

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์**

**เรื่อง**

**คอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง (เฟส 2)**

**(High Performance Computer - 2)**



RCH

GA

76.58

ศ.ม.ร.

เลขที่.....

เลขทะเบียน..... 79732

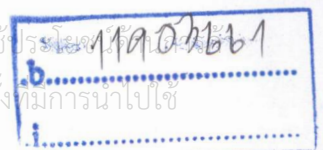
รับ, เดือน, ปี... 11 ส.ย. 2551

**ฝ่ายควบคุมเครื่อง**

**สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง



# คอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง (เฟส 2)

## (High Performance Computing - 2)

### บทคัดย่อ

เนื่องจากปัญหาของงานวิจัยในสาขาต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทำให้มีความจำเป็นในการเพิ่มศักยภาพของเครื่องที่จะใช้ในการประมวลผล ให้มีสมรรถนะในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อให้การคำนวณในงานวิจัยสามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและรวดเร็ว จึงได้จัดสร้างเครื่องให้บริการในการประมวลผลขนานความเร็วสูงแบบคลัสเตอร์ เครื่องให้บริการได้ถูกติดตั้งชุดโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมดูแลระบบและชุดโปรแกรมที่เป็นตัวช่วยในการให้เครื่องให้บริการมีขีดความสามารถในการประมวลผลแบบขนานความเร็วสูง เครื่องให้บริการพร้อมรองรับงานวิจัยต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในสถาบันฯ ในลำดับต่อไป

### Abstract

Presently, many complex researches on many fields of studies actually need being executed by proper applications installed in practical servers of high performance. This could be quickly providing the output of accuracy. Cluster servers for this requirement then are installed for serving proper required applications; the proper servers could be that of high performance parallel processing ready for servicing on researches of KMITL

## สารบัญ

บทคัดย่อ.....	2
บทที่ 1 บทนำ.....	4
บทที่ 2 แนะนำระบบและการออกแบบระบบ.....	5
2.1 บทนำ.....	5
2.2 ระบบการประมวลผลแบบพีซีคลัสเตอร์ (PC Cluster).....	5
2.2.1 ส่วนประกอบโดยรวมของคอมพิวเตอร์แบบคลัสเตอร์.....	7
2.2.2 การจำแนกคอมพิวเตอร์แบบคลัสเตอร์.....	8
2.2.3 รูปแบบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก.....	9
2.3 ระบบกริดคอมพิวเตอร์.....	11
2.4 แนะนำ Rocks Clusters.....	12
2.5 การออกแบบระบบ.....	13
บทที่ 3 การติดตั้งระบบและการให้บริการ.....	15
3.1 บทนำ.....	15
3.2 การติดตั้ง Rocks Clusters.....	15
3.2.1 ความต้องการพื้นฐานในการติดตั้งระบบ.....	15
3.2.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อระบบ Rocks Cluster.....	16
3.2.3 ขั้นตอนการติดตั้งและกำหนดค่า Front- End.....	17
3.2.4 ขั้นตอนการติดตั้งและกำหนดค่า Compute Node.....	25
3.3 การ Monitor Rocks Cluster.....	34
3.4 การให้บริการแก่ผู้ใช้งาน.....	38
บทที่ 4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	444
4.1 บทนำ.....	444
4.2 MATLAB Mapping Toolbox.....	446
4.3 IDL/ENVI.....	467
4.4 PGI Compiler.....	478
4.5 การติดตั้ง HySPLIT.....	482
4.6 การติดตั้ง McIDAS.....	500
4.7 การติดตั้ง OpenADDE.....	522
บทที่ 5 บทสรุป.....	556
Reference.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1 บทนำ

เนื่องจากแนวโน้มของงานวิจัยหลาย ๆ อย่างในปัจจุบัน มีความจำเป็นต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาก เพื่อให้การคำนวณในงานวิจัยสามารถได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและรวดเร็ว แต่เนื่องจากคอมพิวเตอร์ประมวลผลความเร็วสูงหรือซูเปอร์คอมพิวเตอร์มีราคาแพงมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการทดแทนเทคโนโลยีราคาแพง และเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการในงานวิจัยเหล่านี้ จึงได้จัดทำโครงการเครื่องให้บริการประมวลผลความเร็วสูงแบบคลัสเตอร์ขึ้น

ในรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้จะได้กล่าวถึงการดำเนินโครงการ การสร้างระบบลินุกซ์คลัสเตอร์ขึ้นมาเพื่อให้บริการ รวมทั้งการกำหนดค่าต่าง ๆ ทางซอฟต์แวร์ และการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ อีกด้วย โดยจะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นทั้งหมด 5 บท โดยแต่ละบทจะกล่าวถึงเรื่องต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ จะกล่าวถึงรายละเอียดทั้งหมดโดยคร่าวภายในรายงานการวิจัยนี้

บทที่ 2 แนะนำระบบและการออกแบบระบบ จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับ Linux Cluster รูปแบบและโครงสร้างและคลัสเตอร์ แนะนำระบบปฏิบัติการ Rocks Clusters และ กริดคอมพิวเตอร์ รวมถึงจะกล่าวถึง โครงสร้างและระบบที่ได้จัดทำขึ้นมาอีกด้วย

บทที่ 3 การติดตั้งระบบและการให้บริการ จะกล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการติดตั้ง Rocks Cluster และการกำหนดค่าทางซอฟต์แวร์ให้แก่ Rocks Cluster

บทที่ 4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง จะกล่าวถึงซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยประกอบด้วย MATLAB Mapping Toolbox, IDL/ENVI, PGI Compiler, HySPLIT, McIDAS และ OpenADDE

บทที่ 5 บทสรุป

## บทที่ 2 แนะนำระบบและการออกแบบระบบ

### 2.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการแนะนำถึงระบบพีซีคลัสเตอร์ (PC Cluster) ระบบกริดคอมพิวเตอร์ (Grid Computer) และนำเสนอให้รู้จักระบบปฏิบัติการ Rocks Clusters ซึ่งเป็นระบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการสร้างระบบพีซีคลัสเตอร์ หรือลินุกซ์คลัสเตอร์ในปัจจุบัน อีกทั้งในบทนี้จะได้กล่าวถึงการออกแบบระบบที่จะสร้างขึ้นในโครงการวิจัยนี้เพื่อให้บริการในสถาบันต่อไป

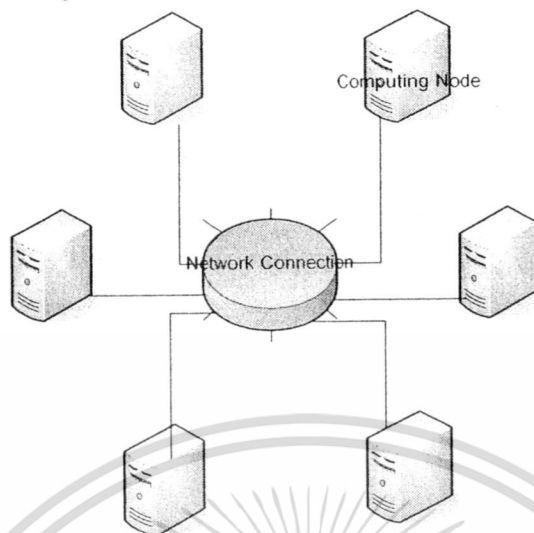
### 2.2 ระบบการประมวลผลแบบพีซีคลัสเตอร์ (PC Cluster)

แนวความคิดของระบบคลัสเตอร์เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1960 โดยบริษัท IBM ต้องการเชื่อมต่อระบบเมนเฟรม (Mainframe) ขนาดใหญ่เข้าด้วยกันเพื่อใช้ในเชิงการค้า แต่ในตอนนั้นระบบคลัสเตอร์ยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านราคาและความแพร่หลายของฮาร์ดแวร์ (Hardware) นอกจากนี้ยังขาดเครื่องมือ (Tools) มาตรฐานสำหรับการเชื่อมต่อเครื่องในระบบเข้าด้วยกัน จนในช่วงกลางปี 1980 เป็นช่วงที่เทคโนโลยีระบบคลัสเตอร์สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากสามารถสร้างไมโครโพรเซสเซอร์ที่มีประสิทธิภาพได้ และเกิดระบบเครือข่ายความเร็วสูงขึ้น ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายสามารถสื่อสารกันได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว นอกจากนี้ความต้องการความเร็วในการประมวลผลงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งมีมากขึ้นอย่างต่อเนื่องก็มีส่วนผลักดันให้เกิดเทคโนโลยีพีซีคลัสเตอร์ขึ้น

ระบบคลัสเตอร์ได้เกิดขึ้นอย่างเป็นทางการในปี 1994 เมื่อ Thomas Sterling และ Don Becker จาก CESDIS (The Center of Excellence in Space Data and Information Sciences) ต้องการที่จะวิเคราะห์ข้อมูลจากอวกาศที่มีจำนวนมากและซับซ้อนซึ่งต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผลได้เร็วมากๆ และในขณะนั้นมีเพียงเครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์ซึ่งมีราคาแพงแต่เนื่องจากงบประมาณที่มีอยู่จำกัดทำให้ Sterling และ Becker มีแนวความคิดที่จะใช้ระบบคลัสเตอร์มาทำการประมวลผล โดยได้สร้างระบบคลัสเตอร์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้ชิพ Intel DX4 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และส่วนประกอบอื่นๆซึ่งสามารถหาได้ง่ายจากท้องตลาดและได้ตั้งชื่อระบบคลัสเตอร์นี้ว่า Beowulf (Sterling and Becker, 1994)

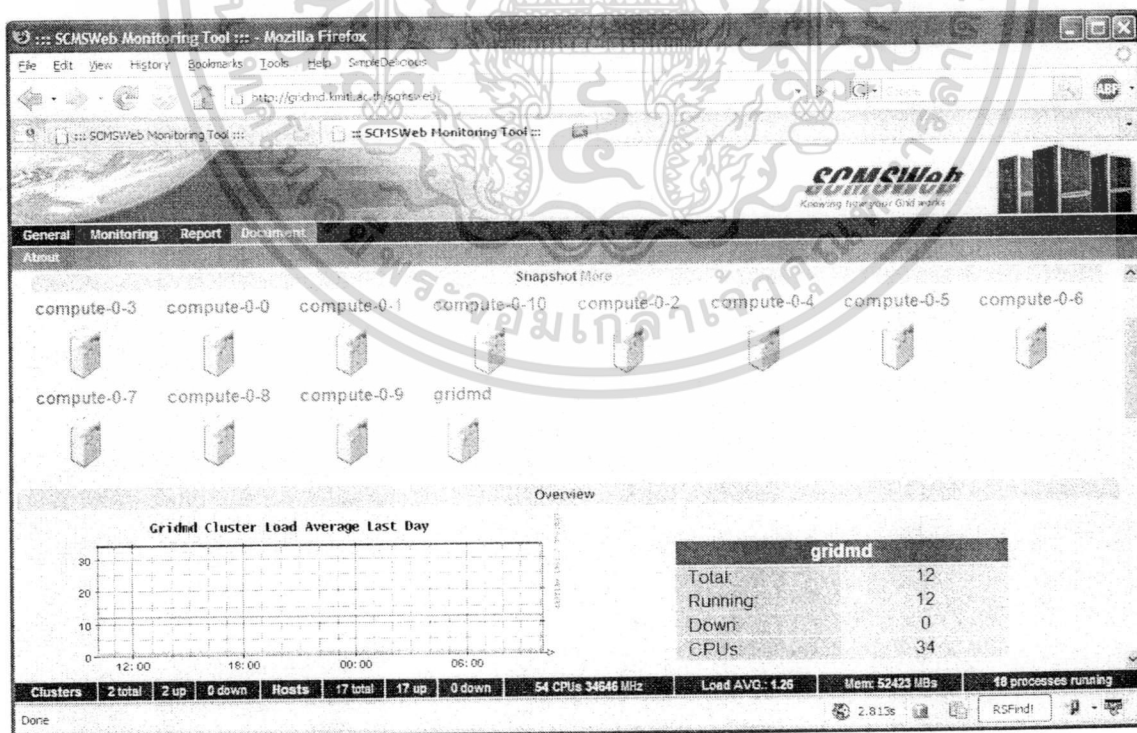
ระบบพีซีคลัสเตอร์มักจะเป็นระบบที่แต่ละหน่วยประมวลผลหรือโหนดการคำนวณ (Computing node) อยู่ใกล้กัน หรืออยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน แล้วทำการเชื่อมต่อระหว่างโหนดต่อโหนด หรือแต่ละหน่วยประมวลผลผ่านทางเครือข่าย เช่น Gigabit Ethernet, Myrinet, InfiniBand, Quadrics หรือเครือข่ายรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งต้องเป็นเทคโนโลยีเครือข่ายที่มีความเร็วสูง และค่า Latency Time ต่ำ เพื่อให้การติดต่อสื่อสารระหว่างกันสามารถเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และสูญเสียเวลาในเครือข่ายน้อยที่สุดเสมือนว่าทุกหน่วยประมวลผลอยู่ใกล้กันมากเสมือนอยู่บนแผงวงจรรวม Mother Board เดียวกัน ทำให้การ

ส่งผ่านข้อความเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างกันอย่างเป็นไปอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างของระบบพีซีคลัสเตอร์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างการทำงานของพีซีคลัสเตอร์

สำหรับระบบพีซีคลัสเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นมานี้ มีระบบการตรวจสอบสถานะของเครื่อง สามารถดูรายละเอียดได้ที่ <http://gridmd.kmitl.ac.th> ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยจะแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง อาทิ เช่น การใช้งาน CPU การใช้งานหน่วยความจำ การใช้งาน Disk และ Load Average เป็นต้น

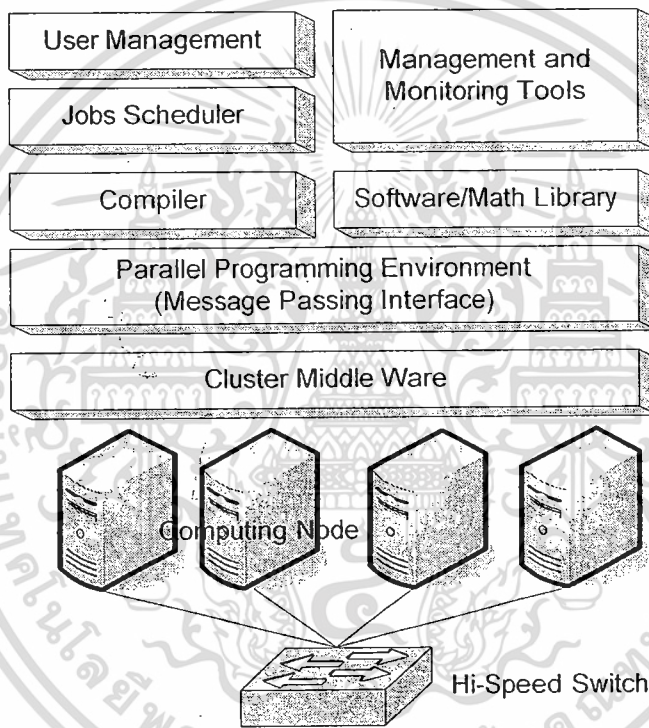


รูปที่ 2.2 ระบบการตรวจสอบสถานะของเครื่องคลัสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.1 ส่วนประกอบโดยรวมของคอมพิวเตอร์แบบคลัสเตอร์

เราอาจกล่าวได้โดยง่ายว่าระบบคลัสเตอร์คือ กลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย ความเร็วสูงและสามารถคำนวณงานที่ถูกแบ่งออกเป็นงานย่อย ๆ แล้วรวมกันได้ ซึ่งรูปแบบของเครือข่าย และการเชื่อมต่อนี้มีด้วยกันหลายวิธีและหลายชนิดเครือข่าย ส่วนการที่จะทำให้กลุ่มของคอมพิวเตอร์ สามารถทำงานร่วมกันได้นั้นจะต้องมีซอฟต์แวร์เป็นตัวกลางในการเชื่อมการทำงานของ แต่ละหน่วย ประมวลผลเข้าด้วยกัน ซึ่งมาตรฐานที่นิยมใช้คือ ระบบการส่งผ่านข้อความหรือ Message Passing Interface (MPI) ส่วนประกอบโดยรวมทั้งหมดของระบบคอมพิวเตอร์แบบคลัสเตอร์นั้นจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของระบบคลัสเตอร์

จากรูปสามารถที่จะแบ่งการทำงานออกได้ทั้งหมดสามส่วนด้วยกันคือ

1. โครงสร้างพื้นฐานของระบบคลัสเตอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบทางฮาร์ดแวร์ การเชื่อมต่อเครือข่าย ระบบปฏิบัติการ และคลัสเตอร์มีดเคิลแวร์
2. เครื่องมือและโปรแกรมอรรถประโยชน์ ประกอบด้วย โปรแกรมสื่อสารระหว่างโหนดโดยการส่งข้อความ คอมไพเลอร์ และชุดคำสั่งทางคณิตศาสตร์
3. การจัดการระบบคลัสเตอร์ ประกอบด้วยตัวจัดการคิวงาน การจัดการสิทธิของผู้ใช้งานในระบบ ระบบตรวจสอบและจัดการคลัสเตอร์

## 2.2.2 การจำแนกคอมพิวเตอร์แบบคลัสเตอร์

เราสามารถที่จะจำแนกประเภทของระบบคลัสเตอร์ออกตามเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้

### 2.2.2.1 จำแนกตามงานที่ประยุกต์ใช้

ระบบคลัสเตอร์สามารถนำเอาประยุกต์ใช้ได้กับงานที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นงานทางด้าน การคำนวณหรืองานทางด้าน การเป็นเครื่องแม่ข่ายให้บริการงานต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งย่อยได้เป็นสองประเภทดังนี้

- ระบบคลัสเตอร์แบบประสิทธิภาพสูง (HPC: High Performance Clusters) มักจะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระบบคลัสเตอร์แบบนี้จะถูกสร้างขึ้นมาให้มีความรวดเร็วในการคำนวณมากที่สุด ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลจะต้องสูงเพียงพอ อีกทั้งเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมต่อต้องมีคุณภาพดีมาก ประสิทธิภาพในการคำนวณจึงจะสูงตามไปด้วย
- ระบบคลัสเตอร์แบบเสถียรภาพสูง (HAC: High Availability Clusters) ระบบคลัสเตอร์แบบนี้จะเน้นไปทางด้านเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการงานต่าง ๆ เช่น การให้บริการเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) การให้บริการพื้นที่เก็บข้อมูลบนเครื่องแม่ข่าย (Storage Server) การให้บริการฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็น Oracle 10g หรือ MySQL Cluster เพื่อจะทำให้มั่นใจได้ว่า ผู้ใช้งานทั่ว ๆ ไปจะสามารถเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา การให้บริการไม่ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งเพียงเครื่องเดียว

การสร้างระบบคลัสเตอร์แต่ละแบบนี้จะมีข้อแตกต่างกัน วิธีการต่างกัน และซอฟต์แวร์ที่ใช้มีลักษณะแตกต่างกัน เพราะระบบหนึ่งต้องการความรวดเร็วในการคำนวณเพียงอย่างเดียว ส่วนอีกระบบหนึ่งต้องการความเชื่อถือในการเข้าถึงบริการได้ตลอดเวลา

### 2.2.2.2 จำแนกตามลักษณะของเครื่องในระบบ

ระบบคลัสเตอร์เกิดจากการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องเข้าด้วยกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านี้อาจจะมีลักษณะเหมือนกันทั้งหมดหรือไม่เหมือนกันเลยก็ได้ ซึ่งถ้าหากจำแนก ระบบคลัสเตอร์ตามลักษณะของฮาร์ดแวร์ในระบบแล้ว สามารถที่จะจำแนกออกได้สองประเภท คือ

- ระบบคลัสเตอร์แบบเนื้อเดียว (Homogeneous Cluster) ระบบคลัสเตอร์แบบนี้เป็นระบบที่มีองค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในแต่ละเครื่องเหมือนกันทั้งหมด ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง ชนิดและขนาดของหน่วยความจำ ชนิดและขนาดของฮาร์ดดิสก์ และชนิดของระบบปฏิบัติการ เป็นต้น โดยระบบคลัสเตอร์นี้เป็นแบบที่นิยมสร้าง เนื่องจากการบริหารจัดการระบบสามารถทำได้อย่างสะดวก นอกจากนั้นการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลบนระบบคลัสเตอร์สามารถเขียนในครั้งเดียวแล้วทำงานได้กับทุก ๆ เครื่องในระบบ

- ระบบคลัสเตอร์แบบเนื้อผสม (Heterogeneous Cluster) ระบบคลัสเตอร์แบบนี้เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นสูง โดยสามารถสร้างจากเครื่องแบบใดก็ได้ที่สนับสนุนการประมวลผลแบบขนาน แต่ปัญหาของระบบนี้คือการสร้างโปรแกรมสำหรับประมวลผลแบบขนานจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้นเนื่องจากการสร้างโปรแกรมที่สามารถประมวลผลเฉพาะของแต่ละเครื่องแต่ละระบบปฏิบัติการ เช่น เครื่องที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) และระบบที่ใช้ไมโครซอฟท์วินโดวส์ (Microsoft Windows) เป็นระบบปฏิบัติการ โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาอาจไม่สามารถใช้ด้วยกันได้ วิธีแก้ปัญหอย่างหนึ่งคือสร้างโปรแกรมให้สนับสนุนมาตรฐานเช่น ANSI C เป็นต้น หรืออาจสร้างโปรแกรมที่สามารถประมวลผลได้บนทุกระบบโดยที่ใช้รหัสต้นฉบับ (Source Code) ตัวเดียวกัน เช่น ภาษาจาวา (Java)

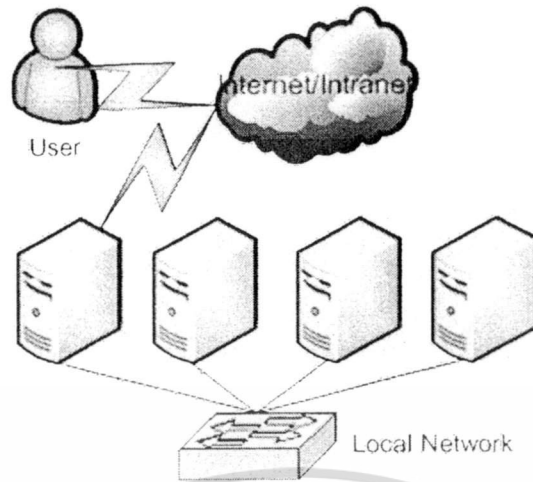
สิ่งหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญมากเช่นกันในระบบคลัสเตอร์แบบเนื้อผสมนี้ คือ การสมดุลงานในระบบ หรือ Load Balancing เพราะเนื่องจากว่าคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบแบบนี้สามารถที่จะมีองค์ประกอบภายในแตกต่างกันได้ ทำให้คอมพิวเตอร์แต่ละโหนดมีความสามารถและประสิทธิภาพในการคำนวณผลได้รวดเร็วแตกต่างกัน เมื่อทำงานร่วมกันนั้น จะต้องการการกระจายงานที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องที่มีประสิทธิภาพมากกว่ามีโอกาสได้รับงานไปคำนวณมากกว่า ระบบทั้งหมดไม่ต้องรอค่าผลลัพธ์จากเครื่องที่มีความเร็วต่ำ ถ้าหากทำการสมดุลงานได้ดีแล้ว ประสิทธิภาพของระบบก็จะดีตามไปด้วย แต่ถ้าหากไม่คำนึงถึงเรื่องนี้แล้วประสิทธิภาพโดยรวมจะต่ำตามไปด้วย

