

การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์
การระบาดของโรคไข้เลือดออก



ภาสวীর อ่องรัก

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มิถุนายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของ
โรคไข้เลือดออก”

ของ นายภาสวีร์ อ่องรัก

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญ กนกเทศ)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรศักดิ์ เกษร)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ดร.อนงค์พร ไสลาวรากุล)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ชันกลีกรรม)

อนุมัติ

(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

๑๐ ส.ย. 2559

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรศักดิ์ เกษร ประธานที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงในความกรุณาที่ได้สละเวลามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำ อันมีค่าตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ชันกสิกรรม, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัช กนกเทศ, ดร.อนงค์พร ไสวรากุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สุพรรณกุล และ ดร.พีรญา อึ้งอุตรภักดิ์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ, สำนักงาน ป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดราชบุรี และภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออกสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา และนางสาวนารีจติ ศรีแสงฉาย ที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบและอุทิศแด่ผู้มี พระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาด้านการศึกษา ปัจจุบันในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกไม่มากนักน้อย หากมี ข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยไว้ ณ ที่นี้ และจะพยายามปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามสมควร ทุกประการ

ภาสวีร์ อ่องรัก

ชื่อเรื่อง	การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ การระบาดของโรคไข้เลือดออก
ผู้วิจัย	ภาสวีร์ อ่องรัก
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรศักดิ์ เกษร
กรรมการที่ปรึกษา	ดร.อนงค์พร ไสลวรากุล
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ	ไข้เลือดออก คลังข้อมูล เหมืองข้อมูล โครงข่ายประสาทเทียม

บทคัดย่อ

การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีปัจจัยต่างๆ มากมายทั้งปัจจัยภายนอกและภายใน โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นในการศึกษาปัจจัยใหม่ซึ่งยังไม่เคยถูกนำมาศึกษาหาความสัมพันธ์กับการระบาดของโรคไข้เลือดออกมาก่อน ได้แก่ อัตราการติดเชื้อของโรคไข้เลือดออกในยุงลายตัวเมีย อัตราการติดเชื้อของโรคไข้เลือดออกในลูกน้ำ อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตามช่วงอายุ อัตราของเชื้อไข้เลือดออกชนิดที่ 1 - 4 (DEN 1 - 4) และอัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแบ่งตามช่วงอายุ ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันมักจะใช้ปัจจัยพื้นฐาน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงลม จำนวนประชากร จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกหรือปริมาณน้ำฝน แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยเหล่านี้อาจจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้กับพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกัน ดังนั้นการนำปัจจัยใหม่ที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลการพยากรณ์ให้สูงขึ้น หรือมีค่าความผิดพลาดจากการพยากรณ์ต่ำนั่นเอง (MAPE)

งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยการวิเคราะห์แบบไคสแควร์ (Chi-Square) และการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) พบว่าอัตราการติดเชื้อของโรคไข้เลือดออกในยุงลายตัวเมีย อัตราการติดเชื้อของโรคไข้เลือดออกในลูกน้ำ อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกตามช่วงอายุ และอัตราของเชื้อไข้เลือดออกชนิดที่ 1, 3 (DEN1, DEN3) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทดลองใช้ปัจจัยเหล่านี้ในตัวแทนพยากรณ์ โดยใช้อัลกอริทึมไมโครซอฟท์โครงข่ายประสาทเทียม (Microsoft Neural Network Algorithms) ซึ่งพบว่าปัจจัยดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์โดยมีค่าการพยากรณ์ความผิดพลาดที่ต่ำกว่าโมเดลการพยากรณ์แบบเดิม และให้ผลความถูกต้องของการพยากรณ์ที่สูงกว่าโมเดลเดิมอีกด้วย

Title	NEW FACTOR INVESTIGATION TO IMPROVE FORECASTING MODEL FOR DENGUE HAEMORRHAGIC FEVER
Author	Phatsavee Ongruk
Advisor	Assistant Professor Kraisak Kesorn, Ph.D.
Co - Advisor	Anongporn Salaiwarakul, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.S. in Information Technology, Naresuan University, 2015
Keywords	Dengue fever, Data warehouse, Data mining, Neural network

ABSTRACT

Dengue fever outbreak has several factors including both external and internal factors. This research focuses on studying and discovering the new factors which are positively related to the outbreak. We introduce the new key factors such as infection rates of male, female, and larvae mosquito females as well as the rate of dengue type (DEN 1-4) found in study areas. Many existing works usually exploit basic factors for prediction model construction e.g. temperature, humidity, wind speed, numbers of patients, and rainfall. However, these factors might not work effectively when they are applied in the similar climate areas. Therefore, using the novel factors presented in this research can enhance the forecasting model performance. In other words, error rate from the prediction model can significantly decrease.

This research applies the Chi-Square and Regression technique for dengue fever factor analysis. The experimental results demonstrate that infection rate of female mosquito, infection rate of larvae, age of patients, dengue type 1 and 3 (DEN1 and DEN3) are strongly correlated with number of cases. Microsoft Neural Network Algorithm is exploited to perform prediction the risk of dengue outbreak and can obtain better prediction performance with lower error rate measured by MAPE and higher prediction accuracy.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านการระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออก.....	10
แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านการวิเคราะห์ข้อมูลแบบระบบโครงข่าย	
ประสาทเทียม.....	11
แนวคิดเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล.....	14
แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านคลังข้อมูล.....	17
แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านระบบธุรกิจอัจฉริยะ.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
สรุปเนื้อหาประจำบท.....	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	35
การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ.....	37
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	72
สรุปเนื้อหาประจำบท.....	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	82
ผลการทดลองการค้นหาลำดับใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการพยากรณ์.....	82
การสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก.....	90
ผลการทดลองการสร้างระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจการเฝ้าระวังการระบาดและการป้องกันเพื่อใช้บริหารจัดการโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI).....	96
พัฒนาระบบการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลการระบาดของโรคไข้เลือดออกบนเครือข่าย (Web Service).....	101
ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก.....	102
ผลการประเมินประสิทธิภาพการพยากรณ์.....	104
สรุปเนื้อหาประจำบท.....	105
5 บทสรุป.....	107
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผลการวิจัย.....	108
ข้อเสนอแนะ.....	109
ความสำเร็จของงานวิจัย.....	110
บรรณานุกรม.....	111
ประวัติผู้วิจัย.....	119

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงกลุ่มบุคคลที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	7
2	แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออก.....	27
3	แสดงการเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออก.....	29
4	แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกระหว่างงานวิจัย อื่นๆ และงานวิจัยที่นำเสนอ.....	30
5	แสดงการเปรียบเทียบงานวิจัยเกี่ยวกับระบบการพยากรณ์การระบาดของ ไข้เลือดออกและการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูล (Web Service).....	31
6	แสดง DimBudget ข้อมูลงบประมาณ.....	50
7	แสดง DimDistrict ข้อมูลอำเภอ.....	50
8	แสดง DimGeo ข้อมูลภูมิภาค.....	51
9	แสดง DimGeoGraphy ข้อมูลอาชีพและลักษณะภูมิประเทศ.....	51
10	แสดง DimHumidity ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	51
11	แสดง DimLarvae ข้อมูลยุงลาย และลูกน้ำที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออก.....	52
12	แสดง DimMedicalPersonnel ข้อมูลบุคลากรทางการแพทย์.....	53
13	แสดง DimMedicalSupplies ข้อมูลเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาผู้ติดเชื้อโรค ไข้เลือดออก.....	53
14	แสดง DimPatientRangeAge ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก.....	54
15	แสดง DimPopulation ข้อมูลจำนวนประชากร.....	55
16	แสดง DimPrimaryCareUnit ข้อมูลบริการปฐมภูมิ.....	56
17	แสดง DimProvince ข้อมูลจังหวัด.....	57
18	แสดง DimRain ข้อมูลปริมาณฝน.....	57
19	แสดง DimSeason ข้อมูลฤดูกาลของไทย.....	58
20	แสดง DimSeroType ข้อมูลชนิดการติดเชื้อโรคไข้เลือดออก (Dengue type).....	59
21	แสดง DimTambon ข้อมูลตำบล.....	60
22	แสดง DimTemperature ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย.....	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 แสดง DimTime ข้อมูลเวลา.....	61
24 แสดง DimUser ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ.....	61
25 แสดง DimWind ข้อมูลอัตราแรงลมเฉลี่ย.....	62
26 แสดง FactDengueFever คลังข้อมูลโรคไข้เลือดออก.....	62
27 แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกระหว่างงานวิจัย อื่นๆ และงานวิจัยที่นำเสนอ.....	72
28 แสดงข้อมูล แหล่งข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	74
29 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ต่ออัตราการระบาดของโรค ไข้เลือดออก.....	83
30 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัย (Significant) ด้วยเทคนิคไคสแควร์ (Chi-Square).....	85
31 แสดงค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ด้วยวิธีฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลต่อ การระบาด.....	87
32 แสดงผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch).....	93
33 แสดงผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนโหนด ชั้นซ่อน.....	93
34 แสดงผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยอัตราการ เรียนรู้.....	94
35 แสดงผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก รายจังหวัด ปี 2556.....	103
36 แสดงผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก รายอำเภอ ปี 2556.....	103
37 แสดงค่าผิดพลาด (Error) จากการพยากรณ์.....	105

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น.....	11
2 การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ.....	12
3 แสดงแผนภาพ CRISP-DM.....	14
4 แสดงการทำงานของคลังข้อมูล.....	19
5 กระบวนการทำงานของคลังข้อมูล.....	21
6 องค์ประกอบของ business intelligence.....	23
7 แสดงลำดับการทบทวนวรรณกรรม.....	24
8 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	35
9 แสดงส่วนเสริม (Enhance Services).....	36
10 ระบบการทำงานเดิม (รง506) ของกระทรวงสาธารณสุข.....	38
11 แสดงความต้องการของระบบงานใหม่.....	40
12 แสดงโครงสร้างบริบท (Context Diagram) การศึกษาปัจจัยในการสร้าง แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก.....	43
13 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 1).....	44
14 แผนภาพลำดับขั้นการทำงาน (Process Hierarchy Char.....	45
15 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process1).....	46
16 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process 2) การจัดการข้อมูล.....	47
17 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process 3) การจัดการการพยากรณ์.....	47
18 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process 4) การจัดการรายงาน.....	48
19 โครงสร้างแบบดาว (Star Schema).....	49
20 การออกแบบหน้าจอหลัก(Index) สำหรับผู้ใช้ทุกกลุ่ม.....	65
21 การออกแบบหน้าจอ สำหรับสมัครสมาชิกทั่วไป.....	66
22 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป.....	66
23 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้บริหาร.....	67
24 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ปฏิบัติงาน.....	67
25 การออกแบบหน้าจอเมนู นำข้อมูลเข้าสำหรับผู้ปฏิบัติงาน.....	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
26 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ดูแลระบบ.....	69
27 การออกแบบหน้าจอการจัดการเลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์.....	69
28 การออกแบบหน้าจอการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์.....	70
29 การออกแบบหน้าจอการปรับปรุงโมเดล.....	70
30 การออกแบบหน้าจอการให้บริการข้อมูล (Web Service).....	71
31 การออกแบบหน้าจอการจัดการข้อมูล.....	71
32 แสดง 3 จังหวัดพื้นที่วิจัย.....	77
33 แสดง 8 อำเภอพื้นที่วิจัย.....	78
34 Histogram แสดงอัตราผู้ป่วยไข้เลือดออกระหว่างปี 2550-2555 โดยจำแนกตาม ฤดูกาล.....	84
35 แสดงอัตราผู้เสียชีวิตที่ติดเชื้อและอัตราผู้ป่วยต่อประชากรแสนคน.....	89
36 Lift Chart ผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองการพยากรณ์ (Forecasting Model).....	91
37 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (specificity and sensitivity)....	92
38 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP).....	95
39 ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการการระบาดของโรค ไข้เลือดออก.....	96
40 การประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (Online Analytical Processing (OLAP))	97
41 การเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเชิงพื้นที่.....	98
42 แสดงข้อมูลอัตราการระบาดของแต่ละจังหวัด.....	98
43 การพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีการระบบธุรกิจอัจฉริยะ.....	99
44 การพยากรณ์โรคไข้เลือดออกเชิงพื้นที่ (BI Map).....	99
45 การส่งรายงานหรือข้อมูลแบบอัตโนมัติด้วย email ในด้วยวิธีการระบบธุรกิจ อัจฉริยะ (BI).....	100
46 การให้บริการเว็บเซอร์วิส (Web Service).....	101
47 ผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก ปี 2556.....	104

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

โรคไข้เลือดออกถูกจัดอันดับให้เป็นโรคติดต่อที่สำคัญโรคหนึ่งของโลก (Guzman, et al., 2010) ซึ่งเกิดจากยุงลายประเภทต่างๆ ไข้เลือดออกสามารถติดต่อระหว่างมนุษย์โดยการกัดของยุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อไข้เลือดออก ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ประมาณการว่าในแต่ละปีมีผู้ป่วยติดเชื้อมีไข้เลือดออกประมาณ 500 ล้านคนทั่วโลก (Beatty, et al., 2010) และทำให้ประชากร 3.6 พันล้านคนหรือประชากร 55% ทั่วโลกอยู่ในความเสี่ยงในการติดโรคติดต่อร้ายแรงนี้ (Chan, et al., 2011) โดยเฉพาะพื้นที่เขตร้อนที่ใกล้แนวเส้นศูนย์สูตร เช่น บราซิล แอฟริกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งจะมีอัตราการติดเชื้อมากกว่าส่วนอื่นๆ ของโลก โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญในหลายภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นพื้นที่ที่มีอัตราการแพร่ระบาดของโรคที่อยู่ในขั้นรุนแรง (Yadav, 2007)

สำหรับในประเทศไทย เริ่มมีการระบาดครั้งแรกในปี พ.ศ. 2501 มีรายงานผู้ป่วย 2,158 ราย และมีรายงานผู้ป่วยสูงสุดในปี พ.ศ. 2530 คือ 174,285 ราย ในปี พ.ศ. 2545 มีรายงานผู้ป่วย 108,905 ราย (Center of dengue control 2002) และจำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากการสำรวจพบว่าเด็กเป็นกลุ่มที่มีกรติดเชื้อมากที่สุดและเป็นกลุ่มที่มีอัตราการตายสูง โดยเฉพาะในช่วงอายุ 5-9 ปี รองลงมาได้แก่ กลุ่มอายุ 10-14 ปี อย่างไรก็ตามแนวโน้มของการติดเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในผู้ใหญ่

สาเหตุของโรคไข้เลือดออกเกิดจากการติดเชื้อ Dengue virus ซึ่งเป็น RNA virus ที่จัดอยู่ใน Family Flaviviridae มี 4 serotypes ได้แก่ DEN1, DEN2, DEN3 และ DEN4 (Kyle and Harris, 2008) คนได้รับเชื้อ Dengue virus โดยการถูกยุงกัด ยุงพาหะที่สำคัญได้แก่ ยุงลายบ้าน และยุงลายสวน

ปัจจุบันประเทศไทยพบการติดเชื้อกระจายไปทั่วทั้งประเทศ ซึ่งมีรายงานผู้ป่วยจากทุกจังหวัด และทุกภูมิภาคของประเทศ โดยโรคไข้เลือดออกถือเป็นปัญหาที่สำคัญและมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ (Anderson, et al., 2007; Suaya, et al., 2009) หากผู้ป่วยและครอบครัวได้รับผลกระทบโดยการขาดงานและไม่ได้รับค่าจ้างในการทำงาน ต้องเสียค่ารักษาพยาบาล และเด็กนักเรียนต้องขาดเรียนเพื่อเข้ารับการรักษ นอกจากนั้นการผลิตวัคซีน

สำหรับป้องกันโรคไข้เลือดออกยังไม่สามารถทำได้ (Yadav, 2007) ทำให้วิธีป้องกันและควบคุมการระบาดของโรคเป็นไปได้ยาก ขณะที่วิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือการควบคุมยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ในประเทศไทยการควบคุมจะเน้นไปที่การเฝ้าระวังแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายและจำนวนยุงลาย โดยในหลายปีที่ผ่านมาแม้ว่าจะมีการเฝ้าระวังมาตลอด แต่ก็ยังไม่สามารถป้องกันการระบาดของโรคได้ เหตุการณ์นี้ได้สอดคล้องกับการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศสิงคโปร์ ที่พบจำนวนยุงลายลดลง แต่ก็ยังคงมีการระบาดเกิดขึ้น (Goh, 1997) ดังนั้นจะเห็นว่าการเฝ้าระวังเฉพาะแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายและจำนวนยุงลาย ไม่เพียงพอที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโรคไข้เลือดออก (Koenraadt, et al., 2008)

ระบบเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยและหลายประเทศยังมีลักษณะ Passive หมายความว่าต้องเกิดการระบาดของโรคหรือมีผู้ป่วยเกิดขึ้นถึงจะมีการรายงาน โดยไม่เน้นการควบคุมหรือไม่เน้นการป้องกัน ข้อจำกัดสำคัญของระบบในลักษณะนี้คือเมื่อมีการระบาดของโรคเกิดขึ้นการรายงานไปยังหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องใช้เวลานานในการส่งรายงานและการยืนยันการเกิดโรค (Beatty, et al., 2010; Runge-Ranzinger, et al., 2008) ซึ่งทำให้การแก้ไขปัญหาของหน่วยงานต่างๆ มีความล่าช้า นอกจากนี้ในบางประเทศยังเฝ้าระวังจากเกิดโรคระบาดโดยการดูข้อมูลการใช้ยา (Das, et al., 2005) การขาดโรงเรียนของนักเรียน (Besculides, et al., 2005) หรือการทำกิจกรรมบนอินเทอร์เน็ต (Ginsberg, et al., 2009; Chan, et al., 2011) โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลการค้นหา (search query data) แบบ real-time ได้ ซึ่งประโยชน์ของวิธีการสุดท้ายนี้ได้ถูกวิเคราะห์และวิจารณ์ โดยสรุปข้อดีข้อเสียของวิธีการนี้คือจะช่วยสนับสนุนการเฝ้าระวังให้สามารถตรวจสอบการระบาดของโรคได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และทำให้ทราบถึงภาพรวมของการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้ทั่วโลกอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่สามารถใช้ได้กับประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนาเนื่องจากระบบอินเทอร์เน็ตยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ ดังนั้นประเทศที่มีการระบาดของโรค แต่ไม่มีระบบอินเทอร์เน็ตที่ครอบคลุมมากพอหรือประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ระบาด อาจจะไม่มีความรู้ในการใช้อินเทอร์เน็ตด้วยเหตุนี้ระบบดังกล่าวจึงไม่สามารถแสดงข้อมูลที่แท้จริงได้ นอกจากนี้ระบบที่ยกตัวอย่างเหล่านี้ไม่สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์การเกิดโรคระบาดในอนาคตได้ ทำได้เพียงให้ข้อมูลจากอดีตถึงปัจจุบันเท่านั้น

จากข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปปัญหาได้ดังนี้

1. การพยากรณ์ยังใช้ปัจจัยการพยากรณ์แบบเดิมๆ ไม่มีการนำปัจจัยใหม่ๆ มาใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์

2. โมเดลการพยากรณ์ได้ประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ต่ำ และผลความถูกต้องของการพยากรณ์ที่ต่ำ

3. การส่งรายงานการระบาดของโรคจากส่วนกลางไปยังหน่วยงานต่างๆ และจากพื้นที่ไปยังส่วนกลางส่วนมากเป็นรูปแบบเอกสาร, File word, File Excel และ File PDF โดยยังไม่มี การส่งรายงานแบบออนไลน์ (world wide web)

4. ไม่มีการแชร์ข้อมูลหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของ เว็บเซอร์วิส (Web Service)

5. ระบบเฝ้าระวังการระบาดของโรคใช้เลือดออกมีลักษณะเป็นแบบ Passive คือต้อง เกิดระบาดของโรคโดยมีผู้ป่วยก่อนถึงจะรู้และถึงจะรายงาน

6. ระบบส่วนมากเป็นการรายงานข้อมูลจากอดีตไปสู่ปัจจุบันไม่เน้นการพยากรณ์ การระบาดของโรคใช้เลือดออก

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะลดข้อจำกัดดังกล่าว โดยการนำเอาหลักการ ทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้และอนุญาตให้ผู้ใช้ดูข้อมูลต่างๆ ที่ผู้ใช้สนใจได้ ด้วยการนำหลักการ ทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะ Business Intelligence (BI) มาใช้เพื่อทำให้เกิดความง่ายใน การเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารและ ผู้ปฏิบัติการด้านงานสาธารณสุขและผู้สนใจทั่วไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ค้นหาปัจจัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการพยากรณ์
2. เพื่อพัฒนาระบบรายงานการระบาดของโรคใช้เลือดออกไปยังภาคส่วนต่างๆ เมื่อมี การเกิดการระบาดของโรคใช้เลือดออก
3. เพื่อพัฒนาระบบการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลการระบาดของโรคใช้เลือดออก บนเครือข่าย (Web Service)
4. เพื่อสร้างระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจการเฝ้าระวังการระบาดและการป้องกันเพื่อ ใช้บริหารจัดการโรคใช้เลือดออก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิจัยการค้นพบปัจจัยใหม่ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกจะถูกรวบรวมจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในประเทศไทยหลายแหล่ง ได้แก่

1.1 ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับอัตราผู้ป่วยที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออก, ชนิดของเชื้อโรคไข้เลือดออก, ประเภทของยุงลายที่ติดเชื้อ เป็นต้น

1.2 กระทรวงมหาดไทย ให้รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนประชากร, ข้อมูลจังหวัด, ข้อมูลอำเภอ, ข้อมูลตำบล เป็นต้น

1.3 กระทรวงสาธารณสุขและสำนักงานระบาดวิทยา ให้รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (รง.506)

1.4 กรมอุตุนิยมวิทยา ให้รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณฝน, อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

2. ขอบเขตด้านข้อมูล

2.1 ประชากรกลุ่มเป้าหมายคือผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 3 ประเภท ได้แก่

2.1.1 ผู้ป่วยโรคไข้แดงก่ (DF) ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.1.2 ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DHF) ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.1.3 โรคไข้เลือดออกช็อก (DSS) ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.2 ปริมาณฝนเฉลี่ย ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.3 ความหนาแน่นของประชากร ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.4 อุณหภูมิเฉลี่ย ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.5 จำนวนยุงที่ติดเชื้อไข้เลือดออก ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

2.6 จำนวนประชากร ข้อมูลช่วงระหว่างปี 2550 – 2555

3. ขอบเขตด้านพื้นที่

3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดราชบุรี, นครปฐม และสมุทรสาคร

4. ขอบเขตด้านการทำงานของระบบ

4.1 ระบบสามารถพยากรณ์ความเสี่ยงในการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้

4.2 ออกรายงานในรูปแบบต่างๆ

4.3 สามารถให้บริการข้อมูลผ่านเว็บไซต์แก่ซอฟต์แวร์อื่นๆ โดยสามารถเรียกใช้ข้อมูลในรูปแบบ เว็บเซอร์วิส (Web Service)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. จำนวนยุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อ (Female mosquito rate) หมายถึง ร้อยละของยุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อไข้เลือดออกที่พบจากการนับจากกลุ่มตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์)
2. จำนวนยุงลายตัวผู้ที่ติดเชื้อ (Male mosquito rate) หมายถึง ร้อยละของยุงลายตัวผู้ที่ติดเชื้อไข้เลือดออกที่พบจากการนับจากกลุ่มตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์)
3. จำนวนลูกน้ำยุงลายที่ติดเชื้อ (Larvae infection rate) หมายถึง ร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงลายที่ติดเชื้อไข้เลือดออกจากการตรวจหาเชื้อไข้เลือดออกโดยวิธี RT-PCR และมีความน่าเชื่อถือสูงที่สุดในปัจจุบันและอยู่ในประเทศไทย (เปอร์เซ็นต์)
4. จำนวนของเชื้อไข้เลือดออกประเภทต่างๆ (Dengue type rate) หมายถึง ร้อยละของเชื้อไข้เลือดออกประเภทต่างๆ ที่พบในคนไข้ในเขตพื้นที่ 3 จังหวัด
5. อุณหภูมิเฉลี่ย (Average Temperature) หมายถึง อุณหภูมิเฉลี่ยในเขตพื้นที่ 3 จังหวัด (องศาเซลเซียส)
6. โครงสร้างแบบดาว (Star Schema) หมายถึง เป็นการรวมเพียงเทเบิลเดียว และมีตารางแกนมิติ (Dimension Table) ที่มีรายละเอียดของรหัสที่ใช้ในค่าที่แท้จริง (Fact Table) ตารางแกนมิติ (Dimension Table) จะมีจำนวนเท่าใดก็ได้ และจะมีคีย์ที่สัมพันธ์ไปยัง ค่าที่แท้จริง (Fact Table) เท่านั้น โครงสร้างชนิดนี้จะช่วยเพิ่มความเร็วในการสืบค้นข้อมูลเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างเทเบิลไม่ซับซ้อน ลักษณะของ โครงสร้างแบบดาว (Star Schema) ที่สำคัญคือ ข้อมูลเป็นแบบ ดีนอร์มัลไลซ์ (Denormalized) ทั้งนี้เพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว
7. การประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (OLAP: Online Analytical Processing) หมายถึง กระบวนการประมวลผลข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลมิติต่างๆ (Multidimensional Data Analysis) ของข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น เช่น ผู้ใช้ทำการสอบถามข้อมูลยอดขายผลิตภัณฑ์ชุดว่ายน้ำทั้งหมดของบริษัทที่จำหน่ายในจังหวัดภูเก็ตในเดือนมีนาคม เปรียบเทียบกับยอดขายชุดว่ายน้ำรุ่นเดียวกันในเดือนตุลาคม และเปรียบเทียบยอดขายชุดว่ายน้ำและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของบริษัทที่ขายในจังหวัดภูเก็ตในช่วงเวลาเดียวกัน การติดตั้งระบบการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (OLAP) ขึ้นใช้งานโดยส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีฐานข้อมูลแบบหลายมิติ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถประมวลผลข้อมูลวิเคราะห์ในมิติที่ต้องการได้
8. คิวบ์ (Cubes) หมายถึง โมเดลข้อมูลของคลังข้อมูล (Data Warehouse) ซึ่งเปรียบเสมือนลูกบาศก์ที่มีมุมมองหลากหลาย แต่ละมุมมองทำให้เกิดการคิวรีข้อมูลจาก Data Warehouse ได้หลากหลายแบบ คิวบ์ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญคือ Dimension และ Measure ต่าง ๆ ของคิวบ์

9. มาตรวัด (Measures) หมายถึง ประเภทของข้อมูลที่เป็นตัวเลขทำหน้าที่เก็บจำนวนหรือปริมาณที่เกิดขึ้นของทราบเซตชั้น เช่น มูลค่าของการซื้อขาย หรือปริมาณของสินค้าที่ขายได้ เป็นต้น

10. มิติ (Dimensions) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นมุมมองให้แก่ Measure เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

11. การกรองข้อมูลหรือการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Data Cleansing) หมายถึงการทำข้อมูลให้ถูกต้องหรือให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เช่น พืชในโลก, พืชในโลก, พืชในโลก ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันคือ พืชในโลก

12. การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลการพยากรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน

13. ไคสแควร์ (Chi-Square) หมายถึง การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่อยู่ในรูปของความถี่หรือในรูปของสัดส่วน เป็นข้อมูลที่เกิดจากการเก็บรวบรวมจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องแล้ว จำแนกออกมาเป็นความถี่หรือสัดส่วน

14. พี-แวลู (P-value) หมายถึง สมมติฐานหลัก (Null hypothesis) จะถูกยอมรับหรือปฏิเสธ ถ้าถูกยอมรับ แปลว่า สมมติฐานเป็นจริง หรือแปลว่าสมมติฐานนั้นไม่เป็นจริง จะถูกปฏิเสธ จึงมีการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ เพื่อที่จะบอกยอมรับหรือปฏิเสธ Null hypothesis เราเรียกว่า Probability Value (P-Value) ไม่ว่าจะทดสอบสมมติฐานประเภทใดก็ตาม (Pearson correlation, t-test , F-test) เป็นต้น ผลการทดสอบสมมติฐานหรือโอกาสในการที่จะยอมรับหรือปฏิเสธ สมมติฐานนั้นๆ จะเป็นไปตามทฤษฎี Probability ภายใต้นormal distribution

15. อัตราการป่วยต่อแสนของประชากร หมายถึง จำนวนผู้ป่วยทั้งหมด X 100,000/จำนวนประชากร ณ ช่วงเวลานั้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. อัตราการการติดเชื้อของยุงลายตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย และอัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแยกตามอายุมีความสัมพันธ์โดยตรงต่ออัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
2. ปัจจัยใหม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ โดยมีค่า error น้อยลง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ปัจจัยใหม่ในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์
2. ทุกภาคส่วนของกระทรวงสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกไปใช้ในการจัดการและเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก
3. ผู้ใช้ข้อมูลโรคไข้เลือดออกได้รับการบริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลบนระบบเครือข่าย (Web Service) และสามารถนำข้อมูลโรคไข้เลือดออกไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้
4. เพื่อใช้เป็นระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารและผู้ปฏิบัติการในการบริหารจัดการโรคไข้เลือดออก เพื่อการรับมือกับการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมและทันต่อเวลา ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงกลุ่มบุคคลที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

กลุ่ม	ระดับการใช้งาน	การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์
กลุ่มที่ 1	ระดับผู้วางนโยบาย - ปลัด กระทรวง - รองปลัดกระทรวง - ผอ. สปสช. - อธิบดีกรมควบคุมโรค	1. ใช้เป็นข้อมูลในการอนุมัติงบประมาณเกี่ยวกับการเฝ้าระวัง ป้องกัน และรักษาโรคไข้เลือดออก 2. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์และแผนกลยุทธ์ของกระทรวงสาธารณสุขเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออก 3. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายการบริหารจัดการโรคไข้เลือดออกเมื่อเกิดการระบาดของโรค 4. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายในการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีของกระทรวงสาธารณสุขเกี่ยวกับควบคุมและป้องกันโรคไข้เลือดออก 5. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายในการจัดสรรบุคลากรทางการแพทย์ไปสู่พื้นที่ที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก 6. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายในการจัดสรรเวชภัณฑ์ไปสู่พื้นที่ที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก 7. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายในการเตรียม ฝึกอบรม และฝึกซ้อมบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการรับมือการระบาดของโรคไข้เลือดออก 8. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายการทำลายและกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย ในพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรค

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่ม	ระดับการใช้งาน	การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์
กลุ่มที่ 2	ระดับผู้บริหาร -ผอ.สำนักโรคพิษวิทยา -ผู้ตรวจราชการ -ผอ. CUP -นพ.สสจ -นพ.สสอ	9. ใช้เป็นข้อมูลในการให้นโยบายการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนในท้องถิ่นต่างๆ ทราบถึงการระบาด การเฝ้าระวัง อันตรายของโรคไข้เลือดออก และการเข้ารับการรักษาให้ทันทั่วทั้งที่
		1. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดสรรงบประมาณเกี่ยวกับการเฝ้าระวังป้องกัน และรักษาโรคไข้เลือดออก
		2. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์และแผนกลยุทธ์ของหน่วยงานเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออก
		3. ใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการโรคไข้เลือดออกเมื่อเกิดการระบาดของโรค
		4. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีของหน่วยงานเกี่ยวกับควบคุมและป้องกันโรคไข้เลือดออก
		5. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดสรรบุคลากรทางการแพทย์ไปสู่พื้นที่ที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก
		6. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดสรรเวชภัณฑ์ไปสู่พื้นที่ที่เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก
		7. ใช้เป็นข้อมูลในการเตรียม ฝึกอบรม และฝึกซ้อมบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการรับมือการระบาดของโรคไข้เลือดออก
		8. ใช้เป็นข้อมูลในการทำสายและกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรค
กลุ่มที่ 3	ระดับปฏิบัติงาน -แพทย์ -พยาบาล -เภสัชกร -ผอ.รพสต. -นวก.	9. ใช้เป็นข้อมูลในการสั่งการทำการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนในท้องถิ่นต่างๆ ทราบถึงการระบาด การเฝ้าระวัง อันตรายของโรคไข้เลือดออก และการเข้ารับการรักษาให้ทันทั่วทั้งที่
		1. ใช้เป็นข้อมูลในการของบประมาณเกี่ยวกับการเฝ้าระวัง ป้องกัน และรักษาโรคไข้เลือดออก
		2. ใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานตามแผนยุทธศาสตร์และแผนกลยุทธ์ของกระทรวงสาธารณสุขเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออก
		3. ใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการโรคไข้เลือดออกเมื่อเกิดการระบาดของโรค

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่ม	ระดับการใช้งาน	การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์
กลุ่มที่ 3	ระดับปฏิบัติงาน	4. ใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีของหน่วยงานเกี่ยวกับควบคุมและป้องกันโรคไข้เลือดออก
		5. ใช้เป็นข้อมูลในการขอเวชภัณฑ์เพื่อสำรองไว้เพื่อใช้ในการรักษาผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
		6. ใช้เป็นข้อมูลเพื่อทำการฝึกซ้อมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการรับมือการระบาดของโรคไข้เลือดออก เช่น อบต. อปท. เป็นต้น
		7. ใช้เป็นข้อมูลในการทำสายและกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรค ในพื้นที่ที่กำกับดูแล
		8. ใช้เป็นข้อมูลในการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนให้ทราบถึงการระบาด การเฝ้าระวัง อันตรายของโรคไข้เลือดออก และการเข้ารับการรักษาให้ทันทั่วทั้งที่ไม่ให้เกิดการเสียชีวิต
	-แพทย์	9. ใช้เป็นช่องทางในจัดทำรายงานการระบาดของโรคไข้เลือดออกไปยังผู้บังคับบัญชา
	-พยาบาล	10. ใช้เป็นข้อมูลในเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก
	-เภสัชกร	
	-ผอ.รพสต.	
	-นวก.	

