

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีทางการบีบอัดภาพวิดีโอได้มีการพัฒนาไปอย่างมากในปัจจุบัน วิธีการต่าง ๆ ได้ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อลดขนาดของข้อมูลวิดีโอซึ่งเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กที่สุด โดยที่คุณภาพของภาพวิดีโออยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เพื่อให้สามารถจัดเก็บลงบนสื่อต่าง ๆ หรือส่งผ่านเครือข่ายที่มีข้อจำกัดด้านความเร็วของข้อมูล แต่การบีบอัดข้อมูลเพื่อลดขนาดให้ได้ในอัตราส่วนที่สูงนั้นจำเป็นต้องมีการคำนวณที่ซับซ้อน มีขั้นตอนในการลดขนาดหลายขั้นตอน และต้องใช้พื้นที่ในหน่วยความจำเป็นจำนวนมาก ทำให้การบีบอัดข้อมูลภาพวิดีโอในความเร็วที่สูงนั้น ต้องใช้ระบบประมวลผลที่มีทรัพยากรของระบบสูงไปด้วย โดยเฉพาะเมื่อต้องการบีบอัดภาพวิดีโอให้ได้ความเร็วระดับเรียลไทม์ (real time) ด้วยแล้ว อุปกรณ์ประมวลผลขนาดเล็ก เช่น สมาร์ทโฟน พ็อคเก็ตพีซี และพีดีเอ ซึ่งเป็นระบบประมวลผลที่มีทรัพยากรไม่สูงนั้นไม่มีทางทำได้เลย

การประมาณการเคลื่อนที่ (Motion Estimation : ME) เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการบีบอัดภาพเคลื่อนไหวของมาตรฐานการเข้ารหัสวิดีโอหลายมาตรฐานเช่น MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261 และ H.263 ซึ่งในมาตรฐานเหล่านี้ขั้นตอนการประมาณการเคลื่อนที่จะใช้เวลาอยู่ที่ประมาณ 60% ของขั้นตอนทั้งหมด ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพในส่วนนี้จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพ และความเร็วของการเข้ารหัสทั้งหมด การพัฒนาหน่วยประมวลผลเฉพาะทางขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณค่าการเคลื่อนที่ก็เป็นวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความเร็วในการเข้ารหัสวิดีโอ เนื่องจากการประมวลผลด้วยวงจรดิจิทัลที่ออกแบบมาโดยเฉพาะจึงมีความเร็วสูงกว่าการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ผ่านหน่วยประมวลผลแบบธรรมดา นอกจากการพัฒนาหน่วยประมวลผลเฉพาะทางขึ้นมาแล้ว การเลือกใช้ หรือพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการประมาณการเคลื่อนที่ให้เหมาะสมกับการประมวลผลด้วยวงจรดิจิทัลก็มีส่วนช่วยเพิ่มความเร็วในการประมวลผลด้วยเช่นกัน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งหวังเพื่อศึกษาการพัฒนาหน่วยประมวลผลเฉพาะทางสำหรับใช้คำนวณการประมาณการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการเข้ารหัสภาพวิดีโอหลายมาตรฐาน ซึ่งในส่วนของการประมาณการเคลื่อนที่นั้นเป็นขั้นตอนที่มีการประมวลผลข้อมูลเป็น

จำนวนมาก และใช้เวลานาน การพัฒนาประสิทธิภาพในส่วนนี้จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของการเข้ารหัสทั้งหมด การเลือกอัลกอริทึมที่ใช้ประมาณการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมกับการประมวลผลด้วยวงจรดิจิทัลก็มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านความเร็วด้วยเช่นกัน ดังนั้น วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอการพัฒนาอัลกอริทึมที่รองรับการประมวลผลแบบขนานซึ่งเป็นจุดเด่นของวงจรดิจิทัล มีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน มีความผิดพลาดของผลลัพธ์ในระดับที่ยอมรับได้ โดยเลือกใช้วิธีปรับปรุงอัลกอริทึมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีจุดเด่นในแง่ของความเร็วที่สูง แต่ผลลัพธ์มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าอัลกอริทึมอื่น ๆ จึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ ถ้าหากมีการปรับปรุงในแง่ของความถูกต้องให้มากยิ่งขึ้น โดยที่มีกระทบต่อความเร็วของอัลกอริทึมน้อยที่สุด ก็จะได้อัลกอริทึมที่เหมาะสมสำหรับนำไปสร้างเป็นหน่วยประมวลผลเฉพาะ เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเข้ารหัสวิดีโอสำหรับอุปกรณ์ประมวลผลที่มีความเร็วต่ำ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ปัญหาของการเข้ารหัสข้อมูลวิดีโอในปัจจุบันอยู่ที่ความล่าช้าในการคำนวณ เนื่องจากความสามารถในการบีบอัดข้อมูลที่สูง จึงเกิดปัญหาในระบบประมวลผลที่มีความเร็วต่ำ เช่น อุปกรณ์พกพาต่าง ๆ ที่ไม่สามารถเข้ารหัสในความเร็วระดับเรียลไทม์ได้ จึงเกิดปัญหาในการจัดเก็บข้อมูลลงบนสื่อ หรือส่งผ่านไปยังอุปกรณ์ปลายทางผ่านเครือข่าย โดยเฉพาะภาพวิดีโอที่มีความละเอียดสูง ขั้นตอนที่ทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการเข้ารหัสวิดีโอคือการประมาณการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้หาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ ในภาพวิดีโอเมื่อเทียบกับภาพอ้างอิง วิธีการที่ถูกนำมาใช้เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพวิดีโอ คือ วิธีการเปรียบเทียบแบบกลุ่ม (Block Matching Algorithm : BMA) เป็นการแบ่งภาพวิดีโอให้เป็นภาพขนาดเล็กหลายภาพ จากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบในภาพอ้างอิงเพื่อหาตำแหน่งที่ใกล้เคียงที่สุดโดยใช้วิธีเปรียบเทียบพิกเซลต่อพิกเซล (pixel) จึงเป็นผลให้เกิดขั้นตอนการเปรียบเทียบเป็นจำนวนมากในแต่ละภาพวิดีโอที่นำมาเข้ารหัส ถึงแม้ว่าจะมีการพัฒนาอัลกอริทึมการเปรียบเทียบให้มีตำแหน่งที่เปรียบเทียบจากเดิมที่เปรียบเทียบทุก ๆ ตำแหน่งที่เป็นไปได้ ให้เหลือเพียงบางตำแหน่ง โดยลดความถูกต้องของผลลัพธ์ลง แต่วิธีการดังกล่าวเมื่อมาใช้กับระบบประมวลผลที่ความเร็วต่ำก็ยังไม่สามารถทำให้เข้ารหัสวิดีโอในระดับเรียลไทม์ได้

วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น เราได้นำเสนอการนำหน่วยประมวลผลเฉพาะทางที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการเปรียบเทียบแบบกลุ่ม เพื่อนำไปใช้ในการประมาณการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นการนำความเร็วของการประมวลผลด้วยฮาร์ดแวร์มาใช้ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาอัลกอริทึมการค้นหา 1 มิติเป็นลำดับขั้นแบบขนาน 2 ระดับ (Two-Level Parallel Hierarchical One-Dimensional Search Algorithm : 2LPHODS) ที่รองรับการประมวลผลแบบขนาน มีตำแหน่งที่ต้องเปรียบเทียบน้อย

คำนวณตำแหน่งที่ต้องเปรียบเทียบกับคำสั่งคณิตศาสตร์พื้นฐาน จึงมีการคำนวณไม่ซับซ้อน และมีความผิดพลาดที่ไม่มากจนเกินไป ซึ่งทำให้ได้ความเร็วที่สูงและคุณภาพของภาพที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดี

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การประมาณการเคลื่อนที่เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการคำนวณที่สูงมากในการเข้ารหัสข้อมูลวิดีโอ การนำวงจรดิจิทัลเข้ามาช่วยประมวลผลร่วมกับการพัฒนาอัลกอริทึมให้มีความเร็วที่สูงขึ้น มีการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน และมีรูปแบบการประมวลผลที่เป็นแบบขนานจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้นเป็นอย่างมาก อัลกอริทึมการค้นหา 1 มิติเป็นลำดับขั้นแบบขนาน 2 ระดับ ซึ่งนำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ พัฒนาขึ้นมาภายใต้เงื่อนไข 4 ข้อ คือ ต้องมีความเร็วสูง ความถูกต้องอยู่ในระดับที่ไม่แย่งเกินไป ความซับซ้อนในการคำนวณน้อย และรองรับการประมวลผลแบบขนาน ซึ่งเมื่อนำไปสร้างเป็นหน่วยประมวลผลเฉพาะทาง จะทำให้มีประสิทธิภาพที่สูงในด้านความเร็ว

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการนำเอาอัลกอริทึมการเปรียบเทียบกลุ่มแบบขนานมาสร้างเป็นหน่วยประมวลผลเฉพาะทาง เพื่อนำไปใช้ในการประมาณการเคลื่อนที่ของภาพวิดีโอ โดยใช้ซีพียูเฟลิกซ์ (FPGA) มาสร้างในส่วนของหน่วยประมวลผลสำหรับเปรียบเทียบกลุ่มของภาพแล้วเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางการ์ดพีซีไอ (PCI card) ในการทดลองใช้การเปรียบเทียบภาพวิดีโอในลำดับภาพ (frame) ที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบจำนวนจุดที่ต้องเปรียบเทียบ เวลาที่ใช้ในการคำนวณต่อ 1 ลำดับภาพ และค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ เปรียบเทียบกับอัลกอริทึมที่เป็นที่นิยมตัวอื่น ๆ อัลกอริทึมต้นแบบของอัลกอริทึมที่เสนอในวิทยานิพนธ์ รวมทั้งอัลกอริทึมสำหรับหน่วยประมวลผลเฉพาะทางที่มีผู้เสนอมา

การประมาณการเคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดลองจะใช้เพียงการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่มีการคำนวณในส่วนของการแก้ไขภาพ เพื่อให้เห็นความแตกต่างของอัลกอริทึมได้เด่นชัดขึ้น

ขนาดของภาพวิดีโอที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นแบบ CIF (Common Intermediate Format) ซึ่งมีขนาดของภาพอยู่ที่ 352 X 288 พิกเซล และจะการใช้ภาพวิดีโอแบบ QCIF (Quarter Common Intermediate Format) ที่มีขนาดของภาพอยู่ที่ 176 X 144 พิกเซลในบางกรณี

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย และพื้นฐานของการประมาณการเคลื่อนที่ (motion estimation) ซึ่งประกอบไปด้วย อัลกอริทึมการเปรียบเทียบแบบกลุ่ม (block matching algorithm) คอสต์ฟังก์ชัน (cost function) อัลกอริทึมการเลือกตำแหน่งทั้งแบบเต็มพื้นที่ (full search) และแบบรวดเร็ว (fast search) ความเร็วและประสิทธิภาพ

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการปรับปรุงอัลกอริทึมการค้นหา 1 มิติเป็นลำดับขั้นแบบขนาน ให้มีความถูกต้องของผลลัพธ์มากขึ้น

บทที่ 4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการค้นหา 1 มิติเป็นลำดับขั้นแบบขนาน 2 ระดับ

บทที่ 5 การพัฒนางจรประมวลผล

บทที่ 6 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