การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

นายพลไทย กลิ่นสัมผัส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CRITICAL MESSAGE SCHEDULING FOR DISASTER SCENARIO

Mr. Ponthai Klinsompus

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 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ
โดย	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ภิรมย์โสภา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภุชงค์ อุทโยภาศ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พลไทย กลิ่นสัมผัส : การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (CRITICAL MESSAGE SCHEDULING FOR DISASTER SCENARIO) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์, 83 หน้า.

ในช่วงภัยพิบัติ สภาพแวดล้อมในการสื่อสารมักจะไม่สามารถให้บริการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระยะ Response และ Recovery แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ ในขณะที่จำนวน และความถี่ของข้อมูล มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่งผลให้การสื่อสารระหว่างผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ และทีมช่วยเหลือเป็นไปอย่างยากลำบาก และอาจจะได้รับข้อมูลที่ไม่ตรงกับความต้องการ ในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้รวบรวมการวิเคราะห์ความสำคัญ, ความเร่งด่วน, และความซ้ำซ้อนของข้อมูล มาพิจารณา และจัดกำหนดการของข้อมูลในช่องสัญญาณ เพื่อเพิ่มผลลัพธ์ของจำนวนข้อความที่สำคัญ และเร่งด่วน พร้อมทั้งลดจำนวนของข้อความที่ไม่สำคัญออกไป ส่งผลให้ข้อมูลมีความถูกต้อง และตรงต่อความต้องการมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5670297521 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING
KEYWORDS: EMERGENCY INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM / REAL-TIME MESSAGE SCHEDULING / DISASTER-RELATED INFORMATION / BANDWIDTH UTILIZATION

PONTHAI KLINSOMPUS: CRITICAL MESSAGE SCHEDULING FOR DISASTER SCENARIO. ADVISOR: ASST. PROF. NATAWUT NUPAIROJ, 83 pp.

During disaster, limited bandwidth and network unreliability make communication network vital resources, especially for response and recovery. Allocating bandwidth to send meaningful messages can determine the effectiveness of the disaster responses as messages are diverse, numerous, and often timely critical under this situation. In this paper, we present a novel scheduler, which can prioritize messages based on their importance, time-dependency, and uniqueness. The experiments show that our scheduler can vastly out-perform scheduling without priority. This can ensure that precious network bandwidths during disaster situation are effectively utilized.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Computer Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแนวทางสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งเป็นผู้ประสานงานให้ความช่วยเหลือแก่นิสิตที่ทำวิทยานิพนธ์ทุกคน

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. เกริก ภิรมย์โสภา, รศ. ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย, ผศ. ดร. ภุชงค์ อุทโยภาศ และ ผศ. ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ คณะกรรมการคุมสอบวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้กรุณาแนะนำแนวทาง การตรวจสอบข้อมูล และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา และ ผศ. นครทิพย์ พร้อมพูล อาจารย์ผู้ประสานงานวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือแก่นิสิต

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ ความรู้ และแนวทางการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำหรับกำลังใจ และคำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงสมาชิกในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจที่ดีเสมอมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญรูปภาพ 1

สารบัญตาราง 4

บทที่ 1 บทนำ 5

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 5

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 6

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

1.5 แผนการดำเนินงานวิจัย 7

1.6 ผลงานตีพิมพ์ 8

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 สภาพแวดล้อมในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Environment in disaster scenario) 9

2.1.1 สภาวะของเครือข่ายปกติในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Network in disaster scenario) 9

2.1.2 สภาวะของเครือข่ายเฉพาะกิจ (Disaster alternative network) 10

2.2 สภาวะการสื่อสารในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Communication in disaster scenario) 11

2.2.1 แบนด์วิดท์ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Bandwidth in disaster scenario) 11

2.2.2 ข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Messages in disaster scenario) 12

2.2.3 บริบทของข้อมูล (Data context) 14

2.2.4 ความถี่ของข้อมูล (Incoming message rate) 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.2.5 แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ (Network bandwidth).....14
2.3 การการจัดกำหนดการของข้อความ (Message Scheduling).....14
2.3.1 Priority-based Scheduling [38].....14
2.3.2 Opportunistic Scheduling in Wireless Network [39].....15
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....16
2.4.1 ปัจจัยสำคัญ หรือบริบทสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Important factor in disaster).....16
2.4.2 พฤติกรรมของผู้ใช้งานและผลกระทบของระบบให้บริการที่เกิดขึ้นจริงในเหตุการณ์ภัยพิบัติ.....19
2.4.3 การจัดกำหนดการของข้อความที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ..22
2.4.4 เปรียบเทียบการเลือกบริบทความสำคัญของการจัดกำหนดการในเหตุการณ์ภัยพิบัติ.....26
บทที่ 3 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ.....29
3.1 การพิจารณาบริบทที่สำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ.....29
3.2.1 บริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related context).....29
3.2.2 บริบทความเร่งด่วน (Urgent context).....30
3.2.3 บริบทความไม่ซ้ำซ้อนของข้อความ (Non-Duplication/Unique context).....31
3.2 นิยาม และสมมุติฐานของงานวิจัย.....32
3.3 ระบบต้นแบบที่ใช้ในงานวิจัย.....34
3.3.1 ภาพรวมของระบบ RTSM.....34
3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของ Client-Side Proxy.....35
3.4 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ.....38
3.4.1 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญ.....38
3.4.2 การคัดแยกข้อความตามบริบทสำคัญ.....41

Chulalongkorn University

หน้า

3.5 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของงานวิจัย 46
บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือและการทดลอง 47
4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลอง 47
4.1.1 โปรแกรมทดลอง 47
4.1.2 ทรัพยากรที่ใช้ในการทดลอง 48
4.1.3 แบนด์วิดท์จำลองในเหตุการณ์ภัยพิบัติ 48
4.1.4 การจำลองขนาดของคิวในระบบ 49
4.2 ข้อความภัยพิบัติที่ใช้ในการทดลอง (ภาคผนวก 3) 50
4.2.1 ลักษณะเฉพาะของข้อความที่นำมาทดสอบ 51
4.3 การวัดความถูกต้องของวิธีการคัดแยกข้อความตามปัจจัยสำคัญ 51
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของการจัดกำหนดการของข้อความในเหตุจำลองภัยพิบัติ 57
4.4.1 การจำลองข้อความ 57
4.4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ 58
4.4.3 ผลการทดลอง 59
4.4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง 68
บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ 71
5.1 บทสรุป 71
5.2 ข้อจำกัด 72
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 72
รายการอ้างอิง 73
ภาคผนวก 78
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 83

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 เครือข่ายที่ถูกใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ [35] 10
รูปที่ 2 สภาวะแบนด์วิดท์ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ [23] 12
รูปที่ 3 ตัวอย่างของข้อความของงานวิจัย [21] 13
รูปที่ 4 ตัวอย่างของ Priority-based Scheduling [38] 15
รูปที่ 5 ประเภทของ Opportunistic Scheduling [39] 15
รูปที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของระบบ TRIAGE [25] 23
รูปที่ 7 The QoS Cube [43] 24
รูปที่ 8 ตัวอย่างการทำงานของ Dynamic Multilevel Priority Scheduling [44] 26
รูปที่ 9 แสดงช่วงระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ และ Time dependency [45] 30
รูปที่ 10 รูปโครงสร้างของต้นแบบ RTSM 34
รูปที่ 11 ขั้นตอนการทำงานของ Client-Side Proxy 35
รูปที่ 12 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ 39
รูปที่ 13 รูปรวมบริบทสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ 41
รูปที่ 14 คำสำคัญสำหรับคัดแยกข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ [4] 42
รูปที่ 15 ผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ 43
รูปที่ 16 ผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความที่มีบริบทเร่งด่วน 44
รูปที่ 17 ผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความที่มีบริบทไม่ซ้ำซ้อน 45
รูปที่ 18 อัตราส่วนลักษณะเฉพาะของข้อความ (a) เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, (b) เร่งด่วน 51
รูปที่ 19 (a) แผนรูปแสดงความถูกต้อง, (b) Detection Ratio และ (c) Accuracy Ratio (d) Target Group Ratio 52
รูปที่ 20 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 21 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ 59
รูปที่ 22 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้.....59
รูปที่ 23 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน.....60
รูปที่ 24 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน.....60
รูปที่ 25 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน.....61
รูปที่ 26 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์.....62
รูปที่ 27 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์.....62
รูปที่ 28 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์ 62
รูปที่ 29 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา 63
รูปที่ 30 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา.....63
รูปที่ 31 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา.....64
รูปที่ 32 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma).....65
รูปที่ 33 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma).....65
รูปที่ 34 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma)65
รูปที่ 35 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion).....66
รูปที่ 36 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion).....66
รูปที่ 37 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion).....67
รูปที่ 38 กราฟปริมาณข้อความ MC ที่อยู่ในคิวประมวลผลที่ไม่จำกัด เมื่อ $\lambda = 500$.....69
รูปที่ 39 กราฟระยะเวลาหน่วงเฉลี่ยที่ MC ถูกส่งไปถึงปลายทาง เมื่อ $\lambda = 500$ 70
รูปที่ 40 ไอคอนโปรแกรม Network Link Conditioner.....79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 41 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม Network Link Conditioner 79
รูปที่ 42 หน้าจอการตั้ง Profile ของโปรแกรม Network Link Conditioner 79
รูปที่ 43 การเริ่มต้นปรับแบนด์วิดท์ของโปรแกรม Network Link Conditioner 80
รูปที่ 44 สถานะเริ่มทำงานของโปรแกรม Network Link Conditioner 80
รูปที่ 45 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกเรียกจาก library TCPDump 80
รูปที่ 46 แฟ้มข้อมูลภัยพิบัติ CrisisLexT6 [4] 81
รูปที่ 47 แฟ้มเก็บผลการทดลองใน Github.com 82

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ความสามารถเพิ่มเติมของข้อความ Twitter....13

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่สำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....16

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเลือกบริบทความสำคัญของการจัดกำหนดการในเหตุการณ์ภัยพิบัติ และความแม่นยำในการคัดเลือกข้อความสำคัญ....27

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างข้อความที่มีบริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ....30

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างข้อความที่มีบริบทความเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ....31

ตารางที่ 6 แสดงบริบทที่มีผลต่อการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ....39

ตารางที่ 7 คำสำคัญที่บ่งบอกบริบทเร่งด่วน....44

ตารางที่ 8 ตัวชี้วัดของงานวิจัย....46

ตารางที่ 9 ความสามารถของคิวในระบบที่ใช้ในการทดสอบ....49

ตารางที่ 10 ตัวอย่างชุดข้อมูล “CrisisLexT6” ของเหตุการณ์ เฮอริเคนแซนดี้ (Hurricane Sandy)....50

ตารางที่ 11 ตัวอย่างข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (MC)....54

ตารางที่ 12 ตัวอย่างของข้อความที่ถูกตรวจจับได้ แต่ไม่ตรงกับ....56

ตารางที่ 13 คุณสมบัติของชุดข้อความ CrisisLexT6 ที่ใช้ในการทดลอง....58

ตารางที่ 14 คุณสมบัติของรูปแบบการจัดกำหนดการของข้อความที่นำมาเปรียบเทียบในการทดลอง....58

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบบริหารสถานการณ์ในสภาวะฉุกเฉิน (Emergency Management Information System) เป็นการทำงานเพื่อรับมือกับสภาวะฉุกเฉินและเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยที่สภาวะดังกล่าวอาจจะมีสาเหตุที่เกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว พายุ น้ำท่วม และไฟป่า เป็นต้น หรืออาจจะเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น เหตุระเบิด การรั่วไหลของกัมมันตภาพรังสี มลภาวะทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น [9] Federal Emergency Management Agency (FEMA) ได้กำหนดขอบเขตของภารกิจ (Mission Area) ในการบริหารภัยพิบัติเป็น 5 ระยะ คือ ระยะหลีกเลี่ยงหรือยับยั้งภัยพิบัติ (Prevention) ระยะป้องกันภัยพิบัติ (Protection) ระยะบรรเทาภัยพิบัติ (Mitigation) ระยะกู้ภัยพิบัติ (Response) และระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ (Recovery) [10] ซึ่งระยะกู้ภัยพิบัติ และระยะฟื้นฟูภัยพิบัติเป็นระยะที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจาก 2 ระยะนี้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตของผู้คนที่ประสบภัย จึงทำให้การสร้างระบบสารสนเทศภัยพิบัติเพื่อเข้ามารองรับในระยะดังกล่าว เป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การทำงานของระบบสารสนเทศภัยพิบัติในระยะดังกล่าว ได้มุ่งเน้นไปในหลายๆด้าน เช่น รองรับการรายงานสถานการณ์ในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ (Disaster Reporting) เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ และทีมกู้ภัยให้ทำงานได้สะดวกขึ้น [11-14] รองรับการวิเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่ภัยพิบัติ (Disaster Analysis) เพื่อวิเคราะห์วิธีการช่วยเหลืออย่างมีประสิทธิภาพ [15-18] รองรับการรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster Collector and Aggregator) เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด [19-21] รองรับการกรองข้อมูลที่สำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster Information Filtering) [21, 22] เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม งานที่ผ่านมายังมีข้อจำกัดบางประการ ในการนำไปใช้กับเหตุการณ์ภัยพิบัติจริง โดยเฉพาะช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ เพราะช่วงระยะเวลาดังกล่าว มีอัตราการใช้งานโทรศัพท์ อินเตอร์เน็ต และการรายงานภัยพิบัติในสื่อสังคมออนไลน์สูงมาก แต่ทรัพยากรของระบบโดยเฉพาะทางด้านการสื่อสารไม่สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกรติ จึงทำให้ระบบสารสนเทศภัยพิบัติ มีประสิทธิภาพการทำงานลดลง [23] ยกตัวอย่างเช่น เหตุการณ์แผ่นดินไหวทางภาคตะวันออกของญี่ปุ่นเดือนมีนาคม ปี 2554 พบว่าการใช้โทรศัพท์เพิ่มขึ้นถึง 10 เท่าหลังจากเกิดแผ่นดินไหว ทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้ [24] ด้วยเหตุนี้ จึงอาจจะทำให้ระบบสารสนเทศภัยพิบัติบางระบบที่ไม่มีการควบคุมการเพิ่มขึ้นของการใช้งาน และไม่มีการปรับตัวระบบเกิดปัญหาได้ นอกจากนี้ ระบบสารสนเทศภัยพิบัติที่ผ่านมา ได้มี

การศึกษาข้อมูลสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เฉพาะข้อมูลที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (Disaster-related) [4, 5, 24-29], บริบทความเร่งด่วนของข้อมูล (Urgent) [1, 7, 30] และบริบทความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Duplication) [21, 31] เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ครอบคลุมกับบริบทความสำคัญของข้อมูลเพียงพอ [32, 33] ทำให้ข้อมูลที่สำคัญในช่วงเวลานี้ ถูกจัดการอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้โอกาสความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินเพิ่มสูงขึ้น [34] ดังนั้น การพิจารณาบริบทที่สำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ และการพิจารณาลำดับความสำคัญของข้อมูลในช่วงเหตุการณ์ภัยพิบัติ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในการสื่อสารเพื่อให้ข้อมูลที่สำคัญสามารถส่งออกไปจากพื้นที่ภัยพิบัติได้มากที่สุด

งานวิจัยชิ้นนี้ จะนำเสนอการจัดกำหนดการของข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Message scheduling) โดยใช้การพิจารณาบริบทสำคัญของข้อมูลในเหตุภัยพิบัติจาก 3 ปัจจัยสำคัญ คือ ความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related context), ความเร่งด่วนของข้อความ (Urgent context) และความไม่ซ้ำซ้อนของข้อมูล (Unique context) รวมกัน แล้วจัดประเภทข้อความตามลำดับความสำคัญ ออกเป็น 3 ประเภท คือ ข้อความที่สำคัญและเร่งด่วน (Critical message), ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติแต่ไม่เร่งด่วน (Disaster-related message) และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Non-Disaster-related message) เพื่อใช้จัดการ และคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญ ออกจากข้อมูลที่ไม่สำคัญ ในสภาวะหลังเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Post disaster) กล่าวคือข้อความขาเข้ามีความถี่สูง แต่สภาวะแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่เพียงพอ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเหตุการณ์ภัยพิบัติ ผลกระทบต่อระบบสารสนเทศภัยพิบัติในระยะต่างๆ และพัฒนาเป็นส่วนเพิ่มเติมให้ระบบสารสนเทศภัยพิบัติสามารถปฏิบัติการในเหตุการณ์ภัยพิบัติได้อย่างเหมาะสม
2. เพื่อศึกษาบริบทสำคัญของข้อมูลในเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยเฉพาะช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ และขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความตามลำดับความสำคัญ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้จะรองรับการการทำงานภายใต้เหตุการณ์ปกติ และเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ระบบภัยพิบัติยังสามารถทำงานได้อยู่ แต่ระบบมีการลดประสิทธิภาพของการทำงานลง (Degrade service) หรือแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณไม่เพียงพอ (Low bandwidth) โดยอ้างอิงจากสภาวะของภัยพิบัติที่เกิดขึ้นจริงของงานวิจัยที่ผ่านมา เท่านั้น ไม่ได้ครอบคลุมถึงเหตุการณ์ภัยพิบัติร้ายแรงที่ทำให้ระบบสารสนเทศภัยพิบัติไม่สามารถทำงานต่อไปได้

2. งานวิจัยนี้จะใช้ชุดข้อมูลที่มีพื้นฐานจากสื่อสังคมออนไลน์ Twitter ชื่อ CrisisLexT6 ซึ่งประกอบไปด้วย ชุดข้อมูลภาษาอังกฤษ จากเหตุการณ์ภัยพิบัติ 6 เหตุการณ์ แต่ละเหตุการณ์มีชุดข้อมูลย่อย 10,000 ข้อความ, เป็นข้อความสาธารณะ (Public message) และไม่มีการเข้ารหัส (Non-encryption message)
3. งานวิจัยนี้จะใช้การทดลองในรูปแบบ Client-Server Model ที่มีการติดต่อสื่อสารในลักษณะ RTSM model และใช้ Software ในการควบคุมปริมาณแบนด์วิดท์ระหว่าง Client และ Server

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจระบบสารสนเทศภัยพิบัติในช่วงระยะเวลาภัยพิบัติ, แนวทางในการแก้ไขปัญหาของระบบสารสนเทศภัยพิบัติ และความท้าทายของระบบสารสนเทศภัยพิบัติในปัจจุบัน
2. เข้าใจการจัดกำหนดการของความสำคัญในลักษณะต่างๆ เช่น Multi-priority scheduling, Opportunistic scheduling เป็นต้น
3. ได้ศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศภัยพิบัติ RTSM เพิ่มเติม
4. สามารถนำความรู้จากผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้จริงกับระบบสารสนเทศภัยพิบัติในอนาคต

1.5 แผนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ศึกษาระบบสารสนเทศภัยพิบัติในเหตุการณ์ที่ผ่านมา, ศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อระบบสารสนเทศภัยพิบัติในเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ และวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เพื่อเรียนรู้วิธีการ และนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย

2. ศึกษาระบบสารสนเทศภัยพิบัติ RTSM

เนื่องจากระบบสารสนเทศภัยพิบัติมีมากมายขึ้นอยู่กับประเด็นที่แต่ละงานวิจัยสนใจ บางส่วนมีการรวบรวมหลายระบบย่อยเข้าด้วยกัน เพื่อทำงานร่วมกัน จึงมีความซับซ้อนค่อนข้างสูง อีกทั้งระบบสารสนเทศภัยพิบัติส่วนใหญ่ ไม่เปิดเผยขั้นตอนกระบวนการ หรือไม่อนุญาตให้เข้าไปแก้ไข ดังนั้น เพื่อมุ่งเน้นในจุดประสงค์ของงานวิจัยที่เป็นการจัดกำหนดการ

ของความสำคัญของข้อมูลในช่องสัญญาณ และเพื่อลดความซับซ้อนของระบบสารสนเทศภัยพิบัติ ผู้จัดทำจึงได้เลือกออกแบบระบบสารสนเทศภัยพิบัติ RTSM ซึ่งเป็น Client-Server Model และมีโครงสร้างชัดเจน ไม่ซับซ้อน เพื่อนำมาเป็นระบบสารสนเทศภัยพิบัติพื้นฐานในงานวิจัย

3. ออกแบบวิธีการ และเขียนโปรแกรม

ทำการออกแบบวิธีการจัดกำหนดการของข้อมูลสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ และเขียนโปรแกรมที่สอดคล้องกับวิธีการเพิ่มเติมให้ระบบสารสนเทศภัยพิบัติ RTSM

4. ทดสอบโปรแกรม และปรับปรุงวิธีการ

ทดสอบโปรแกรมที่สอดคล้องกับ การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญในช่วงภัยพิบัติที่ได้ออกแบบ กับชุดข้อมูล CrisisLexT6 และปรับปรุงวิธีการเพิ่มเติม เช่น เพิ่มกลุ่มคำในการคัดแยกประเภทความสำคัญของข้อมูล เป็นต้น พร้อมกับตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภัยพิบัติที่สร้างขึ้น โดยใช้ตัวชี้วัดที่ได้นำเสนอ และนำมาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงวิธีการจัดกำหนดการของข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น

5. สรุปผลการทดลอง และจัดทำวิทยานิพนธ์

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และสรุปผล โดยพิจารณาวิธีการที่ได้ออกแบบว่า มีความสามารถจัดกำหนดการของข้อมูลสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ได้มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และสามารถรับค่าประสิทธิภาพนั้น ได้หรือไม่ เมื่อเทียบเคียงกับงานวิจัยอื่นๆ

1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอในการประชุมวิชาการ ดังนี้

Ponthai Klinsompus and Natawut Nupairoj, *“Critical Message Scheduling for Disaster response and recovery phases”*, The International Conference on ICT Convergence (ICTC 2015), Jeju Island, Korea, October 28-30, 2015.

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาพแวดล้อมในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Environment in disaster scenario)

สภาพแวดล้อมในเหตุการณ์ภัยพิบัติ คือ ระบบเครือข่ายปกติในเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ระบบเครือข่ายเฉพาะกิจในเหตุการณ์ภัยพิบัติ และผลกระทบจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 สภาวะของเครือข่ายปกติในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Network in disaster scenario)

ในอดีต เครือข่ายแบบมีสาย (Wired network) เป็นเครือข่ายหนึ่งที่เป็นที่นิยมสำหรับการรองรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ เพราะเครือข่ายแบบมีสาย จะมีแบนด์วิดท์ที่สูง และมีความปลอดภัยมากกว่าแบบอื่นๆ นอกจากนี้ เมื่อผู้ใช้มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายแล้ว ผู้ใช้จะได้รับความมั่นใจว่า จะไม่ถูกตัดขาดจากการเชื่อมต่อนั้น ซึ่งตรงกันข้ามกับเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless network) ที่นอกจากระยะทางระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์จะมีผลต่อการรับสัญญาณแล้ว การลดทอนของสัญญาณปกติก็ยังมีมากกว่าเครือข่ายแบบมีสายด้วย แต่อย่างไรก็ตาม เครือข่ายแบบมีสายก็ไม่เหมาะสมกับเหตุการณ์ภัยพิบัติในปัจจุบัน เพราะเหตุการณ์ภัยพิบัติในปัจจุบัน มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบเป็นบริเวณกว้าง และมีความถี่ของการเกิดเหตุการณ์เพิ่มมากกว่าในอดีต ทำให้การใช้ระบบเครือข่ายแบบมีสายมีต้นทุนที่สูงขึ้นมาก เมื่อใช้ในพื้นที่ขนาดใหญ่และเป็นพื้นที่ที่พังทลายได้ง่ายจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ [35]

ปัจจุบัน ได้มีแนวคิดของการสื่อสารแบบไร้สายเพิ่มขึ้นสูงมาก อันเนื่องมาจากความสะดวกในการติดตั้ง ต้นทุนของอุปกรณ์ที่ถูกลง และการฟื้นคืนสภาพของระบบดีกว่าระบบเครือข่ายแบบมีสาย ในเหตุการณ์ภัยพิบัติบางเหตุการณ์ ถ้าปริมาณแบนด์วิดท์ไม่ได้เป็นสิ่งจำเป็นมากนัก เครือข่ายแบบไร้สายก็สามารถใช้งานได้ดีกว่าเครือข่ายแบบมีสาย ยกตัวอย่าง เช่น โครงการลูน (Loon project) [36] เป็นโครงการที่ทำการกระจายสัญญาณ โดยใช้อุปกรณ์ให้บริการอินเตอร์เน็ตผูกติดกับบอลลูน แล้วปล่อยลอยขึ้นไปยังพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ซึ่งความสามารถของระยะการเชื่อมต่อของผู้ใช้กับตัวอุปกรณ์ ประมาณ 40 กิโลเมตร แต่อย่างไรก็ตาม แม้จะมีบอลลูนในพื้นที่ภัยพิบัติจำนวนมาก แต่แบนด์วิดท์ที่สามารถใช้งานได้ในเครือข่ายก็ยังน้อย และมีความล่าช้าในการขนส่งข้อมูลสูง อีกทั้งในโครงการลูนยังจำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษที่ทำการเชื่อมต่อกับภาคพื้นดินไว้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ส่งสัญญาณอีกด้วย

หน่วยงาน พีเอสเอส (Public Safety/Security) ใช้พื้นฐานของเครือข่ายแบบ PMR/TETRA ซึ่งมีความปลอดภัย และความยืดหยุ่นสูง แต่ขาดการสนับสนุนฟังก์ชันขั้นสูงเมื่อ

เปรียบเทียบกับเครือข่ายไร้สายชนิด 3G, LTE, WIMAX เป็นต้น กล่าวคือ ระบบ PMR/TETRA จะมีอัตราการส่งข้อมูล (Data Rate), ความเร็ว (Speed) และความครอบคลุม (Coverage) ที่ต่ำ [35] นอกจากนี้ ยังพบข้อจำกัดของโปรโตคอลที่ไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้ถูกจำกัดอยู่ในองค์กรทางด้านความปลอดภัย หรือทางด้านทหาร

นอกจากนี้ ในวงการอุตสาหกรรม และองค์กรการศึกษา เริ่มมีความเชื่อถือในเครือข่ายเคลื่อนที่ได้ (Mobile communication) ในด้านขั้นตอนการทำงาน และการให้บริการ (Operation and Service) ของระบบ ทำให้เกิดการสื่อสารจากอุปกรณ์ที่ซับซ้อนขึ้นกว่าเดิม เช่น อุปกรณ์ GPS, อุปกรณ์สื่อสารทางไกล (Remote sensing) เป็นต้น ด้วยความจุของข้อมูลและความสามารถในการประมวลผลที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์สื่อสารดังกล่าว ทำให้มีความต้องการจัดการกับข้อมูลที่มหาศาล ครอบคลุมในทุกๆพื้นที่ และความสามารถที่ต้องใช้งานได้อย่างตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้เอง จึงทำให้เกิดการพัฒนาต่อยอด และจำนวนอุปกรณ์ที่รองรับเครือข่ายไร้สายเหล่านี้ ก็ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากมายในปัจจุบัน ทำให้การสื่อสารไม่มีขอบเขต และทันสมัยขึ้นในทุกๆ ปี จากงานวิจัย *[35]* พบว่า รายละเอียดของเครือข่ายของการสื่อสารในปัจจุบัน สามารถแสดงดังรูปที่ 1

Specification	Frequency	Spectrum	Coverage (Urban - Rural)	Data rate	Latency
TETRA	400, 800 MHz	5 - 20 MHz	5 - 15 Km	13 Kbps	250 ms
TEDS	400, 800 MHz	20 MHz	2 - 7 Km	20 - 80 Kbps	200 ms
GSM	900 MHz	35 MHz	40 - 100 Km	11.4 - 22.8 Kbps	800- 3000 ms
WI-FI	2.4, 5 GHz	20 - 40 MHz	5-20m (indoor) to 2 Km (Outdoor)	50 Mbps - 1 Gbps	5 - 20 ms
3G/UMTS	900, 1800, 2100 MHz	30 - 50 MHz	1.5 – 4 Km	64 - 384 Kbps	170 ms
HSDPA	1800, 2100 MHz	10 - 15 MHz	500m - 1.5 Km	1.8 - 7.2 Mbps	60 ms
WIMAX	700 MHz, (2.4, 3.5, 5.8) GHz	200 MHz	400m - 1Km	4 - 20 Mbps	30 ms
LTE	700, 1800, 2100 MHz	18 - 60 MHz	300 - 800 m	10 - 100 Mbps	10 ms

รูปที่ 1 เครือข่ายที่ถูกใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ [35]

2.1.2 สภาวะของเครือข่ายเฉพาะกิจ (Disaster alternative network)

ระบบเครือข่ายรอบโลกมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งพบว่า จำนวน 80% ของผู้ใช้บนโลกมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายผ่านโทรศัพท์มือถือ ด้วยการเพิ่มขึ้นของจำนวนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือที่มากกว่าจำนวนประชากรใน 97 ประเทศรอบโลก อัตราการใช้ข้อมูลในเครือข่ายก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้ ผู้ให้บริการจำเป็นต้องเพิ่มการลงทุนในการให้บริการเพื่อสนับสนุนผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ ทั้งในด้านความเร็วของเครือข่าย, ความยืดหยุ่นในการให้บริการ, สภาพความ

พร้อมใช้ของระบบ, และประสิทธิภาพของระบบ นอกจากนี้ [35] ยังคาดการว่า จำนวนอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และอุปกรณ์อื่นๆ จำนวนมากกว่า 50 ล้านเครื่อง มีการเชื่อต่ออินเตอร์เน็ตในแนวคิดของ “Internet of Things” ภายในปี ค.ศ. 2020