จากตาราง 1 กลุ่มบุคคลที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ดังตาราง 1 คือ กลุ่มผู้วางนโยบาย, กลุ่มผู้บริหาร, กลุ่มผู้ปฏิบัติงาน และอีกกลุ่มที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวในตาราง 1 คือกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปที่ไม่ใช่บุคลากรทางด้านสาธารณสุขซึ่งเป็นกลุ่มที่สำคัญ เช่น กำนัน, ผู้ใหญ่บ้าน และประชาชนทั่วไป ที่สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลในระบบเพื่อนำข้อมูลไปช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจในการเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยตนเอง โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปช่วยตัดสินใจในการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายในบริเวณบ้านตัวเอง ในชุมชนตนเอง หรือจัดพนมออกควั่นกำจัดยุง เพื่อป้องกันระบาดของโรคไข้เลือดออก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล, เอกสาร, แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไว้ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านการระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออก
2. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านการวิเคราะห์ข้อมูลแบบระบบโครงข่ายประสาทเทียม
3. แนวคิดเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล
4. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านคลังข้อมูล
5. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านระบบธุรกิจอัจฉริยะ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. สรุปเนื้อหาประจำบท

แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านการระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออก

การคำนวณอัตราต่อแสนของการระบาดโรคไข้เลือดออกต่อจำนวนประชากร

1. การเจ็บป่วยด้วยโรคไข้เลือดออก หมายถึง ผู้ที่เจ็บป่วยและได้รับการวินิจฉัยว่าป่วยเป็นโรคไข้เลือดออก DHF (Dengue hemorrhagic fever) และ DSS (Dengue shock syndrome)
2. อัตราป่วยต่อแสนประชากรของคนไทยด้วยโรคไข้เลือดออก หมายถึง จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกในจำนวนประชากรแสนคน คำนวณจาก
จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกสะสมตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงธันวาคมปี 2554 X 100,000

จำนวนประชากรกลางปี

3. ร้อยละของอัตราเพิ่มโรคไข้เลือดออก หมายถึง ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของอัตราป่วยต่อแสนประชากรด้วยโรคไข้เลือดออกในปี 2555 โดยคำนวณจากอัตราป่วยต่อแสนประชากรของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในปีปัจจุบัน (2555) ลบด้วยอัตราป่วยปี (2554) แล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ

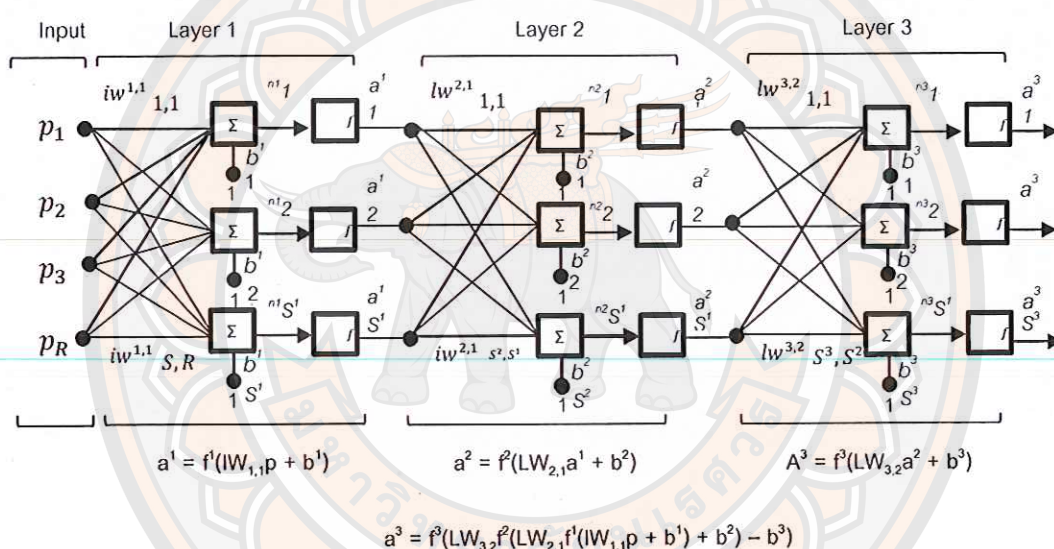
4. สูตรการคำนวณ : ร้อยละของอัตราเพิ่มโรคไข้เลือดออก
(อัตราป่วยต่อแสนประชากรของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในสถานบริการของรัฐปี 2548 - อัตราป่วยต่อแสนประชากรปี 2554)X100

อัตราป่วยต่อแสนประชากรของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกปี 2554

แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านการวิเคราะห์ข้อมูลแบบระบบโครงข่ายประสาทเทียม

พยุ่ง มีสัจ (2551) ระบบโครงข่ายประสาทเทียมคือการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นแนวความคิดที่ต้องการให้ระบบคอมพิวเตอร์มีความฉลาดในการเรียนรู้เหมือนที่มนุษย์มีการเรียนรู้ โดยสามารถฝึกฝนการเรียนรู้ได้ และสามารถนำความรู้และวิธีการไปแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งมีนักวิจัยจำนวนมากได้คิดค้นรูปแบบต่างๆ ของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ โดยการประยุกต์ใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมใช้เพื่อตัดสินใจอย่างง่ายไปจนถึงงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อน

1. โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron: MLP)



ภาพ 1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

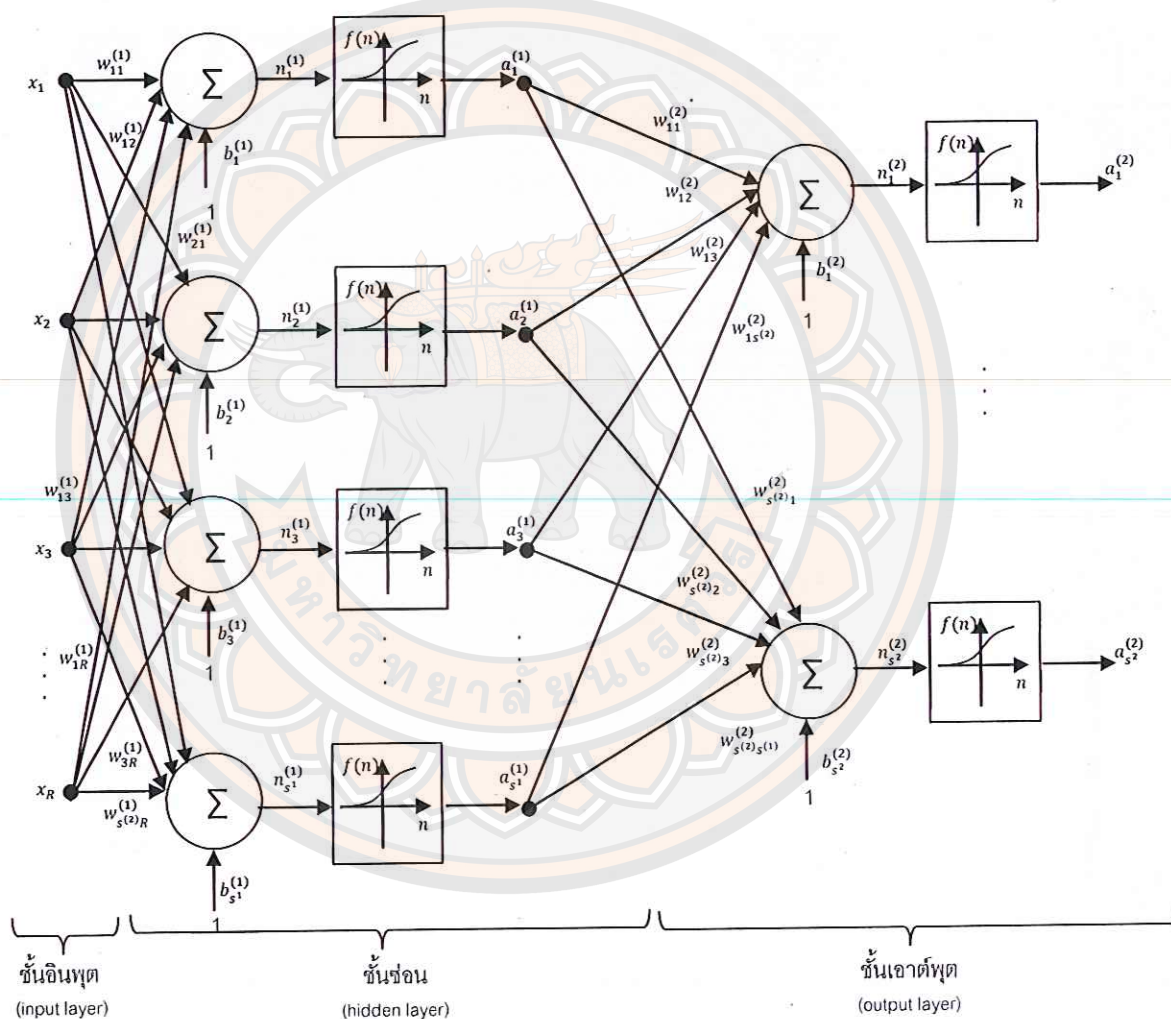
จากภาพ 1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron: MLP) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่นักวิจัยนิยมใช้ที่สุด เพราะเป็นโครงข่ายที่สามารถจัดการข้อมูลที่มีความยุ่งยากและสลับซับซ้อนมากๆ ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์หรือการคำนวณเกือบทุกประเภท โดยมีข้อแม้หรือข้อบังคับว่าต้องมีจำนวนชั้นและจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมกับการพยากรณ์นั้นๆ

2. การเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมและโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนแบบหนึ่งหน่วยสามารถทำตัวเป็นฟังก์ชันสมการเส้นตรงหนึ่งเส้น และใช้สำหรับการแยกกลุ่มข้อมูลออกเป็นสองกลุ่ม สำหรับปัญหาที่มี

ความซับซ้อนมาก อาทิ ปัญหาข้อมูลมีการทับซ้อน ปัญหาการแยกแบบไม่เป็นเชิงเส้น เป็นต้น โครงข่ายเปอร์เซ็ปตรอนแบบหนึ่งชั้นจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ต้องทำการเพิ่มจำนวนชั้นและจำนวนนิวรอนของโครงข่ายให้มากขึ้น ดังนั้นการสอนโครงข่ายจะมีความซับซ้อนมากขึ้น สำหรับการสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น จะใช้วิธีการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (back propagation learning)

3. การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back-propagation Learning)



ภาพ 2 การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ

จากภาพ 2 การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (back propagation learning) ใช้สำหรับการแยกกลุ่มข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มหรือมากกว่า เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ เช่น ปัญหาข้อมูลมีความทับซ้อน หรือปัญหาการแยกข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น เป็นต้น โดยจะต้องทำการเพิ่มจำนวนชั้นและจำนวนนิวรอนของโครงข่ายให้มากขึ้นๆ ซึ่งการสอนโครงข่ายจะมีความซับซ้อนมากขึ้น

4. ตัวชี้ค่าผิดพลาดของการทำให้บรรลุผลสำเร็จ (error performance index)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นจะใช้วิธีการสอนแบบแพร่กระจายย้อนกลับโดยมีตัวชี้การทำให้บรรลุผลสำเร็จของการเรียนรู้เช่นเดียวกันกับวิธีการสอนแบบค่าผิดพลาดกำลังสองน้อยสุด คือใช้ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (mean square error: MSE) เป็นตัวชี้ โดยอัลกอริทึมจะปรับค่าน้ำหนักและไบแอสเพื่อลดค่าผิดพลาดดังกล่าว 1

$$E(x) = (t_k - a_k)^2 = e_k^2$$

โดยมีกฎการเรียนรู้แบบค่าผิดพลาดกำลังสองต่ำสุดเป็น

$$w_{ij}^{(l)}(k+1) = w_{ij}^{(l)}(k) + n \frac{\partial E}{\partial w_{ij}^{(l)}}$$

$$b_{ij}^{(l)}(k+1) = b_{ij}^{(l)}(k) + n \frac{\partial E}{\partial b_{ij}^{(l)}}$$

5. ขั้นตอนหรือลำดับการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

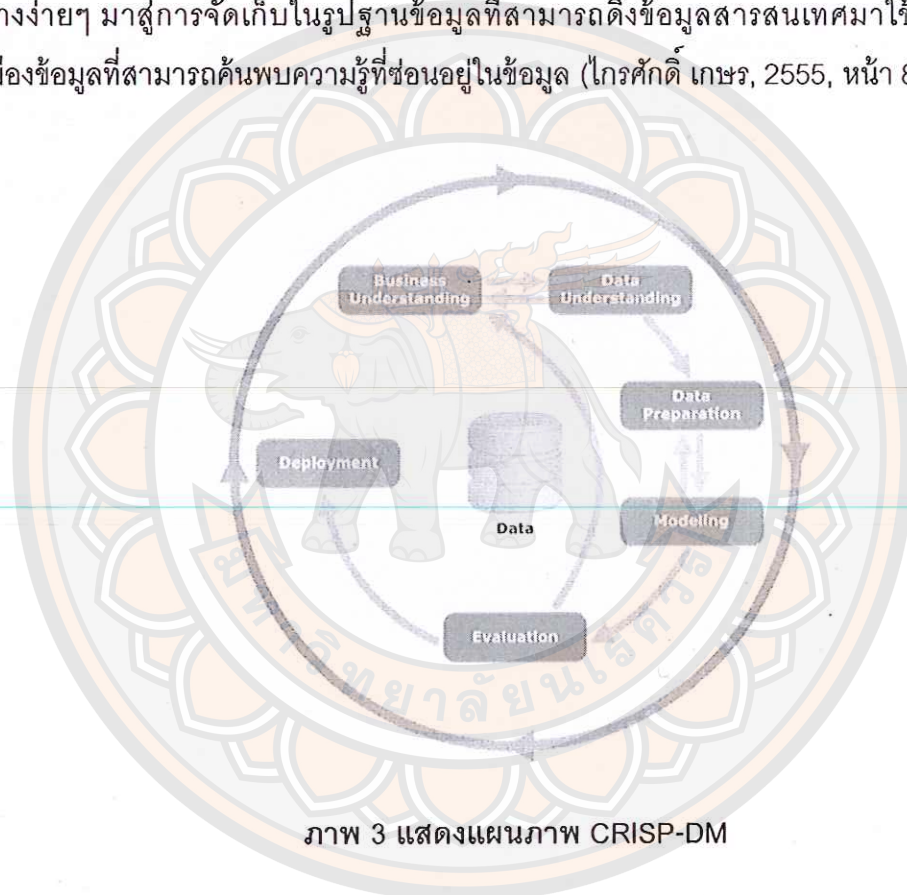
5.1 Input Layer คือ ขั้นตอนของการระบุตัวแปรต้น(X)ที่จะถูกนำไปสร้างเป็นต้นแบบของการทำเหมือง ข้อมูล

5.2 Hidden layer คือ ขั้นตอนของการประมวลผลค่าน้ำหนักของตัวแปรต้นแต่ละตัวเพื่อนำไปสู่ความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นตัวแปรตาม

5.3 Output layer คือ ขั้นตอนของการทำนายผลโดยจะแสดงผลออกมาเป็นความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นของตัวแปรตาม (Y)

แนวคิดเกี่ยวกับเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูลคือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น (Knowledge discovery) ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท ทั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม การทำเหมืองข้อมูลเปรียบเสมือน วิวัฒนาการหนึ่งในการจัดเก็บและตีความหมายข้อมูล จากเดิมที่มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างง่าย ๆ มาสู่การจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลที่สามารถดึงข้อมูลสารสนเทศมาใช้จนถึงการทำเหมืองข้อมูลที่สามารถค้นพบความรู้ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล (ไกรศักดิ์ เกษร, 2555, หน้า 85)



ภาพ 3 แสดงแผนภาพ CRISP-DM

1. กระบวนการในการทำเหมืองข้อมูล

ในปี ค.ศ.1996 ได้มีการพัฒนาเครื่องมือมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูลขึ้นมา โดยความร่วมมือของ Daimler Chrysler (Daimler-Benz) SPSS(ISL) และ NCR CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining)

CRISP-DM คือกระบวนการมาตรฐานสำหรับการทำเหมืองข้อมูล จากความร่วมมือกัน ของอุตสาหกรรมต่างๆ วัตถุประสงค์เพื่อให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ในอุตสาหกรรมเป็นไปในทางเดียวกันที่เกี่ยวข้อง ผลลัพธ์ เทอมและการแบ่งชนิดของปัญหาการทำเหมืองข้อมูล (ชนวัฒน์ ศรีสอ้าน, 2550)

2. ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำทฤษฎี CRISP-DM มาใช้ในการดำเนินการจัดทำ การใช้วิธีทางระบบธุรกิจ อัจฉริยะสำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ทำความเข้าใจปัญหา (Business Understanding)

ขั้นตอนการทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการระบาดของไข้เลือดออก ระบุปัญหา ระบุปัจจัย และสถานะแวดล้อมที่ทำให้เกิดการระบาดของไข้เลือดออก

2.2 ทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding)

ขั้นตอนความเข้าใจข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลโรคไข้เลือดและข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เข้าใจถึงลักษณะของข้อมูล เช่น เป็นจำนวนเต็ม ทศนิยม หรือเป็นตัวอักษร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล การรวบรวมข้อมูลจะพิจารณาจากแหล่งข้อมูลที่ต้องนำเชื่อถือ มีปริมาณมากเพียงพอ และเหมาะสม มีรายละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ มีกระบวนการย่อยดังนี้

2.3 เตรียมข้อมูล (Data preparation)

การเตรียมข้อมูลเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานาน เนื่องจากแบบจำลองที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลจะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ ถ้าข้อมูลที่ใช้ไม่ถูกต้อง มีความผิดพลาด จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ขาดความน่าเชื่อถือ อาจทำให้ตีความผลลัพธ์คลาดเคลื่อนได้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนย่อยดังนี้

2.3.1 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) มีการกำหนดเป้าหมายว่าจะทำการวิเคราะห์สิ่งใดแล้วจึงเลือกใช้เฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราจะทำการวิเคราะห์

2.3.2 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing) เมื่อพบข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง อันเนื่องมาจากปัญหาในระหว่างการจัดเก็บข้อมูล เช่น ข้อมูลไม่ครบ ข้อมูลซ้ำซ้อน ข้อมูลที่มาจากหลายแหล่งของข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลที่มาจากสำนักงาน ระบาดวิทยาหรือสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานควบคุมโรคติดต่อ

2.3.3 การแปลงข้อมูล (Data Transformation) เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมนำไปใช้ในการวิเคราะห์ตามอัลกอริทึมของการทำเหมืองข้อมูล

2.4 สร้างแบบจำลอง (Modeling)

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ในบางครั้งพบว่าการนำเทคนิคเหมืองข้อมูล หลายเทคนิคมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนั้น เมื่อทำขั้นตอนนี้แล้วอาจมีการย้อนกลับไปที่ขั้นตอน การเตรียมข้อมูล เพื่อแปลงข้อมูลบางส่วนให้เหมาะสมกับแต่ละเทคนิคด้วย นอกจากนี้ยังมี การประเมิน Model ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ความน่าเชื่อถือของ Model ที่ได้

2.5 ประเมิน (Evaluate)

เป็นขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูล (Model) ว่าครอบคลุมและสามารถตอบโจทย์การพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ในกรณีที่มีการสร้าง Model หลาย Model เช่น Microsoft Time Series Algorithm, Microsoft Decision Trees, Microsoft Linear Regression และ Microsoft Neural Network จะทำการประเมินข้อดีและข้อด้อย และควรเลือกใช้ Model ไດ

2.6 การนำไปใช้ (Deployment)

เป็นการนำผลลัพธ์หรือองค์ความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคต่างๆ ไปใช้ประโยชน์ ตัวอย่างเช่น การรายงานพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของไข้เลือดออกเพื่อเป็นการป้องกันและเฝ้าระวังการระบาดของโรคได้ทันทีและรวดเร็ว สามารถคำนวณงบประมาณบุคลากรทางการแพทย์และเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก เป็นต้น

3. อัลกอริทึมในการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้ SQL Server 2008

3.1 Microsoft Naive Bayes

อัลกอริทึมที่ใช้ค้นหาความน่าจะเป็นจากความสัมพันธ์ของคอลัมน์ระหว่างข้อมูล นำเข้ากับคอลัมน์ทำนายหรือพยากรณ์ข้อมูล โดยที่แต่ละคอลัมน์ข้อมูลนำเข้าเป็นอิสระต่อกัน สามารถสร้างแบบจำลอง ได้อย่างรวดเร็ว

3.2 Microsoft Decision Tree Algorithm

อัลกอริทึมใช้สร้างทางเลือกการตัดสินใจแบบต้นไม้ โดยที่แต่ละโหนดหรือในจะแสดง คุณลักษณะ (attribute) แต่ละกิ่งแสดงผลการพิจารณาเงื่อนไขหรือทดสอบข้อมูล และ ลีฟโหนด (leaf node) คือกลุ่มของผลลัพธ์ที่กำหนดไว้

3.3 Microsoft Time Series Algorithm

อัลกอริทึม วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลกับช่วงเวลา โดยใช้ต้นไม้อ การตัดสินใจแบบเชิงเส้น เพื่อพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตในรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series)

3.4 Microsoft Cluster

อัลกอริทึมที่ใช้จัดกลุ่มข้อมูลเป็นกลุ่มย่อยจากคุณลักษณะของข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกัน

3.5 Microsoft Sequence Clustering

อัลกอริทึมที่ระบุกลุ่มของลำดับเหตุการณ์ เป็นการผสมผสานการใช้การวิเคราะห์ลำดับ (Sequence Analysis) และอัลกอริทึมการจัดกลุ่ม (Clustering)

3.6 Microsoft Association Rule

อัลกอริทึมที่ใช้ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจาก ข้อมูลรายการสินค้าที่ซื้อพร้อมกัน ในรายการธุรกรรมหนึ่งๆ

3.7 Microsoft Neural Network และ Logistic Regression

อัลกอริทึมที่ใช้ในการหาความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ใดๆ ขึ้นโดยที่ไม่รู้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยตัวแปรตามจะเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ส่วนตัวแปรต้นจะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพก็ได้ทำให้เหมาะกับการวิเคราะห์งานที่มีความหลากหลายของตัวแปรต้น ผู้ใช้งานสามารถใช้ความน่าจะเป็นที่ได้จาก Microsoft Neural Network algorithm มาใช้ในการจัดกลุ่ม โดยจะอยู่ในมุมมองของตารางของการจับคู่ตัวแปรต้นและตัวแปร ตามแบบ โดยจะแสดงผลออกมาในรูปของความน่าหนึ่งต่อหนึ่งจะเป็น โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกค่าของตัวแปรต้นเพื่อดูความน่าจะเป็นที่จะเกิดตัวแปรตามแบบใดๆ ได้เช่น การจับคู่ระหว่างเวลาที่ เข้าเรียนสายของนิสิตกับเกรด เพศกับเกรด ความถี่ในการอัปเดตสเตตัสของ Facebook กับเกรด เป็นต้น หรือทำนายตัวแปรตามจากข้อมูลตัวแปรต้นที่ใส่เข้าไปได้

แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านคลังข้อมูล

1. คลังข้อมูล

คลังข้อมูล คือ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเฉพาะ โดยการใช้หลักการหรือวิธีการเพื่อการรวมระบบสารสนเทศเพื่อการประมวลผลรายการข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน และแต่ละสายงานมารวมเข้าเป็นหน่วยเดียวกัน เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งคลังข้อมูลไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ หรือระบบสำเร็จรูปที่สามารถหาซื้อมาใช้งานได้จากท้องตลาด แต่คลังข้อมูลต้องสร้างขึ้นเองโดยใช้หลักการวิธีการและแนวทางเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ โดยการพัฒนากลังข้อมูลต้องการความรู้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับกิจกรรมและธุรกิจขององค์กร (ไกรศักดิ์ เกษร, 2555, หน้า 45)

คุณลักษณะของคลังข้อมูล

1. Subject-Oriented ข้อมูลในคลังข้อมูลจะถูกจัดกลุ่มให้เหมาะกับการสืบค้น ส่วนใหญ่จะจัดตามประเด็นหลักขององค์กร เช่น ลูกค้า สินค้า และยอดขาย เป็นต้น

2. Integrated เนื่องจากแหล่งข้อมูลของคลังข้อมูล คือ ระบบสารสนเทศต่างๆ ที่แตกต่างกันไปตามสายงาน จึงอาจทำให้ข้อมูลที่ได้รับมามีรูปแบบแตกต่างกัน อาจทำให้ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น คลังข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีหน้าที่ในการจัดรูปแบบข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นรูปแบบเดียวกัน และสร้างความสอดคล้องให้กับข้อมูลก่อนที่จะนำเสนอแก่ผู้ใช้

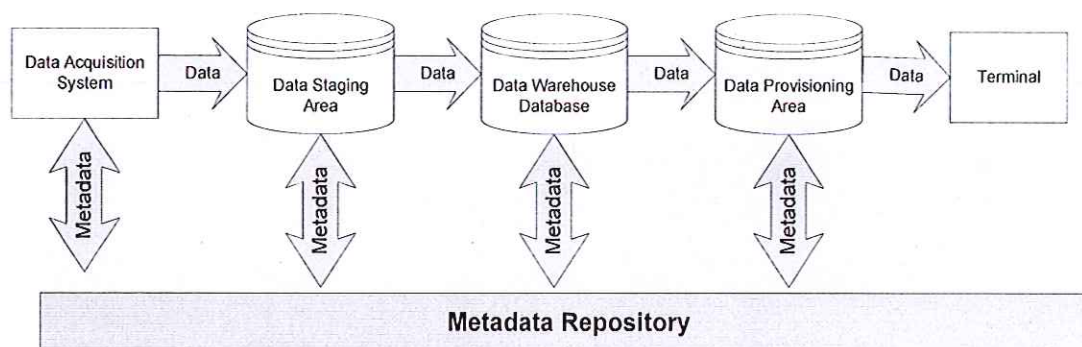
3. Time-Variant ข้อมูลที่เก็บไว้ในคลังข้อมูล จะถูกเก็บไว้เพื่อใช้งานไปอีก 5-10 ปี เพื่อการทำนายแนวโน้มที่เป็นไปในแต่ละปี หรือการเปรียบเทียบค่าข้อมูลตามช่วงเวลาต่างๆ ข้อมูลจึงต้องมีความถูกต้องไม่ว่าจะอยู่ในช่วงเวลาใดก็ตาม

4. Non-Volatile เมื่อมีการเปลี่ยนของข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่คลังข้อมูลไปดึงมา ข้อมูลที่อยู่ในคลังข้อมูลจะไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลงในทันที แต่จะได้การปรับปรุงในภายหลัง โดยการปรับปรุงดังกล่าวก็เป็นการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปเรื่อยๆ ไม่ใช่การแทนที่ข้อมูลเก่าแต่อย่างใด ข้อมูลเก่าก็จะมีสถานะเป็นข้อมูลในอดีตไป (เหมาะกับการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง) ดังนั้น ข้อมูลในคลังข้อมูลจึงไม่ต้องทำการ Normalize เหมือนกับข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศทั่วไป

2. ขั้นตอนของคลังข้อมูล

คลังข้อมูลเป็นศูนย์รวมของหลักการวิธีการ มากมายหลากหลาย อาทิ เช่น การออกแบบและสร้างโครงสร้างของข้อมูลใน Data Warehouse วิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล วิธีการสร้างผลลัพธ์จากข้อมูลที่มี รวมไปถึงวิธีการดูแลรักษา วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพ เป็นต้น ซึ่งหลักการวิธีการเหล่านี้ เราจะรวมเรียกว่า การคลังข้อมูล (Data Warehousing)

ดังนั้น ในการพัฒนาคลังข้อมูล จะต้องทราบถึงองค์ประกอบของคลังข้อมูลว่า ส่วนใดบ้างที่จะทำหน้าที่ในการเข้าถึง (Access) ข้อมูลที่แตกต่างกัน ในแง่ของแหล่งข้อมูล การทำให้ข้อมูลไม่มีความซ้ำซ้อน (Cleansing) การแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่คลังข้อมูลต้องการ และการเก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงการทำงานของคลังข้อมูล

จากภาพ 4 แสดงการทำงานของคลังข้อมูลได้ดังนี้

1. Data Acquisition System (ระบบรับข้อมูล) ทำหน้าที่เป็นผู้รับข้อมูลที่มาจากภายนอกระบบคลังข้อมูล ซึ่งในที่นี้รวมทั้งข้อมูลที่มาจากภายนอกและภายในองค์กร อาจได้มาโดยผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต หรือโดยการป้อนเข้าไปเอง นอกจาก Data Acquisition System จะทำหน้าที่ในการรับและตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นผู้ติดต่อกับผู้ให้ข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลมีความผิดพลาดด้วย
2. Data Staging Area เป็นวิธีที่คลังข้อมูลจะปรับข้อมูลเพื่อลดความซ้ำซ้อน (Cleansing) และเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีประโยชน์ (Filtering) เพื่อนำมาเก็บไว้ในคลังข้อมูลเพื่อใช้งานต่อไป
3. Data Warehouse Database ใช้เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลขององค์กร และจะเก็บตลอดไป ไม่แก้ไขข้อมูลหากไม่จำเป็น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็จะมี การเติมข้อมูลเข้าไป และปล่อยให้ข้อมูลชุดเดิมมีสภาพเช่นเดิมโดยเพิ่มเติมเพียงแค่ข้อมูลชุดใหม่
4. Data Provisioning Area หรือ Data Mart ทำหน้าที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลและผลลัพธ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลจาก Data Warehouse Database จะถูกดึงและประมวลผลแล้วนำผลที่ได้มาเก็บไว้ที่ Data Provisioning Area หรือ Data Mart ซึ่งโครงสร้างข้อมูลของ มันอาจมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับใน Data Warehouse Database หรืออาจจะเป็นโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งาน เช่น อยู่ในรูปของรายงาน (Report) เขาจึงเรียก Data Provisioning Area ว่า Data Mart
5. End User Terminal ทำหน้าที่ดึงเอาข้อมูลที่ได้ถูกเตรียมไว้ใน Data Provisioning Area หรือ ใน Data Warehouse Database เพื่อนำเสนอผลลัพธ์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลใน

End User Terminal

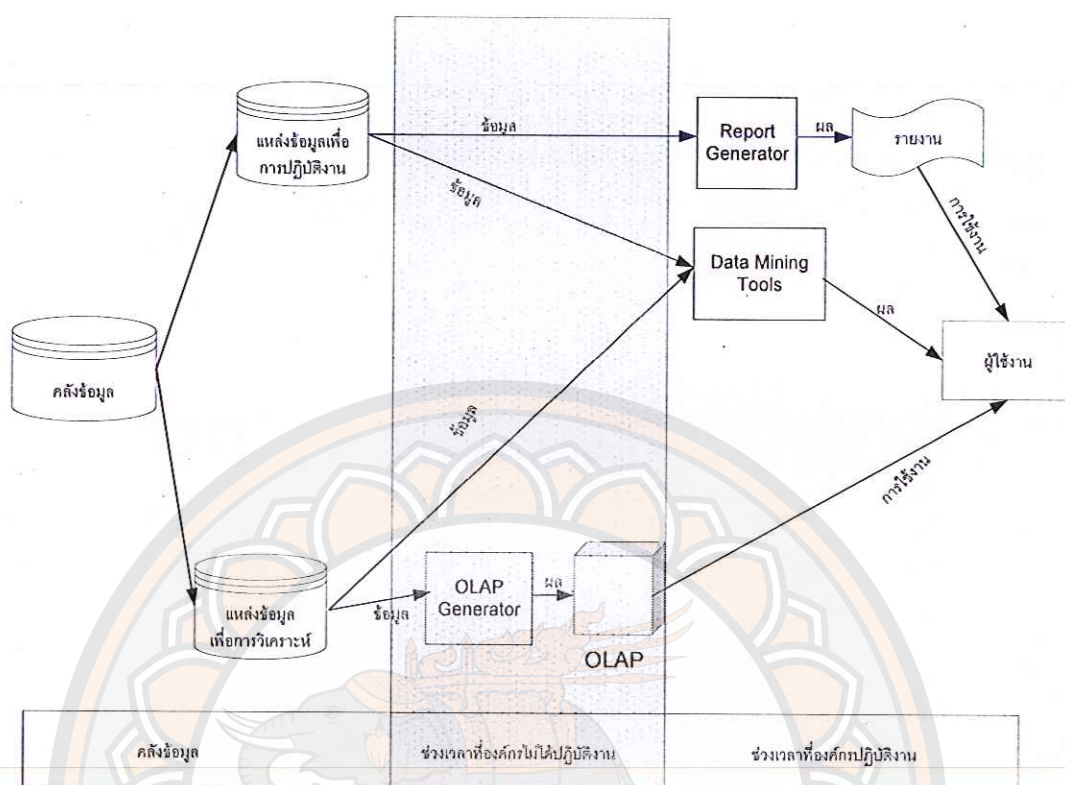
6. Metadata Repository เป็นพื้นที่ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานและควบคุมข้อมูลในคลังข้อมูล ซึ่งเรียกว่า Metadata โดยมาวาง Metadata จะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลต่างๆ ใน Data Acquisitioning System, Data Staging Area, Data Warehousing Database และ Data Provisioning Area

3. การวิเคราะห์ข้อมูลในคลังข้อมูล มี 3 แบบ ดังต่อไปนี้

3.1 Query and Reporting เป็นการใช้โปรแกรม หรือระบบที่เรียกว่า ระบบสร้างรายงาน (Report Generator) เพื่อรับข้อมูลที่เกิดจากการปฏิบัติงานในระบบมาประมวลผลอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้เกิดผลลัพธ์เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจตามที่ต้องการ

3.2 Multidimensional Data Analysis เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายมิติ โดยการใช้โปรแกรม หรือระบบที่เรียกว่า ระบบสร้างการประมวลผลเชิงวิเคราะห์แบบออนไลน์ (Online Analytical Processing Generator หรือ OLAP Generator) เพื่อนำข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ที่ได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า มาประมวลผลอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้เกิดผลลัพธ์หรือมีค่า (Measures) ที่มีหลากหลายมุมมอง (Dimension) เพื่อการเตรียมพร้อมสำหรับการหยิบไปใช้งานได้ทันทีในอนาคต โดยไม่ต้องประมวลผล

3.3 Data Mining (การทำเหมืองข้อมูล) เป็นการใช้โปรแกรมที่มีความชาญฉลาดในระดับหนึ่งเรียกว่า Data Mining Tools เพื่อการวิเคราะห์ ค้นหา หรือสร้างความรู้ใหม่ (Discovered Knowledge) ซึ่งไม่เคยมีมาก่อนในการทำ Query and Reporting และ Multidimensional Data Analysis สามารถเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 แบบในแง่ของความยากง่าย และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยแสดงกระบวนการทำงานของคลังข้อมูลดังภาพ 5



ภาพ 5 กระบวนการทำงานของคลังข้อมูล

จากภาพ 5 จะเห็นว่าการเตรียมข้อมูลแบบ Multidimensional เพื่อการใช้งานนั้น มักจะทำในเวลาที่ยังคงไม่ได้ปฏิบัติงาน เช่น หลังเลิกงาน ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ ในตอนเช้า ผู้วิเคราะห์สามารถนำเอา OLAP ซึ่งเป็นผลจากการประมวลผลดังกล่าวไปใช้งานได้เลย ต่างจากรายงานตามปกติซึ่งต้องอาศัยการประมวลผลในเวลาทำงานหากมีข้อมูลที่ต้องใช้จำนวนมาก ก็จะทำให้เกิดความล่าช้า อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเวลาทำงาน การออกรายงานตามปกติจะสามารถแสดงผลจากข้อมูลในปัจจุบัน (Real Time Report)

