การพัฒนาอัลกอริทึมการบีบอัดวิดีทัศน์ภาพถ่ายทางอากาศสำหรับกล้องตรวจจับรังสีความร้อน(FLIR) ให้มีความสามารถชี้เป้าหมายทางยุทธวิธี

Development of Video Compression Algorithm for Airborne Forward Looking Infrared (FLIR) Equipment with Tactical Targeting Capability

สุชาติ ขุนทอง[1*] พาห์รณ สงวนโภคัย[2] และ ณัฐพล นิยมไทย[3]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900
โทร 08-4118-7690 *อีเมล์ mr.khunthong@gmail.com
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า กองวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โรงเรียนนายเรืออากาศ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 10220
โทร 08-1819-9936 อีเมล์ pahron@gmail.com
[3] สาขาวิชาวิศวกรรมอากาศยาน กองวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โรงเรียนนายเรืออากาศ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 10220
โทร 08-7012-1720 อีเมล์ ucaview@yahoo.com

Suchart Khunthong Tantrairatn[1*], Pahron Sanguanbhokai [2], and Nattapol Niyomthai[3]
[1] Department of Aerospace Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok, 10900, Thailand, Tel: 08-4118-7690, *E-mail: mr.khunthong@gmail.com
[2] Electrical Engineering Department, Engineering Division, The Royal Thai Air Force Academy, Bangkok, 10220, Thailand, Tel: 08-1819-9936, E-mail: pahron@gmail.com
[3] Aeronautical Engineering Department, Engineering Division, The Royal Thai Air Force Academy, Bangkok, 10220, Thailand, Tel: 08-7012-1720, E-mail: ucaview@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำบีบอัดภาพวิดีทัศน์โดยจะต้องคงไว้ซึ่งคุณภาพของวัตถุที่สนใจในที่นี้คือวัตถุที่เคลื่อนที่ ส่วนวัตถุอื่นๆ จะทำการบีบอัดตามมาตรฐานของกลุ่มผู้ชำนาญภาพเคลื่อนที่ (MPEG) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางการทหาร กล่าวคือทางกองทัพอากาศมีงานวิจัยเรื่องอากาศยานไร้คนขับ(UAV) แล้วได้ทำการติดตั้งกล้องอินฟราเรด (FLIR)[1] ไปกับอากาศยานด้วย งานวิจัยชิ้นนี้จึงสนับสนุนในเรื่องของการพัฒนาการบีบอัดข้อมูลภาพวิดีทัศน์ก่อนที่จะส่งลงมาบนภาคพื้น เพื่อทำให้ขนาดข้อมูลมีขนาดเล็กแต่คงไว้ซึ่งคุณภาพของวัตถุที่เคลื่อนที่ ในการทดลองเพื่อพัฒนาจะต้องแบ่งแยกระหว่างวัตถุที่เคลื่อนที่และวัตถุที่อยู่นิ่ง ซึ่งสามารถแบ่งได้โดยใช้คุณสมบัติของการบีบอัดภาพตามมาตรฐานของ MPEG-4 ที่ทำการแบ่งวัตถุออกจากกันก่อนที่จะทำการบีบอัด ซึ่งวัตถุแต่ละตัวจะถูกเรียกว่าพื้นของวัตถุวิดีทัศน์ (Video Object Plane-VOP) [2][3][4] โดยจะใช้วิธีการแบ่งแยกด้วยคุณสมบัติของเลข 0 และ 1 มาทำการคูณแต่ละพิกเซล จากนั้นทำการบีบอัดแต่ละ VOP แล้วนำมารวมกันเมื่อทำการแบ่งแยกวัตถุเรียบร้อยแล้วจะทำการบีบอัดวัตถุที่ไม่สนใจตามขั้นตอนการบีบอัดของ MPEG นั้นคือจะมีขั้นตอนแรกเป็นการแปลงโคไซน์ไม่ต่อเนื่อง(Discrete Cosine Transform)จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณ (Quantization) แล้วจึงนำมาเข้ารหัสเอนโทรปี(Entropy Encoding) โดยจะต้องแปลงจากเมตริกซ์ในรูป 8x8 ให้เป็น 1x64 แล้วจึงนำมาเข้ารหัสการเข้ารหัสส่วนต่างและการเข้ารหัสแบบ run-length แล้วจึงนำวัตถุเข้ามารวมกันในขั้นตอนสุดท้าย

