

การพัฒนาโมเดลการแพร่ของโรคระบาดบนระบบสารสนเทศทาง ภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิกเว็บเซอร์วิส

Development of Disease Dispersion Model on Geographic Information System via Dynamic Web Service

ไพศาล สิมาลาเตา (Paisam Simalotao)* และ อุบลรัตน์ ศิริสุขโกคา (Ubonrat Sirisukpoca)*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลการแพร่ของโรคระบาดบนระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิกเว็บเซอร์วิส โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการนำเข้าข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วยโรคไข้หวัดใหญ่และโรคไข้เลือดออก ผ่านส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีการออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย ส่วนที่สอง เป็นการทดสอบการให้บริการข้อมูลด้วยไดนามิกเว็บเซอร์วิสโดยการเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลสำหรับให้บริการ และส่วนที่สาม เป็นการทดสอบการนำเสนอโมเดลการแพร่ระบาดบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่น่าสนใจสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น พื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด ลักษณะการแพร่ระบาด ปัจจัยในการแพร่ระบาด เป็นต้น โดยสามารถเลือกช่วงเวลาในการแพร่ระบาดทำให้ทราบถึงพื้นที่และขอบเขตของการแพร่ระบาด เพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมการแพร่ระบาดต่อไป ผลการดำเนินการใช้การประเมินคุณภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญทุกด้านอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.30 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 โมเดลดังกล่าวควรนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานกับโรคหลายชนิดมากขึ้น

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไดนามิกเว็บเซอร์วิสแบบจำลอง การแพร่ระบาด โรคระบาด

Abstract

A disease dispersion model on the Geographic Information System (GIS) is developed, via a dynamic web service, based

on three parts. In the first part, data of patients with influenza and dengue fever are designed for easy-to-use interface. In the second part, the dynamic web service is tested by selecting only the desired data to build a data structure for the service. The proposed disease dispersion model on GIS is tested in the last part. The information presented can be varied according to the pandemic area epidemic characteristics, and factors related to disease spread. Selecting period of time can provide the epidemic areas and the extents. The quality assessment of the system by experts received “good” grade with average and standard deviation of 4.30 and 0.53. This model should be further developed to be compatible to other diseases.

Keyword: Geographic information systems, Dynamic Web Services, Model, Epidemic, Disease Dispersion.

1. บทนำ

การพัฒนาโมเดลการแพร่ระบาดของโรค ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิกเว็บเซอร์วิส เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาโมเดลสำหรับการนำเสนอการแพร่ระบาดของโรคในแผนที่ โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานของโรคที่กำลังแพร่ระบาด เช่น สาเหตุการเกิดโรค อาการของโรค ปัจจัยในการแพร่ระบาดของโรค พาหะนำโรค สภาพภูมิศาสตร์ของท้องถิ่น และตำแหน่งที่อยู่อาศัยของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลา เป็นต้น โดยข้อมูลต่างๆ จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์

* กลุ่มโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ข้อมูลดิจิทัล โดยใช้เทคโนโลยีไดนามิกเว็บเซอร์วิสช่วยในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โมเดลที่พัฒนาขึ้นได้นำไปทดสอบกับการแพร่ระบาดของโรคระบาดอย่างน้อย 2 โรค เพื่อวิเคราะห์ถึงความถูกต้องและเหมาะสมในการนำเสนอผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งในการทดลองได้เลือกโรคไข้หวัดใหญ่ และโรคไขเลือดออกที่มีลักษณะของการแพร่ระบาดต่างกัน เพื่อให้ได้โมเดลที่สามารถรองรับการทำงานที่หลากหลาย

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 Web Service

เป็นการให้บริการโดยจะถูกเรียกใช้งานผ่าน Web Application หรือ Application ในรูปแบบ RPC (Remote Procedure Call) [4]

Web Service มีการทำงานโดยใช้ Protocol ในการเรียกใช้งาน Web Service คือ SOAP (Simple Object Access Protocol) สามารถใช้งานได้หลาย Platform หรือข้ามภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมอธิบายรายละเอียดในการใช้งาน Web Services โดยใช้ WSDL (Web Services Description Language) และ UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) ซึ่งทำงานผ่าน HTTP Protocol และใช้ภาษา XML ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล [5-8]

