

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 มาตรฐานการให้บริการข้อมูลภาพผ่านเครือข่าย

4.1.1 กฎพื้นฐานทั่วไปสำหรับการร้องขอผ่าน HTTP

โปรโตคอล HTTP นั้นสนับสนุนการร้องขอทั้ง 2 วิธีคือ GET และ POST บางครั้งอาจขึ้นอยู่กับเครื่องแม่ข่ายและอาจแตกต่างกันบ้างในบางกรณี โดยทั่วไปแล้วเป็นที่เข้าใจว่ามาตรฐานการให้บริการข้อมูลผ่านเครือข่ายนั้นจะสนับสนุนการทำงานด้วยวิธี GET ส่วนวิธี POST นั้นเป็นทางเลือก (จะสนับสนุนหรือไม่ก็ได้)

ตารางที่ 4.1 แสดงสัญลักษณ์พื้นฐานของคำร้องขอ

สัญลักษณ์	ความหมาย
?	ตัวบ่งชี้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของ query string
&	เป็นตัวแบ่งระหว่างชุดของค่าพารามิเตอร์
=	เป็นตัวแบ่งระหว่างชื่อและค่าพารามิเตอร์
,	เป็นตัวแบ่งระหว่างค่าเฉพาะของพารามิเตอร์
+	เป็นตัวแสดงแทนการใช้ช่องว่าง

ตารางที่ 4.2 แสดงการระบุค่าพารามิเตอร์ผ่านทาง HTTP ด้วยวิธี GET

องค์ประกอบของ URL	ความหมาย
http://host[:port]/path[?{name[=value]&}]	การทำงานจะเริ่มต้นด้วย URL และกระบวนการให้บริการเช่น GetCapabilities หรือ GetMap ส่วนหมายเลขของ port จะใส่หรือไม่ใส่ก็ได้ หลังจากนั้นจะตามด้วยค่าต่างๆที่มีการกำหนดในแต่ละมาตรฐาน
name=value&	ค่าต่างๆที่ต้องการนั้นต้องปรากฏคู่กันทั้ง name และ value สำหรับการดำเนินงานต่างๆที่เป็นไปตามมาตรฐาน

4.1.2 Web Map Service (WMS)

เป็นข้อกำหนดหรือมาตรฐาน ภายใต้การกำกับดูแลของ Open Geospatial consortium, Inc. หรือ OGC เพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการแผนที่ภาพผ่านเครือข่ายในปัจจุบันได้รับการพัฒนามาถึงเวอร์ชัน 1.3 (ต้นปี 2549) Web Map Service หรือ เรียกอย่างสั้นๆว่า WMS ถูกออกแบบมาเพื่อการผลิตแผนที่จากข้อมูลพลาตต์ที่มีการอ้างอิงเชิงปริภูมิหรือข้อมูลปริภูมิจากสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information) ในทางมาตรฐานสากลเราจะนิยามคำว่า แผนที่ (Map) คือ การอธิบายหรือพรรณาสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปของข้อมูลภาพเชิงเลขที่เหมาะสมสำหรับการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดย WMS จะสร้างแผนที่ในรูปข้อมูลภาพ เช่น PNG, GIF หรือ JPEG และบางครั้งก็สามารถสร้างแผนที่ในรูปข้อมูลเวกเตอร์ เช่น Scalable Vector Graphic (SVG) หรือ Web Computer Graphics Metafile (WebCGM)

มาตรฐาน WMS ได้มีการแบ่งการทำงานออกเป็น 3 กระบวนการคือ

1. GetCapabilities เป็นกระบวนการรายงานรายละเอียดการให้บริการและคำอธิบายข้อมูลของชุดข้อมูลที่มีให้บริการ
2. GetMap เป็นกระบวนการรายงานผลลัพธ์ในรูปของแผนที่ซึ่งมีการระบุพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับขนาดของข้อมูลแผนที่ภาพหรือข้อมูลภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
3. GetFeatureInfo เป็นกระบวนการการรายงานผลเกี่ยวกับสารสนเทศสปีดย่อยที่ปรากฏอยู่บนแผนที่ (เป็นทางเลือก หมายถึงจะมีหรือไม่มีกระบวนการนี้ก็ได้)

การทำงานของ WMS นี้สามารถทำงานได้ผ่านการร้องขอของจากเบราว์เซอร์มาตรฐานทั่วไปที่ใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผ่านการร้องขอในรูปของ Uniform Resource Locators (URLs) โดยเนื้อหาของ URL นั้นจะขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ร้องขอ

จุดเด่นของมาตรฐาน WMS คือ เมื่อเครื่องแม่ข่ายใดๆถูกร้องขอให้ผลิตแผนที่ เราสามารถนำผลลัพธ์ (แผนที่) ที่ได้มาทำการซ้อนทับกันได้มากกว่าหนึ่งชั้นข้อมูลเพื่อสร้างเป็น Compositing map ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า รูปแบบของข้อมูลภาพนั้นต้องสนับสนุนการทำงานของพื้นหลังแบบโปร่งใส (Background Transparency) เช่น GIF หรือ PNG นอกจากนี้ยังสามารถร้องขอได้พร้อมกันจากหลายแม่ข่ายแผนที่เพื่อนำมาสร้างแผนที่ตามความจากความสามารถดังกล่าว ทำให้ WMS นั้นเป็นมากกว่าความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลเพียงอย่างเดียว เพราะ WMS สามารถสร้างและตกแต่งลักษณะของแผนที่ได้ตามความต้องการ

4.1.2.1 กระบวนการของ WMS

4.1.2.1.1 GetCapabilities

วัตถุประสงค์ของกระบวนการนี้คือ การสอบถามไปยังเครื่องแม่ข่ายแผนที่ว่ามีข้อมูลใดบ้างที่ให้บริการและรวมถึงการเรียกดูคำอธิบายข้อมูล เช่น มีชั้นข้อมูลใดบ้าง