Abstract

The purpose of this research is to compress a video by maintaining the quality of the data of moving objects. Other objects are compressed by conforming Moving Picture Expert Group (MPEG) compression standard to use in a military. Air force has a research about Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and set up an infrared camera into an aircraft. This research supports the development of video compression to get a small-sized data

without losing quality before sending to the ground. The experiment separates between moving objects and unmoving objects by using the MPEG-4 compression standard method which separates objects before compression. Each object is called Video Object Plane (VOP). The separation method derived by multiplying properties of zero and one numeric values then compresses each VOP and combine together. After finished separation, we compressed disinterest object by using MPEG compression standard. First step is to use Discrete Cosine Transform method then apply the Quantization method to the result and encode data by using Entropy encoding method. We have to convert 8x8 matrix to 1x64 matrix, apply the differential encoding method and run-length encoding method. The last step is to combine each object together

1. บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาการรับส่งข้อมูลจากอากาศยานสู่อากาศยาน หรืออากาศยานสู่ภาคพื้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อปรับสมดุลอากาศยาน การวิเคราะข้อมูลภูมิประเทศจากภาพถ่ายทางอากาศ การสื่อสารและข้อมูลทางทหาร ฯลฯ เป็นต้น ฉะนั้นข้อมูลที่ต้องการรับส่งข้างต้นนี้จำเป็นที่จะต้องให้มีขนาดที่เล็กที่สุดแต่คงไว้ซึ่งคุณภาพสูงสุดโดยอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้ามาจัดการเพื่อนำประโยชน์นี้มาทำการบีบอัด(Compress) ข้อมูลก่อนทำการรับส่ง โดยเฉพาะข้อมูลที่เป็นรูปแบบของภาพเคลื่อนไหวซึ่งปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนให้ข้อมูลมีความคมชัดมีคุณภาพสูง และขนาดที่เล็กเช่น ข้อมูลชนิด Moving JPEG (Moving Joint Photographic Experts Group), MPEG (Motion Picture Experts Group) และ H.261 (Video codec for audiovisual services) เป็นต้น โดยในโครงการวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเอาคุณสมบัติของเทคโนโลยีในรูปแบบของข้อมูลชนิด MPEG มาใช้ประโยชน์

รูปแบบของการนำเทคโนโลยี MPEG ซึ่งในที่นี้จะใช้ MPEG-4 มาประยุกต์ใช้คือ การถ่ายภาพจากอากาศยานด้วยกล้องอินฟราเรด ให้เก็บข้อมูลในรูปแบบ MPEG-4 โดยจะแบ่งองค์ประกอบของภาพออกเป็นวัตถุ(Object) โดยจะแยกการบีบอัดแต่ละวัตถุด้วยคุณภาพที่ต่างกัน โดยวัตถุที่เคลื่อนไหวจะทำการบีบอัดด้วยให้มีคุณภาพสูงกว่าวัตถุที่หยุดนิ่ง ซึ่งโดยปกติการบีบอัดข้อมูลตามมาตรฐานของ MPEG 4 จะทำการบีบอัดทุกวัตถุในแต่ละภาพ(Frame) ด้วยคุณภาพที่เท่ากัน โดยยึดตามตามความสามารถการมองเห็นของมนุษย์เป็นหลัก งานวิจัยชิ้นนี้จึงเน้นหาวิธีการพัฒนาอัลกอริทึมบีบอัดวิดีทัศน์ในส่วนของวัตถุที่เคลื่อนไหวให้มีความละเอียดมากขึ้น เพื่อเมื่อนำมาขยายข้อมูลที่ได้จะมีความชัดเจน โดยความสามารถนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งกับการนำไปใช้ในยุทธการทางทหาร เช่นให้อากาศยานทำการบันทึกข้อมูลของผู้ขนส่งสินค้าผิดกฎหมาย จากนั้นเมื่อนำข้อมูลทำได้จากการถ่ายมาตรวจสอบก็สามารถขยายภาพเพื่อให้เห็นหน้าตาของผู้ขนส่งได้ชัดเจน ซึ่งปัจจุบันโครงการ UAV ของกระทรวงกลาโหมได้สนใจในงานส่วนนี้เนื่องจากขณะนี้ภาพที่ได้มานั้นเมื่อขยายจะทำให้ภาพที่แตกไม่สามารถมองได้ชัดเจน อันเนื่องมาจากภาพที่ได้เป็นภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอที่มีความละเอียดต่ำเพราะจำเป็นที่จะต้องทำการส่งข้อมูลผ่านระบบการเชื่อมโยงข้อมูล(Data Link) ที่มีช่องความกว้างสัญญาณ (Bandwidth) ที่จำกัด ดังนั้นวิธีการที่ดีกว่าคือการบีบอัดสัญญาณวิดีทัศน์ (Video Compression) ให้มีขนาดข้อมูลที่เล็กแต่คงไว้ซึ่งคุณภาพที่ดีก่อนจะส่งข้อมูลผ่านระบบการเชื่อมโยงข้อมูล (Data Link) แล้วจึงนำมาขยาย