ระบบเครือข่ายเฉพาะกิจ (Mobile Ad Hoc Network) เป็นระบบเครือข่ายที่มีการส่งข้อมูลเป็นทอดๆ โหนดต่อโหนด ซึ่งแต่ละโหนดในเครือข่ายสามารถเคลื่อนที่ได้ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างของระบบ การกระจายของโหนดในระบบ และ ความสามารถในการบริหารของแต่ละโหลดมีบทบาทสำคัญในระบบเฉพาะกิจ โดยลักษณะของเครือข่ายเฉพาะกิจมีลักษณะดังนี้

- โครงสร้างของเครือข่ายจะเปลี่ยนแปลง และยากต่อการคาดการ
- มีความสามารถในการส่งข้อมูลน้อยกว่าเครือข่ายแบบมีสาย
- ความปลอดภัยในเชิงโครงสร้างจำกัดอันเนื่องมาจากเป็นเครือข่ายแบบไร้สาย
- อัตราการสูญเสียข้อมูล (Data loss) และ เวลาในการส่งข้อมูล (Delay/Jitter) มีมากกว่าแบบเครือข่ายที่อยู่กับที่ (Fixed network)
- แต่ละโหนดใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ดังนั้น ประเด็นของการประหยัดพลังงานเป็นส่วนสำคัญของเครือข่าย

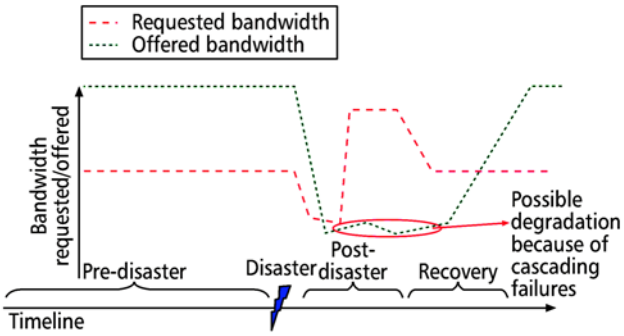
นอกจากนี้ ยังมีระบบเครือข่าย Delay tolerant network (DTN) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบเครือข่ายเฉพาะกิจ โดยใช้แนวคิด “Store-Carry-and-Forward” ในการขนส่งข้อมูล *[35]* กล่าวคือ ข้อมูลที่ถูกส่งจากต้นทางจะถูกส่งไปหาโหนดกลาง (Intermediate node) ซึ่งโหนดกลางจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ แล้วค่อยส่งต่อไปยังปลายทาง (Destination node) นั่นเอง

2.2 สภาวะการสื่อสารในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Communication in disaster scenario)

2.2.1 แบนด์วิดท์ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Bandwidth in disaster scenario)

จากงานวิจัย [23] ได้ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบให้บริการโทรศัพท์ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยการประเมินค่าแบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้ต้องการ (Requested bandwidth) และแบนด์วิดท์ที่ระบบตอบสนองได้ (Offered bandwidth) ทั้ง 4 ช่วงของเหตุการณ์ภัยพิบัติ ได้แก่ ก่อนเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Pre-disaster), ช่วงเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-hit), ช่วงหลังเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Post-disaster) และช่วงฟื้นฟูภัยพิบัติ (Recovery) พบว่า ช่วงก่อนเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ แบนด์วิดท์ของระบบที่มีให้มีค่ามากกว่าแบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้ต้องการ แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ แบนด์วิดท์ของระบบ

ตอบสนองได้ และแบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้ต้องการจะลดลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากที่ช่วงระยะเวลาเกิดภัยพิบัตินั้น ผู้ใช้ที่อยู่ในเหตุการณ์มีสภาวะที่ไม่พร้อมในการติดต่อสื่อสารเพราะกำลังได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ และระบบให้บริการอาจจะเกิดการพังทลายของอุปกรณ์สื่อสาร หรือระบบทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ส่วนช่วงเวลาหลังเหตุการณ์ไปจนถึงช่วงฟื้นฟูภัยพิบัตินั้น จะมีอัตราการใช้งานช่องสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลของผู้ใช้ เพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงเวลาปกติมาก เพราะผู้ใช้ต้องการส่งข้อมูลเพื่อขอความช่วยเหลือ หรือต้องการรับทราบข่าวคราว หรือสถานการณ์ต่างๆ ของภัยพิบัติ ซึ่งตรงกันข้ามกับการฟื้นคืนแบนด์วิดท์ของระบบให้บริการ ที่ค่อยๆเพิ่มขึ้นมาทีละน้อย ทำให้ระบบไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ทันเวลา และเป็นไปได้ว่าระบบให้บริการอาจจะลดประสิทธิภาพการทำงานไปอีกก่อนที่จะกลับสู่สภาวะปกติ อันเนื่องมาจากภัยพิบัติที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้เอง ถ้าระบบไม่มีการปรับเปลี่ยนการให้บริการในช่วงเวลาหลังเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ระบบจะไม่สามารถให้บริการได้ทันเวลา หรืออาจจะไม่สามารถให้บริการได้เลย ส่งผลให้ช่วงหลังจากเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ระบบจะทำงานล่าช้า หรือหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 2 นอกจากนี้ยังพบอีกว่า วิธีการปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพแบนด์วิดท์ที่มีอยู่ของระบบ มีความสำคัญกับเหตุการณ์ภัยพิบัติแต่ยังคงขาดแคลนอยู่ในปัจจุบัน [9]



รูปที่ 2 สภาวะแบนด์วิดท์ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ [23]

2.2.2 ข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Messages in disaster scenario)

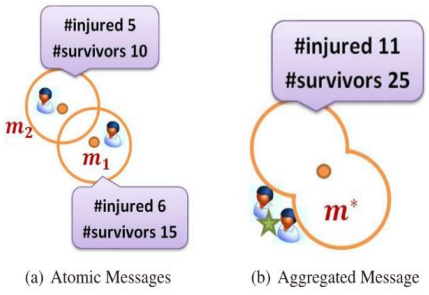
เนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติในระบบสารสนเทศภัยพิบัติต่างๆ มีด้วยกันหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบสารสนเทศภัยพิบัติว่ารองรับการทำงานแบบใด เช่น ข้อความตัวอักษร (SMS), รูปภาพ (Image) หรือวีดีโอ (Video) [9, 15, 20, 21, 26] แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในปัจจุบันสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) มีอิทธิพลต่อการสื่อสารอย่างมาก, มีความง่ายในสื่อสาร และมีลักษณะพร้อมใช้งานตลอดเวลา [37] ดังนั้น จะพบว่างานวิจัยที่ผ่านมา มักจะมุ่งเน้นการพัฒนาระบบสารสนเทศภัยพิบัติที่รองรับชุดข้อมูลจากสื่อ

สังคมออนไลน์เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อสังคมออนไลน์ Twitter ที่มีจำนวนผู้ใช้งานที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก และสามารถแพร่กระจายข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว [9, 15] ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยฉบับนี้ จะมุ่งเน้นไปที่ระบบสารสนเทศภัยพิบัติที่รองรับการทำงานโดยมีพื้นฐานจากสื่อสังคมออนไลน์ Twitter ซึ่งเป็นข้อความสาธารณะ (Public message) และเป็นข้อความภาษาอังกฤษที่มีความยาวจำกัดขนาด 140 ตัวอักษร โดยที่ผู้ส่งข้อความสามารถสร้างความสามารถพิเศษอื่นๆได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสามารถเพิ่มเติมของข้อความ Twitter

ชื่อ	แทนด้วย	ความหมาย	ตัวอย่าง
Mention	@xxx	การอ้างถึงบุคคลที่ต้องการกล่าวถึง	**@chasegrebb** much longer than you'd expect
Hashtags	#xxx	คำเฉพาะที่ต้องการให้ระลึกถึง	No caption needed. **#sensation #nofilter**
Link	http://xxx	เชื่อมต่อข้อมูลจากภายนอก	Frankenstorm Apocalypse **http://t.co/ZRlkpXda**
Retweet	RT:xxx	เผยแพร่ข้อความซ้ำ	**RT** @Franklero: Droplets of water is literally falling from the sky.

นอกจากนี้ยังพบว่า ในงานวิจัย [21] มีการใช้การรวบรวมข้อความโดยใช้ Hashtags ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เพื่อลดระยะเวลาการส่งข้อมูลในระบบอีกด้วย ดังรูปที่ 3 (a) พบว่าในพื้นที่ภัยพิบัติมีผู้ใช้งาน 2 คน คือ m1 และ m2 ได้รายงานจำนวนผู้บาดเจ็บ (Injured) และผู้รอดชีวิต (Survivals) ในรูปแบบข้อความเดี่ยว (Atomic message) โดยที่ผู้ใช้งาน m1 รายงานผู้บาดเจ็บ 5 คนและผู้รอดชีวิต 10 คน ส่วนผู้ใช้งาน m2 รายงานผู้บาดเจ็บ 6 คน และผู้รอดชีวิต 15 คน ส่วน รูปที่ 3 (b) นั้นจะเป็นตัวอย่างของข้อมูลที่ถูกรวบรวม (Aggregated message) ในพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน โดยมีผู้ได้รับบาดเจ็บรวมทั้งสิ้น 11 คน และผู้รอดชีวิตรวมทั้งสิ้น 25 คน



รูปที่ 3 ตัวอย่างของข้อความของงานวิจัย [21]

2.2.3 บริบทของข้อมูล (Data context)

บริบทของข้อมูล คือ ส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อมูลที่สามารถบ่งบอกลักษณะของเหตุการณ์ในเชิงเอกลักษณ์ (Entity) ได้ โดยที่เอกลักษณ์ หมายถึง คน, สถานที่ หรือสิ่งของ ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้ และโปรแกรมประยุกต์ รวมไปถึงระหว่างผู้ใช้ และโปรแกรมประยุกต์ ด้วยกันเองด้วย [26]

อย่างไรก็ตาม ในเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ผ่านมา พบว่า บริบทของข้อมูลที่ปรากฏ ได้แก่ บริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related context), บริบทความเร่งด่วน (Urgent context), บริบทความซ้ำซ้อน (Repeated/Duplicated context) และบริบทข้อความเท็จ (Rumors context) เป็นต้น

2.2.4 ความถี่ของข้อมูล (Incoming message rate)

ความถี่ของข้อมูล คือ จำนวนข้อมูลที่ผ่านช่องสัญญาณใน 1 หน่วยเวลา ความถี่ของข้อมูลในงานวิจัยนี้ จะมีหน่วยเป็น จำนวนข้อความ ต่อหน่วยเวลา เช่น ความถี่ของข้อมูลขาเข้า 100 ข้อความ/วินาที หมายความว่า มีข้อความไหลผ่านช่องสัญญาณ 100 ข้อความ ในระยะเวลา 1 วินาที

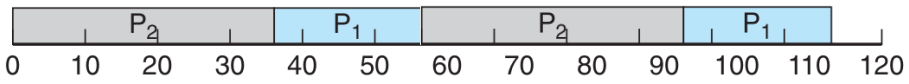
2.2.5 แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ (Network bandwidth)

แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ คือ อัตราส่งถ่ายข้อมูลของช่องสัญญาณใน 1 หน่วยเวลา หรือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถส่งเข้าไปในช่องสัญญาณได้ภายในระยะเวลา 1 หน่วยเวลา แบนด์วิดท์ของข้อมูลโดยปกติแล้ว มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit/second) เช่น แบนด์วิดท์ขนาด 1Mb/s หมายความว่า ช่องสัญญาณสามารถส่งข้อมูลขนาด 1 เมกะบิตใน 1 วินาที

2.3 การการจัดกำหนดการของข้อความ (Message Scheduling)

2.3.1 Priority-based Scheduling [38]

Priority-based Scheduling เป็นการจัดกำหนดการของแต่ละโปรเซส โดยคำนึงถึงความสำคัญของงาน ซึ่ง งานที่มีความสำคัญมาก จะมีความสำคัญสูงกว่างานที่มีความสำคัญน้อย ถ้าตัวจัดกำหนดการ (Scheduler) มีการรองรับการขัดขวางการทำงาน (Preemption) โปรเซสที่ทำงานอยู่ สามารถถูกขัดขวางได้ ถ้ามีลำดับความสำคัญของงานที่เข้ามาขัดขวางสำคัญกว่า อย่างไรก็ตาม การรองรับการขัดขวางการทำงานจะรับประกันสำหรับระบบที่มีการกำหนดงานแบบ Soft real-time system ส่วนระบบที่มีการกำหนดงานแบบ Hard real-time system จะต้องรับประกันงานแบบเรียลไทม์ที่เกี่ยวเนื่องกับระยะเวลาที่เหลืออยู่ (Deadline requirement) ด้วย

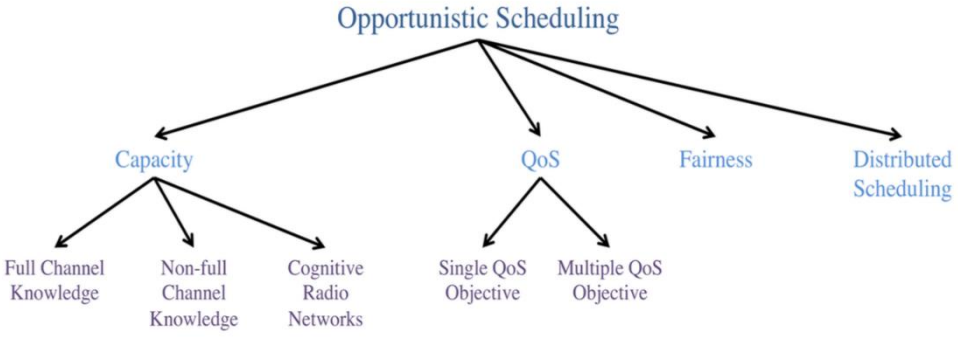


รูปที่ 4 ตัวอย่างของ Priority-based Scheduling [38]

จากรูปที่ 4 สมมุติโปรเซส P2 มีความสำคัญมากกว่าโปรเซส P1 โดยที่ P1 ใช้เวลาในการประมวลผลงาน (Processing time) เท่ากับ 10 และโปรเซส P2 ใช้เวลาในการประมวลผลงาน (Processing time) เท่ากับ 35 เมื่อระบบทำการกำหนดงาน โปรเซส P2 จะถูกทำงานก่อน P1 ทุกครั้ง

2.3.2 Opportunistic Scheduling in Wireless Network [39]

Opportunistic Scheduling เป็นการจัดกำหนดการของงานโดยใช้ข้อมูลคุณภาพของช่องทางการสื่อสาร ในรูปแบบของคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service) เป็นตัววัดผล เช่น จำนวนผลลัพธ์ของปริมาณงาน (Throughput), ความล่าช้า (Delay), ความผิดพลาดทางเวลา (Jitter) เป็นต้น เพื่อให้ตัวจัดกำหนดการ หาอัตราการส่งข้อมูลที่เหมาะสมที่สุด ให้แต่ละผู้ใช้งานในระบบ โดยที่ คำว่า “Opportunistic scheduling” ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในงานวิจัย [39] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลที่มีความหลากหลายของผู้ใช้เป็นเกณฑ์ในการทำการกำหนดงานเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของการกำหนดงาน โดยที่ปกติแล้ว Opportunistic scheduling จะเลือกผู้ใช้ที่มีช่องสัญญาณที่ดีที่สุด (Best Channel) เพื่อใช้ทรัพยากรในระบบก่อนเสมอ ซึ่งด้วยรูปแบบนี้เป็นที่รู้จักในชื่อ Max Rate scheduling ประโยชน์ของ Opportunistic scheduling ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของผู้ใช้งานซึ่งเกิดจากความบกพร่องของช่องสัญญาณเช่น ปรากฏการณ์ Fading และ ปรากฏการณ์ Multipath เป็นต้น จากงานวิจัยนี้ได้แบ่งกลุ่มของ Opportunistic scheduling เป็น 4 กลุ่ม คือ Capacity, Quality of Service, Fairness และ Distributed scheduling ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ประเภทของ Opportunistic Scheduling [39]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ปัจจัยสำคัญ หรือบริบทสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ, พฤติกรรมของผู้ใช้งานและผลกระทบของระบบที่เกิดขึ้นจริงในเหตุการณ์ภัยพิบัติ, และการจัดกำหนดการของข้อความที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ปัจจัยสำคัญ หรือบริบทสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Important factor in disaster)

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัญหาในเหตุการณ์ภัยพิบัติที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ข้อมูลที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภัยพิบัติมีความสำคัญมาก เพราะข้อมูลเหล่านี้ จะถูกใช้อธิบายเหตุการณ์ (Disaster reporting), ตรวจจับ หรือป้องกันภัยพิบัติ (Disaster detection/prevention), ช่วยเหลือผู้ประสบภัยในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster response)เป็นต้น แต่ข้อมูลสำคัญเหล่านี้ มักจะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากข้อความในช่วงภัยพิบัติมีจำนวนมาก และมีความยากในการคัดแยกข้อมูลที่สำคัญ ดังนั้น ผู้ทำการวิจัยจึงทำการรวบรวมงานวิจัยที่ผ่านมา แสดงในตารางที่ 2 โดยใช้การพิจารณาข้อมูลสำคัญตามปัจจัยที่มีการตระหนักถึงในช่วงภัยพิบัติ โดยสามารถแยกออกเป็น 4 ปัจจัยสำคัญหลักๆ คือ ความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related), ความเกี่ยวเนื่องกับเวลา หรือความเร่งด่วน (Timeliness or Urgency), ความเข้าใจผิด หรือข่าวลือ (Misleading or Rumors), และความซ้ำซ้อน (Duplication)

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่สำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Year	Title	Disaster important factors			
		Disaster Relevance	Timeliness, Urgency	Misleading, Rumors	Duplication
2010	Survey of data management and analysis in disaster situations [9]	×			×
2010	Self-Adaptive and Time-Constrained Data Distribution Paths for Emergency Response Scenarios [40]	×	×		
2011	Prioritizing Data in Emergency Response based on Context, Message Content and Role [26]	×			×
2011	TRIAGE: Applying Context to Improve Timely Delivery of Critical Data in Mobile Ad Hoc	×			×

	Networks for Disaster Response [25]				
2011	Natural Language Processing to the Rescue: Extracting 'Situational Awareness' Tweets during mass emergency [2]	×			
2012	The Role of Twitter during a Natural Disaster: Case Study of 2011 Thai Flood [41]	×	×	×	
2012	Towards Context-Aware Messaging for Emergency Situations [28]	×			
2012	Tweet Classification Based on Their Lifetime Duration [1]	×	×		
2013	AIDR: Artificial Intelligence for Disaster Response [6]	×			
2013	CrisisTracker: Crowdsourced Social Media Curation for Disaster Awareness [30]	×	×		
2013	Dealing with Information Overload When Using Social Media for Emergency Management: Emerging Solutions [42]	×			×
2013	Classifying Microblogs For Disasters [8]	×			
2014	Measure of User Behavior before and during Disaster Congestion [37]	×	×		×
2014	Network Adaptability from Disaster Disruptions and Cascading Failures [23]				×
2014	Disaster Information Collection with Opportunistic Communication and Message Aggregation [21]	×			×
2014	Analysis of and Proposal for a Disaster Information Network from Experience of the Great East Japan Earthquake [24]	×			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2014	Processing Social Media Messages in Mass Emergency: A Survey [32]	×	×	×	×
2014	CrisisLex: A Lexicon for Collecting and Filtering Microblogged Communications in Crises [4]	×			
2014	Coordinating Human and Machine Intelligence to Classify Microblog Communications in Crises [3]	×			×
2014	Tweedr: Mining Twitter to Inform Disaster Response [5]	×			
2015	Social Haystack: Dynamic Quality Assessment of Citizen-Generated Content during Emergencies [33]	×	×	×	
2015	What to Expect When the Unexpected Happens: Social Media Communications Across Crises [31]	×			×
2015	Disentangling the Lexicons of Disaster Response in Twitter [29]	×			
2015	TSum4act: A Framework for Retrieving and Summarizing Actionable Tweets During a Disaster for Reaction [7]	×	×		
Total		**23**	**8**	**3**	**10**

จากตารางที่ 2 พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ มุ่งเน้นในการพิจารณาปัจจัยความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related) เป็นจำนวน 23 งานวิจัย ปัจจัยรองลงมา คือ ความซ้ำซ้อน (Duplication) และ ความเกี่ยวเนื่องกับเวลา หรือความเร่งด่วน (Timeliness or Urgency) เป็นจำนวน 8 และ 10 งานวิจัย ส่วนปัจจัยที่มีความนิยมน้อยที่สุด คือ ความเข้าใจผิดต่อข้อมูล หรือข่าวลือ (Misleading or Rumors) เป็นจำนวน 3 งานวิจัย ดังนั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์จะเห็นว่า ปัจจัยความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ มีความสำคัญมากที่สุด เพราะถ้าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ ข้อมูลนั้นก็จะให้ประโยชน์กับผู้ที่ได้รับข้อมูล ส่วนปัจจัยความเร่งด่วน และปัจจัยความซ้ำซ้อน มักจะเป็นส่วนเพิ่มเติมให้กับงานวิจัยแบบแรก

กล่าวคือ งานวิจัยใดมีการพิจารณาปัจจัยความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ ก็จะทำร่วมกับปัจจัยความเร่งด่วน หรือไม่ก็ปัจจัยความซ้ำซ้อน เพื่อมุ่งเน้นไปในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ข้อมูลภัยพิบัติที่ต้องการความช่วยเหลือ, ข้อความภัยพิบัติที่ไม่ซ้ำซ้อน เป็นต้น ส่วนงานวิจัยที่เน้นการพิจารณาความเข้าใจผิด หรือข่าวลือ ไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร อันเนื่องมาจาก ในช่วงระยะเวลาภัยพิบัติ การตรวจสอบข่าวลือ มักจะเพิ่มความยุ่งยากให้กับระบบสารสนเทศภัยพิบัติ และการค้นหาข่าวลือทำได้ยาก นอกจากนี้ ยังพบอีกว่า งานวิจัยที่พิจารณาปัจจัยได้ครอบคลุมตั้งแต่ 3 ปัจจัยสำคัญขึ้นไป กล่าวคือ ปัจจัยด้านความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ปัจจัยความเร่งด่วนของข้อมูล ปัจจัยความซ้ำซ้อนของข้อมูล และความเข้าใจผิด หรือข่าวลือ รวมเข้าไว้ด้วยกัน จะพบเฉพาะงานวิจัยแนวสำรวจความต้องการ และความท้าทายของระบบสารสนเทศภัยพิบัติ และทีมกู้ภัย (Survey of requirement and challenge) แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่สร้างระบบสารสนเทศภัยพิบัติให้สอดคล้องกับความต้องการได้จริง ด้วยเหตุนี้เอง งานวิจัยฉบับนี้จึงจะทำการพิจารณาปัจจัยสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติให้ครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้ให้มากขึ้นกว่างานวิจัยที่ผ่านมาช่วงค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัย (The Search and Rescue phase)

2.4.2 พฤติกรรมของผู้ใช้งานและผลกระทบของระบบให้บริการที่เกิดขึ้นจริงในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

- Measure of User Behavior before and during Disaster Congestion [37]

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้ก่อนเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ และระหว่างเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ด้วยมูลเหตุที่ว่า การแออัดของข้อมูล (Congestion) ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นผู้ให้บริการ (Provider) จำเป็นต้องจัดการกับปัญหานี้ โดยที่นอกจากที่ต้องระวังการพังทลายของทรัพยากรสื่อสารแล้ว ยังต้องระวังการเพิ่มขึ้นของข้อมูลที่เกิดจากผู้ใช้อีกด้วย บางผู้ให้บริการอาจจะจัดการโดยการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ให้มากขึ้น หรือในบางพื้นที่ผู้ให้บริการ อาจจะใช้โนดกลางที่เคลื่อนย้ายได้ ทำตัวเสมือนเป็นจุดเพิ่มการบริการ (Temporary base station) แต่วิธีการดังกล่าวก็อาจจะมีค่าใช้จ่ายสูง จากข้อมูลที่ผ่านมาพบว่า โทรศัพท์มือถือของผู้ใช้จะเป็นลักษณะที่เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตตลอดเวลา (Always-online) แต่ยังคงเป็นประเด็นที่ถกเถียงกันว่าจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความแออัดของข้อมูลเมื่อเกิดภัยพิบัติหรือไม่ และพบว่าผู้ใช้จะทำการโทรศัพท์ หรือเข้าถึงเว็บไซด์ทันทีในระหว่างเกิดภัยพิบัติได้ เพราะว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่เป็นห่วงสถานะความเป็นอยู่ของคนใกล้ชิด และต้องการข้อมูลเหตุการณ์ภัยพิบัติจากอินเตอร์เน็ตหรือสื่อสังคมออนไลน์ ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้บริการในช่วงภัยพิบัติว่าผู้ใช้มีแนวโน้มในการใช้งานเป็นอย่างไร

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้ 2 วิธีการ คือ สัมภาษณ์เสียงผ่านโปรแกรมประยุกต์ทดสอบ (Voice based application test) และทำการสำรวจโดยใช้รูปแบบสำรวจออนไลน์ (Web based survey and results) จากทั้งสองวิธีของการสำรวจในงานวิจัยนี้ พบว่า ผู้สำรวจส่วนใหญ่ใช้งานอินเตอร์เน็ตโดยปกติทุกวัน และเป็นสมาชิกของสื่อสังคมออนไลน์เพื่อติดตามเหตุการณ์ ติดตามข่าวสาร รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของตัวเองลงบนสื่อสังคมออนไลน์มากกว่า 7 ชั่วโมงต่อวัน และจากการสำรวจการใช้งานในช่วงเหตุการณ์ภัยพิบัติ พบว่า ผู้ใช้จะใช้งานโทรศัพท์ประมาณ 5-6 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาสนทนาส่วนใหญ่ที่ 1 นาที และมีการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ เพื่อติดตามและรายงานสถานการณ์ด้วยตัวเอง ส่วนความต้องการของผู้ใช้จากฝั่งของผู้ให้บริการ ผู้ใช้ลงความเห็นว่า ในช่วงชั่วโมงแรกหลังจากเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ผู้ให้บริการควรจะมีการให้บริการโทรศัพท์ที่ครอบคลุม และสามารถใช้งานอินเตอร์เน็ตอย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามข่าวคราวสถานะความอยู่รอดของสมาชิกในครอบครัวและกลุ่มเพื่อนสนิท นอกจากนี้ ผู้ใช้ส่วนใหญ่เน้นย้ำว่า ผู้ใช้บริการเห็นด้วยกับการจ่ายค่าธรรมเนียมเพิ่มขึ้น เพื่อโทรศัพท์แบบพิเศษในช่วงที่เกิดภัยพิบัติ การเข้าใช้งานอินเตอร์เน็ตอย่างครอบคลุม รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลในช่วงภัยพิบัติด้วย

จากงานวิจัยฉบับนี้ จะเห็นว่า ปัญหาของการแออัดของข้อมูลในเหตุการณ์ภัยพิบัติเป็นปัญหาหลัก เพราะผู้ใช้มีการใช้งานจากผู้ให้บริการที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม แต่ระบบไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ ผู้ใช้ลงความเห็นว่าควรที่จะได้รับการแก้ไข โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มช่องทางพิเศษสำหรับการสื่อสารที่สำคัญ หรือการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลนั่นเอง

Chulalongkorn University

- Network Adaptability from Disaster Disruptions and Cascading Failures [23]

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอ พฤติกรรมของระบบเครือข่ายที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ และพฤติกรรมต่อเนื่องของระบบเครือข่ายหลังผ่านเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยภัยพิบัติในงานวิจัยฉบับนี้ ได้แบ่งประเภทของภัยพิบัติออกเป็น 2 ส่วน คือ ภัยพิบัติที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural disaster) ได้แก่ พายุ, ซึนามิ, แผ่นดินไหว เป็นต้น และภัยพิบัติที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Human-made disaster) ได้แก่ เหตุการณ์จู่โจมตี 9/11 เป็นต้น ซึ่งเหตุการณ์ภัยพิบัติดังกล่าว ส่งผลกับระบบบริการเครือข่าย (Network services) เป็นระยะหลายๆสัปดาห์ และเป็นอุปสรรคต่อทีมกู้ภัยอีกด้วย อีกทั้งวิธีแก้ปัญหาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มีการใช้วิธีป้องกันระบบเครือข่าย หรือระบบเตือนภัยพิบัติ เมื่อเกิดเหตุการณ์อย่างรวดเร็ว แต่

ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอกับ เหตุการณ์ผิดพลาดต่อเนื่องหลังจากเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Cascading failures) เพราะงานวิจัยที่ผ่านมาไม่มีการมุ่งเน้นในประเด็นนี้ ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ คือแนวทางเพิ่มเสถียรภาพ และสามารถอยู่รอดให้กับเครือข่าย (A novel robust survivability method) โดยที่การทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การคำนึงถึงความต่อเนื่องของความผิดพลาดหลังจากเกิดเหตุการณ์มีความสำคัญมาก เช่น วิธีการปรับเปลี่ยนทรัพยากรของระบบเครือข่าย (Re-arrange network resources) และวิธีการรักษาตัวได้ด้วยตัวเองของระบบ (Self-healing) รวมถึงการออกแบบวิธีการเมื่อช่องทางในระบบมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Network adaptability) อย่างไรก็ตาม นอกจากต้องพึงระวังผลกระทบกับตัวระบบแล้ว (Network connection) การพึงระวังกับตัวข้อมูลในระบบ (Content connectivity) ก็สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน เพราะการเพิ่มขึ้นของข้อมูลในสื่อสังคมออนไลน์ได้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบางอย่างของระบบไป จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้อง ไม่เกิดการสูญหายของข้อมูล และการบริการที่สำคัญ (Critical content/services) รวมถึงความปลอดภัยของข้อมูลอีกด้วย