แนวคิดเกี่ยวกับหลักการด้านระบบธุรกิจอัจฉริยะ

Business Intelligence (BI) คือ สถาปัตยกรรมเครื่องมือต่างๆ ฐานข้อมูล โปรแกรมการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ และกรรมวิธีการต่างๆ เป้าประสงค์หลักของ BI คือสามารถเข้าถึงข้อมูลแบบโต้ตอบ จัดการกับข้อมูลนี้ และทำให้สามารถวิเคราะห์การดำเนินงานที่เหมาะสมได้ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเดิม ข้อมูลปัจจุบัน สถานการณ์ และประสิทธิภาพของข้อมูล ผู้ตัดสินใจได้รับข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญเพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมและการตัดสินใจที่ดีกว่า กระบวนการของ BI ขึ้นอยู่กับ

การแปลงข้อมูลเป็นสารสนเทศ การตัดสินใจและสุดท้ายคือการปฏิบัติสถาปัตยกรรมของ BI และองค์ประกอบต่างๆ (Leblanc, Moss, Sarka and Ryan, 2015, p.21)

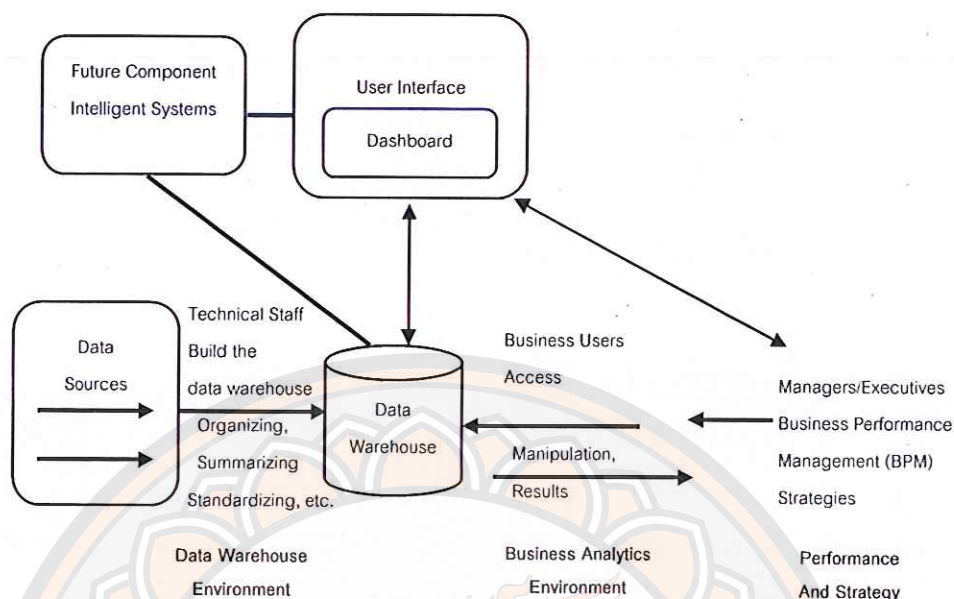
BI มี 4 องค์ประกอบหลัก คือ data warehouse, business analytics, business performance management เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติ สุดท้ายคือ user interface

สังเกตว่าสภาพแวดล้อมของคลังข้อมูล (data warehousing) คือความรับผิดชอบหลักๆ ของเจ้าหน้าที่เทคนิคขณะที่สภาพแวดล้อมทางการวิเคราะห์อยู่ในขอบเขตของผู้ใช้ทางธุรกิจ ซึ่งผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกับระบบผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้เช่น browser และผู้บริหารระดับสูงอาจจะใช้องค์ประกอบ BPM และ dashboard

Intelligence System สามารถแสดงให้เห็นมุมมองขององค์ประกอบในขนาดของ BI ตามหลักของ Zaman (2005) นี่อาจจะเป็นสาเหตุที่เปลี่ยนชื่อมาเป็น artificial business intelligence

Data Warehousing ข้อมูลไหลจากระบบการดำเนินงานสู่คลังข้อมูล (data warehouse) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลพิเศษหรือพื้นที่เก็บข้อมูลที่จัดเตรียมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ขยายจากการตั้งคำถามและการรายงานอย่างง่ายสู่การเพิ่มประสิทธิภาพที่ซับซ้อน DW ถูกสร้างขึ้นด้วยหลายกรรมวิธี หลักๆคือ metadata และ ELT อีกทั้งยังมี data marts ซึ่งเป็นข้อมูลรองรับสำหรับองค์กรหรือหน้าที่ที่เฉพาะเจาะจง คลังข้อมูลและตัวแปรคือหลักสำคัญของ medium-to-large BI system แต่เดิมมีเพียงข้อมูลประวัติที่ได้จัดและสรุปไว้ ดังนั้นผู้จึงสามารถดูหรือจัดการข้อมูลได้โดยคลังข้อมูลสามารถรวบรวมข้อมูลได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงสามารถตัดสินใจได้ในเวลาจริง

Business Analytics มีเครื่องมือซอฟต์แวร์หลายชนิดสำหรับผู้ใช้เพื่อสร้างการรายงาน (reports) การสอบถาม (queries) วิเคราะห์ข้อมูล (analyze data) ปรากฏขึ้นภายใต้ชื่อ online analytical processing (OLAP) เช่น ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและแนวโน้มในมิติที่แตกต่างกันได้ ผู้ใช้ในองค์กรสามารถวินิจฉัยแนวโน้มการปฏิบัติงานได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว โดยใช้การวิเคราะห์แนวโน้มและเครื่องมือกราฟิก ผลลัพธ์นี้ได้สนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลและการรายงานผลที่ซับซ้อนมาก ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้สามารถแยกและระบุผลิตภัณฑ์ ลูกค้า ภูมิภาค หรือแนวโน้มขึ้นลงของพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว



ภาพ 6 องค์ประกอบของ business intelligence

ผู้ใช้งานสามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีและเครื่องมือที่หลากหลายได้ ซึ่งแบ่งได้ 5 ส่วน ดังนี้

1. Reporting และ Queries ใช้จัดการทั้งการรายงานแบบคงที่และเคลื่อนที่ ประเภทของการสอบถาม การค้นพบสารสนเทศ มุมมองหลายมิติ เจาะลึกในรายละเอียดและอื่นๆ
2. Advanced Analytics ประกอบด้วยหลายสถิติ ทางการเงิน คณิตศาสตร์ และโมเดลอื่นๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสารสนเทศ
3. Data, Text และ Mining เหมือนข้อมูล (data mining หรือ DM) คือ กระบวนการการค้นหาคความสัมพันธ์หรือสารสนเทศที่ไม่รู้จักในฐานข้อมูลใหญ่หรือคลังข้อมูล การใช้เครื่องมืออัจฉริยะเช่น neural computing หรือวิธีการทางสถิติขั้นสูง การทำเหมืองข้อมูลสามารถทำได้กับข้อมูลเชิงปริมาณ ตัวอักษรหรือ Web data
4. Business Performance Management (BPM) คือองค์ประกอบสุดท้ายของกระบวนการ BI ส่วนนี้อยู่บนพื้นฐานของวิธีการ balanced scorecard ซึ่งเป็นกรอบเพื่อการกำหนด การดำเนินการ การจัดการ และยุทธศาสตร์ทางธุรกิจของบริษัทโดยการเชื่อมโยงเป้าประสงค์กับการวัดผลจริง กล่าวคือ วิธีการเชื่อมโยงตัวชี้วัดระดับสูง เช่นเดียวกับสารสนเทศทางการเงินที่สร้างขึ้นโดย chief financial officer (CFO) กับการปฏิบัติจริง ซึ่ง BPM ใช้ BI เพื่อวิเคราะห์การรายงานและการสอบถาม เป้าประสงค์ของ BPM คือเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติ

การโดยรวมขององค์กร

5. Dashboard คือส่วนที่ทำหน้าที่รวบรวมและเสนอสารสนเทศในวิธีการที่ง่ายต่อการอ่าน และได้เสนอการวัดผลประสิทธิภาพขององค์กร แนวโน้ม โดยได้มีการแสดงกราฟ แผนภูมิ และตารางที่แสดงการปฏิบัติงานจริงเทียบกับตัวชี้วัดตามที่ต้องการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยจากนักวิจัยหลายท่านทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งผู้วิจัยจำแนกการทบทวนวรรณกรรมออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์, เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก และระบบสารสนเทศกับโรคระบาด ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงลำดับการทบทวนวรรณกรรม

จากภาพ 7 เป็นลำดับที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก

ในประเทศไทยมีนักวิจัยที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกดังจะเห็นได้จากผลงานวิจัยของ นภา รัชตะ และคณะ (Rachata, et al., 2008) ได้ทำการวิจัยระบบพยากรณ์ของโรคไข้เลือดออกโดยอัตโนมัติและความเสี่ยงการระบาดของโรคไข้เลือดออกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ซึ่งใช้พื้นที่ในการวิจัยคือจังหวัดเชียงราย โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ซึ่งปัจจัยที่ใช้วิจัย คือ จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก, ปริมาณน้ำสูงสุด, ปริมาณน้ำต่ำสุด, ปริมาณฝน, ความชื้นสัมพัทธ์ โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี 1999 – 2007 ซึ่งเก็บข้อมูลจำนวนผู้ป่วยและลักษณะอากาศเป็นรายสัปดาห์ โดยผลการวิจัยสรุปได้ว่า โมเดลการพยากรณ์มีความถูกต้องแม่นยำถึง 85.92% ต่อมาเสาวณิต สุขภารังษี (2542) ได้ศึกษาการพยากรณ์แนวโน้มของการเกิดโรคที่ต้องเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ซึ่งเป็นการวิจัยที่เน้นทางด้านการวิเคราะห์การใช้สูตรคำนวณทางสถิติ ไม่ได้ดำเนินการจัดทำเป็นระบบพัฒนาสารสนเทศเป็นเพียงการนำเทคนิคการพยากรณ์และทฤษฎีทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสรุปวิธีการพยากรณ์และตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ผู้ป่วยด้วยโรคที่ต้องเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา โดยใช้วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยเทคนิคบอซซ์และเจนนินส์ ซึ่งได้ผลการพยากรณ์ในระดับที่น่าพอใจ หลังจากนั้น เสรี นพรัตน์ (2543) ได้จัดทำระบบระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออกในจังหวัดอุดรธานี เพื่อศึกษาแนวโน้มการเกิดโรคไข้เลือดออกจำแนกตามกลุ่มอายุ การกระจายของโรคตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่และสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน ซึ่งได้ผลสรุปคือปัจจัยที่ส่งผลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกคืออุณหภูมิ

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศมีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก อิบราฮิม ในประเทศมาเลเซีย นักวิจัยชื่อ อิบราฮิม และคณะ (Ibrahim, et al., 2010) ได้ทำการวิจัยความเสี่ยงในผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกโดยใช้การวิเคราะห์เครือข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ของผู้ป่วยที่ติดเชื้อ เช่น อุณหภูมิของร่างกาย และปริมาณน้ำในร่างกาย จากการวิจัยได้ผลสรุปคือมีความถูกต้องในทำนาย 96.86% จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการวัดแนวโน้มและคาดการณ์ความเสี่ยงผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ในปีถัดมานักวิจัยชาวฝรั่งเศสชื่อ

มายเรียม การ์บี และคณะ (Gharbi, et al., 2011) ได้ทำการวิจัยการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) ของอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออกในประเทศฝรั่งเศส ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยคือ ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก, อุณหภูมิ, ปริมาณฝน, ลักษณะภูมิประเทศ และอาชีพ ผลการวิจัยสรุปว่ารูปแบบการใช้ตัวแปรสภาพภูมิอากาศเป็นตัวพยากรณ์ในประเทศฝรั่งเศสที่น่าเชื่อถือได้มากที่สุดคือใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือนในการพยากรณ์ของเดือนถัดไป ในปีเดียวกัน อารูล อาร์เนส (Earnest, et al., 2011) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบโมเดลทางสถิติเพื่อการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกและการแจ้งเตือนการระบาดของโรคในประเทศสิงคโปร์ โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ระหว่างปี ค.ศ. 2001-2008 ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่าแบบจำลอง K-H model พยากรณ์และแจ้งเตือนได้รวดเร็วกว่าแบบจำลอง ARIMA time series ในเวลาต่อมา ซาลิม ฟาติมา และคณะ (Fathima, et al., 2011) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยเทคนิค SVM และ Naives Bayes ในเมือง Chennai และ Tirunelveli ประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ซึ่งผลการวิจัยสรุปว่า SVM มีความสามารถในการทำนายการระบาดที่ถูกต้องมากกว่า Naives Bayes ในปี ค.ศ. 2012 นักวิจัยชื่อ นาซมุล คาริม และคณะ (Karim, et al., 2012) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศบังคลาเทศ โดยใช้อัตราแรงลม, จำนวนผู้ป่วย และจำนวนประชากรด้วยเทคนิค Multiple regression analysis ซึ่งผลสรุปของการวิจัยนี้คือ เทคนิค Multiple regression analysis มีความสามารถสูงในการหาปัจจัยการระบาด โดยการวิจัยนี้ นาซมุล คาริม และคณะ ได้ผลสรุปของการวิจัยคืออัตราแรงลมและความหนาแน่นของประชากรมีอิทธิพลโดยตรงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก

จากงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่าน ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบการใช้ปัจจัยต่างๆ ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออก

งานวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก จากการทบทวนวรรณกรรม
เสาวณิต สุขภารังษี นภา รัชตะ และคณะ	- จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก - จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก, ปริมาณน้ำสูงสุด, ปริมาณน้ำต่ำสุด, ปริมาณฝน, ความชื้นสัมพัทธ์
เสรี นพรัตน์	- อุณหภูมิกับปริมาณน้ำฝน, ความชื้น - สัมพัทธ์, จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
อิบราฮิม และคณะ	- อุณหภูมิของร่างกาย และปริมาณน้ำในร่างกาย
มายเรียม การ์บี และคณะ	- จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก, อุณหภูมิ, ปริมาณฝน
อารูล อาร์โนส	- ลักษณะภูมิประเทศ และอาชีพ
ชาลิ้ม ฟาติมา และคณะ	- จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
นาซมุล คาริม และคณะ	- อัตราแรงลม, จำนวนผู้ป่วย และจำนวนประชากร

2. เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก

มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการพัฒนาโมเดลและเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก เช่น เชอูดฮูรี และคณะ (Choudhury, et al., 2008) ใช้โมเดลอนุกรมเวลา (Time series) ในการพยากรณ์การเกิดการระบาดของไข้เลือดออกในประเทศบังคลาเทศ โมเดลอนุกรมเวลาจัดเป็นโมเดลเดียวกับ อีร์มา (ARIMA) ซึ่งสามารถให้พยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตได้ ต่อมาแอนนา แอล บัคซาส และคณะ (Buczak, et al., 2008) ได้ทำการวิจัยวิธีการทำนายการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศเปรู โดยใช้ทฤษฎี Fuzzy logic ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ผลสรุปคือได้โมเดลการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ต่อมา พอต และคณะ (Potts, et al., 2010) ได้ใช้ทฤษฎีแบบต้นไม้ (Decision Tree) เป็นโมเดลในการวิเคราะห์และจำแนกผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกขั้นรุนแรง (Severe) ออกจากผู้ป่วยที่ไม่รุนแรง (Mild) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่ได้ช่วยบรรเทา

ความรุนแรงการระบาดของโรคไข้เลือดออกแต่อย่างใด เนื่องจากเป็นเพียงการจำแนกกลุ่มผู้ป่วยอย่างเดียว ไม่มีการทำนายหรือให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเตรียมตัวของหน่วยงานต่อการรับมือการระบาดของโรคไข้เลือดออกแต่อย่างใด โดยมีสฐ และคณะ (Madhu, et al., 2010) นำเสนอแนวคิดในการนำเทคนิคคลังข้อมูลและเหมืองข้อมูลเข้ามาช่วยในการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับแพทย์เพื่อจำแนกคนไข้ที่ป่วยเป็นไข้เลือดออก ออกจากผู้ป่วยคนอื่นๆ ได้ แต่ข้อจำกัดของระบบนี้คือไม่สามารถใช้ในการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออกในอนาคตได้และไม่อนุญาตให้นายแพทย์สามารถดูข้อมูลแนวโน้มการระบาดของไข้เลือดออกหรือรายงานต่างๆ ได้ เช่น การสรุปผลผู้ป่วยไข้เลือดออกในไตรมาสแรก เป็นต้น

ส่วนระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) เพื่อช่วยบริหารจัดการโรคไข้เลือดออก เช่น การระบุพิกัดพื้นที่เกิดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกหรือพื้นที่เฝ้าระวังการระบาดของโรคโดยพิเศษรู้กับปติญญา (2549) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับระบาดวิทยา โดยได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการพัฒนาระบบเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวม เรียบเรียง และวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการเฝ้าระวัง โดยใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกและปักหมุดพื้นที่การระบาดโดยใช้โปรแกรม ArcViews ช่วยจัดการข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และใช้โปรแกรม Access ในการจัดการฐานข้อมูล แต่การพัฒนาระบบดังกล่าวยังไม่เป็นระบบออนไลน์ ส่วนรัชชัย สุขสาย (2551) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบาดวิทยาเช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้ได้จัดทำในลักษณะที่สามารถออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ตได้ หรือในรูปแบบ Internet GIS ซึ่งจะเห็นได้จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวไม่ได้นำข้อมูลที่มีอยู่มาจัดทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) มาใช้ทำนายหรือพยากรณ์แนวโน้มต่างๆ ซึ่งผู้ศึกษามีแนวคิดในการนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพยากรณ์หรือแนวโน้มของกลุ่มเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ซึ่งจากงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่าน ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบการใช้เทคนิคต่างๆ ในการพยากรณ์ของโรคไข้เลือดออก ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออก

งานวิจัย	เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ โรคไข้เลือดออกจากการทบทวนวรรณกรรม
แอนนา แอล บัคซาส และคณะ	Fuzzy logic
พอด และคณะ	Decision Trees
มัสซู และคณะ	Data Warehouse
พร้อมเพรียว และคณะ	ARIMA
คลุดฐิติ และคณะ	Time series
นภา รัชตะ และคณะ	Neural Network
อิบราฮิม และคณะ	Neural Network
มายเรียม การ์บี และคณะ	Time series
อารูล อาร์เนส	K-H model
ชาลิ้ม ฟาติมา และคณะ	SVM และ Naives Bayes
นาซมุล คาริม และคณะ	Multiple regression analysis

โดยจากการวิจัยทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยสามารถจำแนกปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังนี้

1. ปัจจัยด้านลักษณะทางประชากร คือ ปริมาณน้ำในร่างกาย
2. ปัจจัยด้านลักษณะของสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก, จำนวนผู้ป่วยไข้แดงก็, ลักษณะภูมิศาสตร์, อัตราแรงลม, ความสูงจากระดับน้ำทะเล, และปริมาณน้ำ

โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกระหว่างงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่านกับข้อมูลที่ผู้วิจัยใช้ในการพยากรณ์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกระหว่าง
งานวิจัยอื่นๆ และงานวิจัยที่นำเสนอ

ปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก จากการทบทวนวรรณกรรม	ปัจจัยที่ใช้สำหรับงานวิจัยที่นำเสนอ
1. อุณหภูมิ	1. อุณหภูมิ
2. จำนวนประชากร	2. จำนวนประชากร
3. อัตราแรงลม	3. ปริมาณน้ำฝน
4. ปริมาณน้ำในร่างกาย	4. ความชื้นสัมพัทธ์
5. ปริมาณน้ำฝน	5. จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
6. ความชื้นสัมพัทธ์	6. อัตราแรงลม
7. จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก	8. อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย (LAB)
8. ลักษณะภูมิประเทศ	9. อัตราการติดเชื้อของยุงลายตัวเมีย
	10. อัตราการติดเชื้อของยุงลายตัวผู้
	11. อัตราการติดเชื้อ (Dengue Type) ชนิด ต่างๆ ในผู้ป่วย
	12. ช่วงอายุ

จากการทบทวนวรรณกรรมผลงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่านที่ได้ทำการวิจัยค้นคว้าพบว่ามีการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โดยใช้จำนวนผู้ป่วยเป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรต้นที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกนั้น นักวิจัยส่วนใหญ่ใช้ปัจจัยเพียงไม่กี่ปัจจัยในการพยากรณ์ อาทิเช่น อุณหภูมิกับปริมาณฝน หรือจำนวนประชากรกับฤดูกาล

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระบบการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออกและการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่านกับระบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบงานวิจัยเกี่ยวกับระบบการพยากรณ์การระบาดของ
ไข้เลือดออกและการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูล (Web Service)

ชื่อผู้วิจัย	เปรียบเทียบระบบการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออกและ การให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูล (Web Service)		
	พยากรณ์การระบาด ในอนาคต	การรายงาน การระบาดไปยัง แต่ละพื้นที่และ ผู้เกี่ยวข้อง	การให้บริการและ การแลกเปลี่ยนข้อมูล (Web Service)
Peterson et al.(2005)	✓	✗	✗
Promprouet al.(2006)	✓	✗	✗
Husin et al.(2006)	✓	✗	✗
Choudhury et al.(2008)	✓	✗	✗
Wu et al. (2009)	✓	✗	✗
Aburas et al.(2010)	✓	✗	✗
Potts et al. (2010)	✗	✗	✗
Madhu et al. (2010)	✗	✗	✗
Gerardi et al. (2011)	✓	✗	✗
เสาวณิต สุขภำรงษี	✗	✗	✗
สรวงสุดา คงมั่ง	✓	✗	✗
สำนักงานระบาดวิทยา	✓	✗	✗
วิธีการที่นำเสนอ	✓	✓	✓

จากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยสามารถสรุปปัจจัยการพยากรณ์, เทคนิคการพยากรณ์, ระบบการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออก และการให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Web Service) ได้ดังนี้

1. ระบบที่นักวิจัยหลายๆ ท่านได้ทำการวิจัยยังใช้ปัจจัยเดิมๆ ในการพยากรณ์ ยังไม่มีปัจจัยใหม่ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการพยากรณ์ให้มีความถูกต้องแม่นยำที่สูง
2. ระบบที่นักวิจัยหลายๆ ท่านได้ทำการวิจัยมีข้อจำกัดในส่วนของการให้ข้อมูลเพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ เช่น การส่งรายงานการระบาดไปยังพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก เพื่อให้แต่ละพื้นที่ได้ใช้ข้อมูลในการบริหารจัดการด้านต่างๆ ได้ครบถ้วนและทันต่อเวลา

3. ระบบที่นักวิจัยหลายๆ ท่านได้ทำการวิจัยมีข้อจำกัดในส่วนของการไม่สามารถให้ผู้ใช้งานเลือกดูข้อมูลในส่วนของผู้ใช้สนใจและไม่สามารถสรุปรายงานออกเป็นข้อๆ ตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้

4. ระบบที่นักวิจัยหลายๆ ท่านได้ทำการวิจัยมีข้อจำกัดในด้านของการไม่มีการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูล (Web Service)

2. ระบบสารสนเทศกับโรคระบาด

มีหลายหน่วยงานและนักวิจัยหลายท่านได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจบริหารจัดการกับโรคระบาด

ในประเทศไทย เช่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ได้พัฒนาเว็บสารสนเทศสุขภาพไทยเพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารและปฏิบัติงาน โดยระบบมีข้อดีคือสามารถทำงานแบบออนไลน์ (HISO) แต่ระบบมีข้อมูลที่ยังไม่เป็นปัจจุบันและไม่เฉพาะเจาะจงเฉพาะสำหรับโรคไข้เลือดออก ส่วนสำนักโรคระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้พัฒนาระบบเฝ้าระวังโรคโรคติดต่อ R506 (รง506) ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลในการตัดสินใจ โดยใช้เป็นแบบในการกรอกข้อมูลและรายงานข้อมูลการระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งใช้ฐานข้อมูล Access ข้อดีของระบบคือเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับโรคระบาด แต่ข้อเสียคือเป็นระบบปิด ทางด้านศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ปลัดกระทรวงสาธารณสุข ได้พัฒนาระบบ HDC ซึ่งเป็นระบบที่สนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งานทุกระดับในกระทรวงสาธารณสุข โดยดึงข้อมูลมาจาก 43 แฟ้มหลัก ซึ่งระบบมีข้อดีคือสามารถทำงานได้บนทุกอุปกรณ์ (responsive web) แต่ระบบยังมีข้อเสียที่ระบบยังเป็นภาพรวมไม่เฉพาะเจาะจงและไม่สามารถพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคได้ ทางด้านศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้พัฒนาโปรแกรมบันทึกข้อมูลสุขภาพครอบครัว (Family Folder Collector: FFC) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) บนแท็บเล็ต โดยโปรแกรมถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับฐานข้อมูล โปรแกรมระบบงานโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และศูนย์สุขภาพชุมชน JHCIS เพื่ออำนวยความสะดวกให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ รพ.สต.นำไปใช้เยี่ยมบ้าน คัดกรองโรคสำรวจพิกัดบ้าน สถานที่สำคัญ ในชุมชน ลดปัญหาการกรอกข้อมูลซ้ำซ้อน และส่งเสริมการทำงานเชิงรุกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีคุณสมบัติที่โดดเด่นในการจัดเก็บข้อมูลสุขภาพ ซึ่งระบบนี้มีข้อเด่นคือสามารถปักจุดบ้านที่มีผู้ป่วยโรคระบาดเพื่อช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจและเฝ้าระวังการระบาดของโรค แต่ระบบนี้ไม่สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการหรือทุกอุปกรณ์ ต่อมา เอกรัตน์ บุญเชียง และคณะ (Boonchieng, et al., 2014) ได้พัฒนาระบบ mHealth ในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพของประชาชนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้ระบบคลาวด์ กรณีศึกษาอำเภอสารภีจังหวัดเชียงใหม่ ข้อดีของระบบที่ช่วยการสนับสนุนการตัดสินใจคือสามารถ รู้พิกัดหรือพื้นที่แหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย แต่ระบบค่อนข้างมีปัญหาและยังไม่สมบูรณ์อีกทั้ง ระบบยังไม่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับโรคระบาด

ในต่างประเทศมีนักวิจัยหลายท่านที่ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยสนับสนุนในการจัดการกับการระบาดของโรค อาทิเช่น อัลซาร์ และคณะ (Afzal, et al., 2011) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศการสนับสนุนสำหรับการสร้างแบบจำลองการแพร่ระบาดของโรคและการประเมินผล การตอบสนองของการแพร่ระบาดของโรคเชิงพื้นที่ซึ่งใช้พื้นที่รัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่ในการแพร่ระบาดของโรคเช่นพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคเป็นสีแดง พื้นที่เฝ้าระวังเป็นสีเขียว ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ ด้านสาธารณสุขใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังระบาดของโรค ซึ่งระบบนี้เป็นระบบที่ใช้งานแบบ เครื่องเดียว ต่อมาเซียงยุน และคณะ (Shuangyun, et al., 2013) ได้พัฒนาระบบช่วยสนับสนุน การตัดสินใจในการจัดการผู้ป่วยโรคเอดส์ในเมืองคุนหมิง ประเทศจีน โดยสร้างระบบนี้ขึ้นมาเพื่อ ใช้เป็นข้อมูลในการช่วยเหลือและกำกับดูแลผู้ป่วยเอดส์และเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันการ แพร่กระจายของโรคโดยบันทึกที่ผู้ป่วยที่แสดงตน ซึ่งระบบนี้เป็นที่ยอมรับและใช้ประโยชน์ ในการดูแลและส่งต่อผู้ป่วยเอดส์เวลาต้องดูแลด่วน หลังจากนั้นแทตเกียร์ และคณะ (Tazkia, et al., 2015) ได้พัฒนาระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการระบาดของโรคไข้เลือดออก ทำนายโดยใช้ระบบแจ้งเตือนการระบาดของโรคผ่านระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศโดยใช้พื้นที่ กรุงเทพมหานคร ประเทศอินโดนีเซีย ผลการพัฒนาคือระบบที่พัฒนาขึ้นไม่ได้รับความร่วมมือจาก หลายๆ ภาคส่วนและข้อมูลที่น่าเข้าระบบไม่มีความถูกต้องเท่าที่ควร จึงทำให้ระบบไม่ได้ช่วย สนับสนุนการตัดสินใจได้เท่าที่ควรคือไม่สามารถพยากรณ์พื้นที่การระบาดได้ถูกต้อง ต่อมา กอนซาเลส และคณะ (Gonzalez, et al., 2015) ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการพยากรณ์โรค ไข้เลือดออกด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้พื้นที่ประเทศปารากวัยซึ่งเป็นระบบที่ ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ในระบาดการระบาดของโรคไข้เลือดออกสำหรับเจ้าหน้าที่ สาธารณสุขโดยทำงานได้เฉพาะระบบปฏิบัติการวินโดวส์เท่านั้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้พบว่ายังไม่มีงานวิจัยของ นักวิจัยท่านใดใช้ปัจจัยใหม่ในการสร้างโมเดลการพยากรณ์ ซึ่งการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้ปัจจัยใหม่ใน การพยากรณ์และศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ พร้อมทั้งพัฒนาให้ ระบบสามารถทำงานได้บนทุกระบบปฏิบัติการหรือทุกอุปกรณ์

สรุปเนื้อหาประจำบท

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการวิจัยเรื่อง การใช้วิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ สำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก นั้น ผู้วิจัยได้พบว่ายังไม่มียานวิจัยของนักวิจัยท่านใดใช้ปัจจัยใหม่ในการสร้างโมเดลการพยากรณ์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้ปัจจัยใหม่ในการพยากรณ์และศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลแบบโครงข่ายประสาทเทียม พร้อมทั้งออกแบบฐานข้อมูลแบบคลังข้อมูลและพัฒนาให้ระบบสามารถทำงานได้บนทุกระบบปฏิบัติการหรือทุกอุปกรณ์ด้วยวิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ



บทที่ 3

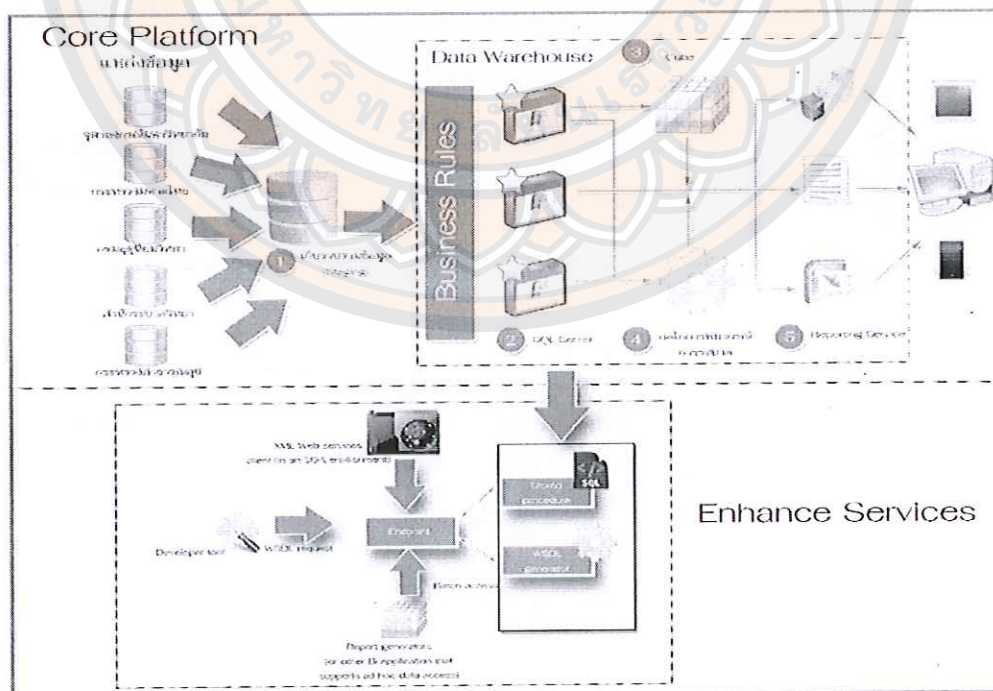
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ตลอดจนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้สำหรับการทำวิจัยและในบทนี้ผู้วิจัยได้นำเอาความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อการวิจัยเรื่อง การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. กรอบแนวคิดที่ใช้การวิจัย
2. การวิเคราะห์และการออกแบบระบบระบบ
3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

โดยมีรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพ 8 กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากภาพ 8 กรอบแนวคิดของการวิจัยการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ

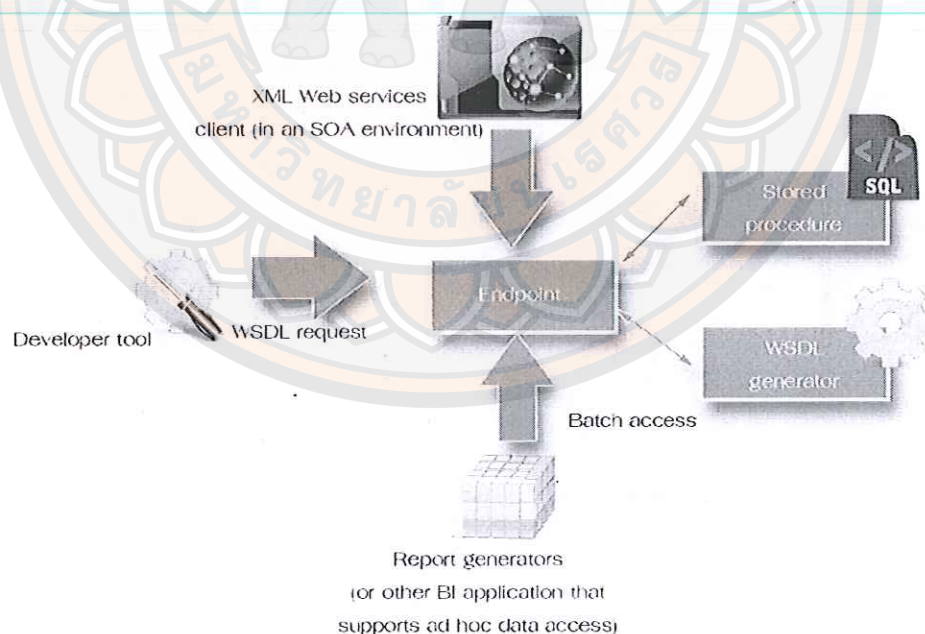
1. ส่วนแกนหลัก (Core Platform)

ส่วนแกนหลัก คือ ส่วนที่เก็บคลังข้อมูล (Data Warehouse) และพยากรณ์ (Forecast) ของกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 8 ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้

- 1.1 หมายเลข 1 รวบรวมข้อมูล (Staging)
- 1.2 หมายเลข 2 SQL Server
- 1.3 หมายเลข 3 Cube
- 1.4 หมายเลข 4 กลไกการพยากรณ์การระบาด
- 1.5 หมายเลข 5 รายงาน (Reporting Service)

2. ส่วนเสริม (Enhance Services)

ส่วนเสริม คือ ส่วนที่ให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย (Web Service) ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงส่วนเสริม (Enhance Services)