### 2.2.3 รูปแบบการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก

สำหรับรูปแบบวิธีการเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Topology) ของระบบคลัสเตอร์นั้นมีหลายรูปแบบที่ถูกนำเสนอไว้ ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อแบบวงแหวน การเชื่อมต่อแบบ Cube และ HyperCube ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่อเหล่านี้ต้องมีสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างโหนดค่อนข้างมาก ทำให้ต้องมีการลงทุนทางด้านเครือข่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นรูปแบบของเครือข่ายแบบนี้จะไม่เหมาะกับการนำไปใช้งานในระบบจริง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเพียงแค่สองรูปแบบที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติและไม่ต้องลงทุนเกี่ยวกับเครือข่ายมากนัก ดังนี้

- การเชื่อมต่อโดยผ่าน Front-end

การเชื่อมต่อคลัสเตอร์ด้วยวิธีนี้จะเป็นดังภาพ โดยจะมีคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นทางเข้า-ทางออกหรือเกตเวย์ (Gate way) ให้แก่ระบบทั้งหมด เมื่อผู้ใช้ติดต่อเข้ามาในระบบจะต้องทำการติดต่อกับเครื่องที่เป็น Front-end นี้ ส่วนเครื่องอื่น ๆ จะทำงานอยู่เบื้องหลังเท่านั้น ทำให้วิธีนี้มีประโยชน์ในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยของระบบ เพราะมีเพียงเครื่องเดียวเท่านั้นที่เชื่อมต่อกับภายนอก เมื่อต้องการรักษาความปลอดภัยก็สนใจเพียงเครื่องที่เป็นทางเข้าของระบบ แต่การเชื่อมต่อวิธีนี้ก็มีข้อเสียไม่ได้เสมอไปนักว่าจะไม่ถูกบุกรุกจากภายนอก การเชื่อมต่อสามารถแสดงได้ดังนี้

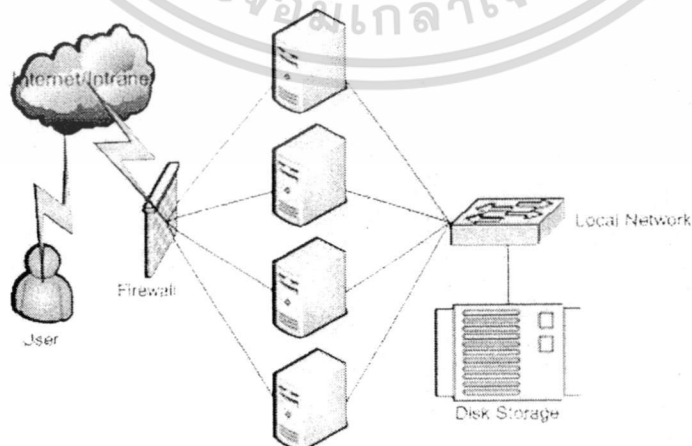


รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อกับเครื่องข่ายภายนอกผ่าน Front-end

การเชื่อมต่อแบบนี้มีข้อดีในส่วนของความปลอดภัย แต่จะไม่ค่อยเหมาะนักกับงานที่เป็นด้านการให้บริการหรือคลัสเตอร์ที่ต้องการความคงทนสูง (High Availability Cluster) อย่างเช่นเครื่องแม่ข่ายให้บริการเว็บ หรืออีเมล ดังนั้นจึงต้องใช้รูปแบบการเชื่อมต่อตามวิธีการในหัวข้อถัดไป

- การเชื่อมต่อแบบทุกเครื่องเชื่อมกับภายนอก

การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบนี้ทุกเครื่องจะทำการเชื่อมต่อกับเครื่องข่ายภายนอก ทำให้เครื่องข่ายภายนอกสามารถเข้าถึงทรัพยากรของแต่ละเครื่องได้โดยตรง โดยจะมีประโยชน์ในกรณีที่เครื่อง คลัสเตอร์เหล่านี้ทำหน้าที่ให้บริการงานต่าง ๆ เช่นเครื่องแม่ข่ายของงานเว็บไซต์ การเชื่อมต่อแบบนี้มักจะนำเอาไฟร์วอลล์ (Firewall) มาวางไว้ด้านหน้าของระบบอีกชั้น เพื่อเป็นการป้องกันการบุกรุกจากภายนอกได้ในระดับหนึ่ง ดังรูปที่ 2.5 เนื่องจากระบบนี้มักจะถูกใช้เป็นที่เก็บข้อมูลร่วมกัน ดังนั้นจึงต้องมีที่เก็บข้อมูลรวมศูนย์ไว้ที่เดียวโดยอาจจะเป็น Storage ตามมาตรฐานทั่วไป



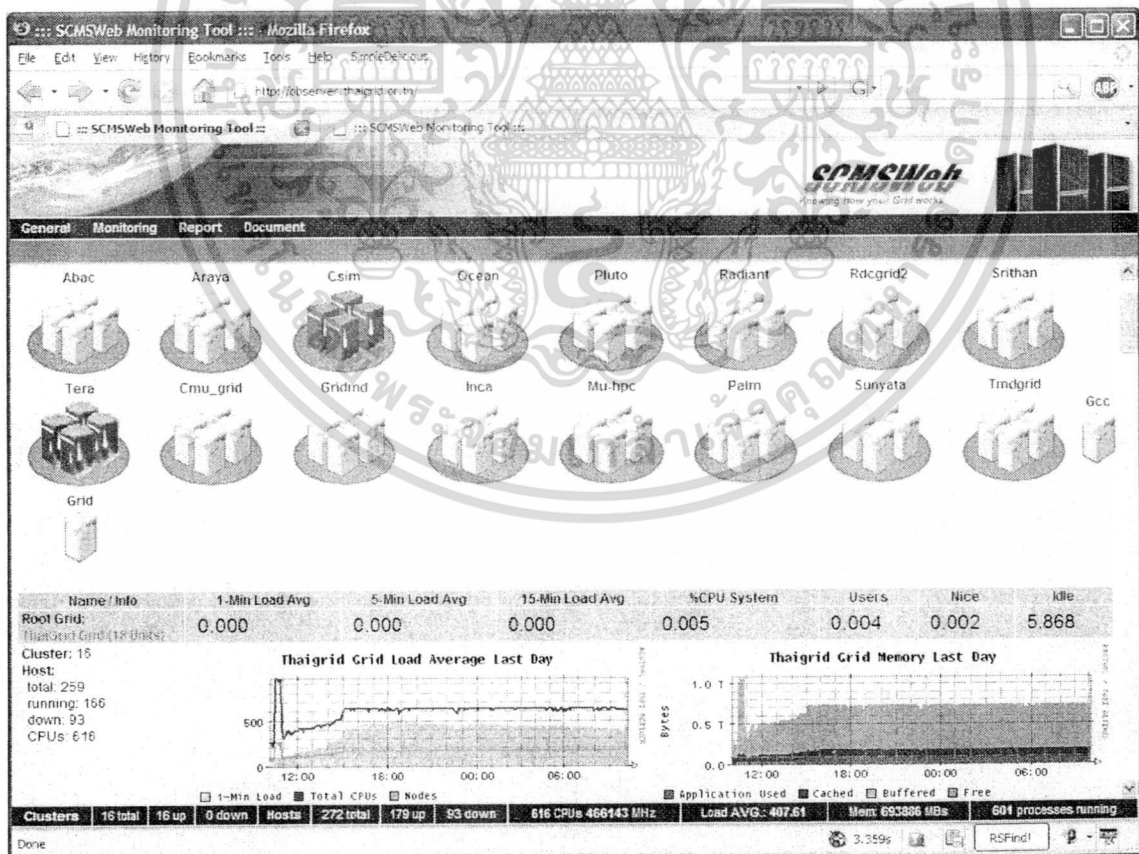
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อแบบทุกเครื่องเชื่อมกับเครื่องข่ายภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ระบบกริดคอมพิวเตอร์

เนื่องจากมีความต้องการคอมพิวเตอร์ความเร็วสูงเพื่อใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ๆ ตัวอย่างเช่น การคำนวณทางไฟไนต์อีลิเมนต์ (Finite Element) การวิเคราะห์โครงสร้างรหัสพันธุกรรมของไวรัส การสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งเป็นงานที่จำเป็นต้องใช้ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ในการคำนวณสูงมาก แต่ลักษณะงานเหล่านี้ไม่ต้องการความเร็วในการสื่อสารระหว่างหน่วยประมวลผลมากนัก หน่วยประมวลผลสามารถสื่อสารระหว่างกันด้วยความเร็วไม่สูงมาก การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจากความต้องการและเงื่อนไขเหล่านี้ทำให้มีความพยายามในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ขึ้น โดยเป็นการรวมเอาระบบคลัสเตอร์ หลาย ๆ คลัสเตอร์เข้าไว้ด้วยกันทำให้สามารถทำการคำนวณร่วมกันได้

กริดคอมพิวเตอร์เป็นระบบคอมพิวเตอร์แบบกระจายที่มีขนาดใหญ่่มาก และมีความเร็วในการคำนวณสูงมากเช่นกัน ทำให้การคำนวณปัญหาขนาดใหญ่สามารถเสร็จได้ในเวลาอันรวดเร็ว ตัวอย่างของกริดคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในประเทศไทยคือ โครงการไทยกริดแห่งชาติ ซึ่งต่อมาได้จัดตั้งเป็นศูนย์ไทยกริดแห่งชาติขึ้นมา (ThaiGrid: <http://www.thaigrid.or.th>) รายละเอียดต่าง ๆ ของคลัสเตอร์ภายใต้ศูนย์ไทยกริด สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ภาพแสดงสถานะของแต่ละคลัสเตอร์ที่อยู่ในโครงการกริดแห่งชาติหรือไทยกริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้ความร่วมมือของโครงการไทยกริด จะเป็นการรวมเอาระบบคลัสเตอร์จากมหาวิทยาลัย และหน่วยงานจากหลาย ๆ ที่ทั่วประเทศ ให้มาทำงานร่วมกัน ทำการแบ่งปันทรัพยากรสำหรับการประมวลผล แบ่งปันทรัพยากรทางซอฟต์แวร์ ทำให้ความสามารถในการประมวลผลของระบบนี้มีความเร็วสูงขึ้น การจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบกริดคอมพิวเตอร์จะต้องมีซอฟต์แวร์ (Software) ที่เรียกว่า Grid Middleware เป็นตัวกลางในการจัดการและเชื่อมการทำงานเข้าด้วยกัน ซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น Globus Toolkit (<http://www.globus.org>) เป็นต้น

การเชื่อมต่อในระบบกริดคอมพิวเตอร์นั้นจะทำการเชื่อมคลัสเตอร์แต่ละที่เข้าด้วยกัน โดยใช้เครือข่ายที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน นั่นคือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ทำให้แต่ละไซต์ (Site) สามารถอยู่กระจ่ายในที่ต่าง ๆ ใต้ทั่วโลก ขอเพียงแค่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต ก็จะสามารถทำงานร่วมกันในระบบของกริดได้แล้ว

#### 2.4 แนะนำ Rocks Clusters

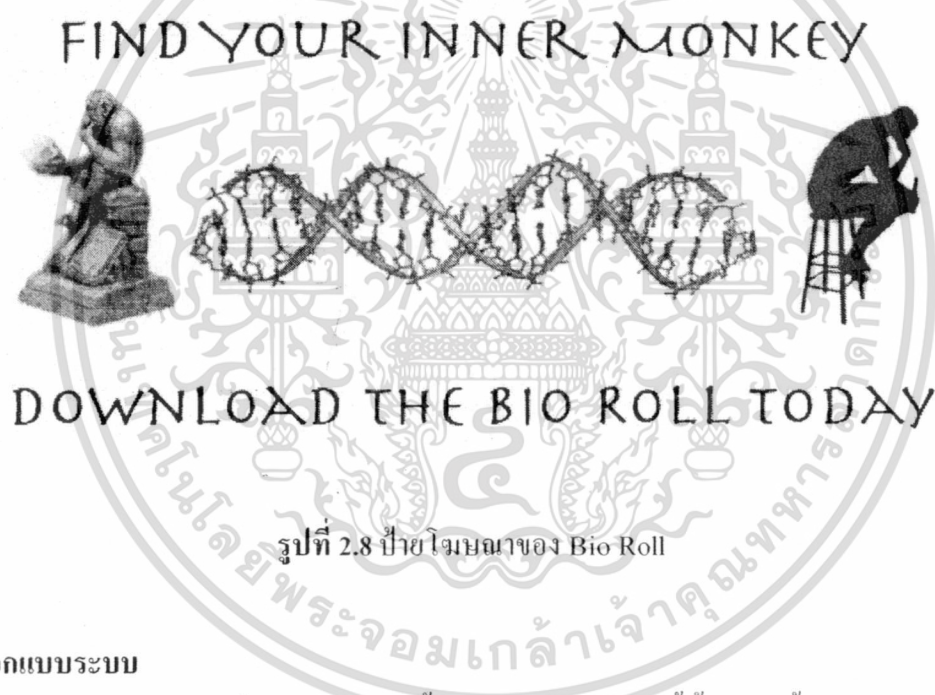
Rocks Clusters (<http://www.rocksclusters.org/>) เป็นอีกหนึ่ง Distribution ของระบบปฏิบัติการ Linux ที่พัฒนาโดย University of California-San Diego โดยมีเป้าหมายเพื่อให้การติดตั้ง และการดูแลระบบคลัสเตอร์สามารถทำได้ง่ายมากที่สุด รวมทั้งการ upgrade หรือ การติดตั้ง Software เพิ่มเติมก็สามารถทำได้ง่ายอีกด้วย

Rocks ถูกพัฒนาต่อมาจาก CentOS ซึ่ง CentOS เองก็เป็นการนำเอา source code ของ Redhat Enterprise Edition มาทำการ Recompile โดยกลุ่มนักพัฒนา ทำให้การใช้งานต่าง ๆ ของ Rocks ใกล้เคียงกับ Redhat อยู่พอสมควร และมีการเพิ่มเครื่องมือต่าง ๆ เข้าไปใน Rocks อีกเป็นจำนวนมาก จนทำให้ Rocks กลายเป็น Linux Distributions ที่เหมาะกับการทำงานเป็น Cluster เป็นอย่างยิ่ง อีกอย่างที่ทำให้ Rocks ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก คือ การจัดแบ่งชุดของ Software ออกเป็น package ที่เรียกว่า Roll ทำให้การติดตั้ง Software ต่าง ๆ เพิ่มเติมสามารถทำได้ง่ายมากยิ่งขึ้น จริง ๆ แล้ว Role เองก็ไม่ใช่อะไรใหม่ แต่เป็นการรวมเอาซอฟต์แวร์ในกลุ่มเดียวกันและเกี่ยวข้องกัน (Dependency Software) มาเก็บเป็นชุดเดียวกัน ทำให้เวลาติดตั้ง Software ไม่ต้องไป download เพิ่มเติมจากแหล่งอื่น ทำให้การทำงานง่ายขึ้น ตัวอย่าง Roll ที่มีการใช้งานบ่อย ๆ เช่น BIO Roll ซึ่งมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานทางด้าน Bio-informatics และ APBS (Adaptive Poisson-Boltzmann Solver) ที่เป็นชุดซอฟต์แวร์ทางด้าน Particle Physic เป็นต้น ทำให้เราอาจเรียก Rocks ในอีกชื่อหนึ่งว่า Rocks & Rolls นั่นเอง

ตัวอย่างโปรแกรมต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.7 เป็นการแสดงป้ายโฆษณาของ Rocks Cluster เพื่อเป็นตัวอย่างของป้ายโฆษณาของ Rocks Cluster และในรูปที่ 2.8 แสดงป้ายโฆษณาของ Bio Roll



รูปที่ 2.7 ป้ายโฆษณาของ Rocks Cluster



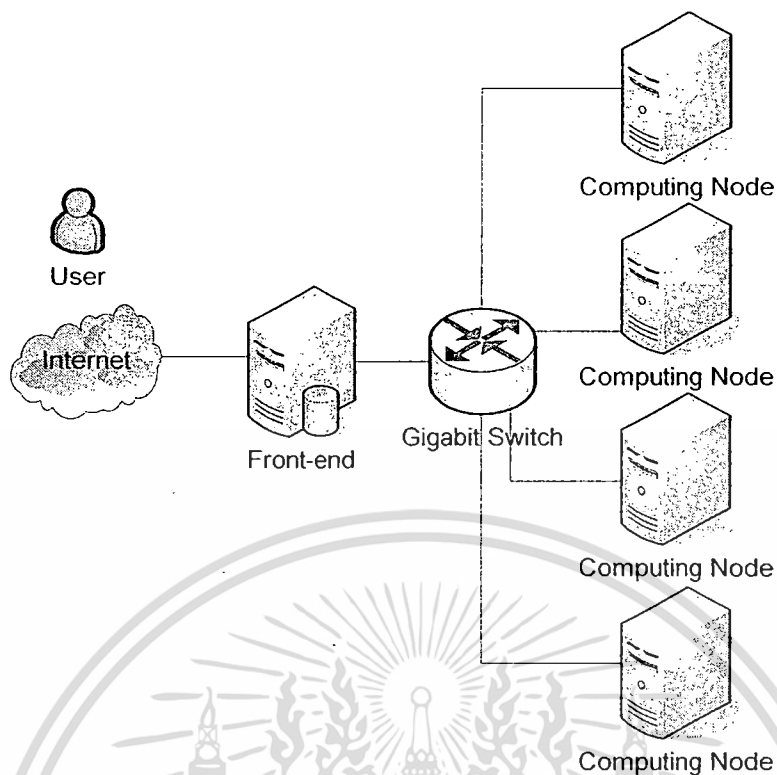
รูปที่ 2.8 ป้ายโฆษณาของ Bio Roll

## 2.5 การออกแบบระบบ

ระบบลินุกซ์คลัสเตอร์ที่จะทำการสร้างขึ้นมาในโครงการวิจัยนี้นั้นสร้างขึ้นมาโดยใช้โครงสร้างแบบ Front-end และ Computing Node ซึ่งระบบ Rocks Cluster เองก็สนับสนุนวิธีการนี้เป็นอย่างดี ในระบบจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องที่ทำหน้าที่เป็น Front-end ส่งเครื่องที่เหลือจะทำหน้าที่เป็น Computing Node ที่เครื่อง Front-end ต้องมี LAN Card จำนวน 2 ใบ ซึ่งในที่นี้เลือกใช้แบบ Gigabit Ethernet Adapter เพื่อให้การสื่อสารเป็นไปด้วยความรวดเร็ว แต่ต้นทุนไม่สูงมากจนเกินไปนัก ส่วนที่เครื่อง Computing Node มี LAN Card จำนวน 1 ใบ และเป็น Gigabit Ethernet เช่นเดียวกัน

รูปแบบโครงสร้างของระบบ Cluster จะจัดทำขึ้นมีรูปแบบดังรูปที่ 2.9 ซึ่งแสดงโครงสร้างของระบบลินุกซ์คลัสเตอร์ในโครงการวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดง โครงสร้างของระบบลินุกซ์คลัสเตอร์ใน โครงการวิจัยนี้

## 2.6 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงระบบพีซีคลัสเตอร์ และกริดคอมพิวเตอร์ โดยแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างส่วนประกอบและรูปแบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงเหล่านี้ อีกทั้งแนะนำให้รู้จักระบบปฏิบัติการ Rocks Cluster ซึ่งเป็น Linux Distributions ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในงานทางด้าน High Performance Computing และที่สำคัญในบทนี้ได้กล่าวรูปแบบและโครงสร้างของระบบคลัสเตอร์ที่จะจัดทำขึ้นในโครงการนี้ และแสดงให้เห็นว่าต้องมีส่วนประกอบคือ ส่วน Front-end Computing Node และ Network Switch

## บทที่ 3 การติดตั้งระบบและการให้บริการ

### 3.1 บทนำ

ระบบคลัสเตอร์ คือ การนำคอมพิวเตอร์หลายๆ ตัวมาเชื่อมต่อกัน เพื่อให้ช่วยหรือร่วมมือกันทำงาน จากการรวมเครื่องๆ หลายหลายเครื่องที่ประสานงานกันอย่างแน่นแฟ้นจนเปรียบเสมือนเป็นเครื่องเดียวกัน ด้วยองค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีคลัสเตอร์ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์และเครือข่ายความเร็วสูง ด้วยระบบซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการทำงานแบบคลัสเตอร์ ทำให้ระบบคลัสเตอร์นี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งาน ได้แทนระบบเซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงเหมาะกับการที่จะแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือมีขนาดใหญ่ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถบรรลุถึงความต้องการ ในเรื่องช่วยเร่งความเร็วของงานหรือทำให้ระบบรองรับผู้ใช้ได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการใช้เทคโนโลยีของการประมวลผลแบบขนานหรือแบบกระจาย ซึ่งเป็นการแบ่งงานใหญ่ ๆ ออกเป็นงานเล็ก ๆ จำนวนมากแล้วให้เครื่องหลายเครื่องช่วยกันทำงาน อีกทั้งทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้น

### 3.2 การติดตั้งระบบ Rocks Cluster

#### 3.2.1 ความต้องการพื้นฐานในการติดตั้งระบบ

ระบบ Rocks Clustering จะทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux Redhat ซึ่งจะรองรับทุก ๆ อุปกรณ์ที่ Linux Redhat รองรับได้ สามารถใช้งานบนโครงสร้างโปรเซสเซอร์ที่เป็น x86, x86\_64 และ IA-64 รวมทั้งอุปกรณ์การเชื่อมต่อสามารถใช้ทั้งที่เป็น Ethernet, Infiniband หรือ Myrinet สามารถเพิ่มเติมขีดความสามารถด้วยการนำโปรแกรมอื่นๆ ติดตั้งให้บริการ อาทิเช่น Globus

#### ฮาร์ดแวร์ขั้นต่ำที่ระบบต้องการ

##### Front-end Node

- Disk Capacity: 20 GB
- Memory Capacity: 1 GB
- Ethernet: 2 physical ports (e.g., "eth0" and "eth1")

##### Compute Node

- Disk Capacity: 20 GB
- Memory Capacity: 1 GB
- Ethernet: 1 physical port (e.g., "eth0")

### 3.2.2 โครงสร้างการเชื่อมต่อระบบ Rocks Clusters

การติดตั้งและเซตอัประบบ Rocks Clusters จะมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

#### 3.2.2.1 Front End Nodes

เครื่อง Front-end ป็นเครื่องให้บริการที่เป็นตัวหลักในการจัดการสิ่งต่าง ๆ บนระบบ รองรับการเข้าใช้งาน การรับงานเข้ามาทำงานหรือประมวลผล การจัดการเรื่องคิว การติดต่อกับเครื่องอื่นที่อยู่ภายนอก เครื่องที่ถูกติดตั้งและให้ทำหน้าที่เป็น Front-end Node จะต้องเปิดให้บริการ Services ต่าง ๆ อาทิ เช่น NFS, NIS, DHCP, NTP, MySQL, HTTP เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

โดยทั่วไปแล้วตัว Front-end Node จะมีลักษณะสำคัญ คือ

- การ์ด Ethernet network จำนวน 2 ตัว คือ การ์ดที่เป็นการเชื่อมต่อกับสาธารณะ (Public Network) และการ์ดที่เป็นการเชื่อมต่อภายใน (Private Network)
- ขนาดของที่เก็บข้อมูลต้องมีขนาดใหญ่

#### 3.2.2.2 Compute Nodes

เครื่องที่ถูกติดตั้งเป็น Compute Node เป็นตัวที่ทำหน้าที่ในการประมวลผล โดยการรับงาน (Job) มาจากตัวเครื่องแม่ Front-end Node ซึ่งตัว Compute Node นี้จะมีการ์ด Ethernet Network ที่มีการเชื่อมต่อกันอยู่ภายใน ด้วยอุปกรณ์เครือข่ายที่เป็น Switch ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อม Compute Node หลาย ๆ ตัวเข้ากับตัว Front-end Node

