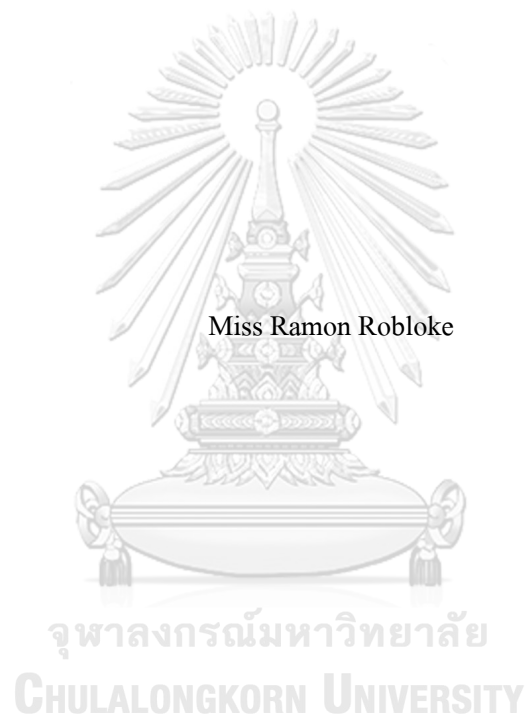


หุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานโดยใช้หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวกับกลไกจุดสนใจสำหรับภาษาไทย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Task-Oriented Dialogue Bot Using Long Short-Term Memory with Attention for Thai  
Language



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	หุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานโดยใช้หน่วยความจำระยะสั้น แบบยาวกับกลไกจุดสนใจสำหรับภาษาไทย
โดย	น.ส.รมณ รอบโลก
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล)	
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีรพล เวทีกุล)	
.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชลวิษ นันทิ)	

รณ ครอบโลก : หุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานโดยใช้หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวกับ  
กลไกจุดสนใจสำหรับภาษาไทย. ( A Task-Oriented Dialogue Bot Using Long Short-  
Term Memory with Attention for Thai Language) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.บุญเสริม  
กิจศิริกุล

หุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานสามารถช่วยบรรลุเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงให้กับผู้ใช้งานได้  
เช่น การจองร้านอาหาร เป็นต้น การเรียนรู้ของเครื่องด้วยวิธีกำหนดกฎสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ  
ทำให้บทสนทนาระหว่างผู้ใช้งานกับหุ่นยนต์ขาดความยืดหยุ่นและมีต้นทุนสูงเมื่อต้องการ  
ปรับเปลี่ยนกฎ ที่ผ่านมามีหุ่นยนต์สนทนาที่ใช้เทคนิคกำหนดกฎนั้น ไม่สามารถติดตามความ  
ต้องการหรือความตั้งใจที่แท้จริงของผู้ใช้งานได้ จึงเริ่มใช้วิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ซึ่งทำให้  
สามารถติดตามความต้องการหรือความตั้งใจที่แท้จริงของผู้ใช้งานได้ นอกจากนี้วิธีการนี้ยังช่วย  
ให้ผู้ใช้งานสามารถสนทนากับหุ่นยนต์ได้ยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งหุ่นยนต์สนทนาที่ถูกพัฒนาด้วยวิธีนี้  
ส่วนมากจะใช้คำฝังตัวเป็นตัวแทนข้อความซึ่งถูกพัฒนาโดย Mikolov และคณะ [10] นอกจากนี้มี  
หลายงานวิจัยที่พยายามสร้างหุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งเน้นงานแบบครบวงจรซึ่งสามารถเพิ่ม  
ประสิทธิภาพให้กับหุ่นยนต์ได้ ตัวอย่างสถาปัตยกรรมแบบครบวงจร ได้แก่ แบบจำลอง Hybrid  
Code Networks (HCNs) [8] ซึ่งใช้หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว [23] โดยใช้ชุดข้อมูลบท  
สนทนาการจองร้านอาหารเพื่อวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองในการติดตามสถานะบทสนทนา  
สนทนาและทำนายการตอบโต้ของหุ่นยนต์ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอแบบจำลองที่ใช้  
หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวโดยเพิ่มกลไกจุดสนใจสำหรับการจองร้านอาหาร อย่างไรก็ตาม  
เพื่อให้บทสนทนาการจองร้านอาหารมีความซับซ้อนและสมจริงมากขึ้น จึงได้สร้างชุดข้อมูลการจ  
ร้านอาหารที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมไทยเพื่อทดลองว่าแบบจำลองจะทำงานอย่างไรใน  
สภาพแวดล้อมที่สมจริงยิ่งขึ้น ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่นำเสนอนี้มี  
ประสิทธิภาพในการบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนิติต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

## 6071025021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORD: Task-Oriented Dialogue Bot, Chatbot, Natural Language Processing

Ramon Robloke : A Task-Oriented Dialogue Bot Using Long Short-Term Memory with Attention for Thai Language. Advisor: Professor Dr. BOONSERM KIJSIRIKUL, D.Eng.

A task-oriented dialogue bot helps users achieve a predefined goal within a closed domain such as finding a restaurant and making a reservation. The defining rules for various scenarios not only cost to maintain as the number of rules grows larger but also limit the number of conversations between the bot and users. Instead of responding to user inputs with no quantifiable objective like traditional rule-based approach, a dialogue bot with the neural-based approach attempts to track the user intention in each action. Moreover, this approach also has a more flexible conversational flow. Many dialogue bots based on the Artificial Intelligence approach have been developed by learning word representations such as word embedding developed by Mikolov et al. [10] and accomplished outstanding improvements. Besides, there are attempts to build an end-to-end task-oriented dialogue bot, which can reach promising performance comparing to a hand-crafted baseline [17]. One such end-to-end architecture is the Hybrid Code Networks (HCNs) [8] using the simulated conversation of human-bot in the domain of restaurant booking translated into Thai language to train an LSTM [23] to track dialogue states and predict the next bot response. This research proposes a similar architecture to HCNs with the addition of attention to LSTM. However, for a real-world use-case, we build the new restaurant reservation dataset in order to meet the Thai culture to see how a model would perform in a more realistic environment. Experimental results show that our proposed method is effective in achieving the desired goals.

Field of Study: Computer Science

Student's Signature .....

Academic Year: 2019

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้เสียสละเวลา ให้ความรู้ คำแนะนำ รวมไปถึงกำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์ตลอดที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกรี สินธุภิญโญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิรพล เวทีกุลและรองศาสตราจารย์ ดร. ชลวิษ นัทธี กรรมการภายนอก มหาวิทยาลัย ที่ได้สละเวลาในการให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิทยานิพนธ์นี้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสังคมอย่างแท้จริง

ขอขอบพระคุณคุณแม่และพี่สาวที่สนับสนุนและให้กำลังใจเป็นอย่างมากในการศึกษาต่อระดับปริญญาโทในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน "โจ, เจน, โอ๊ต, น้องเม, บুম, มิลค์, พี่เอ๋, พี่ก๊พ, พี่วุฒดี, โอ้, บิว, พี่ปีย์, พี่บัว, น้องรุจและน้องหยิ่ง" ที่เต็มใจช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน รวมไปถึงข้อเสนอแนะ เพื่อให้ชุดข้อมูลที่สร้างและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์แบบและสำเร็จเป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รณณ รอบโลก

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญรูปภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.6 ผลงานตีพิมพ์จากงานวิจัย.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การเตรียมข้อมูล (preprocessing).....	5
2.1.1 ถุงคำ (Bag of Words).....	5
2.1.2 เวกเตอร์วันฮอท (One-hot Vector).....	5
2.1.3 คำฝังตัว (Word Embedding).....	6
2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning).....	7
2.2.1 นิเวรอลเน็ตเวิร์กแบบวนกลับ (Recurrent Neural Network: RNN).....	7
2.2.2 หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว (Long Short-Term Memory: LSTM).....	8
2.2.3 แบบจำลองลำดับไปลำดับ (Sequence-to-Sequence: Seq2Seq).....	13

2.2.4 กลไกจุดสนใจ (Attention Mechanism).....	13
บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	15
3.1 การเข้าใจภาษาธรรมชาติ (Natural Language Understanding: NLU).....	15
3.2 นโยบายการตัดสินใจของระบบ (action policy).....	15
3.2.1 การเรียนรู้โดยใช้กฎ (rule-based approach) .....	15
3.2.2 วิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence approach) .....	18
บทที่ 4 แนวคิดและวิธีการดำเนินงาน.....	22
4.1 บทสนทนาจอร์้านอาหาร.....	22
4.1.1 คำจำกัดความเกี่ยวกับงาน.....	23
4.1.2 บทสนทนาของผู้ใช้งาน (user acts).....	24
4.1.3 แผ่นแบบการโต้ตอบของระบบหุ่นยนต์ (Bot action templates).....	24
4.2 ชุดข้อมูล (Data Set) .....	24
4.2.1 บทสนทนาจอร์้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ .....	24
4.2.2 บทสนทนาจอร์้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย .....	24
4.2.3 บทสนทนาจอร์้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย .....	28
4.2 แนวทางการสร้างแบบจำลอง (model).....	34
4.3 การประเมินผล (Evaluation).....	38
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....	40
5.1 การแบ่งชุดข้อมูล .....	40
5.2 ผลการทดลอง.....	41
5.2.1 ชุดข้อมูลบทสนทนาจอร์้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ .....	41
5.2.2 ชุดข้อมูลบทสนทนาจอร์้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย .....	42
5.2.3 ชุดข้อมูลบทสนทนาจอร์้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย .....	42



บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและแนวทางการวิจัยในชั้นถัดไป.....	44
6.1 สรุปผลการทดลอง .....	44
6.2 แนวทางการวิจัยในชั้นถัดไป.....	44
รายการอ้างอิง .....	45
ภาคผนวก.....	48
บรรณานุกรม .....	50
ประวัติผู้เขียน .....	52



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคำคำฝ่งตัว .....	6
ตารางที่ 2 ตัวอย่างการเขียนภาษามาร์กอัปปัญญาประดิษฐ์.....	17
ตารางที่ 3 ชุดข้อมูลในแต่ละเอนทิตี .....	22
ตารางที่ 4 แผ่นแบบของผู้ใช้งานในชุดข้อมูลจอร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย .....	25
ตารางที่ 5 รายการแผ่นของระบบหุ่นยนต์ในชุดข้อมูลจอร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย .....	26
ตารางที่ 6 ตัวอย่างบทสนทนาชุดข้อมูลแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทยระหว่างผู้ใช้งานกับหุ่นยนต์ โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ .....	27
ตารางที่ 7 รายละเอียดพารามิเตอร์มิติเวกเตอร์ตัวแทนข้อความข้อมูลนำเข้าสำหรับแต่ละชุดข้อมูล	29
ตารางที่ 8 แผ่นแบบของผู้ใช้งานในชุดข้อมูลจอร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย .....	29
ตารางที่ 9 รายการแผ่นของระบบหุ่นยนต์ในชุดข้อมูลจอร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย .....	30
ตารางที่ 10 ตัวอย่างบทสนทนาที่มีการจอร้านอาหารสำหรับชุดข้อมูลบริบทวัฒนธรรมไทยระหว่าง ผู้ใช้งานและระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ .....	32
ตารางที่ 11 ตัวอย่างบทสนทนาที่ไม่มีการจอร้านอาหารสำหรับชุดข้อมูลบริบทวัฒนธรรมไทย ระหว่างผู้ใช้งานและระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ .....	33
ตารางที่ 12 เวกเตอร์คุณลักษณะของบริบท .....	36
ตารางที่ 13 ตัวพรางการกระทำ (action mask) สำหรับชุดข้อมูลจอร้านอาหารบริบทวัฒนธรรม ไทย .....	37
ตารางที่ 14 ชุดของแผ่นแบบการกระทำ (set of action template) สำหรับชุดข้อมูลจอร้านอาหาร บริบทวัฒนธรรมไทย .....	37
ตารางที่ 15 จำนวนบทสนทนาของชุดฝึกสอน ประเมินผลและทดสอบในแต่ละชุดข้อมูล .....	40
ตารางที่ 16 พารามิเตอร์สำหรับการเรียนรู้.....	41

ตารางที่ 17 ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลบทสนทนา  
 จองร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ ผลที่ดีที่สุดแสดงเป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้ .....41

ตารางที่ 18 ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลบทสนทนา  
 จองร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย ผลที่ดีที่สุดแสดงเป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้ .....42

ตารางที่ 19 ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลบทสนทนา  
 จองร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย ผลที่ดีที่สุดแสดงเป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้ .....43



## สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบหุ่นยนต์ที่ตอบสนองหน้าอัตโนมัติที่มุ่งเน้นเป้าหมาย [4].....	2
รูปที่ 2 ตัวอย่างปริภูมิสองมิติที่แสดงว่าค่าที่ความหมายคล้ายกันจะอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน .....	7
รูปที่ 3 โครงสร้างนิเวศน์เน็ตเวิร์กแบบวงกลับ .....	7
รูปที่ 4 โครงสร้างหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว.....	9
รูปที่ 5 สถานะเซลล์ภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว .....	9
รูปที่ 6 ประตูลี้มภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว.....	10
รูปที่ 7 ประตุนำเข้าภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว .....	11
รูปที่ 8 การคำนวณค่าสถานะเซลล์ใหม่ในประตุนำเข้า .....	12
รูปที่ 9 ประตุนำออกภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว.....	12
รูปที่ 10 โครงสร้างแบบจำลองลำดับไปลำดับ .....	13
รูปที่ 11 โครงสร้างกลไกจุดสนใจ .....	14
รูปที่ 12 ตัวอย่างการทำงานของ ELIZA.....	16
รูปที่ 13 ตัวอย่างบทสนทนากับหุ่นยนต์ ELIZA [25].....	16
รูปที่ 14 โครงสร้างแบบจำลองของผลงานวิจัย [12].....	19
รูปที่ 15 แบบจำลอง MemN2N ของงานวิจัย Sukhbaatar และคณะ [26] .....	20
รูปที่ 16 แบบจำลองที่นำเสนอ .....	36

# บทที่ 1

## บทนำ

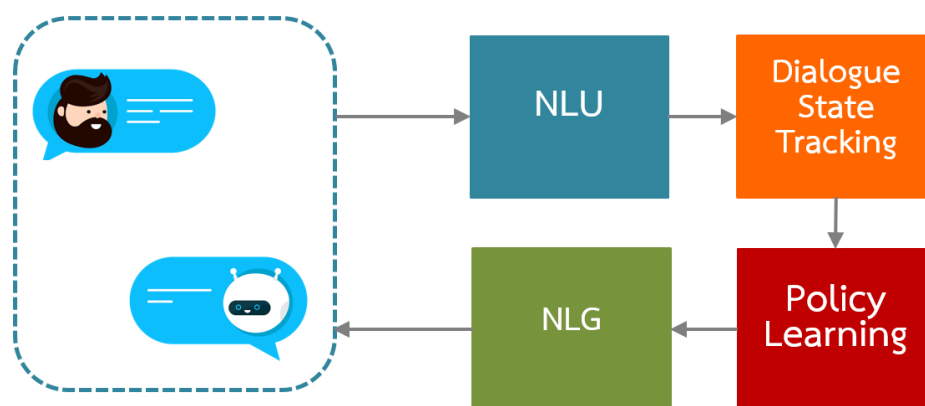
### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวสู่ยุคดิจิทัลอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ดังนั้นเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทต่อประชาชนในการใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของดิจิทัล เพื่อการติดต่อสื่อสารได้อย่างทั่วถึง สะดวก รวดเร็ว ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Smart phone) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการเป็นสื่อกลางในการเข้าถึงข้อมูลดิจิทัลเหล่านั้น และได้ถูกผลิตออกมาวางจำหน่ายหลากหลายรุ่นและง่ายต่อการเข้าถึง ทำให้ผู้คนสามารถเป็นเจ้าของสมาร์ทโฟนได้ง่าย อีกทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่และทุกเวลาหากมีการเชื่อมต่อ ส่งผลให้ประชาชนสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ง่าย ทำให้เกิดปริมาณการใช้และผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตจากสมาร์ทโฟน เพิ่มขึ้น อ้างจากผลวิจัยของ 2561 Digital Yearbook ซึ่งมีแหล่งข้อมูลจาก “We Are Social” ดิจิทัลเอเจนซี และ “Hootsuite” ซึ่งเป็นผู้ให้บริการระบบจัดการ Social Media และ Marketing Solutions [1] ได้รวบรวมสถิติการใช้งานอินเทอร์เน็ตทั่วโลก พบว่าในปี 2561 ประชากรไทยมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อวันมากที่สุดในโลก โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 9 ชั่วโมง 38 นาที ต่อวัน หากสำรวจการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านทางสมาร์ทโฟน พบว่ามีการใช้งานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 4 ชั่วโมง 56 นาทีต่อวัน ซึ่งกิจกรรมที่มีการใช้เวลามากที่สุดคือ ส่งข้อความสนทนา คิดเป็นร้อยละ 77 และผลการสำรวจจากสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์เผยว่ามูลค่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของประเทศเติบโตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ร้อยละ 8 ถึง 10 ต่อปี เป็นมูลค่า 3.15 ล้านล้านบาทในปี 2561 [2] โดยจำนวนลูกค้าร้อยละ 71 จะค้นหาข้อมูลสินค้าหรือบริการก่อนตัดสินใจซื้อ ซึ่งลูกค้าจำนวนไม่น้อยมีการพยายามติดต่อผ่านตัวแทนทางศูนย์บริการข้อมูลลูกค้า (call center) เพื่อสอบถามข้อมูล รวมถึงแจ้งปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งการติดต่อตัวแทนนั้นใช้เวลาค่อนข้างนาน เนื่องจากมีผู้ใช้บริการจำนวนมากและในบางครั้งเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีผู้แก้ปัญหาเหล่านี้ด้วยการใช้ช่องทางแอปพลิเคชัน (application) อย่างแมสเซนเจอร์ (messenger) ในสื่อสารเพื่อให้บริการเบื้องต้นกับลูกค้าแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถให้บริการลูกค้าได้อย่างทั่วถึง

ด้วยปัญหาข้างต้นทำให้เกิดการพัฒนาระบบหุ่นยนต์สนทนาอัตโนมัติที่ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสาร เหมือนกับการพูดคุยกับผู้ให้บริการที่เป็นมนุษย์จริง ๆ ซึ่งไม่เพียงแต่เลียนแบบการสนทนาของมนุษย์เท่านั้น แต่ยังสามารถตอบคำถามในหัวข้อต่าง ๆ ตั้งแต่หัวข้อทั่วไปจนถึงหัวข้อเฉพาะทางในด้านต่าง ๆ ได้ และยังช่วยให้ผู้ใช้บรรลุภารกิจที่เฉพาะเจาะจงและมีความซับซ้อน แขนงบทประเภทนี้เรียกว่า

หุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งเน้นเป้าหมาย (Goal-Oriented Chatbot) สามารถทำได้หลายวัตถุประสงค์ด้วยกัน เช่น หุ่นยนต์ถาม-ตอบ หรือหุ่นยนต์เพื่อช่วยบรรลุภารกิจซึ่งกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากสามารถช่วยในการตัดสินใจได้ มีผู้ประกอบการหลายรายพัฒนาแชทบอทประเภทนี้ เช่น Amazon: Alexa, Apple: Siri เป็นต้น [3] ในปี 2017 งานวิจัยของ Chen และคณะ [4] ได้แบ่งส่วนประกอบของระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติที่มุ่งเน้นเป้าหมายออกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ ตามรูปที่ 1 ได้แก่ (1) การเข้าใจภาษาธรรมชาติหรือภาษาของมนุษย์ (Natural Language Understanding: NLU) (2) ระบบติดตามสถานะของบทสนทนาว่าได้รับข้อมูลครบถ้วนแล้วหรือไม่ (3) นโยบายการเลือกการกระทำหรือวิธีการตัดสินใจการกระทำในครั้งถัดไป (action policy) ซึ่งต้องคำนึงถึงสถานะของบทสนทนาในปัจจุบันด้วยและ (4) การตอบโต้ของระบบ (Natural Language Generation: NLG) คือการแปลงผลลัพธ์จากภาษาคอมพิวเตอร์ให้เป็นภาษาที่มนุษย์เข้าใจได้

จากงานวิจัยส่วนใหญ่ล้วนเป็นแชทบอทสำหรับภาษาอังกฤษ แต่พบว่ามีการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติที่มุ่งงานสำหรับภาษาไทยจำนวนหนึ่ง ได้แก่ งานวิจัย [5] ได้นำเสนอโปรแกรมประยุกต์แชทบอทเพื่อการวินิจฉัยโรคเบาหวานด้วยฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือภววิทยา (Ontology) โดยอิงฐานความรู้ในการวินิจฉัยโรคเบาหวานเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการรับมือและป้องกันในเบื้องต้นให้กับผู้ป่วยก่อนไปพบแพทย์ ในขณะที่งานวิจัย [6] ได้มีการพัฒนาระบบถามตอบภาษาไทยโดยใช้วิธีค้นคืน (retrieve) โดยระบบจะวิเคราะห์ประเภทคำถามและแยกคำหลัก (extracted keyword) จากคำถามและจะค้นคืนทุกคำตอบที่เป็นไปได้จากคลังความรู้มาตอบ และงานวิจัย [7] พัฒนาคำถามที่พบบ่อย (Frequently asked questions: FAQ) นำเสนอการใช้แบบจำลองนิเวศวิทยาแบบวนกลับ (Recurrent Neural Network: RNN) ชนิดรูปแบบหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว (Long-Short Term Memory: LSTM) ซึ่งสามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นลำดับและมีความต่อเนื่องได้ดี



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติที่มุ่งเน้นเป้าหมาย [4]

นอกจากงานวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติที่มุ่งงานแล้ว ยังมีงานวิจัยของ Rajendran และคณะ [27] ได้ทำการดัดแปลงชุดข้อมูลของงานวิจัยของ Bordes และคณะ [17] ซึ่งเป็นบทสนทนาจากร้านอาหารสำหรับวัดประสิทธิภาพแบบจำลองระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติที่มุ่งงาน เพื่อให้แบบจำลองได้เรียนรู้จากชุดข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำการแบบจำลองจากงานวิจัยของ Williams และคณะ [8] Hybrid Code Network (ต่อไปนี้จะเรียกว่า HCNs) มาปรับปรุงโดยเพิ่มหลักการให้ค่าความน่าสนใจ (attention weight) และพัฒนาชุดข้อมูลนำเข้าภาษาไทยเพื่อสอดคล้องกับวัฒนธรรมไทยและตอบสนองต่อความต้องการของประชากรไทยในธุรกิจประเภทต่าง ๆ ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาแบบจำลองหุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานสำหรับจากร้านอาหารให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถรองรับภาษาไทยหรือหัวข้ออื่น ๆ ได้

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ข้อมูลเชิงตัวอักษรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ดัดแปลงจากชุดข้อมูล bAbI (task 5) จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยและสร้างบทสนทนาจำลองการจากร้านอาหารภาษาไทยในบริบทวัฒนธรรมไทย
2. ทำการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยการพิจารณาความแม่นยำต่อการตอบข้อความและความแม่นยำต่อการตอบทั้งบทสนทนา
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ดัดแปลงกับแบบจำลองจากงานวิจัย [8] เดิม
4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแทนข้อความที่มีถ้อยคำและไม่มีถ้อยคำ

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเพิ่มคุณภาพของแบบจำลองเพื่อรองรับการใช้งานสำหรับภาษาไทย
2. สามารถนำโครงสร้างแบบจำลองที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองอื่น ๆ
3. สามารถนำกรอบงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาขอบเขตอื่น
4. สามารถนำข้อมูลจำลองบทสนทนาภาษาไทยไปพัฒนาแบบจำลองอื่น ๆ ต่อไป

## 1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ดำเนินการทดสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. วิเคราะห์ผลจากการทดสอบ
4. ปรับปรุงโครงสร้างของแบบจำลอง
5. ทดสอบแบบจำลองที่จะนำเสนอเบื้องต้น
6. สอบหัวข้อวิทยานิพนธ์
7. เขียนบทความเพื่อตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ
8. ทดสอบแบบจำลองพร้อมปรับปรุงแบบจำลองเพิ่มเติม
9. สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์
10. สอบวิทยานิพนธ์

#### 1.6 ผลงานตีพิมพ์จากงานวิจัย

“A Task-Oriented Dialogue Bot Using Long Short-Term Memory with Attention for Thai Language” โดย รณณ ครอบโลก และบุญเสริม กิจศิริกุล ในงานประชุมวิชาการ “2019 International Conference on Algorithms, Machine Learning and Signal Processing” จัดขึ้น ณ ประเทศสิงคโปร์ ระหว่างวันที่ 15 ถึง 16 พฤศจิกายน 2562





## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์นี้แบ่งออกได้เป็น 2 หัวข้อได้แก่ การเตรียมข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่อง

#### 2.1 การเตรียมข้อมูล (preprocessing)

การทำแบบจำลองสำหรับข้อมูลประเภทตัวอักษรนั้น จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจากภาษาธรรมชาติ (natural language) หรือภาษาที่มนุษย์ใช้สื่อสารให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ได้หรือเรียกว่าการแทนข้อความ (text representation) มีหลายวิธีการได้แก่

##### 2.1.1 ถุงคำ (Bag of Words)

เป็นชุดของคำที่ไม่เรียงตามลำดับการปรากฏจริงในข้อความ [9] ซึ่งคุณลักษณะแบบถุงคำจะไม่ได้คำนึงถึงหลักไวยากรณ์หรือลำดับความสัมพันธ์ระหว่างคำ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสกัดคุณลักษณะ (feature) ของข้อความ โดยส่วนใหญ่จะใช้คำ (word) เป็นตัวแทนของคุณลักษณะ ซึ่งเก็บอยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ขนาดเท่ากับจำนวนคำทั้งหมดในพจนานุกรมของชุดข้อมูลนั้น ๆ โดยองค์ประกอบของเวกเตอร์อาจแทนด้วยคุณลักษณะของคำความจริง (Boolean) ค่าความถี่ของคำ หรือค่าน้ำหนักของคำแบบอื่น ๆ

กระบวนการสร้างถุงคำเริ่มต้นจากการตัดประโยคให้เป็นคำ ๆ (word segmentation) เมื่อได้คลังคำศัพท์ (corpus) ที่ไม่ซ้ำกันแล้ว จึงค่อยแปลงคำแต่ละคำเป็นรหัสแทนข้อความ หากมีคำในถุงคำเกิดขึ้น ในข้อความที่นำมาวิเคราะห์ จะแทนค่าด้วย 1 แต่หากในข้อความไม่มีคำที่กำหนดไว้ในถุงคำ จะแทนค่าด้วย 0

##### 2.1.2 เวกเตอร์วันฮอท (One-hot Vector)

เป็นการแปลงข้อความเป็นเวกเตอร์ของคำด้วยเลข 0 และ 1 โดยแทนค่าเป็น 1 เมื่อมีคำนั้น ๆ และแทนค่าเป็น 0 เมื่อไม่มีคำนั้น ๆ โดยขนาดของเวกเตอร์ของคำจะเท่ากับจำนวนคำทั้งหมดในคลังคำศัพท์ของชุดข้อมูลนั้น ตัวอย่างเช่น การแปลงประโยค “ฉันกินข้าว” หลังจากผ่านการตัดคำเป็น “ฉัน”, “กิน”, “ข้าว” จะแสดงการแทนค่าด้วยเวกเตอร์วันฮอทในแต่ละคำ ดังนี้

$$\text{“ฉัน” แทนด้วย } \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ “กิน” แทนด้วย } \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ และ “ข้าว” แทนด้วย } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

เมื่อได้เวกเตอร์วันฮอตของแต่ละคำแล้ว จึงสามารถนำมาต่อเรียงกันเป็นประโยค

จากตัวอย่างประโยค “ฉันกินข้าว” สามารถแทนข้อความด้วยเวกเตอร์วันฮอตได้ดังนี้

[100]  
[010]  
[001]

### 2.1.3 คำฝังตัว (Word Embedding)

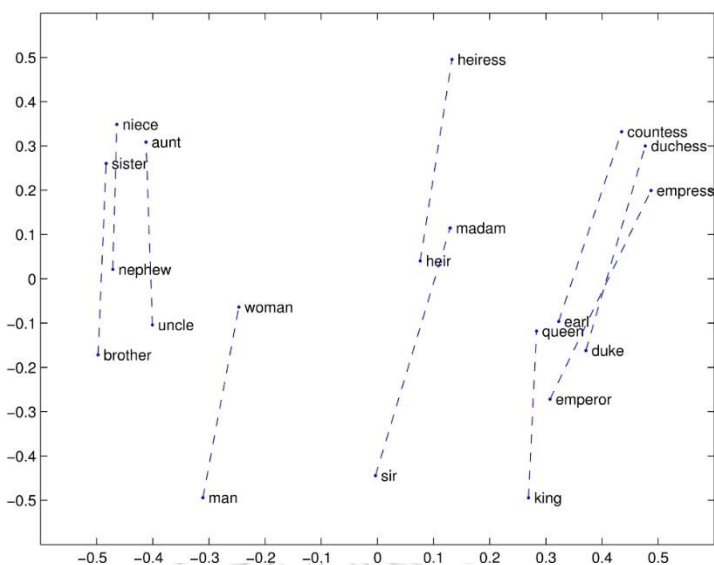
การแทนค่าแบบเวกเตอร์วันฮอตนั้นไม่สามารถทราบความสัมพันธ์หรือความหมายที่ใกล้เคียงกันระหว่าง “ฉัน” กับ “ข้าว” ได้ ว่ามีความหมายใกล้เคียงกันหรือไม่ การทำคำฝังตัว ซึ่งถูกพัฒนาโดย Mikolov และคณะ [10] สามารถแก้ปัญหาคุณลักษณะที่ไม่คำนึงถึงไวยากรณ์แบบนี้ได้ ด้วยการสร้างเวกเตอร์ของคำโดยการคำนวณตัวเลขจากบริบทรอบ ๆ ของคำนั้น ๆ ซึ่งจะเลือกเฉพาะคุณลักษณะที่สำคัญหรือเหมาะสมต่อคลังคำศัพท์ ส่งผลให้ขนาดของเวกเตอร์ลดลง คำฝังตัวจึงเป็นตัวแทนเวกเตอร์แบบหนาแน่น (dense vector representation)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างค่าคำฝังตัว

	ผู้ชาย	ผู้หญิง	ราชา	ราชินี	แดงโม	ส้ม
เพศ	-1	1	-0.95	0.97	0.00	0.01
ราชวงศ์	0.01	0.02	0.93	0.95	-0.01	0.00
อายุ	0.03	0.02	0.7	0.69	0.03	-0.02
อาหาร	0.04	0.01	0.02	0.01	0.95	0.97

สามารถสร้างคำฝังตัวได้โดยการสร้างการฝังเมทริกซ์ (matrix embedding) โดยทำเวกเตอร์ของคุณลักษณะ (feature vector) เช่น เวกเตอร์ที่มีจำนวนคุณลักษณะ 300 คุณลักษณะกับทุก ๆ คำในคลังคำศัพท์ ตัวอย่างจากตารางที่ 1 จะแสดงค่าน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะในแต่ละคำ ถ้าคุณลักษณะเกี่ยวกับเพศจะมีค่าน้ำหนักต่อคำว่า “ผู้ชาย” และ “ผู้หญิง” สูงกว่าคำอื่น ๆ เมื่อเทียบกับคุณลักษณะเดียวกัน เมื่อลองวาดค่าลงในปริภูมิที่มีมิติเท่ากับจำนวนเวกเตอร์แล้ว จากรูปที่ 2.1 จะพบว่าคำที่ความหมายคล้ายกันจะอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถวัดค่าได้จากระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance) หรือ ค่าความเหมือนโคไซน์ (cosine similarity)

จากตอนแรกขนาดเวกเตอร์ของเวกเตอร์วันฮอตเท่ากับจำนวนคำในคลังคำศัพท์ ซึ่งเป็นเวกเตอร์ลักษณะมากเลขศูนย์ (sparse vector) การทำคำฝังตัวจะทำให้ขนาดเวกเตอร์เหลือเพียงเท่ากับจำนวนคุณลักษณะแทน



รูปที่ 2 ตัวอย่างปริภูมิสองมิติที่แสดงว่าคำที่ความหมายคล้ายกันจะอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน

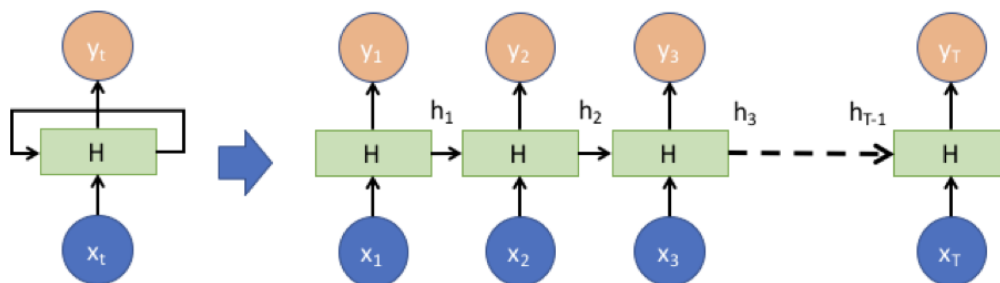
[แหล่งอ้างอิง <http://suriyadeepan.github.io>]

## 2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning)

การทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถเรียนรู้ได้จากข้อมูลตัวอย่างเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบให้ดีขึ้น

### 2.2.1 นิวรอลเน็ตเวิร์กแบบวนกลับ (Recurrent Neural Network: RNN)

เป็นโครงข่ายประสาทเทียมสามารถเก็บข้อมูลไว้ที่นิวรอลเน็ตเวิร์กได้ เหมาะสำหรับการสร้างแบบจำลองที่มีข้อมูลนำเข้าแบบอนุกรมเวลา โดยกระบวนการเรียนรู้จะนำผลลัพธ์จากการประมวลผลในช่วงก่อนหน้ามาไปยังช่วงถัดไป โดยมีโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์กแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์กแบบวนกลับ

[แหล่งที่มา <https://afteracademy.com/blog/understanding-the-recurrent-neural-network>]

กำหนดให้ค่าข้อมูลนำเข้า คือ  $x_t$  ณ ลำดับที่  $t$  ของชุดข้อมูลใด ๆ  $h_t$  แทนค่าสถานะซ่อน (hidden state) ณ จุดข้อมูลลำดับ  $t$  และ  $y_t$  แทนข้อมูลนำออกจากรีลเนตเวิร์กแบบวนกลับ ณ เวลา  $t$  โดยผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลนำเข้าแต่ละลำดับข้อมูลสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$h_t = \sigma_h(W_1 x_1 + W_R h_{t-1}) \quad (1)$$

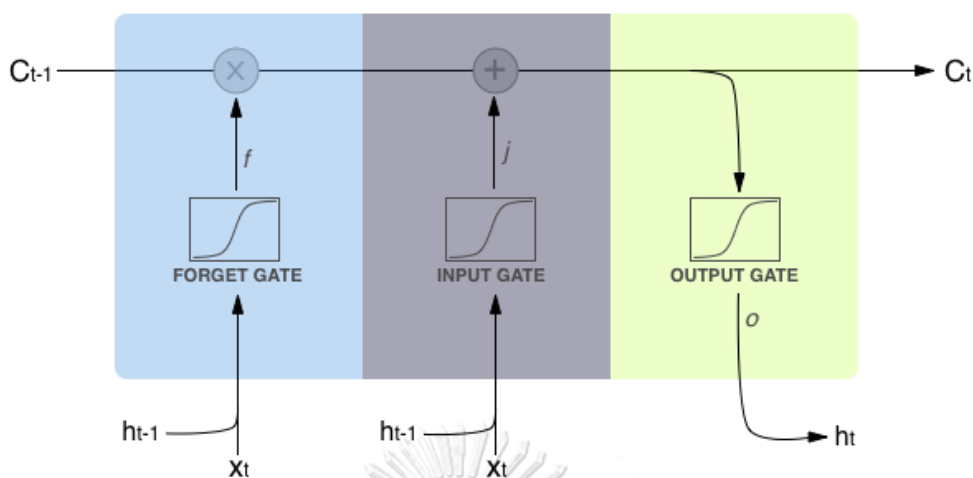
$$y_t = \sigma_y(W_y h_t + b_y) \quad (2)$$

โดย  $\sigma_h$  คือ ฟังก์ชันกระตุ้น (activation function) ของรีลเนตเวิร์กที่มีชั้นซ่อน (hidden layer)  $\sigma_y$  คือฟังก์ชันกระตุ้นของชั้นข้อมูลนำออก  $W_h$  คือเมทริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (weight matrix) ของรีลเนตเวิร์กที่มีชั้นซ่อน และ  $W_R$  แทนค่าน้ำหนักวนกลับจะถูกส่งต่อไปยังชั้นสถานะซ่อนถัดไป

