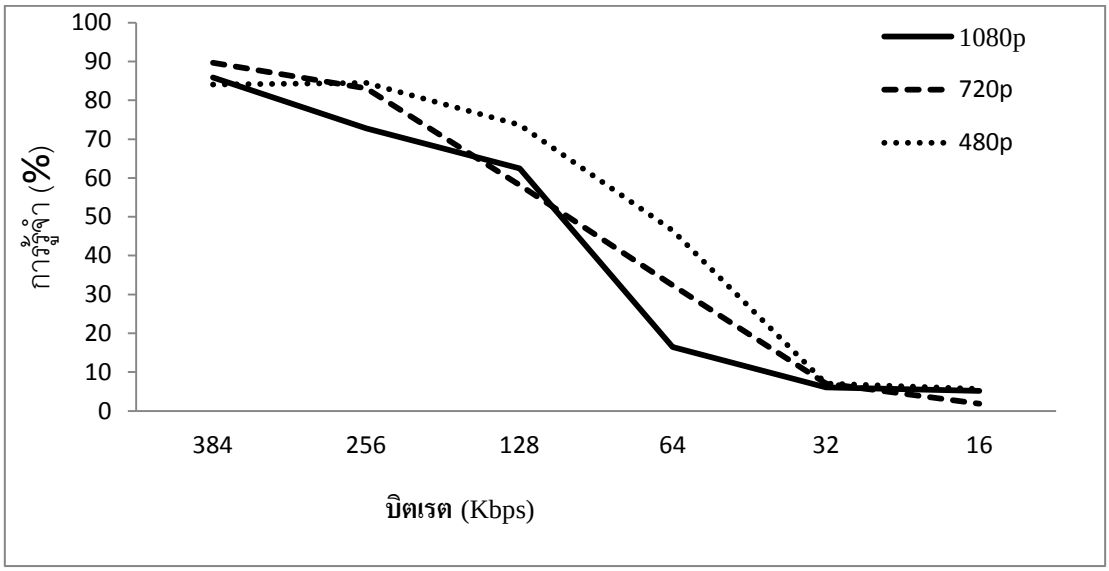
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

จากผลการทดลองพบว่าที่บิทเรตคงที่ที่ 384 Kbps (ค่าสูงสุด) เฟรมเรตที่ลดลงมีแนวโน้มส่งผลให้อัตราการรู้จำลดลง ซึ่งภาพทั้งสามขนาดมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน จากการที่การอ่านสีหน้าต้องอาศัยการขยับเคลื่อนไหวของใบหน้า เมื่อเฟรมเรตลดลงภาพจะไม่ต่อเนื่องส่งผลต่อการรู้จำสีหน้า แต่ยังมีกราฟบางช่วงที่เมื่อเฟรมเรตลดลงแต่อัตราการตอบถูกกลับสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อเฟรมเรตมีค่าน้อยลง จะส่งผลให้ภาพมีคุณภาพที่ดีขึ้น (ที่บิตเรตเดิม) ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าแม้ว่าภาพที่ได้จะมีความต่อเนื่องน้อยลงแต่เมื่อภาพมีความชัดเจนมากขึ้น จึงสามารถรู้จำได้ดีขึ้น

ผลการทดสอบการรู้จำสีหน้ามีค่าลดลงเมื่อเฟรมเรตลดลง ในลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Durbin-Watson ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% (α=0.05) และเมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างแล้วพบว่า การรู้จำสีหน้าที่ 15 fps มีความแตกต่างกับการรู้จำสีหน้าที่ 10 fps อย่างมีนัยสำคัญที่ความละเอียดของภาพ 1080p 720p และ 480p ด้วยวิธี One-Way ANOVA แบบ Dunnett's T3 ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% (α=0.05) [15] ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ในการลดเฟรมเรตให้เหลือ 10 fps จะส่งผลต่อค่าเฉลี่ยการรู้จำสีหน้าลดลงจนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ ค่าที่เหมาะสมในการใช้งานจริงจากการทดลองนี้มีเพียงเฟรมเรตที่15 fps เท่านั้น ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าที่ 10 fps ความสามารถในการรู้จำสีหน้าของคู่สนทนาจะลดลงเหลือเพียง 2 ใน 3 เท่านั้น ซึ่งมีผลกระทบต่อการสนทนาอย่างมาก

4.2 ผลการกรณีบิตเรตมีค่าลดลง

เนื่องจากการลดค่าบิตเรตนั้นที่เฟรมเรตคงที่ (ในที่นี้ใช้เฟรมเรตสูงสุดที่ 15 fps) จะส่งผลโดยตรงต่อพื้นที่จัดเก็บของไฟล์และส่งผลโดยตรงต่อความชัดเจนของภาพ ซึ่งการตั้งค่าบิตเรตนี้จะนำไปเทียบกับพื้นที่จัดเก็บของไฟล์ที่ใช้น้อยลง ผลการทดลองเป็นไปดังรูปที่ 4.2 และค่าที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตอบถูกเมื่อบิตเรตมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.4 การรู้จำสีหน้า(%) ที่บิตเรตและคุณภาพของภาพที่ระดับต่างกัน

บิตเรต	1080p	720p	480p	พื้นที่ที่ลดลง (%)
384 Kbps	85.92	89.67	84.04	0.00
256 Kbps	72.77	83.10	84.51	31.19
128 Kbps	62.44	58.22	73.71	64.47
64 Kbps	16.43	32.39	46.48	80.53
32 Kbps	6.10	7.04	7.04	89.87
16 Kbps	5.16	1.88	5.63	91.66

ตารางที่ 4.5 ผลการคำนวณทางสถิติกรณีบิตเรตมีค่าลดลง

ANOVA					
scre	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	438.634	17	25.802	191.935	.000
Within Groups	513.391	3819	.134		
Total	952.025	3836			

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดผลการคำนวณทางสถิติกรณีบิตเรตมีค่าลดลง

(I) bit	(J) bit	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1080.384	480.016	.80282*	.02866	.000	.6991	.9065
	480.032	.78873*	.02966	.000	.6815	.8960
	480.064	.39437*	.04176	.000	.2433	.5455
	480.128	.13230	.03866	.098	-.0075	.2721
	480.256	.01408	.03447	1.000	-.1105	.1387
	480.384	.01878	.03469	1.000	-.1066	.1442
	720.016	.84038*	.02565	.000	.7473	.9335
	720.032	.78873*	.02966	.000	.6815	.8960
	720.064	.53521*	.04005	.000	.3904	.6801
	720.128	.27700*	.04145	.000	.1270	.4269
	720.256	.02817	.03512	1.000	-.0988	.1551
	720.384	-.03756	.03174	1.000	-.1523	.0772
	1080.016	.80751*	.02832	.000	.7050	.9100
	1080.032	.79812*	.02900	.000	.6932	.9030
	1080.064	.69484*	.03491	.000	.5687	.8210
	1080.128	.23474*	.04095	.000	.0866	.3829
	1080.256	.13146	.03880	.110	-.0088	.2718

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

จากกราฟในรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.6 จะพบว่าความสามารถในการรู้จำมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เช่นเดียวกับกราฟเฟรมเรตแต่จะมีความชันของกราฟมากกว่า และผลที่ได้ต่างกันค่อนข้างชัดเจน โดยพื้นที่ที่ลดลง (%) นั้นเทียบกับเนื้อที่ที่ใช้การตั้งค่าที่มีคุณภาพสูงที่สุดคือบิตเรตที่ 384 Kbps

การรู้จำสีหน้ามีค่าลดลงเมื่อบิตเรตลดลง (ที่เฟรมเรตคงที่ที่ 15 fps) และเมื่อตรวจสอบหาความเหมาะสมด้วยวิธี One-Way ANOVA แบบ Dunnett's T3 ที่ความเชื่อมั่นที่ 95% (α=0.05) พบว่าที่ความละเอียดของภาพที่ 1080p และ720p ผลการทดสอบการรู้จำสีหน้าที่บิตเรต 384 Kbps และ 256 Kbps ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญแต่ถ้าบิตเรตมีค่าต่ำกว่า 256 Kbps จะทำให้การรู้จำสีหน้ามีค่าแตกต่างกันมากอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นที่ความละเอียดของภาพที่ 1080p และ720p นั้นเราสามารถใช้ค่าบิตเรต 256 Kbps ได้โดยที่ความสามารถในการรู้จำสีหน้าไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ความละเอียดของภาพที่ 480p นั้นความสามารถในการรู้จำสีหน้าที่บิตเรต 384 Kbps 256 Kbps และ128 Kbps นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและถ้าบิตเรตมีค่าต่ำกว่า128 Kbps จะทำให้ความสามารถในการรู้จำสีหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นที่ความละเอียดของภาพที่ 480p เราสามารถใช้ค่าบิตเรต 128 Kbps ได้โดยที่การทดสอบการรู้จำสีหน้าไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบขนาดไฟล์ที่ลดลง

รูปแบบ	บิตเรต	ขนาดไฟล์	%ที่ลดลง
ต้นแบบ	16.0 Mbps	21.38 MB	0
มาตรฐานขั้นต่ำ	384 Kbps	138 KB	99.35 เมื่อเทียบกับต้นแบบ
ผลการทดลอง	128 Kbps	48 KB	99.99 เมื่อเทียบกับต้นแบบ 64.47 เมื่อเทียบกับมาตรฐานขั้นต่ำ

