การสอบถามและรวบรวมข้อมูลแบบเจาะจงพื้นที่ด้วยระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชน โดยใช้ทวิตเตอร์เอพีไอ

นายเลอศักดิ์ บุญเพ็ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

AREA-SPECIFIC DATA ENQUIRY AND COLLECTION USING CROWDSOURCING GIS WITH TWITTER API

Mr. Loesak Boonpeng

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสอบถามและรวบรวมข้อมูลแบบเจาะจงพื้นที่ด้วยระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชนโดยใช้ทวิตเตอร์เอพีไอ
โดย	นายเลอศักดิ์ บุญเพ็ง
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระ เหมืองสิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระ เหมืองสิน)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ภิรมย์โสภา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรเศรษฐ สุวรรณิก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เลอศักดิ์ บุญเพ็ง : การสอบถามและรวบรวมข้อมูลแบบเจาะจงพื้นที่ด้วยระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชนโดยใช้ทวิตเตอร์เอพีไอ. (AREA-SPECIFIC DATA ENQUIRY AND COLLECTION USING CROWDSOURCING GIS WITH TWITTER API) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. วีระ เหมืองสิน, 137 หน้า.

คราวด์ซอร์สซิ่ง (crowdsourcing) บนเครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับความนิยมอย่างมาก แต่มีปัญหาหรือคำถามบางประเภทที่ต้องการคำตอบจากมวลชนที่อยู่ในพื้นที่และในช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับคำถาม ซึ่งวิธีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันยังมีปัญหาเรื่องการหามวลชนที่เหมาะสม การละเมิดความเป็นส่วนตัว (privacy) และการสื่อสารกับมวลชนจำนวนมาก เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบคราวด์ซอร์สซิ่งซึ่งรองรับกับคำถามแบบเจาะจงพื้นที่ได้หลายรูปแบบและให้โปรแกรมบนอุปกรณ์ของผู้ใช้ตรวจสอบและแจ้งเตือนผู้ใช้ทราบเมื่อเข้าไปอยู่ในพื้นที่และในเวลาที่สัมพันธ์กับคำถาม และใช้ทวิตเตอร์ (Twitter) เป็นโครงสร้างพื้นฐานในการสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์และโปรแกรมฝั่งมวลชนซึ่งมีทั้งโมบายล์แอพพลิเคชัน เว็บแอพพลิเคชัน และทวิตเตอร์ไคลเอนต์ โดยการแปลงคำถามและคำตอบให้เป็นข้อความที่มีการกำกับด้วยแท็ก (tag) เพื่อระบุโครงสร้างของคำถามและคำตอบ และส่งผ่านทวิตเตอร์ตามปกติ คำตอบที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ จากการทดลองพบว่าสามารถส่งคำถามไปยังมวลชนในพื้นที่เป้าหมายได้อย่างถูกต้องและคำตอบที่ได้รับส่วนใหญ่มาจากผู้ใช้โมบายล์แอพพลิเคชัน และกว่า 93 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบมาจากมวลชนในพื้นที่เป้าหมายและในเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5570500821 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING
KEYWORDS: CROWDSOURCING GIS

LOESAK BOONPENG: AREA-SPECIFIC DATA ENQUIRY AND COLLECTION USING CROWDSOURCING GIS WITH TWITTER API. ADVISOR: ASST. PROF. DR. VEERA MUANGSIN, 137 pp.

Crowdsourcing on online social network is a popular problem solving method. However, there are some problems or questions that need answers from the crowd in the area and time period that are relevant to the question. The existing crowdsourcing methods still have problems with finding the appropriate participants, privacy issues, and communication with a lot of participants. Therefore, the researcher has designed and implemented a crowdsourcing system that supports various kinds of location-specific questions. The user's device detects and notifies when the user gets into the area that is related to a question. Twitter is used as the communication infrastructure between the server and the crowd programs including mobile application, web application and Twitter client. The questions and answers are inserted with structural tags and sent as normal Twitter messages. The answers are statistically analyzed. The experiments finds that the questions can be sent to the crowd in the target area and most of the answers are from mobile application users. More than 93 percent of the answers are from participants in the target area within the specified time.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Computer Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน ที่เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีประโยชน์ในการทำวิจัย จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ภิรมย์โสภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วรเศรษฐ สุวรรณิก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณาในการให้คำแนะนำในการทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ นางลัดดา บุญเพ็ง มารดา นายสิทธิเดช บุญเพ็ง พี่ชาย และนางมณี ลังเดช ที่ให้การสนับสนุน เอาใจใส่ ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ นางสาวสุธีรา ภู่กลาง นางสาวธภัทร หมู่ภัทรโรจน์ นางสาวพิชยพัชยา ศรีคร้าม และเพื่อนร่วมห้องปฏิบัติการที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

และขอขอบพระคุณ ผู้เข้าร่วมทดสอบระบบทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการทดสอบระบบเพื่อเติมเต็มความสมบูรณ์ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 แผนการดำเนินการวิจัย 3

1.6 ผลงานตีพิมพ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่ 5

2.2 ข้อมูลภูมิสารสนเทศ 5

2.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ 6

2.2.2 การเก็บข้อมูลภูมิสารสนเทศ 6

2.3 การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นแหล่งของข้อมูล 6

2.3.1 การทำเหมืองข้อมูล 6

2.3.2 การทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 7

2.4 คราวด์ซอร์สซิ่ง 8

2.4.1 การสื่อสารข้อมูล 8

2.4.1.1 คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้น 8

2.4.1.2 คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยบริการคราวด์ซอร์สซิ่ง 11

2.4.1.3 คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ 13

2.4.2 การวิเคราะห์สถานการณ์ 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.4.3 ระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชน 21
2.4.4 แพลตฟอร์มในการให้บริการ 22
2.4.5 วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 23
2.4.5.1 เสียงข้างมาก 23
2.4.5.2 กลุ่มควบคุม 25
2.5 การสื่อสารข้อมูลด้วยทวิตเตอร์ 26
บทที่ 3 แนวคิดและวิธีดำเนินงานวิจัย 30
3.1 สถาปัตยกรรมระบบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 39
3.2 ข้อมูล 41
3.3 การสื่อสารข้อมูล 43
3.3.1 การส่งข้อมูลของผู้ร้องขอ 46
3.3.2 การรับข้อมูลของผู้เข้าร่วม 46
3.3.3 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 48
3.3.4 การส่งข้อมูลกลับของผู้เข้าร่วม 49
3.3.5 การเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูล 50
3.3.6 การแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 50
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบและการทดลอง 51
4.1 การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ 51
4.1.1 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ 51
4.1.2 สภาพแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 52
4.1.3 การพัฒนาแอพพลิเคชันของระบบ 54
4.2 การทดลอง 64
4.2.1 การรองรับการสื่อสารข้อมูลปริมาณมาก 66
4.2.2 ความแม่นยำในการสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมาย 69
4.2.3 การสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายที่มีขอบเขตของพื้นที่แตกต่างกัน 70
4.2.4 การส่งข้อมูลหรือคำตอบจากมวลชน 84
4.2.5 การสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลา 99

หน้า

4.2.6 การแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 118
4.2.7 สรุปผลการทดลอง 124
บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ 131
5.1 บทสรุป 131
5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ 132
รายการอ้างอิง 133
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 137

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ข้อดีที่พบในงานวิจัยและบริการ 28
ตารางที่ 2 ปัญหาที่พบในงานวิจัยและบริการ 29
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแนวทางการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 38
ตารางที่ 4 รูปแบบของคำถาม 43
ตารางที่ 5 แท็กสำหรับกำกับข้อมูล 45
ตารางที่ 6 ข้อจำกัดของทวิตเตอร์เอพีไอ 65
ตารางที่ 7 คำถามการให้ข้อมูลสถานที่ 77
ตารางที่ 8 คำถามการให้ข้อมูลสถานที่ (ต่อ) 78
ตารางที่ 9 คำถามการให้ข้อมูลสถานที่ (ต่อ) 79
ตารางที่ 10 สภาพอากาศตามเกณฑ์อุณหภูมิ 85
ตารางที่ 11 สภาพอากาศตามเกณฑ์ปริมาณฝน 85
ตารางที่ 12 สภาพอากาศตามเกณฑ์จำนวนเมฆในท้องฟ้า โดยแบ่งท้องฟ้าเป็น 10 ส่วน 85
ตารางที่ 13 คำถามการรายงานสภาพอากาศ 92
ตารางที่ 14 คำถามการรายงานสภาพอากาศ (ต่อ) 93
ตารางที่ 15 ข้อความแทนระดับการให้บริการ 102
ตารางที่ 16 คำถามรายงานการจราจรติดขัดที่มีคำตอบ 110
ตารางที่ 17 คำถามรายงานการจราจรติดขัดที่มีคำตอบ (ต่อ) 111
ตารางที่ 18 การกำหนดค่าน้ำหนักกับคำตอบของการรายงานสภาพอากาศ 120
ตารางที่ 19 การกำหนดค่าน้ำหนักกับคำตอบของการรายงานจราจรติดขัด 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การนำเสนอข้อความที่มีคำที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ของนักเขียน 7
ภาพที่ 2 การกำหนดรูปแบบให้กับข้อมูลที่ใช้สื่อสาร [8] 8
ภาพที่ 3 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้น
ร่วมกับสมาร์ทโฟน [6] 9
ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้นโดยใช้เว็บและ
สมาร์ทโฟน [10] 10
ภาพที่ 5 ตัวอย่างโมบายล์แอพพลิเคชัน 11
ภาพที่ 6 สถาปัตยกรรมระบบพื้นฐานในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง [14] 12
ภาพที่ 7 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยบริการคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับ
สมาร์ทโฟน [15] 12
ภาพที่ 8 ตัวอย่างแอพพลิเคชันของระบบ 13
ภาพที่ 9 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับ
สมาร์ทโฟน [8] 14
ภาพที่ 10 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ [5] 16
ภาพที่ 11 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับ
สมาร์ทโฟน [7] 17
ภาพที่ 12 สถาปัตยกรรมของระบบ MoboQ 18
ภาพที่ 13 โมบายล์แอพพลิเคชันของระบบ MoboQ 19
ภาพที่ 14 เว็บแอพพลิเคชันสำหรับร้องขอความช่วยเหลือ 20
ภาพที่ 15 การรายงานการจราจรผ่านโมบายล์แอพพลิเคชัน 21
ภาพที่ 16 ตัวอย่างรูปแบบงานการจัดประเภทผ่าน Amazon Mechanical Turk 23
ภาพที่ 17 ตัวอย่างการเลือกเสียงข้างมาก 24
ภาพที่ 18 กระบวนการในวิธีเสียงข้างมาก 25
ภาพที่ 19 กระบวนการในวิธีกลุ่มควบคุม 26
ภาพที่ 20 ตัวอย่างทวีตและส่วนประกอบ 27
ภาพที่ 21 ตัวอย่าง TweetML 28
ภาพที่ 22 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายแบบพื้นที่วงกลม 32
ภาพที่ 23 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายแบบพื้นที่สี่เหลี่ยม 32
ภาพที่ 24 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายตามแนวยาวของถนน 32
ภาพที่ 25 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายตามแนวยาวของถนนที่มีการเอียง 32
ภาพที่ 26 แนวคิดในการสื่อสารข้อมูลกันของแอพพลิเคชัน 35
ภาพที่ 27 การใช้ Ushahidi เป็นแพลตฟอร์มในการกระจายงาน 36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ภาพที่ 28 การใช้การกระจายลิงค์ของงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อดาวน์โหลดงานบนเซิร์ฟเวอร์ 37
ภาพที่ 29 การใช้การกระจายงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ 38
ภาพที่ 30 แพลตฟอร์มในการพัฒนาแอพพลิเคชัน 39
ภาพที่ 31 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง 40
ภาพที่ 32 การสื่อสารข้อมูล 44
ภาพที่ 33 ตัวอย่างข้อความที่ถูกกำกับด้วยแท็ก 46
ภาพที่ 34 กลไกการสื่อสารข้อมูลบนแอนดรอยด์ไคลเอนต์ 47
ภาพที่ 35 ข้อความที่ถูกส่งในรูปแบบทวีต 47
ภาพที่ 36 องค์ประกอบของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแสดงงานในรูปแบบรายการ 48
ภาพที่ 37 องค์ประกอบของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแสดงผลรายละเอียดของงาน 49
ภาพที่ 38 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ 52
ภาพที่ 39 แอพพลิเคชันที่เผยแพร่ผ่านกูเกิลเพลย์ 54
ภาพที่ 40 ซอร์สโค้ดการส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตตอร์ 55
ภาพที่ 41 ตัวอย่างการตัดแบ่งข้อความเป็นทวีต 56
ภาพที่ 42 ซอร์สโค้ดการรับข้อมูลของแอนดรอยด์แอพพลิเคชัน 58
ภาพที่ 43 ซอร์สโค้ดการจัดเรียงลำดับทวีตให้อยู่ในรูปแบบข้อความ 60
ภาพที่ 44 ซอร์สโค้ดการแปลงข้อความเป็นข้อมูล 61
ภาพที่ 45 ซอร์สโค้ดการตรวจสอบและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมาย 62
ภาพที่ 46 ซอร์สโค้ดการแสดงผลคำถาม 64
ภาพที่ 47 ข้อความการให้ข้อมูลพระบรมราชานุสาวรีย์ 67
ภาพที่ 48 ทวีตการให้ข้อมูลพระบรมราชานุสาวรีย์ 68
ภาพที่ 49 เมนูการส่งล็อกไฟล์จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์ 69
ภาพที่ 50 พิกัดทางภูมิศาสตร์ที่เกิดจากการเดินทางภายในพื้นที่เป้าหมายของมวลชน 70
ภาพที่ 51 ข้อมูลที่ถูกป้อนผ่าน Requester Portal เพื่อส่งข้อมูลสถานที่ 72
ภาพที่ 52 ข้อความการให้ข้อมูลสถานที่ถูกสร้างโดยระบบ 73
ภาพที่ 53 ทวีตของคำถามการให้ข้อมูลสถานที่ 74
ภาพที่ 54 การแสดงผลของคำถามการให้ข้อมูลสถานที่บนแอนดรอยด์ไคลเอนต์ 75
ภาพที่ 55 พื้นที่เป้าหมายของการทดลองการให้ข้อมูลสถานที่ 76
ภาพที่ 56 คำตอบโดยรวมของการทดลองการให้ข้อมูลสถานที่ 77
ภาพที่ 57 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ของการให้ข้อมูลสถานที่ 80
ภาพที่ 58 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์ของการให้ข้อมูลสถานที่ 80
ภาพที่ 59 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของการให้ข้อมูลสถานที่ 81
ภาพที่ 60 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของการตอบคำถามการให้ข้อมูลสถานที่อาคารเจริญวิศวกรรม 82

หน้า

ภาพที่ 61 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของการตอบคำถามการให้ข้อมูลสถานที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ 82
ภาพที่ 62 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลาของการให้ข้อมูลสถานที่ 83
ภาพที่ 63 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันของการให้ข้อมูลสถานที่ 84
ภาพที่ 64 ข้อมูลที่ถูกป้อนผ่าน Requester Portal เพื่อส่งการรายงานสภาพอากาศ..... 87
ภาพที่ 65 ข้อความการรายงานสภาพอากาศที่ถูกสร้างโดยระบบ 88
ภาพที่ 66 ทวีตของคำถามการรายงานสภาพอากาศ 88
ภาพที่ 67 การแสดงผลคำถามการรายงานสภาพอากาศของแอนดรอยด์ไคลเอนต์ 89
ภาพที่ 68 พื้นที่เป้าหมายของคำถามการรายงานสภาพอากาศ..... 90
ภาพที่ 69 คำตอบโดยรวมของคำถามการรายงานสภาพอากาศ 91
ภาพที่ 70 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานสภาพอากาศ..... 94
ภาพที่ 71 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานสภาพอากาศ 95
ภาพที่ 72 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของการรายงานสภาพอากาศ 96
ภาพที่ 73 พิกัดทางภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่มวลชนรายงานสภาพอากาศในบริเวณสามย่าน 96
ภาพที่ 74 พิกัดทางภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่มวลชนรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาส 97
ภาพที่ 75 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลาของการรายงานสภาพอากาศ..... 98
ภาพที่ 76 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันของการรายงานสภาพอากาศ..... 98
ภาพที่ 77 ทวีตรายงานเหตุการณ์แผ่นดินไหวผ่านทางทวิตเตอร์ของ USGS 99
ภาพที่ 78 ข้อมูลการจราจรติดขัดที่เผยแพร่ทางทวิตเตอร์ของ Longdo Traffic 100
ภาพที่ 79 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราส่วนปริมาณการจราจรต่อความจุที่ระดับการให้บริการต่างๆ..... 101
ภาพที่ 80 การกำหนดข้อมูลการรายงานจราจรติดขัดผ่าน Requester Portal..... 104
ภาพที่ 81 ข้อความการรายงานการจราจรติดขัดที่ถูกสร้างโดยระบบ 105
ภาพที่ 82 ทวีตของคำถามการรายงานการจราจรติดขัด 105
ภาพที่ 83 การแสดงผลคำถามการรายงานการจราจรติดขัดของแอนดรอยด์ไคลเอนต์ 106
ภาพที่ 84 พื้นที่เป้าหมายของคำถามรายงานการจราจรติดขัด 108
ภาพที่ 85 คำตอบโดยรวมของคำถามรายงานการจราจรติดขัด 109
ภาพที่ 86 พิกัดภูมิศาสตร์ของคำตอบจากรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์..... 112
ภาพที่ 87 คำตอบจากคำถามรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์จากมวลชน 112
ภาพที่ 88 พิกัดภูมิศาสตร์ของคำตอบจากรายงานการจราจรติดขัดจากคำถามที่ได้รับจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic 113
ภาพที่ 89 คำตอบจากรายงานการจราจรติดขัดจากคำถามที่ได้รับจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic จากมวลชน 114
ภาพที่ 90 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานการจราจรติดขัด 114

หน้า

ภาพที่ 91 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานการจราจรติดขัด 115
ภาพที่ 92 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของการรายงานการจราจรติดขัด..... 116
ภาพที่ 93 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลาของการรายงานการจราจรติดขัด 117
ภาพที่ 94 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันของการรายงานการจราจรติดขัด 117
ภาพที่ 95 ตัวเลือกของการแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง..... 119
ภาพที่ 96 การแสดงผลจำนวนของคำตอบของอาคารเจริญวิศวกรรม 119
ภาพที่ 97 การแสดงผลข้อมูลทั้งหมดของอาคารเจริญวิศวกรรม..... 120
ภาพที่ 98 การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยการรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาส..... 121
ภาพที่ 99 การแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมากการรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาส 122
ภาพที่ 100 การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยการรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์ 123
ภาพที่ 101 การแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมากการรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์... 124
ภาพที่ 102 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ 125
ภาพที่ 103 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์..... 126
ภาพที่ 104 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย..... 127
ภาพที่ 105 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลา 128
ภาพที่ 106 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวัน 129
ภาพที่ 107 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบคำถาม 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เมื่อไม่นานมานี้มี 3 การพัฒนาในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่สำคัญที่มีผลต่อการใช้ชีวิตของคน โดยการพัฒนาแรกคืออินเทอร์เน็ตที่มีการวิวัฒนาการไปสู่ยุคของเว็บ 2.0 (web 2.0) ที่มีการพัฒนาด้านแนวความคิดในการออกแบบเว็บไซต์ (web site) ที่เน้นผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (user-centered design) ผู้ใช้งานไม่ได้เป็นเพียงผู้บริโภคหรือรับข้อมูลเท่านั้น แต่ยังผู้ผลิตหรือสร้างสร้างข้อมูลอีกด้วย ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์และร่วมมือกันเป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ (social network) บริการเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ได้รับความนิยมได้แก่ Facebook, YouTube, Instagram, Twitter, Google+ เป็นต้น ซึ่งเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของผู้คนที่มีการบอกเรื่องราว ข่าวสาร เหตุการณ์ ชีวิตความเป็นอยู่หรือติดต่อสื่อสารระหว่างกัน และเมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมากก็นำมาซึ่งข้อมูลมหาศาลที่ถูกสร้างขึ้นและเผยแพร่แบบเรียลไทม์ (real-time)

การพัฒนาที่สองคือสมาร์ทโฟนที่ได้รับความนิยมในฐานะอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลและคอมพิวเตอร์พกพาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและสอดคล้องกับชีวิตความเป็นอยู่และการเคลื่อนที่ของคน การพัฒนาที่สามที่มาพร้อมสมาร์ทโฟนที่เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานนั่นคือการตรวจสอบตำแหน่งบนพื้นโลกจากจีพีเอส (GPS) เครือข่ายวายฟาย (WiFi) และเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้สามารถทราบข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ (geolocation) ซึ่งเป็นที่ต้องการของแอพพลิเคชัน เช่น แผนที่ เป็นต้น เมื่อมีการใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์และแอพพลิเคชันที่มีการแบ่งปันข้อมูลผ่านสมาร์ทโฟนทำให้มีข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์รวมอยู่ด้วย เช่น ข้อความ รูปภาพ เป็นต้น และสามารถทราบพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลนั้นๆ จึงถือเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศ (spatial data) พัฒนาการทั้ง 3 นี้ เป็นผลให้เกิดวัฒนธรรมใหม่ที่ความแพร่หลายบนสังคมออนไลน์

เครือข่ายสังคมออนไลน์และสมาร์ทโฟนจึงถือเป็นแหล่งของข้อมูลที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่เจาะจงพื้นที่ได้ เช่น การจัดการภัยพิบัติทางธรรมชาติ การรายงานจราจรติดขัด เป็นต้น ดังนั้น ข้อมูลจากคนในพื้นที่จึงมีประโยชน์อย่างมาก

ในกรณีตัวอย่างของการจัดการภัยพิบัติทางธรรมชาติซึ่งต้องการข้อมูลแบบเรียลไทม์หรือข้อมูลที่ใกล้เคียงเวลาจริงมากเพื่อทราบผลกระทบและความรุนแรงที่เกิดจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลภูมิสารสนเทศที่สามารถบอกพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและการร้องขอความช่วยเหลือได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน่วยกู้ภัยฉุกเฉินในการให้ความช่วยเหลือและบรรเทาความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินในพื้นที่ที่ประสบภัยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่และร้ายแรงในประเทศไทยเมื่อปีพุทธศักราช 2554 ที่มีพื้นที่ครอบคลุมกว่า 150 ล้านไร่ ใน 684 อำเภอ ของ 65 จังหวัดและประชาชนได้รับผลกระทบกว่า 12.8 ล้านคน มีความพยายามของหน่วยงานต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ประสบภัยที่มีกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในรูปแบบต่างๆ และมีความพยามยามในการพัฒนาแอพพลิเคชัน ซึ่งประสบกับปัญหา 2 ประการคือ 1) จำนวนของข้อมูลที่ได้รับน้อยเนื่องจากระบบไม่ได้มีการประชาสัมพันธ์ให้รับทราบหรือไม่ได้เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป และการ

พัฒนาใช้ระยะเวลายาวนาน กว่าจะแล้วเสร็จเหตุการณ์ก็ใกล้สิ้นสุดแล้ว 2) แอพพลิเคชันมีหลากหลายและสร้างขึ้นโดยเฉพาะกับเหตุการณ์จึงเป็นการยากที่จะมีการรวบรวมข้อมูลจากคนจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ข้อมูลภูมิสารสนเทศจากเครือข่ายสังคมออนไลน์และสมาร์ทโฟนจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถตอบโจทย์ในการจัดการภัยพิบัติทางธรรมชาติได้

แต่ในปัจจุบันในงานวิจัย [1, 2] มีการนำข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์มาใช้ในรูปแบบการทำเหมืองข้อมูล (data mining) และการค้นหาคำที่เกี่ยวข้อง ซึ่งยากต่อการนำมาใช้งาน และส่งผลต่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล เนื่องจากมีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปน จากความกำกวมและบริบทของคำซึ่งส่งผลต่อความหมายของข้อมูล ดังนั้นเป็นการยากที่จะมีการวิเคราะห์และตรวจสอบเหตุการณ์ที่มีประสิทธิภาพได้ จึงเป็นอุปสรรคที่สำคัญยิ่งในการนำข้อมูลมาใช้งานและถือเป็นจุดเริ่มต้นของงานวิจัยด้วยปัญหาที่ว่า “จะทำอย่างไรจึงจะได้มาซึ่งข้อมูลภูมิสารสนเทศจากผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนที่อยู่ในพื้นที่ที่สัมพันธ์กับปัญหา” งานวิจัยนี้จึงเสนอการสอบถามข้อมูลจากพื้นที่โดยตรงและรวบรวมข้อมูลปริมาณมากจากมวลชนในลักษณะของระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชน (crowdsourcing GIS) ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำ และเหมาะสมกับการตอบปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่

คราวด์ซอร์สซิ่งเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยการกระจายคำถามหรืองานไปยังมวลชนและรวบรวมคำตอบกลับมา ตัวอย่างเช่น การทำแบบสอบถามความคิดเห็น การกำหนดแท็กให้กับรูปภาพ การแปลภาษา เป็นต้น และด้วยอินเทอร์เน็ตที่มีมวลชนที่พร้อมจะเข้าร่วมจำนวนมากในขณะที่ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการต่ำ และเนื่องมาจากการใช้เทคนิคคำถามและคำตอบ การใช้คราวด์ซอร์สซิ่งจึงเป็นแนวทางที่ได้ข้อมูลที่มีถูกต้องและความแม่นยำมากกว่าการทำเหมืองข้อมูล อย่างไรก็ตาม มวลชนจำเป็นต้องมีแรงจูงใจในการเข้าร่วม เช่น การทำสาธารณะประโยชน์ การแสดงความคิดเห็น ชื่อเสียง เงิน เป็นต้น

ระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชนเป็นการใช้งานคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศซึ่งเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เจาะจงพื้นที่ เช่น การให้ความเห็นที่เกี่ยวข้องกับร้านอาหารหรือโรงแรมของนักท่องเที่ยว การรายงานการจราจร การรายงานสภาพอากาศ การรายงานเหตุการณ์ภัยพิบัติ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำ มวลชนที่เข้าร่วมต้องมาจากพื้นที่เป้าหมายของคำถามนั่นคือ คำถามหรืองานต้องกระจายให้กับผู้ที่อยู่ในพื้นที่เท่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องมือในการสอบถามข้อมูลจากผู้ที่อยู่ในพื้นที่โดยตรงและรวบรวมข้อมูลปริมาณมากในลักษณะของระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชนด้วยสมาร์ทโฟนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำและเหมาะสมกับการตอบปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- รองรับการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยสมาร์ทโฟน เว็บและทวิตเตอร์ และการทำคราวด์ซอร์สซิ่งไปยังพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้วยสมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- การสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบกับผู้เข้าร่วมผ่านทวิตเตอร์และเว็บ และการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบกับผู้ร้องขอผ่านเว็บ
- รองรับมวลชนที่ใช้บริการทวิตเตอร์เท่านั้น
- ความถูกต้องโดยรวมของคำตอบขึ้นกับคำตอบของมวลชน
- ความแม่นยำ (accuracy) ของพิกัดทางภูมิศาสตร์ขึ้นกับไคลเอนต์ ทั้งนี้ระบบกำหนดค่าสูงสุดของความแม่นยำที่ระบบยอมรับได้คือ 200 เมตร
- ความเป็นส่วนตัวที่เกิดจากการตอบคำถามที่ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ขึ้นกับการตั้งค่าความเป็นส่วนตัวบัญชีทวิตเตอร์ของมวลชน
- ไม่มีการใช้แรงจูงใจกับมวลชนในการเพิ่มปริมาณการตอบคำถาม

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบคราวด์ซอร์สซิ่งในการสอบถามและรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่โดยตรง ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการตอบปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่

1.5 แผนการดำเนินการวิจัย

- ศึกษาปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่ ข้อมูลภูมิสารสนเทศ การใช้งานข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์ คราวด์ซอร์สซิ่ง การสื่อสารข้อมูล ระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชน การวิเคราะห์สถานการณ์ วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง และแพลตฟอร์มในการให้บริการ
- ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบของการทำคราวด์ซอร์สซิ่งและการสื่อสารข้อมูล
- จัดทำแอพพลิเคชันระบบของการทำคราวด์ซอร์สซิ่งและเว็บแอพพลิเคชัน
- จัดทำโมบายล์แอพพลิเคชัน
- ทดสอบระบบและประเมินผลการทำงาน
- ปรับปรุงและประเมินผลการวิจัย
- สรุปผลการวิจัย
- เรียบเรียงและตีพิมพ์งานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เรียบเรียงและจัดทำวิทยานิพนธ์

1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ ดังนี้

- Loesak Boonpeng and Veera Muangsin, Location-specific GIS crowdsourcing on a social network, The 39th Congress on Science and Technology of Thailand, BITEC, Bangkok, Thailand, October 21st – 23rd, 2013.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่ ข้อมูลภูมิสารสนเทศ การใช้งานข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์ คราวด์ซอร์สซิ่ง การสื่อสารข้อมูล ระบบภูมิสารสนเทศพลังมลชน การวิเคราะห์สถานการณ์ วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง และแพลตฟอร์มในการให้บริการ มีงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่

ปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่เป็นรูปแบบของคำถามที่ต้องการข้อมูลจากพื้นที่นั้นๆ มาตอบปัญหาหรือคำถาม ซึ่งคำถามสามารถเป็นการถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานที่หรือพื้นที่ ตัวอย่างของคำถาม เช่น สภาพอากาศในพื้นที่เป็นอย่างไร ค่าระดับเสียงรบกวนในพื้นที่มีระดับเป็นเท่าใด มีผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวอยู่ที่ใดบ้างหรือมีผู้ร้องขอความช่วยเหลือหรือไม่และจากที่ใด ถนนเส้นใดมีรถติดบ้าง เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากผู้ที่อยู่ในพื้นที่จึงมีความสำคัญที่จะใช้สำหรับตอบคำถามหรือปัญหาได้ดียิ่งกว่าผู้ที่อยู่นอกพื้นที่ ซึ่งจะส่งผลต่อความถูกต้อง แม่นยำและความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วย

2.2 ข้อมูลภูมิสารสนเทศ

ข้อมูลภูมิสารสนเทศจัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ [3] ที่ประกอบด้วยข้อมูลเชิงภาพ (graphical data) และข้อมูลลักษณะประจำ (attribute data) ที่มีการเชื่อมโยงกันเพื่ออธิบายความหมายและคุณลักษณะเฉพาะ โดยข้อมูลเชิงภาพสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบตามลักษณะของโครงสร้างข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลแรสเตอร์ (raster data) เป็นข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะของตาราง (grid cell) ที่ประกอบด้วยข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอนและแต่ละช่องของตารางจะเรียกว่า cell หรือ pixel โดยยิ่งความละเอียดของตารางมีมากขึ้นก็ยิ่งมีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณแต่ข้อมูลที่ได้จะมีความใกล้เคียงกับรายละเอียดจริงมากขึ้น ตัวอย่างข้อมูลแรสเตอร์ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น
- ข้อมูลเชิงเส้น (vector data) เป็นการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่อ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกที่แสดงลักษณะจุด (point feature) ลักษณะเชิงเส้น (linear feature) ที่มีข้อมูลลักษณะจุดที่เรียงต่อกันเป็นอนุกรมและลักษณะเชิงพื้นที่ (area feature) ที่มีข้อมูลลักษณะจุดที่เรียงต่อกันเป็นรูปปิด

2.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (geographic coordinate system) [3, 4] เป็นระบบที่ใช้สำหรับอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกที่เกิดจากตัดกันของเส้นตรงสองเส้นที่วางตัวตามแนวของจุดกำเนิด (origin) โดยมีการวัดค่าเป็นระยะเชิงมุม (degree) มีหน่วยเป็นองศา ไปทางเหนือหรือใต้และตะวันออกหรือตะวันตก โดยแบ่งเป็น 2 ค่าดังนี้

- ละติจูด (latitude) หรือเส้นรุ้ง เป็นพิกัดที่ใช้บอกตำแหน่งบนพื้นโลกตามแนวเหนือ-ใต้ โดยมีจุดกำเนิดเป็นเส้นศูนย์สูตร (equator) และมีค่ามุมที่วัดจากเส้นศูนย์สูตรจนถึงแนวดิ่งเป็น 90 องศาเหนือ (+90 องศา) ที่ขั้วโลกเหนือและ 90 องศาใต้ (-90 องศา) ที่ขั้วโลกใต้
- ลองจิจูด (longitude) หรือเส้นแวง เป็นพิกัดที่ใช้บอกตำแหน่งบนพื้นโลกในแนวตะวันออก-ตะวันตก โดยมีจุดกำเนิดเป็นเส้นไพรม์เมอริเดียน (prime meridian) และมีค่ามุมที่วัดจากเส้นไพรม์เมอริเดียนไปทางไปทางตะวันออก +180 องศา และไปทางตะวันตก -180 องศา

2.2.2 การเก็บข้อมูลภูมิสารสนเทศ

การเก็บข้อมูลภูมิสารสนเทศที่มีการอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลกจะมีความแตกต่างจากข้อมูลโดยทั่วไปและการเก็บข้อมูลภูมิสารเทศในปริมาณมากจะใช้การเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มีการพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลให้รองรับกับการเก็บข้อมูลภูมิสารสนเทศโดยการเพิ่มชนิดของข้อมูล เช่น ข้อมูลลักษณะจุดที่มีละติจูดและลองจิจูด ข้อมูลลักษณะเชิงเส้นที่มีข้อมูลเชิงเส้นลักษณะจุดหลายจุดเรียงต่อกัน เป็นต้น และคำสั่งหรือฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลภูมิสารสนเทศ เช่น การหาพื้นที่ของข้อมูลลักษณะเชิงพื้นที่ การคำนวณระยะทางของพิกัดทางภูมิศาสตร์สองจุด เป็นต้น ซึ่งการรองรับจะขึ้นกับระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นแหล่งของข้อมูล

ในปัจจุบันเครือข่ายสังคมออนไลน์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคน จึงเกิดการใช้งานที่ทำให้เกิดข้อมูลปริมาณมหาศาล ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ด้วยการเป็นแหล่งของข้อมูล จากการค้นคว้างานวิจัยพบการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นแหล่งของข้อมูลได้ 2 ลักษณะดังนี้

2.3.1 การทำเหมืองข้อมูล

การนำข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่บอกเล่าเรื่องราว ข่าวสาร เหตุการณ์ชีวิตความเป็นอยู่หรือติดต่อสื่อสารระหว่างกันของผู้ใช้งานที่เผยแพร่สู่สาธารณะมาใช้ในการ

แก้ปัญหาหรือตอบคำถาม ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่แล้วในรูปแบบการทำเหมืองข้อมูลและใช้การค้นหาคำที่เกี่ยวข้องมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม งานวิจัยมีดังนี้

งานวิจัย [2] ได้นำเสนอการนำเครือข่ายสังคมออนไลน์มาเป็นหนึ่งในแหล่งข้อมูลในการจัดการภัยพิบัติแผ่นดินไหวที่ต้องการข้อมูลแบบเรียลไทม์หรือข้อมูลที่ใกล้เคียงเวลาจริงมาก เพื่อทราบผลกระทบและความรุนแรงที่เกิดจากภัยพิบัติ ทั้งนี้ข้อมูลที่ระบุข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้เพื่อการบอกตำแหน่งที่เกิดผลกระทบจากภัยพิบัติได้

และงานวิจัย [1] ได้นำเสนอระบบเพื่อวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์จากข้อมูลในเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยรวบรวมข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อติดตาม ตรวจสอบและให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้งาน

ข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เผยแพร่สู่สาธารณะจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเป็นแหล่งของข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ด้วยการทำเหมืองข้อมูล แต่ข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์ยังพบปัญหาการนำมาใช้ เนื่องจากความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล และแม้ว่าจะมีปริมาณข้อมูลมหาศาลแต่ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้มีปริมาณน้อย ซึ่งเกิดได้จากการมีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปน เช่น การรำลึกถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต ความกังวลต่อเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต การนำเสนอข้อความที่มีคำที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ของนักเขียน เป็นต้น ซึ่งมีบริบทที่ส่งผลต่อความหมายของข้อมูลที่สัมพันธ์กับเวลา ยากต่อการแยกแยะข้อมูล และส่งผลต่อการใช้งานข้อมูล ตัวอย่างข้อมูลจากงานวิจัย [2] เป็นดังภาพที่ 1 เป็นการนำเสนอข้อความที่มีคำว่า “earthquake” ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์แผ่นดินไหวของนักเขียน แม้จะแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มคำที่เป็นผลกระทบจากเหตุการณ์ เช่น “collapse”, “landslide” เป็นต้น เข้ามาเป็นคำที่เกี่ยวข้องในการค้นหาแต่ก็ไม่สามารถที่จะแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกได้ทั้งหมด

...by a landslide, a mudslide, a tsunami, an **earthquake**, a hurricane, a tornado, all metaphors of vibrant emotion and epiphany.

ภาพที่ 1 การนำเสนอข้อความที่มีคำที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ของนักเขียน

2.3.2 การทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

การกระจายงานหรือปัญหาผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อสอบถามข้อมูลจากมวลชนซึ่งถือเป็นแหล่งของข้อมูล ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับมวลชนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ซึ่งถูกเสนอโดยงานวิจัย [5-7] มีการกำหนดรูปแบบให้กับข้อมูลที่ใช้สื่อสารกัน ข้อมูลที่ได้จึงไม่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปนหรือมีปริมาณน้อย ส่งผลให้ข้อมูลมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นดังภาพที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างการกำหนดรูปแบบของ

ข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างมวลชนกับระบบของการสอบถามสภาพอากาศในปัจจุบันผ่านทวิตเตอร์ (Twitter) จากงานวิจัย [8] ซึ่งมวลชนจะถูกตรวจสอบข้อมูลพื้นที่จากข้อมูลส่วนตัว (profile) และหากอยู่ในพื้นที่เป้าหมายจะได้รับงานในรูปแบบของคำถาม การเข้าร่วมในการตอบคำถามจำเป็นต้องตอบคำถามเป็นตัวเลข 0-3 เพื่อการรายงานสภาพอากาศ

How is the weather there now? reply 0 for sunny, 1 for cloudy, 2 for rainy, and 3 for snowy

ภาพที่ 2 การกำหนดรูปแบบให้กับข้อมูลที่ใช้สื่อสาร [8]

2.4 คราวด์ซอร์สซิ่ง

คอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาไปมากและนำมาใช้งานแทนคน แต่งานบางประเภท เช่น การระบุวัตถุในภาพหรือวิดีโอ การบันทึกคำสนทนาในไฟล์เสียงออกมาในรูปแบบตัวอักษร การคิดค้นผลิตภัณฑ์ เป็นต้น คอมพิวเตอร์ยากที่จะแก้ไขปัญหาเนื่องจากใช้ทรัพยากรปริมาณมากและมีค่าใช้จ่ายสูง การใช้คนจึงยังคงมีประสิทธิภาพมากกว่า [9, 10] จึงเกิดแนวคิดเรื่องคราวด์ซอร์สซิ่งขึ้น

คราวด์ซอร์สซิ่งเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาด้วยการมีส่วนร่วมของมวลชนที่อยู่ทั่วทุกมุมโลกโดยการกระจายปัญหาทางอินเทอร์เน็ตไปยังมวลชนเพื่อเปิดรับแนวทางการแก้ไขปัญหา [11] ซึ่งมีส่วนประกอบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งดังนี้ 1) ผู้ร้องขอ (requester) หรือบริษัท (company) เป็นผู้แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบคำถาม ซึ่งคำถามจะถือเป็นงานสำหรับกระจายสู่อินเทอร์เน็ตผ่านระบบคราวด์ซอร์สซิ่ง 2) ระบบคราวด์ซอร์สซิ่ง (crowdsourcing system) เป็นตัวกลางหรือศูนย์รวมในการสื่อสารข้อมูลของงานจากผู้ร้องขอเพื่อกระจายไปยังผู้เข้าร่วม และรวบรวมคำตอบซึ่งเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาจากผู้เข้าร่วมเพื่อส่งต่อไปยังผู้ร้องขอ 3) ผู้เข้าร่วม (worker หรือ participant) หรือพลเมืองอินเทอร์เน็ต (netizen) เป็นมวลชนในอินเทอร์เน็ตที่เข้าร่วมในการตอบคำถามเพื่อแก้ปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

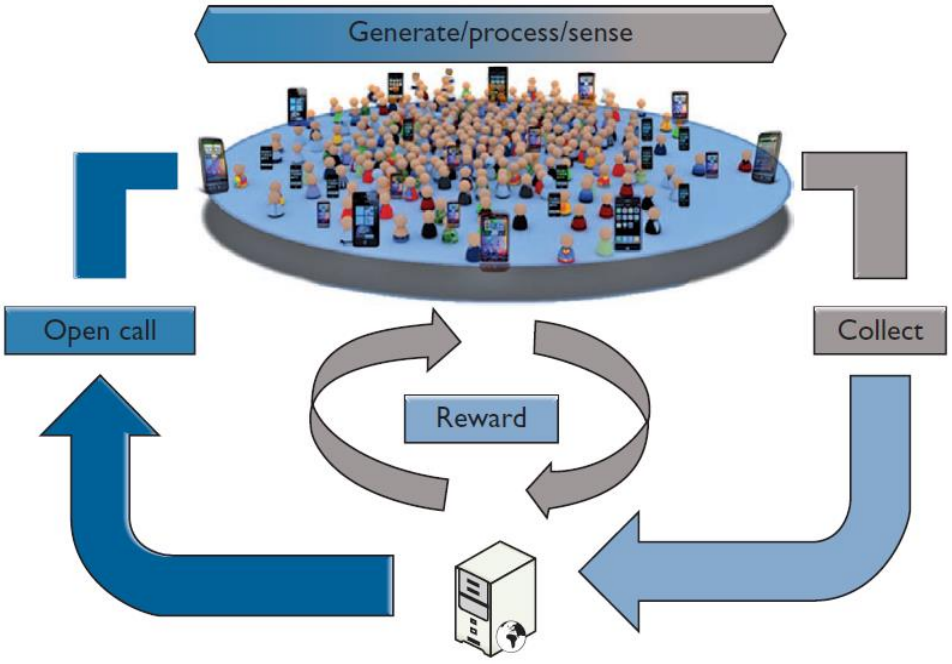
2.4.1 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบ ผู้ร้องขอและผู้เข้าร่วม จะเกิดจากการกระจายงานหรือปัญหาไปยังมวลชนที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตและการรับคำตอบจากมวลชน ซึ่งมีแนวทางการสื่อสารข้อมูลดังนี้

2.4.1.1 คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้น

คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้นเป็นการทำคราวด์ซอร์สซิ่งโดยใช้เซิร์ฟเวอร์ของระบบเป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล โดยผู้ร้องขอจะกระจายงาน

ปัญหา หรือคำถามผ่านเซิร์ฟเวอร์ไปยังมวลชน และใช้ความสามารถของสมาร์ทโฟนที่เป็นอุปกรณ์พกพา (mobile device) ที่มีขนาดเล็ก มีการใช้งานอย่างแพร่หลายที่สอดคล้องกับการที่ใช้ชีวิตประจำวันและการเคลื่อนที่ของคน และเปรียบเสมือนหนึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถสื่อสาร ประมวลผล จัดเก็บและแสดงผลข้อมูล และมีเซ็นเซอร์ (sensor) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถของสมาร์ทโฟนให้มากยิ่งขึ้น ทำให้สมาร์ทโฟนเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำมาใช้ร่วมกับการทำคราวด์ซอร์สซิ่งที่ส่งผลให้ง่ายต่อการเข้าร่วมของผู้ใช้งาน



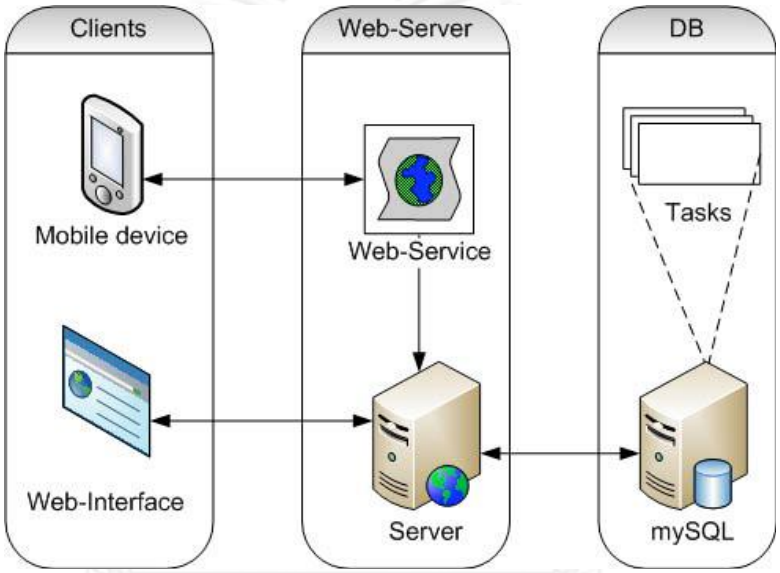
ภาพที่ 3 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้นร่วมกับสมาร์ทโฟน [6]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัย [6] ได้นำเสนอสถาปัตยกรรมของระบบที่สามารถช่วยในกระบวนการแก้ไขปัญหาด้วยการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้นร่วมกับสมาร์ทโฟนดังภาพที่ 3 โดยการกระจายและเผยแพร่งานไปยังสมาร์ทโฟนเพื่อเปิดรับคำตอบ ผู้ใช้งานสามารถเข้าร่วมส่งคำตอบด้วยการสร้าง ประมวลผล และใช้เซ็นเซอร์เข้าช่วยในการได้มาซึ่งข้อมูล ซึ่งถือเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่จะถูกรวบรวมโดยเซิร์ฟเวอร์ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะมีการตอบแทนรางวัลสำหรับผู้เข้าร่วม

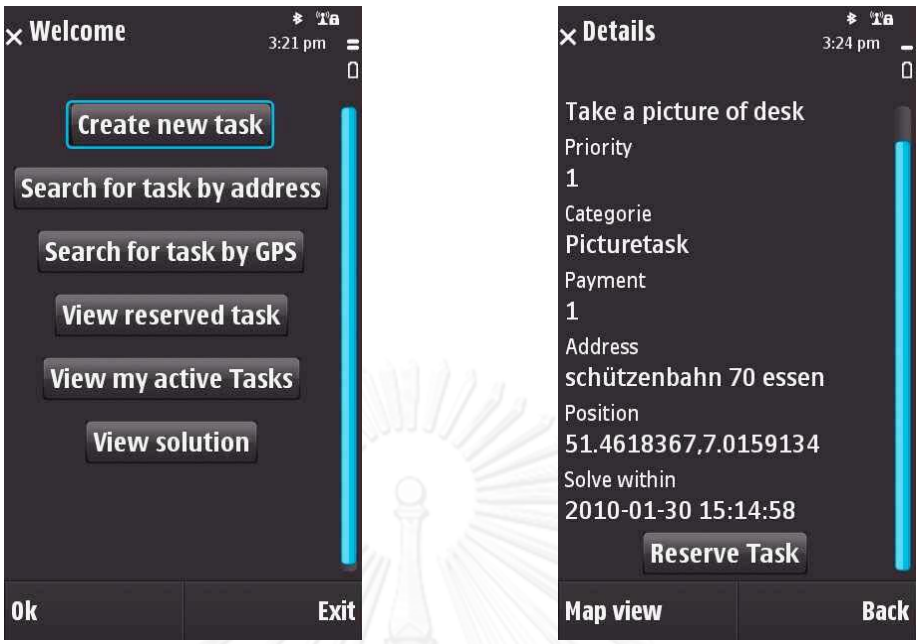
งานวิจัย [10] เสนอแพลตฟอร์มในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้นโดยใช้เว็บและสมาร์ทโฟนดังภาพที่ 4 โดยมีระบบที่จัดเตรียมเว็บ

แอพพลิเคชันและโมบายล์แอพพลิเคชันในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง และใช้การสื่อสารระหว่างระบบกับผู้เข้าร่วมและผู้ร้องขอด้วยสมาร์ทโฟนผ่านเว็บเซอร์วิส (web service) และเว็บ ตัวอย่างแอพพลิเคชันแสดงดังภาพที่ 5 ทำให้ได้มวลชนจากพื้นที่เป้าหมายและสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของมวลชน แต่จะพบปัญหาเรื่องการละเมิดความเป็นส่วนตัวของมวลชนเนื่องจากการติดตามการเดินทางของระบบ เนื่องจากระบบไม่มีฐานของมวลชนทำให้มีโอกาสที่จะได้รับคำตอบน้อยลง และมีการเจาะจงรูปแบบงานหรือคำถาม (แอพพลิเคชันหนึ่งๆ รองรับงานได้เพียงงานเดียว)



ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยระบบที่จัดทำขึ้นโดยใช้เว็บและสมาร์ทโฟน [10]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



(ก) ส่วนติดต่อผู้ใช้งานหลักสำหรับการสร้างและค้นหางานในระบบ (ข) ตัวอย่างงานในระบบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

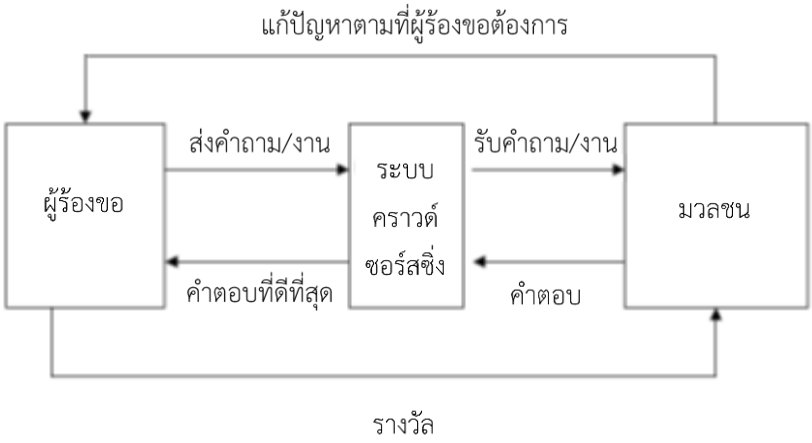
ภาพที่ 5 ตัวอย่างโมบายล์แอพพลิเคชัน

2.4.1.2 คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยบริการคราวด์ซอร์สซิ่ง