ที่สามารถนำมาสร้างเป็นแผนที่ภาพได้หรือชั้นข้อมูลเหล่านั้นสนับสนุนการอ้างอิงตำแหน่งพิกัดโลกแบบใด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบที่มนุษย์ (ผู้ใช้งาน) สามารถอ่านได้ (โดยทั่วไปเอกสารที่ได้จะอยู่ในรูปของเอกสาร XML) เพื่ออธิบายว่าข้อมูลหรือค่าพารามิเตอร์ใดบ้างที่เครื่องแม่ข่ายแผนที่นั้นๆมีให้บริการ กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับมาตรฐาน WMS ทำให้เครื่องแม่ข่ายแผนที่ไม่สนับสนุนกระบวนการนี้จะถือว่าแม่ข่ายแผนที่นั้นไม่สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน WMS ด้วย

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ GetCapabilities

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
VERSION=version	ต้องมี	รุ่นของ WMS
SERVICE=WMS	ต้องมี	ประเภทการให้บริการ
REQUEST=GetCapabilities	ต้องมี	ชื่อการกระบวนการร้องขอ
FORMAT=MIME_type	ทางเลือก	รูปแบบผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้รับบริการ
UPDATESEQUENCE=string	ทางเลือก	ลำดับเลขหรือตัวอักษรสำหรับ cache control

http://localhost/cgi-bin/mapserv?MAP=/var/www/html/mapcgi/ms_data.map&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities

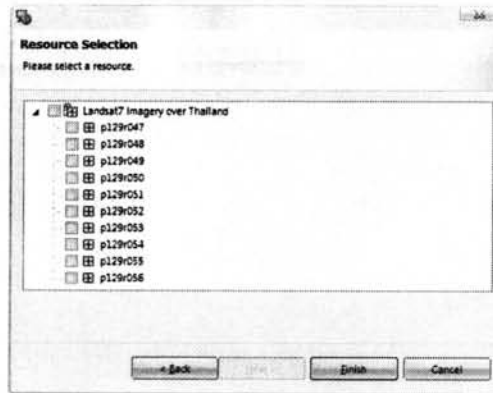
รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างคำสั่ง GetCapabilities

```

-<WMT_MS_Capabilities version="1.1.1">
-</-
  MapServer version 4.9.4 OUTPUT=GIFF OUTPUT=PNG OUTPUT=JPEG OUTPUT=WMF OUTPUT=PDF OUTPUT=SVG ST
->
  -<Service>
    <Name>OGC:WMS</Name>
    <Title>Landsat? Imagery over Thailand</Title>
    <Abstract>Landsat?Thailand</Abstract>
    <OnlineResource xlink:href="http://127.0.0.1/cgi-bin/mapserv.exe"/>
  </Service>
  -<Capability>
    -<Request>
      -<GetCapabilities>
        <Format>application/vnd.ogc.wms_xml</Format>
        -<DCPType>
          -<HTTP>
            -<Get>
              <OnlineResource xlink:href="http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/landsat7th/7th.map&"/>
            </Get>
            -<Post>
              <OnlineResource xlink:href="http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/landsat7th/7th.map&"/>
            </Post>
          </HTTP>
        </DCPType>
      </GetCapabilities>
    </Request>
    -<GetMap>
      <Format>image/gif</Format>
      <Format>image/png</Format>
      <Format>image/png; mode=24bit</Format>
      <Format>image/jpeg</Format>
      <Format>image/wbmp</Format>
      <Format>image/tiff</Format>
      -<DCPType>
        -<HTTP>
          -<Get>
            <OnlineResource xlink:href="http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/landsat7th/7th.map&"/>
          </Get>
          -<Post>
            <OnlineResource xlink:href="http://localhost/cgi-bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/landsat7th/7th.map&"/>
          </Post>
        </DCPType>
      </GetMap>
    </Capability>
  </-

```

รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คำสั่ง GetCapabilities ผ่านเบราว์เซอร์



รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างชั้นข้อมูลที่มีให้บริการของเครื่องแม่ข่ายแผนที่ผ่าน โปรแกรม uDig

4.1.2.1.2 GetMap

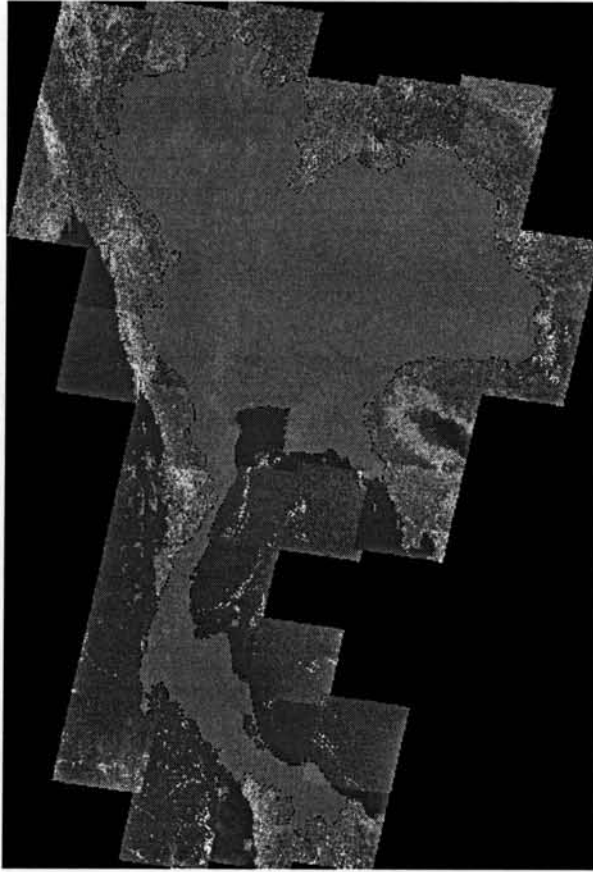
วัตถุประสงค์ของกระบวนการนี้คือ การสร้างแผนที่ตามคำร้องขอ กระบวนการนี้เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากหากเครื่องแม่ข่ายแผนที่ใดๆ ต้องการสนับสนุนมาตรฐาน WMS แล้วจำเป็นต้องสนับสนุนกระบวนการนี้ด้วยหากไม่สนับสนุนกระบวนการนี้ ก็ไม่ถือว่าเครื่องแม่ข่ายแผนที่นั้นๆ สนับสนุนมาตรฐาน WMS