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นการแยกองค์ประกอบของภาพให้เป็นวัตถุที่เรียกว่า Video Object Planes (VOPs) ด้วยวิธีการประเมินการเคลื่อนไหว (Motion Estimation) แล้วนำวัตถุที่ได้มาทำการบีบอัด แต่จะไม่บีบอัดวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวให้มีการสูญเสียคุณภาพ (Lossy Compression) ของภาพไป ซึ่งเมื่อนำวัตถุมาขยายจะทำให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน

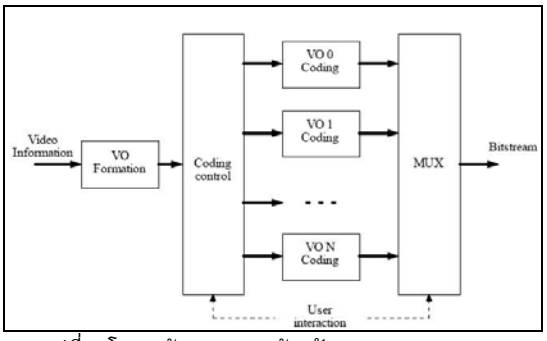
2. การเขียนโปรแกรมวิดีทัศน์ของ MPEG-4

ใน MPEG-4 จะทำการแบ่งรูปร่างที่แตกต่างกันในแต่ละ เฟรม ออกเป็นวัตถุ ซึ่งเรียกว่าพื้นวัตถุวิดีทัศน์ (Video Object Plan - VOP)

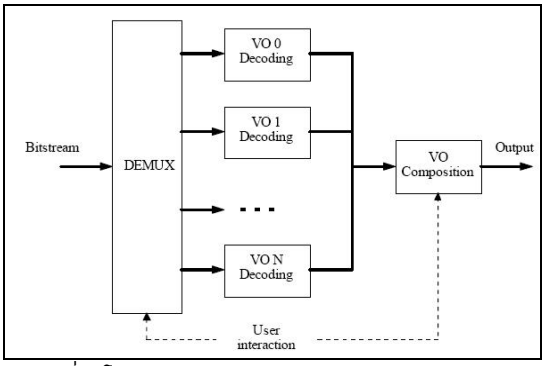
การแบ่งพื้นวัตถุวิดีทัศน์เป็นอัลกอริทึม ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกรูปร่างของภาพในแต่ละเฟรมออกเป็นส่วน ๆ

วัตถุวิดีทัศน์ (Video Object - VO)[5] ใน MPEG-4 จะเหมือนกับกลุ่มของภาพ (Group of Picture - GOP) ในมาตรฐาน MPEG-1 และมาตรฐาน MPEG-2

ในการเข้ารหัส ของวัตถุวิดีทัศน์จะทำการแยกการเข้ารหัสออกเป็นแต่ละวัตถุ ที่เรียกว่าระดับวัตถุวิดีทัศน์ (Video Object Layer–VOL)[6]



รูปที่ 1 โครงสร้างของการเข้ารหัส VO ของ MPEG-4

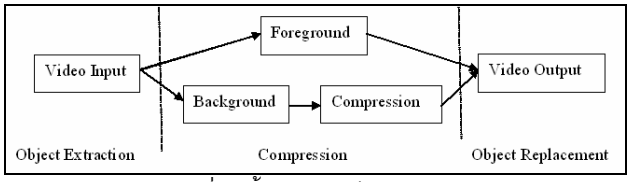


รูปที่ 2 โครงสร้างของการถอดรหัส VO ของ MPEG-4

3. ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล

3.1 ภาพรวมการพัฒนาอัลกอริทึม

อัลกอริทึมที่นำเสนอในการวิจัยชิ้นนี้จะใช้วิธีการแบ่งวัตถุในแต่ละเฟรมของภาพวิดีทัศน์ออกเป็นสองส่วนนั้นคือส่วนที่เป็นวัตถุพื้นหน้า (Foreground) และวัตถุพื้นหลัง (Background) จากนั้นจึงทำการบีบอัดวัตถุพื้นหลังตามวิธีการตามมาตรฐาน MPEG-4 โดยในขั้นตอนการแบ่งแยกวัตถุนั้นจะใช้สองวิธีการคือ การวิเคราะห์จากการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยให้วัตถุที่เลื่อนที่เป็นวัตถุพื้นหน้าและวัตถุที่หยุดนิ่งเป็นวัตถุพื้นหลัง และอีกวิธีสำหรับการแบ่งวัตถุคือการนำเอาคุณสมบัติของกล้อง FLIR ที่สามารถแบ่งวัตถุตามรังสีอุณหภูมิความร้อน โดยสามารถระบุขอบเขตอุณหภูมิให้เป็นวัตุพื้นหน้าและวัตถุพื้นหลังได้