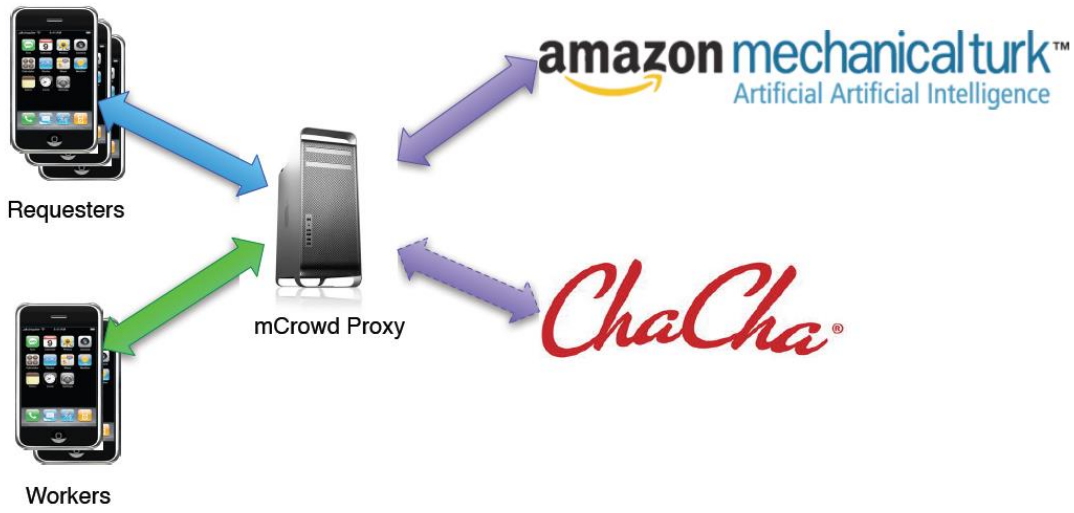
ในปัจจุบันการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยการใช้เว็บเทคโนโลยีได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากเว็บเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายและรองรับการใช้งานได้ในหลากหลายแพลตฟอร์ม มีเว็บไซต์ที่ให้บริการในลักษณะของคราวด์ซอร์สซิ่งแพลตฟอร์ม (crowdsourcing platform) ที่สามารถกระจายงานไปยังมวลชนด้วยการใช้เว็บ เช่น mturk.com [9] ushahidi.com [12] เป็นต้น ซึ่งโดยปกติงานจะอยู่ในรูปแบบที่แก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ได้ยากแต่ง่ายที่จะแก้ปัญหาด้วยคน ตัวอย่างเช่น การทำแท็ก (tag) ให้กับรูปภาพที่ใช้มวลชนในการทำงานเพื่อหาคำที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพ เป็นต้น รูปแบบของงานที่ทำผ่านคราวด์ซอร์สซิ่งไม่ได้มีการจำกัดไว้ แต่งานต้องสามารถถูกอธิบายในระบบด้วยรูปแบบคำอธิบาย รูปภาพ เสียง หรือวิดีโอ และมวลชนสามารถที่จะตอบคำถามของงานนั้นได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าตอบแทนในการทำงานให้กับมวลชนหรือมีแรงจูงใจอื่นๆ [13]

งานวิจัย [14] เสนอโมเดลพื้นฐานด้านการทำคราวด์ซอร์สซิ่งแสดงได้ดังภาพที่ 6 มีผู้ร่วมในกระบวนการทำคราวด์ซอร์สซิ่งคือ บริษัทหรือผู้ร้องขอ พลเมืองอินเทอร์เน็ตหรือมวลชน และระบบคราวด์ซอร์สซิ่ง โดยบริษัทจะแปลงปัญหาทางด้านธุรกิจให้อยู่ในรูปแบบของงาน ซึ่งมีหลายหลายรูปแบบ เช่น การคิดค้น

ผลิตภัณฑ์ใหม่ ปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิม เป็นต้น งานจะเผยแพร่ออกสู่สาธารณะด้วยระบบคราวด์ซอร์สซิ่งเพื่อเปิดรับพลเมืองอินเทอร์เน็ตเข้าร่วมในการแก้ปัญหา พลเมืองอินเทอร์เน็ตที่มาจากทั่วทุกมุมโลกที่ไม่ได้จำกัดเชื้อชาติ อายุ เพศ การศึกษา ฯลฯ สามารถเลือกเข้าร่วมเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหา คำตอบที่ช่วยแก้ปัญหาให้บริษัทจะได้รับรางวัลเป็นของตอบแทน ซึ่งโมเดลพื้นฐานนี้ใช้ในบริการ Amazon Mechanical Turk [9] และงานวิจัย [10]

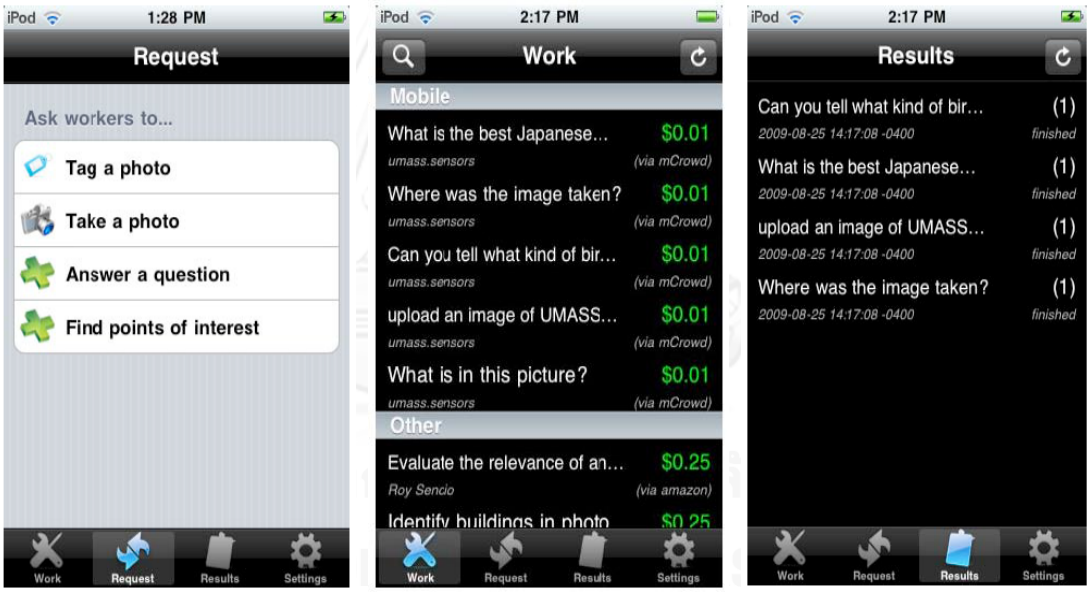


ภาพที่ 6 สถาปัตยกรรมระบบพื้นฐานในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง [14]



ภาพที่ 7 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยบริการคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับสมาร์ทโฟน [15]

งานวิจัย [15] ได้นำเสนอแพลตฟอร์มในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยบริการคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับสมาร์ทโฟนดังภาพที่ 7 ที่รองรับงาน 4 รูปแบบคือ 1) ทำแท็กให้กับรูปภาพ 2) ส่งรูปภาพตามโจทย์ที่กำหนด 3) การตอบคำถามในรูปแบบข้อความ 4) คำถามที่อ้างอิงกับข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ และมีโมเดล (model) การกระจายงาน 2 โมเดล คือ 1) กระจายงานผ่านโมบายล์แอพพลิเคชัน ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากเซ็นเซอร์ของสมาร์ทโฟนได้อย่างเต็มความสามารถ การสื่อสารระหว่างผู้เข้าร่วมและระบบเกิดขึ้นโดยตรง แต่การมีจำกัดขอบเขตของการกระจายงานในระดับรัฐ 2) การใช้งานร่วมกับบริการคราวด์ซอร์สซิ่งที่มีอยู่เดิม ได้แก่ Amazon Mechanical Turk และ ChaCha ซึ่งมีฐานของผู้เข้าร่วมขนาดใหญ่ส่งผลให้มีผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนมากและมีปริมาณคำตอบที่สูงแต่มีค่าใช้จ่ายเพื่อแรงจูงใจและการดำเนินการของบริการคราวด์ซอร์สซิ่ง และอาจมีปัญหาด้านคุณภาพของข้อมูลเนื่องจากมีความพยายามในการส่งข้อมูลจำนวนจากมวลชนเพื่อต้องการค่าตอบแทน ตัวอย่างโมบายล์แอพพลิเคชันแสดงได้ดังภาพที่ 8



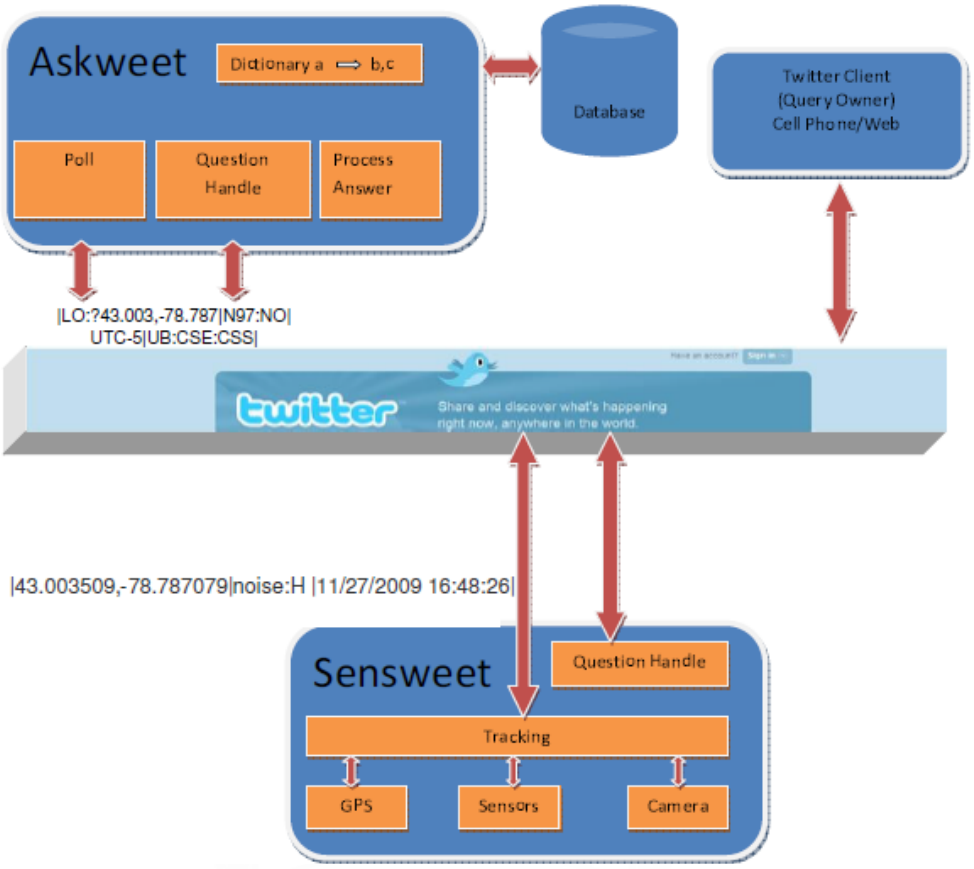
(ก) ส่วนติดต่อผู้ใช้งานสำหรับการสร้างงาน (ข) ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแสดงงานที่กระจายสู่มวลชน (ค) ส่วนติดต่อผู้ใช้งานแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

ภาพที่ 8 ตัวอย่างแอพพลิเคชันของระบบ mCrowd

2.4.1.3 คราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์

เครือข่ายสังคมออนไลน์รองรับผู้ใช้งานจำนวนมาก มีการเผยแพร่ข้อมูลแบบเรียลไทม์ มีข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ทำให้สามารถทราบพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน รองรับการใช้งานของไคลเอนต์ได้หลากหลาย

แพลตฟอร์ม และมีเอพีไอ (application programming interface: API) สำหรับการการติดต่อสื่อสารและผนวกรวมแอพพลิเคชันภายนอกเข้ากับเครือข่ายสังคมออนไลน์ จึงเป็นแนวทางที่นำมาใช้เพื่อเป็นสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลของการทำคราวด์ซอร์สซิ่งได้ ส่งผลให้มีผู้ใช้งานที่สามารถเข้าร่วมได้ปริมาณมากตามมา



ภาพที่ 9 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับสมาร์ทโฟน [8]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

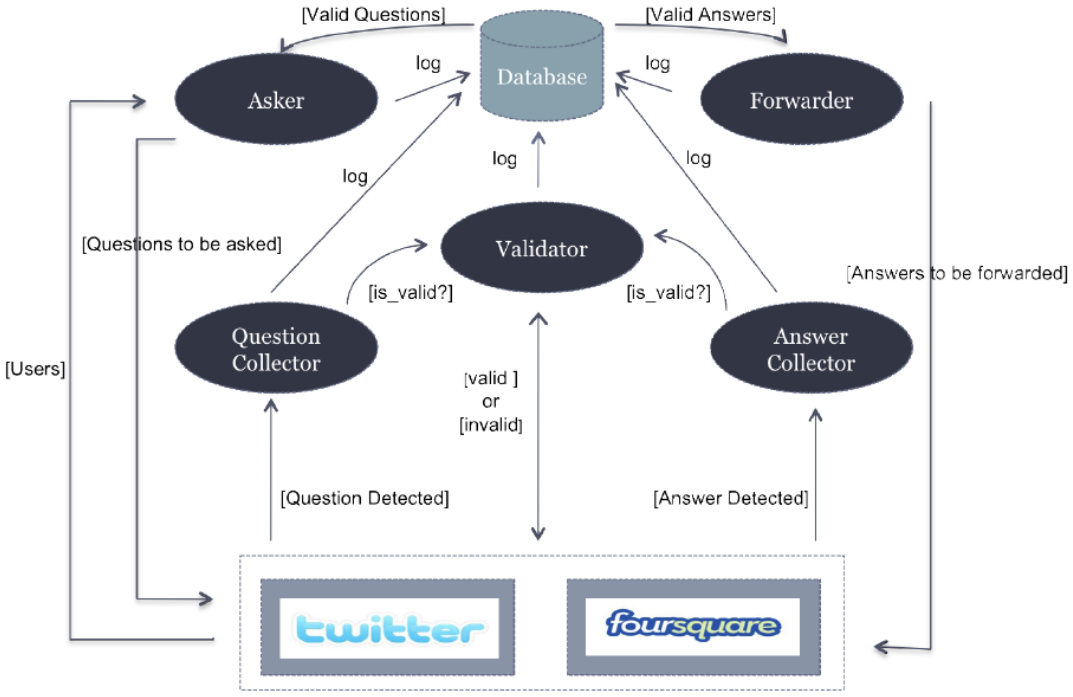
งานวิจัย [8] ได้นำเสนอระบบคราวด์ซอร์สซิ่งที่ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบ ผู้ร้องขอและผู้เข้าร่วมดังภาพที่ 9 โดยจัดทำ Crowd-sourced Weather Radar เพื่อเป็นกรณีศึกษาในการรายงานผลและสอบถามข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ที่ต้องการ โดยผู้ร้องขอซึ่งต้องการสอบถามข้อมูลสภาพอากาศส่งทวีต (tweet) ไปยังบัญชี (account) ของระบบด้วยข้อความที่มีรูปแบบเฉพาะสำหรับคำถาม แอพพลิเคชันของระบบรับข้อความมาเพื่อตรวจสอบพื้นที่และส่งคำถามไปยังผู้เข้าร่วมที่มีการจัดเตรียมอยู่ก่อนผ่านการติดตาม (follow) และเมนชัน (mention) ผู้เข้าร่วมส่งคำตอบผ่านการรีพลายทวีต

(reply tweet) ระบบจะรับคำตอบและจัดเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถามเมื่อมีการร้องขอในบริเวณเดียวกัน และส่งต่อคำตอบด้วยการรีพลายทวีตกลับไปยังผู้ร้องขอ ระบบใช้รูปแบบของคำถามเป็นแบบเจาะจงทำให้ผู้ร้องขอไม่สามารถเลือกรูปแบบของคำถามได้ ระบบมีการละเมิดต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานจากการหามวลชนในพื้นที่และการหามวลชนในพื้นที่ไม่สอดคล้องกับการเดินทางของมวลชน ซึ่งอาจเลือกมวลชนที่ไม่ตรงตามพื้นที่ที่เป็นเป้าหมาย และต้องใช้การส่งข้อมูลปริมาณมากให้กับมวลชนเนื่องจากเป็นการส่งข้อความหนึ่งข้อความต่อมวลชนหนึ่งคน

และได้เสนอการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับด้วยสมาร์ทโฟนซึ่งมี Smartphone Enabled Noise Map เป็นกรณีศึกษา จากภาพที่ 9 Smartphone Enabled Noise Map เป็นระบบเพื่อการรายงานผลและสอบถามข้อมูลระดับเสียงรบกวนในบริเวณที่ต้องการ โดยผู้ร้องขอซึ่งต้องการสอบถามข้อมูลระดับเสียงรบกวนส่งทวีตไปยังบัญชีของระบบด้วยข้อความที่มีรูปแบบเฉพาะสำหรับคำถาม แอพพลิเคชันของระบบรับข้อความมาเพื่อตรวจสอบพื้นที่ หากพบข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลจะตอบกลับไปยังผู้ร้องขอ การได้มาซึ่งข้อมูลระดับเสียงจากพื้นที่จะทำผ่าน Sensweet ซึ่งเป็นโมบายล์แอพพลิเคชันของมวลชนผู้เข้าร่วมที่ทำงานเก็บข้อมูลระดับเสียงและส่งข้อมูลระดับเสียงไปยังระบบผ่านการทวีตด้วยข้อความ TweetML ที่มีรูปแบบเฉพาะสำหรับการส่งข้อมูลซึ่งสามารถนำข้อความมาแยกองค์ประกอบและเก็บลงฐานข้อมูลได้ทันทีแต่ยังไม่มีการนำมาเป็นมาตรฐานและยังไม่มีการใช้ในงานวิจัยใด ระบบยังไม่รองรับการตอบคำถามของผู้เข้าร่วมจากโมบายล์แอพพลิเคชันแต่ใช้การส่งคำตอบจากเซ็นเซอร์ซึ่งเป็นการจัดเตรียมข้อมูลคำตอบไว้ก่อนล่วงหน้า และรูปแบบของคำถามเป็นแบบเจาะจงซึ่งผู้ร้องขอไม่สามารถเลือกรูปแบบของคำถามได้

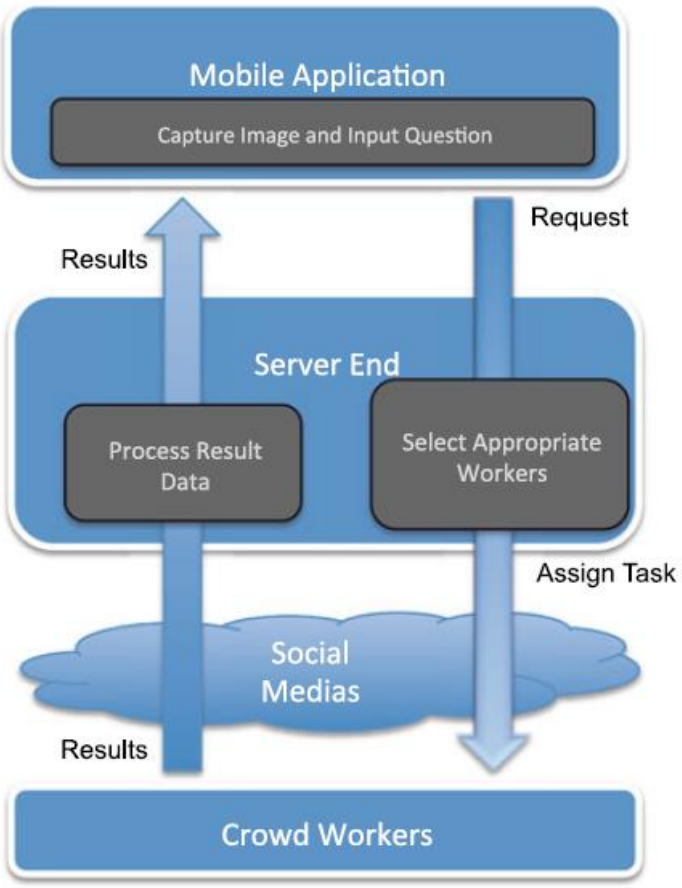
งานวิจัย [5] ได้นำเสนอเฟรมเวิร์ค (framework) สำหรับการค้นหาข้อมูลตามข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยการทำคราวด์ซอร์สซิ่งซึ่งใช้ทวิตเตอร์ในการสื่อสารข้อมูลของระบบดังภาพที่ 10 ระบบจะค้นหาคำถามด้วยการใช้ Question Collector รวบรวมทวีตของผู้ใช้งานทวิตเตอร์ที่ระบุคำถามที่เจาะจงพื้นที่ตรงตามพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งระบบจะกำหนดผู้ใช้งานให้เป็นผู้ร้องขอของระบบ เพื่อหาคำตอบให้กับผู้ร้องขอระบบจะส่งคำถามไปยังผู้เข้าร่วมด้วยการทวีตไปยังผู้ใช้งานที่ระบุข้อมูลภูมิสารสนเทศหรือใช้งานบริการ Foursquare ที่อยู่ในพื้นที่ที่ต้องการ คำตอบจะถูกส่งกลับเข้าสู่ระบบด้วยการรีพลายทวีต Answer Collector รวบรวมทวีตและจัดเก็บลงฐานข้อมูล และ Forwarder ส่งต่อทวีตต่อไปยังผู้ร้องขอ กระบวนการเลือกคำถามและคำตอบที่เหมาะสม (Validator) จะถูกควบคุมโดยระบบด้วยการทวีตไปยังผู้ควบคุมเพื่อวัดค่าระดับของคำถามและคำตอบก่อนการส่งต่อ ระบบสามารถรองรับคำถามได้เพียงคำถามเดียว ณ เวลาหนึ่งๆ และระบบละเมิดต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานจากการหาคำถามและการหามวลชนในพื้นที่

การหามวลชนในพื้นที่ที่ไม่สอดคล้องกับการเดินทางของมวลชนถึงแม้จะมีการใช้บริการ Foursquare เข้ามาช่วยก็ตาม ซึ่งอาจเลือกมวลชนที่ไม่ตรงตามพื้นที่ที่เป็นเป้าหมาย และต้องใช้การส่งข้อมูลปริมาณมากให้กับมวลชนเนื่องจากจำเป็นต้องส่งข้อความหนึ่งข้อความต่อมวลชนหนึ่งคน



ภาพที่ 10 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ [5]

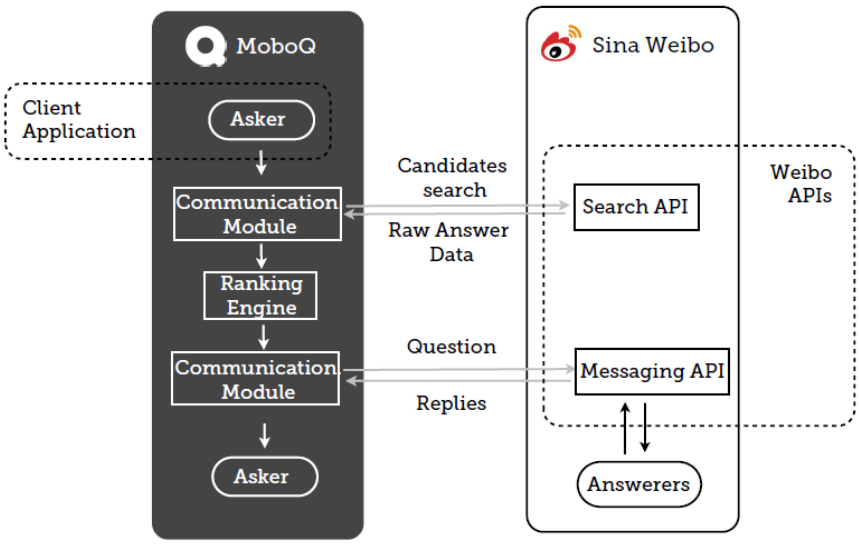
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 11 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับสมาร์ทโฟน [7]

งานวิจัย [7] ได้เสนอแพลตฟอร์มคราวด์ซอร์สซิ่งที่อาศัยเครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นตัวกลางหนึ่งในการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบและผู้เข้าร่วมดังภาพที่ 11 โดยสร้างระบบ UbiAsk เพื่อเป็นกรณีศึกษา ซึ่งมุ่งเน้นงานแปลความหมายของภาพและถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับภาพ โดยผู้ร้องขอจะส่งคำร้องขอจากโมบายล์แอพพลิเคชันในรูปแบบของภาพและคำถาม ระบบรับคำร้องขอและส่งต่อไปยังผู้เข้าร่วมด้วยอีเมลและข้อความทวีต และเปิดรับคำตอบเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อผู้เข้าร่วมตอบคำถาม คำตอบจะถูกส่งต่อไปยังผู้ร้องขอต่อไป ระบบต้องมีการจัดเตรียมผู้เข้าร่วมอยู่ก่อน ระบบเน้นการทำคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับสมาร์ทโฟนในส่วนผู้ร้องขอและยังไม่มีการทำคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับสมาร์ทโฟนในส่วนของผู้เข้าร่วมจึงยังไม่มีการใช้ความสามารถของสมาร์ทโฟนที่จะเข้ามาช่วยในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง รูปแบบของคำถามเป็นแบบเจาะจงทำให้ผู้ร้องขอไม่สามารถเลือกรูปแบบของคำถามได้ และใช้สื่อกลางยังไม่เต็มความสามารถตามข้อมูลที่รองรับโดยสื่อกลาง เช่น รูปภาพสามารถฝังลงในทวีตแทนการใช้ลิงค์ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น

งานวิจัย [16] ได้เสนอการตอบคำถามที่เจาะจงพื้นที่แบบเรียลไทม์ด้วยการทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับสมาร์ทโฟนแสดงดังภาพที่ 12 การทดสอบระบบทำในประเทศจีนโดยพัฒนาระบบ MoboQ ร่วมกับการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ Sina Weibo เป็นสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล การสอบถามข้อมูลเกิดขึ้นเมื่อมีผู้ร้องขอถามคำถามผ่านระบบโดยระบุจุดหรือพื้นที่สนใจการหาคำตอบ ระบบจะทำการหามวลชนจาก Sina Weibo ที่สามารถเข้าร่วมที่อยู่ในพื้นที่ได้โดยใช้ข้อมูลส่วนตัว ข้อความที่มีข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ และบริการที่เชื่อมต่อที่มีข้อมูลการการเช็คอิน (check-in) ซึ่งทำโดยการจัดลำดับมวลชนเรียงจากความน่าจะเป็นที่จะสามารถเข้าร่วมและยังคงอยู่ในพื้นที่ คำถามจะถูกกระจายผ่าน Sina Weibo ไปยังมวลชน 10 – 15 คนและเปิดรับคำตอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มวลชนผู้เข้าร่วมสามารถตอบคำถามผ่าน Sina Weibo และโมบายล์แอพพลิเคชันซึ่งแสดงดังภาพที่ 13 งานวิจัยนี้ยังคงพบปัญหาเรื่องการละเมิดความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งาน และการหามวลชนในพื้นที่ที่ไม่สอดคล้องกับการเดินทางของคน ซึ่งอาจเลือกมวลชนที่ไม่ตรงตามพื้นที่ที่เป็นเป้าหมาย



ภาพที่ 12 สถาปัตยกรรมของระบบ MoboQ

ภาพที่ 13 โมบายล์แอพพลิเคชันของระบบ MoboQ

จากงานวิจัยที่เสนอมาข้างต้น การทำคราวด์ซอร์สซิ่งด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์ใช้จุดเด่นของเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีฐานของมวลชนขนาดใหญ่และไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน แต่การหามวลชนในพื้นที่ยังพบปัญหาการละเมิดความเป็นส่วนตัวและไม่สอดคล้องกับการเดินทางของมวลชนเนื่องจากมีกระบวนการที่พยายามตรวจสอบข้อมูลส่วนตัวของมวลชนและข้อมูลการใช้บริการเสริมที่มีข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ เช่น Foursquare เป็นต้น และมีการเจาะจงรูปแบบของงานหรือคำถาม

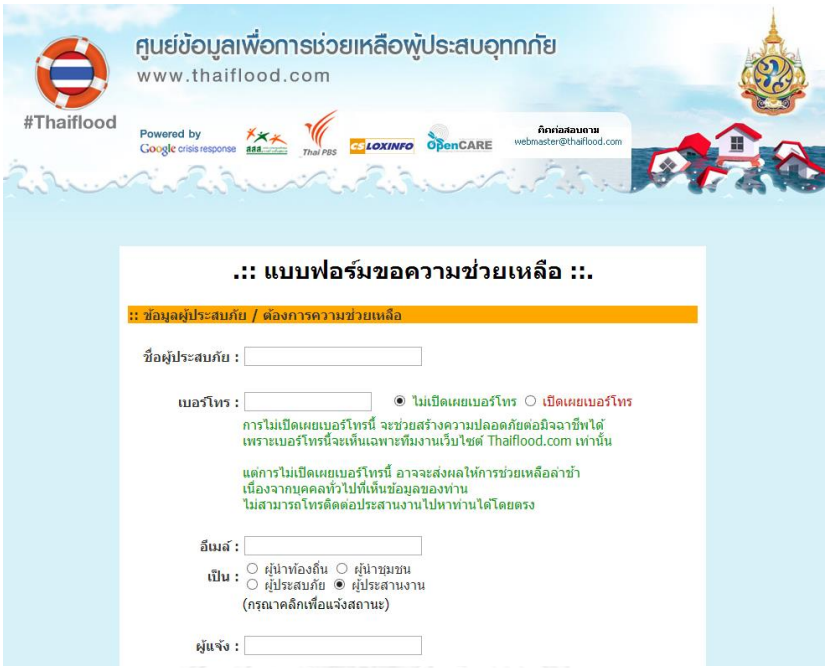
2.4.2 การวิเคราะห์สถานการณ์

การวิเคราะห์สถานการณ์เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้งานมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์เพื่อทราบสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ภัยพิบัติทางธรรมชาติ การจราจรติดขัด ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ แนวโน้มของตลาด เป็นต้น งานวิจัยและบริการมีดังนี้

งานวิจัย [2] ใช้ระบบตรวจสอบและเฝ้าระวังภัยเหตุการณ์แผ่นดินไหวจากข้อมูลจากทวิตเตอร์ ซึ่งผู้ใช้งานเป็นผู้สร้างขึ้นและเผยแพร่ออกสู่สาธารณะ โดยการทำตรวจสอบ ค้นหาคำที่เกี่ยวข้องและรวบรวมเพื่อระบุความรุนแรงของสถานการณ์

ศูนย์ข้อมูลช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม ใช้การมีส่วนร่วมของมวลชนเพื่อการรายงานสถานการณ์น้ำท่วม ร้องขอความช่วยเหลือ และการเผยแพร่ข่าวสารและข้อมูลสถานการณ์น้ำท่วม ซึ่งใช้ Ushahidi ร่วมกับ Google Crisis Response ในการเป็น

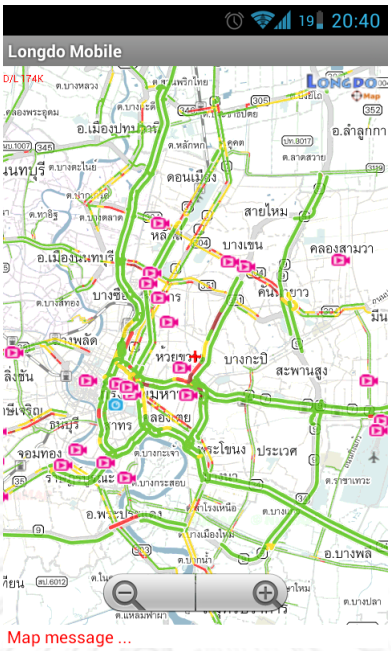
แพลตฟอร์มสำหรับการทำคราวด์ซอร์สซิ่งผ่านเว็บดังภาพที่ 14 ซึ่งเป็นเว็บแอพพลิเคชันสำหรับร้องขอความช่วยเหลือ



ภาพที่ 14 เว็บแอพพลิเคชันสำหรับร้องขอความช่วยเหลือ

งานวิจัย [1] ใช้การวิเคราะห์สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไข้หวัดหมู (swine flu) โดยติดตามและตรวจสอบคำที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ‘swine flu’, ‘flu’, ‘H1N1’, ‘swine’ และ ‘influenza’ และนำมาจัดระดับของความสำคัญด้วยคำที่บ่งบอกความรุนแรงของอาการ เช่น ‘fever’, ‘sick’, ‘cough’ เป็นต้น ด้วยการลงจุดของพิกเซล (pixel) และแสดงผลเป็นรูปภาพหรือวิดีโอ ทำให้สามารถให้ความสำคัญกับพื้นที่ที่เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไข้หวัดหมู รวมถึงการให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนหลังการได้รับเชื้อด้วยการสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

Longdo Traffic [17] เป็นบริการตรวจสอบและรายงานการจราจรด้วยการใช้มวลชนเข้ามามีส่วนร่วมในรูปแบบอาสาสมัคร โดยอาสาสมัครที่ติดตั้งแอพพลิเคชันจะรายงานการจราจรจากความเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถนำข้อมูลจากอาสาสมัครมาวิเคราะห์และประเมินระดับการจราจรติดขัดได้ ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การรายงานการจราจรผ่านโมบายล์แอพพลิเคชัน

2.4.3 ระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชน

ระบบภูมิสารสนเทศพลังมวลชน (crowdsourcing GIS) เป็นการนำคราวด์ซอร์สซิ่งและระบบภูมิสารสนเทศมาใช้งานร่วมกัน เช่น งานวิจัย [2] ใช้ข้อมูลที่ระบุข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อการบอกตำแหน่งที่เกิดผลกระทบและความรุนแรงจากภัยพิบัติ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน่วยกู้ภัยฉุกเฉินในการให้ความช่วยเหลือและบรรเทาความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินที่เกิดขึ้น บริการ Longdo Traffic [17] ซึ่งสามารถรายงานสภาพการจราจรทำให้เป็นข้อมูลเพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรตัดขัดได้ เป็นต้น ซึ่งมีการให้ความสำคัญกับพื้นที่และสามารถนำข้อมูลมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามเจาะจงพื้นที่ได้

และเพื่อสนับสนุนการตอบคำถามที่เจาะจงพื้นที่ จึงมีรูปแบบของการระบุพื้นที่เป้าหมายของปัญหาหรือคำถามสำหรับการกระจายไปยังมวลชนในพื้นที่ดังนี้

- การระบุพื้นที่เป้าหมายด้วยชื่อสถานที่ ซึ่งมีการใช้งานในงานวิจัย [1, 2, 5, 8, 16] โดยหาผู้เข้าร่วมจากมวลชนในพื้นที่หรือในพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งตรวจสอบได้จากข้อมูลส่วนตัวและบริการที่เชื่อมต่อที่มีการเช็คอินเมื่ออยู่ในพื้นที่ เช่น Foursquare เป็นต้น ทำให้ได้ข้อมูลในพื้นที่จากผู้เข้าร่วม แต่หากมวลชนมีการเคลื่อนที่และมีการเดินทางจะทำให้การหาผู้เข้าร่วมในพื้นที่จริงได้ยาก
- การระบุพื้นที่เป้าหมายด้วยชื่อรัฐ ซึ่งมีการใช้งานในงานวิจัย [15] โดยหาผู้เข้าร่วมจากมวลชนที่ใช้สมาร์ทโฟนในพื้นที่ระดับรัฐเพื่อตอบคำถาม ซึ่งอาจเป็นพื้นที่การปกครองที่มีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมกับปัญหาบางประเภทที่

ต้องการพื้นที่ในการกระจายปัญหาใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง และหากมวลชนมีการเคลื่อนที่และมีการเดินทางจะทำให้การหาผู้เข้าร่วมในพื้นที่จริงได้ยาก

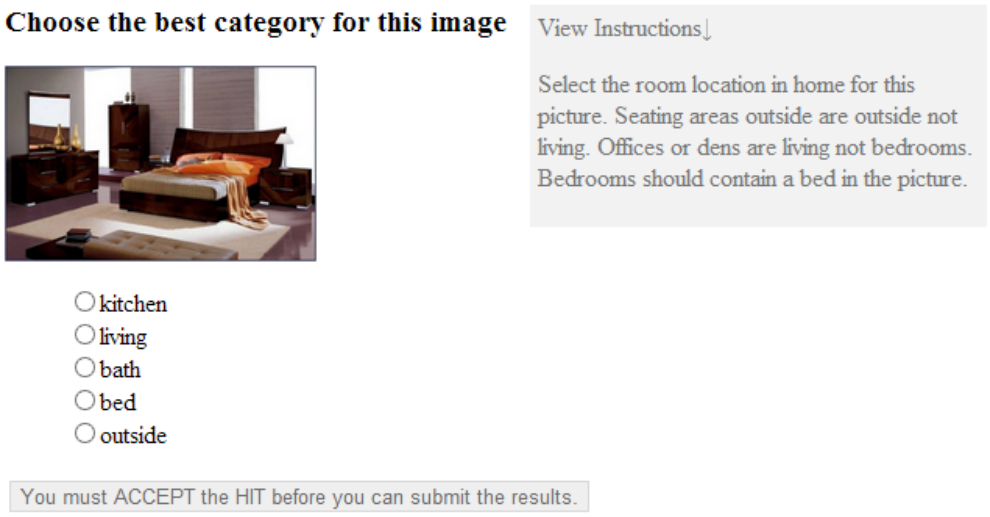
- การระบุพื้นที่เป้าหมายด้วยรัศมี (กำหนดพื้นที่วงกลม) ซึ่งมีการใช้งานในงานวิจัย [10] โดยหาผู้เข้าร่วมจากมวลชนที่ใช้สมาร์ทโฟนภายในพื้นที่รัศมีเพื่อตอบคำถาม ทำให้ข้อมูลที่ได้จากผู้เข้าร่วมครอบคลุมขนาดของพื้นที่ที่หลากหลาย และสอดคล้องกับการเดินทางของคน

2.4.4 แพลตฟอร์มในการให้บริการ

ในปัจจุบันมีการให้บริการแพลตฟอร์มทางคราวด์ซอร์สซิ่งซึ่งให้บริการระบบคราวด์ซอร์สซิ่งสำหรับกระจายงานออกไปยังมวลชน การจัดการผู้ร้องขอและผู้เข้าร่วม และการสื่อสารข้อมูล แพลตฟอร์มในการให้บริการมีดังนี้

Amazon Mechanical Turk [9] เป็นแพลตฟอร์มในการให้บริการคราวด์ซอร์สซิ่งของบริษัท Amazon ผ่านเว็บที่มีการบริหารจัดการผู้ร้องขอและผู้เข้าร่วมโดยมีแรงจูงใจด้วยการให้เงินเป็นค่าตอบแทนในการเข้าร่วม จึงมีฐานของงาน (HITs: Human Intelligence Tasks) และผู้เข้าร่วมขนาดใหญ่ ผู้ร้องขอสามารถส่งงานเข้าสู่ระบบเพื่อหาผู้เข้าร่วม (provider หรือ Turker) ที่เข้าร่วมในการตอบคำถาม ผู้เข้าร่วมสามารถหางานที่ตรงตามความต้องการ ซึ่งเมื่อทำงานด้วยการตอบคำถามแล้วจะได้รับค่าตอบแทนในรูปแบบของเงินซึ่งจะเรียกเก็บจากผู้ร้องขอ ทั้งนี้งานที่ตอบกลับไปยังผู้ร้องขอจะถูกตรวจสอบอีกครั้งและมีโอกาสถูกปฏิเสธและไม่จ่ายค่าตอบแทนได้ Amazon Mechanical Turk รองรับรูปแบบของงานที่หลากหลาย ได้แก่ จัดประเภท รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบรูปภาพ วัดระดับความพึงพอใจ สำรวจข้อมูล จัดทำป้ายกำกับให้กับรูปภาพ เป็นต้น ภาพที่ 16 เป็นตัวอย่างงานการจัดประเภทให้กับรูปภาพ ซึ่งให้ผู้ใช้งานเลือกประเภทของรูปภาพจากตัวเลือกที่ได้จัดเตรียมไว้ และสำหรับการหามวลชนในพื้นที่เป้าหมายเพื่อตอบคำถามสามารถทำได้โดยการใช้ข้อมูลส่วนตัวซึ่งระบุพื้นที่หรือเมืองที่อาศัยอยู่ซึ่งจะไม่สอดคล้องกับการเดินทางของคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 16 ตัวอย่างรูปแบบงานการจัดประเภทผ่าน Amazon Mechanical Turk

Ushahidi [12] เป็นแพลตฟอร์มแบบโอเพนซอร์ส (open source) ในการให้บริการคราวด์ซอร์สซิ่งข้อมูลภูมิสารสนเทศ ซึ่งถูกใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลกและสำหรับประเทศไทยนั้นศูนย์ข้อมูลช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วมได้นำมาใช้สำหรับรายงานสถานการณ์น้ำท่วมและร้องขอความช่วยเหลือจากมวลชน Ushahidi ใช้การกระจายคำถามไปยังมวลชนและการตอบคำถามด้วยเว็บ สมาร์ทโฟน อีเมลและข้อความสั้นซึ่งเกิดขึ้นโดยตรงกับระบบ มีการรวบรวมข้อมูลลงฐานข้อมูลและแสดงผลบนแผนที่ และมีการใช้งานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ในการการเผยแพร่ข้อมูลเท่านั้นยังไม่มีการรวบรวมข้อมูล และไม่มีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งเป็นเพียงการทำคราวด์ซอร์สซิ่งร่วมกับแผนที่เท่านั้น

2.4.5 วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

เนื่องจากการใช้วิธีคราวด์ซอร์สซิ่งอาจได้รับคำตอบที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับตัวผู้ตอบ เช่น คำถามที่ต้องใช้วิจารณญาณหรือความรู้ของผู้ตอบ เป็นต้น หรืออาจมีผู้ส่งคำตอบแบบเดาสุ่มหรือแม้แต่แกล้งให้ข้อมูลที่ผิดได้ เพื่อให้คำตอบที่ได้รับโดยรวมยังคงคุณภาพและความน่าเชื่อถืออยู่จึงต้องมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้รับโดยใช้วิธีการตรวจสอบการหลอกลวง (cheating detection) [18-20] ดังนี้

2.4.5.1 เสียงข้างมาก

การเลือกเสียงข้างมาก (majority decision) โดยคำตอบที่ได้รับจากผู้เข้าร่วมที่มีมากกว่า 2 คนและคำตอบที่มีความแตกต่างกันจะต้องถูกตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบและจัดกลุ่มของคำตอบ โดยเสียงข้างมากของคำตอบจะถือเป็นคำตอบของปัญหา โดยภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มแบบไบนารี่ (binary

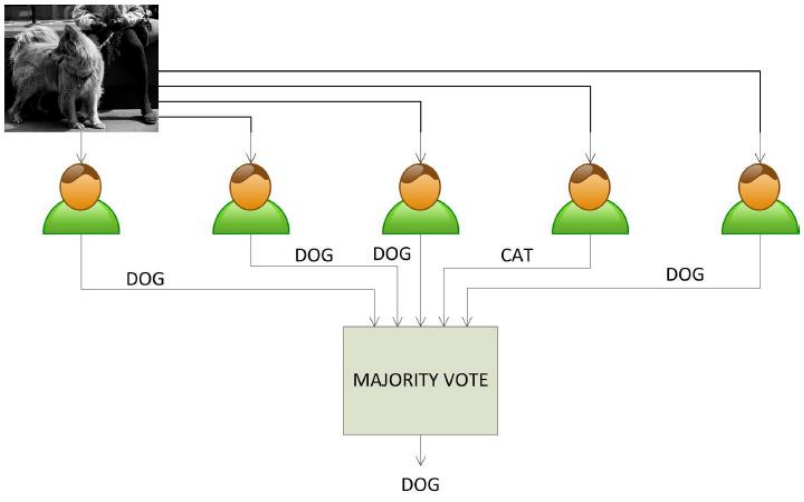
classification) หรือระบุแท็กให้กับรูปภาพ จากรูปมีผู้เข้าร่วมตอบคำถามจำนวน 5 คน มีผู้ตอบคำถามเป็นสุนัขจำนวน 4 คนและแมวจำนวน 1 คน ซึ่งส่งผลให้คำตอบของคำถามนี้คือสุนัข โดยถ้าผู้เข้าร่วมแต่ละคนมีความน่าจะเป็นที่จะให้คำตอบที่มีความผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง $\eta < ½$ จะทำให้มีโอกาสที่จะได้คำตอบที่มีความผิดพลาดจากการใช้เสียงข้างมากดังสมการที่ 1

$$\sum_{i=\frac{n+1}{2}}^{n} \binom{n}{i} \eta^i (1-\eta)^{(n-i)} \tag{1}$$

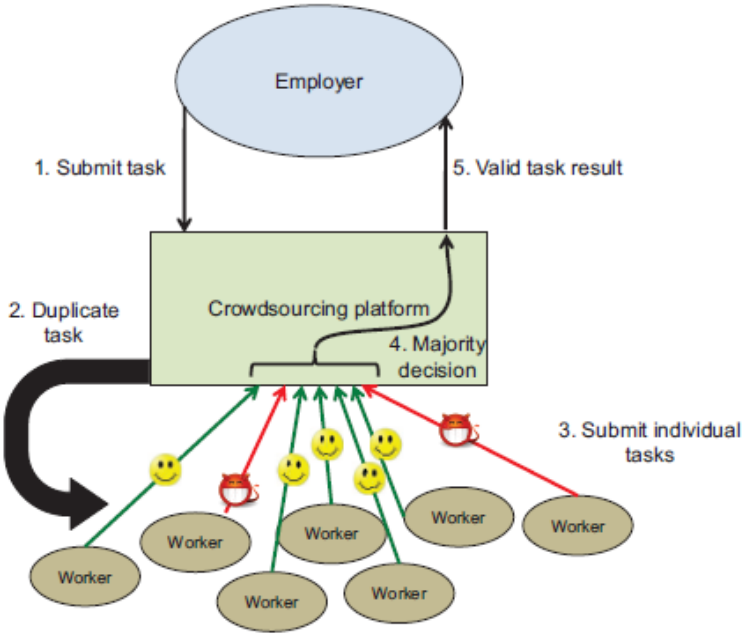
โดย n คือจำนวนผู้เข้าร่วมและ η คือความน่าจะเป็นของความผิดพลาดที่จะลดน้อยลงแบบเอ็กโปเนนเชียล (exponential) ด้วยผู้เข้าร่วมจำนวน n คนและจะมีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อมีจำนวนผู้เข้าร่วมมากขึ้น [20]

กระบวนการทำคราวด์ซอร์สซิ่งที่ใช้เสียงข้างมากเข้ามาตรวจสอบเป็นดังภาพที่ 18 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ [19]

1) ผู้ร้องขอกระจายปัญหาหรืองานไปยังมวลชน
2) ผู้เข้าร่วมรับการกระจายงานและเลือกงานเพื่อตอบคำถาม
3) ผู้เข้าร่วมตอบคำถามกลับเข้าสู่ระบบ
4) ระบบเลือกคำตอบที่ได้รับจากเสียงข้างมาก
5) คำตอบที่ถือว่าถูกต้องจะส่งให้กับผู้ร้องขอ



ภาพที่ 17 ตัวอย่างการเลือกเสียงข้างมาก

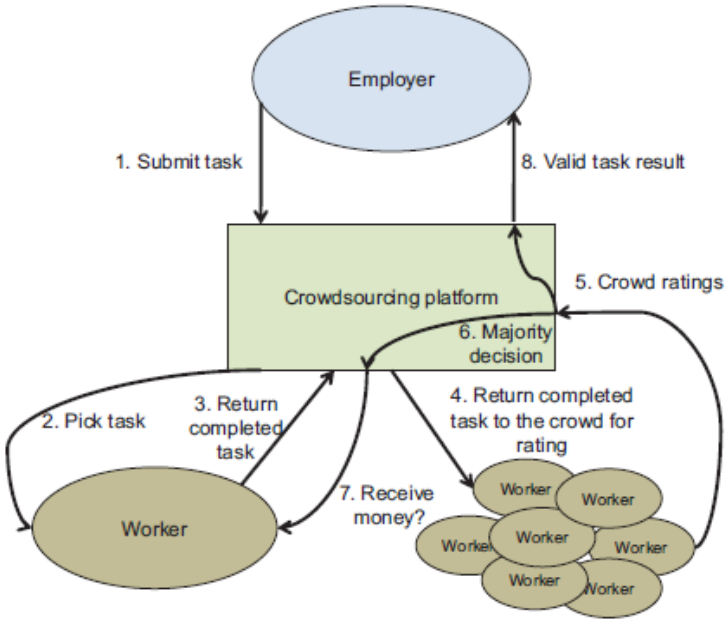


ภาพที่ 18 กระบวนการในวิธีเสียงข้างมาก

2.4.5.2 กลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม (control group) เป็นวิธีการเพิ่มกระบวนการตรวจสอบให้กับคำตอบที่ได้รับจากผู้เข้าร่วมร่วมกับวิธีเสียงข้างมากดังภาพที่ 19 โดยมีกระบวนการคราวด์ซอร์สซิ่งดังนี้ [19]

1) ผู้ร้องขอกระจายปัญหาหรืองานไปยังมวลชน
2) ผู้เข้าร่วมรับการกระจายงานและเลือกงานเพื่อตอบคำถาม
3) ผู้เข้าร่วมตอบคำถามกลับเข้าสู่ระบบ
4) ระบบจะเพิ่มกระบวนการตรวจสอบคำตอบโดยการกระจายคำตอบให้กับผู้เข้าร่วมกลุ่มอื่นทำการตรวจสอบด้วยการให้ระดับความถูกต้อง
5) ผู้เข้าร่วมกลุ่มที่สองจะให้ระดับความถูกต้องกับคำตอบและส่งคำตอบกลับเข้าสู่ระบบ
6) ระบบคำนวณเสียงข้างมากจากระดับความถูกต้อง
7) ระบบให้ค่าตอบแทนแก่ผู้เข้าร่วมตามระดับความถูกต้อง
8) คำตอบที่ถือว่าถูกต้องจะส่งให้กับผู้ร้องขอ



ภาพที่ 19 กระบวนการในวิธีกลุ่มควบคุม

2.5 การสื่อสารข้อมูลด้วยทวิตเตอร์

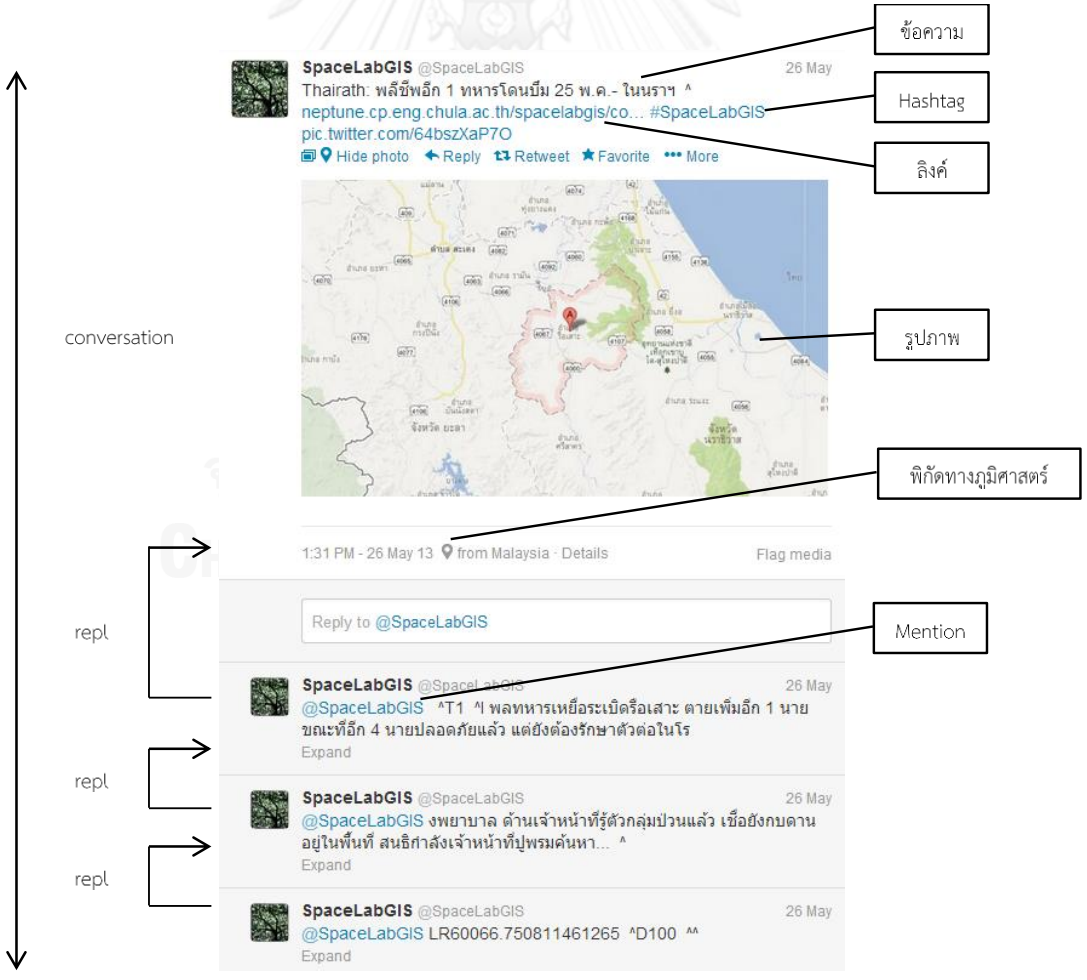
ทวิตเตอร์ [21, 22] เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ใช้ข้อความสั้นในการสื่อสารกันแบบเรียลไทม์ที่มีสมาชิกทั่วโลกและใช้งานอยู่ 200 ล้านคน มีอัตราการส่งข้อความผ่านการทวีตเฉลี่ย 400 ล้านครั้งต่อวัน และ 60% ของผู้ใช้งานมาจากสมาร์ทโฟนในหลากหลายแพลตฟอร์ม