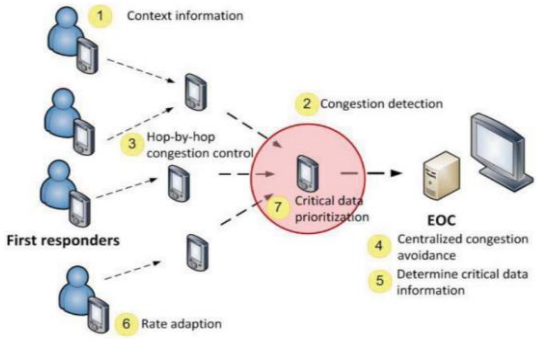
การเตรียมการ และการปรับเปลี่ยนระบบในเหตุการณ์ภัยพิบัติของงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางแก้ไขเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรก คือ การเตรียมการปกติของการรับมือกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Normal Preparedness) เป็นระยะที่ผู้ให้บริการจะต้องเตรียมการรับมือกับภัยพิบัติโดยปกติ โดยใช้วิธีทางที่จำเป็นเพื่อลดการพังทลายของระบบ และการปกป้องข้อมูลสำคัญไม่ให้เกิดการสูญหาย วิธีแก้ปัญหาในระยะนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลประเมินความเสียง (Risk information) เข้ามาเป็นปัจจัยในการหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้น, ระยะที่สอง คือ เพิ่มเติมการเตรียมการรับมือกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Enhanced Preparedness) เป็นระยะที่ใช้วิธีการคาดหมายเหตุการณ์ (Predict) ถ้าเหตุการณ์เหล่านั้นสามารถคาดการณ์ได้ ระบบก็ควรจะหลีกเลี่ยงการติดตั้งทรัพยากรเครือข่ายในพื้นที่ที่จะเกิดภัยพิบัติขึ้น และกระจายข้อมูลสำคัญไปยังแหล่งปลอดภัย, ระยะที่สาม คือ การปฏิบัติหลังเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Post-Disaster actions) เป็นระยะที่มีข้อจำกัดของทรัพยากร เพราะทรัพยากรของระบบได้พังทลายไปกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ หรือระบบใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ การให้บริการจึงมีการลดประสิทธิภาพลง (Degrade service) ดังนั้นคุณสมบัติสำคัญในระยะนี้คือ การที่ระบบสามารถซ่อมแซมตัวเองได้ (Self-healing) อันจะทำให้ลดผลกระทบของระบบจากเหตุการณ์ภัยพิบัติได้ และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของระบบให้สามารถอยู่รอดต่อไปได้ (Adaptability) เช่น การอนุญาตให้เฉพาะข้อมูลที่สำคัญสื่อสารได้เท่านั้น เป็นต้น

2.4.3 การจัดกำหนดการของข้อความที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

- การจัดกำหนดการของความสำคัญในระบบ TRIAGE [25]

ระบบ TRIAGE เป็นระบบตอบสนองภัยพิบัติในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Disaster Emergency Response) ที่มีการจัดการความแออัดของข้อมูลในเครือข่ายเฉพาะกิจ (Ad-hoc network) โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ ลดระยะการส่งล้าช้าของข้อมูล (Delay) ที่ถูกส่งเข้ามาในระบบไปหาทีมกู้ภัย และบุคคลใกล้ชิด การพัฒนาของระบบ TRIAGE ประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ การควบคุมบัฟเฟอร์ในระบบแบบ Proactive buffer monitoring, การหลีกเลี่ยงความแออัดของข้อมูลแบบ Hop-by-hop and centralized congestion avoidance, และการปรับเปลี่ยนอัตราส่งของผู้ส่งในระบบแบบ feedback โดยใช้ บริบทของข้อมูล และความสำคัญของข้อมูล

ขั้นตอนการทำงานของระบบ TRIAGE แสดง ดังรูปที่ 6 เริ่มต้นด้วย ทีมกู้ภัยส่งข้อมูลและบริบทของข้อมูลไปยังผู้รับ อัตราการส่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลักษณะปรกติ ของ TCP โปรโตคอล โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนอัตราการส่งข้อมูล เมื่อจำนวนของข้อมูลในระบบเริ่มมากขึ้น ช่องทางส่งข้อมูลเริ่มเกิดปัญหาแออัดของข้อมูล (Congestion) ระบบ TRIAGE จะทำการตรวจจับระดับของความแออัดของข้อมูล จากขนาดของคิวในระบบ เมื่อระบบตรวจจับได้ว่า เกิดการแออัดขึ้น ระบบจะทำการหลีกเลี่ยง โดยปรับเปลี่ยนอัตราการส่งข่อมูลของผู้ส่ง 2 วิธีการ คือ วิธี Hop-by-Hop congestion control เพื่อควบคุมบางส่วนของระบบ และวิธี Centralized congestion avoidance เพื่อควบคุมทั้งระบบ หลังจากนั้น ระบบจะมีการพิจารณาระดับความสำคัญข้อมูล (Critical data prioritization) โดยใช้บริบทของข้อมูลและระดับสถานะความแออัดของผู้ส่งเป็นเกณฑ์ ซึ่งส่วนนี้เอง ผู้รับจะคำนวณระดับความสำคัญของข้อมูล (Critical packet level) พร้อมทั้งอัตรา Feedback ของโนดกลาง (Intermediate node) แล้วจึงส่งไปให้ผู้รับ ผ่านทางข้อความตอบกลับ (Acknowledge message) หลังจากผู้ส่งได้รับระดับความสำคัญของข้อมูล และอัตรา Feedback ของโนดกลางแล้ว ผู้ส่งจะทำการปรับเปลี่ยนอัตราการส่งข้อมูล เพื่อลดระดับการแออัดของข้อมูลภายในระบบในรอบถัดไป พร้อมทั้งส่งระดับความสำคัญของข้อมูลที่ได้ ไปให้โนดกลางเพื่อเรียงลำดับความสำคัญ



รูปที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของระบบ TRIAGE [25]

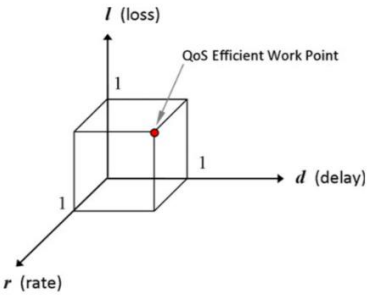
เนื่องจากงานวิจัยนี้ขาดส่วนของการสรุปผล ดังนั้นจึงไม่สามารถทราบได้ว่างานนี้ประสบความสำเร็จเพียงใด จากการประเมินโดยผู้จัดทำโดยพิจารณา ขั้นตอนการทำงานข้างต้น ระบบ TRIANGE ควรจะประสบความสำเร็จกับข้อมูลที่มีความสำคัญ เพราะมีการจัดเรียงลำดับความสำคัญที่โนดกลาง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากบริบทที่ใช้ในการกำหนดความสำคัญของงานวิจัยนี้ ไม่เป็นที่ปรากฏชัดเจน บริบทส่วนใดที่สำคัญในช่วงเวลาใดบ้าง ซึ่งต่างจากงานวิจัยฉบับนี้ที่ได้ระบุบริบทที่สำคัญทั้ง 3 บริบทอย่างชัดเจน อีกทั้งงานวิจัยดังกล่าวขาดการทดลองกับชุดข้อมูล และสภาพแวดล้อมที่เสมือนในเหตุการณ์ภัยพิบัติจริง ซึ่งต่างจากงานวิจัยฉบับนี้ที่ได้ใช้ชุดข้อมูลภัยพิบัติจริง (CrisisLexT6) และแบนด์วิดท์ที่มีพื้นฐานมาจากภัยพิบัติจริงมาทำการทดลอง

- Adaptive QoS scheduling in wireless cellular network [43]

งานวิจัยนี้ นำเสนอการจัดกำหนดการของข้อมูลในช่องสัญญาณไร้สาย รูปแบบ Opportunistic scheduling ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Multiple objective QoS โดยใช้คุณภาพของการบริการในช่องสัญญาณ (Quality of Services) หรือ 3 คุณลักษณะ ได้แก่ Throughput, Delay และLoss มาเป็นตัวกำหนดว่า ข้อมูลใดในช่องสัญญาณควรจะถูกส่งออกไปก่อน หรือหลัง ส่งผลให้แนวทางดังกล่าว มีประสิทธิภาพดีในเชิง Quality of Services ของช่องสัญญาณ นอกจากนี้ยังมีการกำหนดตัวชี้วัดใหม่ (Metric) เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลที่ชื่อว่า QoS Deviation และนำเสนอ 2 ขั้นตอนวิธี เพื่อควบคุมข้อมูลในระบบ คือ Biggest QoS Deviation First (BQDF) และ Adaptive QoS Deviation Control (AQDC) โดยขั้นตอนวิธีแรก เป็นการเลือกงานที่มีลำดับของการเบี่ยงเบนของคุณลักษณะ QoS มากที่สุดส่งไปก่อนเสมอ ซึ่งวิธีนี้สามารถลดข้อมูลที่มีการละเมิดคุณลักษณะของ QoS ได้อย่างดี แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่ เพราะไม่ได้นำปัญหาบางอย่างมาเป็นส่วนประกอบ เช่น ปัญหา Fading ในช่องสัญญาณไร้สาย, ปัญหา Multipath effect เป็นต้น ส่งผลให้เมื่อนำมาใช้ในช่องสัญญาณไร้สายที่มีปัญหาจะด้อยประสิทธิภาพลง ส่วนขั้นตอน

วิธีที่สอง เป็นการต่อยอดของวิธีแรก โดยมีการคำนึงถึงปัญหาในช่องสัญญาณไร้สายก่อนที่จะมีการจัดลำดับความสำคัญ ดังนั้นวิธีนี้จึงมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีแรก เมื่อนำมาใช้ในช่องสัญญาณที่มีปัญหาดังที่กล่าวไปข้างต้น นอกจากนี้ งานวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีทั่วไป เช่น Max Rate scheduling, Shortest Remaining Time Scheduling อีกด้วย

ตัวชี้วัด QoS Deviation เป็นตัวชี้วัดของการจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้ โดยทำการพิจารณาคุณลักษณะเด่นและเป็นที่นิยมของ QoS คือ Throughput, Delay และ Loss แล้วนำทั้ง 3 คุณลักษณะนี้มาทำการให้น้ำหนักความสำคัญในลักษณะที่เท่าๆกันในปริภูมิ 3 มิติ ซึ่งเรียกว่า QoS Cube ดังรูปที่ 7 ดังนั้น ในแต่ละข้อมูลที่เข้ามายังระบบ จะถูกการคำนวณจุดในปริภูมิ 3 มิติ ซึ่งเรียกว่า QoS Work Point โดยเทียบกับค่าเฉลี่ยทั้งหมดของข้อมูลอยู่ในคิวประมวลผล ดังนั้นจุดที่เป็นจุดเหมาะสมที่สุดในระบบคือ (1,1,1) เรียกจุดนี้ว่า QoS Efficient Work Point หลังจากนั้นระบบจะทำการคำนวณระยะห่างระหว่างจุด QoS Work Point และ QoS Efficient Work Point โดยวิธียูคลิด (Euclidean distant) เพื่อเรียงลำดับหาข้อมูลที่เหมาะสมต่อไป



รูปที่ 7 The QoS Cube [43]

ค่า QoS Deviation ที่เป็นไปได้จะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่เป็นบวกและลบ โดยที่ลักษณะที่เป็นบวกหมายถึง ข้อมูลนั้นมีการละเมิด 3 คุณลักษณะของ QoS (QoS Violation) โดยที่ระดับของการละเมิดคือขนาดของค่านี้ ส่วนลักษณะที่เป็นลบหมายถึงข้อมูลนั้นไม่มีการละเมิด 3 คุณลักษณะของ QoS (QoS Guarantee) โดยที่ระดับก่อนที่จะละเมิด (Tolerable penalty) คือขนาดของค่านี้นั่นเอง

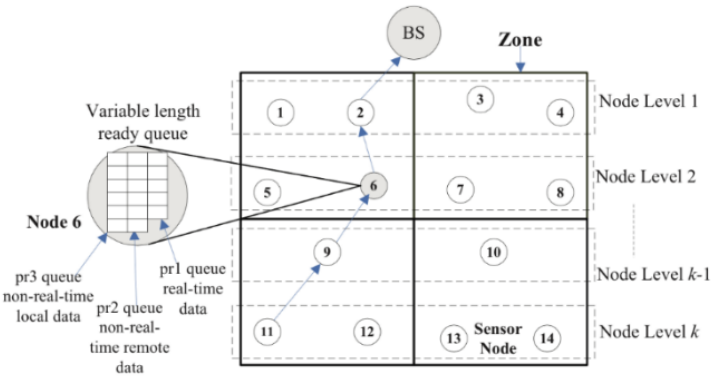
ขั้นตอนวิธี Biggest QoS Deviation First (BQDF) เป็นการจัดลำดับข้อมูลโดยเลือกค่า QoS Deviation ที่มากที่สุดก่อนเสมอ โดยที่จุดมุ่งหมายของการจัดลำดับแบบนี้ คือต้องการลดการละเมิดของข้อมูลในระบบออกไป ซึ่งเป็นการให้ความสำคัญกับข้อมูลที่มีความเร่งด่วน (Urgent flow) เป็นสำคัญนั่นเอง

ขั้นตอนวิธี Adaptive QoS Deviation First (AQDC) เป็นการจัดลำดับข้อมูลที่ต่อยอดจาก BQDF ซึ่งพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นในช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นด้วย AQDC จะใช้วิธีเลือกข้อมูลจำนวนหนึ่งในระบบที่มี QoS deviation สูงสุด จากค่า Threshold เริ่มต้น โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกเรียกว่า Candidate จากนั้นจึงทำการจัดลำดับของ Candidate เพื่อส่งออกก่อนหลัง หลังจากส่ง Candidate ออกจากระบบไปหมดแล้ว จึงค่อยเพิ่มค่า Threshold ที่ถูกคำนวณขึ้นใหม่ เพื่อทำการเลือก Candidate ใหม่ อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่สามารถเลือก Candidate ได้อีกต่อไป ระบบจะทำการส่งแบบ Best effort แทน

เนื่องจากเหตุการณ์ภัยพิบัติมีพฤติกรรมที่แตกต่างจากเหตุการณ์ในงานวิจัยนี้ การนำรูปแบบของ BQDC และ AQDC ที่ใช้ในเหตุการณ์ปกติมาใช้โดยตรง อาจจะไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของระบบให้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อเหตุการณ์ภัยพิบัติ เช่น งานวิจัยชิ้นนี้ไม่ได้มีการนำปัจจัยสำคัญของข้อมูล หรือ เนื้อหา (Content) มาพิจารณา เช่น ปัจจัยความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ความเร่งด่วน และความซ้ำซ้อน ส่งผลให้ระบบสารสนเทศภัยพิบัติอาจจะละทิ้งข้อความที่สำคัญ

- Dynamic Multilevel Priority Packet Scheduling Scheme for WSN [44]

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอ Dynamic multilevel Priority Packet Scheduling สำหรับเครือข่าย WSN ซึ่งข้อมูลในเครือข่ายถูกจำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ Non Real time และ Real time งานวิจัยนำเสนอการแบ่งคิวเก็บข้อมูลออกเป็น 3 คิว คือ Real time data packet Queue, Non Real time data packet Queue ที่รับมาจากโนดอื่นๆในระบบ, และ Non Real time data packet Queue ที่มาจากโนดตัวเอง เพื่อจัดระบบการทำงานในเครือข่าย WSN โดยการกำหนดรูปแบบคิวดังกล่าว ทำให้ Intermediate nodes จะประกอบด้วย 3 คิว และ leaf nodes จะประกอบด้วย 2 คิว ในโครงสร้างลำดับขั้น (Hierarchical structure) จากแต่ละ hop ถึง Base station โดยที่โนดที่ต่างลำดับกัน จะส่งเพ็กเก็ดแบบ TDMA ซึ่งถูกกำหนดให้ Real time data packet Queue มีลำดับความสำคัญสูงสุด, ตามด้วย Non Real time data packet Queue ที่รับมาจากโนดอื่นๆในระบบ, และ Non Real time data packet Queue ที่มาจากโนดตัวเอง นอกจากนี้ Real time data packet Queue สามารถระงับการทำงานของคิวอื่นๆที่มีลำดับความสำคัญน้อยกว่า (Preemptive) และNon Real time data packet Queue สามารถระงับการทำงานด้วยกันเอง ถ้ามีการรอเป็นระยะเวลานาน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างการทำงานของ Dynamic Multilevel Priority Scheduling [44]

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างลักษณะหนึ่งของการทำ Multilevel Priority Scheduling ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Dynamic) และมุ่งประเด็นไปที่การ Trade-off ของความสำคัญ (Priority), ความเที่ยงธรรม (Fairness) ของระบบ จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบมาก่อนทำก่อน (FCFS) และMulti-level priority แบบทั่วไป แต่อย่างไรก็ตาม การทำงานดังกล่าว จะมีข้อจำกัด เมื่อนำไปใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เนื่องจากข้อมูลที่เข้ามาในระบบในช่วงเหตุการณ์ภัยพิบัติถือได้ว่าเป็นข้อมูล Real time ทั้งหมด และในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ข้อมูล Real-time จะมีลำดับความสำคัญที่ไม่เท่ากันอีกด้วย ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จึงพิจารณาการแยกข้อมูลแบบ Real-time ตามลำดับความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

2.4.4 เปรียบเทียบการเลือกบริบทความสำคัญของการจัดกำหนดการในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

ตารางที่ 3 แสดงความแม่นยำในการคัดแยกข้อมูลสำคัญในพื้นที่ภัยพิบัติ ซึ่งจะพบว่างานวิจัยที่พิจารณาข้อมูลสำคัญโดยใช้บริบทเดียว ทั้งหมดใช้บริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติเป็นเกณฑ์ มีความแม่นยำตั้งแต่ 73% - 86% ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความแม่นยำ 70% ขึ้นไป ส่วนงานวิจัยที่พิจารณาข้อมูลสำคัญโดยใช้หลายบริบท มีความแม่นยำ 35% - 74% และยังมีข้อจำกัด ทั้งด้านความครอบคลุมของบริบทที่สำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยนี้ ที่มีการพิจารณาข้อมูลสำคัญโดยใช้บริบทที่ครอบคลุม และทดสอบกับเหตุการณ์ภัยพิบัติที่หลากหลาย ซึ่งมีความแม่นยำในการวิเคราะห์โดยใช้บริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติเป็นเกณฑ์ และหลายบริบทเป็นเกณฑ์ ที่ 95% และ 85% โดยเฉลี่ย

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเลือกบริบทความสำคัญของการจัดกำหนดการในเหตุการณ์ภัยพิบัติ และความแม่นยำในการคัดเลือกข้อความสำคัญ -พิจารณาข้อความสำคัญโดยใช้บริบทเดียว

ชื่อระบบ / งานวิจัย (System/Research)	บริบท (Context)			ความถูกต้อง (Correction)		
	เกี่ยวข้อง (relevancy)	เร่งด่วน (Urgency)	ซ้ำซ้อน (Duplication)	เหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster event)	ตัวชี้วัด (Metric)	ค่าประสิทธิภาพ (Value)
Natural Language Processing to the Rescue: Extracting 'Situational Awareness' Tweets during mass emergency [2]	×			**From 3 Disaster events** : Red River Floods, Oklahoma Grassfires, Earthquake in Haiti	Accuracy	78%
CrisisLex: A Lexicon for Collecting and Filtering Microblogged Communications in Crises [4]	×			**From 6 Disaster events** : West Texas Explosion, Alberta Floods, Boston Bombings, Sandy Hurricane, Queensland Floods, Oklahoma Tornado	Accuracy	85%
Tweedr: Mining Twitter to Inform Disaster Response [5]	×			**From 12 disaster events** that occurred in North America	Accuracy	86%
AIDR: Artificial Intelligence for Disaster Response [6]	×			Earthquake in Pakistan in 2013	AUC	80%
TSum4act: A Framework for Retrieving and Summarizing Actionable Tweets During a Disaster for Reaction [7]	×			Joplin tornado in 2011	Precision	75%
Classifying Microblogs For Disasters [8]	×			**From 8 Disaster events** : Earthquake in Christchurch, Cyclone Yasi in Queensland, Queensland floods, Severe bushfires in Victoria, Earthquake in Melbourne, Fire in Diamant Hotel in Canberra, York the floods, Hurricane Sandy	Accuracy	73%
งานวิจัยฉบับนี้ (วิเคราะห์เฉพาะบริบทความเกี่ยวข้อง)	×			**From 6 Disaster events** : West Texas Explosion, Alberta Floods, Boston Bombings, Sandy Hurricane, Queensland Floods, Oklahoma Tornado	Accuracy	**95%**

-พิจารณาข้อความสำคัญโดยใช้หลายบริบท

ชื่อระบบ / งานวิจัย (System/Research)	บริบท (Context)			ความถูกต้อง (Correction)		
	เกี่ยวข้อง (relevancy)	เร่งด่วน (Urgency)	ซ้ำซ้อน (Duplication)	เหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster event)	ตัวชี้วัด (Metric)	ค่าประสิทธิภาพ (Value)
Tweet Classification Based on Their Lifetime Duration [1]	×	×		During April 8 2012 to April 14 2012.	Accuracy	35%
Coordinating Human and Machine Intelligence to Classify Microblog Communications in Crises [3]	×		×	**From 3 disaster events** : Joplin tornado, Hurricane Sandy, Oklahoma Tornado	AUC	74%
งานวิจัยฉบับนี้ (วิเคราะห์ทั้ง 3 บริบท)	×	×	×	**From 6 Disaster events** : West Texas Explosion, Alberta Floods, Boston Bombings, Sandy Hurricane, Queensland Floods, Oklahoma Tornado	**Accuracy**	**85%**

บทที่ 3
ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

ในบทที่ 3 จะประกอบด้วย 5 ส่วน คือ การพิจารณาบริบทที่สำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ระบบต้นแบบที่ใช้ในงานวิจัย, นิยาม และสมมุติฐานของงานวิจัย, ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญ และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การพิจารณาบริบทที่สำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

จากการทำการสำรวจจากความต้องการ และความท้าทาย (Requirement and Challenge) ในระบบสารสนเทศภัยพิบัติของงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ มีความต้องการในด้านการแยกแยะข้อมูลที่มีความสำคัญออกจากข้อมูลไม่สำคัญ, ต้องการแก้ปัญหาข้อมูลล้น (Overflow) อันเนื่องมาจากความถี่ของข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น และต้องการลดจำนวนข้อมูลที่เป็นข้อมูลเท็จ หรือข่าวลือ (Misleading and Rumors) นอกจากนี้ ยังพบว่าช่วงระยะเวลาดังกล่าว มีความเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาสูง (Timeliness) เพราะข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาดังกล่าวเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์

จากตารางที่ 2 พบว่า งานวิจัยที่ผ่านมา ได้คำนึงถึงปัจจัยของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related) จำนวน 23 งานวิจัย งานวิจัยมีการคำนึงถึงปัจจัยความเกี่ยวเนื่องกับเวลาหรือความเร่งด่วนของข้อมูล (Timeliness or Urgency) จำนวน 8 งานวิจัย งานวิจัยมีความต้องการลดบริบทซ้ำซ้อนของข้อมูล (Duplication) จำนวน 10 งานวิจัย และงานวิจัยมีความต้องการลดบริบทข้อมูลเท็จ หรือข่าวลือ (Misleading or Rumors) จำนวน 3 งานวิจัย เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ ดังนั้น ข้อมูลที่มีความสำคัญในช่วงระยะเวลาดังกล่าว จึงต้องสอดคล้องกับปัจจัยเหล่านี้ด้วยเช่นกัน โดยสรุปแล้ว จะพบว่า งานวิจัยที่ผ่านมาต้องการเพิ่มความสำคัญของข้อมูลในบริบทที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ และข้อมูลที่มีบริบทความเร่งด่วน แต่ต้องการลดความสำคัญของข้อมูลที่มีบริบทเป็นข่าวลือ และข้อมูลที่มีบริบทซ้ำซ้อน ดังนั้น ในงานวิจัยชิ้นนี้จะทำการพิจารณาบริบทที่จำเป็น ออกเป็น 3 บริบทสำคัญหลัก ดังนี้

3.2.1 บริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related context)

บริบทความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ดังจะเห็นได้จากมีงานที่มุ่งเน้นศึกษาจำนวนมาก เพราะในบริบทภัยพิบัตินั้นมีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติโดยตรง ดังนั้น เนื้อหาของบริบทภัยพิบัติจึงเป็นสิ่งจำเป็น และขาดไม่ได้ ในระบบ Situation Awareness, Disaster report, ทีมงานกู้ภัย หรือแม้แต่ผู้คนในพื้นที่

ภัยพิบัติเอง ที่จำเป็นต้องทราบบริบทเหล่านี้ด้วย ตัวอย่างของข้อความที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ แสดงดังตารางที่ 4 (ตัวหนา หมายถึง คำที่มีบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ)

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างข้อความที่มีบริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

I'm at Frankenstorm Apocalypse - **Hurricane Sandy** w/ @cherryred23 http://t.co/4fWbA8Qi
sandy is a weak name for a **hurricane**
I need to find something productive to do during **this hurricane**
RT @murter95: **These hurricane sandy** tweets aren't even funny
Hurricane in New York. World Series riots in San Fran. Colorado?

3.2.2 บริบทความเร่งด่วน (Urgent context)

บริบทความเร่งด่วน เป็นสิ่งจำเป็นในช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ เพราะช่วงระยะเวลาดังกล่าว มีความเกี่ยวข้องกับโอกาสของการรอดชีวิต (Survivability) ของผู้ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ [34] นอกจากนี้ จากรูปที่ *9* พบว่า ช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ จะให้ความสำคัญกับเวลา (Time dependency) มากกว่าช่วงอื่นๆ เนื่องจากช่วงดังกล่าวต้องการข้อมูลที่สามารถตอบสนองได้ (Action) [7] ยกตัวอย่างเช่น ความเร่งด่วนของข้อมูล มีความสำคัญอย่างมากต่อทีมกู้ภัย ดังนั้น ทีมงานกู้ภัยจะพิจารณาข้อมูลที่มีความเร่งด่วนเป็นอันดับแรก ก่อนที่จะส่งทีมกู้ภัยเข้าไปช่วยเหลือยังสถานการณ์นั้นๆ ถ้าทีมกู้ภัยไม่พิจารณาความเร่งด่วนของข้อความเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ การเข้าไปช่วยเหลือผู้ประสบภัยก็จะขาดประสิทธิภาพ นอกจากนี้ บริบทความเร่งด่วนไม่ได้จำกัดเฉพาะทีมกู้ภัยเท่านั้น ผู้ประสบภัยเองก็จำเป็นต้องพิจารณาความเร่งด่วนของข้อความเป็นตัวตัดสินใจ ในสถานการณ์ต่างๆด้วย เช่น การหาที่หลบภัย, สถานะปัจจุบันของครอบครัว, รายงานภัยพิบัติ เป็นต้น

Table 1
Main characteristics of each phase.

