การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจาย

นางสาวเปรมจิต อภิเมธีธำรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTEGRATED COLLABORATIVE VISUALIZATION ON A DISTRIBUTED SYSTEM

Miss Pemjit Aphimaeteethomrong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering

Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจาย
โดย	นางสาว เปรมจิต อภิเมธีธำรง
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร. วีระ เหมืองสิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. วิษณุ โคตรจรัส)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร. วีระ เหมืองสิน)

..... กรรมการ (ภายนอกมหาวิยาลัย)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรณี อจลากุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ เรืองรัศมี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เปรมจิต อภิเมธีธำรง : การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจาย. (INTEGRATED COLLABORATIVE VISUALIZATION ON A DISTRIBUTED SYSTEM) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร. วีระ เหมืองสิน, 92 หน้า.

การทำจินตทัศน์เป็นวิธีการแสดงข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหวที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร หรือสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลจำนวนมากสามารถเข้าใจความหมายของข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น ประกอบกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันในปัจจุบันนับได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีทรัพยากรที่ใช้แตกต่างกัน ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณมาก มีความต้องการระบบที่ประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว และระบบที่จัดการการแบ่งปันข้อมูลที่ใช้ในการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ

จากปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวคิดที่ผสมผสานรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายและระบบจินตทัศน์ร่วมทุกรูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้โปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ในการทำจินตทัศน์และระบบพอร์ทัลในการจัดการข้อมูล การออกแบบและทดสอบระบบได้นำการทดลองสีนามิมาเป็นกรณีศึกษา โดยผลการใช้งานระบบนั้นพบว่า ผู้ใช้สามารถทำจินตทัศน์สีนามิได้โดยที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรมจินตทัศน์ขึ้นเองและยังสามารถเก็บผลลัพธ์ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในอนาคต พร้อมกันนี้ระบบยังมีส่วนการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานเพื่อช่วยลดเวลาการทำงานให้สั้นลง และพบว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจะแปรผันตรงกับขนาดของข้อมูลและความซับซ้อนของโปรแกรมจินตทัศน์ ซึ่งในข้อมูลชุดพบว่าผลการทดลองแบบขนานใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าแบบเดิม 2.9 เท่าในสภาพแวดล้อมที่กำหนด นับได้ว่าการประมวลผลแบบขนานจะช่วยลดเวลาในการทำจินตทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบที่ออกแบบขึ้นก็สามารถใช้งานได้จริงตามลักษณะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....เปรมจิต อภิเมธีธำรง.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....วีระ เหมืองสิน.....
ปีการศึกษา.....2550.....

4970441521 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEY WORD: VISUALIZATION / COLLABORATIVE VISUALIZATION / DISTRIBUTED SYSTEM

PEMJIT APHIMAETEETHOMRONG: INTEGRATED COLLABORATIVE VISUALIZATION ON A DISTRIBUTED SYSTEM. THESIS PRINCIPLE ADVISOR: VEERA MUANGSIN, Ph.D., 92 pp.

Data visualization is a powerful tool not only in computational science and engineering but any area that makes use of large data set such as computer modeling and simulation. It allows us to use the immense power of our visual system to gain insight and better understanding of complex data. It is also an effective communication medium for collaborations with colleagues and for presenting the information to others. In the present, scientific experiments are crucial but each institute has different resources.They also require fast computational system and efficiency sharing management system.

This thesis reviews ways in which visualization can be used in distributed and collaborative environments. Based on a classification of fundamental distributed visualization, most classes and their combinations can be realized with available tools are demonstrated. Our implementation mainly uses OpenDX. A distributed visualization system for tsunami simulation has been developed as a proof of concept. The experiments of tsunami visualization show that user can visualize without programming. The results can be recorded in visualization archives for the future inquiry. Moreover, the system includes parallel computing functionality for reducing computing time. The results show that parallel computing time varies inversely with data size and complexity of visualization program. For time history data, the time consumption of parallel visualization is 2.9 times less than that of sequential visualization. Therefore, parallel computing can help reduce computing time in visualization process. Finally, overall system can be used in the real-world scientific experiments.

Department....Computer Engineering.... Student's Signature.เปี่ยมศิริ อภิเมฆำรง

Field of study..Computer Engineering.. Principle Advisor's Signature.วีระ เมืองสิงห์

Academic year....2007.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน ท่านแรกคือ อาจารย์ ดร. วีระ เหมืองสิน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำที่ดีทั้งเรื่องแนวคิดในการทำวิจัย การเขียนเอกสารทางวิชาการ และคอยตรวจแก้งานมากมายของผู้วิจัย

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. อาณัติ เรืองรัศมี และนายอาทิตย์ อินทวี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการทดลองและข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเมื่อมีปัญหา ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

ขอขอบคุณนายธีรยุทธ โกสินทร์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและคำปรึกษาต่างๆ แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ในทุกๆ เรื่อง ตั้งแต่การเลี้ยงดูด้วยความเมตตา คำแนะนำเมื่อมีปัญหา คำเตือนสำหรับเรื่องที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม กำลังใจเมื่อเกิดความท้อแท้ และการสนับสนุนตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา 1
1.2 ปัญหาที่พบ 2
1.3 แนวทางการแก้ปัญหา 2
1.4 วัตถุประสงค์ 3
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 3
1.6 ขอบเขตของงานวิจัย 4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.8 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 ทฤษฎี 6
2.1.1 กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Experiment) 6
2.1.2 จินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Visualization) 7
2.1.3 กระบวนการขั้นพื้นฐานของการทำจินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 7
2.1.4 กระบวนการและพัฒนาการของการทำจินตทัศน์ 9
2.1.5 เครื่องมือในการทำจินตทัศน์ (Visualization) 12
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
2.2.1 ระบบจินตทัศน์แบบกระจาย (Distributed Visualization Systems) 14
2.2.2 จินตทัศน์ร่วม (Collaborative Visualization) 24
2.3 การเปรียบเทียบงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
2.3.1 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของระบบจินตทัศน์แบบกระจาย 35

2.3.1 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของระบบจินตทัศน์ร่วม 36
บทที่ 3 การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสาน 38
3.1 แนวคิดในการออกแบบระบบ 38
3.2 สถาปัตยกรรม 40
3.2.1 แหล่งข้อมูลของผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Data Source) 42
3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับทำจินตทัศน์ (Visualization Machine) 45
3.2.3 ฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ (Visualization Archive) 45
3.2.4 จินตทัศน์ร่วม (Collaboration Visualization) 46
3.3 การประมวลผลจินตทัศน์ 52
3.3.1 แบ่งตามงานหรือหน้าที่การทำงาน (Functional Partitioning) 52
3.3.2 แบ่งตามข้อมูล (Data Partitioning) 53
บทที่ 4 กรณีศึกษาการทดลองสึนามิ 55
4.1 การทำจินตทัศน์สึนามิ 55
4.1.1 ข้อมูลเดี่ยวจากโปรแกรมจำลอง 55
4.1.2 ข้อมูลชุดจากโปรแกรมจำลอง 56
4.2 ระบบพอร์ทัลของการทำจินตทัศน์สึนามิ 58
4.2.1 มุมมองการทำงานระบบพอร์ทัล 58
4.2.2 การประมวลผลจินตทัศน์สึนามิแบบขนาน 64
บทที่ 5 ประเมินประสิทธิภาพระบบ 66
5.1 เปรียบเทียบการประมวลผลแบบลำดับและแบบขนาน 66
5.1.1 ข้อมูลเดี่ยว 66
5.1.2 ข้อมูลชุด 69
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและแนวทางพัฒนาต่อ 74
6.1 สรุปผลการวิจัย 74
6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ 74
รายการอ้างอิง 76
ภาคผนวก 79
ภาคผนวก ก. การใช้งานระบบจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจาย 80
ภาคผนวก ข. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ 91
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 92

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 2.1: ข้อแตกต่างของการแบ่งปันข้อมูลในแต่ละรูปแบบ [4] 30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1: แสดงกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กันกับจินตทัศน์ 7
รูปที่ 2.2: กระบวนการกรองข้อมูล 8
รูปที่ 2.3: กระบวนการทำจินตทัศน์ขั้นพื้นฐาน 9
รูปที่ 2.4: กระบวนการสร้างภาพเคลื่อนไหว 10
รูปที่ 2.5: กระบวนการทำจินตทัศน์แบบโต้ตอบ 11
รูปที่ 2.6: กระบวนการทำจินตทัศน์แบบโต้ตอบและขับเคลื่อนข้อมูลในแบบจำลอง 11
รูปที่ 2.7: แสดงตัวอย่างการใช้ซอฟต์แวร์ประเภทพลอทติ้ง 12
รูปที่ 2.8: แสดงตัวอย่างการใช้งานซอฟต์แวร์ประเภทเทิร์นคีย์ 13
รูปที่ 2.9: แสดงตัวอย่างการใช้งานซอฟต์แวร์ประเภทดาต้าโฟลว์ 13
รูปที่ 2.10: แสดงตัวอย่างการใช้ภาษา skML 14
รูปที่ 2.11: รูปแบบทั่วไปของการทำจินตทัศน์ 15
รูปที่ 2.12: รูปแบบการใช้งานของระบบจินตทัศน์ขั้นพื้นฐาน 16
รูปที่ 2.13: แสดงรูปแบบของการทำจินตทัศน์ที่นำข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา 17
รูปที่ 2.14: แสดงการทำจิตทัศน์จากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งของ VISOR 18
รูปที่ 2.15: แสดงรูปแบบของการทำจินตทัศน์แบบขนาน 18
รูปที่ 2.16: แสดงสถาปัตยกรรมของระบบการคำนวณและเรนเดอร์แบบขนานของ AVS/Express 19
รูปที่ 2.17: ผลลัพธ์จากการคำนวณและแสดงผลแบบขนานของ AVS/Express 19
รูปที่ 2.18: แสดงผลจากการเรนเดอร์ของระบบ [13] 20
รูปที่ 2.19: แสดงรูปแบบการทำจินตทัศน์แบบร่วม 21
รูปที่ 2.20: สถาปัตยกรรมของระบบ [14] ซึ่งแบ่งออกเป็นโมดูล 21
รูปที่ 2.21: แสดงมุมมองของผู้ใช้ในกลุ่มทำจินตทัศน์หนึ่งใน AR 22
รูปที่ 2.22: แสดงรูปแบบการทำจินตทัศน์ผ่านระบบเครือข่าย 23
รูปที่ 2.23: สถาปัตยกรรมของ OptIPuter 25
รูปที่ 2.24: การทำงานของ LambdaRam แบบหลายหน้าจอ 26
รูปที่ 2.25: การใช้งานของ WiggleView 26
รูปที่ 2.26: รูปแบบการใช้งานของ SAGE 27
รูปที่ 2.27: รูปแบบการทำงานของ COVISA 28
รูปที่ 2.28: แสดงลักษณะการใช้งานของ gViz ผ่านโปรแกรม IRIS 29
รูปที่ 2.29: ตัวอย่างการใช้งาน gViz บนโปรแกรมจินตทัศน์หลายๆ โปรแกรม 29

รูปที่ 2.30: แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ [23] 32
รูปที่ 2.31: แสดงผลลัพธ์จากการทำจินตทัศน์จากสภาพตัวอย่างที่แตกต่างกัน 33
รูปที่ 2.32: แสดงองค์ประกอบของระบบ [27] 34
รูปที่ 3.1: รูปแบบการผสมผสานระบบจินตทัศน์แบบกระจาย 39
รูปที่ 3.2: รูปแบบการผสมผสานระบบจินตทัศน์ร่วมในระบบแบบกระจาย 40
รูปที่ 3.3: สถาปัตยกรรมของระบบ 41
รูปที่ 3.4: แสดงส่วนประกอบของระบบ 42
รูปที่ 3.5: แสดงการเชื่อมต่อเพื่อสำเนาข้อมูลระหว่างระบบพอร์ทัลและระบบกริด 43
รูปที่ 3.6: การติดต่อสื่อสารระหว่างพอร์ทัลกับเครื่องทำจินตทัศน์ 45
รูปที่ 3.7: การติดต่อสื่อสารระหว่างโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์และระบบพอร์ทัล 47
รูปที่ 3.8: การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบหลายหน้าจอผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ 47
รูปที่ 3.9: สถาปัตยกรรมภายในระบบการแสดงผลจินตทัศน์ร่วมแบบหลายหน้าจอ 48
รูปที่ 3.10: การแบ่งข้อมูลและการกระจายผลลัพธ์ 49
รูปที่ 3.11: การแปลงข้อมูลและการแสดงผล 50
รูปที่ 3.12: การประสานเวลาในการแสดงผล 50
รูปที่ 3.13: การแบ่งการแสดงผลแบบคอลัมน์ 51
รูปที่ 3.14: การแบ่งการแสดงผลแบบแถว 51
รูปที่ 3.15: การแบ่งการแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส 52
รูปที่ 3.16: แนวคิดการทำจินตทัศน์แบบขนานโดยแบ่งตามงานหรือหน้าที่การทำงาน 53
รูปที่ 3.17: แนวคิดการทำจินตทัศน์แบบขนานโดยแบ่งตามข้อมูล 54
รูปที่ 4.1: รูปแบบการใช้ข้อมูลเดี่ยวของการทำจินตทัศน์สืนามิ 55
รูปที่ 4.2: ลำดับการทำจินตทัศน์สืนามิของข้อมูลเดี่ยว 56
รูปที่ 4.3: รูปแบบการใช้ข้อมูลชุดของการทำจินตทัศน์สืนามิ 57
รูปที่ 4.4: ลำดับการทำจินตทัศน์สืนามิของข้อมูลชุด 57
รูปที่ 4.5: ลักษณะรูปแบบของแต่ละบริเวณ 59
รูปที่ 4.6: สถาปัตยกรรมและมุมมองการทำงานของเว็บพอร์ทัลในส่วนของการแปลงข้อมูล 59
รูปที่ 4.7: สถาปัตยกรรมและมุมมองการทำงานของเว็บพอร์ทัลในส่วนของการทำจินตทัศน์ 60
รูปที่ 4.8: มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัลในส่วนของการแปลงข้อมูล 61
รูปที่ 4.9: มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัลในส่วนของการทำจินตทัศน์ 62
รูปที่ 4.10: กรณีการใช้งานระบบ 62
รูปที่ 4.11: แสดงลำดับการใช้งานของผู้ใช้ 63
รูปที่ 4.12: การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลเดี่ยวในการทดลองสืนามิ 64

รูปที่ 4.13: การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับการทดลองสึนามิ 65
รูปที่ 5.1: รูปแบบการประมวลผลแบบขนานของข้อมูลเดี่ยว 67
รูปที่ 5.2: โปรแกรมจินตทัศน์ของข้อมูลเดี่ยวและการแบ่งการประมวลผล 68
รูปที่ 5.3: การเปรียบเทียบการประมวลผลแบบขนานกับข้อมูลเดี่ยว 68
รูปที่ 5.4: การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลชุด 70
รูปที่ 5.5: โปรแกรมจินตทัศน์ของข้อมูลชุดและการแบ่งการประมวลผล 70
รูปที่ 5.6: ผลการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานโดยเพิ่มจำนวนการแบ่งข้อมูล 71
รูปที่ 5.7: สปีดอัพของการประมวลผลแบบขนานกับข้อมูลชุด 72
รูปที่ 5.8: การเปรียบเทียบการประมวลผลแบบขนานและแบบลำดับกับข้อมูลชุด 72
รูปที่ ก.1: หน้าแรกของระบบ 80
รูปที่ ก.2: การสืบค้นข้อมูล 81
รูปที่ ก.3: แสดงรายละเอียดของข้อมูล 81
รูปที่ ก.4: แสดงผลจินตทัศน์แบบเต็มจอ 82
รูปที่ ก.5: สมัครสมาชิก 82
รูปที่ ก.6: การเข้าใช้งานระบบ 83
รูปที่ ก.7: ผลการทำจินตทัศน์ของนักวิจัย 83
รูปที่ ก.8: การปรับเปลี่ยนลักษณะการแสดงผล 84
รูปที่ ก.9: การเปลี่ยนรหัสผ่าน 84
รูปที่ ก.10: การเปลี่ยนข้อมูลส่วนตัว 85
รูปที่ ก.11: การอัพโหลดข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 85
รูปที่ ก.12: คู่มือการอัพโหลดข้อมูลจากคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ 86
รูปที่ ก.13: การอัพโหลดข้อมูลจากคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ 86
รูปที่ ก.14: คู่มือการอัพโหลดข้อมูลจากกริด 87
รูปที่ ก.15: ระบุเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับในระบบกริด (Grid Trusted Host) 87
รูปที่ ก.16: เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับในระบบกริด 88
รูปที่ ก.19: การแปลงข้อมูล 89
รูปที่ ก.20: การเลือกรูปแบบของการทำจินตทัศน์ 89
รูปที่ ก.21: การระบุรายละเอียดของการทำจินตทัศน์ 90
รูปที่ ก.22: การปรับเปลี่ยนการแสดงผล 90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การทดลองทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น การสังเกตการไหลของน้ำ การสังเกตการเคลื่อนที่ของอากาศ สิ่งต่างๆเหล่านี้นำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อจำลองการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สนใจ เมื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกสร้างขึ้น โปรแกรมที่จำลองขึ้นจากแบบจำลองดังกล่าวจึงถูกสร้างขึ้นตามมา โดยกระบวนการดังกล่าวมักข้องเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก และไม่อาจใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลธรรมดาคำนวณได้ จำเป็นต้องใช้ระบบการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวไม่สามารถบอกอะไรได้มากนัก สื่อความเข้าใจได้ยากด้วยเหตุเพราะปริมาณของข้อมูลที่มีจำนวนมาก ดังนั้นกระบวนการทำจินตทัศน์ (Visualization) จึงเกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงในรูปแบบของภาพ 2 มิติ 3 มิติ หรือภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้สามารถเข้าใจความหมาย ความเชื่อมโยงของข้อมูล และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาอย่างมีประสิทธิภาพ การทำจินตทัศน์จึงนับเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ 2 ประการหลัก คือ ประการแรก ทำให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยความสามารถในการรับรู้ทางจักษุประสาท ประการที่สองใช้เป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ สื่อสาร และถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล ไปยังบุคคลทั่วไปเพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจที่ตรงกัน

การทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือผู้เชี่ยวชาญจากหลายๆหน่วยงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อช่วยกันคิดวิเคราะห์การทดลองและผลการทดลองที่ได้ เพื่อหาข้อสรุปในสิ่งที่สนใจ ดังนั้นระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน (Collaborative Scientific Experiment) และการทำจินตทัศน์ร่วมกัน (Collaborative Visualization) จึงนับเป็นสิ่งจำเป็น ที่ช่วยให้การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าไปยิ่งขึ้น อีกทั้งหากนักวิจัยต้องการเผยแพร่ผลการทดลองให้แก่บุคคลอื่นที่มีความสนใจในงานวิจัยนั้นๆ เพื่อเป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นหรือค้นพบขึ้นก็นับเป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นกัน การสร้างระบบเพื่อรองรับกับความต้องการดังกล่าว จะรวมไปถึงการร่วมใช้ข้อมูลทั้งอินพุตเอาต์พุต และการทำจินตทัศน์ร่วม อันจะช่วยให้การทดลองทางวิทยาศาสตร์มีคุณค่าและมีศักยภาพสูงมากยิ่งขึ้นตามลำดับ

1.2 ปัญหาที่พบ

1. แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์มาจากหลากหลายแหล่งที่มา อันเนื่องมาจากการทดลองร่วมกันในหลายหน่วยงานซึ่งต่างมีทรัพยากรที่ใช้ในการทดลองแตกต่างกัน เช่น คอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ กริด คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นต้น
2. ความก้าวหน้าทางวิทยาการในปัจจุบัน กอปรกับความเร็วของหน่วยประมวลผล ความจุของหน่วยความจำ (memory) หน่วยเก็บข้อมูล (data storage) และความเร็วของระบบเครือข่ายที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสร้างโปรแกรมจำลองที่มีความซับซ้อนและมีปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดความต้องการการประมวลผลที่ต้องใช้พลังการคำนวณสูง
3. ความเชี่ยวชาญของแต่ละคนไม่เท่ากัน เกิดความต้องการที่จะทำการทดลองร่วมกันเพื่อช่วยให้การทดลองนั้น ๆ มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น
4. ด้วยความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความต้องการการใช้งานข้อมูลของจินตทัศน์มีความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานตามไปด้วย
5. ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำจินตทัศน์มีจำนวนมากความต้องการที่จะดูผลของจินตทัศน์มีหลายรูปแบบ อีกทั้งมีความต้องการเก็บข้อมูลเหล่านั้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการสืบค้นหาข้อมูลที่สนใจ4

1.3 แนวทางการแก้ปัญหา

เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้นำแนวคิดของระบบจินตทัศน์แบบกระจายมาใช้ โดยทำการผสมผสานทุกรูปแบบของระบบแบบกระจายเข้าไว้ด้วยกัน อันได้แก่

1. การทำจินตทัศน์ที่ส่วนของข้อมูลอยู่บนระบบกระจาย (Multiple Source Visualization) เพื่อรองรับกับการทำจินตทัศน์ที่ใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลากหลายแหล่งและหลากหลายประเภท
2. การทำจินตทัศน์แบบขนาน (Parallel Visualization) เพื่อทำให้การประมวลผลจินตทัศน์เป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น
3. การทำจินตทัศน์จากแหล่งข้อมูลเดียวกัน (Sharing Data Visualization) เพื่อทำให้เกิดการทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน
4. การทำจินตทัศน์ผ่านเครือข่ายเพื่อช่วยให้นักวิจัยที่อยู่ต่างที่สามารถติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้

และเนื่องจากในปัจจุบันการทำการทดลองร่วมกันนับเป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะเหตุที่ว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างมีความรู้ความชำนาญไม่เท่ากัน งานวิจัยนี้จึงรองรับการทำจินตทัศน์ร่วมโดยรวบรวมรูปแบบต่าง ๆ ของการทำงานร่วมเข้าสู่ภายในระบบ อันได้แก่

1. การทำจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาและสถานที่เดียวกัน โดยเน้นในเรื่องของการแสดงผลจินตทัศน์แบบหลายหน้าจอ
2. การทำจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่ โดยเน้นในเรื่องของการแบ่งปันข้อมูลหลากหลายรูปแบบ
3. การทำจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาสถานที่เดียวกัน โดยเน้นในเรื่องของการทำฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการทำจินตทัศน์
4. การทำจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาและสถานที่ โดยเน้นในเรื่องของการใช้เว็บแอ๊พพลิเคชั่นมาใช้ในการจัดการระบบเพื่อรองรับการการทำจินตทัศน์ในลักษณะดังกล่าว

1.4 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างระบบจินตทัศน์ที่ผสมผสานรูปแบบของการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้เทคโนโลยีของระบบกระจายมาใช้ในการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ของระบบ อันได้แก่

1. การนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เพื่อนำมาทำจินตทัศน์
2. การประมวลผลแบบขนานเพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผล
3. สร้างระบบพอร์ทัลสำหรับการทดลอง โดยกำหนดสภาพตัวอย่างเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์สามารถกำหนดสภาพตัวอย่างการทดลอง และแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกันได้ โดยใช้กรณีศึกษาคือ การจำลองสึนามิ
4. สร้างระบบที่สามารถแสดงจินตทัศน์ร่วมได้หลายรูปแบบ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับนักวิทยาศาสตร์สามารถมองเห็นมุมมองของข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาและออกแบบระบบบพอร์ทัล

   เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้การทดลองสึนามิเป็นกรณีศึกษา ดังนั้นการศึกษาถึงกระบวนการทดลองการเกิดคลื่นสึนามิรวมถึงการออกแบบระบบตามกระบวนการดังกล่าวจึงถือเป็นขั้นตอนเริ่มแรกของงานวิจัยนี้ ทั้งนี้การออกแบบระบบผู้วิจัยได้คำนึงถึงการนำเอา

ไปใช้งานได้จริงเป็นสำคัญ ดังนั้นการสอบถามนักวิจัยถึงความต้องการของระบบและการใช้งานต่างๆ จึงเป็นส่วนสำคัญของงานวิจัยนี้

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ

- ภาษาพีเอชพี (php) เป็นภาษาที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบพอร์ทัล
- โกลบัส (globus) เป็นมิดเดิลแวร์ที่ใช้ในการติดต่อระบบกริด
- โปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์

3. ศึกษาและออกแบบฐานข้อมูล

เนื่องจากระบบมีการออกแบบให้นักวิจัยสามารถสืบค้นข้อมูลของการทำจินตทัศน์เพื่อการวิจัยและการเตือนภัย ดังนั้นการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าวนับเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งผู้วิจัยได้นำฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์มายเอสคิวแอล (Mysql) มาใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อนำเอามาใช้ภายในระบบ

4. ทดสอบการทำงานและประเมินประสิทธิภาพของระบบ
5. สรุปผลการวิจัย
6. จัดทำวิทยานิพนธ์

1.6 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตของแต่ละส่วนดังนี้

1. ส่วนของการทำจินตทัศน์

ในส่วนของการทำจินตทัศน์ ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการทำจินตทัศน์ตามความต้องการของภาควิชาวิศวกรรมโยธา

2. ส่วนของระบบพอร์ทัล

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบโดยใช้การทดลองสึนามิเป็นกรณีศึกษา

3. ส่วนของการแสดงผลแบบหลายหน้าจอ (Tiled Display)

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบโดยให้สามารถแสดงผลแบบหลายหน้าจอ (Tiled Display) ไว้ 3 แบบคือ แบบคอลัมน์ แบบแถว และแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้รองรับแบบละ 4 หน้าจอเท่านั้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ได้ระบบแสดงจินตทัศน์ร่วมบนทรัพยากรแบบกระจายที่นักวิทยาศาสตร์ สามารถดาวน์โหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลากหลายรูปแบบ

2. ทำให้ได้เว็บพอร์ทัลสำหรับการทำจินตทัศน์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถทำจินตทัศน์ได้แม้ไม่มีความรู้ในการทำจินตทัศน์ ทั้งนี้ผู้ที่ทำจินตทัศน์จะต้องเข้าใจถึงลักษณะของข้อมูลนั้นๆ ด้วย
3. ทำให้ได้เว็บพอร์ทัลสำหรับการทดลองสืนามิ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถทำการทดลองและแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกันได้
4. ทำให้ได้ระบบการแสดงจินตทัศน์ร่วมหลายแบบช่องทาง เพิ่มทางเลือกให้กับนักวิทยาศาสตร์สามารถเห็นข้อมูลได้หลากหลายมุมมองมากขึ้น

1.8 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 ซึ่งเป็นบทนำซึ่งจะกล่าวถึงรูปแบบและลักษณะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จินตทัศน์ร่วมบนระบบแบบกระจาย ปัญหาที่พบ แนวทางการแก้ปัญหา วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงาน ขอบเขตของงานวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 เป็นการสรุปถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ การแสดงจินตทัศน์ร่วม และระบบจินตทัศน์แบบกระจาย

บทที่ 3 นำเสนอการออกแบบระบบการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจาย

บทที่ 4 เป็นกรณีศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเอาการทดลองสืนามิมาเป็นกรณีศึกษา และเป็นแนวทางในการออกแบบระบบ

บทที่ 5 เป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

บทที่ 6 เป็นการสรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะและแนวทางการวิจัยต่อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

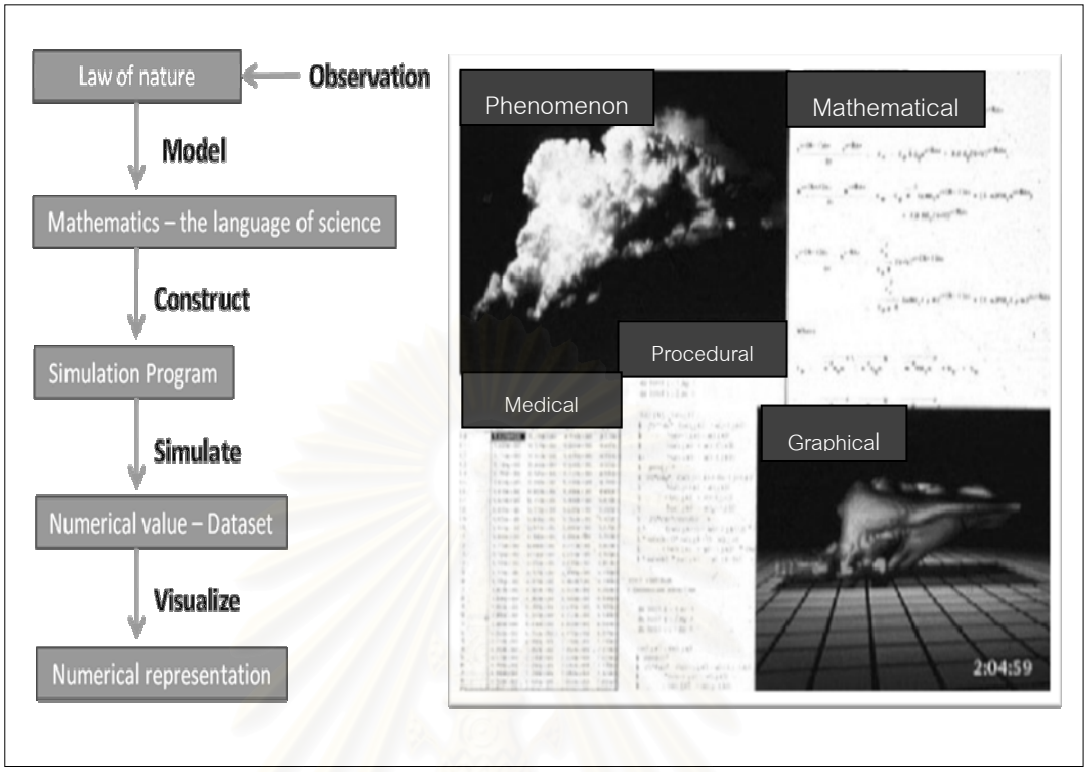
งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการทำจิตทัศน์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้จึงประกอบไปด้วย 5 ส่วน คือ (1) กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (2) จินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (3) กระบวนการขั้นพื้นฐานของการทำจินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (4) กระบวนการและพัฒนาการการทำจินตทัศน์ และ (5) เครื่องมือในการทำจินตทัศน์ซึ่งมีอยู่หลายประเภท และถูกแบ่งตามลักษณะการใช้งาน

2.1.1 กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Experiment)

เพื่อความเข้าใจถึงลักษณะการทำจินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ควรเรียนรู้เป็นอันดับแรกคือกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้กล่าวถึงกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนสัมพันธ์กันกับการทำจินตทัศน์ [1] ดังต่อไปนี้

กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาองค์ความรู้ต่างๆ การแสวงหาองค์ความรู้นั้นจะเริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สนใจ ยกตัวอย่างเช่น การสังเกตเมฆฝน การสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นต้น แล้วรวบรวมเอาสิ่งที่สังเกตได้มาแสดงให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายถึงลักษณะของการเกิดปรากฏการณ์นั้นๆ หลังจากนั้นนักวิทยาศาสตร์จะนำเอาสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ มาสร้างเป็นโปรแกรมจำลองเพื่อสร้างข้อมูลของลักษณะการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สนใจ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะจากโปรแกรมดังกล่าวจะเป็นตัวเลขจำนวนมากที่ทำความเข้าใจได้ยาก ดังนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาผ่านกระบวนการของจินตทัศน์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของรูปภาพ หรือภาพเคลื่อนไหว ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1: แสดงกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กันกับจินตทัศน์

2.1.2 **จินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์** (Scientific Visualization)

จินตทัศน์หรือวิชวลไลเซชั่น (Visualization) [2, 3] เป็นการสร้างภาพ แผนผัง หรือภาพเคลื่อนไหว ที่ใช้ในการสื่อสารแทนข้อความ วิธีการนี้สามารถใช้ได้ทั้งในทางรูปธรรมและนามธรรม โดยมีทั้งการจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในอดีต เหตุการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ หรือการสร้างภาพในอนาคต จินตทัศน์เป็นวิธีการสร้างภาพที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างครบถ้วนมากมายแทนการนำเสนอข้อความที่เป็นข้อมูลจำนวนมาก วิธีนี้อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นพบข้อมูลที่ซ้อนเร้นเมื่อดูข้อมูลนั้นด้วยจินตทัศน์ ยกตัวอย่างเช่น มีข้อมูลอยู่จำนวน 100,000 รายการ หากใช้การนำเสนอเป็นข้อความ ผลลัพธ์อาจไม่เหมาะสม เพราะทำให้เกิดการสร้างรายงานจำนวนมหาศาล การนำเสนอข้อมูลด้วยจินตทัศน์เพียง 1 ภาพแต่สามารถแทนค่าของชุดข้อมูลจำนวนมากได้ หรือภาพเพียง 1 ภาพอาจใช้แทนข่าวสารได้เป็นร้อยคำหรือพันคำ จึงเป็นแนวคิดของการทำจินตทัศน์

2.1.3 **กระบวนการขั้นพื้นฐานของการทำจินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์**

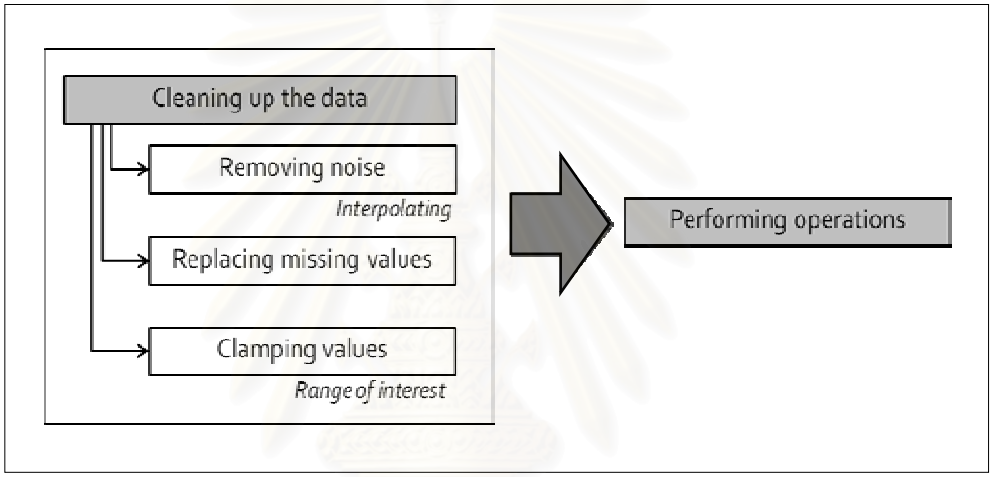
การทำจินตทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการขั้นพื้นฐาน [4] ที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.3.1 **การกรองข้อมูล** (Data Filtering)

เป็นการกรองข้อมูลดิบ ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยกรองเอาข้อมูลเฉพาะส่วนที่สนใจเพื่อนำมาใช้ในการทำจินตทัศน์ การกรองข้อมูลนั้นมีดังต่อไปนี้

1) การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง (Removing Noise) ยกตัวอย่างเช่น การตัดข้อความที่ไม่จำเป็นออกไป
2) การแทนค่าของข้อมูลที่หายไป (Replacing Missing Values) เป็นการเติมเต็มข้อมูลในส่วนที่หายไป เพื่อให้ข้อมูลดังกล่าวสามารถทำจินตทัศน์ได้ ยกตัวอย่างเช่น มีข้อมูลของผืนดินที่มีขนาดของพื้นที่ (Grid Size) 500 x 300 แต่โปรแกรมจินตทัศน์ต้องการข้อมูลที่มีขนาดพื้นที่ 500 x 500 ดังนั้นจึงแทนค่าที่เหลือด้วย 0 โดยที่ 0 เป็นค่าของผืนดินที่ระดับน้ำทะเล เป็นต้น
3) การกรองข้อมูลเฉพาะส่วนที่สนใจ (Clamping Values) เป็นการกรองเฉพาะข้อมูลที่สนใจเพื่อนำมาใช้ในการสร้างจินตทัศน์ เช่นการกรองข้อมูลที่มีค่าระหว่าง 50-90 เป็นต้น

หลังจากกรองข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ได้จะเข้าสู่กระบวนการทำจินตทัศน์ต่อไป ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2: กระบวนการกรองข้อมูล

2.1.3.2 **การแสดงผล** (Representation Issues)

เป็นการเลือกระบุรูปแบบของการแสดงผลข้อมูลของสิ่งที่สนใจ โดยนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ เช่น การทดลองทางด้านเคมีที่แสดงตำแหน่งของอนุภาคต่าง ๆ อาจแสดงในรูปแบบพิกัดของข้อมูล (Coordinate System) การทดลองทางสึนามิ อาจแสดงในรูปของกริด (Regular Grid) เป็นต้น

2.1.3.3 **ความถูกต้อง** (Accuracy)

ผลของการทำจินตทัศน์จะต้องมีความถูกต้อง กล่าวคือหากนำเอาผลลัพธ์ของการทำจินตทัศน์มาเปรียบเทียบ กับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจินตทัศน์อื่นที่กำหนดลักษณะการแสดงผลอย่างเดียวกันแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะต้องมีความคล้ายคลึงกัน และยอมรับได้ในหมู่นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการทดลองในเรื่องเดียวกัน

2.1.3.4 **การรับรู้** (Human Perception)

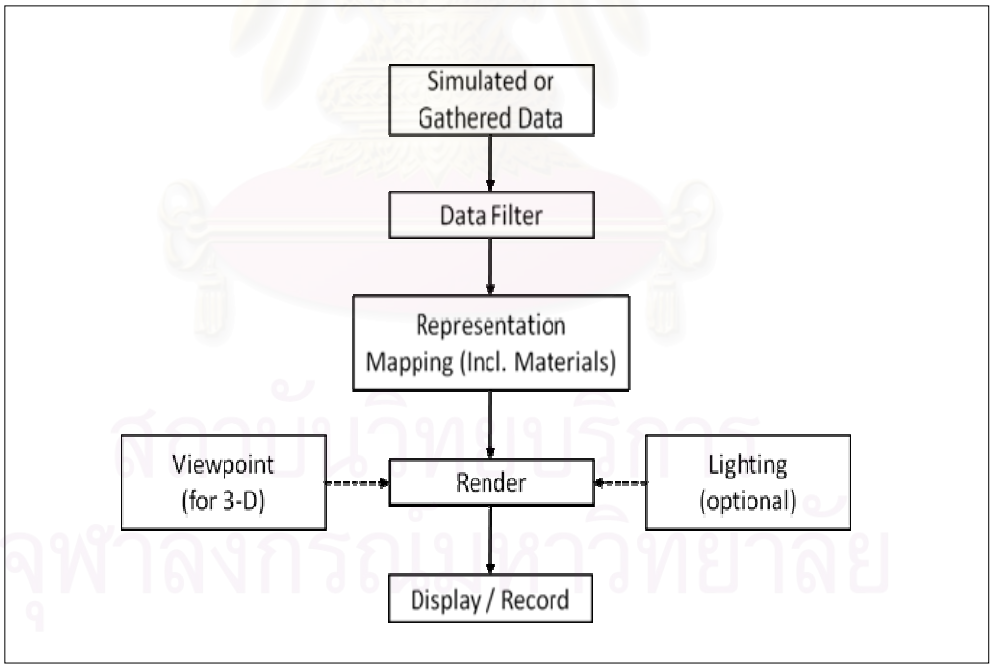
ผลของการทำจินตทัศน์จะต้องง่ายแก่การทำความเข้าใจ สามารถมองเห็นถึงรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ รับรู้ได้ว่าต้องการสื่อถึงอะไร และเกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ เพิ่มขึ้น

2.1.4 กระบวนการและพัฒนาการของการทำจินตทัศน์

กระบวนการและพัฒนาการของการทำจินตทัศน์มีรูปแบบซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.4.1 แบบภาพนิ่ง (Still Imagery)