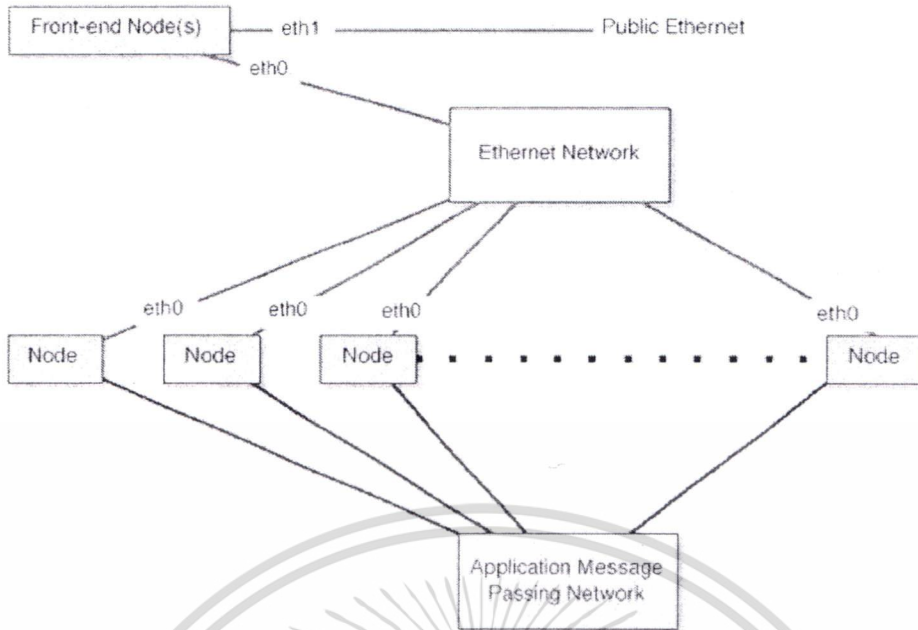
#### 3.2.2.3 Ethernet Network

การ์ด Ethernet Network เป็นตัวที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครื่อง Front-end Node และเครื่อง Compute Node เพื่อการสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน ในการสอดคล้องประสานการทำงานร่วมกัน ถ้า Ethernet Network มีความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลสูงก็จะเป็นการดีมาก

#### 3.2.2.4 Application Message Passing Network

โปรแกรมประยุกต์ที่รองรับการทำงานในการส่งข้อมูลแบบส่งผ่านบนเครือข่าย เป็นตัวช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานระบบคลัสเตอร์มากยิ่งขึ้น

จากโครงสร้างการเชื่อมต่อของระบบ Rocks Clusters ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งจะมีตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกติดตั้งและเซตอัปเป็นตัว Front-end Node ทำหน้าที่เป็นตัวหลักในการให้บริการ ตัวมันจะมี Ethernet network จำนวน 2 ตัว คือ การ์ด Eth1 ถูกเซตอัปให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายสาธารณะ (Public Network) และการ์ด Eth0 ถูกเซตอัปให้สามารถเชื่อมต่อที่เป็นเครือข่ายภายใน (Private Network) เชื่อมต่ออยู่กับอุปกรณ์ Ethernet Network ที่เป็นอุปกรณ์ Switch เชื่อมต่อกันภายในที่มีการเชื่อมต่อกับตัวเครื่อง Compute Node ที่เชื่อมต่อด้วยการ์ด Eth0 เช่นกัน ด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่ติดตั้งบนเครื่อง Front-end Node และ เครื่อง Compute Node ที่พร้อมรองรับการประมวลผลร่วมกัน

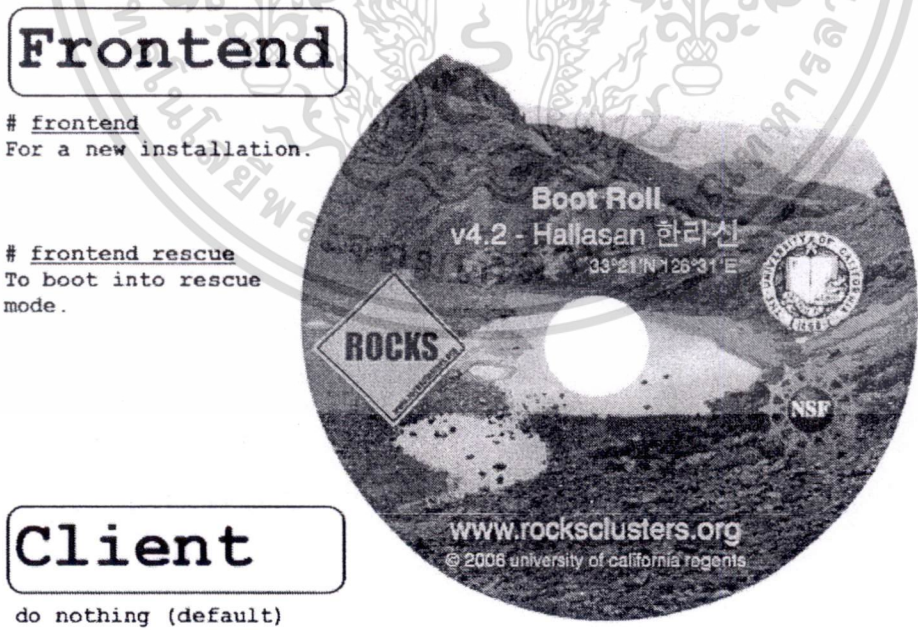


รูปที่ 3.1 โครงสร้างการเชื่อมต่อระบบ Rocks Cluster

3.2.3 ขั้นตอนการติดตั้งและกำหนดค่า Front-End

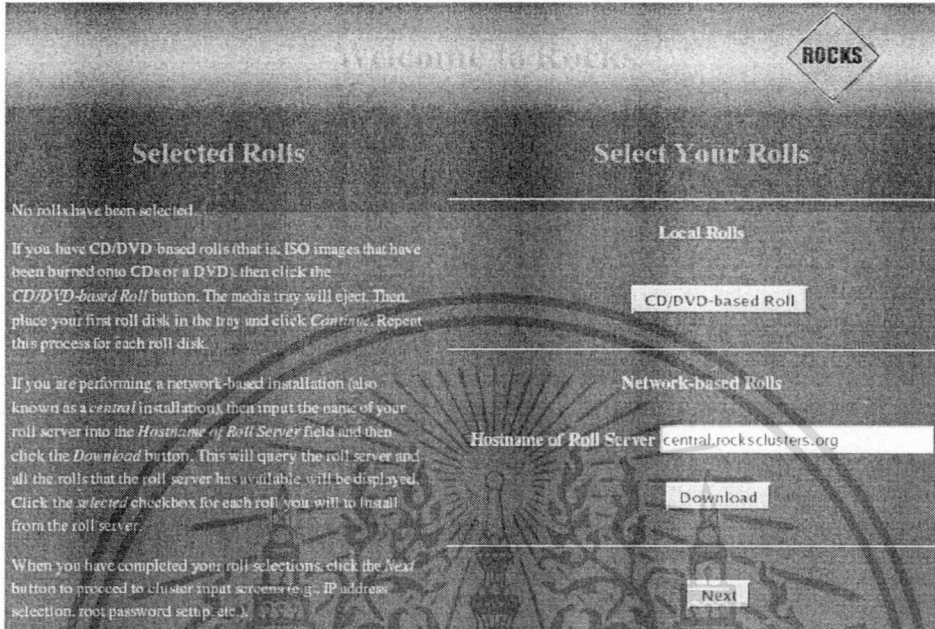
3.2.3.1 นำแผ่น Software Rocks Clustering ที่ประกอบด้วย Kernel/boot roll ใส่เข้าเครื่องที่ต้องการทำเป็นเครื่อง Front-end เครื่องจะทำการบูตและตรวจหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ถูกติดตั้งในระบบ

3.2.3.2 หลังจากใส่แผ่นบูต Rocks Clustering จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.2 ที่เครื่องหมายพรอมต์ (#) ให้พิมพ์คำว่า frontend แล้วกดปุ่ม Enter ที่คีย์บอร์ด



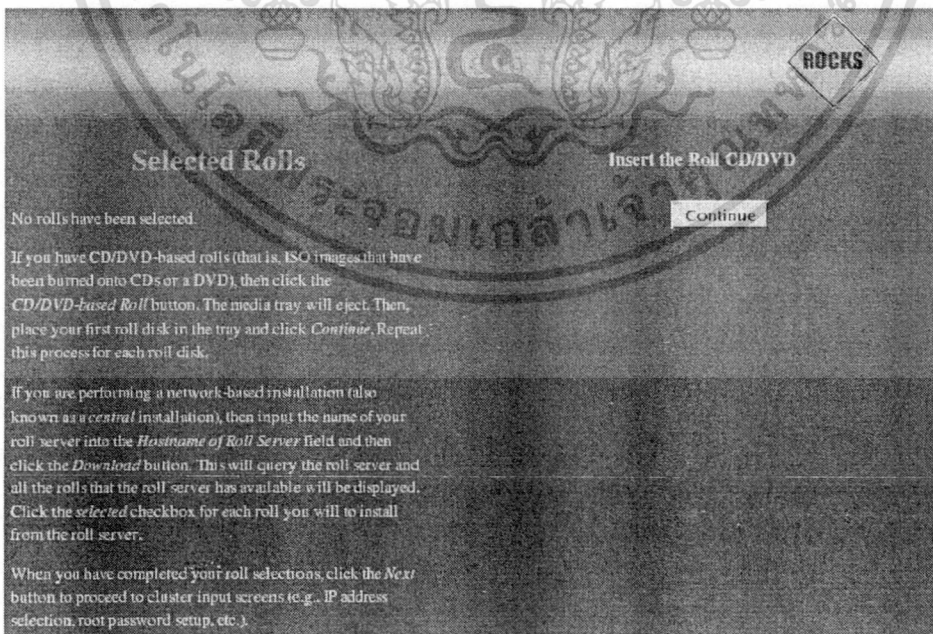
รูปที่ 3.2 แสดงการเริ่มต้นการติดตั้ง Rocks Clustering

3.2.3.3 หลังจากพิมพ์คำว่า front-end ที่เครื่องหมายพรอม (#) แล้วเครื่องจะทำงานสู่ขั้นตอนการติดตั้ง Roll ที่ต้องการให้บริการหรือใช้งาน จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.3 ใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม CD/DVD-based Roll เพื่อเพิ่มเติมหรือเลือก rolls



รูปที่ 3.3 แสดงการเลือกติดตั้ง Rolls ของระบบ Rocks Cluster

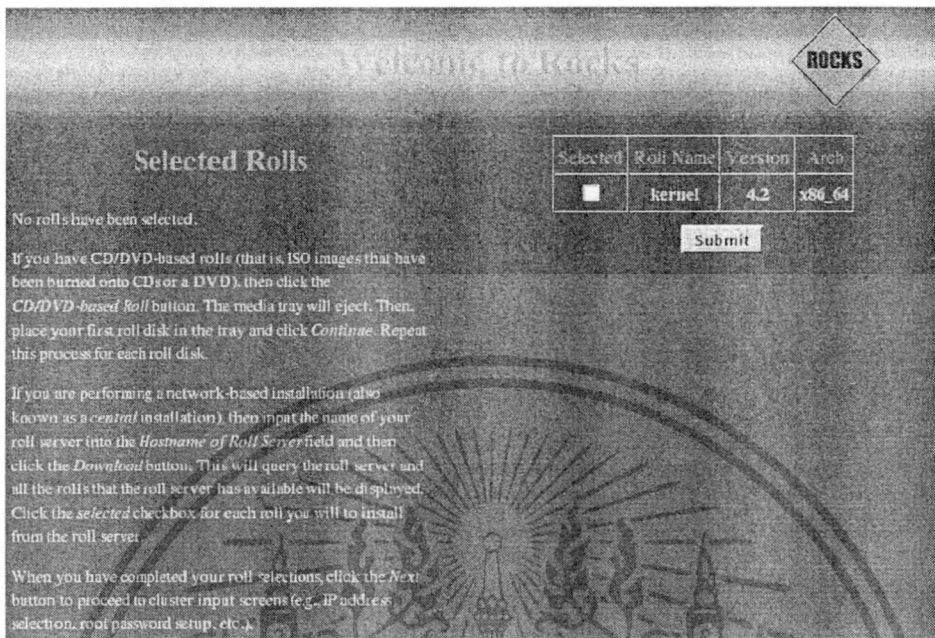
3.2.3.4 หลังจากคลิกเมาส์ปุ่ม CD/DVD-base Roll ตัว CD/DVD จะเด้งออกมาเพื่อรองรับการใส่ แผ่น CD/DVD ที่เป็น Rolls จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.4 ใต้แผ่นแล้วให้คลิกปุ่ม Continue



รูปที่ 3.4 แสดงการรอรับแผ่น CD/DVD Roll

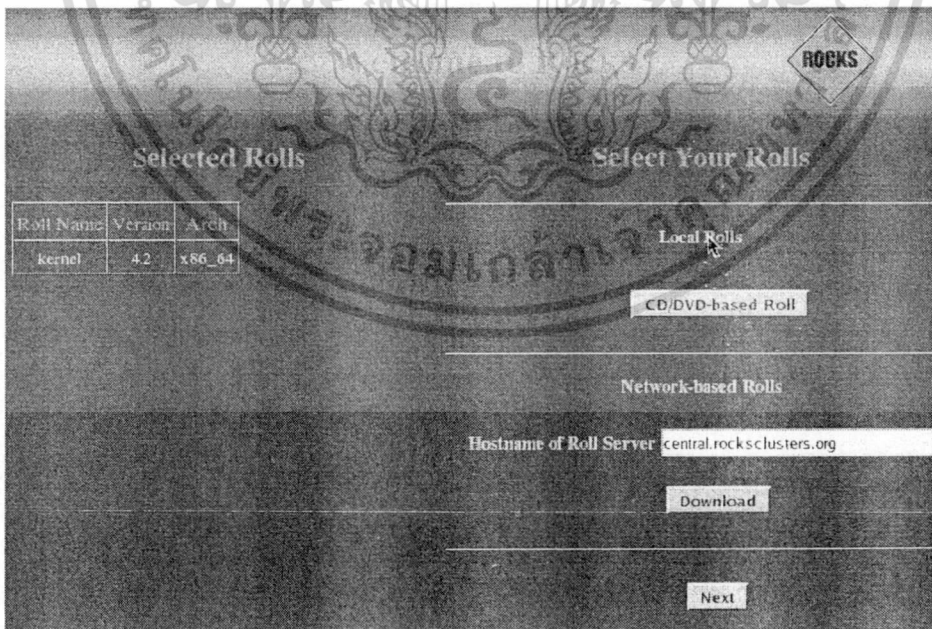
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.5 หลังจากคลิกเมาส์ปุ่ม Continue แล้วจะปรากฏตารางรายละเอียด Roll ที่หน้าต่าง ให้ใช้เมาส์คลิกเลือก Roll ในสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 3.5 จากนั้นใช้เมาส์คลิกปุ่ม Submit



รูปที่ 3.5 แสดงการเลือก Roll

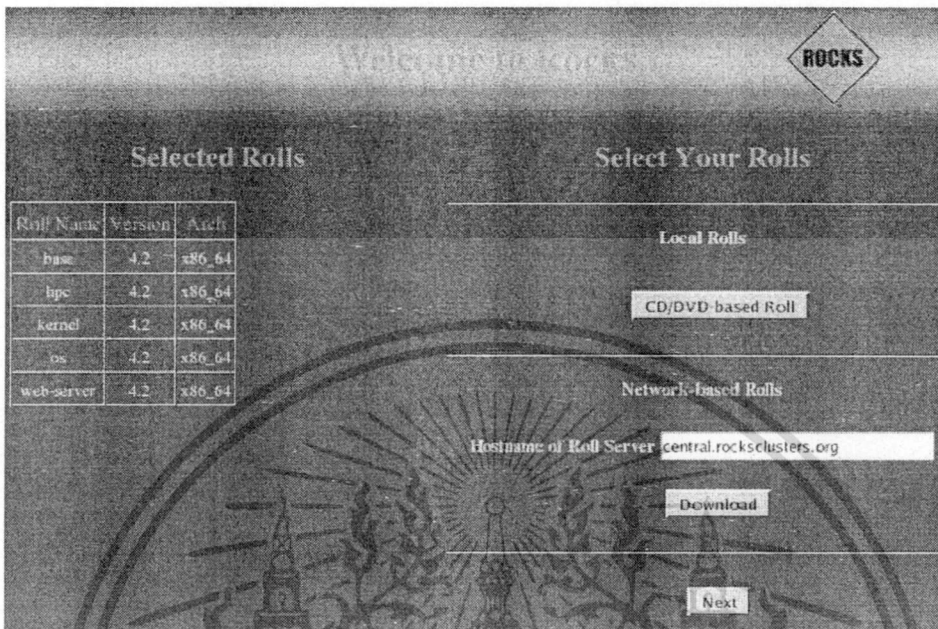
3.2.3.6 ผลจากการคลิกปุ่ม Submit เลือก Roll



รูปที่ 3.6 แสดงผลการเลือก Roll

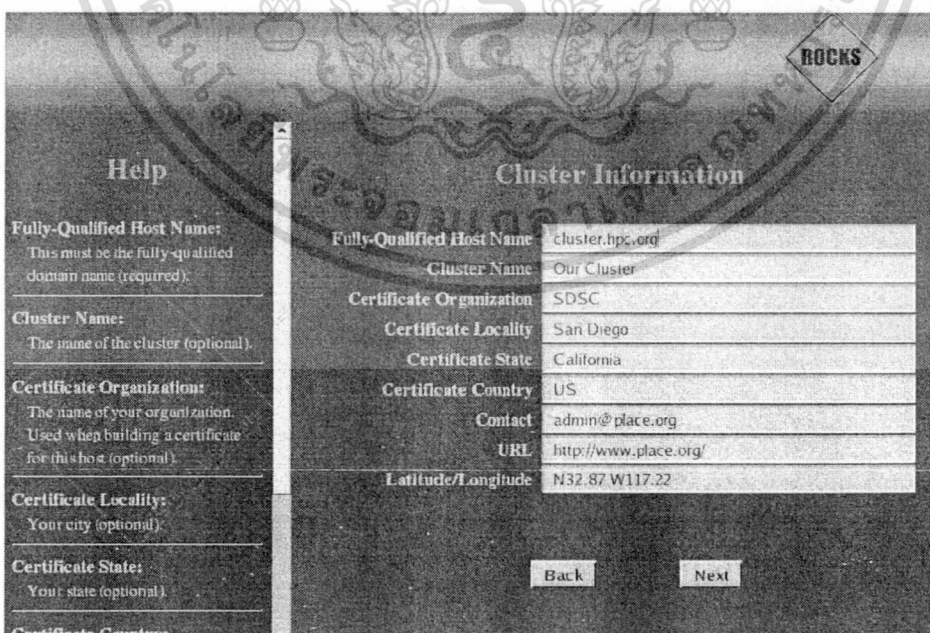
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.7 ให้ทำการเลือก Rolls ที่ต้องการเพิ่มเติมตาม ขั้นตอนข้อที่ 3.2.3.3 - 3.2.3.6 จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3. 7 จากนั้นคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.7 แสดงผลการเลือก Roll ที่เพิ่มเติม

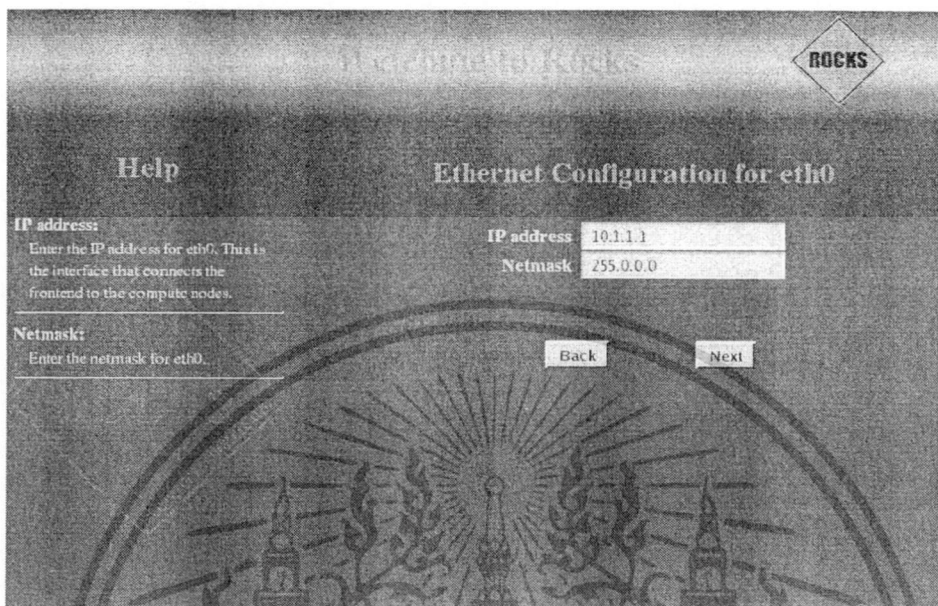
3.2.3.8 จากกรกดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างของการป้อนข้อมูลให้ระบบ Rocks Cluster ดังที่ปรากฏ ในรูปที่ 3.8 ด้วยข้อมูลที่เป็นของหน่วยงานที่ติดตั้ง หลังจากเสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.8 แสดงการป้อน Cluster Information

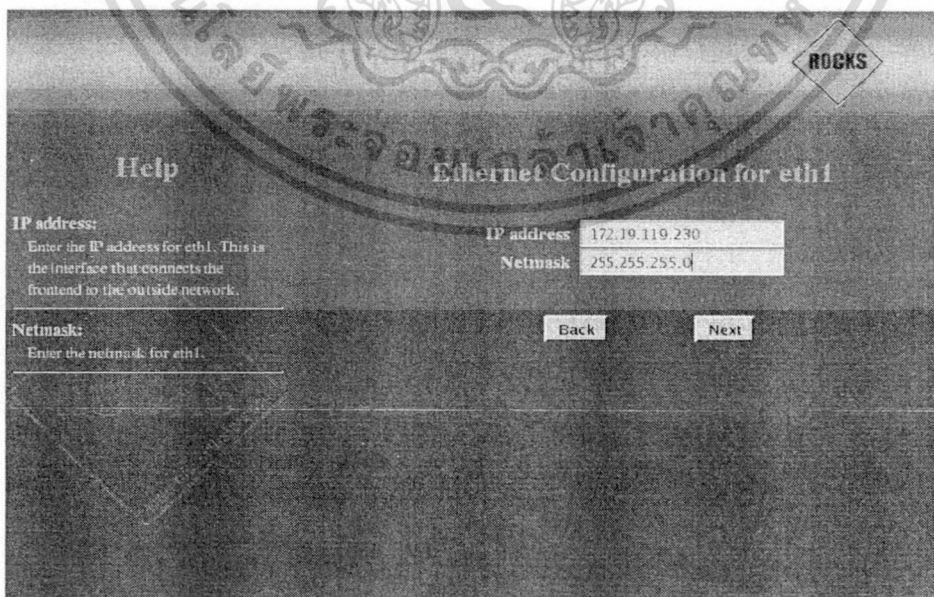
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.9 จากการกดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างของ Ethernet Configuration for eth0 ป้อนข้อมูล IP address และ Netmask เป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายภายในที่เป็นส่วนตัว (Private Network) ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.9 เสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.9 แสดง Ethernet Configuration for eth0