รูปที่ 3 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล

3.2 การแยกวัตถุจากจากการเคลื่อนที่

ในงานวิจัยชิ้นนี้จะวิเคราะห์วัตถุพื้นหน้า ที่เคลื่อนที่และพื้นหลังที่อยู่นิ่งโดยยังไม่สนใจการเคลื่อนที่ของกล้องโดยจะนำภาพการตั้งกล้องที่ท้องถนนแล้วทำการแยกระหว่างรถที่เคลื่อนที่กับวัตถุอื่น ๆ ที่อยู่นิ่ง ได้แก่ ถนน ต้นไม้ข้างทาง และ ป้าย

(ก) (ข) (ค)

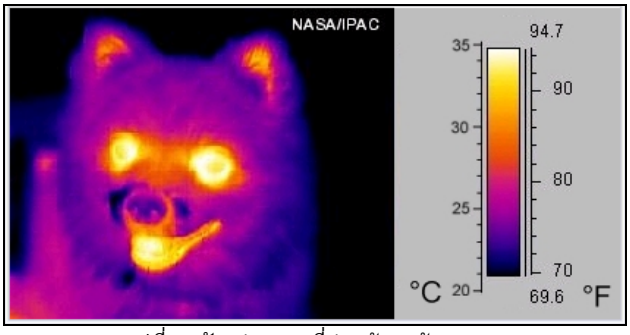
รูปที่ 4 การแยกพื้นหน้า, (ก) Original, (ข) Segment และ (ค) Foreground

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 5 การแยกพื้นหลัง, (ก) Original, (ข) Segment และ (ค) Background

3.3 การแยกวัตถุจากสีของกล้อง FLIR

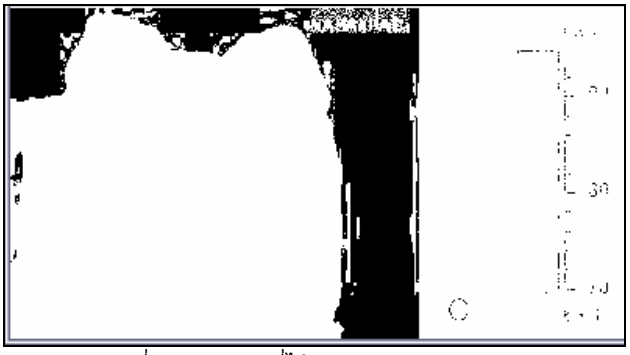
จากคุณสมบัติของภาพที่ถ่ายด้วยกล้อง FLIR ที่มีการแบ่งช่วงของสีตามอุณหภูมิความร้อนของวัตถุ ดังนั้นจึงนำเอาคุณสมบัตินี้มาทำการแบ่งแยกวัตถุได้โดยก่อนที่จะทำการแบ่งนั้น จะต้องปรับรูปแบบของภาพที่แสดงในรูปของสี RGB ให้เป็นภาพที่แสดงความเข้ม (Intensity) เนื่องจาก RGB นั้นจะมีค่าของสีทั้งหมด 3 ค่า คือค่าของสีแดงมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 สีเขียวมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 และสีน้ำเงินมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 เช่นเดียวกัน ซึ่งในการวิเคราะห์แต่ละครั้งจะต้องนำค่าทั้งสามค่ามาคำนวณ ซึ่งมีความยุ่งยากเป็นอย่างมาก แต่ถ้าปรับมาใช้สีในรูปความเข้ม แทนนั้นจะนำมาคำนวนเพียงเลขเดียวเท่านั้น โดยค่าจะอยู่ในช่วง 0 คือสีดำ ถึง 1 คือสีขาว แล้วจึงนำค่าที่ได้ทำการกรองตามความเหมาะสม



รูปที่ 6 ตัวอย่างภาพที่ถ่ายด้วยกล้อง FLIR

จากภาพจะเห็นว่าสีของภาพจะถูกระบุอุณหภูมิความร้อนของวัตถุทางขวามือของรูปภาพ นั่นคือ ในแสงที่เป็นสีดำจะเป็นส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำซึ่งแสดงว่าไม่ใช่พื้นที่ของวัตถุที่สนใจ ในขณะที่แสงสีขาวจะเป็นพื้นที่ของวัตถุที่มีความร้อนสูง