จะเห็นว่าที่ความละเอียดของภาพต่ำนั้นปริมาณข้อมูลจะลดลงอย่างมากจากที่แสดงในตารางที่ 4.7 ในแต่ละลำดับ ดังนั้นจึงสามารถรู้จำสีหน้าได้ที่บิตเรตที่ต่ำลง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบการรู้จำสีหน้าโดยการปรับลดค่าเริ่มต้นต่างๆ ทำให้สรุปผลการทดลองครั้งนี้ได้ว่าการลดคุณภาพของภาพลงไปทำให้การรู้จำสีหน้าลดลง การรู้จำสีหน้าที่มีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้สำหรับความละเอียดของภาพที่ 1080p และ 720p คือที่บิตเรต 256 Kbps สำหรับความละเอียดของภาพที่ 480p จะมีช่วงที่การรู้จำสีหน้ามีประสิทธิภาพยอมรับได้อยู่ที่บิตเรต 128 Kbps ส่วนเมื่อทำการลดเฟรมเรตนั้นการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเฟรมเรตที่ 15 fps เหมาะสมที่สุดในการใช้งานที่บิตเรต 384 Kbps เพราะเมื่อลดค่าเฟรมเรตไปที่ 10 fps แล้ว จะทำให้การรู้จำสีหน้าลดลงเหลือเพียงประมาณ 2 ใน 3 ซึ่งความผิดพลาดสูงเกินไปสำหรับการสนทนาที่จดจ่อกับสีหน้าเช่นนี้

ข้อสังเกตประการหนึ่งคือความละเอียดของภาพมีผลต่อปริมาณข้อมูลการบันทึกสูงดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะจัดเก็บที่ความละเอียดต่ำแต่มีเฟรมเรตสูง ซึ่งเมื่อพิจารณาผลจากการวิจัยนี้แล้วการตั้งค่าที่เหมาะสมที่สุด คือ ให้บันทึกวีดิทัศน์การสนทนาที่ความละเอียดของภาพเพียง 480p ที่เฟรมเรต 15 fps และบิตเรต 128 Kbps ซึ่งส่งผลให้ใช้เนื้อที่จัดเก็บลดลงถึง 64.47 % เมื่อเทียบกับบิตเรตที่ 384 Kbps ขณะที่ความสามารถในการรู้จำไม่แตกต่างกับการตั้งค่าคุณสมบัติที่คุณภาพสูงกว่าอีกด้วย

5.2 ปัญหาที่พบจากการวิจัย

ระหว่างการดำเนินงานวิจัยได้พบปัญหา อุปสรรคและข้อจำกัดต่างๆ ดังนี้

เนื่องด้วยการทดลองในครั้งนี้ใช้อาสาสมัครในการทดสอบ และแต่ละครั้งกินเวลานานทำให้อาสาสมัครมีจำนวนน้อยเพราะการทดลองแต่ละครั้งนี้ใช้มาก เพราะจำนวนข้อของแบบสอบถามมีจำนวนมาก

การบีบอัดวีดิทัศน์นั้นมีความซับซ้อนทำให้การสร้างไฟล์ตัวอย่างแต่ละครั้งต้องตรวจสอบอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้การตั้งค่าผิดพลาด

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าในการบันทึกสามารถใช้ค่าความละเอียดของภาพที่ 480p บิตเรตเป็น 128 Kbps และเฟรมเรตที่ 15 fps เป็นค่าคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเก็บบันทึกเพื่อการสนทนาตัวต่อตัวแบบทางไกล การวิจัยนี้ใช้เพียงการบีบอัดแบบ MPEG-4 Part 14 ในรูปแบบ .mp4 ของโปรแกรม TMPGEnc เท่านั้น ซึ่งวิธีการบีบอัดหรือรูปแบบไฟล์อื่น อาจมีผลแตกต่างต่อคุณภาพของสีหน้าซึ่งเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ต่อไป

5.4 งานวิจัยในอนาคต

จากงานวิจัยนี้ยังมีประเด็นที่สามารถนำไปทำวิจัยต่อได้อีกดังนี้

1. การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ละเอียดมากขึ้นซึ่งส่งผลให้ไฟล์วีดิทัศน์แสดงผลได้ดีมากขึ้น
2. การปรับแต่งไฟล์วิดิทัศน์ให้ลดส่วนที่ไม่จำเป็นออก
3. การทดลองโดยใช้ภาษาทางกายอื่นๆ เช่น การขยับศีรษะ ลำตัว แขนและมือ เป็นต้น
4. การใช้วิธีการบีบอัดวีดิทัศน์แบบอื่น
5. การสร้างคลังสีหน้าจำนวนมากขึ้น

รายการอ้างอิง

[1] C. O'Malley, S. Langton, A. Anderson, G. Doherty-Sneddon and V. Bruce, Comparison of Face-to-Face and Video-Mediated Interaction, Interacting with Computers (2), (1996): 177-192.

