

ชื่อโครงการ

การสนับสนุนการใช้งานโปรแกรมความจำร่วมแบบขนานบนกลุ่มของคอมพิวเตอร์

Supporting Shared Memory Parallel Applications on Clusters of Computers

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ นาย กฤษชลัษ ฐิติกมล

อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร ม.ธรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา นาย พีเตอร์ เจ เคลเลเซอร์

รองศาสตราจารย์ แผนกวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแมริแลนด์ คอลเลจพาร์ค สหรัฐอเมริกา

1 บทคัดย่อของโครงการ

ประสิทธิผลในการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณทางด้านวิทยาศาสตร์จะขึ้นกับความรวดเร็วในการทำงานแบบขนานและการคำนวณแบบสมรรถนะสูงซึ่งมักจะมีราคาแพง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสนับสนุนการทำงานของโปรแกรมทางด้านวิทยาศาสตร์ให้ประมวลผลได้เร็วที่สุดตามทรัพยากรที่มี โครงการวิจัยนี้จึงได้เสนอขึ้นเพื่อที่จะค้นคว้า และเข้าใจวิธีที่จะทำให้การทำงานของโปรแกรมความจำร่วมแบบขนานที่ใช้งานบนกลุ่มของคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพที่ดี โดยงานวิจัยนี้จะปรับปรุงและทดลองบนระบบความจำร่วมแบบกระจายที่ชื่อว่า ซีวีเอ็ม ซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้จริง แนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่ได้จากโครงการคือ การสร้างส่วนที่ทำให้งานทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถแบ่งออกเป็นสายการทำงานย่อยๆ และกระจายไปบนกลุ่มของคอมพิวเตอร์ในจำนวนที่พอเหมาะกับความเร็วของทรัพยากรและลักษณะของโปรแกรมประยุกต์นั้นๆ งานวิจัยนี้ได้คิดค้นการควบคุมขนาดของสายการทำงานแบบใหม่ ที่เรียกว่าวิธีการจำลองขนาดสายการทำงาน ซึ่งสามารถทดแทนวิธีเดิมได้อย่างเหมาะสมในหลายๆ กรณี แต่มีความยุ่งยากน้อยกว่าวิธีเดิม และเราได้บรรจุวิธีการดังกล่าวในตัวระบบที่ได้พัฒนาขึ้นไว้ด้วยแล้ว นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ยังคิดค้นคอนวิธีที่จะทำให้สายงานเกิดความสมดุลอย่างอัตโนมัติเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นได้สะดวกมากขึ้น และเมื่อวิเคราะห์ผลการทดลองจากขั้นตอนวิธีดังกล่าวสองวิธีก็พบว่า วิธีการควบคุมความสมดุลของสายการทำงานโดยการควบคุมปริมาณการสื่อสารและข้อความระหว่างสายการทำงานบนกลุ่มของคอมพิวเตอร์ให้น้อยที่สุดนั้นเป็นกลวิธีที่ดีที่สุด แต่ทั้งนี้ก็ยังมียกข้อยกเว้นว่า ในบางกรณี เราต้องพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากการจัดสลับการทำงานของระบบปฏิบัติการไปด้วยพร้อมๆ กัน ไม่เช่นนั้นอาจจะไม่ทำให้ประสิทธิภาพที่ดีได้

Abstract

Efficiency of scientific applications relies on fast numerical computation and high performance computing, which is often expensive. Therefore, we must allow the applications to run as fast as possible on limited resources, often on whatever equipments we have. This research aims to study, understand and enhance performance of shared memory scientific applications on a cluster of computers through a software distributed shared memory system, called CVM. Our innovative approach is to break parallel scientific computation into distributed threads and balance them with respect to current level of available resources and applications

characteristics. The outcomes of our research were new algorithms such as one to control thread granularity named grain emulation, which performed almost as well as the old techniques but with better ease-of-use. Grain emulation algorithm was successfully implemented into our runtime system and ready to be used transparently by general users. Furthermore, we invented some load balancing algorithms to enhance performance of our runtime system. Our results with two such algorithms showed that load balancing algorithm based on the attempt to minimize communication among threads gave us the best application performance in average. However, we must also consider effects of operating systems at the same time in order to gain any application speedups.

