บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ตามกฎของมัวร์ (Moore's Law) ที่ว่าจำนวนทรานซิสเตอร์ที่บรรจุใน 1 ชิปสูงขึ้นเป็น 2 เท่าทุกๆ 18 เดือน จากงานวิจัย [1] เทคโนโลยีในการผลิตชิปในปัจจุบันเจริญก้าวหน้าสามารถใส่ทรานซิสเตอร์กว่าพันล้านตัวลงในชิปเดียวได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สนับสนุนให้นักออกแบบคอมพิวเตอร์สามารถออกแบบวงจรที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าแต่ก่อนมาก สิ่งที่กำลังจะเข้ามาขับเคลื่อนตลาดอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ในอนาคตข้างหน้าคือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถพกพาได้สะดวกและใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่ สิ่งที่คอมพิวเตอร์เหล่านี้ต้องการไม่ใช่ประสิทธิภาพในการทำงานเพียงอย่างเดียว อัตราการใช้พลังงาน ขนาด และการออกแบบที่ไม่ซับซ้อนล้วนเป็นปัจจัยสำคัญของคอมพิวเตอร์เหล่านี้ทั้งสิ้น

ปัจจุบันระบบฝังตัว (Embedded System) มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในสิ่งของเครื่องใช้มากมายในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หรือหน่วยประมวลผล (Processor) ในระบบฝังตัวต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการทำงานในสภาพแวดล้อมของอุปกรณ์ดังกล่าว เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบฝังตัวได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในหลายด้าน เพื่อให้วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งแตกต่างจากการพัฒนาหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer : PC) ที่มีการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการทำงานของหน่วยประมวลผลอย่างเต็มที่ การพัฒนาของหน่วยประมวลผลในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลเป็นหลัก

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบฝังตัวทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดมากมาย เช่น ขนาดของวงจร พลังงานที่ใช้ในการทำงาน หน่วยความจำที่สามารถใช้ได้ โดยเฉพาะขนาดของวงจรที่มีผลกระทบโดยตรงต่อขนาดพื้นที่ดาย (Die size area) และต้นทุนในการผลิต การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ในระบบฝังตัวต้องการให้วงจรที่พัฒนาออกมามีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาวิธีในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลวิธีหนึ่งคือ การอัดคำสั่ง (Instruction packing) และนำเสนอการนำเอาวิธีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้จริงกับการพัฒนาหน่วยประมวลผลขนาด 32 บิต พร้อมทั้งวิเคราะห์สมรรถนะที่เพิ่มขึ้นของหน่วยประมวลผลดังกล่าว

การอัดคำสั่ง เป็นการนำคำสั่งหลายๆคำสั่งมารวมกันสร้างเป็นคำสั่งอัด ทำให้โปรแกรมมีขนาดเล็กลง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานจากการที่คำสั่งอัดสามารถอ่านจากหน่วยความจำได้เร็วกว่าการอ่านคำสั่งหลายๆคำสั่ง การอัดคำสั่งสามารถทำได้หลายวิธี ในงานวิจัย [2, 3, 4] เป็นวิธีหนึ่งในการอัดคำสั่งซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในบทต่อไป

การอัดคำสั่งในงานวิจัยนี้ทำโดยการรวมคำสั่งขนาด 16 บิต 2 คำสั่งเข้าไว้ด้วยกันเป็นศัพท์คำสั่ง (Instruction Word) ขนาด 32 บิต ซึ่งสามารถอ่านได้ภายในการทำงาน 1 รอบ (Cycle) ซึ่งจะช่วยลดเวลาที่ใช้ในการดึงคำสั่ง (Instruction fetch) ได้ จากปกติหนึ่งรอบการทำงานสามารถอ่านคำสั่งได้เพียงคำสั่งเดียว อีกทั้งยังช่วยลดขนาดของโปรแกรม (Code Size Reduction) เช่นเดียวกับการบีบอัดโปรแกรม (Code Compression) ด้วยวิธีการดัดแปลงการออกแบบชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอวิธีการเพิ่มสมรรถนะการทำงานของวงจรหน่วยประมวลผล โดยวิธีการเพิ่มสมรรถนะดังกล่าวใช้ทรัพยากรเพิ่มเติมต่ำ และส่งผลกระทบต่อขนาดของวงจรให้น้อยที่สุด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการพัฒนาและทดสอบหน่วยประมวลผลขนาด 32 บิต ที่ออกแบบเพื่อให้รองรับการทำงานแบบอัดคำสั่ง ทำการสังเคราะห์และทดสอบวงจรหน่วยประมวลผลบนอุปกรณ์เอฟพีจีเอ (Field Programmable Gate Array : FPGA)

ในการทดสอบทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลกับวงจรหน่วยประมวลผลอื่นๆที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบัน และวิเคราะห์ว่าการอัดคำสั่งมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลนี้อย่างไร

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติและโครงสร้างของหน่วยประมวลผลทั่วไป
2. ศึกษาวิธีต่างๆที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผล
3. ออกแบบพัฒนาชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผล
4. ออกแบบทางเดินข้อมูลของหน่วยประมวลผล
5. ออกแบบพฤติกรรมของแต่ละคำสั่งในระดับการขนถ่ายข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์ (Register Transfer Level : RTL)
6. ออกแบบพฤติกรรมของแต่ละคำสั่งในระดับไมโครโปรแกรม
7. ออกแบบและพัฒนาวิธีการอัดคำสั่งสำหรับนำมาใช้กับหน่วยประมวลผลนี้
8. ทำการสร้างวงจรหน่วยประมวลผลจริง และทดสอบด้วยอุปกรณ์เอฟพีจีเอ (FPGA)

9. สรุปผลการวิจัยและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้วิธีการในการเพิ่มสมรรถนะของวงจรหน่วยประมวลผลขนาดเล็กที่สามารถทำได้จริง และไม่สิ้นเปลืองทรัพยากรอื่นๆเพิ่มขึ้นมากนัก เพื่อเป็นการสนับสนุนอุตสาหกรรมระบบฝังตัวภายในประเทศ

1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการในหัวข้อเรื่อง "An Embedded Processor with Instruction Packing" โดย เฉลิมพงศ์ สัตยาวิบูล และประภาส จงสถิตย์วัฒนา ในงานประชุมวิชาการ "Conf. of Electrical/Electronics, Computer, Telecommunications, and Information Technology (ECTI) 2007" ณ. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ในระหว่างวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2550