สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	สัดส่วนการเรียกใช้คำสั่งกำกับคอมไพเลอร์ในชุดโปรแกรมเอ็นพีบี 3.0 และสเปกโอเอ็มพีแอล 2001 (Fredrickson *et al*., 2003).....	3
1.2	ขั้นตอนการทำวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์สมรรถนะพี-สปา.....	8
2.1	ขอบเขตการทำงานของเครื่องมือวิเคราะห์สมรรถนะพี-สปา.....	12
2.2	ตัวอย่างโปรแกรมแบบโอเพนเอ็มพี (a) โครงสร้างของโปรแกรมที่เขียนด้วยเอพีไอของโอเพนเอ็มพี (b) โมเดลการประมวลผลแบบฟอร์ก-จอยน์ (c) การประมวลผลแบบขนานในลูปซ้อนกันหลายระดับ และ (d) วิธีการแบ่งงานประมวลผลตามคำสั่งกำกับสามลักษณะ	15
2.3	ลักษณะของโปรแกรมที่ (a) มีปัญหาความต้องกันของหน่วยความจำ และ (b) แก้ปัญหาความต้องกันด้วยการวางจุดบังคับ ตามข้อกำหนดของโมเดลกำหนดความต้องกันแบบผ่อนปรนลำดับ.....	17
2.4	รูปแบบการแบ่งช่วงตัวนับลูปของโปรแกรมแบบโอเพนเอ็มพี (a) คำสั่ง static ไม่กำหนด chunk size (b) คำสั่ง static chunk size = 10 (c) คำสั่ง dynamic chunk size = 10 (d) คำสั่ง guided chunk size = 10 ..	19
2.5	สถาปัตยกรรมของชิปมัลติโพรเซสเซอร์ (a) ที่มีหน่วยประมวลผล 2 หน่วย ซึ่งใช้แคชระดับที่ 2 ร่วมกัน (b) มี 2 หน่วยแต่ใช้แคชระดับที่ 2 แยกกัน และ (c) มี 4 หน่วยประมวลผลและแคชระดับที่ 3 นอกแผงวงจรชิป.....	21
2.6	การไม่พบข้อมูลในแคชเนื่องจาก (a) ข้อมูลร่วมใช้จริง และ (b) ข้อมูลร่วมใช้ไม่จริง	25
2.7	การประมวลผลในลูป ซึ่งพื้นที่เก็บตัวแปร sum และ i มีคุณสมบัติถูกใช้บ่อยครั้งส่วนตัวแปร a มีคุณสมบัติพื้นที่ซึ่งถูกใช้บริเวณติดกัน	27
2.8	แนวทางการวิเคราะห์สมรรถนะระบบคอมพิวเตอร์ (Averill & David, 1999).	28
2.9	เวลาประมวลผลเชิงขนานบนระบบคอมพิวเตอร์ 8 หน่วยประมวลผล ประกอบด้วย เวลาการคำนวณ เวลาสื่อสาร และเวลาเดินเครื่องสูญเปล่า (Grama *et al*., 2003)	31

2.10 ภาพรวมของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและส่วนของทฤษฎีที่นำมาใช้ในวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้ 38
3.1 ภาพรวมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลักดันทำให้เกิดโครงงานพัฒนาเครื่องมือพี-สปา 39
3.2 ขั้นตอนการปรับโครงสร้างลูปแบบโพลีฮีดรัล (a) การตรวจสอบความเกี่ยวข้องกันของข้อมูล (b) การแมปโครงสร้างลูปและข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบโพลีฮีดรัล และ (c) การสร้างโค้ดลูปประมวลผลใหม่โดยอัตโนมัติ (Bondhugula *et al.*, 2008)..... 47
3.3 ชนิดของพื้นที่ส่วนย่อยที่เกิดจากคำสั่งกำกับคอมไพเลอร์และคุณสมบัติของแต่ละพื้นที่ ซึ่งถูกแบ่งโดยเครื่องมือวิเคราะห์สมรรถนะออมพี (Fürlinger & Gerndt, 2005)..... 52
4.1 ภาพรวมของวิธีการดำเนินงานวิจัยของการโครงงานพัฒนาเครื่องมือพี-สปา . 60
4.2 วิธีการเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่แคชของชิมิกส์บนชิปมัลติโพรเซสเซอร์ 2 หน่วยประมวลผล 64
4.3 โมดูลพี-สปามีส่วนการทำงานสามส่วนประกอบด้วย (a) พี-เทรซ (b) พี-แคช และ (c) พี-กราฟ 65
4.4 รูปแบบพื้นที่หน่วยความจำตามลักษณะการจำแนกของพี-เทรซ..... 66
4.5 โครงสร้างการบันทึกข้อมูลการเข้าถึงหน่วยความจำลงบนเทรซไฟล์ของพี-เทรซ..... 68
4.6 อัลกอริทึมการจำแนกชนิดการไม่พบข้อมูลในแคชของพี-แคช 69
4.7 โครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บประวัติและสถานะของพื้นที่ข้อมูลที่ถูกเข้าถึง..... 70
4.8 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟของพี-สปา (a) คุณสมบัติการใช้พื้นที่เก็บข้อมูลของโปรแกรมการคูณเมทริกซ์ บนชิปมัลติโพรเซสเซอร์ขนาด 2 หน่วย (b) จำนวนการเข้าถึงข้อมูลบนเซกเมนต์รูปแบบ SRSW ของโปรแกรมเอฟที 72
4.9 ผลการทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิเคราะห์พี-สปา (a) เวลาประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์จริงและพี-สปาบนชุดโปรแกรมเอ็นพีบี 2.3 (b) อัตราการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 2 ของระบบคอมพิวเตอร์จริงและพี-สปา บนชุดโปรแกรมเอ็นพีบี 2.3..... 77