Phase	Information needed	Processing	Outcomes	Time dependency
Mitigation	Probability of occurrence of each consequence; potential effects; areas affected; people affected	Simulations, training	Alterations to neighborhoods or potential emergency source	Lowest
Preparedness	Number of people affected in each location; resources available; evacuation routes; safe havens	Planning, evaluating alternatives, decision making	Plans and procedures	Low
Response	People in danger (locations and quantity); structural hazards; resource locations and status; team activity; emergency focus	Prioritizing actions and areas to be processed	Actions to mitigate emergency	High
Recovery	People affected; services disrupted; dependency between services	Prioritizing services and locations to be restored	Actions and plans to restore normality	Medium

รูปที่ 9 แสดงช่วงระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ และ Time dependency [45]

ด้วยเหตุนี้ ความสำคัญของข้อความในด้านความเร่งด่วนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ยิ่งความเร่งด่วนของข้อความมากขึ้นเท่าใด ความสำคัญของข้อความก็มากขึ้นเท่านั้น ตัวอย่างของข้อความที่มีบริบทเร่งด่วน แสดงดังตารางที่ 5 (ตัวหนา หมายถึง คำที่มีบริบทความเร่งด่วน)

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างข้อความที่มีบริบทความเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

Storms **is a coming**. Be safe people.
Just felt my house **move!!!**
UPDATE 7-Threat of Hurricane Sandy grows as it targets US East Coast - Reuters
Hurricane Sandy **is coming**! God bless zone A;) @ Sea Gate Residence http://t.co/XcxcMV4G
Power officials **now** say Hurricane #Sandy could impact 60 million people. http://t.co/XEYNBgW0

3.2.3 บริบทความไม่ซ้ำซ้อนของข้อความ (Non-Duplication/Unique context)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ความซ้ำซ้อนของข้อความ (Duplication Message) เป็นปัญหาหนึ่งสำหรับการรวบรวมข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เพราะนอกจาก ข้อความซ้ำซ้อนที่มีจำนวนมากส่งผลให้ข้อความในช่องสัญญาณล้น (Overflow) แล้ว ข้อความดังกล่าวยังทำให้เกิดความสับสน (Misleading) ด้วย ยกตัวอย่างเช่น ข้อความ Retweet ของสื่อสังคมออนไลน์ Twitter ทำให้ข้อความสำคัญอื่นๆ เช่น ข้อความร้องขอความช่วยเหลือ (Victim request), ข้อความสถานะความอยู่รอด (Victim status), ข้อความแจ้งเหตุ (Reporting) เป็นต้น ถูกลดจำนวนลงไปในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ทำให้ข้อความเหล่านี้ไม่สามารถส่งออกไปยังผู้รับได้ [46] ดังนั้น การพิจารณาเฉพาะข้อความที่ไม่ซ้ำซ้อน จึงจำเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ เพราะแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณมีน้อย แต่จำนวนข้อความมีปริมาณมาก

3.2 นิยาม และสมมุติฐานของงานวิจัย

นิยามและสมมุติฐานของงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดให้ แบนด์วิดท์ที่ผู้ใช้ต้องการทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง จะแทนด้วย $B_r(t)$ คำนวณจาก

$$B_r(t) = \sum_{i=1}^{n} B_{ri}(t)$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อความทั้งหมดในพื้นที่ภัยพิบัติ ณ เวลา t

$B_{ri}(t)$ คือ แบนด์วิดท์ของข้อความลำดับที่ i ในพื้นที่ภัยพิบัติ ณ เวลา t

2. กำหนดให้ แบนด์วิดท์ช่องสัญญาณทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง จะแทนด้วย $B_a(t)$ คำนวณจาก

$$B_a(t) = \sum_{i=1}^{n} B_{ai}(t)$$

โดยที่ n คือ จำนวนช่องทางสื่อสารทั้งหมดในพื้นที่ภัยพิบัติ ณ เวลา t

$B_{ai}(t)$ คือ แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณที่ i ในพื้นที่ภัยพิบัติ ณ เวลา t

3. กำหนดให้ ลักษณะการสื่อสารข้อความในพื้นที่ภัยพิบัติ มี 2 ระยะ ดังนี้

a. ช่วงระยะก่อนเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Pre disaster period) หรือ Mitigation และ Preparedness phase จะมีลักษณะ

$$B_r(t) < B_a(t)$$

b. ช่วงระยะหลังเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Post disaster period) หรือ Response และ Recovery phases จะมีลักษณะ

$$B_r(t) \geq B_a(t)$$

4. กำหนดให้ ข้อความส่งออก (Sending message) ทั้งหมดในพื้นที่ภัยพิบัติ แทนด้วย M โดยที่

$$\mathrm{M} = \{\mathrm{m_i} | \, \mathrm{i} = 1,2,3, \dots, \mathrm{n}\}$$

โดยที่ $\mathrm{m_i}$ คือ ข้อความส่งออกลำดับที่ i
n คือ จำนวนข้อความส่งออกทั้งหมดในพื้นที่ภัยพิบัติ

5. กำหนดให้ ข้อความมีทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้
   a. ข้อความเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติและเร่งด่วน หรือ Critical message แทนด้วย $\mathrm{M_C}$,
   b. ข้อความภัยพิบัติ หรือ Disaster-related message แทนด้วย $\mathrm{M_D}$,
   c. ข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ หรือ Non-disaster-related message แทนด้วย $\mathrm{M_N}$

   ดังนั้น

$$\mathrm{M} = \mathrm{M_C} \cup \mathrm{M_D} \cup \mathrm{M_N}$$

6. กำหนดให้ ข้อความส่งออกไปสำเร็จ (Successful sending message) ทั้งหมดในพื้นที่ภัยพิบัติ แทนด้วย $\mathrm{M'}$ โดยที่

$$\mathrm{M'} = \mathrm{M'_C} \cup \mathrm{M'_D} \cup \mathrm{M'_N}$$

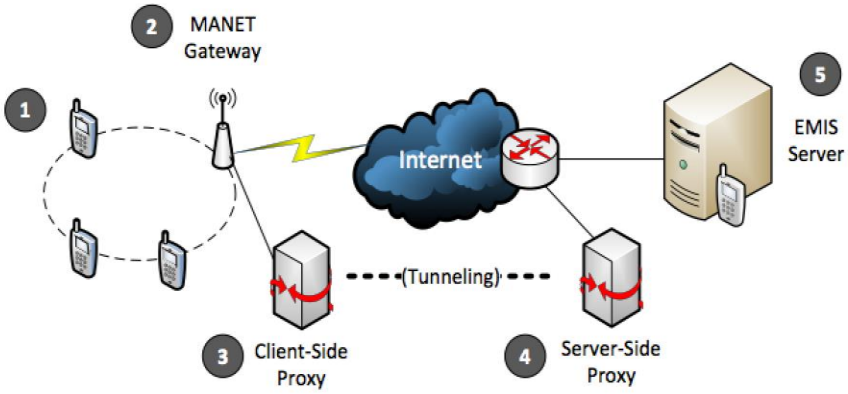
$$\mathrm{M'} \subseteq M$$

7. กำหนดให้ ประเภทของข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (นิยาม 5.) มีความสัมพันธ์กับบริบทในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (หัวข้อ 3.1) ดังนี้

Type	Context		
	Disaster	Urgent	Unique
Critical Message $(\mathrm{M_C})$	×	×	×
Disaster-related message $(\mathrm{M_D})$	×		
Non-disaster message $(\mathrm{M_N})$			

3.3 ระบบต้นแบบที่ใช้ในงานวิจัย

ระบบต้นแบบที่นำมาใช้ในการจัดกำหนดการของข้อความในงานวิจัยฉบับนี้ จะใช้แนวคิดของระบบ Real-time Survival Messaging (RTSM) ซึ่งมีแนวคิดดังนี้



รูปที่ 10 รูปโครงสร้างของต้นแบบ RTSM

3.3.1 ภาพรวมของระบบ RTSM

จากรูปที่ 10 การทำงานของระบบ RTSM จะเป็นการรวบรวมข้อความจาก Mobile Agent (1) ซึ่งเกิดจากผู้ใช้งานในระบบมีการสร้างข้อความ เพื่อส่งข้อความออกจากพื้นที่ภัยพิบัติ หรือส่งไปหา EMIS server (5) โดยผ่านทาง MANET Gateway (2) และช่องทางอินเตอร์เน็ต อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดของการเชื่อมต่อระหว่าง Mobile และ EMIS server มักจะมีแบนด์วิดท์ที่จำกัดภายหลังเหตุการณ์ภัยพิบัติ อันเนื่องมาจากผลกระทบจากเหตุการณ์ และข้อความจาก Mobile Agent มีโอกาสเพิ่มจำนวนสูงขึ้นในพื้นที่ภัยพิบัติ (High volume) และมีความเร็วในการเกิดที่สูง (High incoming rate) จึงส่งผลให้เกิดการแย่งชิงการใช้ช่องสัญญาณกันก่อนที่จะถูกส่งไปหา EMIS server ได้สำเร็จ เพื่อให้เกิดการรวบรวมข้อมูลแบบ Real-time เกิดขึ้นได้ แม้มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของแบนด์วิดท์ในสถานการณ์ดังกล่าว จึงได้พัฒนาระบบ Real-Time Survival Messaging (RTSM) เพื่อทำหน้าที่บริหารจัดการช่องสัญญาณระหว่าง Agent กับ Server ให้สามารถทำงานได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. Agent (1) ทำการส่งข้อความไปยัง Client-Side Proxy (3) ผ่าน MANET Gateway (2)

2. Client-Side Proxy (3) ทำการประมวลผล Message โดยจะทำการควบคุมปริมาณข้อมูลส่งออกจาก Agent และจัดกำหนดการของข้อความตามลำดับความสำคัญซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป โดยแนวความคิดหลัก คือ ในกรณีที่ข้อความเข้ามาในระบบจำนวนมาก และระบบไม่

สามารถรองรับข้อความเหล่านั้นได้ทั้งหมด Client-Side Proxy (3) จะคัดเลือกข้อความโยนทิ้ง (Discard message) ต่างๆ ออกจากคิวประมวลผลข้อความ ตามวิธีการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ใช้ เพื่อให้การใช้งานช่องสัญญาณยังสามารถใช้งานต่อไปได้

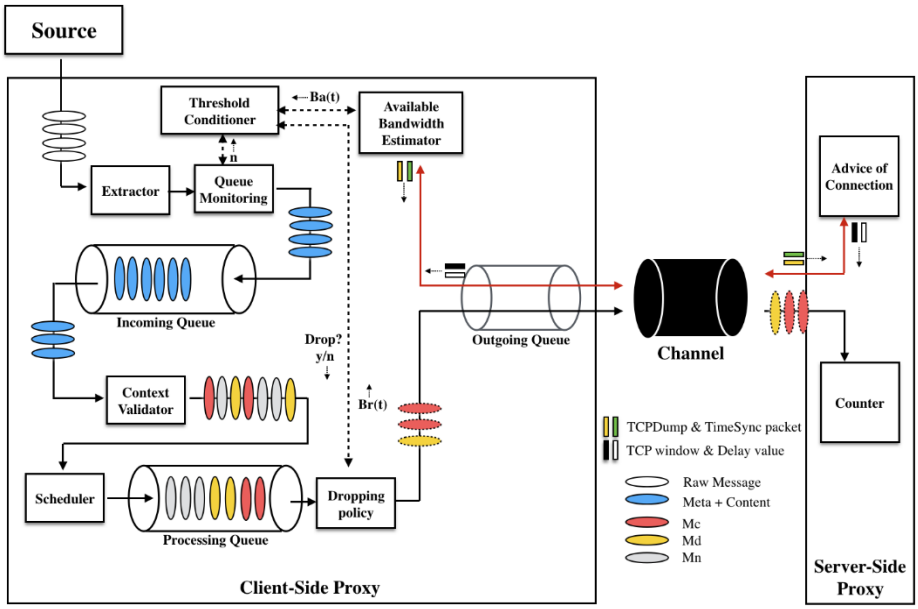
3. Client-Side Proxy (3) ทำการ tunneling ข้อมูลด้วย TCP/IP เพื่อส่งไปยัง Server-Side Proxy (4) โดยจะมีการประเมิน Bandwidth ที่สามารถใช้ได้ (Available bandwidth) เป็นระยะ เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมปริมาณการส่ง ตามขั้นตอนที่ 2

4. Server-Side Proxy (4) ทำการรับข้อมูลที่ส่งมาจาก Client-Side Proxy (4) และส่งต่อข้อมูลที่ได้รับไปยัง EMIS Server (5) นอกจากนี้ Server-Side Proxy จะทำหน้าที่ในการตอบกลับข้อมูล Feedback ของสถานะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อ กลับไปให้ทาง Client-Side Proxy (3) อีกด้วย

จากขั้นตอนดังกล่าว จะพบว่า หัวใจสำคัญของ RTSM จะอยู่ที่การทำงานร่วมกันระหว่าง Client-Side Proxy (3) และ Server-Side Proxy (4) ในการที่จะบริหารการใช้ช่องสัญญาณสามารถใช้งานต่อไปในสถานการณ์ภัยพิบัติได้

3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของ Client-Side Proxy

การทำงานของ RTSM ในส่วน Client-Side Proxy จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กระบวนการทำงาน คือ (1) Bandwidth Estimation, (2) Message Receiving Operations, (3) Message Prioritizing Operations, (4) Message Sending Operations ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ขั้นตอนการทำงานของ Client-Side Proxy

ขั้นตอนการทำงานหลัก Client-Side Proxy จะมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนการประเมินค่าแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณ (Bandwidth Estimation)

(a) ณ เวลา t โมดูล Available Bandwidth Estimator จะทำการประมาณค่า Bandwidth ที่สามารถใช้ได้ ระหว่าง Client-Side Proxy กับ Server-Side Proxy หรือ $\mathbf{B_a(t)}$ โดยการคำนวณตามสมการดังนี้

$$\mathbf{B_a(t) = \frac{TCP\ window}{RTT}} \quad [47]$$

โดยที่

- ค่า RTT คือ ค่า Round Trip Time ซึ่งคำนวณจาก ค่า Delay ของข้อมูลที่ส่งไปกลับระหว่าง Client-Side Proxy และ Server-Side Proxy โดยที่ในระบบ RTSM จะใช้ TimeSync packet ในการหาค่า Delay (ภาคผนวก 2)

- ค่า TCP window คือ ค่าความสามารถในการบรรจุข้อมูลในการส่งข้อมูลผ่านช่องสัญญาณแต่ละครั้ง โดยที่ในระบบ RTSM จะใช้ TCPDump packet ในการหาค่า TCP window (ภาคผนวก 2)

(b) หลังจากนั้น โมดูล Available Bandwidth Estimator จะทำการแจ้งค่า $\mathbf{B_a(t)}$ ไปยัง Threshold conditioner เป็นระยะๆ

(c) Threshold conditioner นำค่า $\mathbf{B_a(t)}$ ที่ได้รับจากโมดูล Available Bandwidth Estimator มาพิจารณาร่วมกับ ปริมาณข้อความที่ใช้ในการส่งข้อมูล $\mathbf{B_r(t)}$ ที่ได้รับจากโมดูล Dropping policy เพื่อพิจารณาการคัดเลือกโยนทิ้งข้อความ (Discard message) ซึ่งจะมีผลลัพธ์ 3 รูปแบบคือ

<u>รูปแบบที่ 1</u> $\mathbf{B_a(t)}$ ใกล้เคียงกับ $\mathbf{B_r(t)}$ หรือ $\mathbf{|B_a(t) - B_r(t)| \leq e}$ การทำงานของ Client-Side Proxy จะไม่เปลี่ยนแปลง

<u>รูปแบบที่ 2</u> $\mathbf{B_a(t) < B_r(t)}$ และเกินกว่า Threshold ที่กำหนด หรือ $\mathbf{B_r(t) - B_a(t) > e}$ ในสภาวะนี้ เป็นสภาวะแบนด์วิดท์ที่ใช้ได้ (Available bandwidth) ไม่พอเพียงต่อการทำงาน Client-Side Controller จะเริ่มต้น (Enable) ทำการโยนทิ้งข้อความ (Discard message) ในกรณีที่จำนวนข้อความล้นคิวประมวลผล (Overflow) ผ่านโมดูล Dropping policy แบบ Drop tail [38]

<u>รูปแบบที่ 3</u> $\mathbf{B_a(t) \geq B_r(t)}$ และเกินกว่า Threshold ที่กำหนด หรือ $\mathbf{B_A(t) - B_r(t) > e}$ ในสภาวะนี้ เป็นสภาวะแบนด์วิดท์ที่ใช้ได้

(Available bandwidth) เพียงพอต่อการทำงาน Client-Side Controller จะยกเลิก (Disable) การโยนทิ้งข้อความ ที่โมดูล Dropping policy

2. ขั้นตอนของการจัดการกับข้อความที่เข้ามาในระบบ (Message Receiving Operations)

เมื่อมีข้อความส่งมาจาก Source เข้ามาสู่ Client-Side Proxy ข้อความเหล่านั้นจะผ่านโมดูล Extractor ซึ่งทำหน้าที่สกัดข้อความ เพื่อแยกข้อความเป็นสองส่วน คือ ส่วน Meta data และ content หลังจากนั้น จะเข้าสู่โมดูล Queue monitor ซึ่งจะทำการตรวจสอบจำนวนข้อความที่เข้ามา เพื่อพิจารณาว่า ระบบสามารถรองรับการประมวลผลข้อความได้หรือไม่ และระบบควรจะโยนทิ้งข้อความในคิวประมวลผลใด เพื่อรักษาสมดุลระหว่างคิวทั้งสองให้ทำงานได้สัมพันธ์กัน ซึ่งมีผลลัพธ์ 2 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ถ้ามีการล้นเกิดขึ้นในคิวประมวลผล (Processing Queue) และอัตราของข้อความที่ถูกโยนทิ้ง (Drop rate) น้อยกว่า อัตราการการเข้ามาของความ (Message rate) ระบบจะยังคงทำการโยนทิ้งข้อความที่อยู่ในคิวประมวลผล (Processing Queue) แบบ Drop tail ตามเดิม

รูปแบบที่ 2 ถ้าข้อความที่อยู่ในคิวขาเข้า (Incoming queue) และคิวประมวลผล (Processing queue) มีการล้นเกิดขึ้น และอัตราการการเข้ามาของความ (Message rate) มากกว่า อัตราของข้อความที่ถูกโยนทิ้งไปในคิวประมวลผล (Drop rate) ระบบจะโยนทิ้งข้อความในคิวขาเข้า (Incoming queue) แทน เพื่อลดจำนวนข้อความที่ส่งเข้าคิวประมวลผล และลดภาระงานของคิวประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ขั้นตอนการจัดความสำคัญของข้อความ (Message Prioritizing Operations)

(a) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นตั้งแต่ ข้อความที่ออกจากคิวขาเข้า (Incoming Queue) จะเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบบริบท จากโมดูล (Context Validator) ซึ่งจะมีหน้าที่การทำงานย่อย ดังนี้

- ตรวจสอบบริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related context) ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่สอดคล้องกับ รูปที่ 15
- ตรวจสอบบริบทความเร่งด่วน (Urgent context) ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่สอดคล้องกับ รูปที่ 16
- ตรวจสอบบริบทความไม่ซ้ำซ้อน (Unique context) ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่สอดคล้องกับ รูปที่ 17

(b) หลังจากนั้น จะเข้าสู่โมดูล Scheduler ซึ่งทำหน้าที่จัดตัวกำหนดการของข้อความ ตามจุดประสงค์ของแต่ละแบบ ก่อนที่จะจัดเก็บเข้าคิวประมวลผล (Processing Queue)

(c) โมดูล Dropping policy จะทำการตรวจสอบการโยนทิ้งข้อความ ที่ได้นำเสนอในหัวข้อที่ผ่านมา (ขั้นตอนการประเมินค่าแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณ) ก่อนจะส่งข้อความเข้าสู่คิวขาออก (Outgoing Queue) ถัดไป

4. ขั้นตอนของการส่งข้อความออกจากระบบ (Message Sending Operations)

ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายของ Client-Side Proxy ซึ่งจะทำหน้าที่จัดการส่งข้อความในคิวขาออก (Outgoing Queue) เข้าสู่ช่องสัญญาณในลักษณะ Tunneling ของ TCP/IP ไปยัง Server-Side Proxy นั่นเอง

3.4 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

ในหัวข้อนี้ จะประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญ และการคัดแยกข้อความตามบริบทสำคัญ มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญ

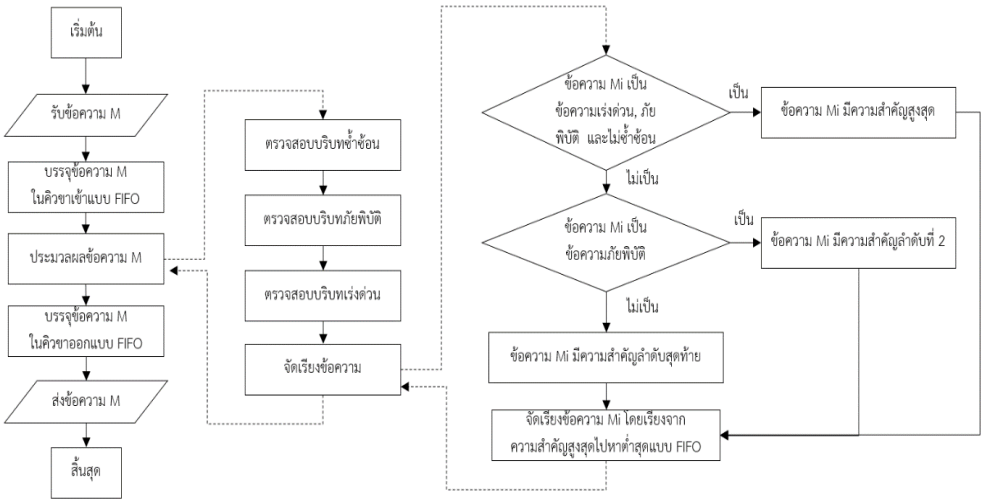
ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยเฉพาะช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ ข้อความที่มีความสำคัญสูงสุด (Critical message) จะเป็นข้อความที่มีบริบทความเร่งด่วน, บริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ และต้องไม่เป็นข้อความที่มีซ้ำซ้อนกับข้อความอื่นๆ เพราะข้อความประเภทนี้ เป็นข้อความที่มีคุณค่าสูงสุดต่อการรับรู้สถานการณ์อยู่รอด, การนำทางไปสู้ที่ปลอดภัย และการกู้ภัยของทีมกู้ภัย ข้อความสำคัญรองลงมา คือ ข้อความที่เกี่ยวกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Disaster-related message) ซึ่งจะเป็นข้อความที่มีความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์การภัยพิบัติ แต่ข้อความประเภทนี้ไม่มีบริบทของความเร่งด่วน เพราะข้อความเหล่านี้ส่วนใหญ่ จะมุ่งเน้นไปที่การกระจายข่าว การแสดงความรู้สึกในเหตุการณ์ หรือ การบริจาคเงินช่วยเหลือ จากภายนอกบริเวณภัยพิบัติเป็นส่วนใหญ่ ส่วนข้อความที่ไม่เกี่ยวกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Non-disaster-related message) จะมีความสำคัญต่ำสุดในช่วงนี้ เนื่องจากข้อความดังกล่าวไม่มีประโยชน์ต่อการรับรู้ในระยะภัยพิบัติ รายละเอียดของประเภทข้อความในงานวิจัยฉบับนี้แสดงตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงบริบทที่มีผลต่อการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญสำหรับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

ประเภทของข้อความ (Type)	บริบท			ลำดับความสำคัญ
	เกี่ยวข้อง	เร่งด่วน	ไม่ซ้ำซ้อน	
Critical Message (M_C)	×	×	×	ลำดับที่ 1
Disaster-related message (M_D)	×			ลำดับที่ 2
Non-disaster message (M_N)				ลำดับที่ 3

ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความตามลำดับความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

การคัดเลือกข้อความตามลำดับความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ช่วงระยะกู้ภัยพิบัติ และระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ มีขั้นตอนตามรูปที่ 12



รูปที่ 12 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

จากรูปที่ 12 ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติจะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- ขั้นตอนการรับข้อความ

เมื่อข้อความเข้ามาในช่องสัญญาณ ระบบจะทำประมวลข้อความ (Pre-processing) ก่อนเข้าสู่กระบวนการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญ โดยทำการสกัดเนื้อหา (Data Extraction) จากข้อความ

- ขั้นตอนการบรรจุข้อความในคิวขาเข้า

เมื่อข้อความผ่านการ Pre-processing แล้ว ข้อความเหล่านั้นจะถูกกำหนดเข้าคิวขาเข้าของระบบ (Incoming queue) แบบ First In First Out (FIFO) เพื่อรอการประมวลผล

- ขั้นตอนการประมวลผลข้อความ

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นขั้นตอนตรวจสอบเนื้อหา (Content) ของข้อความว่า มีบริบทตรงกับปัจจัยสำคัญหรือไม่ เพื่อนำไปเป็นตัวกำหนดลำดับความสำคัญของข้อความ ซึ่งมีขั้นตอนย่อย คือ ขั้นตอนการตรวจสอบบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ขั้นตอนการตรวจสอบบริบทเร่งด่วน และขั้นตอนตรวจสอบบริบทซ้ำซ้อน ซึ่งจะนำเสนอในหัวข้อถัดไป

- ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญ ตามตารางที่ 6

การจัดกำหนดการของข้อความ สามารถทำได้โดยการใช้เงื่อนไข ดังนี้

a. ถ้าข้อความมีความสอดคล้องกับบริบททั้ง 3 บริบท คือ บริบทเร่งด่วน, บริบทภัยพิบัติ และบริบทที่ไม่ซ้ำซ้อน ข้อความนี้จะเป็นข้อความประเภท Critical Message $(\mathbf{M_C})$ และถูกกำหนดให้เป็นลำดับ ความสำคัญลำดับที่ 1 (สูง)
b. ถ้าข้อความมีความสอดคล้องกับบริบทภัยพิบัติ แต่ไม่สอดคล้องกับบริบทเร่งด่วน ข้อความนี้จะเป็นข้อความ Disaster-related Message $(\mathbf{M_D})$ และถูกกำหนดให้เป็นความสำคัญลำดับที่ 2 (กลาง)
c. ถ้าข้อความไม่สอดคล้องกับบริบทภัยพิบัติ ข้อความนี้จะเป็นข้อความ Non-disaster-related Message $(\mathbf{M_N})$ และถูกกำหนดให้เป็นความสำคัญลำดับที่ 3 (ต่ำ)

- ขั้นตอนบรรจุข้อความในคิวขาออก

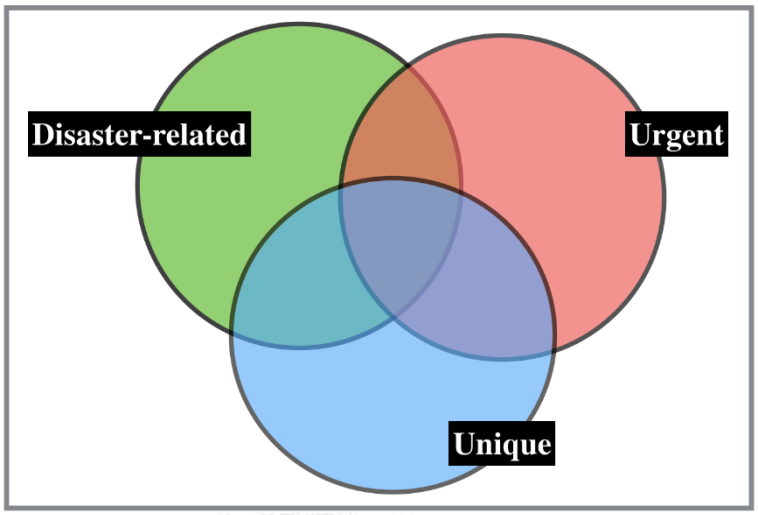
ข้อความที่ได้ทำการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในขั้นตอนที่ผ่านมา จะถูกกำหนดลงในคิวขาออกของระบบ (Outgoing queue) ตามลำดับความสำคัญ คือ Critical Message, Disaster-related Message, และ Non-Disaster Message แบบ Fist In First Out (FIFO)

- ขั้นตอนการส่งข้อความ

ระบบจะทำการส่งข้อความจากคิวขาออก (Outgoing queue) ไปหาผู้รับตามลำดับความสำคัญที่ได้มีการกำหนดไว้

3.4.2 การคัดแยกข้อความตามบริบทสำคัญ

เนื่องจากบริบทของข้อความที่สำคัญ คือ บริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, บริบทความเร่งด่วนของข้อความ และบริบทความไม่ซ้ำซ้อนของข้อความ ในรูปที่ 13 มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ ดังนั้น ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้นำเสนอวิธีทางหนึ่ง ที่สามารถคัดแยกข้อความจากบริบทดังกล่าว ดังนี้



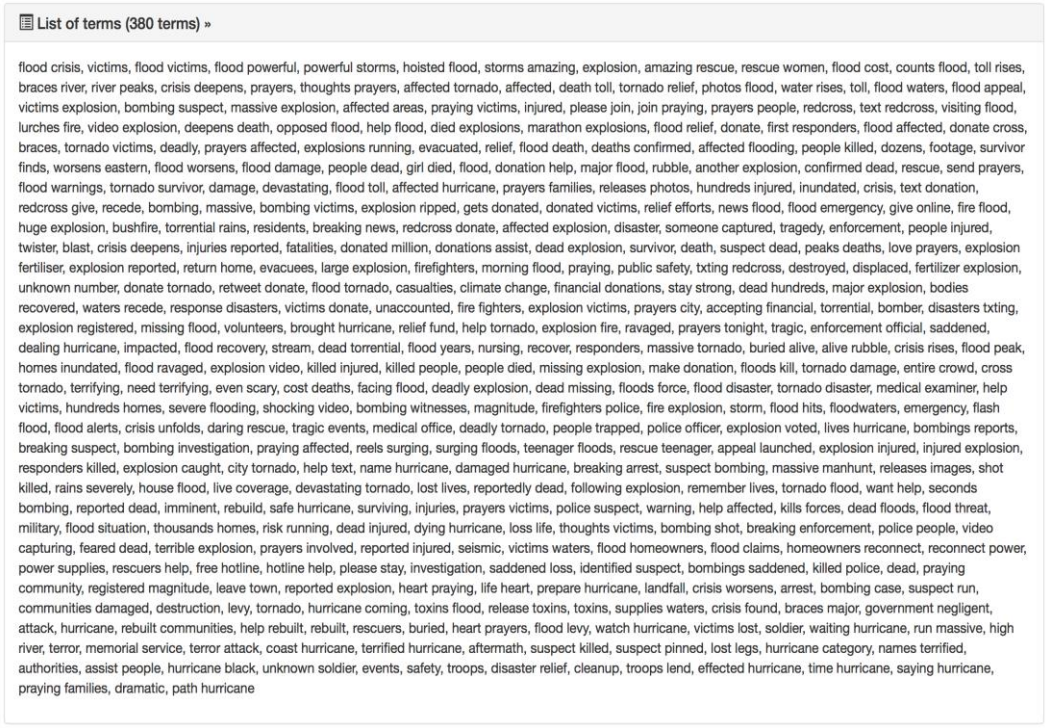
รูปที่ 13 รูปรวมบริบทสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

- การคัดแยกข้อความในบริบทความเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เทคนิคที่มีพื้นฐานจากงานวิจัย [4] ซึ่งได้นำเสนอ CrisisLexRec หรือคำสำคัญ (Keywords) ทั้งหมด 380 คำ ดังรูปที่ 14 ที่มักจะปรากฏในข้อความภัยพิบัติของสื่อสังคมออนไลน์ Twitter ซึ่ง CrisisLexRec เกิดจากการวิเคราะห์โดยมีพื้นฐานจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ 6 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ (Hurricane Sandy), เหตุการณ์ระเบิดบอสตัน (Boston bombing), เหตุการณ์ทอนาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma), เหตุการณ์ระเบิดเวสเท็กซัส (West Texas explosion), เหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา (Alberta flooding), และเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์ (Queensland flooding)

เนื่องจากการ CrisisLexRec สามารถนำมาใช้ในเหตุการณ์ภัยพิบัติได้ และคำสำคัญที่ปรากฏใน CrisisLexRec เกิดจากการวิเคราะห์หลายเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น เหตุการณ์น้ำท่วม, เหตุการณ์พายุ และเหตุการณ์ระเบิด เป็นต้น ดังนั้น คำสำคัญนี้จึง