ที่มา: Microsoft SQL Server, 2008

จากภาพ 9 แสดงส่วนเสริม (Enhance Services) โดยเมื่อเครื่องลูกข่ายต้องการใช้บริการข้อมูลและได้ดำเนินการร้องขอข้อมูลมาในรูปแบบของคำสั่ง XML ใน SQL Server เมื่อ HTTP endpoint ส่งคำสั่งการร้องขอขึ้นที่เซิร์ฟเวอร์ปลายทาง โดย HTTP-based มีหน้าที่ตรวจสอบคำสั่งของการร้องขอ หลังจากนั้น HTTP endpoint จะสร้างวิธีการจัดเก็บหรือฟังก์ชันที่ Server กำหนด โดยสามารถเพิ่มหรือให้บริการแก่คำสั่งที่ร้องขอ โดยคำสั่งนี้สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อ HTTP endpoint ทั้งสร้างหรือปรับปรุง ซึ่งขั้นตอนการทำงานและฟังก์ชันต่างๆ ได้ถูกออกแบบมาในรูปแบบการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกันซึ่งสามารถเรียกใช้บริการข้อมูลผ่านเว็บ โดย Web Service สามารถอธิบายได้โดยใช้รูปแบบ WSDL รูปแบบ WSDL ถูกสร้างขึ้นโดย SQL Server และส่งกลับไปยังลูกข่าย SOAP เพื่อ endpoints HTTP ใดๆ ที่ WSDL มีการใช้งานตามที่แสดงในภาพ 9 ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ WSDL สามารถแก้ไขคำสั่งได้ด้วยตัวเอง โดยส่งคำสั่งไปที่ SQL Server เลือก HTTP endpoint ที่ต้องการ หลังจากนั้น WSD ก็กำหนดค่าให้ได้คำตอบตามที่ได้ร้องขอ

จากกรอบแนวคิดของการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งกรอบแนวคิดออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดมาประยุกต์เข้ากับทฤษฎีและขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) มาใช้ในการดำเนินการวิจัยควบคู่กับวิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence)

การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและออกแบบระบบ

การวิจัยปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยได้นำหลักการการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศในยุคปัจจุบัน (System Analysis & Design in the Modern) (ไกรศักดิ์ เกษร, 2556) มาใช้เพื่อกำหนดขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบการวิจัยปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก เพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินการวิจัยและตรวจสอบกลับของข้อมูล

2. ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

2.1 ผู้ดูแลระบบระบบสามารถจัดการผู้ใช้งานโดยกำหนดและเปลี่ยนแปลงสิทธิ์การใช้งานได้รวมทั้งการบริหารจัดการผู้ใช้งาน (User) ได้ทั้งหมด

2.2 ผู้บริหารสามารถดูผลรายงานได้ทั้งหมดโดยภาพรวมหรือแยกรายจังหวัด หรือรายอำเภอ เกี่ยวกับการเฝ้าระวังหรือป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออก และการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

จากภาพ 10 มีขั้นตอนระบบการทำงานดังนี้ เมื่อเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกก็จะมีการรายงานการระบาดไปเป็นลำดับขั้นโดยจะเป็นการรายงานจากระดับปฏิบัติการไปสู่ระดับผู้บริหารไประดับขั้นขึ้นไป และการจัดสรรงบประมาณก็จะเป็นการจัดสรรจากส่วนกลางมาสู่ส่วนพื้นที่ โดยจะต้องดำเนินการมี 2 ประเด็นดังนี้

1. ถ้าเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก ส่วนพื้นที่ก็จะรายงานการระบาดไปตามลำดับจนถึงส่วนกลาง และในการรักษาถ้าไม่มีบุคลากรและเวชภัณฑ์ในการรักษา ก็จะส่งผู้ป่วยต่อไปยังสถานบริการระดับที่สูงต่อไป โดยส่วนพื้นที่จะไม่มีการสำรองเวชภัณฑ์ เพราะไม่มีข้อมูลหรือการพยากรณ์ให้จัดเก็บเวชภัณฑ์ไว้เพื่อรักษาโรคไข้เลือดออกที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต หรือถ้าส่วนพื้นที่ห่างไกลจากสถานบริการระดับสูง ถ้าไม่มีเวชภัณฑ์ในการรักษา กว่าที่จะดำเนินการส่งต่อผู้ป่วยไปยังสถานบริการระดับสูง อาจจะทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตระหว่างการส่งต่อ

2. ถ้ามีการจัดสรรงบประมาณจากส่วนกลางมาสู่ส่วนพื้นที่จะเป็นการจัดสรรงบประมาณแบบรวมๆ แล้วมาให้ส่วนพื้นที่จัดสรรซื้อเวชภัณฑ์ตามโรคที่อุบัติขึ้นบ่อยๆ ให้ประชาชนส่วนมากที่ป่วยเป็นโรคนั้น โดยไม่มีการสำรองเวชภัณฑ์ไว้สำหรับรักษาโรคที่ไม่เกิดขึ้นเป็นประจำแต่มีอันตรายสูง

จากการศึกษาการทำงานในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้เห็นว่าระบบงานไม่สามารถติดตามและบริหารจัดการกับข้อมูลได้ จึงต้องมีการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกให้มีประสิทธิภาพ

5. ผลจากการศึกษาความต้องการของระบบงานใหม่

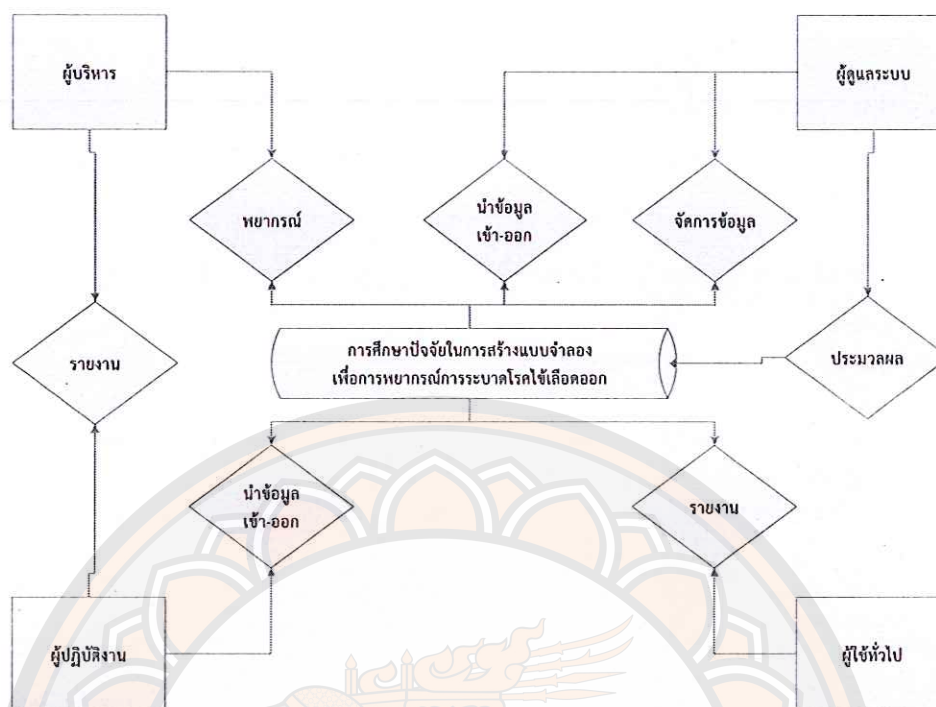
จากการศึกษาความต้องการของระบบงาน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสอบถามความต้องการของเจ้าพนักงานสาธารณสุข, พยาบาล, เภสัชกร, นายแพทย์, สาธารณสุขอำเภอ, นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัด, ผู้อำนวยการสำนักงานหลักประกันสุขภาพและผู้ตรวจราชการสาธารณสุข สรุปมีความต้องการของระบบดังต่อไปนี้

5.1 มีการจัดการผู้เข้าใช้งาน

5.2 การพยากรณ์ เช่น การระบาดของโรค

5.3 สามารถนำข้อมูลเข้า-ส่งข้อมูลออก จากไฟล์ต่างๆ เช่น Excel, CSV, Text

5.4 รายงาน มีการนำเสนอรายงานที่มีความหลากหลายและเข้าใจง่าย และสามารถช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจได้



ภาพ 11 แสดงความต้องการของระบบงานใหม่

จากภาพ 11 ความต้องการของระบบงานใหม่ เมื่อผู้ปฏิบัติงานในชุมชนตรวจพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกก็จะป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นระบบก็จะนำข้อมูลเข้ากระบวนการประมวลผล แล้วทำการพยากรณ์ (Forecasting), ออกรายงาน (Report) เพื่อให้ผู้บริหารใช้ประกอบการตัดสินใจจัดสรรงบประมาณไปยังแต่ละภาคส่วน เพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการด้านต่างๆเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออก หลังจากนั้นผู้ปฏิบัติงานในชุมชนก็จะออกรายงานด้านต่างๆเพื่อส่งต่อให้ผู้บริหารของกระทรวงสาธารณสุขแต่ละลำดับชั้นเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดสรรงบประมาณลงมาให้พื้นที่เพื่อที่พื้นที่จะนำไปใช้ในการบริหารจัดการโรคไข้เลือดออก ส่วนสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) รับนโยบายจากผู้บริหารกระทรวงสาธารณสุขมาบริหารจัดการเกี่ยวกับจำนวนงบประมาณให้กับแต่ละพื้นที่เมื่อเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก

6. ผลจากการวิเคราะห์ระบบงานใหม่

จากการศึกษาความต้องการของระบบ เรื่อง การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยได้เลือกวิเคราะห์และออกแบบระบบตามแนวคิดใหม่ (Modern System Analysis and Design) ประกอบด้วย

6.1 กำหนดบริบท (Context Description) เป็นการกำหนดบริบท ประกอบด้วย

ข้อมูล 3 ส่วน คือ

6.1.1 บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ (List of Boundary)

- 1) ผู้ดูแลระบบ
- 2) ผู้ปฏิบัติงาน
- 3) ผู้บริหาร
- 4) ผู้ใช้ทั่วไป

6.1.2 แฟ้มข้อมูล (List of Data)

- 1) ข้อมูลเพื่อการพยากรณ์
- 2) ข้อมูลผู้ป่วย
- 3) ข้อมูลผู้ใช้งานสิทธิการใช้งาน
- 4) ข้อมูลอุณหภูมิ
- 5) ข้อมูลปริมาณฝน
- 6) ข้อมูลสิทธิการรักษา
- 7) ข้อมูลฤดูกาล
- 8) ข้อมูลเวลา
- 9) ข้อมูลอัตราการแพร่เชื้อ
- 10) ข้อมูลโรงพยาบาล
- 11) ข้อมูลบุคลากรทางสาธารณสุข
- 12) ข้อมูลเวชภัณฑ์
- 13) ข้อมูลอัตราแรงลม
- 14) ข้อมูลตำบล
- 15) ข้อมูลอำเภอ
- 16) ข้อมูลจังหวัด
- 17) ข้อมูลจำนวนประชากร
- 18) ข้อมูลงบประมาณ
- 19) ข้อมูลลูกน้ำยุงลาย
- 20) ข้อมูลภูมิภาค
- 21) ข้อมูลผู้ใช้งาน

22) ข้อมูลความขึ้นสัมพัทธ์

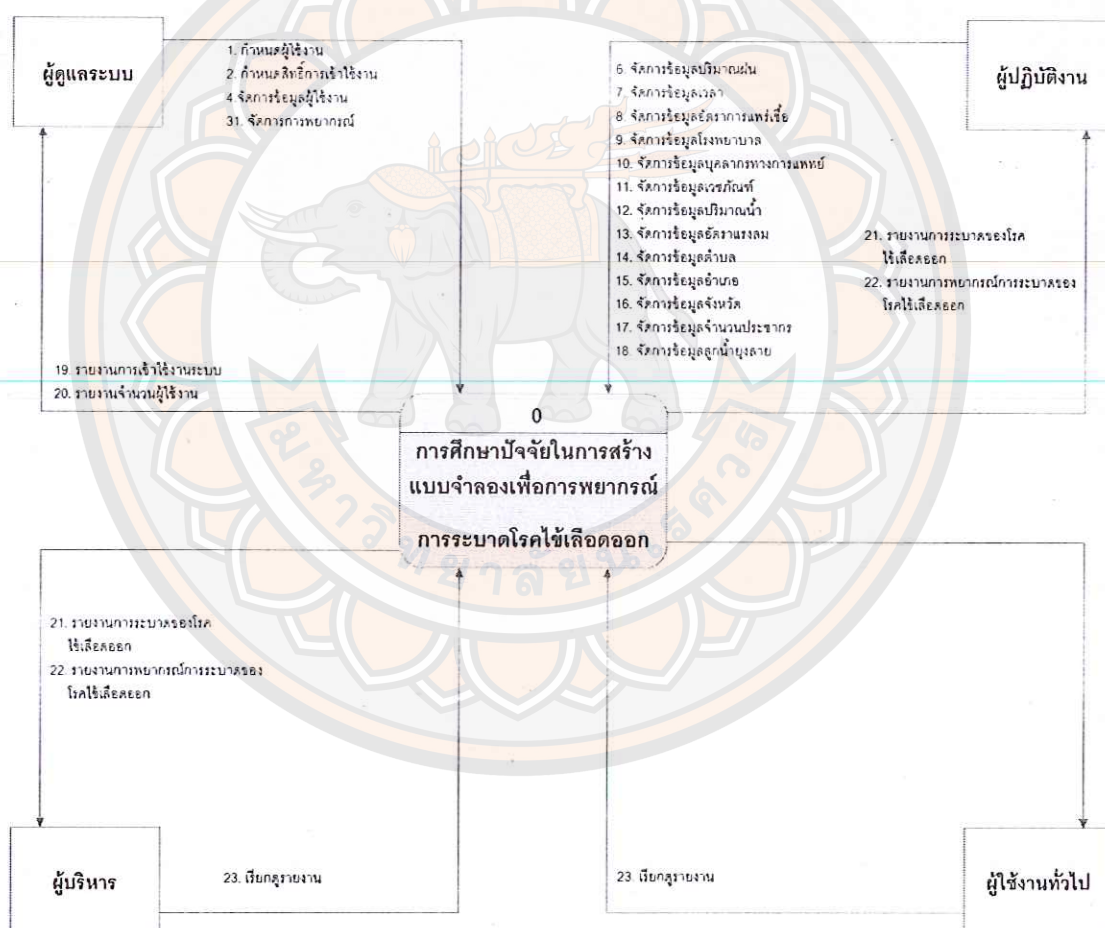
6.1.3 กิจกรรมที่ทำ (List of Process)

- 1) กำหนดผู้ใช้งาน
- 2) กำหนดสิทธิผู้ใช้งาน
- 3) รายงานผู้ไ้ระบบ
- 4) จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน
- 5) รายงานจำนวนผู้ใช้งาน
- 6) จัดการข้อมูลผู้ป่วย
- 7) จัดการข้อมูลโรคไข้เลือดออก
- 8) จัดการข้อมูลอุณหภูมิ
- 9) จัดการข้อมูลปริมาณฝน
- 10) จัดการข้อมูลสิทธิการรักษา
- 11) จัดการข้อมูลเวลา
- 12) จัดการข้อมูลอัตราการแพร่เชื้อ
- 13) จัดการข้อมูลโรงพยาบาล
- 14) จัดการข้อมูลบุคลากรทางการแพทย์
- 15) จัดการข้อมูลเวชภัณฑ์
- 16) จัดการข้อมูลปริมาณน้ำ
- 17) จัดการข้อมูลอัตราแรงลม
- 18) จัดการข้อมูลตำบล
- 19) จัดการข้อมูลอำเภอ
- 20) จัดการข้อมูลจังหวัด
- 21) จัดการข้อมูลจำนวนประชากร
- 22) เรียกดูรายงาน
- 23) จัดสรรงบประมาณ
- 23) อนุมัติจัดสรรงบประมาณ
- 24) รายงานการระบาดของโรคไข้เลือดออก
- 25) รายงานการจัดสรรงบประมาณ
- 26) รายงานการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

- 27) รายงานการพยากรณ์การจัดสรรงบประมาณ
- 28) รายงานการพยากรณ์การสำรองเวชภัณฑ์
- 29) รายงานการพยากรณ์จำนวนบุคลากรสาธารณสุขในการจัดการโรค
- 30) จัดการการพยากรณ์
- 31) จัดการข้อมูลลูกค้ายุ่งลาย

6.2 แผนภาพโครงสร้างบริบท (Context Diagram)

แผนภาพโครงสร้างบริบท (Context Diagram) การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังภาพ 12

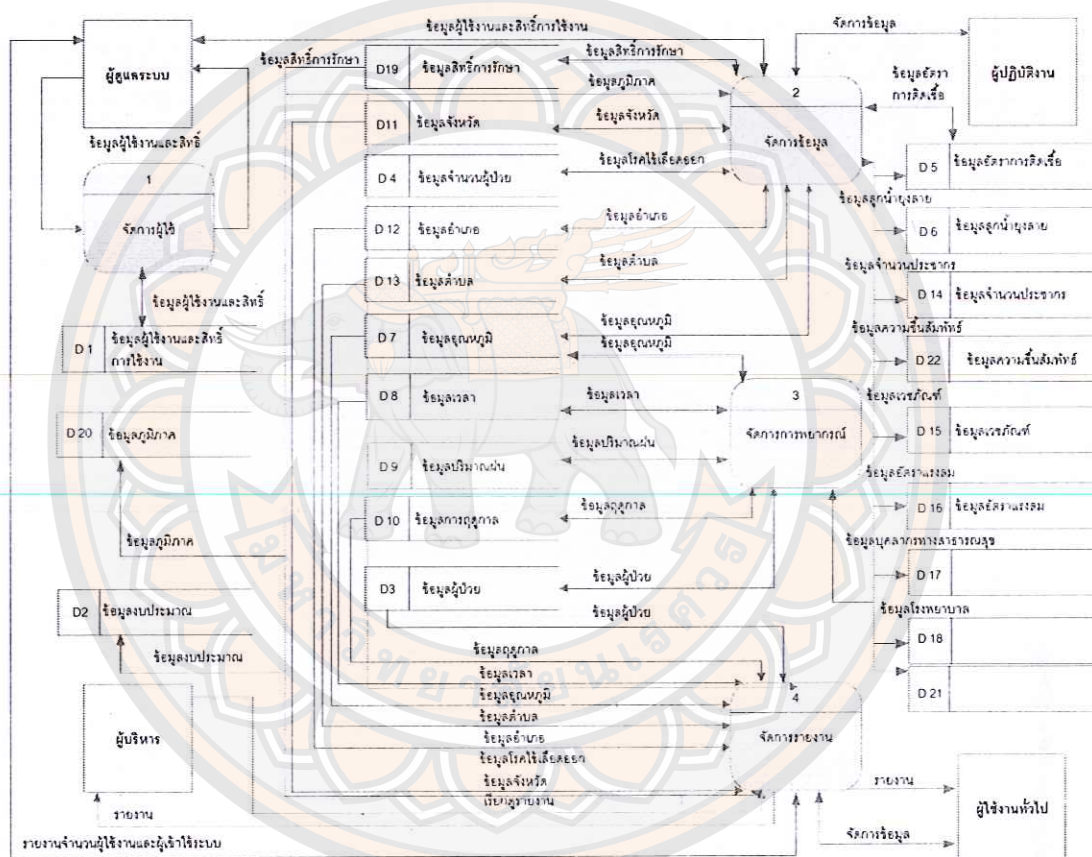


ภาพ 12 แสดงโครงสร้างบริบท (Context Diagram) การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

จากภาพ 12 แสดงผังบริบท (Context Diagram) การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกซึ่งประกอบผู้ใช้งาน 4 กลุ่มคือ ผู้ดูแลระบบ, ผู้บริหาร, ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ใช้งานทั่วไป

6.3 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow Diagram)

Data Flow Diagram Level 0 คือ ภาพรวมผังแสดงการไหลของข้อมูลของระบบการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังภาพ 13

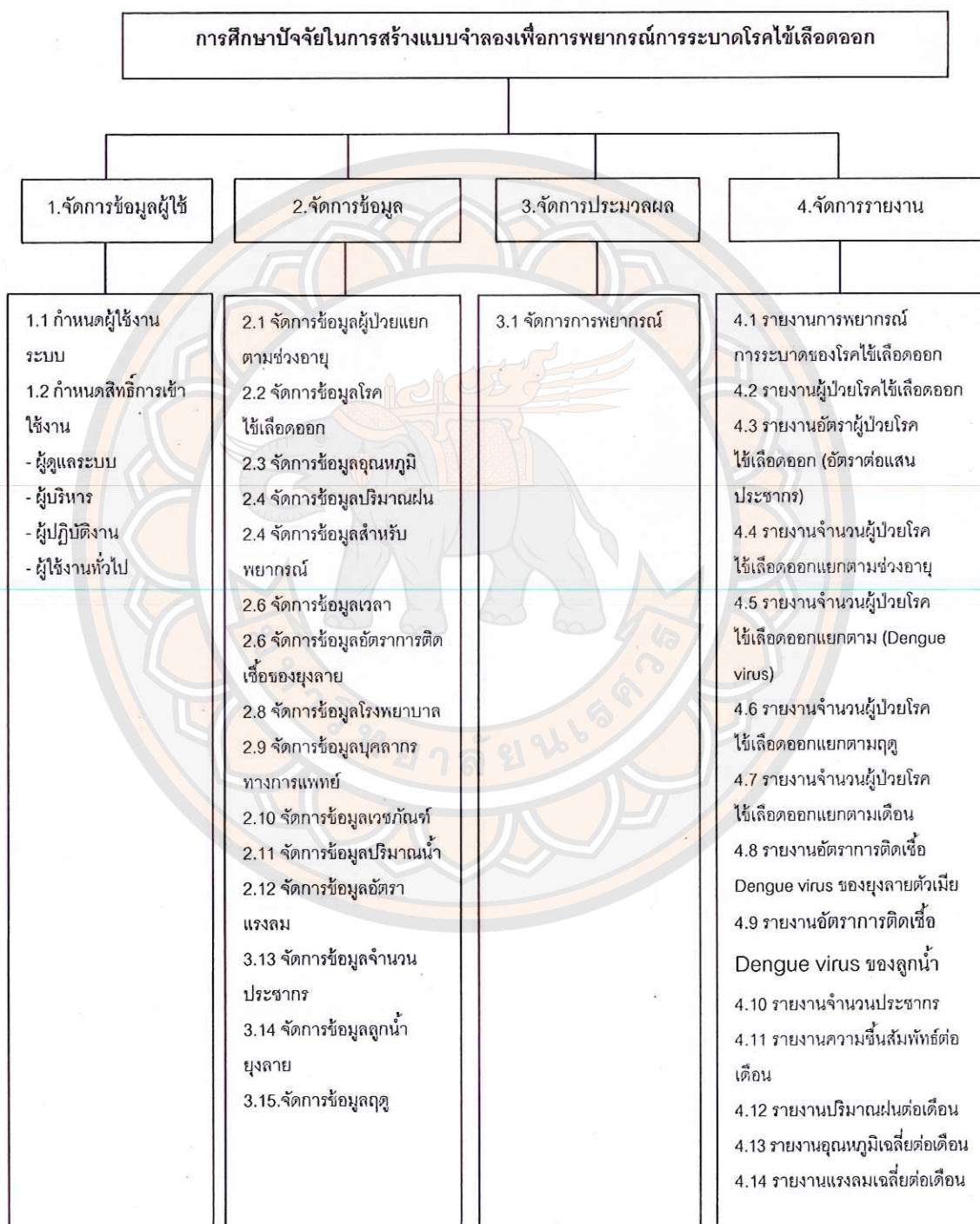


ภาพ 13 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 1)

จากภาพ 13 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 1) การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

6.4 แผนภาพลำดับชั้นการทำงาน (Process Hierarchy Chart)

แผนภาพลำดับชั้นการทำงานของการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อ
การพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังภาพ 14

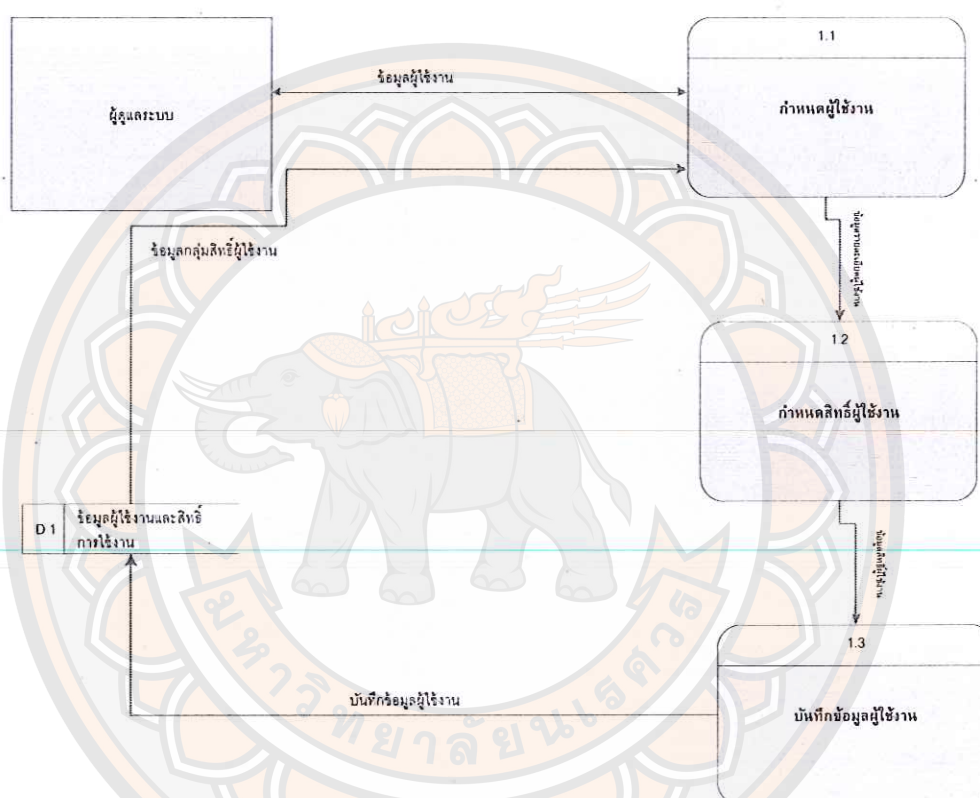


ภาพ 14 แผนภาพลำดับชั้นการทำงาน (Process Hierarchy Chart)

จากภาพ 14 แสดงภาพลำดับชั้นการทำงาน (Process Hierarchy Chart) ของ การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

6.5 แผนภาพกระบวนการทำงานย่อยของระบบ (Process)

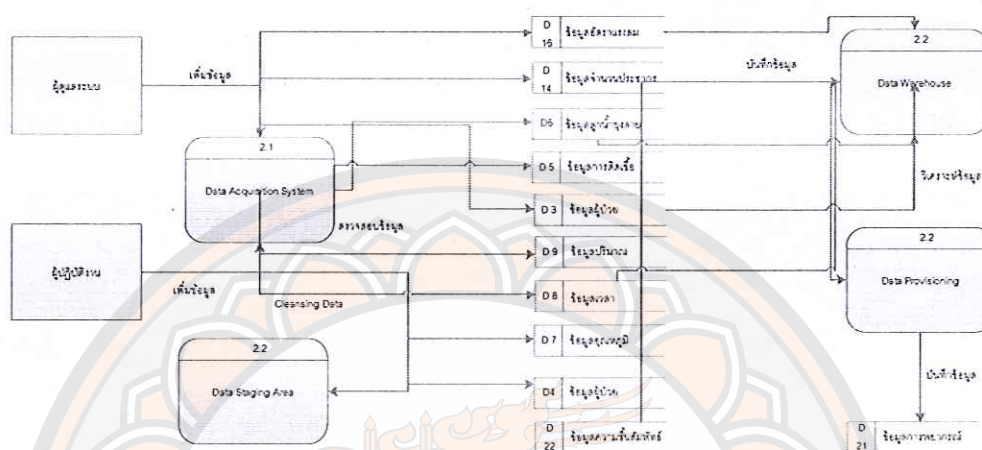
ผู้วิจัยลำดับการทำงานย่อยของระบบ (Process) หลักในระบบ ซึ่งประกอบด้วย Process ย่อย 5 Process ด้วยกัน ดังนี้



ภาพ 15 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process1)

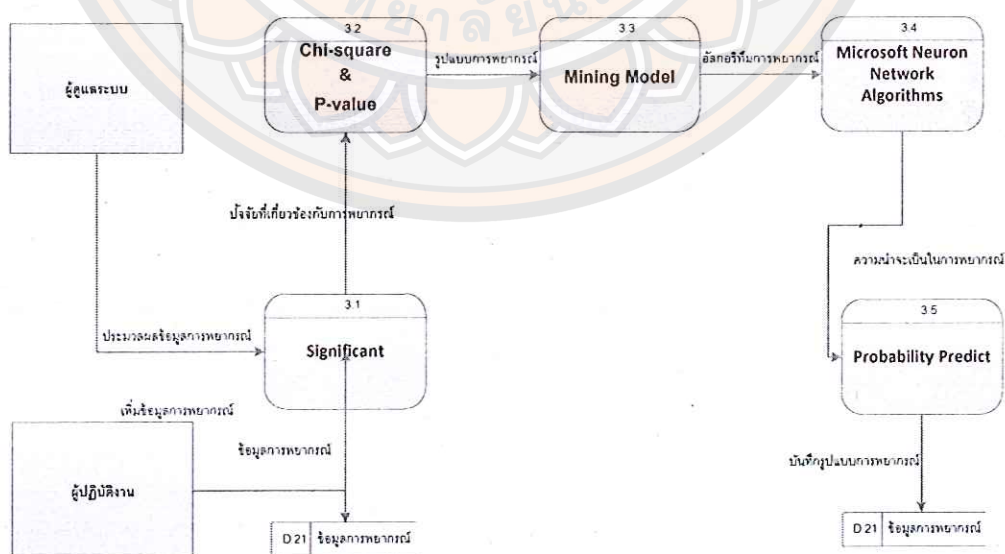
จากภาพ 15 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process1) Process 1 การจัดการผู้ใช้งานเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้เป็นแบบในการพัฒนาระบบเพื่อจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เริ่มตั้งแต่การสมัครสมาชิกของผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสมัครผ่านระบบเข้ามาเอง และการเพิ่มผู้ใช้งานโดยผู้ดูแลระบบเป็นผู้กำหนด หลังจากผู้ดูแลระบบจะกำหนดสิทธิ์การใช้งาน เช่น ผู้ใช้ทั่วไป, ผู้ปฏิบัติงาน, ผู้บริหาร และผู้ดูแลระบบ

Process 2 จัดการข้อมูลเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้เพื่อเป็นแบบในการพัฒนาระบบเพื่อจัดการข้อมูลสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ โดยเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล การส่งต่อข้อมูลไปยังคลังข้อมูล



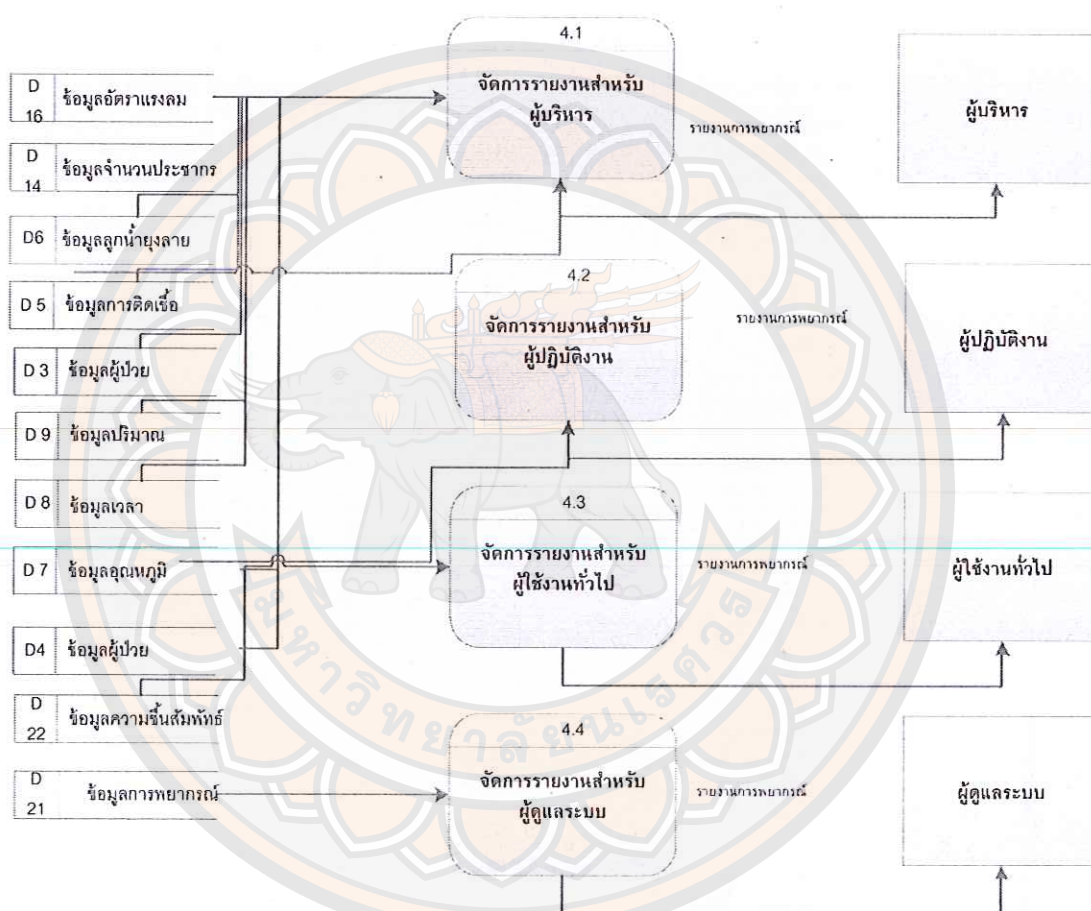
ภาพ 16 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process 2) การจัดการข้อมูล

จากภาพ 16 Process 2 จัดการข้อมูลเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้เพื่อเป็นแบบในการพัฒนาระบบเพื่อจัดการข้อมูลสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ โดยเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล การส่งต่อข้อมูลไปยังคลังข้อมูล



ภาพ 17 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process 3) การจัดการการพยากรณ์

จากภาพ 17 Process 3 การจัดการการพยากรณ์เป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้เพื่อเป็นแบบในการสร้างแบบจำลองและหาปัจจัย (Significant) เพื่อการพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูลด้วยวิธีไมโครซอฟต์โครงข่ายประสาทเทียมอัลกอริทึม (Microsoft Neural Network Algorithms) เมื่อได้รูปแบบและปัจจัยที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ ผู้วิจัยก็จะนำรูปแบบที่ได้ไปพัฒนาระบบต่อไป