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการบวนการ GetMap

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
VERSION=1.3.0(ปัจจุบัน)	ต้องมี	รุ่นของ WMS ที่ร้องขอ
REQUEST=GetMap	ต้องมี	ชื่อคำร้องขอ
LAYERS=layer_list	ต้องมี	รายการของชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้างแผนที่(ใช้เครื่องหมายจุดภาคคั่นชื่อของชั้นข้อมูล)
STYLES=style_list	ต้องมี	รายการของกระบวนการแบบ (STYLE) ที่ใช้ในการสร้างแผนที่ต่อหนึ่งชั้นข้อมูล (ใช้เครื่องหมายจุดภาคคั่นชื่อของชั้นข้อมูลที่ร้องขอ)
CRS=namespace: identifier	ต้องมี	ระบบการอ้างอิงพิกัด
BBOX=minx, miny, maxx, maxy	ต้องมี	ค่าพิกัดตำแหน่งของมุมแผนที่ (มุมล่างซ้ายและมุมบนขวา) ในหน่วยของระบบการอ้างอิงพิกัด

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการบวนการ GetMap (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
WIDTH=output_width	ต้องมี	ขนาดความกว้างของแผนที่ ในหน่วยของจุดภาพ (Pixel)
HEIGHT=output_height	ต้องมี	ขนาดความสูงของแผนที่ใน หน่วยของจุดภาพ (Pixel)
FORMAT=output_format	ต้องมี	รูปแบบข้อมูลผลลัพธ์ของ แผนที่
TRANSPARENT=TRUE FALSE	ทางเลือก	ความโปร่งใสของพื้นหลัง แผนที่ (ค่าเริ่มต้นคือ ไม่ใช่)
BGCOLOR=color_value	ทางเลือก	ค่าของสีพื้นหลังในแบบฐาน สิบหกสี แดง-เขียว-น้ำเงิน
EXCEPTIONS=exception_format	ทางเลือก	ค่าพิกัดภาพทางแกน x ใน หน่วยของจุดภาพของ ลักษณะ(Feature) ในระบบ พิกัดแผนที่ (Map CS)
TIME=time	ทางเลือก	ค่าเวลาของชั้นข้อมูลที่ ต้องการ
ELEVATION=elevation	ทางเลือก	ค่าความสูงของชั้นข้อมูลที่ ต้องการ
Other sample dimension(s)	ทางเลือก	ค่าอื่นๆ ที่เหมาะสม



รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างข้อมูลแผนที่ภาพจากกระบวนการ GetMap

4.1.2.1.3 GetFeatureInfo

วัตถุประสงค์ของกระบวนการนี้คือ การแสดงหรือบอกสารสนเทศ(Information) ของลักษณะ (Feature) ที่ปรากฏบนแผนที่ภาพว่ามีคุณสมบัติอย่างไร (นอกเหนือจากที่สามารถมองเห็นและแปลตีความได้บนแผนที่ภาพ)

กระบวนการนี้ไม่ได้บังคับหรือจำเป็นต้องมีสำหรับมาตรฐาน Basic WMS หมายความว่าผู้ใช้งานที่ต้องการเตรียมระบบแม่ข่ายแผนที่ให้สนับสนุนมาตรฐาน WMS นั้นสามารถเลือกที่จะไม่สนับสนุนกระบวนการ GetFeatureInfo นี้ก็ได้ (แต่ยังถือว่าสนับสนุนมาตรฐาน WMS)

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการบวนการ GetFeatureInfo

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
VERSION=1.3.0	ต้องมี	เวอร์ชันที่ร้องขอ
REQUEST=GetFeatureInfo	ต้องมี	ชื่อคำร้องขอ

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการบวนการ GetFeatureInfo (ต่อ)

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
map request part	ต้องมี	เป็นส่วนที่คัดลอกจากค่าพารามิเตอร์ของคำร้องขอแผนที่ซึ่งสร้างแผนที่สำหรับสารสนเทศ (Information) ที่ต้องการ
QUERY_LAYERS=layer_list	ต้องมี	รายการของชั้นข้อมูลที่สืบค้น (ใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่นชื่อของชั้นข้อมูลที่สืบค้น)
INFO_FORMAT=output_format	ต้องมี	รูปแบบผลลัพธ์ของลักษณะ (Feature)สารสนเทศ (แบบ MIME)
FEATURE_COUNT=number	ทางเลือก	จำนวนของลักษณะ (Feature) ที่เกี่ยวกับสารสนเทศที่ส่งกลับมาจากคำร้องขอ(ค่าเริ่มต้นคือ 1)
I=pixel_column	ต้องมี	ค่าพิกัดภาพทางแกน x ในหน่วยของจุดภาพของลักษณะ (Feature) ในระบบพิกัดแผนที่ (Map CS)
J=pixel_row	ต้องมี	ค่าพิกัดภาพทางแกน y ในหน่วยของจุดภาพของลักษณะ (Feature) ในระบบพิกัดแผนที่ (Map CS)
EXCEPTIONS=exception_format	ทางเลือก	ค่าพิกัดภาพทางแกน x ในหน่วยของจุดภาพของลักษณะ (Feature) ในระบบพิกัดแผนที่ (Map CS)