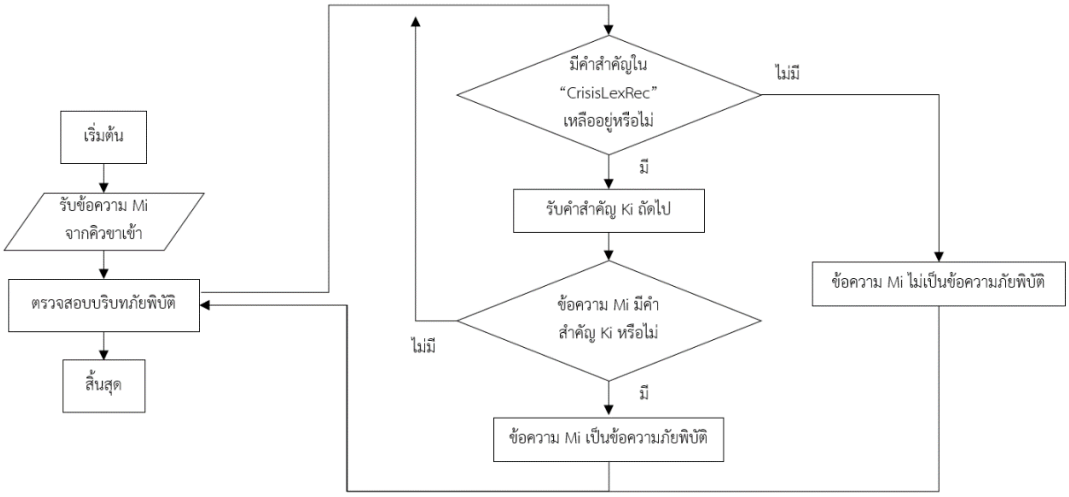
ค่อนข้างครอบคลุม ด้วยเหตุนี้ ทางผู้จัดทำจึงได้ใช้ CrisisLexRec มาทำการแยกแยะข้อความที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ


List of terms (380 terms) »

flood crisis, victims, flood victims, flood powerful, powerful storms, hoisted flood, storms amazing, explosion, amazing rescue, rescue women, flood cost, counts flood, toll rises, braces river, river peaks, crisis deepens, prayers, thoughts prayers, affected tornado, affected, death toll, tornado relief, photos flood, water rises, toll, flood waters, flood appeal, victims explosion, bombing suspect, massive explosion, affected areas, praying victims, injured, please join, join praying, prayers people, redcross, text redcross, visiting flood, lurches fire, video explosion, deepens death, opposed flood, help flood, died explosions, marathon explosions, flood relief, donate, first responders, flood affected, donate cross, braces, tornado victims, deadly, prayers affected, explosions running, evacuated, relief, flood death, deaths confirmed, affected flooding, people killed, dozens, footage, survivor finds, worsens eastern, flood worsens, flood damage, people dead, girl died, flood, donation help, major flood, rubble, another explosion, confirmed dead, rescue, send prayers, flood warnings, tornado survivor, damage, devastating, flood toll, affected hurricane, prayers families, releases photos, hundreds injured, inundated, crisis, text donation, redcross give, recede, bombing, massive, bombing victims, explosion ripped, gets donated, donated victims, relief efforts, news flood, flood emergency, give online, fire flood, huge explosion, bushfire, torrential rains, residents, breaking news, redcross donate, affected explosion, disaster, someone captured, tragedy, enforcement, people injured, twister, blast, crisis deepens, injuries reported, fatalities, donated million, donations assist, dead explosion, survivor, death, suspect dead, peaks deaths, love prayers, explosion fertiliser, explosion reported, return home, evacuees, large explosion, firefighters, morning flood, praying, public safety, txting redcross, destroyed, displaced, fertilizer explosion, unknown number, donate tornado, retweet donate, flood tornado, casualties, climate change, financial donations, stay strong, dead hundreds, major explosion, bodies recovered, waters recede, response disasters, victims donate, unaccounted, fire fighters, explosion victims, prayers city, accepting financial, torrential, bomber, disasters txting, explosion registered, missing flood, volunteers, brought hurricane, relief fund, help tornado, explosion fire, ravaged, prayers tonight, tragic, enforcement official, saddened, dealing hurricane, impacted, flood recovery, stream, dead torrential, flood years, nursing, recover, responders, massive tornado, buried alive, alive rubble, crisis rises, flood peak, homes inundated, flood ravaged, explosion video, killed injured, killed people, people died, missing explosion, make donation, floods kill, tornado damage, entire crowd, cross tornado, terrifying, need terrifying, even scary, cost deaths, facing flood, deadly explosion, dead missing, floods force, flood disaster, tornado disaster, medical examiner, help victims, hundreds homes, severe flooding, shocking video, bombing witnesses, magnitude, firefighters police, fire explosion, storm, flood hits, floodwaters, emergency, flash flood, flood alerts, crisis unfolds, daring rescue, tragic events, medical office, deadly tornado, people trapped, police officer, explosion voted, lives hurricane, bombings reports, breaking suspect, bombing investigation, praying affected, reels surging, surging floods, teenager floods, rescue teenager, appeal launched, explosion injured, injured explosion, responders killed, explosion caught, city tornado, help text, name hurricane, damaged hurricane, breaking arrest, suspect bombing, massive manhunt, releases images, shot killed, rains severely, house flood, live coverage, devastating tornado, lost lives, reportedly dead, following explosion, remember lives, tornado flood, want help, seconds bombing, reported dead, imminent, rebuild, safe hurricane, surviving, injuries, prayers victims, police suspect, warning, help affected, kills forces, dead floods, flood threat, military, flood situation, thousands homes, risk running, dead injured, dying hurricane, loss life, thoughts victims, bombing shot, breaking enforcement, police people, video capturing, feared dead, terrible explosion, prayers involved, reported injured, seismic, victims waters, flood homeowners, flood claims, homeowners reconnect, reconnect power, power supplies, rescuers help, free hotline, hotline help, please stay, investigation, saddened loss, identified suspect, bombings saddened, killed police, dead, praying community, registered magnitude, leave town, reported explosion, heart praying, life heart, prepare hurricane, landfall, crisis worsens, arrest, bombing case, suspect run, communities damaged, destruction, levy, tornado, hurricane coming, toxins flood, release toxins, toxins, supplies waters, crisis found, braces major, government negligent, attack, hurricane, rebuilt communities, help rebuilt, rebuilt, rescuers, buried, heart prayers, flood levy, watch hurricane, victims lost, soldier, waiting hurricane, run massive, high river, terror, memorial service, terror attack, coast hurricane, terrified hurricane, aftermath, suspect killed, suspect pinned, lost legs, hurricane category, names terrified, authorities, assist people, hurricane black, unknown soldier, events, safety, troops, disaster relief, cleanup, troops lend, effected hurricane, time hurricane, saying hurricane, praying families, dramatic, path hurricane

รูปที่ 14 คำสำคัญสำหรับคัดแยกข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ [4]

ขั้นตอนสำหรับการแยกแยะข้อความที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ จะใช้การตรวจสอบจากคำสำคัญ CrisisLexRec ถ้าข้อความใดมีคำสำคัญปรากฏในข้อความ ข้อความนั้นจะเป็นข้อความที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ แต่ถ้าข้อความใดไม่ปรากฏคำสำคัญ ข้อความนั้นจะไม่เป็นข้อความที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ แสดงผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ

- การคัดแยกข้อความในบริบทความเร่งด่วนของข้อความ

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เทคนิคที่มีแนวคิดเบื้องต้นมาจากงานวิจัย [1] ซึ่งทำการคัดเลือกข้อความจากสื่อสังคมออนไลน์ Twitter โดยใช้คุณค่าของข้อความเป็นเกณฑ์ (Value) ซึ่งงานวิจัยดังกล่าว มีการจำแนกข้อความจาก Twitter ออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) ข้อความที่ผู้ใช้ควรจะอ่านก่อนทันที (Should read now) เพราะคุณค่าของข้อความนั้นกำลังจะหมดไปอีกไม่นาน, (2) ข้อความที่ผู้ใช้สามารถอ่านทีหลังได้ (Should read later) เพราะคุณค่าของข้อความมีความคงที่ในอีกระยะเวลาหนึ่ง, และ (3) ข้อความที่คุณค่าของข้อความ ไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลา (Independent time) โดยได้ทำการจำแนกข้อความใน 7 คุณสมบัติพิเศษ (Features) คือ จำนวนของตัวอักษร (Number of characters), ประเภทของผู้ส่งข้อความ (Type of user), ข้อความที่มีจำนวนมากในระยะเวลาหนึ่ง (Bursty word), ระยะเวลาของการตอบข้อความ (Interval of reply), นัยยะที่เกี่ยวข้องกับเวลา (Time expressions), มีการใช้การอ้างอิงที่อยู่ของข้องมูลและรูปภาพ (URL and Photo), และ คำที่เกี่ยวเนื่องกับเวลา (Time dependency)

เนื่องจากในงานวิจัยฉบับนี้ ต้องการจำแนกข้อความที่มีบริบทเร่งด่วนในข้อความ จึงได้ประยุกต์ 2 คุณสมบัติเด่นของงานวิจัยดังกล่าว คือ นัยยะที่เกี่ยวข้องกับเวลา (Time expressions) และ คำที่เกี่ยวเนื่องกับเวลา (Time dependency) มาเป็นแนวคิดหลักของงานวิจัย แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวไม่ได้ระบุคำสำคัญไว้อย่างชัดเจน ผู้จัดทำจึงได้ทำการสร้างคำสำคัญ (Keyword) เบื้องต้นขึ้นเอง โดยคัดเลือกคำสำคัญที่บ่งบอกความเร่งด่วนของข้อความที่ปรากฏสูงสุดในชุดข้อมูล CrisisLexT6 [4] (ชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย) จำนวน 26 คำ ที่สอดคล้องกับกลุ่มของบริบทที่ให้ความหมายเร่งด่วน 6

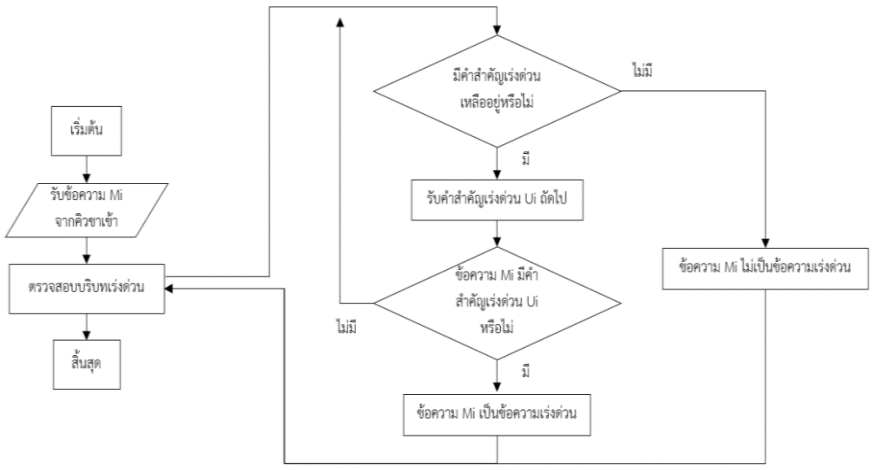
กลุ่ม คือ เหตุการณ์กำลังจะเกิดขึ้น, ขณะเหตุการณ์เกิดขึ้น, เหตุการณ์เกิดขึ้นไม่นานมานี้, คำบ่งบอกความเร่งด่วน และคำที่บ่งบอกเวลา แสดงดังตารางที่ 7

<u>หมายเหตุ</u> สำคัญดังกล่าวมีการเปรียบเทียบความหมาย กับดิกชันนารีลองแมน (Longman Dictionary of Contemporary English [48])

ตารางที่ 7 คำสำคัญที่บ่งบอกบริบทเร่งด่วน

ประเภท	คำสำคัญ
เหตุการณ์กำลังจะเกิดขึ้น	Soon, Urgent, Shortly, Quickly, Coming, Going, Gonna, Hurry
ขณะเหตุการณ์เกิดขึ้น	Now, Immediate, Happen, Sudden, Abrupt, At the moment, Start, Begin
เหตุการณ์เกิดขึ้นไม่นานมานี้	Just, Already, Pass, Gone
คำบ่งบอกความเร่งด่วน	Urgent, Update, Breaking
คำที่บ่งบอกเวลา	Hour, Minute, Second

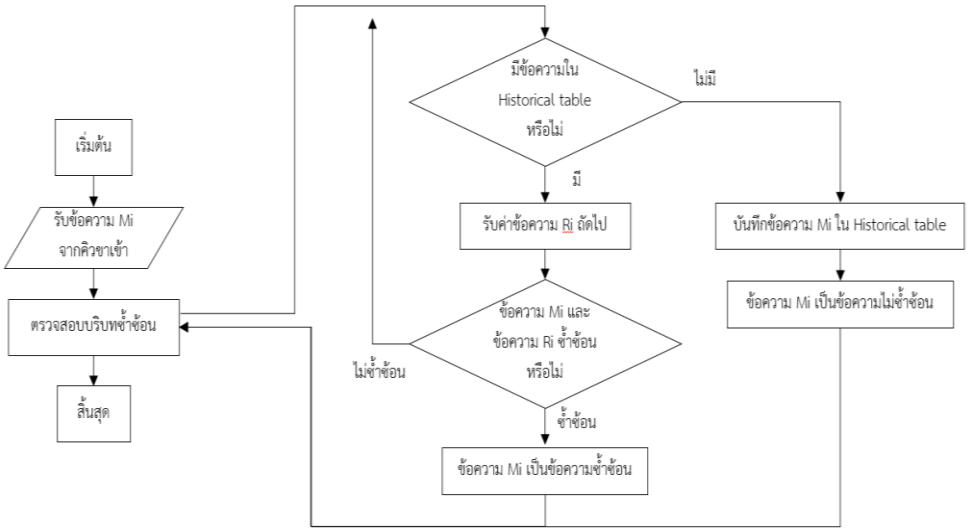
ขั้นตอนสำหรับการแยกแยะข้อความที่มีบริบทเร่งด่วน จะใช้การตรวจสอบจากคำสำคัญเร่งด่วนจำนวน 26 คำสำคัญ ที่ได้เสนอในตารางที่ 7 ถ้าข้อความใดมีคำสำคัญเร่งด่วนปรากฏในข้อความ ข้อความนั้นจะถูกคัดแยกเป็นข้อความที่มีบริบทเร่งด่วน แต่ถ้าข้อความใดไม่ปรากฏคำสำคัญเร่งด่วนทั้ง 26 คำสำคัญ ข้อความนั้นก็จะไม่เป็นข้อความที่มีบริบทเร่งด่วน แสดงผังขั้นตอนการทำงานมีรายละเอียดดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 ผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความที่มีบริบทเร่งด่วน

- การคัดแยกข้อความที่มีบริบทไม่ซ้ำซ้อน

ในงานวิจัยฉบับนี้ ใช้การแยกแยะข้อความที่มีบริบทซ้ำซ้อน (Duplication messages) ออกจากข้อความที่ไม่ซ้ำซ้อน หรือ มีความเป็นเอกลักษณ์ (Unique/Non-Duplication messages) โดยใช้การเปรียบเทียบกับข้อความเก่าที่เคยส่งออกไปจากพื้นที่ภัยพิบัติ (Historical data) ในงานวิจัยนี้ได้สร้างตารางเก็บเนื้อหาของข้อความที่เคยผ่านเข้ามาในระบบ (Historical table) เพื่อนำไว้ตรวจสอบข้อความที่กำลังจะเข้ามาในระบบ (Incoming messages) อย่างไรก็ตาม ตารางนี้สามารถแก้ไขข้อความ ได้ตามความเหมาะสมในสถานการณ์ต่างๆ ขั้นตอนการคัดแยกข้อความดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 ผังขั้นตอนการคัดแยกข้อความที่มีบริบทไม่ซ้ำซ้อน

3.5 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของงานวิจัย

การวัดประสิทธิภาพของงานวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การวัดความถูกต้องของวิธีคัดแยกข้อความตามปัจจัยสำคัญที่ได้นำเสนอ และการวัดความประสิทธิภาพของการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติที่นำเสนอ ซึ่งตัวชี้วัดจะมีรายละเอียดตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตัวชี้วัดของงานวิจัย

ประเภทการวัด	ตัวชี้วัด	การคำนวณ	ความหมาย
การวัดความถูกต้องของวิธีการคัดแยกข้อความตามปัจจัยสำคัญ	False Positive (FP)	$\text{Detection Group} - \text{True Positive}$	จำนวนข้อความที่ตรวจจับได้แต่ผิด
	False Negative (FN)	$\text{Target Group} - \text{True Positive}$	จำนวนข้อความที่ไม่สามารถตรวจจับได้
	Detection Ratio	$\frac{\text{True Positive}}{\text{Target Group}} \times 100$	ร้อยละของข้อความที่สามารถตรวจจับได้และถูกต้องเทียบกับชุดข้อความจริง
	Accuracy Ratio	$\frac{\text{True Positive}}{\text{Detection Group}} \times 100$	ร้อยละของข้อความที่สามารถตรวจจับได้และถูกต้องเทียบกับชุดข้อความที่ตรวจจับได้ทั้งหมด
การวัดความประสิทธิภาพการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ	Effective Throughput	M_i'	จำนวนข้อความชนิด i ที่ตรวจจับได้
	Effective Ratio	$\frac{M_j'}{\sum_{i=1}^{n} M_i'} \times 100$	ร้อยละของข้อความชนิด j ที่ตรวจจับได้จากข้อความทั้งหมดที่ตรวจจับได้
	Success Ratio	$\frac{M_i'}{M_i} \times 100$	ร้อยละความสำเร็จในการคัดเลือกส่งข้อความชนิด i

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การพัฒนาเครื่องมือและการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายองค์ประกอบของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย โดยเริ่มต้นจากสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลอง, ชุดข้อมูลภัยพิบัติที่นำมาใช้กับงานวิจัย, วิธีการทดลอง และการเปรียบเทียบกับการจัดกำหนดการของข้อความกับงานอื่นๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลอง

สภาพแวดล้อมในการทดลองของงานวิจัยนี้ มีดังนี้

4.1.1 โปรแกรมทดลอง

โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง จะทำหน้าที่จำลองกระบวนการรับ และส่ง ข้อความในพื้นที่ภัยพิบัติ โดยอ้างอิงบนพื้นฐานของระบบต้นแบบ RTSM และการจัดกำหนดการของข้อความที่ได้นำเสนอไปในหัวข้อที่ 3.4 ซึ่งจะประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 2 โปรแกรม พัฒนาด้วยภาษา Java (Java SDK 7) คือ RTSM_Client.jar และ RTSM_Server.jar ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- โปรแกรมจำลอง RTSM_Client.jar

โปรแกรมจำลอง RTSM_Client.jar เป็นโปรแกรมฝั่งผู้ส่งข้อความในพื้นที่ภัยพิบัติ โดยจะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการสร้างข้อความที่เกิดจาก Agent ในพื้นที่ภัยพิบัติ, ขั้นตอนการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญตามขั้นตอนของ Client-Side Proxy, และขั้นตอนการส่งข้อความที่ถูกจัดกำหนดการไปให้ Server-Side Proxy โดยที่ในแต่ละขั้นตอนจะมีคิวเก็บข้อความ คือ คิวขาเข้า (Incoming Queue), คิวประมวลผล (Processing Queue), และคิวขาออก (Outgoing Queue) ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 3.3.2

- โปรแกรมจำลอง RTSM_Server.jar

โปรแกรมจำลอง RTSM_Server.jar เป็นโปรแกรมฝั่งผู้รับข้อความในพื้นที่ภัยพิบัติ หรือ จำลองการทำงานของ Server ซึ่งประกอบด้วย การการรับข้อความจาก Client-Side Proxy หรือ โปรแกรมจำลอง RTSM_Client.jar, การจำลองกระบวนการรับส่งสถานะ (Advice of connection) หรือการเชื่อมต่อต่างๆระหว่าง Client และ Server เพื่อนำมาประเมินแบนด์วิดท์ของระบบ และความถูกต้องของระบบ, และขั้นตอนการนับข้อมูลทางด้านสถิติ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ

4.1.2 ทรัพยากรที่ใช้ในการทดลอง

รูปแบบของทรัพยากรที่ใช้ในงานวิจัย จะมีสถาปัตยกรรมแบบ Client-Server กล่าวคือ ผู้ส่งข้อความในพื้นที่ภัยพิบัติ คือ Client และ ผู้รับข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ คือ Server โดยถ้านำมาพิจารณาร่วมกับระบบต้นแบบ RTSM ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ จะพบว่า ผู้ส่งข้อความ คือ Client-Side Proxy และผู้รับข้อความ คือ Server-Side Proxy นั่นเอง โดยในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเป็นเครื่องทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

<u>เครื่อง Server ที่ใช้ในการทดลอง</u> จำนวน 1 เครื่อง เพื่อใช้ในการประมวลผลโปรแกรม RTSM_Server.jar

- เครื่องที่ใช้ : Apple MacBook Pro (Late 2013)
- หน่วยประมวลผลกลาง : Intel Core i5 (2.4 GHz)
- หน่วยความจำ : 4GB
- ระบบปฏิบัติการ : Mac OSX (Maverick) 64 bit
- JAVA Runtime Environment 1.7.0

<u>เครื่อง Client ที่ใช้ในการทดลอง</u> จำนวน 1 เครื่อง เพื่อใช้ในการประมวลผลโปรแกรม RTSM_Client.jar

- เครื่องที่ใช้ : Virtual Machine (1 Instance)
- หน่วยประมวลผลกลาง : 1 Core
- หน่วยความจำ : 1GB
- ระบบปฏิบัติการ : Ubuntu 14.04 32 bit
- JAVA Runtime Environment 1.7.0

4.1.3 แบนด์วิดท์จำลองในเหตุการณ์ภัยพิบัติ

เนื่องจากในเหตุการณ์ภัยพิบัติ การติดต่อสื่อสารมักจะประสพปัญหา ทำให้ไม่สามารถใช้งานช่องสัญญาณได้ปกติ ดังในรูปที่ 2 อีกทั้ง รูปแบบของการสื่อสารในเหตุการณ์ภัยพิบัติมีหลายประเภท ดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.2 และแบนด์วิดท์ของแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันตามพื้นฐานของอุปกรณ์ แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัจจุบัน การใช้งานอุปกรณ์สื่อสาร เช่น โทรศัพท์มือถือ เพื่อติดต่อสื่อสารเป็นปริมาณส่วนใหญ่ของทั้งหมด ประกอบกับสื่อสังคมออนไลน์เข้ามามีบทบาทสำคัญ ในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มักจะใช้สื่อสังคมออนไลน์เหล่านี้ในการสื่อสารแทนการพูดคุย ดังนั้น ทรัพยากรที่ใช้จำลองในงานวิจัยนี้ จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้งานอินเตอร์เน็ตของกรณีศึกษาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ภัย

พิบัติครั้งที่ผ่านมา ซึ่งพบว่า ในงานวิจัย [24] เป็นกรณีศึกษาหนึ่งที่ประสพปัญหาดังกล่าว ซึ่งมีการใช้งานระบบ GSM/UTMS (หรือ แบนด์วิดท์ปกติที่ 64Kps – 384kbps [35]) เป็นพื้นฐานในการสื่อสารในเหตุการณ์ภัยพิบัติ แต่เนื่องจากผลกระทบจากเหตุการณ์ภัยพิบัติในครั้งนั้น ทำให้แบนด์วิดท์ที่สามารถใช้ได้จริงมีน้อยมาก แต่ยังคงสามารถใช้รับ และส่งข้อความได้อยู่บ้าง ดังนั้น สมมุติฐานของขนาดแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณระหว่าง Client-Side Proxy และ Server-Side Proxy ที่ใช้ในการทดลองจะถูกตั้งให้มีขนาดที่น้อยที่สุดของกรณีศึกษาดังกล่าว (Worst case scenario) หรือ 64Kbps นั่นเอง

วิธีการจำลองขนาดของแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณระหว่าง Client-Side Proxy และ Server-Side Proxy จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของของระบบปฏิบัติการ Mac OSX ชื่อ Network Link Conditioner เป็นตัวควบคุมปริมาณแบนด์วิดท์ที่สามารถใช้ได้ (ภาคผนวก 1)

4.1.4 การจำลองขนาดของคิวในระบบ

เนื่องจากในเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ผ่านมาพบว่า การล้นของข้อมูล (Information overflow) เป็นหนึ่งในปัญหาหลักของระบบสารสนเทศภัยพิบัติ [9, 32, 42] ดังนั้น ความสามารถในการรองรับข้อมูลในเหตุการณ์ภัยพิบัติจึงขึ้นอยู่กับขนาดของคิวในระบบสารสนเทศภัยพิบัติด้วย ดังนั้น คิวในระบบสารสนเทศภัยพิบัติจึงเป็นตัวแปรหนึ่งที่สำคัญ เพราะส่งผลโดยตรงกับปริมาณข้อความที่สามารถส่งออกในพื้นที่ภัยพิบัติ โดยพฤติกรรมดังกล่าว คิวในระบบสารสนเทศภัยพิบัติจึงมีความจุน้อยกว่าปริมาณข้อความที่เกิดขึ้นจริงในเหตุการณ์ภัยพิบัติ ดังนั้น จุดประสงค์หลักของการจำลองความจุของคิวในระบบสารสนเทศภัยพิบัติ คือ ต้องการให้คิวในระบบสารสนเทศภัยพิบัติไม่เพียงพอกับสถานการณ์จริง ซึ่งในการทดลองจะกำหนดปริมาณความจุของคิวที่สามารถรองรับได้ดังตารางที่ 9 และทำการจำลองความถี่ของข้อความเข้าเป็น 50 – 500 ข้อความ/วินาที ด้วยสมมุติฐานดังกล่าว ระบบสารสนเทศภัยพิบัติจะเกิดข้อจำกัดในการจัดกำหนดการของข้อความ ตั้งแต่ความถี่ของข้อความขาเข้า ที่ 100 ข้อความ/วินาที เป็นต้นไป นั่นเอง

ตารางที่ 9 ความสามารถของคิวในระบบที่ใช้ในการทดสอบ

ชนิดของคิวในระบบ	ความสามารถในการบรรจุข้อความ
คิวขาเข้า (Incoming Queue)	ไม่จำกัด
คิวประมวลผล (Processing Queue)	100 ข้อความ
คิวขาออก (Outgoing Queue)	ไม่จำกัด

4.2 ข้อความภัยพิบัติที่ใช้ในการทดลอง (ภาคผนวก 3)

เนื่องจากในอดีต ข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติประกอบด้วยข้อความหลายประเภท เช่น ข้อความ SMS, ข้อความเฉพาะกิจ, อีเมล์ เป็นต้น แต่ในปัจจุบันพบว่า ข้อความดังกล่าวไม่ได้ถูกใช้แพร่หลายอย่างในอดีต เพราะความสามารถของอุปกรณ์สื่อสารที่ทันสมัย และสามารถส่งสัญญาณได้อย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ทำให้สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) ได้เข้ามามีอิทธิพลต่อการสื่อสารของผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อความจากสื่อสังคมออนไลน์ Twitter ได้รับความนิยมอย่างมาก อย่างที่ปรากฏในเหตุการณ์ภัยพิบัติหลายเหตุการณ์ เช่น เฮอริเคนแซนดี, ซึนามิที่ญี่ปุ่น , แผ่นดินไหวที่เฮติ เป็นต้น

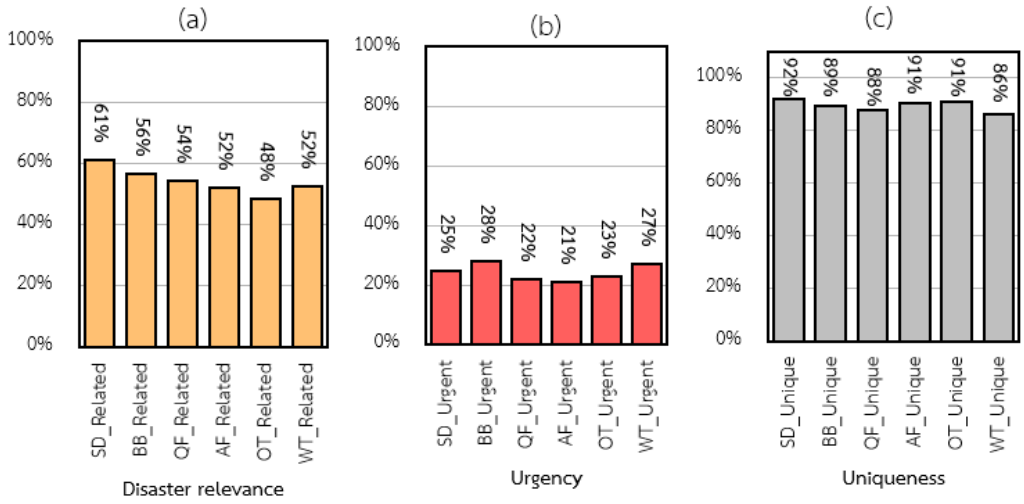
นอกจากนี้ ข้อความของสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Tweets สามารถให้รายละเอียดในด้านเนื้อหาได้ดีกว่าในอดีต ทั้งในบริบทของข้อความ ดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.2.2 นอกจากนี้ ข้อความสื่อสังคมออนไลน์ มีความรวดเร็วและสามารถแพร่กระจายไปสู่ผู้รับได้กว้างขวางกว่าในอดีต ซึ่งข้อความลักษณะนี้เป็นที่นิยมอย่างมากต่อการนำมาใช้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ ทางผู้จัดทำจึงได้เลือกใช้ชุดข้อความภัยพิบัติจากสื่อสังคมออนไลน์ โดยเฉพาะ Twitter ชื่อ “CrisisLexT6” ของงานวิจัย [4] มาเป็นพื้นฐานของงานวิจัยฉบับ โดยที่ ชุดข้อความ “CrisisLexT6” ได้ทำการรวบรวมข้อความที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ภัยพิบัติจำนวน 6 เหตุการณ์ ได้แก่ เหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ (Hurricane Sandy), เหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน (Boston bombing), เหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma), เหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion), เหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา (Alberta flooding), และ เหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์ (Queensland flooding) ซึ่งแต่ละเหตุการณ์มีจำนวนข้อความ 10,000 Tweets รวมทั้งสิ้น 60,000 Tweets มาใช้ในการทดลอง โดยที่แต่ละข้อความจะมีการการระบุความเกี่ยวเนื่องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติไว้แล้ว กล่าวคือ ข้อความในชุดข้อมูลมีการระบุ บริบทเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (On-Topic) และข้อความมีบริบทไม่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (Off-topic) ตัวอย่างข้อความในชุดข้อมูล “CrisisLexT6” มีลักษณะดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตัวอย่างชุดข้อมูล “CrisisLexT6” ของเหตุการณ์ เฮอริเคนแซนดี้ (Hurricane Sandy)

tweet id	tweet	label
'262596552399396864'	I've got enough candles to supply a Mexican family	off-topic
'263044104500420609'	Sandy be soooo mad that she be shattering our doors and shiet #HurricaneSandy	on-topic