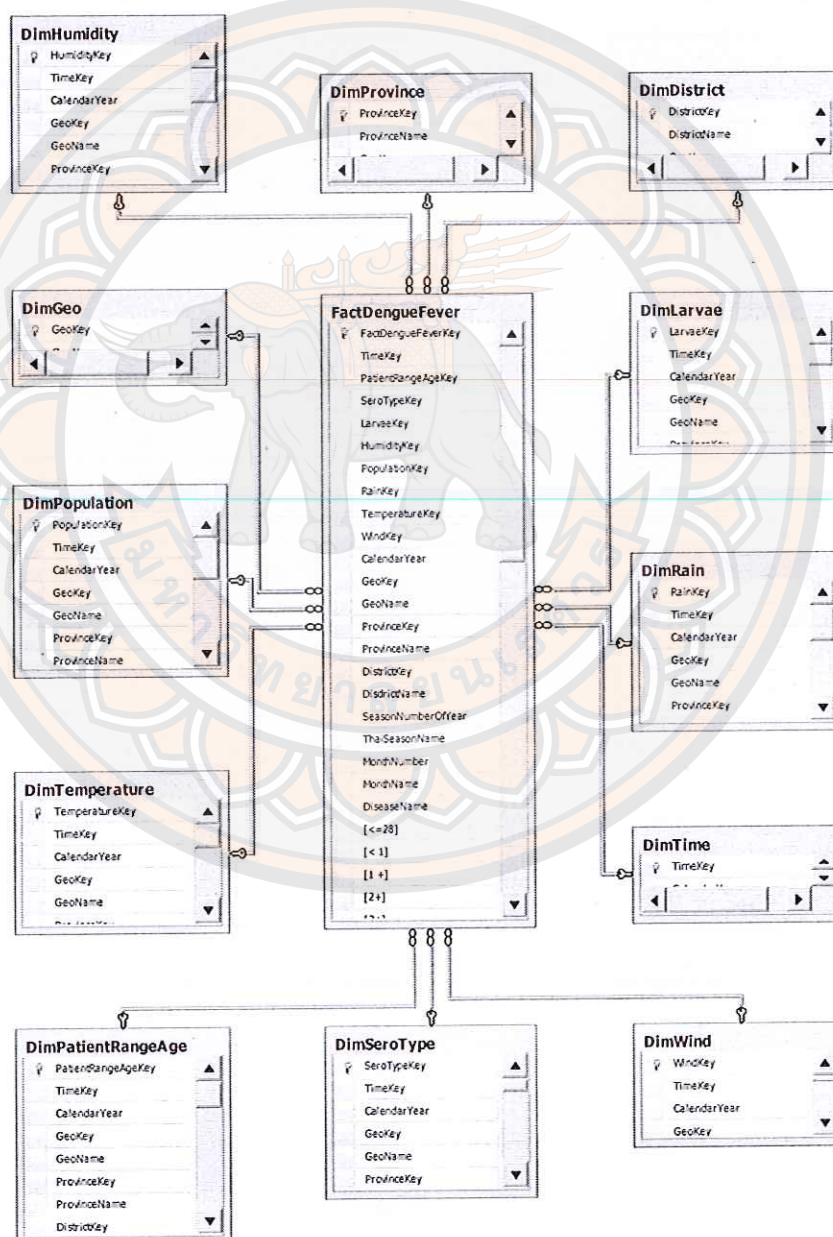


ภาพ 18 แผนภาพกระแสข้อมูล (DFD Level 2 Process 4) การจัดการรายงาน

จากภาพ 18 Process 4 จัดการรายงานเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้ออกรายงานให้ตรงกับความต้องการกับผู้ใช้ระบบ เช่น รายงานสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป, รายงานสำหรับผู้ปฏิบัติงาน, รายงานสำหรับผู้ดูแลระบบ และรายงานสำหรับผู้บริหาร

6.6 การออกแบบฐานข้อมูล (Data Design)

ผู้วิจัยได้ออกแบบและจำลองข้อมูลสำหรับคลังข้อมูล (Data Warehouse) โดยใช้รูปแบบฐานข้อมูลแบบมิติ (Dimensional Data Model) ซึ่งประกอบด้วย Measure, Dimension, Facts and Fact Table โดยมี Fact Table ขนาดใหญ่เพียงหนึ่งเดียวอยู่ตรงกลางและมี Dimension Table จำนวนหนึ่งอยู่รายรอบเพื่อกำหนดมุมมองที่จะมีต่อ Measure ใน Fact Table (Star Schema) โดยได้แสดงความสัมพันธ์ดังภาพ 19



ภาพ 19 โครงสร้างแบบดาว (Star Schema)

จากภาพ 19 แสดงโครงสร้างแบบดาว (Star Schema) ของการศึกษาศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

6.7 คำอธิบายข้อมูล (Data Dictionary)

ตาราง 6 แสดง DimBudget ข้อมูลงบประมาณ

Fields	Type	Description
BudgetKey	int	รหัสข้อมูลงบประมาณ
TimeKey	int	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
FundingName	nvarchar(255)	ชื่องบประมาณ/กองทุน
Budget	numeric(20, 2)	จำนวนงบประมาณ

ตาราง 7 แสดง DimDistrict ข้อมูลอำเภอ

Fields	Type	Description
DistrictKey	int	รหัสข้อมูลอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค

ตาราง 8 แสดง DimGeo ข้อมูลภูมิภาค

Fields	Type	Description
GeoKey	int	รหัสข้อมูลภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค

ตาราง 9 แสดง DimGeoGraphy ข้อมูลอาชีพและลักษณะภูมิประเทศ

Fields	Type	Description
GeoGraphyKey	int	รหัสข้อมูลอาชีพและลักษณะภูมิประเทศ
GeoGraphyType	nvarchar(255)	ลักษณะภูมิประเทศ
PeopleCareer	nvarchar(255)	อาชีพของประชากร
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค

ตาราง 10 แสดง DimHumidity ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์

Fields	Type	Description
HumidityKey	int	รหัสข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู

ตาราง 10 (ต่อ)

Fields	Type	Description
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
AverageHumidity	numeric(10, 2)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

ตาราง 11 แสดง DimLarvae ข้อมูลยุงลาย และลูกน้ำที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออก

Fields	Type	Description
LarvaeKey	int	รหัสข้อมูลยุงลายและลูกน้ำ
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
FemaleMosquitoInflectionRate	numeric(10, 2)	อัตราการติดเชื้อของยุงตัวเมีย
MaleMosquitoInflectionRate	numeric(10, 2)	อัตราการติดเชื้อของยุงตัวผู้
AegyptiInflectionRate	numeric(10, 2)	อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำ

ตาราง 12 แสดง DimMedicalPersonnel ข้อมูลบุคลากรทางการแพทย์

Fields	Type	Description
MedicalPersonnelKey	int	รหัสข้อมูลบุคลากรทางการแพทย์
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
ProfessionName	numeric(10, 0)	ชื่อตำแหน่งบุคลากรทางการแพทย์
ProfessionQuantity	numeric(10, 0)	จำนวนบุคลากรทางการแพทย์

ตาราง 13 แสดง DimMedicalSupplies ข้อมูลเวชภัณฑ์ที่ใช้ในการรักษาผู้ติดเชื้อโรค
ไข้เลือดออก

Fields	Type	Description
MedicalPersonnelKey	int	รหัสข้อมูลเวชภัณฑ์
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด

ตาราง 13 (ต่อ)

Fields	Type	Description
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
MedicalSuppliesName	nvarchar(255)	ชื่อเวชภัณฑ์
MedicalSuppliesPrice	numeric(10, 2)	ราคาเวชภัณฑ์ต่อหน่วย
MedicalSuppliesNameQuantity	numeric(10, 2)	จำนวนเวชภัณฑ์ที่ใช้
MedicalSuppliesCost	numeric(10, 2)	งบประมาณค่าเวชภัณฑ์ที่ใช้

ตาราง 14 แสดง DimPatientRangeAge ข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

Fields	Type	Description
PatientRangeAgeKey	int	รหัสข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู

ตาราง 14 (ต่อ)

Fields	Type	Description
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
DiseaseName	nvarchar(255)	ชื่อชนิดเชื้อโรคไข้เลือดออก
[<=28]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 28 วัน
[< 1]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 1 ปี
[1 +]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 1 ปี
[2+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 2 ปี
[3+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 3 ปี
[4+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 4 ปี
[5+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 5 ปี
[6+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 6 ปี
[7 - 9]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 7-9 ปี
[10 - 14]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 10-14 ปี
[15 - 24]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 15-24 ปี
[25 - 34]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 25-34 ปี
[35 - 44]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 35-44 ปี
[45 - 54]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 45-54 ปี
[55 - 64]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 55-64 ปี
[65up]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุ 65 ปีขึ้นไป
PatientSummary	numeric(10, 0)	ผลรวมจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

ตาราง 15 แสดง DimPopulation ข้อมูลจำนวนประชากร

Fields	Type	Description
PopulationKey	int	รหัสข้อมูลจำนวนประชากร
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา

ตาราง 15 (ต่อ)

Fields	Type	Description
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
DistrictPopulationQuantity	numeric(10, 0)	จำนวนประชากร

ตาราง 16 แสดง DimPrimaryCareUnit ข้อมูลบริการปฐมภูมิ

Fields	Type	Description
PrimaryCareUnitKey	int	รหัสข้อมูลบริการปฐมภูมิ
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู

ตาราง 16 (ต่อ)

Fields	Type	Description
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
BedOfQuantity	numeric(10, 0)	จำนวนเตียงผู้ป่วย
BedPerPopulation	numeric(10, 0)	อัตราเตียงผู้ป่วย/จำนวนประชากร
DoctorPerPopulation	numeric(10, 0)	จำนวนแพทย์ต่อประชากรทั้งหมด
OpdIncome	numeric(10, 0)	จำนวนผู้ป่วยนอก
OpdUse	numeric(10, 0)	จำนวนผู้ป่วยนอกที่ส่งรักษาต่อ
Ipd	numeric(10, 0)	จำนวนผู้ป่วยใน
DayStay	numeric(10, 0)	จำนวนวันที่ผู้ป่วยพักรักษาทั้งหมด
QuantityUseBed	numeric(10, 0)	จำนวนผู้ป่วยที่ครองเตียง

ตาราง 17 แสดง DimProvince ข้อมูลจังหวัด

Fields	Type	Description
ProvinceKey	int	รหัสข้อมูลจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค

ตาราง 18 แสดง DimRain ข้อมูลปริมาณฝน

Fields	Type	Description
RainKey	int	รหัสข้อมูลปริมาณฝน
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค

ตาราง 18 (ต่อ)

Fields	Type	Description
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
AverageRainPerMonth	numeric(10, 2)	ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน

ตาราง 19 แสดง DimSeason ข้อมูลฤดูกาลของไทย

Fields	Type	Description
RainKey	int	รหัสข้อมูลฤดูกาล
MonthNumber	int	เลขเดือน
ThaiMonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
EnglishMonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือนภาษาอังกฤษ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
ThaiSeasonDescription	nvarchar(255)	อธิบายฤดู

ตาราง 20 แสดง DimSeroType ข้อมูลชนิดการติดเชื้อโรคไข้เลือดออก (Dengue type)

Fields	Type	Description
SeroTypeKey	int	รหัสข้อมูลชนิดการติดเชื้อโรคไข้เลือดออก
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
Den1	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den1
Den2	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den2
Den3	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den3
Den4	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den4
DEN12	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN12
DEN13	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN13
DEN14	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN14
DEN23	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN23
DEN24	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN24
DEN34	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN34
DEN123	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN123
DEN124	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN124

ตาราง 20 (ต่อ)

Fields	Type	Description
DEN134	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN134
DEN234	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN234
DEN1234	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN1234

ตาราง 21 แสดง DimTambon ข้อมูลตำบล

Fields	Type	Description
TambonKey	int	รหัสข้อมูลตำบล
TambonName	nvarchar(255)	ชื่อตำบล
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค

ตาราง 22 แสดง DimTemperature ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย

Fields	Type	Description
TemperatureKey	int	รหัสข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน

ตาราง 22 (ต่อ)

Fields	Type	Description
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
AverageTemperature	numeric(10, 2)	อุณหภูมิเฉลี่ย

ตาราง 23 แสดง DimTime ข้อมูลเวลา

Fields	Type	Description
TimeKey	int	รหัสข้อมูลเวลา
CalendarYear	smallint	ปีปฏิทิน

ตาราง 24 แสดง DimUser ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

Fields	Type	Description
UserKey	int	รหัสข้อมูลผู้ใช้งานระบบ
Username	nvarchar(255)	ชื่อสำหรับเข้าใช้งานระบบ
Password	nvarchar(255)	รหัสสำหรับเข้าใช้งานระบบ
Name	nvarchar(255)	ชื่อผู้ใช้งาน
Lastname	nvarchar(255)	นามสกุลผู้ใช้งาน
UserType	nvarchar(255)	ชนิดผู้ใช้งาน
PeopleID	nvarchar(255)	หมายเลขบัตรประชาชนผู้ใช้งาน
Birthdat	nvarchar(255)	วัน/เดือน/เกิด ผู้ใช้งาน
Address	nvarchar(255)	ที่อยู่ผู้ใช้งาน
Email	nvarchar(255)	อีเมลผู้ใช้งาน
Tel	nvarchar(255)	เบอร์โทรศัพท์ที่ทำงานผู้ใช้งาน
Mobile	nvarchar(255)	เบอร์โทรศัพท์มือถือผู้ใช้งาน
Picture	nvarchar(255)	รูปภาพของผู้ใช้งาน

ตาราง 25 แสดง DimWind ข้อมูลอัตราแรงลมเฉลี่ย

Fields	Type	Description
WindKey	int	รหัสข้อมูลอัตราแรงลมเฉลี่ย
TimeKey	nvarchar(255)	รหัสเวลา
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DistrictName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
AverageWind	numeric(10, 2)	อัตราแรงลมเฉลี่ย

ตาราง 26 แสดง FactDengueFever คลังข้อมูลโรคไข้เลือดออก

Fields	Type	Description
FactDengueFeverKey	int	รหัสคลังข้อมูลโรคไข้เลือดออก
TimeKey	Int	รหัสข้อมูลเวลา
PatientRangeAgeKey	Int	รหัสข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
SeroTypeKey	Int	รหัสข้อมูลชนิดการติดเชื้อโรค ไข้เลือดออก
LarvaeKey	int	รหัสข้อมูลยุงลายและลูกน้ำ
HumidityKey	Int	รหัสข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์
PopulationKey	Int	รหัสข้อมูลจำนวนประชากร

ตาราง 26 (ต่อ)

Fields	Type	Description
RainKey	Int	รหัสข้อมูลปริมาณฝน
TemperatureKey	Int	รหัสข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย
WindKey	int	รหัสข้อมูลอัตราแรงลมเฉลี่ย
CalendarYear	smallint	ปีตามปฏิทิน
GeoKey	int	รหัสภูมิภาค
GeoName	nvarchar(255)	ชื่อภูมิภาค
ProvinceKey	int	รหัสจังหวัด
ProvinceName	nvarchar(255)	ชื่อจังหวัด
DistrictKey	int	รหัสอำเภอ
DisdriectName	nvarchar(255)	ชื่ออำเภอ
SeasonNumberOfYear	int	เลขฤดู
ThaiSeasonName	nvarchar(255)	ชื่อฤดู
MonthNumber	int	เลขเดือน
MonthName	nvarchar(255)	ชื่อเดือน
DiseaseName	nvarchar(255)	ชื่อชนิดเชื้อโรคไข้เลือดออก
[<=28]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 28 วัน
[< 1]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 1 ปี
[1 +]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 1 ปี
[2+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 2 ปี
[3+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 3 ปี
[4+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 4 ปี
[5+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 5 ปี
[6+]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 6 ปี
[7 – 9]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 7-9 ปี
[10 – 14]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 10-14 ปี
[15 - 24]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 15-24 ปี

ตาราง 26 (ต่อ)

Fields	Type	Description
[25 - 34]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 25-34 ปี
[35 - 44]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 35-44 ปี
[45 - 54]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 45-54 ปี
[55 - 64]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุระหว่าง 55-64 ปี
[65up]	numeric(10, 0)	ผู้ป่วยที่อายุ 65 ปีขึ้นไป
Den1	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den1
Den2	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den2
Den3	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den3
Den4	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ Den4
DEN12	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN12
DEN13	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN13
DEN14	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN14
DEN23	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN23
DEN24	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN24
DEN34	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN34
DEN123	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN123
DEN124	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN124
DEN134	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN134
DEN234	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN234
DEN1234	numeric(10, 0)	การติดเชื้อ DEN1234
FemaleMosquitoInflectionRate	numeric(10, 2)	อัตราการติดเชื้อของยุงตัวเมีย
MaleMosquitoInflectionRate	numeric(10, 2)	อัตราการติดเชื้อของยุงตัวผู้
AegyptiInflectionRate	numeric(10, 2)	อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำ
AverageHumidity	numeric(10, 2)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย
AverageRainPerMonth	numeric(10, 2)	ปริมาณฝนเฉลี่ย
AverageTemperature	numeric(10, 2)	อุณหภูมิเฉลี่ย

ตาราง 26 (ต่อ)

Fields	Type	Description
AverageWind	numeric(10, 2)	อัตราความเร็วลมเฉลี่ย
DistrictPopulationQuantity	numeric(10, 0)	จำนวนประชากร
Patient	numeric(10, 0)	จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
PatientRate	numeric(10, 0)	อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก / จำนวนประชากร
Risk	nvarchar(255)	ความเสี่ยงในการระบาดของโรค
Spread	int	แพร่กระจายของโรค

6.8 การออกแบบหน้า (User interface design)

การออกแบบหน้าจการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยได้แบ่งการออกแบบหน้าจออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

6.8.1 หน้าจอสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (รายงาน)

ภาพ 20 การออกแบบหน้าจอหลัก(Index) สำหรับผู้ใช้ทุกกลุ่ม

จากภาพ 20 เป็นการออกแบบหน้าจอหลักของผู้ใช้งานทุกกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยส่วนของรายงานต่างๆ, ส่วนการเข้าสู่ระบบ, และส่วนการสมัครสมาชิก

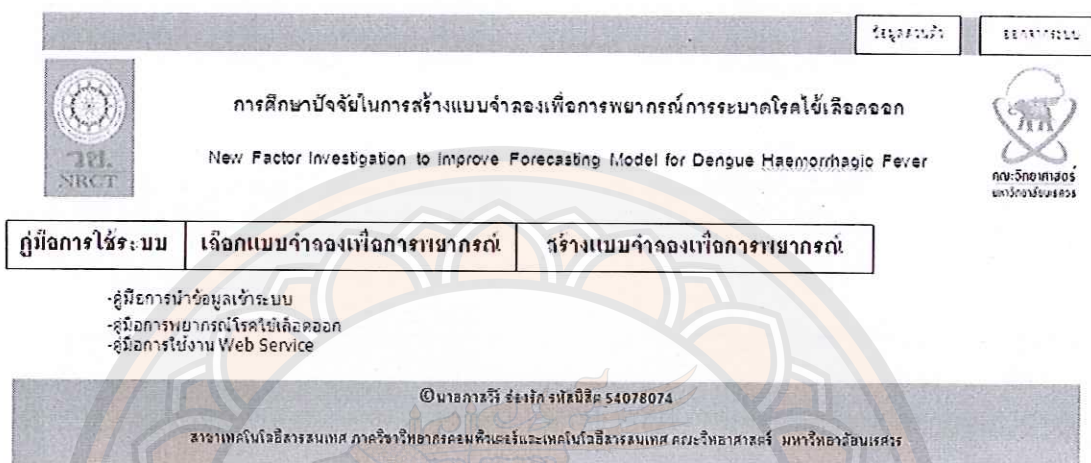
ภาพ 21 การออกแบบหน้าจอ สำหรับสมัครสมาชิกทั่วไป

จากภาพ 21 เป็นการออกแบบหน้าจอสำหรับการสมัครสมาชิกเพื่อขอใช้งานระบบ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งาน

ภาพ 22 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

จากภาพ 22 ซึ่งเป็นการออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป โดยประกอบด้วยเมนูคู่มือการใช้ระบบ, เมนูเลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ และเมนูส่งออกข้อมูล

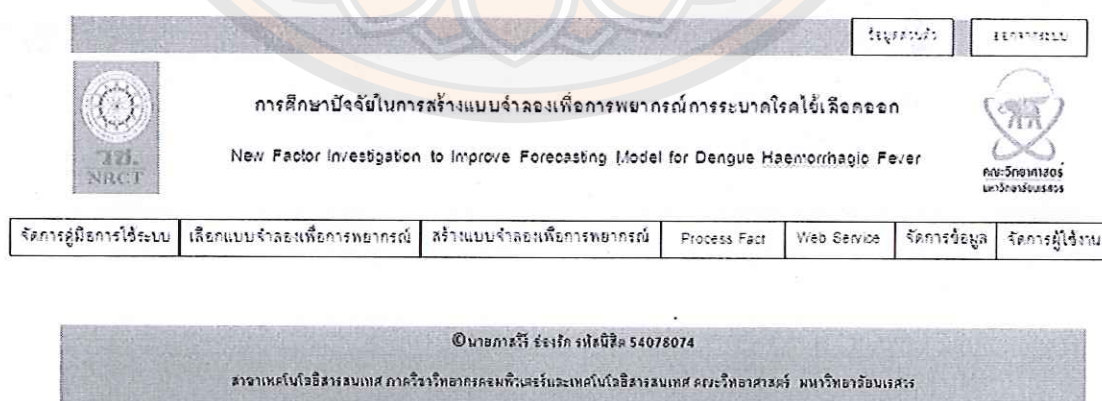
6.8.2 หน้าจอสำหรับผู้บริหาร



ภาพ 23 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้บริหาร

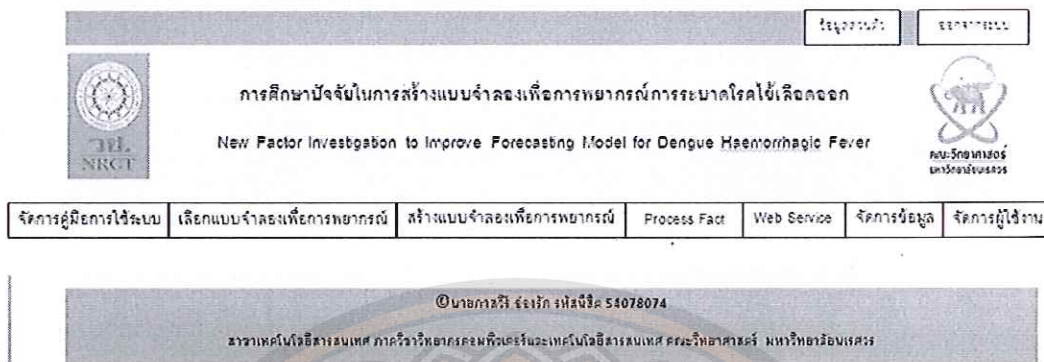
จากภาพ 23 แสดงการออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้บริหาร โดยประกอบด้วยเมนูคู่มือการใช้ระบบ, เมนูเลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ และสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์

6.8.3 หน้าจอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน



ภาพ 24 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ปฏิบัติงาน

6.8.4 หน้าจอสำหรับผู้ดูแลระบบ



การศึกษามัจฉัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก
New Factor Investigation to Improve Forecasting Model for Dengue Haemorrhagic Fever

จัดการผู้ใช้งานระบบ | เลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | สร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | Process Fact | Web Service | จัดการข้อมูล | จัดการผู้ใช้งาน

นายอภิรักษ์ งามกิจ รหัสผู้ใช้: 54078074
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาพ 26 การออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ดูแลระบบ

จากภาพ 26 แสดงการออกแบบหน้าจอเมนู สำหรับผู้ดูแลระบบ ซึ่งประกอบด้วยเมนูคู่มือการใช้งาน, แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์, ผู้ดูแลระบบ, นำเข้าข้อมูล, ส่งออกข้อมูลและรายงาน



การศึกษามัจฉัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก
New Factor Investigation to Improve Forecasting Model for Dengue Haemorrhagic Fever

จัดการผู้ใช้งานระบบ | เลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | สร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | Process Fact | Web Service | จัดการข้อมูล | จัดการผู้ใช้งาน

1. (แบบจำลอง) แบบจำลองที่สำคัญที่สุดในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก (Dengue Significant)		
2. (แบบจำลอง) แบบจำลองที่สำคัญที่สุดในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก (Support Vector Machines Algorithm (Dengue Significant))		
3. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Microsoft Neural Network Algorithm (Dengue Significant+DEN1))		
4. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Microsoft Neural Network Algorithm (Dengue Significant+DEN2))		
5. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Microsoft Neural Network Algorithm (Dengue Significant+DEN3))		
6. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Microsoft Neural Network Algorithm (Dengue Significant+DEN4))		
7. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Microsoft Neural Network Algorithm (Dengue Significant+DEN1+DEN2+DEN3+DEN4))		
8. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Microsoft Neural Network Algorithm (Dengue Significant+AI DEN))		
9. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Support Vector Machines Algorithm (Dengue Significant+DEN1))		
10. แบบจำลองที่ใช้การพยากรณ์โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Support Vector Machines Algorithm (Dengue Significant+DEN2))		

นายอภิรักษ์ งามกิจ รหัสผู้ใช้: 54078074
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

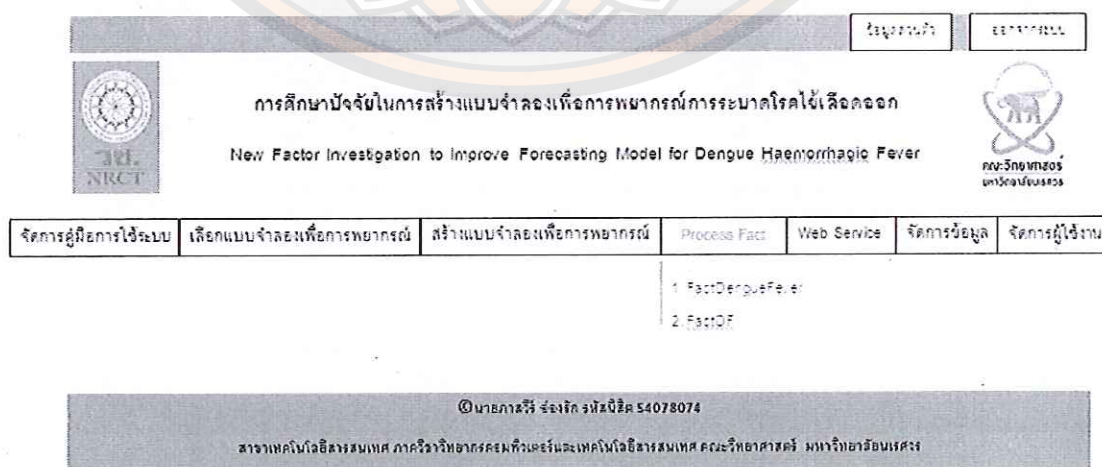
ภาพ 27 การออกแบบหน้าจอการจัดการเลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์

จากภาพ 27 แสดงการออกแบบหน้าจอ การจัดการเลือกแบบจำลอง
เพื่อการพยากรณ์สำหรับผู้ดูแลระบบ



ภาพ 28 การออกแบบหน้าจอการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์

จากภาพ 28 แสดงการออกแบบหน้าจอการสร้างแบบจำลองเพื่อ
การพยากรณ์สำหรับผู้ดูแลระบบใช้ในการบริหารจัดการ



ภาพ 29 การออกแบบหน้าจอการปรับปรุงโมเดล

จากภาพ 29 แสดงการออกแบบหน้าจอการปรับปรุงโมเดล (Model) สำหรับผู้ดูแลระบบใช้ในการบริหารจัดการ

การศึกษามัจจุในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก
New Factor Investigation to Improve Forecasting Model for Dengue Haemorrhagic Fever

จัดการผู้ใช้งานระบบ | เลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | สร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | Process Fact | Web Service | จัดการข้อมูล | จัดการผู้ใช้งาน

1. FactDengueFever

Fact	Web Service Status
FactDengueFever	ON
	OFF

Save

- ON คือ เปิดใช้งานใน WebService
- OFF คือ ปิดใช้งานใน WebService

© นวภัทร ธีระกฤษณ์ 54078074

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพ 30 การออกแบบหน้าจอการให้บริการข้อมูล (Web Service)

จากภาพ 30 แสดงการออกแบบหน้าจอการจัดการการให้บริการข้อมูล (Web Service) สำหรับผู้ดูแลระบบใช้ในการบริหารจัดการ

การศึกษามัจจุในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก
New Factor Investigation to Improve Forecasting Model for Dengue Haemorrhagic Fever

จัดการผู้ใช้งานระบบ | เลือกแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | สร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ | Process Fact | Web Service | จัดการข้อมูล | จัดการผู้ใช้งาน

1. FactDengueFever

Fact	Web Service Status
FactDengueFever	ON
	OFF

Save

- ON คือ เปิดใช้งานใน WebService
- OFF คือ ปิดใช้งานใน WebService

© นวภัทร ธีระกฤษณ์ 54078074

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพ 31 การออกแบบหน้าจอการจัดการข้อมูล

จากภาพ 31 แสดงการออกแบบหน้าจอการจัดการข้อมูล สำหรับผู้ดูแลระบบใช้ในการบริหารจัดการ

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก

1.1 จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยผู้วิจัยนำผลการศึกษาจากผลงานวิจัยมาสรุปได้ว่ามีนักวิจัยใช้แอทริบิวต์ (ข้อมูล) อะไรบ้างเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบให้เห็นในรูปแบบตาราง กับแอทริบิวต์ของผู้วิจัยเองว่ามีแอทริบิวต์อะไรที่เหมือนกัน และมีแอทริบิวต์อะไรที่ต่างกัน โดยผู้วิจัยได้จำแนกปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกดังนี้

1.1.1 ปัจจัยด้านลักษณะทางประชากรคือ ภูมิคุ้มกัน, อาชีพ, อุณหภูมิในร่างกาย, ปริมาณน้ำในร่างกาย และโรคประจำตัว

1.1.2 ปัจจัยด้านลักษณะของสภาพแวดล้อมคือ อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก, จำนวนผู้ป่วยไข้แดง, ลักษณะภูมิศาสตร์, อัตราแรงลม, ความสูงจากระดับน้ำทะเล, และฤดูกาล

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกระหว่างงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่านกับข้อมูลที่ผู้วิจัยใช้ในการพยากรณ์ ดังตาราง 27

ตาราง 27 แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกระหว่างงานวิจัยอื่นๆ และงานวิจัยที่น่าเสนอ

ปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก	ปัจจัยที่ใช้สำหรับงานวิจัยที่น่าเสนอ
1. อุณหภูมิ	1. อุณหภูมิ
2. จำนวนประชากร	2. จำนวนประชากร
3. เพศ	3. ปริมาณน้ำฝน
4. อายุ	4. ความชื้นสัมพัทธ์
5. อาชีพ	5. จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

ตาราง 27 (ต่อ)

ปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โรคไข้เลือดออก	ปัจจัยที่ใช้สำหรับงานวิจัยที่น่าเสนอ
6.อุณหภูมิในร่างกาย	6.อัตราแรงลม
7.ปริมาณน้ำในร่างกาย	7.อัตราการติดเชื้อ Dengue ของยุงลายตัวเมีย
8.โรคประจำตัว	8.อัตราการติดเชื้อ Dengue ของลูกน้ำยุงลาย
9.ปริมาณน้ำฝน	9.อัตราการติดเชื้อ Dengue ของยุงลายตัวเมีย
10.ความชื้นสัมพัทธ์	10. อัตราการติดเชื้อ Dengue ชนิดต่างๆ ในผู้ป่วย
11.จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก	
12.จำนวนผู้ป่วยไข้แดง	
13.ลักษณะภูมิศาสตร์	
14.อัตราแรงลม	
15.ความสูงจากระดับน้ำทะเล	
16.ฤดูกาล	

จากการทบทวนวรรณกรรมผลงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์โดยใช้จำนวนผู้ป่วยเป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรต้นที่ใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกนั้น นักวิจัยส่วนใหญ่ใช้ปัจจัยเพียงไม่กี่ปัจจัยในการพยากรณ์ อาทิเช่น อุณหภูมิกับปริมาณฝน หรือจำนวนประชากรกับฤดูกาล

ดังนั้นในการวิจัยปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกนี้มีสมมติฐานสำคัญคือการใช้ปัจจัยใหม่ได้แก่ อัตราการติดเชื้อของยุงลาย, ลูกน้ำและอัตราผู้ป่วยที่สงสัยว่าจะติดเชื้อจากผลตรวจน้ำเหลืองของผู้ป่วย เพื่อให้การพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีความถูกต้องแม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ ทั้งนี้จากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่า จำนวนยุงลายที่ติดเชื้อแดงที่ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 3 มีปริมาณสูง ซึ่งจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจักรวาล ชมภูศรี และคณะ (Chompoosri, J., et al., 2012) ที่พบว่าจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดที่ติดเชื้อ Dengue ซีโรทัยป์ 1 และ Dengue ซีโรทัยป์ 3 มีมากกว่าซีโรทัยป์ 2 และ 4

1.2 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงความน่าเชื่อถือของวิธีการเก็บข้อมูลต่างๆ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำข้อมูลนั้นมาใช้ใน

การพยากรณ์การศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของไข้เลือดออก
 ดังตาราง 28

ตาราง 28 แสดงข้อมูล แหล่งข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ข้อมูล	แหล่งข้อมูล	เครื่องมือหรือวิธีเก็บข้อมูล
1. อุณหภูมิ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ใช้เครื่องมือไฮโครมิเตอร์ (Dry-Wet Bulbs psychrometer) ในการวัดมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส
2. จำนวนประชากร	กรมการปกครอง	เก็บข้อมูลจำนวนประชากรรายตำบล รายอำเภอ และรายจังหวัด
3. ปริมาณน้ำฝน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ใช้เครื่องวัดฝนแบบแก้วดวง ในการวัด มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน
4. ความชื้นสัมพัทธ์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ใช้เครื่องเทอร์โมไฮโกรกราฟ (Thermo-Hygrograph) ในการวัดมีหน่วยเป็น ร้อยละ (%)
5. จำนวนผู้ป่วยโรค ไข้เลือดออก	สำนักงานงานระบาดวิทยา	ระบบ รง. 506 สธ.
6. อัตราแรงลม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ใช้เครื่องวัดความเร็วลม (Wind Speed Measurement) ในการวัดมีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อชั่วโมง
7. อัตราการติดเชื้อของ ลูกน้ำยุงลายแยกตาม ฤดู	รศ.ดร.นพ.เผด็จ สิริยะ เสถียร	นำยุงลายตัวเต็มวัยและลูกน้ำมาตรวจหา เชื้อด้วยวิธี RT-PCR โดยวิธี semi-nested PCR

2. นำผลการทบทวนวรรณกรรมมาวิเคราะห์เบื้องต้นจากข้อมูลที่ได้ศึกษารวบรวมไว้ ดังนี้

2.1 จำนวนยุงลายที่ติดเชื้อมีมากที่สุดในฤดูร้อน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนของผู้ป่วยในฤดูฝน หมายความว่าหากปีใดพบจำนวนยุงลายที่ติดเชื้อมาก ปีนั้นจะมีจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแปรผันตรงกับจำนวนยุงลายที่ติดเชื้อมากเช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีสมมติฐานว่าจำนวนยุงลายที่ติดเชื้อสามารถใช้เป็นการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามงานวิจัยจักรวาล ชมภูศรี และคณะ (Chompoonsri, et al. 2012) ได้ข้อสรุปว่าในฤดูร้อนนี้มีอัตราการกัดของยุงลายต่อหน่วยเวลา (นาฬิกา) สูงกว่าฤดูอื่นๆ