เป็นรูปแบบของการทำจินตทัศน์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งกระบวนการนี้จะเริ่มจากการนำเอาผลลัพธ์ที่สนใจจากโปรแกรมจำลอง (Simulation Program) เข้าสู่ขั้นตอนการกรองข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ขั้นตอนการทำแม็ปปิ้ง (Mapping) เพื่อให้ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปทางเรขาคณิต ขั้นตอนนี้ยังรวมถึงการให้เฉดสีและลักษณะของการแสดงผลของข้อมูล ความนุ่มนวลของภาพ ความสว่างและความมืด เป็นต้น พารามิเตอร์ต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมานั้นสามารถปรับเปลี่ยนโดยใช้รูปแบบของการประมวลผลที่มีในโปรแกรมจินตทัศน์นั้นๆ ทั้งนี้การปรับเปลี่ยนจะต้องพิจารณาว่าโปรแกรมดังกล่าวได้ออกแบบให้มีการรองรับการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์อะไรบ้างอีกด้วย โดยลักษณะการทำงานนั้นจะเริ่มจาก การรับข้อมูลของพารามิเตอร์ที่ต้องการปรับเปลี่ยน เช่น ความสว่างของภาพ ตำแหน่งมุมมองการแสดงผลของภาพ (สำหรับภาพ 3 มิติ) และเข้าสู่ขั้นตอนแปลงข้อมูล (Render) ที่ได้รับให้อยู่ในรูปของรูปภาพ หรือแสดงผลบนหน้าจอ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.3

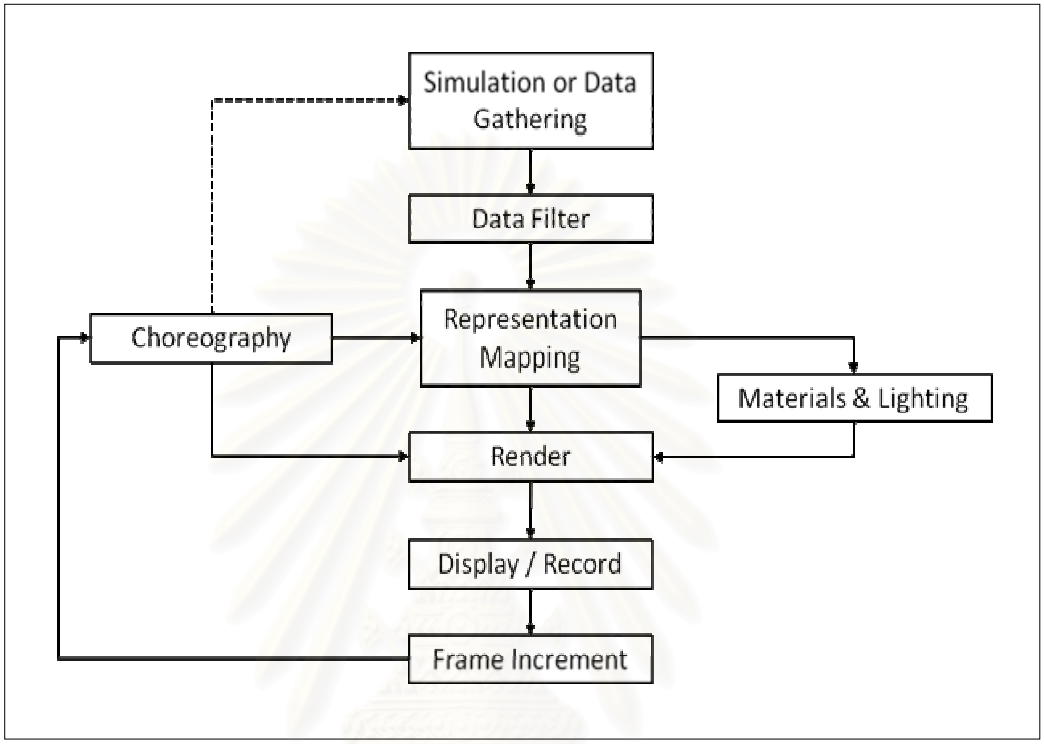


รูปที่ 2.3: กระบวนการทำจินตทัศน์ขั้นพื้นฐาน

2.1.4.2 แบบภาพเคลื่อนไหว (Animation)

กระบวนการทำภาพเคลื่อนไหวนั้นขยายวิธีการมาจากการทำภาพนิ่ง โดยได้แนวคิดมาจากการทำคอรีโอกราฟฟี (Choreography) [5] ซึ่งความหมายของคอรีโอกราฟฟีในที่นี้คือ การจัดการองค์ประกอบของภาพโดยควบคุมในส่วนของแฟรมและการเคลื่อนที่ของวัตถุในแต่ละแฟรม คอริโอ

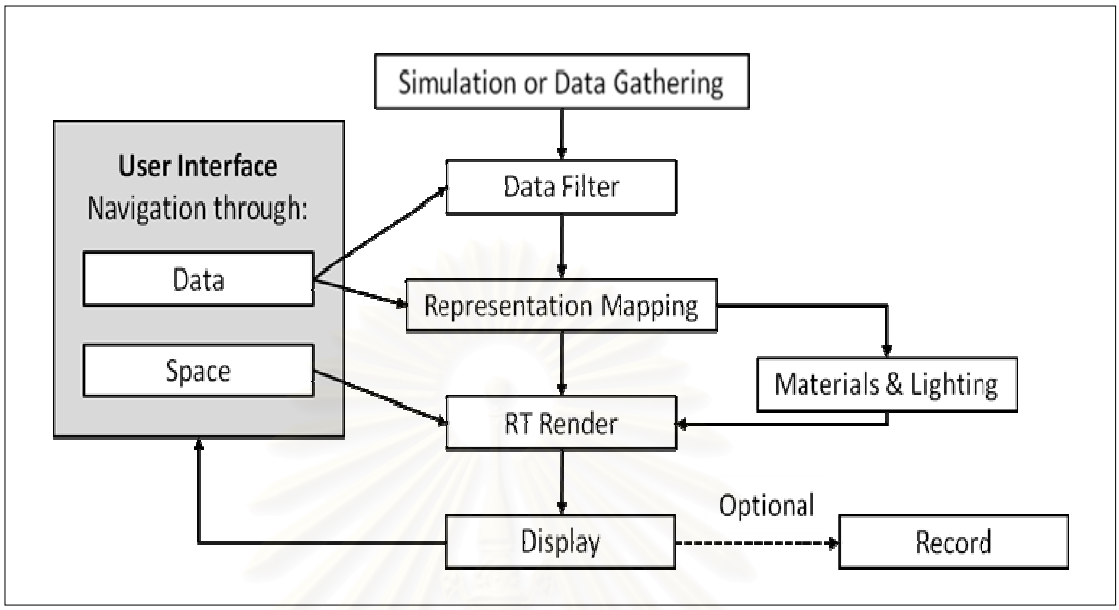
กราฟฟิจะควบคุมว่าในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร อีกทั้งยังควบคุมในส่วนของการจัดการข้อมูลที่นำมาแสดงผลในแต่ละช่วงเวลาอีกด้วย โดยพิจารณาว่าช่วงเวลาใดควรใช้ข้อมูลส่วนไหน เป็นต้น ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4: กระบวนการสร้างภาพเคลื่อนไหว

2.1.4.3 **แบบโต้ตอบการแสดงผล** (Interaction)

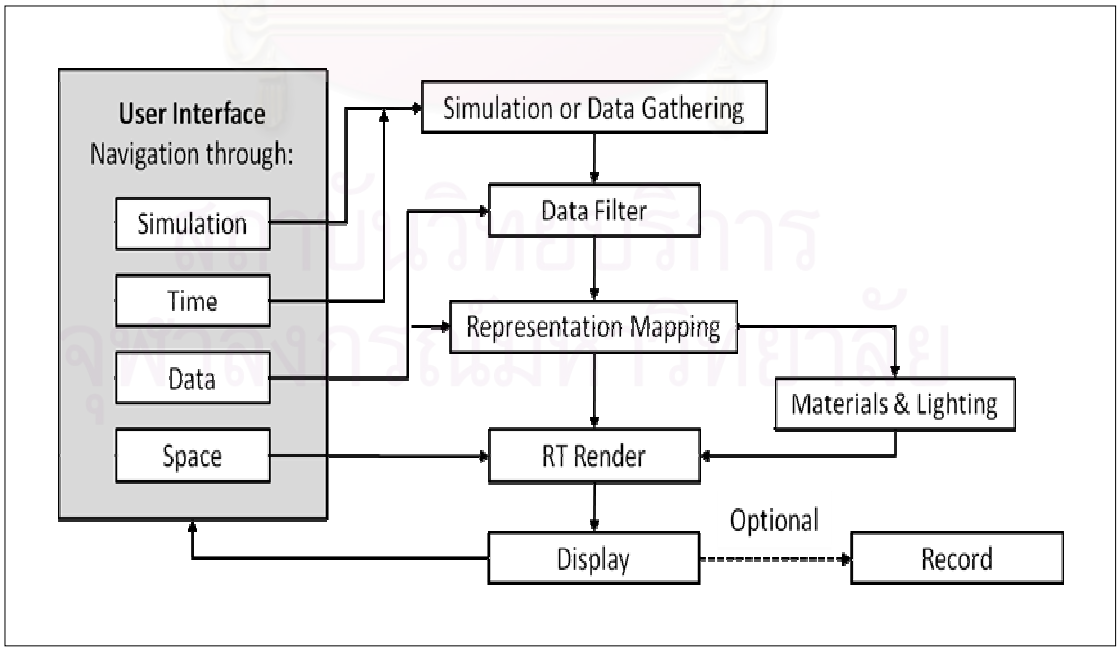
กระบวนการโต้ตอบการแสดงผลเป็นรูปแบบที่กำหนดให้มีการปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ภายในกระบวนการทำจินตทัศน์โดยให้มีการแสดงผลแบบทันกาล (rea-time) ดังนั้นการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของรูปภาพจึงต้องกระทำในช่วงระยะเวลาที่เร็วที่สุด (RT Render) การปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ นั้นจะกระทำผ่านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (user interface) โดยรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากขั้นตอนของการแสดงผล (Display) แล้วนำค่าที่ได้ส่งไปยังกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์นั้นๆ ทั้งนี้ในส่วนของสเปส (Space) หรือพื้นที่การแสดงผล จะเป็นส่วนที่กำหนดตำแหน่งของวัตถุ เวลาของการแสดงภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5: กระบวนการทำจินตทัศน์แบบโต้ตอบ

2.1.4.4 **แบบโต้ตอบและการขับเคลื่อนแบบจำลอง** (Interactive Steering)

กระบวนการโต้ตอบและขับเคลื่อนข้อมูลในแบบจำลองจะอนุญาตให้มีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของการจำลองแบบทันกาล โดยเพิ่มเติมการควบคุมแบบจำลองในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ดังรูปที่ 2.6



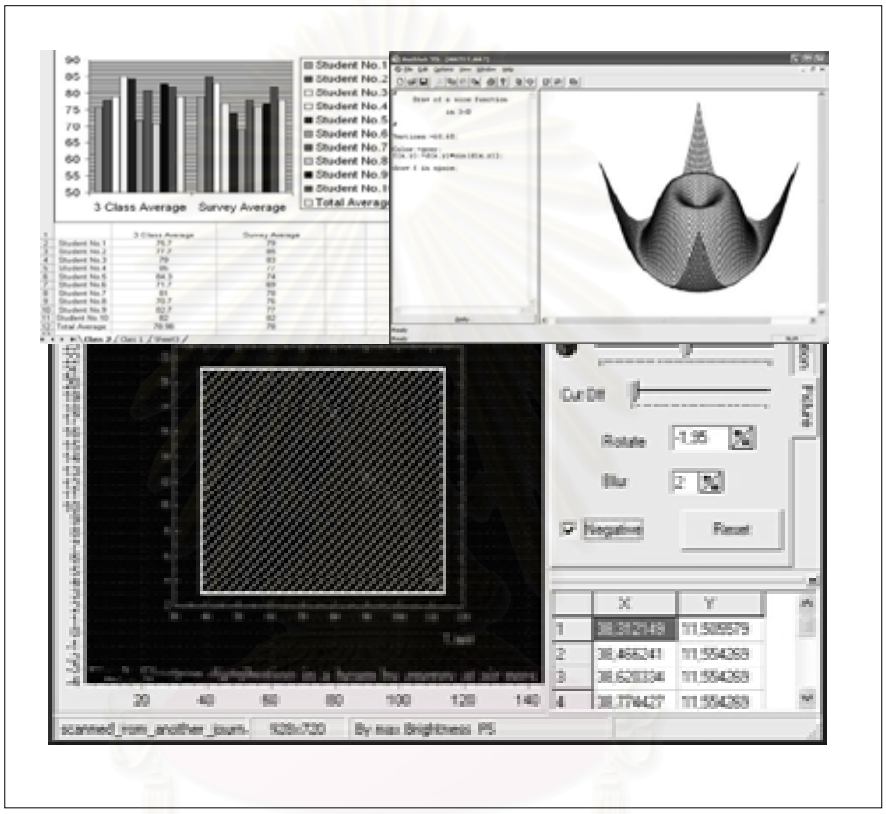
รูปที่ 2.6: กระบวนการทำจินตทัศน์แบบโต้ตอบและขับเคลื่อนข้อมูลในแบบจำลอง

2.1.5 **เครื่องมือในการทำจินตทัศน์** (Visualization)

เครื่องมือที่ใช้ทำจินตทัศน์นั้นแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้

2.1.5.1 **ซอฟต์แวร์ประเภทพลอทติ้ง** (Plotting Libraries)

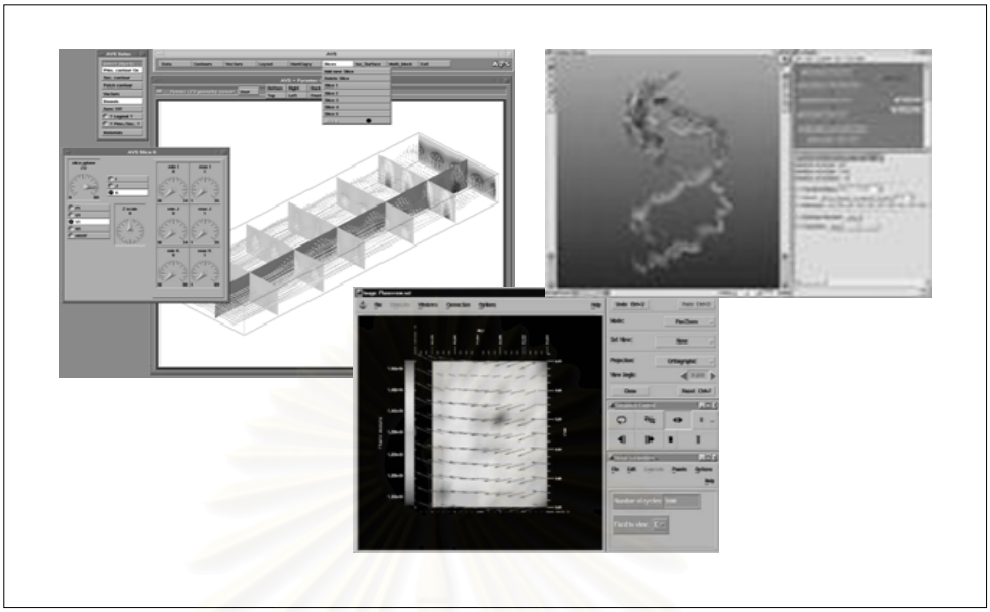
คือการใช้ไลบารีของซอฟต์แวร์ในการสร้าง ชาร์ท กราฟ หรือการพลอตรูป ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรม Microsoft Office Excel, Matlab เป็นต้น ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7: แสดงตัวอย่างการใช้ซอฟต์แวร์ประเภทพลอทติ้ง

2.1.5.2 **ซอฟต์แวร์ประเภทเทิร์นคีย์** (Turnkey Visualization Package)

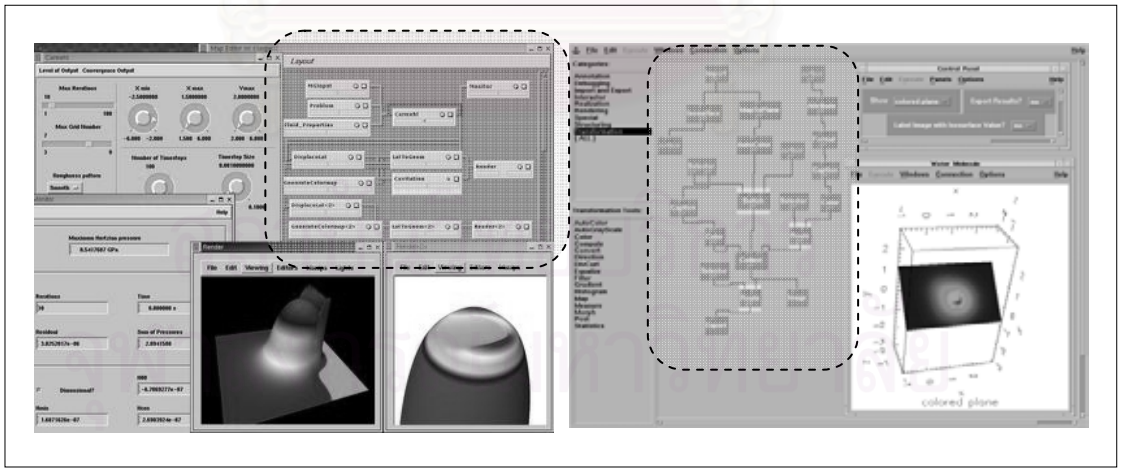
คือซอฟต์แวร์ที่จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการทำจินตทัศน์ โดยที่หลังจากผู้ใช้นำเอาข้อมูลใส่ในซอฟต์แวร์ดังกล่าวแล้วโปรแกรมจะทำการประมวลผลและแสดงผลข้อมูลดังกล่าวทันที ซอฟต์แวร์ประภทนี้ส่วนใหญ่เป็นซอฟต์แวร์เฉพาะทาง เช่น ซอฟต์แวร์ทางด้านการแพทย์ ทางด้านวิศวกรรมการบิน เป็นต้น ทั้งนี้ในปัจจุบันซอฟต์แวร์ทั่วไปได้พยายามพัฒนาขีดความสารถของตนเองให้รองรับกับการทำงานในลักษณนี้เช่น AVS [5], OpenDX [6], Amira [7] เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8: แสดงตัวอย่างการใช้งานซอฟต์แวร์ประเภทเทิร์นคีย์

2.1.5.3 **ซอฟต์แวร์ประเภทดาต้าโฟลว์** (Dataflow Packages)

คือซอฟต์แวร์ที่อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถสร้างลำดับการทำงานของการทำจินตทัศน์ โดยการเชื่อมต่อโมดูล (Data Flow) แต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน โดยแต่ละโมดูลนั้นจะมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นรูปแบบของผลลัพธ์ในแบบต่าง ๆ จึงขึ้นอยู่กับลักษณะการเชื่อมต่อโมดูลที่เราสร้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9: แสดงตัวอย่างการใช้งานซอฟต์แวร์ประเภทดาต้าโฟลว์

ซอฟต์แวร์สำหรับทำจินตทัศน์ข้างต้นมักมีใช้กันอย่างแพร่หลาย การทำจินตทัศน์แต่ละครั้ง ผู้ใช้งานจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายโมดูล (Network of Module) เพื่อให้ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ การสร้างเครือข่ายโมดูล เป็นการโปรแกรมรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า การโปรแกรมแบบ

วิชวล (Visual Programming Paradigm) ซึ่งมีความง่ายต่อการใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น AVS, OpenDX, IRIS Explorer [8] เป็นต้น จะเห็นได้ว่าแต่ละโปรแกรมต่างมีรูปแบบของภาษาที่ใช้แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเกิดการพัฒนาภาษาที่อธิบายรูปแบบของการทำจินตทัศน์ที่สามารถใช้งานได้กับโปรแกรมจินตทัศน์อื่น ๆ นั่นคือภาษา skML [10] ซึ่งเป็นภาษาที่สร้างขึ้นจากภาษา XML ซึ่ง skML นั้นถูกสร้างขึ้นมาเพื่ออธิบายลักษณะการทำงานของวิชวลโปรแกรมในโปรแกรมจินตทัศน์ เพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมดังกล่าว ไปใช้ในโปรแกรมจินตทัศน์อื่นๆ โดยลักษณะการเขียนภาษา skML นั้นดังแสดงในรูปที่ 2.10

```
<?xml version="1.0"?>
<skml>
<map>
<link>
  <module name="ReadLat"
    out-port="Output">
    <param  name="Filename">
     testVol.lat
    </param>
  </module>
  <module id="iso"
    name="IsosurfaceLat"
    in-port="Input">
    <param name="Threshold"
      min="0" max="27">
      1.8</param>
  </module>
</link>
...
```

รูปที่ 2.10: แสดงตัวอย่างการใช้ภาษา skML

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการทำจิตทัศน์ สามารถจัดแบ่งกลุ่มออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1) ระบบจินตทัศน์แบบกระจาย โดยเน้นไปที่การนำแนวคิดของระบบแบบกระจาย (Distributed System) มาใช้ในแต่ละขั้นตอนของการทำจินตทัศน์
2) การแสดงจินตทัศน์ร่วม โดยเน้นไปที่การใช้ระบบจินตทัศน์ในการทำงานร่วมกันในรูปแบบต่าง ๆ

2.2.1 ระบบจินตทัศน์แบบกระจาย (Distributed Visualization Systems)

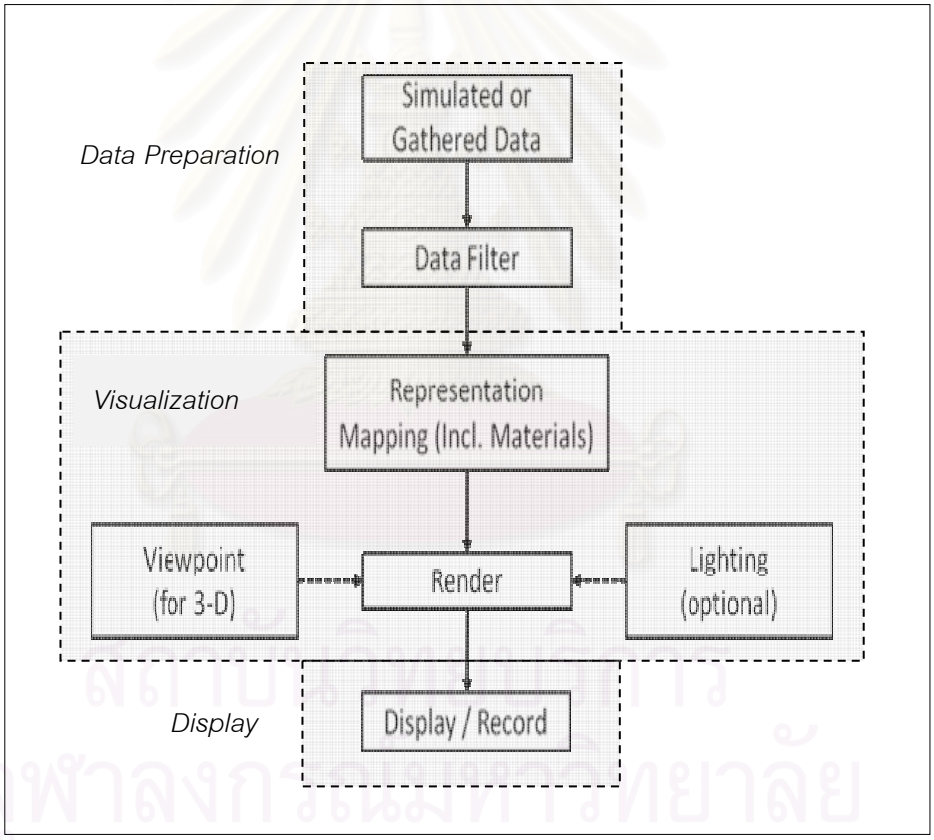
หากพิจารณาถึงขั้นตอนการทำงานของระบบแบบกระจายจะสามารถแจกแจงรูปแบบพื้นฐานต่าง ๆ ออกเป็น 4 รูปแบบ [4] คือ

1) การทำจินตทัศน์ที่นำข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา
2) การทำจินตทัศน์แบบขนาน
3) การทำจินตทัศน์แบบร่วม

4) การทำจินตทัศน์ผ่านเครือข่าย

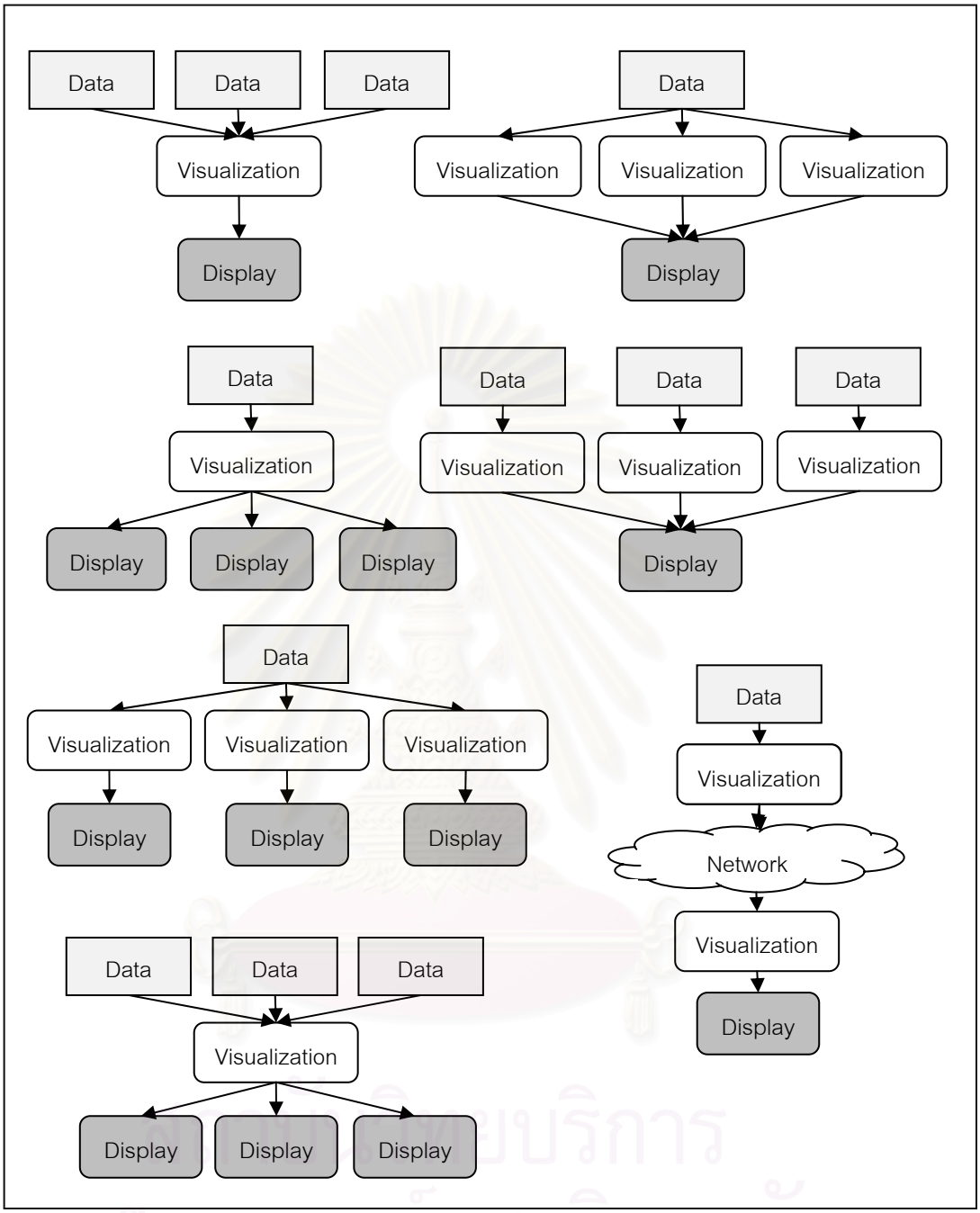
โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นได้แบ่งตามลักษณะรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายดังข้างต้น

จากจากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำจินตทัศน์ทั้งหมด 5 ขั้นตอนซึ่งถือเป็นกระบวนการของการทำจินตทัศน์ขั้นพื้นฐาน (อ้างอิงหัวข้อที่ 2.1.4 กระบวนการและพัฒนาการของการทำจินตทัศน์) จากขั้นตอนดังกล่าวเราสามารถรวบรวมขั้นตอนต่าง ๆ ได้เป็น 3 ขั้นตอนซึ่งถือเป็นรูปแบบทั่วไปของการทำจินตทัศน์คือ มีกระบวนการอย่างหนึ่งซึ่งมีหน้าที่แปลงข้อมูลดิบไปเป็นรูปภาพให้แก่ผู้ใช้เพื่อทำความเข้าใจถึงข้อมูลที่มี รูปแบบและองค์ประกอบของการทำจินตทัศน์ประกอบไปด้วย ขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลจากข้อมูลดิบ (Data Preparation) ขั้นตอนของการทำจินตทัศน์ (Visualization) และการแสดงผล (Display) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11: รูปแบบทั่วไปของการทำจินตทัศน์

จากข้างต้นข้อมูลอาจหมายถึงข้อมูลหลายชุด หน่วยประมวลผลอาจมีหลายอัน และสุดท้ายคือผู้ใช้ หรือ รูปภาพที่ถูกแสดงอาจมีหลายรูปแบบเช่นกัน และในบางครั้งทั้งหมดก็อาจอยู่บนคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว หรือแยกกันอยู่ต่างเครื่องก็ได้ ระบบการทำจินตทัศน์แบบกระจายจึงขยายรูปแบบดังกล่าวไปยังระบบคอมพิวเตอร์แบบกระจายซึ่งเป็นระบบสนับสนุนอยู่เบื้องหลัง เพื่อให้รองรับปริมาณงานและสนองตอบต่อความต้องการของผู้ใช้ดังรูปที่ 2.12



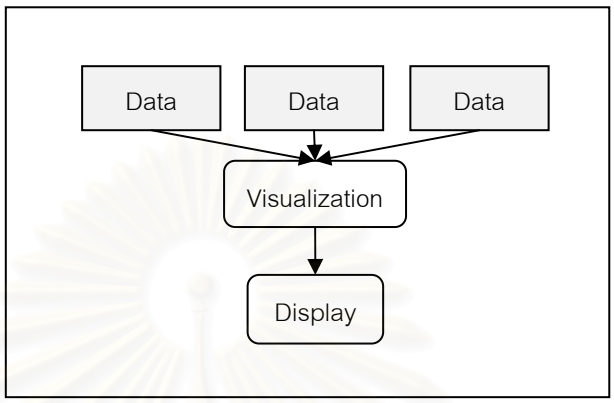
รูปที่ 2.12: รูปแบบการใช้งานของระบบจินตทัศน์ขั้นพื้นฐาน

จากรูปที่ 2.12 เราสามารถแบ่งประเภทของการทำจินตทัศน์ข้างต้นได้ดังต่อไปนี้

2.2.1.1 การทำจินตทัศน์ที่นำข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา (Multiple Source Visualization)

ในรูปแบบแรก ข้อมูลดิบถูกนำมาทำจินตทัศน์โดยข้อมูลอาจมาจากหลายๆ แหล่งที่มา ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งในระยะไกลและส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบจินตทัศน์หรือส่งข้อมูลไปยังที่เก็บข้อมูล ข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ที่ถูกประมวลผลด้วยโปรแกรมจำลอง ข้อมูล

จากกลุ่มทดลองและเก็บข้อมูลไว้ในเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่ หรือแม้กระทั่งแหล่งข้อมูลที่ถูกเก็บบนเครื่องเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์ และอื่นๆ ดังนั้นแหล่งข้อมูลสำหรับทำจินตทัศน์อาจมาจากหลายแหล่งที่มา เพื่อประมวลผล และแสดงผลลัพธ์ รูปแบบลักษณะนี้แสดงดังรูปที่ 2.13

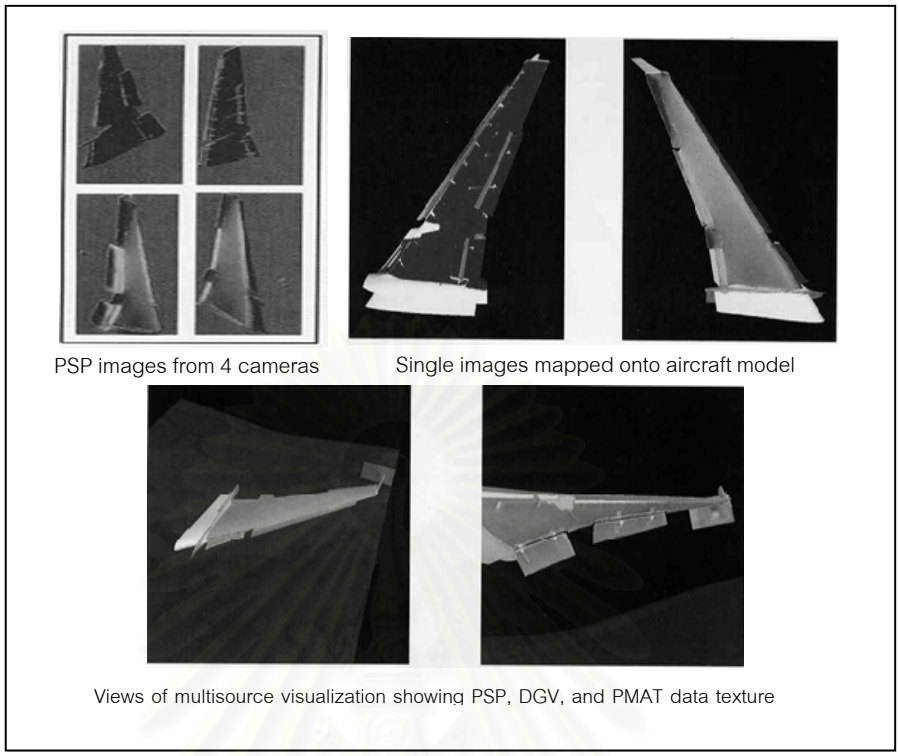


รูปที่ 2.13: แสดงรูปแบบของการทำจินตทัศน์ที่นำข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา

การทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีหน่วยงานทำการทดลองร่วมกัน การนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกันถือว่าเป็นงานที่ท้าทายอย่างยิ่ง นั่นหมายถึงว่าจำเป็นต้องมีระบบสนับสนุนที่ดีพร้อมและรองรับสภาพการทดลองได้จริง ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ที่นำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง ยกตัวอย่างเช่น VISOR (Visual Integration of Simulated and Observed Results) [11] ซึ่งเป็นงานวิจัยที่พยายามแก้ปัญหาการทำจินตทัศน์ทางด้านการออกแบบวิศวกรรมอากาศยาน ที่รองรับการนำเอาข้อมูลสำหรับทำจินตทัศน์จากการทดลองหลายการทดลองหรือจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งข้อมูลบนทรัพยากรกริด โดยมีชนิดข้อมูลที่ต่างกันและต้องการนำมาทำจินตทัศน์ร่วมกัน เพื่อให้แสดงอยู่ในรูปแบบของภาพ 3 มิติ

รูปที่ 2.14 ยกตัวอย่างการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันมาทำจินตทัศน์ ประกอบไปด้วยข้อมูล PSP –Pressure Sensitive Paint, ข้อมูล DGV –Doppler Global Velocimetry, และ ข้อมูล PMA –Phased Microphone Array Technology หลังจากนั้นจึงนำผลของการทำจินตทัศน์แต่ละประเภทมาประกอบกันและแสดงผลในอีกรูปแบบหนึ่งดังรูปที่ 2.14

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

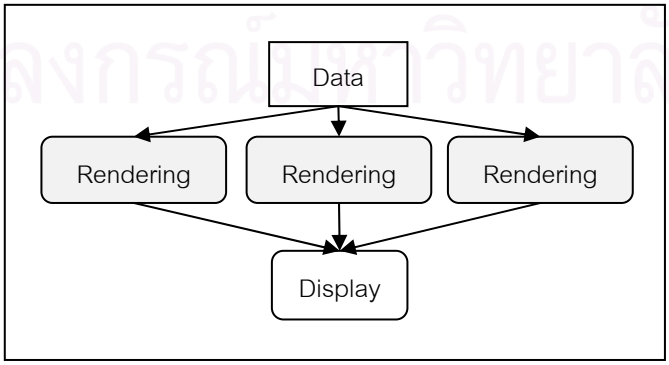


รูปที่ 2.14: แสดงการทำจิตทัศน์จากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งของ VISOR

งานวิจัยนี้ได้นำเอาแนวคิดของ VISOR ในส่วนของการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่งมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ทั้งนี้งานวิจัยของ VISOR ได้กล่าวถึงการนำข้อมูลที่กระจายอยู่ภายในทรัพยากรกริดเท่านั้น ไม่ได้กล่าวถึงการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลประเภทอื่นเช่น ยูอาร์แอล เอฟทีพี คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

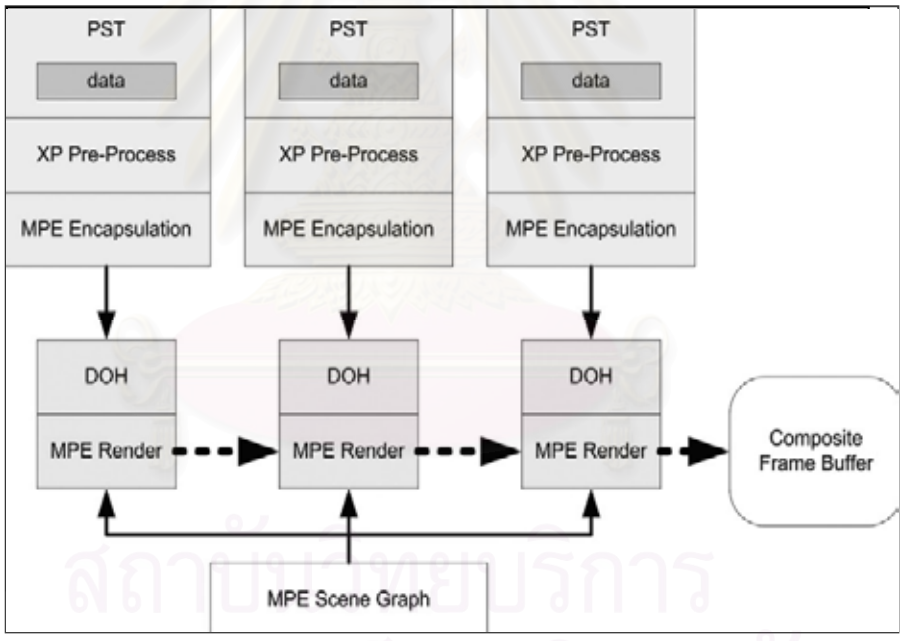
2.2.1.2 **การทำจินตทัศน์แบบขนาน** (Parallel Visualization)

การทำจินตทัศน์ในรูปแบบนี้จะเป็นการนำส่วนของการเรนเดอร์ (Rendering) หรือการสร้างภาพ มาทำงานบนระบบกระจายซึ่งหมายถึงการกระจายภาระการคำนวณไปบนหน่วยประมวลผลหลายตัว แสดงดังรูปที่ 2.15

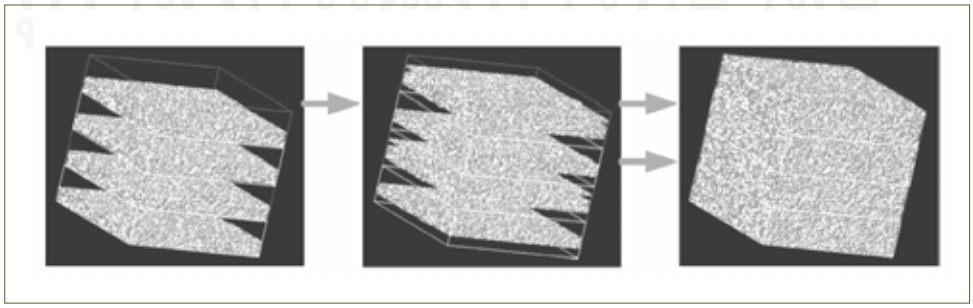


รูปที่ 2.15: แสดงรูปแบบของการทำจินตทัศน์แบบขนาน

สำหรับเครื่องมือการทำจินตทัศน์ในปัจจุบันได้พยายามปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถทำงานแบบขนานและสอดคล้องกับแนวทางการทดลองวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ที่เน้นการวิจัยและทดลองด้วยระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง ยกตัวอย่างเช่น AVS/Express [12] เป็นเครื่องมือทำจินตทัศน์ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน และสามารถทำงานแบบขนานได้ โดยได้แนวคิดจากการนำเสนอภาพที่คล้ายคลึงกับเคฟ (CAVE –Virtual Reality System) หรือเครื่องมือของระบบเสมือนจริง (Virtual Reality) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการคำนวณและเรนเดอร์งานจินตทัศน์ให้สูงขึ้น จากรูปที่ 2.16 AVS/Express ยังพัฒนาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องคือ MPE (Multi-Pipe Express) และ PST (Parallel Support Toolkit) โดยที่ PST จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างวิชวลโปรแกรม (Visual Program) หรือเครือข่ายโมดูล (Network of Modules) ให้สามารถประมวลผลแบบขนานบนระบบ Shared Memory บนเครื่องคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ สำหรับ MPE จะเกี่ยวข้องกับระบบการเรนเดอร์ข้อมูลและทำงานหลังจากได้รับผลลัพธ์ของ PST โดยนำเอาผลที่ได้มาเรนเดอร์แบบขนานกัน และรวมผลลัพธ์ในตอนท้ายเพื่อแสดงผลต่อไป โดยรูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของการทำจินตทัศน์แบบขนาน