Dynamic Web Service คือ การรวบรวม Service ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกันมาไว้เป็น Service เดียวกันเพื่อลดจำนวนของ Service และมีการใช้งาน 2 Method คือ Class Method เป็นการเรียกใช้งาน Method ในคลาสมีโครงสร้างข้อมูลที่ครบถ้วน และ Dynamic Service Method เป็นการเรียกใช้งาน Method ที่มีโครงสร้างข้อมูลตามต้องการหรือเลือกใช้โครงสร้างข้อมูลเฉพาะที่ต้องการ ทำให้สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7-8]

2.2 XML (Extensible Markup Language)

เป็นภาษามาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ต้องการให้บริการมาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลตามที่ต้องการได้ ซึ่งนิยมใช้งานร่วมกับ Web Service โดยมีการกำหนดชื่อ tag และชื่อคุณสมบัติตามความต้องการของผู้ใช้งาน [9]

การตรวจสอบ XML ที่มีรูปแบบถูกต้องมี 2 ระดับ

1) Well-Formed XML document อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน โดยจะต้องมี tag เปิดและปิด เช่น <name></name>

2) เอกสาร XML ที่ถูกต้องจะต้องใช้กับรูปแบบของเอกสารที่ได้รับการตกลงตามมาตรฐานในการใช้งาน

ความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลด้วย Web Service Security โดยการเข้ารหัสข้อมูลมี 2 ทางเลือก คือ SSL (Secure Sockets Layer) และ SOAP extension

1) SSL (Secure Sockets Layer) นิยมใช้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีการเข้ารหัสข้อมูลและตรวจสอบ Server และ Client ว่ามีอยู่จริง

2) SOAP extension จะทำการเข้ารหัสที่ SOAP package ซึ่งสามารถเข้ารหัสเฉพาะข้อความที่ต้องการเข้ารหัสเฉพาะส่วนหัวข้อของข้อความ เข้ารหัสเฉพาะเนื้อหาของข้อความ หรือเข้ารหัสทั้งข้อความก็ได้ [10-12]

2.3 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS : Geographic Information System)

ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ หมายถึง ข้อมูลที่มีตำแหน่งภูมิศาสตร์จึงสามารถบอกตำแหน่งของข้อมูลได้ว่าอยู่ที่ใดในระบบพิกัดภูมิศาสตร์โดยมีการเก็บข้อมูลละติจูดและลองจิจูด

2) ข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หมายถึง ข้อมูลที่อธิบายคุณลักษณะต่างๆ ของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ถนน บ้านเรือน แหล่งน้ำ เป็นต้น [13-14]

2.4 Google Maps API

เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันในลักษณะที่มีการให้บริการแบบไคลเอนท์ (Client) และเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยทำการเรียกใช้เครื่องมือและทรัพยากรทางด้านแผนที่ทางภูมิศาสตร์ที่ทาง Google เปิดให้บริการ เน้นการนำเสนอข้อมูลบนแผนที่ในลักษณะของการปักหมุด (Place Marker) เป็นการทำสัญลักษณ์ลงในตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดที่ต้องการ โดยสามารถปรับใช้สัญลักษณ์ใดตามต้องการ เช่น แบบเส้น (Polyline) พื้นที่ (Polygon) และภาพ (Ground Overlay) Google Maps Mashup เป็นการพัฒนา Application โดยใช้ Software tool และทรัพยากรที่ผู้ให้บริการจัดไว้ มีองค์ประกอบคือ Application Program Interface (API) [15]

การพัฒนางาน Google Maps Mashup ควรมีดังนี้

1) HTML/XHTML

2) JavaScript

การพัฒนาระบบงานระดับกลาง ควรมีดังนี้

- 1) XML technology
- 2) AJAX (JavaScript + xml)
- 3) JSON (JavaScript Object Notation)

การพัฒนาระบบงานระดับใหญ่ ควรมีดังนี้

- 1) Server side scripting (PHP, etc)
- 2) Web database software (MySQL, etc)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาเบื้องต้น

1) ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการแพร่ของโรคระบาด เช่น ข้อมูลอาการของผู้ป่วย ข้อมูลอาการของโรคระบาด สถานะผู้ป่วย ตำแหน่งที่มีผู้ป่วย