จากการศึกษาพบว่ามาตรฐาน WMS ได้มีการกำหนดระดับการปฏิบัติ (Conformance) ออกเป็น 2 ระดับดังนี้

- Basic WMS

การทำงานตามมาตรฐานนี้จะสนับสนุนกระบวนการ GetCapabilities และ GetMap เท่านั้น ไม่จำเป็นต้องสนับสนุนกระบวนการ GetFeatureInfo ก็ถือว่าได้รับการรับรองว่าสนับสนุนมาตรฐาน WMS

- Queryable WMS

มาตรฐานนี้จะประกอบด้วยทั้ง 3 กระบวนการของ WMS ซึ่งนอกจากวัตถุประสงค์หลักของ WMS ที่ต้องผลิตแผนที่แล้วยังสามารถสอบถาม (Query) สิ่งปรากฏบนแผนที่ว่ามีข้อมูลเชิงลักษณะประจำคืออะไร โดยมีรูปแบบสำหรับการส่งข้อมูลเชิงลักษณะประจำจากเครื่องแม่ข่ายไปยังเครื่องลูกข่ายคือเอกสาร XML

4.1.3 Web coverage Service (WCS)

WCS เป็นมาตรฐานที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาสำหรับการให้บริการข้อมูลบริเวณครอบคลุมแบบหลายมิติ (Multidimensional coverage data) ผ่านเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) โดยข้อมูลที่มีให้บริการจะสนับสนุนการจัดเก็บแบบ 0, 1, 2 หรือ 3 แกน สำหรับข้อมูลที่มีการอ้างอิงระบบพิกัด และสนับสนุนการให้บริการข้อมูลที่มีมิติด้านเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง รูปแบบข้อมูลภาพที่สนับสนุนกระบวนการนี้ได้แก่ GeoTIFF, HDF-EOS, NITF และ CF-NetCDF

สิ่งที่แตกต่างจาก WMS คือ ความสามารถในการอธิบายรายละเอียดของชุดข้อมูลที่มีให้บริการ (ผ่านกระบวนการ DescribeCoverage) และสามารถประมวลผลข้อมูลที่มีให้บริการได้ เช่น การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) หรือการ Resampling ข้อมูลภาพ ของชุดข้อมูลที่มีให้บริการ ต่างจาก WMS ที่ทำได้เพียงนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบที่ภาพเท่านั้น

มาตรฐานนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 กระบวนการคือ GetCapabilities, DescribeCoverage และ GetCoverage หากต้องการให้เครื่องแม่ข่ายใดๆสนับสนุนมาตรฐานนี้ จำเป็นต้องรองรับการทำงานทั้ง 3 กระบวนการ จะขาดกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งไม่ได้

4.1.3.1 GetCapabilities

เป็นกระบวนการที่เครื่องลูกข่ายร้องขอคำอธิบายข้อมูล (Metadata) ของข้อมูลที่มีให้บริการจากเครื่องแม่ข่าย ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปเอกสาร XML โดยค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้สามารถศึกษาได้จากตารางที่ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ GetCapabilities

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
REQUEST=GetCapabilities	ต้องมี	ชื่อกระบวนการร้องขอ
VERSION=1.0.0	ทางเลือก	รุ่นของ WCS
SERVICE=WCS	ต้องมี	ประเภทการให้บริการ
SECTION=/WCS_Capabilities/Service หรือ /WCS_Capabilities/Capability หรือ /WCS_Capabilities/ContentMetadata	ทางเลือก	section ของเอกสาร Capabilities ที่ส่งคืน
UPDATESEQUENCE=string	ทางเลือก	รุ่นของ Capabilities

```
http://localhost/cgi-bin/mapserv? MAP=/var/www/html/mapcgi/landsat7th.map&
SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GetCapabilities
```

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างการใช้งานกระบวนการ GetCapabilities ของ WCS

```
- <WCS_Capabilities version="1.0.0" updateSequence="0" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs
http://schemas.opengis.net/wcs/1.0.0/wcsCapabilities.xsd">
+ <Service> </Service>
+ <Capability> </Capability>
- <ContentMetadata>
- <CoverageOfferingBrief>
  <name>landsat-z47 </name>
  <label>LANDSAT 7 Imagery for Thailand</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
    <gml:pos>95.5040157264341 4.79278805819197</gml:pos>
    <gml:pos>103.329857059852 21.2274807323004</gml:pos>
  </lonLatEnvelope>
</CoverageOfferingBrief>
- <CoverageOfferingBrief>
  <name>landsat-z48 </name>
  <label>LANDSAT 7 Imagery for Thailand</label>
  - <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
    <gml:pos>94.9492902412893 6.24623666922349</gml:pos>
    <gml:pos>100.883972611028 19.7896887635312</gml:pos>
  </lonLatEnvelope>
</CoverageOfferingBrief>
</ContentMetadata>
</WCS_Capabilities>
```

รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ GetCapabilities

4.1.3.2 DescribeCoverage

กระบวนการนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือการแสดงคำอธิบายข้อมูล (Metadata) ของข้อมูลที่ให้บริการ ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะอยู่ในรูปเอกสาร XML โดยค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้สามารถศึกษาการใช้งานได้จากตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ DescribeCoverage

ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
http://server_address/path/script ?	ต้องมี	URL ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
REQUEST=DescribeCoverage	ต้องมี	ชื่อกระบวนการร้องขอ
SERVICE=WCS	ต้องมี	ประเภทการให้บริการ
VERSION=1.0.0	ต้องมี	รุ่นของ WCS
COVERAGE=name1, name2, ...	ทางเลือก	ระบุชื่อของ coverage ที่ต้องการ โดยใช้เครื่องหมายจุดภาค (,) คั่น ระหว่างชื่อของ coverage (หากไม่มี การระบุถือว่าต้องการคำอธิบายทุก ชั้นข้อมูล)

```
http://localhost/cgi-bin/mapserv? MAP=/var/www/html/mapcgi/landsat7th.map&
SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=DescribeCoverage&
COVERAGE=landsat-z47
```

รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการใช้งานกระบวนการ DescribeCoverage

```
<CoverageDescription
  version="1.0.0"
  updateSequence="0"
  xmlns="http://www.opengis.net/wcs"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/wcs http://schemas.opengis.net/wcs/1.0.0/DescribeCoverage.xsd">
  <CoverageOffering>
    <name>landsat-z47</name>
    <label>LANDSAT 7 Imagery for Thailand</label>
    <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
      <gml:pos>101.096996921253 15.4523653914446</gml:pos>
      <gml:pos>101.568335957166 15.9089910290874</gml:pos>
    </lonLatEnvelope>
    <domainSet>
      <spatialDomain>
        <gml:Envelope srsName="WGS84(DD)">
          <gml:pos>101.096996921253 15.4523653914446</gml:pos>
          <gml:pos>101.568335957166 15.9089910290874</gml:pos>
        </gml:Envelope>
        <gml:Envelope srsName="EPSG:32647">
          <gml:pos>725000 1710000</gml:pos>
          <gml:pos>775000 1760000</gml:pos>
        </gml:Envelope>
        <gml:RectifiedGrid dimension="2">
          <gml:limits>
            <gml:GridEnvelope>
```

รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ DescribeCoverage

4.1.3.3 GetCoverage

เป็นกระบวนการสำหรับการสร้างข้อมูลจากค่าพารามิเตอร์ที่ระบุในคำร้องขอจากเครื่องลูกข่าย กระบวนการนี้มีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการ GetCoverage

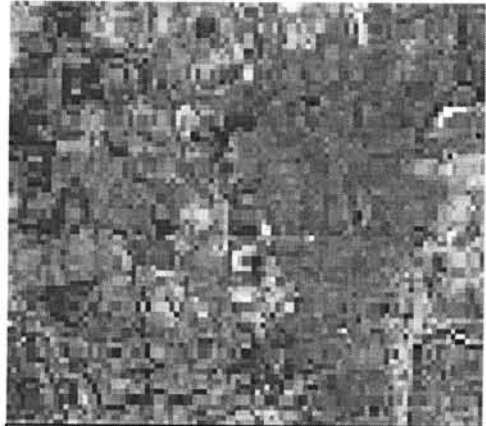
ค่าพารามิเตอร์ที่ร้องขอ	ลักษณะ (ต้องมี / ทางเลือก)	คำอธิบาย
http://server_address/path/script?	ต้องมี	URL ของแม่ข่ายที่ให้บริการ
SERVICE=WCS	ต้องมี	ประเภทการให้บริการ
VERSION=1.0.0	ต้องมี	รุ่นของ WCS
REQUEST=GetCoverage	ต้องมี	ชื่อกระบวนการร้องขอ
COVERAGE=name	ต้องมี	ระบุชื่อของ coverage ที่มีให้บริการ
CRS=crs_identifier	ต้องมี	ระบบอ้างอิงพิกัด (Coordinate Reference System) ที่ต้องการ
BBOX = minx, miny, maxx, maxy, minz, maxxz	ต้องมี	ค่าพิกัดของข้อมูลที่ต้องการ
TIME=time1, time2 หรือ TIME=min/max/res, ...	ทางเลือก	ช่วงเวลาที่ต้องการ
PARAMETER=val1, val2, ... หรือ PARAMETER=min/max/res ...	ทางเลือก	พารามิเตอร์อื่นๆที่ต้องการ เช่น band=1,5,3
WIDTH=w (integer) HEIGHT=h (integer) DEPTH=d (integer)	ต้องมี	ขนาดของข้อมูลที่ต้องการ (DEPTH สำหรับข้อมูลสามมิติ)
RESX=x (double) RESY=y (double) RESZ=z (double)	ต้องมี	ขนาดของการแยกต่างเชิงปริภูมิ (spatial resolution) ของข้อมูลที่ต้องการ
FORMAT=format	ต้องมี	รูปแบบข้อมูลภาพที่ต้องการ

<http://localhost/cgi-bin/mapserv?MAP=/var/www/html/mapcgi/landsat7th.map&SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GetCoverage&COVERAGE=landsat-z47&CRS=EPSG:32647&resx=50&resy=50&FORMAT=PNG24>

รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างคำร้องขอกระบวนการ GetCoverage