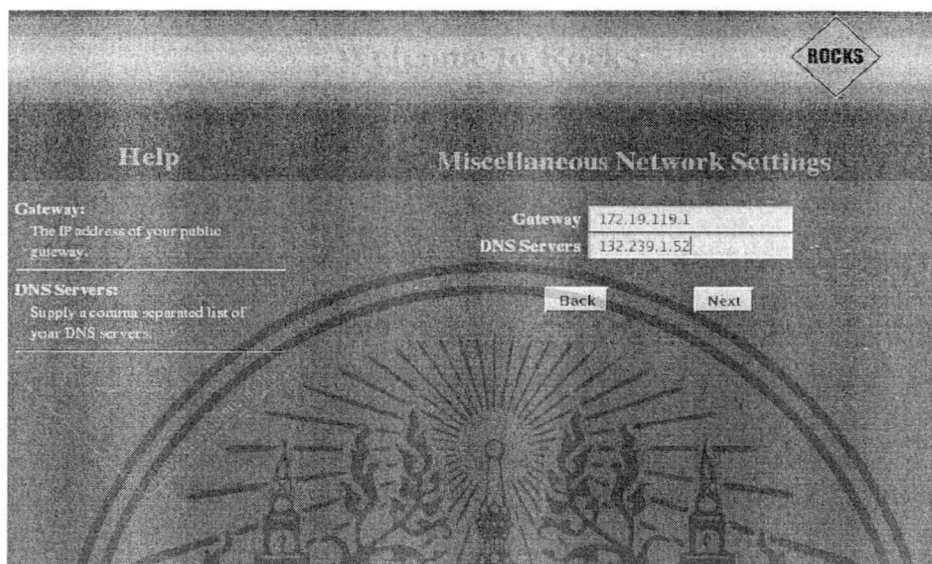
3.2.3.10 จากการกดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างของ Ethernet Configuration for eth1 ป้อนข้อมูล IP address และ Netmask เป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายภายในที่เป็นส่วนตัว (Public Network) ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.10 เสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.10 แสดง Ethernet Configuration for eth1

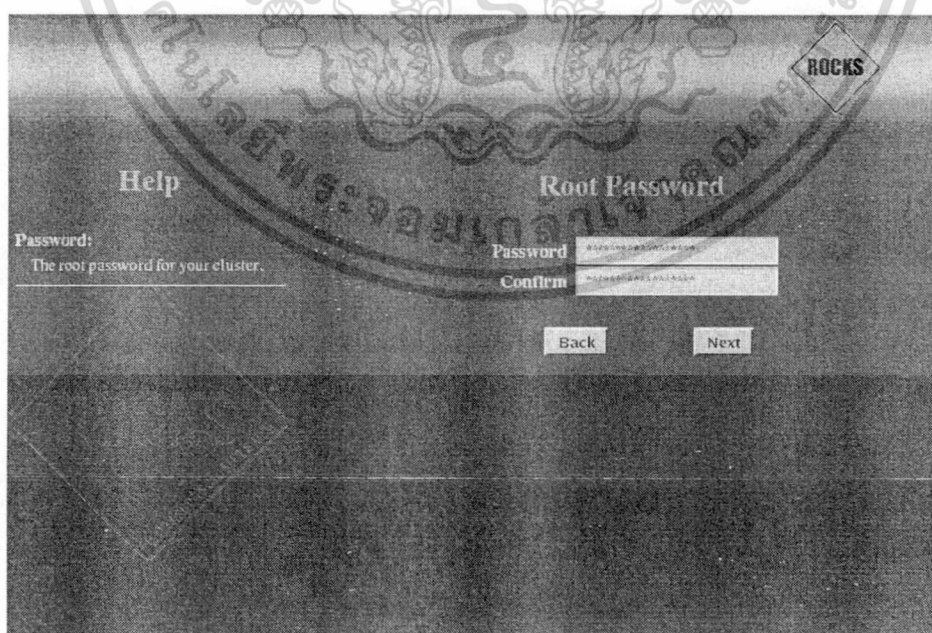
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.11 จากการคลิกปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างของ Miscellaneous ป้อนข้อมูล Gateway และ DNS Servers เป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายที่เป็นช่องทางออกและตัวแปลงไอพี ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.11 เสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.11 แสดง Miscellaneous Network Settings

3.2.3.12 จากการคลิกปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างของการเซตอัพ Root Password ป้อนข้อมูล Password และป้อน Confirm อีกครั้งดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.12 เสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.12 แสดงการป้อน Root Password

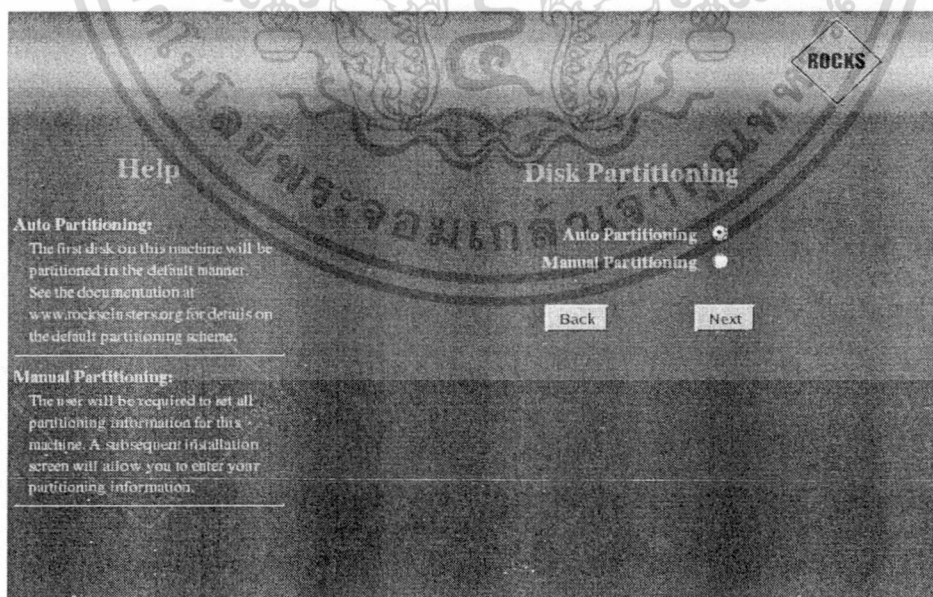
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.13 จากกรรณการปุ่น Next จะเข้าสู่หน้าต่างของการเซตอัฟ Time Configuration ป้อนข้อมูล Time Zone และป้อน NTP Server ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.13 เสร้งแล้วจึงคลิกปุ่น Next



รูปที่ 3.13 แสดงการป้อน Time Configuration

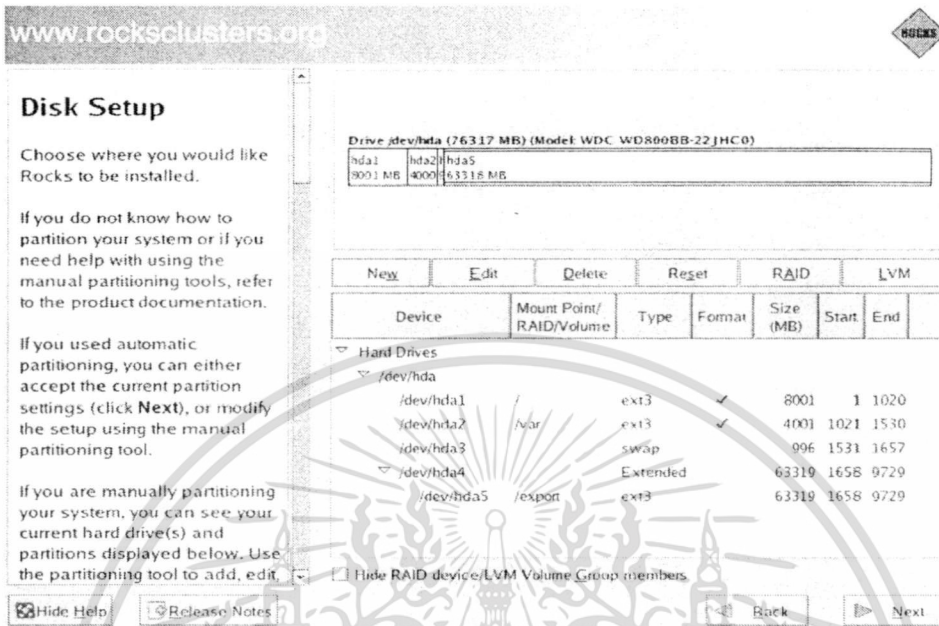
3.2.3.14 จากกรรณการปุ่น Next จะเข้าสู่หน้าต่าง Disk Partitioning ใช้เมาส์เลือก Auto Partitioning ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.14 เสร้งแล้วจึงคลิกปุ่น Next



รูปที่ 3.14 แสดงการเลือก Disk Partitioning

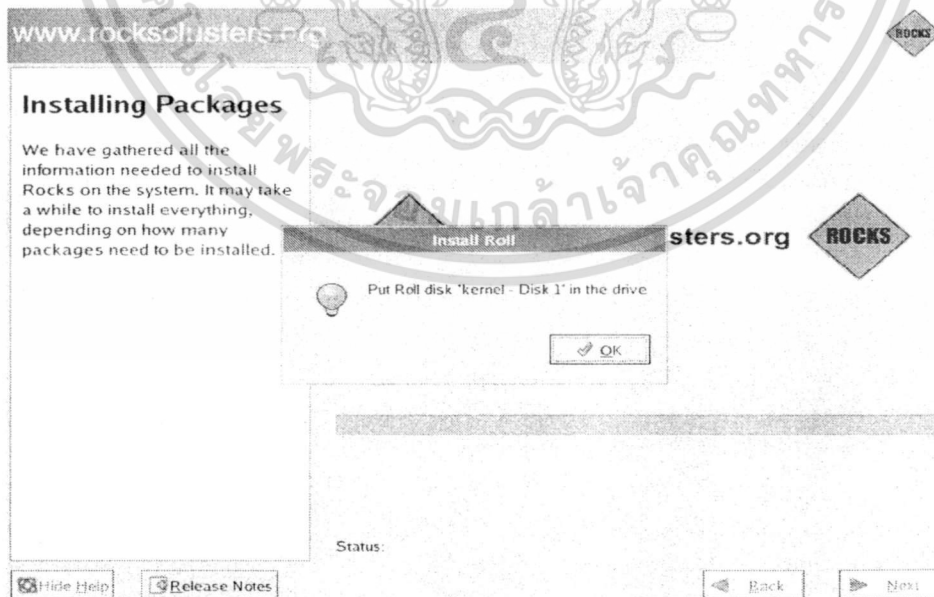
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.15 จากการกดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่าง Disk Setup จะแสดง Disk และการแบ่งพาร์ติชันต่างๆ ของฮาร์ดดิสก์ ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.15 เสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.15 แสดง Disk Setup

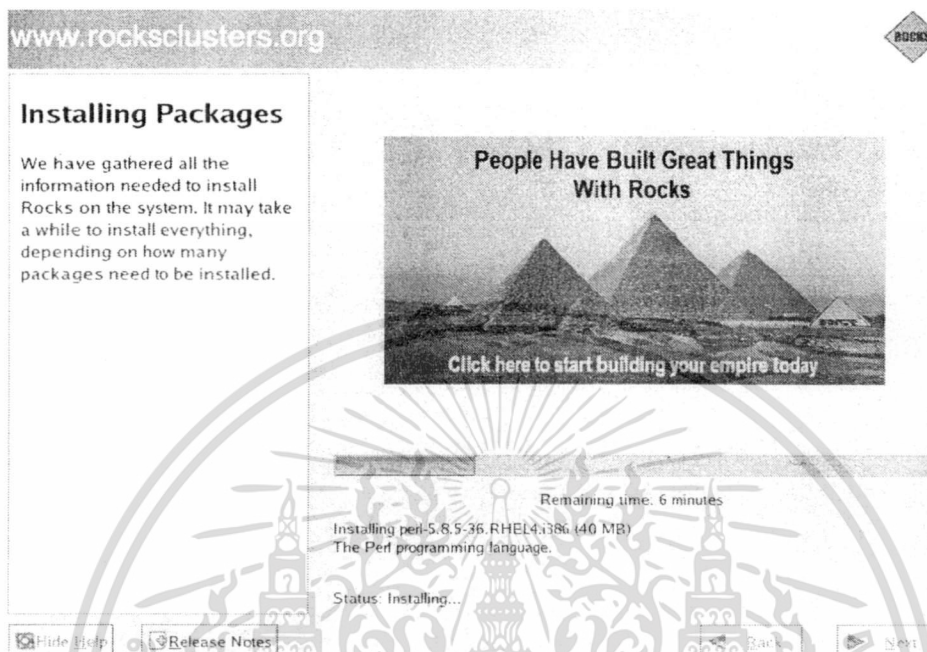
3.2.3.16 จากการกดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่างการติดตั้ง Rolls ต่างๆ ที่ได้ทำการเลือกไว้แล้วก่อนหน้านี้ ให้ใส่แผ่น CD/DVD ตามที่เครื่องต้องการ ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.16 เสร็จแล้วจึงคลิกปุ่ม Next



รูปที่ 3.16 แสดงการเรียกหาแผ่น CD/DVD Roll

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

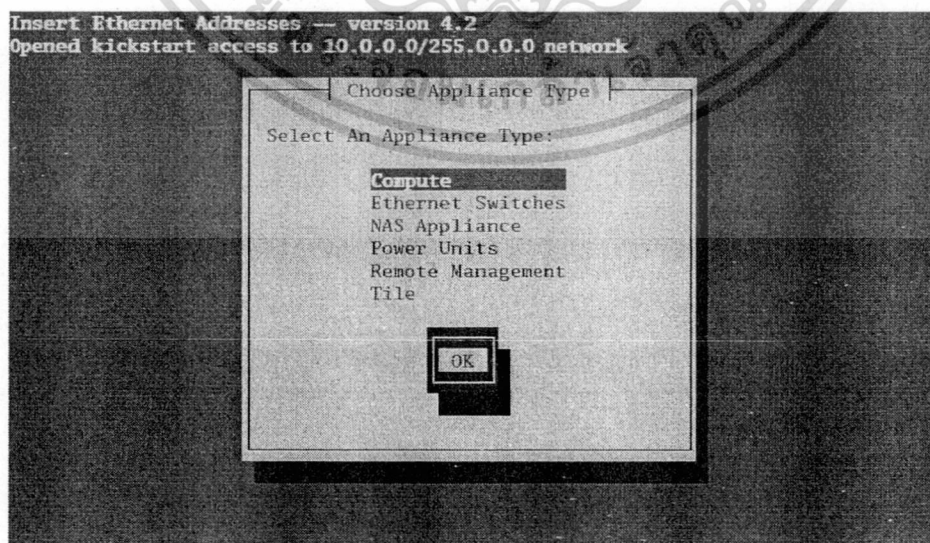
3.2.3.17 จากการกดปุ่ม Next จะเข้าสู่หน้าต่าง Installing Packages ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.17 จนเสร็จสิ้นกระบวนการ เมื่อเสร็จสิ้นการติดตั้งเครื่องจะรีบูตและเริ่มต้นทำงาน ถ้าเสร็จสมบูรณ์จะปรากฏหน้าต่างให้ใช้งาน



รูปที่ 3.17 แสดงการ Installing Packages

### 3.2.4 ขั้นตอนการติดตั้งและกำหนดค่า Compute Node

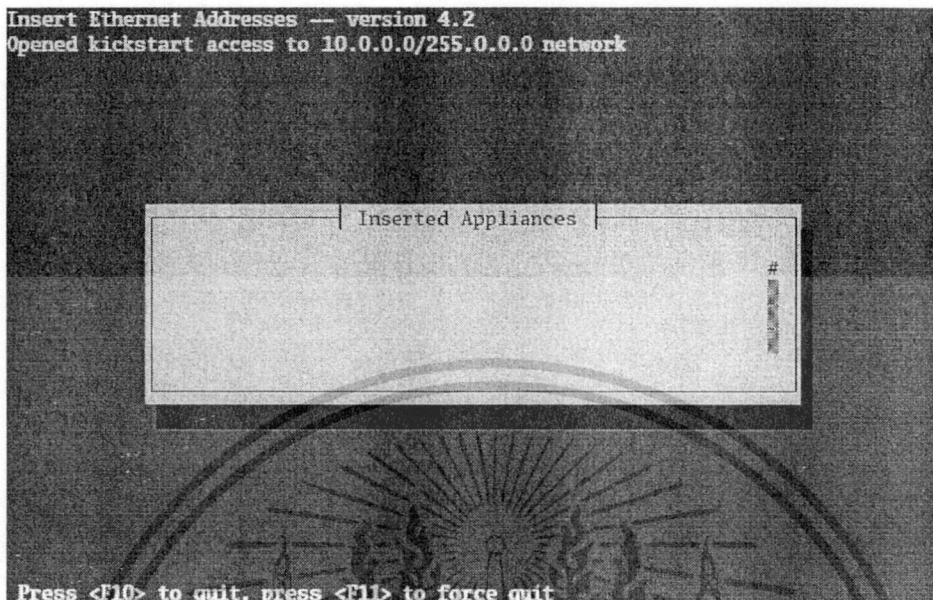
3.2.4.1 จากที่เครื่อง Front-End Node ใช้งานโดยรหัสผู้ใช้งานที่เป็นรูต โดยการป้อนรหัสผู้ใช้ (root) และป้อนรหัสผ่าน (Pass word) ที่ตั้งค่าไว้ตอนติดตั้ง และที่คอมมานด์พรอมต์ (#) พิมพ์คำว่า insert-ethers จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.18 จากนั้นใช้คีย์บอร์ดในการเลือกที่ Compute กดปุ่ม Enter เพื่อยืนยัน



รูปที่ 3.18 แสดงผลการการใช้คำสั่ง insert-ethers

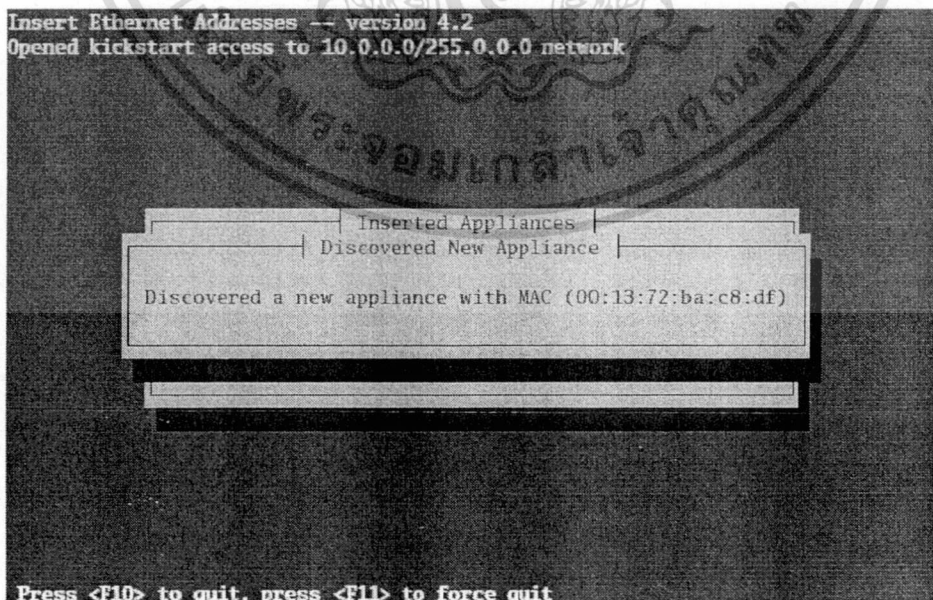
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.2 จากการเลือกที่ Compute จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.19 พร้อมรองรับการเชื่อมต่อจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นตัว Compute Node



รูปที่ 3.19 แสดงการรองรับเครื่อง Compute Node

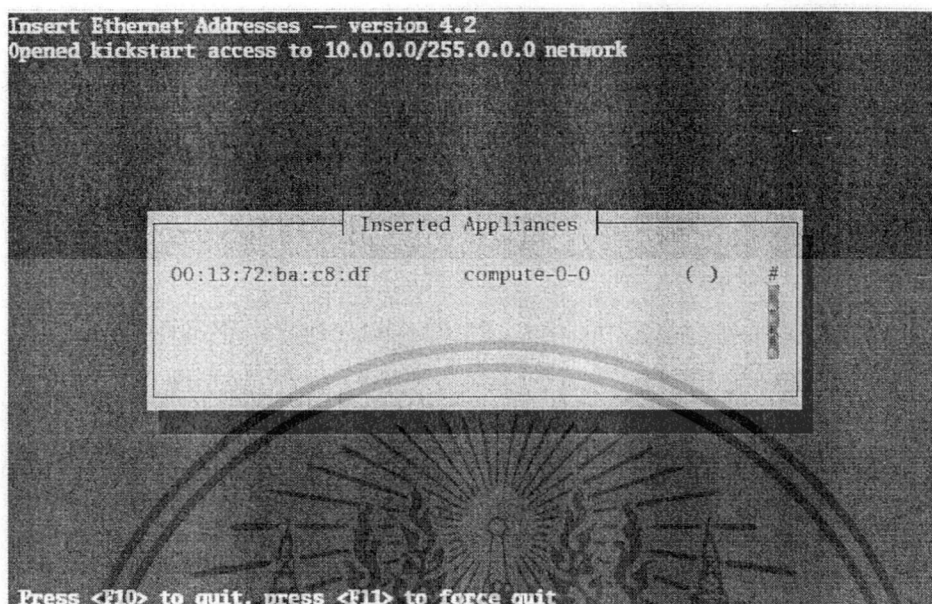
3.2.4.3 นำแผ่น Software Rocks Clustering ที่ประกอบด้วย Kernel/boot roll ใส่เข้าเครื่องที่ต้องการทำเป็นเครื่อง Compute Node เครื่องจะทำการบูตและตรวจหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะถูกติดตั้งและจากนั้นเครื่องจะทำการส่ง MAC ของการ์ด (Ethernet Network) ไปหาเครื่อง Front-End Node ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แสดงการรองรับเครื่อง Compute Node

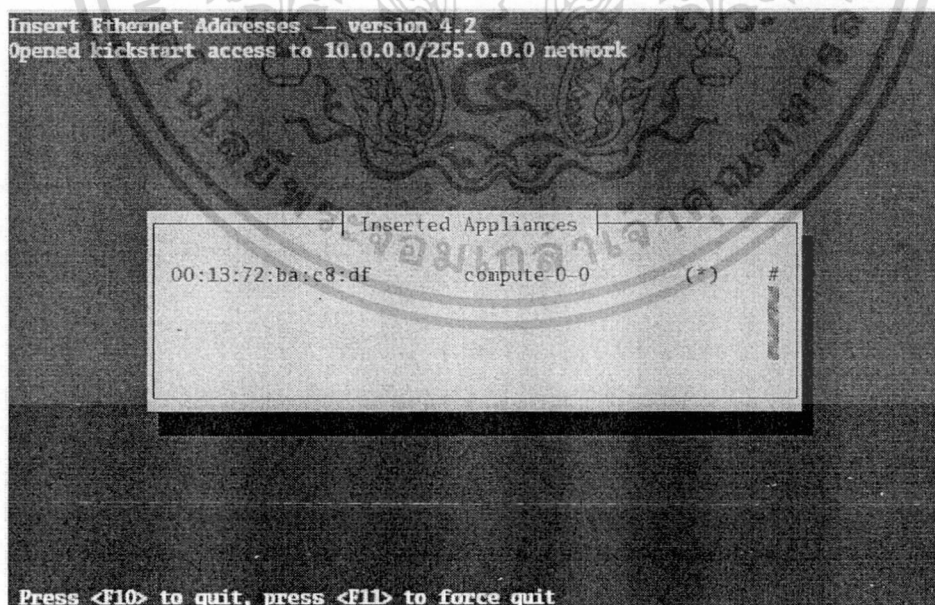
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.4 เครื่อง Front-End Node จะสอบถามการเพิ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็น Compute Node เข้าสู่ระบบ ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แสดงการรอรับเครื่อง Compute Node