จากนั้นทำการกรองภาพเพื่อหาท่อน ซึ่งจะนำไปหาภาพพื้นหน้าและภาพพื้นหลังต่อไป



รูปที่ 7 Segment ที่ได้จากการกรองภาพ FLIR

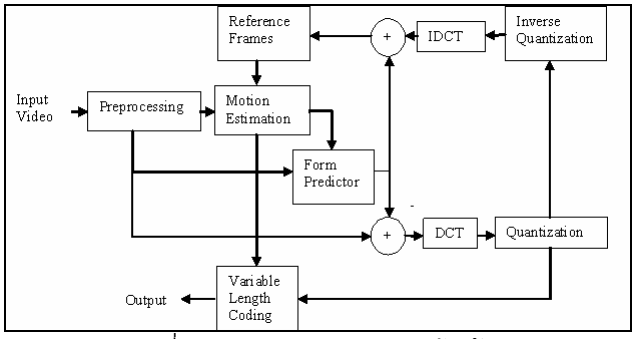
วิธีการแยกวัตถุนั้นจะนำท่อน ที่ได้มาคูณกับวิดีทัศน์เริ่มต้นซึ่งคุณสมบัติการคูณของ 1 เมื่อค่าใด ๆ มาคูณจะทำให้เป็นค่าเดิม ขณะเดียวกันคุณสมบัติของ 0 เมื่อค่าใด ๆ มาคูณจะทำให้มีค่าเป็นศูนย์ ตามเหตุผลข้างต้นนี้จึงสามารถแบ่งวัตถุด้วยการนำมาคูณกับท่อนทุกๆ พิกเซล

3.4 การบีบอัด (Compression)

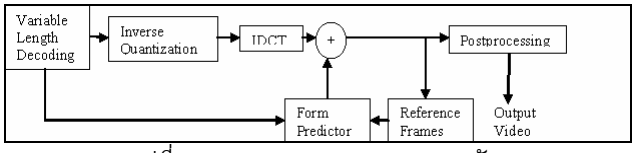
การบีบอัดวิดีทัศน์ในงานวิจัยนี้ จะทำการบีบอัดเฉพาะวัตถุพื้นหลังที่อยู่นิ่ง ส่วนวัตถุพื้นหน้าที่เคลื่อนไหวจะไม่ทำการบีบอัด เพื่อไม่ให้

คุณภาพของภาพที่เราสนใจสูญหายไป โดยการบีบอัดจะมีขั้นตอนคือ การเข้ารหัส (Encoder) และถอดรหัส (Decoder)

เมื่อทำการแยกวัตถุแล้ว ก็นำเอาวัตถุพื้นหลังมาทำการบีบอัดตามมาตรฐานของ MPEG โดยมีขั้นตอนคือ ก่อนที่จะทำการเข้ารหัสจะต้องทำการเปลี่ยน Color Space จาก RGB เป็น YCbCr โดยให้อัตราส่วนของ Y:Cb:Cr เป็น 4:2:0 จากนั้นเข้าสู่กระบวนการของการเข้ารหัสการชดเชยการเคลื่อนที่ และทำการแปลงรหัส (Transform Coder) ซึ่งมีลำดับของการทำงานคือ DCT, Quantization และ Entropy Encoding ซึ่งจะมีกระบวนการย่อยคือ Zig-Zag Scan และ Variable Length Coding โดยแสดงการเข้ารหัสในรูปที่ 8 และการถอดรหัสในรูปที่ 9 ตามลำดับ[7]



รูปที่ 8 Block Diagram ของการเข้ารหัส



รูปที่ 9 Block Diagram ของการถอดรหัส

3.5 การรวมวัตถุ (Object Replacement)

เมื่อนำภาพพื้นหลังมาเข้ารหัสแล้วจึงนำภาพที่ได้เข้ามารวมกับภาพพื้นหน้าที่ได้ทำการผ่านกระบวนการ Segment ในขั้นตอนแรก

ในการบีบอัดวัตถุนั้นจะมีการปรับค่าตัวแปรคุณภาพ (Gain) ในขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantization) เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพของการบีบอัดจาก MPEG และผลการบีบอัดของงานวิจัย

(ก)

(ข)

รูปที่ 10 ผลการบีบอัดที่ตัวแปรคุณภาพ เท่ากับ 256 (ก) MPEG, (ข) ผลจากการวิจัย

(ก)

(ข)

รูปที่ 11 ผลการบีบอัดที่ตัวแปรคุณภาพ เท่ากับ 128 (ก) MPEG, (ข) ผลจากการวิจัย

(ก)

(ข)

รูปที่ 12 ผลการบีบอัดที่ตัวแปรคุณภาพ เท่ากับ 64 (ก) MPEG, (ข) ผลจากการวิจัย

(ก)

(ข)

รูปที่ 13 ผลการบีบอัดที่ตัวแปรคุณภาพ เท่ากับ 32 (ก) MPEG, (ข) ผลจากการวิจัย

(ก)

(ข)