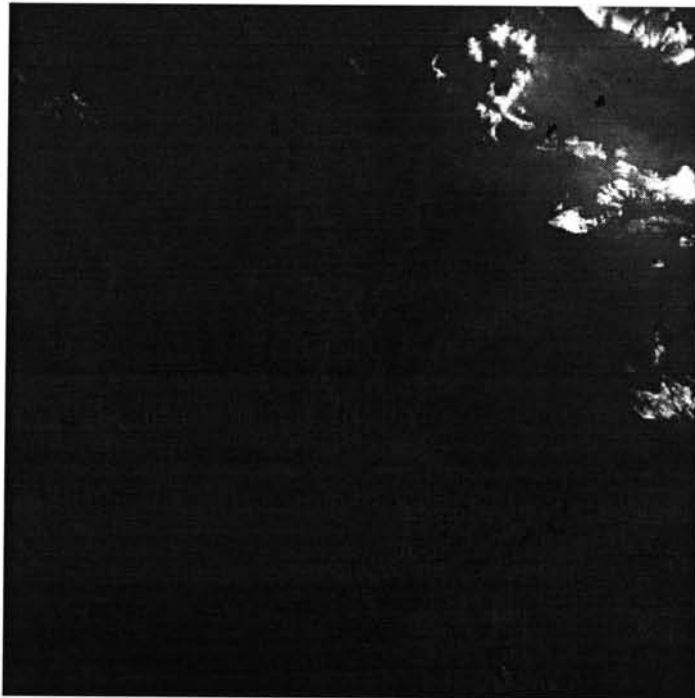


การแยกต่างเชิงปริภูมิเท่ากับ 15 เมตร



การแยกต่างเชิงปริภูมิเท่ากับ 50 เมตร

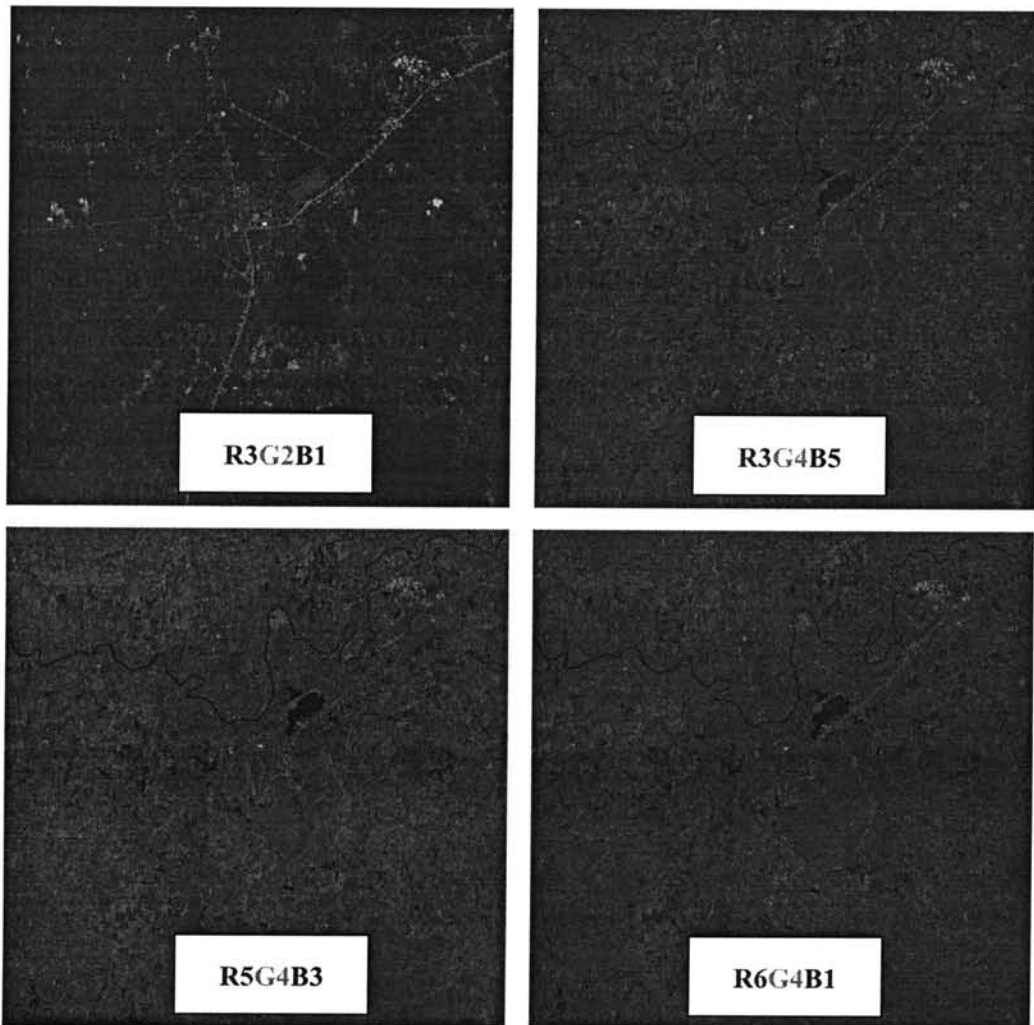
รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ GetCoverage



รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่างข้อมูล DEM (16 บิต) ที่สามารถใช้งานผ่าน WCS ด้วย GetCoverage

```
http://localhost/cgi-bin/mapserv? MAP=/var/www/html/mapcgi/landsat7th.map&
SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&REQUEST=GetCoverage&COVERAGE=lan
dsat7&&WIDTH=500&HEIGHT=500&BBOX=697000,1595000,717000,1615000
&CRS=EPSG:32647&FORMAT=JPEG&bands=3,2,1
```

รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่างการใช้งาน GetCoverage สำหรับการผสมสีข้อมูลภาพ



รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพที่ผ่านการผสมสีข้อมูลแบบต่างๆ

ปกติแล้วกระบวนการนี้จะทำหลังกระบวนการ GetCapabilities และ DescribeCoverage เนื่องจากจำเป็นต้องทราบรายละเอียดของข้อมูลที่มีให้บริการก่อนที่จะร้องขอข้อมูลตามเงื่อนไขที่ต้องการ หากพิจารณาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน WMS แล้วกระบวนการนี้คล้ายกับกระบวนการ GetMap

จากการศึกษาพบว่า มาตรฐาน WCS มีจุดเด่นที่สนับสนุนการทำงานกับ ข้อมูลภาพและข้อมูลกริดที่แตกต่างกับมาตรฐาน WMS ดังนี้

- สนับสนุนการ Resampling ข้อมูลภาพที่มีให้บริการ
- สนับสนุนการทำงานร่วมกับข้อมูลภาพและข้อมูลกริดที่มีมิติด้านเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง
- สนับสนุนการผสมสีข้อมูลภาพ