3.2.4.5 ที่เครื่อง Front-End Node ให้เลือกที่จะติดตั้ง Compute-0-0 หรือตัวอื่นๆ ที่ปรากฏขึ้นด้วยการกดปุ่ม Space bar เพื่อเลือกเครื่องนั้นๆ ปรากฏเครื่องหมาย (\*) ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แสดงการเลือกเครื่อง Compute-0-0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.6 เครื่องที่จะติดตั้ง Compute-0-0 หรือเครื่องที่ถูกเลือกนั้น ๆ จะเชื่อมต่อกับเครื่อง Front-End Node และจะทำการประสานข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งโหลดข้อมูลจากแผ่นที่ใช้ในติดตั้ง จากนั้นจะทำการติดตั้ง Packages และข้อมูล ดังที่ปรากฏในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 แสดงการติดตั้ง Package

3.2.4.7 เมื่อเสร็จสิ้นการติดตั้งเครื่องจะส่งแผ่นติดตั้งออกและรีบูต (Reboot) จากนั้นจะเริ่มต้นทำงาน ถ้าเสร็จสมบูรณ์จะปรากฏ User Login ให้เข้าใช้งาน

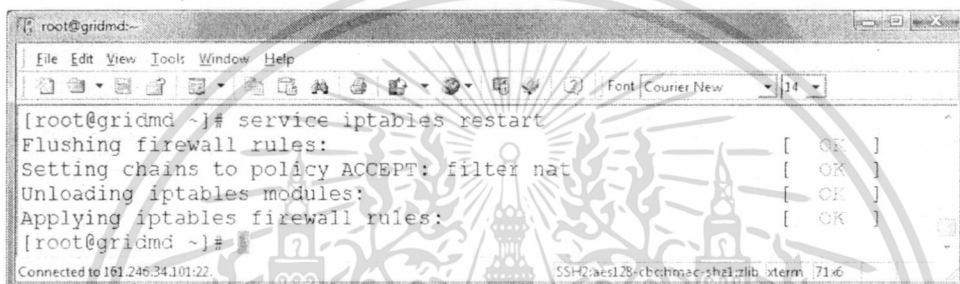
### 3.3 การ Monitor Rocks Cluster

#### 3.3.1 การกำหนดค่าเครื่อง Front-End

การดูแลจัดการระบบ Rocks Clustering สามารถดูสถานะผ่านโปรแกรมที่ใช้ Monitor หลายตัวที่ถูกติดตั้งอยู่บนระบบเรียบร้อยแล้ว โดยสามารถกระทำผ่านเว็บไซต์ได้ จะต้องมีการเซตอัพที่เครื่อง Front-End Node โดยการเข้าใช้งานรหัสผู้ใช้งานที่เป็นรูต โดยการป้อนรหัสผู้ใส่ (root) และป้อนรหัสผ่าน (Pass word) ที่คอมมานด์พรอมต์ (#) จากนั้นแก้ไขไฟล์ iptables ที่อยู่ที่ /etc/sysconfig/ ดังแสดงในรูปที่ 3.24 เสร็จแล้วจะต้องทำการรีสตาร์ทบริการ (Restart Service) ดังแสดงในรูปที่ 3.25 เพื่อให้สามารถเข้าใช้งานเพื่อการดูแลได้



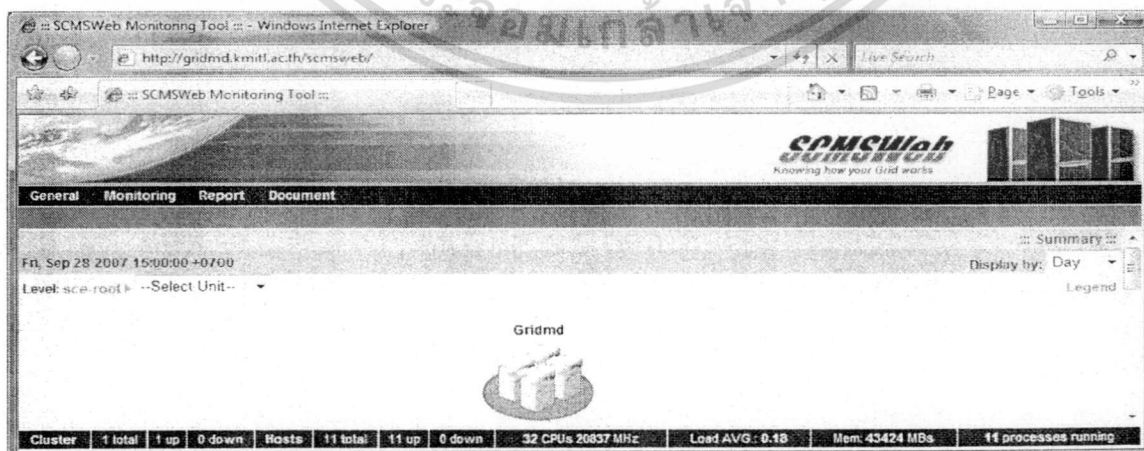
รูปที่ 3.24 แสดงการเซตอัฟไฟล์ iptables



รูปที่ 3.25 แสดงผลการรีสตาร์ทบริการ iptables

### 3.3.2 การดูแลจัดการระบบ Rocks Clustering ด้วยโปรแกรม SCMSWeb

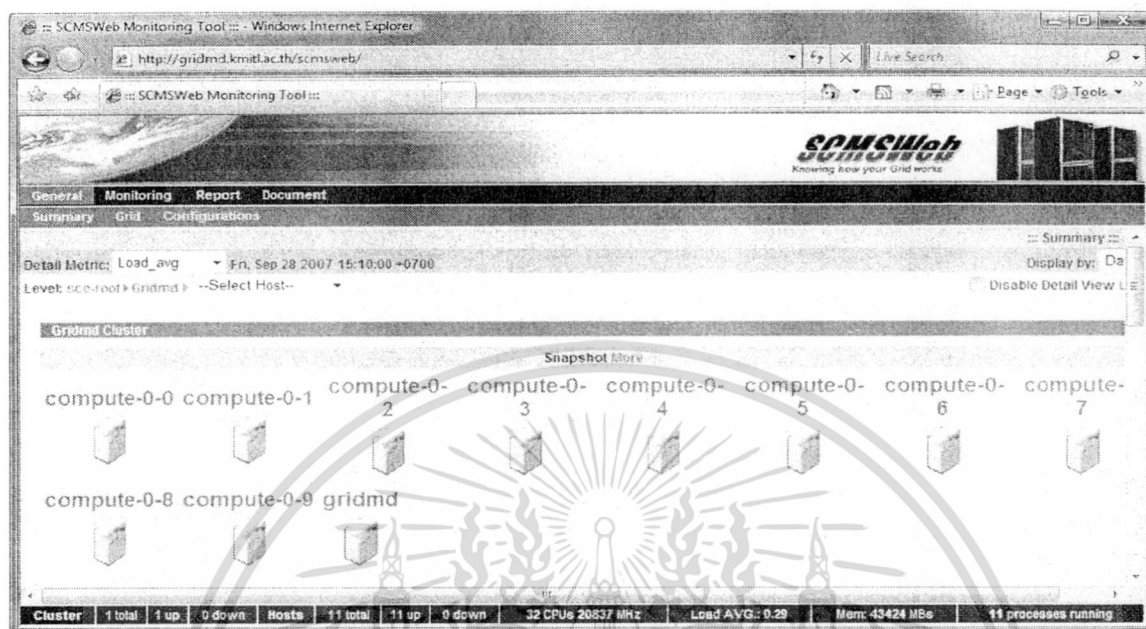
สามารถเข้าใช้งานเวปไซต์ Browser ที่เครื่อง Front-end Node จะเป็นโปรแกรม Fire Fox เปิดที่ URL [http:// localhost/scmsweb](http://localhost/scmsweb)หรือกรณีใช้ Windows Internet Explorer เปิดที่ URL [http:// ชื่อเครื่อง/scmsweb](http://ชื่อเครื่อง/scmsweb) ดังแสดงในรูปที่ 3.26 สามารถเลือกทำงานกับแถบเครื่องมือที่เป็น General, Monitoring Report หรือ Document



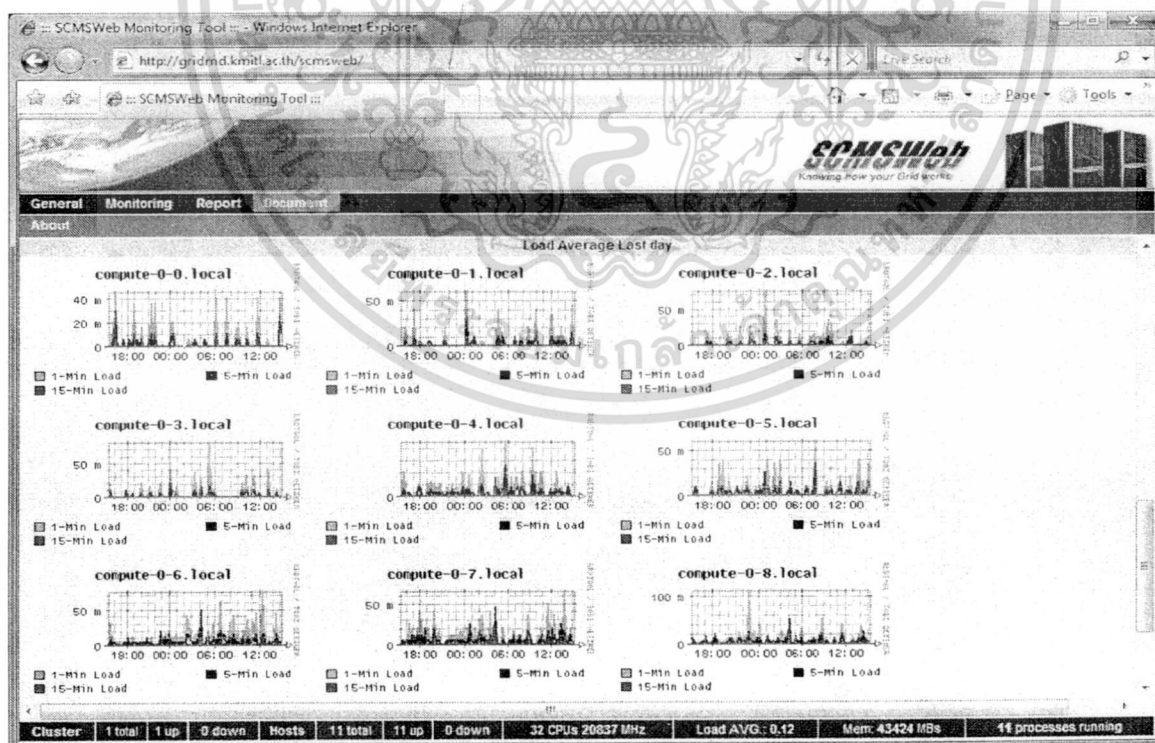
รูปที่ 3.26 แสดงการเข้าใช้ SCMSWeb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีต้องการดูรายละเอียดเครื่องทั้ง Cluster ให้ใช้เมาส์คลิกที่รูปกลุ่ม Gridmd จะปรากฏสถานะเครื่องดังรูปที่ 3.27 และรูปที่ 3.28



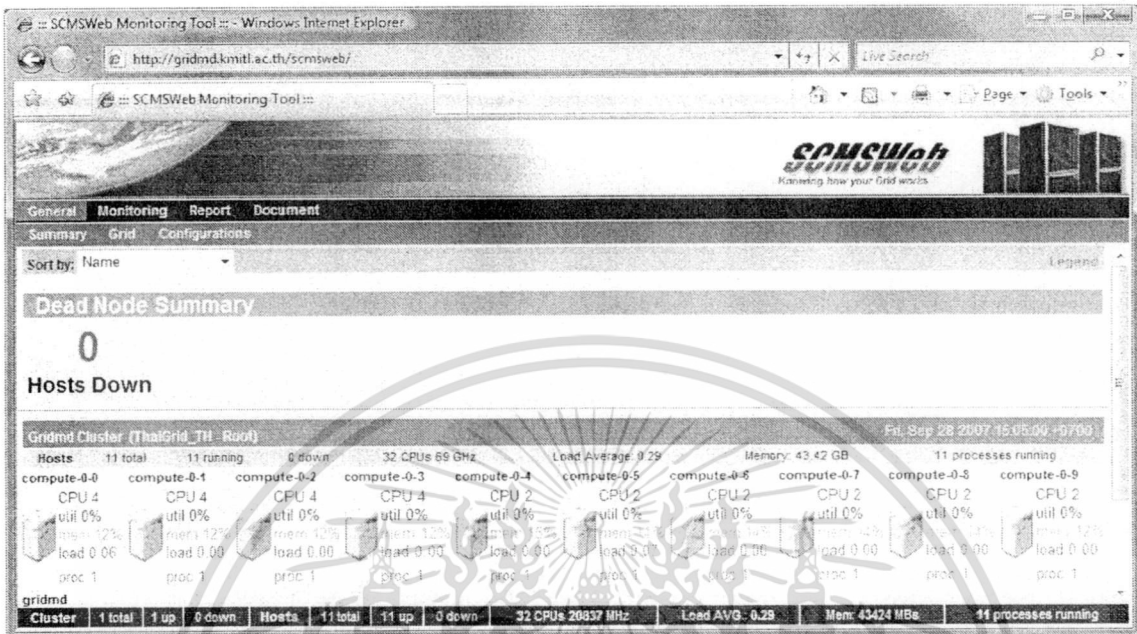
รูปที่ 3.27 แสดงเครื่องในระบบ Gridmd Clustering



รูปที่ 3.28 แสดงสถานะเครื่อง Gridmd Cluster

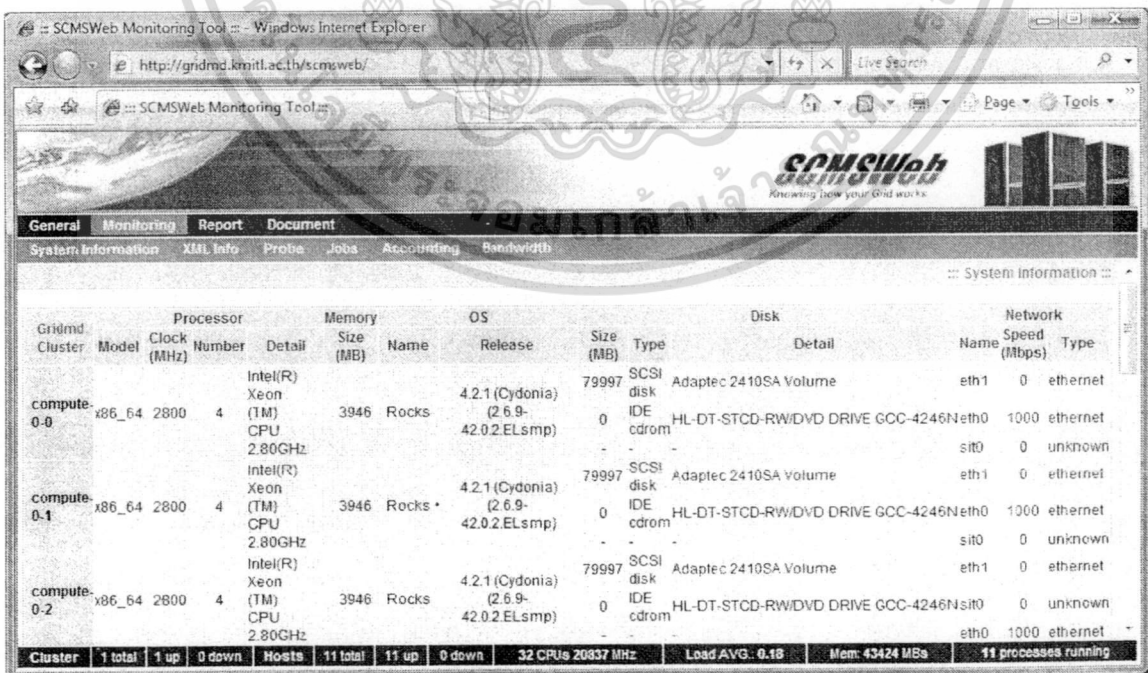
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีต้องการดูสถานะของการใช้งานส่วนที่เป็น Name, CPU Utilization, Memory Use, Load average และ Running Processes จากการเข้าที่แท็บ General เลือก Grid ดังแสดงในรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 แสดงสถานะเครื่องในระบบ Cluster Gridmd

กรณีต้องการดูข้อมูลของระบบจากการเข้าที่แท็บ Monitoring เลือก System Information จะปรากฏดังแสดงในรูปที่ 3.30 ใช้เมาส์เลื่อนแถบสกรอว์ด้านข้างเพื่อดูรายละเอียดทั้งหมดได้

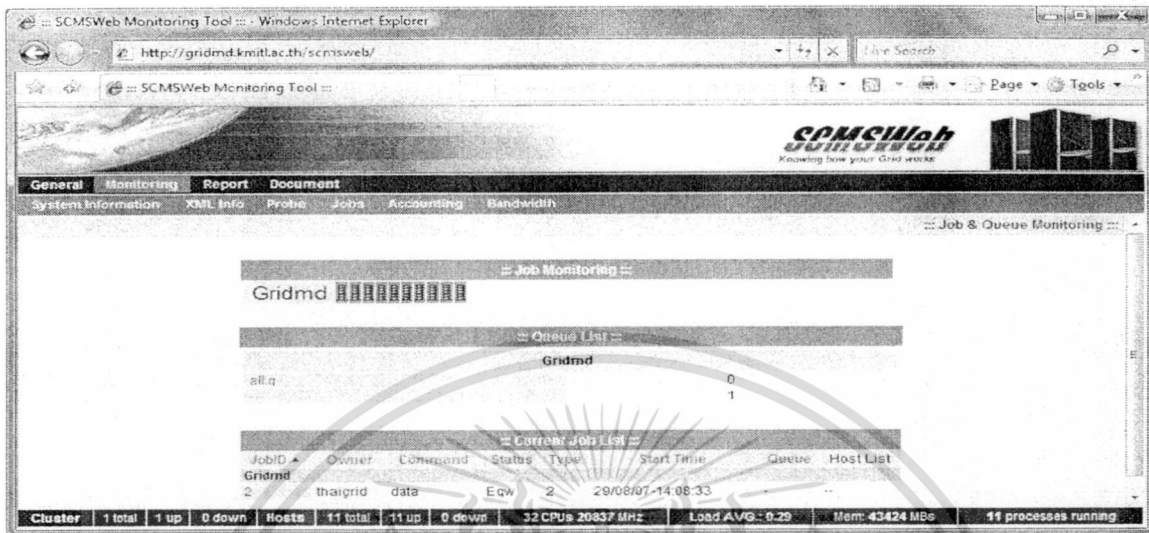


รูปที่ 3.30 แสดง System Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ต้องการจะดูสถานะของงานที่ถูกส่งเข้ามาทำงานที่แท้ป Monitoring เลือก Jobs ดังแสดง

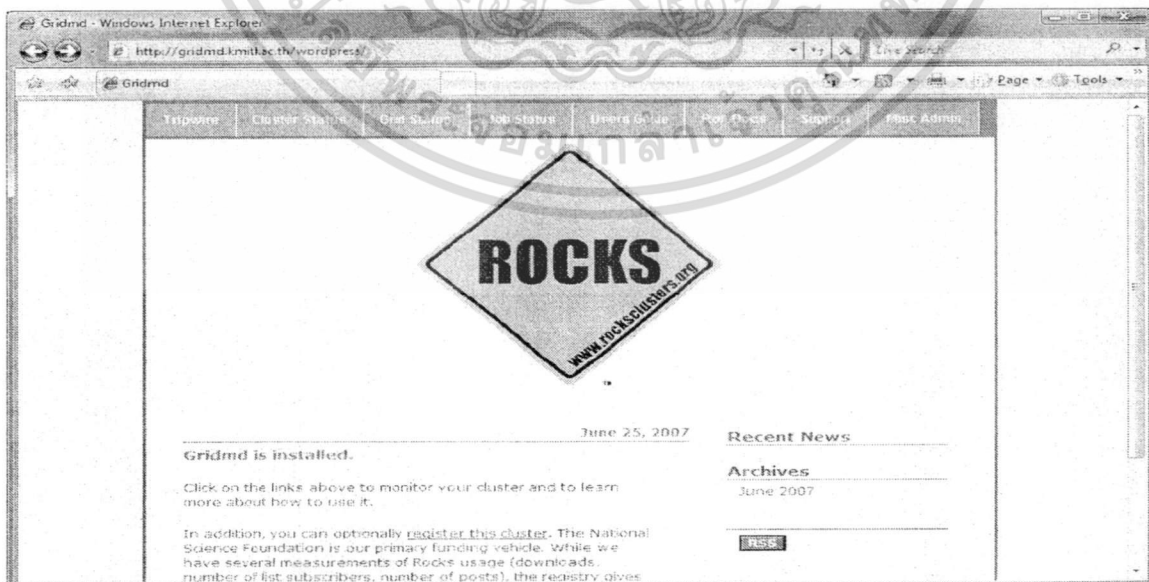
ในรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 แสดง Job Monitoring

### 3.3.3 การดูแลจัดการระบบ Rocks Cluster ด้วย Ganglia Cluster Toolkit

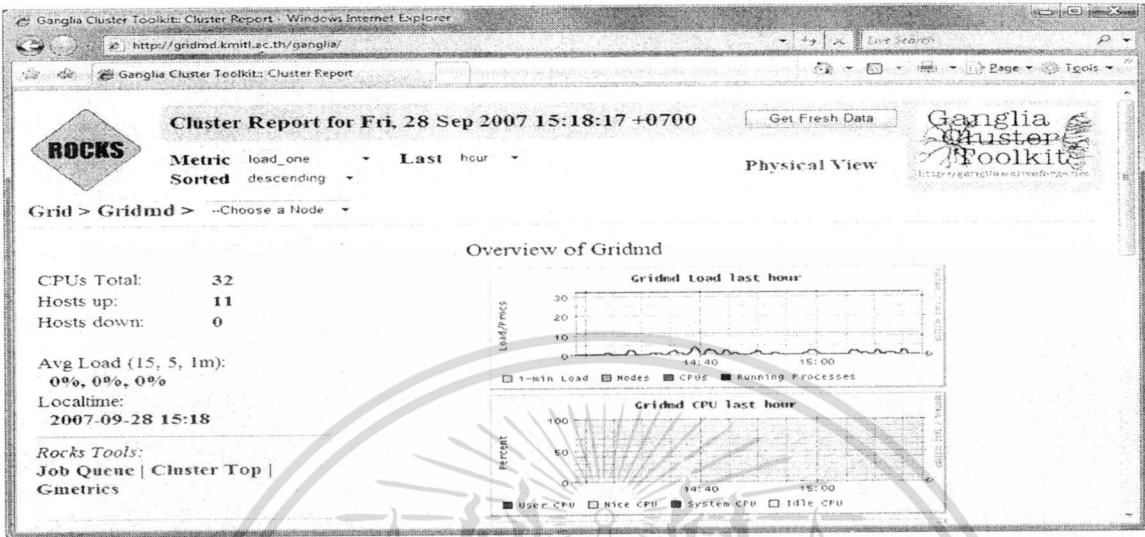
เราสามารถเข้าใช้งานเวปด์ Browser ที่เครื่อง Front-end Node จะเป็น โปรแกรม Fire Fox เปิดที่ URL http:// localhost/หรือกรณีใช้ Windows Internet Explorer เปิดที่ URL http:// ชื่อเครื่อง/ จะแสดงดัง ในรูปที่ 3.32 ซึ่งปรากฏเห็นต่าง ๆ ที่รองรับการใช้งาน