4.2.1 ลักษณะเฉพาะของข้อความที่นำมาทดสอบ

ข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ใช้ในการทดสอบ เมื่อแบ่งตามลักษณะเฉพาะของข้อความที่มุ่งศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้ กล่าวคือ ข้อความที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ข้อความที่มีลักษณะเร่งด่วน และ, ข้อความที่ไม่มีความซ้ำซ้อน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 18



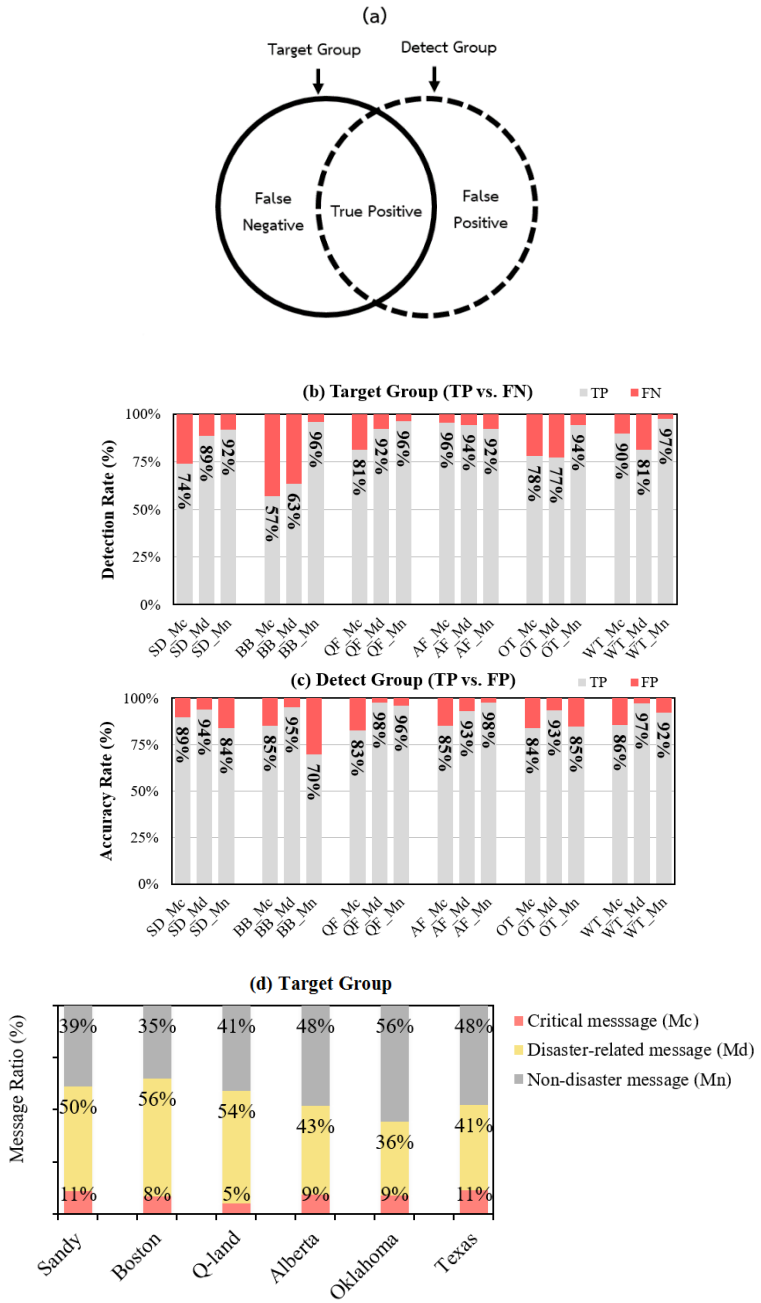
รูปที่ 18 อัตราส่วนลักษณะเฉพาะของข้อความ (a) เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, (b) เร่งด่วน และ (c) ไม่ซ้ำซ้อน

จากรูปที่ 18 พบว่า อัตราส่วนของของข้อความที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติทั้ง 6 เหตุการณ์ภัยพิบัติ มีประมาณ 50% ของข้อความทั้งหมด อัตราส่วนของข้อความที่มีเนื้อหาเร่งด่วนมีประมาณ 25% ของข้อความทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของข้อความในแต่ละบริบท ไม่มีความเกี่ยวข้องกัน ดังนั้น ข้อความที่มีเนื้อหาเร่งด่วนอาจจะเป็นข้อความที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติหรือไม่ก็ได้ นอกจากนี้ ข้อความที่มีเนื้อหาไม่ซ้ำซ้อนกับข้อความอื่นจะมีประมาณ 90% ของข้อความทั้งหมด จึงสรุปได้ว่า ข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติทั้ง 6 เหตุการณ์ มีข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ถึงครึ่งหนึ่งของชุดข้อมูล และข้อความเหล่านี้มีข้อความที่มีความเร่งด่วน 1 ใน 4 ส่วน และข้อความเหล่านี้มีความซ้ำซ้อนถึง 1 ใน 10 ส่วน ของข้อมูลตัวอย่างทั้งหมด

4.3 การวัดความถูกต้องของวิธีการคัดแยกข้อความตามปัจจัยสำคัญ

การวัดความถูกต้องของการแยกประเภทข้อความตามขั้นตอนในบทที่ 3 กล่าวคือ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathbf{M_C})$, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathbf{M_D})$, และ ข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathbf{M_N})$ ซึ่งการทดสอบนี้เป็นการพิจารณาอัตราความถูกต้องของประเภทข้อความที่ถูกแยกประเภทเบื้องต้นก่อนทำการจัดกำหนดการของข้อความใน

เหตุการณ์ภัยพิบัติจริง โดยจะวัดผลจาก True Positive (TP), False Positive (FP) และ, False Negative (FN) เปรียบเทียบกับกลุ่มข้อความที่ได้คัดแยกโดยผู้ชำนาญการ หรือ กลุ่มผลลัพธ์แท้จริง (Target Group) ในรูปที่ 19 (d) ซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ผลการทดลองย่อย คือ Detection Ratio และ Accuracy Ratio ผลลัพธ์ของการทดลองดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 (a) แผนรูปแสดงความถูกต้อง, (b) Detection Ratio และ (c) Accuracy Ratio (d) Target Group Ratio

จากรูปที่ 19(b) Detection Ratio หรือ อัตราส่วนของข้อความที่สามารถคัดแยกได้จากกลุ่มผลลัพธ์แท้จริงทั้งหมด ของพบว่า ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ ของ Alberta Flood ที่สามารถคัดแยกออกมาได้ จะมีค่ามากที่สุด คือ 96% ส่วนของเหตุการณ์ Boston Bombing จะมีค่าน้อยที่สุด คือ 57% จากการทดลอง พบว่า เหตุการณ์ภัยพิบัติที่กินระยะเวลานานจะสามารถให้ผลลัพธ์ของ Detection Ratio ค่อนข้างสูง หรือ 70% ขึ้นไป โดยค่า Detection Ratio ของเหตุการณ์ภัยพิบัติที่กินระยะเวลานานได้แก่ Hurricane Sandy คิดเป็น 74%, Queensland Flood คิดเป็น 81%, Alberta Flood คิดเป็น 96%, Oklahoma Tornado คิดเป็น 78% และ West Texas Explosion คิดเป็น 90% ส่วนเหตุการณ์ Boston Bombing ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ระบบจะไม่สามารถคัดแยกได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งได้ค่า Detection Ratio ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มผลลัพธ์แท้จริง

ตัวอย่างของข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ ที่ไม่สามารถตรวจจับได้ (False Negative) แสดงดังตารางที่ 11 ซึ่งเหตุผลหลักของการตรวจจับไม่ได้ มาจาก 3 สาเหตุสำคัญ คือ

1. ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ บางข้อความมีบริบทของข้อความที่เร่งด่วน จากคำอื่นๆ แต่ไม่ปรากฏคำสำคัญ 27 คำ ที่อธิบายในบทที่ 3 เช่น “It’s almost time”, “Caution”, “Wanna”, “Report”, “At risk”, “Alert” เป็นต้น
2. ข้อความที่กำลังเกิดขึ้น ณ ปัจจุบัน หรือ ข้อความที่แสดงการกระทำต่อเนื่อง (Continuous action) เป็นข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ เช่นกัน แต่วิธีการข้างต้นไม่สามารถตรวจจับได้ เช่น “Water levels be rising!!!”, “The Sunshine Coast is still getting really strong winds and rain”, “We are pumping out the basement!”, “On way to #West, Texas” เป็นต้น
3. ข้อความแสดงความต้องการ หรือ ขอความช่วยเหลือ จัดว่าเป็นข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ เช่นกัน แต่วิธีการข้างต้นไม่สามารถตรวจจับได้ เช่น “victims need your help!!”, “Help rescue workers by staying home for the remainder of today!” เป็นต้น

ตารางที่ 11 ตัวอย่างข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ที่ไม่สามารถตรวจจับได้ (False Negative)

เหตุการณ์ภัยพิบัติ	ตัวอย่าง
Hurricane Sandy	(1) I wanna go to the beach but I don't wanna die (2) Water levels be rising!!! (@ Long Island City Piers) [pic]: http://t.co/D9VVuCPo (3) Oh my god there's an emergency alert in my area I'm fucking scared http://t.co/h5ZoNDkG
Boston Bombing	(1) @tomferry caution. Boston is nearly under martial law (2) Damn boston is on alert and they cancelled everything there. #prayforboston (3) RT @GroverNorquest: @PatDollard: MUST-SEE: These Are The Photos Of The #Boston Bombing Suspects The FBI Won't Release http://t.co/C4kFC2snF...
Queensland Flood	(1) @9NewsBrisbane unmentioned flood victims need your help!! http://t.co/wnFYdaZD (2) @melissadoyle @melissadoyle @sunriseon7 the Sunshine Coast is still getting really strong winds and rain. Roofs were lifting off last night! (3) There's a cyclone blowing, torrential rain, trees falling down everywhere but people still wanna go jogging!! #deathwish #idiots
Alberta Flood	(1) People's back yards are gone, houses starting to fall in @ Canmore, AB http://t.co/lNKCSQEVUE (2) We are pumping out the basement! #yycflood #wetsos http://t.co/j9CXxALVqj (3) Help rescue workers by staying home for the remainder of today! Don't get in the way and into danger out of your own curiosity! #yycflood
Oklahoma Tornado	(1) @Meezy1994: 16 minutes to save your life. That's it. (2) @AlexDemskiWWE we are fine.. Thank you so much for asking... It is such a sad heartbreaking day ..thank you so much again for asking. (3) Sirens in Pv going off..

West Texas Explosion	(1)	I'm only 15 min away.. & I am so helpless... I haven't felt like this since 9/11
	(2)	MT @GregAbbott_TX: On way to #West, Texas to help families, 1st responders & community affected by the explosion. #PrayforWest #txlege
	(3)	News conference underway in #WestTX @keyetv is rolling.

จากรูปที่ 19 (C) พบว่า Accuracy Ratio หรือ อัตราส่วนความถูกต้องของข้อความที่สามารถแยกประเภทได้จากข้อความที่คัดแยกออกมาทั้งหมด พบว่า ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ ที่ถูกคัดแยกออกมาจากเหตุการณ์ภัยพิบัติทั้ง 6 เหตุการณ์นั้น มีค่าความถูกต้องเกิน 80% ดังนั้น วิธีตรวจจับโดยใช้วิธีในบทที่ 3 กับชุดข้อมูล CrisisLexT6 มีความถูกต้องสูง

ตัวอย่างของข้อความที่ถูกตรวจจับแต่ไม่ตรงกับข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ แสดงดังตารางที่ 12 ซึ่งเหตุผลหลักของการตรวจจับผิด 2 สาเหตุสำคัญ คือ

1. ข้อความบางข้อความที่ถูกตรวจจับได้ มีคำสำคัญของ CrisisLexRec หรือ คำสำคัญเร่งด่วน แต่เนื้อหาโดยรวมเป็นการคาดคะเน, ประโยคคำถาม, ประโยคตลกขบขัน หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นจริง เช่น “What if the power goes out and I'm left with raw cupcakes?”, “Coming up on @TheTodayShow the 2 Gold Coast surf rescue heroes Nick”, “” เป็นต้น
2. ข้อความบางข้อความที่ถูกตรวจจับได้ มีคำสำคัญของ CrisisLexRec หรือ คำสำคัญเร่งด่วน แต่เนื้อหาของข้อความเป็นการภาวนา หรือ แสดงอารมณ์ (Emotion Support) ซึ่งข้อความเหล่านี้ไม่ใช่ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ เช่น “Stay safe @mvgreen54 and @LeedaZambam that storm is evil, just saying”, “Heartbreaking the flooding in Calgary and Southern Alberta :(”

ตารางที่ 12 ตัวอย่างของข้อความที่ถูกตรวจจับได้ แต่ไม่ตรงกับ
ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) (False Positive)

เหตุการณ์ภัยพิบัติ	ตัวอย่าง
Hurricane Sandy	(1) What if the power goes out and I'm left with raw cupcakes? That would just be fucked.Water levels be rising!!! (@ Long Island City Piers) [pic]: http://t.co/D9VVuCPo (2) @James_Yammouni good morning! Please pray for your USA east coast fans like me because a horrible hurricane is hitting us very soon 10 (3) U think hurricane Sandy is bad just wait till Hurricane Selver comes hehe
Boston Bombing	(1) Unbelievable what happened in the Boston marathon I so sad this event ends in this way :-((2) So grateful that I wasn't at the finish line when it happened. Praying for all of those who are injured #PrayForBoston (3) @cherylfenton Right. So scary when you hear armed and dangerous. I live in Femway and used to sirens but not like what I'm hearing Now.
Queensland Flood	(1) Coming up on @TheTodayShow the 2 Gold Coast surf rescue heroes Nick & Angus http://t.co/cpdHmuBr (2) just realised that year 12 & uni is not gonna be easy. 2013 will be a massive bang bang year indeed. (3) Stay safe @mvgreen54 and @LeedaZambam that storm is evil, just saying.
Alberta Flood	(1) @AndrewBerkshire ugh it's all horrible. I love this place so much and seeing it be destroyed is breaking my heart. (2) Heartbreaking the flooding in Calgary and Southern Alberta :((3) 8 am Rush hour at ghost town Calgary today. Hope everyone is safe @ Bankers Hall http://t.co/cJHdx52gCH
Oklahoma Tornado	(1) @SchambachJess we Oklahomans are family, if ones hurts we all hurt. If one passes away. It affects all of use, @koconews @PaulFolger

	(2) For all my early morning folks, Check out CBS's up to the minute with @AMGreenCBS3. I'll report on the latest in #Moore. #Pray4Oklahoma (3) Dang driving thru Moore is heartbreaking #
West Texas Explosion	(1) there's noone to blame really... it was just a freak accident. (2) Boston bombings, Texas explosion, Water Town shooting... wtf is going on in America this week. (3) RT @ali: Estimated 60-70 lives lost. Dear God. #WestTX #PrayForTexas

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของการจัดกำหนดการของข้อความในเหตุจำลองภัยพิบัติ

การทดสอบประสิทธิภาพของการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ จะถูกแยกออกเป็น 6 การทดลองย่อย ของแต่ละเหตุการณ์ภัยพิบัติในชุดข้อมูล CrisisLexT6 โดยในแต่ละเหตุการณ์ภัยพิบัติ จะทำการทดสอบการจัดกำหนดการของข้อความ (Scheduler) ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ การจัดกำหนดการของข้อความความแบบมาก่อนทำก่อน (F), การจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R), และการจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญแบบที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อนำมาคิดค่าเฉลี่ยเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทดลอง

4.4.1 การจำลองข้อความ

การจำลองข้อความในการทดลอง จะใช้ข้อความจาก CrisisLexT6 ซึ่งแบ่งออกเป็นการทดลองย่อย 6 การทดลอง แต่ละเหตุการณ์ภัยพิบัติจะมีข้อความทั้งหมด 10,000 ข้อความ ลำดับการสุ่มข้อความเข้าสู่ระบบสารสนเทศภัยพิบัติ จะเป็นไปตามลำดับของชุดข้อมูลจริง (Sequential Order) รายละเอียดของการจำลองข้อความ สามารถดูได้จากตารางที่ 13

เนื่องจากจำนวนข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นสูงระหว่างเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ และหลังจากเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ในงานวิจัย [46] พบว่า ความถี่ของข้อความ (Message Rate) ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติขึ้น จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ปกติ ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จึงได้ทำการจำลองความถี่ของข้อความที่สู่ระบบสารสนเทศภัยพิบัติ ตั้งแต่ 1 ถึง 10 เท่า ของช่องสัญญาณที่สามารถตอบสนองได้นั่นเอง

ตารางที่ 13 คุณสมบัติของชุดข้อความ CrisisLexT6 ที่ใช้ในการทดลอง

รายละเอียด	ขนาด
จำนวนเหตุการณ์ภัยพิบัติ (Number of event)	6 เหตุการณ์
จำนวนข้อความ (Number of messages)	10,000 ข้อความ / เหตุการณ์ภัยพิบัติ
ขนาดของข้อความโดยเฉลี่ย (Average Message Size)	150 ไบต์
ความถี่ของข้อความเข้า (Message Rate)	50 Msg./Sec – 500 Msg./Sec
ลำดับของข้อความ (Message Order)	ตามลำดับตามชุดข้อมูล

4.4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

วิธีที่นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ กับ การจัดกำหนดการของข้อความความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 คือ การจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) [38] และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) [4, 5, 24-29] โดยที่การจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) จะไม่สนใจบริบทของเนื้อหาข้อมูล ดังนั้น ข้อความใดเข้ามาใน Client-Side Proxy ก่อนก็จะถูกส่งออกไปยัง Server-Side Proxy ก่อน ส่วนการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติอย่างเดียว (R) จะพิจารณาเนื้อหาของข้อความว่าเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติหรือไม่ โดยใช้พื้นฐานการคัดแยกบริบทข้อความจากชุดคำสำคัญ CrisisLexRec ดังนั้น ข้อความที่เข้ามายัง Client-Side Server จะถูกตรวจสอบว่าข้อความมีส่วนใดตรงกับคำสำคัญ CrisisLexRec หรือไม่ ถ้าตรงกับคำสำคัญข้อความนั้นจะถูกส่งออกไปตามลำดับ ส่วนข้อความไม่มีคำสำคัญ CrisisLexRec จะถูกส่งออกไปก็ต่อเมื่อ ไม่มีข้อความที่ตรงกับคำสำคัญเหลืออยู่ในคิวประมวลผลเลย ตารางที่ 14 อธิบายคุณสมบัติของบริบทในการจัดกำหนดการของข้อความที่นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทดลอง การวัดประสิทธิภาพของการจัดกำหนดการของข้อความความจะใช้ Effective Throughput, Effective Ratio และ, Success Ratio มาเป็นตัวประเมิน

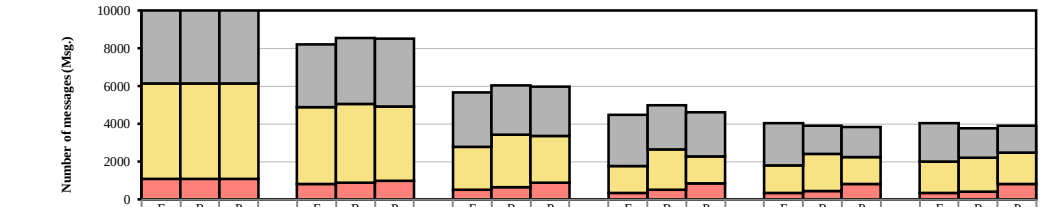
ตารางที่ 14 คุณสมบัติของรูปแบบการจัดกำหนดการของข้อความที่นำมาเปรียบเทียบในการทดลอง

รูปแบบการจัดกำหนดการของข้อความ (Scheduler)	**Disaster context**	**Urgent context**	**Unique context**
การจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F)			
การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R)	×		
การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญแบบลำดับความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P)	×	×	×

4.4.3 ผลการทดลอง

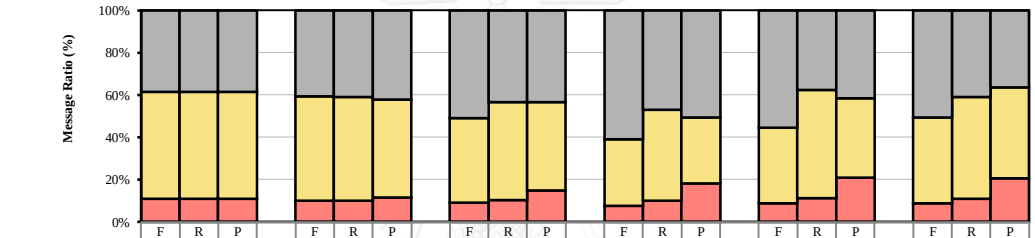
i) เหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ (Hurricane Sandy)

(1) Effective Throughput และ Effective Ratio



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non disaster message	3871	3871	3871	3342	3505	3578	2900	2619	2592	2726	2355	2348	2236	1471	1595	2036	1552	1417
Disaster message	5027	5027	5027	4059	4180	3935	2265	2801	2477	1404	2144	1436	1438	1989	1453	1632	1814	1680
Critical messsage	1102	1102	1102	813	867	987	509	629	888	344	498	840	350	436	801	356	408	802

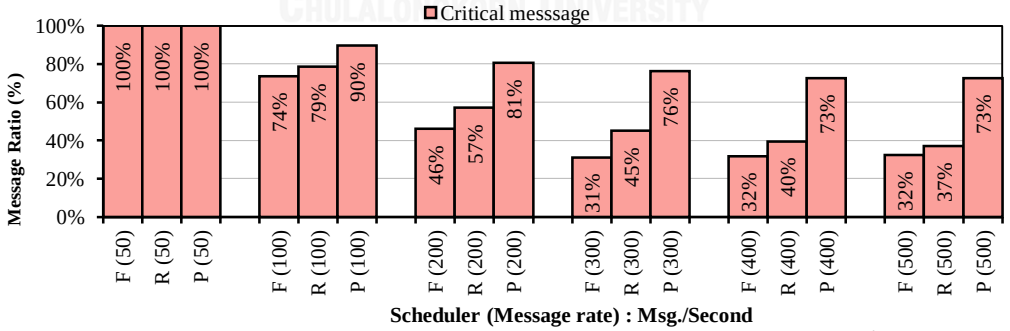
รูปที่ 20 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non disaster message	39%	39%	39%	41%	41%	42%	51%	43%	44%	61%	47%	51%	56%	38%	41%	51%	41%	36%
Disaster message	50%	50%	50%	49%	49%	46%	40%	46%	42%	31%	43%	31%	36%	51%	38%	41%	48%	43%
Critical messsage	11%	11%	11%	10%	10%	12%	9%	10%	15%	8%	10%	18%	9%	11%	21%	9%	11%	21%

รูปที่ 21 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้

(2) Success Ratio



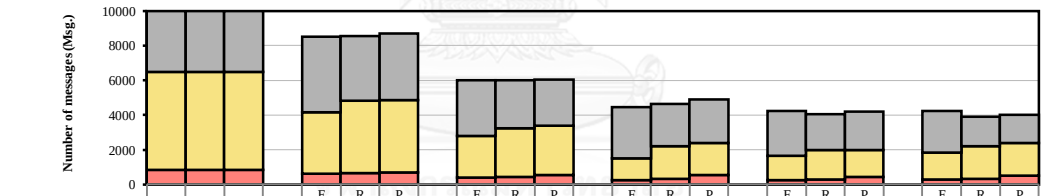
รูปที่ 22 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้

ผลการทดลอง พบว่า ที่ความถี่ 50 ข้อความ/วินาที วิธีการจัดกำหนดการของข้อความทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการส่งข้อความทุกประเภทเท่ากัน เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณสามารถส่งทุกข้อความจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ โดยที่ Effective Ratio ของ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ที่

11%, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (M_D) ที่ 50% และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_N) ที่ 39% แต่หลังจากความถี่ของข้อความเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ข้อความ/วินาที ขึ้นไป พบว่า เกิดการโยนทิ้งข้อความที่ Client-Side Proxy เพราะ แบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่สามารถส่งข้อความที่เข้ามาในระบบได้ทุกข้อความ ด้วยจำนวนข้อความที่ส่งออกจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ใกล้เคียงกัน การส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ของวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (Success Ratio 74% - 32%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 43%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) มีประสิทธิภาพดีขึ้นมาจาก (F) (Success Ratio 79% - 37%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 52%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Success Ratio 90% - 73%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 79%

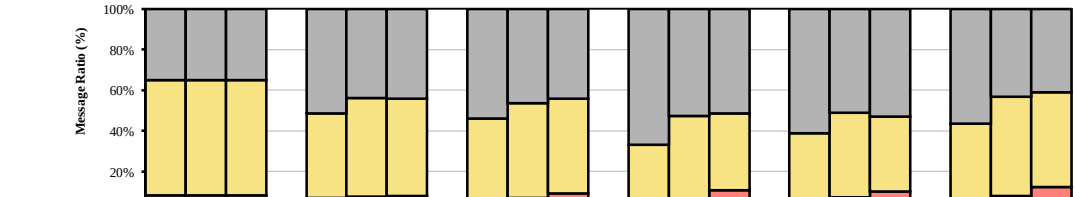
ii) เหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน (Boston bombing)

(1) Effective Throughput และ Effective Ratio



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	3505	3505	3505	4364	3745	3854	3237	2765	2666	2978	2446	2523	2584	2067	2232	2377	1685	1643
Disaster Message	5648	5648	5648	3544	4173	4172	2395	2808	2830	1241	1877	1859	1381	1680	1548	1555	1897	1872
Critical Message	847	847	847	603	646	693	385	416	553	247	314	528	260	297	436	286	309	504

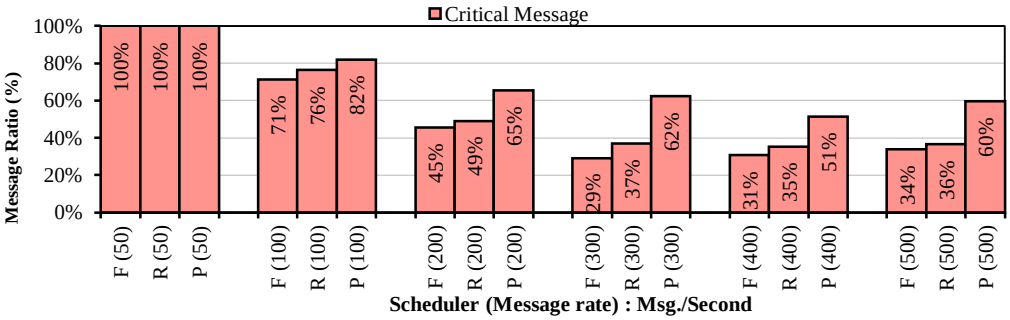
รูปที่ 23 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	35%	35%	35%	51%	44%	44%	54%	46%	44%	67%	53%	51%	61%	51%	53%	56%	43%	41%
Disaster Message	56%	56%	56%	42%	49%	48%	40%	47%	47%	28%	40%	38%	33%	42%	37%	37%	49%	47%
Critical Message	8%	8%	8%	7%	8%	8%	6%	7%	9%	6%	7%	11%	6%	7%	10%	7%	8%	13%

รูปที่ 24 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน

(2) Success Ratio

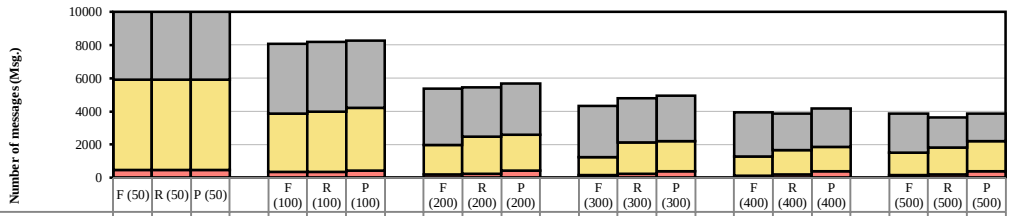


รูปที่ 25 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน

ผลการทดลอง พบว่า ที่ความถี่ 50 ข้อความ/วินาที วิธีการจัดกำหนดการของข้อความทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการส่งข้อความทุกประเภทเท่ากัน เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณสามารถส่งทุกข้อความจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ โดยที่ Effective Ratio ของ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ที่ 8%, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (M_D) ที่ 56% และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_N) ที่ 35% แต่หลังจากความถี่ของข้อความเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ข้อความ/วินาที ขึ้นไป พบว่า เกิดการโยนทิ้งข้อความที่ Client-Side proxy เพราะ แบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่สามารถส่งข้อความที่เข้ามาในระบบได้ทุกข้อความ ด้วยจำนวนข้อความที่ส่งออกจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ใกล้เคียงกัน การส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ของวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (Success Ratio 71% - 34%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 42%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) มีประสิทธิภาพดีขึ้นมาจาก (F) (Success Ratio 76% - 36%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 47%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Success Ratio 82% - 60%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 64%

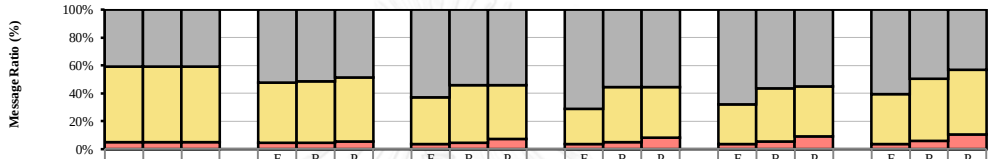
iii) เหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์ (Queensland flooding)