รูปที่ 14 ผลการบีบอัดที่ตัวแปรคุณภาพ เท่ากับ 16 (ก) MPEG, (ข) ผลจากการวิจัย

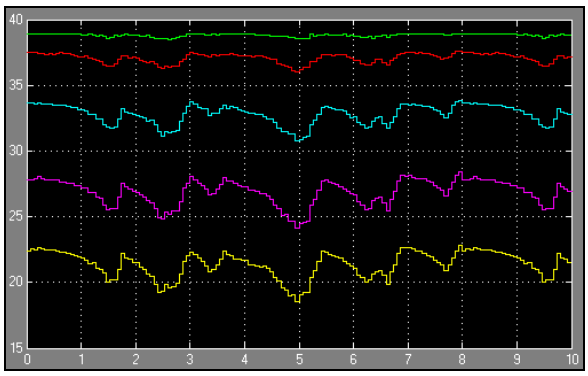
4. ผลการทดลอง

4.1 อัตราการบีบอัด

ในการทดลอง เมื่อทำการปรับค่าตัวแปรคุณภาพ ในขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการปรับค่าตัวแปรคุณภาพ ให้มากขึ้นอัตราการบีบอัดจะมีค่าสูงกว่าอัตราการบีบอัด

ของค่าตัวแปรคุณภาพที่ต่ำกว่า นั่นคือ อัตราการบีบอัดแปรผันตามค่าตัวแปรคุณภาพที่ปรับ แต่อย่างไรก็ดีในค่าตัวแปรคุณภาพที่เท่ากัน อัตราการบีบอัดตามแบบมาตรฐาน MPEG จะมีค่าสูงกว่าผลจากการวิจัย เนื่องจาก ในขณะที่การบีบอัดตามมาตรฐาน MPEG จะใช้การบีบอัดทั้งภาพ แต่งานวิจัยชิ้นนี้ ส่วนที่เป็นพื้นหน้าจะไม่ถูกบีบอัด จะทำการบีบอัดภาพที่เป็นพื้นหลัง จึงทำให้อัตราการบีบอัดน้อยกว่านั้นเอง โดยพิจารณาได้จากกราฟในรูปที่ 15 และรูปที่ 16

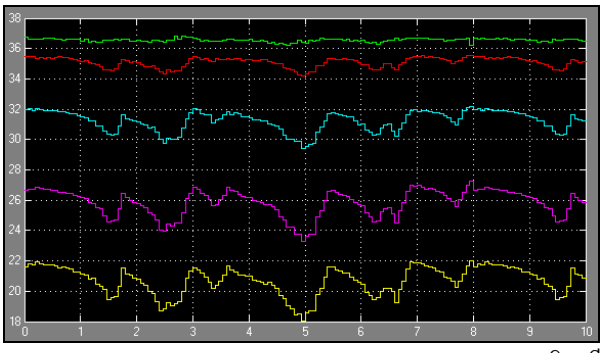
อัตราการบีบอัด



เวลา(2:1 วินาที)

รูปที่ 15 แผนภาพแสดงอัตราการบีบอัดของวิดีทัศน์จากการปรับค่าตัวแปรคุณภาพตามมาตรฐาน MPEG

อัตราการบีบอัด



เวลา(2:1 วินาที)

รูปที่ 16 แผนภาพแสดงอัตราการบีบอัดของวิดีทัศน์จากการปรับค่าตัวแปรคุณภาพจากผลการวิจัย

จากรูปจะแสดงอัตราการบีบอัดของภาพวิดีทัศน์ โดยสีแดง สีม่วง สีฟ้า สีแดงและสีเขียว จะแสดงอัตราการบีบอัดที่ค่าตัวแปรคุณภาพเป็น 8, 16, 32, 64, 128 ตามลำดับโดยในแนวนอนจะแสดงเวลา (2:1 วินาที) และแนวนอนแสดงอัตราการบีบอัด

4.2 ความละเอียด

ในการวัดคุณภาพของความละเอียดของวิดีทัศน์นั้น งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการบีบอัดภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ ABCDEFGH จากนั้นนำภาพที่ผ่านกระบวนการบีบอัดมาอ่านด้วยวิธีการอ่านอักขระด้วยแสง (OCR - Optical Character Recognition)[8] โดยใช้โปรแกรม SimpleOCR ซึ่งจะได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลการอ่านอักขระด้วยแสงแยกตามค่าตัวแปรคุณภาพต่าง ๆ ที่ขนาดตัวอักษรเท่ากับ 24

ค่าตัวแปรคุณภาพ	ผลการอ่านอักขระด้วยแสง	% ความถูกต้อง	ผลการอ่านอักขระด้วยแสง(MPEG)	% ความถูกต้อง
8	ABCDEFGH	100.0	ABGDEFGH	87.5
16	ABCDEFGH	100.0	ABCDEFGH	100.0
32	ABCDEFGH	100.0	ABCDEFGH	100.0
64	ABCDEFGH	100.0	|KD|BH	37.5
128	ABCDEFGH	100.0		0.00

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลการอ่านอักขระด้วยแสงแยกตามค่าตัวแปรคุณภาพต่าง ๆ ที่ขนาดตัวอักษรเท่ากับ 20