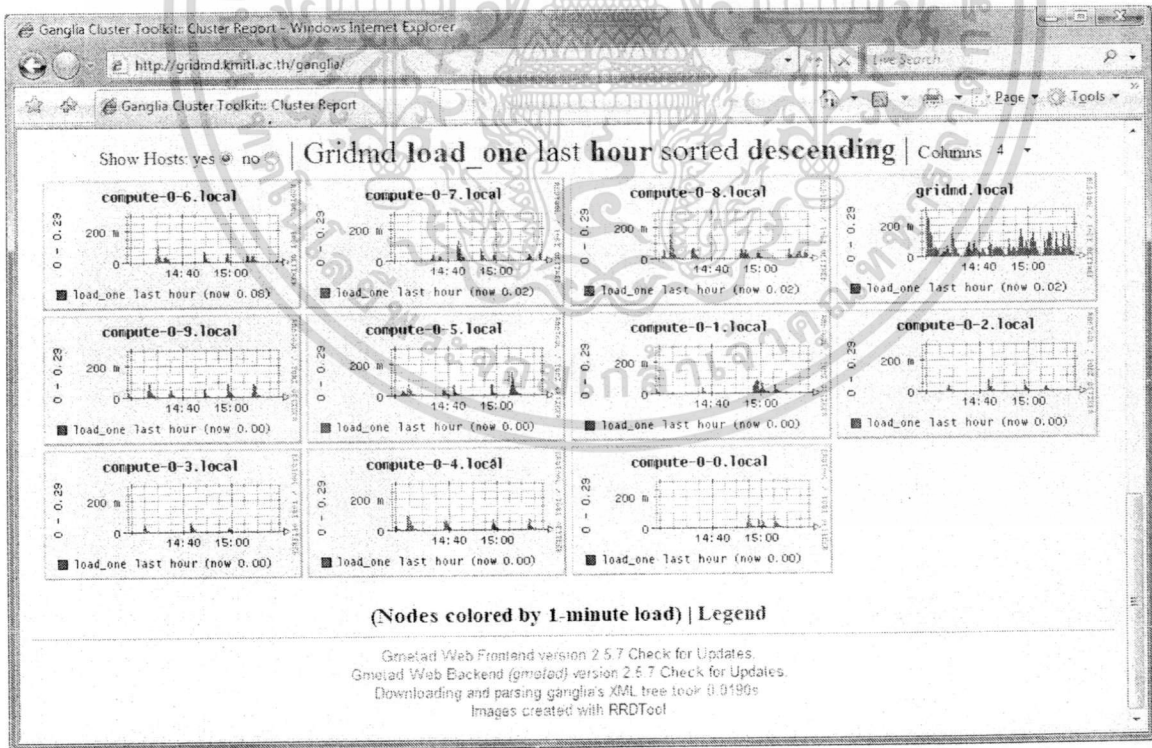
รูปที่ 3.32 แสดง Monitoring Rocks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีต้องการที่จะดูสถานะเครื่อง Cluster ให้คลิกเมาส์ที่แท็บ Cluster Status จะปรากฏดังรูปที่ 3.33 ใช้เมาส์เลื่อนแถบสกอบาร์ด้านข้างจะปรากฏสถานะดังรูปที่ 3.33 และรูปที่ 3.34



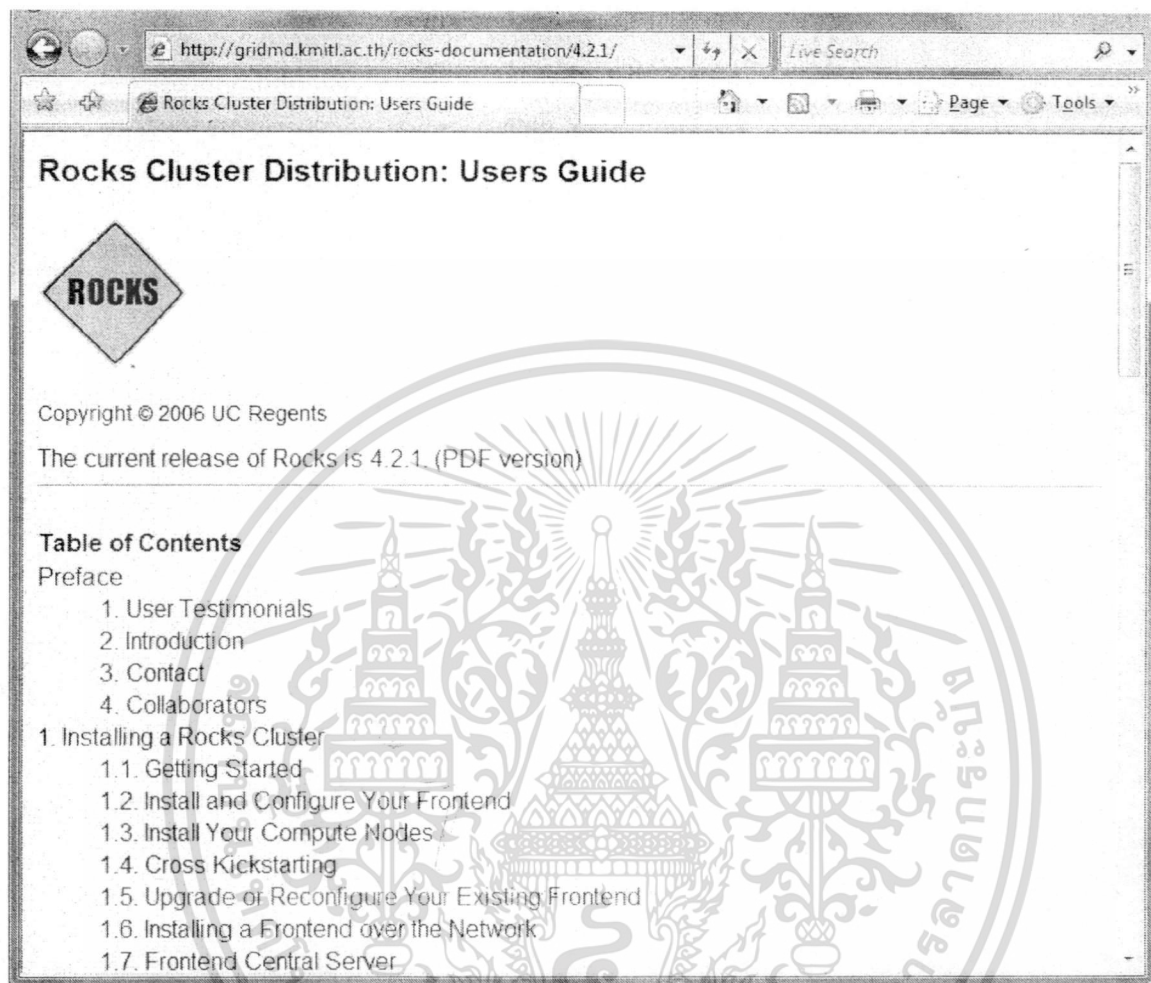
รูปที่ 3.33 แสดง Cluster Status



รูปที่ 3.34 แสดง Cluster Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีต้องการที่จะดูวิธีใช้เครื่อง Cluster ให้คลิกเมาส์ที่แท็บ Users Guide จะปรากฏดังรูปที่ 3.35 ใช้เมาส์เลื่อนแถบสกอบาร์ด้านข้างและคลิกเมาส์ในหัวข้อที่ต้องการอ่านรายละเอียด



รูปที่ 3.35 Users Guide

### 3.4 การให้บริการแก่ผู้ใช้งาน

การเข้าใช้งานระบบ Rocks Clusters สามารถใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ผู้ใช้งานใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมที่สามารถในการจำลองตัวเองเป็นเทอร์มินอล (Terminal) ต้องเป็น โปรแกรมที่มีระบบป้องกันความปลอดภัย เพื่อเข้าใช้งานระบบ Rocks Clusters ที่ติดตั้งพร้อมให้บริการ ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาใช้บริการที่เครื่องที่มีชื่อโดเมน (DNS) gridmd.kmitl.ac.th หรือที่หมายเลขไอพี (IP Address): 161.246.34.101 ใช้โปรแกรมต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 3.4.1 การใช้โปรแกรม SSH

3.4.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องได้รับการติดตั้ง SSH (Secure Shell Client) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏไอคอนที่หน้า Desktop ดังรูปที่ 3.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 SSH (Secure Shell Client)

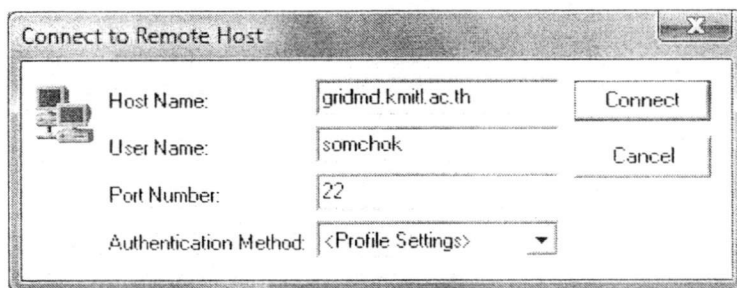
3.4.1.2 ทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอน SSH Secure Shell Client ที่อยู่บนหน้าต่าง Desktop จะปรากฏหน้าต่างของ - default - SSH Secure Shell ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 แสดงการเข้าใช้ SSH (Secure Shell)

3.4.1.3 เลือกเมนูไฟล์ (File) เลือก Quick Connect หรือคลิกไอคอน Quick Connect บนตัวทูลบาร์ (Tools bar) จะปรากฏหน้าต่าง Connect to Remote Host ดังรูปที่ 3.38 จากนั้นป้อนข้อมูลในช่อง Host Name เป็น gridmd.kmitl.ac.th และป้อน User Name ที่เป็น User Account ที่ได้รับจากผู้ดูแลระบบ คลิกปุ่ม Connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



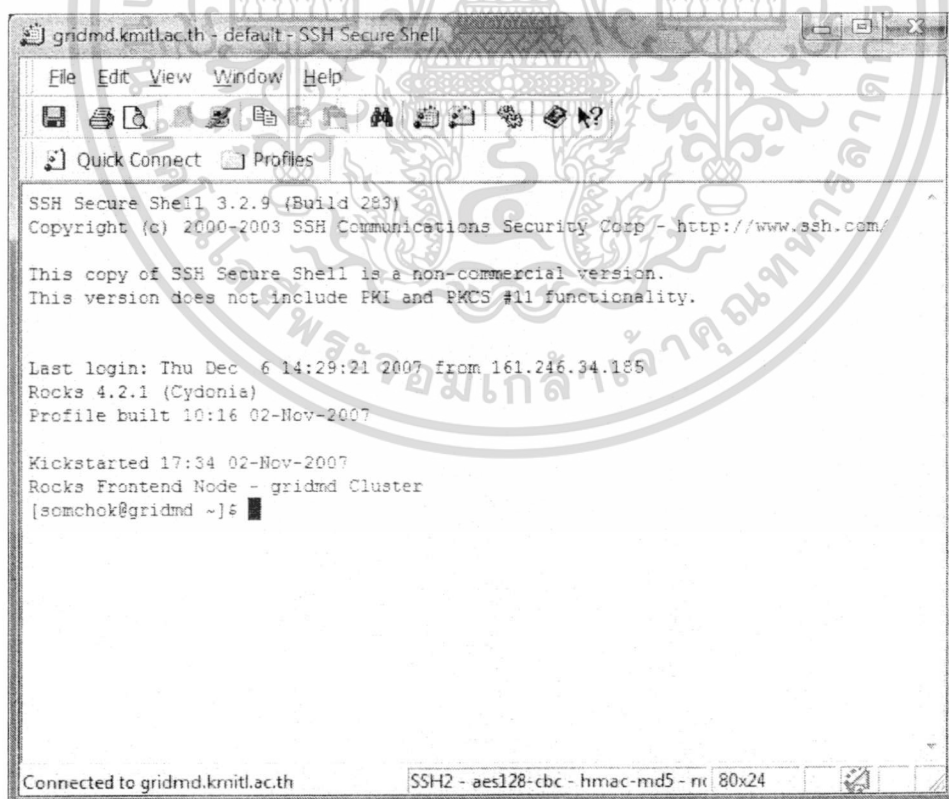
รูปที่ 3.38 แสดงการป้อนข้อมูลเชื่อมต่อเข้าระบบ

3.4.1.4 การป้อน Password จากการคลิกปุ่ม Connect จะปรากฏหน้าต่าง Enter Password ดังรูปที่ 3.40 เพื่อสอบถามพาสเวิร์ด (Password) ให้ป้อนรหัสผ่านตามที่ตั้งค่าไว้ จากนั้นคลิกปุ่ม OK



รูปที่ 3.39 แสดงการสอบถาม Password

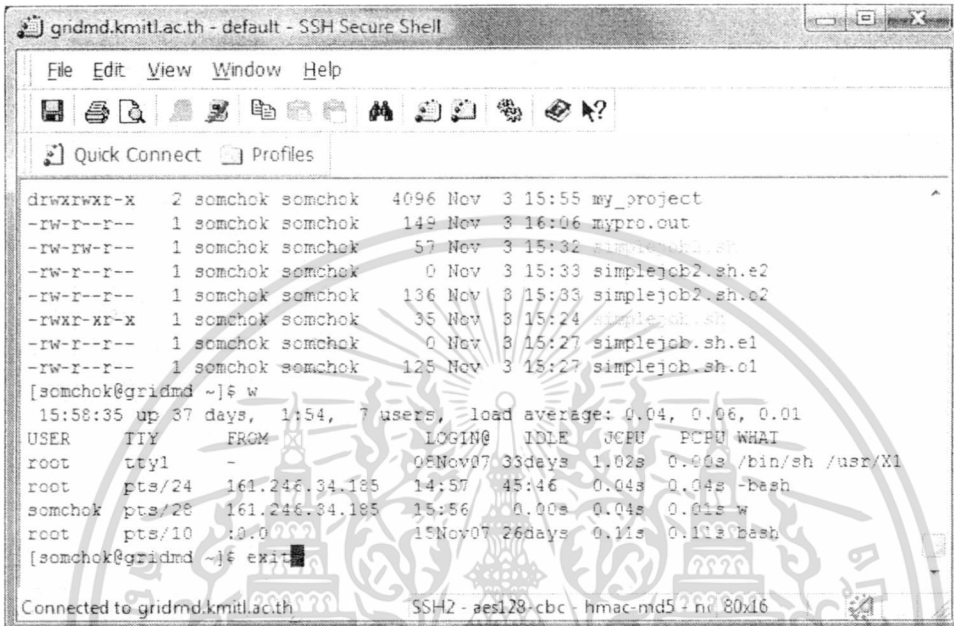
3.4.1.5 การเชื่อมต่อเข้าระบบ ถ้าหากป้อนข้อมูล User Account และ Password ถูกต้องก็จะสามารถเข้าระบบให้ดังปรากฏหน้าต่าง gridmd.kmitl.ac.th - default - SSH Secure Shell ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แสดงการเชื่อมต่อเข้าระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.6 ระบบจะแสดงข้อมูลของระบบให้ผู้ใช้งานรับทราบ พร้อมทั้งปรากฏพร้อมดัตที่รองรับการใช้งาน รองรับการใช้คำสั่งของผู้ใช้งาน ดังแสดงตัวอย่างคำสั่งการใช้งานในรูปที่ 3.41 ส่วนการออกจากระบบ เมื่อผู้ใช้งานทำงานจนเสร็จสิ้นหรือต้องการออกจากระบบก็สามารถใช้คำสั่งที่พร้อมดัตด้วยคำสั่ง exit ดังแสดงการใช้คำสั่งในหน้าต่าง ดังปรากฏในรูปที่ 3.41



```

gridmd.kmit.ac.th - default - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles

drwxrwxr-x  2 somchok somchok 4096 Nov  3 15:55 my_project
-rw-r--r--  1 somchok somchok 149 Nov  3 16:06 mypro.out
-rw-rw-r--  1 somchok somchok  57 Nov  3 15:32 simplejob.sh
-rw-r--r--  1 somchok somchok   0 Nov  3 15:33 simplejob2.sh.e2
-rw-r--r--  1 somchok somchok 136 Nov  3 15:33 simplejob2.sh.o2
-rwxr-xr-x  1 somchok somchok  35 Nov  3 15:24 simplejob.sh
-rw-r--r--  1 somchok somchok   0 Nov  3 15:27 simplejob.sh.e1
-rw-r--r--  1 somchok somchok 125 Nov  3 15:27 simplejob.sh.o1

[somchok@gridmd ~]$ w
 15:58:35 up 37 days, 1:54,  7 users, load average: 0.04, 0.06, 0.01
USER      TTY      FROM          LOGIN@   IDLE   JCPU   PCPU WHAT
root      tty1     -             08Nov07 33days 1.02s  0.00s /bin/sh /usr/X1
root      pts/24   161.246.34.185 14:57   45:46  0.04s  0.04s -bash
somchok   pts/28   161.246.34.185 15:56   0.00s  0.04s  0.01s w
root      pts/10   10.0.0.0      15Nov07 26days 0.11s  0.11s /bash

[somchok@gridmd ~]$ exit

```

รูปที่ 3.41 แสดงการใช้คำสั่งในออกจากระบบ

### 3.4.2 การใช้โปรแกรม PuTTY

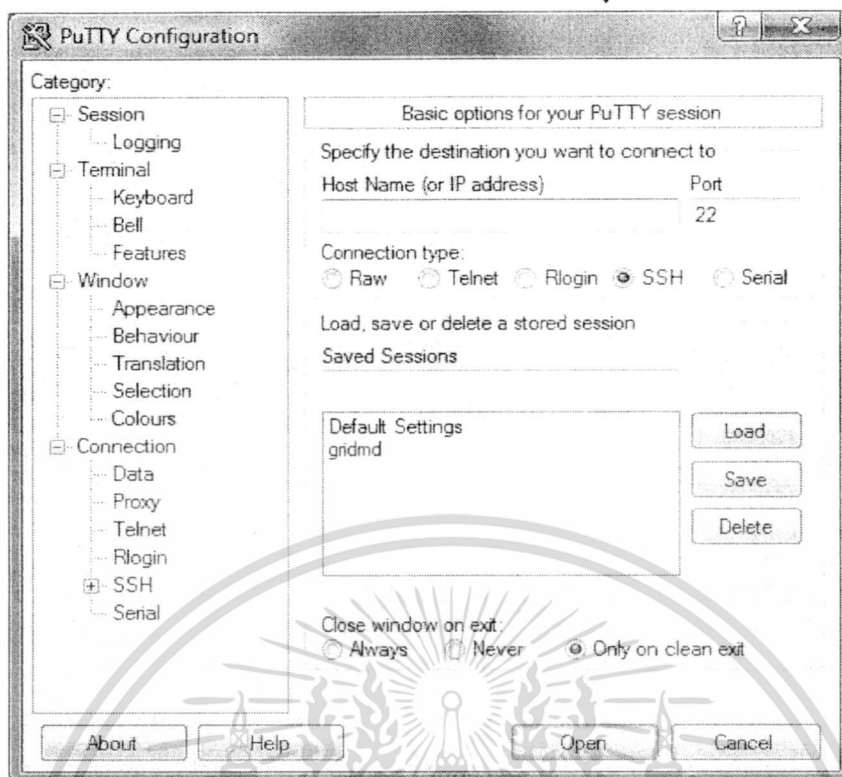
3.4.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องได้รับการติดตั้ง PuTTY เรียบร้อยแล้ว ดังที่ปรากฏไอคอนดังรูปที่ 3.42 อยู่บนหน้าต่าง Desktop



รูปที่ 3.42 แสดงไอคอน PuTTY

3.4.2.2 จากนั้นทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอน PuTTY จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.43 เป็นหน้าต่าง PuTTY Configuration ที่เราสามารถตั้งค่าต่างๆ ได้ตามที่ต้องการได้ในหลายๆ เรื่อง อาทิ เช่น Terminal, Windows, Connection และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43 แสดงการเข้าใช้ PuTTY

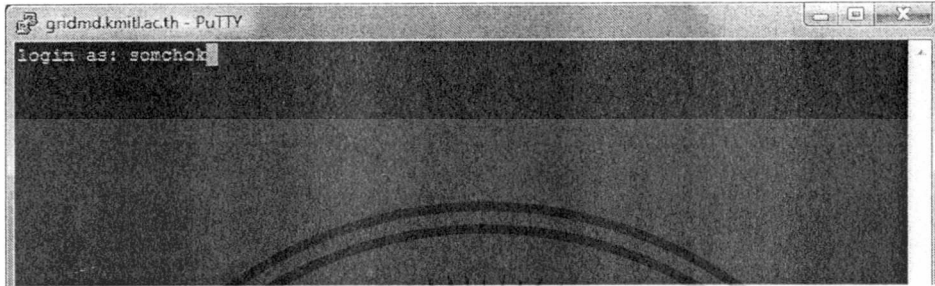
3.4.2.3 จากนั้นป้อนข้อมูลในช่อง Host Name(or IP address) เป็น gridmd.kmitl.ac.th หรือ 161.246.34.101 พิมพ์ Port ที่ต้องการเชื่อมต่อกับเครื่องให้บริการและเลือก Connection type เป็น SSH จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 แสดงการป้อนข้อมูล PuTTY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

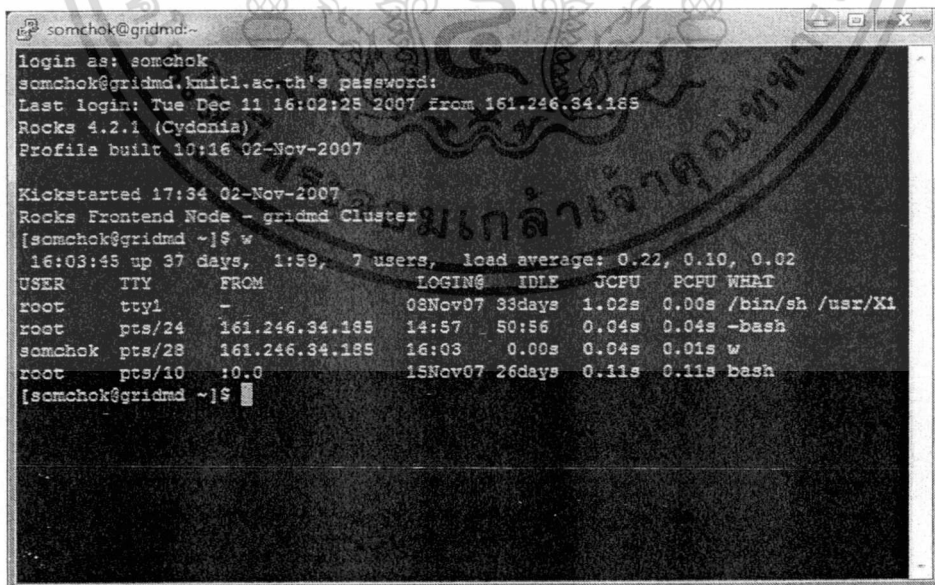
3.4.2.3 จากนั้นป้อน User Name ที่เป็น User Account ที่ได้รับจากผู้ดูแลระบบ เตะปุ่ม Enter จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.45 จะปรากฏข้อความเพื่อสอบถาม password ดังปรากฏในหน้าต่าง รูปที่ 3.46 ให้ป้อนข้อมูลเพื่อยืนยัน ถ้า password ถูกต้องก็จะเข้าใช้งานระบบได้ ดังปรากฏในหน้าต่าง รูปที่ 3.47 ผู้ใช้งานสามารถใช้ระบบได้



รูปที่ 3.45 แสดงการ login ด้วยโปรแกรม PuTTY



รูปที่ 3.46 แสดงการป้อน password โปรแกรม PuTTY



รูปที่ 3.47 แสดงการเชื่อมต่อระบบด้วยโปรแกรม PuTTY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