ทวีตคือข้อความสั้นที่มีความยาว 140 ตัวอักษร และสามารถรองรับข้อมูลรูปภาพ ลิงค์และข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ซึ่งจะถูกฝังลงในทวีตดังภาพที่ 20 ซึ่งแสดงตัวอย่างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของทวีต เมื่อข้อความถูกส่งแล้วจะเผยแพร่ไปยังผู้ติดตาม (follower) ที่ทำการติดตามอยู่ โดยทวีตมีส่วนประกอบเพิ่มเติมและการกระทำที่เกิดขึ้นบนทวีตดังนี้

- รีพลาย (reply) เป็นรูปแบบการปฏิสัมพันธ์กันด้วยการโต้ตอบกันด้วยข้อความทวีตโดยใช้การตอบกลับไปยังทวีต ทำให้เกิดเป็นข้อความสนทนา (conversation) ที่สามารถแสดงผลการสนทนาด้วยข้อความที่มีการเรียงลำดับตามการสนทนาที่เกิดขึ้น
- รีทวีต (retweet) เป็นรูปแบบการกระจายต่อข้อความไปยังผู้ติดตามอีกทอดหนึ่ง
- เมนชัน (mention) เป็นการอ้างอิงบุคคลที่เกี่ยวข้องในทวีต โดยการใช้สัญลักษณ์ @ แล้วตามด้วยชื่อบัญชีของผู้ใช้งาน ซึ่งทำให้บุคคลที่ถูกอ้างถึงรับทราบข้อความทวีตนั้นด้วย ซึ่งการเมนชันสามารถพบได้ในการรีพลายด้วย
- แฮชแท็ก (hashtag) เป็นการจัดการหัวข้อการสนทนาให้มีความพิเศษไปจากข้อความธรรมดาโดยการใช้สัญลักษณ์ # แล้วตามด้วยคำที่เป็นหัวข้อในการสนทนา ซึ่งเป็นการให้ความสำคัญกับข้อความที่อยู่ในทวีตว่าเกี่ยวข้องกับอะไร เช่น #flood #น้ำท่วม เป็น

การบอกว่าข้อความนี้เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำท่วม เป็นต้น โดยแฮชแท็กสามารถใช้ค้นหาข้อความที่พูดถึงเรื่องเดียวกันได้ผ่านการค้นหาของทวิตเตอร์

ทั้งนี้ นอกจากการสื่อสารข้อมูลในรูปแบบข้อความ รูปภาพ ลิงค์และข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่เป็นการสื่อสารที่รองรับโดยทวิตเตอร์แล้ว ยังพบการนำทวิตเตอร์มาใช้สื่อสารข้อมูลที่ไม่ได้รองรับด้วย โดยงานวิจัย [8] ได้เสนอมาตรฐานในการกระจายข้อมูลเซ็นเซอร์ผ่านทวิตเตอร์ด้วยการใช้ biography code ในการกำหนดรูปแบบข้อมูลที่ปรากฏในข้อความทวีตโดยใช้ชื่อว่า TweetML โดยมีการแบ่งข้อมูลแต่ละชนิดด้วยสัญลักษณ์ | และใช้สัญลักษณ์ : ในการแบ่งชนิดของข้อมูลกับข้อมูล มีตัวอย่างดังภาพที่ 21 ซึ่งมีความหมายคือข้อมูลจาก Nokia N97 ที่พิกัดทางภูมิศาสตร์ 43.003,–78.787 มีโซนเวลา UTC-5 และใช้ในโปรเจ็ค UB CSE Crowd-Sourced Sensing ซึ่งการใช้สัญลักษณ์ในการส่งข้อมูลทำให้ข้อมูลสามารถค้นหาและนำไปใช้งานต่อได้ง่าย แต่งานวิจัยนี้ยังใช้สื่อได้ไม่เต็มความสามารถคือข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่เป็นข้อมูลที่รองรับโดยทวิตเตอร์สามารถฝังลงในทวีตได้ TweetML ยังไม่ถูกทำเป็นมาตรฐานในการส่งข้อมูลผ่านทวิตเตอร์และยังไม่มีการนำไปใช้ในงานวิจัยใดๆ



ภาพที่ 20 ตัวอย่างทวีตและส่วนประกอบ

|LO :?43.003,−78.787|N97 : NO|UTC − 5|UB : CSE : CSS|

ภาพที่ 21 ตัวอย่าง TweetML

จากงานวิจัยและบริการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปข้อดีได้ดังตารางที่ 1 และปัญหาที่พบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อดีที่พบในงานวิจัยและบริการ

งานวิจัย/บริการ / **ข้อดี**	**[2]**	**[8]**	**[5]**	**[7]**	**[9]**	**[10]**	**[12]**	**[15]**	**[16]**
1) ระบบรองรับรูปแบบของแอพพลิเคชันที่หลากหลาย	/				/		/	/	
2) ระบบไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน	/	/	/	/		/	/		/
3) ระบบใช้ความสามารถของสมาร์ทโฟนที่มีเซ็นเซอร์เข้ามาช่วยเพิ่มความสามารถให้กับการทำคราวด์ซอร์สซิ่งและง่ายต่อการเข้าร่วมของผู้ใช้งาน		/				/		/	/
4) ระบบมีฐานของมวลชนขนาดใหญ่ ทำให้มีโอกาสรับคำตอบที่สูงขึ้นและเมื่อมีผู้ตอบคำถามมากขึ้นจะทำให้แยกแยะความถูกต้องของข้อมูลได้ง่ายและดียิ่งขึ้น	/	/	/		/			/	/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 ปัญหาที่พบในงานวิจัยและบริการ

งานวิจัย/บริการ / ปัญหา	[2]	[8]	[5]	[7]	[9]	[10]	[12]	[15]	[16]
1) ระบบพบข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปน เช่น การรำลึกถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล แม้จะแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มคำที่เป็นผลกระทบจากเหตุการณ์เข้ามาเป็นคำที่เกี่ยวข้องในการค้นหาแต่ก็ไม่สามารถที่จะแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด	/								
2) การใช้ข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานซึ่งเป็นพื้นที่หรือเมืองที่ผู้ใช้งานอาศัยอยู่เพื่อหามวลชนที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายที่กำหนดซึ่งกระทบต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานและยังไม่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่หรือเดินทางของคน		/	/		/			/	/
3) ระบบไม่สามารถกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง			/				/		
4) เจาะจงรูปแบบของคำถามหรือลักษณะของแอพพลิเคชัน		/				/		/	
5) ระบบมีแรงจูงใจในรูปแบบเงินเป็นสิ่งตอบแทนให้กับผู้เข้าร่วมทำให้ระบบต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน					/				
6) การส่งข้อมูลปริมาณมากตามจำนวนของมวลชน		/	/	/				/	/
7) ระบบไม่มีฐานของมวลชน						/	/		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
แนวคิดและวิธีดำเนินงานวิจัย

ปัญหาที่พบในงานวิจัยที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้นซึ่งเป็นโจทย์ที่จะต้องได้รับการแก้ไขสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ระบบพบข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปน เช่น การรำลึกถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล แม้จะแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มคำที่เป็นผลกระทบจากเหตุการณ์เข้ามาเป็นคำที่เกี่ยวข้องในการค้นหาแต่ก็ไม่สามารถที่จะแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกได้ทั้งหมด
2) การหาคนในพื้นที่เป้าหมายมีการละเมิดความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานจากการติดตามการเดินทาง และการใช้ข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานและข้อมูลของบริการ เช่น บริการ Foursquare เป็นต้น จะไม่สามารถหาคนในพื้นที่ที่สอดคล้องกับการเดินทางได้
3) ระบบมีฐานของมวลชนขนาดเล็กซึ่งจะทำให้ระบบได้รับคำตอบปริมาณน้อยและหากใช้บริการคราวด์ซอร์สซิ่งที่มีฐานของมวลชนขนาดใหญ่จะเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน
4) รองรับคำถามหรือแอพพลิเคชันเพียงรูปแบบเดียว ซึ่งหากต้องการคำถามหรือแอพพลิเคชันใหม่ต้องใช้เวลาในการพัฒนาซึ่งไม่ทันต่อเหตุการณ์

และสามารถสรุปเป็นแนวคิดที่เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานที่ตอบโจทย์การทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาดังนี้

1) **การรวบรวมข้อมูลที่ไม่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปนหรือมีในปริมาณน้อยกว่า** การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นแหล่งของข้อมูลในรูปแบบของเหมืองข้อมูลเป็นการนำข้อมูลของผู้ใช้งานที่มีอยู่แล้วในเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่เผยแพร่สู่สาธารณะมาใช้ประโยชน์จึงไม่มีความจำเป็นในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน แต่จะพบปัญหาเรื่องความถูกต้องของข้อมูลเนื่องจากมีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปน งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้เทคนิคคราวด์ซอร์สซิ่งในการรวบรวมข้อมูล ที่แม้จะมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานและอาจมีการรบกวนผู้ใช้งานเกิดขึ้น แต่ข้อมูลที่ได้จะไม่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปนหรือมีในปริมาณน้อยกว่า ซึ่งส่งผลให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและอยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับปัญหาหรือคำถาม
2) **การรวบรวมข้อมูลโดยการถามคำถามไปยังผู้ที่อยู่ในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องที่สอดคล้องกับการเดินทางและเคลื่อนที่ของคนและไม่กระทบต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งาน** การรวบรวมข้อมูลที่มีความแม่นยำของพิกัดทางภูมิศาสตร์จากพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามมีความจำเป็นสำหรับการตอบคำถามที่เจาะจงพื้นที่ของระบบ เช่น เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ต้องการทราบว่าพื้นที่ใดได้รับผลกระทบหรือต้องการความช่วยเหลือซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเข้าให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัย เป็นต้น

การถามคำถามไปยังผู้ที่อยู่ในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องโดยการทำคราวด์ซอร์สซิ่งใช้การตรวจสอบพิกัดทางภูมิศาสตร์ของผู้ใช้งานมี 2 รูปแบบดังนี้

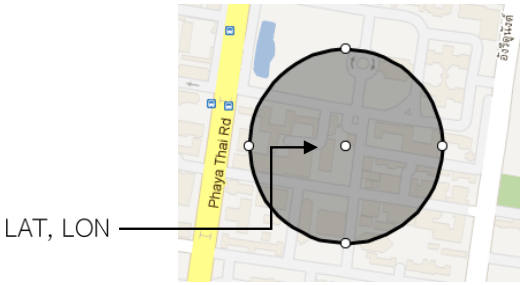
- การแจ้งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของผู้ใช้งานให้ระบบรับทราบ ผู้ใช้งานส่งข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อกรองและรับข้อมูลในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ระบบสามารถที่จะติดตามและตรวจสอบการเดินทางของผู้ใช้งานได้
- การใช้เรียกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานมาตรวจสอบ ระบบใช้ข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานมาตรวจสอบพื้นที่เพื่อส่งข้อมูล

ซึ่งทั้งสองทางเลือกจะมีผลกระทบต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งาน และการใช้ดึงข้อมูลส่วนตัวมาตรวจสอบนั้นยังไม่ตอบโจทย์เรื่องการหามวลชนในพื้นที่เป้าหมายที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่และเดินทางของคน งานวิจัยนี้จึงใช้การส่งข้อมูลทั้งหมดพร้อมด้วยข้อมูลพื้นที่เป้าหมายให้กับผู้ใช้งานเพื่อกรองข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องโดยใช้ความสามารถของสมาร์ทโฟนที่ทราบพิกัดทางภูมิศาสตร์จึงสามารถระบุขอบเขตของพื้นที่เป้าหมายในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งเพื่อสอบถามและรวบรวมข้อมูลได้อย่างแม่นยำและไม่มีผลกระทบต่อความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งาน

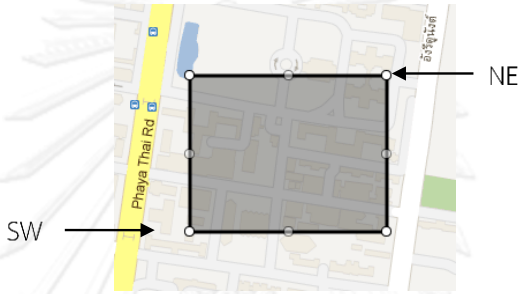
การกำหนดพื้นที่เป้าหมายนั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดข้อมูลพื้นที่สำหรับส่งข้อมูลไปยังผู้ใช้งานเพื่อใช้ตรวจสอบและกรองข้อมูลเฉพาะที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายเท่านั้นมาแสดงผล โดยพื้นที่เป้าหมายสามารถกำหนดด้วยพิกัดทางภูมิศาสตร์ตั้งแต่หนึ่งจุดขึ้นไป เช่น

- กำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์หนึ่งจุดพร้อมด้วยรัศมีจะได้พื้นที่ในรูปวงกลมดังภาพที่ 22 ซึ่งจะเหมาะกับข้อมูลที่ตั้งต้นมาจากพิกัดทางภูมิศาสตร์ซึ่งสามารถกำหนดรัศมีเพื่อให้เกิดพื้นที่เป้าหมายได้ทันที เช่น ข้อมูลการจราจรติดขัดจาก Longdo Traffic [17] ที่ให้ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์พร้อมด้วยข้อมูลการจราจรติดขัด เป็นต้น
- กำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์สองจุดจะได้พื้นที่สี่เหลี่ยมซึ่งจุดทั้งสองจุดจะเป็นมุมที่อยู่ตรงข้ามกันของสี่เหลี่ยมซึ่งสามารถครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังภาพที่ 23 พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาวของทั้งสองด้านแตกต่างกันมากและการใช้สี่เหลี่ยมจะเหมาะสมมากกว่าวงกลม เช่น การกำหนดพื้นที่ตามความยาวของถนนดังภาพที่ 24 เป็นต้น และพื้นที่สี่เหลี่ยมที่มีการเอียงซึ่งต้องมีการกำหนดองศาของความเอียงให้กับสี่เหลี่ยม เช่น การกำหนดพื้นที่ตามความยาวของถนนที่มีการเอียงดังภาพที่ 25 เป็นต้น
- กำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์สามจุดจะได้พื้นที่ในรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น

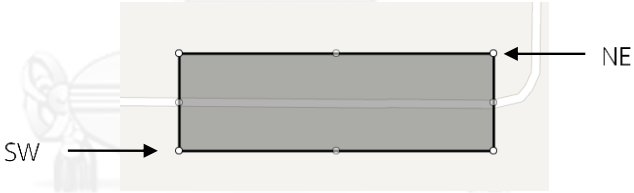
เพื่อแสดงให้เห็นรูปแบบของการกำหนดพื้นที่เป้าหมายที่หลากหลายอย่างง่าย ไม่ส่งข้อมูลและมีการคำนวณพื้นที่เป้าหมายของไคลเอนต์มากเกินความจำเป็น งานวิจัยจึงใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์จำนวน 1-2 จุดเพื่อกำหนดพื้นที่เป้าหมายในรูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยมตามลำดับดังภาพที่ 22 ภาพที่ 23 และภาพที่ 24



ภาพที่ 22 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายแบบพื้นที่วงกลม

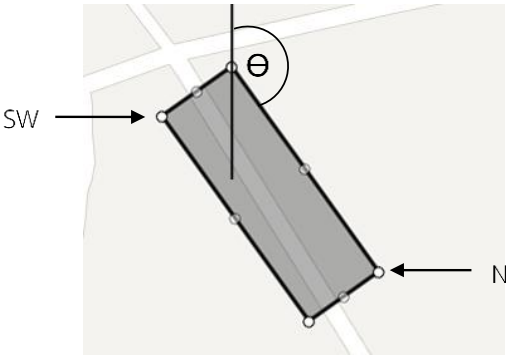


ภาพที่ 23 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายแบบพื้นที่สี่เหลี่ยม



ภาพที่ 24 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายตามแนวยาวของถนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 25 การกำหนดพื้นที่เป้าหมายตามแนวยาวของถนนที่มีการเอียง

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีการใช้งานร่วมกับสมาร์ทโฟน ซึ่งปัจจุบันมีหลากหลายแพลตฟอร์มให้เลือกใช้สำหรับการพัฒนาระบบ เช่น iOS, BlackBerry, แอนดรอยด์ เป็นต้น และเนื่องจากความสามารถของสมาร์ทโฟนที่มีความคล้ายคลึงกันในทุกๆ แพลตฟอร์ม แอนดรอยด์จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับระบบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งที่ต้องการผู้เข้าร่วมเป็นจำนวนมากเนื่องจากแอนดรอยด์มีสถิติของผู้ใช้งานในปี 2555 เป็นจำนวน 68.8% จากสมาร์ทโฟนทั้งหมด [23]

3) **สร้างโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) ที่มีฐานของมวลชน รองรับกับปริมาณของผู้ใช้งานและงานเป็นจำนวนมาก ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานและลดภาระงานของระบบ** โครงสร้างพื้นฐานที่เป็นทางเลือกในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งมีดังนี้

- ใช้โครงสร้างพื้นฐานของระบบเอง การสื่อสารระหว่างระบบกับผู้ใช้งานจะเกิดขึ้นโดยตรง ทำให้ง่ายต่อการจัดการระบบ แต่จะไม่มีฐานของมวลชนซึ่งระบบต้องจัดหาเอง ระบบต้องแบกรับภาระงานเป็นจำนวนมากและหากผู้ใช้มีปริมาณมากขึ้นจะมีความจำเป็นในการขยายระบบให้รองรับการใช้งานซึ่งมีความยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้น
- ใช้โครงสร้างพื้นฐานของแพลตฟอร์มคราวด์ซอร์สซิ่งที่เปิดให้บริการ แบ่งตัวอย่างเป็น 2 กรณีคือ 1) Amazon Mechanical Turk ซึ่งมีฐานของมวลชนขนาดใหญ่ รองรับผู้ใช้งานได้จำนวนมากแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน 2) Ushahidi ซึ่งเป็นโอเพนซอร์ส ทำให้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน แต่จะไม่มีฐานของมวลชนและมีการติดตั้งบนเซิร์ฟเวอร์ของระบบซึ่งเป็นเช่นเดียวกับการใช้โครงสร้างพื้นฐานของระบบเอง
- ใช้โครงสร้างพื้นฐานของเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับของระบบ เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน มีกลไกการเผยแพร่ข้อมูล มีการเปิดเอพีไอให้ใช้งานเพื่อผนวกรวมกับแอพพลิเคชันภายนอก มีฐานของผู้ใช้งานขนาดใหญ่ และสามารถรองรับการใช้งานและปริมาณผู้ใช้งานจำนวนมาก ซึ่งจะช่วยลดภาระงานให้กับระบบลง

งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้โครงสร้างพื้นฐานของเครือข่ายสังคมออนไลน์ร่วมกับของระบบ เช่น Google+, Facebook, ทวิตเตอร์ เป็นต้น ซึ่งตรงตามความต้องการของระบบเพื่อกระจายงานไปยังมวลชนที่จะมีคุณสมบัติตามต้องการที่เครือข่ายสังคมออนไลน์ทั่วไปมีอยู่แล้ว ได้แก่

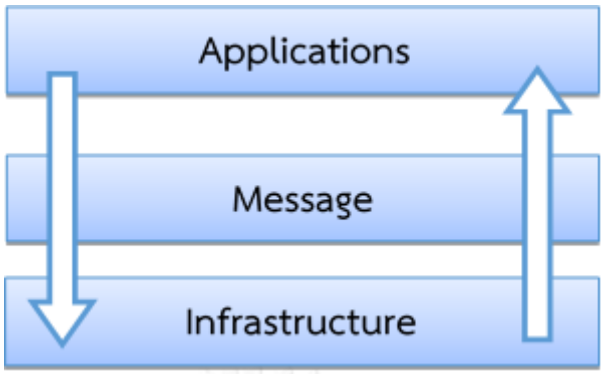
- มีฐานของมวลชนขนาดใหญ่
- เป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตประจำวันของคน
- รองรับปริมาณของผู้ใช้งานและงานจำนวนมาก
- ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

- มีเอพีไอสำหรับทำงานร่วมกับแอพพลิเคชันภายนอกและใช้สื่อสารข้อมูล

เพื่อเป็นการทดสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง (proof of concept) จึงเลือกใช้ทวิตเตอร์เป็นโครงสร้างพื้นฐานร่วมกับโครงสร้างพื้นฐานของระบบเองในการพัฒนา นอกจากนี้ ทวิตเตอร์ถูกออกแบบให้มีความง่าย (simplicity) และยังมีพื้นฐานของวัฒนธรรมในการแบ่งปันข้อมูลและความร่วมมือกันที่เกิดขึ้นของผู้ใช้งาน ส่งผลทำให้มีโอกาสที่จะได้รับคำตอบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งสูงมากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องใช้รางวัลเป็นแรงจูงใจให้กับผู้เข้าร่วม [7, 8]

4) **ระบบรองรับรูปแบบงานคราวด์ซอร์สซิ่งที่หลากหลายและข้อมูลที่ได้จากการสอบถามง่ายต่อการนำมาใช้งาน** จากคำถามหรือแอพพลิเคชันหลากหลายประเภทที่มีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายที่สนใจที่มีความแตกต่างกันและสามารถแยกออกเป็นรูปแบบของคำถามหรือแอพพลิเคชันได้เป็น 1) คำถามหรือแอพพลิเคชันที่ระบุพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายการวางตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เช่น การรายงานสภาพอากาศ เป็นต้น 2) คำถามหรือแอพพลิเคชันที่ระบุพื้นที่เป้าหมายตามเหตุการณ์ เช่น การรายงานอุบัติเหตุบนท้องถนน เป็นต้น และ 3) คำถามหรือแอพพลิเคชันที่ให้ข้อมูลและข่าวสาร เช่น การให้ข้อมูลการท่องเที่ยว เป็นต้น

คำถามหรือแอพพลิเคชันทั้ง 3 รูปแบบนี้ถึงแม้จะมีความแตกต่างกันในการแสดงผลแต่จะมีส่วนของข้อมูลที่สามารถกำหนดพื้นที่เป้าหมายและการสื่อสารข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สามารถที่จะพัฒนาได้บนแพลตฟอร์มเดียวกันและไม่จำเป็นต้องมีการเผยแพร่ (deploy) แอพพลิเคชันเป็นรายแอพพลิเคชันโดยใช้การส่งข้อมูลของแอพพลิเคชันเพื่อแสดงผลบนแพลตฟอร์มแทนการเผยแพร่ใหม่ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งานที่สามารถเลือกแสดงผลคำถามหรือแอพพลิเคชันที่สนใจ งานวิจัยนี้จึงใช้ความคล้ายคลึงกันมาพัฒนาร่วมกันได้เป็นแพลตฟอร์มดังภาพที่ 26 ซึ่งในส่วนคำถามหรือแอพพลิเคชันจะมีการแสดงผลที่แตกต่างกันจะรองรับรูปแบบงานคราวด์ซอร์สซิ่งที่หลากหลายและเป็นการแสดงผลข้อมูลที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่ายและแสดงผลคำถามในรูปแบบของฟอร์มที่สามารถกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบได้ เช่น การร้องขอความช่วยเหลือในเหตุการณ์น้ำท่วมดังภาพที่ 14 การตอบคำถามในบริการ Amazon Mechanical Turk ดังภาพที่ 16 เป็นต้น ซึ่งทำให้มีรูปแบบงานและคำถามที่หลากหลาย ข้อมูลที่สื่อสารระหว่างระบบกับผู้ใช้งานจึงมีความจำเป็นต้องรองรับกับการใช้งานด้วย ได้แก่ ข้อมูลควบคุมและข้อมูลแสดงผล ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อ 3.2



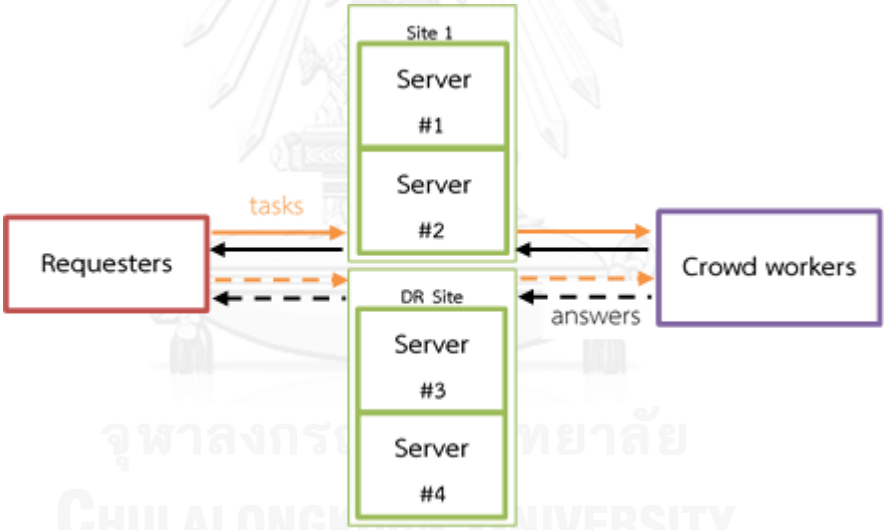
ภาพที่ 26 แนวคิดในการสื่อสารข้อมูลกันของแอพพลิเคชัน

การรองรับการแอพพลิเคชันที่หลากหลายนั้นจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการส่งข้อมูลซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ทวิตเตอร์ในการเป็นสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล และแม้ทวิตเตอร์จะมีข้อดีเป็นจำนวนมากที่เป็นประโยชน์ต่อการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง แต่ข้อมูลที่ใช้สื่อสารกันนั้นทวิตเตอร์รองรับเพียงข้อความ ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์และรูปภาพเท่านั้นส่วนข้อมูลชนิดอื่นยังไม่รองรับ งานวิจัยนี้จึงมีความจำเป็นในการใช้สัญลักษณ์พิเศษเพื่อกำหนดข้อมูลทั้งหมดในการสื่อสารข้อมูลซึ่งมีข้อดีดังนี้

- เพื่อให้แอพพลิเคชันเข้าใจความหมายของข้อมูล (แปลงข้อความเป็นข้อมูล) ได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการร้องขอข้อมูลจากส่วนอื่นของระบบซึ่งจะช่วยทำให้เวลาในการดึงและประมวลผลข้อมูลลดน้อยลง
- ผู้ใช้งานสามารถอ่านข้อความจากแอพพลิเคชันทวิตเตอร์โดยตรงและสามารถทำความเข้าใจได้
- ข้อมูลคำตอบที่ได้สามารถแยกแยะประเภทของข้อมูลและจัดเก็บลงสู่ฐานข้อมูลและนำไปใช้ได้ง่ายขึ้น
- การเลือกที่จะส่งข้อมูลทั้งหมดผ่านทวิตเตอร์จะช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเซิร์ฟเวอร์ของระบบที่อาจส่งผลต่อการรับและส่งข้อมูลของผู้ใช้งาน เช่น ความผิดพลาดของแอพพลิเคชันในการให้บริการ ความผิดพลาดที่เกิดจากเซิร์ฟเวอร์ ความผิดพลาดที่เกิดจากเครือข่าย เป็นต้น การผลักภาระงานให้กับทวิตเตอร์ที่มีความน่าเชื่อถือสูงกว่าจะทำให้ระบบโดยรวมมีความน่าเชื่อถือสูงยิ่งขึ้น

และเพื่อให้เห็นแนวทางที่เป็นไปได้ในรูปแบบของการทำคราวด์ซอร์สซิ่งที่สามารถตอบโจทย์ที่เป็นความต้องการของระบบ จึงมีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมพร้อมเปรียบเทียบแนวทางต่างๆ ให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งมีแนวทาง ได้แก่ การใช้ Ushahidi เป็นแพลตฟอร์มในการกระจายงาน การใช้การกระจายลิงค์ของงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อดาวน์โหลดงานบนเซิร์ฟเวอร์ และการใช้การกระจายงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

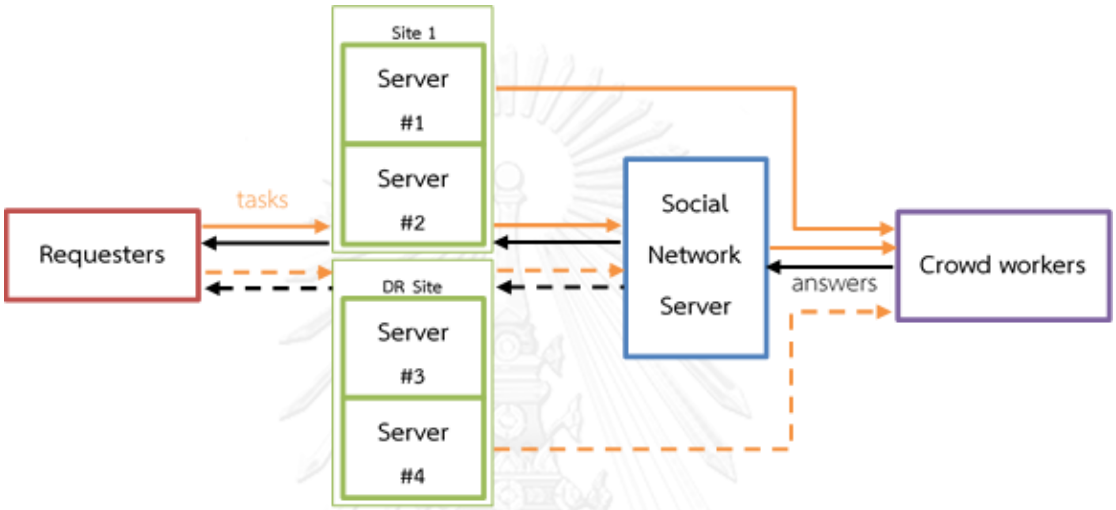
1) การใช้ Ushahidi เป็นแพลตฟอร์มในการกระจายงานเป็นดังภาพที่ 27 โดยมีการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่เป็นโอเพนซอร์สบนเซิร์ฟเวอร์ของระบบ กระจายงานผ่านเว็บแอพพลิเคชันเพื่อหามวลชนในพื้นที่มาตอบคำถามทำโดยใช้เซิร์ฟเวอร์ซึ่ง ณ เวลาหนึ่งๆ แล้วสามารถรองรับงานได้เพียงงานเดียว ไม่มีการจำกัดขอบเขตพื้นที่ที่แน่ชัด และจำเป็นต้องมีการตั้งค่าคำถามไว้ล่วงหน้าแล้วเท่านั้น มวลชนของระบบจะได้จากการประชาสัมพันธ์ซึ่งหากไม่เป็นที่รู้จักนักจะทำให้ปริมาณของมวลชนน้อยและส่งผลต่อปริมาณคำตอบที่น้อยตามมา มวลชนสามารถตอบคำถามได้หลายช่องทางได้แก่ เว็บแอพพลิเคชัน อีเมล ข้อความสั้น ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่ามวลชนอยู่ในพื้นที่จริงในเวลาที่มีการตอบคำถามซึ่งส่งผลต่อความถูกต้องและแม่นยำของคำตอบ การรองรับปริมาณมวลชนที่จะเข้ามาตอบคำถามขึ้นกับรูปแบบการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ของระบบ เมื่อระบบต้องการรองรับปริมาณมวลชนมากขึ้น ระบบจำเป็นต้องมีการขยายทางด้านขนาดหรือจำนวนของเซิร์ฟเวอร์และเน็ตเวิร์ค ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นตามมา และในกรณีของการรองรับภัยพิบัติระบบจำเป็นต้องให้บริการได้ด้วยการใช้ศูนย์ข้อมูลสำรองซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นตามมา



ภาพที่ 27 การใช้ Ushahidi เป็นแพลตฟอร์มในการกระจายงาน

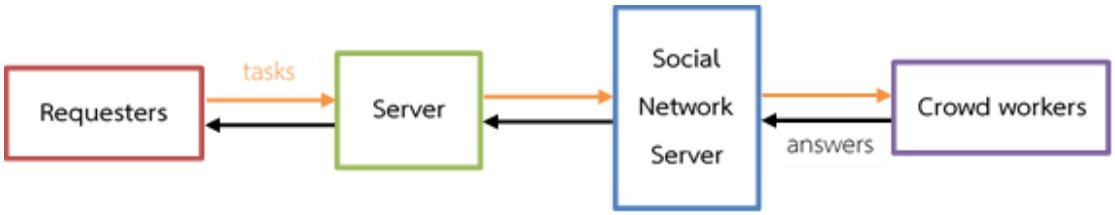
2) การใช้การกระจายลิงค์ของงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อดาวน์โหลดงานบนเซิร์ฟเวอร์เป็นดังภาพที่ 28 การสร้างงานและคำถามจะทำผ่านเซิร์ฟเวอร์ของระบบและกระจายต่อไปยังเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีฐานของมวลขนาดใหญ่ ทำให้ได้มวลชนจำนวนมากเข้ามามีส่วนร่วมในการตอบคำถาม ข้อมูลที่กระจายไปนั้นจะมีลิงค์สำหรับดาวน์โหลดข้อมูลที่เป็นคำถามของระบบ ซึ่งจะทำให้การอ่านข้อความผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ง่ายแต่แอพพลิเคชันจะต้องร้องขอคำถามจากเซิร์ฟเวอร์ของระบบอีกครั้งหนึ่ง การตรวจสอบว่ามวลชนอยู่ในพื้นที่เป้าหมายหรือไม่จะทำโดยแอพพลิเคชันที่

จะช่วยกรองข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่เท่านั้น ซึ่งจะทำให้ไม่มีการละเมิดความเป็นส่วนตัวที่เกิดจากการติดตามการเดินทาง ระบบสามารถรองรับกับคำถามได้หลากหลายรูปแบบและไม่ต้องจัดเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า (สามารถกระจายงานหรือคำถามได้ทันที) และการรองรับกับมวลชนปริมาณมากทำเช่นเดียวกับแนวทางที่ 1 ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นตามมา



ภาพที่ 28 การใช้การกระจายลิงค์ของงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อดาวน์โหลดงานบนเซิร์ฟเวอร์

3) การใช้การกระจายงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นดังภาพที่ 29 โดยผู้ร้องขอจะสามารถกระจายงานที่มีรูปแบบฟอร์มซึ่งจะถูกแปลงเป็นข้อมูลที่กำกับด้วยแท็กโดยเซิร์ฟเวอร์เพื่อบ่งบอกชนิดของข้อมูลและกระจายผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ทำให้ข้อมูลที่ปรากฏต่อมวลชนที่ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์เป็นข้อความที่ต้องใช้ความรู้เรื่องแท็กของระบบ เมื่อกระจายข้อมูลไปถึงแอพพลิเคชันจะมีการแปลง กรอง และแสดงผลข้อมูลเฉพาะที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายเช่นเดียวกับแนวทางที่ 2 และเนื่องจากระบบใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในการสื่อสารข้อมูลเป็นหลักจึงสามารถรองรับปริมาณมวลชนจำนวนมาก โดยมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าแนวทางที่ 1 และ 2 รวมถึงในกรณีที่เกิดภัยพิบัติที่เซิร์ฟเวอร์ของระบบไม่สามารถให้บริการได้ ระบบสามารถกระจายงานได้ต่อไปผ่านการส่งข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายสังคมออนไลน์โดยตรงจึงลดค่าใช้จ่ายในการใช้ศูนย์ข้อมูลสำรองลง



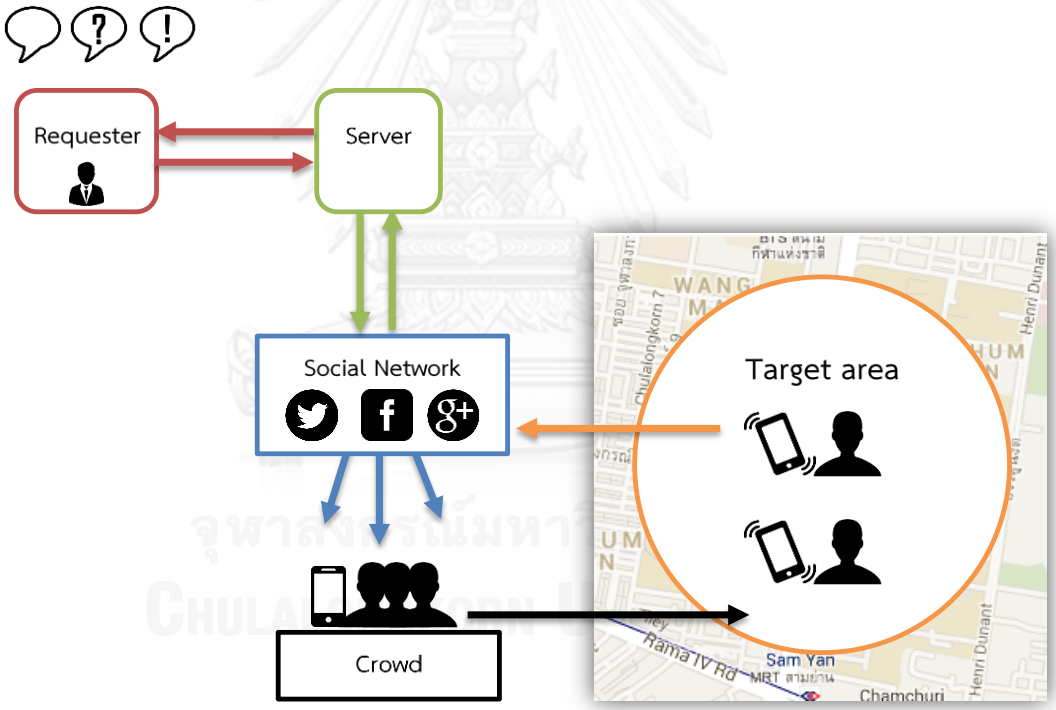
ภาพที่ 29 การใช้การกระจายงานผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

จากทั้ง 3 แนวทางสามารถสรุปเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางที่ 3 นั้นมีคุณสมบัติที่เป็นข้อดีอยู่เหนือแนวทางที่ 1 และ 2 งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แนวทางที่ 3 มาเป็นแนวคิดในการออกแบบและทดสอบระบบ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแนวทางการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

แนวทาง / **คุณสมบัติ**	**1**	**2**	**3**
1) การหาคนในพื้นที่เป้าหมายที่สอดคล้องกับการเดินทางของมวลชนและระบบได้รับคำตอบในเวลาที่เหมาะสม	x	/	/
2) ช่องทางการตอบคำถามหลัก	เว็บ	เครือข่ายสังคมออนไลน์	เครือข่ายสังคมออนไลน์
3) ไม่ต้องจัดเตรียมคำถามหรืองานไว้ล่วงหน้า	x	/	/
4) รองรับรูปแบบงานที่หลากหลายได้ในเวลาหนึ่งๆ	x	/	/
5) การแสดงผลคำถามหรืองาน	ฟอร์ม	ข้อความและฟอร์ม	ข้อความที่มีแท็กและฟอร์ม
6) ขนาดฐานของมวลชน	เล็ก	ใหญ่	ใหญ่
7) รองรับปริมาณมวลชนจำนวนมากได้	ตามประสิทธิภาพของระบบ		ได้
8) ค่าใช้จ่าย	เซิร์ฟเวอร์ เน็ตเวิร์ค การบำรุงรักษาและศูนย์ข้อมูลสำรอง		เซิร์ฟเวอร์ เน็ตเวิร์ค และการบำรุงรักษา

จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นนำมาสู่การเสนอแพลตฟอร์มในการพัฒนาแอพพลิเคชันดังภาพที่ 30 โดยผู้ร้องขอสามารถส่งข้อมูลไปยังมวลชนในพื้นที่เป้าหมายได้หลากหลายประเภท ได้แก่ ข่าวสาร คำถาม และการแจ้งเตือน โดยจะทำผ่านเซิร์ฟเวอร์ เซิร์ฟเวอร์จะรับหน้าที่ต่อโดยจะส่งข้อมูลต่อให้เครือข่ายสังคมออนไลน์ เครือข่ายสังคมออนไลน์จะทำหน้าที่ในการกระจายข้อมูลต่อไปยังมวลชนตามกลไกการสื่อสารข้อมูลของเครือข่ายสังคมออนไลน์นั้นๆ เมื่อมวลชนได้รับข้อมูลและเข้าไปอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย โมบายล์แอพพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่บนสมาร์ทโฟนจะตรวจสอบกรอง และแจ้งเตือนข้อมูลแก่มวลชน ส่งผลให้ไม่มีการติดตามการเดินทางของมวลชนโดยระบบซึ่งจะทำให้ไม่มีการละเมิดความเป็นส่วนตัวตามมา มวลชนสามารถเปิดแอพพลิเคชันเพื่อดูข้อมูลที่มีการแสดงผลตามประเภทของข้อมูลนั้นๆ และตอบสนองกับระบบด้วยการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ในการรวบรวมข้อมูลของมวลชนเพื่อนำมาคำนวณทางสถิติและแสดงผลผลลัพธ์ที่ได้ ทั้งนี้มีการเลือกใช้ทวิตเตอร์ที่เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับโครงสร้างพื้นฐานหนึ่งของระบบที่อธิบายไปแล้วข้างต้น

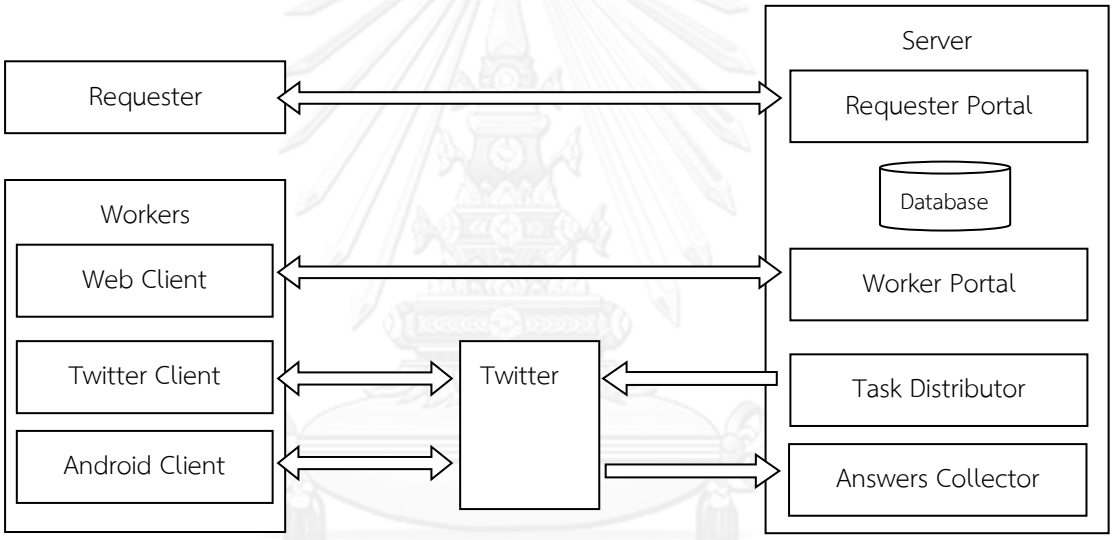


ภาพที่ 30 แพลตฟอร์มในการพัฒนาแอพพลิเคชัน

3.1 สถาปัตยกรรมระบบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

จากความต้องการขั้นพื้นฐานที่ต้องการตอบโจทย์ในการแก้ปัญหา จึงออกแบบสถาปัตยกรรมระบบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งเพื่อการรวบรวมข้อมูลโดยการถามคำถามไปยังผู้ที่อยู่ในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องโดยตรงดังภาพที่ 31 ซึ่งมีองค์ประกอบหลักดังนี้

1) เซิร์ฟเวอร์ (Server) ระบบมีแอพพลิเคชันในการติดต่อสื่อสารกับผู้ร้องขอและผู้เข้าร่วมประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลที่ติดตั้งบนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีองค์ประกอบย่อยดังนี้
    - Requester Portal เป็นเว็บแอพพลิเคชันสำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้ร้องขอผ่านเว็บ
    - Worker Portal เป็นเว็บแอพพลิเคชันสำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้เข้าร่วมผ่านเว็บ
    - Task Distributer เป็นส่วนสำหรับกระจายงานผ่านทวิตเตอร์
    - Answers Collector เป็นส่วนสำหรับรวบรวมคำตอบที่ผู้เข้าร่วมส่งผ่านทางทวิตเตอร์
    - Database เป็นฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลคราวด์ซอร์สซิ่ง



ภาพที่ 31 สถาปัตยกรรมระบบการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

2) ทวิตเตอร์ (Twitter) เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารและเผยแพร่ข้อมูล
3) ผู้ร้องขอ (Requesters) เป็นผู้สร้างงานหรือแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบคำถามสำหรับการทำคราวด์ซอร์สซิ่งผ่านระบบ ซึ่งใช้เทคโนโลยีเว็บในการสื่อสารข้อมูลโดยระบบจัดเตรียม Requester Portal เพื่อรับคำร้องขอ
4) ผู้เข้าร่วม (Workers) เป็นมวลชนที่เข้าร่วมตอบปัญหาหรือคำถามที่ผู้ร้องขอได้สร้างขึ้น โดยผู้เข้าร่วมจะเป็นสมาชิกของทวิตเตอร์ ทำให้ผู้เข้าร่วมสามารถรับการกระจายงานผ่านกลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์ด้วยการติดตาม ผู้เข้าร่วมแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เว็บไคลเอนต์ (Web Client) เป็นผู้เข้าร่วมที่สื่อสารกับระบบผ่านเทคโนโลยีเว็บ ระบบได้จัดเตรียม Worker Portal ในการรองรับการติดต่อสื่อสารนี้
- ทวิตเตอร์ไคลเอนต์ (Twitter Client) เป็นผู้เข้าร่วมที่สื่อสารกับระบบโดยใช้ไคลเอนต์ของทวิตเตอร์ได้แก่ เว็บและโมบายล์แอพพลิเคชัน ผ่านกลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์
- แอนดรอยด์ไคลเอนต์ (Android Client) เป็นผู้เข้าร่วมที่สื่อสารกับระบบโดยใช้สมาร์ทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ผ่านกลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์และรองรับการระบุขนาดและขอบเขตของพื้นที่เป้าหมายในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งได้ด้วยการส่งข้อมูลและกำหนดพื้นที่เป้าหมายให้กับข้อมูลซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อ 3.2

3.2 ข้อมูล

ข้อมูลเป็นส่วนควบคุมและแสดงผลของงานที่ใช้สื่อสารระหว่างระบบกับผู้เข้าร่วม ข้อมูลมีดังนี้

1) หมายเลขกำกับเทมเพลต (Template ID) ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของคำถามและการแสดงผลที่ระบบจัดเตรียมไว้ตามเหตุการณ์โดยเทมเพลตหรือแอพพลิเคชันย่อยที่ระบบจัดเตรียมไว้มีดังนี้
   - ข่าวสารทั่วไป แจ้งข่าวสารทั่วไปแก่ผู้เข้าร่วม โดยผู้เข้าร่วมสามารถส่งข้อมูลกลับในรูปแบบข้อความอย่างง่าย (simple text)
   - ก่อนเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม มุ่งเน้นการส่งข้อมูลแจ้งเตือนและการเตรียมตัวก่อนเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม
   - ระหว่างเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม มุ่งเน้นการส่งข้อมูลเพื่อเปิดรับการร้องขอความช่วยเหลือและทราบสถานการณ์ปัจจุบัน
   - หลังเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม มุ่งเน้นการส่งข้อมูลการฟื้นฟู
   - รายงานการจราจรติดขัด เป็นการตรวจสอบสภาพการจราจรจรภายในพื้นที่เป้าหมายที่มีการเปลี่ยนแปลงของวันและเวลาตามข้อมูลการจราจรที่มาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือภายนอกระบบ
   - รายงานสภาพอากาศ ใช้เป็นสถานีวัดสภาพอากาศแบบคงที่ที่ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่
   - การให้ข้อมูลสถานที่ การให้ข้อมูลสถานที่เป็นการบอกรายละเอียดของสถานที่นั้นๆ เพื่อให้ผู้ที่มาติดต่อได้รับทราบข้อมูล เช่น การให้ข้อมูลอาคารเป็นการให้

ข้อมูลที่เป็นรายละเอียด ได้แก่ ชื่ออาคาร ประวัติ ชื่อหน่วยงานที่อยู่ภายใน เป็นต้น

2) หัวข้องาน (Header) ใช้สำหรับกำหนดหัวข้อของงานหรือข่าวสาร
3) รายละเอียดงาน (Detail) ใช้สำหรับกำหนดรายละเอียดของงานหรือข่าวสาร
4) พื้นที่เป้าหมาย (Area) ใช้สำหรับกำหนดพื้นที่เป้าหมายเพื่อเป็นการเจาะจงขอบเขตการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
    - กำหนดพื้นที่สี่เหลี่ยม โดยกำหนดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ 2 ตำแหน่งดังภาพที่ 23 และภาพที่ 24 ซึ่งเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม
    - กำหนดพื้นที่วงกลม โดยกำหนดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์พร้อมระบุรัศมีดังภาพที่ 22 ซึ่งเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นรูปวงกลมและมีข้อมูลเบื้องต้นข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่เป็นจุดอ้างอิงของศูนย์กลางของวงกลม
5) คำถาม (Question) ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของคำถามที่อยู่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้วในเทมเพลต ซึ่งประกอบด้วยส่วนควบคุม คำถาม และเซตของคำตอบแสดงดังตารางที่ 4 โดยมีรูปแบบของคำถาม 10 ประเภทดังนี้
    - Simple Text คือคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปแบบของข้อความ
    - Yes/No คือคำถามที่ต้องการคำตอบ yes หรือ no
    - Radio คือคำถามที่แสดงในรูปแบบ radio button มีหลายตัวเลือกที่ต้องการคำตอบเพียงตัวเลือกเดียว
    - Check box คือคำถามที่แสดงในรูปแบบ check box มีหลายตัวเลือกและสามารถเลือกตอบได้มากกว่าหนึ่งตัวเลือก
    - Select คือคำถามที่แสดงในรูปแบบ select มีหลายตัวเลือกที่ต้องการคำตอบเพียงตัวเลือกเดียว
    - Number คือคำถามที่ต้องการคำตอบเป็นตัวเลขและอยู่ในช่วงที่กำหนด
    - Rating คือคำถามที่ต้องการคำตอบเป็นระดับคะแนนโดยใช้รูปดาวแทนระดับคะแนน
    - Date คือคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปแบบวันที่
    - Time คือคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปแบบเวลา
    - Like/Dislike คือคำถามที่ต้องการคำตอบเป็นความพึงพอใจ
6) รูปภาพ (Image) ใช้สำหรับกำหนดรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับงานหรือเป็นส่วนหนึ่งของงาน
7) กรอบเวลา (Duration) ใช้สำหรับกำหนดกรอบเวลาในการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง ซึ่งเป็นตัวกำหนดเวลาที่จะแสดงผลข้อมูลหลังจากการกระจายงานไปยังผู้เข้าร่วมแล้ว