5.1 ภาพรวมของการทดลองเบื้องต้น 80
5.2 สัดส่วนเวลาประมวลผลของชุดโปรแกรมเอ็นพีบี 2.3 81
5.3 ค่าสปีดอัพของกลุ่มโปรแกรมจำลองการไหลของสารเคมี (บีที แอลยู และเอสพี) 82
5.4 ค่าสปีดอัพของกลุ่มโปรแกรมภาระงานหลักทางวิทยาศาสตร์ (ซีจี อีพี เอฟที ไอเอส และเอ็มจี) 83
5.5 อัตราการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 2 ของชุดโปรแกรมเอ็นพีบี 2.3 86
5.6 โครงสร้างไฟล์บันทึกการเข้าถึงข้อมูลบนหน่วยความจำของพี-สปา 87
5.7 คุณสมบัติการใช้พื้นที่เก็บข้อมูลของฟังก์ชันการคูณเมทริกซ์ บน 2 เทรด 88
5.8 ค่าสปีดอัพของฟังก์ชันการคูณเมทริกซ์ บน 2, 4, 8, 16 และ 32 เทรด 89
6.1 ภาพรวมของแนวทางการใช้ประโยชน์เครื่องมือวิเคราะห์พี-สปา 92
6.2 จำนวนการเข้าถึงข้อมูลบนเซกเมนต์รูปแบบมีหนึ่งหน่วยย่อยอ่านและเขียนในแต่ละช่วงเวลา (a) จำนวนการอ่าน (b) จำนวนการเขียน 94
6.3 อัตราการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 1 ของชิปมัลติโพรเซสเซอร์ทั้งสองสถาปัตยกรรม 97
6.4 อัตราการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 1 ของชิปมัลติโพรเซสเซอร์ทั้งสองสถาปัตยกรรม 97
6.5 จำนวนรอบสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ประมวลผลของชิปมัลติโพรเซสเซอร์ทั้งสองสถาปัตยกรรม 98
6.6 ความต้องการแบนด์วิดท์ของชิปมัลติโพรเซสเซอร์ทั้งสองสถาปัตยกรรม 99
6.7 โปรแกรมหาค่าจำนวนเฉพาะ 100
6.8 สัดส่วนรูปแบบพื้นที่หน่วยความจำของโปรแกรมหาค่าจำนวนเฉพาะ 103
6.9 จำนวนการเข้าถึงข้อมูลและค่าสปีดอัพเมื่อกับคำสั่ง **`static`** ของโปรแกรมหาค่าจำนวนเฉพาะ 104
6.10 ชนิดการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 1 ของโปรแกรมหาค่าจำนวนเฉพาะ 105
6.11 ค่าสปีดอัพของการประมวลผลบนระบบคอมพิวเตอร์จริง 105
6.12 ฟังก์ชันการคูณเมทริกซ์ที่ปรับปรุงให้ประมวลผลแบบขนานด้วยโอเพนเอ็มพี 107
6.13 จำนวนการเข้าถึงข้อมูลและค่าสปีดอัพเมื่อกับคำสั่ง **`static`** ของฟังก์ชันการคูณเมทริกซ์ 109

6.14 อัตราการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 1 และ 2 ของฟังก์ชันการคูณเมทริกซ์.... 110
6.15 ชนิดการไม่พบข้อมูลในแคชระดับที่ 1 ของฟังก์ชันการคูณเมทริกซ์ 110