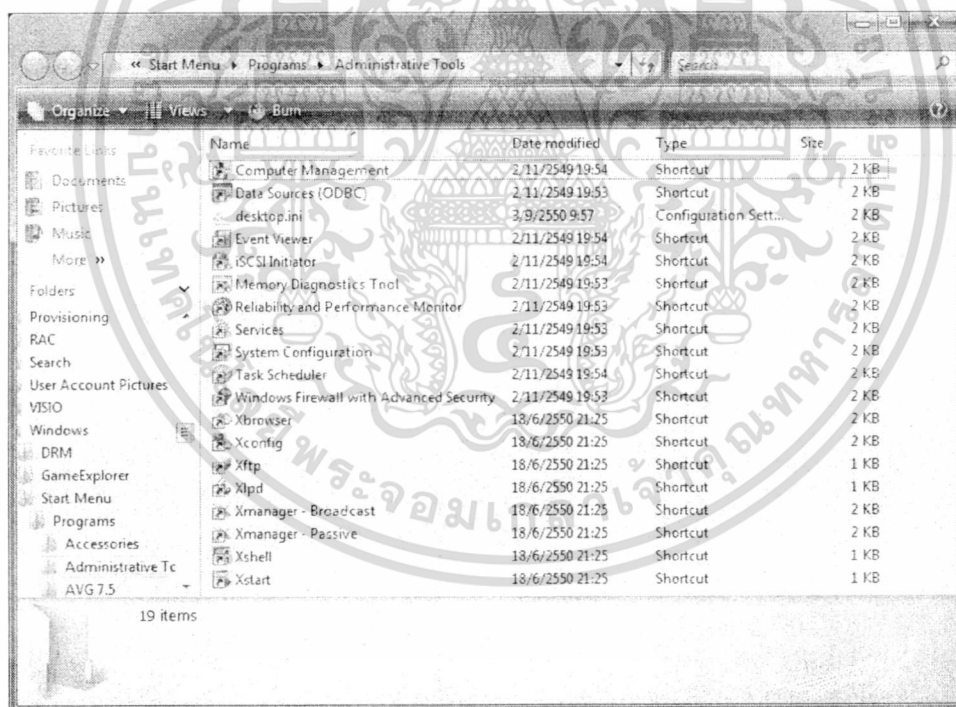
### 3.4.3 การใช้โปรแกรม Xmanager

3.4.3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องได้รับการติดตั้งโปรแกรม Xmanager Enterprise เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏไอคอนที่หน้า Desktop ดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 แสดงไอคอน Xmanager Enterprise

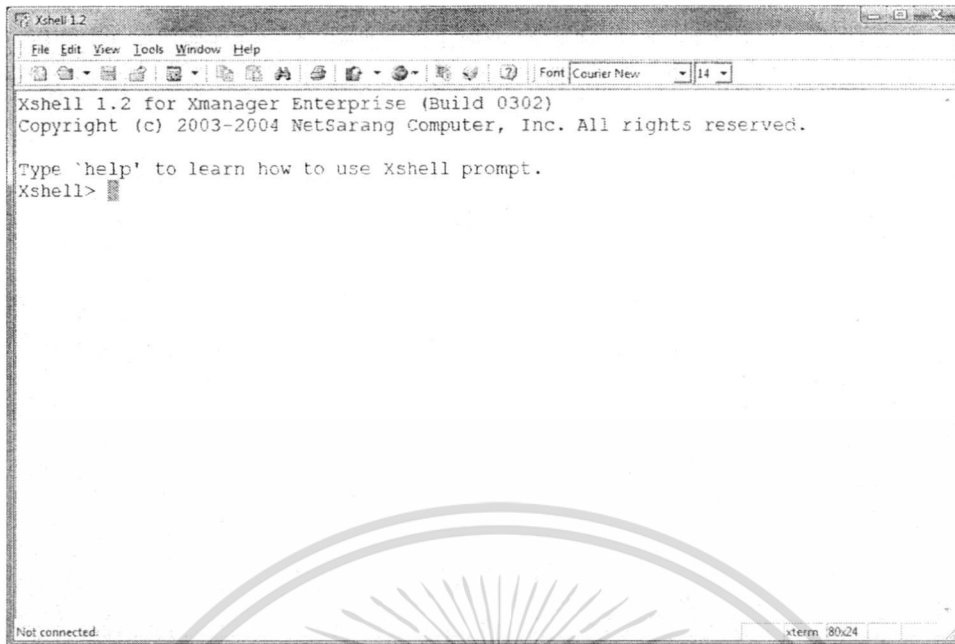
3.4.3.2 การเปิด โปรแกรม Xmanager Enterprise โดยการดับเบิลคลิกที่ไอคอน Xmanager Enterprise ที่อยู่บนหน้าต่าง Desktop จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 แสดงโปรแกรม Xmanager Enterprise

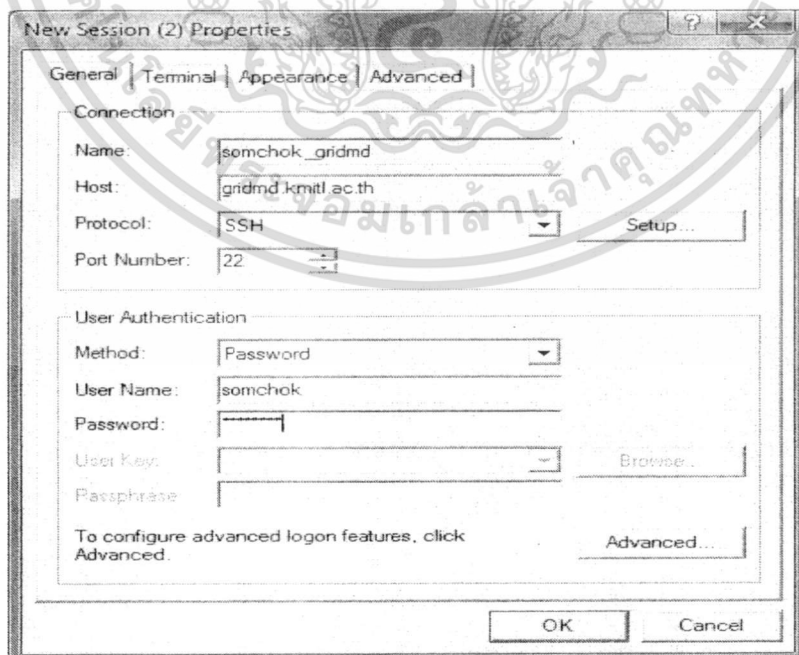
3.4.3.3 การเปิด โปรแกรม Xshell โดยการเลือกดับเบิลคลิกที่ไอคอน Xshell จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.50 รองรับการเชื่อมต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 แสดงโปรแกรม Xshell 1.2

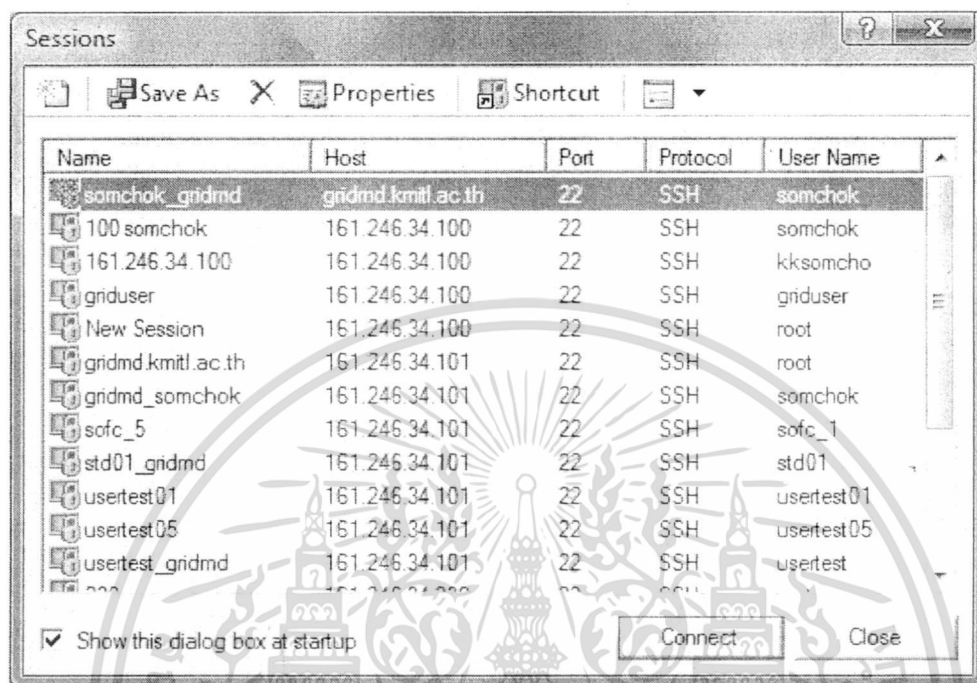
3.4.3.4 โปรแกรม Xshell 1.2 ให้เลือกเมนู File จากนั้นเลือก NEW หรือคลิกไอคอนที่เป็นการสร้าง session ใหม่บนตัวทูลบาร์ (Tools bar) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.51 ที่เป็น New Session Properties จากนั้นป้อนข้อมูลในช่อง Connection ที่เป็นชื่อ (Name) เป็นชื่อ session ที่ต้องกำหนด ป้อน Host Name เป็น gridmd.kmitl.ac.th เลือก Protocol เป็น SSH ป้อน User Name ที่เป็น User Account ที่ได้รับจากผู้ดูแลระบบและป้อน Password ที่ได้กำหนดไว้ คลิกปุ่ม OK



รูปที่ 3.51 แสดงโปรแกรม Xshell กำหนด New Session

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.5 หลังจากป้อนข้อมูลเสร็จสมบูรณ์และคลิกปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.53 ซึ่งเป็นการแสดง session ต่างๆ ที่ถูกตั้งค่าต่างไว้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.52 แสดง Session โปรแกรมXshell

3.4.3.6 ทำการเลือก Session ที่ได้ตั้งค่าไว้ก่อนหน้านี้ คลิกปุ่ม Connect หรือดับเบิลคลิกที่ Session ที่ต้องการ จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.53 เป็นการเชื่อมต่อเข้าระบบตามข้อมูลที่ป้อนไว้ก่อนหน้า ระบบจะแสดงข้อมูลต่างๆ ของระบบให้รับรู้ พร้อมปรากฏพร้อมดท์ที่พร้อมรับคำสั่งในการทำงานบนระบบ แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่งในรูปที่ 3.53 การออกจากระบบก็ใช้คำสั่ง exit ที่พร้อมดท์คอมมานด์ หรือกดปุ่มคีย์บอร์ด ctrl + d เป็นการจบการทำงานที่สมบูรณ์

```

somchok@gridmd:
File Edit View Tools Window Help
[16:19:07] version exchange initiated...
[16:19:07]   server: SSH-1.99-OpenSSH_3.9p1
[16:19:07]   client: SSH-2.0-libssh_1.3.3.0 1975 NetSarang Computer, Inc.
[16:19:07]   SSH2 is selected.
[16:19:07] Algorithm negotiation initiated...
[16:19:07]   key exchange: diffie-hellman-group1-sha1
[16:19:07]   host key: ssh-dss
[16:19:07]   outgoing encryption: aes128-cbc
[16:19:07]   incoming encryption: aes128-cbc
[16:19:07]   outgoing mac: hmac-sha1
[16:19:07]   incoming mac: hmac-sha1
[16:19:07]   outgoing compression: zlib
[16:19:07]   incoming compression: zlib
[16:19:07] Host authentication initiated...
[16:19:07]   Hostkey fingerprint:
[16:19:07]   ssh-dsa 1024 d7:dd:3c:3e:b6:89:ce:76:3a:06:ab:5e:59:7d:6e:33
[16:19:07]   Accepted. Verifying host key...
[16:19:07]   Verified.
[16:19:07] User authentication initiated...
[16:19:07]   Sent user name 'somchok'.
[16:19:07]   Sent password.
[16:19:07]   Access granted.

Last login: Tue Dec 11 16:03:42 2007 from 161.246.34.185
Rocks 4.2.1 (Cydonia)
Profile built 10:16 02-Nov-2007

Kickstarted 17:34 02-Nov-2007
Rocks Frontend Node - gridmd Cluster
[somchok@gridmd ~]$
Connected to gridmd.kmitl.ac.th:22.
SSH2:aes128-cbc:hmac-sha1:zlib xterm 76x30

```

รูปที่ 3.53 แสดงการเชื่อมต่อระบบด้วย Session โปรแกรมXshell

### 3.5 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึง รายละเอียดของส่วนประกอบหลักระบบ Rocks Cluster นั่นคือ Front-end, Computing Node และ Network Switch ความต้องการขั้นต่ำในการติดตั้งระบบจริง ได้แสดงขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Rocks Cluster โดยมีตั้งแต่ขั้นตอนการติดตั้ง Front-end การเพิ่มเติมการติดตั้งในส่วนที่เลือก Rolls ที่ต้องการใช้งาน ขั้นตอนการติดตั้ง Computing Node ซึ่งเป็นการนำเครื่องหลาย ๆ เครื่อง เชื่อมต่อเข้ามามีการทำงาน การตั้งค่า Configuration ระบบและการ Monitoring ระบบ รวมทั้งได้นำเสนอวิธีการเข้าใช้งานระบบด้วยโปรแกรมที่เป็นการจำลองเทอร์มินอล เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

### 4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงความสำคัญและขั้นตอนวิธีการในการติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ เพื่อให้บริการแก่อาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยให้บริการบนระบบ Linux Cluster ที่ได้สร้างขึ้นมาในโครงการวิจัยนั้น

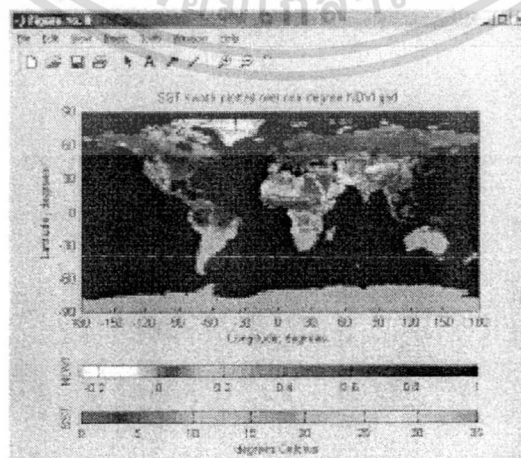
ซอฟต์แวร์ที่ได้มีการติดตั้งเพิ่มเติมลงไปบนระบบมีดังนี้

- MATLAB Mapping Toolbox
- IDL/ENVI
- PGI Compiler
- ซอฟต์แวร์เพื่อการประมวลผลทิศทางดาวเทียม (HySPLIT)
- ซอฟต์แวร์เพื่อการจัดการภาพถ่ายดาวเทียม (McIDAS)

### 4.2 MATLAB Mapping Toolbox

Mapping Toolbox (<http://www.mathworks.com/products/mapping/>) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมบน MATLAB ที่มีคำสั่งและชุดเครื่องมือให้ใช้งานเป็นจำนวนมาก อีกทั้งผู้ที่สามารถใช้งานเครื่องมืออื่น ๆ ของ MATLAB ได้อยู่แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้เครื่องมือใหม่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้เลย นักวิจัยส่วนใหญ่ของสถาบันเองก็มีความสามารถในการใช้งานเครื่องมือของ MATLAB ได้อยู่แล้ว ดังนั้นเครื่องมือจึงถูกเลือกทำการติดตั้งเพื่อให้บริการบน Linux Cluster ที่ได้สร้างขึ้น

Mapping Toolbox ประกอบด้วยทั้งชุดคำสั่งเพื่อการพัฒนาโปรแกรม และเครื่องมือแบบ GUI เพื่อใช้ในการจัดการเกี่ยวกับภาพถ่ายดาวเทียมทั้งหมด ทำให้เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้ง่าย ตัวอย่างของเครื่องมือแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการ โปรแกรมที่สร้างจาก Mapping Toolbox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งที่สำคัญที่จำเป็นต่อการใช้งาน Mapping Toolbox ตัวอย่างเช่น

hdftool -- เป็นเครื่องมือในการจัดการไฟล์ HDF (Hierarchical Data Format)

hdhinfo -- เป็นคำสั่งในการอ่านค่ารายละเอียดจากไฟล์ HDF

hdhread -- เป็นคำสั่งในการอ่านค่าจากไฟล์ HDF

shaperead -- เป็นคำสั่งในการอ่านค่าจาก Shape File

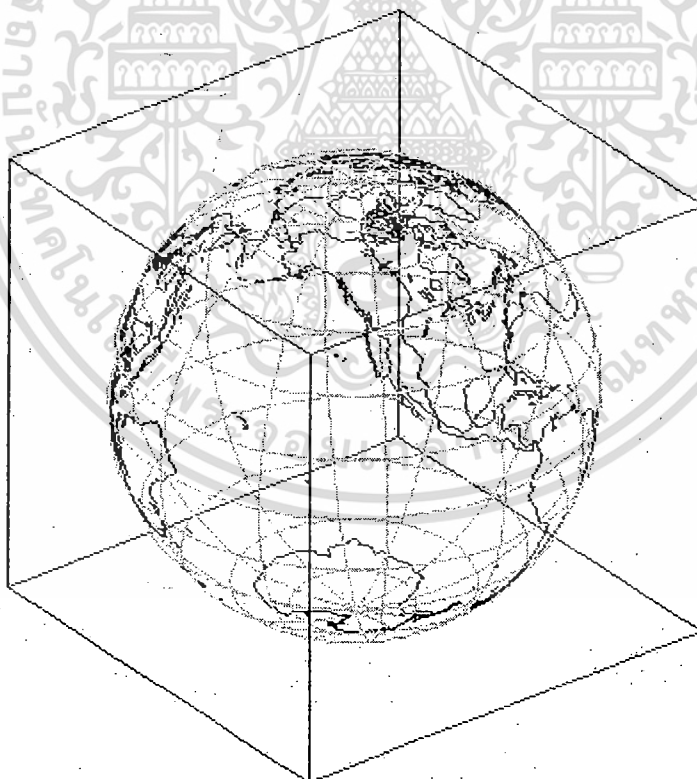
geoshow -- เป็นคำสั่งในการแสดงค่าทาง Geo-Location

ซึ่งในตัว Mapping Toolbox เองมีชุดคำสั่งให้ใช้งานมากกว่าที่แสดงไว้นี้ เมื่อจะทำการสร้างโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง การนำข้อมูลเกี่ยวกับชายฝั่งทะเลมาแสดงบนพิกัดโลก โดย Mapping Toolbox

```
figure; axesm('globe')
gridm('GLineStyle','-', 'Gcolor',[.8 .7 .6], 'Galtitude', .02)
load coast
plot3m(lat,long,.01,'k')
view(3)
```

จะได้ผลลัพธ์แสดงได้ดังรูปที่ 4.2

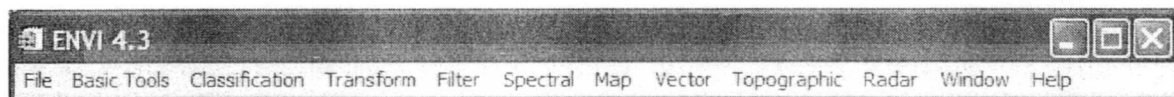


รูปที่ 4.2 ผลลัพธ์จากการทำงานของชุดคำสั่งของ Mapping Toolbox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 IDL/ENVI

ENVI (<http://www.itvis.com/cnvi>) เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการประมวลผลรูปภาพที่มีความสามารถสูงมาก โดยเฉพาะกับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม ENVI เป็นเครื่องมือแบบ GUI ที่พัฒนาขึ้นมาจากภาษา IDL ของบริษัท ITT ซึ่ง IDL เป็นภาษาที่มีการทำงานแบบ Interpreter ทำให้ในการใช้งาน ENVI สามารถทำงานได้สองแบบคือ แบบที่เป็น GUI และแบบที่เป็นการใช้ชุดคำสั่งเพื่อพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม การใช้งาน ENVI แบบที่เป็น GUI สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงชุดเครื่องมือของ ENVI

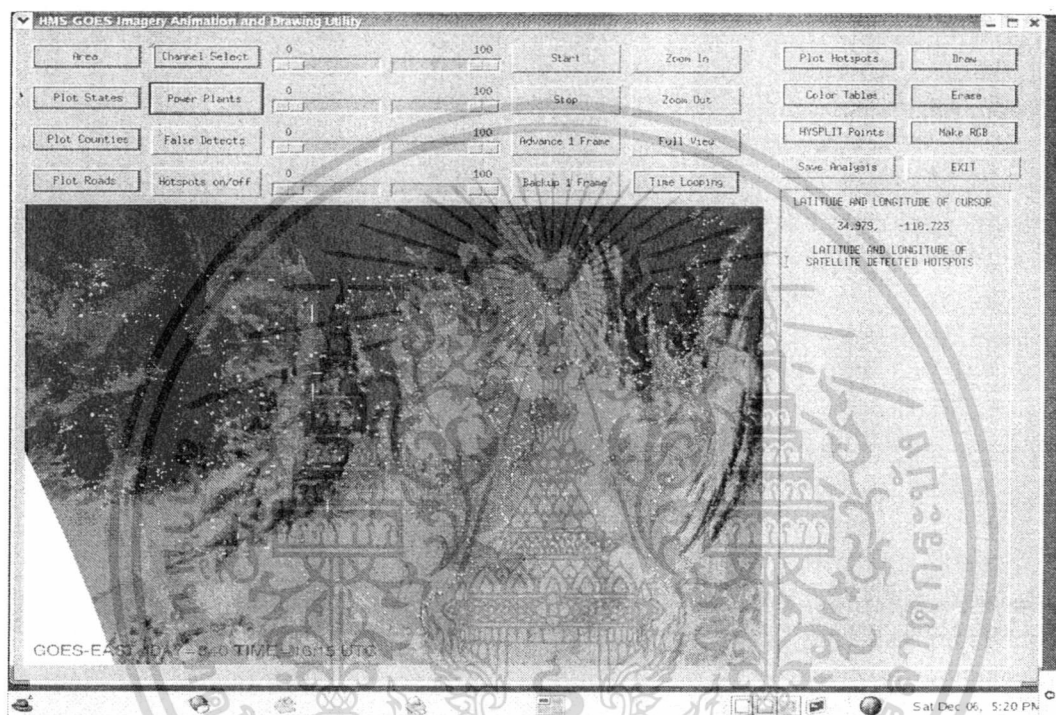
ENVI จะทำให้การจัดการข้อมูล การประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับภาพถ่ายดาวเทียมสามารถทำได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ดังแสดงภาพผลลัพธ์ได้ดังตัวอย่างรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างภาพผลลัพธ์จากการทำงานของ ENVI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากเราต้องการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมจากชุดคำสั่งของ IDL/ENVI ก็ยังสามารถทำได้ ตัวอย่างเช่น ThaiHMS (Thailand Hazard Mapping System) ก็เป็นแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนามาจาก IDL/ENVI เพื่อใช้ในการตรวจหาไฟป่าและควันจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่ง ThaiHMS นี้เบื้องต้นได้มีการพัฒนาขึ้นมาโดย NOAA/SAB: System Analysis Branch (<http://www.ssd.noaa.gov/PS/FIRE/hms.html>) ประเทศสหรัฐอเมริกา และมอบให้กับทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมา เพื่อการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการควบคุมไฟป่าในประเทศไทย รูปแบบของ ThaiHMS แสดงได้ดังนี้



รูปที่ 4.5 ThaiHMS ที่พัฒนามาจาก IDL/ENVI

#### 4.4 PGI Compiler

PGI (<http://www.pgroup.com/>) เป็น compiler ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในงานทางด้าน Air pollution modeling จึงจำเป็นสำหรับการ compile MM5 หรือแม้กระทั่ง HySPLIT ในตัว PGI จะมีทั้ง C/C++ Compiler และ FORTRAN Compiler โดยแอปพลิเคชันที่กล่าวมาจะพัฒนาและเรียกใช้ Library จาก PGI ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมี Compiler ตัวนี้สำหรับงานทางด้าน Earth Science Application

PGI Compiler มีขั้นตอนในการติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Linux ดังนี้