2.2 จำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออกสูงสุดอยู่ในฤดูฝน สันนิษฐานว่าเนื่องจากยุงลายที่ติดเชื้อใช้ระยะเวลาในการฟักตัวและเจริญเติบโต และออกหากินในช่วงฤดูฝนพอดี จึงทำให้เกิดการระบาดในช่วงฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน และยังพบอีกว่าจำนวนยุงลายตัวเมียในฤดูฝนมีมากกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ว่ายุงตัวเมียเท่านั้นที่กัดคน และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการระบาดของโรค

2.3 ชนิดของเชื้อ Dengue ที่พบมากที่สุดคือ Dengue 1 และ 3 ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่าอาจจะใช้เป็นข้อมูลสำคัญเพื่อการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกได้ นอกจากอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน หรือจำนวนผู้ป่วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จักรวาล ชมภูศรี และคณะ (Chompoonsri, et al., 2012) ที่ว่าจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดที่ติดเชื้อ Dengue 1 และ 3 มีมากกว่าร้อยละ 2 และ 4

3. การทำเหมืองข้อมูลและต้นแบบการพยากรณ์

ผู้วิจัยได้นำทฤษฎี CRISP-DM มาใช้ในการดำเนินการวิจัยการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ทำความเข้าใจปัญหา (Business Understanding)

ขั้นตอนการทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยระบุปัญหา ระบุปัจจัย และสถานะแวดล้อมที่ทำให้เกิดการระบาดของไข้เลือดออก ซึ่งมีกระบวนการย่อยดังนี้

3.3.1 ความเข้าใจความต้องการของระบบโดยผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามผู้ใช้ระบบดังนี้

1) ต้องการให้ระบบพยากรณ์อะไรเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออก

1.1) พยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก

2) ต้องการให้ระบบรายงานอะไรเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออก

2.1) รายงานพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกแยกจังหวัด

2.2) รายงานจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก แยกตามจังหวัด

แยกอำเภอ

2.3) รายงานจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก โดยแยกแต่ละฤดูกาล

(ฤดูร้อน, ฤดูฝน และฤดูหนาว) แยกจังหวัดเปรียบเทียบจำนวนประชากรต่อแสนคนในแต่ละจังหวัด

2.4) รายงานการพยากรณ์ โดยเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยต่อจำนวน

ประชากรต่อแสนคนในแต่ละอำเภอ

3.2 ทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding)

จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น และจากการวิจัยของทีปภิรดาโครงการวิจัยคือ รศ.นพ. เผด็จ สิริยะเสถียร พบว่าจังหวัดที่มีข้อมูลครบถ้วนได้แก่ นครปฐม ราชบุรี และสมุทรสาคร ดังนั้นขอบเขตการวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลของ 3 จังหวัด ซึ่งประกอบด้วย 8 อำเภอ

ดังกล่าวเป็นต้นแบบในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก อย่างไรก็ตามระบบจะถูกออกแบบไว้เพื่อรองรับการเพิ่มข้อมูลในอนาคต (Scalability) หากจะขยายระบบเพื่อพยากรณ์การระบาดในจังหวัดอื่นๆ ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์ของจังหวัดนั้นๆ ให้ครบถ้วน ระบบก็จะสามารถสร้างโมเดลการพยากรณ์ได้ใหม่อย่างอัตโนมัติ

3.2.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

แหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการเป็นข้อมูลเข้า (input) ของระบบ สามารถรวบรวมจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย ได้แก่

1) กรมอุตุนิยมวิทยา ให้ข้อมูลด้านภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน

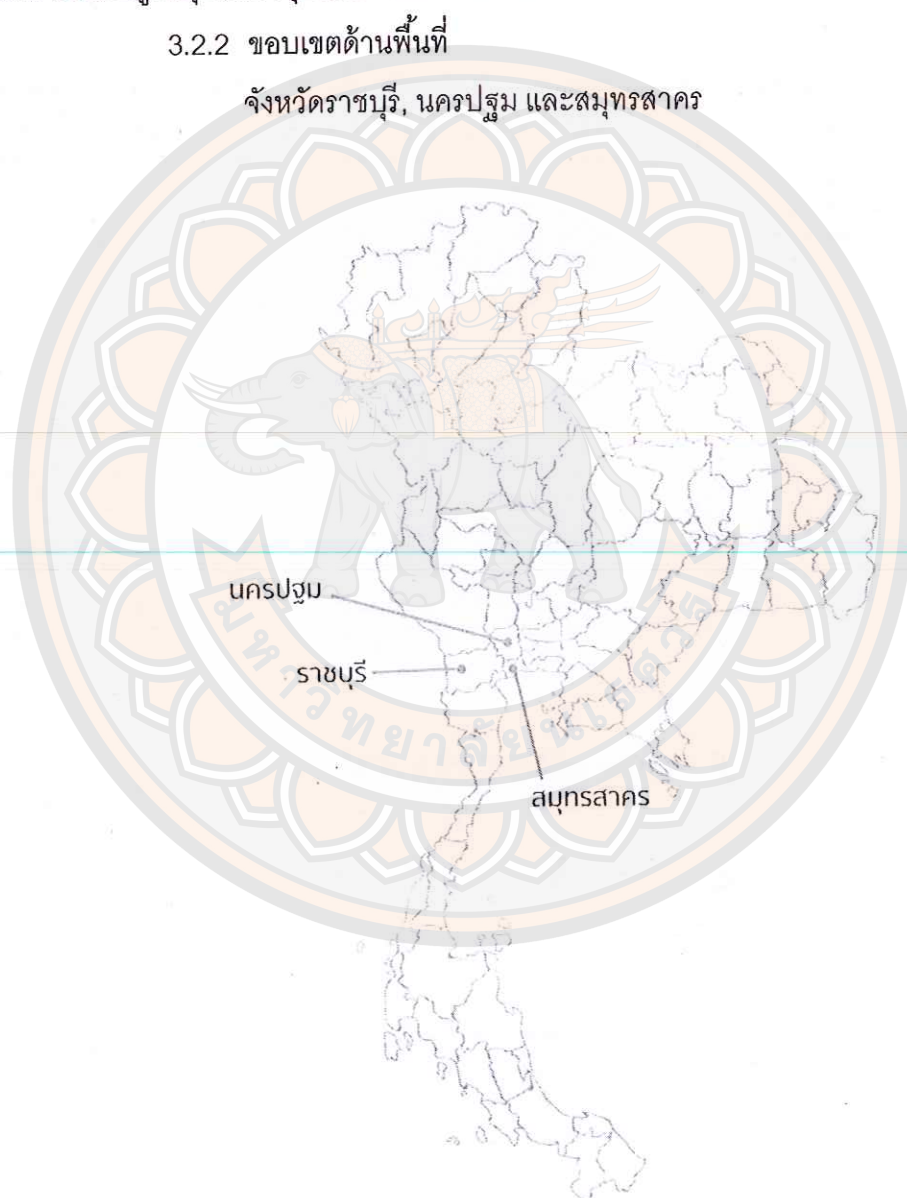
2) กองระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนผู้ป่วยในแต่ละเดือน ย้อนหลังเป็นเวลาอย่างน้อย 5 ปี

3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ รศ.นพ. เผด็จ สิริยะเสถียร เช่น อัตราการติดเชื้อของยุงลายในพื้นที่ 3 จังหวัด และบางอำเภอในแต่ละจังหวัด

4) สมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้โดยที่เกี่ยวกับงานวิจัยของ รongศาสตราจารย์ ดร.เผด็จ สิริยะเสถียร คืออัตราการติดเชื้อของยุงลายมีผลต่อแนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่เคยถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างโมเดลการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกมาก่อน ซึ่งเป็นปัจจัยใหม่ (New Factor) โดยมีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบโดยทำการเก็บตัวอย่างยุงในแต่ละฤดูและมีการตรวจหาเชื้อไข้เลือดออกโดยวิธี RT-PCR และมีความน่าเชื่อถือสูงที่สุดในปัจจุบันและในประเทศไทย

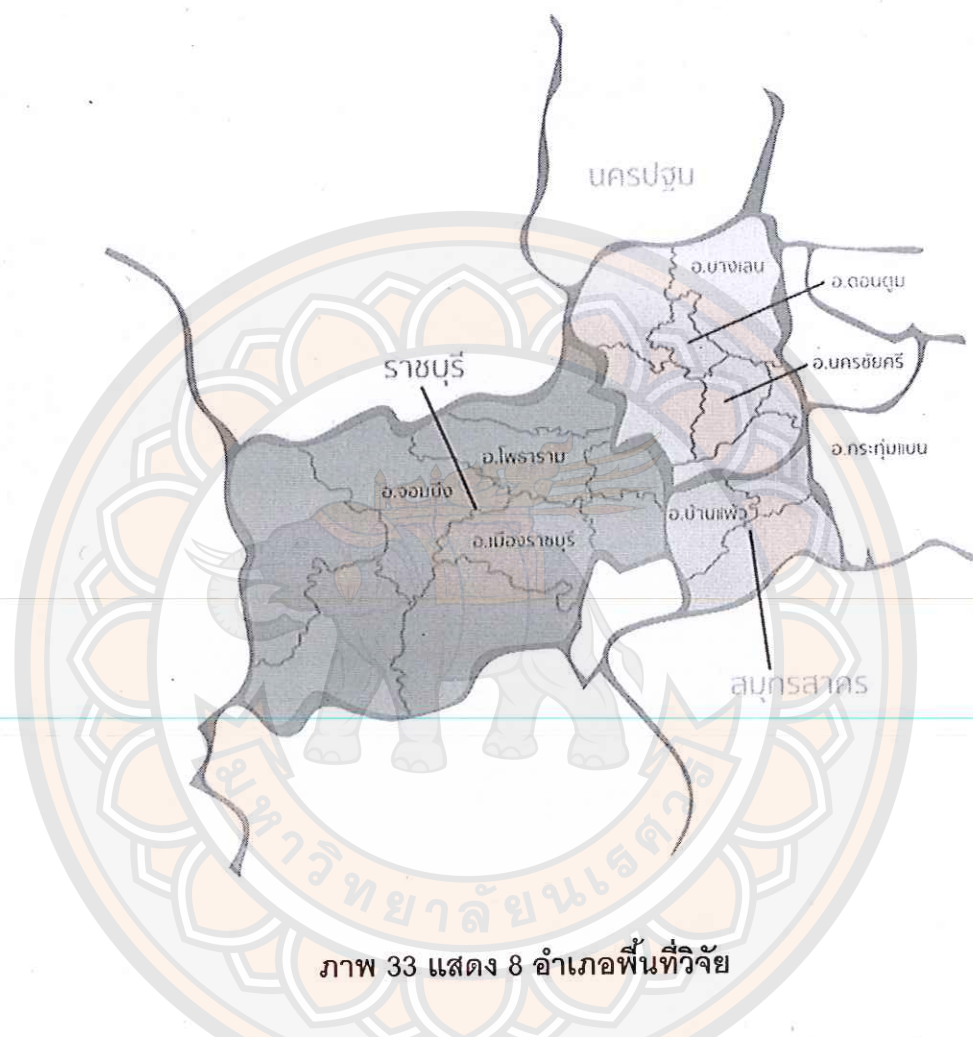
3.2.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

จังหวัดราชบุรี, นครปฐม และสมุทรสาคร



ภาพ 32 แสดง 3 จังหวัดพื้นที่วิจัย

จากภาพ 32 แสดงพื้นที่ในการทำวิจัยซึ่งประกอบด้วย จังหวัดนครปฐม, จังหวัดราชบุรี และจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีข้อมูลอัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของลูกน้ำและยุงลาย



ภาพ 33 แสดง 8 อำเภอพื้นที่วิจัย

จากภาพ 33 แสดงอำเภอที่ใช้เป็นต้นแบบในการทำวิจัย ซึ่งเป็นอำเภอที่มีข้อมูลอัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของลูกน้ำและยุงลาย

3.2.3 ขอบเขตด้านการทำงานของระบบ

1) ระบบสามารถพยากรณ์แนวโน้มในการเกิดโรคระบาดในพื้นที่สำรวจได้โดยระบบสามารถแสดงข้อมูลในภาพรวมและข้อมูลเชิงลึกให้กับผู้ใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ โดยการแสดงผลนี้มีทั้งส่วนที่เป็นตาราง เพื่อให้ข้อเท็จจริง (Fact) กับผู้ใช้และแสดงเป็นแนวโน้มต่างๆ โดยใช้กราฟ (Graph) รูปแบบต่างๆ ได้

2) ระบบสามารถเปรียบเทียบอัตราการระบาดของแต่ละพื้นที่ได้

3.3 เตรียมข้อมูล (Data preparation)

การ Data cleansing คือการจัดการข้อมูลที่ผิดพลาด เช่น ข้อมูลบางส่วนหายไป หากไม่มีการทำขั้นตอนนี้จะทำให้โมเดลการพยากรณ์มีประสิทธิภาพที่ไม่ดีเท่าที่ควร ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญและใช้เวลามากที่สุดของการทำโครงการวิจัยนี้ หลักการทำ Data cleansing (Savitri and Laksmiwati, 2011) ข้อมูลในโครงการวิจัยนี้มีหลักการคือ หากเป็นตัวเลข ระบบจะเติมข้อมูลที่หายไปโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Average) ของข้อมูลในแอตทริบิวต์นั้นๆ และหากเป็นตัวอักษร ระบบจะดูจากข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด และเติมข้อมูลเข้าไปในช่องว่าง ข้อมูลที่ต้องทำ Data cleansing ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนผู้ป่วยบางพื้นที่ๆ ไม่ได้มีการเก็บข้อมูล อัตราการติดเชื้อของยุงลาย เนื่องจากข้อมูลไม่ได้มีการเก็บอย่างครบถ้วน จึงไม่มีการทำ data cleansing

เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไปของการจัดเตรียมข้อมูลคือการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะประมวลผลหรือสร้างต้นแบบการพยากรณ์ ดังนั้นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ถูกนำมาจัดเก็บในรูปแบบคลังข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยตารางต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลอำเภอ (DimDistrict)
2. ข้อมูลตำบล (DimTambon)
3. ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ (DimGeoGraphy)
4. ข้อมูลเวชภัณฑ์ (DimMedicalSupplies)
5. ข้อมูลจังหวัด (DimProvince)
6. ข้อมูลภูมิภาค (DimRegional)
7. ข้อมูลเวลา (DimTime)
8. ข้อมูลผู้ใช้ (DimUser)
9. ข้อมูลงบประมาณ (DimBudget)
10. ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิต (DimDead)
11. ข้อมูลอัตราการป่วยตาย (FactDeadRateKey)
12. ข้อมูลชนิดเชื้อของโรคไข้เลือดออก (DimDengueType)
13. ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ (DimHumidity)
14. ข้อมูลอัตราการติดเชื้อของยุงและลูกน้ำยุงลาย (DimLarvae)
15. ข้อมูลจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ (DimMedicalPersonnel)

16. ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DimPatientRageAge)
17. ข้อมูลจำนวนประชากร (DimPopulation)
18. ข้อมูลจำนวนสถานที่รักษา (DimPrimaryCareUnit)
19. ข้อมูลปริมาณฝน (DimRain)
20. ข้อมูลอุณหภูมิ (DimTemperature)
21. ข้อมูลอัตราแรงลม (DimWind)
22. ข้อมูลอัตราการป่วยโรคไข้เลือดออก (FactDengueFever)

3.4 สร้างแบบจำลอง (Modeling)

3.4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ต่อการอัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยค้นหาปัจจัยที่มีความสำคัญ (Significant) ต่ออัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออก ($P\text{-value} \leq 0.05$)

3.4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิค Microsoft Neural Network ในการสร้างต้นแบบทำนาย (Prediction model)

3.5 ประเมิน (Evaluate)

การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์โดยการตรวจสอบค่าความผิดพลาดของต้นแบบการพยากรณ์ (Error rate) จากข้อมูลจริงเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ความน่าเชื่อถือของ Model ที่ได้ ในการวิจัยนี้ใช้เทคนิค Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ในการประเมินประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์

3.6 การนำไปใช้ (Deployment)

เป็นการนำผลลัพธ์หรือองค์ความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคข้อมูลไปใช้ประโยชน์ ตัวอย่างเช่น การรายงานพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของไข้เลือดออกเพื่อเป็นการป้องกันและการเฝ้าระวังการระบาดของโรคได้ทันทั่วถึงและรวดเร็ว เป็นต้น

จากวิธีดำเนินงานวิจัยการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยใช้หลักการเหมืองข้อมูล ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ โดยมีการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล ดังจะกล่าวในบทต่อไป

สรุปเนื้อหาประจำบท

การวิเคราะห์และการออกแบบระบบนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบสำหรับรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่โดยใช้ฐานข้อมูล SQL Server และใช้วิธีการออกแบบของคลังข้อมูล โดยออกแบบให้ฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบดาว (Star Schema) เพื่อรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล โดยผู้วิจัยได้นำทฤษฎี CRISP-DM มาใช้ในการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ระบบตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานให้มากที่สุด ดังจะกล่าวผลการวิจัยในบทถัดไป



บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากบทที่ 3 ได้แสดงถึงการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ โดยในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการทดลองการศึกษาลำดับในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลอนุกรม, ปริมาณน้ำ และความชื้นในพยากรณ์แนวโน้ม การระบาดของโรคไข้เลือดออก แต่ในการศึกษาลำดับในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ การระบาดของโรคไข้เลือดออกนี้ ผู้วิจัยมีข้อมูลที่สำคัญประการหนึ่งที่น่าสนใจแตกต่างจากระบบงาน วิจัยอื่นๆ คือการเก็บข้อมูลของลูกน้ำยุงลายและจำนวนยุงตัวเมียและตัวผู้ที่ติดเชื้อ Dengue นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการติดเชื้อ Dengue ในผู้ป่วยซึ่งอาจจะเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ แปรผันตรงกับจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก ดังนั้น จากข้อมูลดังกล่าวจึงนำไปสู่สมมติฐานการวิจัย ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 : อัตราการติดเชื้อของยุงลาย, อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำ และอัตรา ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแยกตามอายุมีความสัมพันธ์โดยตรงต่ออัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

โดยอัตราการติดเชื้อของยุงตัวเมียและอัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลายเป็นตัวแปร สำคัญในการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกในอนาคต ที่มีประสิทธิภาพใน การช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์การระบาด ซึ่งการสร้างต้นแบบการพยากรณ์แนวโน้ม การระบาดของโรคไข้เลือดออกในอนาคต จะต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของต้นแบบดังกล่าว ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ หากต้นแบบการพยากรณ์มีความเหมาะสมจะต้องมีค่าความผิดพลาด ไม่สูงโดยที่สามารถยอมรับได้

สมมติฐานที่ 2 : ลำดับใหม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ โดยมีค่า error น้อยลง โดยต้นแบบการพยากรณ์มีค่าความผิดพลาดไม่สูง เช่น ไม่เกิน 10 และความถูกต้องใน การพยากรณ์ไม่น้อยกว่า 70% (Predict probability)

ผลการทดลองการค้นหาลำดับใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการพยากรณ์

จากสมมติฐานที่ 1 อัตราการติดเชื้อของยุงตัวเมียและอัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย เป็นตัวแปรสำคัญในการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกในอนาคต ดังนั้น การทดลองในส่วนนี้คือการตรวจสอบสมมติฐานดังกล่าว โดยนำปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการระบาด

ของโรคไข้เลือดออกมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Significant) ของปัจจัย (Factors) ต่างๆ ต่ออัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ตัวแปรต้น (X) ได้แก่ อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย, อัตราการติดเชื้อของยุงตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อของยุงตัวผู้, อัตราการติดเชื้อชนิดต่างๆ, อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ปริมาณน้ำฝน, อัตราแรงลม, จำนวนประชากร และช่วงอายุของผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก เป็นต้น

2. ตัวแปรตาม (Y) ได้แก่ อัตราความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก (เฝ้าระวังการระบาด (Low), เสี่ยงต่อการระบาด (High))

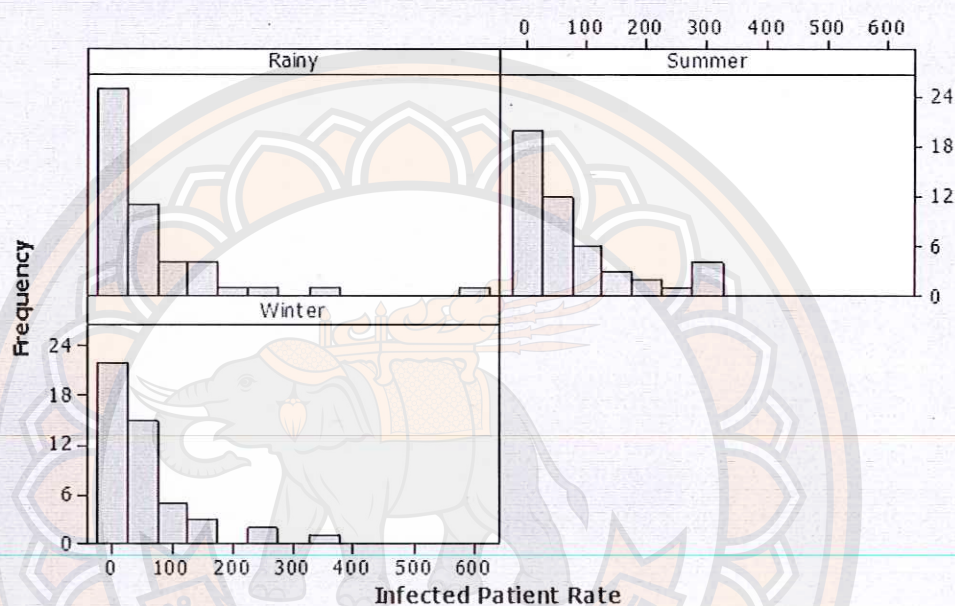
โดยผู้วิจัยทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกว่าปัจจัยใดมีความสำคัญ (Significant) ต่อการระบาดของโรคมากกว่ากัน วิธีการทดลองในหัวข้อนี้คือการนำปัจจัยต่างๆ (ตัวแปรต้น) มาทดลองการวิเคราะห์ถึงความสำคัญต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก (ตัวแปรตาม) การวิเคราะห์นี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบไคสแควร์ (Chi-Square) พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล โดยปัจจัยต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์นี้ได้แก่ ช่วงอายุที่ป่วย (Range Age) อัตราการติดเชื้อแดงก้นไวรัสชนิดที่ DEN1-DEN4 (Dengue type) อัตราการติดเชื้อของยุงลายตัวเมีย (Female Mosquito Inflection Rate) อัตราติดเชื้อของยุงลายตัวผู้ (Male Mosquito Inflection Rate) อัตราติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย (Aegypti Inflection Rate) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (Average Rain) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (Average Temperature) ค่าเฉลี่ยอัตราแรงลม (Average Wind) จำนวนประชากร (Population Quantity) และค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (Average Humidity) ดังผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 29

ตาราง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ต่ออัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออก

Variables	LR ^a	p-value
Season	5.50	0.064
Fmosquito	3.53	0.060
Mmosquito	2.60	0.107
AegRate	1.14	0.285

^a likelihood ratio statistics

จากผลการทดลองในตาราง 29 ผู้วิจัยได้ทำการเรียงลำดับปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตามคือ อัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออกจากมากไปน้อย พบว่ามี 2 ปัจจัยที่มีความสำคัญ (Significant) ต่ออัตราการระบาดของโรค ได้แก่ อัตรายุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อและฤดูกาล ดังภาพ 34



ภาพ 34 Histogram แสดงอัตราผู้ป่วยไข้เลือดออกระหว่างปี 2550-2555 โดยจำแนกตามฤดูกาล

จากภาพ 34 พบว่าความถี่ในการกักตุนของยุงลายตัวเมียจะพบมากที่สุดในฤดูร้อน และพบอัตราการระบาดของผู้ที่ติดเชื้อโรคไข้เลือดออกหรือผู้ป่วยมากที่สุดคือฤดูฝน .

ผลการทดลองการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัย (Significant) ด้วยเทคนิคไคสแควร์ (Chi-Square) แสดงดังตาราง 30

ตาราง 30 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัย (Significant) ด้วยเทคนิคไคสแควร์ (Chi-Square)

Sequence	Factors	Chi-square	P-value
1	[< 1]	34.777	< 0.0001*
2	[1 +]	30.917	< 0.0001*
3	[2+]	72.311	< 0.0001*
4	[3+]	64.226	< 0.0001*
5	[4+]	76.807	< 0.0001*
6	[5+]	94.837	< 0.0001*
7	[6+]	104.9	< 0.0001*
8	[7 - 9]	91.982	< 0.0001*
9	[10 - 14]	64.792	< 0.0001*
10	[15 - 24]	25.749	< 0.0001*
11	[25 - 34]	43.927	< 0.0001*
12	[35 - 44]	82.563	< 0.0001*
13	[45 - 54]	108.7	< 0.0001*
14	[55 - 64]	68.433	< 0.0001*
15	[65up]	32.933	< 0.0001*
16	DEN1	4.23	0.0376*
17	DEN2	0.966	0.326
18	DEN3	6.43	0.0482*
19	DEN4	0.140	0.708
20	FemaleMosquitoInflectionRate	5.064	0.024*
21	MaleMosquitoInflectionRate	2.056	0.152
22	AegyptiInflectionRate	11.100	0.0001*
23	AverageHumidity	28.670	< 0.0001*
24	AverageRainPerMonth	10.618	0.001*

ตาราง 30 (ต่อ)

Sequence	Foctors	Chi-square	P-value
25	AverageTemperature	19.505	< 0.0001*
26	AverageWind	85.981	< 0.0001*
27	DistrictPopulationQuantity	17.703	< 0.0001*
28	DEN12	19.097	< 0.0001*
29	DEN13	18.482	< 0.0001*
30	DEN14	10.166	0.001*
31	DEN23	0.913	0.339
32	DEN24	3.009	0.083
33	DEN34	0.229	0.632
34	DEN124	2.351	0.125
35	DEN134	2.049	0.152
36	DEN1234	2.023	0.155
37	DEN14	10.166	0.001*

จากผลการทดลองวิเคราะห์ในตาราง 30 ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม (Y) คือ อัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออกจาก พบว่ามีปัจจัยใหม่ที่มีความสำคัญที่สูง (Significant) ต่ออัตราการระบาดของโรค (Ongruk, Siriyasatien, and Kesorn, 2014, pp.1457-1461) Statistical significant ($P\text{-value} \leq 0.05$) ได้แก่ อัตราการติดเชื้อของยุงลายตัวเมีย (FemaleMosquitoInflectionRate), อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย (AegyptiInflectionRate), ช่วงอายุที่ป่วย (RangeAge) และอัตราการติดเชื้อมากกว่าไวรัสชนิดที่ DEN1-DEN4 (Dengue type) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรวาล ชมภูศรี และคณะ (Chompoosri, et al. 2012) ที่พบว่าจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดที่ติดเชื้อ Dengue ซีโรทัยป์ 1 และ Dengue ซีโรทัยป์ 3 มีมากกว่าซีโรทัยป์ 2 และ 4

ซึ่งผู้วิจัยได้นำปัจจัย (Factors) ต่างๆ เหล่านี้มาทดลองวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ซ้ำอีกครั้ง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งผลสรุปดังตาราง 31

ตาราง 31 แสดงค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ด้วยวิธีฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลต่อการระบาด

Parameter	exp(x)	P-value
[< 1]	8.381	< 0.0001*
[1 +]	4.987	< 0.0001*
[2+]	7.634	< 0.0001*
[3+]	5.284	< 0.0001*
[4+]	4.665	< 0.0001*
[5+]	5.626	< 0.0001*
[6+]	5.052	< 0.0001*
[7 – 9]	2.219	< 0.0001*
[10 – 14]	1.663	< 0.0001*
[15 - 24]	1.606	< 0.0001*
[25 - 34]	2.088	< 0.0001*
[35 - 44]	2.355	< 0.0001*
[45 - 54]	4.201	< 0.0001*
[55 - 64]	5.564	< 0.0001*
[65up]	4.796	< 0.0001*
DEN1	5.034	< 0.0001*
DEN2	1.000	0.983
DEN3	8.517	< 0.0001*
DEN4	0.997	0.828
FemaleMosquitoInflectionRate	7.094	< 0.0001*
MaleMosquitoInflectionRate	1.015	< 0.0001*
AegyptiInflectionRate	3.991	< 0.0001*
AverageHumidity	1.017	< 0.0001*
AverageRainPerMonth	1.003	0.001*
AverageTemperature	0.993	0.728
AverageWind	1.088	< 0.0001*

ตาราง 31 (ต่อ)

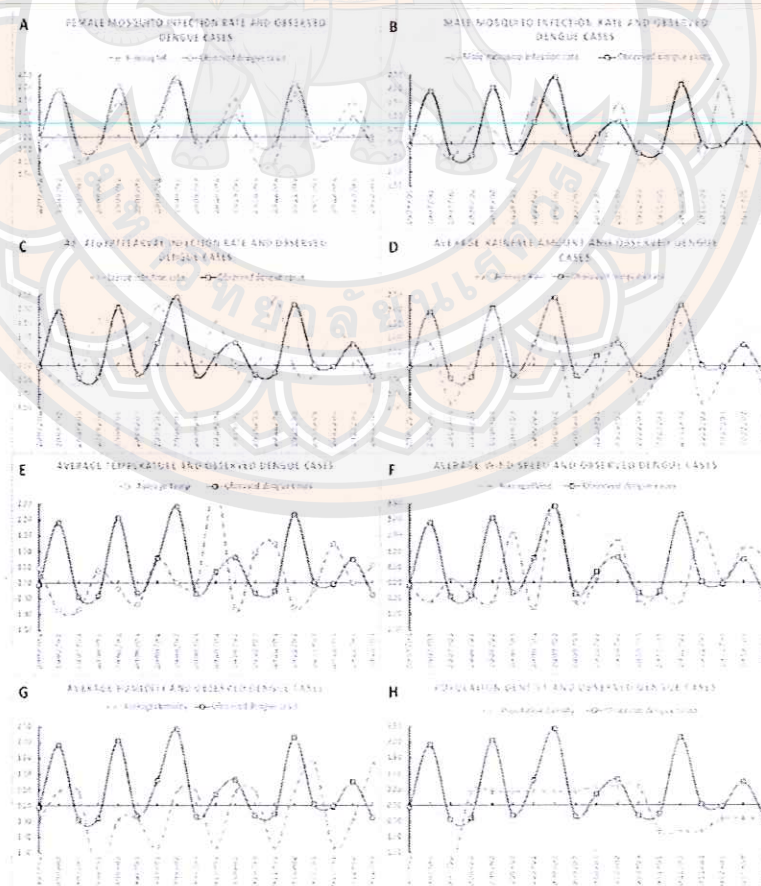
Parameter	exp(x)	P-value
DistrictPopulationQuantity	0.980	< 0.0001*
DEN12	1.093	0.002
DEN13	8.381	< 0.0001*
DEN14	1.574	0.002
DEN23	0.979	0.739
DEN24	1.875	0.027
DEN34	0.909	0.632
DEN124	1.889	0.131
DEN134	0.615	0.156
DEN1234	1.727	0.159
DEN14	1.574	0.002

จากตาราง 31 สรุปผลการทดลองการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ ซึ่งให้เห็นว่า หากยุงลายตัวเมีย (FemaleMosquitoInflectionRate) มีอัตราการติดเชื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้แนวโน้มความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 7.094 เท่า โดยจากข้อมูลในตาราง 30 ยังชี้ให้เห็นว่ามีปัจจัย DEN3 และ DEN1 ซึ่งเป็นปัจจัยใหม่ที่มีผลต่อความเสี่ยงของการระบาดของโรคไข้เลือดออกมากที่สุด เมื่อเทียบกับ DEN อื่นๆ ใน DEN4 มีผลต่ออัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออกน้อยที่สุด ดังนั้น จึงให้เป็นฐานสำหรับการเปรียบเทียบกับ DEN อื่นๆ โดยที่ DEN3 มีความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่ = 6.187 เท่าเมื่อเทียบกับ DEN 4 และ DEN1 มีความเสี่ยงการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่ 4.147 เท่าเมื่อเทียบกับ DEN 4 หรือประมาณ 4.0.32 เท่า เมื่อเทียบกับ DEN2 ผลการทดลองการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความสัมพันธ์นี้ตรงกับข้อเท็จจริงที่ยุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออกมากที่สุด เนื่องจากยุงลายตัวเมื่อนั้นที่ออกหากินและกัดคน ซึ่งหากจำนวนยุงลายตัวเมียมีอัตราการติดเชื้อสูงจะทำให้อัตราการระบาดของโรคสูงตามไปด้วย สำหรับ Dengue type ก็มี ความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการระบาดของโรคเช่นกัน นั่นคือ DEN 1 จะมีอัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออกสูงกว่า DEN อื่นๆ เนื่องจากประเทศไทยมีอัตราการติดเชื้อจาก DEN 1 มากที่สุด

เทียบกับ DEN อื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจักรวาล ชมภูศรี และคณะ (Chompoonsri, et al., 2012) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสมมติฐานที่ 1 เป็นจริง

สำหรับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย, อุณหภูมิเฉลี่ย, จำนวนผู้ป่วย, จำนวนประชากรและอัตราความเร็วลมนั้น จากงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่าน จะใช้ข้อมูลเหล่านี้เป็นปัจจัย (Factors) สำคัญในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก แต่ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยใช้ปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ใช้ร่วมในการพยากรณ์การแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยใช้อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำยุงลาย (Larvae) และชนิดของการติดเชื้อ (Dengue Type) เป็นปัจจัยหลักในการพยากรณ์

เมื่อนำมาพิจารณาความสัมพันธ์เฉพาะอัตราการติดเชื้อของยุงลายตัวเมียและอัตราผู้ป่วยที่พบในแต่ละจังหวัดพบว่า มีลักษณะของกราฟไปในทิศทางเดียวกันดังภาพ 35 ซึ่งเป็นข้อมูลที่สนับสนุนผลการทดลองข้างต้นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนยุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อและจำนวนผู้ป่วย ซึ่งแสดงแนวโน้มดังภาพ 35