2 สรุปการปฏิบัติโครงการ (Executive Summary)

ระยะเวลาทั้งสิ้น

29 เดือน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2544 ถึง พฤศจิกายน 2546

งบประมาณโครงการ

อนุมัติ 400,000.00 บาทในระบะโครงการ / ใช้ 181,501.00 บาท ตามที่ปรากฏ ณ. วันที่ส่งรายงาน

2.1 สรุปการเปลี่ยนแปลงตารางเวลาจากโครงการเดิม

โครงการวิจัยตามที่ได้ทำสัญญาได้กล่าวถึงความเสี่ยงหลักของการโครงการวิจัยนี้ซึ่งก็คือ เรื่องของกลุ่มคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการทดลอง ที่ต้องใช้เครื่องแบบกลุ่มที่ได้การสนับสนุนมาจาก 3 สถาบัน กล่าวคือ 1. ระหว่างการพัฒนาระบบเพื่อการทดลองจะใช้ที่สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร ที่จัดหาด้วยงบประมาณที่ขอซื้อครุภัณฑ์จาก ส.ก.ว. 2. ระหว่างการทดสอบเบื้องต้น จะใช้กลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มหาวิทยาลัยแห่งแมรีแลนด์ และ 3. หากจำเป็นก็จะขอความอนุเคราะห์จากศูนย์การประมวลผลแบบขนานและกระจาย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในช่วงระยะเวลาโครงการดังกล่าว ปรากฏว่าได้มีการเปลี่ยนแปลงสำคัญ อันเป็นผลทำให้ไม่มีกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทดสอบเป็นช่วงเวลาติดต่อกัน และปัญหาอื่นๆ ตามลำดับเวลาดังนี้ (อธิบายประกอบกับตารางเวลาโครงการที่ทำได้จริงในตารางที่ 1)

- 1) เนื่องจากการจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องตามที่ปรากฏในสัญญา ทำได้เสร็จในเดือน กันยายน พ.ศ. 2544 ทำให้การสร้างกลุ่มของคอมพิวเตอร์เพื่อการพัฒนาระบบที่ได้เสนอไว้เริ่มใช้งานครั้งแรกได้หลังจากระยะเวลานั้น ซึ่งมีผลกับกิจกรรมที่ 1, 2, และ 3 เพียงบางส่วน
- 2) ในรอบ 6 เดือนแรก ยังเป็นการออกแบบที่ได้ผลการทดลองคร่าวๆ มาจาก เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มหาวิทยาลัยแห่งแมรีแลนด์ จึงทำให้แผนการดำเนินโครงการยังเป็นไปตามกำหนด และได้ทดลองเอาผลลัพธ์ส่งไปทำงานประชุมวิชาการ IPTPS 2001 แต่ได้รับการปฏิเสธ
- 3) ในกิจกรรมที่ 4 พบปัญหาการสร้างโปรแกรมที่กำลังวิจัยมีมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่สามารถที่จะใช้กลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มหาวิทยาลัยแห่งแมรีแลนด์ได้อีก เนื่องจากกลุ่มของเครื่องดังกล่าวต้องนำไปใช้เรียนใช้สอนในเทอมใบไม้ผลิ จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อกิจกรรมอย่างมาก
- 4) ในกิจกรรมที่ 3 ยังคงไม่สามารถทำได้จนเสร็จ (ดูเนื้อหาวิจัยที่ข้อ 3.2) เพราะผลการทดลองที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจออกแบบ จากกิจกรรมที่ 4 ไม่สามารถมีผลที่สรุปทางวิทยาศาสตร์ใดๆ ปรากฏ ในขณะที่จึงตัดสินใจใช้ผลการทดลองจากเครื่องที่สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร ซึ่งมีเพียง 4 เครื่องในกลุ่มไปก่อน