2) ข้อมูลของสภาพทางภูมิศาสตร์ในเขตพื้นที่ที่ทำการวิจัย เช่น ข้อมูลของตำบล อำเภอ จังหวัด แหล่งน้ำ พื้นที่ที่มีการประกอบอาชีพที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่ของโรคระบาด

3) ข้อมูลพื้นที่ที่มีการแจ้งเตือนว่าพบผู้ป่วยหรือแจ้งเตือนว่าพบพาหะนำโรค เช่น ยุงลาย เป็นต้น

3.2 การรวบรวมข้อมูลและการจัดการข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลพื้นฐานโดยบุคลากรของหน่วยงานทางด้านสาธารณสุขในแต่ละพื้นที่เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบในพื้นที่ของตนเอง ด้วยการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วย พาหะนำโรคในพื้นที่เข้าสู่ระบบพร้อมทั้งระบุตำแหน่งบนแผนที่ทางภูมิศาสตร์ วันเวลาที่พบผู้ป่วย หรือวันเวลาที่แสดงอาการป่วย ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล ซึ่งใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อให้สะดวกในการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์ และนำเสนอเฉพาะข้อมูลที่สามารถเผยแพร่ได้ในรูปของ XML

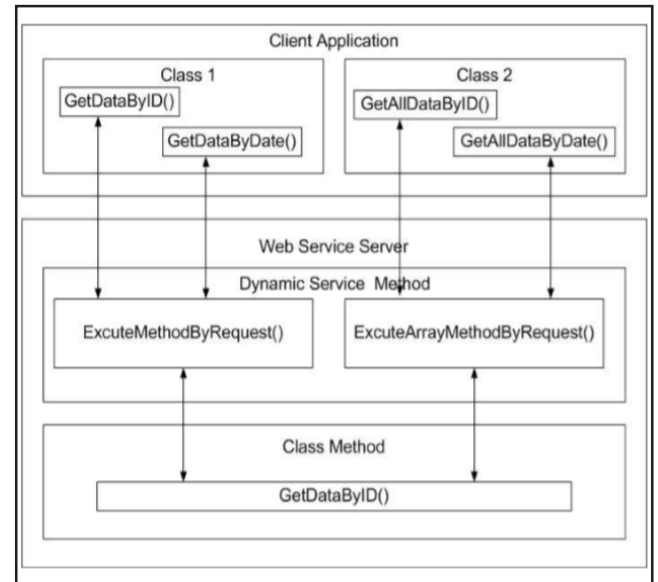
3.3 วิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

3.3.1 การวิเคราะห์เพื่อจำแนกข้อมูลสำหรับใช้สร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการระบาดของโรค โดยแบ่งลักษณะของโรคที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) โรคไขหวัดใหญ่ มีการจัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วย ข้อมูลอาการป่วย ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ในขณะที่ป่วย วันที่เริ่มป่วย และวันที่หายจากอาการป่วย

2) โรคไขเลือดออก มีการจัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วย ข้อมูลอาการป่วย ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ในขณะที่ป่วย วันที่

เริ่มป่วย และวันที่หายจากอาการป่วย ซึ่งมีการใช้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่อยู่ในภาวะเสี่ยงในการเป็นแหล่งแพร่ระบาดในการวิเคราะห์ร่วมด้วย เช่น ข้อมูลตำแหน่งแหล่งน้ำที่อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย ข้อมูลตำแหน่งแหล่งชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชากร เป็นต้น



ภาพที่ 1 โครงสร้างการทำงานของ Dynamic Web Service [12]

```
<Patient TemplateID='1'>
  <CID>3738800108356</CID>
  <Name>somchai</Name>
  <Lastname>sukdee</Lastname>
  <Gender>M</Gender>
  <lat>13.77436</lat>
  <long>100.53458</long>
  <diseasestatus>A</diseasestatus>
  <startDate>13/01/2013</startDate>
  <endDate>20/01/2013</endDate>
</Patient>
```