ภาพ 35 แสดงอัตรายุงลายตัวเมียที่ติดเชื้อและอัตราผู้ป่วยต่อประชากรแสนคน

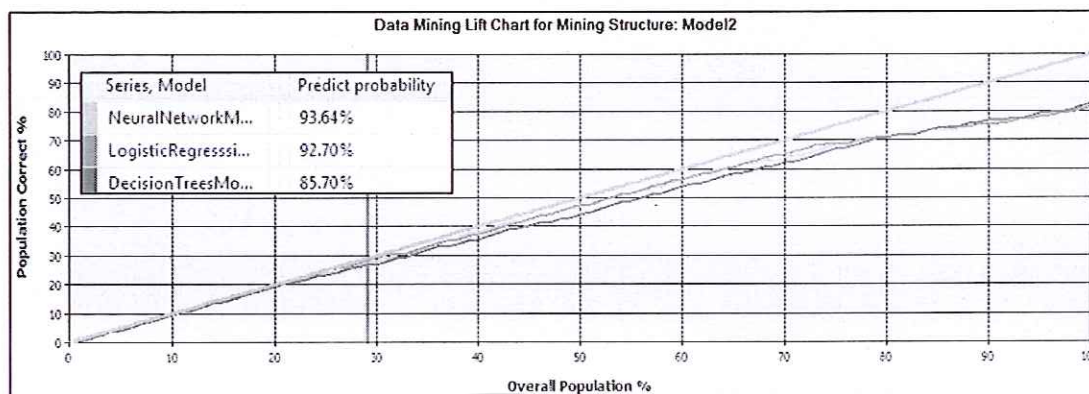
จากภาพ 35 สรุปการทดลองการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยได้แบ่งปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก ได้เป็น 2 กลุ่มปัจจัย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์อัตราแนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก ได้ดังนี้

1. กลุ่มปัจจัยพื้นฐาน ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, อัตราความเร็วลมเฉลี่ย, อัตราความชื้นสัมพัทธ์, จำนวนประชากร และจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก
2. กลุ่มปัจจัยใหม่ ได้แก่ อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแบ่งตามช่วงอายุ, อัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของยุงลายตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของลูกน้ำยุงลาย, อัตราการติดเชื้อของยุงลายตัวผู้, และอัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกชนิดต่างๆ

การสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก

จากสมมติฐานที่ 2 : ปัจจัยใหม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ โดยมีค่า error น้อยลงโดยต้นแบบการพยากรณ์มีค่าความผิดพลาดไม่สูง เช่น ค่าความถูกต้องในการพยากรณ์ ไม่น้อยกว่า 70% (Predict probability) ซึ่งการทดลองนี้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพ (Life chart) โดยการใช้วิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกโดยใช้ปัจจัยใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการระบาดกับโรคไข้เลือดออกทั้งปัจจัยเดิมและปัจจัยใหม่ (Data Set) จำนวน 576 เรคคอร์ด (Record) โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดฝึกสอน (Training Set) จำนวน 80% ของข้อมูล และชุดทดสอบ (Test Set) จำนวน 20% ของข้อมูลทั้งหมด เพื่อนำชุดข้อมูลไปทดสอบค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (Mining accuracy)

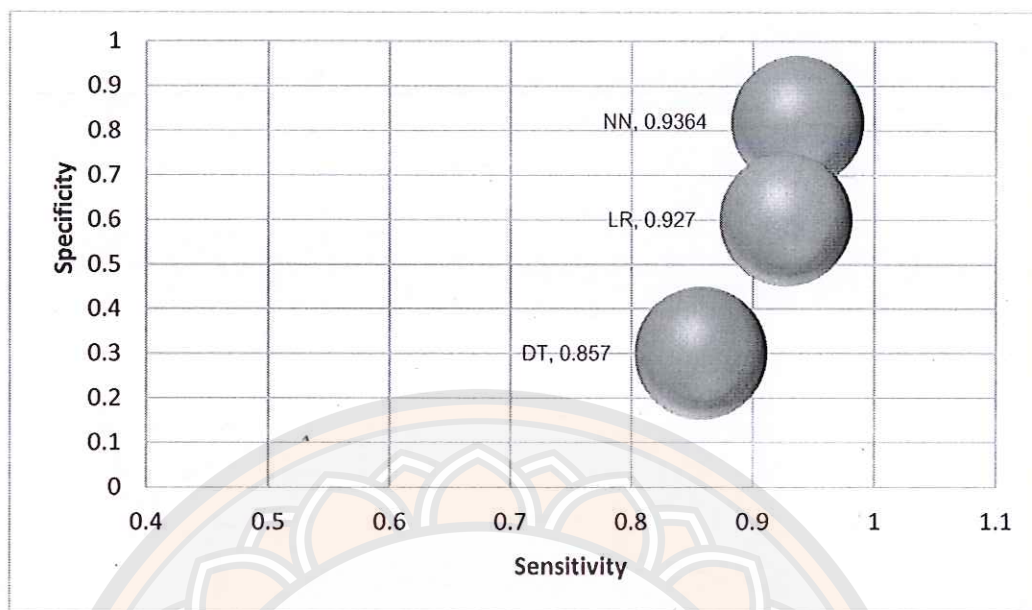
ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks), เทคนิคเหมืองข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Trees) และเทคนิคเหมืองข้อมูลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) ซึ่งผู้วิจัยได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks), แบบจำลองต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) และแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) ซึ่งได้ผลการทดสอบแบบจำลองดังภาพ 36



ภาพ 36 Lift Chart ผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองการพยากรณ์ (Forecasting Model)

จากภาพ 36 Lift Chart ผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง (Forecasting Model) ของการพยากรณ์ด้วยปัจจัยใหม่ โดยแกน x แสดงร้อยละของจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ (Overall Population) ส่วนแกน y แสดงร้อยละของความถูกต้องการพยากรณ์ (Population Correct) และเส้น Ideal Model เป็นเส้นที่แสดงผลของการทำนายที่ถูกต้องและเป็นเส้นมาตรฐานเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Model) ซึ่ง Lift Chart แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เข้าใกล้เส้น Ideal Model ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองนี้มีความถูกต้องในการพยากรณ์เท่ากับ 93.64% อยู่ในระดับที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกและแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ มีความแม่นยำเท่ากับ 92.70% และ 85.70% ตามลำดับ

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทดลองนำโมเดลการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์โครงข่ายประสาทเทียม (NN) มาเปรียบเทียบกับเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Trees) และเทคนิคเหมืองข้อมูลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) ได้ผลการทดลองที่สามารถสรุปได้คือ โครงข่ายประสาทเทียม (NN) โดยใช้วิธี 10-fold cross-validation (Specificity and Sensitivity) ให้ประสิทธิภาพของการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพที่สุดและมีความถูกต้องในการพยากรณ์มากที่สุด คือ 0.9364 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัวแบบ (Model) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มาพร้อมกับ Microsoft Business Intelligent (BI) และมีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานของผู้ใช้ ดังภาพ 37



ภาพ 37 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (specificity and sensitivity)

ดังนั้นจากสมมติฐานที่ 2 จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองโมเดลของการพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมด้วยปัจจัยใหม่เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (Mining accuracy) ที่สูงกว่าเทคนิคอื่นและปัจจัยอื่น

การปรับแต่งพารามิเตอร์ (parameter tuning) ในโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks)

การปรับแต่งพารามิเตอร์ (parameter tuning) ในโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ ซึ่งเป็นการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch), การทดสอบโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) และการทดสอบสร้างโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) ด้วยปัจจัยต่างๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลการพยากรณ์ ดังตาราง 32 ตาราง 33 และตาราง 34 ตามลำดับ

ตาราง 32 แสดงผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch)

โมเดล	Epoch	Error per Epoch	Precision	Recall	F-Measure	Mean absolute error	mean squared error	ROC	Incorrectly Predict probability (%)	Correctly Predict probability (%)
1	500	0.0002137	0.905	0.904	0.904	0.1052	0.295	0.971	9.6	90.4
2	1,000	0.0000301	0.905	0.904	0.904	0.1025	0.2946	0.971	9.6	90.4
3	5,000	0.0000059	0.905	0.904	0.904	0.1012	0.2976	0.972	9.6	90.4
4	10,000	0.0000003	0.905	0.904	0.904	0.1002	0.2967	0.973	9.6	90.4
5	100,000	0.0000003	0.914	0.913	0.913	0.0952	0.2891	0.976	8.7	91.3
*6	1,000,000	0	0.992	0.992	0.992	0.0909	0.2819	0.977	7.8	92.2

จากตาราง 32 ผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch) ซึ่งการทดสอบนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการการย้อนกลับของการรู้จำในการฝึก (feed-forward Neural Networks) ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ (back-propagation) เพื่อใช้ในการปรับปรุงค่าน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weigh) ซึ่งเป็นการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch) จากการทดสอบชุดโมเดลทั้งหมด ผู้วิจัยเลือกโมเดลจากการทดสอบที่ 1,000,000 ล้านรอบของการคำนวณ (1000000 Epoch) เป็นโมเดลของการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก เนื่องจากมีค่าผิดพลาดของการเรียนรู้ต่อรอบที่ 0 % และได้ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์เท่ากับ 92.17 %

ตาราง 33 แสดงผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนโนดชั้นซ่อน

โมเดล	Multilayer Perceptron	Time (Sec)	Precision	Recall	F-Measure	Mean absolute error	mean squared error	ROC	Incorrectly Predict probability (%)	Correctly Predict probability (%)
1	"automatics"	366.21	0.905	0.904	0.904	0.1052	0.295	0.971	9.6	93.4
*2	"5, 10, 20"	146.11	0.939	0.939	0.939	0.0608	0.2218	0.983	9	94
3	"10, 20, 40"	110.28	0.913	0.913	0.913	0.0842	0.2615	0.918	8.7	91.3
4	"20, 40, 80"	187.12	0.923	0.922	0.922	0.0826	0.2582	0.918	7.8	92.2
5	"40, 80, 160"	496.13	0.922	0.922	0.922	0.0846	0.2672	0.98	7.8	92.2
6	"80, 160, 320"	Time Out	-	-	-	-	-	-	-	-

จากตาราง 33 หลังจากได้โมเดลรอบของการเรียนรู้ (Epoch) ที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโมเดลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) (พยุ่ง มีสัจ, 2551) ทดสอบหาจำนวนชั้นที่เหมาะสม (Layer) และปัจจัยสำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสม เพื่อนำไปเป็นโมเดลในการพยากรณ์ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปัจจัย (Factor) สำหรับการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยได้แบ่งข้อมูลปัจจัยสำหรับการพยากรณ์การระบาดออกเป็นชุดๆ โดยนำผลการทดลองจากสมมติฐานที่ 1 มาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งข้อมูลปัจจัยเพื่อสร้างโมเดลในการพยากรณ์ โดยใช้โมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) ที่ MultilayerPerceptron ที่ Layer ต่างๆ โดยทำการทดสอบโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron: MLP) ที่ MultilayerPerceptron Layer ที่ "5, 10, 20" ได้ผลการทดสอบการพยากรณ์โมเดลโดยใช้ปัจจัยทั้งหมด ได้ค่าการพยากรณ์ความถูกต้อง ที่ 94% และค่าการพยากรณ์การผิดพลาด ที่ 6 % โดยใช้เวลาในการสร้างโมเดล 146.11 วินาที ผู้วิจัยเลือก MultilayerPerceptron Layer ที่ "5, 10, 20" เนื่องจากเป็น Layer ที่ใช้เวลาการสร้างโมเดลน้อยโดยที่มีผลการพยากรณ์โมเดลที่สูง

ตาราง 34 แสดงผลการทดสอบโมเดลด้วยการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยอัตราการเรียนรู้

โมเดล	Factor	Time (Sec)	Precision	Recall	F-Measure	Mean absolute error	mean squared error	ROC	Incorrectly Predict probability (%)	Correctly Predict probability (%)
1	All Factor	1.8	0.931	0.93	0.93	0.0839	0.2163	0.985	7	93
2	Den1+Den3+ Normal	0.66	0.896	0.896	0.896	0.1401	0.2788	0.946	10.4	89.6
3	New Factor	0.25	0.809	0.809	0.809	0.2436	0.3473	0.905	19.1	96.5
4	Normal Factor	0.37	0.893	0.887	0.887	0.171	0.2883	0.955	11.3	88.7
*5	Age+New Factor	1.83	0.966	0.965	0.965	0.0513	0.1834	0.954	3.5	96.5

หมายเหตุ: 1. Normal Factors คือ ปัจจัยเดิมประกอบ จำนวนประชากร ปริมาณน้ำฝน

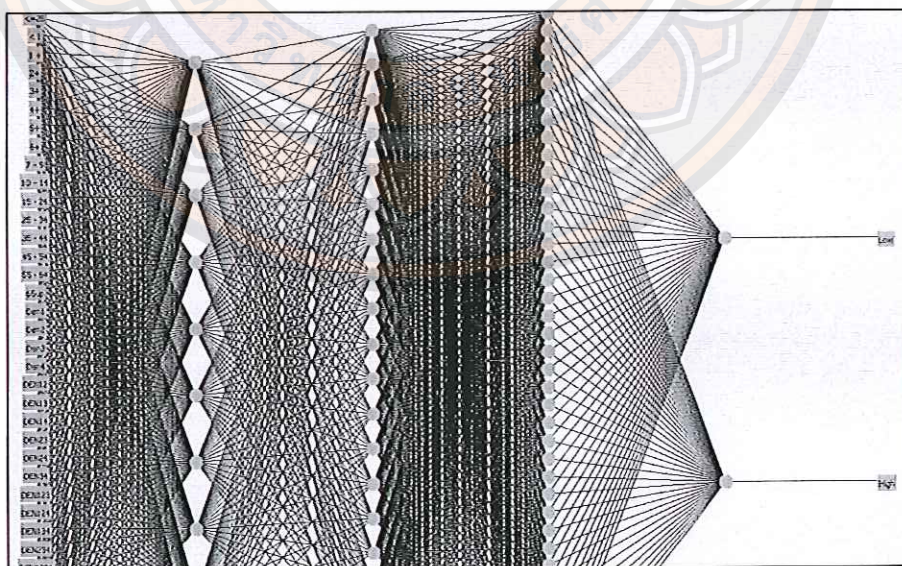
อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราแรงลม

2. New Factors คือ ปัจจัยใหม่ประกอบ อัตราการติดเชื้อของลูกน้ำและยุงลาย การติดเชื้อไวรัส (Dengue Type) และอัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแยกตามช่วงอายุ

จากตาราง 34 ผู้วิจัยได้สร้างโมเดลให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างโมเดลการพยากรณ์และเลือกปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเพื่อใช้ในการพยากรณ์ในแต่ละพื้นที่ได้เอง โดยผลการทดลองการพยากรณ์ด้วยปัจจัยต่างๆ นอกเหนือจากตาราง 34 มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากกว่า 70%

จากตาราง 34 การทดสอบสร้างโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) ด้วยปัจจัยต่างๆ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) ที่ MultilayerPerceptron ที่ Layer "a" (Age+New Factor) และ (New Factor) ได้ผลการทดสอบการพยากรณ์โมเดลโดยใช้ปัจจัยทั้งหมด ได้ค่าการพยากรณ์ความถูกต้อง ที่ 96.5 % และค่าการพยากรณ์การผิดพลาด ที่ 3.5 % โดยใช้เวลาในการสร้างโมเดล 1.83 วินาที

จากการสร้างโมเดลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยกระบวนการการย้อนกลับของการรู้จำในการฝึก (feed-forward Neural Networks) ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ (back-propagation) ด้วยการปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weigh) ซึ่งเป็นการทดสอบโมเดลด้วยการปรับปรับค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch) และการสร้างโมเดลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) โดยใช้ปัจจัยใหม่เพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่สูง ซึ่งได้รูปแบบดังภาพ 38

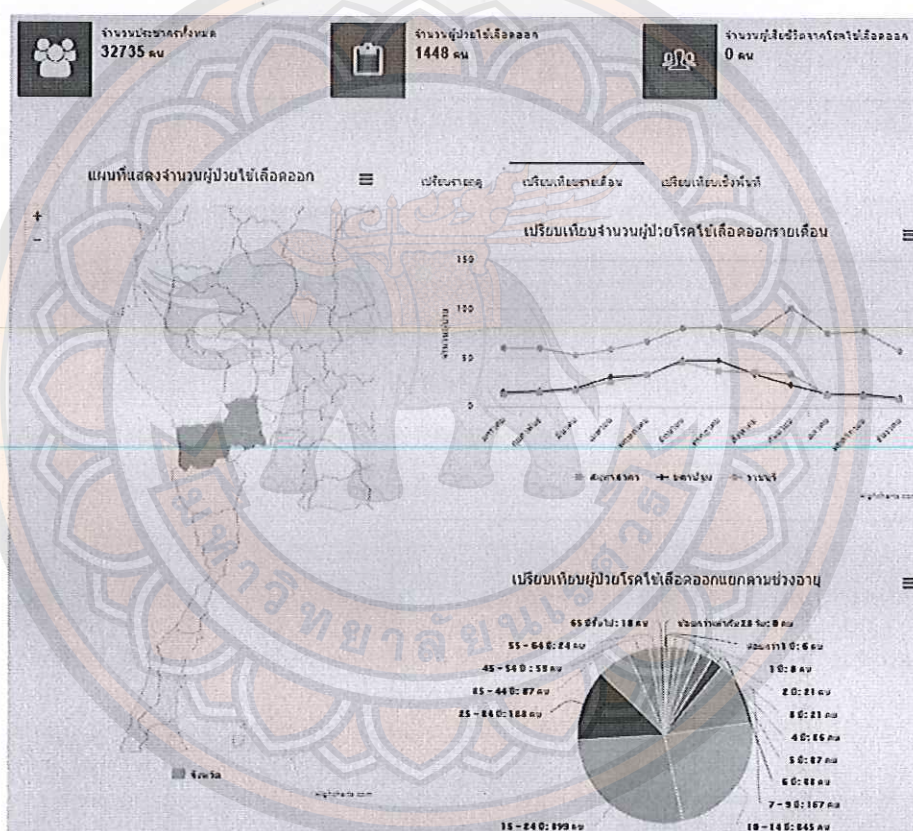


ภาพ 38 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP)

จากภาพ 38 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) ซึ่งเป็นโครงข่ายที่ให้ประสิทธิภาพของการพยากรณ์และเหมาะกับการนำโมเดลไปพยากรณ์

ผลการทดลองการสร้างระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจการเฝ้าระวังการระบาดและการป้องกันเพื่อใช้บริหารจัดการโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI)

ระบบสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI) ดังภาพ 39



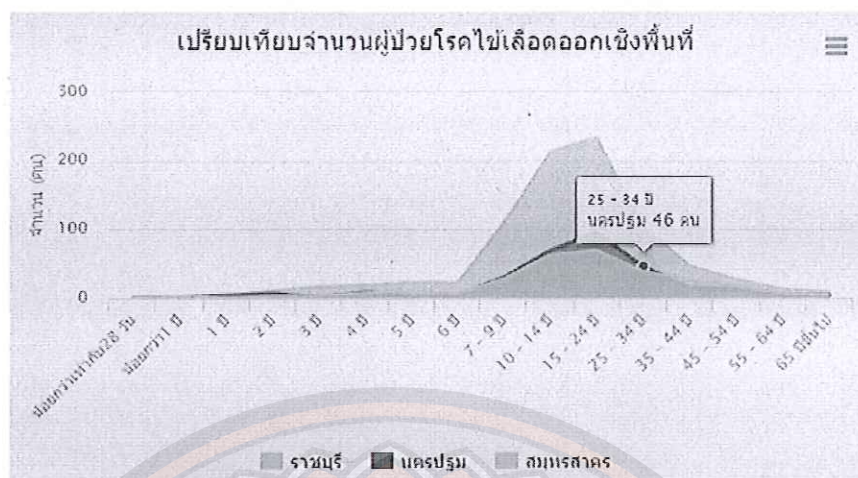
ภาพ 39 ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการการระบาดของโรคไข้เลือดออก

จากภาพ 39 ระบบสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการการระบาดของโรคไข้เลือดออก (Dash board) เมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้ระบบการใช้วิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก โดยผู้ใช้งานระดับบริหารและระดับผู้อำนวยการสามารถใช้ข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกเมื่อพบพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาด

ก็สามารถสั่งการให้พื้นที่เฝ้าระวังและเตรียมความพร้อมในการรับมือกับการระบาดได้ ส่วนผู้ใช้งานระดับปฏิบัติการสามารถใช้ข้อมูลจากระบบในการช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจเกี่ยวกับการรับมือและเฝ้าระวังการระบาดของโรคในพื้นที่ที่ตนเองรับผิดชอบได้ และผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อดูข้อมูลแนวโน้มการระบาดเพื่อเฝ้าระวังการระบาดที่บ้านของตนเองได้ เช่น นำข้อมูลที่ได้ไปช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของตนเองในการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายในบริเวณบ้านของตนเอง นอกจากนี้ด้วยหลักการระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI) ผู้บริหารและผู้บริหารงานในชุมชนของกระทรวงสาธารณสุข สามารถใช้ความสามารถของระบบธุรกิจอัจฉริยะในการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ออนไลน์ (Online Analytical Processing (OLAP)) หรือ คิวบ์ (Cube) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออกได้ตามความต้องการ เนื่องจากระบบธุรกิจอัจฉริยะมีความยืดหยุ่นในการเรียกดูข้อมูลสูง (Interactive mode) ผู้ใช้งานสามารถเลือก กำหนด และเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการดูได้ด้วยตัวเอง และสามารถนำข้อมูลเข้าและออกจากระบบด้วยตัวเองในรูปแบบไฟล์มาตรฐาน (csv, excel, pdf และ jpg) เช่น ต้องการดูข้อมูลไข้เลือดออก ก็สามารถเลือกปี เลือกจังหวัด เลือกข้อมูลที่ต้องการดูหรือเปรียบเทียบได้ด้วยตัวเอง เพื่อนำข้อมูลนั้นไปจัดการเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังภาพ 40

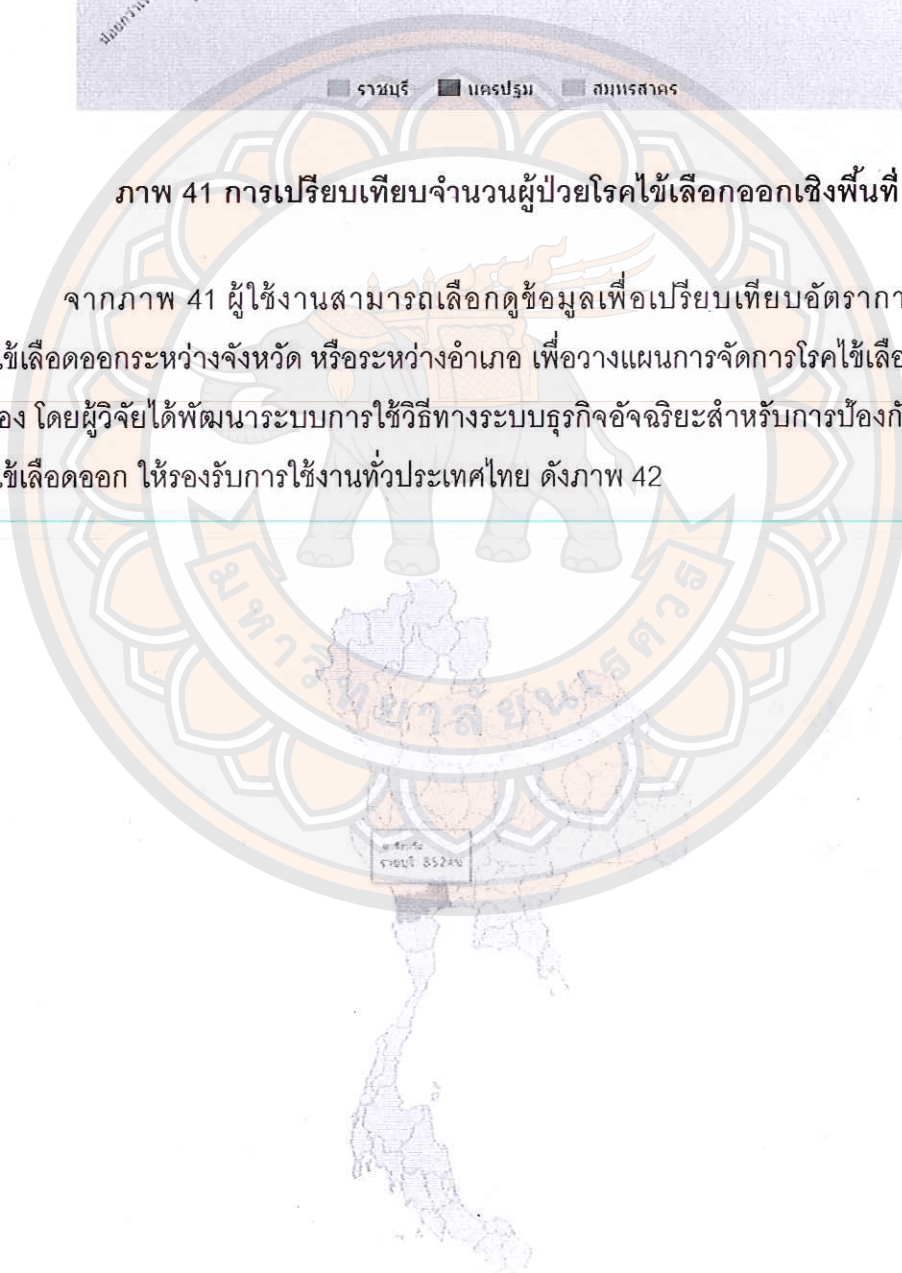
Calendar Year

Geo Name	Province Name	District Name	24	25	34	35	44	45	54	55	64	65	Patent Rate				
ภาคเหนือ	น่าน	ดงขี้เหล็ก		12	2	0	0	1	475								
		น่าน	21	9	8	3	1	349									
		น่าน	13	3	5	1	2	193									
		Total	46	14	13	4	4	1017									
		น่าน	21	3	7	2	2	1267									
	น่าน	น่าน	46	25	10	6	3	1090									
		น่าน	36	14	10	5	4	778									
		Total	103	47	27	13	9	3135									
		น่าน	9	5	1	1	1	301									
		Total	0	2	1	2	3	6	20	47	47	30	21	17	6	4	632
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933	
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
ภาคกลาง	นนทบุรี	0	2	1	2	3	6	5	20	47	47	30	21	17	6	4	632
	นนทบุรี	0	3	3	3	3	10	7	23	63	70	39	26	18	7	5	933
	Total	0	6	21	21	36	37	33	167	345	399	183	87	53	24	13	5085
	Total	0	6	21	21	36	37	33									



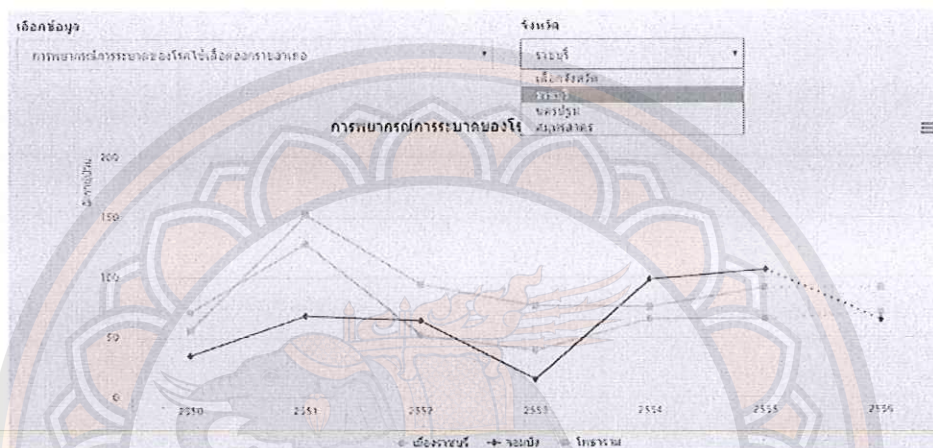
ภาพ 41 การเปรียบเทียบจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกเชิงพื้นที่

จากภาพ 41 ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบอัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออกระหว่างจังหวัด หรือระหว่างอำเภอ เพื่อวางแผนการจัดการโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ตนเอง โดยผู้วิจัยได้พัฒนาระบบการใช้วิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก ให้รองรับการใช้งานทั่วประเทศไทย ดังภาพ 42



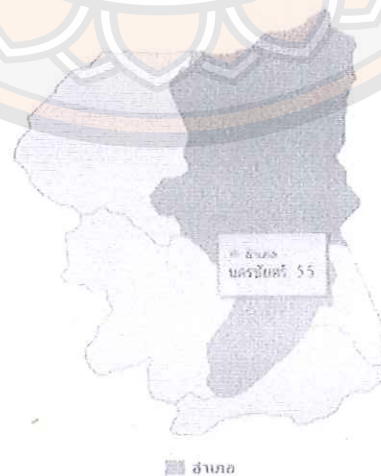
ภาพ 42 แสดงข้อมูลอัตราการระบาดของแต่ละจังหวัด

จากภาพ 42 ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลในจังหวัดที่ต้องการดูหรือเรียกข้อมูลเพื่อใช้งาน โดยการเรียกหรือสามารถดูข้อมูลอะไรได้บ้างนั้น ผู้ดูแลระบบของแต่ละจังหวัดหรือแต่ละอำเภอจะเป็นผู้กำหนด นอกจากนี้ด้วยวิธีการระบบธุรกิจอัจฉริยะผู้บริหารและปฏิบัติงานทุกระดับของกระทรวงสาธารณสุข สามารถดูแนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก หรือการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังภาพ 43



ภาพ 43 การพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วยวิธีการระบบธุรกิจอัจฉริยะ

จากภาพ 43 เมื่อผู้ใช้งานเลือกดูข้อมูลหรือรายงานเกี่ยวกับการพยากรณ์โรคไข้เลือดออกของแต่ละจังหวัด ของแต่ละอำเภอ แล้วผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังภาพ 44



ภาพ 44 การพยากรณ์โรคไข้เลือดออกเชิงพื้นที่ (BI Map)

จากภาพ 44 เมื่อมีจำนวนอัตราผู้ป่วยต่อแสนของประชากรในพื้นที่นั้นๆ เกิน 50 คน ระบบธุรกิจอัจฉริยะก็จะแสดงอัตราผู้ป่วยและแสดงสีของพื้นที่นั้นเป็นสีแดงหมายถึงพื้นที่นั้นเสี่ยงต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก แต่ถ้าจำนวนอัตราผู้ป่วยต่อแสนของประชากรในพื้นที่นั้นๆ น้อยกว่า 50 คน ระบบธุรกิจอัจฉริยะก็จะแสดงอัตราผู้ป่วยและแสดงสีของพื้นที่นั้นเป็นสีเขียวหมายถึงพื้นที่นั้นต้องเฝ้าระวังต่อการระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยผู้บริหารและปฏิบัติงานทุกระดับสามารถใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการและเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก เช่น ดำเนินการฉีดพ่นหมอกควันกำจัดยุงลายเพื่อกำจัดและป้องกันยุงลาย หรือใช้เป็นข้อมูลในการจัดการแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย หรือใช้ส่งรายงานหรือข้อมูลการระบาดของโรคไข้เลือดออกไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังภาพ 45

ลำดับ	ชื่อผู้ป่วย	จำนวนผู้ป่วย (คน)
1	D.H.F.Totai(25.27.66)	15
2	D.H.F.Totai(25.27.66)	15
3	D.H.F.Totai(25.27.66)	10
4	D.H.F.Totai(25.27.66)	10
5	D.H.F.Totai(25.27.66)	19
6	D.H.F.Totai(25.27.66)	26
7	D.H.F.Totai(25.27.66)	28
8	D.H.F.Totai(25.27.66)	31
9	D.H.F.Totai(25.27.66)	50
10	D.H.F.Totai(25.27.66)	38
11	D.H.F.Totai(25.27.66)	30
12	D.H.F.Totai(25.27.66)	29
รวม		322

Print By :
Time : 2559/05/12

Clicking E-Mail

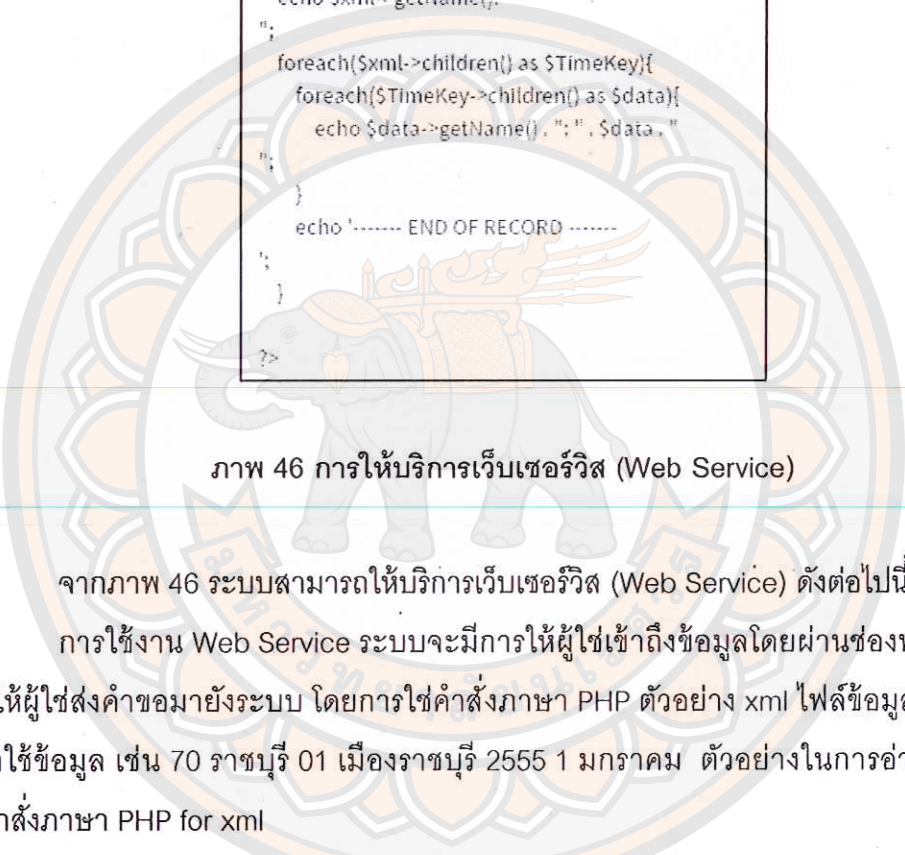
ภาพ 45 การส่งรายงานหรือข้อมูลแบบอัตโนมัติด้วย email ในด้วยวิธีการระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI)

จากภาพ 45 ผู้ใช้งานสามารถเลือกหรือกำหนดข้อมูลที่ต้องการจะส่งหรือแจ้งเตือนให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการและเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้ด้วยตนเอง โดยผู้ใช้งานระบบสามารถเลือกข้อมูลที่ต้องการจะส่ง เลือกเวลาที่จะส่ง และเลือกบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่ต้องการให้ระบบส่ง email ไปถึงโดยอัตโนมัติ

พัฒนาระบบการให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลการระบาดของโรคไข้เลือดออกบนเครือข่าย (Web Service)

ระบบสามารถให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลการระบาดของโรคไข้เลือดออกบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web Service) ดังภาพ 46

```
$xml = simplexml_load_file("factdenguefever.xml");
echo $xml->getName()."
```



```
";
foreach($xml->children() as $TimeKey){
    foreach($TimeKey->children() as $data){
        echo $data->getName(). " . " . $data . "
    }
}
echo '----- END OF RECORD -----'
";
}
?>
```