[2] Matheus R. and Ribeiro M.M., Telemedicine in Brazilian Public Policy Management, Proceedings of the 3rd International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, ICEGOV'09 Janowski and Jim Davies (Eds.), (2009):274-289.

[3] Mathilde M. Bekker, Judith S. Olson, Gary M. Olson, Analysis of Gestures in Face-to-Face Design Teams Provides Guidance for How to Use Groupware in Design, Proceedings of the 1st Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, & Techniques,(1995):157-166.

[4] Rehm M. and Andre E., Catch Me If You Can: Exploring Lying Agents in Social Settings, Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems,(2005):937-944

[5] Ekman P. . Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion. J.Cole(Ed.), Nebraska Symposuim on Motivation, (1972):207-282.

[6] Gilmour E, Campbell S.M., Loane M.A., Esmail A., Griffiths C.E., Roland M.O., et al. Comparison of Teleconsultations and Face-to-Face Consultations, Preliminary Results of a United Kingdom Multicentre Teledermatology Study, Br J Dermatol, 1998.

[7] พระราชบัญญัติว่าด้วยธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช ๒๕๔๔. (๒๕๔๔, ๒ ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หมวดที่ ๑. หน้า ๓๘.

[8] Kanade, T., Cohn, J. F., and Tian, Y., Comprehensive Database for Facial Expression Analysis, IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, (2000): 46-53.

[9] Ying-li Tian, Takeo Kanade, and Jeffrey F. Cohn, Recognizing Action Units for Facial Expression Analysis, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,(2001):97-115.*

[10] J.A. Russell, Is there universal recognition of emotion from facial expression?, A review of the cross-cultural studies,(1994):102-141.

[11] Video Compression [online]. 2007. Available from www.wikipedia.com [2010 Jan].

[12] Susan x Day Paul L., SchneiderPsychotherapy Using Distance Technology: A Comparison of Face-to-Face,Video and Audio, Treatment Journal of Counseling Psychology *49,4(2002):499-503.*

[13] About Canal Avist [online]. 2006. Available from www.canalavist.org [2010 Jan]

[14] Thailand Cyber University [online]. 2004. Available from www.thaicyberu.go.th [2012 Jan].

[15] กัลยา วานิชย์บัญชา.*สถิติสำหรับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ. บริษัท ธรรมสาร จำกัด: ๒๕๕๕.

ภาคผนวก

ภาพนิ่งแสดงการแสดงออกทางสีหน้าของตัวอย่างทั้ง 20 ตัวอย่าง

รูปที่ 6.1 สีหน้ารหัส 01 พอใจ 1

รูปที่ 6.2 สีหน้ารหัส 02 ไม่พอใจ 1

รูปที่ 6.3 สีหน้ารหัส 03 ประหลาดใจ 1

รูปที่ 6.4 สีหน้ารหัส 04 โกรธ 1

รูปที่ 6.5 สีหน้ารหัส 05 สงสัย 1

รูปที่ 6.6 สีหน้ารหัส 06 พอใจ 2

รูปที่ 6.7 สีหน้ารหัส 07 ไม่พอใจ 2

รูปที่ 6.8 สีหน้ารหัส 08 ประหลาดใจ 2

รูปที่ 6.9 สีหน้ารหัส 09 โกรธ 2

รูปที่ 6.10 สีหน้ารหัส 10 สงสัย 2

รูปที่ 6.11 สีหน้ารหัส 11 พอใจ 3

รูปที่ 6.12 สีหน้ารหัส 12 ไม่พอใจ 2

รูปที่ 6.13 สีหน้ารหัส 13 ประหลาดใจ 3

รูปที่ 6.14 สีหน้ารหัส 14 โกรธ 4

รูปที่ 6.15 สีหน้ารหัส 15 สงสัย 3

รูปที่ 6.16 สีหน้ารหัส 16 พอใจ 4

รูปที่ 6.17 สีหน้ารหัส 17 ไม่พอใจ 4

รูปที่ 6.18 สีหน้ารหัส 18 ประหลาดใจ 4

รูปที่ 6.19 สีหน้ารหัส 19 โกรธ 4

รูปที่6.20 สีหน้ารหัส 20 สงสัย 4

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย จุลวิจิตร หวังประเสริฐกุล เกิดเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2529 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากภาควิชาวิทยาศาสตรทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2552