ภาพที่ 2 โครงสร้างข้อมูลในส่วนของ Class Method

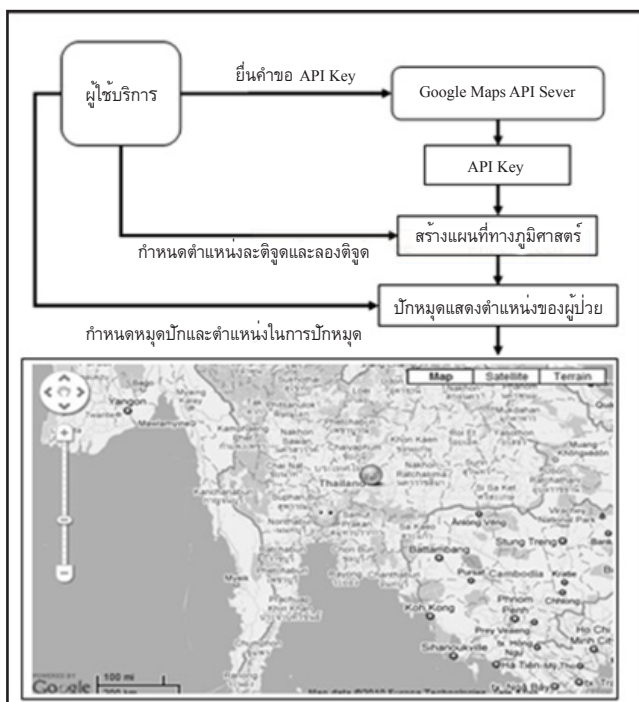
```
<Patient TemplateID='2'>
  <Gender>M</Gender>
  <lat>13.77436</lat>
  <long>100.53458</long>
  <startDate>13/01/2013</startDate>
  <endDate>20/01/2013</endDate>
</Patient>
```

ภาพที่ 3 โครงสร้างข้อมูลในส่วนของ Dynamic Service Method

เมื่อมีการจัดเก็บข้อมูลที่สำคัญในฐานข้อมูลแล้ว จะมีการสร้าง Method จากฐานข้อมูล โดยสร้าง Class Method ดังภาพที่ 2 เพื่อแสดงโครงสร้างข้อมูลทั้งหมด และสร้าง Dynamic Service Method ดังภาพที่ 3 เพื่อแสดงเฉพาะโครงสร้างข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขที่ต้องการได้

3.3.2 การวิเคราะห์แนวทางการประยุกต์สารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้สร้างแบบจำลองการแพร่ของโรคระบาดได้เลือกใช้ Google Maps API ในการนำเสนอข้อมูลการแพร่ของโรคระบาดบนสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และใช้การทำเครื่องหมาย (Place Marker) ลงในตำแหน่งที่มีข้อมูลผู้ป่วยเป็นโรคระบาด

การปักหมุด (Marker) แสดงสถานะอาการของผู้ป่วยจะแทนด้วยสัญลักษณ์และสีที่แตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายในการทำความเข้าใจถึงสถานะอาการของผู้ป่วยหรือผู้ต้องสงสัยว่ามีอาการป่วยเป็น 3 ระดับแทนค่าด้วยสีต่างๆ เช่น หากอยู่ในช่วงแพร่ระบาดจะปักหมุดสีแดง หากอยู่ในช่วงรักษาจะปักหมุดสีเหลือง และหากรักษาหายแล้วจะปักหมุดสีเขียว เป็นต้น โดยขั้นตอนการสร้างแผนที่ด้วย Google Maps API สำหรับการนำเสนอการแพร่ระบาดแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเรียกใช้บริการ Google Maps API

ในการนำเสนอข้อมูลการแพร่ระบาดจะมีการนำเสนอข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่นๆ ร่วมด้วย เช่น แหล่งน้ำ แหล่งชุมชน สถานประกอบการที่มีภาวะเสี่ยงในการช่วยเพิ่มอัตราการแพร่ระบาด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะมีการใช้สัญลักษณ์ที่สื่อความหมาย

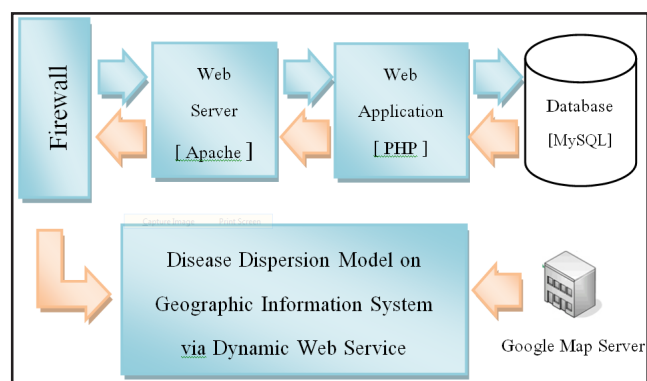
3.4 การพัฒนาระบบ

3.4.1 การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจะใช้ MySQL ซึ่งเหมาะสำหรับการทำงานบนระบบเครือข่าย โดยเก็บข้อมูลที่ใช้ในการทำงานแยกเป็นส่วนสำคัญ ดังนี้