ตารางที่ 4 รูปแบบของคำถาม

ประเภท (Type)	รหัสระบุประเภท (Type ID)	ส่วนควบคุม	เซตของคำตอบ
Simple Text	0		
Yes/No	1		
Radio	2		/
Check box	3		/
Select	4		/
Number	5	ช่วงของคำตอบ	
Rating	6	คะแนนสูงสุด	
Date	7		
Time	8		
Like/Dislike	9		

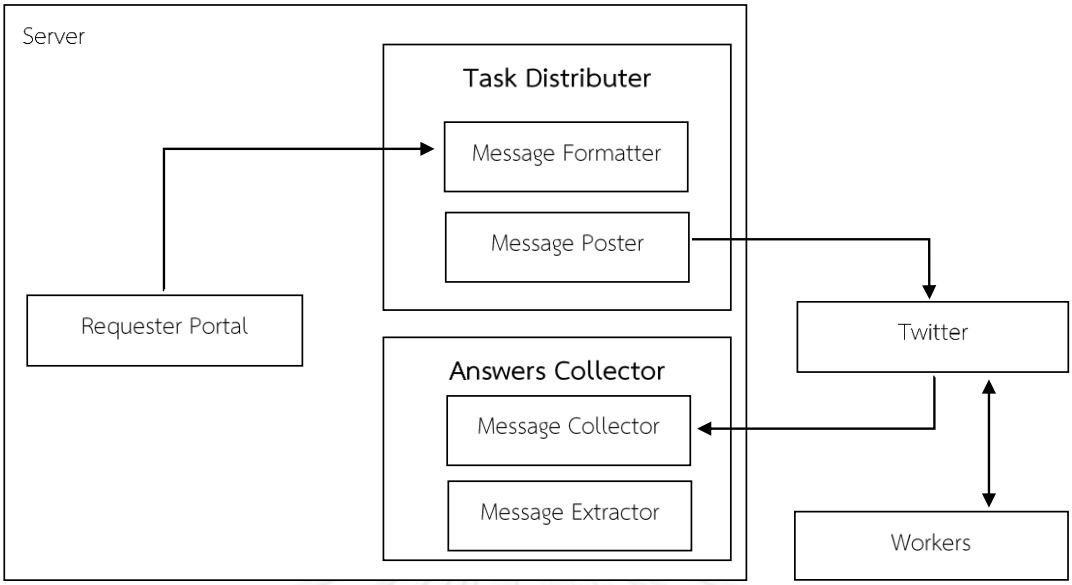
ทั้งนี้ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อความก่อนทำการส่งซึ่งอธิบายในข้อ 3.3

3.3 การสื่อสารข้อมูล

ระบบใช้การสื่อสารระหว่างระบบกับมวลชนผ่านกลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์ดังภาพที่ 32 ซึ่งมีองค์ประกอบสำหรับการสื่อสารข้อมูลดังนี้

1) Task Distributor ทำหน้าที่การกระจายงานผ่านทวิตเตอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบย่อยดังนี้

- Message Formatter - ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรที่ถูกป้อนเข้าสู่ระบบจะถูกตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จัดรูปแบบ (form) ด้วยแท็กเพื่อกำหนดชนิดและขอบเขตของข้อมูลด้วย Message Formatter ได้เป็นข้อความที่พร้อมจะส่งเข้าสู่ระบบ โดยข้อมูลที่ถูกกับกับด้วยแท็กแสดงไว้ในตารางที่ 5 โดยตัวอย่างข้อความเป็นดังภาพที่ 33 ซึ่งเป็นคำถามรายงานจราจรติดขัด



ภาพที่ 32 การสื่อสารข้อมูล

- Message Poster - การส่งข้อมูลจะทำผ่าน Message Poster ซึ่งใช้เอพีไอของทวิตเตอร์ในการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบในรูปแบบของทวีตไปยังบัญชีทวิตเตอร์ที่ระบบกำหนดเพื่อเป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรจะปรากฏในทวีต ส่วนข้อมูลที่เป็นรูปภาพและตำแหน่งทางภูมิศาสตร์จะถูกฝังลงในทวีต ทวีตมีความจุตัวอักษรสูงสุด 140 ตัวอักษร จึงจำเป็นต้องมีการแบ่งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรออกเป็นทวีตย่อยๆ และจัดเรียงลำดับของทวีตผ่านการรีพลายทวีต และจัดโครงสร้างเป็นข้อความสนทนา หัวข้องานหรือข่าวสารและลิงค์สำหรับเว็บไคลเอนต์จะอยู่ในทวีตแรกของข้อความสนทนา และเพื่อให้คำถามที่ปรากฏบนทวีตอ่านง่ายขึ้น จึงจัดรูปแบบข้อความของคำถามโดยแยกคำถามแต่ละข้อในทวีตใหม่ และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

ทั้งนี้ Message Poster และ Message Formatter จะถูกใช้เพื่อการจัดข้อความและการส่งข้อมูลกลับในแอนดรอยด์ไคลเอนต์ด้วย

2) Answers Collector - ทำหน้าที่รวบรวมคำตอบที่ส่งจากผู้เข้าร่วมด้วยทวิตเตอร์ โดยมีส่วนประกอบย่อยดังนี้

- Message Collector - หลังจากการส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์ ระบบจะทำการรวบรวมทวีตด้วยการใช้เอพีไอของทวิตเตอร์ กำกับหมายเลขงาน จัดเก็บ

รูปภาพ จัดเรียงข้อความตามลำดับ จัดเก็บข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูลและรวมกลายเป็นข้อความเพื่อส่งให้ Message Extractor ต่อไป

- Message Extractor - ข้อความจาก Message Collector จะถูกจัดทำเป็นโครงสร้างข้อมูลโดยอาศัยแท็กและจัดเก็บลงสู่ฐานข้อมูลเพื่อรอเรียกใช้งาน

ทั้งนี้ Message Collector และ Message Extractor จะถูกใช้เพื่อการรวบรวมข้อความและจัดทำโครงสร้างข้อมูลของงานในแอนดรอยด์ไคลเอนต์ด้วย

ตารางที่ 5 แท็กสำหรับกำกับข้อมูล

ข้อมูล	**แท็ก**
หมายเลขกำกับเทมเพลต	^T
หัวข้องาน	^H
รายละเอียดงาน	^I
ละติจูดบนขวาของสี่เหลี่ยม	^LN
ลองจิจูดบนขวาของสี่เหลี่ยม	^LE
ละติจูดล่างซ้ายของสี่เหลี่ยม	^LS
ลองจิจูดล่างซ้ายของสี่เหลี่ยม	^LW
ละติจูดจุดศูนย์กลางวงกลม	^LA
ลองจิจูดจุดศูนย์กลางวงกลม	^LO
รัศมีวงกลม	^LR
คำถาม	^Q[*Question No.*]T[*Question Type ID.*]
คำถามที่จำเป็นต้องระบุคำตอบ	^Q[*Question No.*]R
เซตของคำตอบ	^Q[*Question No.*]A[*Answer No.*]
กรอบเวลา	^D
คำตอบ	^A[*Question No.*]
สิ้นสุดข้อความ	^^

^T5 ^H Traffic Congestion ^I We received a traffic congestion report in your area. ^LA13.74577229 ^LO100.53369865 ^LR500 ^D2 ^Q1T2 How is the traffic there now? ^Q1A1 Free flow ^Q1A2 Reasonably free flow ^Q1A3 Stable flow ^Q1A4 Approaching unstable flow ^Q1A5 Unstable flow ^Q1A6 Forced or breakdown flow ^^

ภาพที่ 33 ตัวอย่างข้อความที่ถูกกำกับด้วยแท็ก

3.3.1 การส่งข้อมูลของผู้ร้องขอ

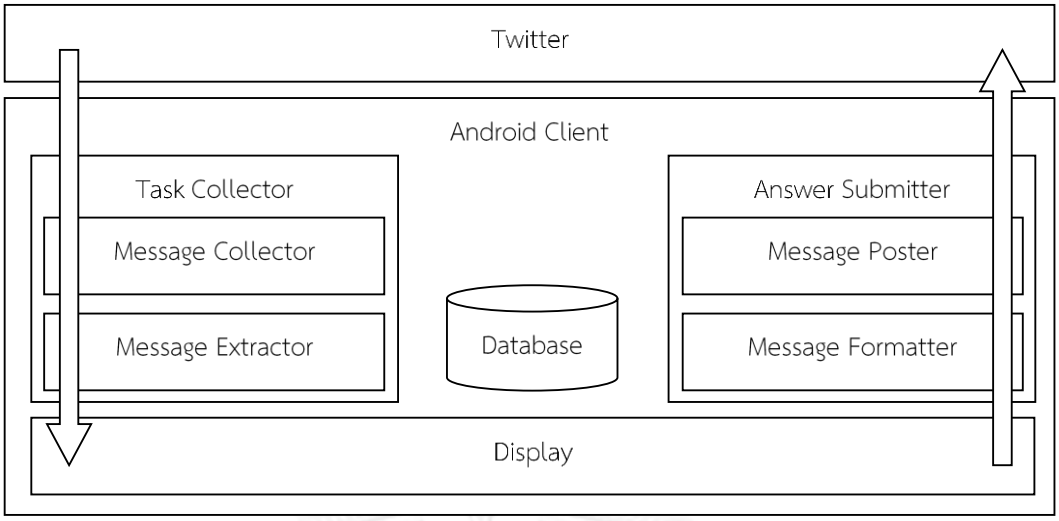
การส่งข้อมูลทำโดยผู้ร้องขอเข้าใช้งาน Requester Portal เพื่อป้อนงานเข้าสู่ระบบ ระบบจะเรียกใช้งาน Task Distributor โดยจะแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรด้วย Message Formatter และใช้ Message Poster ในการส่งข้อความเข้าสู่ทวิตเตอร์เพื่อกระจายงานต่อไปดังภาพที่ 32

3.3.2 การรับข้อมูลของผู้เข้าร่วม

การรับข้อมูลที่ถูกส่งมาทางทวิตเตอร์จะแบ่งตามรูปแบบของไคลเอนต์ออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

- ทวิตเตอร์ไคลเอนต์ ผู้เข้าร่วมที่ใช้ไคลเอนต์ของทวิตเตอร์จะใช้กลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์ในการรับข้อมูลผ่านการติดตามและการค้นหาจากแฮชแท็ก
- เว็บไคลเอนต์ ผู้เข้าร่วมจะได้รับลิงค์ที่ระบุไว้ในทวีตแรกของข้อความสนทนาซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บแอพพลิเคชันที่ระบบจัดเตรียมไว้เพื่อแสดงงานบนเว็บ
- แอนดรอยด์ไคลเอนต์ แอนดรอยด์ไคลเอนต์ใช้กลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์ดังภาพที่ 34 เมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านทวิตเตอร์ในรูปแบบของข้อความสนทนาแล้ว Task Collector จะทำการรวบรวมงานด้วย Message Extractor และ Message Collector ซึ่งอธิบายไว้ข้างต้น โดยกำหนดให้การตรวจสอบทวีตเป็นไปโดยอัตโนมัติ

ทั้งนี้ การแจ้งเตือนและการแสดงผลจะเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมายของงานและกรอบเวลาที่กำหนด



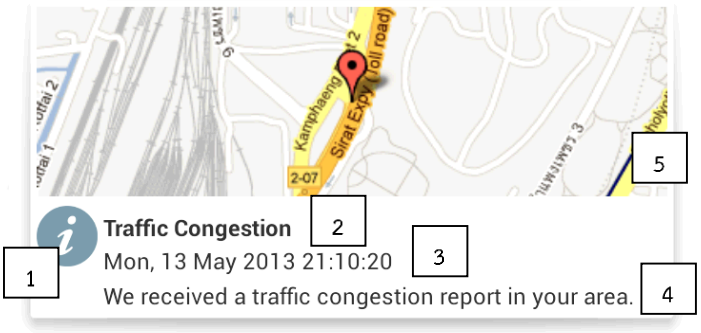
ภาพที่ 34 กลไกการสื่อสารข้อมูลบนแอนดรอยด์ไคลเอนต์

ภาพที่ 35 ข้อความที่ถูกส่งในรูปแบบทวีต

3.3.3 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (user interface) จะแบ่งตามรูปแบบของไคลเอนต์ออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

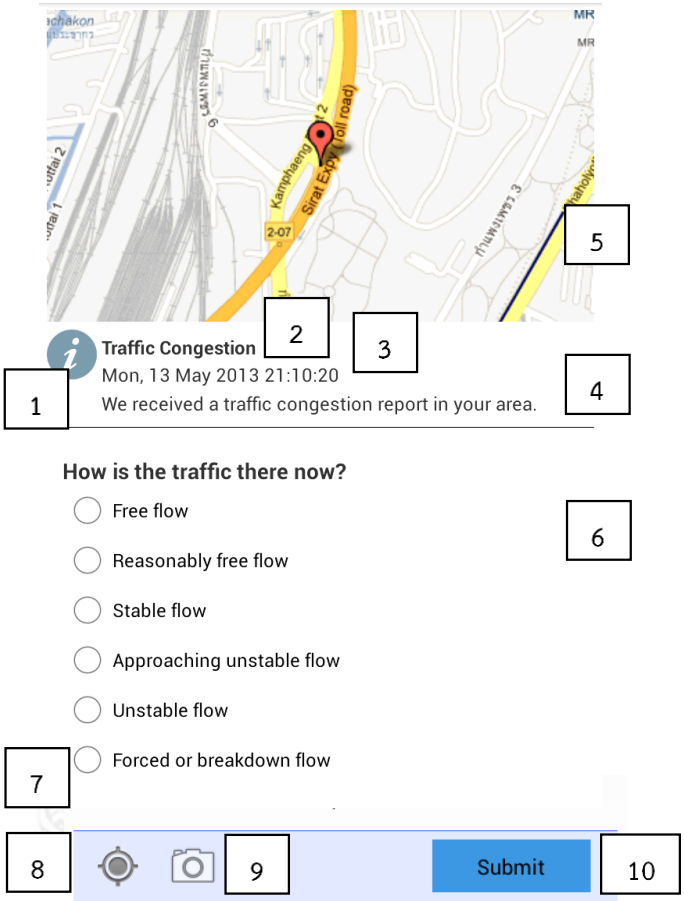
- ทวิตเตอร์ไคลเอนต์ ทวิตเตอร์ไคลเอนต์จะแสดงผลในรูปของข้อความสนทนาที่มีความต่อเนื่องกันของทวีตซึ่งสามารถอ่านได้จากการเรียงลำดับดังภาพที่ 35 ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องแท็ก
- เว็บไคลเอนต์ ลิงค์ซึ่งระบุไว้ในทวีตแรกของข้อความสนทนาจะสามารถเชื่อมโยงไปเว็บแอพพลิเคชันเพื่อแสดงผลงานบนเว็บ
- แอนดรอยด์ไคลเอนต์ เนื่องจากรูปแบบของการแสดงผลของทวิตเตอร์ไคลเอนต์ซึ่งต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องแท็ก แอนดรอยด์ไคลเอนต์จึงเป็นทางเลือกในการแสดงผลที่แปลงข้อมูลที่ส่งผ่านทวิตเตอร์ให้แสดงผลบนแอพพลิเคชัน โดยหากอยู่ในพื้นที่เป้าหมายและกรอบของเวลาที่กำหนด งานจะแสดงผลในรูปแบบรายการ (list) ภาพที่ 36 โดยหมายเลข 1 แสดงไอคอนของเทมเพลต หมายเลข 2 แสดงหัวข้องาน หมายเลข 3 แสดงเวลาที่งานถูกส่งจากระบบ หมายเลข 4 แสดงรายละเอียดงาน และหมายเลข 5 แสดงรูปภาพ



ภาพที่ 36 องค์ประกอบของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแสดงงานในรูปแบบรายการ

และเมื่อเลือกเข้าดูรายละเอียดของงานจะแสดงผลดังภาพที่ 37 โดยหมายเลข 1 แสดงไอคอนของเทมเพลต หมายเลข 2 แสดงหัวข้องาน หมายเลข 3 แสดงเวลาที่งานถูกส่งจากระบบ หมายเลข 4 แสดงรายละเอียดงาน หมายเลข 5 แสดงรูป หมายเลข 6 แสดงคำถามหมายเลข 7 แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์

หมายเลข 8 แสดงปุ่มเพิ่มพิกัดทางภูมิศาสตร์ หมายเลข 9 แสดงปุ่มเพิ่มรูป และหมายเลข 10 แสดงปุ่มส่งข้อมูล



ภาพที่ 37 องค์ประกอบของส่วนติดต่อผู้ใช้งานแสดงผลรายละเอียดของงาน

3.3.4 การส่งข้อมูลกลับของผู้เข้าร่วม

การส่งข้อมูลกลับของผู้เข้าร่วมจะแบ่งตามรูปแบบของไคลเอนต์ออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

- ทวิตเตอร์ไคลเอนต์ ผู้เข้าร่วมที่ใช้ไคลเอนต์ของทวิตเตอร์จะใช้กลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์ในการส่งข้อมูลกลับด้วยการรีพลายทวีต โดยสามารถทำได้ 2 แบบคือ 1) การตอบกลับด้วยการรีพลายทวีตในคำถาม และ 2) การตอบกลับด้วยการรีพลายทวีตด้วยข้อความที่มีแท็ก
- เว็บไคลเอนต์ ผู้เข้าร่วมส่งข้อมูลกลับด้วยการใช้เว็บ

- แอนดรอยด์ไคลเอนต์ การส่งข้อมูลกลับของแอนดรอยด์ไคลเอนต์แสดงไว้ดังภาพที่ 34 เมื่อคำถามถูกตอบจะเรียก Answer Submitter ในการส่งข้อมูลกลับโดยใช้ Answer Formatter ในการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบตัวอักษรให้เป็นข้อความ และใช้ Answer Poster ในการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบผ่านทวิตเตอร์ซึ่งอธิบายไว้แล้วข้างต้น

3.3.5 การเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูลมีความจำเป็นหากข้อมูลที่ส่งไปถึงปลายทางไม่ถูกต้องหรือมีความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงข้อมูล ระบบถูกออกแบบให้รองรับการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูลด้วยการแทนที่ข้อมูลเดิมด้วยข้อมูลใหม่ผ่านกระบวนการรีพลายทวีตไปยังข้อความสนทนาเดิม เมื่อแอนดรอยด์ไคลเอนต์รับทวีตที่มีการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูล ไคลเอนต์จะเข้าสู่กระบวนการจัดโครงสร้างข้อมูลใหม่ด้วย Message Extractor

3.3.6 การแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

การแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่งบนแผนที่ซึ่งมีรายละเอียดของคำตอบจากผู้เข้าร่วมที่ถูกประมวลผลตามวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทำคราวด์ซอร์สซิ่งในวิธีเสียงข้างมาก การหาค่าเฉลี่ย และจำนวนของคำตอบตามลักษณะของคำถามซึ่งขึ้นกับการทดลองนั้นๆ ส่วนวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทำคราวด์ซอร์สซิ่งในวิธีกลุ่มควบคุมนั้นไม่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้เนื่องจากไม่มีการแบ่งกลุ่มของมวลชน การแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่งจะอธิบายเพิ่มเติมในหัวข้อ 4.2.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบและการทดลอง

ในบทนี้จะอธิบายรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเครื่องมือดังที่ได้นำเสนอแนวคิดและการออกแบบงานวิจัยไว้ในบทที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย

- การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ซึ่งมีรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ สภาพแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา และการพัฒนาแอพพลิเคชันของระบบ
- การทดลองเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของเครื่องมือต้นแบบในการนำไปใช้งานจริงที่มีการสอบถามและรวบรวมข้อมูลจากมวลชนแบบเจาะจงพื้นที่ โดยมีการทดลองได้แก่ การรองรับการสื่อสารข้อมูลปริมาณมากของระบบ ความแม่นยำในการสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมาย การสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายที่มีขอบเขตของพื้นที่แตกต่างกัน การส่งข้อมูลหรือคำตอบจากมวลชน การสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลา และสรุปผลการทดลอง

ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

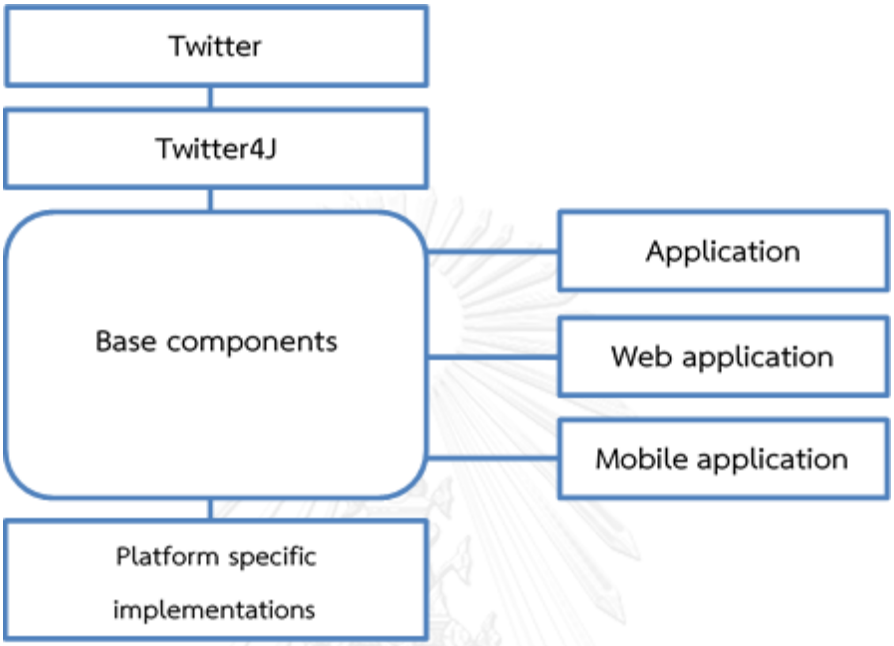
4.1 การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ

เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำจากมวลชนโดยตรง งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือต้นแบบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งเพื่อถามคำถามแบบเจาะจงพื้นที่ไปยังพื้นที่เป้าหมายและรวบรวมคำตอบจากมวลชนที่อยู่ในพื้นที่ โดยใช้ประโยชน์จากทวิตเตอร์ซึ่งเป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ในการสื่อสารข้อมูลและมีผู้ใช้งานทวิตเตอร์เป็นฐานของมวลชนในระบบ และใช้ความสามารถของสมาร์ทโฟนที่มีความคล่องตัวที่สอดคล้องกับการเดินทางของผู้ใช้งานและสามารถให้ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้อย่างแม่นยำ โดยการพัฒนาเครื่องมือประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ เซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์ดังที่ได้นำเสนอไว้แล้วในบทที่ 3

4.1.1 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ของระบบแสดงดังภาพที่ 38 การพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้จาวาแพลตฟอร์มที่สามารถใช้ส่วนประกอบพื้นที่ฐาน (base components) ของซอฟต์แวร์ร่วมกันซึ่งไม่อิงกับแพลตฟอร์มหรือระบบปฏิบัติการใดระบบปฏิบัติการหนึ่ง เช่น โครงสร้างข้อมูลที่มีเหมือนกันในทุกแพลตฟอร์ม, Task Distributer/Answer Submitter ที่มีการส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์เช่นเดียวกัน, Answers Collector/Task Collector ที่มีการรวบรวมข้อมูลจากทวิเตอร์เช่นเดียวกัน เป็นต้น และแยกส่วนที่อิงกับแพลตฟอร์มออกมา เช่น การเข้าถึง (access) ฐานข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละแพลตฟอร์ม เป็นต้น เพื่อให้ซอร์สโค้ดที่เขียนขึ้นสามารถใช้งานได้ทั้งแอพพลิเคชัน เว็บแอพพลิเคชัน และโมบายล์แอพพลิเคชัน

ทำให้ประหยัดเวลาที่ใช้ในการเขียนลง และสำหรับช่องทางการติดต่อสื่อสารกับทวิตเตอร์ทำผ่านไลบรารี่ทวิตเตอร์ฟอร์เจ (Twitter4J) ซึ่งไม่อิงกับแพลตฟอร์ม



ภาพที่ 38 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

4.1.2 สภาพแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

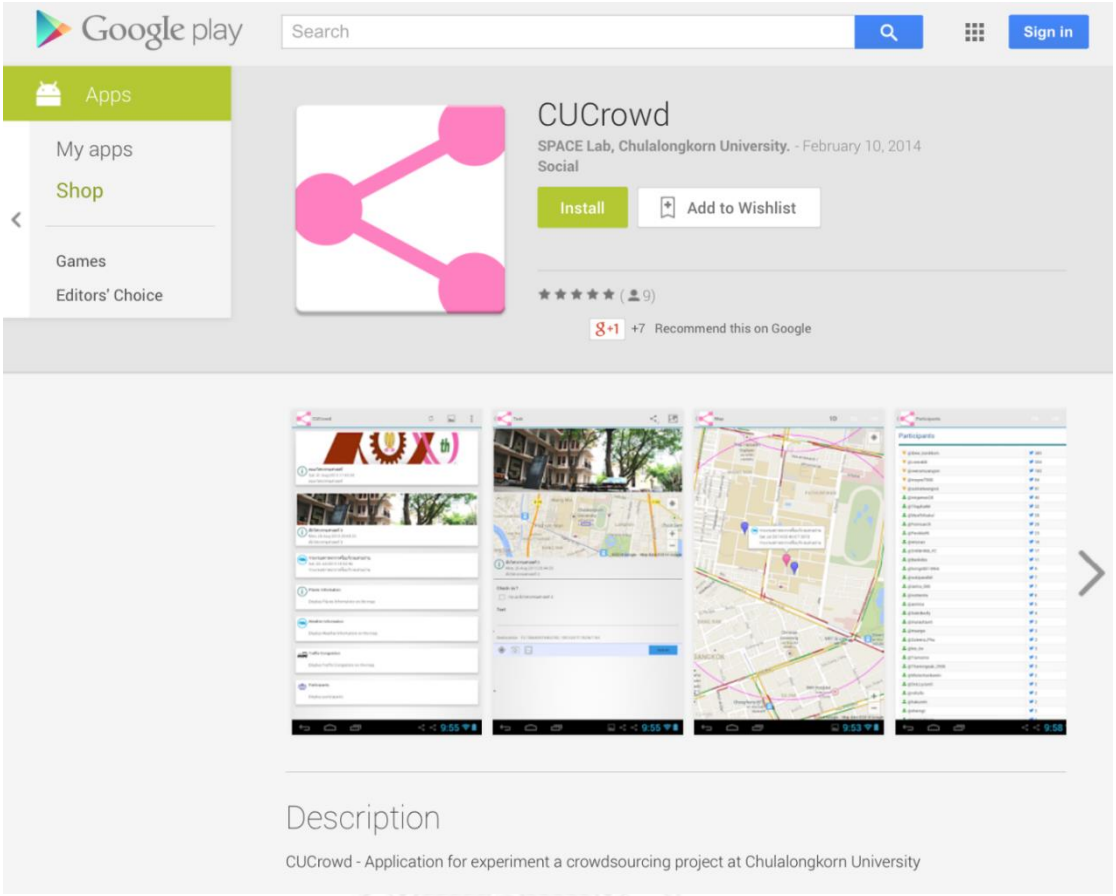
เครื่องมือต้นแบบที่ใช้บนเซิร์ฟเวอร์และสมาร์ทโฟนได้ถูกพัฒนาบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ 8 (Microsoft Windows 8) โดยมีการติดตั้งแอพพลิเคชันและเว็บแอพพลิเคชันลงบนเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ CentOS 5.5 และติดตั้งโมบายล์แอพพลิเคชันบนโมบายล์ไคลเอนต์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีเวอร์ชันสูงกว่า 2.2 โดยเครื่องมือที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

- Eclipse ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอพพลิเคชัน เว็บแอพพลิเคชัน และโมบายล์แอพพลิเคชัน
- ภาษาจาวา (Java programming language) ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชัน เว็บแอพพลิเคชัน และโมบายล์แอพพลิเคชัน การพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวาที่สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยใช้ลดเวลาของการเขียนแอพพลิเคชันทั้งบนเซิร์ฟเวอร์ เว็บและแอนดรอยด์ไคลเอนต์ลงเนื่องจากมีส่วนของซอร์สโค้ดที่สามารถใช้งานร่วมกันได้
- ทวิตเตอร์ฟอร์เจ [24] ใช้ในการเชื่อมต่อทวิตเตอร์เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างระบบและมวลชนเข้าร่วม ซึ่งถูกใช้ในแอพพลิเคชัน เว็บ

แอพพลิเคชัน และโมบายล์แอพพลิเคชัน โดยการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบกับทวิตเตอร์สามารถใช้การติดต่อโดยตรงด้วยการใช้ REST API [25] แต่ระบบจะต้องยุ่งยากในการจัดการการติดต่อสื่อสารเอง การใช้งานไลบรารี่ในภาษาจาวาที่มีอยู่คือทวิตเตอร์ฟอร์เจจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาแอพพลิเคชันได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ถึงแม้จะไม่ใช่ไลบรารี่ของทวิตเตอร์เองแต่ก็มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและทวิตเตอร์ก็แนะนำให้ใช้งาน [30] และเนื่องจากการมีการติดต่อสื่อสารด้วยการใช้ทวิตเตอร์เป็นสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลของระบบและไคลเอนต์จึงจำเป็นต้องใช้ไลบรารี่ทั้งบนเซิร์ฟเวอร์และแอนดรอยด์ไคลเอนต์ซึ่งก็รองรับการใช้งานโดยทวิตเตอร์ฟอร์เจ

- Spring framework ใช้เป็นเฟรมเวิร์คในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน
- โพสเกรสเอสคิวแอล (PostgreSQL) [26] และส่วนขยายเชิงพื้นที่โพสจีไอเอส (PostGIS) [27] ใช้เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลและจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่บนเซิร์ฟเวอร์ โดยโพสจีไอเอสเป็นส่วนต่อขยายที่เพิ่มความสามารถของระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีอยู่ให้สามารถจัดเก็บข้อมูลภูมิสารสนเทศและมีฟังก์ชัน (function) ในการเรียกใช้งานและคำนวณเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมกับระบบและช่วยให้การทำงานกับข้อมูลภูมิสารสนเทศง่ายยิ่งขึ้น
- เอสคิวแอลไลต์ (SQLite) [28] ใช้เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลบนโมบายล์ เนื่องจากเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับจัดการฐานข้อมูลบนโมบายล์ที่มีข้อจำกัดในเรื่องหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำชั่วคราว (memory) และพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (storage) ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการทำงานของแอพพลิเคชันทำให้เอสคิวแอลไลต์ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีการสนับสนุนให้มีการใช้งานโดยระบบปฏิบัติการ
- อะแพชีทอมแคต (Apache Tomcat) ใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ในการให้บริการเว็บแอพพลิเคชัน
- กูเกิลเพลย์ (Google Play) ใช้เป็นช่องทางกระจายโมบายล์แอพพลิเคชันดังภาพที่ 39

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 39 แอพพลิเคชันที่เผยแพร่ผ่านกูเกิลเพลย์

4.1.3 การพัฒนาแอพพลิเคชันของระบบ

การพัฒนาแอพพลิเคชัน เว็บแอพพลิเคชัน และแอนดรอยด์แอพพลิเคชันจะพัฒนาด้วยภาษาจาวาซึ่งมีการส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์ การรับข้อมูลจากทวิตเตอร์ การตรวจสอบข้อมูลและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมาย การจัดเรียงลำดับทวีตให้อยู่ในรูปแบบข้อความและการแปลงข้อความเป็นข้อมูล และการแสดงผลคำถามซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์

การส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์จะทำผ่านไลบรารี่ทวิตเตอร์ฟอร์เจซึ่งจำเป็นต้องมีการแบ่งข้อความออกเป็นทวีตย่อยๆ ตามข้อจำกัดของทวีตที่รองรับได้สูงสุด 140 ตัวอักษรดังภาพที่ 40 การส่งข้อมูลจะเริ่มจากการวนลูปเพื่อตัดแบ่งข้อความทวีตและเนื่องจากมีการใช้กับภาษาไทยจึงจำเป็นต้องแปลงข้อความที่เข้ารหัสจาก ASCII เป็น UTF-8 และความยาวตัวอักษรที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีค่าไม่เท่ากันจึงจำเป็นต้องมีการแปลงข้อความอีกครั้งหนึ่งเป็น ByteBuffer และตัดแบ่งข้อความด้วยการใช้เมธอด substr ดังแสดงในบรรทัดที่ 5-7 ผลของการตัดจะได้

ข้อความที่สามารถนำมาเชื่อมต่อกันได้ในภายหลัง แต่เนื่องจากมีการใช้ตัวอักษรภาษาไทยร่วมกับอักษรภาษาอังกฤษที่ได้ความยาวไม่แน่นอนจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความยาวของข้อความอีกครั้งในบรรทัดที่ 10 หากมีความยาวที่ยอมรับได้คือน้อยกว่า 140 ตัวอักษรและมากกว่า 100 ตัวอักษร โดยเว้นช่องว่างที่เหลือสำหรับลิงค์ของเว็บแอพพลิเคชันและการเมนชัน การส่งข้อมูลจะอยู่ในบรรทัด 12-22 ตามเงื่อนไขข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่จะฝังลงในทวีตและลำดับของทวีตคือทวีตแรก ทวีตที่สอง และทวีตที่มีหลังจากนั้น โดยใช้เมธอด postTweet เป็นตัวส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์ผ่านไลบรารี่ทวิตเตอร์ฟอร์เจ

ตัวอย่างของการตัดข้อความ “^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่นลมในทะเลมีความสูงกว่า 2 เมตร ขณะที่ในพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ^I วันนี้ (12 ก.พ.56) ... ” เป็นดังภาพที่ 41 ซึ่งมีการวนลูปเพื่อตัดคำให้ได้ความยาวที่เหมาะสมในการส่งเข้าสู่ทวิตเตอร์ โดยข้อความตัวหนาเป็นทวีตที่ 1 และ 2

ซึ่งการส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตเตอร์นี้จะถูกใช้ใน Task Distributor บนเซิร์ฟเวอร์เพื่อกระจายงานและ Answer Submitter บนแอนดรอยด์ไคลเอนต์และเว็บไคลเอนต์สำหรับตอบคำถามซึ่งอธิบายไว้ในบทที่ 3

```
1   //Loop for post tweets
2   while (true) {
3   ...
4
5           ByteBuffer bb = ByteBuffer.allocate(upb);
6           bb.put(txtbb.array(), lwb, upb);
7           tweet_text = substr(bb.array());
8
9           //IF LENGTH IS "REASONABLE"
10          if(tweet_text.length() < 140 && tweet_text.length() > 100)|end) {
11
12              if (i == 0) {  //POST 1ST TWEET
13                      tweet = postTweet(tweet_text, imagePath, 0,
                                location[0], location[1], url.length());
14              if (i == 1) {  //POST 2ND TWEET
15                      if (!location[2].isEmpty()) {
16                              tweet = postTweet("@SpaceLabGIS " +
                                        tweet_text, null, replyTo,
                                        location[2], location[3], 0);
17                      } else {
18                              tweet = postTweet("@SpaceLabGIS " +
                                        tweet_text, null, replyTo, null,
                                        null, 0);
19                      }
20              } else { //POST NEXT TWEETS
21                      tweet = postTweet("@SpaceLabGIS " + tweet_text,
                                null,  replyTo, null, null, 0);
22              }
23  ...
```

ภาพที่ 40 ซอร์สโค้ดการส่งข้อมูลเข้าสู่ทวิตตอร์

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวา

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกห

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หล

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่น

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่นลมในทะ

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่นลมในทะเลมีควา

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่นลมในทะเลมีความสูงกว่

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่นลมในทะเลมีความสูงกว่า 2 เมตร

^T4 ^H นราธิวาส - เรือประมงขนาดเล็กใน จ.นราธิวาส งดออกหาปลา หลังคลื่นลมในทะเลมีความสูงกว่า 2 เมตร ขณะที่ใ

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มี

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงม

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่าง

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่องตลอดท

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ^I วันนี

นพื้นที่ จ.นราธิวาส ตั้งแต่ช่วงดึกคืนที่ผ่านมา มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน ^I วันนี้ (12 ก.พ.56)

ภาพที่ 41 ตัวอย่างการตัดแบ่งข้อความเป็นทวีต

2) การรับข้อมูลจากทวิตเตอร์

การรับข้อมูลจะใช้กลไกการสื่อสารของทวิตเตอร์โดยการดึงทวีตจากบัญชีทวิตเตอร์ของระบบแสดงดังภาพที่ 42 ซึ่งการดึงทวีตสามารถทำได้โดยการระบุหน้า (page) ซึ่งจะมีทวีตสูงสุดครั้งละ 200 ทวีต จึงจำเป็นต้องมีการวนลูปในแต่ละหน้าเพื่อดึงทุกทวีตที่มีอยู่ในระบบ แสดงได้ดังซอร์สโค้ดในบรรทัดที่ 3 ซึ่งมีการใช้ใช้งานเมธอด getUserTimeline ของไลบรารี่ทวิตเตอร์ฟอร์เจ จากนั้นในบรรทัดที่ 5-59 มีการวนลูปเพื่อจัดเก็บทวีตทั้งหมดลงในฐานข้อมูล เริ่มต้นการวนลูปด้วยการตรวจสอบว่าทวีตอยู่ในฐานข้อมูลแล้วหรือไม่ในบรรทัดที่ 7 หากไม่พบ จะตรวจสอบภาพที่ถูกส่งมาพร้อมทวีตในบรรทัดที่ 10-18 ซึ่งจะบันทึกชื่อและลิงค์ของภาพเท่านั้น ส่วนของการดาวน์โหลดภาพจะทำในส่วนแสดงผลเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมาย ตรวจสอบลิงค์ของของเว็บแอพพลิเคชันในบรรทัดที่ 22-30 ตรวจสอบพิกัดทางภูมิศาสตร์ในบรรทัดที่ 33-37 ในบรรทัดที่ 41-56 ทวีตถูกนำมาจัดเป็นโครงสร้างข้อมูล Tweet และจัดเก็บทวีตในฐานข้อมูลในบรรทัดที่ 58

การรับข้อมูลจากทวิตเตอร์จะถูกใช้ใน Task Collector สำหรับรับการกระจายงานบนแอนดรอยด์ไคลเอนต์และ Answers Collector สำหรับรวบรวมคำตอบของเซิร์ฟเวอร์ซึ่งอธิบายไว้ในบทที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
1    //GET TWEETS AND INSERT THEM TO DB
2    Paging paging = new Paging(i, 200);
3    List<Status> statuses = twitter.getUserTimeline(SpaceLabGIS_id,paging);
4
5    for (Status status : statuses) {
6           //IS IT IN DB
7           if(db.getTweet(status.getId()) != null ) { continue; }
8
9           //Media
10          MediaEntity[] me = status.getMediaEntities();
11
12          if(me.length > 0) {
13                  imgUrl = me[0].getMediaURL();
14                  displayUrl = me[0].getDisplayURL();
15          }
16
17          String[] imgUrlStr = imgUrl.split("/");
18          imgName = imgUrlStr[imgUrlStr.length-1];
19
20
21          //URL
22          URLEntity[] urlen = status.getURLEntities();
23          String link = "";
24          if(urlen.length > 0) {
25                  for ( URLEntity url: urlen) {
26                          if(url.getExpandedURL().contains("lkey=")) {
27                                  link = url.getExpandedURL();
28                          }
29                  }
30          }
31
32          //GeoLocation
33          GeoLocation geo = status.getGeoLocation();
34          if (geo != null) {
35                  slat = geo.getLatitude();
36                  slon = geo.getLongitude();
37          }
38
39          User user = status.getUser();
40
41          Tweet tweet = new Tweet();
42          tweet.id = status.getId();
43          tweet.text = status.getText();
44          tweet.source = status.getSource();
45          tweet.create_at = status.getCreatedAt();
46          tweet.replyTo = status.getInReplyToStatusId();
47          tweet.imageUrl = imgUrl;
48          tweet.imageDisplayUrl = displayUrl;
49          tweet.imageName = imgName;
50          tweet.lat =  slat;
51          tweet.lon = slon;
52          tweet.userid = user.getId();
53          tweet.username = user.getScreenName();
54          tweet.reply = false;
55          tweet.link = link;
56          tweet.conversation_id = -10;
57
58          db.addTweet(tweet);
59   }
```

ภาพที่ 42 ซอร์สโค้ดการรับข้อมูลของแอนดรอยด์แอพพลิเคชัน

3) การจัดเรียงลำดับทวีตให้อยู่ในรูปแบบข้อความและการแปลงข้อความเป็นข้อมูล

เมื่อจัดเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะนำทวีตมาจัดเรียงกันตามการรีพลายทวีต ดังภาพที่ 43 ซึ่งจะนำทวีตที่ยังไม่ได้นำมาเรียงลำดับทั้งหมดจากฐานข้อมูลมาวนลูปเพื่อตรวจสอบข้อความสนทนา โดยจุดเริ่มต้นคือการหาทวีตตั้งต้นที่ไม่มีการรีพลายไปยังทวีตอื่นๆ ซึ่งจะมีค่าของ replyTo เป็น -1 ดังบรรทัดที่ 5 การหาทวีตที่อยู่ในข้อความสนทนาเดียวกันจะใช้การวนลูปเพื่อนำทวีตมาเรียงลำดับต่อกันในบรรทัดที่ 11-16 ในบรรทัดที่ 19-20 จะส่งทวีตที่อยู่ในข้อความเดียวกันทั้งหมดไปสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูล Conversation ที่มีการแปลงข้อความให้เป็นข้อมูลที่แอพพลิเคชันเข้าใจและสามารถนำไปใช้งานต่อได้ทันที และจัดเก็บลงฐานข้อมูล ในบรรทัดที่ 33-42 จะบันทึกคำถามและเซตของคำตอบที่ได้ถูกแปลงจากโครงสร้างข้อมูล Conversation ลงฐานข้อมูล

การจัดเรียงลำดับทวีตให้อยู่ในรูปแบบข้อความนี้จะถูกใช้ใน Message Collector ซึ่งอธิบายไว้ในบทที่ 3 ในหัวข้อ 3.3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
1   //PROCESS NEW CONVERSATIONS
2   List<Tweet> tweets = db.getNewTweets();
3   for(Tweet tweet : tweets) {
4         List<Tweet> conv = new ArrayList<Tweet>();
5         if (tweet.replyTo == -1) {
6
7               //FIND TWEETS IN THIS CONVERSATION
8               conv.add(tweet);
9               long replyID = tweet.id;
10
11              for(Tweet ctweet : tweets) {
12                    if (ctweet.replyTo == replyID) {
13                          conv.add(ctweet);
14                          replyID = ctweet.id;
15                    }
16              }
17
18              //INSERT NEW CONVERSATION TO DB
19              Conversation conversation = new Conversation(conv);
20              conversation.id = db.addConversation(conversation);
21
22              //SET CONVERSATION_ID TO TWEETS
23              db.setTweetsConversationID(conversation.id, conv);
24
25              for (Tweet ctweet: conv)
26                    ctweet.conversation_id = conversation.id;
27
28              if(!conversation.endTag) {
29                    newConv.add(conversation.id);
30              }
31
32              //ADD Question
33              for(Question q : conversation.questions.values()) {
34                    q.conversation_id = conversation.id;
35                    int q_id = db.addQuestion(q);
36                    for(Answer a : q.answer_set.values()) {
37                          a.conversation_id = conversation.id ;
38                          a.question_id = q_id;
39                          db.addAnswer(a);
40                    }
41              }
42        }
43  }
```

ภาพที่ 43 ซอร์สโค้ดการจัดเรียงลำดับทวีตให้อยู่ในรูปแบบข้อความ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

การแปลงข้อความเป็นข้อมูลเป็นดังภาพที่ 44 โดยจะนำทวีตที่มีการเรียงต่อกันเรียบร้อยแล้วมาแยกข้อมูลแต่ละประเภทโดยใช้อักษรกำกับแท็ก (" ^") ดังแสดงในบรรทัดที่ 1 และวนลูปเพื่อตั้งค่าข้อมูลแต่ละประเภทในบรรทัดที่ 3-35 โดยดูจากอักษรตัวแรกที่บ่งบอกชนิดของข้อมูล เช่น H คือหัวข้องานในบรรทัดที่ 5-7, I คือรายละเอียดของงานในบรรทัดที่ 8-10, Q คือคำถามในบรรทัดที่ 11-35 ซึ่งจะต้องมีประเภทของคำถามในบรรทัดที่ 16-32 และเซตของคำตอบในบรรทัดที่ 32-35 เป็นต้น ซึ่งจะถูกตั้งค่าในโครงสร้างข้อมูล Conversation

การแปลงข้อความเป็นข้อมูลนี้จะถูกใช้ใน Message Extractor ซึ่งอธิบายไว้ในบทที่ 3 ในหัวข้อ 3.3.2

```
1   String[] tokens = tweetText.split(Pattern.quote("  ^"));
2
3   for(String token : tokens) {
4         switch(token.charAt(0)) {
5               case 'H' :
6                     this.header = token.substring(1,
                            token.length()).trim();
7                     break;
8               case 'I' :
9                     this.detail = token.substring(1,
                            token.length()).trim();
10                    break;
11              case 'Q':
12                    String field = token.substring(1,
                            token.length()).trim();
13                    String fieldName = field.split(" ")[0];
14                    String fieldValue =field.substring(
                            fieldName.length(),field.length()).trim();
15                    String[] str = null;
16
                      if(fieldName.contains("T")){
17                          str = fieldName.split("T");
18                          if(str != null) {
19                                int index = Integer.parseInt(str[0]);
20                                int type = Integer.parseInt(
                                        str[1].trim());
21                                Question q;
22                                if(questions.containsKey(index)) {
23                                      q = questions.get(index);
24                                } else {
25                                      q = new Question();
26                                      q.qorder = index;
27                                }
28
29                                q.question = fieldValue;
30                                q.type = type;
                                  questions.put(index, q);
31                          }
32
33                    } else if(fieldName.contains("A")) {
34                          str = fieldName.split("A");
35  ...
```

ภาพที่ 44 ซอร์สโค้ดการแปลงข้อความเป็นข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) การตรวจสอบข้อมูลและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

การตรวจสอบข้อมูลและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมายจะใช้การพัฒนาในรูปแบบเซอร์วิสซึ่งสามารถทำงานได้แม้ผู้ใช้งานไม่ได้เปิดแอพพลิเคชันแสดงได้ดังภาพที่ 45 โดยการทำงานจำเป็นต้องมีการประสานงานกันของเซอร์วิสที่ทำงานอยู่เบื้องหลังและการแสดงผลที่ทำงานอยู่เบื้องหน้า จึงใช้การส่งข้อมูลให้ส่วนแสดงผลทราบผ่าน LocalBroadcastManager เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบว่ามีการตรวจสอบข้อมูลเกิดขึ้นในกรณีที่มีการเปิดใช้งานแอพพลิเคชันอยู่แสดงในบรรทัดที่ 1 การขอค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์จากอุปกรณ์เกิดขึ้นในบรรทัดที่ 4 ซึ่งนำมาใช้ในการตรวจสอบว่าผู้ใช้งานอยู่ในพื้นที่เป้าหมายหรือไม่ในบรรทัดที่ 10 หาก

อยู่ในพื้นที่เป้าหมายจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานเกิดขึ้นในบรรทัดที่ 11-12 จากนั้นในบรรทัดที่ 13 จะเป็นการรับข้อมูลจากทวิตเตอร์ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อที่ 2 มีการนำทวีตมาเรียงต่อกันและแปลงเป็นข้อมูลในบรรทัดที่ 18 ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3 และหากผู้ใช้งานอยู่ในพื้นที่เป้าหมายของคำถามใหม่จะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานอีกครั้งหรือถ้าไม่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของคำถามใดเลย แอพพลิเคชันจะร้องขอพิกัดทางภูมิศาสตร์จากอุปกรณ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบซ้ำในบรรทัดที่ 21-29 และส่งข้อมูลให้ส่วนแสดงผลทราบเพื่อปรับปรุงรายการคำถามในบรรทัดที่ 32

การตรวจสอบข้อมูลและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมายนี้จะถูกใช้ใน Display ของแอนดรอยด์โคลเอนต์ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อ 3.3.2

```
1   //BOARDCAST UPDATE START REFRESH UI
2   boardcastUpdate(1);
3
4   cgis.getGPS();
5
6   int interval = getInterval(true);
7   getLastUpdate();
8
9   if (cgis.haveNetworkConnection() && ( lastGetTimeline == null || new
          Date().getTime() - lastGetTimeline.getTime() > interval)) {
10          cgis.getConversation(true, cgis.lat, cgis.lon);
11          if(!cgis.notifyList.isEmpty())
12                addNotification();
13          cgis.getTimeline();
14          lastGetTimeline = new Date();
15          setLastUpdate(lastGetTimeline);
16  }
17
18  cgis.processTimeline();
19  if(!cgis.notifyList.isEmpty()){
20          addNotification();
21  } else {
22          Location l = cgis.getGPS();
23          if(l != null && l.hasAccuracy() && l.getAccuracy()>=200){
24                if(cgis.getConversation(false, l.getLatitude(),
                            l.getLongitude()).size() > 0) {
25                      //Request GPS
26                      startRecording(interval);
27                }
28          }
29  }
30
31  //BOARDCAST UPDATE LIST
32  boardcastUpdate(2);
```

ภาพที่ 45 ซอร์สโค้ดการตรวจสอบและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

5) การแสดงผลคำถาม

เนื่องจากระบบรองรับการรูปแบบคำถามที่หลากหลาย การแสดงผลคำถามจึงจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อรองรับการแสดงผลแต่ละ

รูปแบบไว้ดังภาพที่ 46 โดยการแสดงผลข้อความของคำถามแสดงในบรรทัดที่ 8-10 และแสดงเซตของคำตอบในบรรทัดที่ 12 เป็นต้นไป โดยจะแยกเป็นรูปแบบคำถามแต่ละประเภท เช่น คำถาม Simple Text จะแสดง EditText เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ระบุคำตอบแบบข้อความ แสดงได้ดังบรรทัดที่ 12-18, คำถาม Yes/No จะแสดง RadioGroup เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกคำตอบ แสดงได้ดังบรรทัดที่ 19-33 เป็นต้น