1. ทำการ download software จาก <http://www.pgroup.com/> โดยเลือกให้เหมาะกับ OS และ CPU ของเครื่อง ในที่นี้จะเลือกติดตั้ง PGI สำหรับ Linux x86 เวอร์ชัน 6.08 โดยไฟล์ที่ download มาจะชื่อว่า pgilinux86-608.tar.gz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ทำการสร้าง folder ให้เฉพาะ และทำการแตกไฟล์

```
mkdir pgi608
mv pgi_linux86-608.tar.gz pgi608
cd pgi608
tar xzpvf pgi_linux86-608.tar.gz
```

## 3. ทำการติดตั้งโดยใช้คำสั่ง

```
./install
```

และทำตามขั้นตอนบนหน้าจอ โดยจะต้องทำการเลือก Folder ที่จะติดตั้งเช่น /opt/pgi และทำการสร้าง license แบบทดลองใช้ในขั้นตอนนี้ หลังจากติดตั้งเสร็จ หากมี license ให้ทำการติดตั้ง license file ไว้ที่ /opt/pgi/license.dat

## 4. ทำการกำหนดค่า Environment ต่าง ๆ เพื่อให้ทุก User มองเห็น Compiler โดยทำการเพิ่มค่า configuration เข้าไปที่ /etc/profile ดังนี้

```
#PGI Compiler Environment Setting
#added by aue--20070418
export PGI=/opt/pgi
export PATH=$PGI/linux86/6.0/bin:$PATH
export MANPATH=$PGI/linux86/6.0/man
export LM_LICENSE_FILE=$PGI/license.dat
export FC=$PGI/linux86/6.0/bin/pgf77
export FLINKER=$PGI/linux86/6.0/bin/pgf77
export F90=$PGI/linux86/6.0/bin/pgf90
```

## 4.5 การติดตั้ง HySPLIT

HySPLIT (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>) เป็นซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนาโดย NOAA/ARL: Air Resources Laboratory (<http://www.arl.noaa.gov/>) ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ประมวลผลล่วงหน้า (Forward Trajectory) และประมวลผลย้อนกลับ (Backward Trajectory) ของการแพร่กระจายของกลุ่มควันในอากาศ โปรแกรมนี้มีการพัฒนาอย่างยาวนานและต่อเนื่องจนในปัจจุบันอยู่ในเวอร์ชันที่ 4 และมีการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย ขั้นตอนการติดตั้ง HySPLIT สามารถอธิบายได้ดังนี้

### 1. ซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง HySPLIT มีดังนี้

- ImageMagick 6.0.7 or later
- GhostScript 7.07 or later
- TCK/TK 8.4 or later
- NetCDF 3.6.2 or later
- IOAPI 3.0 or later
- PVM 3.4.3 or later
- PGI Workstation Compiler 6.0 or later

โดยจะต้องทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เหล่านี้ให้เรียบร้อย ก่อนที่จะทำการติดตั้ง HySPLIT

### 2. จะต้องทำการติดตั้ง PGI Compiler และกำหนดค่าของ Shell Environment ดังนี้

```
export PGI=/opt/pgi
export PATH=$PGI/linux86/6.0/bin:$PATH
export MANPATH=$PGI/linux86/6.0/man
export LM_LICENSE_FILE=$PGI/license.dat
```

```
export FC=$PGI/linux86/6.0/bin/pgf77
export FLINKER=$PGI/linux86/6.0/bin/pgf77
export F90=$PGI/linux86/6.0/bin/pgf90
```

### 3. ทำการติดตั้ง NetCDF

สามารถดาวน์โหลด NetCDF ได้จาก <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/> หลังจากนั้นให้ทำการแตกไฟล์ และทำการ Compile โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
tar xzvpf netcdf.tar.gz
cd netcd

env CC=pgcc CFLAGS="-O2 -Msignextend -V" FC=pgf90 F90=pgf90 FFLAGS="-O2 -w -V" \
CXX=pgCC CPPFLAGS="-DNDEBUG -DpgiFortran" ./configure -prefix=/usr/local >& config.log

make >& make.log
make test >& make_test.log
make install
```

### 4. การติดตั้ง IOAPI

4.1 สามารถดาวน์โหลด IOAPI ได้จาก <http://www.baronams.com/products/ioapi/> หลังจากนั้นให้ทำการแตกไฟล์ โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
mkdir -p /usr/local/src/ioapi-3.0/
cp ioapi-3.0.tar.gz /usr/local/src/ioapi-3.0/
cd /usr/local/src/ioapi-3.0/
tar xzvpf ioapi-3.0.tar.gz
```

4.2 ทำการแก้ไข Makefile เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าของ "BASEDIR" และ "INSTALL".

```
BASEDIR = /usr/local/src/ioapi-3.0
INSTALL = /usr/local/ioapi-3.0
```

4.3 เนื่องจากบน Rocks Cluster ยังไม่ได้ทำการติดตั้ง PVM ซึ่งเป็น Package ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง IOAPI ดังนั้นจะต้องทำการติดตั้งโดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
yum install pvm*
export PVM_ROOT=/usr/share/pvm3
export PVM_ARCH=LINUX
cd /usr/share/pvm3/lib/
ln -s LINUXI386/ LINUX
```

4.4 TCL/TK เองก็ยังไม่ได้ติดตั้งมาพร้อมกับ Rocks Clusters ดังนั้นจึงต้องทำการติดตั้งเพิ่มเติม

```
yum install tcl-devel
yum install tk-devel
```

4.5 ทำการแก้ไข "Makefile" ของ IOAPI แล้วทำการ Compile

```
export BIN=`uname -s`uname -r | cut -d. -f1
echo $BIN #On ROCK CLUSTER "BIN" will be "Linux2".
cd ioapi
cp Makeinclude.Linux2_x86pg_pgcc_mp Makeinclude.Linux2
cd ..
make configure
make clean
make all
make install
```

4.6 ทำ Copy ไฟล์ Library ไปอยู่ในโฟลเดอร์ที่เหมาะสม

```
cd /usr/local/src/ioapi-3.0/ioapi
```

```
cp *EXT /usr/local/include
```

```
cd /usr/local/ioapi-3.0/Linux2
cp lib* /usr/local/lib
```

## 5. การคอมไพล์ HySPLIT

### 5.1 ทำการแตกไฟล์และคอมไพล์โดยใช้คำสั่งดังนี้

```
tar xvpf hysplit48_pgf.tar
cd hysplit4
./Compile.scr
```

5.2 อาจจะมีปัญหาเกิดขึ้นในการคอมไพล์ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ PATH ที่เก็บ Library ของ IOAPI และ PVM จะต้องทำการแก้ไข Makefile ต่อไปนี้

- cmaq/conc2api/Makefile

- cmaq/mcip2arl/Makefile

- cmaq/traj2api/Makefile

โดยจะต้องทำการเปลี่ยนค่าของ "SYS" จาก

```
SYS = "-L/usr/lib -lxlsmf"
```

ให้เป็น

```
SYS = -L/usr/lib -L/usr/share/pvm3/lib/LINUX/ -lpvm3
```

"-lxlsmf" ถูกลบออกไปเพราะเป็น option ที่ไม่จำเป็นสำหรับ Linux Cluster

### 5.3 ทำการคอมไพล์โปรแกรมอีกครั้ง โดยใช้คำสั่ง

```
./Compile.scr
```

5.4 เมื่อการคอมไพล์เสร็จสมบูรณ์สามารถเรียก HySPLIT ขึ้นมาทำงาน โดยใช้คำสั่ง

```
cd working
./hysplit4.tcl
```

หมายเหตุ คำสั่ง ./Compile.scr ต้องสั่งที่หน้าเครื่องเท่านั้น หากรีโมตเข้ามาให้ใช้โปรแกรม Xshell เพื่อจำลองการทำงานของ X-Window จึงจะสามารถคอมไพล์ได้ และคำสั่ง ./hysplit4.tcl ในกรณีที่สั่งที่เครื่อง linux อื่นต้องใช้คำสั่ง ssh -Y (user)@(server) ด้วย

## 4.6 การติดตั้ง McIDAS

McIDAS (<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/>) เป็นซอฟต์แวร์เพื่อการจัดการภาพถ่ายดาวเทียมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Space Science and Engineering Center, University of Wisconsin-Madison (<http://www.ssec.wisc.edu/>) สามารถใช้ในการเปิดภาพ โอนย้ายภาพ สำเนาภาพ และเผยแพร่ภาพถ่ายดาวเทียมได้อย่างง่ายดาย

ขั้นตอนการติดตั้ง McIDAS มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการลงทะเบียน และดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ได้ที่เว็บไซต์ของ McIDAS

(<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/x/>) ซึ่งโปรแกรมนี้จะ แจกจ่ายให้ใช้งานฟรี สำหรับหน่วยงานของรัฐหรือมหาวิทยาลัยเท่านั้น โดยไฟล์ที่จำเป็นในการติดตั้งมีดังนี้

```
mcidasx2006.tar.gz
mcunpack
mcinet2006.sh
```

2. ทำการเพิ่ม User account ของ McIDAS เข้าไปในระบบที่จะทำการติดตั้ง

```
useradd -m -g users mcidas
cp mcidasx2006.tar.gz ~mcidas
cd ~mcidas
chown mcidas mc*
su - mcidas
```

3. ทำการแตกไฟล์และ Compile โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
chmod +x mcunpack
export McINST_ROOT=/home/mcidas
./mcunpack
cd mcidas2006/src
make mcx
make cdx
make install.all
```

4. ซึ่งไฟล์ทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ /home/mcidas

5. หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของ McIDAS ดังนี้

a. ทำการกำหนดค่า Environment parameter

```
#cat >> /etc/profile
#McIDAS Setting
export PATH=$PATH:/home/mcidas/bin
export MCPATH=/home/mcidas/data
ctrl+d
```

b. ทำการเพิ่มแหล่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้แก่โปรแกรม

```
dataloc.k
dataloc.k ADD LOC LOCAL-DATA
dsserve.k ADD LOC/POS AREA 1 9999 TYP=IMAGE

dataloc.k ADD PUB gp16.ssd.nesdis.noaa.gov
dataloc.k ADD NANUK nanuk.eosdis.nasa.gov
dsinfo.k I PUB
dsinfo.k I NANUK
dataloc.k
```

c. ทำการทดสอบการ Download ภาพจาก Server

```
time imgcopy.k NANUK/Aqua_1KM.0 LOC/POS.1 BAND=22 SIZE=SAME
time imgcopy.k PUB/MTGLOB01V.0 LOC/POS.4001 SIZE=5000 10000 STYPE=VISR
```

6. ตัวอย่างคำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม McIDAS (เพิ่มเติม)

a. Start Program

```
>>mcidas
```

(ล็อกอินด้วย user oper หรือ mcidas)

- b. ดูข้อมูลเซิร์ฟเวอร์ใน LOC  
>> DATALOC
- c. ดูข้อมูลของดาวเทียมจากเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ  
>> DSINFO I KMITL/LOC/NANUK/PUB  
(ชื่อเซิร์ฟเวอร์ที่ต้องการ)
- d. แสดงข้อมูลภาพที่อยู่ในเซิร์ฟเวอร์  
>> IMGLIST NANUK/Aqua\_1KM.0  
(เซิร์ฟเวอร์/ดาวเทียม ความละเอียดที่ต้องการและจำนวนภาพจากภาพล่าสุด)
- e. คัดลอกภาพจากเซิร์ฟเวอร์  
>> IMGCOPY NANUK/Aqua\_1KM.0 LOC/POS.1 BAND=22 STYPE=VISR  
(ระบุตำแหน่งที่บันทึกภาพ/ชื่อภาพ แบนด์ที่ต้องการ กำหนดจำนวนบิตของภาพ เท่ากับ 8)
- f. แสดงภาพ  
>> IMGDISP NANUK/Aqua\_1KM.0 BAND=22 SIZE=SAME  
(เซิร์ฟเวอร์/ชื่อภาพ แบนด์ ขนาดของภาพ)
- g. แลกไฟล์ภาพเพื่อนำไปใช้งาน  
AXFORM imgname filename NAV=YES  
(จะได้ไฟล์ทั้งหมด 4 ไฟล์ ไฟล์ภาพ.001 เฮดเดอร์.HDR Lat/Lon .LAT .LON)  
หมายเหตุ การเข้าใช้งาน โปรแกรม McIDAS ต้องทำที่หน้าเครื่องหรือผ่านโปรแกรม Xshell เท่านั้น(เพราะจะต้องเปิด Xbrowser เพื่อแสดงผล)  
ในกรณีที่ใส่คำสั่ง shell ให้ใส่คำสั่งเหมือนกันแต่เพิ่ม .k ที่ส่วนท้ายของคำสั่ง เช่น
- ```
$ imglist.k NANUK/Aqua_1KM.0
```

#### 4.7 การติดตั้ง OpenADDE

OpenADDE (<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/openadde/>) เป็นซอฟต์แวร์ในชุดเครื่องมือเดียวกับ McIDAS และพัฒนาโดยหน่วยงานเดียวกันคือ Space Science and Engineering Center, University of Wisconsin-Madison (<http://www.ssec.wisc.edu/>) ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่ให้บริการภาพถ่ายดาวเทียม (Imagery Server) แก่ McIDAS โดย McIDAS จะทำหน้าที่เป็น Client ส่วน OpenADDE จะทำหน้าที่เป็น Server และหากเราต้องการให้เครื่องแม่ข่ายของเราทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วย จะต้องทำการติดตั้งและกำหนดค่าให้แก่ OpenADDE มีขั้นตอนดังนี้

##### 1. ทำการเพิ่มรายชื่อผู้ใช้ MCADDE เข้าไปในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDE server นั้นต้องการ user ที่ทำหน้าที่เป็นเจ้าของของ Process โดยเฉพาะ ในที่นี้เราจะใช้ user ที่ชื่อว่า mcadde ในการทำงานนี้ โดยสามารถเพิ่มรายชื่อเข้าไปในระบบโดยใช้คำสั่ง

```
useradd -g users -m mcadde
```

## 2. ติดตั้ง ADDE DAEMON

ใน Redhat Linux หรือ Redhat cloning อื่น ๆ อย่างเช่น Rocks Clusters จะมี xinetd ที่ทำหน้าที่เป็นเสมือน superserver ที่คอยรับการเชื่อมต่อและไปเรียกโปรแกรมอื่น ๆ ขึ้นมาทำงานอีกที และ ADDE daemon เองก็ต้องถูกเรียกใช้งานโดย xinetd เช่นกัน ดังนั้นเราจึงต้องทำการติดตั้ง xinetd ก่อนการติดตั้ง ADDE เพื่อเป็นการตรวจสอบว่า xinetd ถูกติดตั้งไว้ในระบบหรือไม่ สามารถใช้คำสั่งต่อไปนี้ในการตรวจสอบได้

```
rpm -qa | grep xinetd
```

ไฟล์สำหรับการกำหนดค่า xinetd จะถูกเก็บไว้ที่ /etc/xinetd.d/

ถ้าหากตรวจสอบแล้วว่า xinetd ถูกติดตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้ง ADDE server โดยสามารถดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ทั้งหมดได้จากเว็บไซต์ของ SSEC และนำไปเก็บไว้ที่ Home directory ของผู้ใช้ mcidas

```
cd ~ mcidas
./mcinet2006.sh install mcadde
```

เราสามารถตรวจสอบการติดตั้ง และตรวจสอบการทำงานของ Service ได้โดย

```
$ grep mcidas /etc/services
-> mcidas 112/tcp # McIDAS ADDE port
```

และภายในไฟล์ /etc/xinet.d/ mcidas ควรมีข้อมูลดังนี้

```
$ more /etc/xinet.d/ mcidas

#mcidas (port 112)
service mcidas
{
  flags = REUSE
  socket_type = stream
  protocol = tcp
  wait = no
  user = mcadde
  port = 112
  server = /home/mcidas/bin/mcservsh
  server_args = -H /home/mcadde
}
```

การตรวจสอบอีกอย่างหนึ่งที่สามารถทำได้คือ การติดต่อ ADDE daemon ผ่านทาง Telnet

```
$ telnet localhost 112
```

```
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.localdomain (127.0.0.1).
Escape character is '^['.
```

### 3. การกำหนดค่า SHELL ENVIRONMENT

ไฟล์ที่ใช้สำหรับการกำหนดค่าให้แก่ ADDE daemon คือ ไฟล์ .mcenv ซึ่งอยู่ใน home directory ของผู้ใช้ mcadde เนื้อหาภายในไฟล์มีดังนี้

```
#BEGIN-----
# Bourne/Korn shell '.mcenv' environment variable definitions for the user
# 'mcadde'
# umask
umask 002

# MCHOME
MCHOME=/home/mcadde

# McIDAS environment variables
MCDATA=$MCHOME/mcidas/workdata
MCPATH=$MCHOME/mcidas/data:$MCHOME/help
MCGUI=$MCHOME/bin
MCTABLE_READ="$MCHOME/mcidas/data/MCTABLE.TXT"
MCTABLE_WRITE="$MCHOME/mcidas/data/MCTABLE.TXT"

# Turn on ADDE logging
ADDE_LOGGING=YES

# Define the PATH
PATH=${MCGUI}:$PATH

# Export the environment variables above
export MCPATH MCTABLE_READ MCTABLE_WRITE ADDE_LOGGING PATH

# CD to the MCDATA directory
cd $MCDATA
#END-----
```

และอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคือ ค่าใน BASH Profile ของผู้ใช้ mcadde

```
cat >> ~mcadde/.bash_profile
export MCPATH=/home/mcadde/mcidas/data
Ctrl+D
```

### 4. เพิ่ม DATASET เข้าไปใน ADDE

ถ้าหากยังไม่มี dataset จริง แต่ต้องการทำการทดสอบก่อนให้ทำการ Download ตัวอย่าง dataset จาก <http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/openadde/> ในที่นี้เลือกข้อมูลจาก ADDE's dataset (<ftp://ftp.ssec.wisc.edu/pub/mug/AREA0001>). โดยทำการ download และเก็บไว้ที่ /home/mcidas/data/ หลังจากนั้นใช้คำสั่ง DSSERVE เพื่อเพิ่ม dataset ดังนี้

```
$ dsserve.k ADD KMITL/AREA AREA TYPE=IMAGE DIRFILE=/home/mcidas/data/AREA*
"Image AREA file"
```

เมื่อใช้คำสั่ง DSSERVE แล้วจะต้องมีไฟล์ RESOLV.SRV ในไฟล์เตอร์ MCPATH ทำการดูค่าภายในไฟล์ดังนี้

```
$ more ~mcadde/mcidas/data/RESOLV.SRV
N1=KMITL,N2=AREA,TYPE=IMAGE,RT=N,K=AREA,R1=1,R2=999999,MASK=/home/mci
das/data/AREA*,C=Image AREA file",
```

และใช้คำสั่งของ ตรวจสอบ DATASET ดังนี้

```
$ dsserve.k
```

```
Group/Descriptor Type Format & Range RT Comment
```

```
-----
KMITL/IMAGE IMAGE AREA Image AREA file"
DIRFILE=/home/mcidas/data/AREA*
dsserve.k: done
```

```
*****THE KEY FILE IS RESOLV.SRV THAT MUST BE LOCATED IN
MCPATH.*****
```

5. ทำการตรวจสอบการติดตั้ง ADDE

Login ไปยังเครื่อง Server โดยใช้ชื่อผู้ใช้ oper และใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
dataloc.k ADD KMITL 161.246.34.56
dsinfo.k I KMITL
imglist.k KMITL/AREA.ALL
```

----ตัวอย่างผลลัพธ์-----

```
[oper@nas ~]$ dataloc.k ADD KMITL 161.246.34.56
```

```
Group Name Server IP Address
```

```
-----
KMITL 161.246.34.56
```

indicates that data will be accessed from the local data directory.

```
DATALOC -- done
```

```
[oper@nas ~]$ dsinfo.k I KMITL
```

```
Dataset Names of Type: IMAGE in Group: KMITL
```

```
Name NumPos Content
```

```
-----
AREA 99999 Image AREA file"
```

```
DSINFO -- done
```

```
[oper@nas ~]$ imglist.k KMITL/AREA.ALL
```

```
Image file directory listing for:KMITL/AREA
```

```
Pos Satellite/ Date Time Center Band(s)
```

```
sensor Lat Lon
```

```
-----
1 19 APR 07109 00:33:00 22 -145 1
```

```
imglist.k: done
```

```
[oper@nas ~]$
```

#### 4.8 บทสรุป

ในบทนี้ได้อธิบายถึงความสำคัญและประโยชน์ของซอฟต์แวร์ต่าง ๆ และได้อธิบายถึงขั้นตอนในการติดตั้งโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย โดยซอฟต์แวร์เหล่านี้มีบางส่วนที่เป็น Commercial Software และบางส่วนเป็น Open Source Software และมีให้บริการที่เครื่อง Linux Cluster ที่ได้สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5 บทสรุป

ในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการสร้างระบบ Linux Cluster ขึ้นมาเพื่อให้บริการการประมวลผลงานวิจัยแก่นักบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยในการสร้างนั้นได้ใช้ระบบปฏิบัติการ Rocks Clusters ซึ่งเป็น Linux Distribution ที่ได้รับความนิยมในงานทางด้านนี้ รวมทั้งระบบที่ได้จัดทำขึ้นได้มีการเชื่อมต่อกับทางศูนย์ไทยกริดแห่งชาติ หรืออาจเรียกว่าไทยกริด เพื่อขยายความร่วมมือและโอกาสทางการวิจัยให้แก่นักวิจัยอีกด้วย ทำให้นักวิจัยของทางสถาบันสามารถที่จะส่งงานไปประมวลผลในเครื่องคลัสเตอร์ของทางศูนย์ไทยกริด และมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ทั่วประเทศ ทำให้ได้รับผลลัพธ์จากการคำนวณรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

โครงการวิจัยได้มีการศึกษาและเตรียมความพร้อมทางด้านซอฟต์แวร์ไว้เพื่อให้บริการแก่นักวิจัยของทางสถาบันด้วยเช่นกัน เพราะหากมีแต่เครื่องคอมพิวเตอร์หรือ Hardware แต่เพียงอย่างเดียว การทำงานก็ไม่สะดวกหรือเป็นไปได้ยาก ดังนั้นทางสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ จึงได้มีการเตรียมการไว้ให้ในส่วนนี้ด้วย

ในการเข้าใช้งานระบบ ผู้ใช้เพียงแต่ทำการ Login ด้วย Username/Password ที่ทางสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์กำหนดให้ ผ่านทาง Secure Shell (SSH) เข้ามายังเครื่อง Front-end และทำการส่งงานไป Run ผ่านทางระบบตัวจัดการระบบงาน (Job Management) หลังจากนั้นงานจะถูกส่งไปประมวลผลยังเครื่องประมวลผลที่เหมาะสมต่อไป

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้งานระบบคลัสเตอร์ที่ได้สร้างขึ้นมา นั้นมีความง่าย ไม่ได้ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าโครงการนี้อื้อประโยชน์ และเป็นการกระตุ้นให้เกิดการวิจัยทางด้าน การประมวลผลความเร็วสูงในด้านอื่น ๆ ต่อไป

## Reference

- [1] Rocks Clusters (<http://www.rocksclusters.org/>)
- [2] Globus Toolkit (<http://www.globus.org>)
- [3] Mapping Toolbox (<http://www.mathworks.com/products/mapping/>)
- [4] ENVI (<http://www.itvis.com/envi>)
- [5] OpenADDE (<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/openadde/>)
- [6] McIDAS (<http://www.ssec.wisc.edu/mcidas/>)
- [7] HySPLIT (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>)
- [8] PGI (<http://www.pgroup.com/>)
- [9] GridKMITL (<http://gridmd.kmitl.ac.th/>)
- [10] ThaiGrid (<http://thaigrd.kmitl.ac.th/>)