ภาพ 46 การให้บริการเว็บเซอร์วิส (Web Service)

จากภาพ 46 ระบบสามารถให้บริการเว็บเซอร์วิส (Web Service) ดังต่อไปนี้

การใช้งาน Web Service ระบบจะมีการให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลโดยผ่านช่องทาง xml ไฟล์ โดยให้ผู้ใช้ส่งคำขอมายังระบบ โดยการใส่คำสั่งภาษา PHP ตัวอย่าง xml ไฟล์ข้อมูลเมื่อต้องการเรียกใช้ข้อมูล เช่น 70 ราชบุรี 01 เมืองราชบุรี 2555 1 มกราคม ตัวอย่างในการอ่านข้อมูล xml ตัวคำสั่งภาษา PHP for xml

```
$xml = simplexml_load_file("factdenguefever.xml");
echo $xml->getName()."";
foreach($xml->children() as $TimeKey){
    foreach($TimeKey->children() as $data){
        echo $data->getName() . " . " . $data . "
    }
}echo '----- END OF RECORD -----'
";
?>
```

จากคำสั่งด้านบน จะเป็นการเรียกข้อมูลจาก factdenguefever.xml คือการประกาศให้เข้ารหัสภาษาแบบ UTF-8 เพื่อให้สามารถใช้งานภาษาไทยได้สมบูรณ์ \$xml =

simplexml_load_file("factdenguefever.xml"); คือการเปิดและอ่านไฟล์ factdenguefever.xml
 echo \$xml->getName().""; คือการแสดงผล (header) ของไฟล์ xml นี้ foreach(\$xml->children() as \$TimeKey) คือการวนลูปอ่านค่า element ใน header นี้ นั่นคือ header FactDengueFever และ children ที่ได้คือ TimeKey foreach(\$TimeKey->children() as \$data) คือการวนลูปอ่านค่าในแต่ละ TimeKey และแสดง element ลูกใน TimeKey นั้นๆ ซึ่งคือข้อมูลที่จะทำไปใช้งานจริงจาก code ดังอย่างข้างต้นสามารถแสดงผลได้ดังนี้

FactDengueFever

ProvinceKey: 70

ProvinceName: ราชบุรี

DistrictKey: 01

DisdriectName: เมืองราชบุรี

SeasonNumberOfYear: 2555

MonthNumber: 1

MonthName: มกราคม

จากสมมติฐานที่ 5 เมื่อมีผู้ใช้(client)ทำการร้องขอข้อมูลมาที่เซิร์ฟเวอร์(Server)ของระบบผ่านภาษา xml เซิร์ฟเวอร์ก็จะประมวลผลคำสั่งที่ร้องขอมาส่งกลับไปยังขอร้องขอ (client)

ผลการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการระบาด, ทดสอบโมเดล และสร้างโมเดลการพยากรณ์ของโรคไข้เลือดออก ขั้นตอนต่อไปคือการพยากรณ์ โดยการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกในขั้นตอนนี้อยู่ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลซึ่งเป็นที่นิยมในการทำเหมืองข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Microsoft Neural Network) เนื่องจากเป็น การพยากรณ์แนวโน้มการระบาดโดยใช้ข้อมูลจากเหมืองข้อมูล ซึ่งได้ผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาด ดังตาราง 35

ตาราง 35 แสดงผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก รายจังหวัด
ปี 2556

ปี	ราชบุรี	นครปฐม	สมุทรสาคร
2551	116	83	60
2552	70	55	22
2553	43	51	74
2554	79	20	69
2555	87	28	39
*พยากรณ์	เสี่ยง	เสี่ยง	เสี่ยง

ตาราง 36 แสดงผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก รายอำเภอ
ปี 2556

ปี	เมือง ราชบุรี	จอม บึง	โพ ธาราม	นครชัย ศรี	ดอน ตูม	บางเลน	กระทุ่ม แบน	บ้าน แพ้ว
2551	128	68	152	67	86	96	86	33
2552	52	64	94	82	38	46	38	6
2553	39	15	76	79	51	23	39	106
2554	65	98	75	26	14	19	55	84
2555	65	106	91	29	40	16	25	53
*พยากรณ์	เสี่ยง	เสี่ยง	เสี่ยง	เฝ้าระวัง	เสี่ยง	เฝ้าระวัง	เสี่ยง	เสี่ยง

DEVI24 Numeric	DEVI34 Numeric	DEVI234 Numeric	DEVI1234 Numeric	FemaleMooseInfectionRate Numeric	MaleMooseInfectionRate Numeric	AgrostInfectionRate Numeric	AverageHumidity Numeric	AverageRainfallRate Numeric	AverageTemperature Numeric	AverageWind Numeric	DistanceFromForestQuantity Numeric	predicted numeric
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	23.0	11.12	74.0	24.0	13.33	50147.0	50147.0
1.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0	9.0	7.41	66.0	37.0	14.25	6666.0	6666.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	69.0	28.4	13.24	31822.0	31822.0
0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.0	69.0	521.0	28.5	28.51	16677.0	16677.0
0.0	1.0	0.0	0.0	15.0	10.0	18.0	12.97	149.0	24.0	24.25	12152.0	12152.0
0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	5.0	11.0	12.97	156.0	25.0	29.65	40117.0	40117.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	69.0	28.4	12.34	16677.0	16677.0
0.0	1.0	0.0	0.0	15.0	10.0	18.0	12.97	149.0	24.0	24.25	12152.0	12152.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	23.0	11.12	74.0	24.0	13.33	50147.0	50147.0
0.0	1.0	0.0	0.0	15.0	10.0	18.0	12.97	149.0	24.0	24.25	12152.0	12152.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	69.0	28.4	13.24	31822.0	31822.0
0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	3.0	11.0	12.97	201.0	31.0	23.21	32247.0	32247.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	23.0	11.12	74.0	24.0	11.02	40209.0	40209.0
0.0	0.0	0.0	1.0	6.0	3.0	0.0	69.0	247.0	28.5	28.54	16458.0	16458.0
0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	4.0	10.0	7.41	63.0	34.0	14.21	53744.0	53744.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	70.0	81.0	32.5	9.35	25542.0	25542.0
0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.0	18.0	7.41	63.0	32.0	13.25	20204.0	20204.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	70.0	81.0	32.5	9.35	25542.0	25542.0
0.0	0.0	0.0	1.0	7.0	5.0	11.0	12.97	156.0	25.0	29.65	40117.0	40117.0
0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	3.0	0.0	69.0	247.0	28.5	28.54	16458.0	16458.0
0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	7.0	70.0	61.0	30.6	10.24	26453.0	26453.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	70.0	81.0	32.5	9.35	25542.0	25542.0
1.0	0.0	0.0	0.0	6.0	3.0	9.0	7.41	66.0	37.0	14.25	6666.0	6666.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	23.0	11.12	74.0	24.0	11.02	40209.0	40209.0
0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	4.0	10.0	7.41	63.0	34.0	14.21	53744.0	53744.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	70.0	81.0	32.5	9.35	25542.0	25542.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	23.0	11.12	74.0	24.0	11.02	40209.0	40209.0
0.0	0.0	0.0	1.0	6.0	3.0	0.0	69.0	247.0	28.5	28.54	16458.0	16458.0
0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	1.0	6.0	11.12	74.0	23.0	14.22	16728.0	16728.0
0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.0	69.0	521.0	28.5	28.51	16677.0	16677.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	69.0	28.4	13.24	31822.0	31822.0
0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.0	10.0	7.41	63.0	32.0	13.25	20204.0	20204.0
0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.0	69.0	521.0	28.5	28.51	16677.0	16677.0
0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	70.0	81.0	32.5	9.35	25542.0	25542.0
0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.0	7.0	70.0	61.0	30.6	10.24	26453.0	26453.0
0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	3.0	11.0	12.97	201.0	31.0	23.21	32247.0	32247.0

ภาพ 47 ผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก ปี 2556

จากภาพ 47 ผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก ปี 2556 ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

ผลการประเมินประสิทธิภาพการพยากรณ์

การประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ที่นำเสนอสามารถทำได้หลายวิธี ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้การคำนวณทางสถิติโดยดูจากค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งจะใช้ค่า MAPE (Mean Absolute Percentage Error) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโมเดลการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นเทคนิคที่อยู่บนพื้นฐานของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ในการค่าผิดพลาดจะทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง หมายถึงนำข้อมูลที่มีอยู่มาแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดแรกนำไปเป็นข้อมูลเข้าให้กับระบบและชุดที่ 2 เก็บไว้เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลชุดแรกมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในชุดที่ 2 เพื่อหาความแตกต่างระหว่างผลการทำนายและข้อมูลจริงว่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ยกตัวอย่างเช่น นำข้อมูลปี พ.ศ. 2550-2554 เป็นข้อมูลเข้าเพื่อทำนายจำนวนผู้ป่วยไข้เลือดออก และนำผลการทำนายที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงของปี พ.ศ. 2555 เป็นต้น

สำหรับการทดลองนี้จะใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เดียวกันในการทดสอบและเปรียบเทียบผลการทดลองด้านต่างๆ โดยมีรายละเอียดคือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดดิสก์ แรม ซีพียู และใช้ Microsoft SQL Server 2008R2 ในการประมวลผลการทดลอง

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลการพยากรณ์จะพิจารณาจากค่า MAPE (Mean Absolute Percentage Error) ซึ่งเป็นวิธีการที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในการวัดประสิทธิภาพเทคนิคการพยากรณ์ วิธีการหาค่า MAPE แสดงดังสมการต่อไปนี้

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_i - F_i}{X_i} \right| \times 100$$

โดยที่ X_i คือค่าข้อมูลจริง และ F_i คือค่าพยากรณ์ และ n คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตาราง 37 แสดงค่าผิดพลาด (Error) จากการพยากรณ์

District	Actual	Forecast	Error	Absolute Value
เมืองราชบุรี	65.37	65.46	0.09	0.14
จอมบึง	98.22	102.25	4.03	4.10
โพธาราม	75.04	91.36	16.32	21.75
นครชัยศรี	26.47	29.24	2.77	10.46
ดอนตูม	83.31	119.35	36.04	43.26
บางเลน	76.35	68.43	7.92	10.37
กระทุ่มแบน	55.27	25.12	30.15	54.55
บ้านแพ้ว	84.45	53.73	30.72	36.38

จากตาราง 37 ผลการทดลองการสร้างโมเดลการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก จะได้ค่า MAPE = 2.69 จึงสรุปได้ว่าตัวแบบพยากรณ์มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่น่ามาทดสอบ เนื่องจากมีค่าไม่เกิน 10

สรุปเนื้อหาประจำบท

จากผลการวิจัยของการใช้วิธีทางระบบธุรกิจอัจฉริยะสำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก ผู้วิจัยค้นพบปัจจัยใหม่ ได้แก่ อัตราผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกแบ่งตามช่วงอายุ, อัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของยุงลายตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของลูกน้ำยุงลาย,

อัตราการติดเชื้อของบุคลากรตัวผู้, และอัตราการติดเชื้อโรคใช้เลือดออกชนิดต่างๆ ซึ่งยังไม่มีนักวิจัยท่านใดนำปัจจัยเหล่านี้มาใช้ในการพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยปัจจัยใหม่ที่ผู้วิจัยค้นพบนี้ให้ประสิทธิภาพและความถูกต้องในการพยากรณ์การระบาดของโรคที่สูง และระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI) ยังสามารถจัดการในด้านความต้องการของผู้ใช้งานที่มีไม่สิ้นสุดโดยให้ผู้ใช้งานเลือกดูหรือเลือกใช้ข้อมูลได้เองตามความต้องการ ซึ่งมีประโยชน์และลดภาระการสร้างรายงานของโปรแกรมเมอร์ ซึ่งระบบธุรกิจอัจฉริยะเป็นระบบที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารและปฏิบัติงานได้ดีที่สุด ดังจะกล่าวในบทต่อไป



บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า อัตราการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ของยุงลายตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ลูกน้ำ, อัตราการติดเชื้อชนิดที่ 1 (Dengue type 1) ในผู้ป่วย, อัตราการติดเชื้อชนิดที่ 3 (Dengue type 3) ในผู้ป่วย และอัตราการป่วยแยกตามช่วงอายุ โดยปัจจัยดังกล่าวมาข้างต้นเป็นปัจจัยใหม่ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการระบาดของโรคไข้เลือดออกสูง ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดเคยทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวมาก่อน ดังนั้นหากประเทศไทยสามารถเก็บข้อมูลลูกน้ำและยุงลายที่ติดเชื้อได้และมีความละเอียดและมีความละเอียดในการเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ เช่น เก็บข้อมูลรายเดือนในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ จะทำให้เราสามารถนำมาพยากรณ์แนวโน้มความรุนแรงของการระบาดของโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างละเอียด แต่เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากนักวิจัยที่เก็บรวบรวมข้อมูลนี้คือ ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีการเก็บข้อมูลในลักษณะเดือน จึงทำให้การวิเคราะห์ในโครงการวิจัยนี้จำเป็นต้องวิเคราะห์ในระดับเดือนเช่นกัน นอกจากนี้โมเดลการพยากรณ์ที่ได้ยังมีค่าความผิดพลาดในระดับที่ยอมรับได้ คือไม่เกิน 10 ซึ่งสามารถนำโมเดลไปใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกเพื่อการเฝ้าระวัง, ป้องกันและควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งบางหน่วยงานสามารถนำโมเดลนี้ไปใช้ในการเฝ้าระวังการระบาดได้ทั่วประเทศ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบคลังข้อมูลให้รองรับทั่วประเทศ โดยสำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขหรือหน่วยงานอื่นสามารถนำผลการวิจัยนี้เป็นแนวคิดในการพัฒนาต่อยอดได้ต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบให้รองรับกับการทำงานในทุกอุปกรณ์ (Web responsive) เพื่อให้ผู้ใช้ทุกกลุ่มและทุกระดับสามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้พัฒนารายงานแบบ (Real time) เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ระบบดังกล่าวทำให้ผู้ใช้เห็นแนวโน้มด้านต่างๆ เช่น แนวโน้มความรุนแรงของการระบาดของโรค หรือในอีกมุมมองหนึ่งสามารถมองได้ว่าการจัดสรรงบประมาณในแต่ละปีมีประสิทธิภาพมากเพียงใด หากมีประสิทธิภาพ จำนวนผู้ป่วยในปีถัดไปควรจะลดลง เป็นต้น และ

ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบของนวัตกรรมบริการ (Web service) เพื่อให้องค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์เพื่อดึงข้อมูลเกี่ยวกับการระบาดของโรคไข้เลือดออกไปพัฒนาระบบหรือแอปพลิเคชันที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นได้ เช่น พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือหรือแท็บเล็ต (Tablet) เป็นต้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคไข้เลือดออก พบว่าปัจจัยที่มีผลกับอัตราการระบาดมากที่สุด คืออัตราการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ของยุงลาย ตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ยุงลาย, อัตราการติดเชื้อชนิดที่ 1 (Dengue type 1) ในผู้ป่วย, อัตราการติดเชื้อชนิดที่ 3 (Dengue type 3) ในผู้ป่วย, ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจักรวาล ชมภูศรี (Chompoonsri, et al., 2012) และภาสวีย์ อ่องรัก, เเผด็จ สิริยะเสถียร และ ไกรศักดิ์ เกษร (Ongruk, Siriyasatien and Kesorn, 2014, pp.1457-1461) และอัตราการป่วยแยกตามช่วงอายุ ซึ่งเป็นปัจจัยใหม่ โดยผลการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวกับอัตราการระบาดของโรค พบว่าข้อมูลมีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant)

ส่วนการทดสอบกระบวนการการย้อนกลับของการรู้จำในการฝึก (feed-forward Neural Networks) ด้วยอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบ (back-propagation) เพื่อใช้ในการปรับปรุณน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weigh) โดยเป็นการทดสอบโมเดลด้วยการปรับปรุณค่าน้ำหนัก (Weight) ด้วยจำนวนรอบ (Epoch) ผู้วิจัยได้ปรับค่าน้ำหนักที่ 1,000,000 Epoch ใช้เวลาในการทดสอบ 5 ชั่วโมง 25 นาที ซึ่งได้ค่าผิดพลาดของการเรียนรู้ต่อรอบที่ 0 %

ส่วนการทดสอบการสร้างโมเดลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) ซึ่งพบว่าจำนวน MultilayerPerceptron ที่ชั้น (Layer) "5, 10, 20" ได้ผลการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดที่ 94 % ซึ่งเป็นชั้นที่โครงข่ายประสาทเทียมทำการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ซึ่งจะเป็นโมเดลที่ผู้วิจัยจะเอาไปสร้างโมเดลต่อไป

ส่วนการสร้างโมเดลผู้วิจัยได้นำโมเดลที่ได้จากการทดสอบมาสร้างโมเดลด้วยปัจจัยต่างๆ ด้วย โครงข่าย ประ ส ท เ ท ย ม แบบ หลาย ชั้น (Multi-Layered Perceptron : MLP) MultilayerPerceptron ที่ชั้น (Layer) "5, 10, 20" ด้วยอัตราการเรียนรู้ 0.05 พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมกับการสร้างโมเดลมากที่สุดที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดที่ 96 % คือ อัตราการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ของยุงลายตัวเมีย, อัตราการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ยุงลาย, อัตรา

การติดเชื้อชนิดที่ 1 (Dengue type 1) ในผู้ป่วย, อัตราการติดเชื้อชนิดที่ 3 (Dengue type 3) ในผู้ป่วย, และอัตราการป่วยแยกตามช่วงอายุ (Age+New Factor)

ส่วนการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกด้วย ซึ่งพบว่าปัจจัยใหม่ให้ผลความถูกต้องในการพยากรณ์การระบาดที่ 93.64% ส่วนปัจจัยพื้นฐานให้ผลความถูกต้องในการพยากรณ์การระบาดที่ 69.76 %

ดังนั้น ถ้าจะทำการพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งพบว่าการใช้ปัจจัยใหม่กับช่วงอายุ โดยใช้ Microsoft Neural Network ให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์สูงสุด ซึ่งอาจจะทำให้การพยากรณ์ที่ถูกต้องที่สุด มีความผิดพลาดในการพยากรณ์น้อยสุด โดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบ (back-propagation) จะช่วยลดการล้ม (Request Time out) ของฐานข้อมูลด้วย เพราะฉะนั้นถ้าจะพยากรณ์แนวโน้มการระบาดของโรคไข้เลือดออกให้มีประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงสุด ควรใช้ปัจจัยใหม่กับช่วงอายุเป็นปัจจัยหลักในการพยากรณ์

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

1. ระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกจังหวัด หรือสามารถนำไปเป็น Data Center ของประเทศด้านการเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้
2. ควรนำระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) เข้ามาพัฒนาประยุกต์ใช้เพื่อแสดงความรุนแรงของการระบาดบนแผนที่ประเทศไทย ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพรวมการระบาดชัดเจนมากขึ้น
3. ทุกจังหวัดในประเทศไทยควรมีข้อมูลอัตราการติดเชื้อของลูกน้ำและยุงลาย
4. ทุกจังหวัดควรจะใช้อัตราการป่วยโรคไข้เลือดออกตามช่วงอายุ เป็นปัจจัยในการพยากรณ์เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวมีการเก็บข้อมูลทุกจังหวัด
5. กระทรวงสาธารณสุข ควรใช้ข้อมูลจากระบบเป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการกำจัดยุงลายด้วยการฉีดพ่นยากำจัดยุงลายในชุมชนเพื่อลดปริมาณจำนวนยุงลายและเพื่อป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกในชุมชน
6. กระทรวงสาธารณสุข ควรใช้ข้อมูลจากระบบในการเฝ้าระวังและป้องกันกลุ่มอายุที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคไข้เลือดออก คือกลุ่มอายุ 10-24 ปี เช่น รณรงค์และให้ความรู้เกี่ยวกับโรคไข้เลือดออก เป็นต้น

7. กระทรวงสาธารณสุข ควรใช้ข้อมูลจากระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการกำจัดการแพร่ระบาดของพันธุ์ลูกน้ำยุงลายในชุมชน

8. การวิจัยนี้แสดงเพียงข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจริงที่เก็บรวบรวมได้จากอดีตถึงปัจจุบัน การกำหนดนโยบายต่างๆ ผู้บริหารระดับสูงของรัฐบาลหรือกระทรวงสาธารณสุขสามารถใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ แต่ระบบไม่สามารถบอกได้ว่าผู้บริหารควรจะมีปฏิบัติหรือกำหนดนโยบายอย่างไร

ความสำเร็จของงานวิจัย

ความสำเร็จของการวิจัยเรื่องการศึกษาปัจจัยในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก ดังนี้

1. บทความทางวิชาการ (Journals)

Ongruk, P., Siriyasatien, P. and Kesorn, K. (2014). New key factors discovery to enhance dengue fever forecasting model. *Advanced Materials Research*, 931, 1457-1461.

Kesorn, K., Ongruk, P., Chompoosri, J., Phumee, A., Thavara, U., Tawatsin, A., et al. (2015). Morbidity rate prediction of dengue hemorrhagic fever (DHF) Using the Support Vector Machine and the Aedes aegypti Infection Rate in Similar Climates and Geographical Areas. *PLoS ONE*, 10(5), 1-16.

Siriyasatien, P., Phumee, A., Ongruk, P., Jampachaisri, K. and Kesorn, K. (2016). Analysis of significant factors for dengue fever incidence prediction. *BMC Bioinformatics*, 17(1), 1-9.

2. การนำเสนอแบบปากเปล่า (Oral Presentation)

การประชุมทางวิชาการระดับชาติ "วิทยาศาสตร์วิจัย" ครั้งที่ 6 ปี 2557 จัดขึ้นที่ จังหวัดชลบุรี โดยมหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งงานประชุมวิชาการนี้ได้รับการยอมรับให้นำเสนอแบบปากเปล่าในหัวข้อการค้นหาคำปัจจัยใหม่ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก (ภาสวีร์ อ่องรัก, 2557)



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมโรค สำนักโรคติดต่อเฝ้าระวัง. (2558). คู่มือวิชาการโรคติดต่อ
เชื้อเด็งกีและโรคไข้เลือดออกเด็งกีด้านการแพทย์และสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2558.
นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมโรค สำนักโรคติดต่อเฝ้าระวัง.
- กิตติพงษ์ กลมกล่อม. (2552). การออกแบบและพัฒนาคลังข้อมูล (Data Warehouse).
กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- กิตติมา เพชรทรัพย์. (2548). สารสนเทศเพื่อการจัดการ. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2558, จาก
http://www.sirikitdam.egat.com/WEB_MIS/108/mis1.html
- ไกรศักดิ์ เกษร. (2555). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ไกรศักดิ์ เกษร. (2556). การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศในยุคปัจจุบัน.
พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชนวัฒน์ ศรีสะอาด. (2551). ฐานข้อมูลคลังข้อมูลและเหมืองข้อมูล (พิมพ์ครั้งที่ 2).
ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ธวัชชัย สุขสาย. (2551). การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่องานระบาดวิทยา
เชิงพื้นที่ในจังหวัดอุบลราชธานี ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. การศึกษาค้นคว้า
ด้วยตนเอง วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ปติญาญา แยมชัย. (2549). การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) กองสาธารณสุข
และสิ่งแวดล้อมเทศบาลเมืองตาก จังหวัดตาก. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.ม.,
มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- พยุ่ง มีสัจ. (2551). ระบบพีชชีและโครงข่ายประสาทเทียม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิเชษฐ พลพิชิต. (2549). การพัฒนาระบบสารสนเทศงานระบาดวิทยา กรณีศึกษา: สำนัก
สาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา. สารนิพนธ์ วท.ม., สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- สรวิศ คุ้มมิ่ง. (2554). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเฝ้าระวัง
ทางระบาดวิทยา. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- เสรี นพรัตน์. (2543). ระบาดวิทยาของไข้เลือดออกในจังหวัดอุดรธานี. การศึกษาแบบอิสระ
ส.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เสาวณิต สุขภารังษี. (2542). การพยากรณ์แนวโน้มของการเกิดโรคที่ต้องเฝ้าระวังทาง
ระบาดวิทยาของจังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ ส.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ.

Aburas, H. M., Cetiner, B.G. and Sari, M. (2010). Dengue confirmed-cases prediction:
A neural network model. *Expert Systems with Applications*, 37, 4256–4260.

Afzal, S., Maciejewski, R. and Ebert, D. (2011). Visual analytics decision support
Environment for Epidemic Modeling and Response Evaluation. In *IEEE
Symposium on Visual Analytics Science and Technology* (pp.191-200).
Providence, RI: IEEE.

Anderson, K. B., Chunsuttiwat, S., Nisalak, A., Mammen, M. P., Libraty, D. H., Rothman,
A. L., et al. (2007). Articles: burden of symptomatic dengue infection in children
at primary school in Thailand: a prospective study. *The Lancet*, 369, 1452-1459.

Bakar, A. A., Kefli, Z., Abdullah, S. and Sahani, M. (2011). Predictive models for dengue
outbreak using multiple rulebase classifiers. Retrieved January 1, 2015, from
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6021830>

Barbazan, P., Yoksan, S. and Gonzalez, J. P. (2002). Dengue hemorrhagic fever
epidemiology in Thailand: Description and forecasting of epidemics. *Microbes
and Infection*, 4(7), 699-705.

Beatty, M. E., Stone, A., Fitzsimons, D.W., Hanna, J. N., Lam, S. K., Vong, S., et al.
(2010). Best practices in dengue surveillance: a report from the Asia-Pacific
and Americas dengue prevention boards. *PLoS Negl Trop Dis*. Retrieved
January 1, 2015, from [http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db
=a9h&AN=60640682&site=eds-live&authtype=ip,uid](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=60640682&site=eds-live&authtype=ip,uid)

Besculides, M., Heffernan, R., Mostashari, F. and Weiss, D. (2005). Evaluation of school
absenteeism data for early outbreak detection, New York city. *BMC Public
Health*, 5, 105.

- Boonchieng, E., Boonchieng, W., Senaratana, W. and Singkaew, J. (2014). Development of mHealth for public health information collection, with GIS, using private cloud: A case study of Saraphi district, Chiang Mai, Thailand. *International Computer Science and Engineering Conference*. Retrieved January 1, 2015, from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6978221>
- Buczak, A. L., Koshute, P. T., Babin, S. M., Feighner, B. H. and Lewis, S. H. (2012). A data-driven epidemiological prediction method for dengue outbreaks using local and remote sensing data. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 12(1), 124.
- BusinessWeek Research Services. (2009). *Business Intelligence for HealthCare: The New Prescription for Boosting Cost Management, Productivity and Medical Outcomes*. New York: McGraw-Hill.
- Center of Dengue Control. (2002). *Dengue cases report*. Bangkok: Metropolitan Authority.
- Chakrabarti, S., Cox, E., Frank, E., Güting R. H., Han, J., Jiang, X., et al. (c2009). *Data mining: Know it all*. Amsterdam: Elsevier.
- Chan, E. H., Sahai, V., Conrad, C. and Brownstein, J. S. (2011). Using web search query data to monitor dengue epidemics: A new model for neglected tropical disease surveillance. *PLoS Negl Trop Dis*, 5(5), 1-6.
- Chompoosri, J., Thavara, U., Tawatsin, A., Anantapreecha, S. and Siriyasatien, P. (2012). Seasonal monitoring of dengue infection in *aedes aegypti* and serological feature of patients with suspected dengue in 4 central provinces of Thailand. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 42(2), 185-193.
- Choudhury, M. A. H., Banu, S. and Islam, M. A. (2008). Forecasting dengue incidence in Dhaka, Bangladesh: A time series analysis. *Dengue Bulletin*, 32, 29-37.
- Daintith, J. and Edmund, W. (2015). *Gane-Sarson*. Oxford: Oxford University.
- Das, D., Metzger, K., Heffernan, R., Balter, S., Weiss, D. and Mostashari, F. (2005). Monitoring over-the-counter medication sales for early detection of disease outbreaks--New York city. *MMWR Morb. Mortal Wkl*, 54, 41-46.

- Earnest, A., Tan, S. B., Wilder-Smith, A. and MacHin, D. (2012). Comparing statistical models to predict dengue fever notifications. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. Retrieved March 9, 2015, from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=2303788e-25af-42b6-b0a5-dc3b1e370a3a%40sessionmgr104&vid=2&hid=121>
- Fathima, A. S., Manimegalai, D. and Hundewale, N. (2011). A review of data mining classification techniques applied for diagnosis and prognosis of the arbovirus-dengue. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 8(6), 322-328.
- Garardi, D. O., Monteiro, L. H. A. (2011). System identification and prediction of dengue fever incidence in Rio de Janeiro. *Mathematical Problems in Engineering*. Retrieved March 11, 2015, from <http://dx.doi.org/10.1155/2011/720304>
- Gharbi, M., Quenel, P., Gustave, J., Cassadou, S., Ruche, G. L., Girdary, L., et al. (2011). Time series analysis of dengue incidence in guadeloupe, french west indies: Forecasting models using climate variables as predictors. *BMC Infectious Diseases*, 11(1), 166-178.
- Ginsberg, J., Mohebbi, M. H., Patel, R. S., Brammer, L., Smolinski, M.S. and Brilliant, L., (2009). Detecting influenza epidemics using search engine query data. *Nature*, 457, 1012-1014.
- Goh, K T. (1997). Dengue--a re-emerging infectious disease in Singapore. *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, 26(5), 664-670.
- Gonzalez, M. B. and Rodas, G. G. (2015). Predictive model of dengue focus applied to geographic information systems. In *Latin American Computing Conference* (pp.1-9). Arequipa: IEEE.
- Guzman, M. G., Halstead, S. B., Artsob, H., Buchy, P., Farrar, J., Gubler, D. J., et al. (2010). Dengue: A continuing global threat. *Nat Rev Micro*, 8(12), 7-S6.
- Husin, N. A., Salim, N., Ahmad, A. R. (2006). Simulation of dengue outbreak prediction. In *Proceedings of the Postgraduate Annual Research Seminar* (pp. 374-379). Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia Institutional Repository.

- Ibrahim, F., Faisal, T., Salim, M. M. and Taib, M. N. (2010). Non-invasive diagnosis of risk in dengue patients using bioelectrical impedance analysis and artificial neural network. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 48(11), 1141-1148.
- Karim, M. N., Munshi, S. U., Anwar, N. and Alam, M. S. (2012). Climatic factors influencing dengue cases in Dhaka city: A model for dengue prediction. *Indian Journal of Medical Research*, 136(1), 32-39.
- Koenraadt, C., Aldstadt, J., Kijchalao, U., Sithiprasasna, R., Getis, A., Jones, J., et al. (2008). Spatial and temporal patterns in pupal and adult production of the dengue vector *Aedes aegypti* in Kamphaeng Phet, Thailand. *American Journal Of Tropical Medicine And Hygiene*, 79(2), 230-238 .
- Kyle, J. L. and Harris, E. (2008). Global spread and persistence of dengue. *Annu Rev Microbiol*, 62, 71–92.
- Lan, G., Yi, H. Q., Ping, W., Kai, Y., Kun, W. and Jing, X. (2015). A Model- Based Responsive Web User Interface Development Method. In *6Th IEEE International Conference On Software Engineering & Service Science* (pp.363-366). Beijing: IEEE.
- Leblanc, P., Moss, J. M., Sarka, D. and Ryan, D. (2015). *Applied microsoft business intelligent*. Canada: John Wiley & sons.
- Madhu, G., Reddy, G. S. and Kiranmai, C. (2010). Hypothetical description for intelligent data mining. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(7), 2349–2352.
- Ongruk, P., Siriyasatien, P. and Kesorn, K. (2014). New key factors discovery to enhance dengue fever forecasting model. *Advanced Materials Research*. Retrieved May 4, 2016, from https://www.researchgate.net/profile/Kraisak_Kesorn/publication/262477114_New_Key_Factors_Discovery_to_Enhance_Dengue_Fever_Forecasting_Model/links/00b7d537c7aa5b5c3e000000.pdf/download?version=vtp

- Peterson, A. T., Martínez-Campos, C., Nakazawa, Y. and Martínez-Meyer, E. (2005). Time-specific ecological niche modeling predicts spatial dynamics of vector insects and human dengue cases. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg*, 99(9), 647–655.
- Potts, J.A., Gibbons, R.V., Rothman, A.L., Srikiatkachorn, A., Thomas, S.J., Supradish, P., et al. (2010). Prediction of dengue disease severity among pediatric Thai patients using early clinical laboratory indicators. *PLoS Negl Trop Dis*, 4(8), 1-7.
- Promprou, S., Jaroensutasinee, M. and Jaroensutasinee, K. (2006). Forecasting dengue haemorrhagic fever cases in Southern Thailand using ARIMA models. *Dengue Bulletin*, 30, 99–106.
- Rachata, N., Charoenkwan, P., Yooyativong, T., Chamnongthai, K., Lursinsap, C. and Higuchi, K. (2008). Automatic prediction system of dengue haemorrhagic-fever outbreak risk by using entropy and artificial neural network. In *International Symposium on Communications and Information Technologies* (pp. 210 – 214). Lao: IEEE.
- Rao, V. S. H. and Kumar, M. N. (2012). A new intelligence-based approach for computer-aided diagnosis of dengue fever. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(1), 112-118.
- Runge-Ranzinger, S., Horstick, O., Marx, M. and Kroeger, A., (2008). What does dengue disease surveillance contribute to predicting and detecting outbreaks and describing trends? *Trop. Med. Int. Health*, 13, 1022–1041.
- Savitri, F. N. and Laksmiwati, H. (2011). Study of localized data cleansing process for ETL performance improvement in independent datamart. In *International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI 2011)* 17-19 July 2011 (pp.1-6). Bandung: IEEE.
- Shafie, A. (2011). Evaluation of the spatial risk factors for high incidence of dengue fever and dengue hemorrhagic fever using GIS application. *Sains Malaysiana*, 40(8), 937-943.

- Shuangyun, P. , Kun, Y. and Jiasheng, W. (2013). The research and development of the time-space simulation of AIDS transmission and assistant decision support system in Kunming. In *Fourth Global Congress on Intelligent Systems* (pp.317-321). Hong Kong: IEEE.
- Suaya, J., Shepard, D., Siqueira, J., Martelli, C., Lum, L., Tan, L., et al. (2009). Cost of dengue cases in eight countries in the Americas and Asia: A prospective study. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(5), 846 -855.
- Tazkia, R. K., Narita, V. and Nugroho, A. S. (2015). Dengue outbreak prediction for GIS based early warning system. In *International Conference on Science in Information Technology*. (pp. 121-125). Yogyakarta: IEEE.
- Varian, H. R. and Choi, H., (2009). Predicting the present with google trends. Retrieved October 5, 2015, from https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/th//googleblogs/pdfs/google_predicting_the_present.pdf
- Wu, Y., Lee, G., Fu, X., Soh, H. and Hung, T. (2009). Mining weather information in dengue outbreak: Predicting future cases based on wavelet. *SVM and GA. Advances in Electrical Engineering and Computational Science*, 39, 483-494.
- Yadav, J.S. (2007). A special issue on dengue. *ENVIS News Letter*, 1(4), 1-15.