การแสดงผลคำถามนี้จะถูกใช้ใน Display ของแอนดรอยด์ไคลเอนต์ซึ่งอธิบายไว้ในหัวข้อ 3.3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
1   if(conv.answers.containsKey(i)){
2         ans = conv.answers.get(i);
3   }
4
5   if(conv.questions.containsKey(i)) {
6         q = conv.questions.get(i);
7         //Q
8         LinearLayout qitemlayout = new LinearLayout(this);
9         qitemlayout.setOrientation(LinearLayout.VERTICAL);
10        qTextView.setText(q.question);
11        //A
12        if(q.type == 0) { //Simple Text
                final EditText simpleTextAnswer = (EditText)
13              aitemlayout.findViewById(R.id.simpleTextAnswer);
14              q.view.add(simpleTextAnswer);
15              if(ans != null) {
16                    simpleTextAnswer.setText(ans.answer);
17              }
18
19        } else if (q.type == 1) { //Y/N
                aitemlayout = (LinearLayout) View.inflate(this
20                    ,R.layout.q01, null);
                RadioGroup yesNoAnswer = (RadioGroup)
21                    aitemlayout.findViewById(R.id.yesNoAnswer);
22
23              q.view.add(yesNoAnswer);
24
                yesNoAnswer.setOnCheckedChangeListener(new
25                    RadioGroup.OnCheckedChangeListener() {
                      public void onCheckedChanged(RadioGroup arg, int
26                          checkedId) {
                            RadioButton checkedRadioButton =
27                              (RadioButton)arg.findViewById(checkedId);
                            boolean isChecked =
28                                checkedRadioButton.isChecked();
29                          if (isChecked)
30                              arg.setTag(checkedRadioButton.getText());
31
32                    }
33              });
34        } else if (q.type == 2) { //Choice
35  ...
```

ภาพที่ 46 ซอร์สโค้ดการแสดงผลคำถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 การทดลอง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองขึ้นเพื่อวัดผลการทำงานของเครื่องมือต้นแบบตามวัตถุประสงค์ที่เสนอไว้ในบทที่ 3 และเพื่อสังเกตพฤติกรรมของมวลชนที่มีต่อระบบในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำจากมวลชนในเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที

เครื่องมือต้นแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นจะมีเตรียมข้อมูลเพื่อการกระจายงานไปยังมวลชนผ่านทวิตเตอร์ 2 รูปแบบคือผ่าน Requester Portal และผ่านการดึงข้อมูลจากแหล่งภายนอกเพื่อเป็นข้อมูล ตั้งต้นในการกระจายงาน

การทดลองเกิดขึ้นระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม 2556 และ 24 มีนาคม 2557 โดยมีมวลชนสามารถเข้าร่วมตอบคำถามได้ 3 ช่องทางดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 คือแอนดรอยด์ไคลเอนต์ เว็บไคลเอนต์และทวิเตอร์ไคลเอนต์ ซึ่งขึ้นกับความสะดวกในการเข้าร่วม

โดยจากสถิติการติดตั้งโมบายล์แอพพลิเคชันของผู้ใช้งานจากกูเกิลเพลย์มีจำนวน 65 ผู้ใช้งาน และผู้เข้าร่วมผ่านบัญชีทวิตเตอร์จำนวน 40 บัญชี ทั้งนี้ มีการอำนวยความสะดวกให้กับผู้เข้าร่วมที่ไม่มีบัญชีทวิตเตอร์ โดยระบบเปิดบัญชีทวิตเตอร์กลางให้ผู้เข้าร่วมได้ใช้ผ่านโมบายล์แอพพลิเคชันในชื่อ @CUCrowd

ความแม่นยำ (accuracy) ของพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นระยะความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการรับพิกัดทางภูมิศาสตร์ซึ่งขึ้นกับไคลเอนต์นั้นๆ โดยมีการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยของความแม่นยำซึ่งใช้สมาร์ทโฟนจำนวน 4 เครื่อง ได้พิกัดทางภูมิศาสตร์จำนวน 10,873 พิกัด มีค่าเฉลี่ยของความแม่นยำเป็น 44.23 เมตร โดยแบ่งเป็นพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ได้จากจีพีเอส (GPS) จำนวน 6,789 พิกัด มีค่าเฉลี่ยของความแม่นยำเป็น 15.18 เมตร พิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ได้จากเครือข่ายไร้สายวายฟาย (Wifi) จำนวน 3,440 พิกัด มีค่าเฉลี่ยของความแม่นยำเป็น 79.24 เมตร และพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ได้จากเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 644 พิกัด มีค่าเฉลี่ยของความแม่นยำเป็น 163.47 เมตร ค่าความแม่นยำของระบบจึงยึดตามค่าสูงสุดและเพื่อให้ครอบคลุมการทำคราวด์ซอร์สซิ่งแบบเจาะจงพื้นที่เป้าหมายซึ่งที่ต้องการให้สอดคล้องกับการเดินทางของมวลชนจึงกำหนดค่าสูงสุดของความแม่นยำที่ระบบยอมรับได้เป็น 200 เมตร

และเนื่องจากระบบใช้ทวิตเตอร์เป็นสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูล จึงมีข้อกัดที่เกิดจากการใช้งานผ่านทวิตเตอร์เอพีไอดังตารางที่ 6 และโดยเฉลี่ยแล้วทวีต 1 ข้อความจะมีขนาด 600 ไบต์จากข้อความแบบ UTF-8 (ขนาดสูงสุด 4 ไบต์ในการเก็บข้อมูล 1 ตัวอักษร) 560 ไบต์ และส่วนประกอบอื่น เช่น พิกัดทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น อีก 40 ไบต์

ตารางที่ 6 ข้อจำกัดของทวิตเตอร์เอพีไอ

ข้อจำกัด	ปริมาณ
1) จำนวนตัวอักษรในทวีต	140 ตัวอักษร
2) ทวีตสูงสุดที่ส่งได้ต่อชั่วโมง	100 ทวีต
3) ทวีตสะสมสูงสุดที่แอนดรอยด์ไคลเอนต์สามารถร้องขอจากทวิตเตอร์ (ทวีตล่าสุด)	3,200 ทวีต
4) ทวีตที่ร้องขอได้สูงสุดต่อครั้ง	200 ทวีต
5) การร้องขอทวีตสูงสุดในระยะเวลา 15 นาที	180 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อให้เห็นถึงการหามวลชนในพื้นที่ที่สอดคล้องกับการเดินทางและไม่ละเมิดความเป็นส่วนตัวของมวลชน และการรองรับคำถามที่หลากหลายของระบบจากการใช้งานทวิตเตอร์ที่มีฐานของมวลชนขนาดใหญ่และไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน จึงมีการทดลองได้แก่ การรองรับการสื่อสารข้อมูลปริมาณมาก ความแม่นยำในการสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมาย การสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายที่มีขอบเขตของพื้นที่แตกต่างกัน การส่งข้อมูลหรือคำตอบจากมวลชน การสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลา และการแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่งซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 การรองรับการสื่อสารข้อมูลปริมาณมาก

เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบและมวลชนใช้ทวิตเตอร์เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลในรูปแบบทวีต ซึ่งมีข้อจำกัดที่ทวีตหนึ่งๆ สามารถรองรับข้อความที่เป็นตัวอักษรได้สูงสุด 140 ตัวอักษร การสื่อสารข้อมูลที่มีความยาวมากกว่า 140 ตัวอักษรจึงจำเป็นต้องเชื่อมต่อกันด้วยการรีพลายทวีต การทดลองนี้จึงทดสอบว่าระบบซึ่งใช้ทวิตเตอร์เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลสามารถรองรับกับข้อมูลและมวลชนปริมาณมากได้ โดยใช้ข้อความเพื่อให้ข้อมูลพระบรมราชานุสาวรีย์ที่มีความยาวดังภาพที่ 47 ซึ่งข้อความมีความยาว 3,277 ตัวอักษร พร้อมด้วยข้อมูลที่เป็นรูปภาพและฝังพิกัดทางภูมิศาสตร์ซึ่งกำหนดเป็นพื้นที่เป้าหมาย และเมื่อส่งผ่านทวิตเตอร์จำเป็นต้องใช้ทวีตที่ต่อเนื่องกัน 33 ทวีตดังภาพที่ 48

จำนวนตัวอักษรที่ใช้ในการทวีตทั้งหมดมี 3,788 ตัวอักษรที่มีการเพิ่มขึ้นจากการเมนชัน @SpaceLabGIS เพื่อรีพลายทวีต ดังนั้นจึงมีปริมาณของข้อมูลที่มวลชนที่ได้รับคือ 16,472 ไบต์ หรือคิดเป็น 16.09 กิโลไบต์ และเมื่อมวลชนอยู่ในพื้นที่เป้าหมายจะต้องดาวน์โหลดรูปภาพขนาด 25.2 กิโลไบต์ รวมปริมาณข้อมูลทั้งหมดเป็น 41.29 กิโลไบต์ ซึ่งหากมีการดาวน์โหลดจากเซิร์ฟเวอร์ของระบบโดยตรงจากมวลชนจำนวน 100 คน พร้อมๆ กัน ระบบต้องมีการรองรับปริมาณการดาวน์โหลดด้วยช่องทางการสื่อสารที่มีแบนด์วิดท์อย่างน้อย 32.26 Mbps ที่ใช้เวลา 1 วินาที หรือ 3.22 Mbps ที่ใช้เวลา 10 วินาที แต่ทั้งนี้เนื่องจากระบบออกแบบให้มีการผลักภาระทั้งหมดให้กับทวิตเตอร์เซิร์ฟเวอร์ในการกระจายงานจึงไม่จำเป็นต้องแบกรับกับค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการรองรับการสื่อสารของมวลชนปริมาณมาก

จากการทดลองทำให้ทราบว่าระบบสามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลปริมาณมากและสามารถผลักภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการรองรับการสื่อสารปริมาณมากจากมวลชนไปสู่ทวิตเตอร์ได้ แต่ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการใช้เอพีไอของทวิตเตอร์ที่อนุญาตให้มีการดึงทวีตล่าสุดเพียง 3,200 ทวีต ปริมาณทวีตสะสมสูงสุดของระบบจึงมีได้เพียง 3,200 ทวีต ระบบจึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีการลบทวีตเก่าที่มีกรอบของเวลาในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งเกินกำหนดออกจากระบบและใช้การฝังคำถามที่ใช้ซ้ำซ้อนกันในปริมาณมากในเทมเพลตแทนการส่งทวีตเพื่อลดปริมาณทวีตโดยรวมของระบบลง

^T7 ^I พระบรมราชานุสาวรีย์แห่งการให้โอกาสที่เสมอกันในการเล่าเรียน

“...เมื่อได้กล่าวถึงโรงเรียนนี้ ว่าจะเปนการสงเคราะห์แต่ตระกูลเจ้านายดังนี้ ใช่ว่าจะลืมตระกูลข้าราชการและราษฎรเสีย เมื่อไร โรงเรียนที่มีอยู่แล้วแลที่จะตั้งขึ้นต่อไปภายน่า โดยมากได้คิดจัดการโดยอุส่าห์เต็มกำลังที่จะให้เป็นการเรียบร้อย พร้อมเพรียงเหมือนอย่างโรงเรียนนี้ แลคิดจะให้แพร่หลายกว้างขวาง เปนคนที่ได้เรียนมากขึ้นกว่าแต่ก่อน ทั้งจะมีโรงเรียนวิชาอย่างสูงขึ้นไปอีกซึ่งกำลังคิดจัดอยู่บัดนี้ เจ้านายตั้งแต่ลูกฉันเปนต้นไป ตลอดจนถึงราษฎรที่ต่ำสุด จะให้ได้มีโอกาสเล่าเรียนได้เสมอกัน ไม่ว่าเจ้าว่าขุนนางว่าไพร่ เพราะฉะนั้นจึ่งขอบอกได้ว่า การเล่าเรียนในบ้านเมืองเรานี้จะเปนข้อสำคัญที่หนึ่ง ซึ่งฉันจะอุส่าห์จัดให้เจริญขึ้นจงได้”

พระราชดำรัสในพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวที่ได้พระราชทานแก่พระราชวงศ์ และข้าราชการซึ่งเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทในงานของโรงเรียนราชกุมารในพระบรมมหาราชวัง ที่อัญเชิญมาข้างต้นนี้เป็นพระราชปณิธานซึ่งแสดงให้ว่าทรงตั้งพระราชหฤทัยที่จะให้จัดตั้งสถาบันอุดมศึกษา (ทรงใช้คำโรงเรียนวิชาอย่างสูง) ให้มีขึ้นในกรุงสยาม เพื่อเปิดโอกาสให้เยาวชนไทยทุกคนมีโอกาสเล่าเรียนเสมอกันพระราชปณิธานนี้ได้รับการยืนยันอีกครั้งดังปรากฏในพระราชดำรัสในพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวพระราชทานแก่ผู้ที่ชุมนุมงานพระราชพิธีวาง ศิลาพระฤกษ์ตึกบัญชาการโรงเรียนข้าราชการพลเรือนของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (ตึกอักษรศาสตร์ 1 ในปัจจุบัน) เมื่อวันจันทร์ที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2458 ดังนี้

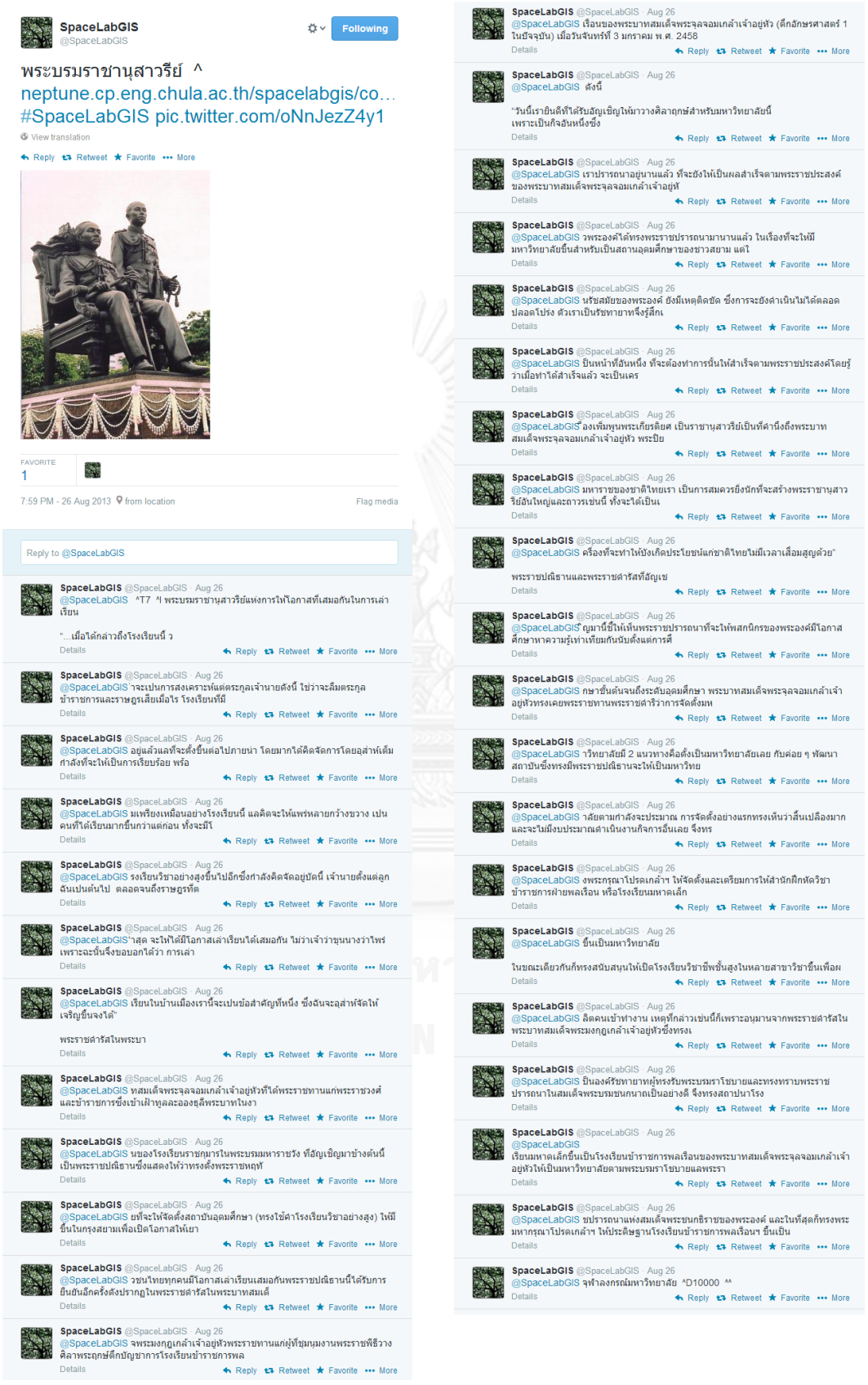
“วันนี้เรายินดีที่ได้รับอัญเชิญให้มาวางศิลาฤกษ์สำหรับมหาวิทยาลัยนี้

เพราะเป็นกิจอันหนึ่งซึ่งเราปรารถนาอยู่นานแล้ว ที่จะยังให้เป็นผลสำเร็จตามพระราชประสงค์ ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวพระองค์ได้ทรงพระราชปรารถนามานานแล้ว ในเรื่องที่จะให้มีมหาวิทยาลัยขึ้นสำหรับเป็นสถานอุดมศึกษาของชาวสยาม แต่ในรัชสมัยของพระองค์ ยังมีเหตุติดขัด ซึ่งการจะยังดำเนินไม่ได้ตลอดปลอดโปร่ง ตัวเราเป็นรัชทายาทจึ่งรู้สึกเป็นหน้าที่อันหนึ่ง ที่จะต้องทำการนั้นให้สำเร็จตามพระราชประสงค์โดยรู้ว่าเมื่อทำได้สำเร็จแล้ว จะเป็นเครื่องเพิ่มพูนพระเกียรติยศ เป็นราชานุสาวรีย์เป็นที่คำนึงถึงพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระปิยมหาราชของชาติไทยเรา เป็นการสมควรยิ่งนักที่จะสร้างพระราชานุสาวรีย์อันใหญ่และถาวรเช่นนี้ ทั้งจะได้เป็นเครื่องที่จะทำให้บังเกิดประโยชน์แก่ชาติไทยไม่มีเวลาเสื่อมสูญด้วย”

พระราชปณิธานและพระราชดำรัสที่อัญเชิญมานี้ชี้ให้เห็นพระราชปรารถนาที่จะให้พสกนิกรของพระองค์มีโอกาสศึกษาหาความรู้เท่าเทียมกันนับตั้งแต่การศึกษาขั้นต้นจนถึงระดับอุดมศึกษา พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงเคยพระราชทานพระราชดำริว่าการจัดตั้งมหาวิทยาลัยมี 2 แนวทางคือตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเลย กับค่อย ๆ พัฒนาสถาบันซึ่งทรงมีพระราชปณิธานจะให้เป็นมหาวิทยาลัยตามกำลังจะประมาณ การจัดตั้งอย่างแรกทรงเห็นว่าสิ้นเปลืองมากและจะไม่มีงบประมาณดำเนินงานกิจการอื่นเลย จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งและเตรียมการให้สำนักฝึกหัดวิชาข้าราชการฝ่ายพลเรือน หรือโรงเรียนมหาดเล็กขึ้นเป็นมหาวิทยาลัย

ในขณะเดียวกันก็ทรงสนับสนุนให้เปิดโรงเรียนวิชาชีพชั้นสูงในหลายสาขาวิชาขึ้นเพื่อผลิตคนเข้าทำงาน เหตุที่กล่าวเช่นนี้ก็เพราะอนุมานจากพระราชดำรัสในพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวซึ่งทรงเป็นองค์รัชทายาทผู้ทรงรับพระบรมราโชบายและทรงทราบพระราชปรารถนาในสมเด็จพระบรมชนกนาถเป็นอย่างดี จึงทรงสถาปนาโรงเรียนมหาดเล็กขึ้นเป็นโรงเรียนข้าราชการพลเรือนของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวให้เป็นมหาวิทยาลัยตามพระบรมราโชบายแลพระราชปรารถนาแห่งสมเด็จพระชนกธิราชของพระองค์ และในที่สุดก็ทรงพระมหากรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ประดิษฐานโรงเรียนข้าราชการพลเรือนฯ ขึ้นเป็นจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ^D10000 ^^

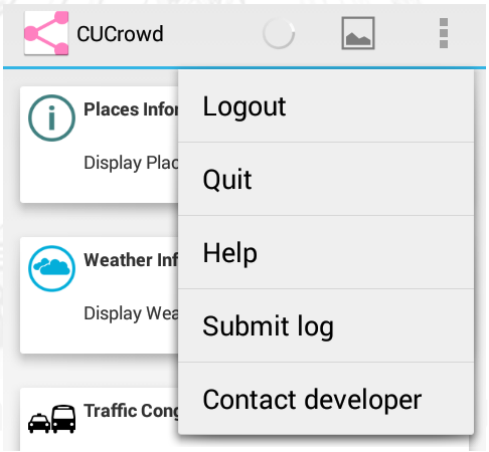
ภาพที่ 47 ข้อความการให้ข้อมูลพระบรมราชานุสาวรีย์



ภาพที่ 48 ทวีตการให้ข้อมูลพระบรมราชานุสาวรีย์

4.2.2 ความแม่นยำในการสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมาย

ความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานที่ส่วนหนึ่งเกิดจากการส่งข้อมูลหรือคำตอบจากพื้นที่จริง ดังนั้น ความแม่นยำของการส่งข้อมูลไปยังพื้นที่เป้าหมายจึงเป็นส่วนสำคัญซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการหามวลชนในพื้นที่เพื่อการร้องขอข้อมูลจากผู้ใช้งาน และเนื่องจากการตอบคำถามจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการแสดงคำถามในพื้นที่เป้าหมาย การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบว่าระบบสามารถหามวลชนในพื้นที่สอดคล้องกับการเดินทางและไม่ละเมิดความเป็นส่วนตัวของมวลชนได้หรือไม่ จึงมีการตรวจสอบการกรองข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลของไคลเอนต์ซึ่งจะทำให้ทราบความแม่นยำในการสื่อสารข้อมูลไปยังพื้นที่เป้าหมาย โดยตรวจสอบจากล็อกไฟล์ (log file) ของไคลเอนต์ ซึ่งเก็บรายละเอียดของการรับคำถาม การแจ้งเตือนเมื่ออยู่ในพื้นที่เป้าหมาย การแสดงผลคำถามและการตอบคำถามที่ระบุข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยการส่งล็อกไฟล์เกิดจากความสมัครใจของผู้ใช้งาน (แอพพลิเคชันไม่ได้ส่งโดยอัตโนมัติ) ดังภาพที่ 49 ซึ่งสามารถส่งล็อกไฟล์ได้โดยกดเมนู Submit log ล็อกไฟล์ที่นำมาตรวจสอบนั้นมาจากมวลชน 4 คนซึ่งได้ล็อกจำนวน 19,292 เรคคอร์ด

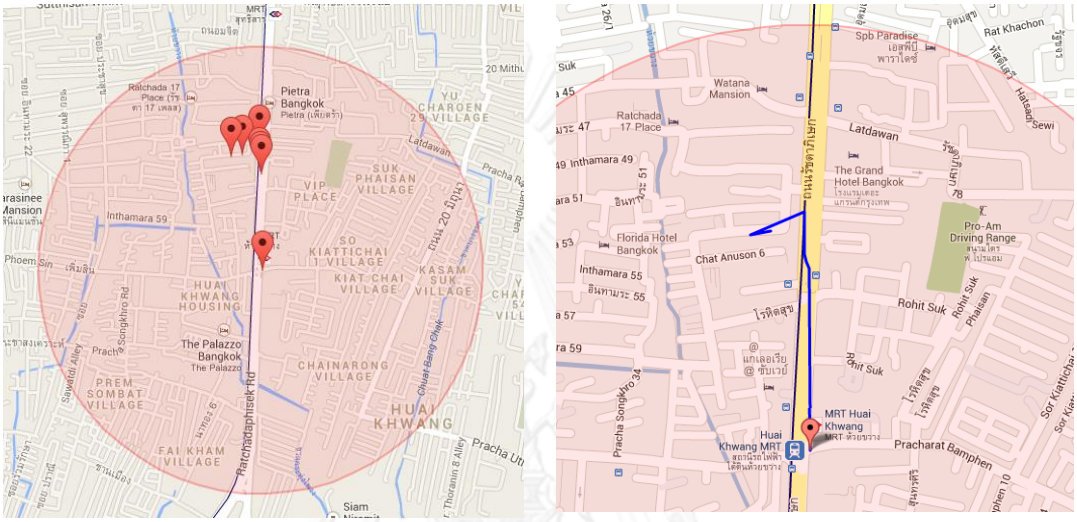


ภาพที่ 49 เมนูการส่งล็อกไฟล์จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์

โดยการตรวจสอบล็อกไฟล์ช่วงสั้นๆ จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์ในพื้นที่เป้าหมายแบบพื้นที่วงกลมดังภาพที่ 50(ก) แทนพื้นที่เป้าหมายด้วยวงกลมสีแดงและพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่มีการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานด้วยหมุด

การเดินทางที่เกิดขึ้นแสดงดังภาพที่ 50(ข) โดยเส้นสีน้ำเงินแทนการเดินทางของผู้ใช้งานซึ่งมีจุดเริ่มต้นคือได้รับข้อมูลที่กระจายผ่านทวิตเตอร์และแจ้งเตือนผู้ใช้งานที่เส้นสีน้ำเงิน (ไม่มีหมุด) การเดินทางเกิดขึ้นตลอดเส้นสีน้ำเงิน ผู้ใช้งานเปิดแอนดรอยด์ไคลเอนต์และเลือกแสดงคำถาม ณ หมุดสีแดงและมีการตอบคำถามส่งกลับเข้าระบบเกิดขึ้น

การทดลองนี้ทำให้ทราบว่าระบบมีความความแม่นยำในการสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายนั่นคือระบบสามารถหามวลชนในพื้นที่สอดคล้องกับการเดินทางได้ และเนื่องจากการติดตามการเดินทางของมวลชนเพื่อตรวจสอบว่าอยู่ในพื้นที่เป้าหมายทำโดยแอพพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ของมวลชนเอง (ไม่ได้ทำโดยระบบ) จึงแสดงให้เห็นว่าการหามวลชนในพื้นที่ของระบบไม่ละเมิดความเป็นส่วนตัวของมวลชน



(ก) (ข)

ภาพที่ 50 พิกัดทางภูมิศาสตร์ที่เกิดจากการเดินทางภายในพื้นที่เป้าหมายของมวลชน

4.2.3 การสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายที่มีขอบเขตของพื้นที่แตกต่างกัน

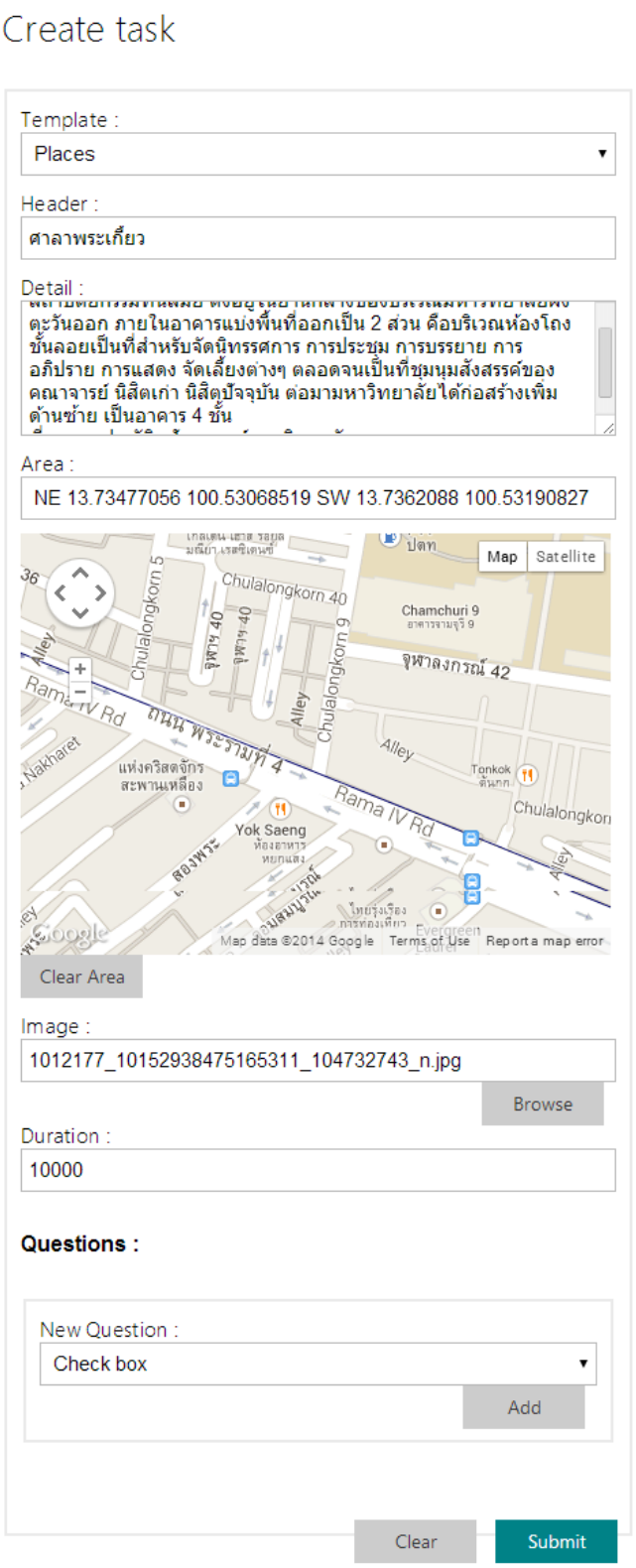
การทดลองนี้ผู้วิจัยต้องการทราบว่าระบบสามารถใช้การระบุขอบเขตของพื้นที่เป้าหมายที่มีความแตกต่างกันเพื่อหามวลชนในพื้นที่เป้าหมายได้หรือไม่ โดยจากการออกแบบ การระบุขนาดของพื้นที่เป้าหมายของระบบสามารถทำได้ทั้งแบบพื้นที่วงกลมและสี่เหลี่ยม และระบบไม่ได้กำหนดขนาดของพื้นที่เป้าหมายแบบตายตัวไว้จึงทำให้สามารถกำหนดได้ตามขนาดของพื้นที่จริงที่มีขอบเขตของพื้นที่แตกต่างกัน การทดลองนี้จึงใช้การตรวจสอบการสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายตามที่ระบุไว้ในคำถาม ซึ่งสามารถกำหนดขนาดได้ตามต้องการให้สอดคล้องกับพื้นที่เป้าหมาย เช่น เมื่อมีเหตุการณ์ภัยพิบัติน้ำท่วมในจังหวัด อำเภอ หรือตำบล สามารถกำหนดพื้นที่เป้าหมายแบบวงกลมหรือสี่เหลี่ยมตามลักษณะของพื้นที่ให้มีขนาดครอบคลุมขอบเขตของพื้นที่ เป็นต้น

เพื่อให้มีความหลากหลายของขนาดพื้นที่จึงใช้การทดลองการให้ข้อมูลสถานที่ที่ให้ข้อมูลอาคารและคณะในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นตัวกำหนดพื้นที่เป้าหมายและมีการกำกับรายละเอียดของพื้นที่ไว้ โดยใช้แอพพลิเคชันย่อยที่ถูกกำหนดโดยเทมเพลตการให้ข้อมูลสถานที่ที่อธิบายไว้แล้วในบทที่ 3 ในหัวข้อ 3.2

การเตรียมข้อมูลของสถานที่จะถูกป้อนผ่าน Requester Portal ดังภาพที่ 51 เพื่อส่งไปยังผู้ใช้งาน โดยข้อมูลมีดังนี้

- เทมเพลต – ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเทมเพลตไว้สำหรับการให้ข้อมูลสถานที่ในชื่อ “Places”
- หัวข้องาน – ชื่อสถานที่ อาคาร หรือคณะ
- รายละเอียดงาน - รายละเอียดที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม
- พื้นที่เป้าหมาย - พื้นที่วงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่คลอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย
- คำถาม – คำถามเพื่อทวีตบอกสถานที่ที่อยู่โดยมีคำถามว่า “Check-in ?”
- กรอบเวลา – ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบของเวลาในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งไว้กว้างๆ โดยกำหนดเวลาในการเปิดรับคำตอบเป็นเวลา 10,000 ชั่วโมงนับจากข้อมูลถูกส่งเข้าสู่ทวิตเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 51 ข้อมูลที่ถูกป้อนผ่าน Requester Portal เพื่อส่งข้อมูลสถานที่

โดยได้ข้อความในการกระจายไปยังมวลผ่านทวิตเตอร์เป็นดังภาพที่ 52

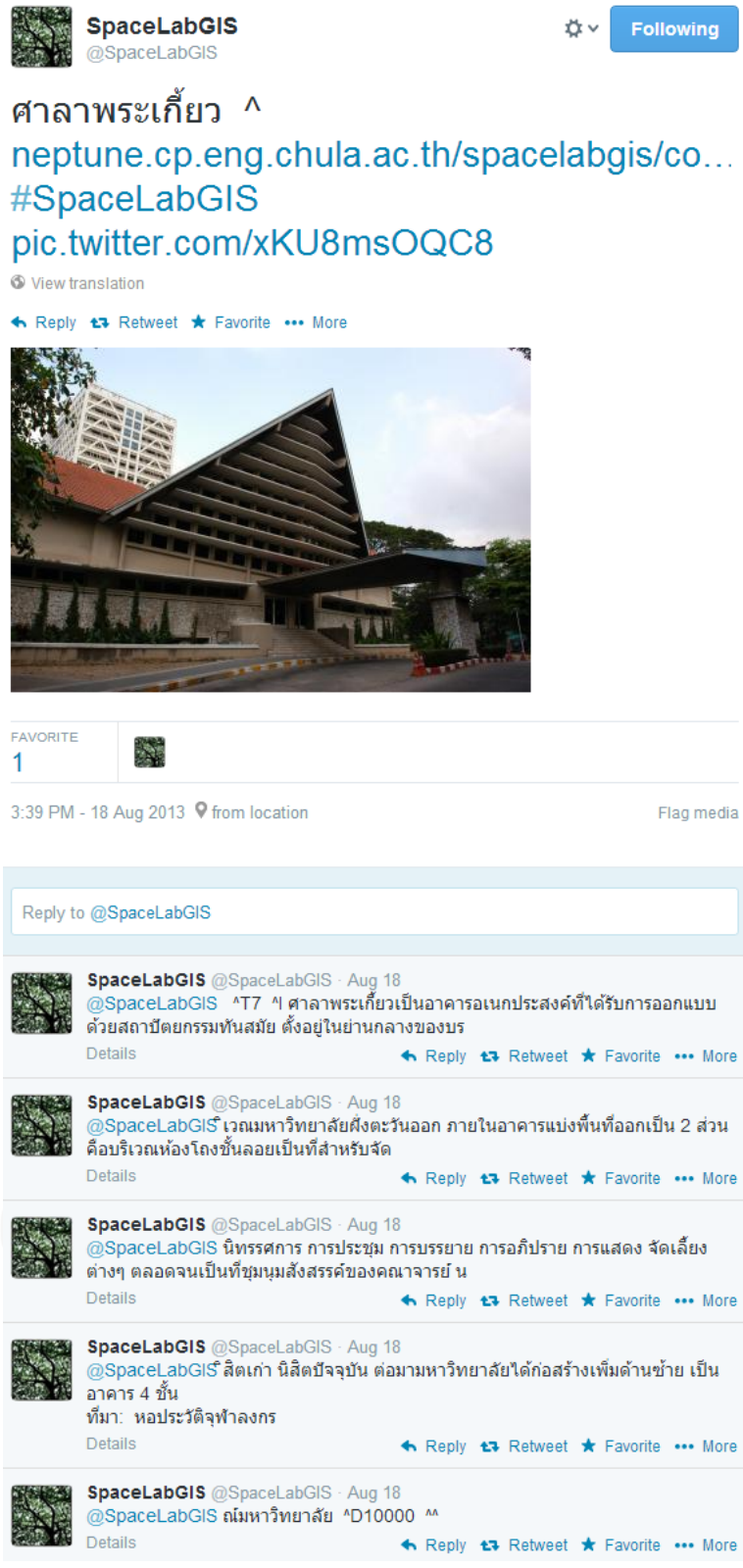
^T7 ^I ศาลาพระเกี้ยวเป็นอาคารอเนกประสงค์ที่ได้รับการออกแบบด้วยสถาปัตยกรรมทันสมัย ตั้งอยู่ในย่านกลางของบริเวณมหาวิทยาลัยฝั่งตะวันออก ภายในอาคารแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือบริเวณห้องโถงชั้นลอยเป็นที่สำหรับจัดนิทรรศการ การประชุม การบรรยาย การอภิปราย การแสดง จัดเลี้ยงต่างๆ ตลอดจนเป็นที่ชุมนุมสังสรรค์ของคณาจารย์ นิสิตเก่า นิสิตปัจจุบัน ต่อมามหาวิทยาลัยได้ก่อสร้างเพิ่มด้านซ้าย เป็นอาคาร 4 ชั้น

ที่มา: หอประวัติจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ^D10000 ^^

ภาพที่ 52 ข้อความการให้ข้อมูลสถานที่ถูกสร้างโดยระบบ

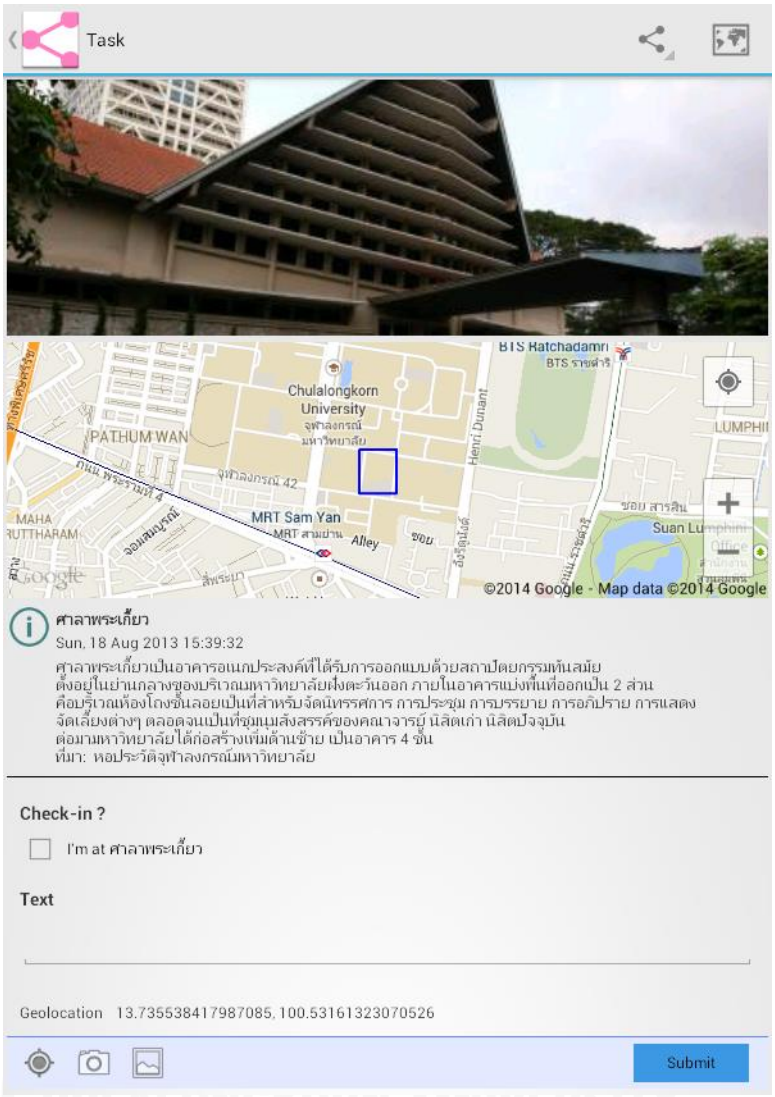
เมื่อกระจายคำถามผ่านทวิตเตอร์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบทวีตย่อยๆ ดังภาพที่ 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 53 ทวีตของคำถามการให้ข้อมูลสถานที่

เมื่อผู้ใช้งานได้รับคำถามและอยู่ในพื้นที่จะสามารถเลือกแสดงผลคำถามได้ดังภาพที่ 54

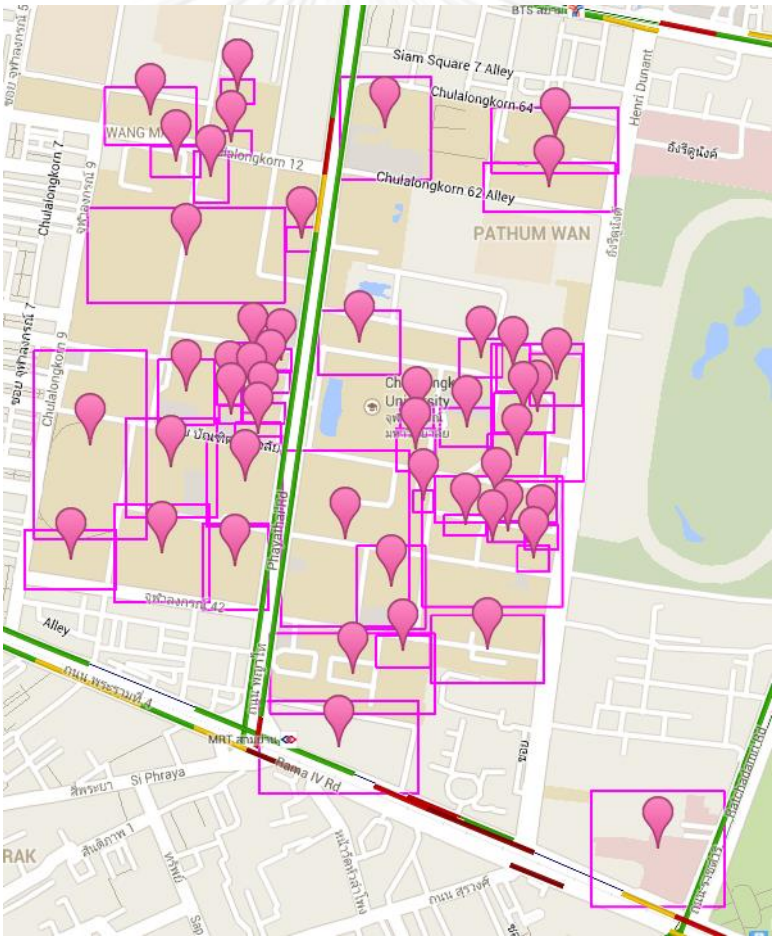


ภาพที่ 54 การแสดงผลของคำถามการให้ข้อมูลสถานที่บนแอนดรอยด์ไคลเอนต์

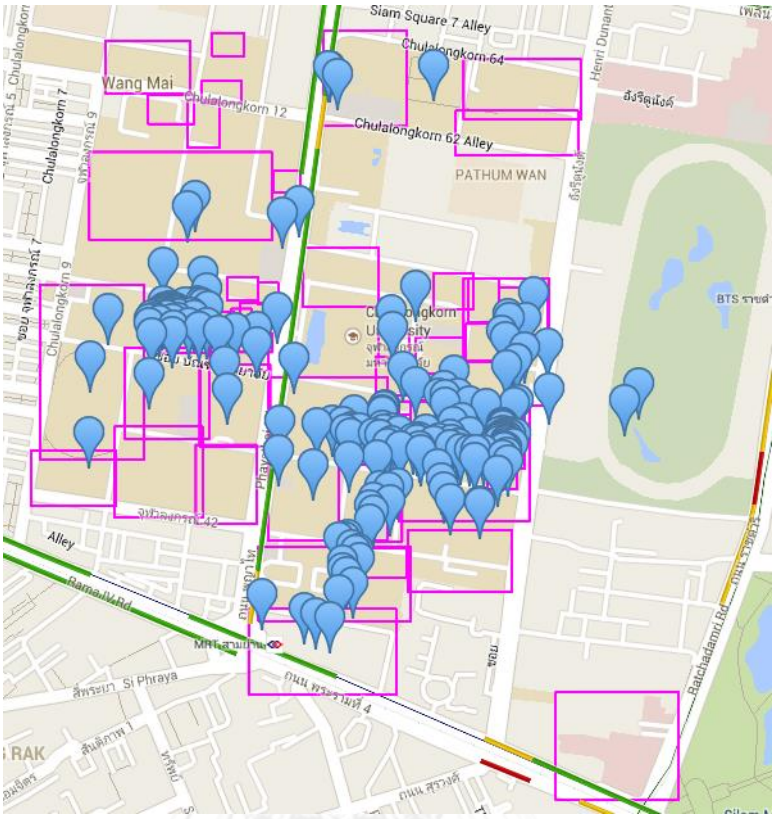
การส่งคำถามการให้ข้อมูลสถานที่จะใช้จำนวนทวีตที่ไม่แน่นอนขึ้นกับสถานที่นั้นๆ แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะใช้ 4 ทวีตต่อคำถามและมีการส่งข้อมูลที่เป็นรูปภาพเฉลี่ยแล้วมีขนาด 20 กิโลไบต์ ซึ่งทำให้สามารถส่งคำถามไปยังมวลชนได้สูงสุด 25 คำถามต่อชั่วโมง หรือ 600 คำถามต่อวันตามข้อจำกัดในตารางที่ 6 มวลชนสามารถรับทวีตได้ทั้งหมดเนื่องจากไม่ติดข้อจำกัดในการร้องขอทวีตและทวีตสะสมสูงสุดของระบบไม่เกินข้อจำกัด ซึ่งมวลชนแต่ละคนต้องดาวน์โหลดข้อมูลขนาดประมาณ 13.09 เมกะไบต์ต่อวัน แต่เนื่องจากเป็นคำถามที่มีกรอบของเวลายาวนานจึงต้องมีการคำนึงถึงทวีตสะสมสูงสุดที่ไคลเอนต์สามารถรับได้คือ

3,200 ทวีต ซึ่งหากไม่มีการลบคำถามออกจากระบบจะได้คำถามทั้งหมด 800 คำถามและใช้เวลา 32 ชั่วโมงในการส่งคำถามทั้งหมดและมวลชนแต่ละคนต้องดาวน์โหลดข้อมูลขนาดประมาณ 17.46 เมกะไบต์

จากการทดลองมีปริมาณคำถามทั้งหมด 51 คำถามดังตารางที่ 7 ตารางที่ 8 และตารางที่ 9 และแสดงดังภาพที่ 55 โดยพื้นที่ที่เล็กที่สุดขนาด 1,577.65 ตารางเมตรคืออาคารบัณฑิตวิทยาลัย และพื้นที่ที่ใหญ่ที่สุดคือคณะวิทยาศาสตร์ที่มีขนาด 84,881.14 ตารางเมตร คำถามได้รับคำตอบจากมวลชน 247 คำตอบดังภาพที่ 56 โดยคำถามที่ได้รับคำตอบมี 29 คำถามหรือคิดเป็น 56.86 เปอร์เซ็นต์ของคำถามทั้งหมด ซึ่งอาจเนื่องมาจากการทดลองเป็นการให้ข้อมูลเป็นหลัก และพื้นที่ที่เล็กที่สุดที่ได้รับคำตอบคืออาคารจักรพงษ์ที่มีพื้นที่ 1,644.88 ตารางเมตร และมีคำตอบจำนวน 1 คำตอบ



ภาพที่ 55 พื้นที่เป้าหมายของการทดลองการให้ข้อมูลสถานที่



ภาพที่ 56 คำตอบโดยรวมของการทดลองการให้ข้อมูลสถานที่

ตารางที่ 7 คำถามการให้ข้อมูลสถานที่

วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	สถานที่	จำนวนคำตอบ	พื้นที่ (ตารางเมตร)
31/08/2013 17:43	คณะวิศวกรรมศาสตร์	53	68108.76
26/08/2013 20:49	อาคารเจริญวิศวกรรม	47	3161.15
31/08/2013 18:38	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม	28	33474.0
31/08/2013 18:34	สำนักงานวิทยทรัพยากร	27	13622.47
31/08/2013 18:03	คณะวิทยาศาสตร์	17	84881.14
18/08/2013 15:39	ศาลาพระเกี้ยว	13	21125.75
31/08/2013 18:00	คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี	10	49485.01
19/09/2013 20:00	จามจุรีสแควร์	7	55367.35

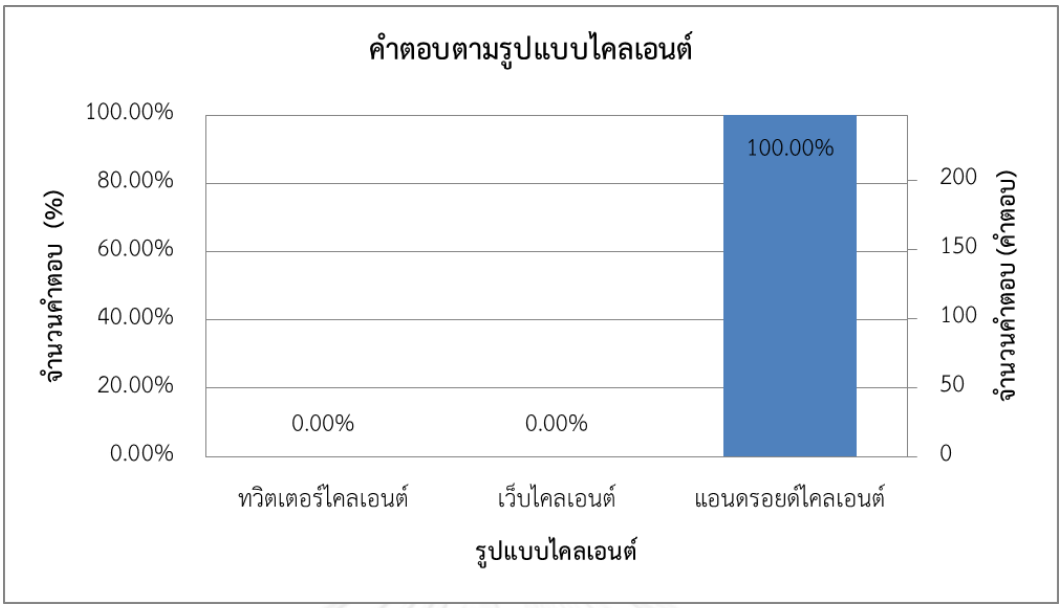
ตารางที่ 8 คำถามการให้ข้อมูลสถานที่ (ต่อ)

วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	สถานที่	จำนวนคำตอบ	พื้นที่ (ตารางเมตร)
31/08/2013 18:26	คณะครุศาสตร์	5	25410.50
26/08/2013 20:44	ตึกวิศวกรรมศาสตร์ 3	5	21230.31
31/08/2013 18:44	คณะเภสัชศาสตร์	4	34901.03
31/08/2013 17:54	คณะรัฐศาสตร์	4	28275.46
26/08/2013 20:17	อาคารมหาวชิราวุธ	3	8929.69
26/08/2013 20:13	อาคารมหาจุฬาลงกรณ์	3	9040.87
19/09/2013 20:35	อาคารจามจุรี 5	2	3649.82
31/08/2013 18:30	ศูนย์กีฬาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2	79269.62
31/08/2013 17:50	คณะอักษรศาสตร์	2	47048.84
26/08/2013 20:45	ตึกวิศวกรรมศาสตร์ 2	2	2988.19
26/08/2013 19:44	หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2	7708.43
26/08/2013 19:31	จามจุรีพระราชทาน	2	6197.09
31/08/2013 19:06	อาคารจามจุรี 9	1	20545.66
31/08/2013 18:18	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	1	19571.33
31/08/2013 17:57	คณะเศรษฐศาสตร์	1	6526.37
26/08/2013 20:54	อาคารวิศวฯ 100 ปี	1	3028.15
26/08/2013 20:46	ตึกวิศวกรรมศาสตร์ 1	1	3148.93
26/08/2013 20:22	อาคารมหาจักรีสิรินธร	1	10221.55
26/08/2013 20:20	อาคารบรมราชกุมารี	1	5827.75
26/08/2013 20:03	พระบรมราชานุสาวรีย์	1	3987.19
26/08/2013 19:20	ตึกจักรพงษ์	1	1644.89
19/09/2013 20:50	อาคารจามจุรี 10	0	6640.04
19/09/2013 20:45	บัณฑิตวิทยาลัย	0	1577.65
19/09/2013 20:44	โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0	3167.55
19/09/2013 20:43	สำนักงานจัดการทรัพย์สิน	0	1951.62

ตารางที่ 9 คำถามการให้ข้อมูลสถานที่ (ต่อ)

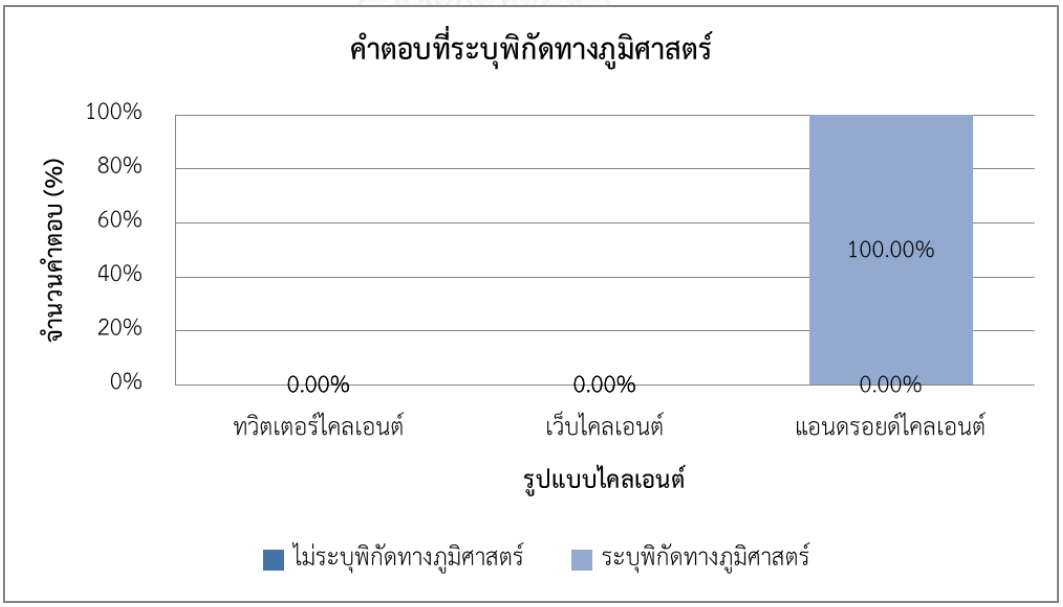
วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	สถานที่	จำนวนคำตอบ	พื้นที่ (ตารางเมตร)
19/09/2013 20:41	อาคารจามจุรี 1	0	3257.02
19/09/2013 20:37	อาคารจามจุรี 4	0	2392.90
19/09/2013 20:37	อาคารจามจุรี 3	0	2860.22
19/09/2013 20:36	อาคารจามจุรี 2	0	3381.92
19/09/2013 20:31	อาคารจามจุรี 8	0	2513.70
19/09/2013 20:31	หอศิลป์จามจุรี	0	2513.70
19/09/2013 20:26	หอพัก	0	70242.78
19/09/2013 20:23	คณะสหเวชศาสตร์	0	3864.33
19/09/2013 20:17	คณะพยาบาลศาสตร์	0	3228.69
19/09/2013 20:17	คณะจิตวิทยา	0	3228.68
19/09/2013 20:12	ศศินทร์	0	5851.15
19/09/2013 20:05	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา	0	19517.10
31/08/2013 19:02	คณะแพทยศาสตร์	0	57836.63
31/08/2013 18:55	คณะสัตวแพทยศาสตร์	0	23928.35
31/08/2013 18:51	คณะทันตแพทยศาสตร์	0	30886.47
31/08/2013 18:37	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม	0	35016.16
31/08/2013 18:22	คณะนิติศาสตร์	0	21123.12
31/08/2013 18:14	คณะศิลปกรรมศาสตร์	0	6376.69

การเข้าร่วมของมวลชนผ่านไคลเอนต์ทั้ง 3 รูปแบบแสดงได้ดังภาพที่ 57 โดยไม่มีการตอบคำถามผ่านทวิตเตอร์ไคลเอนต์และเว็บไคลเอนต์ และมีการใช้แอนดรอยด์ไคลเอนต์ในการตอบคำถามจำนวน 247 คำตอบหรือคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



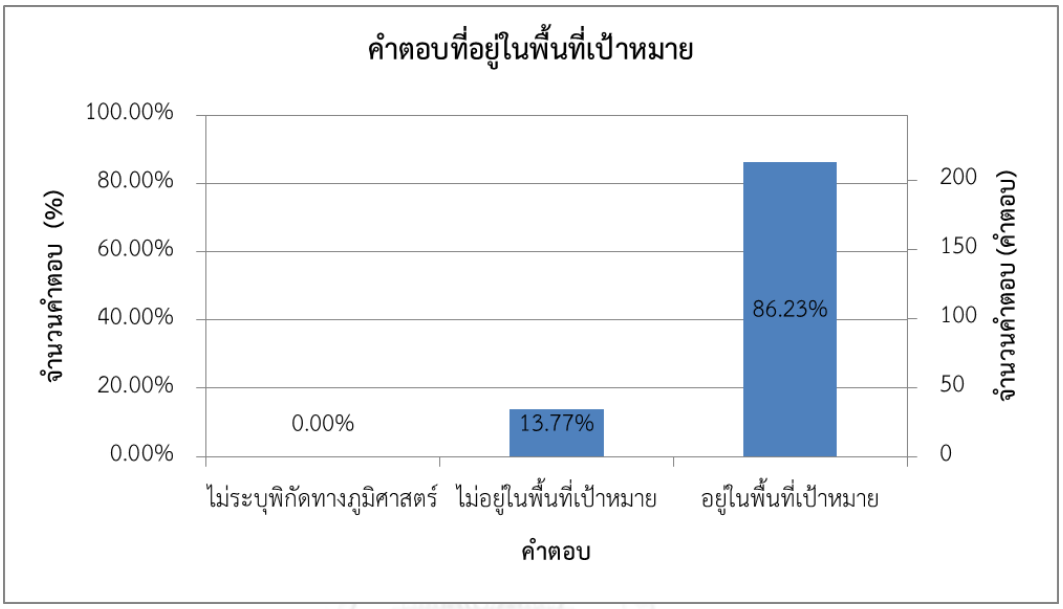
ภาพที่ 57 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ของการให้ข้อมูลสถานที่

คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์แสดงดังภาพที่ 58 การตอบคำถามด้วยการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์ 247 คำตอบหรือคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 58 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์ของการให้ข้อมูลสถานที่

เมื่อตรวจสอบคำตอบว่ามาจากพื้นที่เป้าหมายหรือไม่แสดงได้ดังภาพที่ 59 คำตอบที่ไม่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 34 คำตอบหรือคิดเป็น 13.77 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และคำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 213 คำตอบหรือคิดเป็น 86.23 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

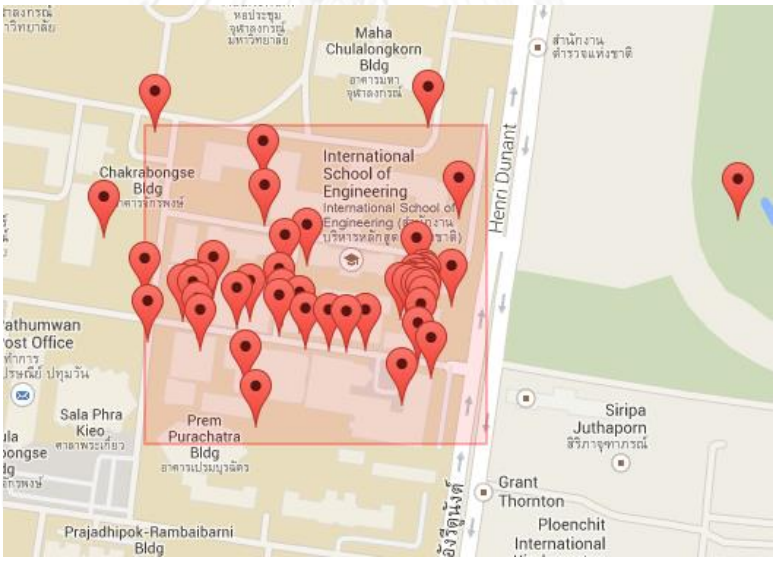


ภาพที่ 59 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของการให้ข้อมูลสถานที่

พิกัดทางภูมิศาสตร์ของการตอบคำถามการให้ข้อมูลสถานที่อาคารเจริญวิศวกรรม แสดงดังภาพที่ 60 โดยมีคำตอบจำนวน 47 คำตอบจากมวลชน 12 คน มีคำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย 40 คำตอบและอยู่นอกพื้นที่เป้าหมาย 7 คำตอบ ซึ่งอาจเกิดการการเคลื่อนที่หรือเดินทางออกนอกพื้นที่หลังจากไคลเอนต์แสดงคำถามหรืออาจเกิดจากความไม่เสถียรของการรับพิกัดทางภูมิศาสตร์จากอุปกรณ์เมื่ออยู่บนอาคาร โดยระยะทางที่ห่างจากพื้นที่มากที่สุดประมาณ 37 เมตร

เมื่อดูในขนาดพื้นที่ที่ใหญ่กว่า พิกัดทางภูมิศาสตร์ของการตอบคำถามการให้ข้อมูลสถานที่คณะวิศวกรรมศาสตร์แสดงดังภาพที่ 60 โดยมีคำตอบจำนวน 53 คำตอบ ซึ่งเป็นปริมาณคำตอบที่มากที่สุดซึ่งมีการตอบคำถามจากมวลชน 5 คน คำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย 51 คำตอบและอยู่นอกพื้นที่เป้าหมาย 2 คำตอบ ซึ่งอาจเกิดการการเคลื่อนที่หรือเดินทางออกนอกพื้นที่หลังจากไคลเอนต์แสดงคำถามเช่นเดียวกับคำถามการให้ข้อมูลสถานที่อาคารเจริญวิศวกรรม และมีพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่อยู่นอกพื้นที่และห่างจากพื้นที่มาก ซึ่งเกิดจากการทดสอบระบบขั้นแรกที่ยอมรับค่าความแม่นยำที่สูงที่ส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนของพิกัดสูงตามไปด้วย ระบบจึงตั้งค่าใหม่โดยยอมรับค่าความแม่นยำของข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ 200 เมตร

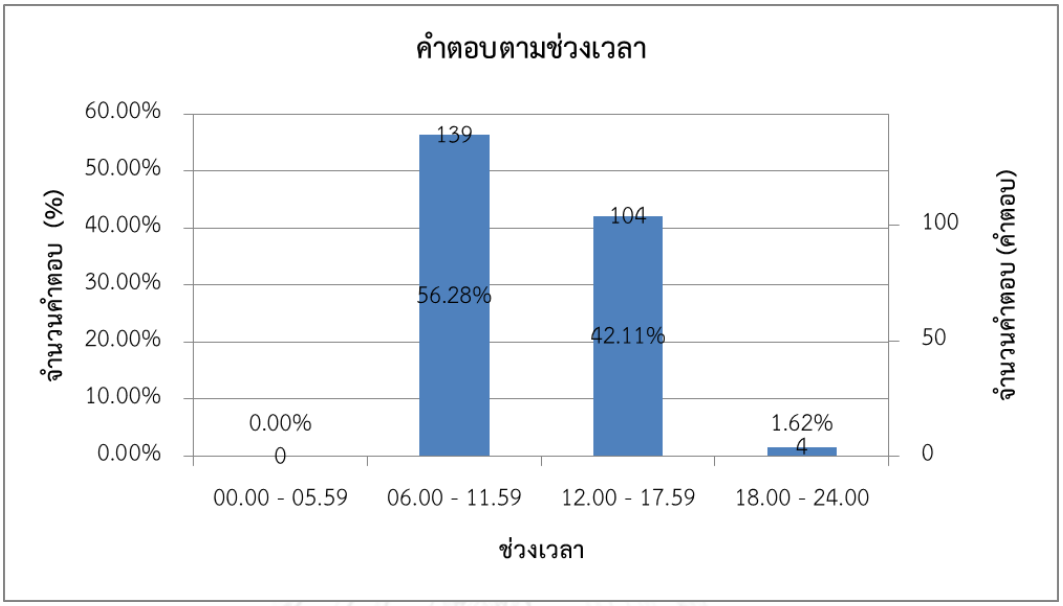
ภาพที่ 60 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของการตอบคำถามการให้ข้อมูลสถานที่อาคารเจริญวิศวกรรม



ภาพที่ 61 พิกัดทางภูมิศาสตร์ของการตอบคำถามการให้ข้อมูลสถานที่คณะวิศวกรรมศาสตร์

เมื่อพิจารณาตามช่วงเวลามีคำตอบจากผู้ใช้งานแสดงได้ดังภาพที่ 62 โดยไม่มีคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบในช่วงเวลา 00.00 – 00.59 นาฬิกา ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 06.00 – 11.59 นาฬิกา 139 คำตอบหรือคิดเป็น 56.28 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมดซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการตอบคำถามมากที่สุด ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 12.00 – 17.59 นาฬิกา จำนวน 104 คำตอบหรือคิดเป็น 42.11 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และผู้ใช้งาน

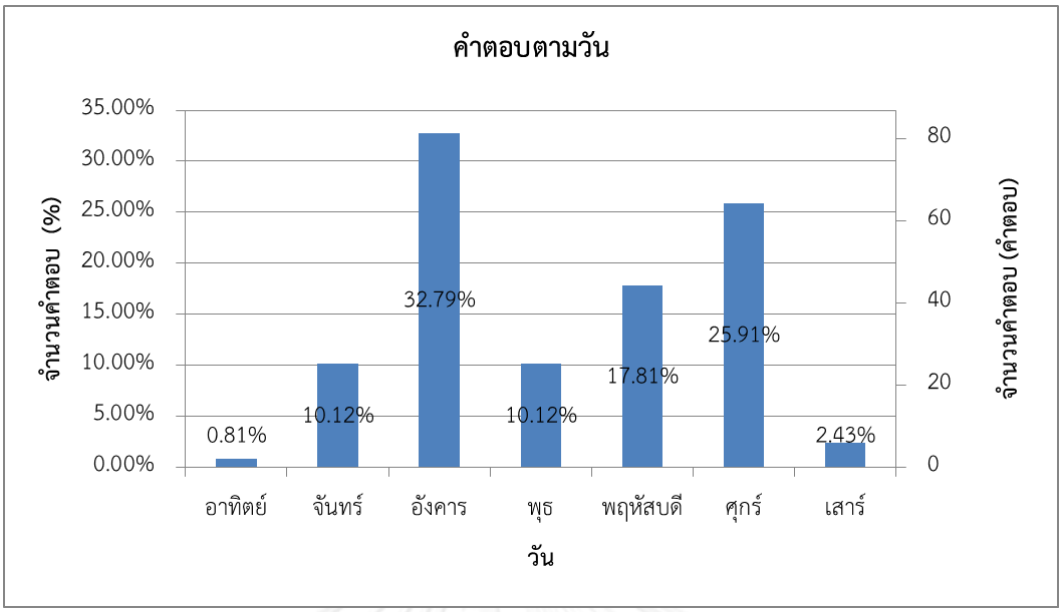
ตอบคำถามช่วงเวลา 18.00 – 24.00 นาฬิกา จำนวน 4 คำตอบหรือคิดเป็น 1.62 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 62 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลาของการให้ข้อมูลสถานที่

คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันแสดงได้ดังภาพที่ 63 คำตอบในวันอังคารมีจำนวนมากที่สุดคือ 81 คำตอบหรือคิดเป็น 32.79 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด รองลงมาเป็นคำตอบในวันศุกร์ที่มีจำนวน 64 คำตอบหรือคิดเป็น 25.91 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และวันที่มีการตอบคำถามน้อยที่สุดคือวันอาทิตย์ โดยมี 2 คำตอบหรือคิดเป็น 0.81 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 63 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันของการให้ข้อมูลสถานที่

การทดลองนี้ทำให้ทราบว่าระบบสามารถสื่อสารไปยังพื้นที่เป้าหมายที่มีขอบเขตของพื้นที่แตกต่างกันได้

4.2.4 การส่งข้อมูลหรือคำตอบจากมวลชน

การทดลองนี้ผู้วิจัยต้องการทราบว่ามวลชนที่อยู่ในพื้นเป้าหมายสามารถส่งกลับข้อมูลหรือคำตอบได้และศึกษาพฤติกรรมของการส่งข้อมูลภายในพื้นที่โดยใช้การรายงานสภาพอากาศที่มีพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่ซึ่งเป็นแอพพลิเคชันย่อยที่ได้กำหนดไว้ในเทมเพลตและได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อ 3.2

เพื่อจำลองสถานีตรวจวัดสภาพอากาศในพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่ โดยใช้การมีส่วนร่วมของมวลชนในการรายงานสภาพอากาศ ซึ่งจะได้ข้อมูลสภาพอากาศจริงจากมวลชนที่จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่อยู่นอกพื้นที่ที่ต้องการทราบสภาพอากาศในพื้นที่ และเพื่อให้ครอบคลุมสภาพอากาศส่วนใหญ่ในประเทศไทยจึงใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา [29] ซึ่งมีเกณฑ์อุณหภูมิดังตารางที่ 10 ปริมาณฝนดังตารางที่ 11 และจำนวนเมฆในท้องฟ้าดังตารางที่ 12 ในการกำหนดคำถามที่ใช้ในการถามมวลชนที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

ตารางที่ 10 สภาพอากาศตามเกณฑ์อุณหภูมิ

ระดับอุณหภูมิ	**อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)**	
	ต่ำสุด	**สูงสุด**
ร้อนจัด (Very Hot)	40.0	-
ร้อน (Hot)	35.0	39.9
เย็น (Cool)	18.0	22.9
ค่อนข้างหนาว (Moderately Cold)	16.0	17.9
หนาว (Cold)	8.0	15.9
หนาวจัด (Very Cold)	-	7.9

ตารางที่ 11 สภาพอากาศตามเกณฑ์ปริมาณฝน

ระดับปริมาณฝน	**ปริมาณฝน (มิลลิเมตร)**	
	ต่ำสุด	**สูงสุด**
เล็กน้อย (Light Rain)	0.1	10.0
ปานกลาง (Moderate Rain)	10.1	35.0
หนัก (Heavy Rain)	35.1	90.0
หนักมาก (Very Heavy Rain)	90.1	-

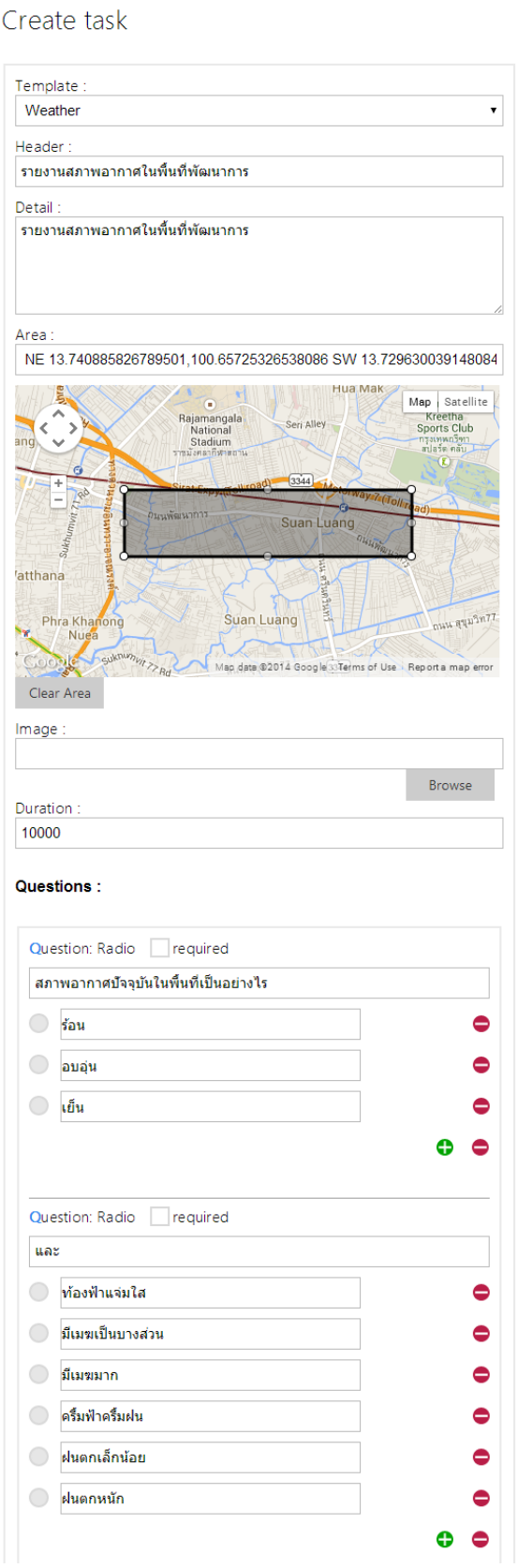
ตารางที่ 12 สภาพอากาศตามเกณฑ์จำนวนเมฆในท้องฟ้า โดยแบ่งท้องฟ้าเป็น 10 ส่วน

ระดับจำนวนเมฆในท้องฟ้า	**สัดส่วนท้องฟ้า (ส่วน)**	
	ต่ำสุด	**สูงสุด**
แจ่มใส (Fine)	0	1
โปร่ง (Fair)	1	3
มีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky)	3	5
มีเมฆเป็นส่วนมาก (Cloudy Sky)	5	8
มีเมฆมาก (Very Cloudy Sky)	8	9
มีเมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast Sky)	9	10

ข้อมูลคำถามจะถูกป้อนผ่าน Requester Portal ดังภาพที่ 64 เพื่อส่งไปยังผู้ใช้งาน โดยข้อมูลมีดังนี้

- เทมเพลต - ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเทมเพลตไว้สำหรับการรายงานสภาพอากาศ ในชื่อ “Weather”
- หัวข้องานและรายละเอียดงาน - รายงานสภาพอากาศในพื้นที่
- พื้นที่เป้าหมาย - พื้นที่วงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่คลอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย
- คำถาม - แบบตัวเลือกเดียว 2 ข้อที่มีความต่อเนื่องกันเพื่อรายงานสภาพอากาศในพื้นที่ โดยใช้เกณฑ์อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและจำนวนเมฆในท้องฟ้า โดยคำถามข้อแรกใช้เกณฑ์อุณหภูมิ ซึ่งมีคำถามคือ “สภาพอากาศปัจจุบันในพื้นที่เป็นอย่างไร” และมีเซตของคำตอบเป็น ร้อน เย็น และเพิ่มช่วงอุณหภูมิอบอุ่นซึ่งมีอุณหภูมิระหว่างช่วงร้อนและเย็นคือ 23 – 34.9 องศาเซลเซียส และคำถามข้อที่สองที่ใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและจำนวนเมฆในท้องฟ้า ซึ่งมีคำถามที่แสดงความต่อเนื่องจากคำถามข้อแรกคือ “และ” โดยมีเซตของคำตอบเป็น ท้องฟ้าแจ่มใส ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน ท้องฟ้ามีเมฆมาก ฝนตกเล็กน้อย ฝนตกหนักและเพิ่มลักษณะท้องฟ้าที่อาจเกิดฝนตกในพื้นที่และมีอากาศร้อนอบอ้าวคือครึ้มฟ้าครึ้มฝน
- กรอบเวลา - วิจัยได้กำหนดกรอบของเวลาในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งไว้กว้างๆ โดยกำหนดเวลาในการเปิดรับคำตอบเป็นเวลา 10,000 ชั่วโมงนับจากข้อมูลถูกส่งเข้าสู่ทวิตเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 64 ข้อมูลที่ถูกป้อนผ่าน Requester Portal เพื่อส่งการรายงานสภาพอากาศ

โดยได้ข้อความในการกระจายไปยังมวลผ่านทวิตเตอร์เป็นดังภาพที่ 65

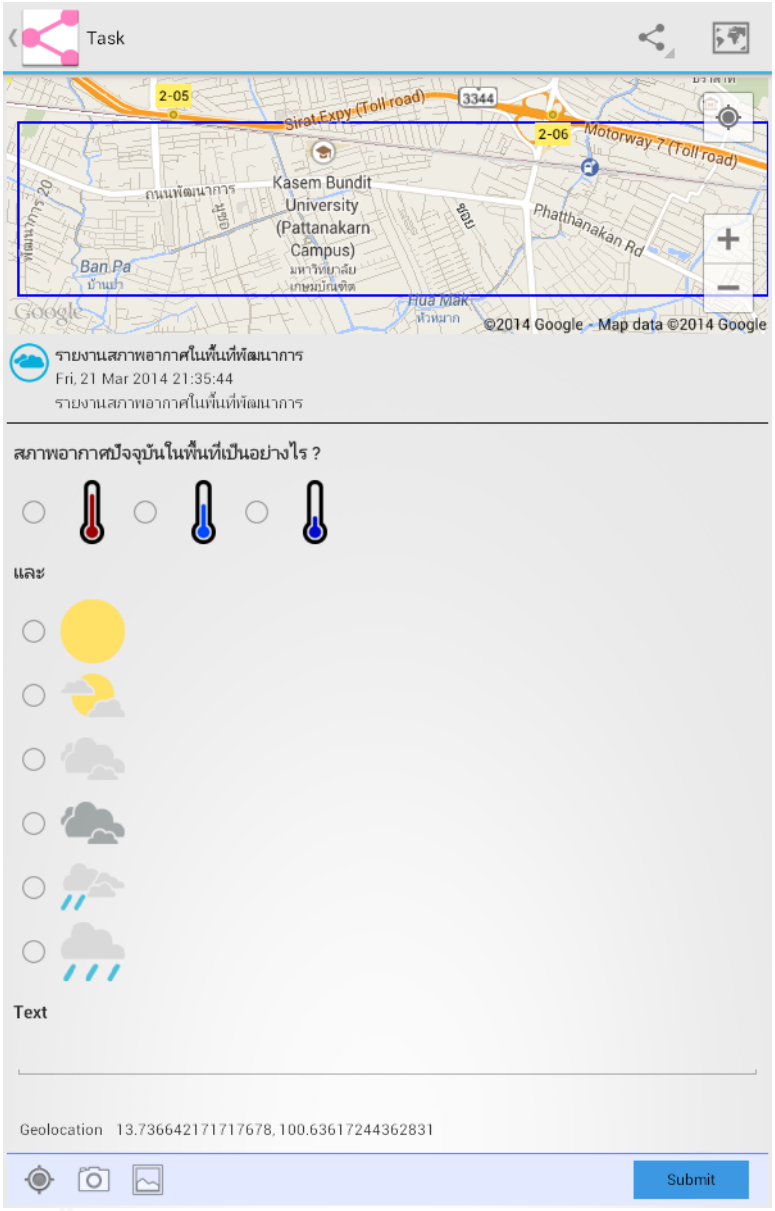
^T6 ^I รายงานสภาพอากาศในพื้นที่พัฒนาการ ^D10000 ^Q1T2 สภาพอากาศปัจจุบันในพื้นที่เป็นอย่างไร ^Q1A1 ร้อน ^Q1A2 อบอุ่น ^Q1A3 เย็น ^Q2T2 และ ^Q2A1 ท้องฟ้าแจ่มใส ^Q2A2 มีเมฆเป็นบางส่วน ^Q2A3 มีเมฆมาก ^Q2A4 ครึ้มฟ้าครึ้มฝน ^Q2A5 ฝนตกเล็กน้อย ^Q2A6 ฝนตกหนัก ^^

ภาพที่ 65 ข้อความการรายงานสภาพอากาศที่ถูกสร้างโดยระบบ

เมื่อกระจายคำถามผ่านทวิตเตอร์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบทวีตย่อยๆ ดังภาพที่ 66

ภาพที่ 66 ทวีตของคำถามการรายงานสภาพอากาศ

เมื่อผู้ใช้งานได้รับคำถามและอยู่ในพื้นที่จะสามารถเลือกแสดงผลคำถามได้ดังภาพที่ 67



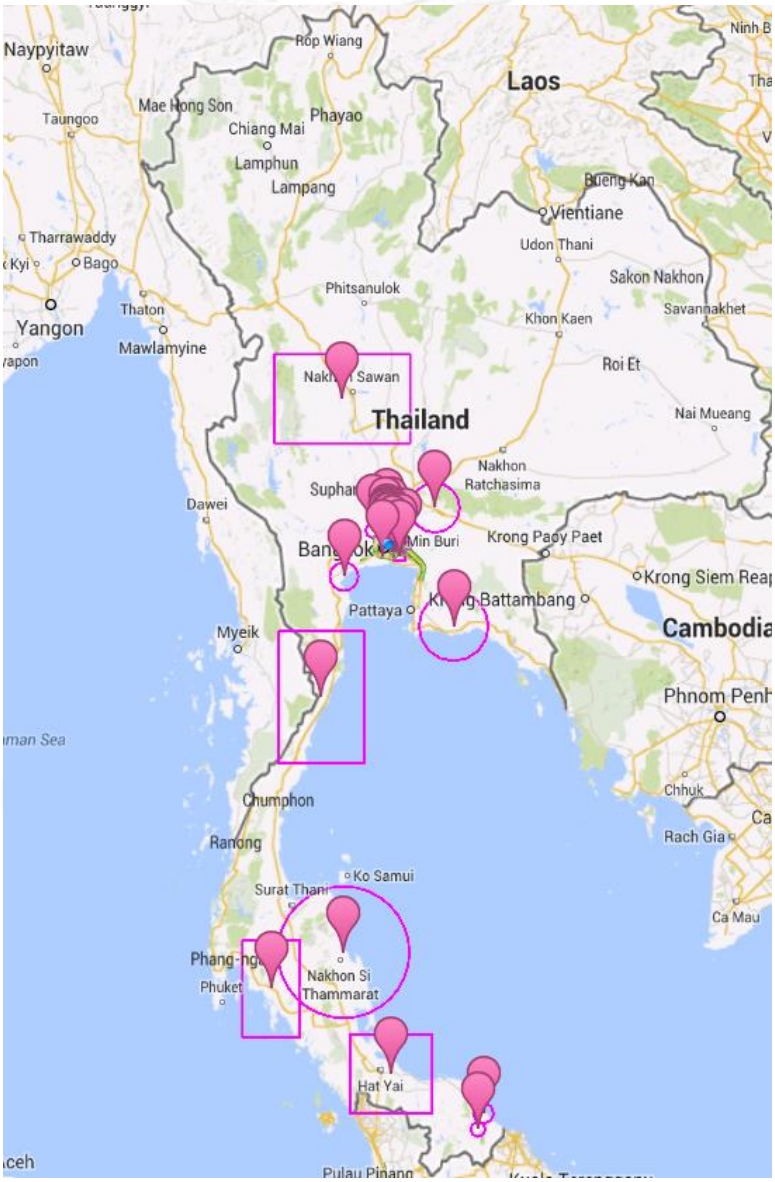
ภาพที่ 67 การแสดงผลคำถามการรายงานสภาพอากาศของแอนดรอยด์ไคลเอนต์

และเนื่องจากมีการแก้ไขคำถามซึ่งจำเป็นต้องมีการแก้ไขทวีตเป็นจำนวนมาก จึงใช้การแก้ไขโดยฝังคำถามให้อยู่ในเทมเพลตของโมบายล์แอพพลิเคชันและเว็บแอพพลิเคชัน และเพื่อให้การแสดงผลคำถามง่ายต่อการตอบของผู้ใช้งานจึงใช้รูปแทนเซตของคำตอบ

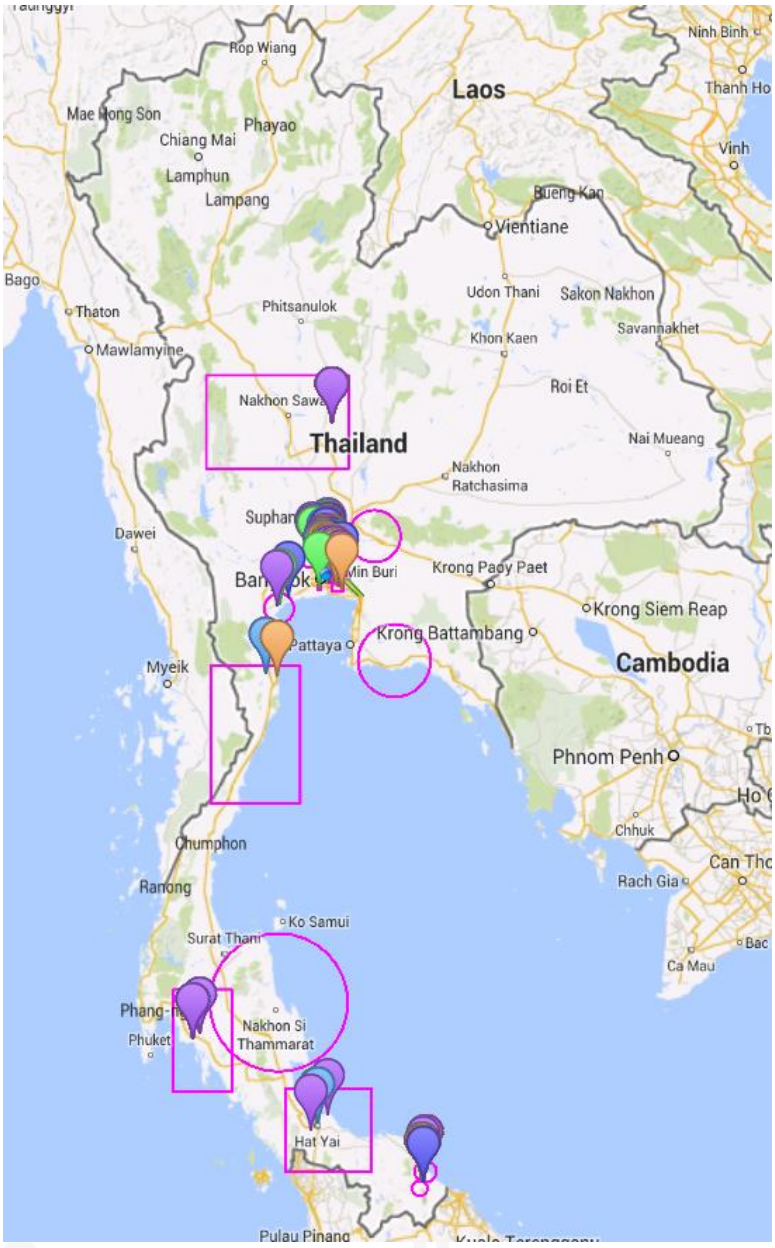
การส่งคำถามการรายงานสภาพอากาศโดยเฉลี่ยแล้วจะใช้ 2 ทวีตต่อคำถามและไม่มีการส่งข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ซึ่งทำให้สามารถส่งคำถามไปยังมวลชนได้สูงสุด 50 คำถามต่อชั่วโมง หรือ 1,200 คำถามต่อวันตามข้อจำกัดในตารางที่ 6 มวลชนสามารถรับทวีตได้ทั้งหมด เนื่องจากไม่ติดข้อจำกัดในการร้องขอทวีตและทวีตสะสมสูงสุดของระบบไม่เกินข้อจำกัด ซึ่งมวลชนแต่ละคนต้องดาวน์โหลดข้อมูลขนาดประมาณ 1.37 เมกะไบต์ต่อวัน แต่เนื่องจากเป็น

คำถามที่มีกรอบของเวลายาวนานจึงต้องมีการคำนึงถึงทวีตสะสมสูงสุดที่ไคลเอนต์สามารถรับได้คือ 3,200 ทวีต ซึ่งหากไม่มีการลบคำถามออกจากระบบจะได้คำถามทั้งหมด 1,600 คำถามและใช้เวลา 32 ชั่วโมงในการส่งคำถามทั้งหมดและมวลชนแต่ละคนต้องดาวน์โหลดข้อมูลขนาดประมาณ 1.83 เมกะไบต์

จากการทดลองมีการกระจายคำถามเข้าสู่ทวิตเตอร์ทั้งหมด 36 คำถามไปยังพื้นที่เป้าหมายที่ครอบคลุมพื้นที่ดังภาพที่ 68 และดังตารางที่ 13 และตารางที่ 14 โดยมีคำตอบทั้งหมด 1,298 คำตอบดังภาพที่ 72 และมีคำถามที่ได้รับคำตอบทั้งหมด 34 คำถามหรือคิดเป็น 94.44 เปอร์เซ็นต์ของคำถามทั้งหมด



ภาพที่ 68 พื้นที่เป้าหมายของคำถามการรายงานสภาพอากาศ



ภาพที่ 69 คำตอบโดยรวมของคำถามการรายงานสภาพอากาศ

Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 คำถามการรายงานสภาพอากาศ

วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	คำถาม	จำนวนคำตอบ
14/08/2013 15:48	รายงานสภาพอากาศใน อ.เมืองนราธิวาส	328
20/07/2013 14:02	รายงานสภาพอากาศในบริเวณสามย่าน	202
20/07/2013 13:15	รายงานสภาพอากาศบริเวณห้วยขวาง	197
14/08/2013 18:50	สภาพอากาศใน อ.ระแงะ จ.นราธิวาส	117
13/08/2013 19:20	สภาพอากาศในพื้นที่บางกะปิ	56
19/07/2013 22:19	รายงานสภาพอากาศใน อ.เมืองนราธิวาส (1)	55
28/07/2013 00:14	รายงานสภาพอากาศในพื้นที่สามเสนใน	54
16/08/2013 20:23	สภาพอากาศใน จ.นครสวรรค์	43
19/07/2013 22:25	รายงานสภาพอากาศใน อ.ระแงะ จ.นราธิวาส (1)	36
20/07/2013 13:59	รายงานสภาพอากาศในบริเวณพญาไท	32
31/08/2013 20:01	สภาพอากาศในพื้นที่พระรามเก้า	26
16/08/2013 20:44	สภาพอากาศในพื้นที่โชคชัย 4	20
31/08/2013 23:24	สภาพอากาศในพื้นที่จตุจักร	17
31/08/2013 20:12	สภาพอากาศใน จ.กระบี่	17
26/07/2013 14:42	รายงานสภาพอากาศในพื้นที่ จ.ปทุมธานี	17
13/08/2013 19:15	สภาพอากาศในพื้นที่รามคำแหง	13
28/08/2013 09:19	สภาพอากาศในพื้นที่อ่อนนุช	12
16/08/2013 18:59	สภาพอากาศใน จ.สงขลา	12
31/08/2013 21:39	สภาพอากาศในพื้นที่สุขุมวิท	6
16/08/2013 22:56	สภาพอากาศบริเวณสนามบินดอนเมือง	6
16/08/2013 21:12	สภาพอากาศใน จ.ประจวบคีรีขันธ์	6
31/08/2013 21:14	สภาพอากาศในพื้นที่ อ.บางพลี	5
16/08/2013 20:27	สภาพอากาศใน อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี	4
31/08/2013 20:50	สภาพอากาศในพื้นที่สมุทรสงคราม	3
31/08/2013 20:06	สภาพอากาศในพื้นที่ประเวศ	3

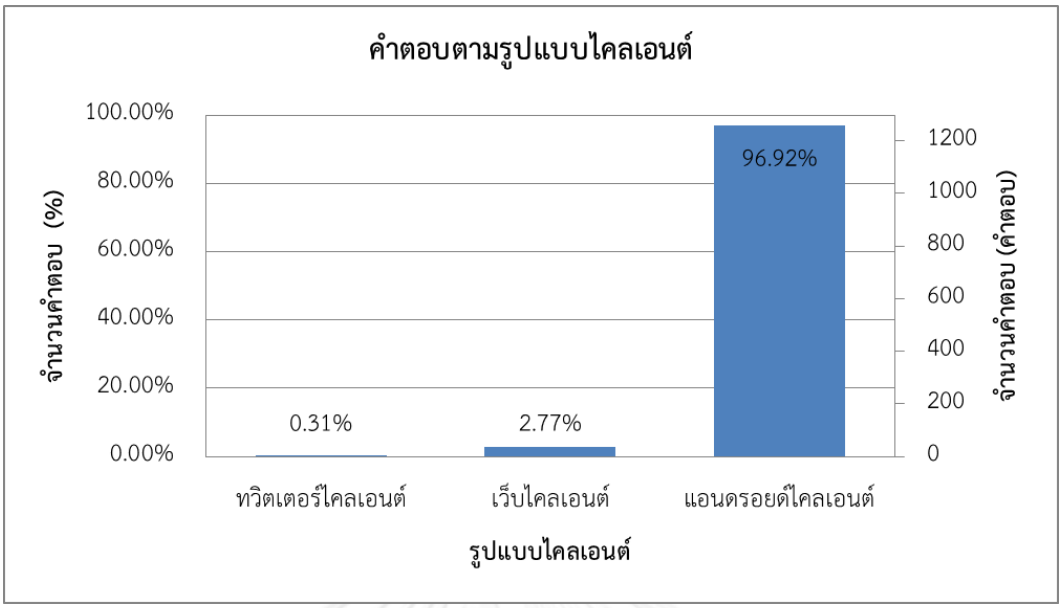
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 คำถามการรายงานสภาพอากาศ (ต่อ)

วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	คำถาม	จำนวนคำตอบ
06/09/2013 15:50	Weather in Würzburg	2
31/08/2013 23:20	สภาพอากาศในพื้นที่เมืองทองธานี	2
31/08/2013 21:24	สภาพอากาศในพื้นที่ลาดกระบัง	2
31/08/2013 21:04	สภาพอากาศในพื้นที่หนองแขม	2
31/08/2013 20:46	สภาพอากาศในพื้นที่อุดมสุข	2
21/03/2014 21:35	รายงานสภาพอากาศในพื้นที่พัฒนาการ	1
01/09/2013 22:52	รายงานสภาพอากาศในทุ่งครุ	1
16/08/2013 22:53	สภาพอากาศในสนามบินสุวรรณภูมิ	1
16/08/2013 18:09	สภาพอากาศใน จ.นครนายก	1
16/08/2013 22:05	สภาพอากาศใน จ.นครศรีธรรมราช	0
16/08/2013 19:13	สภาพอากาศใน จ.ระยอง	0

การเข้าร่วมของมวลชนผ่านไคลเอนต์ทั้ง 3 รูปแบบแสดงได้ดังภาพที่ 70 โดยมีการตอบคำถามผ่านทวิตเตอร์ไคลเอนต์จำนวน 4 คำตอบหรือคิดเป็น 0.31 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด มีการใช้เว็บไคลเอนต์ในการตอบคำถามจำนวน 36 คำตอบหรือคิดเป็น 2.77 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และมีการใช้แอนดรอยด์ไคลเอนต์ในการตอบคำถามจำนวน 1,258 คำตอบหรือคิดเป็น 96.92 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

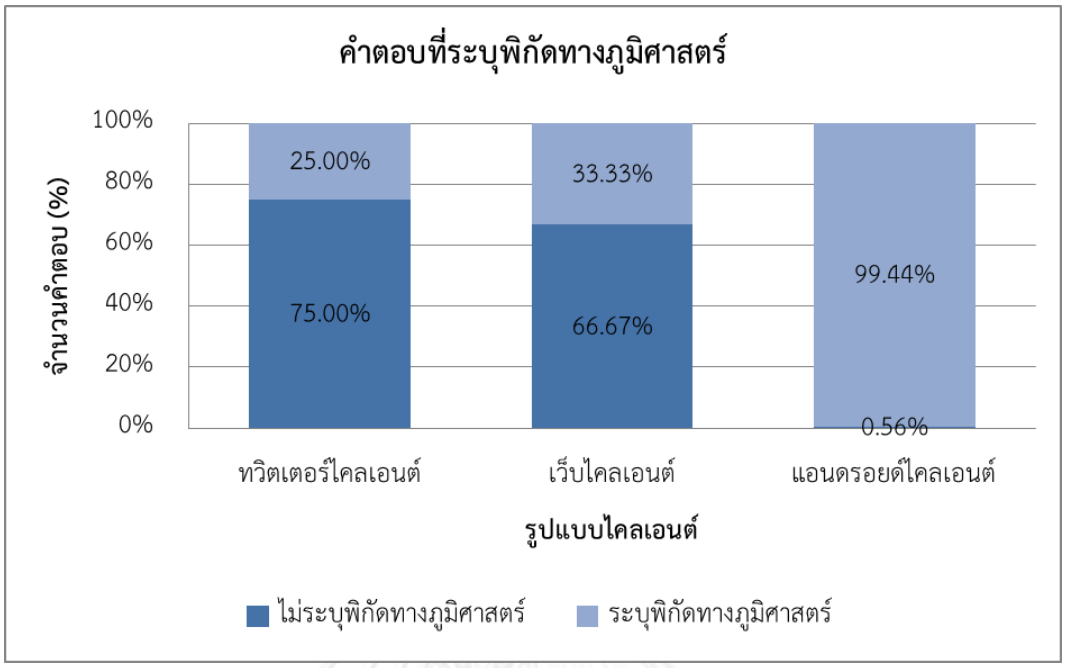
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 70 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานสภาพอากาศ

คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์แสดงดังภาพที่ 71 การตอบคำถามด้วยการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ 1,264 คำตอบหรือคิดเป็น 97.38 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และเมื่อแบ่งตามรูปแบบของไคลเอนต์ คำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากทวิตเตอร์ไคลเอนต์มี 1 คำตอบหรือคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยทวิตเตอร์ไคลเอนต์ คำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากเว็บไคลเอนต์มี 12 คำตอบหรือคิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยเว็บไคลเอนต์ และคำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์มี 1,251 คำตอบหรือคิดเป็น 99.44 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยแอนดรอยด์ไคลเอนต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

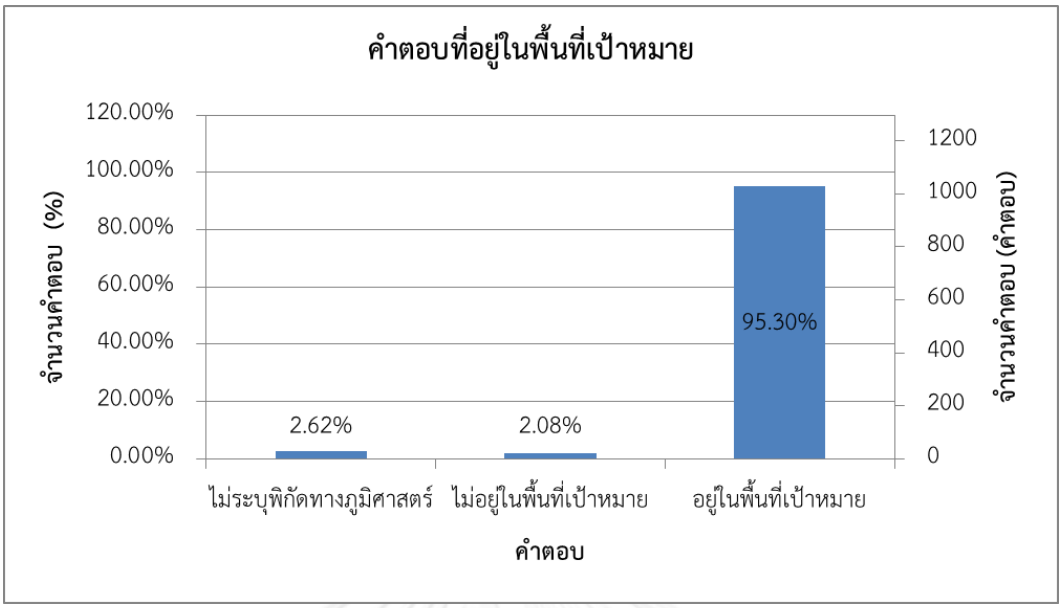


ภาพที่ 71 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานสภาพอากาศ

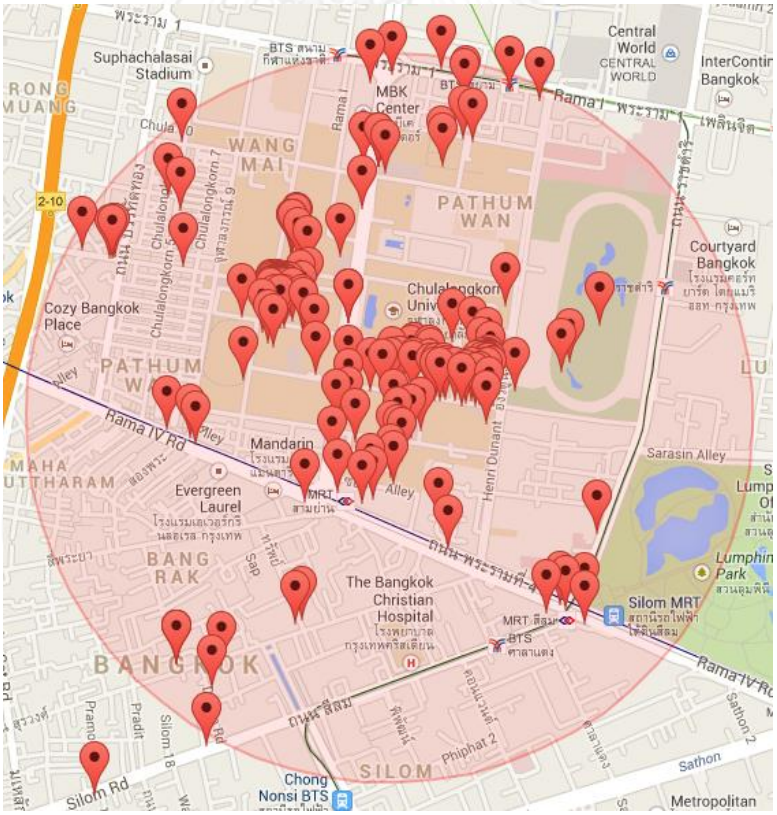
เมื่อตรวจสอบคำตอบว่ามาจากพื้นที่เป้าหมายหรือไม่แสดงได้ดังภาพที่ 72 โดยคำตอบที่ไม่ได้ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์มีจำนวน 34 คำตอบหรือคิดเป็น 2.62 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด คำตอบที่ไม่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 27 คำตอบหรือคิดเป็น 2.08 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และคำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 1,237 คำตอบหรือคิดเป็น 95.30 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

ตัวอย่างพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ปักหมุดลงบนแผนที่แสดงได้ดังภาพที่ 73 ซึ่งเป็นการรายงานสภาพอากาศบริเวณสามย่านจำนวน 202 คำตอบ จะเห็นได้ว่ามีพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่มวลชนตอบคำตอบถามอยู่ทั้งในและนอกพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งการตรวจสอบพื้นที่เป้าหมายเพื่อกรองข้อมูลและการแจ้งเตือนจะเกิดขึ้นภายในพื้นที่เป้าหมายแต่เมื่อมีการเคลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างนั้นจนออกนอกพื้นที่จึงทำให้มีการส่งคำตอบที่อยู่นอกพื้นที่เป้าหมายเกิดขึ้น และจากการสังเกตหมุดที่อยู่นอกพื้นที่จำนวน 2 หมุดมุมล่างซ้ายจะอยู่ในแนวถนนสีลม หมุดที่อยู่ใกล้พื้นที่เป้าหมายแสดงให้เห็นว่ามวลชนอาจเดินทางด้วยการเดินเท้าหรือรถ และหมุดที่อยู่ห่างจากพื้นที่มากกว่าแสดงให้เห็นว่ามวลชนอาจมีการเดินทางด้วยรถ

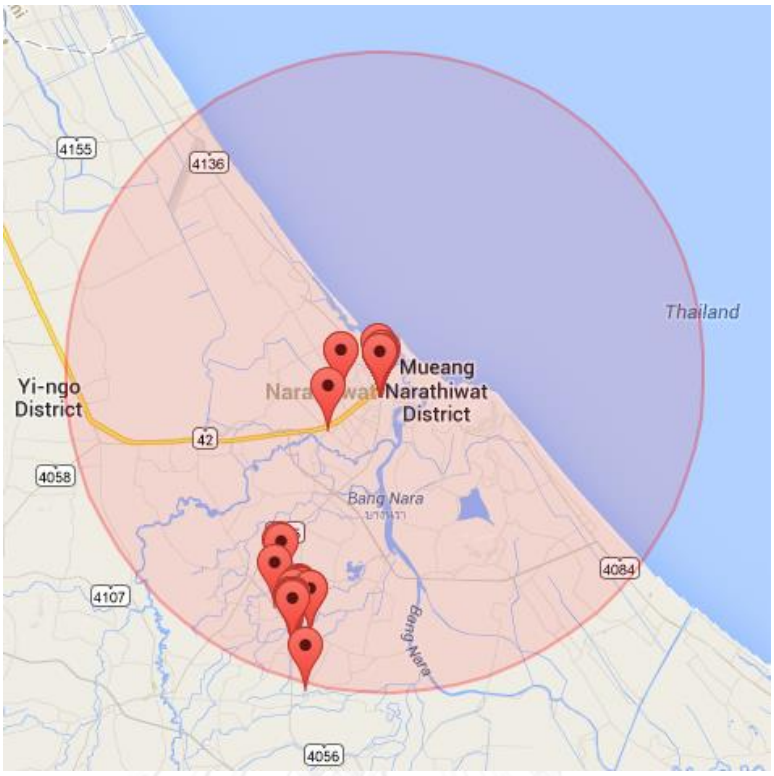
และรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาสแสดงดังภาพที่ 74 ซึ่งมีคำตอบทั้งหมด 327 คำตอบและมีมวลชนที่เข้าร่วมตอบคำถาม 4 คน มีคำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย 326 คำตอบและอยู่นอกพื้นที่เป้าหมายเพียง 1 คำตอบที่ห่างจากพื้นที่เป้าหมายประมาณ 380 เมตร



ภาพที่ 72 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของการรายงานสภาพอากาศ



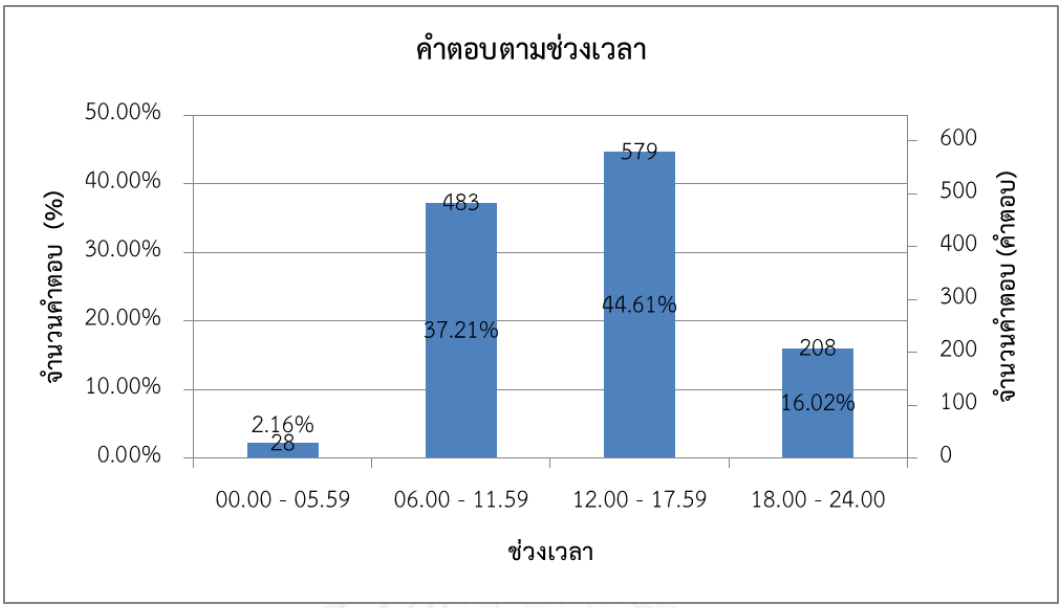
ภาพที่ 73 พิกัดทางภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่มวลชนรายงานสภาพอากาศในบริเวณสามย่าน



ภาพที่ 74 พิกัดทางภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่มวลชนรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาส

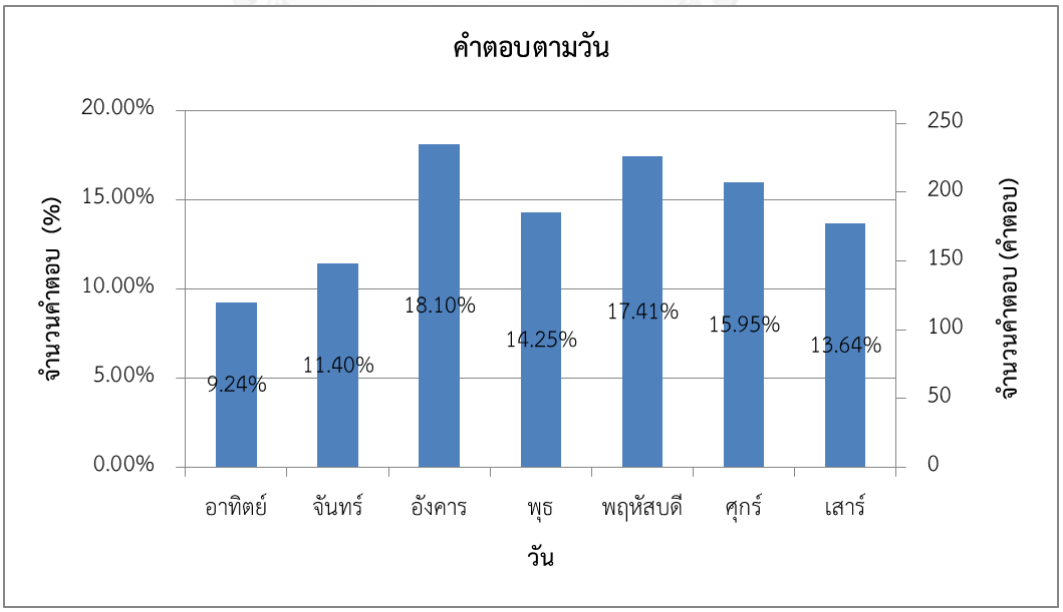
เมื่อพิจารณาตามช่วงเวลามีคำตอบจากผู้ใช้งานแสดงได้ดังภาพที่ 75 โดยมีคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบในช่วงเวลา 00.00 – 00.59 นาฬิกา จำนวน 28 คำตอบหรือคิดเป็น 2.16 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 06.00 – 11.59 นาฬิกา จำนวน 483 คำตอบหรือคิดเป็น 37.21 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 12.00 – 17.59 นาฬิกา จำนวน 579 คำตอบหรือคิดเป็น 44.61 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการตอบคำถามมากที่สุด และผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 18.00 – 24.00 นาฬิกา จำนวน 208 คำตอบหรือคิดเป็น 16.02 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 75 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลาของการรายงานสภาพอากาศ

คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันแสดงได้ดังภาพที่ 76 คำตอบในวันอังคารมีจำนวนมากที่สุดคือ 235 คำตอบหรือคิดเป็น 18.10 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด รองลงมาเป็นคำตอบในวันศุกร์ที่มีจำนวน 226 คำตอบหรือคิดเป็น 17.41 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และวันที่มีการตอบคำถามน้อยที่สุดคือวันอาทิตย์ โดยมี 120 คำตอบหรือคิดเป็น 9.24 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 76 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันของการรายงานสภาพอากาศ

การทดลองนี้ทำให้ทราบว่าระบบสามารถรองรับการส่งข้อมูลหรือคำตอบจากมวลชนได้

4.2.5 การสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลา

เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นเป้าหมายหนึ่งของงานวิจัยเพื่อนำไปใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ประสบภัยที่เป็นมวลชนที่อยู่พื้นที่ โดยข้อมูลพื้นที่ประสบภัยซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายของระบบจะถูกเผยแพร่ออกสู่สาธารณะโดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น USGS ที่มีการรายงานและแจ้งเตือนข้อมูลแผ่นดินไหวที่มีข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ผ่านทวิตเตอร์โดยใช้บัญชี @USGSBigQuakes ดังภาพที่ 77 เป็นต้น

ภาพที่ 77 ทวีตรายงานเหตุการณ์แผ่นดินไหวผ่านทางทวิตเตอร์ของ USGS

เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลาที่เกิดขึ้น การทดลองนี้ผู้วิจัยจึงต้องการทราบว่าระบบสามารถรองรับการสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลาได้หรือไม่ ซึ่งทำให้การส่งและการสอบถามข้อมูลไปยังผู้ที่อยู่ในพื้นที่ประสบภัยพิบัติได้อย่างทันท่วงที

จึงมีการจำลองการนำข้อมูลเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติมาใช้ แต่สำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทยมีอยู่น้อย จึงเปลี่ยนรูปแบบการทดลองที่มีความคล้ายคลึงกันและสามารถทดลองได้ในพื้นที่กรุงเทพมหานครคือการจราจรติดขัด

ข้อมูลการจราจรติดขัดจากบริการ Longdo Traffic ที่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะผ่านทางทวิตเตอร์จะมีข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ ณ ตำแหน่งที่เกิดการจราจรติดขัดขึ้นดังภาพที่ 78 โดยมีแหล่งข้อมูลจากทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น มูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (iTic) อาสาสมัคร Longdo เป็นต้น ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้มาใช้กับระบบได้เช่นเดียวกับการ

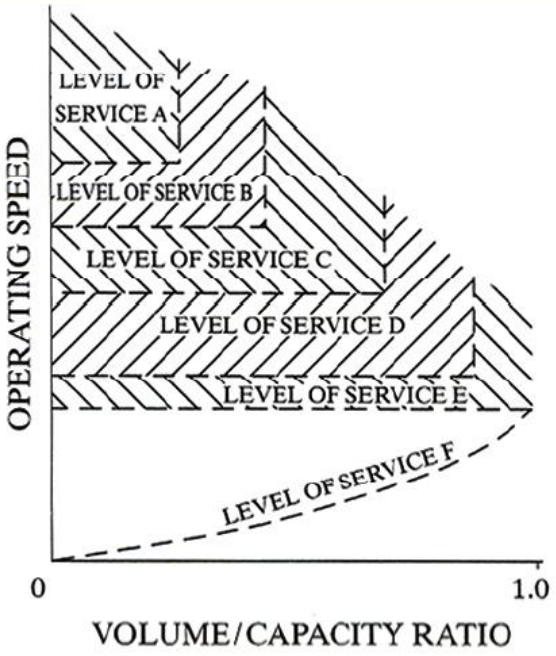
รายงานเหตุการณ์แผ่นดินไหวผ่านทางทวิตเตอร์ของ USGS โดยใช้ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นตัวตั้งต้นของคำถาม

ภาพที่ 78 ข้อมูลการจราจรติดขัดที่เผยแพร่ทางทวิตเตอร์ของ Longdo Traffic

การทดลองนี้ใช้การรายงานการจราจรติดขัดได้ถูกกำหนดเป็นแอพพลิเคชันย่อยซึ่งระบุไว้ในเทมเพลตซึ่งอธิบายไว้แล้วในบทที่ 3 ในหัวข้อ 3.2

การรายงานการจราจรติดขัดของผู้ใช้งานจะใช้ระดับการให้บริการ (Level of service : LOS) [30] เป็นเกณฑ์ โดยระดับการให้บริการเป็นการประเมินประสิทธิภาพการจราจรและประสิทธิภาพของท้องถนนด้วยระดับการให้บริการ โดยหลักแล้วจะใช้ประเมินประสิทธิภาพการจราจรบนทางหลวงและเมื่อนำมาใช้กับการจราจรบนถนนในเมืองจะมีค่าความเร็วหรือระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันเป็นสัดส่วนที่ลดลงดังภาพที่ 79 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราส่วนปริมาณการจราจรต่อความจุที่ระดับการให้บริการต่างๆ ระดับการให้บริการแบ่งออกเป็น 6 ระดับ แทนด้วยตัวอักษร A ถึง F ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 79 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราส่วนปริมาณการจราจรต่อความจุที่ระดับการให้บริการต่างๆ

- ระดับการให้บริการ A - ระดับการให้บริการที่รถสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วอิสระ (Free-flow speed) และการสัญจรจะไม่ถูกรบกวนจากรถคันอื่นแม้จะมีความหนาแน่นที่สูงสุดที่ระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันประมาณ 167 เมตรหรือเทียบเท่ากับความยาวรถยนต์ 27 คัน ทำให้เป็นระดับการให้บริการที่มีการขับขี่ที่มีความสบายสูงสุด ปัญหาอุบัติเหตุและสภาพถนนไม่เป็นอุปสรรคต่อการขับขี่มากนัก
- ระดับการให้บริการ B – ระดับการให้บริการนี้ รถสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันประมาณ 100 เมตรหรือเทียบเท่ากับความยาวรถยนต์ 16 คัน การเปลี่ยนช่องจราจรอาจถูกจำกัดบ้างเล็กน้อยแต่ยังคงมีความสบายในการขับขี่
- ระดับการให้บริการ C – ระดับการให้บริการนี้ ความเร็วของรถใกล้เคียงความเร็วอิสระแต่จะถูกจำกัดความเร็วมากยิ่งขึ้นเนื่องจากมีปริมาณรถเพิ่มมากขึ้นและผู้ขับขี่ต้องมีความระมัดระวังในการเปลี่ยนช่องจราจร ระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันประมาณ 67 เมตรหรือเทียบเท่ากับรถยนต์ 11 คัน อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนไม่กระทบต่อสภาพการจราจรมากนักแต่สภาพถนนเริ่มเป็นอุปสรรคต่อการขับขี่มากขึ้นจนอาจมีการจราจรติดขัด

- ระดับการให้บริการ D – ระดับการให้บริการนี้ ความเร็วของรถเริ่มลดลงเล็กน้อย เริ่มมีปริมาณจราจรและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความอิสระของการสัญจรถูกจำกัดมากขึ้นอย่างชัดเจน ความสบายในการขับขี่ลดลงและส่งผลต่อความเครียดของผู้ขับขี่ให้สูงขึ้น ระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันประมาณ 50 เมตรหรือเทียบเท่ากับรถยนต์ 8 คัน อุบัติเหตุเล็กน้อยจะทำให้เกิดการจราจรติดขัดเพราะมีพื้นที่ว่างในการขับขี่และหลบหลีกลดลง
- ระดับการให้บริการ E – ระดับการให้บริการนี้ ถนนรองรับกับปริมาณการจราจรได้สูงสุดและเป็นไปด้วยความยากลำบาก ระยะห่างระหว่างรถแต่ละคันมีความไม่แน่นอนแต่เทียบได้เท่ากับรถยนต์ 6 คัน ทำให้มีพื้นที่ในการขับขี่และเปลี่ยนช่องจราจรลดลง การเปลี่ยนช่องจราจรและทางแยกสามารถทำให้เกิดการจราจรติดขัด อุบัติเหตุเล็กน้อยอาจทำให้เกิดการจราจรติดขัดรุนแรงได้
- ระดับการให้บริการ F – ระดับการให้บริการนี้เกิดการจราจรติดขัดซึ่งเกิดจากการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นชั่วขณะ เกิดขอขวดหรือทางแยก ทำให้ถนนสามารถรองรับปริมาณการจราจรได้ลดลงจนเกิดการจราจรติดขัดหยุดนิ่ง

โดยใช้ข้อความแทนระดับการให้บริการดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ข้อความแทนระดับการให้บริการ

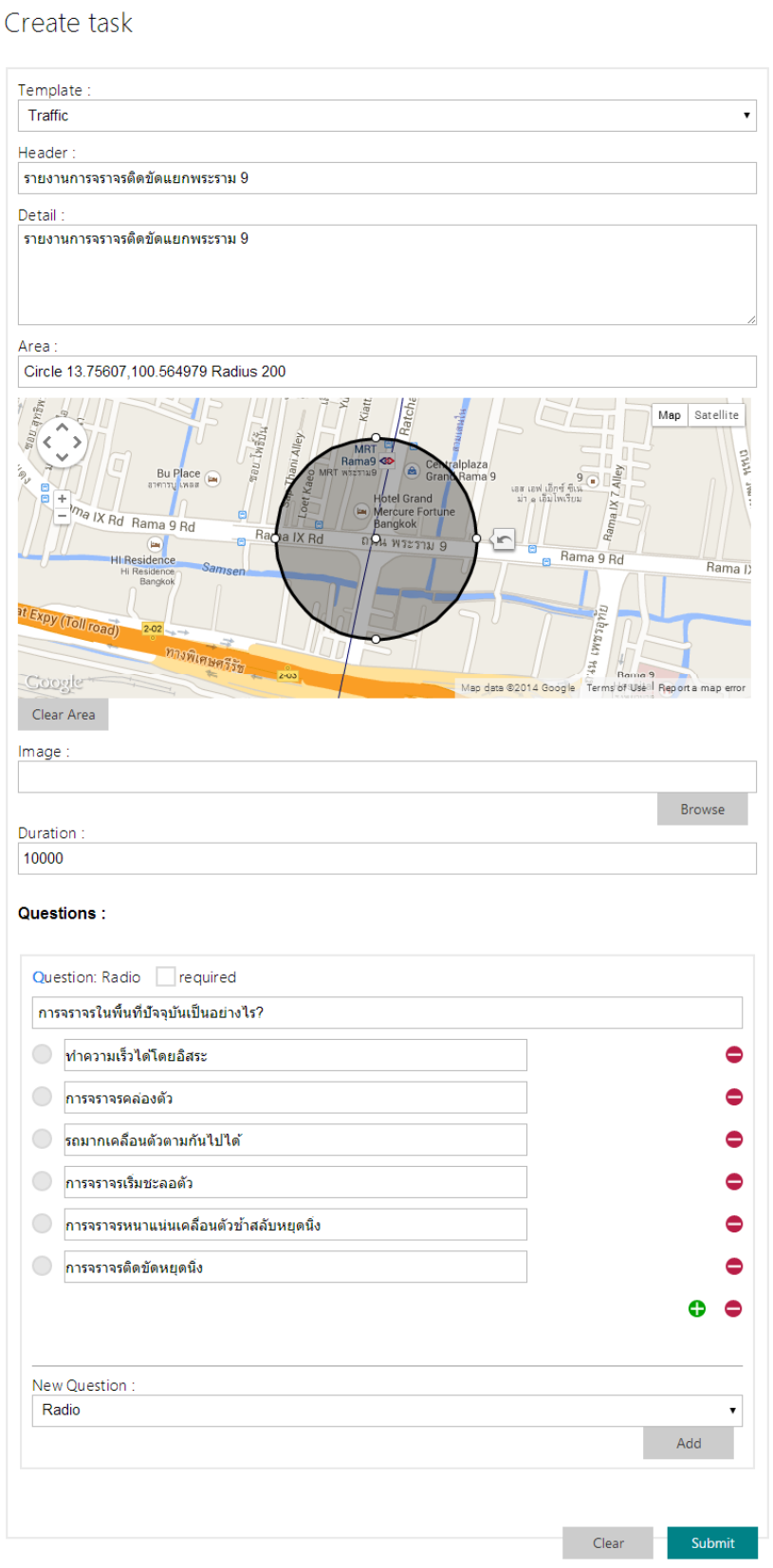
ระดับการให้บริการ	**ข้อความแทนระดับการให้บริการ**	
	ภาษาอังกฤษ	**ภาษาไทย**
A	Free flow	ทำความเร็วได้โดยอิสระ
B	Reasonably free flow	การจราจรคล่องตัว
C	Stable flow	รถมากเคลื่อนตัวตามกันไปได้
D	Approaching unstable flow	การจราจรเริ่มชะลอตัว
E	Unstable flow	การจราจรหนาแน่นเคลื่อนตัวช้าสลับหยุดนิ่ง
F	Forced or breakdown flow	การจราจรติดขัดหยุดนิ่ง

โดยจะต้องกำหนดข้อมูลที่กระจายไปยังมวลชนผ่าน Requester Portal ดังภาพที่ 80 ข้อมูลที่ต้องกำหนดมีดังนี้

- เทมเพลต - ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเทมเพลตไว้สำหรับการรายงานการจราจรติดขัดในชื่อ “Traffic”
- หัวข้องาน - การจราจรติดขัด

- รายละเอียดงาน - ระบบพบการรายงานการจราจรติดขัดในพื้นที่
- พื้นที่เป้าหมาย - พื้นที่วงกลมในรัศมี 500 เมตรรอบจุดอ้างอิงศูนย์กลางวงกลมซึ่งเป็นพิกัดทางภูมิศาสตร์จาก Longdo Traffic ซึ่งได้ระยะทางบนถนนประมาณ 1 กิโลเมตรหรือคิดเป็นพื้นที่ 0.785 ตารางกิโลเมตร
- คำถาม - แบบตัวเลือกเดียว โดยมีเซตของคำตอบเป็นระดับการให้บริการ ได้แก่ ทำความเร็วได้โดยอิสระ การจราจรคล่องตัว รถมากเคลื่อนตัวตามกันไปได้ การจราจรเริ่มชะลอตัว การจราจรหนาแน่นเคลื่อนตัวช้าสลับหยุดนิ่ง และการจราจรติดขัดหยุดนิ่ง
- กรอบเวลา - กำหนดเวลาในการเปิดรับคำตอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมงนับจากข้อมูลถูกส่งเข้าสู่ทวิตเตอร์ ซึ่งเป็นเวลาที่คาดว่าการจราจรยังคงติดขัดอยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



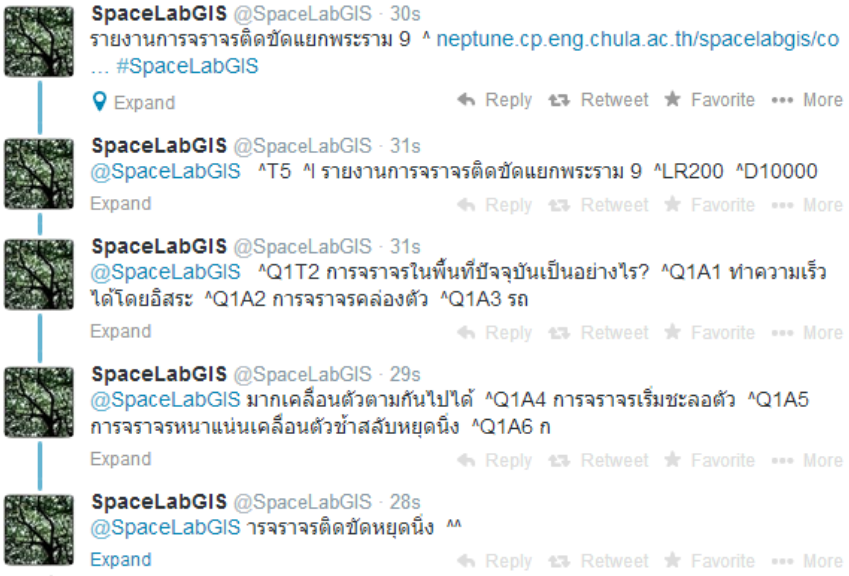
ภาพที่ 80 การกำหนดข้อมูลการรายงานจราจรติดขัดผ่าน Requester Portal

โดยได้ข้อความในการกระจายไปยังมวลผ่านทวิตเตอร์เป็นดังภาพที่ 81

^T5 ^I รายงานการจราจรติดขัดแยกพระราม 9 ^LR200 ^D10000 ^Q1T2 การจราจรในพื้นที่ปัจจุบันเป็นอย่างไร? ^Q1A1 ทำความเร็วได้โดยอิสระ ^Q1A2 การจราจรคล่องตัว ^Q1A3 รถมากเคลื่อนตัวตามกันไปได้ ^Q1A4 การจราจรเริ่มชะลอตัว ^Q1A5 การจราจรหนาแน่นเคลื่อนตัวช้าสลับหยุดนิ่ง ^Q1A6 การจราจรติดขัดหยุดนิ่ง ^^

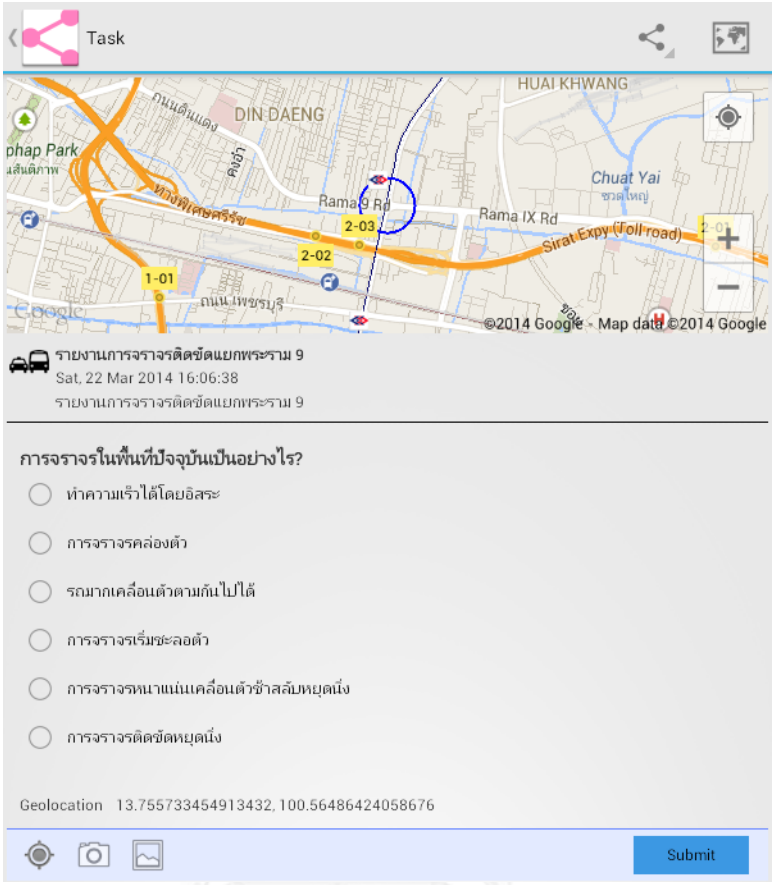
ภาพที่ 81 ข้อความการรายงานการจราจรติดขัดที่ถูกสร้างโดยระบบ

เมื่อกระจายคำถามผ่านทวิตเตอร์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบทวีตย่อยๆ ดังภาพที่ 82



ภาพที่ 82 ทวีตของคำถามการรายงานการจราจรติดขัด

เมื่อผู้ใช้งานได้รับคำถามและอยู่ในพื้นที่จะสามารถเลือกแสดงผลคำถามได้ดังภาพที่ 83



ภาพที่ 83 การแสดงผลคำถามการรายงานการจราจรติดขัดของแอนดรอยด์ไคลเอนต์

โดยการทดลองขั้นต้นพบว่าจำนวนทวีตที่ใช้ในการถามคำถามมีปริมาณมาก ซึ่งเป็นภาระในการดาวน์โหลดข้อมูลของโมบายล์แอพพลิเคชัน และเนื่องจากเซตของคำตอบเหมือนกันในทุกๆ คำถาม ผู้วิจัยจึงนำเซตของคำตอบไปรวมไว้กับเทมเพลตของระบบซึ่งถูกฝังไว้ในซอร์สโค้ดของโมบายล์แอพพลิเคชันซึ่งทำให้ลดจำนวนทวีตที่ใช้ลงและลดภาระการดาวน์โหลดข้อมูลทวีตของโมบายล์แอพพลิเคชัน แต่ทั้งนี้การแก้ไขเปลี่ยนแปลงเซตของคำตอบจำเป็นต้องแก้ไขโมบายล์แอพพลิเคชันด้วยและผู้ใช้งานจะได้รับเซตของคำตอบที่แก้ไขแล้วหลังการปรับปรุง (update) โมบายล์แอพพลิเคชันผ่านกูเกิลเพลย์

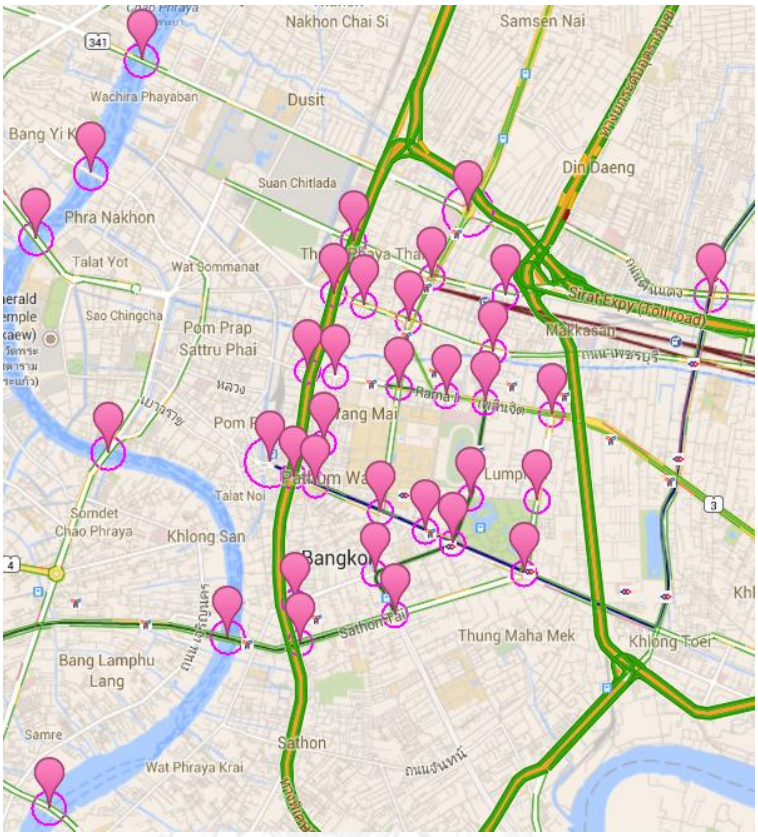
แต่เนื่องจากมีผู้เข้าร่วมที่มีการเดินทางในพื้นที่ที่มีการรายงานการจราจรติดขัดจาก Longdo Traffic ไม่มากนักและการจำกัดเวลาที่คาดว่าการจราจรยังคงติดขัดอยู่เพียง 1 ชั่วโมง ซึ่งถือเป็นเวลาที่น้อยสำหรับการเดินทางในสภาพการจราจรติดขัดในชั่วโมงเร่งด่วนในกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยจึงใช้การกำหนดพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่รอบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการสอบถามสภาพการจราจรติดขัดบริเวณทางแยก เช่น แยกปทุมวัน แยกสามย่าน แยกศาลาแดง แยกอังรีดูนังต์ เป็นต้น

การส่งคำถามการรายงานการจราจรติดขัดที่ได้รับจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic จะใช้ 2 ทวีตต่อคำถามและไม่มีการส่งข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ซึ่งทำให้สามารถส่งคำถามไปยังมวลชนได้สูงสุด 50 คำถามต่อชั่วโมง หรือ 1,200 คำถามต่อวันตามข้อจำกัดในตารางที่ 6 มวลชนสามารถรับทวีตได้ทั้งหมดเนื่องจากไม่ติดข้อจำกัดในการร้องขอทวีตและทวีตสะสมสูงสุดของระบบไม่เกินข้อจำกัด ซึ่งมวลชนแต่ละคนต้องดาวน์โหลดข้อมูลขนาดประมาณ 1.37 เมกะไบต์ต่อวัน และเนื่องจากเป็นคำถามที่มีกรอบของเวลาสั้นจึงมีการลบคำถามที่เกินกรอบของเวลา 1 ชั่วโมงออกจากระบบ จึงไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงทวีตสะสมสูงสุดที่ไคลเอนต์สามารถรับได้

จากการทดลองมีคำถามทั้งหมด 15,663 คำถาม โดยแบ่งเป็นคำถามที่ได้รับจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic จำนวน 15,626 คำถามหรือมีคำถามประมาณ 62 คำถามต่อวัน และคำถามที่มีพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่บริเวณแยกจำนวน 37 คำถามดังภาพที่ 84 ระบบได้รับคำตอบทั้งหมด 131 คำตอบแสดงดังภาพที่ 88 โดยมีคำถามที่ถูกตอบทั้งหมด 42 คำถามหรือคิดเป็น 0.27 เปอร์เซ็นต์ของคำถามทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 16 และตารางที่ 17 โดยแยกเป็นคำถามจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic จำนวน 29 คำถามหรือคิดเป็น 0.19 เปอร์เซ็นต์ของคำถามจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic และคำถามพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่บริเวณแยกจำนวน 13 คำถามหรือคิดเป็น 35.14 เปอร์เซ็นต์ของคำถามที่มีพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่บริเวณแยก

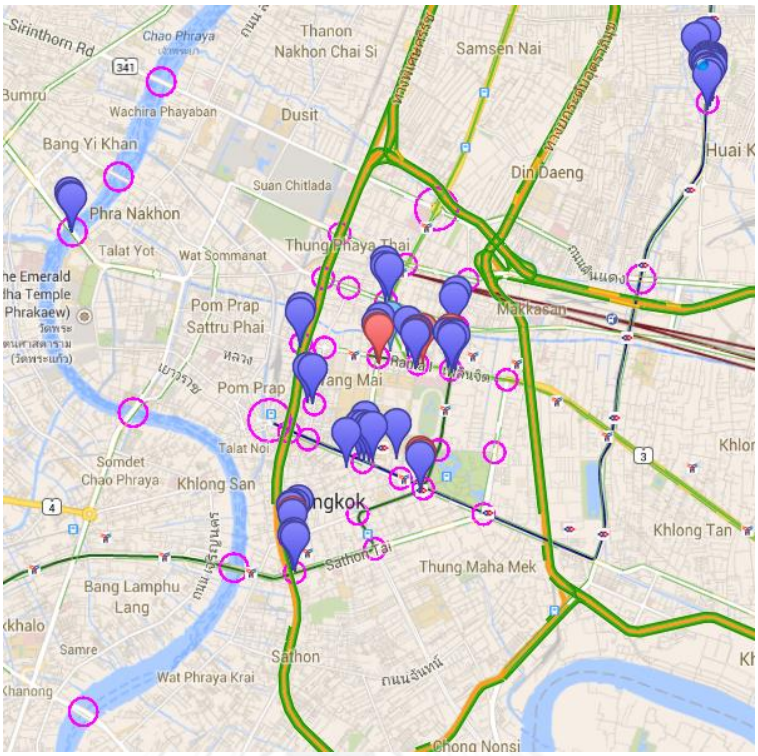
จากจำนวนเปอร์เซ็นต์ของคำถามที่ได้รับคำตอบจากคำถามทั้งหมดถือเป็นปริมาณที่น้อยมาก อาจเนื่องมาจากการมีมวลชนผู้เข้าร่วมรวมทั้งระบบปริมาณน้อยและเมื่อนำมาใช้กับการจราจรติดขัดรอบกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีขนาด 1,569 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเมื่อนำพื้นที่กับจำนวนมวลชนของระบบมาเทียบกัน มวลชนหนึ่งคนต้องครอบคลุมพื้นที่ถึง 24.14 ตารางกิโลเมตร ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะได้รับคำตอบจำนวนมากจากพื้นที่ขนาดใหญ่ในเวลาจำกัดเพียง 1 ชั่วโมงนับจากคำถามถูกกระจายออกจากระบบเข้าสู่ทวิตเตอร์และอยู่ในชั่วโมงเร่งด่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 84 พื้นที่เป้าหมายของคำถามรายงานการจราจรติดขัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 85 คำตอบโดยรวมของคำถามรายงานการจราจรติดขัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16 คำถามรายงานการจราจรติดขัดที่มีคำตอบ

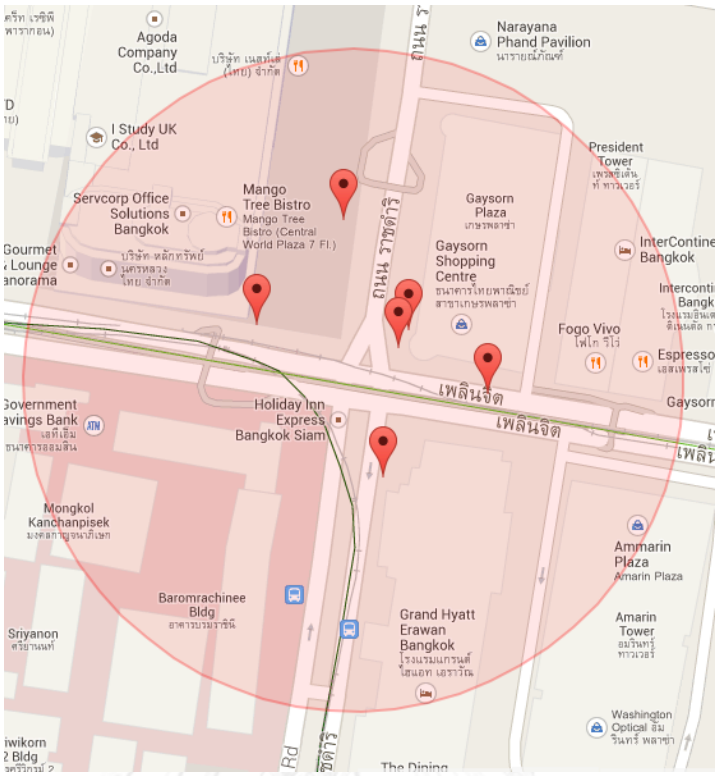
วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	คำถาม	จำนวนคำตอบ
23/08/2013 07:58	รายงานการจราจรติดขัดแยกห้วยขวาง	45
23/08/2013 06:59	รายงานการจราจรติดขัดแยกเฉลิมเผ่า	7
27/01/2014 22:37	รายงานการจราจรติดขัดแยกสุรศักดิ์-สีลม	6
23/08/2013 07:08	รายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์	6
23/08/2013 06:53	รายงานการจราจรติดขัดแยกปทุมวัน	6
23/08/2013 06:40	รายงานการจราจรติดขัดแยกสามย่าน	6
23/08/2013 07:30	รายงานการจราจรติดขัดแยกศาลาแดง	4
03/02/2014 17:58	รายงานการจราจรติดขัดแยกสะพานอ่อน	3
28/01/2014 17:47	รายงานการจราจรติดขัดสะพานพระปิ่นเกล้า	3
27/01/2014 22:31	รายงานการจราจรติดขัดแยกสาทร-สุรศักดิ์	3
23/08/2013 07:34	รายงานการจราจรติดขัดแยกราชเทวี	3
21/08/2013 16:35	การจราจรติดขัด	3
30/01/2014 07:58	การจราจรติดขัด	2
11/11/2013 15:41	รายงานการจราจรติดขัดแยกพงษ์พระราม	2
11/11/2013 15:34	รายงานการจราจรติดขัดแยกประตูน้ำ	2
16/08/2013 16:44	การจราจรติดขัด	2
13/08/2013 15:32	การจราจรติดขัด	2
24/07/2013 16:57	การจราจรติดขัด	2
17/03/2014 15:52	การจราจรติดขัด	1
31/01/2014 17:05	การจราจรติดขัด	1
21/08/2013 17:03	การจราจรติดขัด	1
21/08/2013 17:01	การจราจรติดขัด	1
21/08/2013 16:24	การจราจรติดขัด	1
21/08/2013 16:12	การจราจรติดขัด	1
21/08/2013 16:04	การจราจรติดขัด	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 คำถามรายงานการจราจรติดขัดที่มีคำตอบ (ต่อ)

วันที่และเวลาที่กระจายข้อมูล	คำถาม	จำนวนคำตอบ
16/08/2013 16:46	การจราจรติดขัด	1
16/08/2013 16:34	การจราจรติดขัด	1
16/08/2013 14:52	การจราจรติดขัด	1
16/08/2013 14:50	การจราจรติดขัด	1
16/08/2013 13:48	การจราจรติดขัด	1
14/08/2013 14:30	การจราจรติดขัด	1
14/08/2013 14:14	การจราจรติดขัด	1
13/08/2013 17:14	การจราจรติดขัด	1
13/08/2013 17:06	การจราจรติดขัด	1
13/08/2013 16:38	การจราจรติดขัด	1
13/08/2013 15:08	การจราจรติดขัด	1
13/08/2013 12:42	การจราจรติดขัด	1
29/07/2013 07:06	การจราจรติดขัด	1
26/07/2013 18:17	การจราจรติดขัด	1
24/07/2013 16:53	การจราจรติดขัด	1
23/07/2013 20:28	การจราจรติดขัด	1
23/07/2013 13:38	การจราจรติดขัด	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

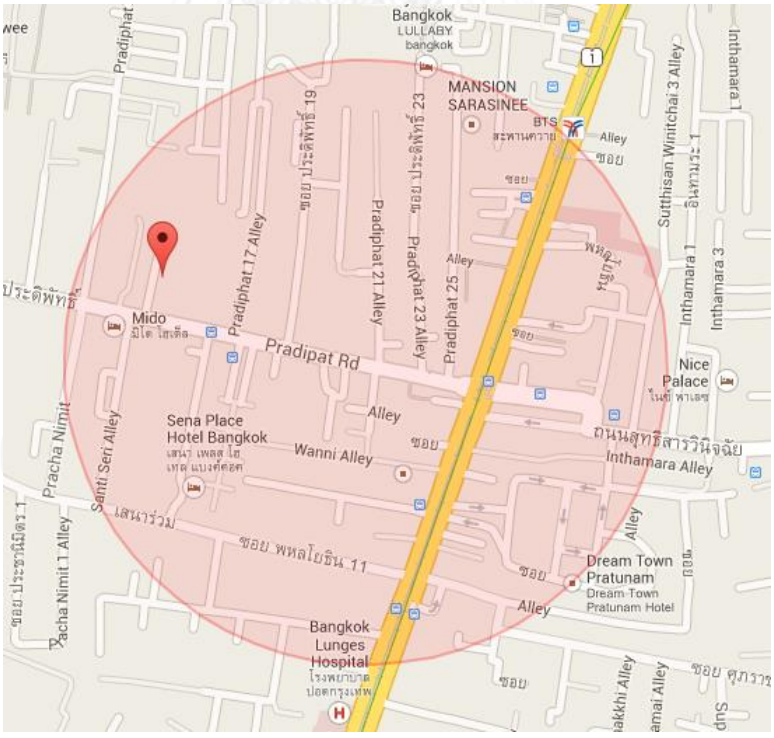


ภาพที่ 86 พิกัดภูมิศาสตร์ของคำตอบจากรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์

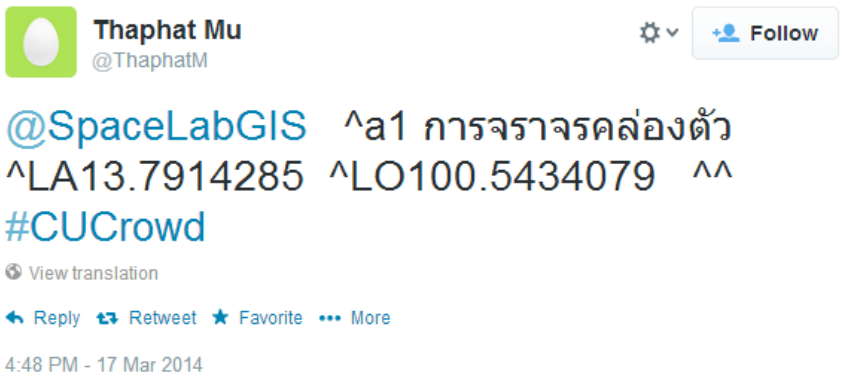
ภาพที่ 87 คำตอบจากคำถามรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์จากมวลชน

พิกัดทางภูมิศาสตร์ของคำตอบการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์ซึ่งเป็นคำถามที่มีพื้นที่เป้าหมายแบบคงที่บริเวณแยกแสดงดังภาพที่ 86 ซึ่งมีจำนวน 6 คำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายทั้งหมด และตัวอย่างคำตอบที่ได้รับจากการรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์ผ่านแอนดรอยด์ไคลเอนต์แสดงดังภาพที่ 87 ซึ่งรายงานว่าสภาพการจราจรในขณะนั้น (วันที่ 6 กันยายน 2556 เวลา 21.28 นาฬิกา) มีรถมากเคลื่อนตัวตามไปได้และได้ส่งภาพเป็นข้อมูลเพิ่มเติมและเป็นตัวยืนยันความถูกต้องของคำตอบของมวลชนได้อีกทางหนึ่ง

ส่วนคำตอบที่ได้รับจากคำถามที่ได้จากข้อมูลจราจร Longdo Traffic แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์ของคำตอบดังภาพที่ 88 โดยคำถามอยู่ในบริเวณถนนประดิพัทธ์และถูกกระจายผ่านทางทวิตเตอร์ในเวลา 15.52 นาฬิกา ของวันที่ 17 มีนาคม 2557 มีมวลชนตอบคำถามจำนวน 1 คำตอบ ที่เวลา 16.48 นาฬิกาในวันเดียวกันดังภาพที่ 89 ซึ่งคำตอบที่ได้รับไม่สอดคล้องกับข้อมูลการจราจรติดขัดจาก Longdo Traffic อาจเนื่องมาจากมวลชนอยู่ในพื้นที่เป้าหมายจริงแต่อยู่ในบริเวณที่การจราจรมีความคล่องตัวหรือเมื่อดูจากเวลาของคำตอบ มีการตอบคำถามเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 56 นาที สภาพการจราจรบริเวณที่มวลชนอยู่อาจเปลี่ยนไปแล้ว

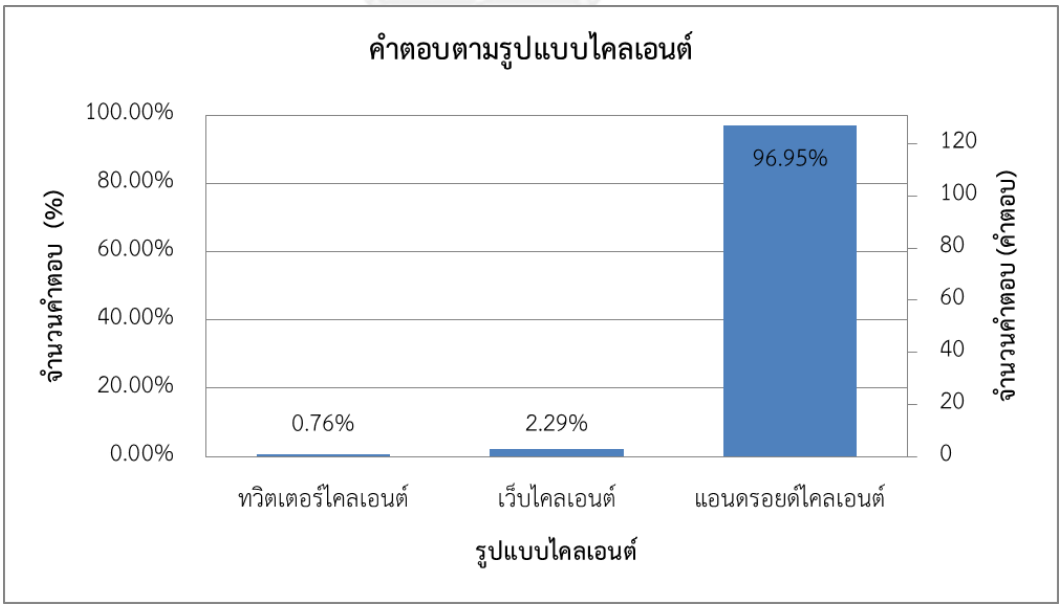


ภาพที่ 88 พิกัดภูมิศาสตร์ของคำตอบจากรายงานการจราจรติดขัดจากคำถามที่ได้รับจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic



ภาพที่ 89 คำตอบจากรายงานการจราจรติดขัดจากคำถามที่ได้รับจากข้อมูลจราจร Longdo Traffic จากมวลชน

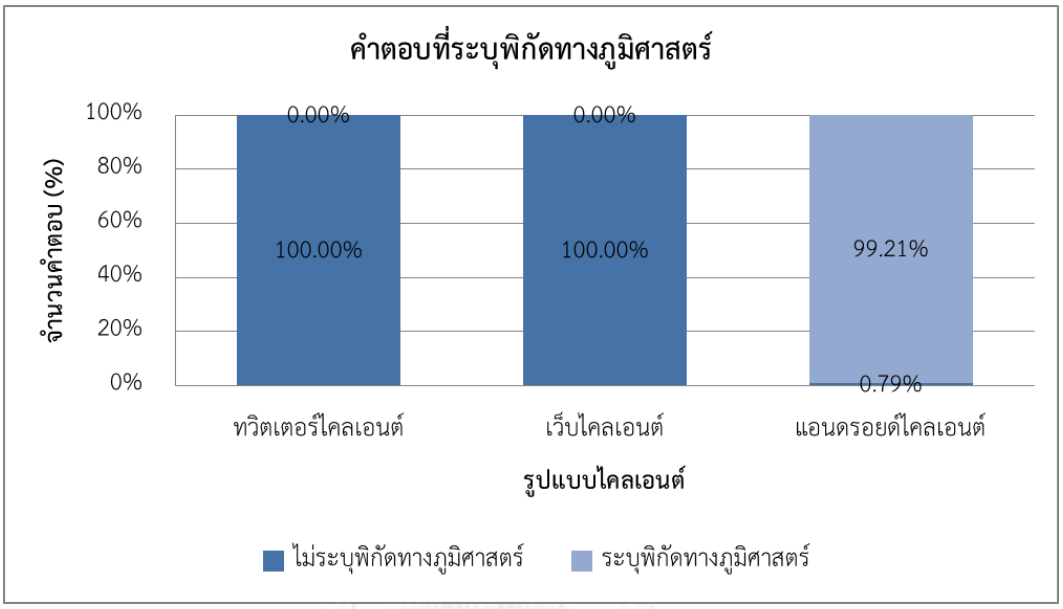
การเข้าร่วมของมวลชนของคำตอบทั้งหมดผ่านไคลเอนต์ทั้ง 3 รูปแบบแสดงได้ภาพที่ 90 โดยมีการตอบคำถามผ่านทวิตเตอร์ไคลเอนต์จำนวน 1 คำตอบหรือคิดเป็น 0.76 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด มีการใช้เว็บไคลเอนต์ในการตอบคำถามจำนวน 3 คำตอบหรือคิดเป็น 2.29 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และมีการใช้แอนดรอยด์ไคลเอนต์ในการตอบคำถามจำนวน 127 คำตอบหรือคิดเป็น 96.95 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 90 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานการจราจรติดขัด

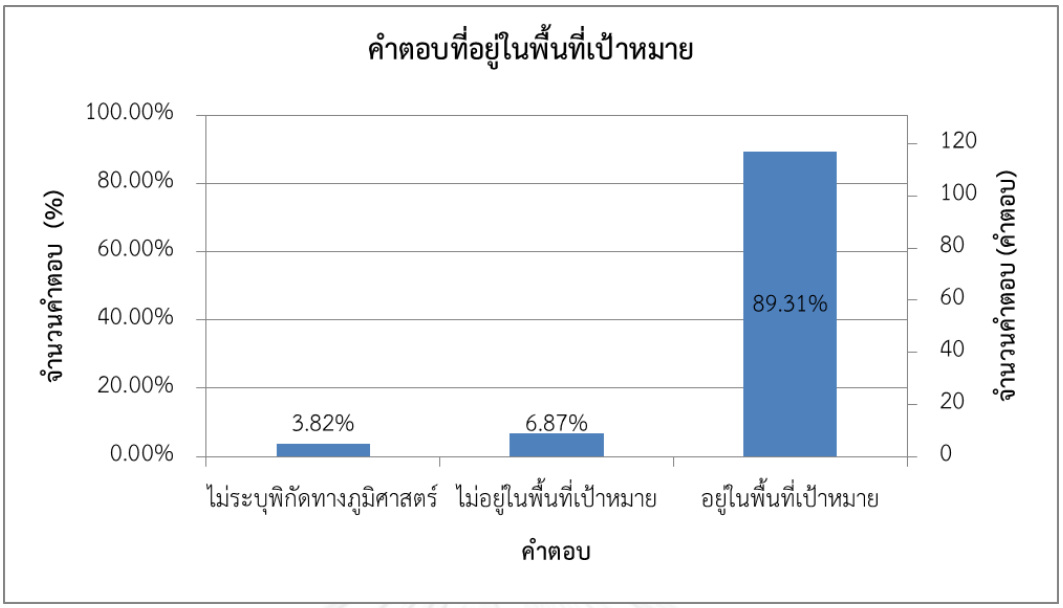
คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์แสดงดังภาพที่ 91 การตอบคำถามด้วยการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ 126 คำตอบหรือคิดเป็น 96.18

เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และเมื่อแบ่งตามรูปแบบของไคลเอนต์ ไม่มีคำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากทวิตเตอร์ไคลเอนต์และเว็บไคลเอนต์ และคำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์มี 126 คำตอบหรือคิดเป็น 99.21 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยแอนดรอยด์ไคลเอนต์



ภาพที่ 91 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์ของการรายงานการจราจรติดขัด

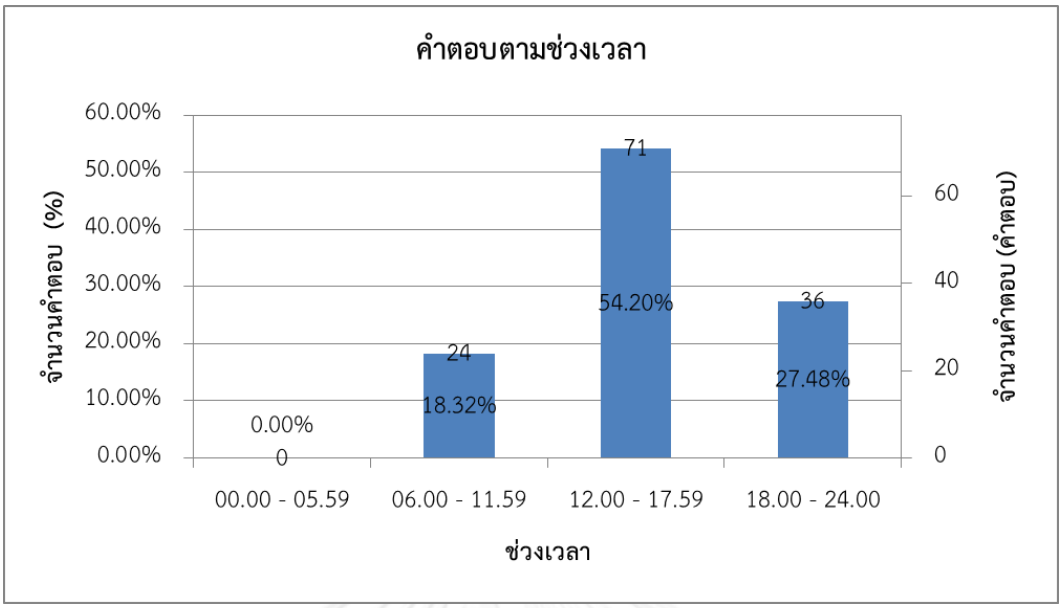
เมื่อตรวจสอบคำตอบว่ามาจากพื้นที่เป้าหมายหรือไม่แสดงได้ดังภาพที่ 92 โดยคำตอบที่ไม่ได้ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์มีจำนวน 5 คำตอบหรือคิดเป็น 3.82 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด คำตอบที่ไม่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 9 คำตอบหรือคิดเป็น 6.87 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และคำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมี 117 คำตอบหรือคิดเป็น 89.31 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 92 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายของการรายงานการจราจรติดขัด

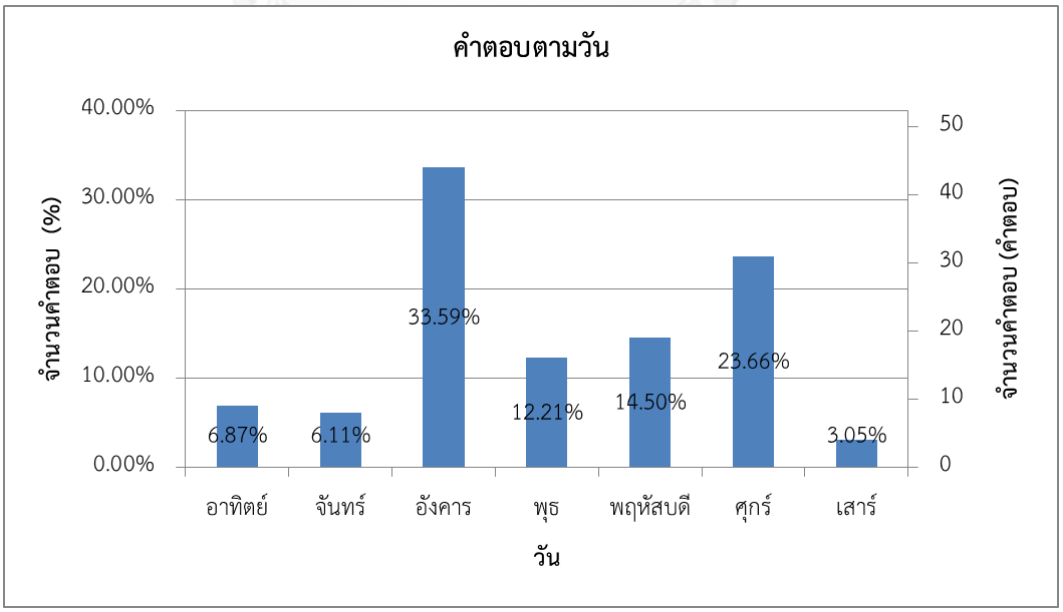
เมื่อพิจารณาตามช่วงเวลามีคำตอบจากผู้ใช้งานแสดงได้ดังภาพที่ 93 โดยไม่มีคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบในช่วงเวลา 00.00 – 00.59 นาฬิกา ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 06.00 – 11.59 นาฬิกา จำนวน 24 คำตอบหรือคิดเป็น 18.32 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 12.00 – 17.59 นาฬิกา จำนวน 71 คำตอบหรือคิดเป็น 54.20 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการตอบคำถามมากที่สุด และผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 18.00 – 24.00 นาฬิกา จำนวน 36 คำตอบหรือคิดเป็น 27.48 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 93 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลาของการรายงานการจราจรติดขัด

และคำตอบจากผู้ใช้งานตามวันแสดงได้ดังภาพที่ 94 คำตอบในวันอังคารมีจำนวนมากที่สุดคือ 44 คำตอบหรือคิดเป็น 33.59 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด รองลงมาเป็นคำตอบในวันศุกร์ที่มีจำนวน 31 คำตอบหรือคิดเป็น 23.66 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และวันที่มีการตอบคำถามน้อยที่สุดคือวันเสาร์ โดยมี 4 คำตอบหรือคิดเป็น 3.05 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 94 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันของการรายงานการจราจรติดขัด

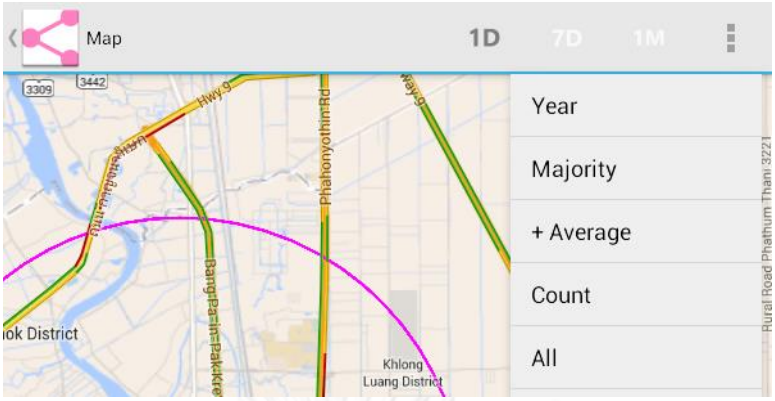
