บทที่ 1

บทนำ

ภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพเคลื่อนไหวถือได้ว่าเป็นสื่อสำคัญที่สุดสื่อหนึ่งในการนำเสนอความรู้ ความคิดเห็น รวมทั้งความบันเทิงของผู้คนในสังคม จนเกิดเป็นคำกล่าวที่ว่า "ภาพเพียงภาพเดียวสามารถแทนคำพูดได้นับพันคำ" ดังนั้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันจึงได้มีผู้พยายามพัฒนาเทคนิคและวิธีการต่างๆเพื่อทำให้การนำเสนอภาพมีความรวดเร็วและถูกต้องคมชัดยิ่งขึ้น แต่เดิมการนำเสนอข้อมูลภาพมักจัดเก็บข้อมูลหรือนำเสนอข้อมูลเหล่านี้ผ่านสื่อข้อมูลแบบแอนะล็อกซึ่งมีขีดจำกัดในเรื่องอัตราการส่งผ่านข้อมูลและความคมชัดของภาพ จึงมีผู้พยายามพัฒนาการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลภาพเคลื่อนไหวผ่านสื่อข้อมูลแบบดิจิตอลซึ่งมีอัตราการส่งผ่านข้อมูลและความคมชัดถูกต้องมากกว่า

อย่างไรก็ตามในช่วงแรกการใช้สื่อดิจิตอลกับภาพเคลื่อนไหวไม่เป็นที่นิยมมากนักเนื่องจากยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานที่แน่นอน ทำให้ข้อมูลซึ่งผลิตจากผู้ผลิตแต่ละรายไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ จนกระทั่งในปี 1988 ISO (International Standards Organization) และ IEC (International Electrotechnical Commission) ตกลงร่วมมือกันพัฒนามาตรฐานของการนำเสนอข้อมูลภาพเคลื่อนไหว เสียง และข้อมูลสำหรับการจัดเก็บและอ่านข้อมูลจากสื่อข้อมูลแบบดิจิตอล เช่น ISDN (Integrated Service Digital Network) ATM (Asynchronous Transfer Mode) และการจัดเก็บข้อมูลภาพและเสียงบนสื่อต่างๆ มาตรฐานที่กำหนดขึ้นใหม่นี้มีชื่อว่า MPEG (Moving Pictures Export Group)

MPEG เป็นมาตรฐานที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการสองประการคือ

1.เพื่อให้เกิดเป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับอุตสาหกรรมในธุรกิจการสื่อสารแบบดิจิตอล

2.กำหนดรูปแบบข้อมูลที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ซึ่งเป็นการสะดวกสำหรับผู้ที่จะพัฒนางานประยุกต์

ในปัจจุบันมาตรฐาน MPEG เป็นมาตรฐานที่ได้รับความนิยมใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมากเนื่องจากข้อมูลที่จัดเก็บด้วยมาตรฐาน MPEG จะมีขนาดเล็กกว่าข้อมูลที่จัดเก็บด้วยวิธีอื่น จนทำให้มีการพัฒนามาตรฐานนี้ขึ้นมาสามรุ่นได้แก่ MPEG-1 MPEG-2 และ MPEG-3 โดยมีความเร็วในการส่งข้อมูล 1.5 10 และ 40 เมกะบิตต่อวินาทีตามลำดับ

หัวใจหลักในการทำงานของ MPEG คือการจัดเก็บภาพโดยใช้การอัดข้อมูล MPEG จะแบ่งภาพออกเป็นบล็อกเล็กๆขนาด 8x8 จุด และทำการแปลงค่าสีทั้งหมดในบล็อกให้อยู่บนแกนความถี่โดยใช้วิธีที่เรียกว่า DCT (Discrete Cosine Transform) ซึ่งเราจะเรียกขั้นตอนนี้ว่า "การเข้ารหัส MPEG" และเมื่อต้องการนำภาพที่เข้ารหัสไว้มา "ถอดรหัส MPEG" เพื่อนำไปแสดงผล MPEG จะใช้วิธีที่เรียกว่า IDCT (Inverse Discrete Cosine Transform) เพื่อแปลงค่าที่จัดเก็บไว้ให้กลายเป็นจุดภาพตามเดิม

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในการเข้าและถอดรหัส MPEG นั้นจำเป็นต้องใช้วิธี DCT/IDCT กับจุดทุกจุดในภาพ แต่การทำ DCT/IDCT เป็นกระบวนการที่ต้องใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและใช้เวลามาก หากเราสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการคำนวณของ DCT/IDCT ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นก็จะทำให้ผลการทำงานของการเข้าและถอดรหัส MPEG มีประสิทธิภาพดีตามไปด้วย

งานวิจัยชิ้นนี้จะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของ DCT/IDCT โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับปรุงประสิทธิภาพของ IDCT เนื่องจาก IDCT ซึ่งใช้ในการถอดรหัสจะถูกใช้งานมากกว่า DCT ยกตัวอย่างเช่นในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ด้วย MPEG การเข้ารหัสด้วย DCT จะเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวที่สถานีผู้ส่งสัญญาณแต่การถอดรหัสด้วย IDCT จะเกิดที่เครื่องรับโทรทัศน์ทุกเครื่องที่รับสัญญาณ