(1) Effective Throughput และ Effective Ratio



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	4097	4097	4097	4203	4211	4027	3377	2953	3060	3092	2658	2749	2673	2169	2303	2353	1802	1676
Disaster Message	5414	5414	5414	3498	3619	3772	1786	2250	2181	1090	1903	1800	1126	1479	1491	1380	1614	1807
Critical Message	489	489	489	359	369	454	202	236	422	153	229	400	141	205	387	149	208	401

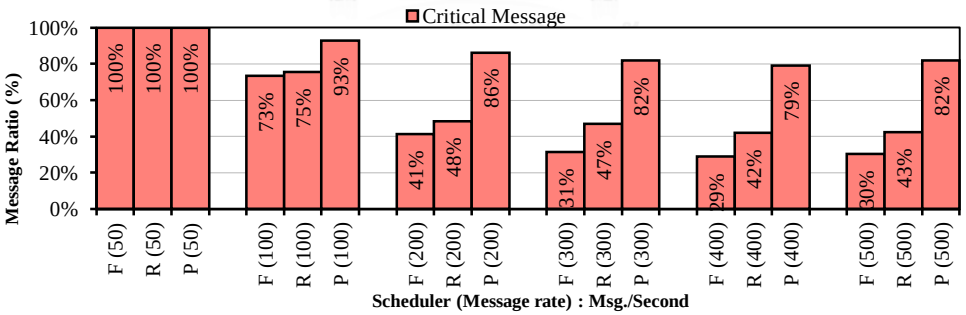
รูปที่ 26 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	41%	41%	41%	52%	51%	49%	63%	54%	54%	71%	55%	56%	68%	56%	55%	61%	50%	43%
Disaster Message	54%	54%	54%	43%	44%	46%	33%	41%	39%	25%	40%	36%	29%	38%	36%	36%	45%	47%
Critical Message	5%	5%	5%	4%	5%	6%	4%	4%	7%	4%	5%	8%	4%	5%	9%	4%	6%	10%

รูปที่ 27 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์

(2) Success Ratio



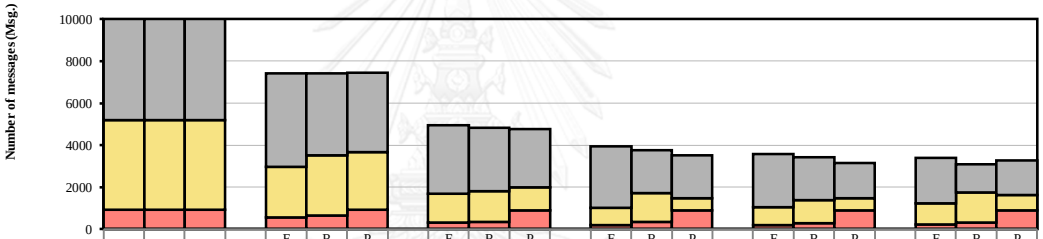
รูปที่ 28 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์

ผลการทดลอง พบว่า ที่ความถี่ 50 ข้อความ/วินาที วิธีการจัดกำหนดการของข้อความทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการส่งข้อความทุกประเภทเท่ากัน เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณสามารถส่งทุกข้อความจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ โดยที่ Effective Ratio ของ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ที่ 5%, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (M_D) ที่ 54% และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_N) ที่ 41% แต่หลังจากความถี่ของ

ข้อความเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ข้อความ/วินาที ขึ้นไป พบว่า เกิดการโยนทิ้งข้อความที่ Client-Side Proxy เพราะ แบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่สามารถส่งข้อความที่เข้ามาในระบบได้ทุกข้อความ ด้วยจำนวนข้อความที่ส่งออกจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ใกล้เคียงกัน การส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ของวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (Success Ratio 73% - 30%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 41%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) มีประสิทธิภาพดีขึ้นมาจาก (F) (Success Ratio 75% - 43%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 51%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญแบบลำดับความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Success Ratio 93% - 82%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 84%

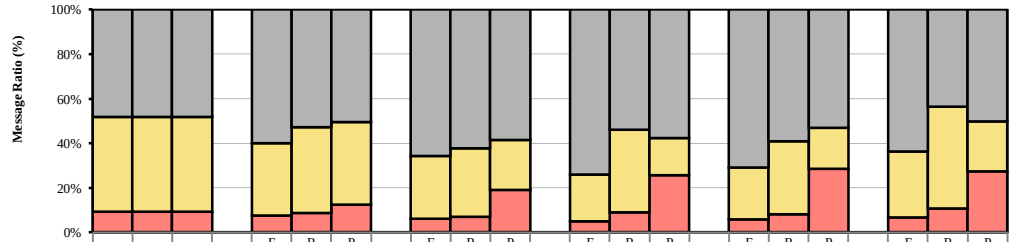
iv) เหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา (Alberta flooding)

(1) Effective Throughput และ Effective Ratio



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	4811	4811	4811	4455	3918	3760	3248	3007	2794	2929	2026	2020	2543	2032	1666	2168	1348	1645
Disaster Message	4257	4257	4257	2406	2866	2747	1381	1473	1075	829	1394	583	836	1120	580	1007	1418	736
Critical Message	932	932	932	552	643	930	310	341	907	191	333	904	210	279	892	227	333	901

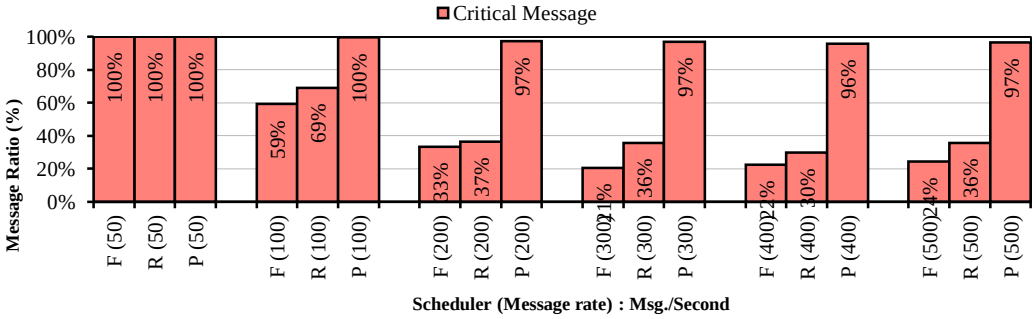
รูปที่ 29 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	48%	48%	48%	60%	53%	51%	66%	62%	58%	74%	54%	58%	71%	59%	53%	64%	44%	50%
Disaster Message	43%	43%	43%	32%	39%	37%	28%	31%	23%	21%	37%	17%	23%	33%	18%	30%	46%	22%
Critical Message	9%	9%	9%	7%	9%	13%	6%	7%	19%	5%	9%	26%	6%	8%	28%	7%	11%	27%

รูปที่ 30 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา

(2) Success Ratio

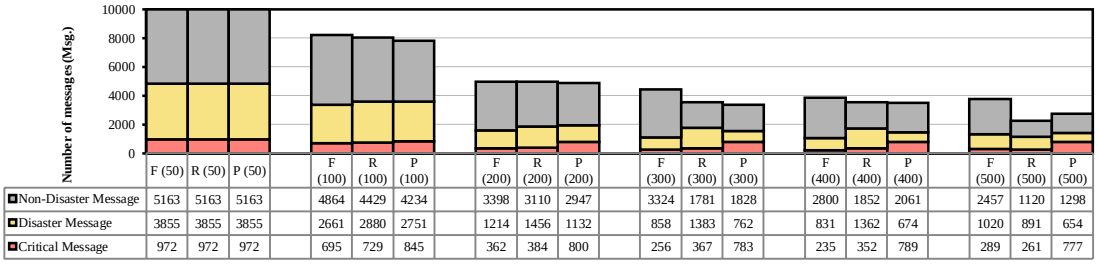


รูปที่ 31 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา

ผลการทดลอง พบว่า ที่ความถี่ 50 ข้อความ/วินาที วิธีการจัดกำหนดการของข้อความทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการส่งข้อความทุกประเภทเท่ากัน เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณสามารถส่งทุกข้อความจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ โดยที่ Effective Ratio ของ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ ที่ 9%, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ $(\mathrm{M_D})$ ที่ 43% และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_N})$ ที่ 48% แต่หลังจากความถี่ของข้อความเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ข้อความ/วินาที ขึ้นไป พบว่า เกิดการโยนทิ้งข้อความที่ Client-Side Proxy เพราะ แบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่สามารถส่งข้อความที่เข้ามาในระบบได้ทุกข้อความ ด้วยจำนวนข้อความที่ส่งออกจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ใกล้เคียงกัน การส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ ของวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (Success Ratio 59% - 24%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 32%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) มีประสิทธิภาพดีขึ้นมาจาก (F) (Success Ratio 69% - 36%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 42%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Success Ratio 100% - 97%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 97%

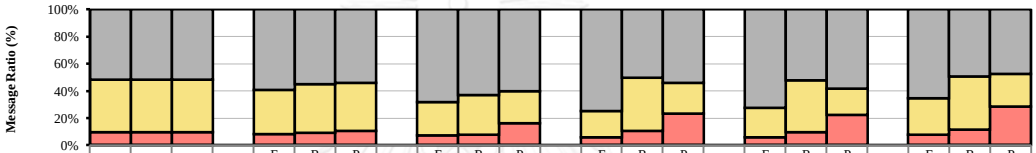
v) เหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma)

(1) Effective Throughput และ Effective Ratio



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	5163	5163	5163	4864	4429	4234	3398	3110	2947	3324	1781	1828	2800	1852	2061	2457	1120	1298
Disaster Message	3855	3855	3855	2661	2880	2751	1214	1456	1132	858	1383	762	831	1362	674	1020	891	654
Critical Message	972	972	972	695	729	845	362	384	800	256	367	783	235	352	789	289	261	777

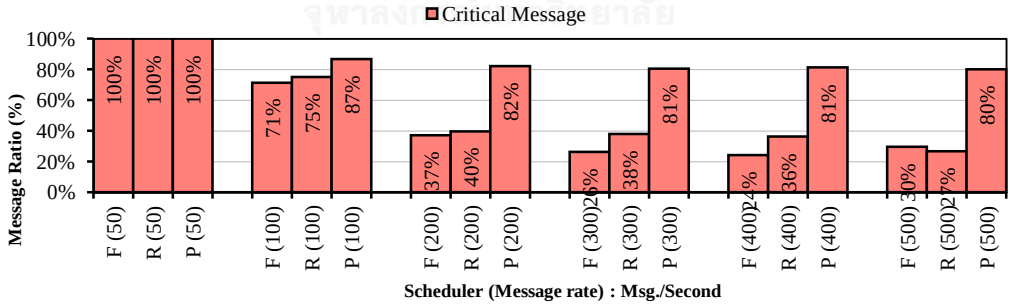
รูปที่ 32 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma)



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	52%	52%	52%	59%	55%	54%	68%	63%	60%	75%	50%	54%	72%	52%	58%	65%	49%	48%
Disaster Message	39%	39%	39%	32%	36%	35%	24%	29%	23%	19%	39%	23%	21%	38%	19%	27%	39%	24%
Critical Message	10%	10%	10%	8%	9%	11%	7%	8%	16%	6%	10%	23%	6%	10%	22%	8%	11%	28%

รูปที่ 33 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma)

(2) Success Ratio



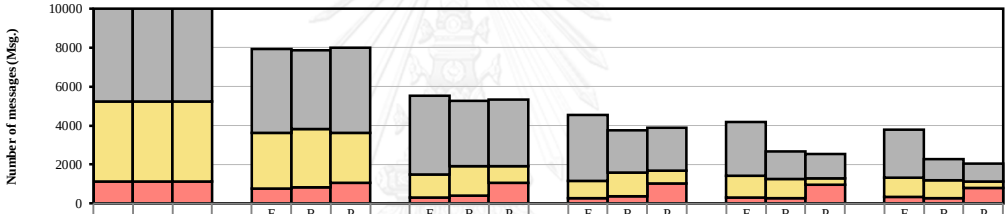
รูปที่ 34 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma)

ผลการทดลอง พบว่า ที่ความถี่ 50 ข้อความ/วินาที วิธีการจัดกำหนดการของข้อความทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการส่งข้อความทุกประเภทเท่ากัน เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณสามารถส่งทุกข้อความจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ โดยที่ Effective Ratio ของ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ที่ 10%, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (M_D) ที่ 39% และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_N) ที่ 52% แต่หลังจากความถี่ของ

ข้อความเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ข้อความ/วินาที ขึ้นไป พบว่า เกิดการโยนทิ้งข้อความที่ Client-Side Proxy เพราะ แบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่สามารถส่งข้อความที่เข้ามาในระบบได้ทุกข้อความ ด้วยจำนวนข้อความที่ส่งออกจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ใกล้เคียงกัน การส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ของวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (Success Ratio 71% - 30%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 38%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) มีประสิทธิภาพดีขึ้นมาจาก (F) (Success Ratio 75% - 27%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 43%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Success Ratio 87% - 80%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 82%

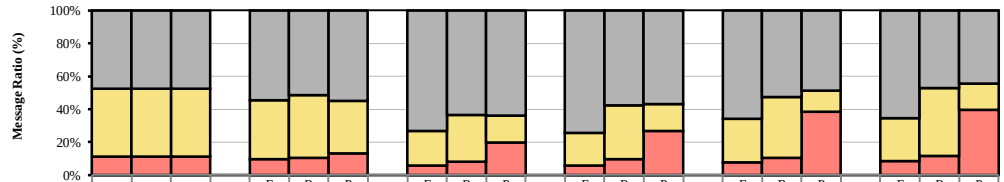
vi) เหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion)

(1) Effective Throughput และ Effective Ratio



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	4754	4754	4754	4320	4055	4385	4063	3341	3409	3364	2164	2216	2759	1411	1228	2496	1077	907
Disaster Message	4118	4118	4118	2835	2999	2551	1154	1503	882	905	1236	639	1100	978	326	983	938	327
Critical Message	1128	1128	1128	780	824	1063	321	421	1051	265	363	1040	321	285	976	328	268	815

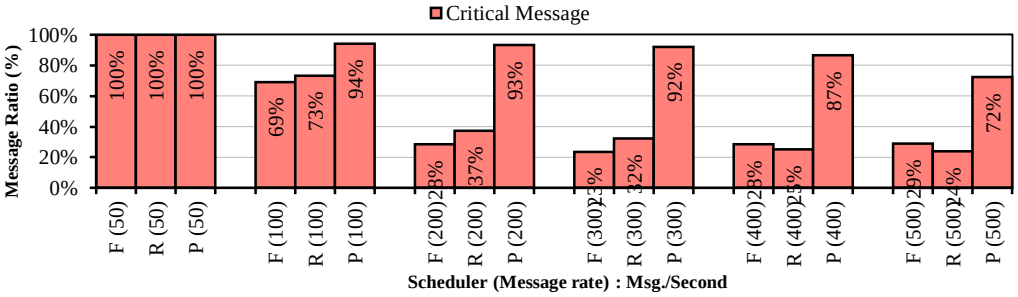
รูปที่ 35 กราฟ Effective Throughput ของเหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion)



	F (50)	R (50)	P (50)	F (100)	R (100)	P (100)	F (200)	R (200)	P (200)	F (300)	R (300)	P (300)	F (400)	R (400)	P (400)	F (500)	R (500)	P (500)
Non-Disaster Message	48%	48%	48%	54%	51%	55%	73%	63%	64%	74%	58%	57%	66%	53%	49%	66%	47%	44%
Disaster Message	41%	41%	41%	36%	38%	32%	21%	29%	17%	20%	33%	16%	26%	37%	13%	26%	41%	16%
Critical Message	11%	11%	11%	10%	10%	13%	6%	8%	20%	6%	10%	27%	8%	11%	39%	9%	12%	40%

รูปที่ 36 กราฟ Effective Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion)

(2) Success Ratio



รูปที่ 37 กราฟ Success Ratio ของเหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion)

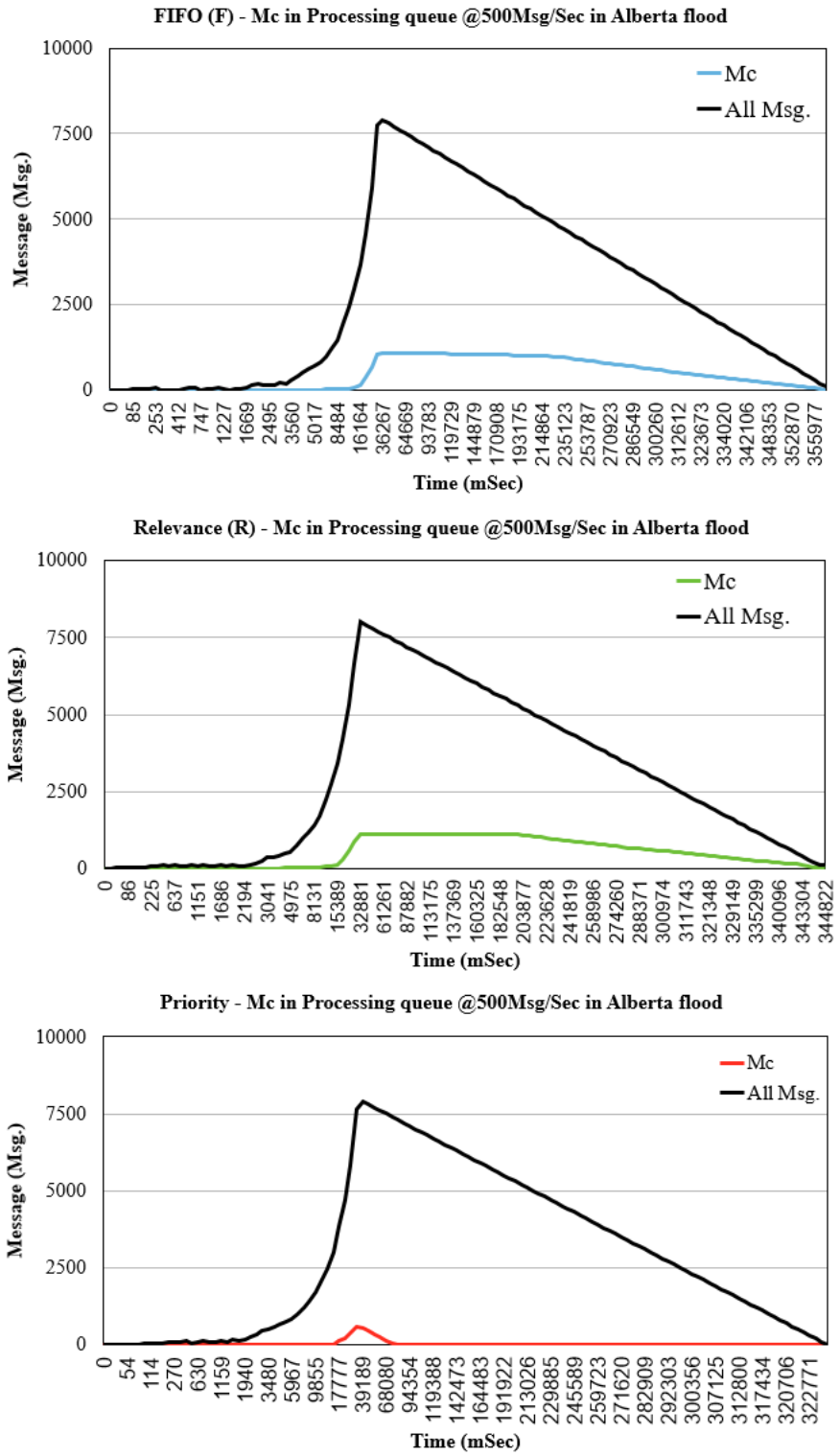
ผลการทดลอง พบว่า ที่ความถี่ 50 ข้อความ/วินาที วิธีการจัดกำหนดการของข้อความทั้ง 3 มีประสิทธิภาพการส่งข้อความทุกประเภทเท่ากัน เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณสามารถส่งทุกข้อความจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ โดยที่ Effective Ratio ของ ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ที่ 11%, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (M_D) ที่ 41% และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_N) ที่ 48% แต่หลังจากความถี่ของข้อความเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 100 ข้อความ/วินาที ขึ้นไป พบว่า เกิดการโยนทิ้งข้อความที่ Client-Side Proxy เพราะ แบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่สามารถส่งข้อความที่เข้ามาในระบบได้ทุกข้อความ ด้วยจำนวนข้อความที่ส่งออกจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ใกล้เคียงกัน การส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ (M_C) ของวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (Success Ratio 69% - 29%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 35%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) มีประสิทธิภาพดีขึ้นมาจาก (F) (Success Ratio 73% - 24%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 38%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีประสิทธิภาพดีที่สุด (Success Ratio 94% - 72%) หรือ Success Ratio เฉลี่ยที่ 88%

จากผลการทดลองส่งข้อความภัยพิบัติ โดยใช้วิธีการจัดกำหนดการของข้อความ 3 รูปแบบ คือ การการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F), การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R), และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) จากชุดข้อมูล CrisisLexT6 ซึ่งประกอบด้วย 6 การทดลองย่อย สรุปได้ว่า เมื่อความถี่ของข้อความ เหมาะสม กับแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณ (หรือ 50 ข้อความ/วินาที จากการทดลอง) ข้อความทุกประเภท จะสามารถส่งจาก Client-Side Proxy ไปยัง Server-Side Proxy ได้ทั้งหมด ประสิทธิภาพของทั้ง 3 วิธีที่ใช้ในการทดลองจึงมีค่าเท่ากัน แต่หลังจากความถี่ของข้อความเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 1 เท่า จนถึง 10 เท่า (หรือ 100 - 500 ข้อความ/วินาที จากการทดลอง) พบว่า จะมี

เหตุการณ์ที่ข้อความถูกโยนทิ้ง เนื่องจากแบนด์วิดท์ในช่องสัญญาณไม่เพียงพอ และจะมีบางข้อความเท่านั้นที่สามารถส่งไปยัง Server-Side Proxy ได้ ดังนั้น ด้วยการจัดกำหนดการของข้อความโดยใช้วิธีการจัดลำดับข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) สามารถส่งข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ $(\mathrm{M_C})$ ได้น้อยที่สุด และมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในการทดลอง หรือ Success Ratio เฉลี่ยของทุกเหตุการณ์ ประมาณ 39%, การจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว (R) สามารถส่งข้อความได้มากกว่าวิธีการจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน (F) และมีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย หรือ Success Ratio เฉลี่ยของทุกเหตุการณ์ ประมาณ 46%, และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) สามารถส่งข้อความได้มากที่สุด และมีประสิทธิภาพดีที่สุด หรือ Success Ratio เฉลี่ยของทุกเหตุการณ์ ประมาณ 82% และ สามารถส่งข้อความได้ประสิทธิภาพดีที่สุด หรือ Success Ratio 97% ในเหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา และมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด หรือ Success Ratio 64% ในเหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน (Boston bombing) (สามารถดูผลลัพธ์ของการทดลองได้ที่ ภาคผนวก 4)

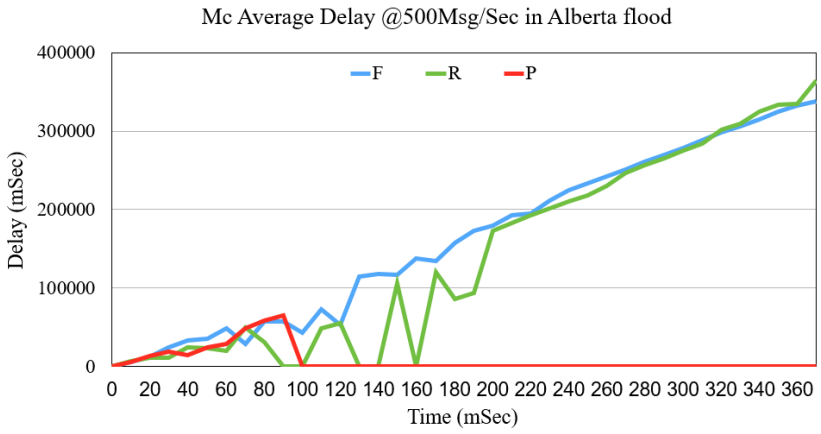
4.4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดลองจะพบว่า ลักษณะการทดลองมีลักษณะสัมพันธ์กับทฤษฎีของ Queuing Theory ที่มีรูปแบบ M/M/1 ซึ่งมีการกำหนดให้ อัตราการมาถึงของข้อความ (Arrival rate) ตั้งแต่ 50 - 500 ข้อความ/วินาที ดังนั้น $\lambda = \{50,100,200,300,400,500\}$ และอัตราส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ (Service time) จำกัดที่ 64kbps หรือ 54 ข้อความ/วินาที (ขนาดของข้อความเฉลี่ยคือ 150B) ดังนั้น $\mu = 54$ ซึ่งจากลักษณะการทำงานดังกล่าว จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วง Stable condition ($\lambda < \mu$) หรือ ช่วง 50 ข้อความ/วินาที ซึ่งช่วงนี้ จะพบว่า จะไม่มีข้อความค้างในคิวประมวลผลเลย เพราะอัตราการมาถึงของข้อความ น้อยกว่า อัตราอัตราส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ ระบบจึงสามารถส่งข้อความออกไปได้ทั้งหมด และ ช่วง Unstable condition ($\lambda > \mu$) หรือ ช่วง 100 – 500 ข้อความ/วินาที ซึ่งช่วงนี้ ขนาดของคิวในระบบจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่จำกัด เมื่อเวลาผ่านไป อันเนื่องมาจาก อัตราการมาถึงของข้อความ มากกว่า อัตราการส่งข้อความออกไป ดังนั้น เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพในกรณีที่ ขนาดของคิวในระบบมีความยาวไม่จำกัด กราฟของรูปที่ 38 จะแสดงการเปรียบเทียบของ ปริมาณข้อความ $\mathrm{M_C}$ ในคิวประมวลผล ของแต่ละตัวจัดกำหนดการของข้อความ ของชุดข้อความในเหตุการณ์ Alberta flood จำนวน 10,000 ข้อความ ที่มีการกำหนดให้อัตราการมาถึงของข้อความ $(\lambda = 500)$ และ คิวประมวลผลมีขนาดไม่จำกัด



รูปที่ 38 กราฟปริมาณข้อความ M_C ที่อยู่ในคิวประมวลผลที่ไม่จำกัด เมื่อ $\lambda = 500$

จากกราฟปริมาณ $\mathbf{M_C}$ ที่อยู่ในคิวประมวลผลขนาดไม่จำกัด เมื่อ $\lambda = 500$ พบว่า ขนาดของคิวประมวลผล ของทุกตัวจัดกำหนดการของข้อความ จะเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงประมาณ 20 วินาทีแรก หลังจากนั้น ขนาดของคิวประมวลผลจะลดลงจนหมด ภายในระยะเวลาประมาณ 360 วินาที ซึ่งตัวจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีปริมาณสะสมของข้อความ $\mathbf{M_C}$ น้อยกว่า การจัดกำหนดการของข้อความแบบอื่นๆ โดยที่ค่าสูงสุดของจำนวนข้อความ $\mathbf{M_C}$ ในคิวประมวลผล ของตัวจัดกำหนดการแบบ F, R และ P คือ 1,080 1132 และ 597 ตามลำดับ และพบว่า หลังจากคิวประมวลผลลดจำนวนข้อความ เพราะได้การส่งข้อความออกไปนั้น ตัวจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) ก็สามารถส่งข้อความ $\mathbf{M_C}$ ออกไปได้หมดก่อน การจัดกำหนดการของข้อความแบบอื่นๆ โดยที่เวลาสุดท้ายที่ข้อความ $\mathbf{M_C}$ ในคิวประมวลผลหมดไป ของตัวจัดกำหนดการแบบ F, R และ P คือ 357, 345 และ 81 วินาที ตามลำดับ



รูปที่ 39 กราฟระยะเวลาหน่วงเฉลี่ยที่ M_C ถูกส่งไปถึงปลายทาง เมื่อ $\lambda = 500$

นอกจากนี้ ระยะเวลาหน่วงเฉลี่ยของข้อความ $\mathbf{M_C}$ ที่ส่งไปถึงปลายทาง ใน รูปที่ 39 ยังแสดงให้เห็นว่า ตัวจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า การจัดกำหนดการของข้อความแบบอื่นๆ ด้วย โดยจะพบว่า ช่วงวินาทีที่ 100 เป็นต้นไป ตัวจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 (P) จะไม่มีระยะเวลาหน่วงอีกแล้ว เนื่องจากข้อความ $\mathbf{M_C}$ ในคิวประมวลผล ถูกส่งออกมาหมดแล้วนั่นเอง ซึ่งแตกต่างจาก การจัดกำหนดการของข้อความแบบอื่นๆ ที่ยังคงมีระยะเวลาหน่วง เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะข้อความ $\mathbf{M_C}$ ยังคงหลงเหลืออยู่ในคิวประมวลผล ดังนั้น ด้วยความสามารถดังกล่าว การจัดกำหนดการของข้อความที่ได้นำเสนอ (P) จึงมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบอื่นๆ ที่ได้นำมาเปรียบเทียบ แม้แต่ในกรณีที่ คิวประมวลผลที่มีอย่างไม่จำกัด นั่นเอง