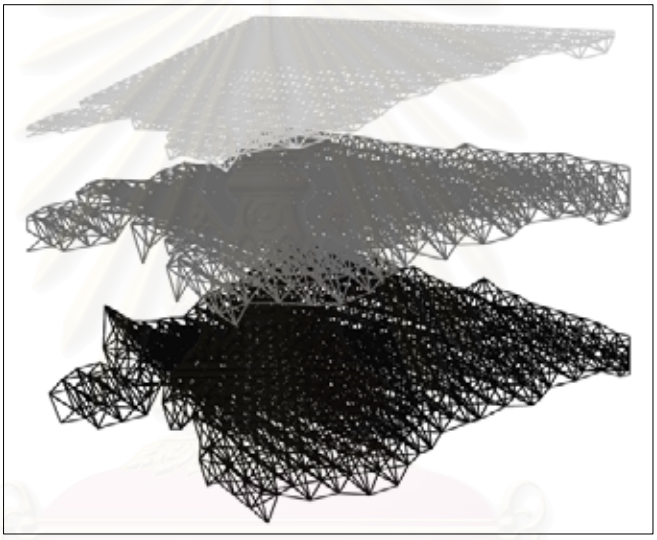


รูปที่ 2.16: แสดงสถาปัตยกรรมของระบบการคำนวณและเรนเดอร์แบบขนานของ AVS/Express



รูปที่ 2.17: ผลลัพธ์จากการคำนวณและแสดงผลแบบขนานของ AVS/Express

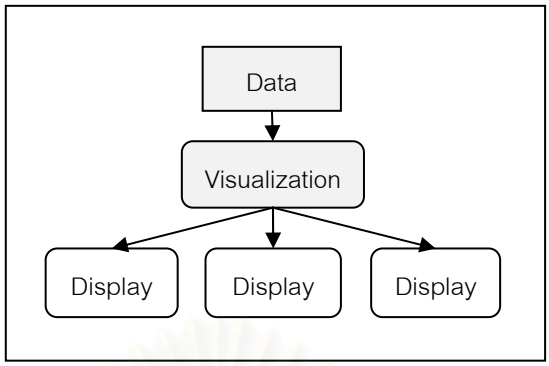
นอกเหนือจากการใช้งานโปรแกรมจินตทัศน์ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันแล้ว นักวิทยาศาสตร์ยังคงวิจัยและพัฒนาเครื่องมือสำหรับทำจินตทัศน์เฉพาะด้าน ด้วยเหตุผลในเรื่องของค่าใช้จ่ายและการนำเอาทรัพยากรที่มีมาใช้อย่างคุ้มค่า งานวิจัย Parallel Volume Rendering for Ocean Visualization in a Cluster of PCs [13] นับเป็นอีกงานวิจัยหนึ่งที่พยายามจัดทำระบบการเรนเดอร์ข้อมูลของพื้นมหาสมุทรแบบขนาน ซึ่งนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาทำเป็นคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ ในการพัฒนาจะใช้ซอฟต์แวร์ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายและไม่มีค่าใช้จ่าย คือ ภาษาซีพลัสพลัส (C++), ไลบรารีเอ็มพีไอ (MPI) และระบบปฏิบัติการลีนุกส์ โดยพัฒนาอัลกอริธึมเพื่อแก้ปัญหาภาระของงานเรนเดอร์ให้สมดุลกัน ซึ่งผลการทดลองช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพการทดลองที่ใช้จำนวนหน่วยประมวลผล 16 ตัว



รูปที่ 2.18: แสดงผลจากการเรนเดอร์ของระบบ [13]

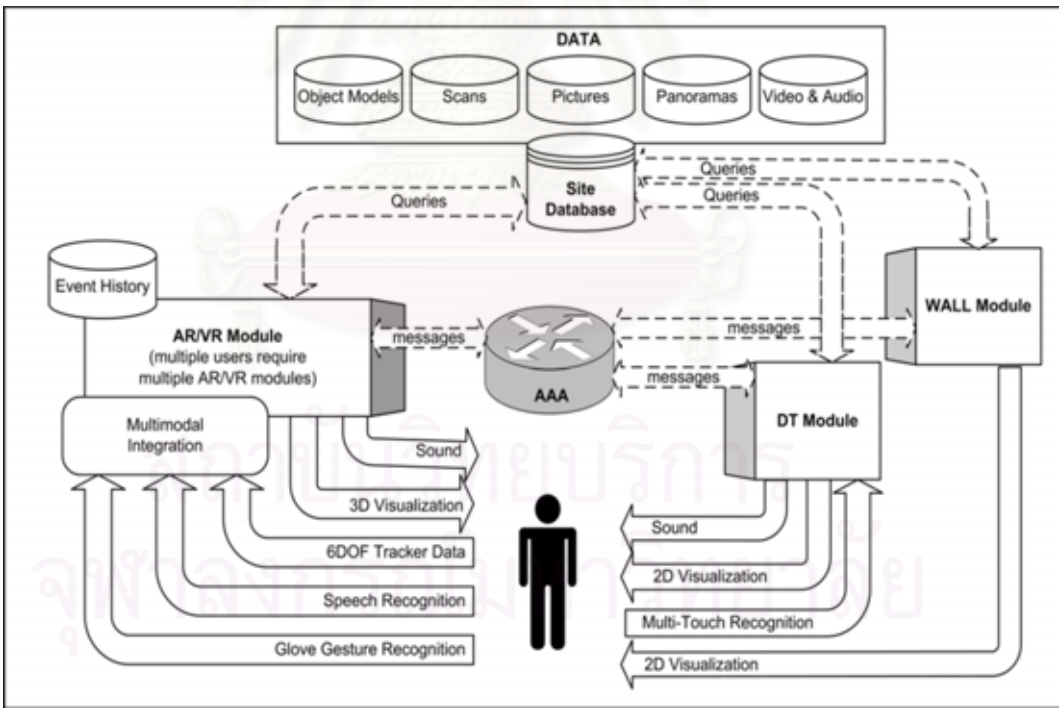
2.2.1.3 **การทำจินตทัศน์แบบใช้ข้อมูลร่วมกัน** (Sharing Data Visualization)

อีกรูปแบบหนึ่งของการทำจินตทัศน์ที่ถูกสร้างขึ้นและนับเป็นสิ่งจำเป็นในการทดลองทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ที่ ทำการทดลองร่วมกับองค์กรที่เกี่ยวข้องหลายๆ องค์กร คือ การทำจินตทัศน์แบบร่วม (Collaborative Visualization) เป็นการขยายการแสดงผลภาพไปพร้อมกับการขยายหน่วยประมวลผลและใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ผลของการทำจินตทัศน์ลักษณะนี้ ผู้ใช้มักเห็นผลลัพธ์ที่เหมือนกันในเวลาเดียวกัน ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19: แสดงรูปแบบการทำจินตทัศน์แบบร่วม

นอกเหนือจากงานทางด้านวิทยาศาสตร์ที่นำเอาแนวคิดของการทำจินตทัศน์ร่วมไปใช้งานการศึกษาทางด้านโบราณคดีเป็นอีกงานหนึ่งที่ยังคงต้องการการทำจินตทัศน์ และต้องการใช้งานร่วมกันกับนักโบราณคดีคนอื่นๆ [14] งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยหนึ่งที่ศึกษาการทำจินตทัศน์และเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับการค้นคว้าทางด้านโบราณคดี โดยนำเอาแนวคิดทางระบบเสมือนจริง (Virtual Reality) มาใช้เพื่อให้สามารถโต้ตอบและควบคุมมุมมองภาพได้ด้วยเครื่องมองภาพ 3 มิติ (Stereoscope)



รูปที่ 2.20: สถาปัตยกรรมของระบบ [14] ซึ่งแบ่งออกเป็นโมดูล

สถาปัตยกรรมของระบบข้างต้นมีลักษณะเป็นโมดูลประกอบไปด้วย โมดูลการทำจินตทัศน์ (AR/VR Visualization Modules), โมดูลไดมอนด์ทัช (DiamondTouch –DT Module) ซึ่งเป็นโมดูลที่อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับจอภาพได้, และโมดูลการแสดงผลแบบผนัง (WALL Module)

โดยใน AR โมดูล (Augment Reality Module) ประกอบไปด้วยจอภาพเพื่อดูภาพ 3 มิติ (A tracked see-through head-worn display –Sony LDI-D100B), ถุงมือสำหรับโต้ตอบ หูฟังและไมโครโฟน ทั้งหมดนี้จะใช้ในการทำจินตทัศน์ร่วมกันของแต่ละหน่วยงานพร้อมกัน

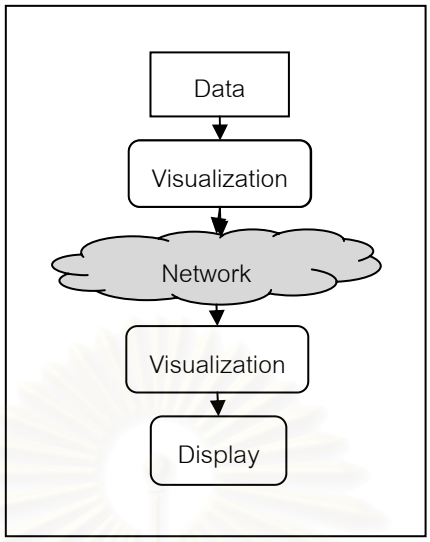
ในด้านของระบบการสื่อสาร งานวิจัยนี้พยายามลดปริมาณข้อมูลในระบบเครือข่ายโดยการให้แต่ละหน่วยงานที่ต้องทำจินตทัศน์ร่วมกันมีฐานข้อมูลที่เหมือนกัน เมื่อมีผู้ใช้คนใดกำลังเป็นผู้ทำจินตทัศน์ระบบจะกระจาย (Broadcasting) เฉพาะหมายเลขของข้อมูลนั้นไปยังผู้ใช้ในกลุ่มอื่น ทำให้ช่วยลดภาระของงานในระบบเครือข่าย

รูปที่ 2.21: แสดงมุมมองของผู้ใช้ในกลุ่มทำจินตทัศน์หนึ่งใน AR

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าลักษณะรูปแบบงานวิจัยข้างต้น [14] ทุกหน่วยงานจะต้องมีอุปกรณ์พิเศษเพื่อรองรับการทำงานร่วมในลักษณะดังกล่าว อีกทั้งหากมีข้อมูลที่สนใจในปริมาณมากการทำงานร่วมในลักษณะดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมนัก การเพิ่มช่องทางในการเลือกดูข้อมูลจึงนับได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็น

2.2.1.4 **การทำจินตทัศน์ผ่านเครือข่าย** (Network-Oriented Visualization)

การทำจินตทัศน์ในบางครั้งผู้ใช้อาจทำการประมวลผลข้อมูลดิบในทรัพยากรที่อยู่ไกลออกไป (Remote Server) แต่ถูกแสดงผลลัพธ์ในคอมพิวเตอร์อีกที่หนึ่ง โดยมากการทำจินตทัศน์ลักษณะนี้จะมีการอาศัยระบบเครือข่ายเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างส่วนประมวลผลและส่วนแสดงผล dkime0bo9



รูปที่ 2.22: แสดงรูปแบบการทำจินตทัศน์ผ่านระบบเครือข่าย

การแสดงผลจินตทัศน์ผ่านเว็บไซต์ถือเป็นอีกประเภทหนึ่งที่ยังคงได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากความเร็วของระบบเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีความเร็วสูงขึ้น กอร์ปกับไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติมฝั่งผู้ใช้ ยกตัวอย่างงานวิจัยในปัจจุบันเช่น การทำจินตทัศน์ของข้อมูลผ่านเว็บ ยกตัวอย่างเช่น การแสดงข้อมูลเชิงสถิติสารสนเทศ [15] งานวิจัยทางการแพทย์เฉพาะทาง [16] การทำจินตทัศน์ผ่านเว็บมักนำเอาเทคโนโลยีการนำอ๊อปเจกต์ฝังตัวบนบราวเซอร์ (Embedded Object) มาใช้ในการแสดงผล เช่น Adobe Flash Player, Java Applet, VRML Web 3D และ Microsoft Siverlight เป็นต้น

ทั้งนี้การนำเทคโนโลยีจาวาแอ๊พเพล็ต และวีอาร์เอ็มแอลมาใช้ในการแสดงผลจินตทัศน์ในฝั่งของผู้ใช้นั้นมีข้อเสียคือ ทำให้มีการใช้ทรัพยากรในการประมวลผลสูงส่งผลให้มีการแสดงผลที่ช้า

จากรูปแบบการทำจินตทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าเราสามารถเพิ่มองค์ประกอบแต่ละส่วนของการทำจินตทัศน์ได้ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และยังสามารถนำแต่ละรูปแบบมาผสมผสานกันเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการทดลอง

สรุป: อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่างานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ต่างสนับสนุนรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายในบางรูปแบบเท่านั้น ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ผสมผสานรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายในทุก ๆ รูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลากหลายแหล่งเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลหาคำตอบหรือผลลัพธ์ในสิ่งที่สนใจ การประมวลผลแบบขนานเพื่อช่วยย่นระยะเวลาในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น การทำจินตทัศน์ร่วมเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดความรู้ให้แก่กันและกัน และการทำจินตทัศน์ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่ต่างที่สามารถที่จะแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและ

กันได้ง่ายยิ่งขึ้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพัฒนาและก้าวไกลไปยิ่งขึ้น

2.2.2 **จินตทัศน์ร่วม** (Collaborative Visualization)

จินตทัศน์ร่วมนั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมประยุกต์ที่รองรับการทำงานร่วมกัน CSCW (Computer Support Collaborative Work) [17] เพราะเหตุผลที่ว่าแต่ละคนต่างมีทักษะไม่เท่ากัน ข้อมูลที่มีอาจไม่ได้อยู่ ณ ที่เดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้มีความจำเป็นที่ต้องถูกเผยแพร่ [5] ทั้งนี้ประเภทของการทำงานแบบร่วมนั้นถูกแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็น 4 ประเภทตามลักษณะการใช้ [18, 19, 20] งานซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ได้เป็น

1) แบบเวลาและสถานที่เดียวกัน
2) แบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่
3) แบบต่างเวลาสถานที่เดียวกัน
4) แบบต่างเวลาและสถานที่

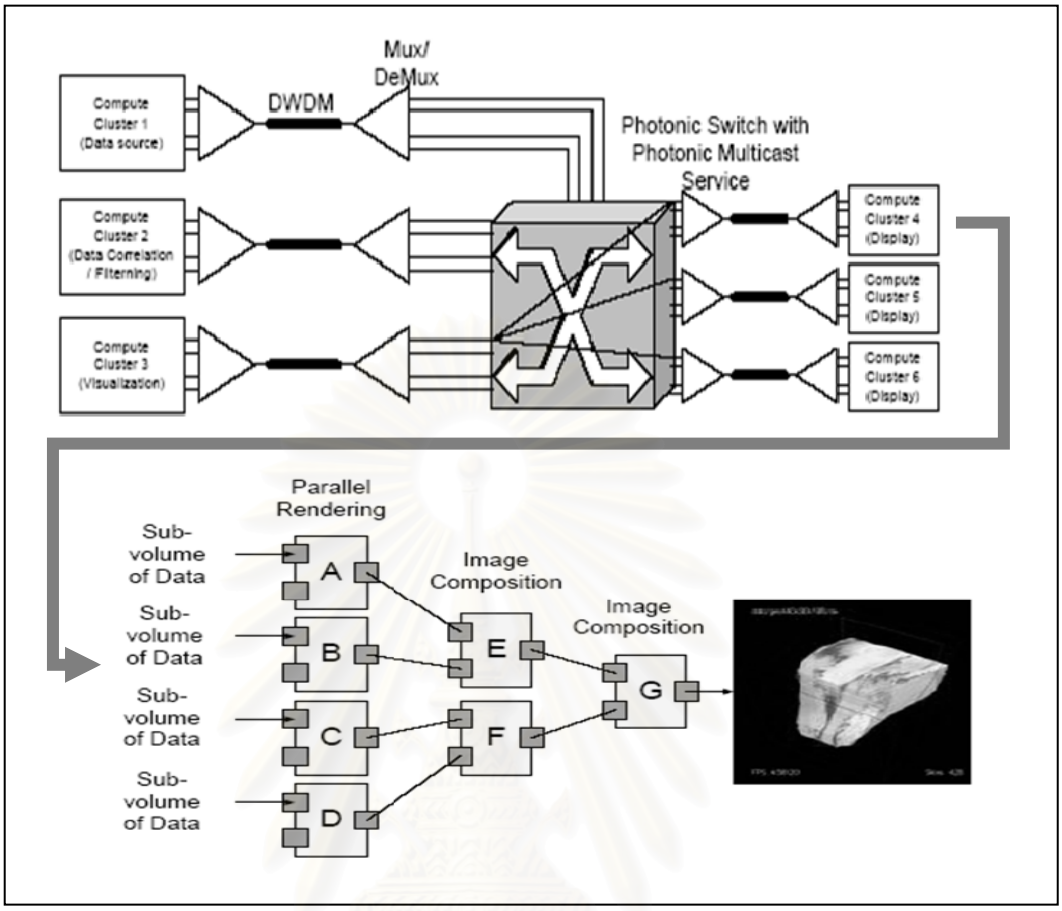
2.2.2.1 **แบบเวลาและสถานที่เดียวกัน** (Same Time, Same Place)

การทำงานแบบเวลาและสถานที่เดียวกัน คือ การที่คนหลายคนทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งร่วมกัน ณ สถานที่และเวลาเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น การประชุมในห้องประชุม ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพื่อรองรับกับการทำงานร่วมกันในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ เครื่องโปรเจคเตอร์ ในด้านของจินตทัศน์ ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยทำให้โปรแกรมสำหรับทำจินตทัศน์สามารถรองรับการทำงานร่วมกัน โดยเน้นให้มีการแสดงผลจินตทัศน์ในหลายจอภาพ (Tiled Display) ซึ่งทำให้การแสดงผลดังกล่าวสามารถแสดงความละเอียดได้มากขึ้น และมีการแสดงข้อมูลในหลายมุมมอง ยกตัวอย่างเช่น

OptIPuter (Optical networking, internet protocol, and computer storage and processing) [20] ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมให้สามารถแบ่งการประมวลผล ตามกระบวนการของจินตทัศน์โดยมีกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

Data Sources → Data Correlation/Filtering → Visualization System → Display system

จากกระบวนการทำงานต่างๆ ข้างต้นนั้น งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมให้มีการส่งผ่านข้อมูลผ่านโครงข่ายคลื่นแสง (Photonic) ซึ่งเป็นโครงข่ายไร้สาย (Wireless Network) ที่สามารถส่งข้อมูลความเร็วสูงได้ นอกจากนี้ในส่วนของการแสดงจินตทัศน์ ได้แบ่งการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากกระบวนการข้างต้น กระจายไปยังเครื่องต่างๆ เพื่อให้การประมวลผลดังกล่าวเป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยสถาปัตยกรรมต่างๆ ของระบบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น แสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23: สถาปัตยกรรมของ OptIPuter

จากงานวิจัยข้างต้น ส่งผลให้มีงานวิจัยอื่น ๆ ที่ใช้สถาปัตยกรรมของ OptIPuter ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์แบบหลายหน้าจอ (Tiled Display) ยกตัวอย่างเช่น

งานวิจัยเรื่อง LambdaRam [21] งานวิจัยนี้ได้ใช้แนวคิดของ OptIPuter ในการสร้างหน่วยความจำขนาดใหญ่ โดยทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำชั่วคราว (cache) เพื่อรองรับข้อมูลจินตทัศน์จากเครือข่าย และนำมาแสดงบนจอภาพหลายจอ (Tiled Display) โดยข้อดีของ LambdaRam คือ ทำให้การแสดงผลจินตทัศน์บนแต่ละจอภาพ สามารถแสดงผลข้อมูลเดียวกันได้พร้อมๆ กัน ส่งผลให้เกิดความราบรื่นในการแสดงผล ดังรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.24: การทำงานของ LambdaRam แบบหลายหน้าจอ

WiggleView [22] งานวิจัยนี้ใช้ OptIPuter เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำจินตทัศน์ เพื่อให้การรับส่งข้อมูลและการแสดงผลจินตทัศน์ดีขึ้น โดยได้พัฒนาเครื่องมือที่ในการแสดงผลจินตทัศน์แบบทันกาล (Real Time) ที่สามารถบันทึกผลข้อมูลจากเครื่องวัดแผ่นดินไหว (seismeter) 15 เครื่อง ที่กระจายอยู่ ณ ที่ต่างๆ ทั่วโลก โดยการใช้งานของ WiggleView นั้น แสดงในรูปที่ 2.20 ซึ่งแสดงชุดของข้อมูลจากเครื่องวัด 15 เครื่อง

รูปที่ 2.25: การใช้งานของ WiggleView

การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาและสถานที่เดียวกันในปัจจุบันได้เน้นในส่วนของการแสดงผลแบบหลายหน้าจอ เพื่อให้สามารถมองเห็นมุมมองและรายละเอียดของข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น แต่งานวิจัยที่ออกแบบระบบการแสดงจินตทัศน์ร่วมในลักษณะดังกล่าว [21, 22] ส่วนใหญ่มักออกแบบระบบโดยใช้ฮาร์ดแวร์เฉพาะ [20] มาช่วยสนับสนุนให้การแสดงผลมีความราบรื่นขึ้น ดังนั้นการใช้งานระบบดังกล่าวจึงเกิดขึ้นเฉพาะในห้องทดลองเท่านั้น

2.2.2.2 **แบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่** (Same Time, Different Place)

การทำงานแบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่คือ การคนหลาย คนทำงานอย่างเดียวกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกันแต่อยู่คนละสถานที่ ยกตัวอย่างเช่น การใช้โทรศัพท์ การประชุมทางไกลผ่านวีดีโอ ในส่วนของ

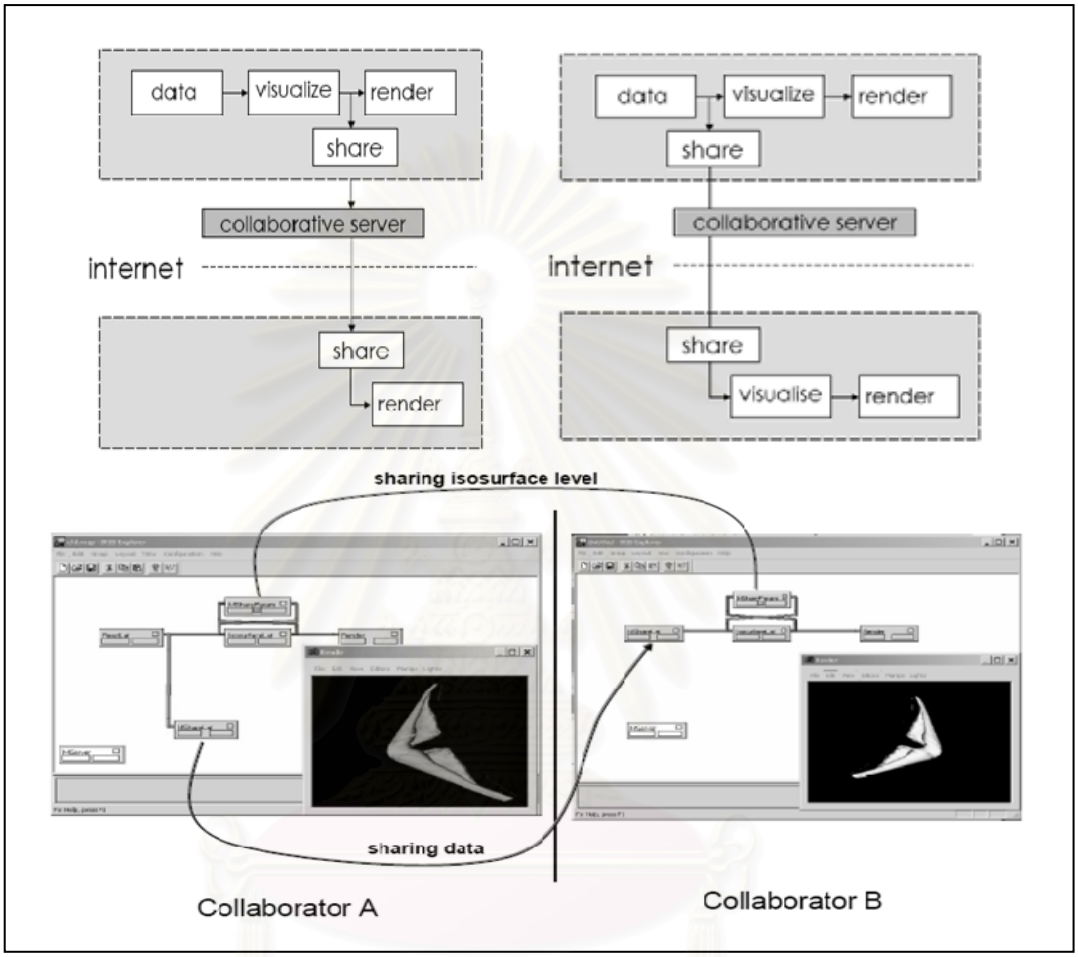
จินตทัศน์ได้มีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อให้โปรแกรมจินตทัศน์สามารถทำงานแบบร่วมในรูปแบบนี้ได้เช่น

SAGE (Scalable Adaptive Graphics Environment) [23] งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมที่แสดงผลภาพกราฟิกอย่างต่อเนื่อง (Graphics Streaming) จากแหล่งข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลจาก กริด หรือรีโมทเซ็นเซอร์ โดยสามารถแสดงผลข้อมูลที่ความละเอียดสูง (Height Resolution) และแสดงความละเอียดของภาพได้สูงสุดถึง 100 เมกกะพิกเซล งานวิจัยนี้เพิ่มเติมโปรแกรมประยุกต์ที่จำเป็นในการใช้งาน อาทิ โปรแกรมสนทนา (Chat) โปรแกรมแสดงภาพของผู้ทดลองอื่น โดยให้แสดงผลบนหน้าจอแสดงผล 5 x 11 จอภาพ โดยมีโปรแกรม SAGE's Free Apace Manager (ดูรูปที่ 2.26ประกอบ) ทำหน้าที่เป็นตัวประสานงานระหว่างโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการแสดงผล และจอภาพ เพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งการแสดงผล ย่อขยายผลการแสดงจินตทัศน์ ทำให้เกิดความยืนหยุ่นในการใช้งาน

รูปที่ 2.26: รูปแบบการใช้งานของ SAGE

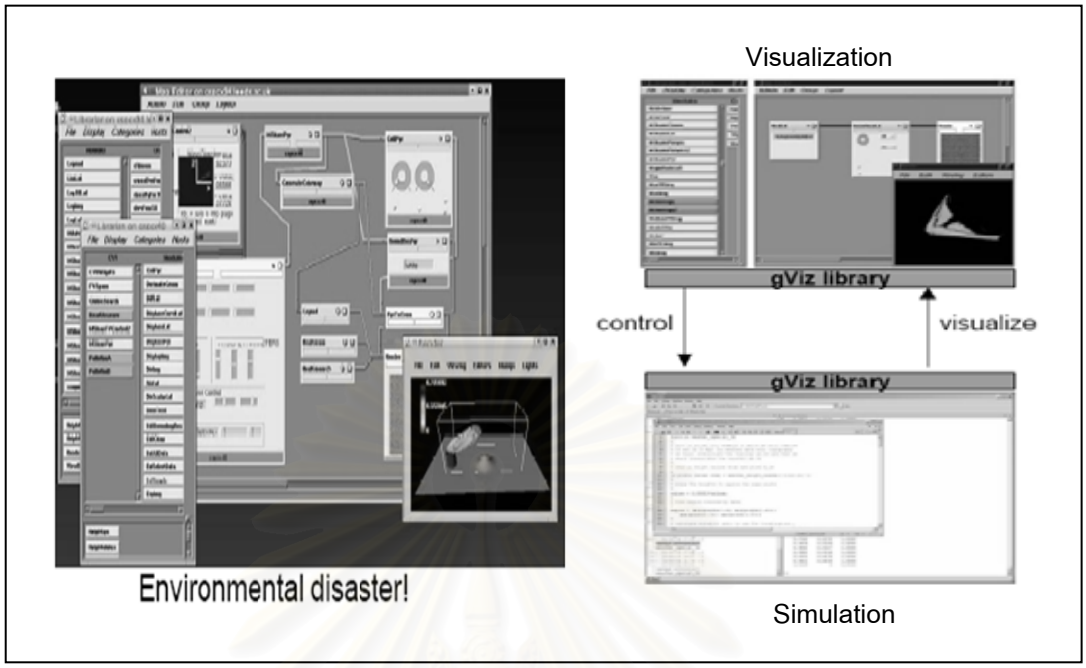
ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมจินตทัศน์ให้สามารถรองรับการทำงานแบบร่วมในลักษณะนี้โดยไม่ต้องอาศัยแอพพลิเคชั่นอื่นเข้าช่วย เช่น

COVISA [24] งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรม IRIS ให้สามารถทำงานร่วมแบบเวลาเดียวกันแต่ต่างสถานที่ โดยออกแบบระบบให้สามารถแบ่งปันข้อมูลผ่านทางโปรแกรมจินตทัศน์โดยตรง ซึ่งมีลักษณะการแบ่งปันข้อมูลและการใช้งาน ดังรูปที่ 2.27



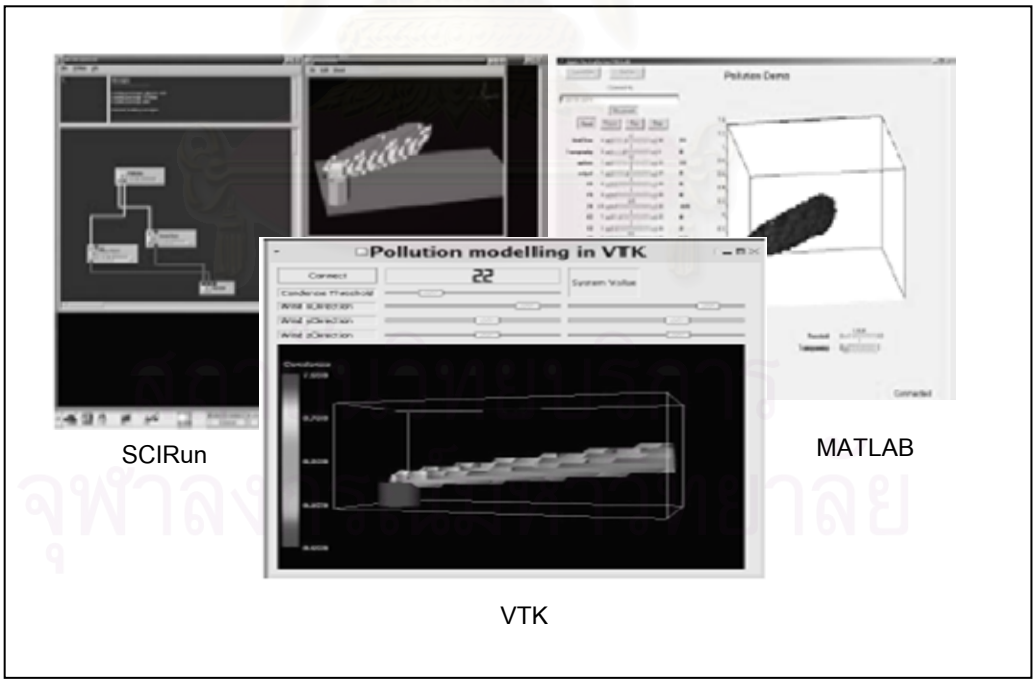
รูปที่ 2.27: รูปแบบการทำงานของ COVISA

gViz [25] งานวิจัยนี้ได้มุ่งประเด็นไปที่การควบคุมการประมวลผลของโปรแกรมจำลอง (Computational Steering) ผ่านทางโปรแกรมจินตทัศน์ โดยใช้ gViz ไลบรารี ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างโปรแกรมจำลองและโปรแกรมจินตทัศน์ ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28: แสดงลักษณะการใช้งานของ gViz ผ่านโปรแกรม IRIS

นอกจากนี้โปรแกรมจินตทัศน์อื่น ๆ เช่น Matlab, vtk ก็สามารถที่จะใช้งานไลบรารีของ gViz เพื่อเข้าไปควบคุมการประมวลผลโปรแกรมจำลองได้เช่นกัน ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29: ตัวอย่างการใช้งาน gViz บนโปรแกรมจินตทัศน์หลายๆ โปรแกรม

จากรูปที่ 2.29 แสดงให้เห็นถึงการใช้งาน gViz ผ่านโปรแกรมจินตทัศน์หลายๆ โปรแกรม โดยแสดงการใช้งานบนโปรแกรมจำลองที่จำลองการเกิดมลพิษจากโรงงาน

จากงานวิจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่มีลักษณะของการแบ่งปันข้อมูลที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

1) ข้อมูลจากการโปรแกรมจำลอง

2) ข้อมูลจากวิชวลโปรแกรม

3) ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำจินตทัศน์ (รูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหว)

ทั้งนี้ข้อดีข้อเสียของการแบ่งปันข้อมูลในแต่ละรูปแบบนั้นแสดงดังตารางที่ 2.1 โดยที่ “--” หมายถึงความสัมพันธ์ในแง่ลบ และ “++” หมายถึงความสัมพันธ์ในแง่บวก

ตารางที่ 2.1: ข้อแตกต่างของการแบ่งปันข้อมูลในแต่ละรูปแบบ [4]

ลักษณะพิเศษ	ข้อมูลจากโปรแกรมจำลอง	วิชวลโปรแกรม	ผลจากการทำจินตทัศน์
การปรับเปลี่ยนลักษณะการแสดงผล	++	+	-
ความยืดหยุ่น	++	+	-
ความง่ายต่อการใช้งาน	-	+	++
การเผยแพร่ข้อมูล	-	+	++
การใช้งานในระบบเครือข่าย (Bandwidth)	--	-	+

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าข้อมูลแต่ละประเภทต่างมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน โดยข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองนั้นจะสามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลได้ตามความต้องการของผู้ใช้ (Full Control) และมีความยืดหยุ่นมากกกว่าแบบอื่น ๆ อันเนื่องจากมาจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้รับ ทั้งนี้ข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการทำจินตทัศน์จะง่ายต่อการใช้งานมากกว่าแบบอื่น เพราะว่าสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและง่ายต่อการเผยแพร่ข้อมูลไปยังบุคคลที่ไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ในส่วนของการใช้งานในระบบเครือข่ายข้อมูลที่เป็นผลจากการทำจินตทัศน์จะใช้งานระบบน้อยกว่า อันเนื่องมาจากมีการแปลงข้อมูลดิบที่อยู่ในปริมาณมากให้อยู่ในรูปของรูปภาพ การใช้ข้อมูลในแบบอื่นจึงใช้งานระบบเครือข่ายมากกว่า ทั้งนี้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันในปัจจุบันแต่ละหน่วยงานจะประกอบไปด้วยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน ดังนั้นความต้องการการใช้งานระบบจึงมีความแตกต่างกันไปด้วย

2.2.2.3 **แบบต่างเวลาสถานที่เดียวกัน** (Different Time, Same Place)

การทำงานร่วมแบบต่างเวลาสถานที่เดียวกันคือ การที่คนหลายคนทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งร่วมกัน ณ สถานที่เดียวกัน แต่อยู่คนละช่วงเวลา ยกตัวอย่างการทำงานในลักษณะนี้เช่น การใช้สมุดบันทึกการเข้า

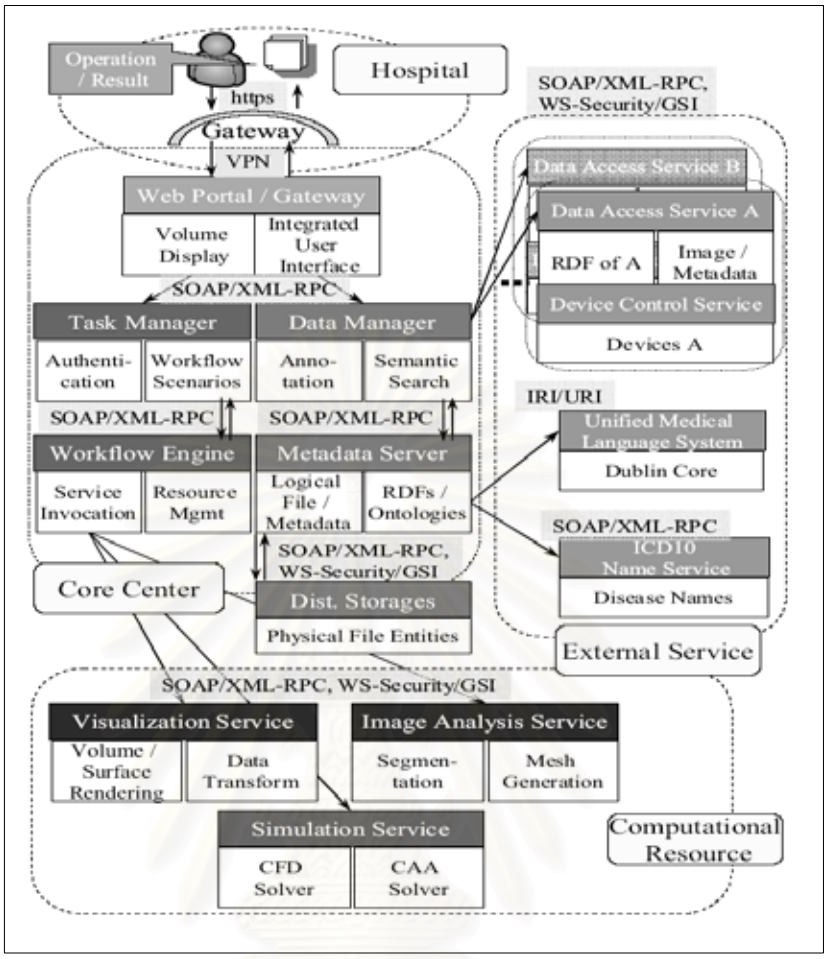
งาน การใช้ไมโครซอฟต์เวิร์ด ไมโครซอฟต์โน้ตแพด (Note Pad) ในการบันทึกการทำงาน เป็นต้น ซึ่งลักษณะการทำงานร่วมในรูปแบบนี้มักจะเป็นการบันทึกข้อมูลไว้ แล้วจึงมาทำต่อในภายหลัง ในส่วนของจินตทัศน์ได้มีงานวิจัยที่รองรับการทำงานร่วมในลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล (Visualization Archive) ของจินตทัศน์ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและสนับสนุนการทำงานร่วมแบบในลักษณะนี้ เช่น Collaborative Visualization of an Archaeological Excavation [14] งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบให้มีฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บผลของจินตทัศน์เพื่อใช้ในการทดลอง โดยเมื่อผู้วิจัยสร้างจินตทัศน์ระบบจะเก็บข้อมูลดังกล่าวลงฐานข้อมูลและกระจายผลที่ได้ไปยังที่อื่น ๆ อีกด้วย ๖ดูหัวข้อ 2.2.1.3 การทำจินตทัศน์แบบใช้ข้อมูลร่วมกัน (Sharing Data Visualization) ประกอบ)

2.2.2.4 **แบบต่างเวลาและสถานที่** (Different Time, Different Place)

การทำงานร่วมกันแบบต่างเวลาและต่างสถานที่ คือ การที่คนหลายคน ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งร่วมกันแต่อยู่คนละช่วงเวลาและสถานที่ ยกตัวอย่างเช่น การส่งจดหมาย การใช้อีเมล์ การใช้เว็บเพจ เว็บบล็อค เป็นต้น สำหรับงานวิจัยทางด้านจินตทัศน์ได้มีการพัฒนาเว็บเพื่อให้เกิดการแบ่งปันข้อมูลและเกิดการทำงานร่วมกัน ระบบโดยส่วนใหญ่จะเขียนเว็บเพ็จขึ้นมาและมีเครื่องมือสำหรับทำจิตทัศน์อยู่เบื้องหลัง ลักษณะการทำงานจะสร้างจินตทัศน์ผ่านเว็บเพ็จ ทั้งนี้บางระบบอาจมีการจัดการผลลัพธ์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาดูและวิเคราะห์ผลเมื่อใดก็ได้ สำหรับงานวิจัยในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ บางรูปแบบจะเน้นการทำจินตทัศน์เฉพาะทาง เช่น จินตทัศน์ทางการแพทย์ [26] จินตทัศน์ทางด้านแผนที่ [15] เป็นต้น