การฝึกสอนรีลเนตเวิร์กแบบวนกลับ จะใช้วิธีการแพร่กระจายย้อนกลับตามเวลา (Back Propagation Through Time) เพื่อปรับน้ำหนักต่าง ๆ ของรีลเนตเวิร์ก เมื่อทำการเรียนรู้ข้อมูลนำเข้าทั้งหมดจะได้ข้อมูลนำออกจำนวนตั้งแต่  $y_1$  ถึง  $y_t$  หากทำการแพร่กระจายย้อนกลับตามเวลาจาก  $y_1$  ไป  $x_1$  ข้อมูลเกรเดียนต์ (gradient) นั้นจะผ่านเพียงชั้นเดียว หากทำการแพร่กระจายย้อนกลับตามเวลาจาก  $y_2$  ไป  $x_1$  ก็ต้องผ่าน 2 ชั้นหรือจาก  $y_{10}$  ไป  $x_1$  ก็ผ่าน 10 ชั้น ซึ่งอาจจะทำให้เกิดปัญหา Vanishing Gradient เนื่องจากค่า  $W_R$  ซึ่งเกิดจากการคูณกันของลำดับก่อนหน้า มีค่าน้อยเกินไป เช่น 0.5 ถ้าถูกคูณไปเรื่อย ๆ เป็นจำนวน  $L$  ชั้น อาจส่งผลให้ค่าที่ได้มีค่าเป็นศูนย์ (Vanishing Gradient) หรือถ้าค่า  $W_R$  มีค่ามากเกินไป เช่น 1.5 ถ้าถูกคูณไปเรื่อย ๆ เป็นจำนวน  $L$  ชั้น ค่าจะเพิ่มขึ้นมากเกินไป (Exploding gradients) ดังนั้นรีลเนตเวิร์กแบบวนกลับจะเริ่มทำงานได้แย่งเมื่อระยะเวลาของข้อมูลนั้นมีความยาวมาก ๆ เพราะการจดจำของรีลเนตเวิร์กแบบวนกลับทำได้ดีเพียงในระยะสั้น

### 2.2.2 หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว (Long Short-Term Memory: LSTM)

Sepp Hochreiter และ Juergen Schmidhuber ได้เสนอหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวเพื่อแก้ปัญหา Vanishing Gradient ความสามารถของหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวที่เหนือกว่ารีลเนตเวิร์กแบบวนกลับคือ สามารถบอกได้ว่า เมื่อไหร่ที่ควรเขียน (write), ลืม (forget) หรือ อนุญาตให้อ่าน (read) ได้สำหรับข้อมูลนำเข้า ทำให้สามารถเก็บสารสนเทศที่ยาวนานขึ้น โดยมีโครงสร้างดังรูปที่ 4

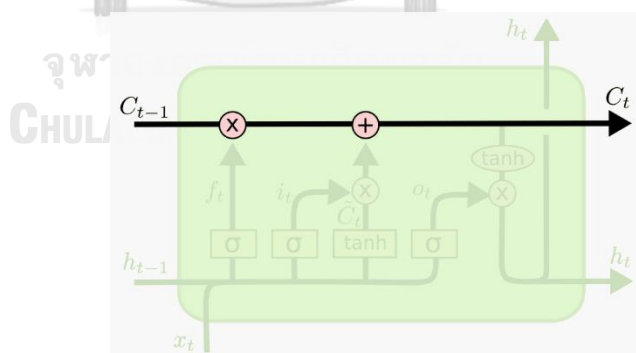


รูปที่ 4 โครงสร้างหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว

[แหล่งอ้างอิง <https://medium.com/@divyanshu132/lstm-and-its-equations-5ee9246d04af>]

องค์ประกอบหลักของหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวมีดังนี้

- สถานะเซลล์ (cell state) ทำหน้าที่เหมือนสายพานลำเลียงเพื่อแจกจ่ายสารสนเทศเป็นตัวเก็บสถานะของเซลล์ความจำ (memory cell) ในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว โดยมีโครงสร้างตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 สถานะเซลล์ภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว

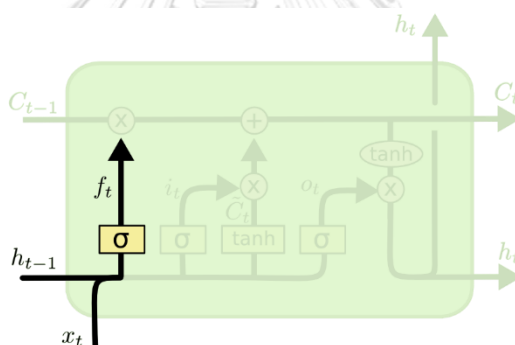
[แหล่งอ้างอิง <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>]

- ประตูควบคุมการทำงาน (gate) ประกอบด้วย ประตูลืม (forget gate) ประตูนำเข้า (input gate) และประตูนำออก (output gate) ซึ่งในแต่ละประตูจะมีฟังก์ชันกระตุ้น ได้แก่ ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid Function) เขียนแทนด้วย  $\sigma$  ผลลัพธ์ที่

ได้จากฟังก์ชันนี้ที่อยู่ระหว่าง 0 และ 1 เท่านั้น โดยค่า 0 หมายถึง ไม่มีสารสนเทศใดที่สามารถผ่านออกจากประตูไปได้ ในขณะที่ค่า 1 หมายถึงปล่อยให้สารสนเทศออกไปจากประตูได้ และฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิกแทนเจนต์ (hyperbolic tangent: tanh) หรือเรียกว่าฟังก์ชันแทน เมื่อผ่านฟังก์ชันนี้จะได้ค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เป็นฟังก์ชันที่แก้ข้อเสียของฟังก์ชันซิกมอยด์ ถ้าปราศจากการใช้ฟังก์ชันแทนแล้ว ยิ่งฝึกแบบจำลองเป็นจำนวนรอบมากเท่าไรค่าผลลัพธ์ที่ได้จะยิ่งสูงขึ้น

ประตูควบคุมการทำงานประกอบด้วย

1. ประตูลืม (forget gate) ทำหน้าที่ตัดสินใจว่าข้อมูลนำเข้านี้ควรเก็บหรือลบข้อมูลนำเข้านี้ออกไป เมื่อข้อมูลนำเข้าทั้งจากข้อมูลนำเข้าปัจจุบันและค่าจากสถานะก่อนหน้า ผ่านฟังก์ชันซิกมอยด์ ถ้าค่าใกล้ 0 หมายความว่าให้ลบค่าสถานะเซลล์เดิมออกไป แต่ถ้าค่าใกล้ 1 หมายความว่าให้เก็บค่าสถานะเซลล์นี้ไว้ โครงสร้างภายในประตูลืมแสดงที่รูป 6



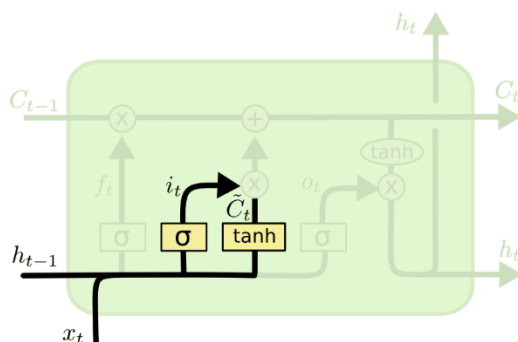
รูปที่ 6 ประตูลืมภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว

[แหล่งอ้างอิง <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>]

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (3)$$

2. ประตูนำเข้า (input gate) เมื่อมีข้อมูลนำเข้าใหม่เข้ามา จำเป็นต้องปรับสถานะเซลล์ให้เป็นปัจจุบันหรือไม่ ถ้าต้องปรับควรปรับด้วยค่าอะไรโดยการใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าทั้งข้อมูลนำเข้าปัจจุบันและค่าสถานะซ่อนก่อนหน้า เมื่อผ่านฟังก์ชันแล้วค่าจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าได้ค่าเป็น 1 หมายความว่าข้อมูลนำเข้าใหม่มีความสำคัญควรทำการปรับสถานะเซลล์ ถ้าได้ค่าเป็น 0 หมายความว่าไม่จำเป็นต้องปรับสถานะเซลล์ จากนั้นฟังก์ชันแทนจะ

ทำหน้าที่เป็นตัวจัดการ ผลลัพธ์ที่ได้ หรือค่า  $\tilde{C}_t$  เหมือนเป็นตัวแทนว่าจะถูกนำไปดัดแปลงอีกทีตามสถานะที่ถูกคำนวณมาก่อนหน้าเพื่อส่งเป็นข้อมูลนำออกต่อไป โครงสร้างภายในประตุนำเข้าแสดงที่รูป 7



รูปที่ 7 ประตุนำเข้าภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว

[แหล่งอ้างอิง <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs>]

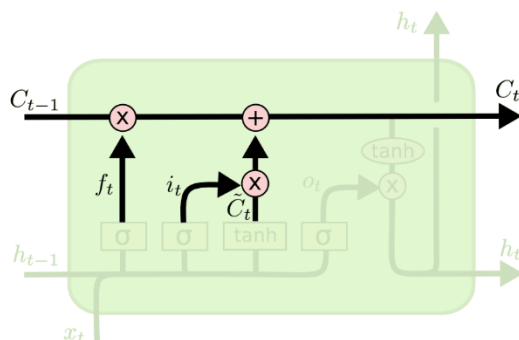
$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (4)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C) \quad (5)$$

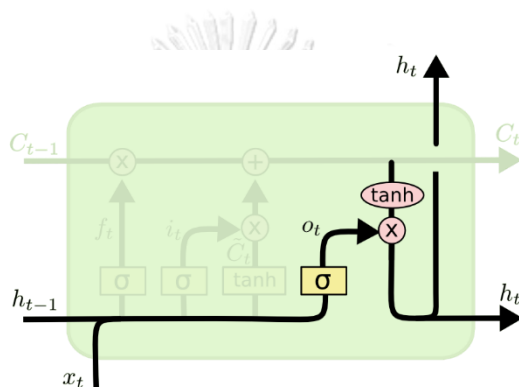
หลังจากได้ข้อมูลนำเข้าจากประตูลืมและประตุนำเข้าแล้ว ก็มีข้อมูลเพียงพอต่อการปรับค่าสถานะเซลล์ให้เป็นปัจจุบัน

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t \quad (6)$$

การคำนวณค่าสถานะเซลล์ตามรูปที่ 8 แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ ถ้าค่าจากประตูลืมมีค่าเป็น 0 จะไม่เอาค่าเซลล์ความจำก่อนหน้าหรือ  $C_{t-1}$  มาพิจารณา แต่ถ้าค่าเป็น 1 ให้นำค่า  $C_{t-1}$  มาพิจารณาด้วย ส่วนที่สองเป็นการปรับค่าสถานะเซลล์จากข้อมูลนำเข้าใหม่ให้เป็นปัจจุบัน โดยถ้า  $i_t$  มีค่าเป็น 1 ให้นำค่า  $\tilde{C}_t$  มาปรับให้เป็นปัจจุบัน เมื่อได้ค่าจากทั้งสองส่วนแล้ว จะได้ค่า  $C_t$  ที่ปรับเป็นปัจจุบันแล้ว



รูปที่ 8 การคำนวณค่าสถานะเซลล์ใหม่ในประตูนำเข้า

[แหล่งอ้างอิง <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>]

รูปที่ 9 ประตูนำออกภายในหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว

[แหล่งอ้างอิง <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>]

3. ประตูนำออก (output gate) ทำหน้าที่ตัดสินใจว่าสถานะซ่อนถัดไปควรเป็นอย่างไร โดยเอาค่าสถานะซ่อนก่อนหน้าและข้อมูลนำเข้าปัจจุบันผ่านฟังก์ชันซิกมอยด์ จะได้ค่าข้อมูลนำออก จึงนำค่า  $C_t$  สถานะเซลล์อันใหม่ที่คำนวณได้จากสมการ 6 ผ่านฟังก์ชันแทน แล้วนำมาคูณกับค่าของสมการ 7 ถ้าค่าจากประตูนำออกหรือค่า  $o_t$  มีค่าเป็น 0 ค่าของ  $h_t$  ก็จะมีค่าเป็น 0 เช่นกัน นั่นคือไม่ส่งค่าใด ๆ ออกไป ในทางตรงข้าม ถ้า  $o_t$  มีค่าเป็น 1 ก็จะคำนวณค่า  $h_t$  ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้คือค่าสถานะเซลล์และค่าสถานะซ่อนใหม่ เพื่อใช้กับหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวถัดไป โครงสร้างภายในแสดงที่รูป 9

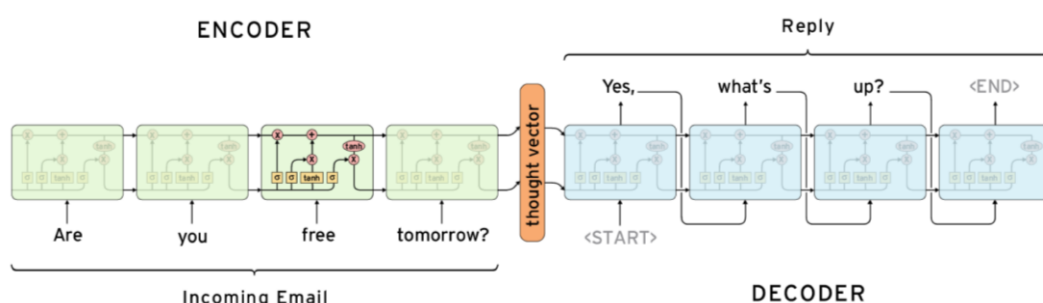
$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (7)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (8)$$



### 2.2.3 แบบจำลองลำดับไปลำดับ (Sequence-to-Sequence: Seq2Seq)

ประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนเข้ารหัส (encoder) และส่วนถอดรหัส (decoder) เริ่มจากใส่ข้อมูลเข้าไปทีละคำ โดยในแต่ละนิรอรลเน็ตเวิร์กแบบวงกลับจะเอาข้อมูลจากค่าสถานะซ่อนก่อนหน้ามาคำนวณต่อด้วย จนครบทุกนิรอรลเน็ตเวิร์กในส่วนเข้ารหัส จึงจะส่งผ่านข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดไปยังส่วนถอดรหัส เพื่อสร้างข้อความตอบกลับออกมาทีละคำจนจบประโยค โครงสร้างของแบบจำลอง Sequence-to-Sequence แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 โครงสร้างแบบจำลองลำดับไปลำดับ

[แหล่งอ้างอิง <https://research.googleblog.com/2015/11/computer-respond-to-this-email.html>]

### 2.2.4 กลไกจุดสนใจ (Attention Mechanism)

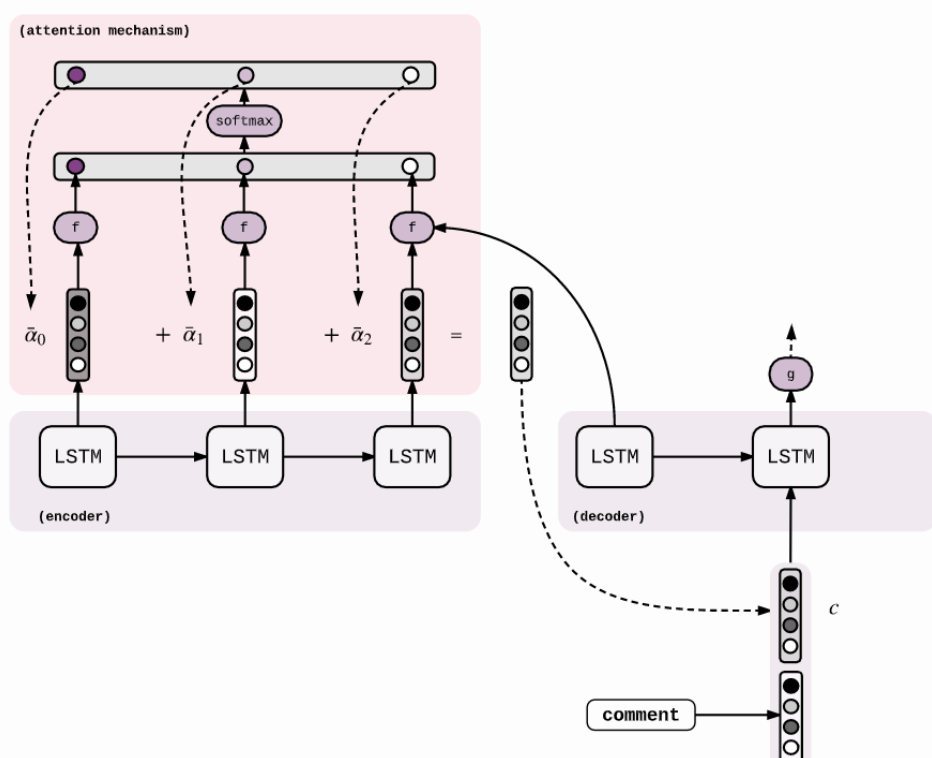
คือการทำให้ความสำคัญต่อข้อมูลนำเข้าแต่ละตัวที่แตกต่างกันด้วยการกำหนดคะแนนหรือค่าความน่าสนใจช่วยให้เรียนรู้ข้อมูลที่มีลำดับเวลาห่างกัน (long-term dependencies) ได้ดีขึ้นและสามารถแก้ปัญหาวนิชิงเกรเดียนต์ได้อีกด้วย มีโครงสร้างตามรูปที่ 11

ขั้นตอนแรกจากสมการที่ 9 เมื่อคำนวณคะแนนค่าความสนใจ หรือค่า  $\alpha_t'$  สำหรับแต่ละสถานะซ่อน  $e_t'$  ของส่วนเข้ารหัสโดยวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการทำผลคูณเชิงสเกลลาร์ (dot product) ระหว่างเวกเตอร์ของส่วนเข้ารหัส กับเวกเตอร์ของส่วนถอดรหัส จากนั้นจึงทำให้ค่า  $\alpha_t'$  อยู่ในรูปแบบที่เป็นบรรทัดฐานให้อยู่ในรูปแบบความน่าจะเป็น (normalize) โดยผ่านฟังก์ชันค่าสูงสุดอย่างอ่อน (Softmax function) ซึ่งถ้าคะแนนที่ส่วนเข้ารหัสตำแหน่งไหนสูงหมายความว่ามีความสำคัญกับตำแหน่งนั้น และคำนวณค่าเวกเตอร์ของบริบท (context vector) หรือค่า  $c_t$  ในสมการที่ 11 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าสถานะซ่อน โดยการเอาค่าที่ได้จากสมการที่ 10 มาคูณกับเวกเตอร์สถานะซ่อน  $e_t'$  แล้วเอาค่าทั้งหมดมาบวกกัน

$$\alpha_{t'} = f(h_{t-1}, e_{t'}) \in \mathbb{R} \quad \text{สำหรับ ทุก } t' \quad (9)$$

$$\bar{\alpha} = \text{softmax}(\alpha) \quad (10)$$

$$c_t = \sum_{t'=0}^n \bar{\alpha}_{t'} e_{t'} \quad (11)$$



รูปที่ 11 โครงสร้างกลไกจุดสนใจ

[แหล่งอ้างอิง <https://guillaumegenthal.github.io/sequence-to-sequence.html>]