- 1) ข้อมูลอาการของผู้ป่วย
- 2) ข้อมูลอาการของโรคระบาด
- 3) ข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วย
- 4) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 5) ช่วงเวลาที่มีการแพร่ระบาด

3.4.2 การพัฒนาส่วนการทำงานหลัก ใช้ภาษา PHP Script และ JAVA Script เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดการฐานข้อมูลและการใช้งาน Dynamic Web Service

3.4.3 การพัฒนาในส่วนของการนำเสนอข้อมูลบนสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยการลงทะเบียนเพื่อขอรับ API Key จากผู้ให้บริการ และใช้ภาษา JAVA Script ในการเรียกใช้ Google Maps ด้วย API Key ทำการกำหนดสัญลักษณ์หมุด (Marker) ด้วยการกำหนดสัญลักษณ์ (Icon) ให้กับแผนที่ทางภูมิศาสตร์



ภาพที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบที่ได้พัฒนา

3.5 การทดสอบระบบ

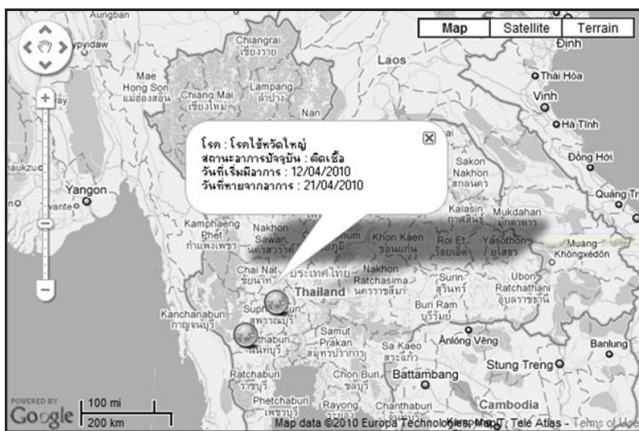
ส่วนแรก เป็นการทดสอบการนำเข้าข้อมูลผ่านส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยออกแบบให้มี



การป้อนข้อมูลด้วยการเลือกมากกว่าการพิมพ์ เพื่อให้สามารถนำเข้าสู่ข้อมูลได้อย่างสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และได้ข้อมูลครบตามต้องการ ดังตัวอย่างภาพที่ 6

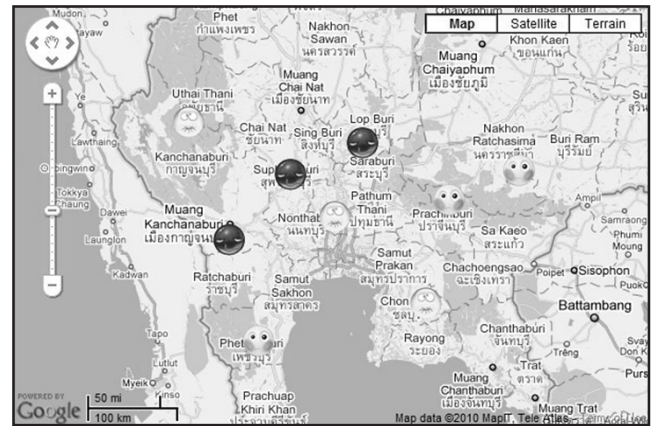
ภาพที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบส่วนนำเข้าข้อมูล

ส่วนที่สอง เป็นการทดสอบการให้บริการข้อมูลด้วย Dynamic Web Service โดยการนำข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ตามโครงสร้างดังตัวอย่างภาพที่ 2 และภาพที่ 3 มาแสดงผลบนสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลบนสารสนเทศภูมิศาสตร์

ส่วนที่สาม เป็นการทดสอบการนำเสนอโมเดลการแพร่ระบาดบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่นำเสนอสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น พื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด ลักษณะการแพร่ระบาด ปัจจัยในการแพร่ระบาด เป็นต้น โดยสามารถเลือกช่วงเวลาในการแพร่ระบาดทำให้ทราบถึงพื้นที่และขอบเขตของการแพร่ระบาด ดังภาพที่ 8 เพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมการแพร่ระบาดต่อไป