4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูลและขนาดหน่วยความจำสำหรับจัดเก็บข้อมูล

4.2.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลสำหรับเครื่องแม่ข่ายแผนที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การเตรียมข้อมูลก่อนการจัดการ โครงสร้างข้อมูลภาพ ได้แก่ การสร้างภาพสีผสม การปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิ การสร้างข้อมูลสีใกล้เคียงธรรมชาติและการสร้างชั้นข้อมูล โปร่งใสซึ่งใช้ระยะเวลาในการประมวลผลดังตารางที่ 4.9 และการจัดการ โครงสร้างข้อมูลภาพซึ่งใช้ระยะเวลาในการประมวลผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูลก่อนการจัด โครงสร้างข้อมูลภาพ

ขั้นตอน	ระยะเวลาที่ใช้ (นาทิจ/ ภาพ)	รวมระยะเวลาที่ใช้ ทั้งหมด (นาทิจ)
การสร้างภาพสีผสม	5	235
การปรับปรุงการแยกต่างเชิงปริภูมิ	20	940
การสร้างข้อมูลสีใกล้เคียงธรรมชาติ	50	2,350
การสร้างชั้นข้อมูล โปร่งใส	30	1,410
รวม	105	4,935

ตารางที่ 4.10 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการจัด โครงสร้างข้อมูลภาพในชั้นเตรียมข้อมูล

โครงสร้างข้อมูลภาพ	ระยะเวลาที่ใช้ (นาทิจ/ ภาพ)	รวมระยะเวลาที่ใช้ ทั้งหมด (นาทิจ)
ขนาด ไทล์ 128 x 128 จุดภาพ	3	141
ขนาด ไทล์ 256 x 256 จุดภาพ	3	141
ขนาด ไทล์ 512x 512 จุดภาพ	3	141
ขนาด ไทล์ 1024 x 1024 จุดภาพ	5	235

ตารางที่ 4.10 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการจัดโครงสร้างข้อมูลภาพในขั้นเตรียมข้อมูล (ต่อ)

โครงสร้างข้อมูลภาพ	ระยะเวลาที่ใช้ (นาที/ ภาพ)	รวมระยะเวลาที่ใช้ ทั้งหมด (นาที)
สร้างชั้นพีรามิดข้อมูลจำนวน 4 ชั้น	5	235

หากต้องการแปลงระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูลภาพจะใช้ระยะเวลาในการประมวลผลโดยประมาณดังตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงระยะเวลาโดยประมาณในการแปลงระบบพิกัดอ้างอิง

ระบบอ้างอิงพิกัดเดิม (รหัส EPSG)	ระบบอ้างอิงพิกัดใหม่ (รหัส EPSG)	ระยะเวลา (นาที/ภาพ)	ระยะเวลารวมทั้งหมด (นาที)
32647	32648	10	340
32648	32647	10	130
32647	4326	10	340
32648	4326	10	130

4.2.2 หน่วยความจำสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 47 ระวางภาพ เมื่อทำการเตรียมข้อมูล (ยังไม่มีการจัดการโครงสร้างข้อมูลภาพ) แล้วจะมีขนาดทั้งสิ้นประมาณ 46 กิกะไบต์ งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เทคนิคการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ (Image tiling) และการสร้างพีรามิดข้อมูลภาพ (Image pyramiding) ทั้ง 2 วิธีนี้ต้องการพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพโดยประมาณดังตารางที่ 4.12 ดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงพื้นที่ขนาดหน่วยความจำสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพ

โครงสร้างข้อมูลภาพ	ขนาดทั้งหมด (MB)
ไม่มี	46816
ไทล์ขนาด 128 x 128 จุดภาพ	47176
ไทล์ขนาด 256 x 256 จุดภาพ	47533
ไทล์ขนาด 512 x 512 จุดภาพ	48176
ไทล์ขนาด 1024 x 1024 จุดภาพ	48412
มีชั้นพีรามิด (จำนวนทั้งหมด 5 ชั้น)	62678

4.3 ผลที่ได้จากการทดสอบการจัดการ โครงสร้างข้อมูลภาพ

4.3.1 ประสิทธิภาพของ โครงสร้างข้อมูลภาพ

จากการทดลองให้เครื่องแม่ข่ายแผนที่ทำการผลิตแผนที่ภาพแบบเต็มระวาง แบบมีการดิ่งภาพ (Zoom) แบบแปลงค่าระบบพิกัดบางส่วนของแผนที่ภาพและแบบแปลงค่าระบบพิกัดทั้งภาพ ผลลัพธ์ที่ได้คือการคำนวณระยะเวลาที่ใช้จากเพิ่มข้อมูลลงบันทึก (Log file) ของ Apache ดังตารางที่ 4.13 และ 4.14 และ 4.15 และ 4.16 และ 4.17 ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงระยะเวลาที่ใช้ (วินาที) สำหรับคำร้องให้ผลิตแผนที่แบบเต็มระวางของข้อมูล ตัวอย่าง โชน 47

โครงสร้างข้อมูลภาพ	ระบบอ้างอิงพิกัด เป้าหมาย EPSG: 32647	ระบบอ้างอิงพิกัด เป้าหมาย EPSG: 32648	ระบบอ้างอิงพิกัด เป้าหมาย EPSG:4326
-	72	73	72
มีชั้นพีรามิด	1	3	3
128 x 128	17	18	18
256 x 256	17	18	18
512 x 512	19	20	19
1024 x 1024	150	294	290

ตารางที่ 4.14 แสดงระยะเวลาที่ใช้ (วินาที) สำหรับคำร้องให้ผลิตแผนที่แบบเต็มระวางของข้อมูล ตัวอย่าง โชน 48