บทที่ 5
บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาต่อ

5.1 บทสรุป

เนื่องจากในช่วงระยะเวลาภัยพิบัติ โดยเฉพาะช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัตินั้น สภาพแวดล้อมในการติดต่อสื่อสารถูกจำกัด อันเนื่องมาจากการพังทลายของบางส่วนในระบบเครือข่าย จำนวนแบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณไม่เพียงพอต่อการสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดต่อสื่อสารผ่านอินเตอร์เน็ต ประกอบกับจำนวนของข้อมูลมากมายที่อาจจะมีความถี่สูงถึง 10 เท่าจากช่วงระยะเวลาปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อความจากสื่อสังคมออนไลน์ มีการไหลผ่านช่องสัญญาณในสถานการณ์ที่ยากลำบากนี้ ข้อความสำคัญบางข้อความ ไม่สามารถส่งออกไปได้ทั้งหมดอันเนื่องมาจากข้อจำกัดข้างต้น ดังนั้น การคัดเลือกข้อความที่สำคัญเพื่อส่งออกในช่วงระยะเวลาดังกล่าวจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม การพิจารณาข้อความสำคัญ ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ บริบทที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ (Disaster-related context) เท่านั้น แต่ยังมีบริบทความเร่งด่วนของข้อความ (Urgent context) และบริบทความไม่ซ้ำซ้อน (Unique context) ที่จำเป็นต้องพิจารณาด้วยเช่นกัน แต่งานวิจัยที่ผ่านมายังคงมีข้อจำกัด และไม่ได้พิจารณาความสำคัญของข้อความให้ครอบคลุมทุกบริบทข้างต้น

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการรวมบริบทสำคัญเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาจัดกำหนดการของข้อความสำคัญในช่องสัญญาณในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ซึ่งทำให้เกิดข้อความ 3 ประเภท ตามลำดับความสำคัญจากน้อยไปหามาก คือ **ข้อความสำคัญและเร่งด่วนในเหตุการณ์ภัยพิบัติ, ข้อความที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ, และข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ภัยพิบัติ จากการตรวจสอบการคัดแยกโดยใช้ชุดข้อมูล CrisisLexT6 พบว่า** ประสบความสำเร็จในการคัดแยกข้อความสำคัญสูงสุด หรือ Accuracy 85% โดยเฉลี่ย **และจากการทดลองการจัดกำหนดการของข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ โดยใช้ทรัพยากรของช่องสัญญาณที่มีพื้นฐานจากเหตุการณ์ภัยพิบัติจริง พบว่า การการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญที่ได้นำเสนอ สามารถส่งข้อความที่มีความสำคัญสูงสุดออกไปได้มากที่สุด และมีประสิทธิภาพดีที่สุด หรือ Success Rate 82% โดยเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบกับ การจัดกำหนดการของข้อความแบบมาก่อนทำก่อน และการจัดกำหนดการของข้อความสำคัญโดยพิจารณาบริบทภัยพิบัติเพียงอย่างเดียว ในทุกช่วงความถี่ของข้อความ โดยที่แบนด์วิดท์ของช่องสัญญาณไม่เพียงพอ**ต่อการสื่อสาร

5.2 ข้อจำกัด

ข้อจำกัดในงานวิจัยนี้มีดังนี้

1. เนื่องจากการทดสอบ**การจัดกำหนดการของข้อความ** มีขั้นตอนการสุ่มข้อความจาก Generator ภาษา Java ทำให้บางจังหวะของการสุ่มข้อความ อาจจะมีความคลาดเคลื่อนของจำนวนข้อความในความถี่สูงบ้าง ดังนั้นผลลัพธ์ของจำนวนข้อความที่สุ่มได้ในแต่ละช่วงเวลาอาจมีความคลาดเคลื่อนได้
2. เนื่องจากการทดสอบมีการใช้ Network shaping ชื่อ Network Link Conditioner ซึ่งจำนวนแบนด์วิดท์ที่จำกัดไว้ อาจจะมีความคลาดเคลื่อนบ้าง ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ทำการจดบันทึกทางฝั่ง Server-Side Proxy อาจจะมีความคลาดเคลื่อนบ้าง
3. ข้อความในเหตุการณ์ภัยพิบัติ CrisisLexT6 ซึ่งเป็นชุดข้อความ 6 เหตุการณ์ภัยพิบัติทั้งสิ้น 60,000 ข้อความ ที่ได้ถูกคัดแยกตามแนวทางที่ได้นำเสนอในงานวิจัยชิ้นนี้ อาจจะไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุด และอาจจะมีความผิดพลาดในการคัดแยกบ้าง เนื่องจากใช้มนุษย์ในการคัดแยก อย่างไรก็ตาม สามารถใช้แนวทางการคัดแยกอื่นๆ ในอนาคต มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ได้
4. ข้อความเป้าหมายในงานวิจัยเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ซึ่งไม่สามารถใช้งานกับภาษาอื่น

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

แนวทางการพัฒนาต่อจากงานวิจัยชิ้นนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. พัฒนาวิธีการคัดแยกข้อความตามปัจจัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัจจัยเร่งด่วน (Urgent context) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของช่วงระยะเวลาดังกล่าว ในแนวทางอื่นได้ เช่น แนวทางของ data mining เป็นต้น
2. เพิ่มเติมปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลในช่วงระยะกู้ภัยพิบัติและระยะฟื้นฟูภัยพิบัติ เพื่อนำมาพิจารณาข้อความสำคัญในเหตุการณ์ภัยพิบัติ เช่น ปัจจัยด้านความปลอดภัยของข้อมูล เพื่อให้ความสำคัญกับข้อมูลในเหตุการณ์ก่อการร้าย เป็นต้น
3. ทำการทดลองเพิ่มเติม ให้ครอบคลุมกับภัยพิบัติที่มากขึ้นกว่าเดิม หรือรองรับภาษาอื่นๆ ที่ไม่จำกัดเฉพาะภาษาอังกฤษ
4. ทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์เครือข่ายจริง หรือในเหตุการณ์ภัยพิบัติจริง เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง

รายการอ้างอิง

1. Takemura, H. and K. Tajima, *Tweet classification based on their lifetime duration*, in *Proceedings of the 21st ACM international conference on Information and knowledge management*. 2012, ACM: Maui, Hawaii, USA. p. 2367-2370.
2. Verma, S., et al. *Natural Language Processing to the Rescue? Extracting" Situational Awareness" Tweets During Mass Emergency*. in *ICWSM*. 2011.
3. Imran, M., et al., *Coordinating human and machine intelligence to classify microblog communications in crises.* Proc. of ISCRAM, 2014.
4. Olteanu, A., et al. *CrisisLex: A lexicon for collecting and filtering microblogged communications in crises*. in *In Proceedings of the 8th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM" 14)*. 2014.
5. Ashktorab, Z., et al., *Tweedr: Mining twitter to inform disaster response.*
6. Imran, M., et al. *Aidr: Artificial intelligence for disaster response*. in *Proceedings of the companion publication of the 23rd international conference on World wide web companion*. 2014. International World Wide Web Conferences Steering Committee.
7. Nguyen, M.-T., A. Kitamoto, and T.-T. Nguyen, *TSum4act: A Framework for Retrieving and Summarizing Actionable Tweets During a Disaster for Reaction*, in *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. 2015, Springer. p. 64-75.
8. Karimi, S., J. Yin, and C. Paris. *Classifying microblogs for disasters*. in *Proceedings of the 18th Australasian Document Computing Symposium*. 2013. ACM.
9. Hristidis, V., et al., *Survey of data management and analysis in disaster situations.* J. Syst. Softw., 2010. **83**(10): p. 1701-1714.
10. Security, H., *National Preparedness Goal*. 2011, Homeland Security: Homeland Security.

11. Baryun, A., K. Al-Begain, and D. Villa. *A Hybrid Network Protocol for Disaster Scenarios*. in *Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST), 2011 5th International Conference on*. 2011.
12. George, S.M., et al., *DistressNet: a wireless ad hoc and sensor network architecture for situation management in disaster response.* Communications Magazine, IEEE, 2010. **48**(3): p. 128-136.
13. Li, J., et al., *Community-based collaborative information system for emergency management.* Computers & Operations Research, 2014. **42**: p. 116-124.
14. Hossmann, T., et al., *Twitter in disaster mode: opportunistic communication and distribution of sensor data in emergencies*, in *Proceedings of the 3rd Extreme Conference on Communication: The Amazon Expedition*. 2011, ACM: Manaus, Brazil. p. 1-6.
15. Kumar, S., et al., *TweetTracker: An Analysis Tool for Humanitarian and Disaster Relief*. 2011. 2011.
16. Chen, J., S. Zhao, and H. Wang, *Risk Analysis of Flood Disaster Based on Fuzzy Clustering Method.* Energy Procedia, 2011. **5**: p. 1915-1919.
17. Liu, Y., Z.-P. Fan, and Y. Zhang, *Risk decision analysis in emergency response: A method based on cumulative prospect theory.* Computers & Operations Research, 2014. **42**: p. 75-82.
18. Miyabe, M., A. Miura, and E. Aramaki, *Use trend analysis of twitter after the great east japan earthquake*, in *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work Companion*. 2012, ACM: Seattle, Washington, USA. p. 175-178.
19. Fajardo, J.T.B., et al. *DTN-based data aggregation for timely information collection in disaster areas*. in *Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 2012 IEEE 8th International Conference on*. 2012.
20. Fajardo, J.T.B., K. Yasumoto, and M. Ito. *Content-based data prioritization for fast disaster images collection in delay tolerant network*. in *Mobile*

Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), 2014 Seventh International Conference on. 2014.

21. Fajardo, J.T.B., et al., *Disaster Information Collection with Opportunistic Communication and Message Aggregation.* Journal of Information Processing, 2014. **22**(2): p. 106-117.
22. Marandi, A., M. Faghih Imani, and K. Salamatian, *Practical Bloom filter based epidemic forwarding and congestion control in DTNs: A comparative analysis.* Computer Communications, 2014. **48**: p. 98-110.
23. Mukherjee, B., M. Habib, and F. Dikbiyik, *Network adaptability from disaster disruptions and cascading failures.* Communications Magazine, IEEE, 2014. **52**(5): p. 230-238.
24. Shibata, Y., N. Uchida, and N. Shiratori, *Analysis of and proposal for a disaster information network from experience of the Great East Japan Earthquake.* Communications Magazine, IEEE, 2014. **52**(3): p. 44-50.
25. Luqman, F.B. *TRIAGE: Applying context to improve timely delivery of critical data in mobile ad hoc networks for disaster response*. in *PerCom Workshops*. 2011. IEEE.
26. Luqman, F., et al., *Prioritizing data in emergency response based on context, message content and role*, in *Proceedings of the 1st International Conference on Wireless Technologies for Humanitarian Relief*. 2011, ACM: Amritapuri, Kollam, Kerala, India. p. 63-69.
27. Brynielsson, J., F. Johansson, and A. Westling. *Learning to classify emotional content in crisis-related tweets*. in *Intelligence and Security Informatics (ISI), 2013 IEEE International Conference on*. 2013.
28. Almagrabi, A., S.W. Loke, and T. Torabi. *Towards context-aware messaging for emergency situations*. in *Communications and Information Technologies (ISCIT), 2012 International Symposium on*. 2012.
29. Hodas, N.O., et al. *Disentangling the Lexicons of Disaster Response in Twitter*. in *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web Companion*. 2015. International World Wide Web Conferences Steering Committee.

30. Rogstadius, J., et al., *CrisisTracker: Crowdsourced social media curation for disaster awareness.* IBM Journal of Research and Development, 2013. **57**(5): p. 4:1-4:13.

31. Olteanu, A., S. Vieweg, and C. Castillo. *What to expect when the unexpected happens: Social media communications across crises*. in *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*. 2015. ACM.

32. Imran, M., et al., *Processing Social Media Messages in Mass Emergency: A Survey.* ACM Comput. Surv., 2015. **47**(4): p. 1-38.

33. Ludwig, T., C. Reuter, and V. Pipek, *Social Haystack: Dynamic Quality Assessment of Citizen-Generated Content during Emergencies.* ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), 2015. **22**(4): p. 17.

34. Erskine, M. and D. Gregg, *Utilizing volunteered geographic information to develop a real-time disaster mapping tool: A prototype and research framework.* CONFIRM 2012 Proceedings, 2012.

35. Petre, A.-C., C. Chilipirea, and C. Dobre, *Delay Tolerant Networks for Disaster Scenarios*, in *Resource Management in Mobile Computing Environments*. 2014, Springer International Publishing. p. 3-24.

36. Google. *Project Loon*. 2008 [cited 2015 11/26/2015]; Available from: https://www.google.com/loon/.

37. Baklan, P., K. Yamori, and Y. Tanaka. *Measure of user behaviour before and during disaster congestion*. in *Advanced Communication Technology (ICACT), 2014 16th International Conference on*. 2014.

38. Silberschatz, A., P.B. Galvin, and G. Gagne, *Operating System Concepts*. 2006: John Wiley \\& Sons.

39. Asadi, A. and V. Mancuso, *A Survey on Opportunistic Scheduling in Wireless Communications.* Communications Surveys & Tutorials, IEEE, 2013. **15**(4): p. 1671-1688.

40. Fanelli, M., et al., *Self-adaptive and time-constrained data distribution paths for emergency response scenarios*, in *Proceedings of the 8th ACM*

international workshop on Mobility management and wireless access. 2010, ACM: Bodrum, Turkey. p. 29-36.

41. Kongthon, A., et al. *The role of Twitter during a natural disaster: Case study of 2011 Thai Flood*. in *Technology Management for Emerging Technologies (PICMET), 2012 Proceedings of PICMET '12:*. 2012.
42. Hiltz, S.R. and L. Plotnick. *Dealing with information overload when using social media for emergency management: emerging solutions*. in *Proceedings of the 10th international ISCRAM conference*. 2013.
43. Beidokhti, R., M. Yaghmaee Moghaddam, and J. Chitizadeh, *Adaptive QoS scheduling in wireless cellular networks.* Wireless Networks, 2011. **17**(3): p. 701-716.
44. Nasser, N., L. Karim, and T. Taleb, *Dynamic Multilevel Priority Packet Scheduling Scheme for Wireless Sensor Network.* Wireless Communications, IEEE Transactions on, 2013. **12**(4): p. 1448-1459.
45. Vivacqua, A.S. and M.R.S. Borges, *Taking advantage of collective knowledge in emergency response systems.* Journal of Network and Computer Applications, 2012. **35**(1): p. 189-198.
46. Mendoza, M., B. Poblete, and C. Castillo. *Twitter Under Crisis: Can we trust what we RT?* in *Proceedings of the first workshop on social media analytics*. 2010. ACM.
47. Network, N.R.E. *TCP Windows Sizes*. [cited 2015 11/27/2015]; Available from: http://www.nren.nasa.gov/tcpwindows.html.
48. Dictionaries, L., *Longman dictionary of contemporary English.* Essex: Longman group, 1995.

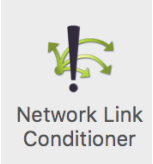
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

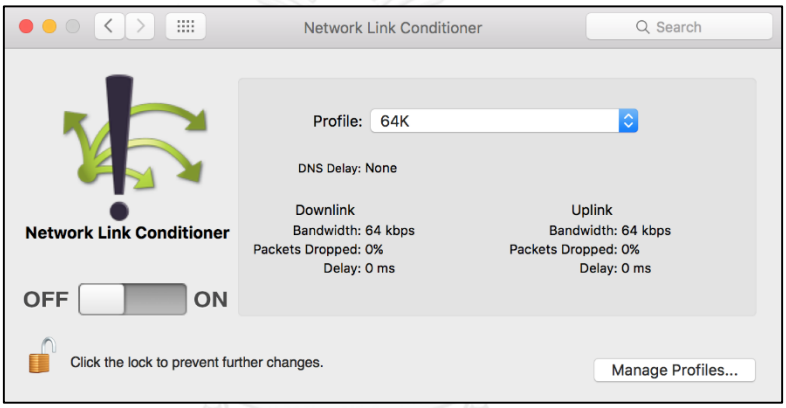
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. โปรแกรม Network Link Conditioner

โปรแกรม Network Link Conditioner คือ โปรแกรมอรรถประโยชน์ของระบบปฏิบัติการ Mac OS X (ติดมากับโปรแกรม Xcode 4.1) ที่อนุญาตให้ผู้ใช้จำลองการใช้งานของแบนด์วิดท์ได้ตามต้องการ ซึ่งหน้าจอการทำงานแสดงดังรูปที่ 41

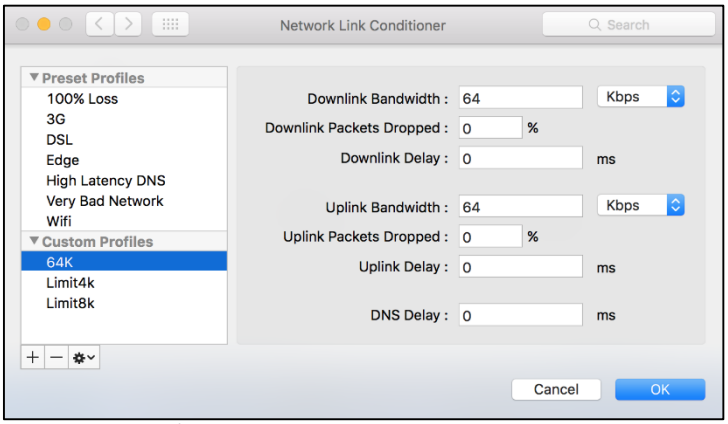


รูปที่ 40 ไอคอนโปรแกรม Network Link Conditioner



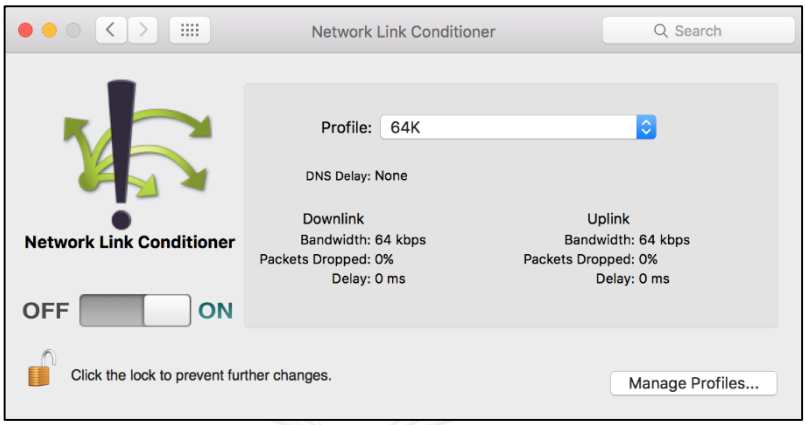
รูปที่ 41 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม Network Link Conditioner

โปรแกรม Network Link Conditioner สามารถกำหนดรูปแบบ Profile สำหรับการจำลองปริมาณแบนด์วิดท์ที่ต้องการ โดยเข้าไปตั้งค่าที่ Manage Profiles ดังรูปที่ 42

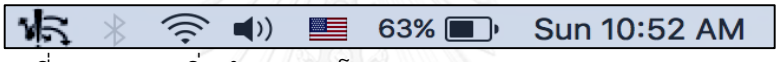


รูปที่ 42 หน้าจอการตั้ง Profile ของโปรแกรม Network Link Conditioner

การเริ่มต้นปรับแบนด์วิดท์ของงานโปรแกรม Network Link Conditioner ต้องกำหนดค่า Profile ที่ต้องการก่อน แล้วจึงกดปุ่ม ON ไอคอนสถานะจะปรากฏขึ้นที่ Menu bar ดังรูปที่ 44



รูปที่ 43 การเริ่มต้นปรับแบนด์วิดท์ของโปรแกรม Network Link Conditioner



รูปที่ 44 สถานะเริ่มทำงานของโปรแกรม Network Link Conditioner

2. TCPDump และ TimeSync

- TCPDump เป็น library ตัวหนึ่ง ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลในช่องสัญญาณ (Packet analyzer) ในรูปแบบ Command-line ซึ่งจะอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็น TCP/IP Packet ที่ถูกส่ง หรือรับในช่องสัญญาณ ซึ่งผู้จัดทำได้นำมาค้นหา TCP Window size เพื่อประเมินค่า Bandwidth ในช่องสัญญาณ ดังแสดงใน รูปที่ 45

- TimeSync เป็นฟังก์ชันหนึ่งของ Client-Side Proxy ทำหน้าที่เข้าสัญญาณเวลาระหว่างเครื่อง Client-Side Proxy และ Server-Side Proxy เพื่อให้เวลาของแต่ละฝั่งตรงกัน ก่อนที่จะติดต่อสื่อสาร และคำนวณค่า Delay ระหว่าทาง เพื่อนำมาคำนวณค่า RTT

ซึ่งค่า Effective Bandwidth ในช่องสัญญาณ สามารถคำนวณดังนี้

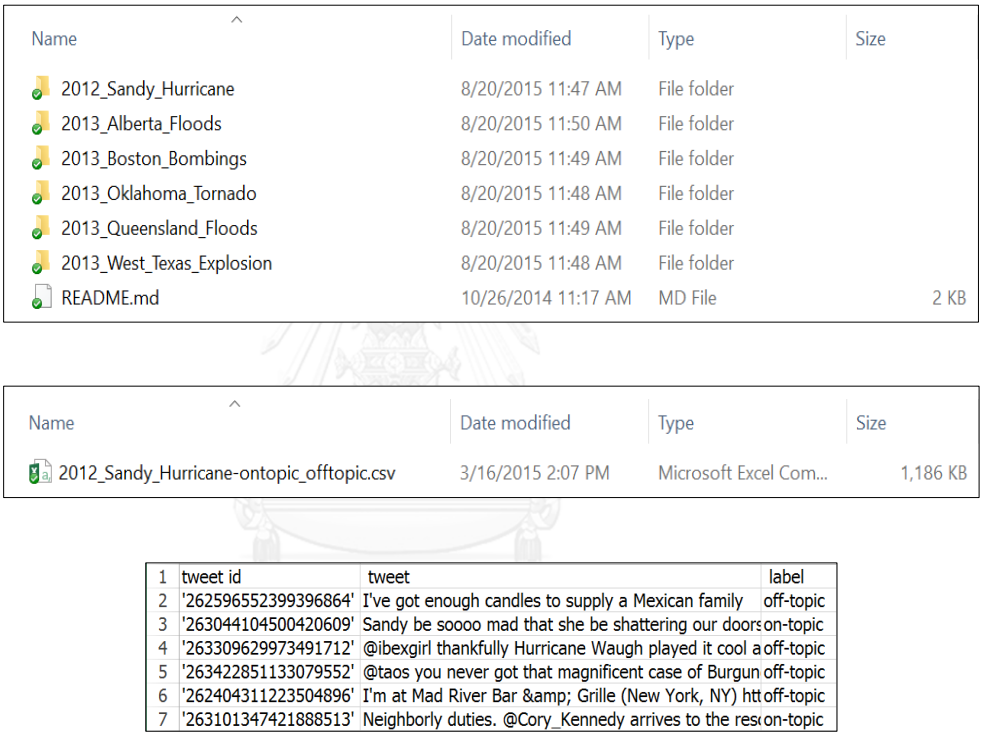
TCP Window Size / RTT = Effective Bandwidth [47]

```
TimeSyncIsDone
[TIMESYNCE & MEASURE is DONE]
Window Size = 229 bytes -- Delay = 13.497202166666666 msecs
*** Estimation Bandwidth    =       66.27530942739948 kbps ***
B/W @ SVR = 13.054485586481114 kbps / Client = 12.852572067594433 kbps
```

รูปที่ 45 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกเรียกจาก library TCPDump

3. CrisisLexT6 folder

CrisisLexT6 เป็นชุดข้อมูลภัยพิบัติจากสื่อสังคมออนไลน์ Twitter [4] ซึ่งประกอบด้วยชุดข้อมูลภัยพิบัติย่อย 6 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์เฮอริเคนแซนดี้ (Hurricane Sandy), เหตุการณ์ระเบิดในเมืองบอสตัน (Boston bombing), เหตุการณ์เทอร์นาโดโอกลาโฮมา (Tornado Oklahoma), เหตุการณ์ระเบิดในรัฐเวสเท็กซัส (West Texas explosion), เหตุการณ์น้ำท่วมเมืองอัลเบอร์ตา (Alberta flooding), และ เหตุการณ์น้ำท่วมรัฐควีนแลนด์ (Queensland flooding) โดยแบ่งเป็นเหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 10,000 ข้อความ แสดงดังรูปที่ 46



Name	Date modified	Type	Size
2012_Sandy_Hurricane	8/20/2015 11:47 AM	File folder	
2013_Alberta_Floods	8/20/2015 11:50 AM	File folder	
2013_Boston_Bombings	8/20/2015 11:49 AM	File folder	
2013_Oklahoma_Tornado	8/20/2015 11:48 AM	File folder	
2013_Queensland_Floods	8/20/2015 11:49 AM	File folder	
2013_West_Texas_Explosion	8/20/2015 11:48 AM	File folder	
README.md	10/26/2014 11:17 AM	MD File	2 KB

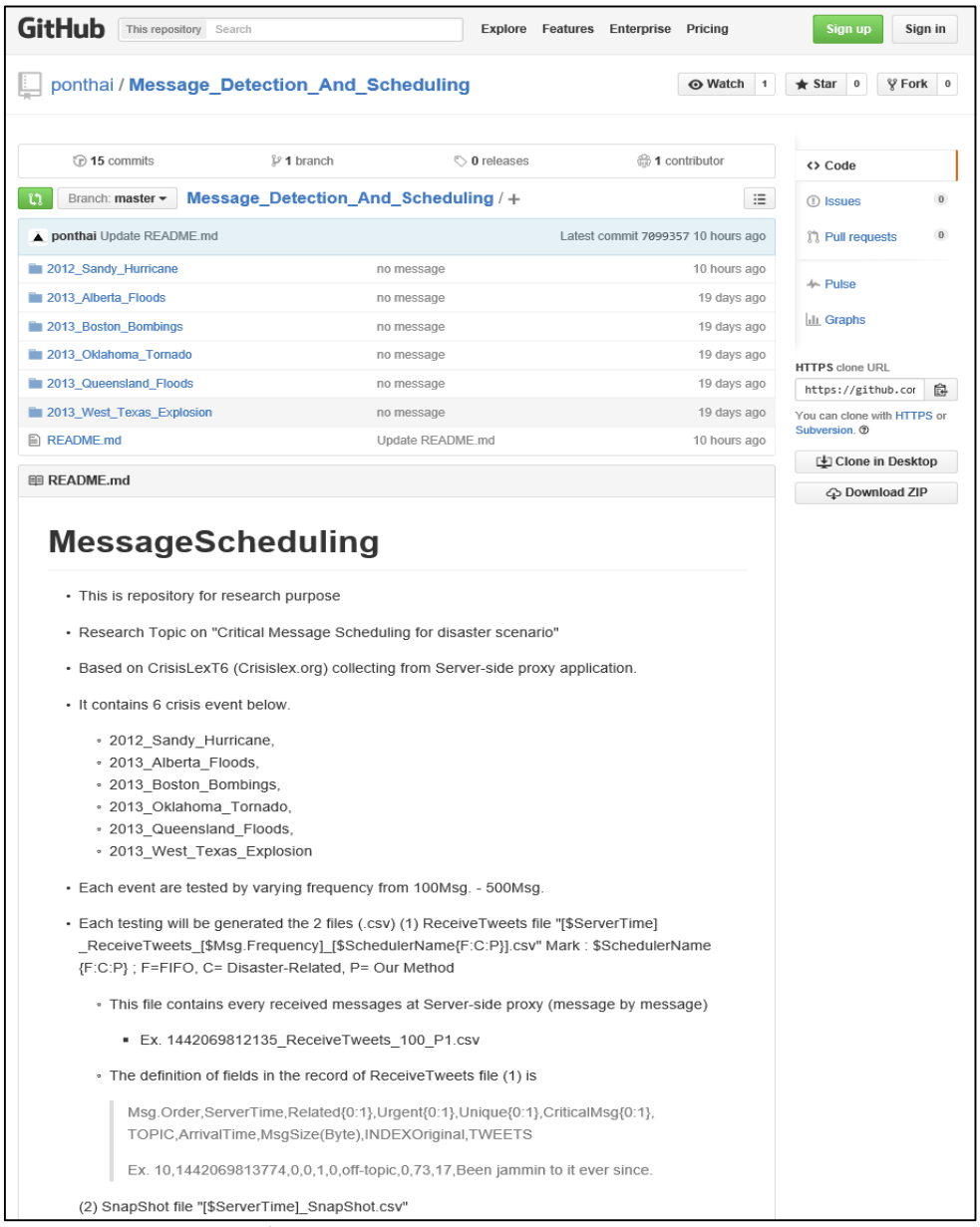
Name	Date modified	Type	Size
2012_Sandy_Hurricane-ontopic_offtopic.csv	3/16/2015 2:07 PM	Microsoft Excel Com...	1,186 KB

	tweet id	tweet	label
2	'262596552399396864'	I've got enough candles to supply a Mexican family	off-topic
3	'263044104500420609'	Sandy be soooo mad that she be shattering our doors	on-topic
4	'263309629973491712'	@ibexgirl thankfully Hurricane Waugh played it cool a	off-topic
5	'263422851133079552'	@taos you never got that magnificent case of Burgun	off-topic
6	'262404311223504896'	I'm at Mad River Bar & Grille (New York, NY) htt	off-topic
7	'263101347421888513'	Neighborly duties. @Cory_Kennedy arrives to the res	on-topic

รูปที่ 46 แฟ้มข้อมูลภัยพิบัติ CrisisLexT6 [4]

4. แฟ้มเก็บผลการทดลอง

แฟ้มเก็บผลการทดลองจากหัวข้อ 4.4.3 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แฟ้มเก็บการทดลองคัดแยกข้อความ (Message Detection) และแฟ้มเก็บการทดลองการจัดกำหนดการของข้อความ (Message Scheduling) ซึ่งทางผู้จัดทำได้อัพโหลดขึ้นไปยัง Github.com ซึ่งสามารถเข้าไปดูรายละเอียดได้จาก *https://github.com/ponthai/Message_Detection_And_Scheduling*



รูปที่ 47 แฟ้มเก็บผลการทดลองใน Github.com

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพลไทย กลิ่นสัมผัส เกิดเมื่อ วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2530 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (เกียรตินิยมอันดับ 2) จากสำนักวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อปี พ.ศ. 2553 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University