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลบนสารสนเทศภูมิศาสตร์

4. ผลการดำเนินงาน

การประเมินผลการดำเนินการใช้การประเมินคุณภาพระบบโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 คะแนน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องทางด้านสาธารณสุขสุ่มรวม 10 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการประเมินคุณภาพระบบในทุกด้านของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	เชิงคุณภาพ
1. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)	4.24	0.66	ดี
2. ด้านความสามารถตามหน้าที่ในการทำงานของระบบ (Function Test)	4.25	0.54	ดี
3. ด้านความปลอดภัยของระบบ (Security Test)	4.47	0.51	ดี
4. ด้านความสามารถของระบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน (Function Requirement Test)	4.27	0.51	ดี
สรุปผลการประเมิน	4.30	0.53	ดี

5. บทสรุป

การพัฒนาโมเดลการแพร่ระบาดของโรคด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ผ่านไดนามิกเว็บเซอร์วิส ได้ผ่านการทดลองใช้กับข้อมูลกลุ่มตัวอย่างผู้มีอาการ พบว่าสามารถนำเสนอโมเดลการแพร่ระบาดบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่น่าสนใจสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ เช่น พื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด ลักษณะอาการที่มีการแพร่ระบาด ปัจจัยในการแพร่ระบาด เป็นต้น โดยสามารถเลือกช่วงเวลาในการแพร่ระบาดทำให้ทราบถึงพื้นที่ของการแพร่ระบาด เพื่อใช้ในการวางแผนควบคุมการแพร่ระบาดต่อไป ซึ่งได้ผลการประเมินคุณภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญในทุกด้านอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.30 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 โมเดลดังกล่าวควรนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานกับโรคหลายชนิดมากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรศักดิ์ สุขสาย และ วนิดา แก่นอากาศ. "การพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกเพื่อการวางแผนเฝ้าระวังและป้องกันโรคในจังหวัดอุบลราชธานี." *KKU Res*, 2007.
- [2] สุระ พัฒนเกียรติ. หลักการเบื้องต้นของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, ม.ป.ป., 2546.
- [3] สรวงสุตา คงมั่ง. "การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา." *วารสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, หน้า 76-89, 2553.
- [4] F. Alex and M.D. Matthew. *Programming Net Web Service*, O'Reilly & Associates Inc., 2545.
- [5] Y. Jianjun and Z. Gang. "Dynamic Web Service Invocation Based On UDDI." *E-Commerce Technology for Dynamic E-Business, IEEE International Conference*, Vol. 15, Issue 15, pp. 154-157, September 2004.
- [6] M. Ivan, V. Boris and S. Zoran. "Towards Dynamic Web Service Generation on Demand." *Software in Telecommunications and Computer Networks*, pp. 276-280, September 2006.
- [7] Q.M. Wang, Y. Tang and Z.B. Zhang. "Research in enterprise applications of dynamic web service composition methods and models." *Proceedings of the 2009 Second International Symposium on Electronic Commerce and Security*, Vol. 1, pp. 146-150, 2009.
- [8] Z. Yafeng, D. Songyang and Z. Xiaoxiao. "Key Technology Research on Dynamic Web Service Composition Based on Semantic Web." *Knowledge Acquisition and Modeling Workshop*, pp. 1068-1071, December 2008.
- [9] M. Anders and S. Michael. *An Introduction to XML and Web Technologies*. Pearson Education Limited, 2006.
- [10] B. Russ, C. Richard, G. Brady, K. Dan, L. Sitaraman, S. Enrico, S. Doug and S. Srinivasa. *Professional ASP.NET Security*, Wrox Press, 2002.
- [11] O. Mark. *Web Service Security*, McGraw-Hill/Osborne, 2003.
- [12] N. Sawettaphun and N. Waraporn. "Dynamic Web Service สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโรงพยาบาล." 2010.
- [13] "ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geographic Features)" *ลักษณะข้อมูลภูมิศาสตร์*, 2551.
- [14] GIS. Available online at <http://www.siamgis.com/features> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล 25 ธันวาคม 2555).
- [15] Google Maps API. Available online at http://www.mcs.most.go.th/map_api/index.php (วันที่ค้นคว้าข้อมูล 25 ธันวาคม 2555).