ค่าตัวแปรคุณภาพ	ผลการอ่านอักขระด้วยแสง	% ความถูกต้อง	ผลการอ่านอักขระด้วยแสง(MPEG)	% ความถูกต้อง
8	ABCDEFGH	100.0	ABGDEFGH	87.5
16	ABCDEFGH	100.0	|B|DEF||	50.0
32	ABCDEFGH	100.0	AioDEF%k	50.0
64	ABCDEFGH	100.0	i|qp|FG.H	37.5
128	ABGDEFGH	87.5		0.0

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลการอ่านอักขระด้วยแสงแยกตามค่าตัวแปรคุณภาพต่าง ๆ ที่ขนาดตัวอักษรเท่ากับ 18

ค่าตัวแปรคุณภาพ	ผลการอ่านอักขระด้วยแสง	% ความถูกต้อง	ผลการอ่านอักขระด้วยแสง (MPEG)	% ความถูกต้อง
8	||CDEFOH	62.5	In	0.0
16	A|CDEFGH	87.5	Mill	0.0
32	A|CDEFOH	75.0	Ed.A .ej	25.0
64	k|CDEFOH	62.5	1.The	0.0
128	ASCDEFOH	75.0	Hi	12.5

จากสามตารางข้างต้นเมื่อนำผลการอ่านอักขระด้วยแสงมาทำการเปรียบเทียบภาพที่เกิดจากการบีบอัดวิดีทัศน์ของการวิจัยในขนาดตัวอักษรขนาด 24, 20 และ 18 จะพบว่า ในขนาดตัวอักษรเป็น 24 ผลการอ่านจะมีร้อยละความถูกต้องเป็น 100 ในทุก ๆ ค่าตัวแปรคุณภาพ และเมื่อขนาดตัวอักษรเล็กลงเป็น 20 ที่ค่าตัวแปรคุณภาพ128 ผลการอ่านอักขระด้วยแสง อ่านค่าผิดไปแค่ 1 ตำแหน่ง จึงทำให้ค่าร้อยละความถูกต้องเป็น 87.5 ในขณะที่ค่าตัวแปรคุณภาพที่มีค่าต่ำกว่านั้น ผลร้อยละความถูกต้องยังเป็น 100 และเมื่อปรับขนาดตัวอักษรเป็น 18 ค่าร้อยละความถูกต้องจะอ่านค่าผิดพลาดมากขึ้น แต่ค่าที่ได้ยังสูงกว่าร้อยละ 50

ในส่วนของผลบีบอักขระด้วยแสงของภาพที่เกิดจากการบีบอัดด้วยวิธี MPEG เมื่อค่าตัวแปรคุณภาพมีค่ามากขึ้นผลการอ่านอักขระก็จะ

ลดลง และยิ่งตัวอักษรมีขนาดเล็กลง ก็ยิ่งทำให้ผลการอ่านอักขระด้วยแสงในแต่ละค่าตัวแปรคุณภาพต่าง ๆ ลดลงไปด้วย

5. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือการพัฒนาขั้นตอนวิธีการการบีบอัดที่เหมาะสมกับการชี้เป้าหมายทางยุทธวิธีสำหรับการถ่ายด้วยกล้องตรวจจับความร้อน นั้นคือการบีบอัดจะต้องคงไว้ซึ่งคุณภาพของวัตถุที่เป็นเป้าหมาย ส่วนวัตถุอื่น ๆ จะทำการบีบอัดตามมาตรฐาน MPEG โดยสาเหตุที่ไม่ใช้การบีบอัดตามมาตรของ MPEG ทำการบีบอัดทั้งหมดเลยนั้น เนื่องจากภาพที่เกิดจากการบีบอัดตามมาตรฐานของ MPEG จะบีบอัดภาพที่เคลื่อนไหวซึ่งปกติ จะเป็นเป้าหมายของวัตถุที่ถ่ายด้วยกล้องตรวจจับความร้อนด้วยความละเอียดที่สายตาของมนุษย์รับได้ แต่เมื่อทำการขยายเข้าไปในเป้าหมายนั้น ๆ ภาพที่ได้จะแตกคุณภาพของภาพลดลง งานวิจัยชิ้นนี้จึงพัฒนาขั้นตอนวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาของการบีบอัดตามมาตรฐาน MPEG ข้างต้น

ในขั้นตอนของการพัฒนานั้นจะแบ่งออกเป็นสามขั้นตอนคือ การแยกวัตถุ การบีบอัด และ การรวมวัตถุ ดังนี้

การแยกวัตถุ เป็นขั้นตอนการแยกเป้าหมายออกจากวัตถุอื่น ๆ โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะทำการแยกวัตถุด้วยกันสองวิธีคือ การวิเคราะห์จากการเคลื่อนที่ของภาพ และการวิเคราะห์ตามเฉดสีซึ่งสามารถอ้างอิงกับอุณหภูมิความร้อนที่ถ่ายจากกล้องตรวจจับความร้อน โดยหลังจากที่แยกวัตถุแล้วจะแบ่งวัตถุที่เป็นเป้าหมายให้เป็นวัตถุพื้นหน้า ส่วนวัตถุอื่น ๆ ให้เป็นวัตถุพื้นหลัง

การบีบอัด เป็นขั้นตอนที่นำเอาวัตถุพื้นหลังที่ได้จากขั้นตอนการแยกวัตถุมาทำการเข้ารหัสโดยมีลำดับของขั้นตอนเข้ารหัสคือ ประเมินและชดเชยการเคลื่อนที่ของวัตถุแล้วทำการแปลงโคไซน์ไม่ต่อเนื่องเพื่อแปลงสัญญาณให้อยู่ในโดเมนความถี่ จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อลดจำนวนบิต แล้วเข้าสู่กระบวนการเข้ารหัสเอนโทรปี ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยภายในจะมีขั้นตอนการสแกนแบบซิกแซก เพื่อแปลจากมิติ 8×8 เป็น 64×1 เพื่อนำไปเข้ารหัสส่วนต่าง เข้ารหัสรันเลนท์ และเข้ารหัสฮัฟแมนต่อไป

การรวมวัตถุ หลังจากนำเอาวัตถุพื้นหลังเข้ากระบวนการเข้ารหัสแล้ว นำวัตถุพื้นหน้าเข้าไปรวมเพื่อทำให้ภาพมีความสมบูรณ์และคงไว้ซึ่งความละเอียดของวัตถุพื้นหน้าไว้

เมื่อนำผลการวิจัยไปปรับค่าตัวแปรคุณภาพของการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อเปรียบเทียบอัตราการบีบอัดและความละเอียดของภาพวีดิทัศน์ที่ได้บีบอัดตามมาตรฐาน MPEG จะได้ว่า เมื่อมีการปรับค่าตัวแปรคุณภาพ อัตราการบีบอัดที่ได้ทั้งจากผลการวิจัย และมาตรฐาน MPEG จะแปรผันตามค่าตัวแปรคุณภาพ นั่นคือ ถ้าค่าตัวแปรคุณภาพ มีค่ามากอัตราการบีบอัดจะมากด้วย ซึ่งต่างจากความละเอียดของภาพ คือ ภาพตามมาตรฐาน MPEG จะมีความละเอียดที่แปรผกผันกับค่าตัวแปรคุณภาพนั่นคือ ยิ่งค่าตัวแปรคุณภาพ มีค่าสูง ความละเอียดของภาพก็จะน้อย ซึ่งต่างจากผลที่ได้จากงานวิจัย พบว่า ค่าตัวแปรคุณภาพ จะมีผลที่แปรผกผันกับวัตถุพื้นหลังเท่านั้น ส่วนวัตถุพื้นหน้าค่าตัวแปรคุณภาพ ไม่มีผลใด ๆ เลย ซึ่งเป็นอีกอัลกอริทึมอีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมกับการถ่ายภาพเพื่อการตรวจจับวัตถุ โดยนำไปประยุกต์กับภาพถ่ายทางอากาศด้วยกล้องตรวจจับรังสีความร้อน (FLIR) หรือนำไปประยุกต์กับการนำไปใช้ประโยชน์ด้านความปลอดภัยหรือความมั่นคงต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรห์รณ สงวนโภคัย ท่านอาจารย์ ดร.ณัฐพล นิยมไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่มีคุณค่าในการทำวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอบขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการวิจัยในด้านต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้า

เอกสารอ้างอิง

[1] Bawornchai. 2007. FLIR SYSTEM. http://www.aerial.rtaf.mi.th, (accessed on April 2005).

[2] Kee-Yin Ng, Joseph. 2005. Implementing a QoS-Aware MPEG-4 video system for embedded computing. 16.

[3] Sikora, T. 1997. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 7, No. 1:13.

[4] Kadono, S. Choong, S.B. and M. Etoh. 1998. Motion Compensation Method for Moving Pictures with Binary Shape. Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Osaka.

[5] Nunes, P., P. Correia and F. Pereira. n.d. Coding Video Objects with the Emerging MPEG-4 Standard. Paris

[6] Touradj, E. n.d. MPEG-4 Video Verification Model: A video encoding/decoding algorithm based on content representation.

[7] ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ, สุวิทย์ นาคพีรยุทธ, ปิติฉัตร สุทธาโรจน์ และ สมภพ โชคชัยธรรม. 2549. เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลเบื้องต้น. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์จำกัด, กรุงเทพฯ.

[8] SieBot. 2007. โอซีอาร์. http://th.wikipedia.org/wiki/, (accessed on April 2005).