การทดลองนี้ทำให้ทราบว่าระบบสามารถรองรับการสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลา

4.2.6 การแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

เพื่อให้มีการทดลองการแสดงผลลัพธ์ของการทำคราวด์ซอร์สซิ่งที่ได้รับคำตอบจากมวลชนในพื้นที่แล้ว ผู้วิจัยจึงใช้การทดลองแสดงผลลัพธ์ของการคราวด์ซอร์สซิ่งบนแผนที่ที่มีการแสดงผลลัพธ์และผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้เพื่อแสดงผลดังภาพที่ 95 ตัวเลือกในการแสดงผลมีได้ดังนี้

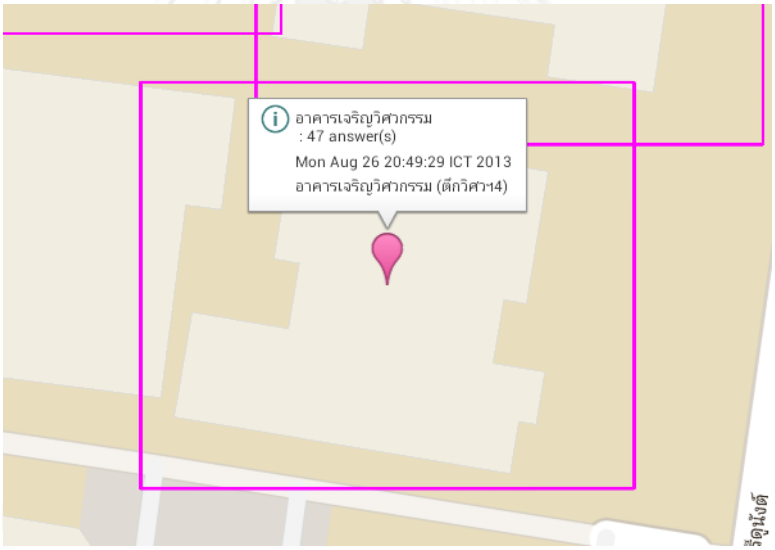
1) ระยะเวลาข้อมูลที่ต้องการแสดงข้อมูล – โดยคำตอบที่ต้องการให้แสดงผลสามารถเลือกระยะเวลาที่ต้องการย้อนหลังได้โดยกำหนดเวลา 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน และ 1 ปี ไว้เป็นตัวอย่าง
2) การแสดงผลข้อมูลทั้งหมด – โดยคำตอบจากการกำหนดระยะเวลาข้อมูลที่ต้องการแสดงข้อมูลจะถูกนำมาแสดงผลทั้งหมดบนแผนที่และแยกสีเพื่อบ่งบอกคำตอบ
3) การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ย – โดยคำตอบจากการกำหนดระยะเวลาข้อมูลที่ต้องการแสดงข้อมูลจะถูกนำมาแสดงผลจากการคำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูล ซึ่งมีการกำหนดค่าน้ำหนักให้กับคำตอบ เช่น ร้อน มีค่าเท่ากับ 3 อบอุ่น มีค่าเท่ากับ 2 และเย็น มีค่าเท่ากับ 1 เป็นต้น
4) การแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมาก – โดยคำตอบจากการกำหนดระยะเวลาข้อมูลที่ต้องการแสดงข้อมูลจะถูกนำมาแสดงผลจากการหาเสียงข้างมากของข้อมูล
5) การแสดงผลจำนวนข้อมูล– โดยคำตอบจากการกำหนดระยะเวลาข้อมูลที่ต้องการแสดงข้อมูลจะถูกนำมาแสดงผลด้วยการนับคำตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

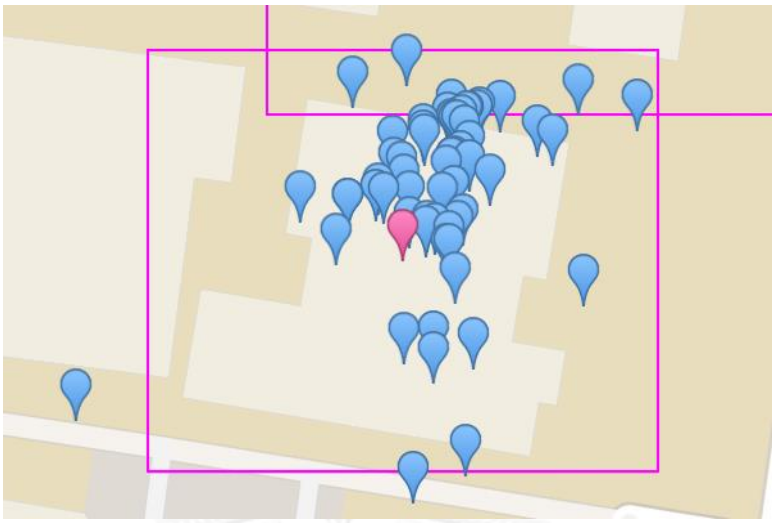


ภาพที่ 95 ตัวเลือกของการแสดงผลการทำคราวด์ซอร์สซิ่ง

การแสดงผลของคำถามการให้ข้อมูลสถานที่จะสามารถแสดงผลได้ 2 รูปแบบคือ การแสดงผลจำนวนข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลทั้งหมด โดยตัวอย่างเป็นการให้ข้อมูลสถานที่ ณ อาคารเจริญวิศวกรรมดังภาพที่ 96 และภาพที่ 97 ตามลำดับ



ภาพที่ 96 การแสดงผลจำนวนของคำตอบของอาคารเจริญวิศวกรรม



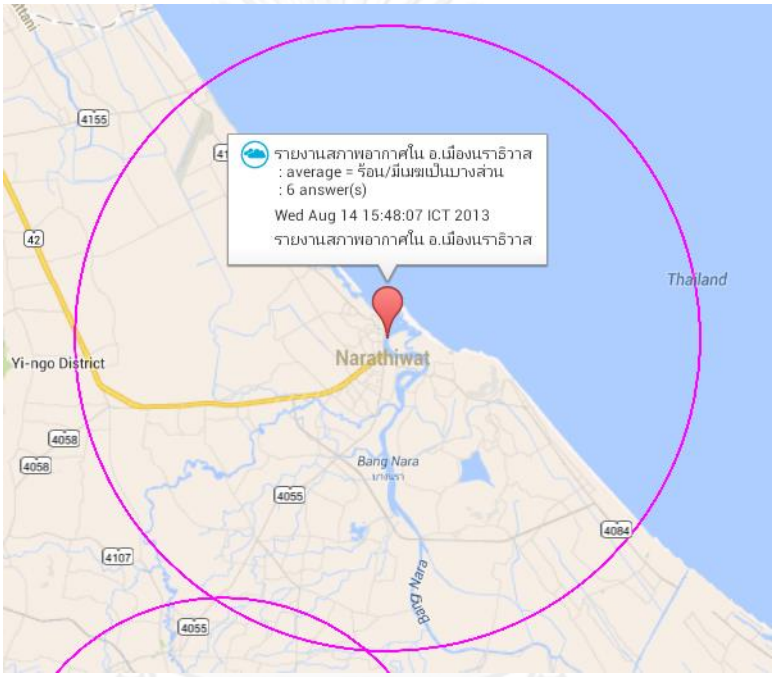
ภาพที่ 97 การแสดงผลข้อมูลทั้งหมดของอาคารเจริญวิศวกรรม

การแสดงผลการรายงานสภาพอากาศสามารถใช้ตัวเลือกในการแสดงผลคำตอบได้ทั้งหมด โดยค่าเริ่มต้นของระบบจะใช้การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยซึ่งใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยของคำตอบทั้ง 2 ข้อที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 4.2.4 การกำหนดค่าน้ำหนักกับคำตอบแสดงได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การกำหนดค่าน้ำหนักกับคำตอบของการรายงานสภาพอากาศ

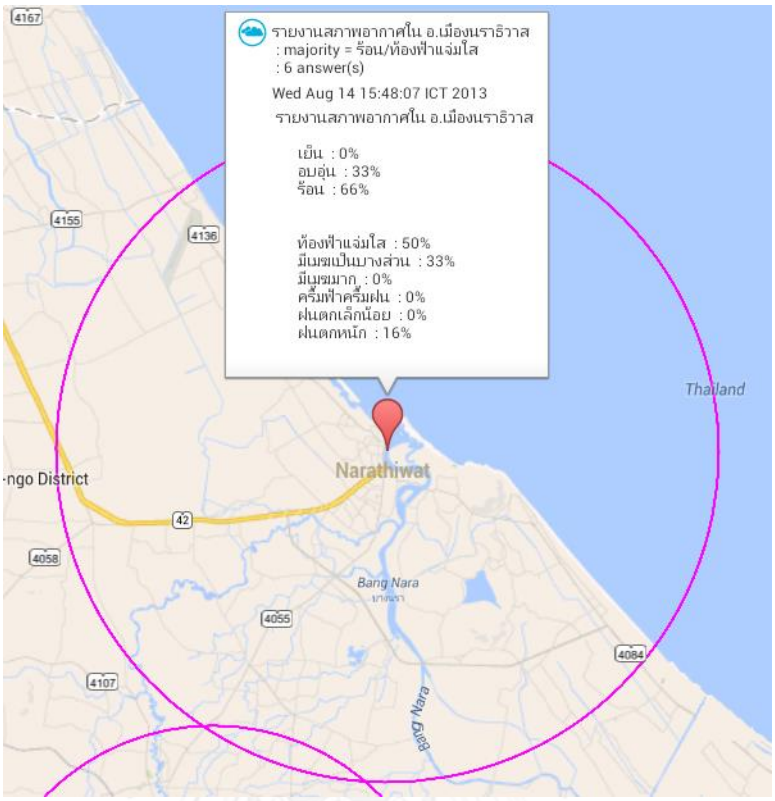
ข้อที่	คำตอบ	ค่าน้ำหนักของคำตอบ
1	ร้อน	3
1	อบอุ่น	2
1	เย็น	1
2	ท้องฟ้าแจ่มใส	1
2	มีเมฆเป็นบางส่วน	2
2	มีเมฆมาก	3
2	ครึ้มฟ้าครึ้มฝน	4
2	ฝนตกเล็กน้อย	5
2	ฝนตกหนัก	6

การทดลองใช้การรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาสโดยกำหนดระยะเวลาการแสดงผลเป็น 1 เดือนและมีคำตอบจำนวน 6 คำตอบ ผลการทดลองการแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยแสดงดังภาพที่ 98 ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเป็นร้อนและมีเมฆเป็นบางส่วน และการแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมากแสดงดังภาพที่ 99 ซึ่งมีเสียงข้างมากเป็นร้อนในข้อแรกและท้องฟ้าแจ่มใสในข้อสอง ซึ่งเมื่อดูรายละเอียดในข้อแรกจะมีคำตอบบอบอุ่น 33 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบและอีก 66 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบมีคำตอบเป็นร้อน และข้อที่สองที่มีคำตอบท้องฟ้าแจ่มใสมากที่สุดที่ 60 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบ



ภาพที่ 98 การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยการรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



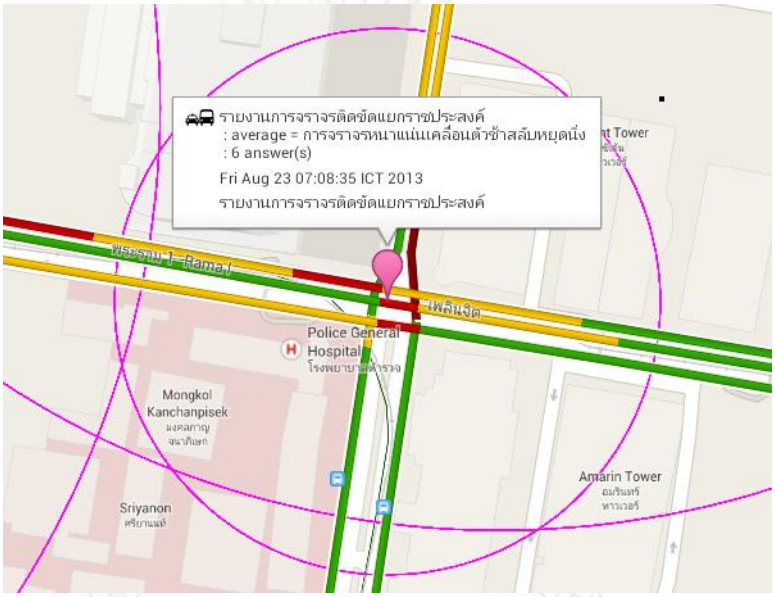
ภาพที่ 99 การแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมากการรายงานสภาพอากาศในอำเภอเมืองนราธิวาส

และการแสดงผลการรายงานการจราจรติดขัดสามารถใช้ตัวเลือกในการแสดงผลได้ทุกตัวเลือกเช่นเดียวกับการรายงานสภาพอากาศ โดยค่าเริ่มต้นของระบบจะใช้การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยและมีการกำหนดค่าน้ำหนักกับคำตอบแสดงได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การกำหนดค่าน้ำหนักกับคำตอบของการรายงานจราจรติดขัด

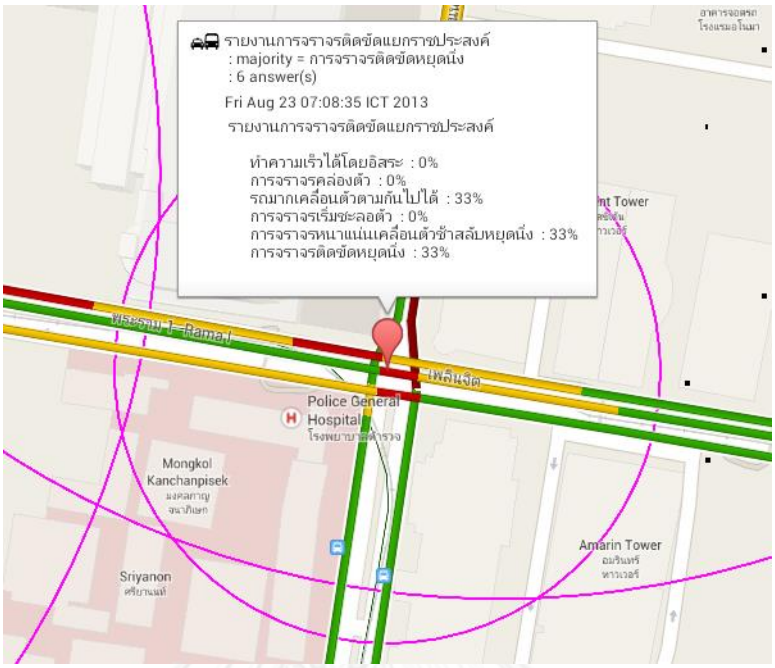
คำตอบ	ค่าน้ำหนักของคำตอบ
ทำความเร็วได้โดยอิสระ	1
การจราจรคล่องตัว	2
รถมากเคลื่อนตัวตามกันไปได้	3
การจราจรเริ่มชะลอตัว	4
การจราจรหนาแน่นเคลื่อนตัวช้าสลับหยุดนิ่ง	5
การจราจรติดขัดหยุดนิ่ง	6

การทดลองใช้การรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์ โดยการแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยแสดงดังภาพที่ 100 ซึ่งจาก 6 คำตอบจะได้ค่าเฉลี่ยตามน้ำหนักของคำตอบเป็นการจราจรหนาแน่นเคลื่อนตัวช้าสลับหยุดนิ่ง และการแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมากแสดงดังภาพที่ 101 ซึ่งมีคำตอบรถมากเคลื่อนตัวตามกันไปได้ การจราจรหนาแน่นเคลื่อนตัวช้าสลับหยุดนิ่ง และการจราจรติดขัดหยุดนิ่งที่เท่ากันคือ 33 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด จึงได้เสียงข้างมากที่เท่ากันแต่เมื่อดูจากค่าน้ำหนักที่มากกว่าของการจราจรติดขัดหยุดนิ่ง คำตอบการจราจรติดขัดหยุดนิ่งจึงถูกกำหนดเป็นค่าเสียงข้างมาก



ภาพที่ 100 การแสดงผลข้อมูลตามค่าเฉลี่ยการรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

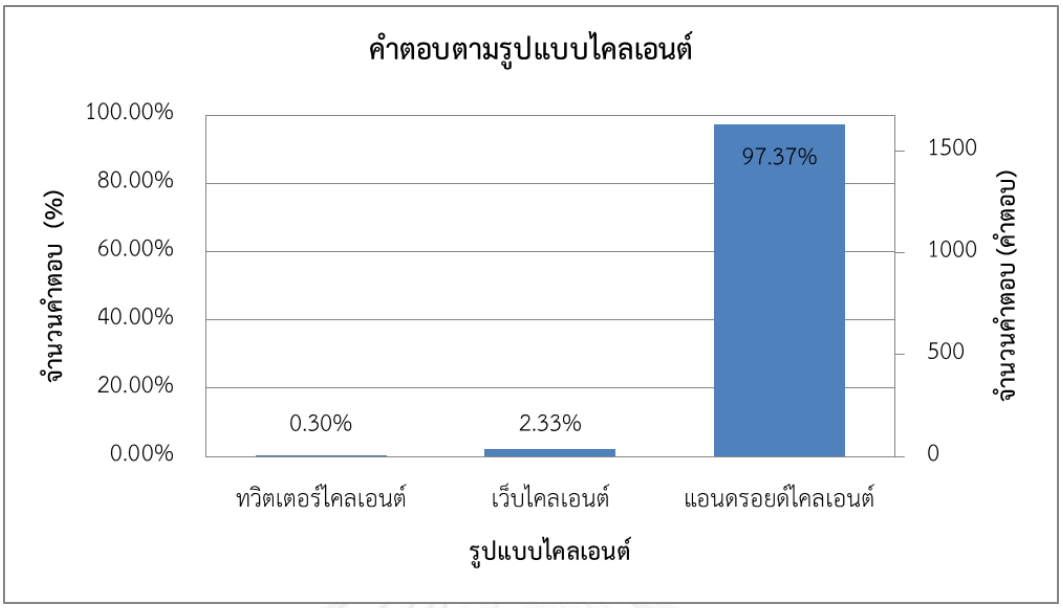


ภาพที่ 101 การแสดงผลข้อมูลตามเสียงข้างมากการรายงานการจราจรติดขัดแยกราชประสงค์

การทดลองนี้ทำให้เห็นว่าสามารถใช้การแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ได้และผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบของคำถามและวิธีการคำนวณที่ต้องการ

4.2.7 สรุปผลการทดลอง

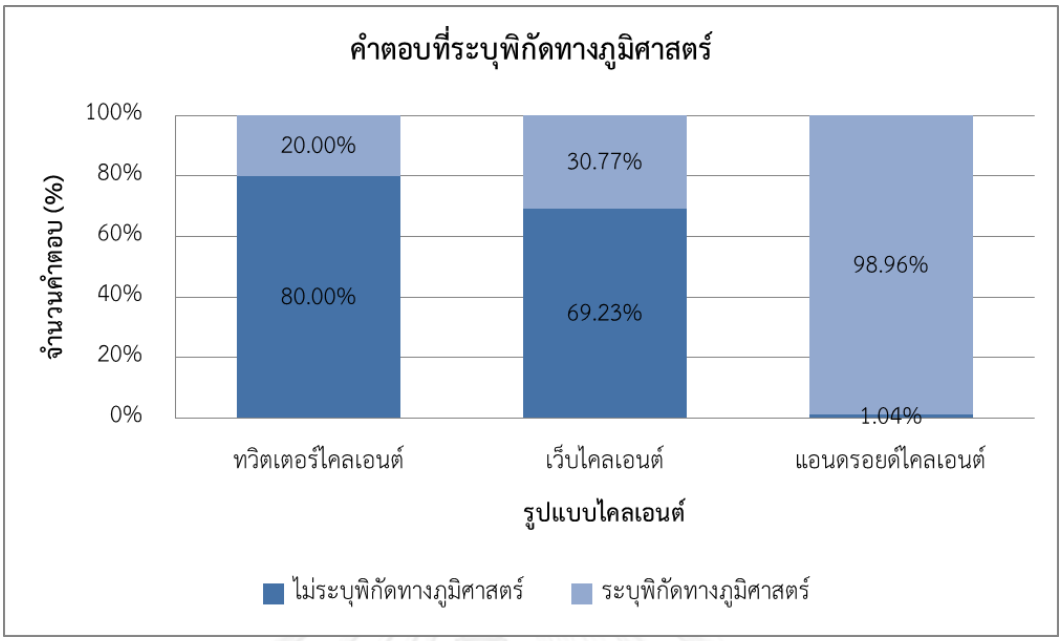
เมื่อดูจากการทดลองทั้งหมด ระบบได้รับคำตอบทั้งหมด 1,676 คำตอบ โดยมีการเข้าร่วมของมวลชนผ่านไคลเอนต์ทั้ง 3 รูปแบบแสดงได้ดังภาพที่ 102 โดยมีการตอบคำถามผ่านทวิตเตอร์ไคลเอนต์จำนวน 5 คำตอบหรือคิดเป็น 0.30 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด มีการใช้เว็บไคลเอนต์ในการตอบคำถามจำนวน 39 คำตอบหรือคิดเป็น 2.33 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และมีการใช้แอนดรอยด์ไคลเอนต์มากที่สุดในการตอบคำถามจำนวน 1,632 คำตอบหรือคิดเป็น 97.37 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด



ภาพที่ 102 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบไคลเอนต์

คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์แสดงดังภาพที่ 103 การตอบคำถามด้วยการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ 1,676 คำตอบหรือคิดเป็น 97.136 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และเมื่อแบ่งตามรูปแบบของไคลเอนต์ คำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากทวิตเตอร์ไคลเอนต์มี 1 คำตอบหรือคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยทวิตเตอร์ไคลเอนต์ คำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากเว็บไคลเอนต์มี 12 คำตอบหรือคิดเป็น 30.77 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยเว็บไคลเอนต์ และคำตอบที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จากแอนดรอยด์ไคลเอนต์มี 1,615 คำตอบหรือคิดเป็น 98.96 เปอร์เซ็นต์จากการตอบคำถามด้วยแอนดรอยด์ไคลเอนต์ แอนดรอยด์ไคลเอนต์จึงเป็นรูปแบบของไคลเอนต์ที่เหมาะสมที่สุดในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งแบบเจาะจงพื้นที่

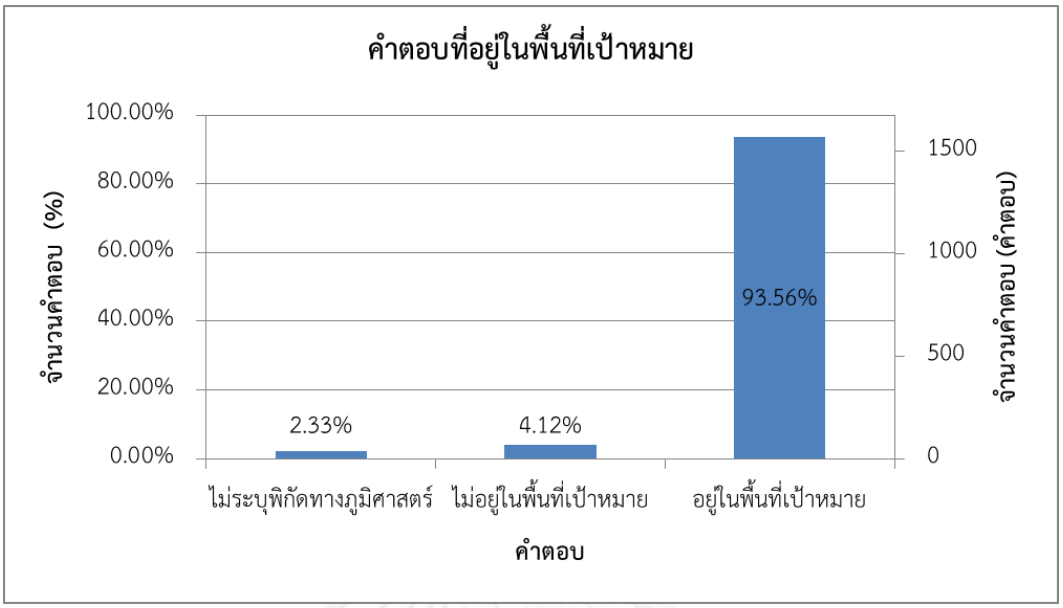
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 103 คำตอบจากผู้ใช้งานที่มีการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ตามรูปแบบไคลเอนต์

เมื่อตรวจสอบคำตอบว่ามาจากพื้นที่เป้าหมายหรือไม่แสดงได้ดังภาพที่ 104 โดยคำตอบที่ไม่ได้ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์มีจำนวน 39 คำตอบหรือคิดเป็น 2.33 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด คำตอบที่ไม่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 69 คำตอบหรือคิดเป็น 4.12 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และคำตอบที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายมีจำนวน 1,568 คำตอบหรือคิดเป็น 93.56 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ทำให้ทราบได้ว่าคำตอบน่าจะมีความถูกต้องและมีความแม่นยำที่สูงขึ้นเนื่องจากมาจากพื้นที่เป้าหมายโดยตรง

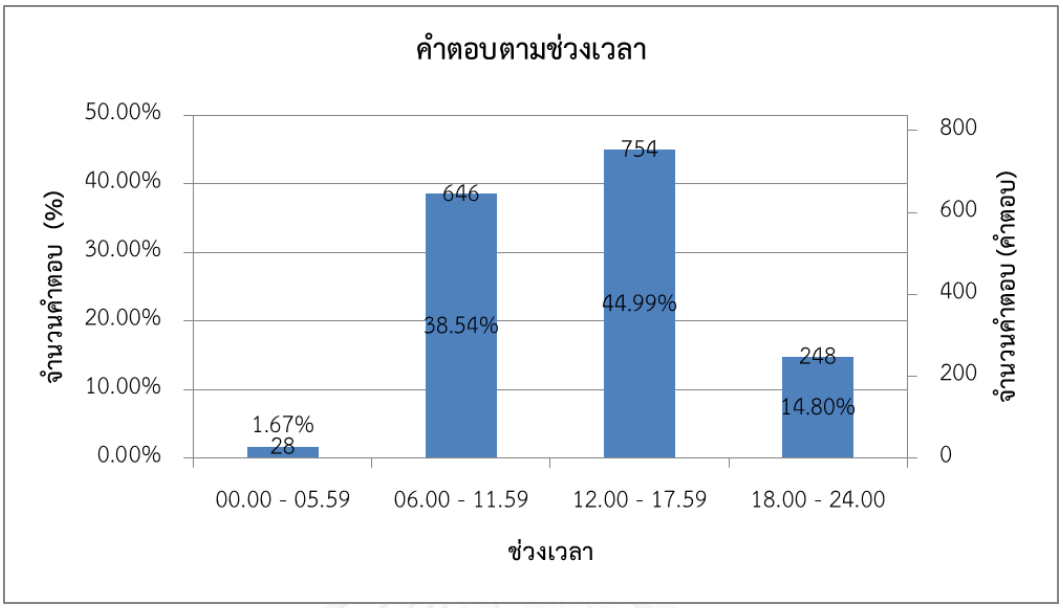
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 104 คำตอบจากผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

เมื่อพิจารณาตามช่วงเวลามีคำตอบจากผู้ใช้งานแสดงได้ดังภาพที่ 105 โดยมีคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบในช่วงเวลา 00.00 – 00.59 นาฬิกา จำนวน 28 คำตอบหรือคิดเป็น 1.67 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 06.00 – 11.59 นาฬิกา จำนวน 646 คำตอบหรือคิดเป็น 38.54 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 12.00 – 17.59 นาฬิกา จำนวน 754 คำตอบหรือคิดเป็น 44.99 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการตอบคำถามมากที่สุดและหากถามคำถามในช่วงเวลาดังกล่าวมีโอกาสได้รับคำตอบจากมวลชนมากที่สุด และผู้ใช้งานตอบคำถามช่วงเวลา 18.00 – 24.00 นาฬิกา จำนวน 248 คำตอบหรือคิดเป็น 14.80 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

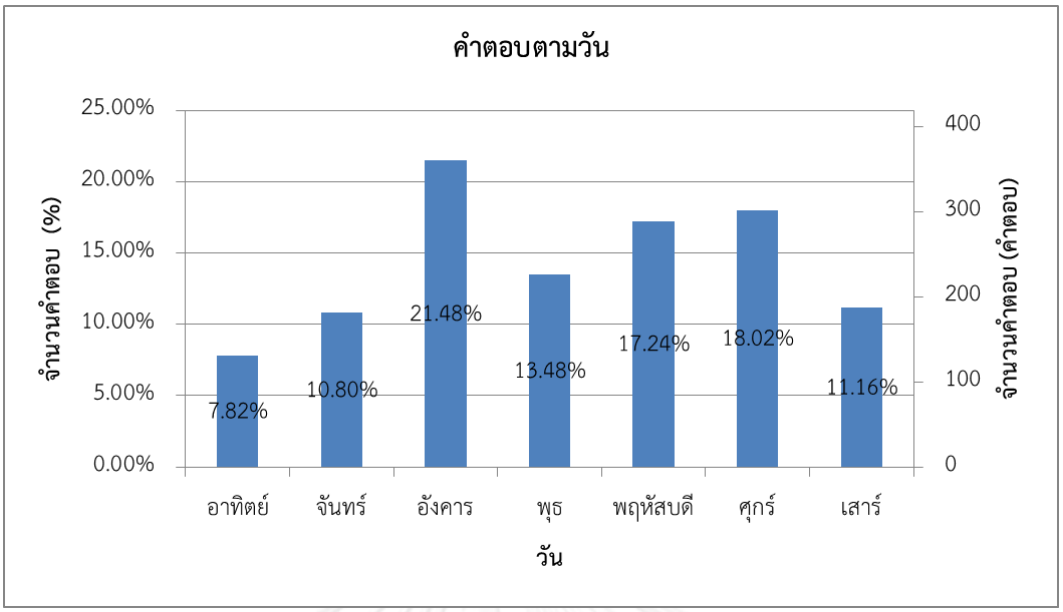
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 105 คำตอบจากผู้ใช้งานตามช่วงเวลา

คำตอบจากผู้ใช้งานตามวันแสดงได้ดังภาพที่ 106 คำตอบในวันอังคารมีจำนวนมากที่สุดคือ 360 คำตอบหรือคิดเป็น 21.48 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด หากถามคำถามในวันดังกล่าวมีโอกาสได้รับคำตอบจากมวลชนมากที่สุด รองลงมาเป็นคำตอบในวันศุกร์ที่มีจำนวน 302 คำตอบหรือคิดเป็น 18.02 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และวันที่มีการตอบคำถามน้อยที่สุดคือวันอาทิตย์ โดยมี 181 คำตอบหรือคิดเป็น 7.82 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด

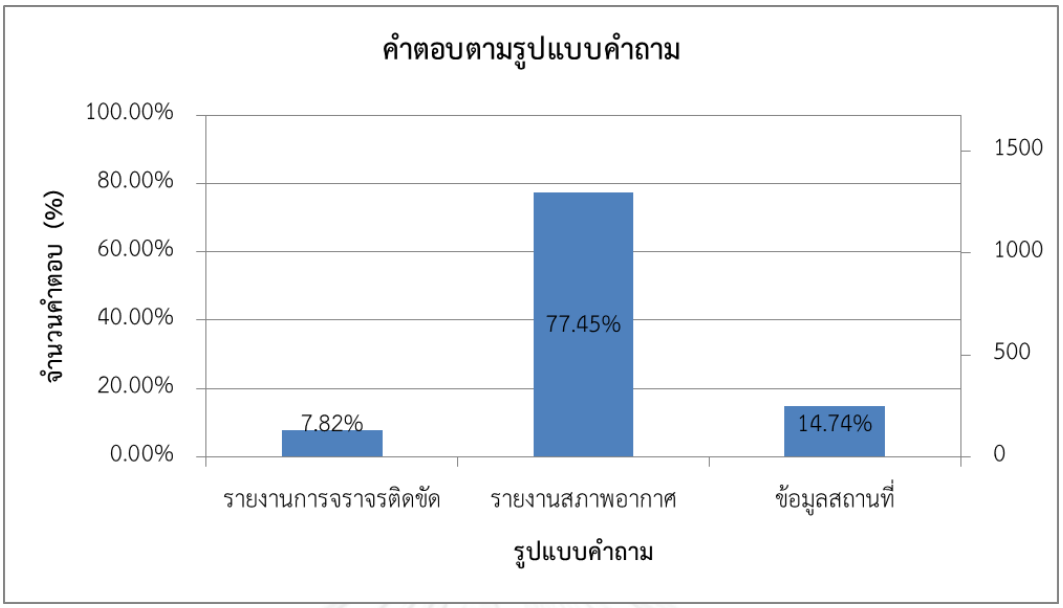
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 106 คำตอบจากผู้ใช้งานตามวัน

และเมื่อพิจารณาคำตอบจากคำถามแต่ละรูปแบบจะได้คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบคำถามดังภาพที่ 107 โดยคำตอบที่ได้รับจากการรายงานสภาพอากาศมีการตอบคำถามมากที่สุดที่ 1,298 คำตอบหรือคิดเป็น 77.45 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด รูปแบบคำถามที่รองมาคือข้อมูลสถานที่ซึ่งได้รับคำตอบจำนวน 247 คำตอบหรือคิดเป็น 14.74 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด และคำถามรูปแบบรายงานการจราจรติดขัดมีจำนวนคำตอบน้อยที่สุดที่ 131 คำตอบหรือคิดเป็น 7.82 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมด ซึ่งการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถรองรับรูปแบบงานที่หลากหลายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 107 คำตอบจากผู้ใช้งานตามรูปแบบคำถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ

5.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอ ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือในการทำคราวด์ซอร์สซิ่งแบบเจาะจงพื้นที่โดยการหามวลชนในพื้นที่โดยตรงเพื่อตอบคำถาม ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการตอบปัญหาหรือคำถามที่เจาะจงพื้นที่

พื้นที่เป้าหมายในงานวิจัยมี 2 รูปแบบคือพื้นที่สี่เหลี่ยมและพื้นที่วงกลม ซึ่งสามารถเลือกกำหนดขอบเขตและขนาดของพื้นที่ได้ตามต้องการเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายในการหามวลชน งานวิจัยนี้ใช้ทวิตเตอร์เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบซึ่งทวิตเตอร์เป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลทำให้คำถามถูกกระจายแบบสาธารณะไปยังมวลชนจำนวนมากและใช้ไคลเอนต์ 3 รูปแบบสำหรับการเข้าร่วมของมวลชน ได้แก่ ทวิตเตอร์ไคลเอนต์ เว็บไคลเอนต์ และแอนดรอยด์ไคลเอนต์ ซึ่งจากความคล่องตัวตามการเดินทางและเคลื่อนที่มวลชนของแอนดรอยด์ไคลเอนต์และสามารถทราบพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อกรองคำถาม ณ ที่อยู่ปัจจุบันของมวลชน ทำให้สามารถสื่อสารไปยังมวลชนที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมายได้โดยไม่มีการติดตามการเดินทางของมวลชนซึ่งกระทบต่อความเป็นส่วนตัว และทำให้ได้รับคำตอบจากพื้นที่จริงที่ถือว่ามีความถูกต้องและแม่นยำสูง แอนดรอยด์ไคลเอนต์จึงเป็นรูปแบบของไคลเอนต์ที่เหมาะสมที่สุดในการสอบถามและรวบรวมข้อมูลที่เจาะจงพื้นที่เป้าหมาย และจาก 93.56 เปอร์เซ็นต์ของคำตอบทั้งหมดที่ได้รับจากมวลชนและไคลเอนต์ทุกรูปแบบมาจากพื้นที่เป้าหมายซึ่งถือเป็นจุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้

ในการทดลอง มวลชนของระบบมาจากการเชิญชวนและประชาสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์และไม่มีการให้รางวัลเป็นสิ่งตอบแทนในการเข้าร่วมเหมือนกับระบบคราวด์ซอร์สซิ่งขนาดใหญ่ เช่น Amazon Mechanical Turk เป็นต้น มวลชนของระบบจึงมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับขนาดของพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นพื้นที่เป้าหมายครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย คำถามที่ถามจากระบบบางส่วนจึงไม่มีมวลชนตอบคำถามภายในกรอบของเวลาที่กำหนดไว้

งานวิจัยนี้ใช้การสื่อสารข้อมูลโดยใช้แท็กกำกับทำให้แอพพลิเคชันสามารถแยกประเภทของข้อมูลและสามารถนำข้อมูลนั้นมาใช้ได้ทันทีและสามารถแยกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากระบบได้ ทำให้ระบบไม่มีข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาปะปนซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้โดยรวมมีความถูกต้อง และมีการออกแบบให้รองรับคำถามหรือแอพพลิเคชันย่อยที่มีความหลากหลาย ทำให้การสื่อสารไปยังมวลชนทำได้โดยไม่ต้องสร้างแอพพลิเคชันใหม่

และผู้วิจัยได้ทดสอบระบบในการนำข้อมูลจากภายนอกที่มีความน่าเชื่อถือและมีการเปลี่ยนแปลงของสถานที่และเวลามาใช้ในการส่งและสอบถามข้อมูลภายในพื้นที่เป้าหมายโดยใช้ข้อมูลจาก Longdo Traffic ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกันคือสถานการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ข้อมูลในพื้นที่จากมวลชนมีความสำคัญยิ่ง

5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ

เครื่องมือต้นแบบที่ได้พัฒนาสามารถต่อยอดในฟังก์ชันการใช้งานที่จำเป็นได้ เช่น การรองรับการสื่อสารและการตั้งค่าเทมเพลตของแอพพลิเคชันย่อย ทำให้สามารถแก้ไขและปรับปรุงแอพพลิเคชันย่อยได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องมีการแก้ไขซอร์สโค้ดของแอพพลิเคชันโดยตรง ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการกระจายการปรับปรุงผ่านกูเกิลเพลย์ การขยายฐานของมวลชนโดยการพัฒนาแอพพลิเคชันบนแพลตฟอร์มอื่น เช่น iOS, Windows Phone เป็นต้น ซึ่งจะทำให้มีมวลชนเข้าร่วมมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. Vivek K. Singh, Mingyan Gao, and Ramesh Jain, From microblogs to social images: event analytics for situation assessment, in Proceedings of the international conference on Multimedia information retrieval2010, ACM: Philadelphia, Pennsylvania, USA. p. 433-436.
2. Beate Stollberg and Tom de Groeve, The use of social media within the global disaster alert and coordination system (GDACS), in Proceedings of the 21st international conference companion on World Wide Web2012, ACM: Lyon, France. p. 703-706.
3. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์ 2552, กรุงเทพฯ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. 331.
4. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. ระบบพิกัด (Coordinate System) [cited 1 July 2013]; Available from: http://www.dgr.go.th/water2006/technique37.html.
5. M. F. Bulut, Y. S. Yilmaz, and M. Demirbas, Crowdsourcing location-based queries, in Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2011 IEEE International Conference on2011. p. 513-518.
6. Chatzimilioudis Georgios, Crowdsourcing with Smartphones, K. Andreas, L. Christos, and Z.-Y. Demetrios, Editors. 2012. p. 36-44.
7. Yefeng Liu, et al., Drawing on mobile crowds via social media. Multimedia Systems, 2012. 18(1): p. 53-67.
8. M. Demirbas, et al., Crowd-sourced sensing and collaboration using twitter, in World of Wireless Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2010 IEEE International Symposium on a2010. p. 1-9.
9. Amazon Mechanical Turk [cited 8 May 2013]; Available from: https://www.mturk.com/.
10. Florian Alt, et al., Location-based crowdsourcing: extending crowdsourcing to the real world, in Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries2010, ACM: Reykjavik, Iceland. p. 13-22.
11. Daren C. Brabham, Crowdsourcing as a Model for Problem Solving: An Introduction and Cases. Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies, 2008. 14(1): p. 75-90.
12. Ushahidi. [cited 15 May 2013]; Available from: http://ushahidi.com/products/ushahidi-platform/.
13. Anhai Doan, Raghu Ramakrishnan, and Alon Y. Halevy, Crowdsourcing systems on the World-Wide Web. Commun. ACM, 2011. 54(4): p. 86-96.

14. Peng Zhang and Ruoyu Lu, On operating mechanism of Crowdsourcing service innovation, in Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2011 8th International Conference on2011. p. 1-8.
15. Tingxin Yan, et al., mCrowd: a platform for mobile crowdsourcing, in Proceedings of the 7th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems2009, ACM: Berkeley, California. p. 347-348.
16. Yefeng Liu, Todorka Alexandrova, and Tatsuo Nakajima, Using stranger as sensors: temporal and geo-sensitive question answering via social media, in Proceedings of the 22nd international conference on World Wide Web2013, International World Wide Web Conferences Steering Committee: Rio de Janeiro, Brazil. p. 803-814.
17. Longdo Traffic. [cited 15 May 2013]; Available from: http://traffic.longdo.com/volunteer.
18. Yuen Man-Ching, I. King, and Leung Kwong-Sak, A Survey of Crowdsourcing Systems, in Privacy, security, risk and trust (passat), 2011 ieee third international conference on and 2011 ieee third international conference on social computing (socialcom)2011. p. 766-773.
19. M. Hirth, T. Hossfeld, and P. Tran-Gia, Cost-Optimal Validation Mechanisms and Cheat-Detection for Crowdsourcing Platforms, in Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2011 Fifth International Conference on2011. p. 316-321.
20. L. R. Varshney, Privacy and Reliability in Crowdsourcing Service Delivery, in SRII Global Conference (SRII), 2012 Annual2012. p. 55-60.
21. Who's on Twitter? [cited 15 June 2013]; Available from: https://business.twitter.com/whos-twitter.
22. Start tweeting. [cited 15 June 2013]; Available from: https://business.twitter.com/start-tweeting.
23. International Data Corporation. Android and iOS Combine for 91.1% of the Worldwide Smartphone OS Market in 4Q12 and 87.6% for the Year. [cited 9 July 2013]; Available from: http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS23946013.
24. Twitter4J - A Java library for the Twitter API. [cited 15 June 2013]; Available from: http://twitter4j.org/en/index.html.
25. REST API v1.1 Resources. [cited 15 June 2013]; Available from: https://dev.twitter.com/docs/api/1.1.
26. PostgreSQL. [cited 7 June 2013]; Available from: http://www.postgresql.org/about/.

27. PostGIS - Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. [cited 7 June 2013]; Available from: http://postgis.net/docs/manual-2.1/.
28. About SQLite. [cited 7 June 2013]; Available from: http://www.sqlite.org/about.html.
29. กรมอุตุนิยมวิทยา. ความรู้อุตุนิยมวิทยา. [cited 8 September 2013]; Available from: http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=29.
30. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. บทที่ 4 วิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering). [cited 18 July 2013]; Available from: http://www.surames.com/images/column_1227454933/chapter 4 traffic engineering.pdf.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเลอศักดิ์ บุญเพ็ง เกิดเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2531 ที่จังหวัดนราธิวาส สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2553 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University