โครงสร้างข้อมูลภาพ	ระบบอ้างอิงพิกัด เป้าหมาย EPSG: 32648	ระบบอ้างอิงพิกัด เป้าหมาย EPSG: 32647	ระบบอ้างอิงพิกัด เป้าหมาย EPSG:4326
-	72	75	73
มีชั้นพีรามิด	1	3	3
128 x 128	18	19	18
256 x 256	18	19	18
512 x 512	20	21	20
1024 x 1024	155	301	296

ตารางที่ 4.15 แสดงระยะเวลาที่ใช้ (วินาที) สำหรับการร้องขอที่มีการดึงภาพขนาดมาตราส่วนต่างๆ ของข้อมูลตัวอย่างโซน 47

โครงสร้างข้อมูลภาพ	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32
-	2	2	4	8	14	53
มีชั้นพีรามิด	1	1	1	1	1	1
128 x 128	1	2	2	3	7	16
256 x 256	1	1	1	2	6	14
512 x 512	1	1	1	1	7	18
1024 x 1024	1	2	2	2	7	144

ตารางที่ 4.16 แสดงระยะเวลาที่ใช้ (วินาที) สำหรับการร้องขอที่มีการดึงภาพขนาดมาตราส่วนต่างๆ ของข้อมูลตัวอย่างโซน 48

โครงสร้างข้อมูลภาพ	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32
-	2	2	4	8	14	58
มีชั้นพีรามิด	1	1	1	1	1	1
128 x 128	1	2	2	3	8	16
256 x 256	1	1	1	2	6	16
512 x 512	1	1	1	1	6	17
1024 x 1024	1	2	2	2	7	149

ตารางที่ 4.17 แสดงระยะเวลาที่ใช้สำหรับคำร้องขอให้ผลิตแผนที่ภาพแบบมีการแปลงค่าระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูลตัวอย่างทั้ง 2 โซน

โครงสร้างข้อมูลภาพ	ระยะเวลาที่ใช้ (วินาที) สำหรับระบบพิกัดแบบ EPSG: 32647	ระยะเวลาที่ใช้ (วินาที) สำหรับระบบพิกัดแบบ EPSG: 32648
-	149	144
มีชั้นพีรามิด	6	6
128 x 128	38	38
256 x 256	37	36
512 x 512	42	41
1024 x 1024	655	659

จากตารางแสดงข้างต้นสามารถแบ่งผลของการทดลองออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

4.3.1.1 ผลของการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ

จากผลการทดลองพบว่าขนาดไฟล์เหมาะสมสำหรับเครื่องแม่ข่ายแผนที่ (โดยอาศัยปัจจัยด้านระยะเวลาในการประมวลผล) ได้แก่ ขนาด 256, 128, 512 แบบ ไม่มีการแบ่งส่วนข้อมูลภาพและแบบขนาด 1024 จุดภาพ ตามลำดับ

4.3.1.2 ผลของข้อมูลภาพที่มีการสร้างพีรามิด

จากตารางผลการทดลองพบว่าข้อมูลภาพที่มีการสร้างชั้นพีรามิดข้อมูลมีความแตกต่างกับข้อมูลภาพแบบไม่มีการสร้างชั้นพีรามิดข้อมูลอย่างมาก โดยเฉพาะการผลิตแผนที่ภาพแบบเต็มระวางและแบบมีการดึงภาพที่มาตรฐาน 1:16 และ 1:32

4.3.1.3 ผลของการจัดการ โครงสร้างข้อมูลภาพทั้งสองแบบ

หากพิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านเวลาที่ใช้ในการผลิตแผนที่ภาพของเครื่องแม่ข่ายแผนที่สำหรับทุกรูปแบบเงื่อนไขแล้ว พบว่าข้อมูลภาพที่มีการสร้างชั้นพีรามิดข้อมูลนั้นใช้ระยะเวลาภาพน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่การแบ่งส่วนข้อมูลภาพที่มีขนาดไฟล์เท่ากับ 256 จุดภาพ ขนาด 128 จุดภาพ ขนาด 512 จุดภาพ แบบไม่มีการจัดการ โครงสร้างข้อมูลภาพและขนาด 1024 จุดภาพตามลำดับ

นอกจากระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลแล้วควรพิจารณาเรื่องขนาดของข้อมูลภาพ (ตารางที่ 4.12) ที่มีการจัดการ โครงสร้างแบบต่างๆ หากต้องการผลที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้งานจริง เนื่องจากข้อมูลภาพที่มีการสร้างชั้นพีรามิดข้อมูลนั้นถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดในด้านระยะเวลาที่ใช้สำหรับการผลิตแผนที่ภาพ) แต่ก็มีความซับซ้อนมากกว่าการจัดการ โครงสร้างแบบอื่นๆ

4.3.2 รูปแบบข้อมูลแผนที่ภาพที่ได้รับจากเครื่องแม่ข่ายแผนที่

จากการทดลองพบว่ารูปแบบข้อมูลภาพที่ได้รับจากเครื่องแม่ข่ายแผนที่ที่มีคุณภาพแตกต่างกันดังรูปตัวอย่างที่ 4.11 4.12 และ 4.13 ส่วนขนาดหน่วยความจำของข้อมูลภาพแบบต่างๆ จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.18



รูปที่ 4.14 แสดงแผนที่ภาพรูปแบบ JPEG



รูปที่ 4.15 แสดงแผนที่ภาพรูปแบบ PNG



รูปที่ 4.16 แสดงแผนที่ภาพรูปแบบ PNG24

ตารางที่ 4.18 แสดงขนาดหน่วยความจำของข้อมูลภาพรูปแบบต่างๆ

รูปแบบข้อมูลภาพ	ขนาดหน่วยความจำ (กิโลไบต์)
JPEG	63
PNG (8 บิต)	102
PNG (24 บิต)	579