## บทที่ 3

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงาน (task-oriented chatbot) เน้นจัดการกับปัญหาที่มีขอบเขตจำกัด (closed domain) โดยลักษณะการโต้ตอบของระบบ (NLG) ประเภทนี้จะมีการกำหนดกฎหรือแผนแบบ (template) ซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบ โดยในหัวข้อนี้จะแบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ การเข้าใจภาษาธรรมชาติและวิธีการตัดสินใจของระบบ

#### 3.1 การเข้าใจภาษาธรรมชาติ (Natural Language Understanding: NLU)

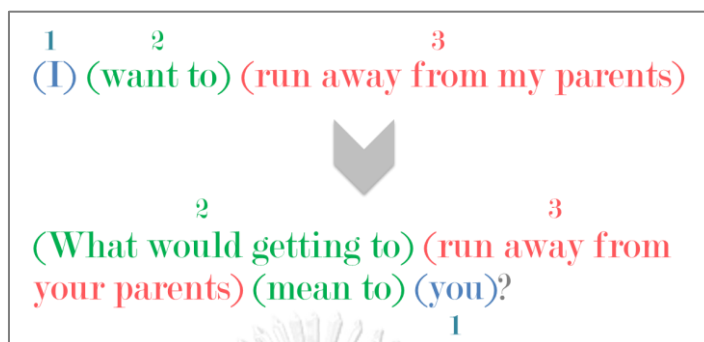
ในปี 2013 งานวิจัยของ Lee [11] ได้แปลงข้อความให้อยู่ในรูปแบบอรรถลักษณะ (semantic features) ซึ่งมักมี 2 ค่า (Binary Features) คือ + และ - โดยใช้ค่าบวก (positive) ในการประเมินสถานะของบทสนทนา ส่วนงานวิจัยของ Henderson และคณะ [12] ทำการแปลงข้อความให้อยู่ในรูปแบบคุณลักษณะคำเป็นฐาน (word-based features) โดยใช้เอ็นแกรม (n-grams) คือลำดับคำที่ต่อเนื่องจำนวน n คำข้อความ ทำให้สามารถดูบริบทก่อนหน้า n คำได้ ในงานวิจัยของ Williams และคณะ [8] ได้ใช้คุณลักษณะคำเป็นฐานเช่นกัน ประกอบไปด้วยถ้อยคำและคำฝังตัว ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่มีความหมายของแต่ละคำ

#### 3.2 นโยบายการตัดสินใจของระบบ (action policy)

##### 3.2.1 การเรียนรู้โดยใช้กฎ (rule-based approach)

ในปี 1966 Joseph [13] ได้พัฒนาแชทบอทตัวแรกชื่อ ELIZA มีวัตถุประสงค์เพื่อทำหน้าที่แทนจิตแพทย์ สามารถตอบคำถามของผู้ป่วยตามสคริปต์ (script) ที่กำหนดไว้ โดยหลักการการทำงานของ ELIZA คือ การจับคู่รูปแบบ (pattern matching) โดยโปรแกรมจะตอบสนองกับคำถามตามสคริปต์ที่กำหนด ดังนั้นความถูกต้องแม่นยำของมันจึงขึ้นอยู่กับจำนวนสคริปต์ที่กำหนดเอาไว้ เนื่องจากวิธีการคุยของจิตแพทย์จะเป็นแนวถามคำถามสืบค้นเพื่อหาสาเหตุ รูปแบบประโยคในการถามของจิตแพทย์จึงเป็นเหมือนการถามกลับเพื่อสะท้อนสิ่งที่ผู้พูดพูดมาอีกที การสนทนากับหุ่นยนต์ ELIZA อาจไม่เหมาะสมสำหรับสนทนาทั่วไป การทำงานของ ELIZA เริ่มจากเอาประโยคมาตัดคำ (parsing) ซึ่งไม่ได้สนใจความถูกต้องของหลักไวยากรณ์ หลังจากนั้นจะให้ค่าน้ำหนักในแต่ละคำ จากรูปที่ 12 คำว่า “I” และ “you” มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด ตามด้วย “want to” ส่วนคำที่มีค่าน้ำหนักเยอะที่สุดได้แก่คำที่เป็นการกระทำหรือเป็นกริยาของประโยคนั้น เช่น “run away from my parents” ELIZA จะทำการสลับสรรพนาม

และคำกริยาเพื่อถามกลับ ตามตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 12 และตัวอย่างบทสนทนาของ ELIZA แสดงที่รูปที่ 13 ELIZA จึงเป็นเซทบอทตัวแรกที้นำไปสู่การพัฒนาบอทอื่น ๆ ต่อมา



รูปที่ 12 ตัวอย่างการทำงานของ ELIZA

ELIZA: What's on your mind today? Please let me know your opinion.  
 YOU: About family.  
 ELIZA: I see.  
 YOU: I think Sazae's family is good.  
 ELIZA: What caused you to feel that way?  
 YOU: Because the family members believe in themselves.  
 ELIZA: What other reasons might there be?  
 YOU: Well, I don't know.  
 ELIZA: I'd like to know more about your opinion.  
 YOU: I don't like my family so much.  
 ELIZA: That is quite interesting.  
 YOU: Yeah.  
 ELIZA: I'd like to know more about your opinion.  
 YOU: My family members aren't friendly, so I can't talk with them.  
 ELIZA: I see.  
 YOU: Do you have family?  
 ELIZA: Why do you think that?  
 YOU: I don't know who you are.  
 ELIZA: Why do you ask?  
 YOU: I'm sorry.  
 ELIZA: That's okay. Please continue.

รูปที่ 13 ตัวอย่างบทสนทนาจบกับหุ่นยนต์ ELIZA [25]

ปี 1980 A.L.I.C.E (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) [14] ระบบมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาภาษามาร์กอัปปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence Markup Language: AIML) [21] พัฒนาจากภาษา XML (Extensive Markup Language) ลักษณะข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นเป็นหน่วยข้อมูลพื้นฐาน 2 ส่วน ได้แก่ หัวเรื่อง (Topics) และ ประเภท (categories) โดยทั้งหัวเรื่องและประเภทสามารถจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบอ้างอิงหรือไม่อ้างอิงก็ได้ โดยถ้าเป็นข้อมูลแบบอ้างอิงสามารถสื่อความหมายให้โปรแกรมรู้ว่าข้อมูลที่เก็บเป็นข้อมูลลักษณะหรือความหมายแบบใด การทำงานของภาษามาร์กอัปปัญญาประดิษฐ์นั้นใช้หลักการทำงานของการค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (nearest-neighbor classification) โดยจะรับประโยคเข้ามาเพื่อไปเปรียบเทียบกับรูปแบบ <pattern> ที่ใกล้เคียงที่สุด แต่ละรูปแบบจะมีการตอบตามแผ่นแบบ <template> ที่กำหนด สามารถดูตัวอย่างการเขียนภาษามาร์กอัปปัญญาประดิษฐ์จากตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการเขียนภาษามาร์กอัปปัญญาประดิษฐ์

<pre>&lt;aiml&gt; &lt;category&gt; &lt;pattern&gt;คุณ คือ ใคร&lt;/pattern&gt; &lt;template&gt; &lt;think&gt;&lt;set name="topic"&gt;me&lt;/set&gt;&lt;/think&gt; ดิฉันคือแซทบอท มีชื่อว่าอลิซ &lt;/template&gt; &lt;/category&gt; &lt;/aiml&gt;</pre>	<p>จะได้ผลลัพธ์ดังนี้</p> <p>Client: คุณ คือ ใคร</p> <p>Robot: ดิฉันคือแซทบอท มีชื่อว่าอลิซ</p>
---	---

งานวิจัย [15] นำเสนอแบบจำลองทางสถิติ (statistical model) และใช้วิธีกำหนดกฎ (hand-craft rules) ในการพัฒนางานหุ่นยนต์สนทนาประเภทมุ่งเน้นงาน ซึ่งข้อจำกัดของวิธีนี้คือขาดความยืดหยุ่นเมื่อต้องการเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนกฎที่เคยกำหนดไว้ในระบบและบทสนทนาที่ผู้ใช้งานใช้ต้องระบุเฉพาะเจาะจง เนื่องจากต้องตรวจหาคำหลัก (detecting keywords) ในคำถามของผู้ใช้งาน ระบบจะตอบคำถามด้วยชุดคำตอบที่มีการเตรียมไว้ล่วงหน้า [16]

### 3.2.2 วิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence approach)

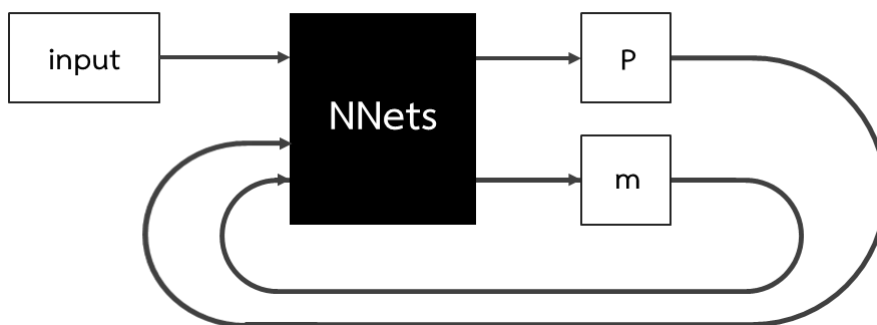
- ผลงานวิจัยโดย Steve Young, Milica Gašić, Blaise Thomson, และ Jason D Williams Young (ค.ศ.2013) [16]

ในความเป็นจริงบทสนทนาของมนุษย์มีความซับซ้อนและไม่สามารถกำหนดเป็นรูปแบบตายตัวได้ หนุ่ยนต์สนทนาที่ผ่านมาเป็นใช้เทคนิคกำหนดกฎขึ้นมาั้นไม่สามารถติดตามความต้องการหรือความตั้งใจที่แท้จริงของผู้ใช้งานได้ว่า จริง ๆ แล้วผู้ใช้งานต้องการสื่อสารอะไร ในงานวิจัยของ Young และคณะ จึงเสนอวิธีที่ช่วยจัดการกับบทสนทนาที่มีรูปแบบไม่ตายตัวและสามารถติดตามความต้องการหรือความตั้งใจที่แท้จริงของผู้ใช้งานและไม่ต้องกำหนดกฎเพื่อรองรับบริบทที่อนาคตอาจเปลี่ยนไปได้ ใช้เทคนิคกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟภายใต้สภาวะการณ์ที่สังเกตได้บางส่วน (partially observable Markov decision process: POMDP) โดยให้มองว่าระบบไม่ใช่ระบบที่ผู้ใช้งานสั่งทำอะไรก็ตามคำสั่งนั้น แต่ให้มองว่าเป็นระบบที่พยายามติดตามความต้องการหรือความตั้งใจว่าผู้ใช้งานต้องการทำอะไร

ระบบกำหนดความต้องการของผู้ใช้งาน (user intention) ว่ามีการกระทำ (action: a) อะไรบ้างและเป้าหมายของผู้ใช้งาน (user goal) เป็นค่าสถานะ (belief state: b) และกำหนดฟังก์ชันการให้รางวัล ถ้าทำถูกต้องจะได้รางวัล การดำเนินการครั้งถัดไปของระบบจะถูกกำหนดด้วยค่าประมาณของสถานะปัจจุบัน โดยก่อนที่ระบบจะตอบสนองควรต้องพิจารณาบทสนทาก่อนหน้าเสียก่อน เพื่อเลือกคำตอบได้ถูกต้องโดยมีมอดูลที่ดูบริบทของบทสนทนา (Dialog State Tracker) ทำการติดตามสถานะและจะถูกประเมินค่าในทุกกรอบของการสนทนา คำนวนค่าสถานะหรือการกระทำ และคำนวนคู่กับรางวัล (reward) เพื่อคำนวนค่ารางวัลรวมของแต่ละสถานะ สถานะที่มีค่ารางวัลมากที่สุด ระบบจะเลือกการกระทำนั้น

- ผลงานวิจัยโดย Henderson, Matthew, Blaise Thomson, และ Steve Young (ค.ศ. 2014) [12]

ที่ผ่านมาพบว่ามีหลายครั้งที่ระบบพบเจอบทสนทนาไม่เคยเจอมาก่อน เช่น “อาหารปิ้งได้” ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่ไม่ได้พบเจอบ่อยนัก Henderson จึงเสนอเทคนิคนิเวศน์เน็ตเวิร์กแบบวงกลับสำหรับการติดตามของบทสนทนาและช่วยแปลงบทสนทนาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบรู้จัก โดยกำหนดแบบจำลองจะทำการอัปเดตค่า  $m$  (memory) และค่า  $p$  (output) ตามรูปที่ 14

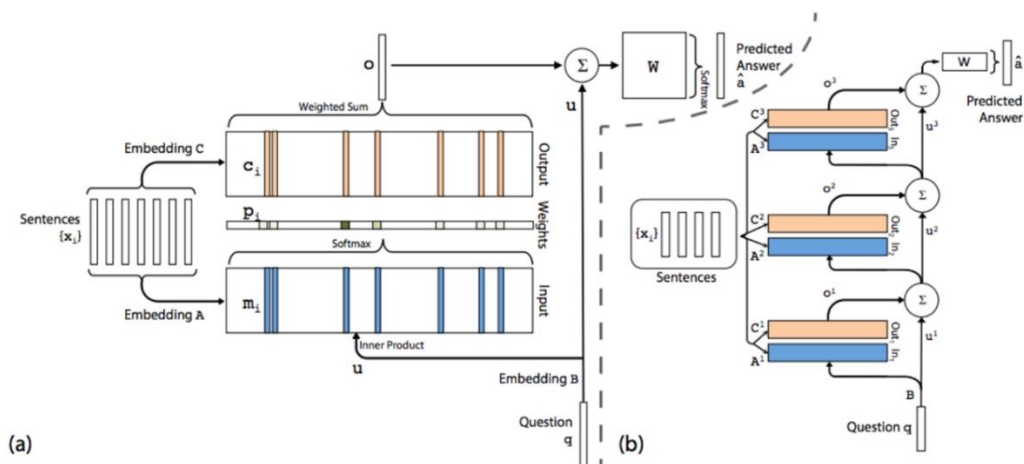


รูปที่ 14 โครงสร้างแบบจำลองของผลงานวิจัย [12]

- ผลงานวิจัย Bordes, Antoine, Y-Lan Boureau และ Jason Weston (ค.ศ.2016) [17]

งานที่ผ่านมานั้นเป็นเรื่องยากที่จะทำการขยายขอบเขตความรู้ไปยังหัวข้อใหม่ ๆ เช่นบอทจากร้านอาหารจะทำได้เพียงขอบเขตเดียว ถ้าต้องการบอทที่สามารถตอบขอบเขตอื่นได้ จำเป็นต้องสร้างแบบจำลองใหม่ โดยปกติแล้วระบบแบบครบวงจร (end to end) นั้นจะแสดงผลลัพธ์ที่ดีเยี่ยมสำหรับหุ่นยนต์สนทนาประเภทชวนพูดคุย (chitchat) Bordes จึงพัฒนาระบบแบบครบวงจรสำหรับหุ่นยนต์สนทนามุ่งเน้นงาน แล้วทดลองว่าให้ประสิทธิภาพดีกว่าวิธีแบบดั้งเดิม (traditional) หรือไม่ โดยใช้แบบจำลองชื่อ MemN2N ของ Sukhbaatar และคณะ (2015) [26] แสดงตามรูปที่ 15 ซึ่งเดิมแบบจำลองนี้ใช้สำหรับงานประเภทถาม-ตอบ (question and answer) ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักได้แก่ 1. หน่วยความจำ (memory) สำหรับเก็บองค์ความรู้ 2. ทำการสืบค้นความรู้ (reasoning query) เพื่อตรวจสอบองค์ความรู้ในแต่ละหน่วยความจำ โดยคำนวณค่าความน่าสนใจ (attention score) และได้ค่าเวกเตอร์ของบริบท (context vector) ของแต่ละหน่วยความจำ

Bordes ทำการดัดแปลงการจัดเก็บความรู้จากแบบจำลองเดิมทำการจัดเก็บคำถามและองค์ความรู้ ให้จัดเก็บเป็นข้อความก่อนหน้าจากผู้ใช้งานและการตอบสนองของหุ่นยนต์แทน ซึ่งองค์ความรู้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแทน โดยเป้าหมายในแต่ละครั้งคือการเลือกการตอบสนองในครั้งถัดไปของหุ่นยนต์



รูปที่ 15 แบบจำลอง MemN2N ของงานวิจัย Sukhbaatar และคณะ [26]

- ผลงานวิจัยโดย Williams, Jason D., Kavosh Asadi, และ Geoffrey Zweig (ค.ศ.2017) [8]

ในปัจจุบันเริ่มมีการใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) มากขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่พร้อมใช้งานและความสามารถในการประมวลผล (computing power) ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีตรวจหาคำหลัก และช่วยให้เลือกการกระทำที่ระบบกำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง แต่เทคนิคต่าง ๆ ต้องใช้ทรัพยากร เช่น ข้อมูลและจำนวนรอบสำหรับการเรียนรู้เป็นปริมาณมาก Williams และคณะจึงเสนอวิธีหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว (LSTM) สำหรับติดตามสถานะของบทสนทนาและตัดสินใจเลือกการกระทำของหุ่นยนต์ และเพิ่มความรู้เฉพาะขอบเขต (domain knowledge) พร้อมทั้งกำหนดการตอบสนองของหุ่นยนต์ให้เป็นแผนแบบการกระทำ (action template) เทคนิคนี้สามารถลดปริมาณทรัพยากรได้แก่จำนวนรอบการเรียนรู้ รวมไปถึงลดจำนวนชุดข้อมูลสอนได้อีกด้วย

Bocklisch [19] ก็ใช้หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว (LSTM) สำหรับติดตามสถานะของบทสนทนาและตัดสินใจเลือกการกระทำของหุ่นยนต์เช่นกัน

- ผลงานวิจัยโดย Kumar และคณะ (ค.ศ.2019) [18]

งานวิจัยของ Kumar และคณะ [18] ได้นำเอาแบบจำลองของงานวิจัย [8] มาพัฒนาต่อเพื่อทำระบบตอบคำถามที่เกี่ยวกับมหาวิทยาลัย โดยการตัดแปลงเอาคุณลักษณะอย่างถ่วงคำและตัวพรางการกระทำ (action mask) ออกไป แต่ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ก (Neural Network: NN) ในการสกัดคุณลักษณะของเอนทิตีเพื่อทำการระบุค่าที่เป็นนิพจน์ระบุนาม (Named Entities Recognition component: NER) แทนการจับคำหลัก (keyword)



และทำการเปลี่ยนฟังก์ชันกระตุ้นในแต่ละชั้นของนิวรอลเน็ตเวิร์กให้เป็นฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเชิงเส้น (Exponential Linear Unit function: ELU) แทน ส่งผลให้ค่าความแม่นยำสูงขึ้นจากความแม่นยำของแบบจำลองเดิมอยู่ที่ร้อยละ 59 เป็นร้อยละ 92 เนื่องจากค่าของเวกเตอร์ค้ำฝั่งตัวมีค่าเป็นเศษส่วน การใช้ฟังก์ชันเรคตีไฟต์เชิงเส้น (Rectified Linear Unit function: ReLU) ซึ่งให้ได้ค่าความแม่นยำที่ต่ำกว่า



## บทที่ 4

### แนวคิดและวิธีการดำเนินงาน

ระบบหุ่นยนต์ได้ตอบสนองทนายอัตโนมัติในงานวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือผู้ใช้งานในการจองร้านอาหาร เพียงแค่ระบุประเภทอาหารที่ต้องการ ช่วงราคา จำนวนคน รวมไปถึงสถานที่ที่ต้องการ โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับร้านอาหารที่ต้องการจอง ซึ่งนั่นเป็นหน้าที่ของระบบที่จะช่วยเสนอตัวเลือกร้านอาหารให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

#### 4.1 บทสนทนาจองร้านอาหาร

เป็นการจำลองบทสนทนาจองร้านอาหารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบหุ่นยนต์ ชุดข้อมูลนี้ถูกออกแบบมาเพื่อฝึกอบรมและทดสอบตัวติดตามสถานะของบทสนทนา ตัวติดตามสถานะจะติดตามสถานะการพูดคุยในแต่ละครั้งเพื่อตัดสินใจเลือกการกระทำในครั้งถัดไป เช่น แนะนำร้านอาหารให้กับผู้ใช้งาน เป็นต้น การจองร้านอาหารกับระบบหุ่นยนต์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ใช้งานสามารถจองร้านอาหารได้เฉพาะร้านที่อยู่ในฐานข้อมูล (Knowledge Bases: KB) เท่านั้น โดยการจองในแต่ละครั้ง ผู้ใช้งานจะต้องแจ้งความต้องการให้ครบ 4 อย่างหรือเอนทิตี เมื่อระบบได้ข้อมูลครบแล้วจึงจะเสนอร้านอาหารที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งเอนทิตีของร้านอาหารประกอบไปด้วย 1. ประเภทอาหาร 2. สถานที่ 3. ช่วงราคา และ 4. จำนวนคน โดยมีรายการในแต่ละเอนทิตีแสดงที่ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ชุดข้อมูลในแต่ละเอนทิตี

เอนทิตี	ชุดข้อมูลในเอนทิตี
จำนวนคน	['1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8']
สถานที่	['ราชประสงค์', 'สยาม', 'บางนา', 'อ่อนนุช', 'สามย่าน', 'สีลม', 'บางหว้า', 'เอกมัย', 'โอโศก', 'บางกอกใหญ่']
ประเภทอาหาร	['อาหารจีน', 'อาหารเจ', 'อาหารทะเล', 'แซลมอน', 'พิซซ่า', 'สลัด', 'ส้มตำ', 'สเต็ก', 'ไอศกรีม', 'ไก่ทอด']
ช่วงราคา	['ถูก', 'ปานกลาง', 'แพง']

บทสนทนาจากร้านอาหารในชุดข้อมูลนี้ มีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1.1 คำจำกัดความเกี่ยวกับงาน

การสนทนากับผู้ใช้งานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้น จะประกอบไปด้วยการพูดคุยที่มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ เพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้น จึงควรแต่งงานใหญ่ๆ ออกเป็นงานย่อย ๆ ในชุดข้อมูลที่นำมาใช้ฝึกสอนในครั้งนี้ มีชุดข้อมูลย่อยที่มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันอยู่ 5 รายละเอียดของคำจำกัดความเกี่ยวกับงาน มีดังนี้

งานที่ 1: การปล่อยส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (Issuing API calls) (Application Programming Interface: API) (ต่อจากนี้ไปจะใช้คำว่า “เอพีไอ”) ในการสอบถามแต่ละครั้งของผู้ใช้งาน สามารถมีจำนวนเอนทิตีหรือรายละเอียดของร้านอาหารตั้งแต่ 0 คือไม่แจ้งรายละเอียดอะไรเลย บอกเพียงแค่ต้องการจากร้านอาหาร ไปจนถึง 4 คือแจ้งรายละเอียดครบ (ประเภทอาหาร, สถานที่, จำนวนผู้คน, และช่วงราคา) สำหรับงานประเภทนี้ระบบจะต้องทราบว่า ประโยคถัดไปควรถามผู้ใช้งานเรื่องอะไรบ้าง เพื่อเก็บข้อมูลให้ครบถ้วน ถ้าข้อมูลที่ผู้ใช้งานให้มายังไม่ครบ ระบบควรเรียกเอพีไอที่ถูกต้องได้

งานที่ 2: การปรับเอพีไอให้เป็นปัจจุบัน (Updating API calls) ผู้ใช้งานอาจต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในการจากร้านอาหาร ระบบจึงต้องมีความสามารถในการจัดการเมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนใจ เมื่อผู้ใช้งานขอปรับรายละเอียดร้านอาหารที่ต้องการจจาบบต้องยืนยันกับผู้ใช้งานว่าข้อมูลที่ปรับให้เป็นปัจจุบันครบถ้วนถูกต้องแล้วหรือไม่ จึงค่อยทำการปรับและเรียกเอพีไอให้เป็นปัจจุบันต่อไป

งานที่ 3: การแสดงตัวเลือก (Displaying options) ระบบจะเสนอตัวเลือกให้กับผู้ใช้งานได้ โดยแสดงรายชื่อร้านอาหารตามรายละเอียดที่ผู้ใช้งานต้องการ ผู้ใช้งานสามารถยอมรับหรือปฏิเสธตัวเลือกร้านอาหารที่ระบบเสนอได้ ซึ่งถ้าผู้ใช้งานยังไม่พอใจตัวเลือก ระบบจะเสนอตัวเลือกใหม่

งานที่ 4: การให้ข้อมูลเพิ่มเติม (Providing extra information) เมื่อผู้ใช้งานตกลงที่จะจจาร้านอาหาร ลูกค้าสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้แก่หมายเลขโทรศัพท์หรือที่อยู่ของร้านอาหารจากฐานข้อมูลได้

งานที่ 5: การดำเนินการโต้ตอบแบบเต็มรูปแบบ (Conducting full dialogs) รวมงานตั้งแต่งานที่ 1-4 เพื่อจำลองบทสนทนาสำหรับจจาร้านอาหารแบบเต็มรูปแบบ

#### 4.1.2 บทสนทนาของผู้ใช้งาน (user acts)

บทสนทนาของผู้ใช้งานมีความหลากหลายมากเกินกว่าที่จะทำเป็นแผ่นแบบอย่างการโต้ตอบของระบบหุ่นยนต์ ในงานวิทยานิพนธ์นี้ใช้เทคนิคนิพจน์ปกติ (regular expressions) คือการกำหนดรูปแบบหรือกลุ่มคำเพื่อใช้ค้นหาข้อความที่ต้องการ เพื่อค้นหาประเภทเอนทิตีในข้อความของผู้ใช้งาน เป็นการระบุคำที่เป็นนิพจน์ระบุนาม (Named Entities Recognition component: NER) ระบบหุ่นยนต์ตรวจจับเฉพาะเอนทิตีที่ระบุอยู่ในชุดข้อมูลฝึกสอนเท่านั้น

#### 4.1.3 แผ่นแบบการโต้ตอบของระบบหุ่นยนต์ (Bot action templates)

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดวิธีการตอบโต้ของระบบหุ่นยนต์ (Natural Language Generation: NLG) ให้เป็นแผ่นแบบ (template) ที่แน่นอนเอาไว้แล้วเพื่อให้ระบบหุ่นยนต์เลือกเพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้งานในแต่ละรอบ

## 4.2 ชุดข้อมูล (Data Set)

ผู้วิจัยต้องการทดสอบแบบจำลองว่าสามารถจัดการกับบทสนทนาได้ดีเพียงใด โดยทดลองกับชุดข้อมูลทั้งหมด 3 ชุด ชุดแรกเป็นบทสนทนาจำลองการจอร์จร้านอาหารแบบพื้นฐานภาษาอังกฤษ ชุดที่สองเป็นภาษาไทยและชุดที่สามเป็นชุดข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและสอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย โดยทุกชุดข้อมูลใช้ข้อมูลร้านอาหารจากฐานข้อมูลเดียวกัน ชุดข้อมูลสองชุดนี้มีความแตกต่างที่ขอบเขตคำถาม-คำตอบที่กว้างมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถสอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับร้านค้าได้มากขึ้น รวมไปถึงลำดับบทสนทนาที่มีความหลากหลายมากขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.2.1 บทสนทนาจอร์จร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ

ชุดข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้มาจากงานวิจัยของ Bordes และคณะ [17] จากโครงการ bAbI ถูกสร้างโดยคณะวิจัยปัญญาประดิษฐ์ของ Facebook บทสนทนาของผู้ใช้งาน ขอบเขตหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้ใช้งานสามารถทำได้มีทั้งหมด 9 อย่าง มีแบบแผนในการพูดของผู้ใช้งานทั้งหมด 30 แบบ และแผ่นการตอบของระบบหุ่นยนต์ 16 แบบและมีจำนวนคลังคำศัพท์มีทั้งหมด 85 คำ

#### 4.2.2 บทสนทนาจอร์จร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย

เป็นชุดข้อมูลที่แปลจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย โดยมีจำนวนขอบเขตหรือวัตถุประสงค์และแบบแผนในการพูดของผู้ใช้งาน และแผ่นการตอบของระบบหุ่นยนต์เท่ากับบทสนทนาจอร์จร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษและมีจำนวนคลังคำศัพท์มีทั้งหมด คำ ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดแผ่นแบบของผู้ใช้งานและตารางที่ 5 แสดงรายการแผ่นของระบบหุ่นยนต์ ตัวอย่างบทสนทนายระหว่างผู้ใช้งานกับระบบหุ่นยนต์แสดงที่ตาราง 6 ตัวอักษรเอียงคือข้อความที่ระบบตอบ

ตารางที่ 4 แผ่นแบบของผู้ใช้งานในชุดข้อมูลจอร์จร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย

วัตถุประสงค์ ของแผ่นแบบ	คำอธิบาย	จำนวน แผ่นแบบ	ข้อความแผ่นแบบ
ทักทาย	ทักทายระบบ	3	สวัสดีค่ะ สวัสดี ดีจ้า
บอก รายละเอียด	ระบุค่าสำหรับค้นหาร้านอาหาร	8	อยากได้ร้านอาหารที่ราคา อยากให้ช่วยจอร์จร้าน__ให้หน่อย พอจะมีโต๊ะว่าง__ไหม ช่องจอร์จร้านอาหาร จริง ๆ แล้ว อยากได้เป็น ขอเปลี่ยนเป็น__ ขอเป็น__ ช่วยจอร์จโต๊ะให้หน่อยได้ไหม
ปฏิเสธ ร้านอาหาร	ระบุว่าไม่ต้องการตัวเลือกที่เสนอ และขอตัวเลือกใหม่	3	ยังไม่ชอบร้านนี้ ไม่เอาร้านนี้ ขอเป็นร้านอื่นได้ไหม
ตอบตกลงจอร์จ ร้านอาหาร	ยืนยันร้านอาหารที่ระบบเสนอ	4	เยี่ยมเลย ชอบร้านนี้มาก โอเค จอร์จเลย ร้านนี้โอเคเลย
สอบถามเบอร์ โทรร้าน	สอบถามเบอร์ร้านอาหารที่จอร์จ	3	ขอเบอร์โทรร้านหน่อยได้ไหม มีเบอร์ร้านไหม เบอร์ร้านเบอร์อะไร
สอบถามที่อยู่ ร้าน	สอบถามที่อยู่ร้านอาหารที่จอร์จ	3	ขอที่อยู่ร้านหน่อยได้ไหม มีที่อยู่ร้านไหม ร้านอยู่ตรงไหน
ขอบคุณ	ผู้ใช้ขอบคุณระบบ	3	ขอบคุณ ขอบใจ ขอบใจนะ

ตารางที่ 4 แผ่นแบบของผู้ใช้งานในชุดข้อมูลจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย (ต่อ)

วัตถุประสงค์ของแผ่นแบบ	คำอธิบาย	จำนวนแผ่นแบบ	ข้อความแผ่นแบบ
บอกลา	สิ้นสุดการสนทนา	2	ไม่แล้ว ขอขอบคุณ ไม่มีแล้ว
เจียบ	ใช้สำหรับรูปแบบที่ไม่ต้องมีการป้อนข้อมูลจากผู้ใช้งาน	1	-

ตารางที่ 5 รายการแผ่นของระบบหุ่นยนต์ในชุดข้อมูลจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย

วัตถุประสงค์ของแผ่นแบบ	ข้อความ
ทักทาย	สวัสดีครับ บอทจากร้านอาหาร ยินดีให้บริการ คุณลูกค้าต้องการให้ช่วยเรื่องอะไรดีครับ ^^
รับทราบ	รับทราบครับ กรุณารอสักครู่
ถามสถานที่	คุณลูกค้า อยากทานแถวไหนดีครับ
ถามจำนวนคน	คุณลูกค้า มาทั้งหมดกี่ท่านครับ
ถามราคา	อยากได้เป็นช่วงราคาประมาณไหนดีครับ
ถามประเภทอาหาร	คุณลูกค้าอยากทานอาหารประเภทไหนครับ
แจ้งว่าอยู่ระหว่างค้นหา	รอสักครู่ครับ บอทกำลังหาร้านให้คุณลูกค้าอยู่ครับ 😊
เรียกเอพีไอ	ระบบกำลังตรวจสอบ API call
ขอปรับรายการ	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมหรือไม่
แนะนำร้านอาหาร	คุณลูกค้า ชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_
แจ้งว่ากำลังค้นหา	รับทราบครับ กำลังหาร้านอื่นให้คุณลูกค้าครับ
จองร้านอาหาร	โอเคครับ บอทจากร้านอาหารให้คุณลูกค้าเรียบร้อยแล้วครับ
ให้เบอร์โทรร้าน	ได้เลยครับ <เบอร์โทร>
ให้ที่อยู่ร้าน	ได้เลยครับ <ที่อยู่>
ถามความต้องการเพิ่มเติม	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ครับ
บอกลา	ด้วยความยินดีครับ ขอให้มีความสุขกับการทานอาหารครับ

ตารางที่ 6 ตัวอย่างบทสนทนาชุดข้อมูลแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทยระหว่างผู้ใช้งานกับหุ่นยนต์  
โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ

<p>งานที่ 1: การปล่อยส่วนต่อ ประสานโปรแกรมประยุกต์</p>	<p>สวัสดี สวัสดีครับ บอทของร้านอาหารยินดีให้บริการครับ คุณลูกค้าต้องการให้ช่วยเรื่องอะไรครับ :) ช่วยจองโต๊ะให้หน่อยได้ไหม แถวสามย่าน รับทราบครับ กรุณารอสักครู่ ต้องการทานอาหารประเภทอะไรครับ ขอเป็นสเต็ก คุณลูกค้ามาทั้งหมดกี่ท่านครับ มากัน 4 คน อยากได้เป็นช่วงราคาประมาณไหนครับ อยากได้ร้านอาหารที่ราคาปานกลาง รอสักครู่ครับ บอทกำลังหาร้านให้คุณลูกค้าอยู่ครับ :) ระบบกำลังตรวจสอบ API call สเต็ก สามย่าน 4 ปานกลาง</p>
<p>งานที่ 2: การปรับเอพีไอให้ เป็นปัจจุบัน</p>	<p>จริง ๆ แล้ว อยากได้ร้านราคาถูก รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมหรือไม่ ขอเปลี่ยนเป็นร้านแซลมอน รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมหรือไม่ ไม่มีแล้ว รอสักครู่ครับ บอทกำลังหาร้านให้คุณลูกค้าอยู่ครับ :) ระบบกำลังตรวจสอบ API call แซลมอน สามย่าน 4 ถูก</p>
<p>งานที่ 3: การแสดงตัวเลือก</p>	<p>คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_สามย่าน_ถูก_แซลมอน_7 ดาว ยังไม่ชอบร้านนี้ รับทราบครับ กำลังหาร้านอื่นให้คุณลูกค้าครับ คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_สามย่าน_ถูก_แซลมอน_6 ดาว ชอบร้านนี้มาก โอเคครับ บอทของร้านอาหารให้คุณลูกค้าเรียบร้อยแล้วครับ</p>

ตารางที่ 6 ตัวอย่างบทสนทนาชุดข้อมูลแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทยระหว่างผู้ใช้งานกับหุ่นยนต์  
โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ (ต่อ)

งานที่ 4: การให้ข้อมูลเพิ่มเติม	<p>มีเบอร์ร้านใหม่</p> <p>ได้เลยครับ ร้าน_สามย่าน_ถูก_แชลมอน_6 ดาว_เบอร์โทรศัพท์</p> <p>ขอบคุณ</p> <p>รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ครับ</p> <p>ไม่มีแล้ว</p> <p>ด้วยความยินดีครับ ขอให้มีความสุขกับการทานอาหารครับ</p>
งานที่ 5: การดำเนินการ โต้ตอบแบบเต็มรูปแบบ	

#### 4.2.3 บทสนทนาจองร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดข้อมูลจำลองการจองร้านอาหารขึ้นมาใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทวัฒนธรรมไทย ซึ่งบทสนทนามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากบนโลกความจริงนั้นผู้ใช้งานมีคำพูดที่ไม่ตายตัวและไม่สามารถกำหนดคำพูดของผู้ใช้งานได้ ชุดข้อมูลนี้จึงไม่กำหนดแผนแบบข้อความของผู้ใช้งาน

เนื่องจากชุดข้อมูลแรกมีลำดับบทสนทนาที่ค่อนข้างตายตัวเรียงลำดับจากงานที่ 1 ไปถึงงานที่ 5 ในขณะที่ชุดข้อมูลนี้ได้เพิ่มขอบเขตความสามารถของทั้งผู้ใช้งานและรับหุ่นยนต์รวมไปถึงลำดับการสนทนาที่ไม่ได้กำหนดตายตัว และมีจำนวนคำศัพท์ทั้งหมด 440 คำตามบรรณุกรมและแบบแผนของหุ่นยนต์ที่มากกว่าเดิม ตารางที่ 7 แสดงสถิติของแต่ละชุดข้อมูล โดยขอบเขตหรือพฤติกรรมที่ผู้ใช้งานสามารถทำได้นั้นเป็นไปตามตารางที่ 8 ข้อความของแผนแบบของระบบหุ่นยนต์ในชุดข้อมูลจองร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทยแสดงที่ตารางที่ 9 ตารางที่ 10 และ 11 แสดงตัวอย่างบทสนทนาจองร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย



ตารางที่ 7 รายละเอียดพารามิเตอร์มิติเวกเตอร์ตัวแทนข้อความข้อมูลนำเข้าสำหรับแต่ละชุดข้อมูล

คุณลักษณะ	แบบพื้นฐานเวอร์ชัน ภาษาอังกฤษ	แบบพื้นฐานเวอร์ชัน ภาษาไทย	บริษัท วัฒนธรรมไทย
จำนวนเอนทิตี	4	4	4
จำนวนขอบเขตของระบบ	16	16	22
จำนวนการกระทำของ ระบบก่อนหน้า	16	16	23
มูลค่า	85	72	440
คำฝังตัว	300	300	300

งานย่อยของชุดข้อมูลนี้จะแตกต่างจากชุดข้อมูลแรก ซึ่งสิ่งที่ผู้ใช้งานสามารถทำได้เพิ่มเติมจากชุดข้อมูลแรก ได้แก่ งานที่ 2, 3, และ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานที่ 2: การปรับเอพีไอให้เป็นปัจจุบัน (Updating API calls) ผู้ใช้งานสามารถลบเอนทิตีเดิมที่ระบบเก็บมาแล้วทั้งหมดออกไป แล้วให้ระบบเก็บเอนทิตีใหม่ทั้งหมด จึงค่อยทำการปรับและเรียกเอพีไอให้เป็นปัจจุบันต่อไป

งานที่ 3: การแสดงตัวเลือก (Displaying options) ผู้ใช้งานสามารถยกเลิกการจองได้ในขณะที่ชุดข้อมูลแรกผู้ใช้งานจะต้องทำการจองร้านอาหารทุกครั้ง

งานที่ 4: การให้ข้อมูลเพิ่มเติม (Providing extra information) ผู้ใช้งานสามารถสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับร้านอาหารจากฐานข้อมูลได้มากขึ้น ได้แก่ ถามโปรโมชัน, ถามเบอร์โทรร้าน, ที่อยู่ร้าน, วิธีเดินทาง, เมนูแนะนำ, เวลาทำการ, วิธีรับชำระค่าอาหาร

ตารางที่ 8 แผ่นแบบของผู้ใช้งานในชุดข้อมูลจองร้านอาหารบริษัทวัฒนธรรมไทย

วัตถุประสงค์ของแผ่นแบบ	คำอธิบาย	ตัวอย่างข้อความ
ทักทาย	ทักทายระบบ	สวัสดีครับ อยากให้ช่วยเลือกร้านอาหารเย็นหน่อยครับ
บอกรายละเอียด	ระบุค่าสำหรับคันทาร้านอาหาร	หิวมากเลยคะ อยากทานพิซซ่า แถวสามย่าน
ปฏิเสธร้านอาหาร	ระบุว่าไม่ต้องการตัวเลือกที่เสนอและขอตัวเลือกใหม่	เพื่อนผมไม่ชอบร้านนี้ครับ มีร้านอื่นไหมครับ
ตอบตกลงจองร้านอาหาร	ยืนยันร้านอาหารที่ระบบเสนอ	ชอบมากค่า รบกวนจองเลยคะ

ตารางที่ 8 แผ่นแบบของผู้ใช้งานในชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย (ต่อ)

วัตถุประสงค์ของแผ่นแบบ	คำอธิบาย	ตัวอย่างข้อความ
ถามโปรโมชั่น	สอบถามโปรโมชั่นร้านอาหาร	ร้านมีโปรโมชั่นอะไรไหมคะ
ถามเบอร์โทรร้าน	สอบถามเบอร์ร้านอาหาร	รบกวนขอเบอร์ร้านหน่อยครับ
ถามที่อยู่ร้าน	สอบถามที่อยู่ร้านอาหาร	ขอที่อยู่ร้านหน่อยครับ พอตีพิมพ์จะส่งต่อให้เพื่อน
ถามวิธีเดินทาง	สอบถามวิธีการเดินทางไปร้านอาหาร	เดินทางได้อย่างไรบ้างหรือครับ
ถามเมนูแนะนำ	สอบถามเมนูแนะนำของร้านอาหาร	ขอถามเมนูแนะนำร้านนี้หน่อยจ้า มีเมนูอะไรแนะนำบ้าง
ถามเวลาทำการ	สอบถามเวลาทำการของร้านอาหาร	ร้านเปิดถึงกี่โมงหรือ
ถามวิธีชำระค่าอาหาร	สอบถามวิธีชำระค่าอาหารของร้านอาหาร	ร้านนี้รับบัตรเครดิตไหม
ขอบคุณบอท	ผู้ใช้ขอบคุณระบบ	ขอบคุณมากเลยคะ
บอกลา	สิ้นสุดการสนทนา	
เก็บข้อมูลร้านอาหารใหม่ทั้งหมด	ผู้ใช้งานยกเลิกค่าเอนทิตีเดิมและระบุค่าสำหรับค้นหาร้านอาหารใหม่ทั้งหมด	เอาใหม่หมดเลยได้ไหมคะ
เงียบ	ใช้สำหรับรูปแบบที่ไม่ต้องการป้อนข้อมูลจากผู้ใช้งาน	-
ยกเลิกการจอง	ยกเลิกการจองที่ระบบเสนอและสิ้นสุดการสนทนา	อ้วยขอโทษนะคะ พอตียกเลิกแล้วไม่ไปแถวนั้นแล้ว ขอโทษทีคะ

ตารางที่ 9 รายการแผ่นของระบบหุ่นยนต์ในชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

วัตถุประสงค์ของแผ่นแบบ	ข้อความ
ทักทาย 1	สวัสดีครับ บอทจากร้านอาหาร ยินดีให้บริการ คุณลูกค้าต้องการให้ช่วยเรื่องอะไรดีครับ ^^
ทักทาย 2	สวัสดีครับ บอทจากร้านอาหาร ยินดีให้บริการ ขออนุญาตเสนอโปรโมชั่นประจำเดือนครับ :) API_call promotion

ตารางที่ 9 รายการแผนของระบบหุ่นยนต์ในชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย (ต่อ)

วัตถุประสงค์ของแผน แบบ	ข้อความ
รับทราบครับ กรุณา รอสักครู่	รับทราบครับ กรุณารอสักครู่
ถามสถานที่	คุณลูกค้า อยากทานแถวไหนดีครับ
ถามจำนวนคน	คุณลูกค้า มาทั้งหมดกี่ท่านครับ
ถามราคา	อยากได้เป็นช่วงราคาประมาณไหนดีครับ
ถามประเภทอาหาร	คุณลูกค้าอยากทานอาหารประเภทไหนครับ
เรียกเอพีไอ	ระบบกำลังตรวจสอบ API call
แนะนำร้านอาหาร	คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_<ร้านอาหาร>
ยืนยันรายละเอียด ร้านอาหาร	ขออนุญาต confirm นะครับ เป็น ร้าน_<ร้านอาหาร>
แจ้งโปรโมชั่น	ขอนำเสนอโปรโมชั่นประจำเดือนครับ :) API_call promotion
ให้โปรโมชั่นร้าน	โปรโมชั่นร้านตอนนี้มี ร้าน_โปร
ให้เบอร์โทรร้าน	เบอร์โทรร้านครับ ร้าน_เบอร์โทร
ให้ที่อยู่ร้าน	ที่อยู่ร้านครับ ร้าน_ที่อยู่
ให้เมนูแนะนำ	เมนูแนะนำของทางร้านมีดังนี้ครับ ร้าน_เมนูแนะนำ
ให้เวลาทำการ	ร้านเปิดให้บริการ ร้าน_เวลาทำการ
ให้วิธีเดินทาง	คุณลูกค้าสามารถเดินทางมาที่ร้านได้ด้วยช่องทางดังนี้ครับ ร้าน_เดินทาง
ให้วิธีจ่ายเงิน	คุณลูกค้าสามารถชำระได้ด้วย ร้าน_ชำระเงิน
ถามความต้องการ เพิ่มเติม	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ครับ
จองร้านอาหาร	โอเคครับ บอทจองร้านอาหารให้คุณลูกค้าเรียบร้อยแล้วครับ
แจ้งว่าอยู่ระหว่าง ค้นหา	รอสักครุนะครับ บอทกำลังหาร้านให้คุณลูกค้าอยู่ครับ :)
หาร้านอื่นให้ลูกค้า	รับทราบครับ กำลังหาร้านอื่นให้คุณลูกค้าครับ
บอกลา	ด้วยความยินดีครับ บอทจองร้านอาหารยินดีให้บริการครับ

ตารางที่ 10 ตัวอย่างบทสนทนาที่มีการจองร้านอาหารสำหรับชุดข้อมูลบริบทวัฒนธรรมไทยระหว่าง  
ผู้ใช้งานและระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ

บทสนทนาของผู้ใช้งาน	บทสนทนาของระบบหุ่นยนต์
สวัสดีค่ะ มีโปรโมชั่นบ้างคะ ช่วงนี้	สวัสดีครับ บอทจองร้านอาหาร ยินดีให้บริการ ขออนุญาตเสนอ โปรโมชั่นประจำเดือนครับ :) API_call promotion
อยากจองร้านสลัดค่ะ มีร้าน แนะนำไหมคะ	คุณลูกค้า อยากทานแถวไหนดีครับ
แถวแถวบางนาค่ะ	คุณลูกค้า มาทั้งหมดกี่ท่านครับ
มา 4 คนค่ะ	อยากได้เป็นช่วงราคาประมาณไหนดีครับ
ราคาถูกพอค่ะ	รับทราบครับ กรุณารอสักครู่
-	ระบบกำลังตรวจสอบ API call สลัด บางนา 4 ถูก
-	คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_บางนา_ถูก_สลัด_4ดาว
ไม่ชอบเลย มีร้านอื่นแนะนำ ไหมคะ	รับทราบครับ กำลังหาร้านอื่นให้คุณลูกค้าค่ะ
-	คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_บางนา_ถูก_สลัด_3ดาว
เอาใหม่หมดเลยได้ไหมคะ	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม หรือไม่
อยากทานเป็นส้มตำค่ะ	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม หรือไม่
3 คนค่ะ	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม หรือไม่
ราคาแพงๆหน่อยค่ะ	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม หรือไม่
แถวสยามค่ะ	รับทราบครับ กรุณารอสักครู่
-	ระบบกำลังตรวจสอบ API call ส้มตำ สยาม 3 แพง
-	คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_สยาม_แพง_ส้มตำ_5ดาว
ชอบมาก รบกวนจองเลยค่ะ	ขออนุญาต confirm นะครับ เป็น ร้าน_สยาม_แพง_ส้มตำ_5ดาว
ใช่ค่ะ	โอเคครับ บอทจองร้านอาหารให้คุณลูกค้าเรียบร้อยแล้ว
อยากทราบโปรโมชั่นร้านนี้ค่ะ	โปรโมชั่นร้านตอนนี้มี ร้าน_โปร
ขอที่อยู่ด้วยค่ะ	ที่อยู่ร้านครับ ร้าน_ที่อยู่

ตารางที่ 10 ตัวอย่างบทสนทนาที่มีการจองร้านอาหารสำหรับชุดข้อมูลบริบทวัฒนธรรมไทยระหว่าง  
ผู้ใช้งานและระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ (ต่อ)

บทสนทนาของผู้ใช้งาน	บทสนทนาของระบบหุ่นยนต์
ขอเบอร์ติดต่อด้วยค่ะ	เบอร์โทรร้านครับ ร้าน_เบอร์โทร
ชำระด้วยวิธีไหนได้บ้างคะ	คุณลูกค้าสามารถชำระได้ด้วย ร้าน_ชำระเงิน
เดินทางอย่างไรหอคะ	คุณลูกค้าสามารถเดินทางมาที่ร้านได้ด้วยช่องทางดังนี้ครับ ร้าน_เดินทาง
มีเมนูแนะนำใหม่คะ	เมนูแนะนำของทางร้านมีดังนี้ครับ ร้าน_เมนูแนะนำ
ขอบคุณมากเลยคะ	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ครับ
ไม่มีแล้วคะ	ด้วยความยินดีครับ ขอให้มีความสุขกับการทานอาหารครับ

ตารางที่ 11 ตัวอย่างบทสนทนาที่ไม่มีการจองร้านอาหารสำหรับชุดข้อมูลบริบทวัฒนธรรมไทย  
ระหว่างผู้ใช้งานและระบบหุ่นยนต์โต้ตอบสนทนาอัตโนมัติ

บทสนทนาของผู้ใช้งาน	บทสนทนาของระบบหุ่นยนต์
สวัสดีคะ หาร้านสเต็กแถวเอก มัยคะ ไปกัน 6 คนคะ มีร้าน แนะนำใหม่คะ	อยากได้เป็นช่วงราคาประมาณไหนดีครับ
ขอราคาถูกคะ	รับทราบครับ กรุณารอสักครู่
-	ระบบกำลังตรวจสอบ API call สเต็ก เอกมัย 6 ลูก
-	คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_เอกมัย_ลูก_สเต็ก_4ดาว
ขอโทษที พอดีไม่ไปแถวนั้น ขอยกเลิก ขอยกเลิกคะ	ขอภัยในความไม่สะดวก คุณลูกค้าต้องการอะไรเพิ่มเติมหรือไม่ ครับ
ไม่มีแล้วคะ ไว้ครั้งหน้าจะถาม ใหม่ นะคะ	ขอขอบคุณสำหรับการสอบถามข้อมูล บทจองร้านอาหารยินดี ให้บริการครับ

## 4.2 แนวทางการสร้างแบบจำลอง (model)

ผู้วิจัยได้นำเทคนิคของงานวิจัย [8] คือแบบจำลอง HCNs มาประยุกต์ใช้เป็นแบบจำลองการเรียนรู้และทำการปรับปรุงแบบจำลองด้วยกลไกจุดสนใจ โดยโครงสร้างของแบบจำลองนี้แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนตามรูปที่ 16 ได้แก่ 1. การทำการแทนข้อความ 2. แบบจำลองการเรียนรู้ 3. แผ่นแบบการกระทำของระบบ (action template) 4. มอดูลสกัดเอนทิตี (entity extractor module) โดยในวิทยานิพนธ์นี้จะพัฒนาส่วนแบบจำลองการเรียนรู้และปรับการแทนข้อความให้รองรับข้อมูลนำเข้าเป็นภาษาไทย

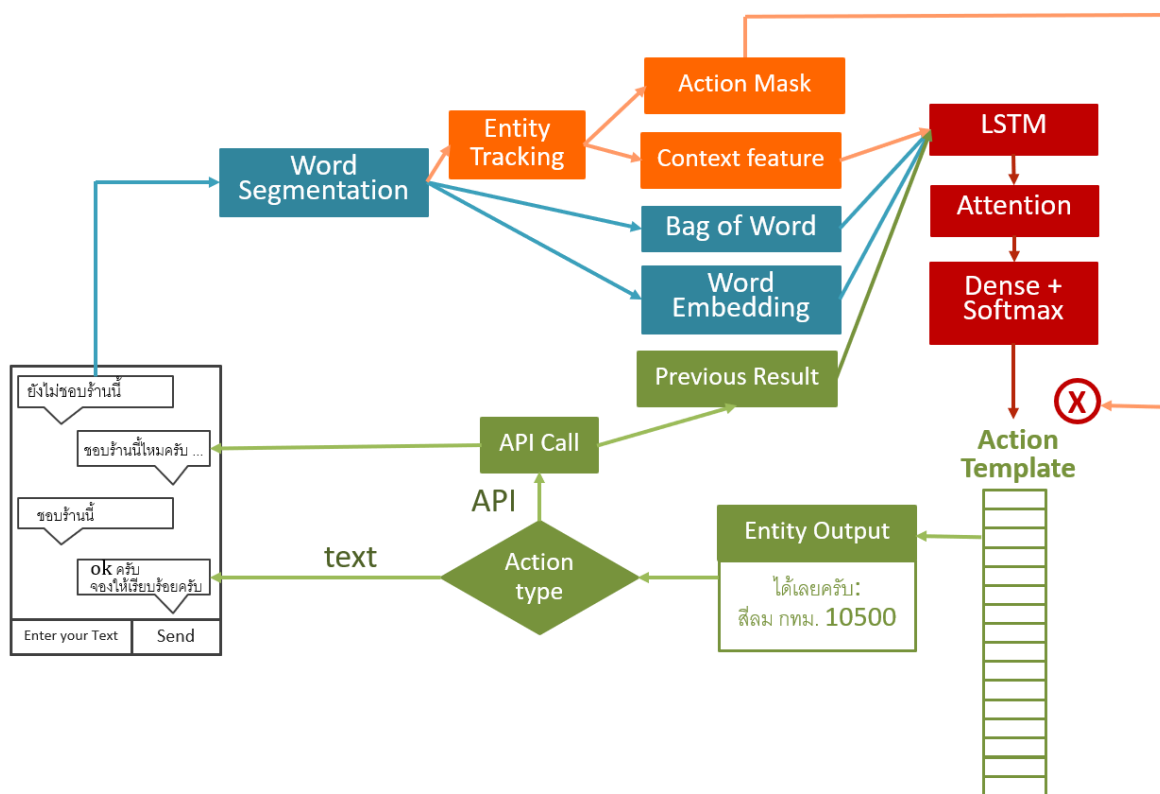
การทำงานของแบบจำลอง HCNs เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อความเข้าสู่ระบบ ข้อความจะถูกผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูล คือ กระบวนการตัดคำ (Word segmentation) ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ PyThaiNLP ซึ่งเป็นไลบรารีของภาษาไพธอน (Python) สำหรับตัดคำภาษาไทย [24] แล้วจึงเอาคำที่ตัดได้แล้วแปลงเป็นเวกเตอร์ถ่วงคำที่มีขนาดมิติเท่ากับจำนวนคลังคำศัพท์ เช่น จำนวนคำศัพท์ในคลังคำศัพท์มีอยู่ 300 คำ จะได้เวกเตอร์ถ่วงคำที่มีขนาดเท่ากับ 300 มิติ เมื่อพบคำใดปรากฏอยู่ในข้อความ คำเวกเตอร์ถ่วงคำจะแสดงตามความถี่ของคำที่พบ เวกเตอร์ที่ได้เป็นเสมือนตัวแทนของประโยค นอกจากเวกเตอร์ถ่วงคำแล้วยังใช้คำฝังตัวที่ถูกฝึกสอนแล้ว (pre-trained) จากชุดข้อมูล Google News คือ word2vec [20] สำหรับข้อความที่เป็นภาษาอังกฤษของ ซึ่งมีจำนวนคุณลักษณะทั้งหมด 300 คุณลักษณะ โดยใช้ เป็น ในงานวิจัยนี้จะเปลี่ยนคำฝังตัวเพื่อรองรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทย โดยใช้คำฝังตัวที่ถูกฝึกสอนแล้วจากข้อมูลวิกิพีเดียภาษาไทยของ Thai2fit [22] มีจำนวนคุณลักษณะทั้งหมด 300 คุณลักษณะเช่นกัน เมื่อได้เวกเตอร์คำฝังตัวในแต่ละคำแล้ว แบบจำลองนี้จะหาค่าเฉลี่ยในแต่ละมิติเพื่อใช้เป็นเวกเตอร์คำฝังตัวแทนประโยคนั้น ตามด้วยกราดตรวจ (scan) หรือตรวจสอบข้อความว่ามีเอนทิตีครบหรือไม่ด้วยมอดูลสกัดเอนทิตี โดยการตรวจค้นคำหลัก (keyword) เมื่อเจอคำที่ตรงกับคำหลักก็ถือว่าเอนทิตีนั้น แล้วจึงจำว่ามีเอนทิตีใดบ้างแล้วจนจบบทสนทนา เก็บไว้ที่หน่วยความจำให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ที่มีจำนวนมิติเท่ากับจำนวนเอนทิตี (ในงานวิทยานิพนธ์นี้มี 4 เอนทิตี) ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบริบท (context feature) แทนค่าด้วย 0 หรือ 1 ถ้าระบบเจอคำหลักในเอนทิตีนั้น โดยกำหนดค่าในแต่ละมิติตามตารางที่ 12 ตัวอย่างเช่น ระบบจะแทนค่า 1 ในเวกเตอร์มิตินั้น เช่น ข้อความ “ขอจองร้านอาหารที่ราคาแพง” คำว่า “แพง” เป็นคำหลักที่อยู่ในเอนทิตีราคา ระบบจะแทนค่า 1 ในเวกเตอร์คุณลักษณะของบริบทที่มีมิติของคุณลักษณะราคา ถ้าเวกเตอร์มีค่า [1, 1, 1, 1] หมายความว่าผู้ใช้งานแจ้งเอนทิตีหรือรายละเอียดเกี่ยวกับร้านอาหารครบแล้ว เมื่อผู้ใช้งานกำหนดราคาและประเภทอาหารแล้ว แต่ยังขาดจำนวนคนและสถานที่อยู่ ระบบสามารถกำหนดขอบเขตการถามได้ว่า ถ้าคุณลักษณะของบริบทมีค่าเป็น [0, 1, 0, 1] ระบบควรถามคำถามอะไรได้บ้าง เรียกว่าตัวพรางการกระทำ (action mask) ตารางที่ 13 ซึ่งตัวเลขการกระทำที่ระบบหุ่นยนต์ตอบโต้ได้นั้นมาจากตารางที่ 14 ซึ่งเป็นชุดของแผ่นแบบการกระทำ (set of action

template) ทำให้การตอบสนองของหุ่นยนต์มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น แล้วจึงนำเวกเตอร์ทั้งหมดต่อกันตามแนวดิ่ง (concatenate) จะได้เวกเตอร์ที่เป็นตัวแทนข้อความของผู้ใช้งาน ซึ่งมีพารามิเตอร์ของมิติเวกเตอร์ตัวแทนข้อความที่เป็นข้อมูลนำเข้าตามตารางที่ 7 ที่เคยกล่าวไว้

เมื่อแปลงเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบที่เครื่องสามารถเรียนรู้ได้แล้ว จึงนำเวกเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นเข้าสู่แบบจำลอง หน่วยความจำระยะสั้นแบบยาว [23] และในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มกลไกจุดสนใจเพื่อช่วยให้แบบจำลองมีการเรียนรู้ว่าถ้าต้องการทำนายการกระทำนี้ แบบจำลองควรให้ความสนใจต่อข้อมูลนำเข้าไหนเป็นพิเศษ เมื่อคำนวณได้ค่าสถานะที่ซ่อนอยู่ จะผ่านฟังก์ชันค่าสูงสุดอย่างอ่อน ซึ่งขนาดเวกเตอร์ของผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนของแผ่นแบบการกระทำของระบบ แล้วจึงค่าเวกเตอร์ที่ได้เอาไปทำการคูณแบบทีละตำแหน่ง (element-wise multiplication) กับเวกเตอร์ตัวพรางการกระทำเพื่อจำกัดคำถามหรือการกระทำที่ระบบควรถามในครั้งถัดไป ผลลัพธ์ที่ได้ที่จะถูกทำการปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน (normalization) จะได้ค่าความน่าจะเป็น เมื่อได้ค่าการกระจายข้อมูล (distribution) แล้ว แผ่นแบบหรือการกระทำใดที่มีค่าความเป็นไปได้สูงสุดจะถูกเลือกตอบสนองต่อผู้ใช้งาน ซึ่งแผ่นแบบบางแบบจะมีการเว้นว่างเพื่อให้ระบบเติมข้อมูลเกี่ยวกับร้านค้าที่ลูกค้าต้องการ เช่น ประโยคแจ้งข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับที่อยู่หรือเบอร์โทรศัพท์ของร้านอาหารที่ลูกค้าสนใจ จะมีแผ่นแบบดังนี้ “ที่อยู่ร้านครับ ร้าน\_ที่อยู่” ขั้นตอนนี้ระบบจะเติมข้อมูลรายละเอียดร้านอาหารให้สมบูรณ์แบบเพื่อตอบลูกค้าในขั้นถัดไป ส่วนในขั้นตอนต่อมาเป็นการควบคุมการตอบสนองของระบบ ถ้าเป็นการดำเนินการประเภทที่ต้องเรียกเอพีไอ API ระบบจะเรียกเอพีไอตามที่เงื่อนไขที่ระบุไว้และการเรียกเอพีไอยังทำหน้าที่เป็นอีกคุณลักษณะของข้อความในการพูดคุยครั้งนั้น โดยจะส่งคืนค่าเป็นเวกเตอร์เพื่อใช้ในการฝึกสอนรอบถัดไป หากการดำเนินการของระบบคือการพูดคุยตอบกลับผู้ใช้งานเป็นข้อความ ก็จะมีการแสดงผลข้อความไปยังผู้ใช้งาน (NLG) แล้วจึงทำการฝึกสอนซ้ำ โดยการดำเนินการในครั้งก่อนหน้าจะเป็นเวกเตอร์คุณลักษณะสำหรับแบบจำลองเพื่อเรียนรู้ในรอบถัดไป

ตารางที่ 12 เวกเตอร์คุณลักษณะของบริษัท

มิติ	คุณลักษณะหรือเอนทิตี
1	ประเภทอาหาร
2	สถานที่
3	จำนวนคน
4	ช่วงราคา



รูปที่ 16 แบบจำลองที่นำเสนอ



ตารางที่ 13 ตัวพรางการกระทำ (action mask) สำหรับชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

รูปแบบเวกเตอร์ คุณลักษณะของ บริบท	คำอธิบายสถานะบทสนทนาของ ผู้ใช้งาน	การกระทำที่หุ่นยนต์สามารถถามได้
[0, 0, 0, 0]	ยังไม่แจ้งข้อมูลใด	[1, 3, 4, 8, 17, 18, 19]
[0, 0, 0, 1]	แจ้งราคา	[1, 3, 4, 8, 17, 18]
[0, 0, 1, 0]	แจ้งจำนวนคน	[1, 4, 8, 17, 18]
[0, 0, 1, 1]	แจ้งราคาและจำนวนคน	[1, 4, 8, 13, 17, 18]
[0, 1, 0, 0]	แจ้งสถานที่	[1, 3, 8, 13, 17, 18, 19]
[0, 1, 0, 1]	แจ้งสถานที่และช่วงราคา	[1, 3, 8, 17, 18]
[0, 1, 1, 0]	แจ้งสถานที่และจำนวนคน	[1, 8, 17, 18, 19]
[0, 1, 1, 1]	ขาดข้อมูลประเภทอาหาร	[1, 8, 17, 18]
[1, 0, 0, 0]	แจ้งประเภทอาหาร	[1, 3, 4, 17, 18, 19]
[1, 0, 0, 1]	แจ้งประเภทอาหารและช่วงราคา	[1, 3, 4, 17, 18]
[1, 0, 1, 0]	แจ้งประเภทอาหารและจำนวนคน	[1, 4, 17, 18, 19]
[1, 0, 1, 1]	ขาดข้อมูลสถานที่	[1, 4, 17, 18]
[1, 1, 0, 0]	แจ้งประเภทอาหารและสถานที่	[1, 3, 17, 18, 19]
[1, 1, 0, 1]	ขาดข้อมูลจำนวนคน	[1, 3, 17, 18]
[1, 1, 1, 0]	ขาดช่วงราคา	[1, 17, 18, 19]
[1, 1, 1, 1]	แจ้งข้อมูลครบทุกเอนทิตี	[1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23]

ตารางที่ 14 ชุดของแผ่นแบบการกระทำ (set of action template) สำหรับชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

ลำดับ	แผ่นแบบการกระทำ
1	ขอเสนอโปรโมชั่นประจำเดือนครับ :) API_call promotion
2	ขออนุญาต confirm นะครับ เป็น ร้าน_สถานที่_ราคา_ประเภทอาหาร_ดาว
3	คุณลูกค้า มาทั้งหมดกี่ท่านครับ
4	คุณลูกค้า อยากทานแถวไหนดีครับ

ตารางที่ 14 ชุดของแผ่นแบบการกระทำ (set of action template) สำหรับชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย (ต่อ)

ลำดับ	แผ่นแบบการกระทำ
5	คุณลูกค้าชอบร้านนี้ไหมครับ: ร้าน_สถานที่_ราคา_อาหาร_ดาว
6	คุณลูกค้าสามารถชำระได้ด้วย ร้าน_ชำระเงิน
7	คุณลูกค้าสามารถเดินทางมาที่ร้านได้ด้วยช่องทางดังนี้นะครับ ร้าน_เดินทาง
8	คุณลูกค้าอยากทานอาหารประเภทไหนครับ
9	ด้วยความยินดีครับ บอทจากร้านอาหารยินดีให้บริการครับ
10	ที่อยู่ร้านครับ ร้าน_ที่อยู่
11	รอสักครู่ครับ บอทกำลังหาร้านให้คุณลูกค้าอยู่ครับ :)
12	ระบบกำลังตรวจสอบ API call อาหาร สถานที่ จำนวนคน ราคา
13	รับทราบครับ กรุณารอสักครู่
14	รับทราบครับ กำลังหาร้านอื่นให้คุณลูกค้าครับ
15	รับทราบครับ คุณลูกค้ามีอะไรที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ครับ
16	ร้านเปิดให้บริการ ร้าน_เวลาทำการ
17	สวัสดีครับ บอทจากร้านอาหาร ยินดีให้บริการ ขออนุญาตเสนอโปรโมชั่นประจำเดือน ครับ :) API_call promotion
18	สวัสดีครับ บอทจากร้านอาหาร ยินดีให้บริการ คุณลูกค้าต้องการให้ช่วยเรื่องอะไรดีครับ ^^
19	อยากได้เป็นช่วงราคาประมาณไหนดีครับ
20	เบอร์โทรร้านครับ ร้าน_เบอร์โทร
21	เมนูแนะนำของทางร้านมีดังนี้ครับ ร้าน_เมนูแนะนำ
22	โปรโมชั่นร้านตอนนี้มี ร้าน_โปร
23	โอเคครับ บอทจากร้านอาหารให้คุณลูกค้าเรียบร้อยแล้วครับ

#### 4.3 การประเมินผล (Evaluation)

เป้าหมายของหุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานคือการช่วยเหลือผู้ใช้งานจากร้านอาหาร จึงประเมินความสามารถของระบบในการทำนายการกระทำของระบบในครั้งถัดไปว่าถูกต้องแม่นยำหรือไม่ ในงานวิจัยนี้ใช้ตัวประเมินผล 2 แบบ ได้แก่ 1. ความแม่นยำต่อการตอบข้อความ (per-turn accuracy) หมายถึงร้อยละที่ระบบตอบหรือการเรียกเอพีไอ ได้ถูกต้อง และ 2. ความแม่นยำต่อการตอบทั้งบท

สนทนา (per-dialogue accuracy) หมายถึงร้อยละของจำนวนบทสนทนาที่ระบบตอบถูก นั่นคือใน  
ทุก ๆ ครั้งที่มีการพูดคุยในแต่ละบทสนทนา ระบบจะต้องตอบหรือเลือกการกระทำที่ถูกต้องทั้งหมด  
ตั้งแต่เริ่มจนถึงจบการสนทนา



## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

จากแนวทางและวิธีการดำเนินงานที่กล่าวไปในบทที่ผ่านมา ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง ประกอบด้วยการเตรียมชุดข้อมูล ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลซึ่งมุ่งวัดประสิทธิภาพของ แบบจำลองที่นำเสนอตามบทที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 5.1 การแบ่งชุดข้อมูล

ได้ทดลองกับชุดข้อมูลทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่

- 1) บทสนทนาจอร์นอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ
- 2) บทสนทนาจอร์นอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย
- 3) บทสนทนาจอร์นอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

ชุดข้อมูลทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลสามชุดสำหรับการฝึกสอน (Training set) พัฒนา (Validation set) โดยแบ่งข้อมูลเป็นอัตราส่วนร้อยละ 80 และร้อยละ 20 ตามลำดับ และชุดข้อมูล สำหรับทดสอบ (Test set) ในแต่ละชุดข้อมูลสำหรับการฝึกสอนและทดสอบนั้น มีจำนวนบทสนทนา การจอร์นอาหารอย่างละ 1,000 บทสนทนาหรือ 1,000 เหตุการณ์จอร์นอาหารสำหรับชุดข้อมูล บทสนทนาจอร์นอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษและภาษาไทย ส่วนชุดข้อมูลบทสนทนา จอร์นอาหารบริบทวัฒนธรรมไทยนั้นมีอยู่ 500 บทสนทนา รายละเอียดจำนวนบทสนทนาของแต่ละชุดข้อมูลแสดงตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนบทสนทนาของชุดฝึกสอน ประเมินผลและทดสอบในแต่ละชุดข้อมูล

	ชุดข้อมูลฝึกสอน (80%)	ชุดข้อมูลพัฒนา (20%)	ชุดข้อมูล ทดสอบ
บทสนทนาจอร์นอาหารแบบพื้นฐาน เวอร์ชันภาษาอังกฤษ	1,000		1,000
บทสนทนาจอร์นอาหารแบบพื้นฐาน เวอร์ชันภาษาไทย	1,000		1,000
บทสนทนาจอร์นอาหารบริบท วัฒนธรรมไทย	500		250

## 5.2 ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาเพื่อวัดประสิทธิภาพระหว่างแบบจำลอง และเปรียบเทียบค่าความแม่นยำระหว่างลักษณะของตัวแทนข้อความที่มีและไม่มีถ่วงค่า) ตารางที่ 16 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบ

ตารางที่ 16 พารามิเตอร์สำหรับการเรียนรู้

พารามิเตอร์	ค่า
ขนาดของชั้นซ่อนในโครงข่ายประสาทเทียม	128
ขนาดของแต่ละรุ่น (batch size)	1 บทสนทนา
เครื่องมือในการเคลื่อนลงตามความชันแบบต่าง ๆ (optimizer)	Adaptive Moment Estimation (AdaDelta), อัตราการเรียนรู้ = 0.1
รอบการเรียนรู้ (epochs)	< 20

โดยผลการทดลองแบ่งออกตามชุดข้อมูลที่นำมาทดลอง ดังนี้

### 5.2.1 ชุดข้อมูลบทสนทนาจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ

ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลนี้แสดงตามตารางที่ 17 โดยผลการทดลองพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอและตัวแทนข้อความที่ไม่มีถ่วงค่าให้ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความสูงที่สุดถึงร้อยละ 97.32 เมื่อเทียบกับตัวแทนข้อความที่ไม่มีถ่วงค่ากับแบบจำลอง HCNs แล้วพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอมีค่าสูงกว่าอยู่ร้อยละ 1.74

แบบจำลองที่นำเสนอและตัวแทนข้อความที่ไม่มีคุณลักษณะถ่วงค่าให้ค่าความแม่นยำต่อการตอบทั้งบทสนทนาที่สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 52.95 ซึ่งมากกว่าแบบจำลองตั้งต้นอยู่ร้อยละ 25.62

ตารางที่ 17 ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลบทสนทนาจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ ผลที่ดีที่สุดแสดงเป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้

แบบจำลอง	ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความ (ร้อยละ)		ค่าความแม่นยำต่อการตอบทั้งบทสนทนา (ร้อยละ)	
	ตัวแทนข้อความที่มีถ่วงค่า	ตัวแทนข้อความที่ไม่มีถ่วงค่า	ตัวแทนข้อความที่มีถ่วงค่า	ตัวแทนข้อความที่ไม่มีถ่วงค่า
แบบจำลอง HCNs	94.97	95.58	27.13	27.33
แบบจำลองนำเสนอที่เพิ่มกลไกจุดสนใจ	96.36	<b><u>97.32</u></b>	43.64	<b><u>52.95</u></b>

### 5.2.2 ชุดข้อมูลบทสนทนาจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย

ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลนี้แสดงตามตารางที่ 18 โดยผลการทดลองพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอและตัวแทนข้อความทั้งที่มีและไม่มีคุณลักษณะถ่วงค่าซึ่งให้ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความเท่ากันคือร้อยละ 99.99

ส่วนค่าความแม่นยำต่อการตอบทั้งบทสนทนานั้น แบบจำลองที่นำเสนอและตัวแทนข้อความที่ไม่มีเวกเตอร์ถ่วงค่านั้นให้ค่าที่สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 99.90

ตารางที่ 18 ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลบทสนทนาจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย ผลที่ดีที่สุดแสดงเป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้

แบบจำลอง	ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความ (ร้อยละ)		ค่าความแม่นยำต่อการตอบ ทั้งบทสนทนา (ร้อยละ)	
	ตัวแทนข้อความ ที่มีถ่วงค่า	ตัวแทนข้อความ ที่ไม่มีถ่วงค่า	ตัวแทนข้อความที่ มีถ่วงค่า	ตัวแทนข้อความ ที่ไม่มีถ่วงค่า
แบบจำลอง HCNs	99.96	99.98	99.40	99.70
แบบจำลองนำเสนอ ที่เพิ่มกลไกจุดสนใจ	<b><u>99.99</u></b>	<b><u>99.99</u></b>	99.80	<b><u>99.90</u></b>

### 5.2.3 ชุดข้อมูลบทสนทนาจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลนี้แสดงตามตารางที่ 19 โดยผลการทดลองพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอและตัวแทนข้อความที่มีคุณลักษณะถ่วงค่าให้ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความสูงที่สุดถึงร้อยละ 83.89 ถ้าเทียบกับตัวแทนข้อความที่มีถ่วงค่ากับแบบจำลอง HCNs แล้วพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอมีค่าสูงกว่าอยู่ร้อยละ 2.53

ส่วนค่าความแม่นยำต่อการตอบทั้งบทสนทนานั้น แบบจำลองที่นำเสนอที่มีตัวแทนข้อความที่มีเวกเตอร์ถ่วงค่านั้นให้ค่าที่สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 12.45 ซึ่งมากกว่าแบบจำลองตั้งต้นอยู่ร้อยละ 2.81

ตารางที่ 19 ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาของชุดข้อมูลบทสนทนา  
จากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย ผลที่ดีที่สุดแสดงเป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้

แบบจำลอง	ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความ (ร้อยละ)		ค่าความแม่นยำต่อการตอบ ทั้งบทสนทนา (ร้อยละ)	
	ตัวแทนข้อความ ที่มีมูลค่า	ตัวแทนข้อความ ที่ไม่มีมูลค่า	ตัวแทนข้อความที่ มีมูลค่า	ตัวแทนข้อความ ที่ไม่มีมูลค่า
แบบจำลอง HCNs	81.36	80.68	9.64	4.02
แบบจำลองนำเสนอ ที่เพิ่มกลไกจุดสนใจ	<b><u>83.89</u></b>	80.96	<b><u>12.45</u></b>	9.24



## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลองและแนวทางการวิจัยในชั้นถัดไป

#### 6.1 สรุปผลการทดลอง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหุ่นยนต์สนทนาที่มุ่งงานที่พัฒนาขึ้นด้วยเทคนิคหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวกับกลไกจุดสนใจสำหรับภาษาไทย โดยเรียนรู้ข้อมูลบทสนทนาจากร้านอาหาร ทั้งนี้โครงสร้างภายในแบบจำลองเริ่มต้นจากรับข้อความจากผู้ใช้งานที่ตัดคำแล้ว ไปสร้างเวกเตอร์ถ่วงคำและเวกเตอร์คำฝั่งตัวและในแต่ละรอบจะติดตามสถานะของบทสนทนา เพื่อเป็นเวกเตอร์ตัวแทนข้อความ จากนั้นจึงนำไปผ่านหน่วยความจำระยะสั้นแบบยาวและกลไกจุดสนใจซึ่งผลลัพธ์ที่หุ่นยนต์จะตอบสนองต่อผู้ใช้งานคือค่าความเป็นไปได้สูงสุดของแผนแบบการกระทำเพื่อเลือกตอบโต้ของหุ่นยนต์ในรอบถัดไป

แบบจำลองที่นำเสนอขึ้นให้ค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและค่าความแม่นยำต่อการตอบทั้งบทสนทนาสูงกว่าแบบจำลองเดิมสำหรับทุกชุดข้อมูล และพบว่าการเพิ่มจำนวนคำในคลังคำศัพท์เพื่อให้บทสนทนาที่มีความหลากหลายและเพิ่มจำนวนการกระทำที่สามารถทำได้ของทั้งผู้ใช้งานและหุ่นยนต์ รวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนแผนแบบการกระทำของหุ่นยนต์และลำดับการสนทนาที่มีความหลากหลายเพื่อให้บทสนทนาจากร้านอาหารมีความซับซ้อน สมจริง และสอดคล้องกับวัฒนธรรมไทยมากขึ้นนั้น มีผลต่อค่าความแม่นยำต่อการตอบข้อความและต่อการตอบทั้งบทสนทนาอย่างมาก

#### 6.2 แนวทางการวิจัยในชั้นถัดไป

- 1) เพิ่มจำนวนเอนทิตีให้มากขึ้น เช่นวัน เวลา สำหรับการจากร้านอาหาร รวมไปถึงปริมาณข้อมูลในชุดข้อมูลให้มีคลังคำศัพท์หลากหลายขึ้นเพื่อให้สมจริงมากขึ้น
- 2) พัฒนาชุดทดสอบที่ผู้ใช้งานระบุค่าเอนทิตีที่ไม่หุ่นยนต์เคยเห็นในชุดฝึกอบรมมาก่อน เพื่อจัดการกับคำที่ไม่มีในคลังคำศัพท์ (out of vocabulary) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ว่าสามารถรับมือกับข้อมูลที่อาจไม่เคยได้เรียนรู้ดีหรือไม่



## รายการอ้างอิง

- [1] GLOBAL DIGITAL REPORT 2018. Available from:  
<https://digitalreport.wearesocial.com/> [2019, September 9]
- [2] e-Commerce Trend 2562. Available from:  
[https://www.etcha.or.th/app/webroot/content\\_files/13/files/20190131\\_Day3\\_CEO\\_V09.02.pdf](https://www.etcha.or.th/app/webroot/content_files/13/files/20190131_Day3_CEO_V09.02.pdf) [2019, September 9]
- [3] Gao, Jianfeng, Michel Galley, and Lihong Li. "Neural approaches to conversational AI." *Foundations and Trends® in Information Retrieval* 13.2-3 (2019): 127-298.
- [4] Chen, Hongshen, et al. "A survey on dialogue systems: Recent advances and new frontiers." *Acm Sigkdd Explorations Newsletter* 19.2 (2017): 25-35.
- [5] ชุมพล โมฆรัตน์, วราภรณ์ อุ่นชัย, และ สุกัญญา มารแพ้ว, แอปพลิเคชันแชทบอทเพื่อการวินิจฉัยโรคเบาหวานด้วยออนโทโลยี (An Ontology Based Chatbot Application for Diabetes Diagnosis), ICSEC 2016 (The 20th International Computer Science and Engineering Conference), Chiangmai, December 14-17, 2016.
- [6] Decha, Hatsanai, and Karn Patanukhom. "Development of thai question answering system." *Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information Processing*. ACM, 2017.
- [7] Muangkammuen, Panitan, Narong Intiruk, and Kanda Runapongsa Saikaew. "Automated Thai-FAQ Chatbot using RNN-LSTM." *2018 22nd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*. IEEE, 2018.
- [8] Williams, Jason D., Kavosh Asadi, and Geoffrey Zweig. "Hybrid code networks: practical and efficient end-to-end dialog control with supervised and reinforcement learning." *arXiv preprint arXiv:1702.03274* (2017).
- [9] Martin, James H., and Daniel Jurafsky. *Speech and language processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition*. Upper Saddle River: Pearson/Prentice Hall, 2009.
- [10] Mikolov, Tomas, et al. "Distributed representations of words and phrases and their compositionality." *Advances in neural information processing systems*. 2013.

- [11] Lee, Sungjin. "Structured discriminative model for dialog state tracking." Proceedings of the SIGDIAL 2013 Conference. 2013.
- [12] Henderson, Matthew, Blaise Thomson, and Steve Young. "Word-based dialog state tracking with recurrent neural networks." Proceedings of the 15th Annual Meeting of the Special
- [13] Weizenbaum, Joseph. "ELIZA---a computer program for the study of natural language communication between man and machine." Communications of the ACM 9.1 (1966): 36-45.
- [14] The elements of AIML styleALICE AI Foundation. Available from: <https://files.ifi.uzh.ch/cl/hess/classes/seminare/chatbots/style.pdf> [2019, September 9]
- [15] Tur, Gokhan, and Renato De Mori. Spoken language understanding: Systems for extracting semantic information from speech. John Wiley & Sons, 2011.
- [16] Young, Steve, et al. "Pomdp-based statistical spoken dialog systems: A review." Proceedings of the IEEE 101.5 (2013): 1160-1179.
- [17] Bordes, Antoine, Y-Lan Boureau, and Jason Weston. "Learning end-to-end goal-oriented dialog." arXiv preprint arXiv:1605.07683 (2016).
- [18] Kumar, Hemkesh Vijaya, et al. "PESUBot: An Empathetic Goal Oriented Chatbot." 2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI). IEEE, 2018.
- [19] Bocklisch, Tom, et al. "Rasa: Open source language understanding and dialogue management." arXiv preprint arXiv:1712.05181 (2017).
- [20] word2vec. Available from: <https://code.google.com/archive/p/word2vec/> [2019, September 9]
- [21] AIML: Artificial Intelligence Markup Language. Available from: <http://blog.bru.ac.th/2019/06/15/aiml-artificial-intelligence-markup-language/> [2019, September 9]
- [22] "ULMFit Language Modeling, Text Feature Extraction and Text Classification in Thai Language. Created as part of pyThaiNLP" <https://github.com/cstorm125/thai2fit/> [Accessed: September 15, 2019].

- [23] Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. "Long short-term memory." *Neural computation* 9.8 (1997): 1735-1780.
- [24] PyThaiNLP. Available from:  
<https://github.com/PyThaiNLP/pythainlp> [2019, November 23]
- [25] Goda, Yoshiko & Yamada, Masanori & Matsukawa, Hideya & Hata, Kojiro & Yasunami, Seisuke. (2014). Conversation with a Chatbot before an Online EFL Group Discussion and the Effects on Critical Thinking. *The Journal of Information and Systems in Education*. 13. 1-7. 10.12937/ejsise.13.1.
- [26] Sukhbaatar, Sainbayar, Jason Weston, and Rob Fergus. "End-to-end memory networks." *Advances in neural information processing systems*. 2015.
- [27] Rajendran, Janarthanan, Jatin Ganhotra, and Lazaros C. Polymenakos. "Learning End-to-End Goal-Oriented Dialog with Maximal User Task Success and Minimal Human Agent Use." *Transactions of the Association for Computational Linguistics* 7 (2019): 375-386.



## ภาคผนวก

ในภาคผนวกจะแสดงคำทั้งหมดพบในแต่ละชุดข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

### คลังคำศัพท์ของชุดข้อมูลจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาอังกฤษ

<SILENCE>, a, actually, address, am, be, bombay, book, british, can, cheap, could, cuisine, do, does, don't, eight, else, expensive, food, for, four, french, good, great, have, hello, hi, i, i'd, in, Indian, instead, is, it, it's, Italian, its, let's, like, London, looking, looks, love, madrid, make, may, me, moderate, morning, no, not, number, of, paris, people, perfect, phone, please, prefer, price, provide, range, reservation, restaurant, rock, rome, six, something, spanish, table, thanks, that, the, this, to, two, we, what, will, with, work, would, you

### คลังคำศัพท์ของชุดข้อมูลจากร้านอาหารแบบพื้นฐานเวอร์ชันภาษาไทย

, 2, 4, 6, 8, กัน, กิน, ขอ, ขอขอบคุณ, ขอบใจ, คน, ครับ, ค่ะ, จริง, จอง, ชอบ, ช่วย, ตรง, ถูก, ทั้งหมด, ที่, ที่อยู่, นะ, นี้, บางหว่า, ประเภท, ปานกลาง, พิซซ่า, มา, มาก, มี, ย้ง, ราคา, ราขประสงค้, ร้าน, สนใจ, สวัสดี, สามย่าน, สำหรับ, สีสม, สเด็ก, หนอย, อยาก, อยู่, ะไร, อาหาร, อาหารจีน, อาหารทะเล, อื่น, เบอร์, เปลี่ยน, เป็น, เยี่ยม, เลย, เอกมัย, เอา, แซลมอน, แถว, แทน, แพง, แล้ว, โต๊ะ, โทร, โอคเค, ใจ, ให้, ได้, ไป, ไม่, ไหน, ไหม, ะ

### คลังคำศัพท์ในชุดข้อมูลจากร้านอาหารบริบทวัฒนธรรมไทย

, ..., 1, 13.00, 15.00, 17.00, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ?, กร้าน, กลับ, กลับบ้าน, กล้า, กลางเดือน, กลางๆ, กลุ่ม, กว่า, กะ, กัน, กับ, การ, กำลัง, กำลังจะ, กิน, กินที่, กินเจ, ก็, ก็, กุ้ง, ก็, ก็ดี, ก็แล้วกัน, ก็ได้, ก่อน, ขอ, ของ, ขอขอบคุณ, ขอบใจ, ขอโทษ, ขับรถ, ขาย, ข้อมูล, คน, คนเดียว, ครอบครัว, ครับ, ครึ่งหน้า, ครู้, คะ, คับ, คิด, คิ้ว, คือ, คุณ, คุม, คุย, ค่ะ, ค่า, งค์, งบ, จับ, ัจน, งาน, จน, จริงๆ, จอง, จะ, ัจง, ัจด, ัจำนวน, ัจำได้, ัจิ, ัจ่าย, ัจ้า, ัจลอง, ชอบ, ะนี้, ัจาระ, ัจาระเงิน, ัจวง, ัจวงนี้, ัจ่วย, ัจัก, ัจี, ัจื้อ, ัจ้ำ, ัจั่ง, ัจี, ัจีกว่า, ัจิงาม, ัจีมาก, ัจู, ัจ่วน, ัจ้วย, ัจกลง, ัจรง, ัจรงไหน, ัจอน, ัจอนนี้, ัจาม, ัจามนั้น, ัจิด, ัจิดต่อ, ัจ่อ, ัจ่อให้, ัจอง, ัจองการ, ัจง, ัจาม, ัจึง, ัจุก, ัจุกต้อง, ัจุกใจ, ัจุกๆ, ัจ้า, ัจน, ัจราบ, ัจั่ง, ัจั่งหมด, ัจาง, ัจางได้, ัจาน, ัจ่า, ัจี, ัจี, ัจีทำงาน, ัจีอยู่, ัจีอื่น, ัจุ่ม, ัจ่าน, ัจ, ัจูระ, ัจน, ัจน., ัจคะ, ัจนที, ัจนะ, ัจนะคะ, ัจน็ด, ัจนั้ง, ัจนั้, ัจนางฟ้า, ัจนี้, ัจนี้แหละ, ัจนี้, ัจนี้แหละ, ัจนึ่ง, ัจนะ, ัจน่า, ัจน่าจะ, ัจน่าสน, ัจน่าสนใจ, ัจน้องชาย, ัจน้อย, ัจน้ำ, ัจน้ำตาล, ัจบอ, ัจบัตร, ัจบัตรเครดิต, ัจบางกอกใหญ่, ัจบางนา, ัจบางหว่า, ัจบาย,

บ้าง, บ้าน, ป, ประจำ, ประมาณ, ประหยัด, ประเภท, ปรับ, ปลา, ปลาร้า, ปลาส้ม, ปลาหมึก, ปาน,
 ปานกลาง, ปาร์ตี้, ปิด, ผม, ผิด, ผ่าน, ผาก, พวก, พอ, พอควร, พอดี, พิซซ่า, พิมพ์, พี่สาว, พ่อ, ฟู๊ด,
 มหาลัย, มัน, มา, มาก, มากมาย, มี, มีชื่อ, มี, ย, ยกเลิก, ย้ง, ย้งใจ, ย่าน, ย้าย, รถติด, รถเมล์,
 รถไฟฟ้า, รถไฟใต้ดิน, รบกวณ, รวม, รวย, รอ, ระ, รับ, ราคา, ราคาแพง, ราชประสงค์, รายละเอียด,
 รู้จัก, รู้สึก, รู้ใจ, ร่างกาย, ร้องไห้, ไร่, ร้าน, ร้านอาหาร, ลดลง, ลอง, ละ, ลืม, ละ, ล่า, ล้วน, วัน,
 วันนี้, วันเกิด, วิธี, ว่า, ว้าว, สดๆ, สนใจ, สยาม, สลัด, สวย, สวยดี, สอบ, สอบถาม, สะดวก, สักครู้,
 สิ่ง, สาขา, สามย่าน, สาย, สำหรับ, สี, สีลม, สุด, สดัก, ส่ง, ส้มตำ, หน้อย, หมด, หม่า, หรอ, หรือย้ง,
 หรือเปล่า, หรู, หลง, หวัด, หว่า, หา, หิว, หิวโหย, ออกหัก, อยาก, อยากรู้, อยากรู้ได้, อยุ่, อย่าง, อย่าง
 กระทั่ง, อย่างมาก, อย่างไร, อย่างไรบ้าง, อร่อย, ออก, ออกจาก, อะไร, อาหาร, อาหารจีน,
 อาหารทะเล, อาหารเจ, อาหารเย็น, อิตาเลียน, อิก, อือ, อื่น, อยุ่, โอศก, อ่อนนุช, อ่า, ฮัลโหล, ฮา, ,
 เก่า, เข้า, เค, เคย, เงิน, เงินสด, เงินเดือน, เจ, เจอ, เจ้านาย, เฉพาะ, เดิน, เดินทาง, เดิม, เดียว, เด็ก,
 เต็ด, เต็ม, เท, เทศกาล, เทียงตรง, เท่าไหร่, เธอ, เบอร์, เปย์, เปลี่ยน, เปลี่ยนเป็น, เปลี่ยนใจ,
 เปลี่ยนไป, เปิด, เป็น, เป็นมา, เป็นแถว, ฝื่อ, เพราะ, เฟ็ง, เฟ้ม, เฟ้มจำนวน, เฟ้มเดิม, เฟื่อ, เฟื่อน,
 เมนู, เมื่อ, เยอะ, เยี่ยม, เย็น, เรา, เร็ด, เรียน, เรือง, เลย, เลียง, เลือก, เล็ก, เวลาทำการ, เสร็จ,
 เส้นทาง, เหงา, เทรอ, เหลือ, เอ, เอกมัย, เออ, เอา, แก๊งค์, แค, แค่นี้, แชร้, แชลมอน, แชบ, แต่, แต่
 ว่า, แต่, แถว, แถวๆ, แทน, แนะนำ, แบบ, แปะ, แป้ง, แผนที่, แพง, แพ้, แฟน, แม่, และ, แล้ว, แล้ว
 กัน, แหละ, แอด, โดน, โดนใจ, โต๊ะ, โทร, โปร, โปรตีน, โปรโมชัน, โมง, โท, โทย, โอเค, ไก่, ใจดี, ใจ
 มา, ไซ, ไซได้, ใหม่, ให้, ให้เงิน, ไก่ทอด, ได้, ได้ยิน, ได้ราคา, ไป, ไม่, ไม่ต้อง, ไม่ทัน, ไม่มี, ไม่อร่อย,
 ไม่เคย, ไม่เอา, ไม่ได้, ไม่ไหว, ไร, ไว้, ไห, ไหน, ไหม, ไอศกรีม, ๆ

บรรณานุกรม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวรณณ รอบโลก
วัน เดือน ปี เกิด	13 ธันวาคม 2533
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	บริหารธุรกิจบัณฑิต (บช.บ.) สาขาวิชาการธนาคารและการเงิน คณะ พาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2556
ที่อยู่ปัจจุบัน	142/29 เมโทรพาร์ค คอนโด โครงการ 1 ตึก H แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160
ผลงานตีพิมพ์	R. Robloke and B. Kijirikul, “A Task-Oriented Dialogue Bot Using Long Short-Term Memory with Attention for Thai Language”, 2019 International Conference on Algorithms, Machine Learning and Signal Processing (AMLSP 2019)