งานวิจัย ระบบจัดการข้อมูลจากโปรแกรมจำลองบนทรัพยากรแบบกระจายและบริการข้อมูลสำหรับการแพทย์ผ่านเว็บ [26] งานวิจัยนี้เน้นการทำจินตทัศน์ทางการแพทย์ผ่านเว็บเพ็จ โดยนำแนวคิดของการจัดทำระบบเชิงบริการ (Service-Oriented System) นำมาใช้สร้างระบบเว็บพอร์ทัลเพื่อทำนายอาการของโรคจากสถานพยาบาล โดยระบบนี้จะเข้าใช้งานข้อมูลทางการแพทย์ในโรงพยาบาลและประมวลผลโปรแกรมจำลอง (Simulation) และพิจารณาผลกระทบจากการผ่าตัด ทั้งนี้ผู้ทดลองสามารถปฏิบัติงานผ่านเว็บพอร์ทัล อาทิ การสั่งงานโปรแกรมจำลอง การเข้าถึงแหล่งข้อมูลแบบกระจาย และการแสดงภาพจากผลการทำจินตทัศน์

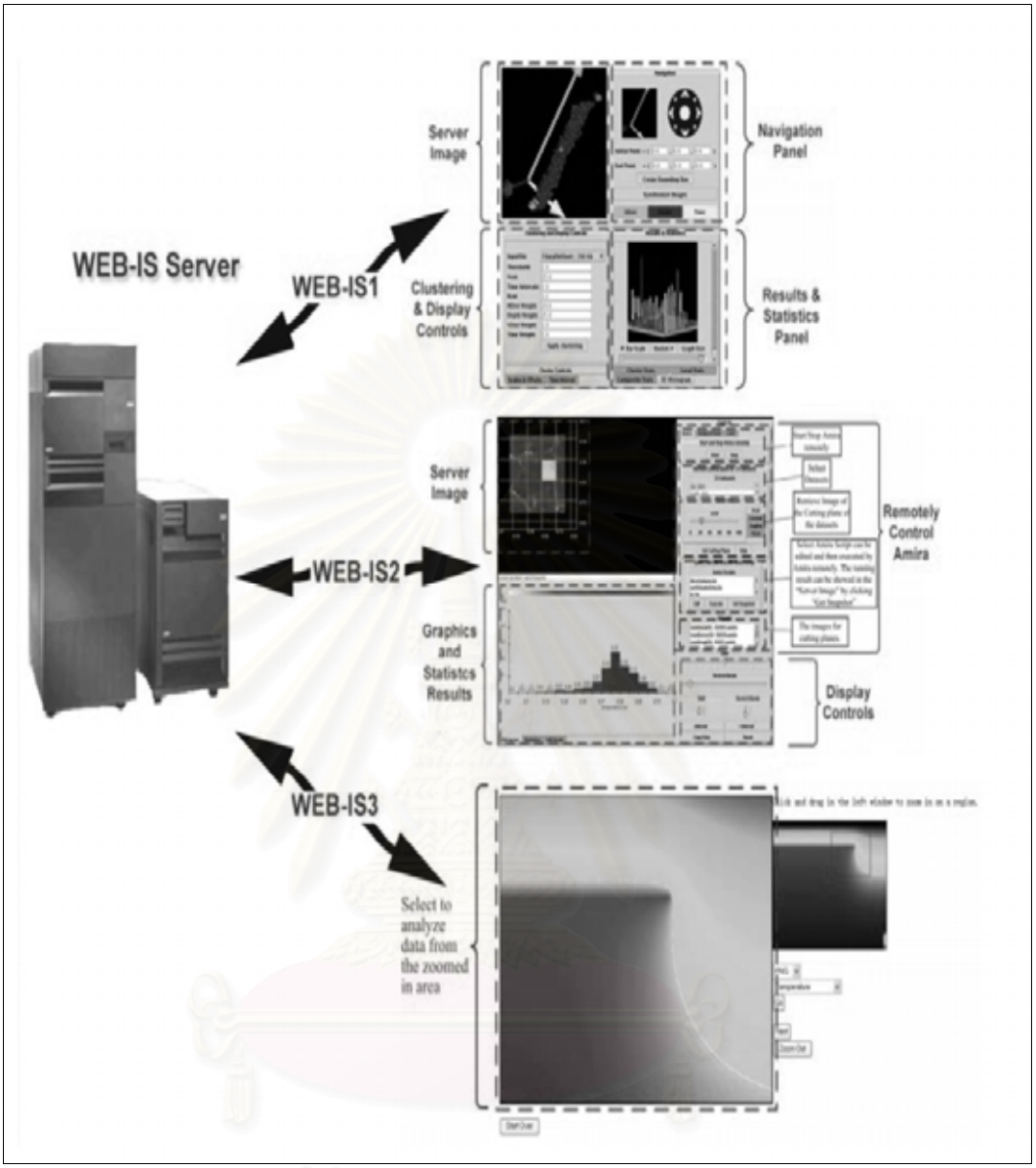
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.30: แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ [23]

งานวิจัยนี้ใช้งานโกลบัสซึ่งเป็นมิดเดิลแวร์ในระบบกริดเพื่อการจัดการข้อมูลและประมวลผลแบบจำลอง สำหรับการทำจินตทัศน์จะใช้วีทีเค (VTK, Visualization Toolkit) มาใช้ในการทำภาพแล้วส่งผลไปยังเว็บพอร์ทัล ระบบโดยรวมจะออกแบบมาให้แต่ละส่วนอยู่ในรูปของบริการ (Service) และถูกเรียกใช้โดยองค์ประกอบย่อยของระบบ

นอกเหนือจากรูปแบบการนำเสนอจินตทัศน์ผ่านเว็บเพ็จ ในปัจจุบันยังมีการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมเครื่องมือสำหรับทำจินตทัศน์ให้สามารถรองรับการทำงานได้หลากหลายมากขึ้น เช่น การเพิ่มองค์ประกอบเพื่อให้สามารถทำจินตทัศน์แบบร่วมได้ ยกตัวอย่างงานวิจัย เช่น การเพิ่มเติมโมดูลสำหรับการทำจินตทัศน์ผ่านเว็บด้วยอะมิรา หรือ WEB-IS (Web-based Integrated System) [15] ซึ่งพยายามรวบรวมโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งานในการศึกษาทางด้านภูมิศาสตร์ และสามารถแสดงผลได้ในรูปแบบสามมิติ ทั้งนี้งานวิจัยยังเน้นในส่วนของการประมวลผลแบบจำลองโดยมีสภาพตัวอย่างที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.31

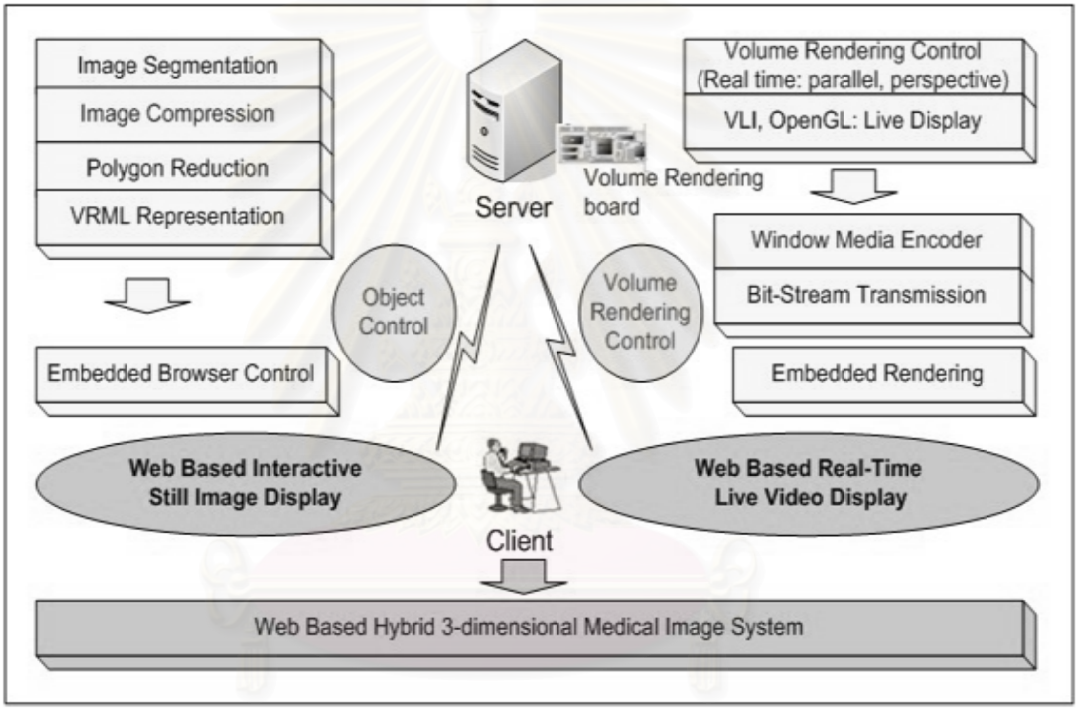


รูปที่ 2.31: แสดงผลลัพธ์จากการทำจินตทัศน์จากสภาพตัวอย่างที่แตกต่างกัน

จากรูปที่ 2.31 มีสภาพตัวอย่างของการทดลองทั้งหมด 3 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละตัวอย่างคือหนึ่งโมดูลที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการทดลอง โดยที่โมดูลที่ 1 คือ WEB-IS1 ทำหน้าที่จัดการเหตุการณ์ต่างๆ ของแผ่นดินไหว ถัดมาในโมดูลที่ 2 คือ WEB-IS2 ทำหน้าที่จัดเตรียมข้อมูล และโมดูลที่ 3 คือ WEB-IS3 ทำหน้าที่จัดเตรียมภาพที่เกิดจากการทำจินตทัศน์โดยให้สามารถปรับแต่งภาพ อาทิ การย่อ/ขยายภาพ นอกจากนั้นยังมีโมดูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม เช่น การสั่งงาน (Submit job) และการเฝ้าดูงาน (Monitoring) ในส่วนการแสดงผล งานวิจัยนี้จะให้ผู้ใช้จะทดลองและทำจินตทัศน์ผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้จาวาเอ็พเพล็ต

ด้วยเทคโนโลยีทางด้านการแสดงผลภาพสามมิติบนเว็บเพ็จ (Web 3D) ทำให้งานจินตทัศน์ประเภทนี้ยังคงพยายามเพิ่มรายละเอียดการให้มุมมองกับผู้ใช้มากขึ้น เช่น การใช้วีอาร์เอ็มแอล (VRML,

Virtual Reality Modeling Language) เพื่อช่วยให้สามารถแสดงผลภาพสามมิติบนเว็บ ควบคุมปรับเปลี่ยนมุมมองได้ ยกตัวอย่างงานวิจัยเช่น Web-Based Hybrid Visualization of Medical Images [27] เป็นการจัดทำและแสดงผลจินตทัศน์ทางการแพทย์ด้วยภาพนิ่งสามมิติและวิดีโอ งานวิจัยนี้จะใช้เทคโนโลยีของวีอาร์เอ็มแอลและภาษาจาวาสคริปต์สำหรับแสดงผลภาพนิ่ง การแสดงผลจะแสดงผ่านเว็บบราวเซอร์ซึ่งมีสองส่วนหลักคือ (1) ส่วนที่เป็นภาพนิ่งจะแสดงเป็นอ๊อฟไลน์ และ (2) วิดีโอจะแสดงแบบออนไลน์ ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลจากหน้าเว็บ ผลจากการปรับภาพระบบจะส่งคำร้องไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้เรนเดอร์ภาพตามการร้องขอนั้น ซึ่งเซิร์ฟเวอร์จะใช้การ์ดแสดงผลพิเศษสำหรับการเรนเดอร์ข้อมูล องค์ประกอบของระบบแสดงดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.32: แสดงองค์ประกอบของระบบ [27]

การทำจัดทำระบบจินตทัศน์ผ่านเว็บ โดยส่วนมากจะใช้โปรโตคอลมาตรฐานซึ่งอยู่บนบริการเวิลด์ไวด์เว็บ (WWW, World Wide Web) คือ โปรโตคอลเอ็ชทีทีพี (HTTP, Hypertext Transfer Protocol) และถูกใช้เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างเครื่องบริการเว็บ และเว็บบราวเซอร์ของผู้ใช้ สำหรับฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะใช้ภาษาสคริปต์ เช่น พีเอชพี (PHP, PHP Hypertext Preprocessor) เอเอสพี (ASP, Advance Server Page) หรือ ซีจีไอ (CGI, Common Gateway Interface) ฝั่งผู้ใช้หรือเว็บบราวเซอร์การแสดงผลจะใช้ภาษาเอ็ชทีเอ็มแอล (HTML, Hypertext Markup Language) หรือ จาวาเอ็พเพล็ต (Java Applet) ปัจจุบันแนวทางจัดทำส่วนติดต่อกับผู้ใช้ผ่านเว็บจะคล้ายคลึงกับการใช้งานบนเดสก์ท็อปมากขึ้น เทคโนโลยีปัจจุบันจึงจัดทำระบบเว็บพอร์ทัลเพื่อทำจินตทัศน์ในลักษณะของ Rich Internet Application เพื่อให้การใช้งานราบรื่นและให้การแสดงผลที่ดีต่อผู้ใช้ เบื้องหลังการสร้างจินต

ทัศน์ผู้พัฒนาโดยส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรมทำจินตทัศน์ที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและลักษณะการใช้งาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาและสถานที่ส่วนใหญ่จะเน้นในส่วนของการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นที่ใช้งานเฉพาะด้าน โดยมีการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบให้เหมาะสมกับการทดลองนั้นๆ

สรุป: อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่างานวิจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ต่างสนับสนุนรูปแบบการทำจินตทัศน์ร่วมในบางรูปแบบเท่านั้น ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ผสมผสานรูปแบบของการทำจินตทัศน์ร่วมในทุกรูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งหากมีการผสมผสานหลายรูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน จะทำให้การทำจินตทัศน์ร่วมมีความสะดวกและสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ซึ่งในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่นับเป็นสิ่งที่จำเป็นเพราะเหตุที่ว่านักวิทยาศาสตร์แต่ละคนต่างมีความเชี่ยวชาญไม่เท่ากัน การแบ่งปันข้อมูลให้กับคนที่อยู่คนละที่เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ให้แก่กันจะทำให้การทดลองทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาสถานที่เดียวกัน เพราะเหตุที่ว่านักวิทยาศาสตร์อาจมีช่วงเวลาที่สามารถทำการทดลองร่วมกันได้ไม่ตรงกัน แต่มีความต้องการที่จะทำการทดลองร่วมกัน การสร้างระบบที่สนับสนุนการทดลองในลักษณะดังกล่าวนับเป็นสิ่งที่จำเป็น

การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาและสถานที่เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่ต่างที่และมีช่วงเวลาที่สามารถทำการทดลองร่วมกันได้ที่ต่างกัน สามารถทำการทดลองร่วมกันได้

และการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาและสถานที่เดียวกันเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่สถานที่และช่วงเวลาเดียวกันสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ข้อคิดเห็นซึ่งกันและกัน สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันพัฒนาและก้าวไกลไปยิ่งขึ้น

2.3 การเปรียบเทียบงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปความสัมพันธ์กับงานวิจัยนี้ โดยแบ่งตามลักษณะการทำจินตทัศน์ร่วมและการทำจินตทัศน์แบบกระจายดังต่อไปนี้

2.3.1 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของระบบจินตทัศน์แบบกระจาย

1) การทำจินตทัศน์ที่นำข้อมูลจากหลายแหล่งที่มา (Multiple Source Visualization) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ในรูปแบบนี้เน้นในเรื่องของการนำทรัพยากรมาใช้ในระบบจากแหล่งข้อมูลหลากหลายที่ ทั้งนี้งานวิจัยส่วนใหญ่ต่างมุ่งเน้นที่การนำทรัพยากรจากแหล่งข้อมูลประเภทเดียวกัน [6] ซึ่งการทดลองร่วมกันในปัจจุบัน จะพบว่าแต่ละหน่วยงานต่างมีทรัพยากรที่ใช้แตกต่างกัน การพัฒนาระบบเพื่อรองรับกับทรัพยากรที่หลากหลายรูปแบบจึงนับเป็นเรื่องที่จำเป็น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงออกแบบระบบเพื่อรองรับกับการนำข้อมูลแหล่งข้อมูลหลากหลายประเภท เพื่อให้การทดลองเป็นไปได้อย่างราบรื่นขึ้น

2) การทำจินตทัศน์แบบขนาน (Parallel Visualization) งานวิจัยแนวคิดของ AVS/Express [7] ในส่วนของการแบ่งการประมวลผลแบบขนานภายในวิชวลโปรแกรมมาใช้ ซึ่งหลักการของการแบ่งข้อมูลเพื่อทำการประมวลผลนั้นได้ใช้แนวคิดของ Parallel Volumn Rendering for Ocean Visualization in a Cluster of CPs [8] มาใช้ กล่าวคือ กำหนดให้มีการแบ่งการประมวลผลแบบขนานตามชั้น (Layer) ของข้อมูล

3) การทำจินตทัศน์แบบใช้ข้อมูลร่วมกัน (Sharing Data Visualization) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ในรูปแบบนี้จะเย้นในเรื่องของการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกัน ทั้งนี้งานวิจัยส่วนใหญ่มักจะเสนอรูปแบบการแสดงผลข้อมูลที่แสดงผลอย่างละเอียดซึ่ง [9] ซึ่งเหมาะกับการดูข้อมูลทีละข้อมูล ดังนั้นหากมีข้อมูลที่สนใจในปริมาณที่มาก การทำงานในลักษณะดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมนัก การเพิ่มช่องทางในการเลือกดูข้อมูลจึงนับได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็น งานวิจัยนี้จึงนำเวนอรูปแบบการทำงานร่สมแบบ 2 ช่องทางเพื่อตอบสนองกับความต้องการดังกล่าว ช่องทางแรกคือ ทางเว็บสำหรับกรณีที่มีข้อมูลที่สนใจในปริมาณมาก และทางโปรแกรมจินตทัศน์ในกรณีที่ต้องการดูข้อมูลนั้น ๆ อย่างละเอียด

4) การทำจินตทัศน์ผ่านเครือข่าย (Network-Oriented Visualization) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ในรูปแบบนี้จะอยู่ในลักษณะของไคลเอนท์เซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงอยู่ในลักษระของเว็บแอ๊พพลิเคชั่นมาใช้ในการพัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยีการนำอ๊อปเจกต์ฝังตัวบนบราวเซอร์ (Embedded Object) [10, 11] มาใช้ในการแสดงผล เช่น Java Applet, VRML Web 3D เป็นต้นทั้งนี้การนำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการแสดงผลของฝั่งผู้ใช้นั้นมีข้อเสียคือ ทำให้มีทรัพยากรที่ใช้ในการประมวลผลสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกเอาเทคโนโลยีของเฟลซ (Flash) มาใช้ในการแสดงผลของจินตทัศน์เพราะมีการใช้ทรัพยากรในการประมวลผลน้อยและมีการแสดงผลแบบเวกเตอร์ ดังนั้นจึงให้การแสดงภาพที่คมชัด และเหตุผลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือบราวเซอร์ของผู้ใช้ส่วนใหญ่มักติดตั้งโปรแกรมนี้ไว้อยู่แล้ว

งานวิจัยนี้ได้รวบรวมเอาข้อดีต่าง ๆ ของการทำจินตทัศน์บนระบบแบบกระจายเข้าไว้ด้วยกันเพื่อรองรับกับความต้องการของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องการระบบที่สนับสนุนให้การทดลองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.3.1 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของระบบจินตทัศน์ร่วม

1) แบบเวลาและสถานที่เดียวกัน (Same Time, Same Place) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ร่วมในรูปแบบนี้ส่วนใหญ่จะเน้นในส่วนของการแสดงผลแบบหลายหน้าจอ เพื่อให้สามารถมองเห็นมุมมองและรายละเอียดของข้อมูลมากยิ่งขึ้น [17, 18] ส่วนใหญ่มักออกแบบระบบโดยใช้ฮาร์ดแวร์

เฉพาะ [16] มาช่วยสนับสนุนให้การแสดงผลเป็นไปได้อย่างราบรื่นยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้งานของระบบดังกล่าวจึงเกิดขึ้นเฉพาะในห้องทดลองเท่านั้น งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาและสถานที่เดียวกันในรูปแบบการทำงานลักษณะดังกล่าวที่สามารถใช้งานได้ทุกที่และง่ายต่อการติดตั้ง โดยที่ไม่ต้องมีการใช้ฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบเฉพาะเข้าช่วย

2) แบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่ (Same Time, Different Place) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ในรูปแบบนี้ จะเน้นในช่วงของการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกัน [19, 20, 21] ทั้งนี้การทำการทดลองร่วมกัน แต่ละหน่วยงานอาจประกอบไปด้วยบุคคลากรที่มีความเชี่ยวชาญที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นความต้องการในการใช้งานข้อมูลจึงมีความแตกต่างกันไปด้วย งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบเพื่อรองรับกับความต้องการดังกล่าวโดยให้สามารถแบ่งปันข้อมูลในทุก ๆ รูปแบบดังตารางที่ 2.1

3) แบบต่างเวลาสถานที่เดียวกัน (Different Time, Same Place) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ในรูปแบบนี้มักเกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูลที่ใช้ในการทำจินตทัศน์ [9] งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบเพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมในลักษณะนี้เช่นกัน โดยมีฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการทำจินตทัศน์ของระบบ

4) แบบต่างเวลาและสถานที่ (Diffent Time, Diffent Place) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำจินตทัศน์ร่วมในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเน้นในเรื่องของการพัฒนาเว็บแอ๊พพลิเคชั่นที่ใช้งานเฉพาะด้าน โดยมีการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบที่เหมาะสมกับการทดลองนั้น ๆ [10, 20, 24] ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบให้มีการใช้งานในลักษณะดังกล่าวโดยนำเอาการทดลองสึนามิมาเป็นรูปแบบในการพัฒนาระบบ

ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงผสมผสานรูปแบบของระบบจินตทัศน์ร่วมแบบต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อรองรับความต้องการทางวิทยาศาสตร์ที่ในปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสาน

ในบทนี้นำเสนอแนวคิดของงานวิจัยนี้เกิดจากการทำจินตทัศน์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบที่สำคัญสองส่วนคือ ส่วนแรกคือระบบจินตทัศน์แบบกระจาย ซึ่งแนวคิดของงานในส่วนนี้จะเป็นการผสมผสานรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายในทุกรูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน ในส่วนที่สองจะเป็นการแสดงจินตทัศน์ร่วม ซึ่งแนวคิดของงานวิจัยในส่วนนี้คือการรวบรวมทุกรูปแบบของการทำจินตทัศน์ร่วมเพื่อรองรับกับรูปแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จากแนวคิดดังกล่าวทำให้เกิดระบบที่ผสมผสานรูปแบบการทำจินตทัศน์แบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน

3.1 แนวคิดในการออกแบบระบบ

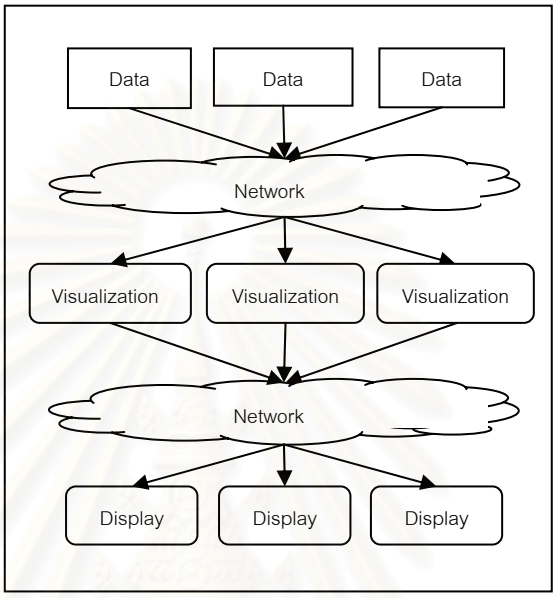
การทดลองทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่จำเป็นต้องอาศัยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และทำการทดลองบนระบบที่มีสมรรถนะสูง เช่น คอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ กริด และซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ อีกทั้งปัจจุบันความเร็วของหน่วยประมวลผล ความจุของหน่วยเก็บข้อมูล และความเร็วของเครือข่ายที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนและให้ปริมาณผลการทดลองที่มากขึ้นตามมา โดยผลการทดลองดังกล่าวนั้นไม่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่เต็มไปด้วยตัวเลข กระบวนการทางจินตทัศน์จึงนับเป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าว ไปเป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้โดยง่าย เช่น รูปภาพ วิดีโอ เป็นต้น

ในปัจจุบันการทดลองทางวิทยาศาสตร์ อาจจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน ดังนั้นการใช้งานระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันและการทำจิตทัศน์ร่วมกันจึงนับเป็นสิ่งที่จำเป็น ภายใต้ความร่วมมือดังกล่าวระบบต้องจัดเตรียมการให้บริการเครื่องมือในการทดลอง การแชร์ข้อมูลทั้งอินพุทและเอาต์พุท การทำวิชวลไลเซชัน เพื่อให้การทดลองเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เบื้องหลังการทำงานของระบบการจัดการการทดลองทางวิทยาศาสตร์มักใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงและระบบแบบกระจาย เพื่อให้ได้รับผลลัพธ์ของการทดลองที่เร็วขึ้นทันกาล และเหมาะสมกับงานวิจัยแต่ละประเภท

ทั้งนี้การออกแบบระบบการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานนั้นมีแนวคิดหลักที่สำคัญสองประการคือ

1) การผสมผสานรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายแบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันโดยกำหนดให้มีการนำข้อมูลจากหลายแหล่งที่มาเพื่อรองรับกับความแตกต่างของทรัพยากรในแต่ละหน่วยงาน มีระบบ

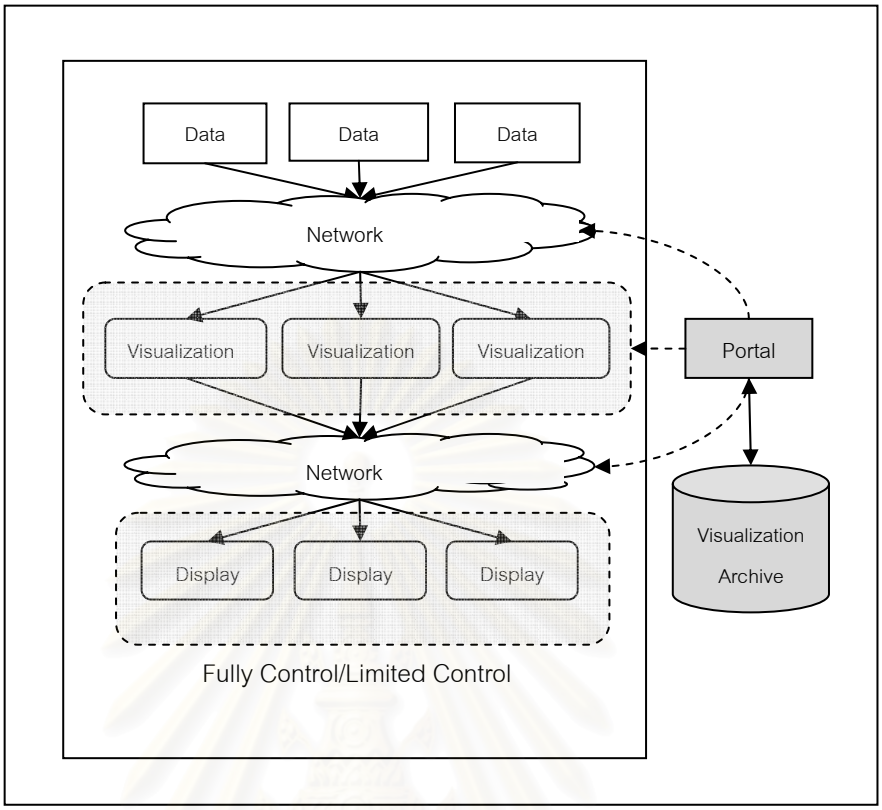
การประมวลผลแบบขนานทำให้เพื่อทำให้การแสดงผลเป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น มีรูปแบบการแสดงผลแบบหลายช่องทางเพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับนักวิทยาศาสตร์ในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล มีการทำจินตทัศน์ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อเกิดการเชื่อมโยงการทำงานร่วมกันในแต่ละหน่วยงานโดย รูปแบบการทำงานระบบนั้นแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1: รูปแบบการผสมผสานระบบจินตทัศน์แบบกระจาย

2) การผสมผสานรูปแบบของการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อรองรับกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งประกอบไปด้วย
   - การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาและสถานที่เดียวกัน โดยออกแบบให้ระบบรองรับการแสดงผลจินตทัศน์แบบหลายหน้าจอ (Tiled Display)
   - การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบเวลาเดียวกันต่างสถานที่ กำหนดให้มีมีการแบ่งปันข้อมูลจากโปรแกรมจำลอง วิชวลโปรแกรม และผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจินตทัศน์
   - การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาสถานที่เดียวกัน โดยการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อรองรับกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์
   - การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบต่างเวลาและสถานที่ โดยการออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่นให้เหมาะสมกับลักษณะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (การทดลองสืนามิ ดูบทที่ 4 กรณีศึกาการทดลองสืนามิ ประกอบ)

งานวิจัยนี้จึงผสมผสานรูปแบบของระบบจินตทัศน์แบบกระจายและการแสดงจินตทัศน์ร่วมในทุกๆ รูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน โดยมีสถาปัตกรรมของระบบดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2: รูปแบบการผสมผสานระบบจินตทัศน์ร่วมในระบบแบบกระจาย

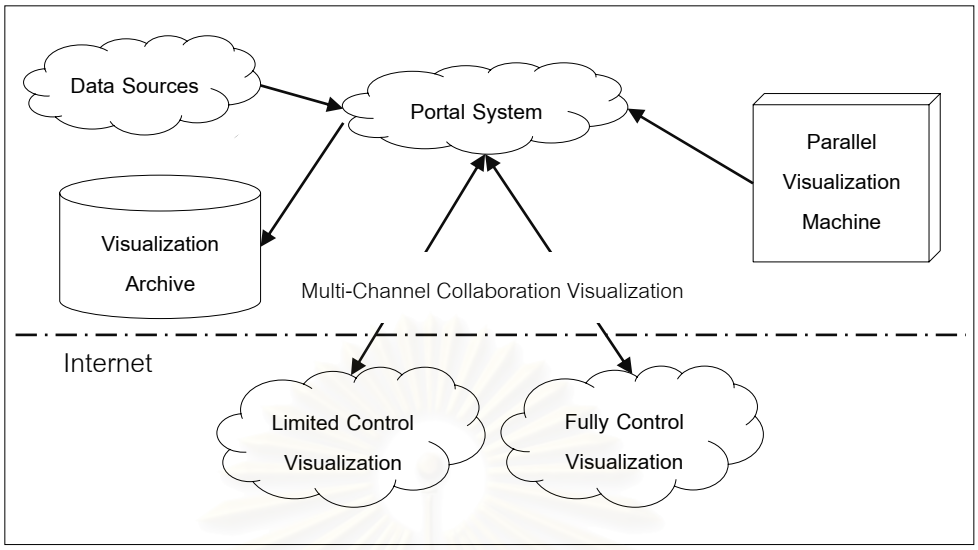
3.2 สถาปัตยกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบระบบเพื่อช่วยเหลือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยมีความสามารถและหน้าที่ดังนี้คือ ระบบการเข้าถึงข้อมูลแบบกระจาย ระบบการแชร์ไฟล์อินพุทและเอาต์พุทและระบบการทำจินตทัศน์ร่วมกัน และระบบการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนาน

โดยแนวคิดของระบบต้นแบบข้างต้นจะช่วยอำนวยความสะดวกให้นักวิทยาศาสตร์สามารถทำการทดลองในส่วนที่ตนเองต้องการ ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยเน้นหนักไปทางด้านการทดลองการเกิดคลื่นสึนามิ โดยมีระบบสนับสนุนอยู่เบื้องหลัง ได้แก่

- ระบบคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ เพื่อใช้ในการทำจินตทัศน์
- ระบบไฟล์เซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูล สำหรับการเก็บโปรไฟล์การทดลอง (Pre-computed Database)
- ระบบเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้เป็นเว็บพอร์ทัล สำหรับการติดต่อกับผู้ใช้และจัดการระบบ

จากความต้องการและความจำเป็นต่อการใช้งานข้างต้น ผู้วิจัยจึงออกแบบระบบเพื่อสนับสนุนและตอบสนองต่อการใช้งาน ดังแสดงในรูป 3.3

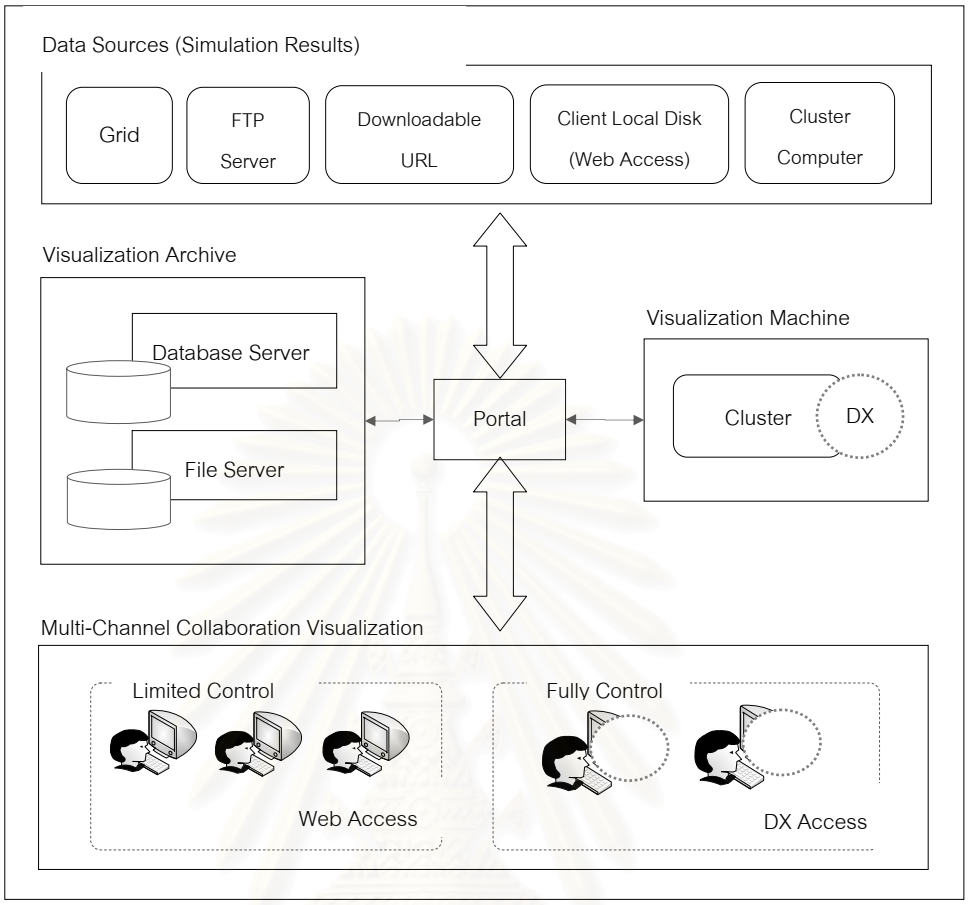


รูปที่ 3.3: สถาปัตยกรรมของระบบ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการทำระบบพอร์ทัลมาใช้ในการควบคุมการทำงานส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 3.3 ข้อดีของระบบลักษณะนี้คือ สามารถเคลื่อนย้าย และปรับปรุงระบบได้ง่ายโดยที่ไม่กระทบต่อการทำงานของระบบย่อย หรือแม้กระทั่งมีการใช้งานอยู่ในขณะนั้น ก็สามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขระบบได้โดยไม่กระทบต่อส่วนอื่น และไม่จำเป็นต้องงดการใช้งานระบบโดยไม่จำเป็น

ส่วนประกอบของระบบพอร์ทัลที่ผู้วิจัยออกแบบ จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน และสามารถเพิ่มเติมแต่ละส่วนได้ง่าย โดยที่ไม่กระทบต่อส่วนอื่น ส่วนประกอบดังกล่าวมีดังนี้ (ดูรูปที่ 3.3 - 3.4 ประกอบ)

- แหล่งข้อมูล (Data Source) ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้ผู้ใช้สามารถนำเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลประเภทต่างๆ มาทำจินตทัศน์ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลในระบบกริด คลัสเตอร์ เว็บไซต์ เอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นต้น
- เครื่องทำจินตทัศน์ (Visualizer – Visualization Machine) ซึ่งผู้วิจัยได้นำเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์มาใช้ในการประมวลผลเพื่อรองรับกับการประมวลผลแบบขนาน
- ฐานข้อมูลจินตทัศน์ (Visualization Archive) ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้มีฐานจินตทัศน์เพื่อให้นักวิจัยสามารถนำเอาข้อมูลและผลการทำจินตทัศน์มาวิเคราะห์ในภายหลัง และอนุญาตให้สามารถทำการค้นหาผลการทำจินตทัศน์ในอดีตด้วยพารามิเตอร์ (Parameter Keyword) ของข้อมูลที่ระบุ
- การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบหลายช่องทาง (Multi-Channel Collaboration Visualization) ระบบพอร์ทัลได้ออกแบบให้มีส่วนของการแสดงผลการทำจินตทัศน์ร่วมสองประเภทคือ แบบควบคุมการแสดงผลจินตทัศน์อย่างสมบูรณ์ (Fully Control) และแบบควบคุมการแสดงผลแบบจำกัด (Limited Control)



รูปที่ 3.4: แสดงส่วนประกอบของระบบ

จากรูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบที่จำเป็นของระบบ การทำงานและรายละเอียดของแต่ละส่วนข้างต้น มีดังต่อไปนี้

3.2.1 **แหล่งข้อมูลของผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์** (Scientific Data Source)

เนื่องจากกลุ่มการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่ม อาจมีการเข้าถึงทรัพยากรของระบบของตนเองแตกต่างกัน หรือต้องการเข้าถึงแหล่งเก็บข้อมูลของงานวิจัยร่วมกัน ยกตัวอย่างเช่น

- หน่วยงาน ก. ใช้ระบบคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ในการทดลองและเก็บผลการทดลอง
- หน่วยงาน ข. ใช้ระบบกริด และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำการทดลองและเก็บผลการทดลอง
- หน่วยงาน ค. ใช้ระบบคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ทำการทดลองและเก็บผลการทดลองไว้ที่เอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์ (FTP Server)

จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่ากลุ่มการทดลองนี้มีการเก็บผลการทดลองไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงออกแบบมาเพื่อรองรับความหลากหลายของแหล่งข้อมูลดังนี้

3.2.1.1 **แหล่งข้อมูลจากคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์** (Cluster Computer)

การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบจากคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์จะใช้รูปแบบการเข้าถึงข้อมูลที่เรียกว่า คลัสเตอร์ดีเอ็สเอ็น (Cluster DSN – Data Source Name) ซึ่ง ผู้วิจัยได้กำหนดดีเอ็สเอ็นไว้ดังนี้

<username>:<password>@<hostname>:/<path>/<to>/<filename>

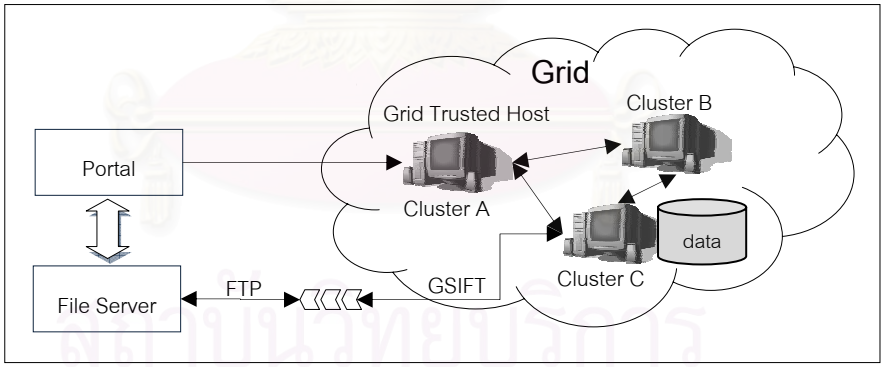
ตัวอย่างการใช้งานเช่น

pemjit:password@horizon.cp.eng.chula.ac.th:/home/pemjit/data.dat

จากตัวอย่างข้างต้นผู้ใช้งานชื่อ pemjit มีรหัสผ่านของผู้ใช้เป็น password โดยเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์คือ horizon.cp.eng.chula.ac.th เพื่อร้องขอนำไฟล์ข้อมูลชื่อ data.data ณ ตำแหน่ง /home/pemjit/ ออกจากระบบไปยังระบบพอร์ทัล โดยวิธีการนี้ระบบจะใช้ช่องทางการขนส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอลซีเคียวเชลล์(SSH - Secure Shell Protocol) ซึ่งเป็นช่องทางมาตรฐานที่ระบบคอมพิวเตอร์ทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนใหญ่เปิดใช้งาน

3.2.1.2 **แหล่งข้อมูลจากระบบกริด** (Grid System)

ในสภาพแวดล้อมการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เรียกใช้งานมิดเดิลแวร์ในระบบกริด คือ โกลบัส (Globus) เพื่อการขนส่งไฟล์ภายในระบบกริดสู่ระบบพอร์ทัล ดังนั้นการขนส่งข้อมูลจะใช้คำสั่งของโกลบัสเป็นหลัก และทำการเชื่อมเส้นทางข้อมูลไปที่โปรโตคอลเอฟทีพีของระบบเว็บพอร์ทัลดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5: แสดงการเชื่อมต่อเพื่อสำเนาข้อมูลระหว่างระบบพอร์ทัลและระบบกริด

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าการนำเอาแฟ้มข้อมูลจากกริด ระบบจะดำเนินการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอลซีเคียวเชลล์เพื่อเลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นระบบพอร์ทัลจะทำการดาวน์โหลดข้อมูลที่เลือกมาเก็บไว้ที่เครื่องไฟล์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำจินตทัศน์ต่อไป

การกำหนดการเข้าถึงข้อมูลในระบบกริด ผู้ใช้จำเป็นต้องมีบัญชีผู้ใช้ในระบบกริด ซึ่งอาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง หรือ อาจเป็นลีนุกซ์/ยูนิกส์เซิร์ฟเวอร์ โดยที่ระบบพอร์ทัลจะเรียกเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ว่า “เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งได้รับการยอมรับในระบบกริด (Grid Trusted

Host)” และจะใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตัวแทน (Proxy) สำหรับการเข้าถึงระบบไฟล์ในกริด โดยสามารถกำหนดดีเอ็สเอ็น (Grid-Trusted-Host DSN) ในการเข้าถึงดังนี้

<username>:<password>@<grid-trusted-hostname>

ตัวอย่างการใช้งานเช่น

pemjit:password@pluto.cp.eng.chula.ac.th

หลังจากการกำหนดเครื่องคอมพิวเตอร์ตัวแทนในระบบพอร์ทัลตามดีเอ็สเอ็นข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดดีเอ็สเอ็นสำหรับการเข้าถึงข้อมูลในระบบกริด (Grid DSN) เพื่อนำเอาแฟ้มข้อมูลที่ต้องการดังนี้

<grid-member-hostname>:/<path>/<to>/<filename>

ตัวอย่างการใช้งานเช่น

araya.thaigrid.or.th:/fs/home/thaigrid/data.dat

จากตัวอย่าง ระบบพอร์ทัลจะนำไฟล์ข้อมูล data.dat จากเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ในระบบกริด คือ araya.thaigrid.or.th ณ ตำแหน่ง /fs/home/thaigrid/ มายังระบบพอร์ทัล โดยเชื่อมต่อเส้นทางไปยังโปรโตคอลเอฟทีพีของระบบพอร์ทัลดังรูปที่ 3.5 ข้างต้น

3.2.1.3 แหล่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

การทดลองทางวิทยาศาสตร์บางประเภท นักวิทยาศาสตร์อาจไม่ได้ใช้ระบบที่มีสมรรถนะสูง เช่น คอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ ระบบกริด แต่อาจใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาประมวลผล ซึ่งระบบพอร์ทัลจะอนุญาตให้นำเอาข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวผ่านโปรโตคอลเอ็ชทีทีพีมาตรฐาน (HTTP) เข้าสู่ระบบพอร์ทัล

3.2.1.4 แหล่งข้อมูลจากการระบุยูอาร์แอลแบบเปิดเผย (Non-authentication URL)

นักวิทยาศาสตร์อาจต้องการแบ่งปันผลการทดลองให้กับผู้ที่สนใจ โดยเก็บผลการทดลองในเว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือ เอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์ ที่สามารถเข้าถึงได้จากภายนอก (Public) ดังนั้นการนำแหล่งข้อมูลจากการระบุยูอาร์แอลจึงมีความสำคัญ ระบบพอร์ทัลจะใช้โปรโตคอลเอ็ชทีทีพี และ เอฟพีที ซึ่งเป็นโปรโตคอลมาตรฐานในการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบพอร์ทัล มีรูปแบบการระบุยูอาร์แอลดังนี้

<http, ftp>://<hostname>/<path>/<to>/<filename>

ตัวอย่างการใช้งานเช่น

http://horizon.cp.eng.chula.ac.th/~pemjit/data.dat

3.2.1.5 **แหล่งข้อมูลจากการระบุยูอาร์แอลแบบไม่เปิดเผย** (Authentication URL)

ผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญมาก ในบางครั้งอาจไม่เปิดเผยต่อสาธารณะ ข้อมูลดังกล่าวอาจเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ไฟล์เซิร์ฟเวอร์ โดยใช้โปรโตคอลเอฟทีพี (FTP Protocol) และ https สำหรับเข้าถึงระบบไฟล์และต้องใช้บัญชีผู้ใช้ของตนเพื่อนำข้อมูลออกมา สำหรับแหล่งข้อมูลลักษณะนี้ ระบบพอร์ทัลสนับสนุนการเข้าถึงข้อมูลซึ่งสามารถระบุยูอาร์แอลได้ดังนี้

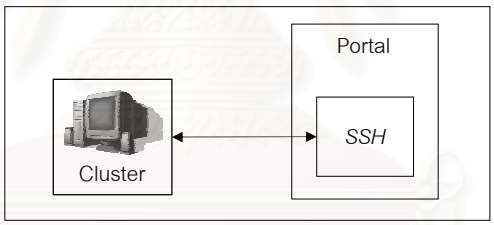
```
ftp://<username>:<password>@<hostname>/<path>/<to>/<filename>
```

ตัวอย่างการใช้งานเช่น

ftp://pemjit:password@161.200.92.162/private/data.dat

3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับทำจินตทัศน์ (Visualization Machine)

ระบบใช้เครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์เพื่อทำจินตทัศน์เนื่องจากต้องการการประมวลผลแบบขนาน (ดูหัวข้อที่ 3.3 การประมวลผลจินตทัศน์) การติดต่อระหว่างพอร์ทัลกับเครื่องมือการทำจินตทัศน์มีลักษณะดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6: การติดต่อสื่อสารระหว่างพอร์ทัลกับเครื่องทำจินตทัศน์

3.2.3 ฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ (Visualization Archive)

การทดลองทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลในอดีตเพื่อการวิเคราะห์และใช้งานในยามจำเป็น ดังนั้นส่วนนี้นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการทดลองบางประเภท โดยเฉพาะการทดลองการเกิดคลื่นสึนามิ เพราะเมื่อเกิดแผ่นดินไหว นักวิทยาศาสตร์จะนำเอาข้อมูลจากเหตุการณ์ดังกล่าว เช่น ความรุนแรง พื้นที่การเกิดแผ่นดินไหว ตำแหน่งที่เกิด และอื่นๆ มาค้นหาในฐานข้อมูลเพื่อประเมินผลกระทบเบื้องต้น และสามารถเตือนภัยได้อย่างทันท่วงที ดังนั้นการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การทดลองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ดูบทที่ 4 กรณีศึกษาการทดลองสึนามิ)

3.2.4 **จินตทัศน์ร่วม** (Collaboration Visualization)

การทดลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันต้องอาศัยระบบที่สามารถแบ่งปันผลการทดลองไปยังกลุ่มหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ระบบพอร์ทัลนี้อนุญาติให้ผู้ทำการทดลองสามารถเข้าดูผลการทำจินตทัศน์ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทดลองทางวิทยาศาสตร์ผ่าน 2 ช่องทาง คือ

3.2.4.1 **การแสดงผลผ่านเว็บพอร์ทัล** (Web Access)

ส่วนนี้จะแสดงผลการทำจินตทัศน์ผ่านเว็บและสามารถควบคุม หรือ ปรับเปลี่ยนรูปแบบของการแสดงผลภาพตามที่ระบบกำหนดให้ (Limited Control) สามารถแบ่งประเภทของการแสดงผลจินตทัศน์ในส่วนนี้ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) *ภาพนิ่ง (Imagery)* เป็นภาพที่แสดงผ่านเว็บพอร์ทัล ซึ่งเกิดจากข้อมูลที่มีจำนวนช่วงเวลาการแสดงผลเพียงหนึ่งช่วงเวลา (Single Time Step)
2) *ภาพเคลื่อนไหว (Animation)* เป็นอนุกรมของภาพหลายๆ ภาพที่ถูกแสดงในช่วงเวลาเท่าๆ กัน (Frame Rate) ซึ่งเกิดจากข้อมูลที่มีจำนวนช่วงเวลาการแสดงผลหลายช่วงเวลา (Multi Time Step)

การทำจินตทัศน์โดยส่วนใหญ่มักมีการปรับเปลี่ยนผลลัพธ์อยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากว่าผลลัพธ์อาจยังไม่ก่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปที่เข้าใจ และสื่อความหมายของผลการทดลองอย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ระบบพอร์ทัลมีเครื่องมือสำหรับการปรับผลภาพของจินตทัศน์ อาทิ การปรับเปลี่ยนมุมมอง (Rotation Angle) การปรับความละเอียดของภาพ (Resolution) การย่อขยายภาพ (Zooming) และให้สามารถทำการดาวน์โหลดผลลัพธ์เพื่อใช้ในกิจการอย่างอื่น

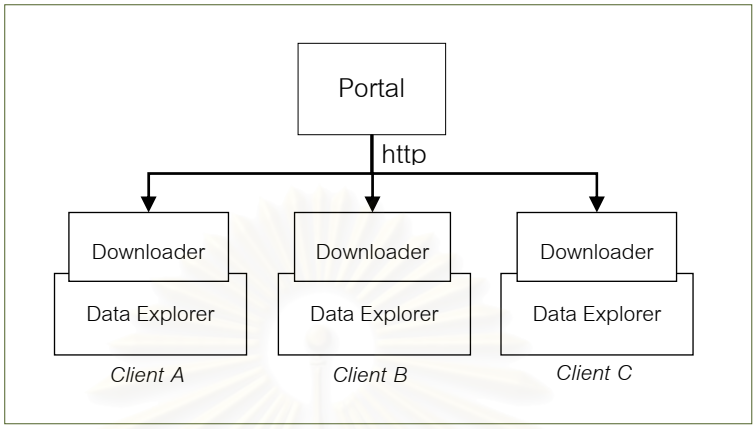
3.2.4.2 **การแสดงผลผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์** (Data Explorer Access)

ระบบพอร์ทัลนำรูปแบบข้อมูลมาตรฐานของโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ [25] (นามสกุลดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์, dx) มาใช้ในการทำจินตทัศน์ ซึ่งจะใช้ในส่วนของการแปลงข้อมูลดิบจากโปรแกรมจำลองไปเป็นข้อมูลที่เครื่องมือทำจินตทัศน์เข้าใจได้ (อ้างอิงหัวข้อ 4.3.2.1 การแปลงข้อมูล) ทำให้สามารถใช้งานข้อมูลดังกล่าวสำหรับทำจินตทัศน์ได้ผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนแสดงผลออกเป็นสองประเภทดังนี้

1) *การแสดงผลหนึ่งจอภาพต่อผู้ใช้หนึ่งคน*

ระบบพอร์ทัลอนุญาตให้นักวิทยาศาสตร์สามารถนำเอาวิชวลโปรแกรม ซึ่งระบบได้จัดเตรียมไว้สำหรับการทำจินตทัศน์แบบร่วม (Collaborative Visualization) ให้สามารถประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์เตอร์ส่วนบุคคล โดยวิธีนี้นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ในเครื่องของตน ผลจากการทำจินตทัศน์แบบนี้ ผู้ใช้สามารถควบคุมการประมวลผลจินตทัศน์ได้ตาม

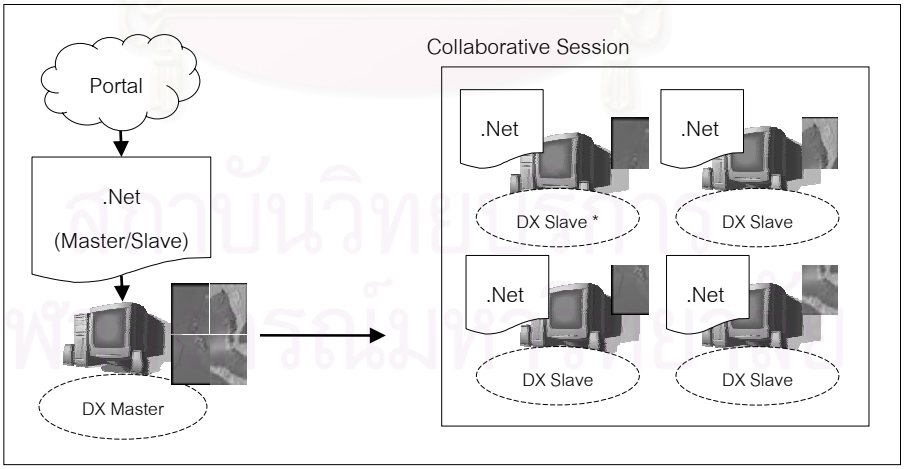
ต้องการ (Fully Control) โดยไม่จำเป็นต้องมีไฟล์อินพุทอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของตน แสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7: การติดต่อสื่อสารระหว่างโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์และระบบพอร์ทัล

2) *การแสดงผลหลายจอภาพต่อผู้ใช้หนึ่งคน*

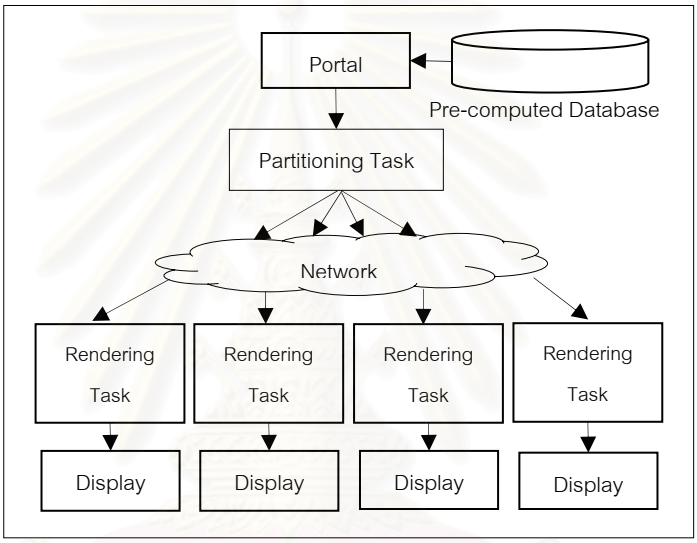
การทำจินตทัศน์ผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ มีข้อดีคือทำผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของการแสดงภาพ ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวให้เป็นแบบใดก็ได้ตามรูปแบบที่ต้องการ นอกเหนือจากการแสดงจินตทัศน์ร่วมผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์หนึ่งจอแสดงผลต่อหนึ่งผู้ใช้แล้ว ผู้วิจัยยังได้ออกแบบให้มีการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบกระจายการทำงานในส่วนของการประมวลผลภาพ (Rendering) ไปยังกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ เพื่อให้มีการแสดงผลในหลายหน้าจอ (Tiled Display) ทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นรายละเอียดของการแสดงผลภาพได้มากขึ้น ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8: การแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบหลายหน้าจอผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์

ระบบพอร์ทัลได้จัดเตรียมส่วนการสร้างจินตทัศน์แบบแสดงผลหลายหน้าจอ ซึ่งผู้ใช้ต้องระบุจำนวนของจอภาพที่ต้องการแสดง แล้วระบบจึงจะสร้างวิชวลโปรแกรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดโดยอัตโนมัติ ดังนั้นผู้ใช้จำเป็นต้องนำเอาวิชวลโปรแกรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมด มาติดตั้งและประมวลผลตามลักษณะการ

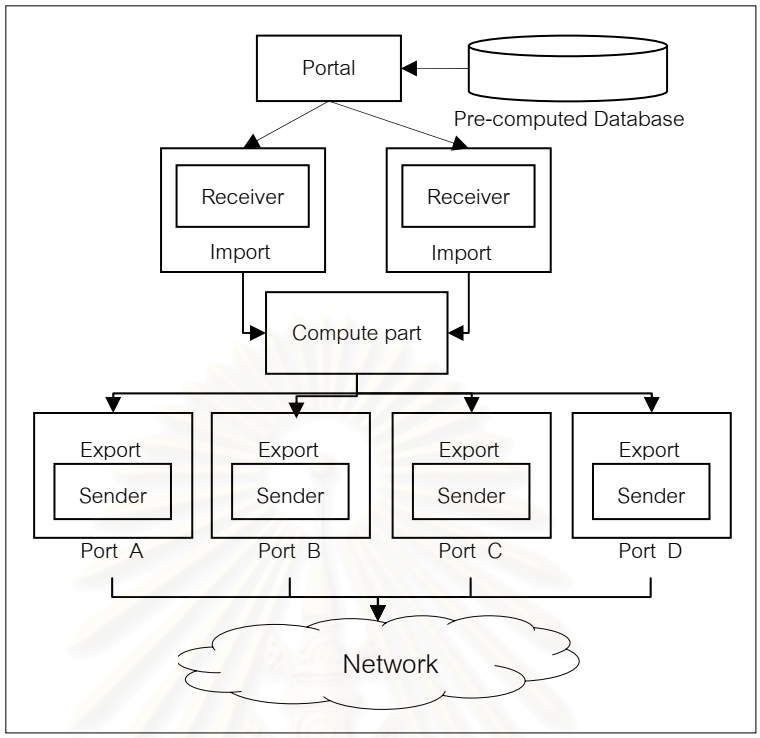
แสดงผล โดยมีจำนวนของเครื่องคอมพิวเตอร์และจอภาพตามที่ระบุข้างต้น ทั้งนี้ระบบพอร์ทัลจะแบ่งประเภทของวิชวลโปรแกรมของการแสดงผลออกเป็น 2 ประเภทคือ (1) *โปรแกรมสำหรับแบ่งงาน (Visual Program for data partitioning)* เป็นโปรแกรมที่ถูกประมวลผลจินตทัศน์ที่เครื่องแม่ และกระจายงานไปยังเครื่องลูกตามจำนวนที่ระบุในโปรแกรม โดยข้อมูลที่นำมาทำจินตทัศน์จะไม่อยู่ที่เครื่องแม่ (อ้างอิงวิธีการในรูปที่ 3.8) (2) *โปรแกรมสำหรับเรนเดอร์และแสดงผล (Visual Program for data rendering and displaying)* เป็นโปรแกรมจิตทัศน์ที่ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับเครื่องลูกที่รับเอาผลการทำจินตทัศน์มาจากเครื่องแม่ แล้วจึงทำการเรนเดอร์และแสดงผลในแต่ละเครื่อง โดยมีเครื่องลูกที่มีหน้าที่พิเศษเพียงหนึ่งตัว (ระบุโดยระบบพอร์ทัล) ทำหน้าที่ให้จังหวะในการแสดงผล (Synchronization) ของแต่ละเครื่อง



รูปที่ 3.9: สถาปัตยกรรมภายในระบบการแสดงผลจินตทัศน์ร่วมแบบหลายหน้าจอ

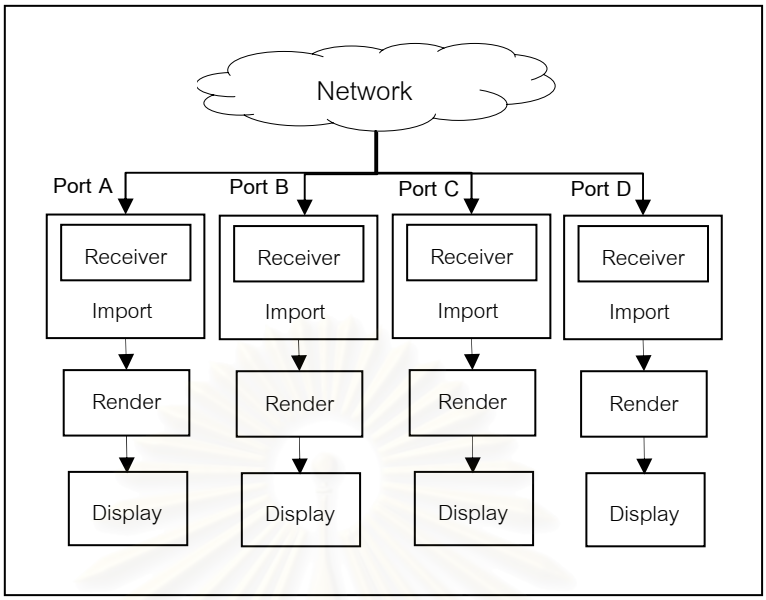
การแสดงผลภาพลักษณะนี้ หากผู้ใช้ต้องการภาพที่สวยงามและเหมาะสมกับขนาดของจอภาพ ผู้ใช้จะกำหนดขนาดของภาพให้มีความละเอียดใกล้เคียงกับความละเอียดของจอภาพของทุกจอรวมกัน ในส่วนนี้สามารถแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

- การแบ่งข้อมูลกระจายไปยังเครื่องต่างๆ เพื่อแสดงผลแบบหลายหน้าจอ
- การแปลข้อมูลและการแสดงผลที่ได้รับ



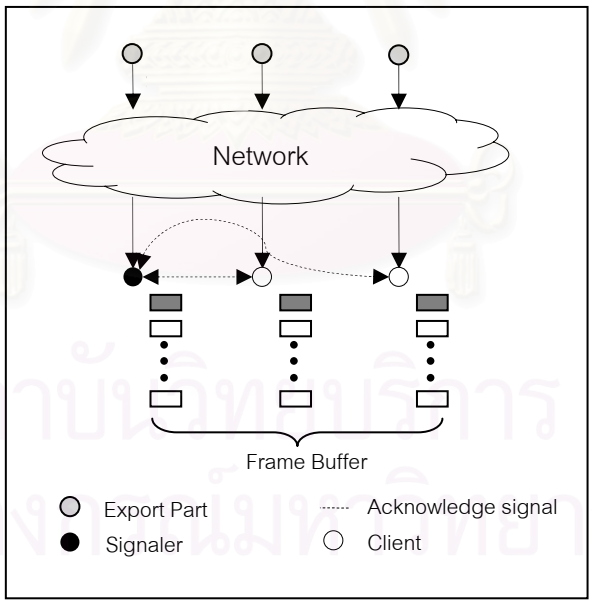
รูปที่ 3.10: การแบ่งข้อมูลและการกระจายผลลัพธ์

งานวิจัยนี้ใช้โมดูลอิมพอร์ต (import) และเอ็กซ์พอร์ต (export) ของโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์มาใช้งานในส่วนของการรับและส่งข้อมูล โมดูลอิมพอร์ตจะทำหน้าที่รับข้อมูลหรืออ่านข้อมูลจากดิสก์มาทำจินตทัศน์ ส่วนโมดูลเอ็กซ์พอร์ตทำหน้าที่รับข้อมูลจากโมดูลก่อนหน้ามาเขียนลงดิสก์ตามประเภทของข้อมูลที่ระบุ งานวิจัยนี้ออกแบบให้วิชวลโปรแกรมดึงข้อมูลผ่านทางโมดูลอิมพอร์ต โดยเรียกใช้โปรแกรมภายนอกชื่อ ดับเบิลยูเก็ต (wget) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ดาวน์โหลดแฟ้มข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ระยะไกล เพื่อทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากไฟล์เซิร์ฟเวอร์ แล้วจึงส่งข้อมูลไปที่เอ๊าต์พุทมาตรฐานของระบบปฏิบัติการ (Standard Output) โมดูลอิมพอร์ตจึงนำเอาข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลต่อภายในวิชวลโปรแกรม หลังจากนั้นโปรแกรมจะนำเอาข้อมูลที่ได้ มาคำนวณเพื่อแบ่งข้อมูลแล้วกระจายผลที่ได้ไปยังเครื่องที่ระบุไว้ดังรูปที่ 3.10 การกระจายข้อมูลจะกระทำผ่านโมดูลเอ๊กซ์พอร์ต ซึ่งสามารถส่งผลลัพธ์ไปที่อินพุทมาตรฐานของระบบปฏิบัติการได้ (Standard Input) เพื่อให้โปรแกรมส่งข้อมูลทำหน้าที่กระจายข้อมูลออกไปยังเครื่องที่ระบุไว้



รูปที่ 3.11: การแปลงข้อมูลและการแสดงผล

จากรูปที่ 3.11 จะเห็นได้ว่าหลังจากที่แบ่งข้อมูลและส่งผลการคำนวณมายังเครื่องที่ระบุไว้เรียบร้อยแล้ว เครื่องเหล่านั้นจะนำเอาข้อมูลที่ได้ผ่านทางโมดูลอิมพอร์ต แล้วนำเอาข้อมูลดังกล่าวมาทำการแปลงและแสดงผลต่อไป



รูปที่ 3.12: การประสานเวลาในการแสดงผล

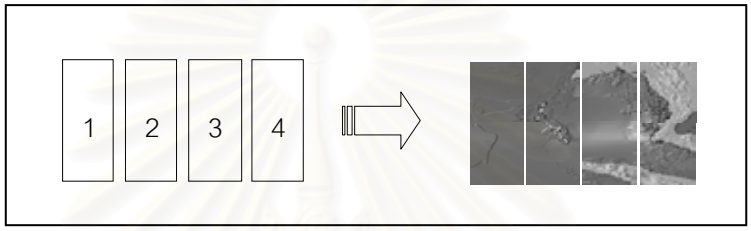
การประสานเวลา (Synchronization) ของผลลัพธ์ที่ถูกแบ่งและแสดงผลในแต่ละหน้าจอนั้นนับเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่มีชุดของข้อมูลหลายๆ ชุด (series) งานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้มีการประสานเวลากันโดยกำหนดให้เครื่องใดเครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวให้สัญญาณ (Signaler) ควบคุมการแสดงผลของตัวรับอื่นๆ ซึ่งเมื่อตัวรับสัญญาณได้รับข้อมูลมาเรียบร้อยแล้วจะส่งสัญญาณไป

ยังตัวให้สัญญาณว่าพร้อมแล้ว เมื่อตัวให้สัญญาณรับข้อมูลจากตัวรับมาทุกเครื่องแล้ว ตัวรับสัญญาณจะส่งสัญญาณไปยังตัวรับอื่นๆ เพื่อทำการแสดงผล หากข้อมูลนั้นๆ เป็นข้อมูลแบบชุดข้อมูล ก็จะมีการทำงานเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 3.12

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้สามารถแบ่งการแสดงผลออกเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1) การแบ่งการแสดงผลแบบคอลัมน์

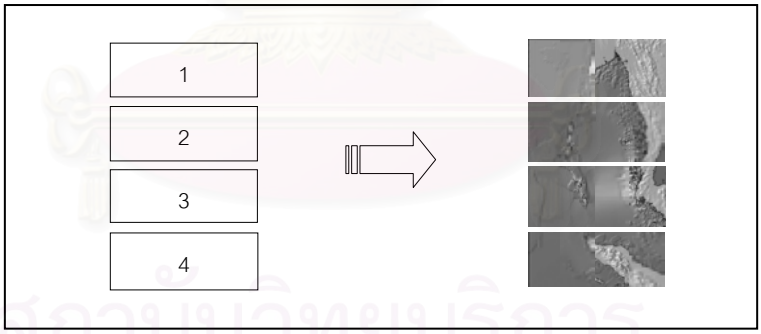
ผู้วิจัยได้ออกแบบการแสดงผลในลักษณะนี้ตามแนวคอลัมน์ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ระบุให้มีการแสดงผล 4 คอลัมน์ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13: การแบ่งการแสดงผลแบบคอลัมน์

2) การแบ่งการแสดงผลแบบแถว

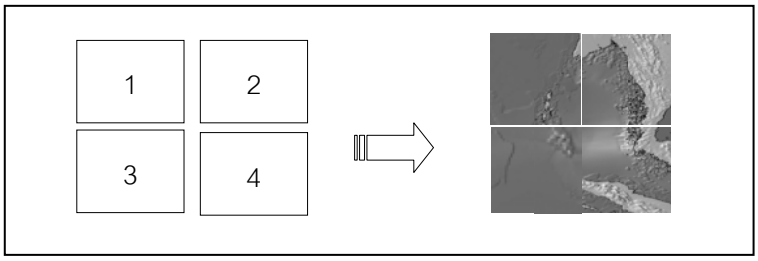
ผู้วิจัยได้ออกแบบการแสดงผลในลักษณะนี้ตามแนวนอน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ระบุให้มีการแสดงผลจำนวนแถว 4 แถว ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14: การแบ่งการแสดงผลแบบแถว

3) การแบ่งการแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ผู้วิจัยได้ออกแบบการแสดงผลในลักษณะนี้ในลักษณะ 4 เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดจำนวนการแบ่งการแสดงผลเป็น 2 X 2 ซึ่งมีลักษณะการแสดงผล ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15: การแบ่งการแสดงผลแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

3.3 การประมวลผลจินตทัศน์

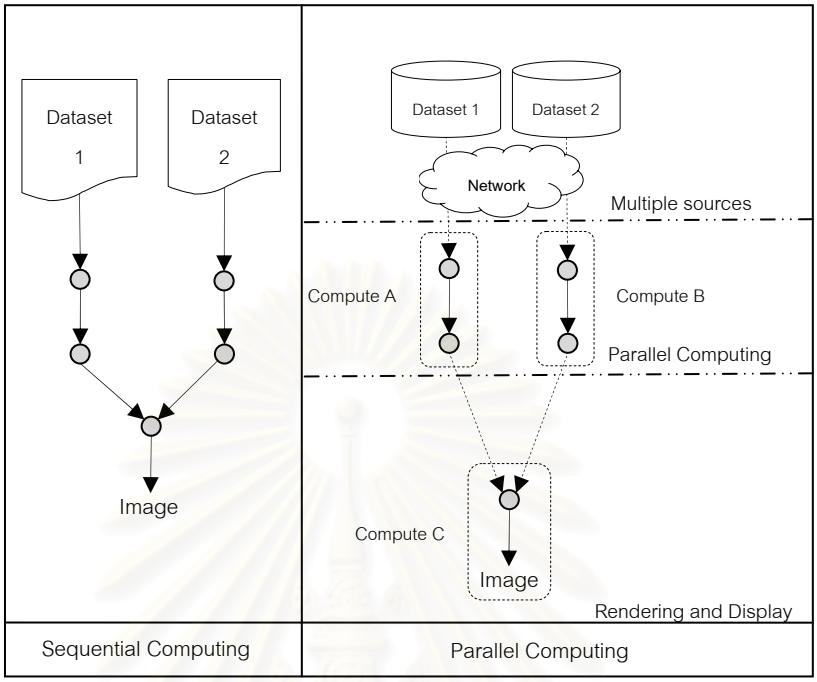
การประมวลผลจินตทัศน์เป็นส่วนหลักที่ผู้วิจัยออกแบบให้สนับสนุนในทุกรูปแบบเพื่อรองรับสภาพการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (อ้างอิงหัวข้อ 2.2.1 ระบบจินตทัศน์แบบกระจาย) โดยมีหลักการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลแบบขนาน 2 แบบคือ

3.3.1 แบ่งตามงานหรือหน้าที่การทำงาน (Functional Partitioning)

คือการแบ่งโปรแกรมที่เป็น Data Flow Network ออกเป็นหลายส่วนโดยแต่ละส่วนนั้นจะถูกส่งไปทำงานยังบนแต่ละเครื่อง data Path ที่ถูกตัด วิธีการนี้มักมีปัญหาเรื่องการขยายระบบ (Scability) และการกระจายภาระงาน (Lead Balancing) แต่เหมาะกับกรณีที่สามารถแยกการทำงานได้ชัดเจน เช่น ข้อมูลที่มีหลายชั้น (Multilayer) มีการทำจินตทัศน์แต่ละชั้นแล้วนำมารวมกัน โดยงานวิจัยนี้ได้นำเอาหลักการแบ่งข้อมูลลักษณะนี้มาใช้ในการแบ่งข้อมูลเดี่ยว การทำงานเริ่มจากการสร้างวิชวลโปรแกรมและแบ่งงานเพื่อประมวลผลบนคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ ระบบอนุญาตให้มีการสร้างวิชวลโปรแกรมเพื่อประมวลผลข้อมูลของแต่ละส่วนที่ต้องการ และสร้างวิชวลโปรแกรมเพื่อใช้ในการเรนเดอร์ภาพและแสดงผล ยกตัวอย่างรูปที่ 3.16 ด้านซ้ายมือเป็นวิชวลโปรแกรมที่นำเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลสองแหล่ง คือ Dataset1 และ Dataset2 จากนั้นแต่ละส่วนมีการประมวลผลของตนเองและนำไปประกอบกันเพื่อเรนเดอร์เป็นภาพ ลำดับงานของการประมวลผลด้านซ้ายมือจะทำงานแบบลำดับโดยเริ่มประมวลผลจากซ้ายไปขวา ทำให้การประมวลผลโดยรวมช้าและหากข้อมูลที่นำมาทำจินตทัศน์มีขนาดใหญ่และมีหลายแฟ้มข้อมูล จะส่งผลให้ระบบทำงานได้ช้าลงเช่นกัน

ในด้านขวามือ คือ แนวคิดการแก้ปัญหาโดยการแบ่งงานให้สามารถประมวลผลขนานกันได้ ซึ่งจะทำงานบนระบบคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ สามารถสร้างวิชวลโปรแกรมแยกออกจากกันแต่ละส่วนดังนี้

วิชวลโปรแกรมที่ 1.	วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจาก Dataset1 ผ่านเครื่องประมวลผล A
วิชวลโปรแกรมที่ 2.	วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจาก Dataset2 ผ่านเครื่องประมวลผล B
วิชวลโปรแกรมที่ 3.	วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจากวิชวลโปรแกรมที่ 1 และ 2 มารวมกันและเรนเดอร์ในเครื่อง C



รูปที่ 3.16: แนวคิดการทำจินตทัศน์แบบขนานโดยแบ่งตามงานหรือหน้าที่การทำงาน

3.3.2 **แบ่งตามข้อมูล** (Data Partitioning)

การแบ่งข้อมูลประเภทนี้จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีข้อมูลซ้ำ ๆ เช่น ผลลัพธ์ของการประมวลผลจากโปรแกรมจำลองได้ข้อมูลเป็นชุดของข้อมูล (timestep) ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลดังกล่าวที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน ไปทำจินตทัศน์บนหลาย ๆ เครื่อง โดยกำหนดให้แต่ละเครื่องใช้โปรแกรมเดียวกันในการประมวลผล ดังรูปที่ 3.17 ที่แสดงแนวคิดการทำจินตทัศน์แบบขนานโดยแบ่งตามข้อมูล สามารถสร้างวิชวลโปรแกรมแยกออกจากกันแต่ละส่วนดังนี้

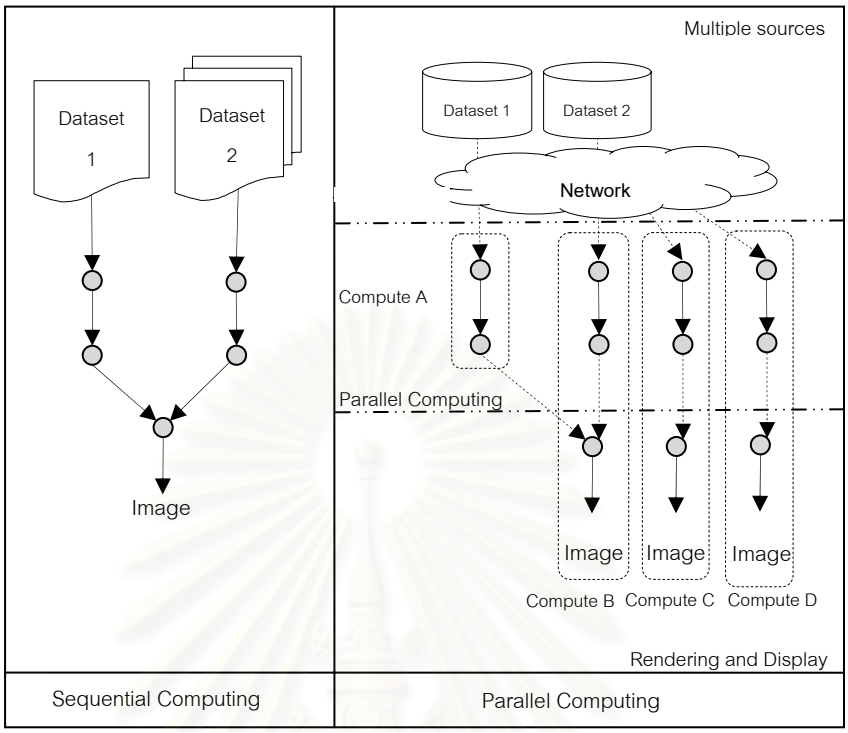
วิชวลโปรแกรมที่ 1. วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจาก Dataset1 ผ่านเครื่องประมวลผล A

วิชวลโปรแกรมที่ 2. วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจาก Dataset2 ที่ถูกแบ่งไปยังเครื่อง B, C, D เท่า ๆ กันโดยผ่านเครื่องประมวล ผล B

วิชวลโปรแกรมที่ 3. วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจาก Dataset2 ที่ถูกแบ่งไปยังเครื่อง B, C, D เท่า ๆ กันโดยผ่านเครื่องประมวล ผล C

วิชวลโปรแกรมที่ 4. วิชวลโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจาก Dataset2ที่ถูกแบ่งไปยังเครื่อง B, C, D เท่า ๆ กันโดยผ่านเครื่องประมวล ผล D

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าเราสามารถแบ่งการประมวลในส่วนของ Dataset2 ให้สามารถแบ่งการประมวลผลได้มากกว่านี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องที่มีในเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ที่นำมาใช้



รูปที่ 3.17: แนวคิดการทำจินตทัศน์แบบขนานโดยแบ่งตามข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

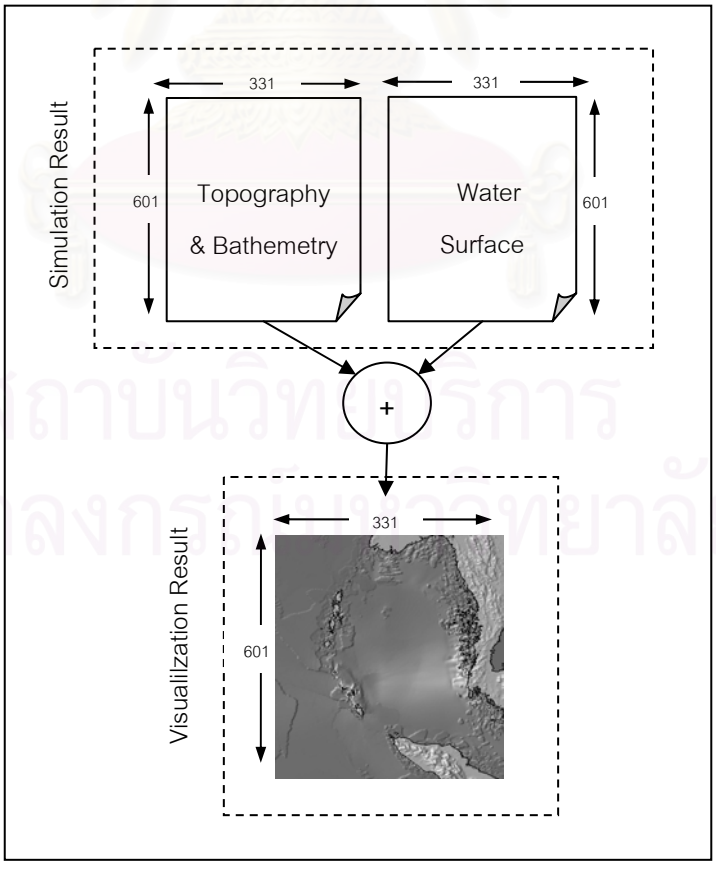
กรณีศึกษาการทดลองสึนามิ

4.1 การทำจินตทัศน์สึนามิ

การทำจินตทัศน์ของการทดลองสึนามินั้น ประเภทของข้องมูลที่นำมาใช้ในการทำจินตทัศน์นั้นมีอยู่ 2 ประเภทดังต่อไปนี้คือ

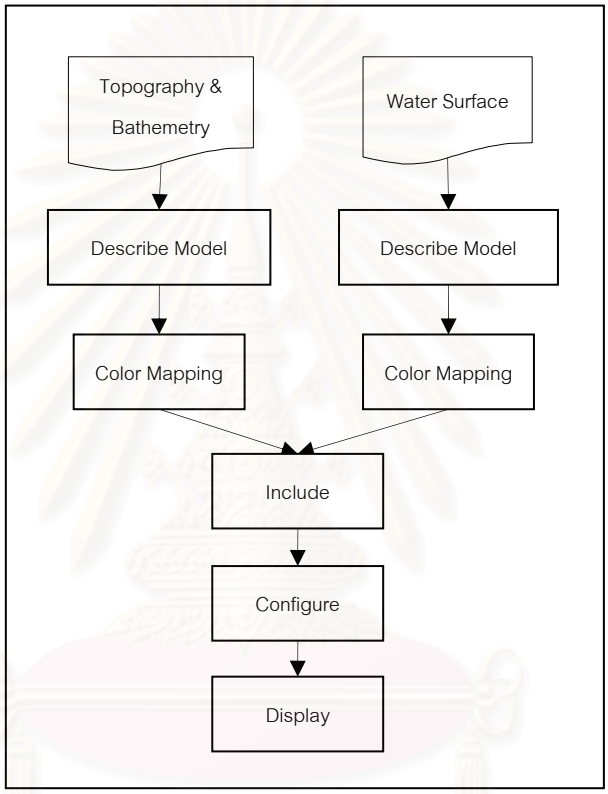
4.1.1 ข้อมูลเดี่ยวจากโปรแกรมจำลอง

ข้อมูลเดี่ยวคือข้อมูลที่นำมาทำจินตทัศน์แล้วให้ผลลัพธ์แสดงเป็นภาพนิ่ง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจอยู่ในรูปแบบของภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองสึนามินั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลสองส่วนหลักๆ คือ ข้อมูลของพื้นดินและพื้นทะเล (Topography and Bathemetry) และข้อมูลของผิวน้ำ (Water Surface) ทั้งนี้ข้อมูลทั้ง 2 ต้องมีขนาดของกริดที่เท่ากัน (Grid Size) จึงสามารถนำมาทำจินตทัศน์ได้ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1: รูปแบบการใช้ข้อมูลเดี่ยวของการทำจินตทัศน์สึนามิ

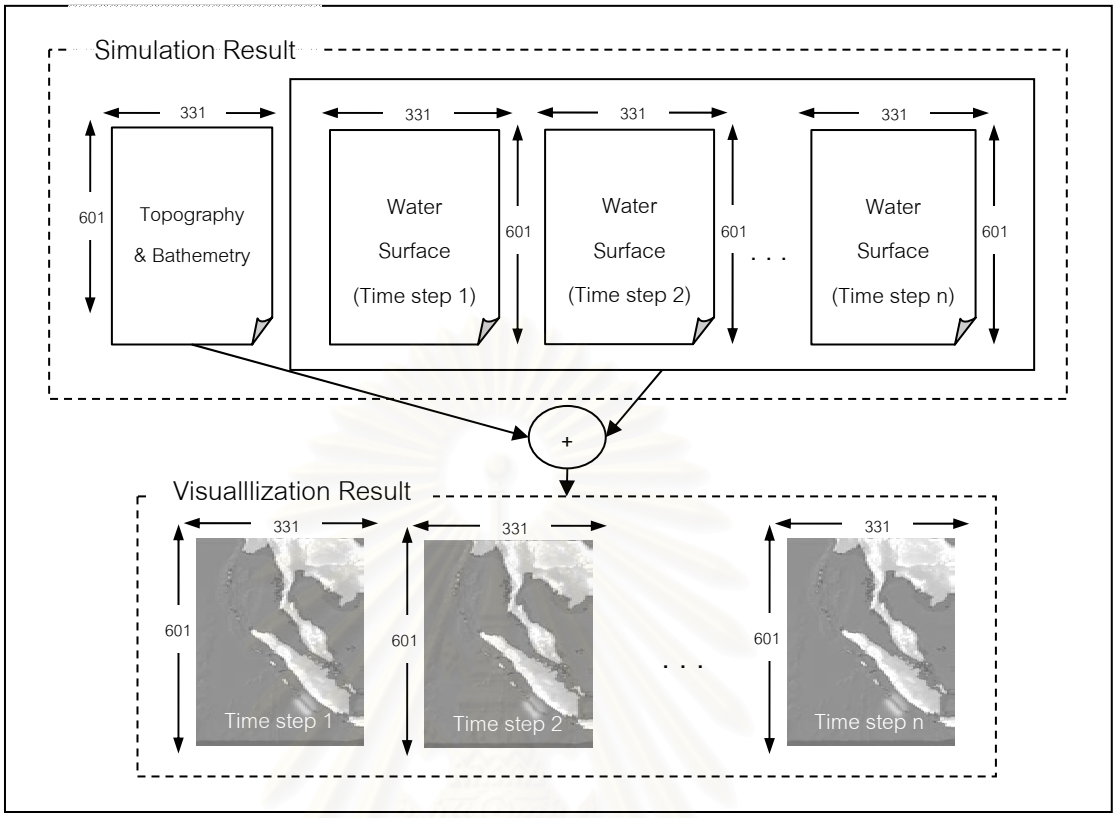
ทั้งนี้ลำดับการทำวิชวลโปรแกรมของการทำจินตทัศน์สืนามิจากข้อมูลดังกล่าว จะเริ่มจากการกำหนดรูปแบบการแสดงผลเช่น กำหนดการแสดงผลแบบคอนทัวร์ไลน์ (Contourline) การกำหนดการแสดงผลแบบรับเบอร์ชีท (RubberSheet) ซึ่งเป็นการกำหนดช่วงข้อมูลเพื่อแสดงผลแบบ 3 มิติ เป็นต้น หลังจากนั้นจึงนำรูปแบบที่ได้มาใส่เฉดสี แล้วรวมผลที่ได้จากข้อมูลทั้งสองเข้าไว้ด้วยกันและกำหนดลักษณะการแสดงผลเช่น การซูม (Zoom) การปรับมุมมอง (Rotate) การปรับความละเอียดการแสดงผล (Resolution) โดยลำดับการทำงานดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2: ลำดับการทำจินตทัศน์สืนามิของข้อมูลเดี่ยว

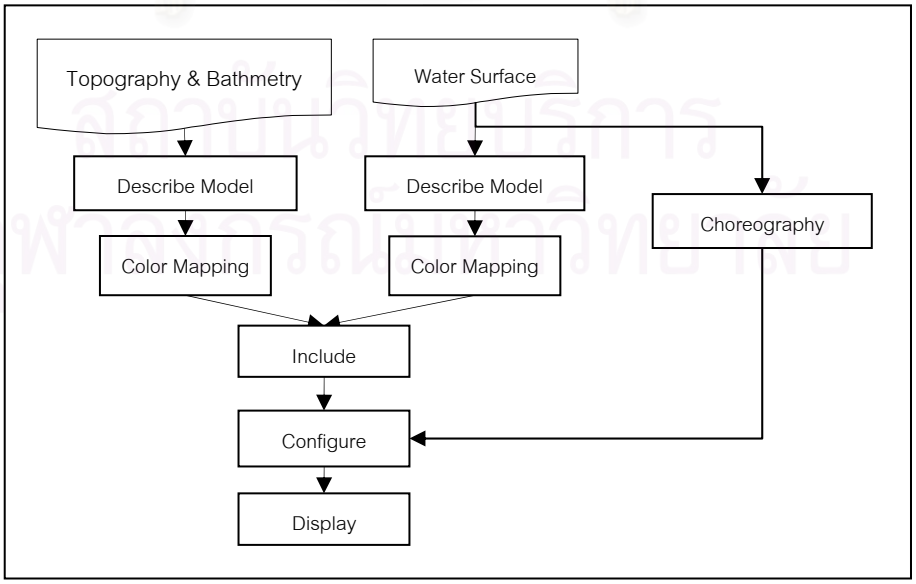
4.1.2 ข้อมูลชุดจากโปรแกรมจำลอง

ข้อมูลชุดคือข้อมูลที่นำมาทำจินตทัศน์แล้วให้ผลลัพธ์ที่แสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว โดยข้อมูลดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นชุดของข้อมูลคคือ ประกอบไปด้วยข้อมูลเดี่ยวหลายข้อมูลที่ถูกรวมกันเป็นหนึ่งข้อมูลหรือหนึ่งชุดข้อมูล ทั้งนี้รูปแบบการใช้ข้อมูลชุดในการทดลองสืนามินั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นดินที่เป็นข้อมูลเดี่ยวและข้อมูลของพื้นน้ำที่เป็นข้อมูลชุดที่มีขนาดของกริดที่เท่ากัน ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3: รูปแบบการใช้ข้อมูลชุดของการทำจินตทัศน์สึนามิ

ทั้งนี้ลำดับการทำวิชวลโปรแกรมของการทำจินตทัศน์สึนามิจากข้อมูลดังกล่าว มีรูปแบบของลำดับการทำงานคล้ายกับลำดับการทำจินตทัศน์สึนามิของข้อมูลเดี่ยวแต่มีส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามาคือคอรีโอกราฟฟีเพื่อช่วยในการจัดลำดับการแสดงผลของข้อมูล (อ้างอิงหัวข้อที่ 2.1.4.2) โดยลำดับการทำงานดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4: ลำดับการทำจินตทัศน์สึนามิของข้อมูลชุด

4.2 ระบบพอร์ทัลของการทำจินตทัศน์สืนามิ

ระบบพอร์ทัลของการทำจินตทัศน์สืนามิประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนของมุมมองการทำงานระบบพอร์ทัลที่กล่าวถึงรายละเอียดของระบบที่ออกแบบเพื่อใช้สำหรับการทดลองสืนามิ และส่วนของการประมวลผลจินตทัศน์สืนามิแบบขนานเพื่อทำให้การประมวลผลจินตทัศน์นั้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

4.2.1 มุมมองการทำงานระบบพอร์ทัล

มุมมองการทำงานของระบบพอร์ทัลมีส่วนประกอบที่สำคัญดังคือ 1) ลำดับการทำงานของระบบพอร์ทัล 2) มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัล และ 3) ลำดับการทำงานของระบบและผู้ใช้ โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนนั้นมีดังต่อไปนี้

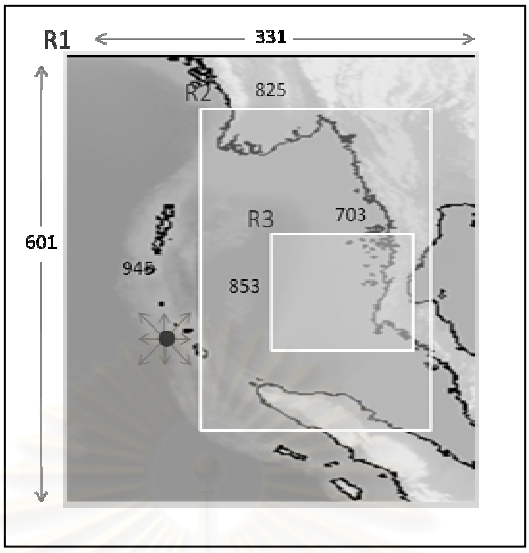
4.2.1.1 ลำดับการทำงานของระบบพอร์ทัล (Portal View)

การทำงานของพอร์ทัลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการแปลงข้อมูลดิบสำหรับนำมาทำจินตทัศน์ กับส่วนของการทำจินตทัศน์ โดยการทำงานของทั้ง 2 ส่วนนั้นมีมุมมองและลำดับการทำงานดังนี้

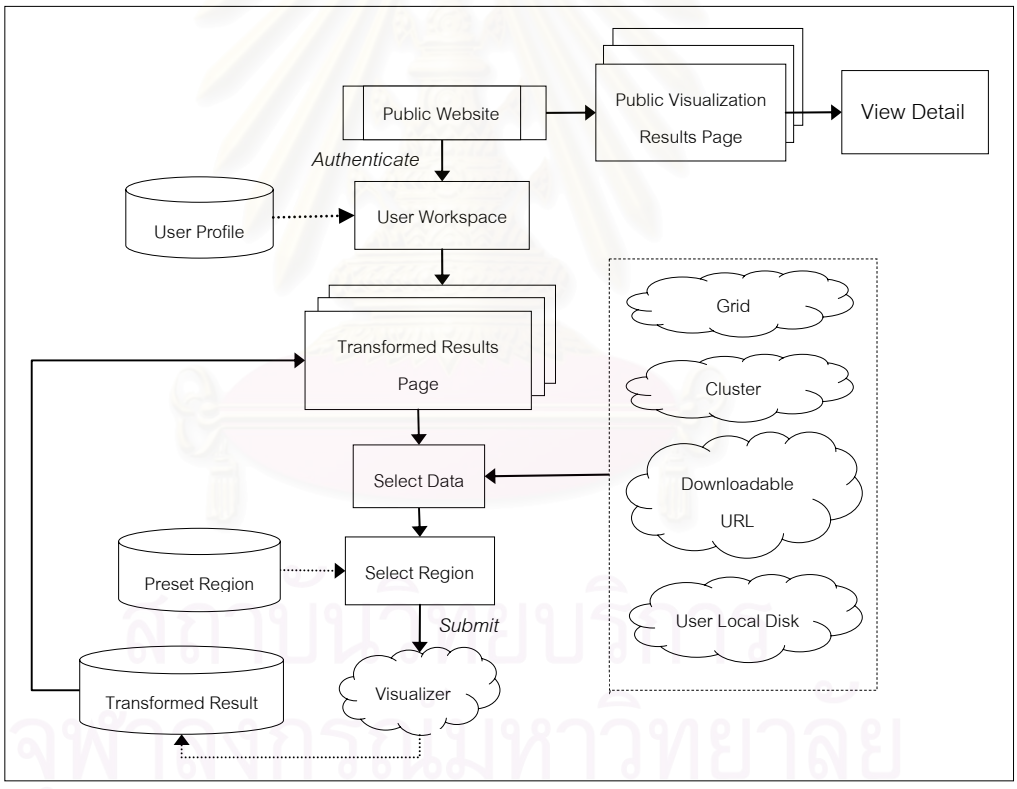
4.2.1.1.1 การแปลงข้อมูล (Data Transformation)

คือการนำเอาข้อมูลดิบมาแปลงให้อยู่ในรูปที่โปรแกรมจินตทัศน์สามารถเข้าใจถึงลักษณะข้อมูลนั้นๆ ได้ โดยกระบวนการทำงานของระบบพอร์ทัลนั้นจะเริ่มจากการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่หน้าแสดงผลการทำจินตทัศน์ของผู้ใช้นั้นๆ ในหน้านี้จะแสดงรายละเอียดต่างๆ ของการทำจินตทัศน์ที่ประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว หากผู้ใช้ต้องการนำเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลของผู้ใช้เข้าสู่ระบบ ขั้นแรกผู้ใช้ควรอัพโหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลของผู้ใช้ แล้วเลือกบริเวณ (Region) เพื่อจัดเตรียมค่าพารามิเตอร์ตามบริเวณที่เลือก ซึ่งบริเวณคือขอบเขตของข้อมูลที่สนใจเพื่อนำมาทำจินตทัศน์โดยมีทั้งหมด 4 บริเวณ โดยบริเวณ 4 จะเป็นบริเวณที่มีความละเอียดของข้อมูลน้อยที่สุดและบริเวณ 1 จะมีความละเอียดมากที่สุดตามลำดับ ดังรูปที่ 4.5 โดยหลังจากที่ประมวลผลจินตทัศน์ เรียบร้อยแล้วข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5: ลักษณะรูปแบบของแต่ละบริเวณ

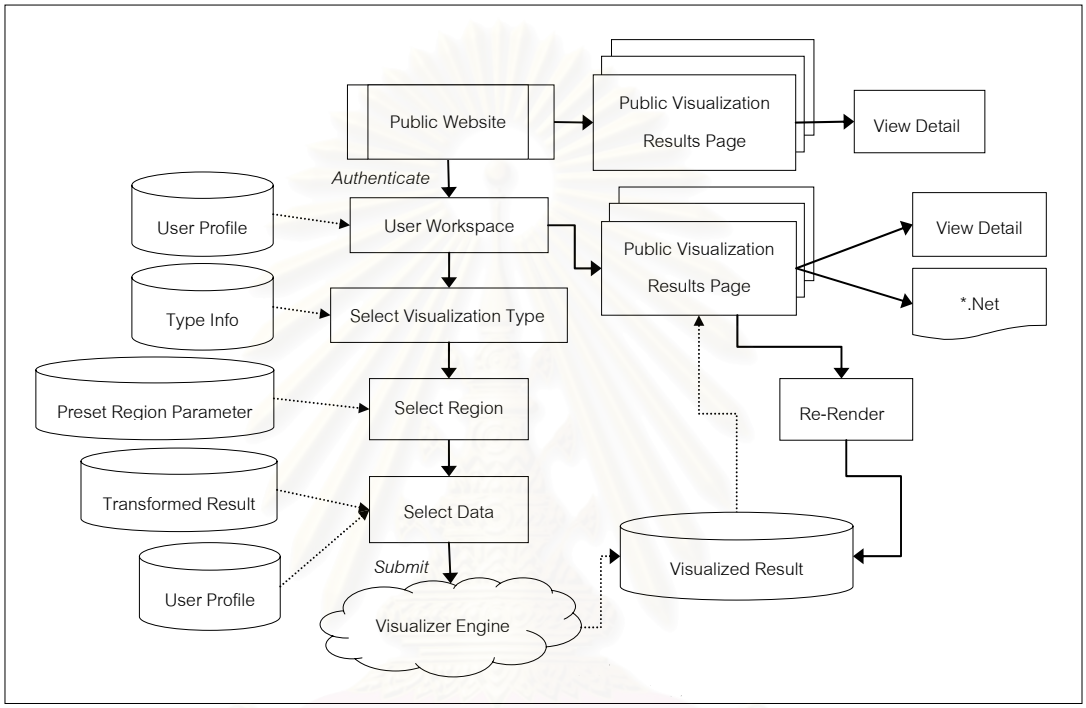


รูปที่ 4.6: สถาปัตยกรรมและมุมมองการทำงานของเว็บพอร์ทัลในส่วนของการแปลงข้อมูล

4.2.1.1.2 **การทำจินตทัศน์** (Data Visualization)

การทำจินตทัศน์คือ การนำเอาข้อมูลดิบที่เป็นตัวเลขจำนวนมาก มาแปลงให้อยู่ในรูปของรูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหว เพื่อความง่ายแก่การเข้าใจ โดยกระบวนการนี้จะเริ่มจากหลังจากที่อัพโหลดข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว อันดับแรกให้เลือกประเภทของจินตทัศน์ที่ต้องการแสดง เช่น ความเร็วคลื่น (Velocity), ความสูงคลื่น (Height) เป็นต้น หลังจากนั้นจึงเลือกบริเวณ (region) เพื่อจัดเตรียม

ค่าพารามิเตอร์ตามรีเจียนที่เลือก และเลือกข้อมูลเพื่อนำมาทำจินตทัศน์จากฐานข้อมูลข้างต้น แล้วประมวลผลจินตทัศน์ หลังจากประมวลผลเสร็จสิ้นแล้วข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บในฐานข้อมูล และถูกนำมาแสดงผลในหน้าแสดงผล หากผู้ใช้ต้องการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ ก็สามารถปรับเปลี่ยนได้ผ่านหน้า Re-Render ซึ่งจะรับหน้าที่นำเอาค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปประมวลผลอีกครั้งและเก็บผลลัพธ์ที่ได้ในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7: สถาปัตยกรรมและมุมมองการทำงานของเว็บพอร์ทัลในส่วนของการทำจินตทัศน์

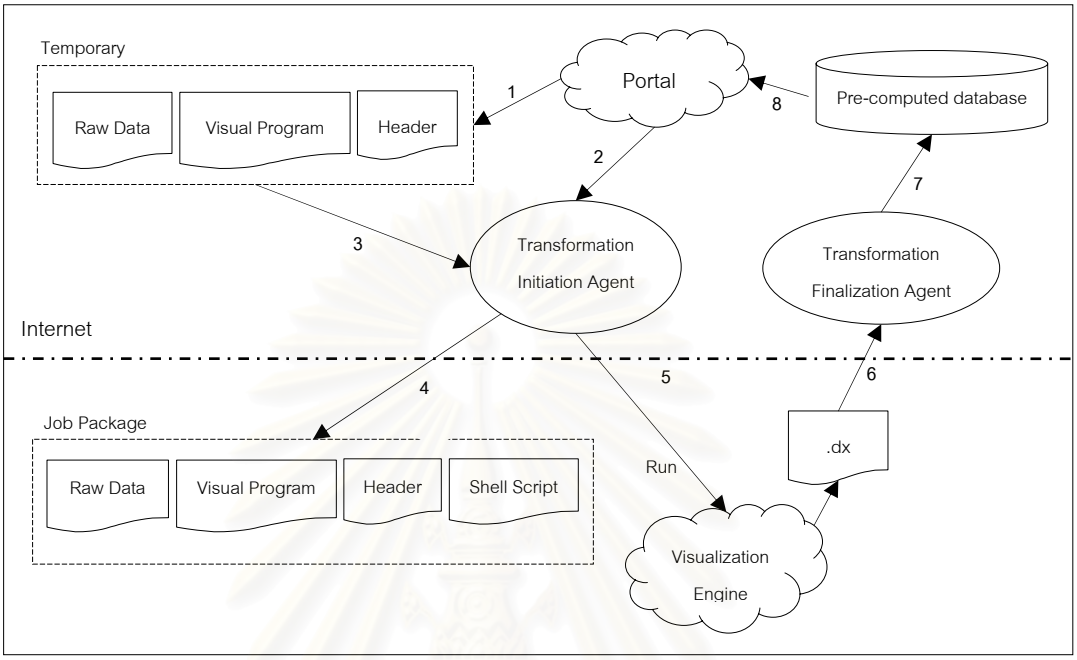
4.2.1.2 **มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัล** (Back-End View)

มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัลในที่นี่จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการแปลงข้อมูลและส่วนของการทำจินตทัศน์

4.2.1.2.1 **การแปลงข้อมูล**

ในส่วนนี้จะเริ่มจากเมื่อผู้ใช้นำข้อมูลเข้าสู่ระบบ ระบบจะนำเอารายละเอียดของข้อมูลที่ผู้ใช้ระบุไว้มาสร้างส่วนอธิบายข้อมูล หรือ เฮดเดอร์ไฟล์ (Header file) ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลที่อธิบายถึงลักษณะของข้อมูล และสร้างวิชวลโปรแกรมซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมจินตทัศน์สามารถนำไปใช้งานได้ หลังจากนั้นระบบจะนำเอาข้อมูลต่างๆ ที่ได้เข้าสู่ตัวแปลงข้อมูลตั้งต้น (Transformation Initialization Agent) ซึ่งทำหน้าที่สร้างแพคเก็จสำหรับประมวลผลจินตทัศน์ ประกอบไปด้วยแฟ้มข้อมูลที่ได้มาจากกระบวนการขั้นต้น และเชลล์สคริปต์ เมื่อแพคเก็จมีข้อมูลต่างๆ พร้อมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำเอาแพคเก็จดังกล่าวมาประมวลผลในเครื่องทำจินตทัศน์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการ

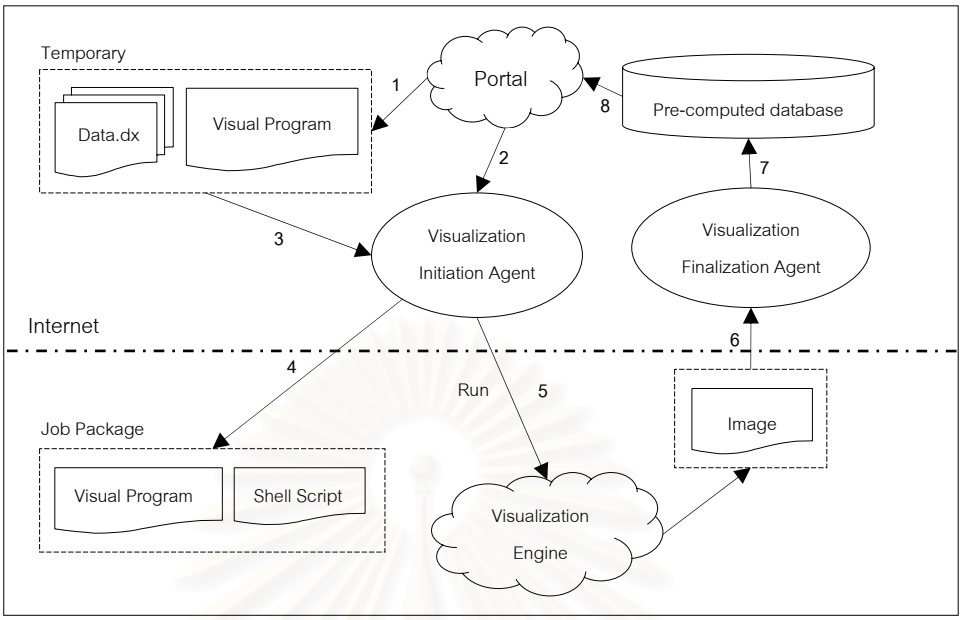
ประมวลผลคือ ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบที่วิชวลโปรแกรมเข้าใจ (.dx) หลังจากนั้นตัวแปลงข้อมูลสุดท้าย (Transformation Finalization Agent) จะนำเอาข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8: มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัลในส่วนของการแปลงข้อมูล

4.2.1.2.2 การทำจินตทัศน์

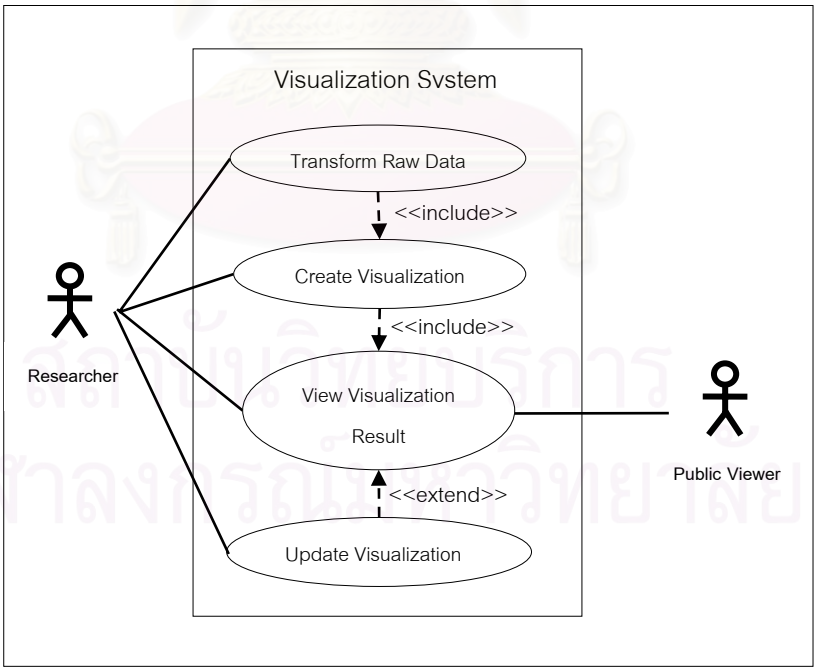
มุมมองและการสื่อสารภายในระบบในส่วนของการทำจินตทัศน์จะเริ่มจาก เมื่อผู้ใช้เลือกรูปแบบและข้อมูลในการทำจินตทัศน์ ระบบจะนำเอารายระเอียดของการแสดงผล เช่น มุมมอง (Viewpoint) ความละเอียดของภาพ (Resolution) มาสร้างวิชวลโปรแกรม และนำเอาข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ใช้เลือกเข้าสู่ตัวทำจินตทัศน์ขั้นต้น ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างแพคเก็จของการทำจินตทัศน์ ประกอบไปด้วยข้อมูลสำหรับทำจินตทัศน์ (Transformed data) และ เชลล์สคริปต์ เมื่อแพคเก็จมีข้อมูลต่างๆ พร้อมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำเอาแพคเก็จดังกล่าวมาประมวลผลในเครื่องทำจินตทัศน์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลคือ รูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหว และระบบยังเก็บวิชวลโปรแกรมไว้ เพื่อให้ผู้ใช้ที่ต้องการโปรแกรมดังกล่าว สามารถนำเอาโปรแกรมดังกล่าวผ่านทางระบบพอร์ทัล ขั้นตอนต่อไประบบจะนำเอาข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ตัวทำจินตทัศน์สุดท้าย เพื่อเอาข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในฐานข้อมูล ให้ระบบพอร์ทัลสามารถนำเอาข้อมูลดังกล่าวนำไปแสดงผลต่อไปดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9: มุมมองและการสื่อสารภายในระบบพอร์ทัลในส่วนของการทำจินตทัศน์

4.2.1.3 **ลำดับการทำงานของระบบและผู้ใช้** (User View)

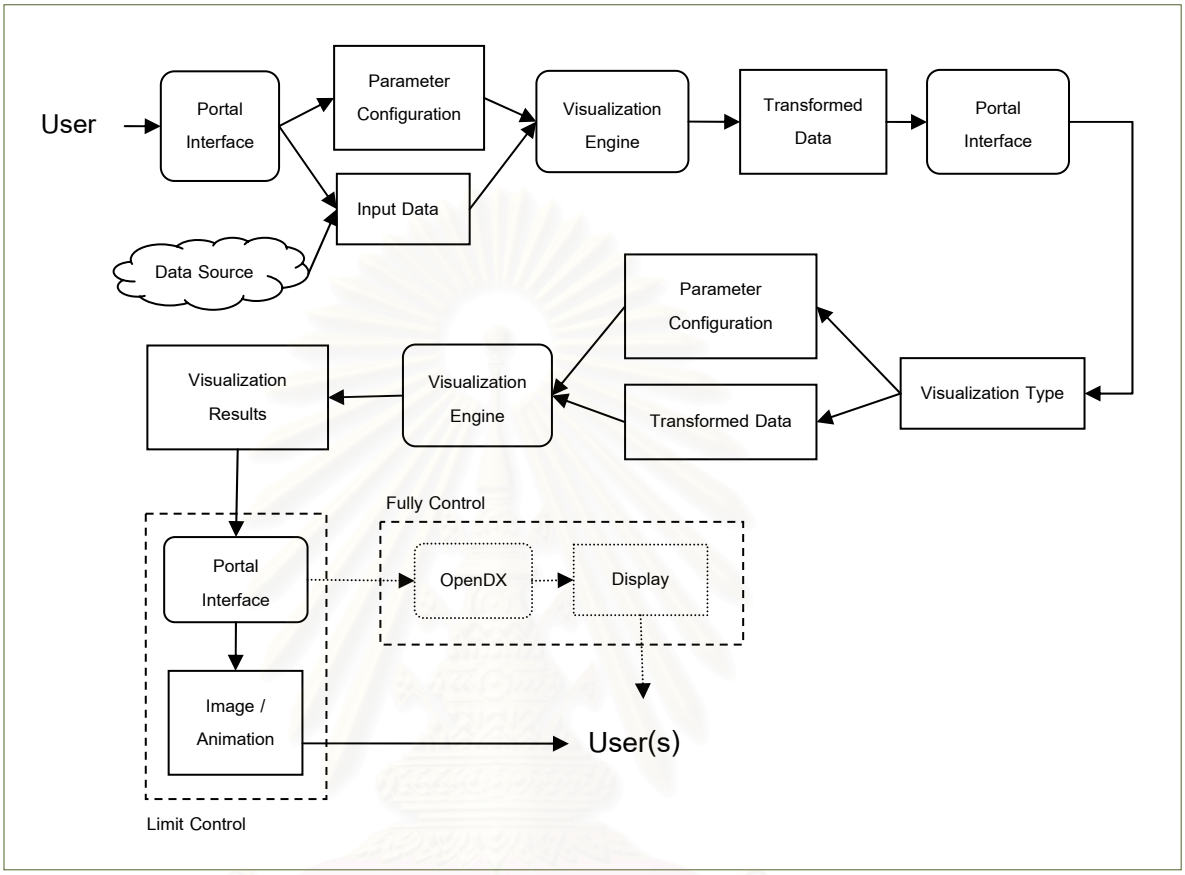
ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเพื่อรองรับนักวิจัยและบุคคลทั่วไป ที่ต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับสึนามิ โดยลักษณะการใช้งานระบบนั้น มีการใช้งานดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10: กรณีการใช้งานระบบ

จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นถึงกรณีการใช้งานระบบของผู้ใช้ 2 ประเภทคือ (1) ผู้ใช้ที่เป็นผู้วิจัย ซึ่งจะสามารถสร้างจินตทัศน์จากข้อมูลที่ตนเองมี และ (2) ผู้ใช้ทั่วไปซึ่งระบบได้ออกแบบให้สามารถเข้าดู

ผลการทำจินตทัศน์ที่เป็นสาธารณะที่ได้รับการยินยอมจากผู้วิจัยได้ กระบวนการโดยรวมในแต่ละองค์ประกอบย่อยที่เกิดขึ้นภายในระบบ มีลำดับดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11: แสดงลำดับการใช้งานของผู้ใช้

ระบบพอร์ทัลมีลำดับการใช้งานดังนี้

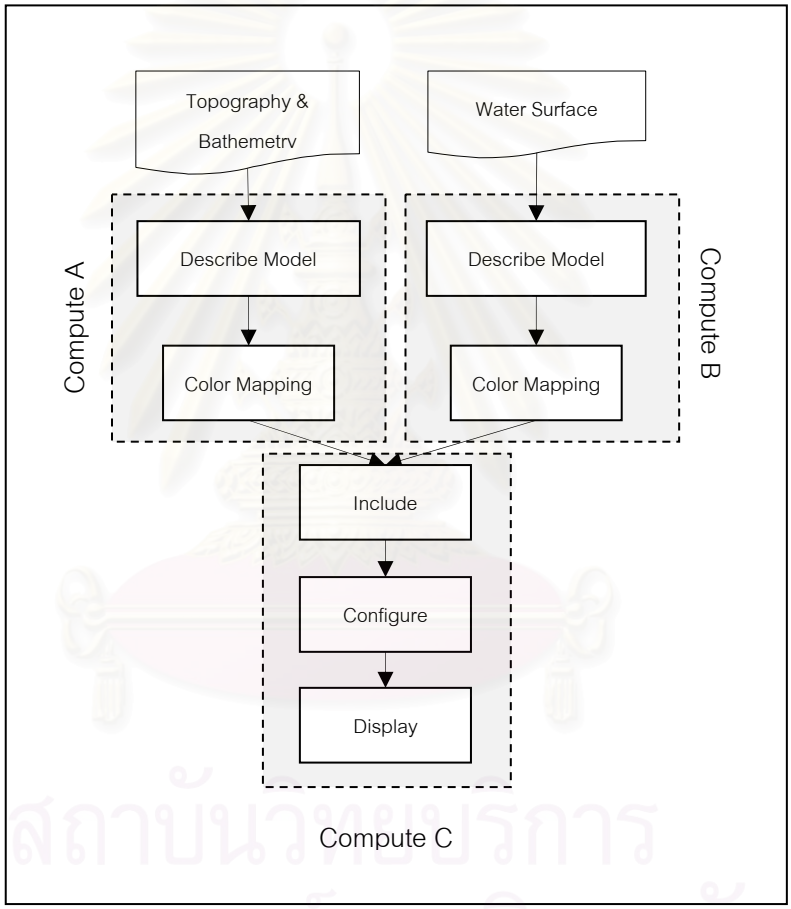
1. ระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อยืนยันสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ
2. บรรจุข้อมูลดิบจากแหล่งข้อมูลของผู้ใช้เข้าสู่ระบบ ระบุค่าพารามิเตอร์เพื่อสร้างข้อมูลตั้งต้น (Transformed Data) สำหรับทำจินตทัศน์
3. หลังจากที่บรรจุข้อมูลเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วข้อมูลที่ได้จะถูกแสดงยังหน้าแสดงผล
4. เลือกประเภทของการแสดงจินตทัศน์
5. ระบุค่าพารามิเตอร์และเลือกข้อมูลที่ต้องการทำจินตทัศน์จากข้อ 2
6. ประมวลผลจินตทัศน์จากข้อมูลที่ได้
7. แสดงผลการทำจินตทัศน์ผ่านเว็บพอร์ทัล
8. หากผู้ใช้ต้องการประมวลผลวิชวลโปรแกรมบนเครื่องของผู้ใช้ สามารถกระทำได้โดยการบรรจุวิชวลโปรแกรมซึ่งเป็นดอทเน็ตไฟล์ (*.net) บนเครื่องของผู้ใช้ และจะทำจินตทัศน์ผ่านโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์

4.2.2 การประมวลผลจินตทัศน์สีนามิแบบขนาน

การประมวลผลจินตทัศน์สีนามิแบบขนานแบ่งรูปแบบการประมวลผลตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการทำจินตทัศน์ดังต่อไปนี้

4.2.2.1 การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลเดี่ยว

ในการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลเดี่ยวนั้น ได้กำหนดให้ใช้เครื่องประมวลผล 3 เครื่องโดยแบ่งการประมวลผลตามหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วน ทั้งนี้ลักษณะการประมวลผลแบบขนานของข้อมูลเดี่ยวนั้นแสดงดังรูปที่ 4.12

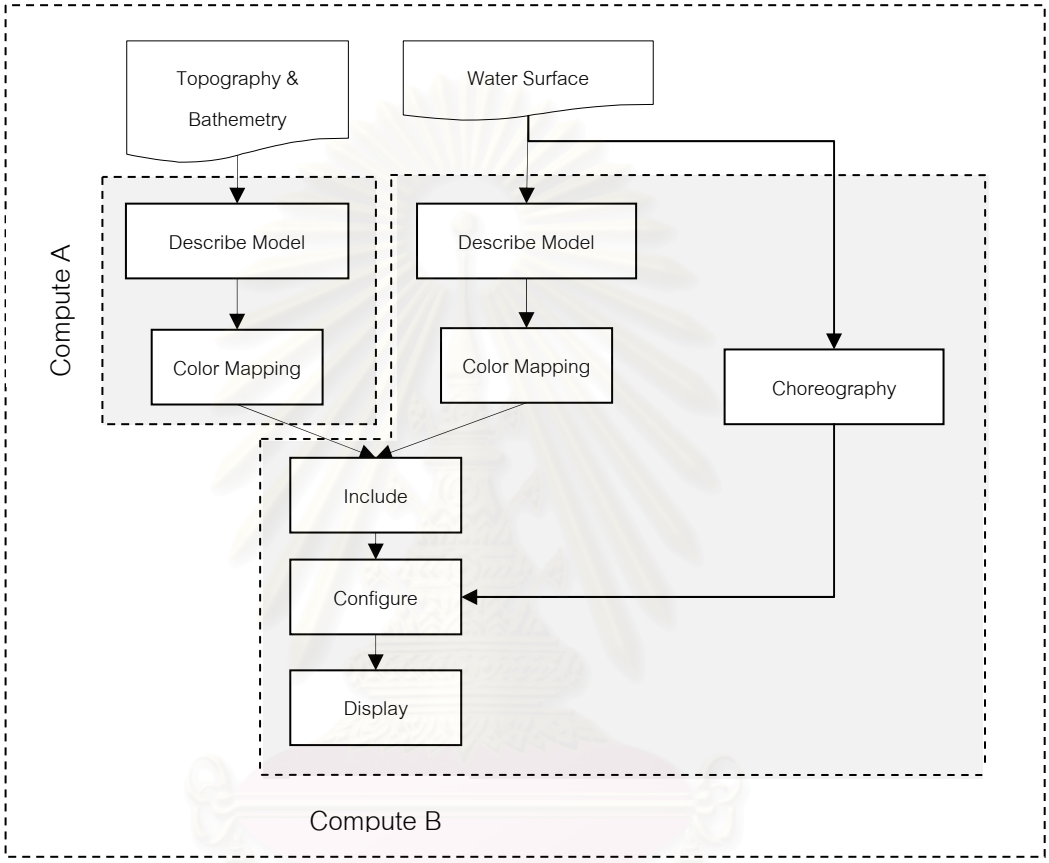


รูปที่ 4.12: การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลเดี่ยวในการทดลองสึนามิ

จากรูปที่ 4.12 การประมวลผลแบบขนานจะเริ่มจาก การประมวลผลจินตทัศน์ในส่วนของพื้นดินและพื้นทะเล และส่วนของผิวน้ำที่ถูกส่งไปประมวลผลยังเครื่องประมวลผลเอและบี หลังจากประมวลผลเสร็จขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการข้างต้นมาประมวลผลยังเครื่องประมวลผลซี ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประมวลผล

4.2.2.2 การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลชุด

ในการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลชุดนั้น ได้กำหนดให้ใช้เครื่องประมวลผล 2 เครื่อง โดยแบ่งตามข้อมูลลักษณะของข้อมูล ทั้งนี้ลักษณะการประมวลผลแบบขนานของข้อมูลชุดนั้นแสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13: การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับการทดลองสึนามิ

จากรูปที่ 4.13 การประมวลผลแบบขนานจะเริ่มจาก การประมวลผลจินตทัศน์ในส่วนของพื้นดินและและพื้นทะเล และส่วนของผิวน้ำที่ถูกส่งไปประมวลผลยังเครื่องประมวลผลเอและบี ทั้งนี้ข้อมูลของผิวน้ำนั้นสามารถที่จะแบ่งการประมวลผลตามข้อมูลไปได้เรื่อย ๆ โดยขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องและความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการให้มีการประมวลผลแบบขนานมากเท่าใด

บทที่ 5

ประเมินประสิทธิภาพระบบ

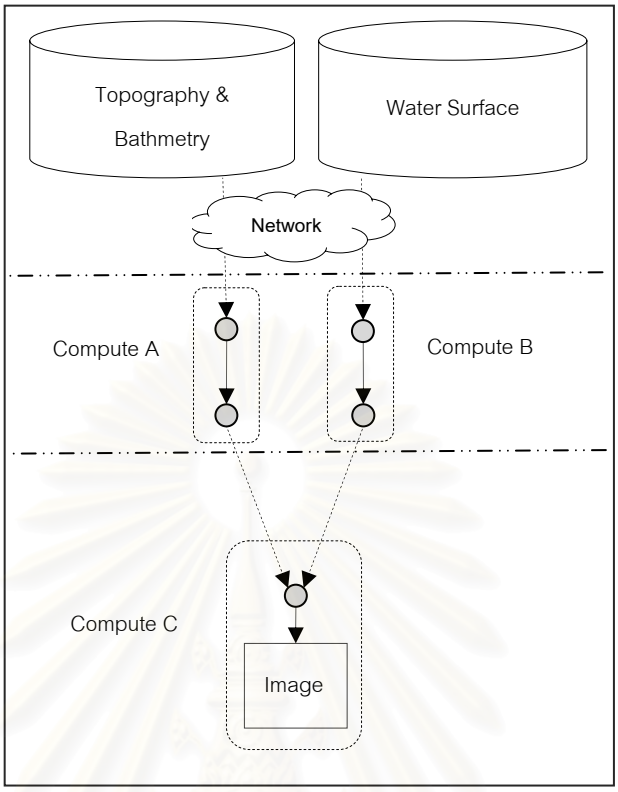
ในปัจจุบันการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการจำลองข้อมูลจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สนใจทำให้ได้ผลลัพธ์จากการทดลองในปริมาณที่มาก ดังนั้นการนำข้อมูลดังกล่าวมาทำจินตทัศน์จึงใช้ระยะเวลาในการประมวลผลที่มากขึ้นเช่นกัน นอกเหนือจากระบบจินตทัศน์และการใช้งานที่นักวิทยาศาสตร์ไม่ต้องเขียนโปรแกรมแล้วส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้นำเสนอรูปแบบการประมวลผลแบบขนานเพื่อช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์ให้ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นการวัดและประเมินประสิทธิภาพของระบบ จึงเป็นการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลแบบดั้งเดิมหรือแบบลำดับและการประมวลผลแบบขนานที่งานวิจัยนี้ออกแบบขึ้น

5.1 เปรียบเทียบการประมวลผลแบบลำดับและแบบขนาน

การเปรียบเทียบการประมวลผลแบบลำดับและแบบขนานเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่สามารถเอื้ออำนวยให้การประมวลผลจินตทัศน์ทำได้อย่างรวดเร็วยิ่ง การประมวลผลแบบลำดับเป็นวิธีการเดิมที่ใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์ ส่วนการประมวลผลแบบขนานเป็นวิธีการที่ผู้วิจัยคิดค้นและทำการทดลองขึ้นเพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผลจินตทัศน์ให้สั้นลง ซึ่งการทดลองนั้นจะทำการทดลองกับข้อมูลสองประเภทคือ ข้อมูลเดี่ยวและข้อมูลชุด ที่มีรูปแบบการประมวลผลแบบขนานที่แตกต่างกันตามลักษณะของข้อมูล โดยทำการทดลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผล 4 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีความเร็วของหน่วยประมวลผลเท่ากับ 2.73 กิ๊กกะเฮิร์ท (GHz) และมีหน่วยความจำเท่ากับ 3.85 กิ๊กกะไบท์ (GB)

5.1.1 ข้อมูลเดี่ยว

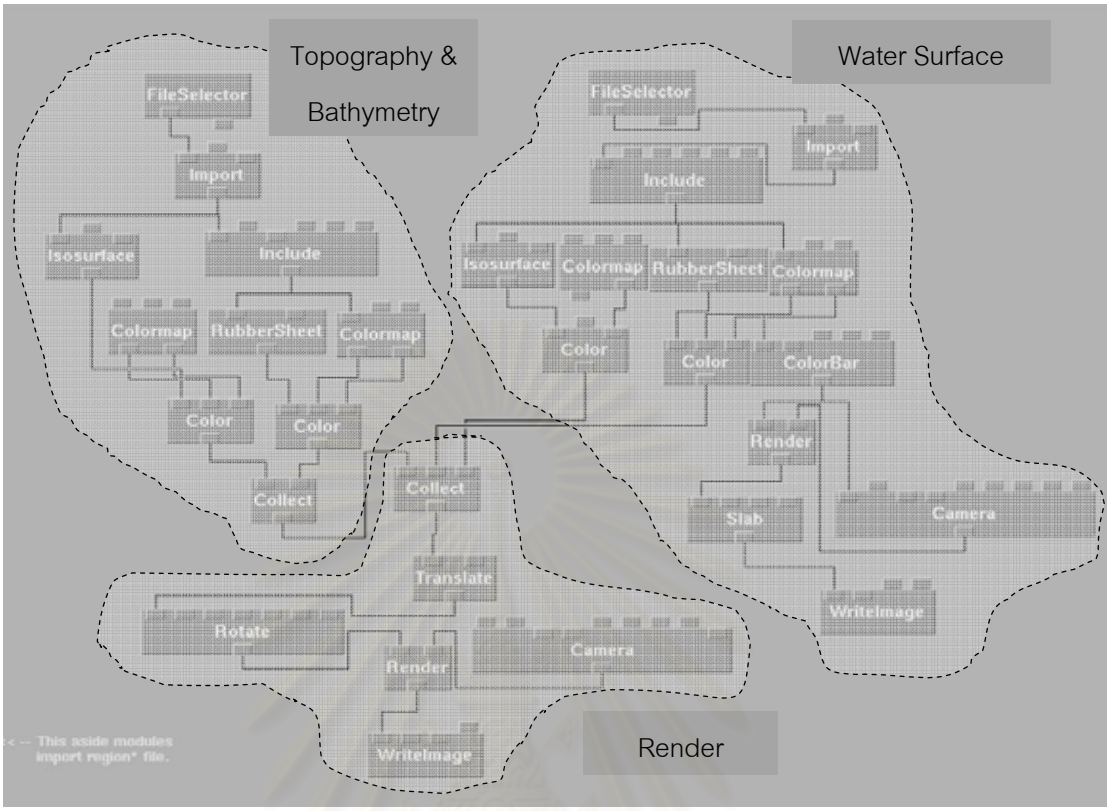
ข้อมูลเดี่ยวเป็นข้อมูลที่แสดงภาพนิ่ง โดยมีรายละเอียดของภาพแตกต่างกัน เช่น ภาพแสดงเวลาของคลื่น ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง หรือ ภาพแสดงคอนทัวร์ไลน์ (Contourline) และภาพแสดงความสูงของคลื่น เป็นต้น การทดลองนี้จะใช้ชุดข้อมูลเดี่ยวที่ให้ภาพคอนทัวร์ไลน์เป็นหลัก และมีขนาดของกริด (grid size) เท่ากับ 300 x 480 และมีข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล 2 ชุดคือข้อมูลของพื้นดินและพื้นน้ำทะเล (Topography and Bathymetry) และข้อมูลของผิวน้ำ (Water Surface) โดยการทดลองจะทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์ระหว่างการประมวลผลแบบขนานและแบบลำดับ ทั้งนี้รูปแบบการประมวลผลแบบขนานกับข้อมูลเดี่ยวนั้น แสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1: รูปแบบการประมวลผลแบบขนานของข้อมูลเดี่ยว

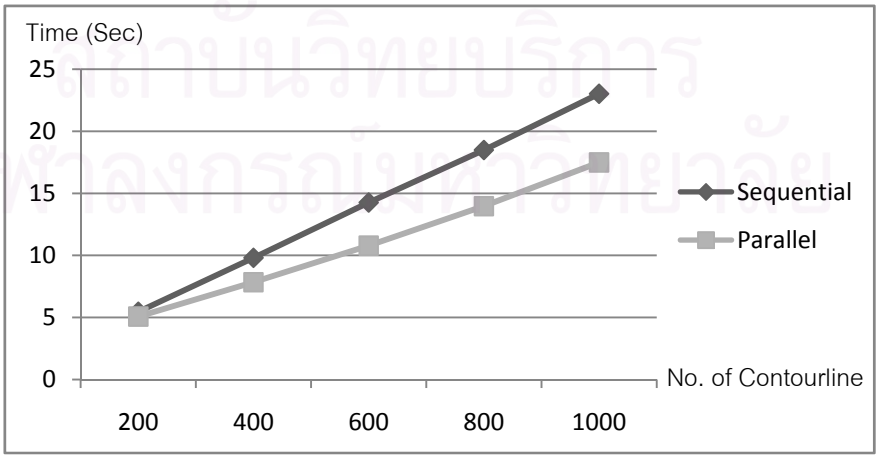
จากรูปที่ 5.1 เหตุผลหลักของการแบ่งข้อมูลในลักษณะดังกล่าวคือ การประมวลผลข้อมูลแบบลำดับนั้น โปรแกรมจะมีการประมวลผลข้อมูลจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวา ดังนั้นหากจะรอให้มีการประมวลผลในลำดับถัดไปโปรแกรมจะต้องรอข้อมูลของพื้นดินให้เสร็จเสียก่อนจึงจะสามารถไปประมวลผลของมูลในส่วนของพื้นน้ำได้ การทดลองนี้จึงทำการแบ่งการประมวลผลของโปรแกรมจินตทัศน์ออกเป็น 3 ส่วนโดยอ้างอิงตามชั้น (Layer) ของข้อมูล ซึ่งการทดลองสึนามิจะมีชั้นของข้อมูลที่เกิดขึ้นในการทดลอง 2 ส่วนคือ ชั้นของพื้นดินและพื้นทะเล (Topography and Bathymetry) และชั้นของผิวน้ำ (Water Surface) ดังนั้นลักษณะของโปรแกรมจินตทัศน์และการแบ่งการประมวลผลของโปรแกรมนั้น แสดงดังรูปที่ 5.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2: โปรแกรมจินตทัศน์ของข้อมูลเดี่ยวและการแบ่งการประมวลผล

ดังนั้นการทดลองจึงเป็นการเปรียบเทียบระยะเวลาในการประมวลผลโปรแกรมแบบขนานและแบบลำดับ โดยเพิ่มพารามิเตอร์ของการแสดงภาพให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มระยะเวลาการประมวลผลของโปรแกรมจินตทัศน์ทั้งส่วนของพื้นดินและพื้นทะเล และส่วนของผิวน้ำ ทั้งนี้พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้คือ พารามิเตอร์ของจำนวนเส้นคอนทัวร์ไลน์ โดยทำการเพิ่มจำนวนเส้นคอนทัวร์ไลน์ครั้งละ 200 เส้น เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการประมวลผลข้อมูลให้มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.3



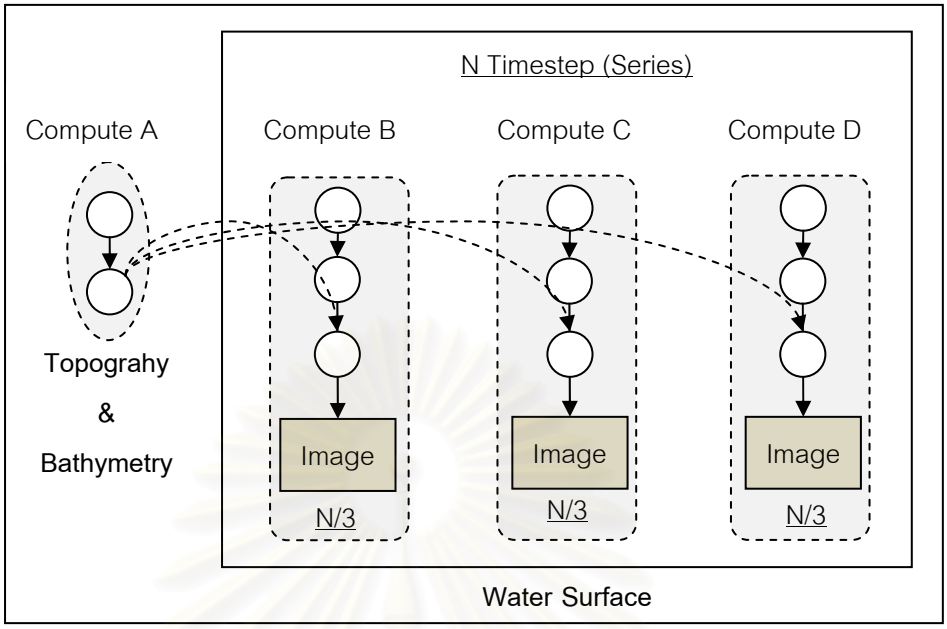
รูปที่ 5.3: การเปรียบเทียบการประมวลผลแบบขนานกับข้อมูลเดี่ยว

จากรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนเส้นคอนทัวร์ไลน์ในโปรแกรมจินตทัศน์มีมากขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์ก็มีมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ผลของการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานและแบบลำดับนั้นจะเห็นได้ว่า ช่วงแรกที่จำนวนเส้นคอนทัวร์ไลน์เท่ากับ 200 โปรแกรมทั้งสองใช้ระยะเวลาในการประมวลผลต่างกันเพียง 0.38 วินาที ซึ่งนับได้ว่าต่างกันไม่มาก อันเนื่องมาจากระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรมจินตทัศน์ในส่วนที่มีการประมวลผลแบบลำดับ แต่เมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรมมากขึ้นจะเห็นได้ว่าความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการทำจินตทัศน์ระหว่างการโปรแกรมแบบลำดับและแบบขนานจะแตกต่างกันมากขึ้น โดยดูได้จากระยะห่างระหว่างการประมวลผลแบบขนานและแบบลำดับ ทั้งนี้ค่าความแตกต่างของเวลาในการประมวลผลทั้ง 2 แบบที่เส้นคอนทัวร์ไลน์เท่ากับ 600 คือ 3.46 วินาที และที่เส้นคอนทัวร์ไลน์เท่ากับ 1000 คือ 5.52 วินาที ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าระยะเวลาที่ใช้มีความต่างกันต่างกันมากขึ้น ดังนั้นหากข้อมูลที่ใช้ในการทำจินตทัศน์มีปริมาณมากหรือมีโปรแกรมที่ซับซ้อนและใช้ระยะเวลาในการประมวลผลนาน การประมวลผลแบบขนานในรูปแบบดังกล่าวจะช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลมากยิ่งขึ้นดังผลการทดลองที่แสดงข้างต้น

5.1.2 **ข้อมูลชุด**

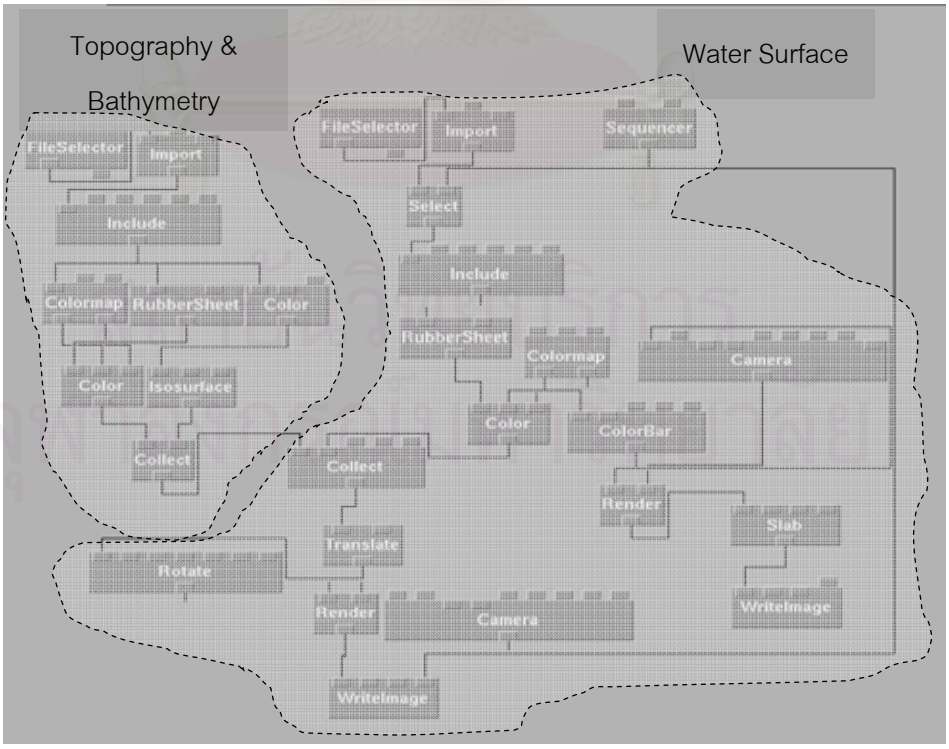
ส่วนหนึ่งของการประมวลผลข้อมูลชุดในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอรูปแบบการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนาน โดยมุ่งความสนใจไปที่การแบ่งข้อมูลตามระดับชั้นของข้อมูลที่ใช้ และการแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดย่อย ๆ ในส่วนของชุดข้อมูล โดยอันดับแรกจะแบ่งข้อมูลในระดับชั้นของข้อมูล โดยมีชั้นแรกเป็นข้อมูลพื้นดินและพื้นทะเลซึ่งเป็นข้อมูลเดี่ยวที่ไม่มีลำดับของเวลา และชั้นที่สองเป็นข้อมูลผิวน้ำที่มีลำดับของเวลา (Time Step) ในชั้นนี้เป็นชั้นที่ผู้วิจัยนำแนวคิดการประมวลผลแบบขนานมาใช้เพื่อให้สามารถประมวลผลข้อมูลส่วนนี้ได้เร็วขึ้น สำหรับลักษณะข้อมูลทั้งสองชั้นจะมีขนาดกริดเท่ากันคือ กว้าง 690 และยาว 840 โดยมีลำดับของเวลาเพื่อแสดงผลภาพในชั้นที่สองเท่ากับ 90 เฟรม แสดงแนวคิดการแบ่งข้อมูลและประมวลผลยังเครื่องลูกข่ายของคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ดังรูปที่ 5.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



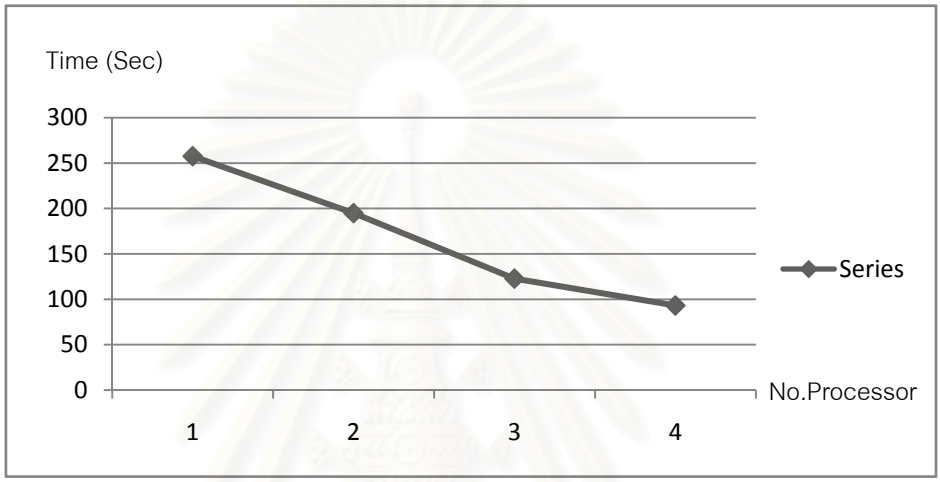
รูปที่ 5.4: การประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานกับข้อมูลชุด

จากรูปที่ 5.4 ระบบมีการประมวลผลแบบขนานโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือข้อมูลของพื้นดินและพื้นน้ำทะเล และข้อมูลผิวน้ำ โดยข้อมูลผิวน้ำจะเป็นข้อมูลชุดที่สามารถแบ่งการประมวลผลออกเป็นชุดข้อมูลย่อยเพื่อประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ทั้งนี้ลักษณะของโปรแกรมจินตทัศน์สีนามิและการแบ่งการประมวลผลของโปรแกรม แสดงลักษณะดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5: โปรแกรมจินตทัศน์ของข้อมูลชุดและการแบ่งการประมวลผล

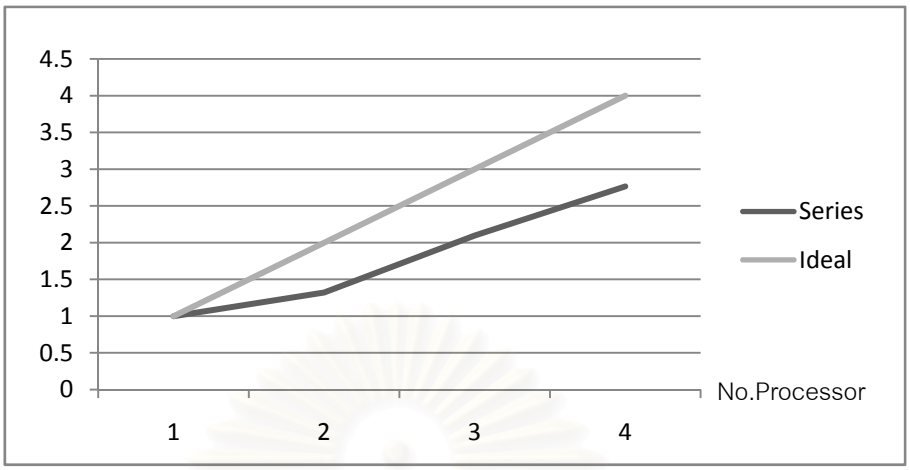
ผลการทดลองต่อไปเป็นผลการทดลองเพื่อหาการแบ่งการประมวลผลที่เหมาะสมบนเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ โดยในที่นี้จำนวนหน่วยประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีทั้งหมด 4 หน่วยประมวลผล ดังนั้นการทดลองจึงเป็นการทดลองหารูปแบบการแบ่งข้อมูลโดยเพิ่มจำนวนของการแบ่งข้อมูลจนกระทั่งครบจำนวนหน่วยประมวลผล ตามรูปแบบของการแบ่งข้อมูลข้างต้นเพื่อหารูปแบบการประมวลผลที่เหมาะสมกับจำนวนเครื่องที่มีอยู่ ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6: ผลการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนานโดยเพิ่มจำนวนการแบ่งข้อมูล

จากรูปที่ 5.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนของหน่วยประมวลผลเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลก็จะลดลงตามมาด้วยเช่นกันเนื่องจากมีการแบ่งภาระการประมวลผลไปยังเครื่องอื่น ๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจำนวนหน่วยประมวลผล 4 หน่วยประมวลผลได้ให้ผลการทดลองที่น้อยที่สุด ทั้งนี้หากมีหน่วยประมวลผลมากกว่านี้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำจินตทัศน์ก็จะน้อยลงตามมาเช่นกัน จากการทดลองดังกล่าวสามารถหาค่าสปีดอัพ (Speed up) ของการประมวลผลแบบขนานเพื่อเปรียบเทียบว่าการประมวลผลแบบขนานใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการประมวลผลแบบลำดับกี่เท่า โดยผลการคำนวณที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.7

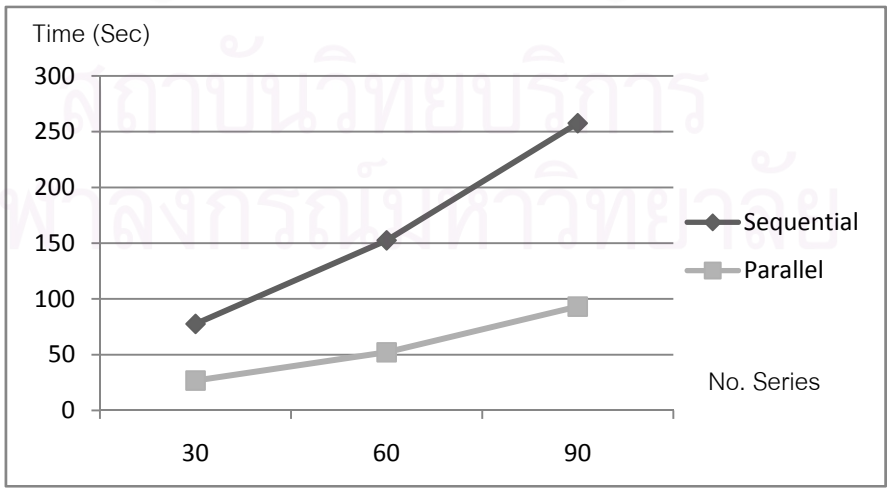
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.7: สปีดอัพของการประมวลผลแบบขนานกับข้อมูลชุด

จากรูปที่ 5.7 จะเห็นได้ว่ากราฟแสดงผลของสปีดอัพในจำนวนหน่วยประมวลผล 2 เครื่องได้แสดงค่าไม่เหมือนช่วงอื่นเพราะข้อมูลที่แบ่งในจำนวนหน่วยประมวลผล 2 เครื่องนั้น คือ ข้อมูลของพื้นดินและพื้นทะเล กับข้อมูลของผิวน้ำ มีขนาดของข้อมูลที่ไม่เท่ากันและแตกต่างกันมากกล่าวคือจำนวนลำดับเวลาของข้อมูลพื้นดินและพื้นทะเลเท่ากับ 1 ส่วนข้อมูลผิวน้ำมีลำดับเวลาเท่ากับ 90 ค่าสปีดอัพที่ได้จึงมีเพียง 1.32 เท่านั้น แต่หลังจากที่มีการใช้หน่วยประมวลผล 3 เครื่องขึ้นไปจึงเริ่มมีการแบ่งการประมวลผลของข้อมูลผิวน้ำค่าที่ได้จึงค่อย ๆ มากขึ้นคือ 2.09 และ 2.76 กราฟที่ได้จึงค่อย ๆ สูงขึ้นตามลำดับ จากการทดลองดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้การประมวลผลบนหน่วยประมวลผล 4 เครื่องซึ่งให้ระยะเวลาในการประมวลผลที่น้อยที่สุดคือ 93.12 วินาที และให้ค่าสปีดอัพมากที่สุดคือ 2.76

การทดลองต่อไปจะทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลแบบลำดับกับแบบขนานด้วยจำนวนชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8: การเปรียบเทียบการประมวลผลแบบขนานและแบบลำดับกับข้อมูลชุด

จากรูปที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า ยิ่งข้อมูลมีจำนวนของชุดข้อมูลมากขึ้นเท่าใดการประมวลผลแบบขนานในรูปแบบดังกล่าวจะใช้ระยะเวลาในการประมวลผลที่น้อยกว่าการประมวลผลแบบลำดับมากขึ้นตามมา เพราะมีการแบ่งการประมวลผลของข้อมูลไปยังเครื่องอื่น ๆ ทำให้ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการรอข้อมูลลดลงตามมา อย่างไรก็ตามไม่ว่าจำนวนชุดของข้อมูลจะเท่าใดก็ตาม ช่วงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลแบบขนานจะน้อยกว่าการประมวลผลแบบลำดับประมาณ 2.9 เท่าเสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและแนวทางพัฒนาต่อ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบการแสดงจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจายเพื่อสนับสนุนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาในงานวิจัยนี้คือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีความต้องการทำการทดลองร่วมกันและแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกัน แต่เนื่องจากแต่ละหน่วยงานต่างมีทรัพยากรที่ใช้แตกต่างกัน ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองมีประมาณมากและใช้ระยะเวลาในการประมวลผลนาน งานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบที่แก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยระบบจินตทัศน์ที่งานวิจัยนี้มีองค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ ส่วนของการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลายประเภทได้แก่ กริด คลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ ยูอาร์แอลแบบเปิดเผยและไม่เปิดเผย เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ส่วนของการประมวลผลจินตทัศน์แบบขนาน และการแสดงผลจินตทัศน์แบบหลายช่องทางโดยผ่านทางเว็บและทางโปรแกรมดาต้าเอ็กซ์พลอเรอร์ โดยผู้ใช้สามารถทำงานผ่านระบบพอร์ทัลที่ทำหน้าที่จัดการการทำงานทั้งหมด

ส่วนหนึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลระหว่างการประมวลผลแบบขนานของระบบที่งานวิจัยนี้สร้างขึ้นและการประมวลผลแบบลำดับกับข้อมูล 2 ประเภท คือ ข้อมูลเดี่ยวและข้อมูลชุดที่มีรูปแบบการประมวลผลแบบขนานที่แตกต่างกัน โดยผลการทดลองที่ได้พบว่าการประมวลผลแบบขนานกับข้อมูลเดี่ยวนั้นใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการประมวลผลแบบขนานโดยเมื่อโปรแกรมมีการประมวลผลที่ซับซ้อนและใช้เวลามากขึ้นหรือมีข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลในปริมาณมากจะทำให้ความต่างของการประมวลผลทั้งแบบลำดับและแบบขนานมากขึ้นตามมา กล่าวคือยิ่งปริมาณข้อมูลมากหรือข้อมูลมีการประมวลผลที่ซับซ้อนและใช้เวลาในการประมวลผลมากระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลแบบขนานก็จะแปรผกผันตามลักษณะของข้อมูลและระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจินตทัศน์นั้น ๆ ทั้งนี้ในการประมวลผลข้อมูลชุดพบว่าการประมวลผลแบบขนานใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าการประมวลผลแบบลำดับ 2.9 เท่า

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อสนับสนุนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ แต่ในการทำวิจัยนี้ได้มีข้อจำกัดคือการแสดงจินตทัศน์แบบหลายหน้าจอได้กำหนดให้มีการแสดงผลแบบ 4 หน้าจอ

เท่านั้น ดังนั้นการทำวิจัยต่อสามารถทำได้ในเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบให้สามารถทำการแสดงผลได้มากกว่า 4 หน้าจอ หรือมีการแสดงผลแบบหลายหน้าจอในรูปแบบอื่น

นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการประมวลผลแบบขนานที่ข้อมูลชุดรองรับกับการประมวลผลแบบ 4 บนหน่วยประมวลผลเท่านั้น การพัฒนาการประมวลผลจินตทัศน์ในอนาคตอาจอาจรองรับการประมวลจินตทัศน์แบบไม่จำกัดหน่วยประมวลผลเพื่อให้การทดลองมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในการทำจินตทัศน์ที่ผู้ใช้สามารถแสดงผลได้ตามต้องการ (Fully Control) อาจออกแบบระบบให้ผู้ใช้สามารถรู้ว่าขณะนี้ผู้ใช้งานคนอื่นกำลังปรับเปลี่ยนข้อมูลอะไรอยู่ผ่านทางระบบพอร์ทัล หรือผ่านทางโปรแกรมที่ผู้ใช้ดาวน์โหลดจากระบบเพื่อดูการใช้งานของผู้ใช้คนอื่น

ระบบพอร์ทัลในอนาคตอาจรองรับการทำจินตทัศน์รูปแบบอื่น ๆ และโปรแกรมจินตทัศน์หลากหลายโปรแกรมนอกเหนือไปจากการทำสึนามิ เพื่อทำให้การทำจินตทัศน์มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] W. Sherman, A. Craig, M. Pauline, C. Bushell, Scientific Visualization, ACM Computer Science, 2004.

[2] Scientific visualization [Online], http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_visualization, [10/September/2007].

[3] Scientific visualization [Online], http://www.cc.gatech.edu/scivis/tutorial/tutorial.html, [10/September/2007].

[4] J. Heijmeans, An Introduction to Distributed Visualization, IEEE Workshop on Distributed Visualizaion Systems, 2002.

[5] Choreography [Online], http://en.wikipedia.org/wiki/Choreographe, [23/August/2007].

[6] AVS/Advanced Visualization System [Computer Software], http://www.avs.com, [12/August/2007].

[7] Open Visualization Data Explorer [Computer Software], http://www.opendx.org, [4/August/2007].

[8] Amira Visualization Analysis Presents [computer Software], http://www.amiravis.com, [19/August/2007].

[9] IRIS Explorer [Computer Software], http://www.nag.co.uk, [15/August/2007].

[10] D.A. Duce, M. Sugar, skML a Markup Language for Distributed Collaborative Visualization, EG UK Theory and Practice if Conputer Graphics, 2005.

[11] L. Keely, S. Uselton, Development of a Multi-Source Visualization Pototype, IEEE Visualization (VIS), 1998.

[12] M. Lever, J. Perrin, Integrated Parallel Rendering for AVS/Express, Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies, 2003.

[13] A. Coelho, M. Nascimento, C. Bentes, M. Castro, R. Farias, Parallel Volume Rendering for Ocean Visualization in a Cluster of CPs, VI Braxilian Symposium on GeoInfomatics (GEOINFO), 2004.

[14] H. Benko, E. Ishak, S. Feiner, Collaborative Visualization of an Archaeological Excavation, NSF Lake Tahoe Workshop on Collaborative Virtual Reality and Visualization (CVRV), 2003.

[15] B. Meiquins, R. Junior, M. Garcia, A. Goncalves, Web-Based Collaborative 3D Information Visualization Tool, IEEE Information Visualization (IV), 2004.

[16] A. Jackson, I. Sadarjoen, M. Cooper, E. Neri, M. Jern, Network Oriented Visualization In the Clinical Environment (NOVISE), Computer Aassisted Radiology and Surgery (CARS), 2000.

[17] P. Palmer, Computer Support Collaborative Work, Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications IEEE, 1994, pp. 15 – 17.

[18] J. Wood, H. Wright, K. Brodlie, CSCV Computer Support Collaborative Visualization, BCS Displays Group International Conference on Visualization and Modeling, 1995.

[19] K. Brodlie, Collaborative Visualization (Ten years on), SDMIV2 The Second Workshop on Scientific Data Mining Integration and Visualization, 2005.

[20] Greg Johnson, Collaborative Visualization, ACM Computer Graphics, 1998, pp. 8-11.

[21] J. Leigh, L. Renambot, T. DeFanti, M. Brown, E. He, N. Krishnaprasad, J. Meerasa, A. Nayak, K. Park, R. Singh, S. Venkataraman, C. Zeang, An Experimental OptIPuter Architecture for Data-Intensive Collaborative Visualization, the 3rd Workshop on Advanced Collaborative Environment, 2003.

[22] C. Zhang, J. Leight, Tera Scope: Distributed Visual Data Mining of Terascale Data Stes over Photonic Networks, Future Generation Computer System (FGCS), Elsevier Science Press, 2003.

[23] L. Renambot, B. Jeong, R. Jagodic, A. Johnson, J. Leigh, Collaborative visualization using Heigh-Resolution Tiled Displays, Workshop on Information Visualization and Interaction Techniques for Collaboration Across Multiple Displays, 2006.

[24] L. Lang, U. Rantzau, D. Rantzau, Extending a distributed visualization systems towards virtual reality and web usage, IEEE Workshop on Distributed Visualizaion Systems, 1998.

[25] K. Brodlie, J. Wood, Visualization and Computational Steering on the Grid, IEEE Information Visualization (IV), 2002.

[26] M. Nakagawa, K. Nozaki, S. Shimojo, Web-Based Distributed Simulation and Data Management Services for Medical Applications, IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2006.

[27] S. Yoo, J. Key, K. Choi, J. Jo, Web-Based Hybrid Visualization of Medical Images, Computer Aassisted Radiology and Surgery (CARS), 2000.

ต้นฉบับไม่มีหน้านี้
NO THIS PAGE IN ORIGINAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

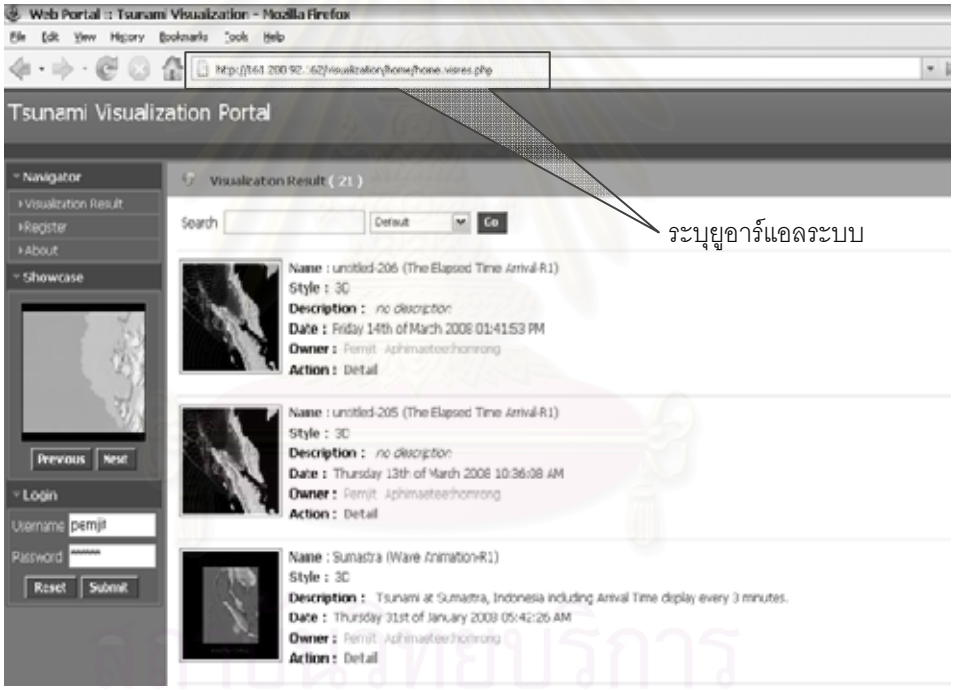
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การใช้งานระบบจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานบนระบบแบบกระจาย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานเพื่อสนับสนุนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยงานวิจัยนี้ได้นำการทดลองสึนามิมาเป็นกรณีศึกษาเพื่อใช้ในการออกแบบระบบ ดังนั้นระบบจินตทัศน์ร่วมแบบผสมผสานนี้จึงออกแบบไว้สำหรับการทดลองสึนามิโดยเฉพาะ ทั้งนี้รายละเอียดการใช้งานระบบนั้นมีดังต่อไปนี้

อันดับแรกการใช้งานระบบนั้นจะเริ่มจากหน้าแรกของระบบซึ่งเรียกผ่านซึ่งเรียกผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยในที่นี้กำหนดให้เป็น http://161.200.92.162/visualization/



รูปที่ ก.1: หน้าแรกของระบบ

◆ การใช้งานระบบ

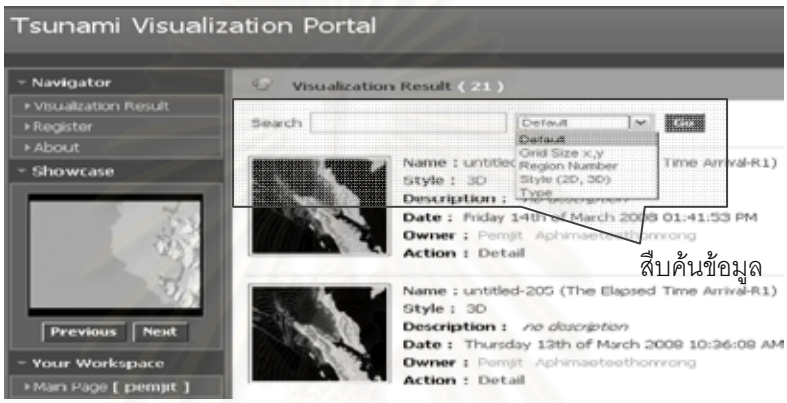
ระบบจะแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของนักวิจัยและบุคคลทั่วไป (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อที่ 4.3.1.3 ลำดับการทำงานของระบบและผู้ใช้ (User View) ประกอบ)

ก. **สำหรับบุคคลทั่วไป** บุคคลทั่วไปสามารถสืบค้นผลการทำจินตทัศน์ที่นักวิจัยอนุญาต โดยเลือกรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสืบค้นซึ่งมีดังต่อไปนี้

- ชื่อและรายละเอียดของการทำจินตทัศน์

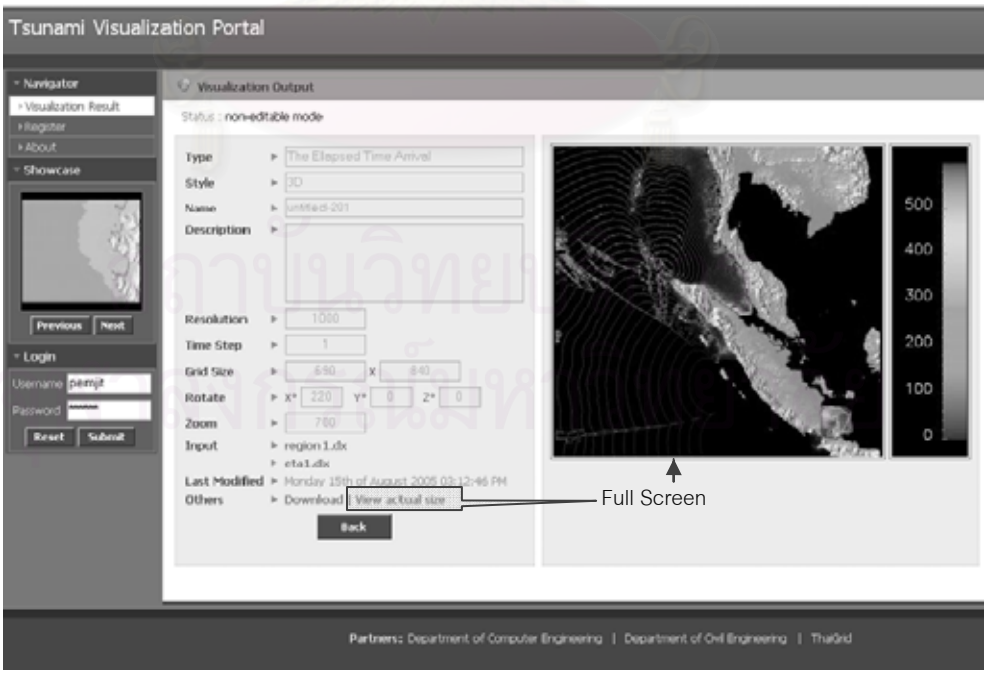
- ขนาดของกริด (Grid Size x,y) เช่น 690,840
- ตัวเลขรีเจียน (Region Number) เช่น 1 หรือ 2 หรือ 3 หรือ 4 เป็นต้น
- รูปแบบ (Style 2D, 3D)
- ชนิดของการทำจินตทัศน์ เช่น Wave Animation, The Elapsed Time Arrival เป็นต้น

ทั้งนี้รายละเอียดของการสืบค้นข้อมูลนั้นแสดงดังรูปที่ ก.2



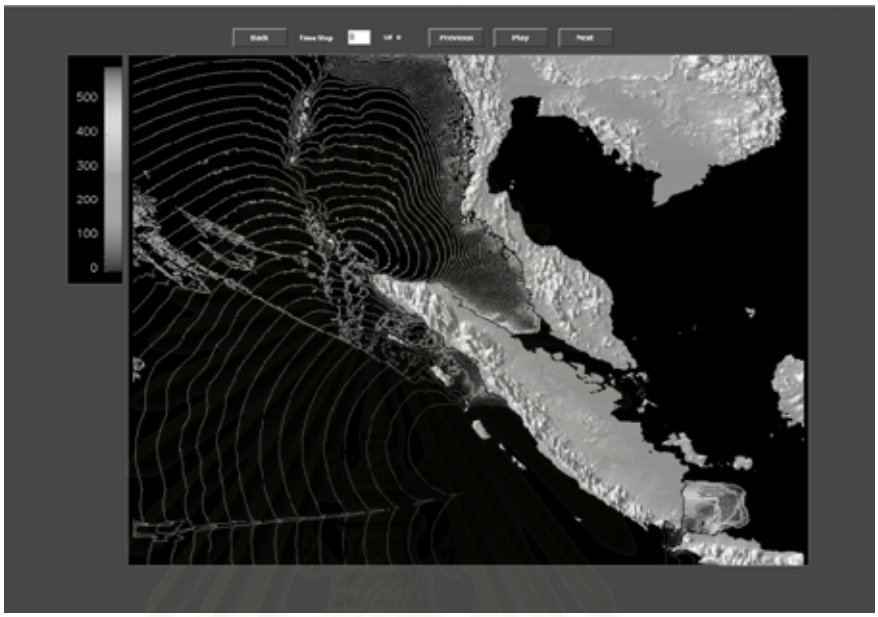
รูปที่ ก.2: การสืบค้นข้อมูล

ทั้งนี้บุคคลทั่วไปสามารถที่จะดูรายละเอียดของผลการทำจินตทัศน์ที่สนใจ โดยคลิกเข้าไปที่ Detail หลังจากนั้นระบบจะแสดงหน้ารายละเอียดของข้อมูลจินตทัศน์นั้นๆ ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3: แสดงรายละเอียดของข้อมูล

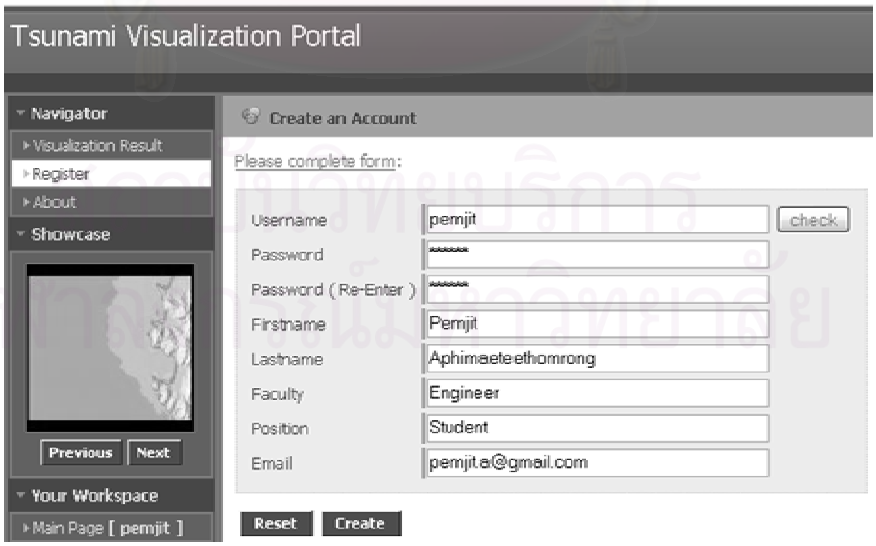
จากรูปที่ ก.3 หากผู้ใช้ต้องการดูผลการทำจินตทัศน์หรือภาพที่สนใจอย่างละเอียด ผู้ใช้สามารถที่จะดูผลลัพธ์ที่ได้แบบเต็มจอโดยคลิกที่รูปหรือคลิกที่ View actual Size ซึ่งจะแสดงผลดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4: แสดงผลจินตทัศน์แบบเต็มจอ

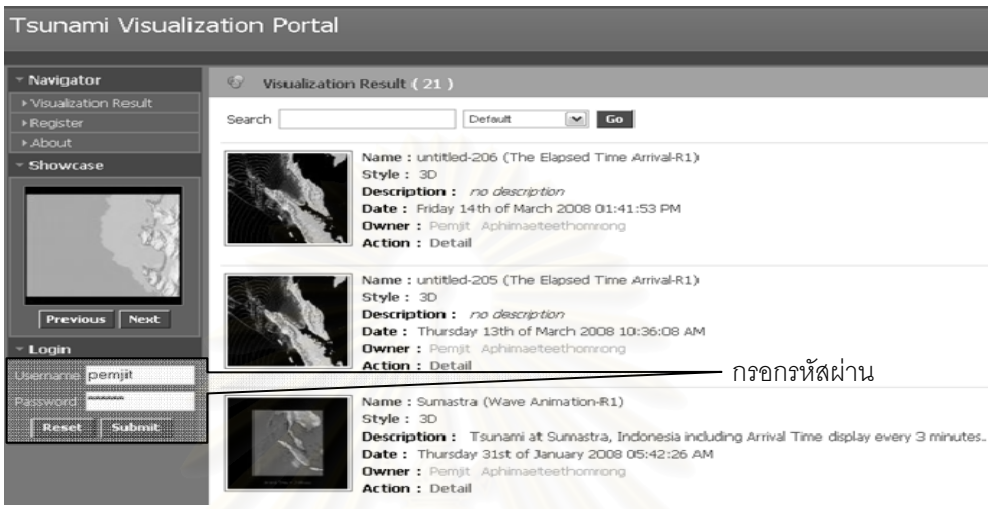
ข. สำหรับนักวิจัย

นักวิจัยสามารถที่ใช้งานระบบนี้ได้โดยอันดับแรกจะต้องสมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบโดยคลิดไปที่เมนู Register แล้วกรอกรายละเอียดต่างๆ ดังรูปที่ ก.5



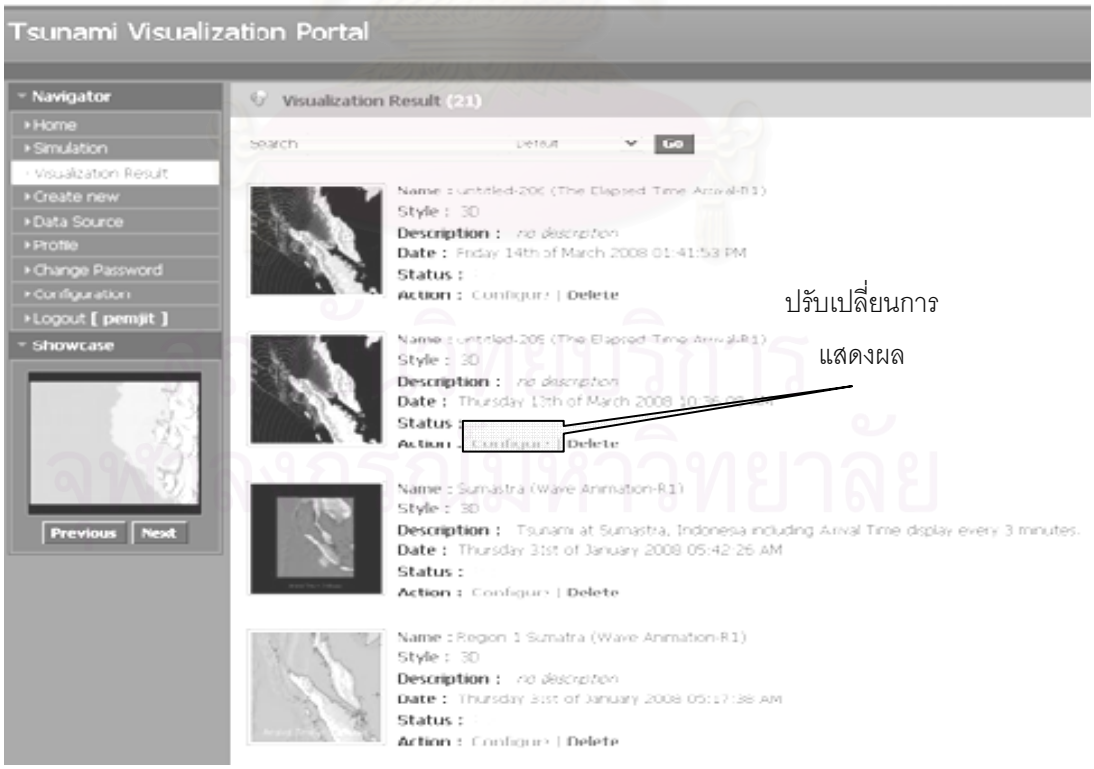
รูปที่ ก.5: สมัครสมาชิก

หลังจากสมัครสมาชิกแล้วนักวิจัยจะสามารถเข้าสู่ระบบได้โดยการกรอกชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) แล้วคลิกที่ปุ่ม Submit เพื่อเข้าใช้งานระบบดังรูปที่ ก.6



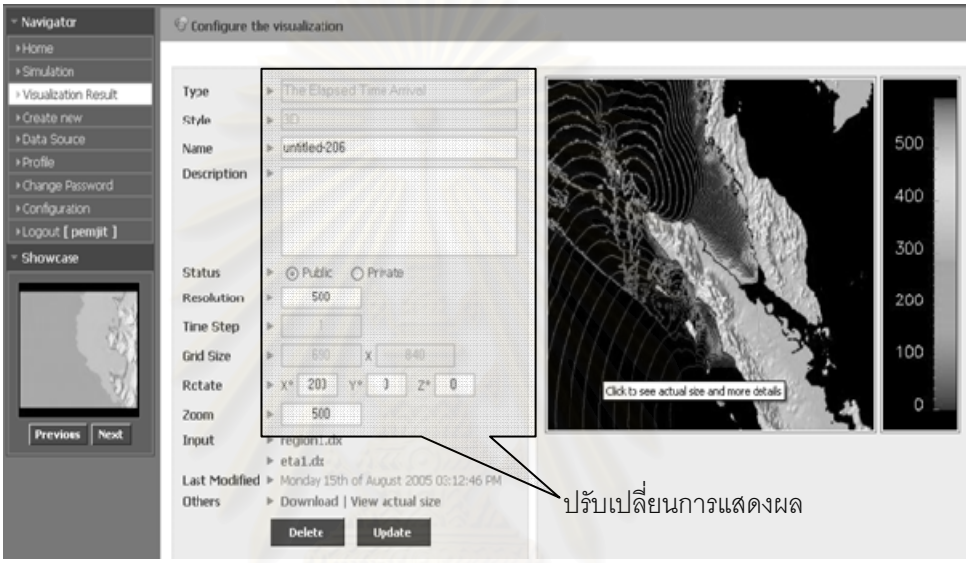
รูปที่ ก.6: การเข้าใช้งานระบบ

เมื่อเข้าสู่ระบบจะแสดงหน้าจอที่แสดงผลการทดลองของผู้วิจัยทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ ก.7



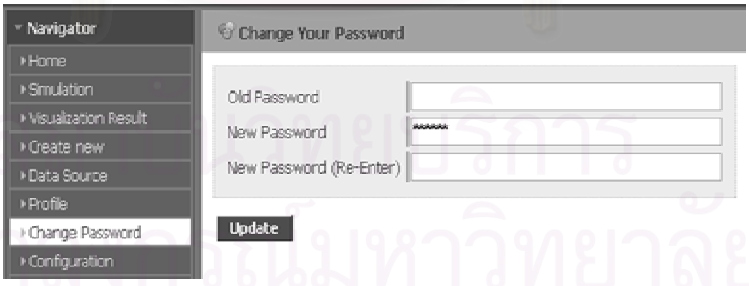
รูปที่ ก.7: ผลการทำจินตทัศน์ของนักวิจัย

จากรูปที่ ก.7 นักวิจัยสามารถที่จะปรับเปลี่ยนการแสดงผลของจินตทัศน์ที่ประมวลผลเสร็จสิ้นแล้วโดยคลิกที่ Configure ของจินตทัศน์ที่ต้องการ หลังจากนั้นระบบจะแสดงหน้าแสดงผลการทำจินตทัศน์ที่สามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลของภาพเช่น ความละเอียดของภาพ (Resolutiom) การซูม (Zoom) การปรับหมุนมุมมองของภาพ (Rotate) อีกทั้งระบุสถานะของการแสดงผลจินตทัศน์ว่าต้องการเผยแพร่ให้กับบุคคลทั่วไปหรือไม่ (Status) ดังแสดงในรูปที่ ก.8



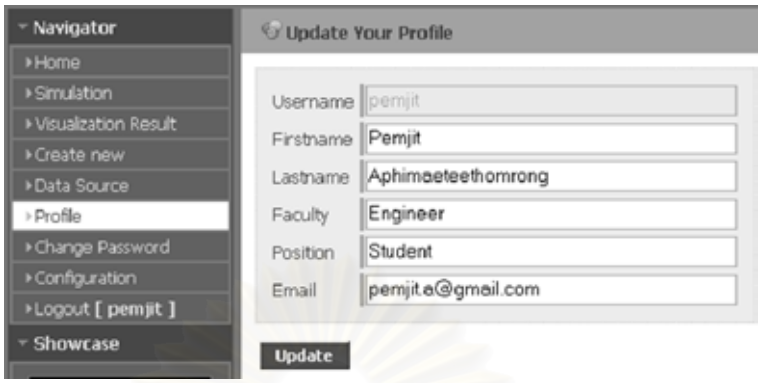
รูปที่ ก.8: การปรับเปลี่ยนลักษณะการแสดงผล

ทั้งนี้หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนรหัสผ่าน สามารถกระทำได้โดยเข้าไปที่เมนู Change Password และทำการเปลี่ยนรหัสผ่านดังรูปที่ ก.9



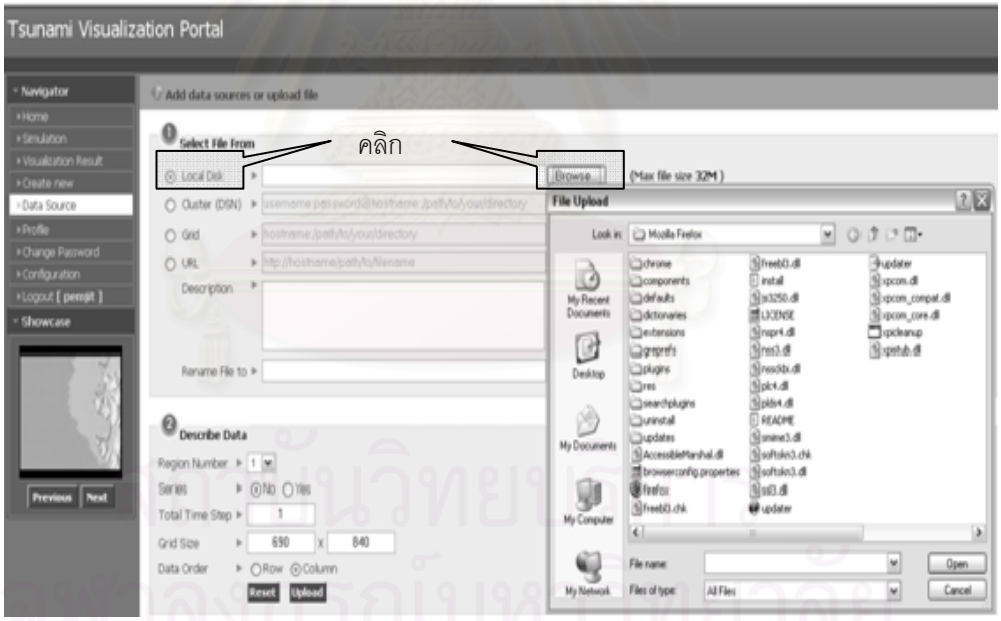
รูปที่ ก.9: การเปลี่ยนรหัสผ่าน

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนข้อมูลส่วนตัวสามารถกระทำได้โดยคลิกไปที่เมนู Profile แล้วทำการเปลี่ยนข้อมูลส่วนตัวดังรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10: การเปลี่ยนข้อมูลส่วนตัว

สำหรับในกรณีที่ต้องการทำจินตทัศน์ อันดับแรกนักวิจัยควรอัพโหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ต้องการก่อน โดยคลิกไปที่เมนู Data Source จะแสดงหน้าอัพโหลดข้อมูล โดยการอัพโหลดข้อมูลนั้นสามารถอัพโหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลได้หลายประเภท (ดูหัวข้อที่ 3.2.1 แหล่งข้อมูลของผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Data Source) ประกอบ) ดังนี้



รูปที่ ก.11: การอัพโหลดข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

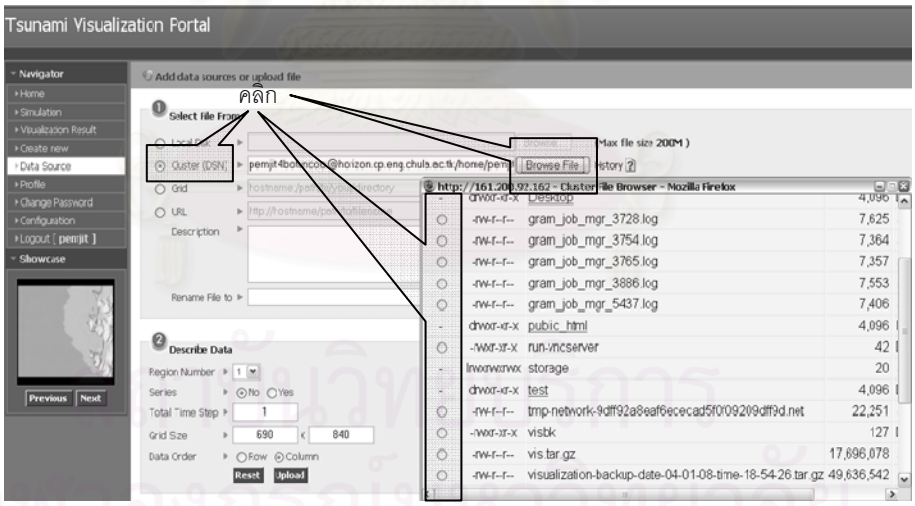
จากรูปที่ ก.11 แสดงให้เห็นถึงการอัพโหลดข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยเริ่มจากการคลิกไปที่ Local Disk หลังจากนั้นคลิกที่ Browse เพื่อเลือกข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ดังรูปข้างต้น

ทั้งนี้หากผู้ใช้ต้องการอัพโหลดข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์สามารถกระทำได้โดยคลิกไปที่แหล่งข้อมูลประเภท Cluster แล้วกรอกข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนด (ดูหัวข้อที่

3.2.1.1 แหล่งข้อมูลจากคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ (Cluster Computer) ประกอบ) ทั้งนี้หากผู้ใช้ไม่เข้าใจวิธีการใช้งาน ผู้ใช้สามารถที่ดูรายละเอียดและตัวอย่างการใช้งานที่สัญลักษณ์ “?” จะแสดงหน้าต่างของคู่มือการอัพโหลดข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ดังรูปที่ ก.12

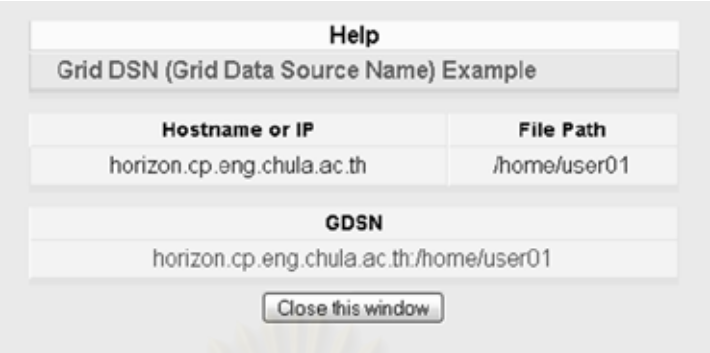
รูปที่ ก.12: คู่มือการอัพโหลดข้อมูลจากคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์

สำหรับกรณีที่ผู้ใช้เคยอัพโหลดข้อมูลมาก่อนแล้ว สามารถที่จะดูประวัติการใช้งานเพื่อเลือกข้อมูลการเข้าใช้งานคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ให้แสดงบนกล่องข้อความ หลังจากนั้นให้คลิกที่ Browse File จะแสดงหน้าต่างของไฟล์ในคลัสเตอร์ หลังจากนั้นจึงคลิกเลือกไฟล์ที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ ก.13



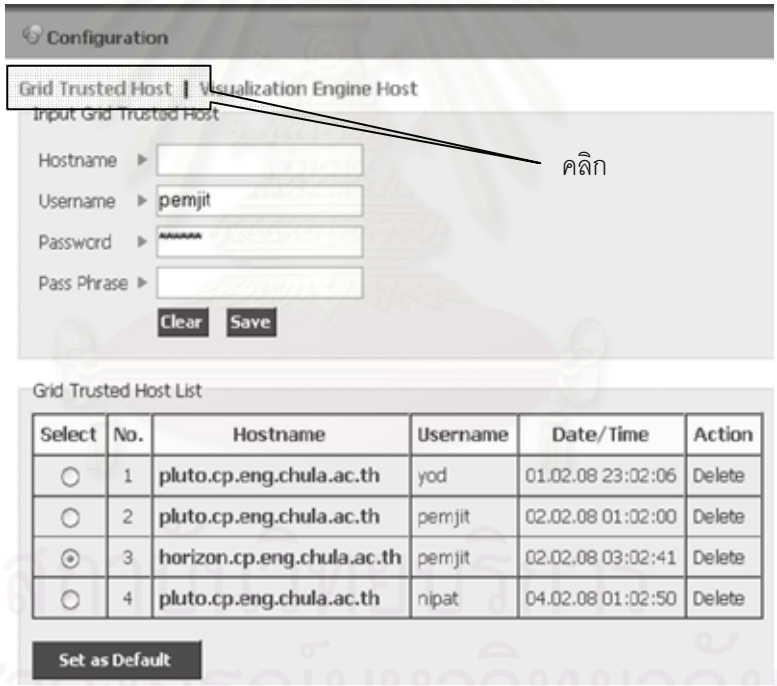
รูปที่ ก.13: การอัพโหลดข้อมูลจากคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์

หากผู้ใช้ต้องการอัพโหลดข้อมูลจากกริดสามารถกระทำได้โดยคลิดไปที่แหล่งข้อมูลประเภทกริด โดยหากผู้ใช้ไม่เข้าใจวิธีการระบุข้อความในกล่องข้อความ สามารถที่จะดูคู่มือการอัพโหลดข้อมูลจากกริดดังรูปที่ ก.14



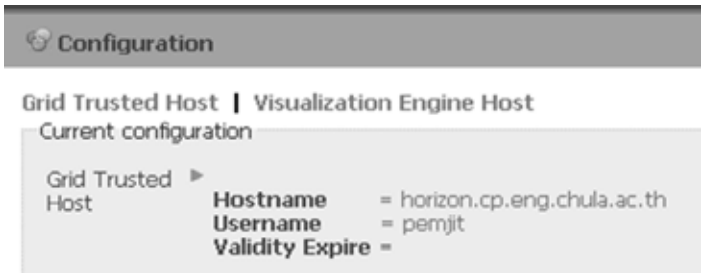
รูปที่ ก.14: คู่มือการอัพโหลดข้อมูลจากกริด

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการอัพโหลดข้อมูลจากระบบกริด (ดูหัวข้อที่ 3.2.1.2 แหล่งข้อมูลจากระบบกริด (Grid System) ประกอบ) สามารถกระทำได้โดยอันดับแรกเลือกเมนู Configuration แล้วคลิกไปที่ Grid Trusted Host เพื่อทำการระบุเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับในระบบกริด (Grid Trusted Host) แล้วเลือกโฮสที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ ก.15



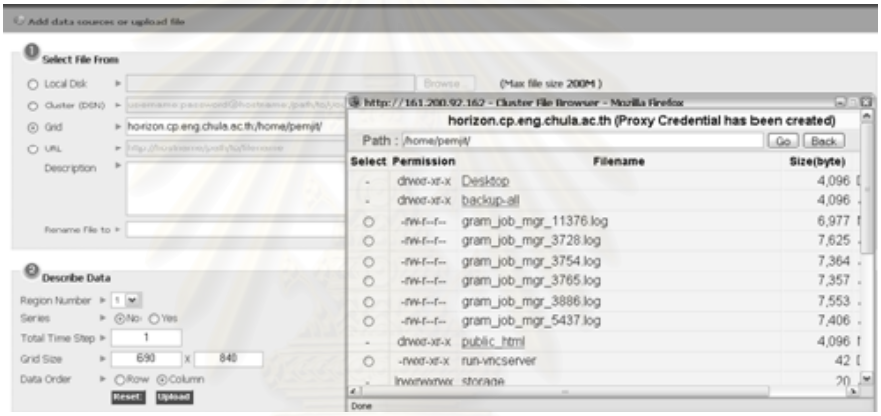
รูปที่ ก.15: ระบุเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับในระบบกริด (Grid Trusted Host)

หลังจากเลือกโฮสเรียบร้อยแล้วระบบจะแสดงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับในระบบกริด (Grid Trusted Host) เพื่อใช้ในการอัพโหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลกริดต่อไป ดังรูปที่ ก.16



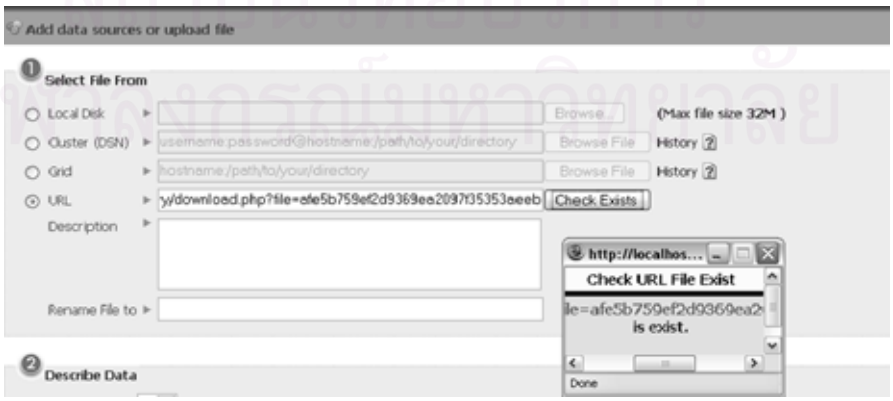
รูปที่ ก.16: เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการยอมรับในระบบกริด

ทั้งนี้เมื่อผู้ใช้ต้องการอัพโหลดข้อมูลจากแหล่งข้อมูลประเภทกริดให้คลิกไปที่แหล้งข้อมูลประเภทกริดแล้วระบุกำหนดดีเอ็สเอ็นสำหรับการเข้าถึงข้อมูลในระบบกริด (Grid Data Source Name) แล้วคลิก Browse File เพื่อนำเอาแฟ้มข้อมูลที่ต้องการดังแสดงรูปที่ ก.17



รูปที่ ก.17: การอัพโหลดข้อมูลจากกริด

หากผู้ใช้ต้องการอัพโหลดข้อมูลผ่านทางยูอาร์แอล (ดูหัวข้อ 3.2.1.4 และ 3.2.1.5 แหล่งข้อมูลจากการระบุยูอาร์แอลแบบเปิดเผยและไม่เปิดเผยประกอบ) สามารถกระทำได้โดยระบุยูอาร์แอลที่เก็บข้อมูลนั้นๆ หลังจากนั้นให้ตรวจสอบดูว่ามียูอาร์แอลที่ระบุไว้อยู่จริงหรือไม่ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการต่างๆ ของระบบต่อไปดังแสดงในรูปที่ ก.18

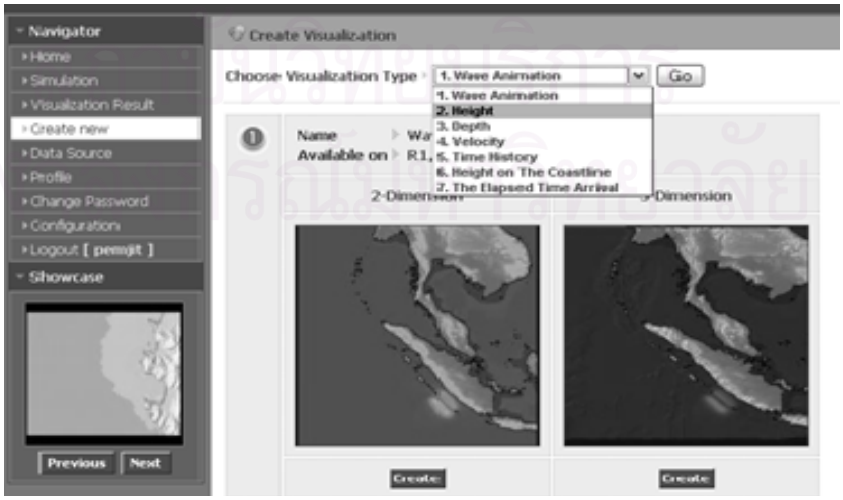


รูปที่ ก.18: การอัพโหลดข้อมูลจากยูอาร์แอล

หลังจากที่นักวิจัยอัพโหลดข้อมูลที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการระบุพารามิเตอร์เพื่อสร้างข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปที่โปรแกรมจินตทัศน์เข้าใจ (ดูหัวข้อที่ 4.3.1.1.1 การแปลงข้อมูล (Data Transformation) ประกอบ) โดยอันดับแรกให้เลือกรีเจียน (Region) ที่ต้องการเพื่อเตรียมค่าพารามิเตอร์ตามรีเจียนที่เลือก หลังจากนั้นจึงคลิกปุ่มอัพโหลดเพื่อทำการแปลงข้อมูลและอัพโหลดข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ระบบ โดยหลังจากอัพโหลดข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วข้อมูลที่ได้จะแสดงผลในตาราง Visualization Output ดังแสดงในรูปที่ ก.19

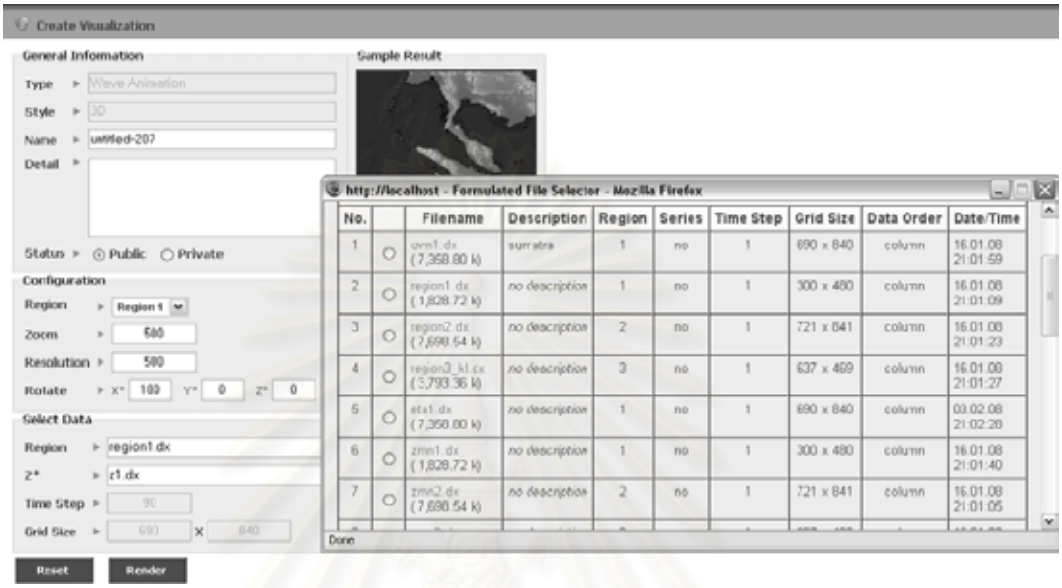
รูปที่ ก.19: การแปลงข้อมูล

เมื่ออัพโหลดข้อมูลเข้าสู่ระบบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทำจินตทัศน์ (ดูหัวข้อ 4.3.1.1.2 การทำจินตทัศน์ (Data Visualization) ประกอบ) โดยอันดับแรกให้เลือกเมนู Create new เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการทำจินตทัศน์ หลังจากนั้นจึงเลือกประเภทของการทำจินตทัศน์ที่ต้องการแล้วคลิกที่ Go เลือกรูปแบบของการทำจินตทัศน์ (2D, 3D) แล้วคลิก Create เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนถัดไป ดังแสดงในรูปที่ ก.20



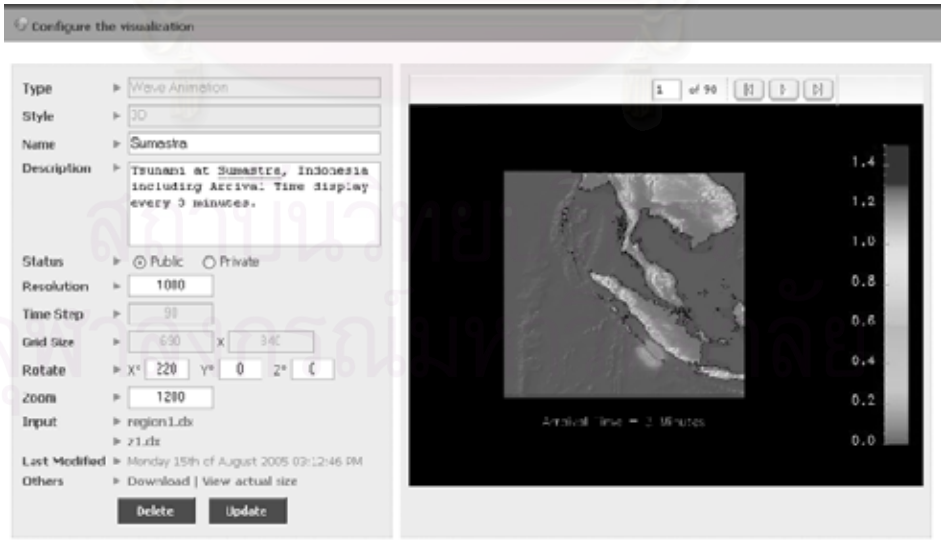
รูปที่ ก.20: การเลือกรูปแบบของการทำจินตทัศน์

ขั้นตอนต่อไปคือการระยุรายละเอียดของการทำจินตทัศน์อันได้แก่ ชื่อของการทำจินตทัศน์, รายละเอียด, สถานะการแสดงผล (Status), รีเจียน (Regoion), Zoom, Resolution, Rotate และข้อมูลที่นำมาใช้ ดังแสดงในรูปที่ ก.21



รูปที่ ก.21: การระบุรายละเอียดของการทำจินตทัศน์

หลังจากนั้นจึงคลิก Render เพื่อทำการประมวลผลจินตทัศน์ โดยหลังจาดที่ประมวลผลเสร็จผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ได้เพื่อปรับลักษณะการแสดงผลตามควาต้องการ แล้วกด Update เพื่อสร้างผลลักธ์ตามต้องการ (Re-render) ดังแสดงในรูปที่ ก.22



รูปที่ ก.22: การปรับเปลี่ยนการแสดงผล

ภาคผนวก ข.

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความทางวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ดังนี้

1) หัวข้อ “Distributed Visualization of Tsunami Simulation Data on Cluster Computers” โดย นางสาวเปรมจิต อภิเมธีธำรง และอ.ดร. วีระ เหมืองสิน ในงานประชุมวิชาการ “The 11th Annual National Symposium on Computational Science and Engineering (ANSCSE11)” ซึ่งจัดขึ้น ณ จังหวัดภูเก็ต ในวันที่ 28-30 มีนาคม 2550
2) หัวข้อ “Distributed Visualization Using OpenDX” โดย นางสาวเปรมจิต อภิเมธีธำรง และอ.ดร. วีระ เหมืองสิน ในงานประชุมวิชาการ “The 5th International Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE2008)” ซึ่งจัดขึ้น ณ จังหวัดกาญจนบุรี ในวันที่ 7-9 พฤษภาคม 2551
3) หัวข้อ “A Portal System for Tsunami Visualization on Distributed Environment” โดย นางสาวเปรมจิต อภิเมธีธำรง และอ.ดร. วีระ เหมืองสิน ในงานประชุมวิชาการ “The Ninth ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing (SNPD2008)” ซึ่งจัดขึ้น ณ จังหวัดภูเก็ต ในวันที่ 6-8 สิงหาคม 2551

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเปรมจิต อภิเมธีธำรง เกิดวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2526 ในจังหวัดชัยภูมิ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ณ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549 งานวิจัยที่อยู่ในความสนใจคืองานที่เกี่ยวข้องกับระบบสำหรับการทำจินตทัศน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย