บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษามาตรฐานการให้บริการข้อมูลภาพ

OGC เป็นองค์กรที่มีวัตถุประสงค์ในการสร้างข้อการกำหนดหรือมาตรฐานสำหรับการทำงานร่วมกัน จุดเด่นที่ทำให้ OGC ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานทั่วโลก คือ วัตถุประสงค์หลักขององค์กรไม่ได้มุ่งหวังผลกำไรเป็นสำคัญ สังเกตได้จากข้อกำหนดหรือมาตรฐานต่างๆนั้นได้รับการยอมรับทั้งจากผู้ผลิตซอฟแวร์แบบมีลิขสิทธิ์ (Proprietary software) และซอฟแวร์เสรี (Open Source Software) ข้อกำหนดและมาตรฐานที่ออกโดย OGC นั้นค่อนข้างจะมีความทันสมัยและตรงกับความต้องการของผู้ใช้เนื่องจากในแต่ละมาตรฐานนั้นจะมีผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่มาจากบริษัทผู้ผลิตซอฟต์แวร์รายใหญ่ เช่น ESRI, Intergraph หรือ Ionic สำหรับทำการกำหนดแนวทางของมาตรฐานต่างๆ

จากการศึกษาเอกสารที่เผยแพร่โดย OGC และการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงของหน่วยงานต่างๆ พบว่ามาตรฐาน WMS นั้นมีวัตถุประสงค์หลักคือ การนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศในรูปของแผนที่ภาพแบบสถิต (Static map) ส่วนมาตรฐาน WCS นั้นจะเน้นการให้บริการข้อมูลภาพและข้อมูลกริดตามคำร้อง (Request) ขอจากเครื่องลูกข่าย เช่น ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (Multi-spectral) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงเวลา (Multi-temporal) หรือข้อมูลภาพแบบหลายขนาดการแยกต่างเชิงปริภูมิ (Multi-spatial resolution) รวมถึงข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศ (Digital Elevation Model) ที่สามารถระบุพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องต่างๆได้จากฝั่งลูกข่าย นอกจากวัตถุประสงค์ของมาตรฐาน WMS และ WCS ที่แตกต่างกันแล้วยังมีรายละเอียดปลีกย่อยอื่นๆที่น่าสนใจคือ มาตรฐาน WMS เวอร์ชัน 1.3 (ปัจจุบัน) นั้นสนับสนุนการแปลงระบบพิกัดอ้างอิงหรือการแปลงพื้นหลักฐาน ส่วนมาตรฐาน WCS เวอร์ชัน 1.0 (ปัจจุบัน) นั้นยังไม่สนับสนุนคุณสมบัติดังกล่าว

จากการทดลองสร้างแผนที่ภาพตามมาตรฐาน WMS และ WCS พบว่าหากคำร้องขอไม่มีการระบุค่าที่จำเป็น เช่นขนาดพื้นที่ครอบคลุม (Bounding Box) ขนาดของแผนที่ภาพ (Width & Height) หรือรูปแบบของแผนที่ภาพ (Format) แล้วเครื่องแม่ข่ายแผนที่ (มินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์) จะใช้ค่าโดยปริยาย (Default value) ที่ระบุไว้ในแมพไฟล์มาทำการคำนวณเพื่อสร้างแผนที่ภาพ นอกจากยังพบว่าการนำข้อมูลภาพมาสร้างเป็นภาพสีผสมนั้นมีรูปแบบการผสมสีโดย

การเรียงสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน หรือ RGB ตามลำดับและหากต้องการเพิ่มชั้นโปร่งแสง (Transparent layer) ให้ทำการแทนช่วงคลื่นนั้นต่อท้าย เช่น 3,2,1 สำหรับการผสมสีแบบปกติ และ 3,2,1,4 สำหรับการผสมสีแบบมีชั้นข้อมูลโปร่งแสง

5.1.2 การเตรียมข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดซื้อและเป็นข้อมูลที่ใช้งานได้อย่างเสรีหรือไม่มีปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์ข้อมูล ผู้ที่สนใจสามารถเข้าถึงรายละเอียดและสิทธิ์การใช้ข้อมูลได้ที่ http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/

ข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซตจัดเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดปานกลางและมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน การคำนวณหาพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย หรือการติดตามพื้นที่เสียหายจากเหตุการณ์ไฟป่า เป็นต้น

หลังจากการเตรียมข้อมูลภาพ พบว่าข้อมูลเหล่านี้มีขนาดประมาณ 700 เมกะไบต์ต่อหนึ่งระวางภาพ หากเพิ่มชั้นข้อมูลโปร่งใส (transparent layer) จะมีขนาดประมาณ 1 กิกะไบต์ต่อหนึ่งระวางภาพ (แบบไม่มีการบีบอัดข้อมูล) รวมทั้งหมดใช้พื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลดังตารางที่ 4.12

จากผลการทดลองพบว่าขนาดของไทล์ (Tile) มีความสัมพันธ์กับพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล โดยข้อมูลที่มีการแบ่งส่วนข้อมูลภาพที่มีขนาดไทล์เท่ากับ 128 x 128 จุดภาพ จะใช้หน่วยความจำสำหรับจัดเก็บข้อมูลน้อยที่สุด (47176 เมกะไบต์) และข้อมูลภาพที่มีขนาดไทล์เท่ากับ 1024 x 1024 จุดภาพ จะใช้หน่วยความจำมากที่สุด (48412 เมกะไบต์) ส่วนข้อมูลภาพที่มีการสร้างพีรามิดเมื่อเทียบกับการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ พบว่ามีขนาดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน (62678 เมกะไบต์) แต่ถึงแม้จะสร้างชั้นข้อมูลพีรามิดจำนวนเท่าชั้นมากเท่าใดก็ตามจะมีขนาดเพิ่มขึ้นไม่เกิน 33.33 เปอร์เซ็นต์

5.1.3 ประสิทธิภาพที่ได้จากการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพ

การแบ่งส่วนข้อมูลภาพนั้นไม่ค่อยมีผลกับการให้บริการข้อมูลภาพผ่านเครือข่าย เนื่องจากเครื่องแม่ข่ายแผนที่จะผลิตแผนที่ภาพเท่าที่มีการร้องขอเท่านั้น(ยกเว้นกรณีของการใช้เทคนิคไทล์แคชชิง) ต่างจากการทำงานของซอฟต์แวร์ด้านการประมวลผลภาพหรือซอฟต์แวร์ในงานภูมิสารสนเทศที่ต้องทำการเตรียมข้อมูลภาพบริเวณใกล้เคียงกับข้อมูลที่แสดงผลบนหน้าจอขณะทำงานเพื่อให้การเลื่อนและการดึงภาพสำหรับครั้งต่อไปเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและแลดูราบรื่น ส่วนเทคนิคการทำพีรามิดข้อมูลภาพนั้นค่อนข้างจะส่งผลโดยตรงกับการทำงานทั้งแบบการให้บริการผ่านเครือข่ายและการทำงานบนซอฟต์แวร์ด้านภูมิสารสนเทศ

ผลที่ได้จากการทดลองจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพแบบภายในแฟ้มข้อมูลพบว่าข้อมูลที่มีการสร้างชั้นพีรามิดข้อมูลมีประสิทธิภาพดีที่สุด(ดังตารางที่ 4.13 ถึง 4.17) เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการประมวลผลน้อยที่สุดสำหรับการร้องขอแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการร้องขอให้ผลิตแผนที่ภาพแบบไม่มีการแปลงระบบพิกัดอ้างอิง แบบมีการแปลงระบบพิกัดอ้างอิงและแบบมีการดึงภาพที่ขนาดมาตรส่วนต่างๆ ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าการแบ่งส่วนข้อมูลภาพไม่มีประโยชน์ แต่เนื่องจากมาตรฐานข้อมูลภาพแบบ TIFF สามารถทำการสร้างพีรามิดข้อมูลภาพหรือการแบ่งส่วนข้อมูลภาพได้เพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้นในแต่ละแฟ้มข้อมูล (File) ทำให้ผลที่ได้คล้ายกับว่าการสร้างพีรามิดข้อมูลภาพเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปประยุกต์ใช้งาน วิธีการนี้มีข้อดีคือสะดวกในการเตรียมข้อมูลภาพ และการกำหนดค่าของแมพไฟล์ไม่ซับซ้อนมากนัก เนื่องจากเป็นการกำหนดให้โปรแกรมมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์เข้าถึงไฟล์ได้โดยตรง ส่วนข้อจำกัดคือ ในกรณีที่มีการร้องขอข้อมูลแผนที่ภาพแบบมีการระบุขนาดการแยกต่างเชิงปริภูมิ อาจเกิดการประมวลผลเพิ่มขึ้นหากชั้นพีรามิดข้อมูลภาพของแต่ละภาพมีขนาดการแยกต่างเชิงปริภูมิไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ยังสามารถนำเทคนิคการสร้างพีรามิดข้อมูลภาพมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการแบ่งส่วนข้อมูลภาพได้ โดยอาศัยหลักการของเทคนิคดัชนีข้อมูลภาพ (tile indexing) ที่สนับสนุนโดยโปรแกรมมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์ วิธีนี้ค่อนข้างจะมีความซับซ้อนและใช้เวลาในการเตรียมข้อมูลค่อนข้างนาน เช่น ต้องทำการลดขนาดรายละเอียดจุดภาพของข้อมูลภาพลงทีละระดับ (คล้ายกับการสร้างชั้นพีรามิดข้อมูลภาพ) แล้วทำการบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูลใหม่ ทำให้ข้อมูลที่ได้มีจำนวนมากตามขนาดของชั้นพีรามิดข้อมูลภาพ เช่น หากใช้ข้อมูลที่ใช้งานวิจัยครั้งนี้จำนวนทั้งสิ้น 47 ระวางภาพและต้องการพีรามิดข้อมูลภาพจำนวนทั้งหมด 5 ชั้น(รวมข้อมูลต้นฉบับ) ทำให้มีไฟล์ทั้งหมดเท่ากับ 47 x 5 ภาพหรือเท่ากับ 235 ไฟล์ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการตั้งชื่อไฟล์และการเรียกใช้งานข้อมูลภาพเนื่องจากข้อมูลภาพต่างๆมีขนาดครอบคลุม (bounding box) ที่เท่ากัน (แต่ต่างกันที่ความละเอียดของจุดภาพหรือขนาดการแยกต่างเชิงปริภูมิ) จึงจำเป็นต้องมีการตั้งชื่อไฟล์ข้อมูลอย่างเป็นระบบหรือมีการจัดการอย่างดีเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการเรียกใช้งานข้อมูลภาพ นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังต้องมีการคำนวณหาเงื่อนไขในการเข้าถึงข้อมูลที่ระดับการแยกต่างเชิงปริภูมิขนาดต่างๆอย่างแม่นยำ (ปกติใช้การกำหนดมาตรส่วน) เพื่อการเรียกใช้งานข้อมูลภาพอย่างเหมาะสม วิธีนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นการจัดการโครงสร้างแบบภายนอก (ไม่ได้กระทำที่แฟ้มข้อมูลภาพโดยตรง) หรือการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบภายนอก (external tile) เนื่องจากใช้ประโยชน์จากเทคนิคการสร้างดัชนีข้อมูลภาพ (สำหรับการแบ่งข้อมูลภาพทั้งโครงการ) ไม่ได้เป็นการจัดการโครงสร้างที่ตัวไฟล์ข้อมูลภาพโดยตรง ข้อดีของวิธีการนี้คือชุดข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับเครื่องแม่ข่ายแผนที่มีการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพทั้งสองแบบ (ถึงแม้การสร้างพีรามิดข้อมูลภาพจะไม่ได้เป็นการจัดโครงสร้างข้อมูลภาพโดยตรง) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องของ

การเข้าถึงและประมวลผลข้อมูล แต่วิธีนี้ก็มีข้อจำกัดคือ ทำการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย (data updating) ค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากต้องทำการแก้ไขทั้งข้อมูลภาพและแก้ไขการตั้งค่าข้อมูล (ในมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์คือแมพไฟล์) ของเครื่องแม่ข่ายแผนที่

5.1.4 รูปแบบแผนที่ภาพที่ได้จากเครื่องแม่ข่ายแผนที่

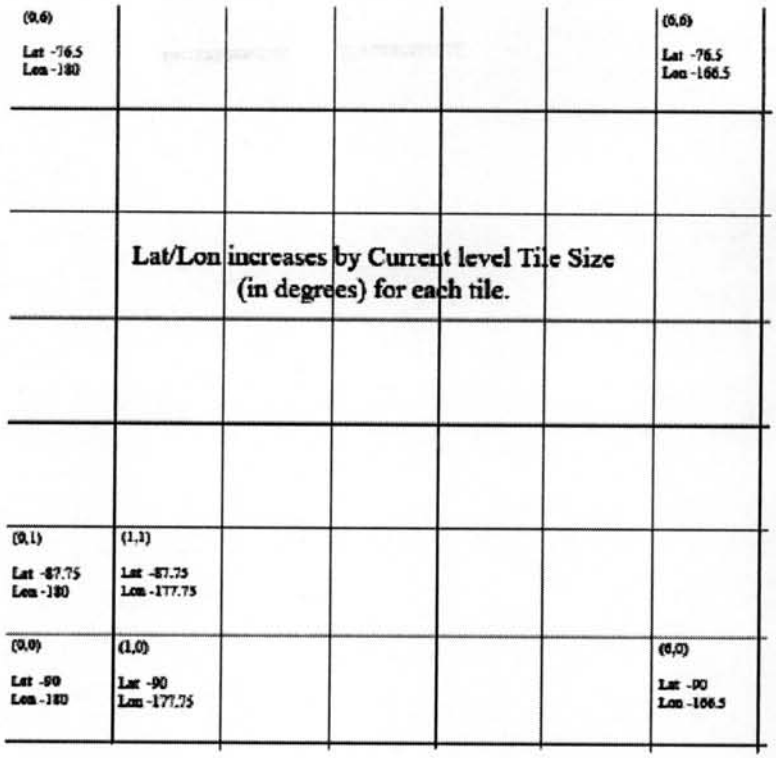
ข้อมูลแผนที่ภาพที่ได้นั้นจะแตกต่างกันตามรูปแบบที่ระบุไว้ในคำร้องขอ (หากไม่มีการระบุจะใช้ค่าเริ่มต้นในแมพไฟล์) จากผลการทดลองพบว่ารูปแบบ JPEG และ PNG24 สามารถแสดงสีได้เหมือนกับข้อมูลภาพต้นฉบับที่มีให้บริการ เนื่องจากมีความลึกเชิงรังสี (Radiometric depth) แบบเดียวกันคือแบบ 24 บิต ส่วนข้อมูลภาพแบบ PNG นั้นไม่มีความเหมาะสมสำหรับข้อมูลภาพชุดนี้เนื่องจากสามารถแสดงระดับสีได้เพียง 256 ระดับ (8 บิต) ทำให้คุณสมบัติในด้านการแสดงสีแตกต่างกันอย่างชัดเจน

นอกจากรูปแบบข้อมูลภาพที่ควรพิจารณาแล้วขนาดของข้อมูลแผนที่ภาพยังมีส่วนสำคัญสำหรับการให้บริการข้อมูลภาพผ่านเครือข่าย เนื่องจากหากแฟ้มข้อมูลภาพมีขนาดใหญ่แล้วจะทำให้การส่งผ่านข้อมูลใช้เวลานาน จากผลการทดลองพบว่ารูปแบบ JPEG นั้นมีความเหมาะสมกว่าแบบ PNG24 เนื่องจากมีขนาดที่เล็กกว่าและเครื่องแม่ข่ายแผนที่ใช้ระยะเวลาในการประมวลผลใกล้เคียงกัน

5.1.5 เทคนิคไทล์แคชชิง

เนื่องจากในปัจจุบันเทคนิคนี้ยังไม่มีการกำหนดเป็นมาตรฐาน จึงทำได้เพียงศึกษาหลักการและวิธีการนำไปใช้งานของโปรแกรมต่างๆ จากการศึกษาพบว่าเทคนิคนี้สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ การทำงานฝั่งเครื่องแม่ข่าย (Server) และการทำงานฝั่งเครื่องลูกข่าย (Client) โดยข้อมูลที่ได้เตรียมไว้นั้นอาจมาจากการคำนวณแบบอัตโนมัติจากเครื่องแม่ข่าย เช่น การทำงานของโครงการ OnEarth โปรแกรม NASA Worldwind โปแกรม GoogleEarth และ GoogleMap หรือทำการเตรียมข้อมูลจากคำร้องขอจากเครื่องลูกข่าย เช่น การทำงานของโปรแกรม Ka-map หรือจากโปรแกรม NASA Worldwind เป็นต้น

ข้อมูลที่เตรียมไว้นั้นจะถูกสร้างและดาวน์โหลดบริเวณที่มีค่าพิกัดใกล้เคียงกับข้อมูลภาพที่มีการเรียกดูบนโปรแกรมขณะทำงานก่อนเสมอ หลังจากนั้นจะทำการดาวน์โหลดข้อมูลบริเวณใกล้เคียงแบบสุ่ม (Random) จากเครื่องแม่ข่ายแผนที่มาเก็บไว้บนเครื่องลูกข่ายเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการใช้งานของโปรแกรมต่อไป ลักษณะการทำงานของเทคนิคนี้ส่วนใหญ่มักจะทำการกำหนดมาตรฐานส่วนและระบบพิกัดของข้อมูลภาพที่แน่นอนเพื่อให้การทำงานไม่ซ้ำซ้อนและสามารถส่งข้อมูลที่เตรียมไว้ได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขของแต่ละโปรแกรมประยุกต์



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างขอบเขตข้อมูลภาพที่มีการเตรียมด้วยโปรแกรม NASA Worldwind

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การใช้งานซอฟแวร์เสรี

งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ซอฟแวร์เสรี (open source software) เป็นหลักทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา ทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าค่อนข้างนานเนื่องจากซอฟแวร์ประเภทนี้ไม่ค่อยมีคู่มือและหาผู้เชี่ยวชาญที่สามารถให้คำปรึกษาได้ค่อนข้างยาก ทำให้ผู้ใช้รุ่นใหม่ที่สนใจการใช้งานซอฟแวร์ประเภทนี้อาจจะหมดความอดทนในการศึกษาและใช้งาน

นอกจากนี้ในการทำงานยังจำเป็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันหลายซอฟแวร์เพื่อตอบสนองความต้องการ เนื่องจากซอฟแวร์เสรีนั้นไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการครอบคลุมการทำงานด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ ถึงแม้จะมีผู้รวบรวมคลังโปรแกรมต่างๆมาไว้ในชุดโปรแกรมประยุกต์ เช่น FWTOOLS เป็นต้น

5.2.2 การเตรียมข้อมูลภาพ

จากการเตรียมข้อมูลภาพพบว่าข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีข้อจำกัดคือ หากทำการเรียกดูตั้งแต่ 2 ระวางภาพขึ้นไปจะเกิดการซ้อนทับบริเวณส่วนขอบของข้อมูล ทำให้ต้องทำการศึกษาและค้นหาวิธีแก้ไขในส่วนของการเรียกดูข้อมูล นอกจากนี้ยังพบปัญหาในเรื่องพื้นที่

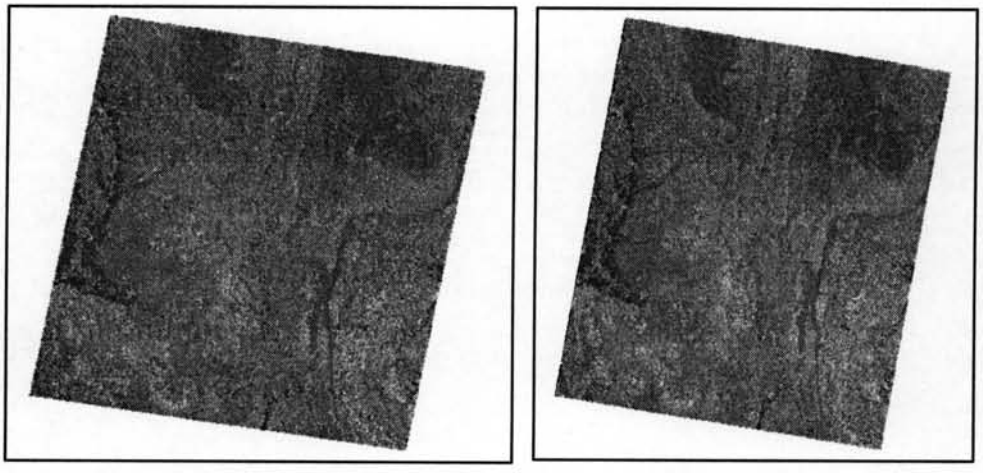
สำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพที่มีการจัดการโครงสร้างข้อมูลแบบต่างซึ่งต้องใช้พื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดประมาณ 300 กิกะไบต์และหากมีการเปลี่ยนระบบพิกัดอ้างอิงข้อมูลทั้งหมดให้มีสนับสนุนการใช้งานในประเทศไทย (EPSG: 32647 32648 และ 4326) จะทำให้มีขนาดรวมทั้งหมดประมาณ 1 เทราไบต์

5.2.3 การระบุพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการข้อมูลภาพผ่านเครือข่าย

เครื่องแม่ข่ายแผนที่จะทำการผลิตแผนที่ภาพตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดโดยเครื่องลูกข่าย (ในกรณีของมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์หากไม่มีการกำหนดค่าที่จำเป็นแล้วจะใช้ค่าโดยปริยายจากแมพไฟล์) ประเด็นที่ควรระมัดระวังในการกำหนดพารามิเตอร์มีดังนี้

5.2.3.1 ขนาดของข้อมูลภาพ

การกำหนดขนาดความกว้างและความยาวของข้อมูลแผนที่ภาพ (Width & Height) ต้องสัมพันธ์กับขนาดครอบคลุมของแผนที่ภาพ (Bounding Box) หากสัดส่วนทั้ง 2 ชนิดไม่สัมพันธ์กันแล้วมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์จะทำการยืด (Stretch) ขนาดพื้นที่ของข้อมูลภาพให้เข้ากับขนาดความกว้างและความยาวของแผนที่ภาพ ทำให้แผนที่ภาพที่ได้ผิดไปจากข้อมูลจริงและมีความคลาดเคลื่อนทางตำหน่งดังรูปที่ 5.1 ดังนี้



รูปที่ 5.2 แสดงข้อมูลภาพที่มีขนาดถูกต้องและข้อมูลภาพที่ผ่านการยืด

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการกำหนดขนาดครอบคลุมของแผนที่ภาพที่แน่นอนและสัมพันธ์กับขนาดความกว้างและความยาวของข้อมูลแผนที่ภาพในการประยุกต์ใช้งานจริงหรือผ่านโปรแกรมที่มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้ว เช่น uDig หรือ NASA Worldwind

5.2.3.2 ชนิดของข้อมูลภาพ

การติดตั้งมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์นั้นควรมีการกำหนดรูปแบบข้อมูลภาพที่จะส่งออก (Output) ไว้ตั้งแต่การเริ่มแปลโปรแกรม (Compilation) จากรหัสต้นฉบับ (Source code) เนื่องจากรูปแบบข้อมูลภาพแต่ละประเภทนั้นมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดสำหรับการใช้งาน เช่น รูปแบบ PNG หรือ GIF นั้นสามารถแสดงสีได้เพียง 256 ระดับ (8 bits) ซึ่งต่างจากแบบ JPEG หรือ PNG24 ที่รองรับการแสดงสีได้มากถึง 16 ล้านระดับ (24 bits) เป็นต้น

5.2.4 การวัดประสิทธิภาพของการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพ

ปัญหาที่พบในขั้นตอนนี้คือ เครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพของโครงสร้างข้อมูลภาพแบบต่างๆที่ใช้ในตอนแรก (Apache Benchmark tool) ไม่สามารถทำงานได้ตามที่คาดหวังเนื่องจากไม่สามารถวัดระยะเวลาในการประมวลผลของเครื่องแม่ข่ายแผนที่ที่ใช้ระยะเวลานาน ทำให้ต้องเปลี่ยนมาใช้การคำนวณระยะเวลาจากแฟ้มข้อมูลลงบันทึก (Log file) ของ Apache แทน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เทคนิคและมาตรฐานการให้บริการข้อมูลภาพผ่านเครือข่าย

เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการข้อมูลภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการและช่วยลดภาระงานของเครื่องแม่ข่ายแผนที่ เช่น เทคนิคไทล์แคชชิง (Tile caching) สำหรับการเตรียมข้อมูลเพื่อการเรียกดูซึ่งสามารถทำได้ทั้งฝั่งเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย เทคนิคนี้จะทำการกำหนดระดับการดึงภาพ (Zoom) แบบไม่เปลี่ยนแปลง (Fixed) โดยเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายจะทำการส่งผ่านข้อมูลที่มีการแบ่งส่วนข้อมูลในระวางภาพและในระดับต่างๆตลอดเวลาจนครบตามเงื่อนไขที่กำหนดของโปรแกรมประยุกต์ เพื่อให้การแสดงผลครั้งต่อไปทั้งจากการดึงภาพเข้า-ออก (Zoom in/out) และการกวาด (Pan) เป็นไปอย่างราบลื่นและรวดเร็ว

5.3.2 การเตรียมข้อมูลภาพ

การแปลงค่าระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูลภาพอาจจะทำให้ความถูกต้องของรายละเอียดที่ปรากฏบนภาพสูญเสียไปเนื่องจากการสุ่มตัวอย่างข้อมูลภาพ (Resampling) ดังนั้นควรมีการพิจารณาว่าการเตรียมข้อมูลภาพที่จะให้บริการนั้นควรมีระบบพิกัดอ้างอิงแบบใดเพื่อช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและช่วยลดภาระงานของเครื่องแม่ข่ายแผนที่ในการประมวลผลข้อมูล

การลดรายละเอียดข้อมูลภาพหรือการสร้างชั้นพีรามิดยังมีผลกับค่าการแยกต่างเชิงปริภูมิเนื่องจากโปรแกรมประยุกต์นั้นจะทำการลดขนาดของจุดภาพทั้งความกว้างและความยาวที

ละกึ่งหนึ่งก่อนแล้วจึงทำการคำนวณค่าการแยกต่างเชิงปริภูมิภายหลัง ทำให้ค่าการแยกต่างเชิงปริภูมิไม่ตรงกับขนาดที่น่าจะเป็นดังรูปที่ 5.2 ดังนี้

```
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",99.00000000000001],
    PARAMETER["scale_factor",0.9996],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","32647"]]
Origin = (703686.375000,748160.625000)
Pixel Size = (14.25000000,-14.25000000)
```

```
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],
    PARAMETER["latitude_of_origin",0],
    PARAMETER["central_meridian",99],
    PARAMETER["scale_factor",0.9996],
    PARAMETER["false_easting",500000],
    PARAMETER["false_northing",0],
    UNIT["metre",1,
        AUTHORITY["EPSG","9001"]],
    AUTHORITY["EPSG","32647"]]
Origin = (703686.375000,748160.625000)
Pixel Size = (28.49834993,-28.49812080)
```

รูปที่ 5 .3 แสดงรายละเอียดของชั้นพีรามิดข้อมูลภาพ level 0 (บน) และ level 1 (ล่าง)

5.3.3 การเลือกใช้งานรูปแบบข้อมูลภาพ

มาตรฐานรูปแบบข้อมูลภาพแต่ละชนิดมีความสามารถในการจัดการโครงสร้างและการเข้ารหัสไม่เหมือนกัน ทำให้การเลือกใช้งานรูปแบบแต่ละชนิดควรมีการศึกษาถึงรายละเอียดและคุณสมบัติของแต่ละมาตรฐาน เพื่อให้เกิดการนำไปใช้งานอย่างเหมาะสม

เทคนิคการแจงหน่วย (Quantization) เป็นอีกวิธีที่ช่วยให้เครื่องแม่ข่ายแผนที่สามารถผลิตแผนที่ภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการลดจำนวนสีที่ใช้ในการแสดงผล (ที่เกินความจำเป็น) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดของแผนที่ภาพ มินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์สนับสนุนการแจงหน่วยของข้อมูลภาพแบบ PNG24 (24 บิต) ผ่านการกำหนดรูปแบบข้อมูลภาพหรือ FORMATOPTION ของออบเจ็กต์ OUTPUTFORMAT วิธีการนี้จะช่วยให้การแสดงสีของแผนที่ภาพนั้นมีการสลับระหว่างแบบ 8 บิตไปเป็นแบบ 24 บิตโดยอัตโนมัติ รายละเอียดอื่นๆของการแจงหน่วยสามารถศึกษาได้จากวิธีการใช้งานมินเนโซตา แมพเซิร์ฟเวอร์ที่ http://mapserver.gis.umn.edu/docs/reference/mapfile

5.3.4 การจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพ

จากผลการวิจัย สามารถนำการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพแบบต่างๆไปใช้ในการเตรียมข้อมูลสำหรับการให้บริการผ่านเครือข่าย โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ทั้งแบบการจัดการโครงสร้างแบบภายใน (จัดโครงสร้างภายในแฟ้มข้อมูลภาพ) และการจัดการโครงสร้างแบบภายนอก (จัดระเบียบข้อมูลภาพที่ให้บริการ) รวมถึงสามารถนำวิธีการทดสอบโครงสร้างข้อมูลภาพไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพและข้อมูลกริดอื่นๆนอกเหนือจากชุดข้อมูลแลนด์แซต 7

5.3.5 เทคนิคไทล์แคชชิง

ผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิคนี้นอกจากประสิทธิภาพในการเรียกดูข้อมูลที่ดีขึ้นแล้วควรพิจารณาเรื่องข้อมูลที่ถูกเตรียมหรือข้อมูลแคช เนื่องจากข้อมูลแคชจะทำการจับจองหน่วยความจำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของเครื่องลูกข่าย (กรณีของการแคชชิงบนเครื่องลูกข่าย) จะทำให้พื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลบนเครื่องลูกข่ายเพิ่มขึ้น แนวการแก้ไขเบื้องต้นคือทำการจำกัดขนาดของข้อมูลแคชหรือทำการลบข้อมูลแคชทั้งหมดเมื่อออกจากการใช้งานโปรแกรม