นอกจากนี้งานวิจัยชิ้นนี้ยังได้ทำการศึกษาการนำเอาวงจร IDCT ที่พัฒนาขึ้นนี้มาดัดแปลงเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับประกอบลงในชิปถอดรหัส MPEG ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการของท้องตลาดในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

เป็นการนำทฤษฎีและการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์สำหรับการออกแบบ IDCT เพื่อลดขนาดพื้นที่ของวงจร ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้จะทำการออกแบบวงจร IDCT ในระดับเกต โดยเขียนเป็นโปรแกรม Verilog และทดสอบความถูกต้องของวงจรโดยใช้ข้อมูลจริงกับการจำลองการทำงานวงจรที่ออกแบบขึ้น โดยในขั้นต้นจะออกแบบเป็น Full Multiply Accumulator และขั้นต่อไปจะออกแบบวงจรที่ใช้เวลาในการการคำนวณน้อย และใช้พื้นที่เล็กกว่า ทั้งนี้จะมีการเปรียบเทียบให้เห็นอย่างเด่นชัด

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหลักการทำงานทั้งระบบของชิป MPEG
    1.1 ศึกษารูปแบบของแฟ้มข้อมูลที่ได้หลังจากเข้ารหัสเป็น MPEG
    1.2 ศึกษากระบวนการถอดรหัสจากแฟ้มข้อมูล MPEG
2. ศึกษาพื้นฐานและหลักการ ออกแบบวงจรดิจิตอล โดยการเขียนด้วย Verilog
    2.1 ศึกษาการการเขียนภาษาที่อธิบายโครงสร้างฮาร์ดแวร์
    2.2 ศึกษาการใช้งานโปรแกรมจำลอง Verilog และเครื่องมืออื่นๆ
3. วิเคราะห์และออกแบบวงจร IDCT

4. ทดสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบขึ้น โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากวงจรกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมภาษา C ที่เขียนขึ้น
5. ทำการพัฒนาให้วงจร IDCT มีขนาดเล็กลง และใช้เวลาในการคำนวณน้อยลงโดยผลลัพธ์ยังคงถูกต้อง
6. รายงานผลสรุปของวงจร IDCT ที่ได้พัฒนาขึ้นว่ามีขนาดเล็กลงกว่า IDCT ที่ใช้วงจรคำนวณ MAC

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวงจร IDCT ที่ออกแบบขึ้นไปใช้ได้จริง เพื่อลดต้นทุนการผลิตชิปเนื่องจากใช้พื้นที่น้อย
2. มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในการออกแบบวงจรรวม
3. มีความรู้และประสบการณ์ในการใช้ Verilog เพื่อการออกแบบวงจร
4. การใช้งานโปรแกรมจำลองทดสอบการทำงานของวงจร เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิตชิป และทำการทดสอบหาค่าบกพร่องหรือข้อผิดพลาดจากการออกแบบ
5. การออกแบบเป็นมอดูลสามารถพัฒนาแยกจากกันโดยไม่มีผลกระทบกับมอดูลอื่น
6. มอดูลที่เขียนขึ้นสามารถทำความเข้าใจ และนำไปพัฒนาต่อได้ง่าย

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

นอกจากบทที่ 1 นี้ซึ่งเป็นบทนำ ในบทที่ 2 จะเป็นการนำเสนอวิธีการเข้าและถอดรหัสของชิป MPEG เพื่อให้เห็นภาพรวมว่า IDCT จะสามารถนำไปใช้ในส่วนใด และมีความสำคัญอย่างไรในชิปตัวถอดรหัส MPEG ในบทที่ 3 เป็นสมการคณิตศาสตร์ของ IDCT ทั้งในระบบ 1 มิติและ 2 มิติ รวมทั้งเทคนิคการคำนวณ IDCT 2 มิติแบบเร็ว ในบทที่ 4 เป็นการออกแบบ IDCT ในระบบ 2 มิติโดยใช้ MAC ในการคำนวณ ในบทที่ 5 เป็นการออกแบบ IDCT ในระบบ 2 มิติโดยใช้วงจรคำนวณแบบโครงสร้างผีเสื้อ บทที่ 6 เป็นผลการดำเนินการวิจัยเปรียบเทียบขนาดของการออกแบบ และเวลาในการคำนวณโดยใช้วงจร MAC เปรียบเทียบกับวงจรคำนวณแบบโครงสร้างผีเสื้อ บทที่ 7 เป็นบทสรุปผลการวิจัยซึ่งจะเป็นการพิสูจน์ว่า วงจรคำนวณแบบโครงสร้างผีเสื้อที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นมีความเร็วสูงในการคำนวณ และใช้พื้นที่ในการออกแบบน้อยกว่าใช้วงจร MAC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย