

ระบบวางแผนการเดินทางด้วยเสียงผ่านกระบวนการประมวลผลทาง
ภาษาธรรมชาติ

Voice Controlled Trip Planner System Using Natural Language Processing



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
พ.ศ.2563

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบวางแผนการเดินทางด้วยเสียงผ่านกระบวนการประมวลผลทาง
ภาษาธรรมชาติ

Voice Controlled Trip Planner System Using Natural Language Processing



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเผยแพร่ไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
พ.ศ.2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวางแผนการเดินทางด้วยเสียงผ่านกระบวนการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ
Voice Controlled Trip Planner System Using Natural Language Processing

ผู้จัดทำ นางสาว พรทิพย์ ศรีวีรกุล รหัสประจำตัว 60010658

นาย ศุภกิตติ์ กุลไพศาล รหัสประจำตัว 60010994

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



Sumet Wisitwan

(ผศ.ดร.สุเมธ วิศยทัตถิณ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบวางแผนการเดินทางด้วยเสียงผ่านกระบวนการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ
นักศึกษา	นางสาว พรทิพย์ ศรีวรรกุล รหัสประจำตัว 60010658 นาย ศุภกิตต์ กุลไพศาล รหัสประจำตัว 60010994
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.สุเมฆ วิศยทักษิณ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ให้นักศึกษาได้มีโอกาสฝึกทักษะ ความรู้ในเชิงปฏิบัติ และ ออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง ภายในโครงงานฉบับนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบวางแผนการเดินทางด้วยเสียงผ่านกระบวนการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ โดยมีการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบนระบบแอนดรอยด์(Android) ที่สร้างขึ้นด้วยภาษา Dart โดยระบบจะเก็บข้อมูลเสียงจากผู้ใช้จากแอปพลิเคชัน จากนั้นจะส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์และนำมาผ่านโปรแกรมประมวลผลทางภาษาธรรมชาติเพื่อวิเคราะห์หาคำสำคัญ จากนั้นนำคำสำคัญไปสืบค้นข้อมูลบนเบราว์เซอร์โดยใช้เครื่องมือเว็บไควร์เวอร์ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตให้อัตโนมัติ จากนั้นเก็บข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นนำมาประมวลผลหาทางเลือกที่ดีที่สุดให้กับผู้ใช้ จากนั้นส่งผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นสู่เซิร์ฟเวอร์เพื่อส่งให้ผู้ใช้บนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Voice Controlled Trip Planner System Using Natural Language Processing
Student	Miss Phonthip Srivorakul Student ID 60010658 Mr. Supakit kunpaisal Student ID 60010994
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2020
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Sumek Wisayataksin

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to improve practical knowledge, hand skills and project design. This project presents the design of voice-controlled trip planner system using natural language processing which display on Android based mobile application created from Dart language. The application collects information from user and upload to server. Then, the information is downloaded to distinguish for keywords by natural language processing. After that, the keywords are sent to search for information from browser automation tool called WebDriver. The processed information is uploaded to server and displayed on mobile application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุเมธ วิทยทักษิณ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณนาย จิรนนท์ บุญอยู่ พี่ที่เคารพ เพื่อน ๆ ในห้องปฏิบัติการทุกคนที่คอยให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือ และกำลังใจตลอดการทำโครงการนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดี จนในที่สุดทำให้รายงานเล่มนี้สำเร็จลงได้



พรทิพย์ ศรีวรกุล
ศุภกิตติ์ กุลไพศาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VII
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....	1
1.3 สมมติฐาน.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	3
2.1 การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP).....	3
2.1.1 ภาษาประดิษฐ์ กับ ภาษาธรรมชาติ.....	3
2.1.2 สถาปัตยกรรมของระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ.....	3
2.1.3 แนวทางหลักในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ.....	4
2.1.4 การตัดคำ (Tokenization).....	4
2.1.5 แยกประเภทชนิดของคำในประโยค (POS).....	5
2.1.6 กระบวนการหาตำแหน่งและจัดหมวดหมู่คำ (NER).....	6
2.2 Markov Model (MM).....	6
2.3 Hidden Markov Model (HMMs).....	8
2.3.1 The Viterbi Algorithm.....	9
2.3.2 การทำงานของ HMM.....	11
2.4 แบบจำลองทางสถิติคอนดิชันนอลแรนดอลฟิลด์ส (CRFs).....	11
2.5 ความแตกต่างระหว่าง HMMs และ CRFs.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 API.....	14
2.6.1 ส่วนประกอบของ APIs.....	14
2.6.2 การใช้งาน APIs.....	14
2.7 Python.....	14
2.8 Dart.....	15
2.9 โปรแกรมที่ใช้งาน.....	16
2.9.1 ซีลีเนียม(Selenium).....	16
2.9.1.1 Selenium IDE.....	17
2.9.1.2 Selenium client API.....	17
2.9.1.3 Selenium WebDriver.....	17
2.9.1.4 Selenium Remote Control.....	17
2.9.1.5 Selenium Grid.....	17
2.9.2 PyThaiNLP.....	18
2.9.3 Scikit-learn.....	18
2.9.4 Flutter.....	19
2.9.5 Time.....	19
2.9.6 Google API.....	19
2.9.7 SQLite.....	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	21
3.1 แนวคิดของระบบที่นำเสนอ.....	21
3.2 ออกแบบระบบประมวลผล.....	21
3.2.1 เตรียมข้อมูล.....	22
3.2.2 สอนโมเดล (Training Set).....	23
3.2.3 ทดสอบโมเดล (Test set).....	24
3.3 วิเคราะห์ผล.....	24
3.4 ออกแบบการทำงานแอปพลิเคชัน.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.1 แนวคิดการออกแบบการทำงานแอปพลิเคชัน.....	25
3.4.2 การเรียกใช้ API.....	25
3.4.3 การใช้ Package ของแอปพลิเคชัน.....	26
3.4.4 การออกแบบ Widget.....	26
3.5 การสร้าง API.....	27
3.5.1 แนวคิดของการประมวลผลการเดินทาง.....	27
3.5.2 การทำงานของเว็บไดร์เวอร์.....	28
3.5.3 การใช้งานไดร์เวอร์และการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์.....	28
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	31
4.1 ระบบประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ.....	31
4.1.1 ผลการเตรียมข้อมูล.....	31
4.1.2 ผลการสอนโมเดล.....	31
4.1.3 ผลการทดสอบโมเดล.....	34
4.2 ระบบประมวลผลการเดินทาง.....	35
4.3 ระบบประมวลผลการเดินทาง.....	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	43
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	48
5.2 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....	49
เอกสารอ้างอิง.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	สถาปัตยกรรมของระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ..... 4
2.2	ตัวอย่างการตัดคำ Tokenization..... 5
2.3	ตัวอย่างการแยกชนิดของคำ Part of Speech..... 5
2.4	ตัวอย่างจัดหมวดหมู่คำของ Named-Entity Recognition..... 6
2.5	Markov Chains..... 7
2.6	State Diagram ของ HMMs..... 11
2.7	รูปภาพเปรียบเทียบแบบจำลอง HMMs, MEMMs และ CRF..... 12
2.8	ภาษา Python..... 15
2.9	ภาษา Dart..... 16
2.10	Selenium (Software)..... 17
2.11	SQLite..... 20
3.1	Diagram ของระบบ..... 21
3.2	การเตรียมข้อมูล Labeled data..... 22
3.3	ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ..... 22
3.4	ภาพแสดงการทำงานในส่วนของการเทรนโมเดล..... 23
3.5	ภาพแสดงการทำงานในส่วนของการวิเคราะห์ผล..... 24
3.6	ภาพแสดงการทำงานในส่วนของการทำงานแอปพลิเคชัน..... 25
3.7	โครงสร้างแต่ละ Widget ในแอปพลิเคชัน..... 26
3.8	การทำงานของประมวลผลการเดินทาง..... 27
3.9	การสื่อสารระหว่างเว็บไดร์เวอร์และเบราร์เซอร์..... 28
3.10	คำสั่งเปิดใช้งานไดร์เวอร์ ChromeDriver..... 28
3.11	คำสั่งเปิดเว็บไซต์ในไดร์เวอร์..... 29
3.12	การเปิด Inspect เพื่อดูตำแหน่งของวัตถุ (Element)..... 29
3.13	การทำงานของประมวลผลการเดินทาง..... 30
3.14	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลจากวัตถุ (Element) ด้วยการระบุ Name..... 30
4.1	ภาพแสดงส่วนการเทรน 20 ครั้ง..... 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.2	ภาพแสดงส่วนการเทรนครั้งที่ 251 ถึง 270.....	32
4.3	ภาพแสดงส่วนการเทรนครั้งที่ 935 ถึง 940.....	32
4.4	กราฟแสดงผลของค่า loss กับจำนวนครั้งการเทรน.....	33
4.5	ภาพแสดงผลการทดสอบโมเดล.....	34
4.6	คำสำคัญถูกนำไปค้นหาในเว็บไดร์เวอร์ www.wongnai.com.....	35
4.7	ผลการค้นหาแสดงสถานที่ต่าง ๆ.....	36
4.8	หน้าเว็บไซต์ของแต่ละสถานที่.....	36
4.9	ข้อมูลที่เก็บได้จากหน้าเว็บไซต์และผลการประมวลผลการเดินทาง.....	37
4.10	ภาพที่บันทึกได้จากเว็บไซต์ของสถานที่.....	37
4.11	คำสำคัญถูกนำไปค้นหาในเว็บไดร์เวอร์ www.wongnai.com.....	38
4.12	ผลการค้นหาของ ชาหุม ทงหล่อ.....	39
4.13	ข้อมูลที่เก็บได้จากหน้าเว็บไซต์และผลการประมวลผลการเดินทาง.....	39
4.14	ภาพแสดงผลส่วนหน้าลงชื่อเข้าใช้.....	41
4.15	ข้อมูลการลงทะเบียนผู้ใช้งาน.....	41
4.16	ภาพแสดงผลส่วนหน้าผู้ใช้งาน.....	42
4.17	แสดงผลส่วนในการส่งข้อมูล.....	42
4.18	แสดงผลส่วนส่งข้อมูลกลับมา.....	43
4.19	แสดงผลบนแอปพลิเคชัน.....	43
4.20	แสดงผลส่วนในการส่งข้อมูลไม่ตรงเงื่อนไข.....	44
4.21	แสดงผลบนแอปพลิเคชันเมื่อส่งข้อมูลไม่ตรงเงื่อนไข.....	44
4.22	เลือกเวลาที่ผู้ใช้ต้องการ.....	45
4.23	แสดงผลส่วนหน้าตารางเวลา.....	45
4.24	แสดงผลเมื่อทำการกดปุ่มแก้ไข.....	46
4.25	การแก้ไขบนแอปพลิเคชัน.....	46
4.26	ลบทารางเวลาออก.....	47
4.27	แสดงผลตารางเวลาปัจจุบัน.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ตารางแสดงค่าทรานซิชัน (Weight Transition).....	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

Natural Language Processing (NLP) เป็นสาขาหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) ที่ทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจภาษามนุษย์เพื่อวัตถุประสงค์ด้านการสื่อสารและวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นภาษา สาเหตุที่ต้องพัฒนา NLP เนื่องจากเดิมทีนั้นคอมพิวเตอร์ถูกออกแบบมาให้เหมาะกับการเข้าใจข้อมูลตัวเลขหรือรหัสที่มีความหมายหนึ่งชัดเจน ซึ่งไม่ตรงกับวิธีการสื่อสารของมนุษย์ซึ่งอาศัยภาษาเป็นหลัก และภาษามีความซับซ้อนกว่ารหัสที่ใช้กับคอมพิวเตอร์อย่างมาก NLP จึงเกิดขึ้นเพื่อลดช่องว่างในการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ NLP รองรับทั้งการอ่านและการฟังโดยอาศัยเทคโนโลยีอื่นเข้าช่วยในการประมวลผล เช่น Visual Recognition สำหรับอ่านข้อความ และใช้ Voice Recognition สำหรับฟังเสียง รวมถึงเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อแสดงผลให้มนุษย์ได้รับทราบ รวมถึงสามารถถ่ายทอดข้อมูลกลับมาหาเราทั้งในรูปแบบของข้อความและเสียง การนำเทคโนโลยี Natural Language Processing มาประยุกต์ใช้จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีความหลากหลาย จึงนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการเดินทางควบคู่กับ Web driver และ Web scraping โดยมีแอปพลิเคชันเป็นหน้าจอผู้ใช้งานบนระบบ Android ที่สามารถรับสัญญาณเสียงจากผู้ใช้ได้ จากนั้นนำมาแปลงให้เป็นข้อความเพื่อนำไปประมวลผลด้วยกระบวนการประมวลผลทางภาษาระบบคอมพิวเตอร์ผ่านเซิร์ฟเวอร์เพื่อแยกความหมายของคำแต่ละคำในประโยค จากนั้นนำคำมาค้นหาผ่านเว็บไซต์เพื่อหาสถานที่ที่ต้องการและข้อมูลเพิ่มเติมมาประมวลผลในการวางแผนการเดินทางและนำมาแสดงผลให้กับผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน โดยใช้เว็บไซต์ www.wongnai.com ในการค้นหาสถานที่ต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของกระบวนการประมวลผลทางภาษาระบบคอมพิวเตอร์
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ (Web scraping)
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการควบคุมเว็บไซต์อัตโนมัติ (Web driver)
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลผ่านเซิร์ฟเวอร์ (Server)
- 1.2.5 เพื่อศึกษาการสร้างแอปพลิเคชันบนระบบ Android

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.2.6 เพื่อศึกษาและฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมภาษา Python , Dart และ HTML

1.2.7 เพื่อเสริมทักษะการนำเสนอชิ้นงาน

1.3 สมมติฐาน

1.3.1 มีความรู้ความเข้าใจในการทำงานของกระบวนการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ

1.3.2 พัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม

1.3.3 สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างเซิร์ฟเวอร์และแอปพลิเคชันได้

1.3.4 สามารถนำเสนอโครงการได้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1.4.1.1 สามารถทำงานบนระบบ Android ได้

1.4.1.2 สามารถรับสัญญาณเสียงและแปลงเป็นข้อความได้

1.4.1.3 สามารถส่งข้อมูลผ่านเซิร์ฟเวอร์เพื่อติดต่อกับโปรแกรมประมวลผลได้

1.4.1.4 สามารถแสดงผลการประมวลผลผ่านหน้าจอผู้ใช้ได้

1.4.2 โปรแกรมประมวลผลที่มีคุณสมบัติดังนี้

1.4.2.1 สามารถวิเคราะห์ความหมายและแยกกลุ่มด้วยกระบวนการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติได้

1.4.2.2 สามารถควบคุมเว็บไซต์อัตโนมัติและดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ได้

1.4.2.3 สามารถส่งข้อมูลผ่านเซิร์ฟเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันได้

1.4.2.4 สามารถนำข้อมูลมาประมวลผลวางแผนการเดินทางได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในเชิงปฏิบัติได้

1.5.2 พัฒนาระบบการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และออกแบบชิ้นงานได้

1.5.3 สามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตัวเองได้

1.5.4 สามารถพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม

1.5.5 เพิ่มทักษะการนำเสนอชิ้นงานและการทำโครงการ

1.5.6 ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากทำโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP)

การประมวลผลภาษาธรรมชาติหรือภาษามนุษย์ (Natural Language Processing : NLP) เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่พยายามจำลองความฉลาดของมนุษย์ให้กับคอมพิวเตอร์อันได้แก่ การแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล การเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งการสื่อสารด้วยภาษามนุษย์

เป้าหมายของการประมวลผลภาษาธรรมชาติ คือ การทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจ และโต้ตอบกับผู้ใช้ด้วยภาษาของผู้ใช้เอง ภาษาธรรมชาติมี 2 แบบ คือ แบบเสียง หรือ ภาษาพูด (Speech) และแบบอักษรหรือภาษาเขียน (Text)

2.1.1 ภาษาประดิษฐ์ กับ ภาษาธรรมชาติ

ภาษาประดิษฐ์ (Artificial Language) เป็นภาษาที่เราสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานเฉพาะด้าน และอยู่ในวงจำกัด เช่น ภาษาลอจิก ภาษาคณิตศาสตร์ ภาษาโทรเลข ภาษาโปรแกรม เป็นต้น นอกจากนี้ ภาษาประดิษฐ์ยังเป็นภาษาที่เราสามารถควบคุมได้อย่างสมบูรณ์ทั้งในคำศัพท์ (Vocabulary) ด้านวากยสัมพันธ์ (Syntax) และทางด้านความหมาย (Semantic)

ภาษาธรรมชาติ (Natural Language) เป็นเครื่องมือที่มนุษย์ถ่ายทอดความคิดและสื่อสารในชีวิตประจำวัน ภาษาธรรมชาติเป็นภาษาที่ไม่สามารถควบคุมให้มีลักษณะจำกัด ยอมให้มีความผิดพลาดได้ มีความกำกวม และเป็นภาษาที่สื่อความหมายได้โดยไม่จำเป็นต้องมีความชัดเจน ซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับ ภาษาประดิษฐ์

2.1.2 สถาปัตยกรรมของระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ

ในการประมวลผลภาษาธรรมชาติจะต้องมีฐานความรู้ และการตีความประโยค ซึ่งใช้ความรู้ทางภาษา ประกอบไปด้วยคำศัพท์และไวยากรณ์ ความรู้ที่จำเป็นด้านอื่น (Non-linguistic Knowledge) ไม่ว่าจะเป็นความรู้ทั่วไป (World Knowledge) ความรู้เฉพาะด้าน (Domain Knowledge) เพื่อใช้ในการแปลความหมายที่แท้จริง

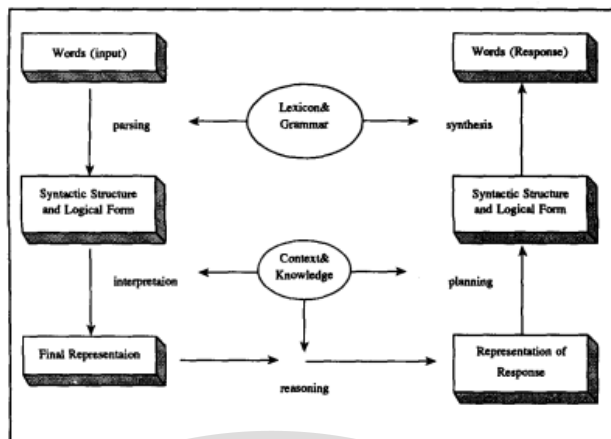
สถาปัตยกรรมของระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ ถูกประกอบขึ้นจาก การทำความเข้าใจ

เข้าใจภาษา (Natural Language Understanding) และ การสร้างภาษา (Natural Language Generation) แสดงดังรูป 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในเชิงพาณิชย์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ

2.1.3 แนวทางหลักในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ

ในปัจจุบันแนวทางในการประมวลผลภาษาธรรมชาติที่นิยมใช้มี 2 แนวทาง ได้แก่ แนวทางอิงความรู้ (Knowledge based หรือ AI approach) และแนวทางอิงสถิติ (Statistical based หรือ Corpus based approach) โดยเทคนิคที่ต้องการในแต่ละแนวทางจะแตกต่างกันไป เช่น แนวทางอิงความรู้ เทคนิคที่ต้องการคือ การแทนความรู้ (Knowledge Representation) การใช้และการจัดการความรู้ (Reasoning and Knowledge Manipulation) เพื่อแก้ปัญหาความกำกวมของภาษาทุกระดับ ในทำนองเดียวกัน ในแนวทางอิงสถิติ ต้องการคลังประโยคขนาดใหญ่ และเทคนิคทางสถิติและความน่าจะเป็น เพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการขยายตัวของระบบเพื่อประมวลผลภาษาที่ใช้จริง

ปัจจุบันได้มีการใช้แนวทางแบบผสม (Hybrid approach) เป็นแนวทางที่ผสมเทคนิคระหว่างเทคนิคปัญญาประดิษฐ์และเทคนิคทางสถิติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาที่พบในระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ และยังมีการศึกษาาระบบภาษาที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น ศึกษาว่าคนเราใช้ภาษาอย่างไร มีวิธีเรียนรู้และเข้าใจภาษาอย่างไร โดยแนวทางนี้เรียกว่า จิตภาษาศาสตร์เชิงคำนวณ (Computational Psycholinguistic)

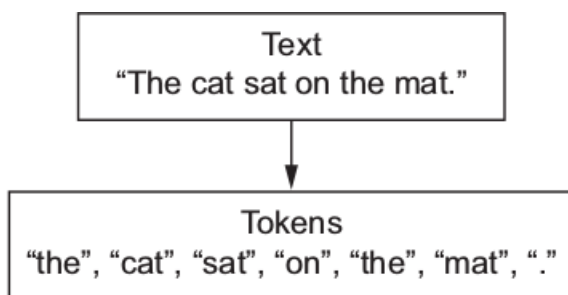
2.1.4 การตัดคำ (Tokenization)

หลักการการตัดคำเป็นหลักการพื้นฐานของการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ โดยนำประโยคหรือข้อความยาวๆ มาแยกออกเป็นคำ ๆ เพื่อนำไปใช้งานในการวิเคราะห์ทางภาษาอื่นๆต่อ เช่น Parsing , Part of Speech (POS) , Named-Entity Recognition (NER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

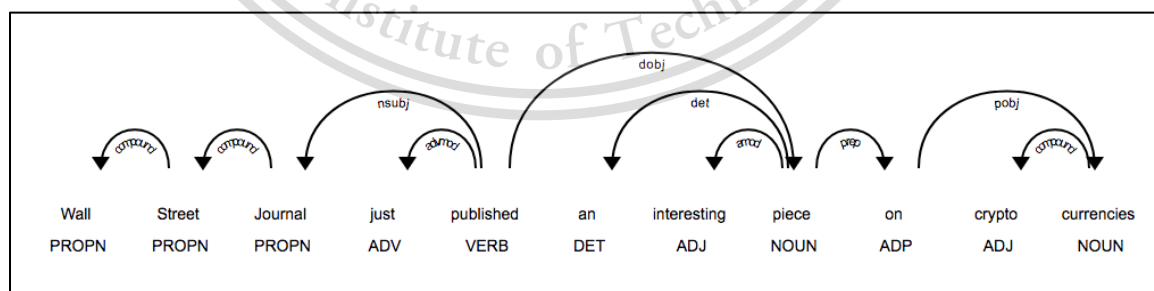


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการตัดคำ Tokenization

2.1.5 แยกประเภทชนิดของคำในประโยค (POS)

Part of Speech (POS) คือ การแยกประเภทหรือสิ่งที่อธิบายว่าคำในประโยคถูกใช้อย่างไร โดยประเภทที่ถูกแยกออกอย่างหลักๆ มี 8 ประเภท ได้แก่

- คำนาม (nouns)
- คำสรรพนาม (pronouns)
- คำคุณศัพท์ (adjectives)
- คำกริยา (verb)
- คำกริยาวิเศษณ์ (adverb)
- คำบุพบท (prepositions)
- คำสันธาน (conjunction)
- คำอุทาน (interjection)



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการแยกชนิดของคำ Part of Speech

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.6 กระบวนการหาตำแหน่งและจัดหมวดหมู่คำ (NER)

Named-Entity Recognition (NER) คือ กระบวนการในการหาตำแหน่ง และจัดหมวดหมู่ของกลุ่มคำ ที่อยู่ในเอกสาร เช่น ชื่อคน ชื่อองค์กร สถานที่ จำนวนเงิน

Named Entity Recognition:

<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> Date Time Location Person </div>
<p>1. At the W party <u>Thursday night</u> at <u>Chateau Marmont</u>, <u>Cate Blanchett</u> barely made it up in the elevator.</p>

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างจัดหมวดหมู่คำของ Named-Entity Recognition

2.2 Markov Model (MM)

แบบจำลองมาร์คอฟ เป็นแบบจำลองที่นำแนวความคิดในเรื่องความน่าจะเป็นมาใช้ในการพยากรณ์โดย จะพยากรณ์โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ในอนาคต โดยใช้ข้อมูลของเหตุการณ์ในปัจจุบัน เช่น การพยากรณ์หรือประมาณส่วนแบ่งตลาดของสินค้ายี่ห้อ A ในเดือนหน้า และประมาณโอกาสที่ลูกค้าที่เคยซื้อยี่ห้อ A จะเปลี่ยนไปซื้อยี่ห้อ B แทน หรือประมาณว่าโอกาสที่เครื่องจักรจะใช้งานได้ใบสัปดาห์หน้าจะยังคงใช้ได้ดีในสัปดาห์หน้าหรือไม่ ซึ่งถูกคิดค้นโดย อังเดร เอ.มาร์คอฟ (Andrei A. Markov) นักคณิตศาสตร์ชาวรัสเซีย โดยเน้นให้ความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาหมายความว่าเมื่อเวลาผ่านไปบุคคลอาจจะตกอยู่ในสถานะเดิมหรือ เปลี่ยนไปเป็นสถานะอื่นก็ได้ รูปแบบพื้นฐานของ Markov Model

$$p(\underline{x} = \underline{x}) = \prod_{i=1}^d p(x_{(i)} = x_{(i)} | x_{(i-1)} = x_{(i-1)}) \quad (2.1)$$

โดยที่

ตัวแปร \underline{x} แทน Random Variable

ตัวแปร x แทน Actual value จากการเก็บข้อมูลจริง

โดยที่ ลำดับเหตุการณ์ที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุด จะมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปแบบพื้นฐานของ Markov Model ต้องอาศัยความน่าจะเป็นที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 2 ค่า คือ ค่าความน่าจะเป็นทรานซิชัน (Transition probability) และ ความน่าจะเป็นเริ่มต้นของเหตุการณ์ (Initial probability) โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

สมการ Transition probability

$$p_{s|t} = p(x_{(i)} = s | x_{(i-1)} = t) \quad (2.2)$$

สมการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ s เมื่ออดีตเกิดเหตุการณ์ t โดยที่

ตัวแปร s แทน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ตัวแปร t แทน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต

สมการ Initial probability

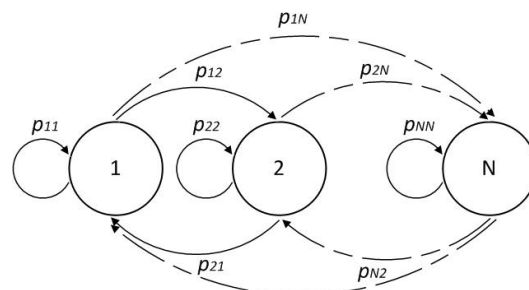
$$p_s = p(x_{(1)} = s) \quad (2.3)$$

สมการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ s ขึ้น

โดยที่

ตัวแปร s แทน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

จากรูปแบบพื้นฐานของ Markov Model เราจะสามารถสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกมาเป็น State Diagram ของความน่าจะเป็นทั้งหมด เรียกว่า ‘ Markov Chains ’ ดังรูป 2.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ^{pn1} เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.5 Markov Chains
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แบบจำลองมาร์คอฟเป็นแบบจำลองที่มีประโยชน์และมีความสำคัญสำหรับการวิเคราะห์การตัดสินใจ โดยเฉพาะการตัดสินใจเชิงนโยบายที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจอย่างครบถ้วน แบบจำลองมาร์คอฟสามารถใช้ได้ทั้งสำหรับการจำลองหรือการพยากรณ์เกี่ยวกับสภาพอากาศ, ด้านการผลิต, ด้านการเงิน หรือการเลือกรูปประโยคของประโยคนั้น ๆ นอกจากนี้ แบบจำลองมาร์คอฟสามารถถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าในประโยคได้ดีกว่าแบบจำลองแผนภูมิต้นไม้ แต่ก็มีการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนกว่าเช่นกัน

2.3 Hidden Markov Model (HMMs)

แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเป็นแบบจำลองมาร์คอฟทางสถิติโดยมีสมมติฐานว่าระบบจำลองนั้นเกิดกระบวนการมาร์คอฟกับสถานะที่ยังไม่ได้สังเกตการณ์ (ซ่อนอยู่) แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟอาจมองง่าย ๆ ว่าเป็นเครือข่ายแบบเบย์พลวัต นักวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังการพัฒนาแบบจำลองนี้คือ ลีโอ นาร์ต ดี. เบิร์ม นักคณิตศาสตร์ชาวอเมริกันและเพื่อนร่วมงาน

ในแบบจำลองมาร์คอฟอย่างง่ายนั้น ผู้สังเกต (observer) จะมองเห็นสถานะ (state) ได้โดยตรง ดังนั้นตัวแปรเดียวที่มีอยู่คือความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะ แต่ในแบบจำลองมาร์คอฟซ่อนเร้น ผู้สังเกตไม่สามารถมองเห็นสถานะได้โดยตรง แต่จะมองเห็นผลลัพธ์ (output) ได้โดยผลลัพธ์ที่ออกมาขึ้นอยู่กับสถานะ แต่ละสถานะก็มีการกระจายความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้น ลำดับของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะทำให้เราได้ข้อมูลเกี่ยวกับลำดับของสถานะได้เช่นกัน ทั้งนี้ คำว่า 'ซ่อนเร้น' นั้นหมายถึงลำดับของสถานะที่แบบจำลองผ่านไป ไม่ใช่ตัวแปรของแบบจำลอง แบบจำลองยังถูกเรียกว่าแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟหรือแบบจำลองมาร์คอฟซ่อนเร้นแม้ว่าตัวแปรเหล่านี้จะทราบแน่ชัดแล้ว

Hidden Markov Model ประกอบไปด้วย เซตของ 'State' ในแต่ละ State จะมีชุดความน่าจะเป็นอยู่ 2 ชุดคือ ความน่าจะเป็นในการสังเกต หรือความน่าจะเป็นระหว่างการเกิดขึ้นของ State และ Observation (Emission probability) และ ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนจาก State ไปอีก State อื่น หรือความน่าจะเป็นทรานซิชัน (Transition probability)

ในกรณีทั่วไป HMM ยังจะประกอบด้วยชุดของความน่าจะเป็นในการเลือก State อีกชุดหนึ่ง ซึ่งในการสร้างข้อมูลนั้นเราเริ่มจากเลือก State ตั้งแต่ต้นโดยการสุ่ม State ตามค่าความน่าจะเป็นชุดนี้ หรือเรียกว่า Initial state probability

ดังนั้นเราสามารถเขียนค่าความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ระหว่าง Observation กับ Hidden state ได้ดังสมการที่ (2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$p(x, X) = p(\underline{x} = x | \underline{X} = X) \cdot p(\underline{X} = X) \quad (2.4)$$

โดยที่

\underline{X} แทน สถานะของ Hidden State

\underline{x} แทน สถานะของ Observation

สมการ Transition probability

$$p_{S|T} = p(\underline{X}_{(i)} = S | \underline{X}_{(i-1)} = T) \quad (2.5)$$

โดยที่

ตัวแปร S แทน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ตัวแปร T แทน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต

สมการ Initial state probability

$$p_X = p(\underline{X}_{(1)} = X) \quad (2.6)$$

และสมการ Emission probability

$$p_{x|X} = p(\underline{x}_{(i)} = x | \underline{X}_{(i)} = X) \quad (2.7)$$

2.3.1 The Viterbi Algorithm

ในการใช้งาน Hidden Markov Model (HMM) จำเป็นต้องใช้ Viterbi Algorithm เพื่อระบุลำดับของ Hidden State ที่เป็นไปได้มากที่สุดจาก Observations ที่เราเก็บข้อมูลมาได้ โดยลำดับที่เป็นไปได้มากที่สุดเรียกว่า Viterbi Path

กำหนดให้ Initial probability ของ State i แทนค่าด้วย π_i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า

$$p_X = \pi_i \quad (2.8)$$
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Transition probability ระหว่าง state i และ state j สามารถเขียนได้ดังสมการ (2.9)

$$p_{S|T} = a_{i,j} \quad (2.9)$$

ลำดับของ Observations ที่เก็บได้ คือ

$$S_1, S_2, \dots, S_T \quad (2.10)$$

ลำดับที่เป็นไปได้มากที่สุดของ Hidden State

$$x_1, x_2, \dots, x_t \quad (2.11)$$

Viterbi path หรือความน่าจะเป็นของแต่ละ State ถัดไป สามารถหาได้จากสมการ (2.12) และ (2.13)

$$V_{(1,k)} = P(S_1|k) \cdot \pi_i \quad (2.12)$$

$$V_{(t,k)} = P(S_1|k) \max_{i \in N} (a_{(i,k)} V_{(t-1,i)}) \quad (2.13)$$

โดยที่

$V_{(t,k)}$ คือความน่าจะเป็นที่เป็นไปได้มากที่สุดเมื่อ path นั้นมี state k อยู่
เมื่อคำนวณความน่าจะเป็นสำหรับทุกสถานะ จะทำการย้อนกลับเพื่อสรุป Hidden state ในแต่ละ
ช่วงเวลา โดยการเลือก Hidden state ที่มีความน่าจะเป็นสูงที่สุด ตามสมการ (2.14) และ (2.15)

$$X_T = \operatorname{argmax}_{x \in S} (V_{(T,x)}) \quad (2.14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

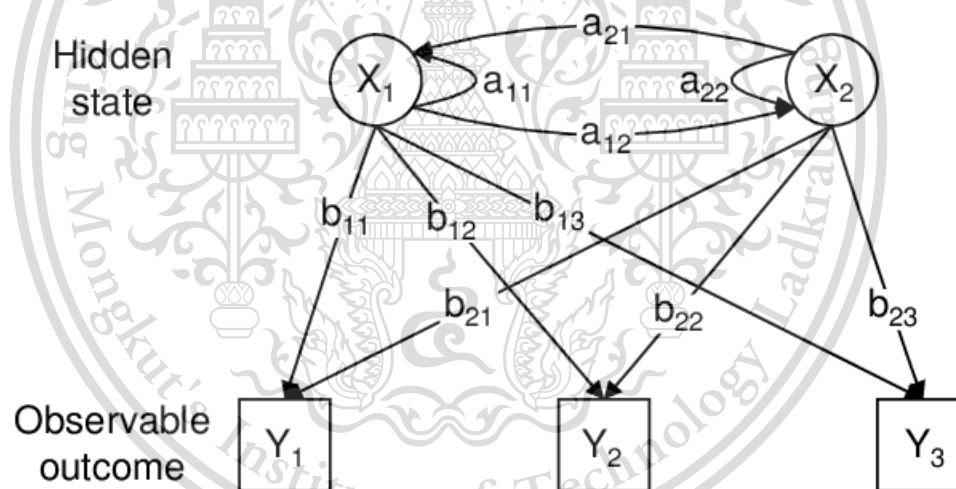
$$X_{t-1} = Ptr(x_t, t) \quad (2.15)$$

โดยที่

$Ptr(x_t, t)$ คือ ฟังก์ชันที่คืนค่าของ Hidden State

2.3.2 การทำงานของ HMM

เริ่มการทำงานโดยกำหนดค่าจำนวนสถานะ ขนาดของตัวสังเกตการณ์ ตั้งแต่เริ่มแรกของการสร้างแบบจำลองและเริ่มระบุค่าความน่าจะเป็นแบบ Emission probability และ Transition probability หลังจากนั้น สร้างลำดับของ Observation (Observation Sequence) และทำตามกระบวนการของ HMM จะได้ State Diagram ของความน่าจะเป็นทั้งหมดดังรูป 2.3



รูปที่ 2.6 State Diagram ของ HMMs

2.4 แบบจำลองทางสถิติคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์ส (CRFs)

แบบจำลองทางสถิติคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์ส (Conditional random field : CRFs) เอาไว้ทำ Labeling และการทำ Segmentation สำหรับข้อมูลแบบลำดับ (Sequence Data) คือการใช้

Hidden Markov Models (HMMs) หรือ เครื่องที่ทำงานตามสถานะจำกัด ตามความน่าจะเป็น (Probabilistic Finite-state Automata) เพื่อที่จะระบุลำดับที่เป็นไปได้จาก ประเภทข้อมูลนำเข้า ซึ่ง

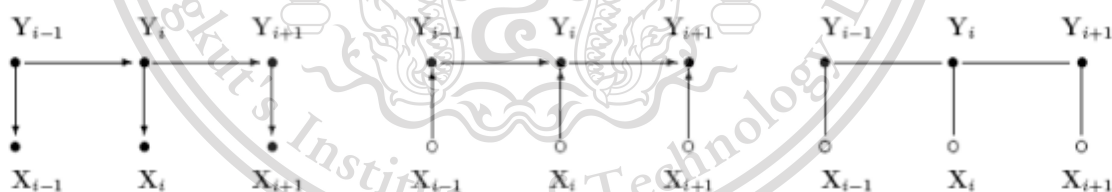
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อาจแทนด้วยรูปแบบ, สัญลักษณ์หรือ คุณสมบัติ (Features) ที่กำหนด โดย ที่รูปแบบที่ถูกสร้างจาก Hidden Markov Models (HMMs) นั้น สามารถถูกกำหนดด้วยการกระจาย ความน่าจะเป็นร่วมกันของ ตัวแปรเชิงสุ่ม X และ Y โดยที่ X คือข้อมูลนำเข้า (Observation Sequence) ส่วน Y คือลักษณะเฉพาะ หรือผลลัพธ์ (Label Sequence) ซึ่งตรงกับคุณสมบัติของข้อมูลนำเข้า X

แบบจำลอง Hidden Markov Models (HMMs) ซึ่งมีลักษณะ เป็น Generative models ที่อาศัยค่าความน่าจะเป็นร่วม (Joint probability) ระหว่างข้อมูลเข้ากับ ผลหรือเลเบลที่ออกมา จึงมี ปัญหาว่าไม่สามารถจับความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกันในข้อมูลเข้าได้เพราะ คุณสมบัติต่าง ๆ เป็นอิสระต่อกัน แบบจำลองที่ลดปัญหา ดังกล่าวได้คือแบบจำลอง Maximum Entropy Markov Models (MEMMs) ที่มีลักษณะเป็น Discriminative models ที่อาศัยค่าความน่าจะเป็นแบบ เงื่อนไข (Conditional probability) ของผล หรือสายของเลเบล (Label sequence) แบบต่าง ๆ เมื่อ พบสายข้อมูลเข้า (Observation sequence) ซึ่งทำให้จับความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่าง ๆ ในข้อมูล ที่พบได้แต่แบบจำลอง MEMMs ก็ยังพบปัญหาที่เรียกว่า label biased เพราะการตัดสินใจ ผล ณ สภาวะใด ขึ้นกับสภาวะ ปัจจุบันและสายข้อมูลที่พบ (Observation sequence) เท่านั้น สภาวะอื่น ๆ ทั้งหมดใน แบบจำลองไม่มีผลต่อการคำนวณค่าความน่าจะเป็น แบบจำลอง CRFs ที่เสนอโดย Lafferty et al. (2001) เป็นแบบจำลองที่ลดปัญหาที่ว่านี้

เมื่อนำแบบจำลองทั้ง 3 แบบมาเปรียบเทียบกันจะได้ดังภาพที่ 2.4



รูปที่ 2.7 รูปกราฟเปรียบเทียบแบบจำลอง HMMs, MEMMs และ CRF

จากภาพ X คือ สายข้อมูลที่พบ (Observation sequence) และ Y คือ สายของผล (Label sequence) HMMs และ MEMMs มีลักษณะเป็นกราฟระบุทิศทาง (Directed graphical model) โดย HMMs มีลักษณะเป็น Generative model คือใช้การแจกแจงร่วม (Joint probability distribution) สำหรับตัวแปร X และตัวแปร Y แทนด้วย $P(X, Y)$ คือ ตัวแปร X จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ ตัวแปร Y หรือ สายข้อมูลนำเข้า ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสายของผลลัพธ์ ส่งผลให้ Y จะเป็นตัวกำหนดให้เกิดลำดับของ X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการสื่อสารเท่านั้น ไม่สามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และสำหรับ MEMMs และ CRFs นั้นมีลักษณะเป็น Discriminative model โดยการใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข $P(X|Y)$ สำหรับแบบจำลอง CRFs นั้นเป็นกราฟที่ไม่ระบุทิศทาง (Undirected graphical model) จึงแตกต่างจาก MEMMs ที่ CRFs หาค่าความน่าจะเป็นของเลเบลถัดไปโดยนำเลเบลก่อนหน้าทั้งหมดที่มีลำดับเหตุการณ์เป็นเงื่อนไขมาคำนวณด้วย

เมื่อนำเอา CRFs มาเขียนเป็นสมการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข แบบห่วงโซ่ตรง (Linear-chain)

$$p(y|x) = \frac{1}{Z(x)} \exp \left(\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k f_k(y_{t-1}, y_t, x, t) \right) \quad (2.16)$$

โดยที่

y คือ ลำดับของลาเบลหรือผลลัพธ์

x คือ ลำดับของเหตุการณ์หรือข้อมูลนำเข้า

$p(y|x)$ คือ ความน่าจะเป็นแบบเงื่อนไขของผลลัพธ์หรือสายของลาเบล

เมื่อกำหนดข้อมูลนำเข้า

λ_k คือ ค่าน้ำหนักของฟังก์ชันคุณสมบัติ $f_k(y_{t-1}, y_t, x, t)$ ซึ่งเป็นค่าประมาณกำหนดขึ้นมา

$f_k(y_{t-1}, y_t, x, t)$ คือ ฟังก์ชันคุณสมบัติที่ใช้กำหนดค่าตามลักษณะข้อมูลนำเข้า

t คือ ดัชนีระบุตำแหน่งลำดับของสถานะ ณ ขณะนั้น

T คือ ตำแหน่งของลำดับของสถานะที่ต่อเนื่องกันตั้งแต่ t_1, \dots, t_T

k คือ ดัชนีที่ระบุตำแหน่งของค่าน้ำหนักในตำแหน่งของเหตุการณ์นั้นๆ

K คือ จำนวนฟังก์ชันคุณสมบัติที่นำมาหาค่าน้ำหนักในตำแหน่งของเหตุการณ์นั้นๆ

$Z(x)$ คือ การปรับข้อมูลให้เข้ากับบรรทัดฐาน (Normalization)

2.5 ความแตกต่างระหว่าง HMMs และ CRFs

HMMs นั้นจะมีลักษณะเป็นกราฟระบุทิศทาง (Directed graphical model) และมีลักษณะเป็น Generative Model ที่ใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบร่วมซึ่งแทนด้วย $P(X, Y)$ คือ X (ข้อมูลนำเข้า)

จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ Y (ผลลัพธ์) ดังนั้น Y จะเป็นตัวกำหนดการเกิดลำดับของ X สำหรับ CRFs นั้นจะมีลักษณะเป็นกราฟไม่ระบุทิศทาง (Undirected graphical model) และมีลักษณะเป็น Discriminative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

model โดยที่ข้อมูลของ CRFs ไม่ได้เกิดจากการประมวลผลของแบบจำลอง แต่เป็นเงื่อนไขการกำหนดผลลัพธ์ โดยใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข $P(X|Y)$ โดยที่ X เกิดขึ้นก่อน Y CRFs นั้นจะทำการหาค่าของความน่าจะเป็นของ Y โดยใช้ Y ก่อนหน้าทั้งหมดเป็นเงื่อนไขมีการคำนวณน้ำหนักของคุณสมบัติต่างๆ จากสถานะที่แตกต่างกันจึงมีการปรับสมดุลให้ค่าไม่เอนเอียงไปสภาวะใดสภาวะหนึ่ง

2.6 API

Application Programming Interface หรือ API คือ คำสั่ง (Code) ที่อนุญาตให้ Software program สามารถสื่อสารระหว่างกันได้ หรือ ช่องทางการเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์หนึ่งไปยังอีกเว็บไซต์หนึ่ง โดยอาจเป็นการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับ Server หรือจาก Server หนึ่งเชื่อมต่อไปหาอีก Server หนึ่ง เพื่อให้ซอฟต์แวร์ภายนอกเข้าถึงและเปลี่ยนแปลงข้อมูลเว็บไซต์นั้น ๆ ได้

2.6.1 ส่วนประกอบของ APIs

APIs ถูกสร้างขึ้นจากส่วนสำคัญ 2 ส่วน

1. ข้อกำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง program อยู่ในลักษณะ document เพื่อบอกว่า request / response เป็นแบบใด
2. Software ที่เขียนขึ้นตามข้อกำหนด

2.6.2 การใช้งาน APIs

APIs ถูกใช้งานใน แอปพลิเคชันเพื่อสื่อสารกับผู้ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งรูปแบบการใช้งานหลักได้ 4 แบบ ดังนี้

1. Libraries and frameworks

API ที่ใช้เป็น Software Library เขียนขึ้นตาม document ในรูปแบบภาษาต่าง ๆ กัน

2. Operating Systems

API สามารถใช้งานในการสื่อสารระหว่าง application และ operating systems

3. Remote APIs

Remote APIs ทำให้ developer สามารถเข้าควบคุมทรัพยากรผ่านทาง protocol เพื่อให้มีมาตรฐานการสื่อสารเดียวกัน ถึงแม้ว่าจะเป็นคนละ technology

เช่น Database API สามารถอนุญาตให้ developer เข้ามาดึงข้อมูลใน database

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. Web APIs

นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เพราะอยู่ในกลุ่มของ HTTP และขยายออกไปสู่รูปแบบ XML และ JSON ซึ่งโดยรวมแล้วก็คืออยู่บน web service

2.7 Python

Python เป็นภาษาเขียนโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการเขียนโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป ภาษา Python นั้นสร้างโดย Guido van Rossum และถูกเผยแพร่ครั้งแรกในปี 1991 Python นั้นเป็นภาษาแบบ interpreter ที่ถูกออกแบบโดยมีแนวคิดที่จะทำให้โค้ดอ่านได้ง่ายขึ้น และโครงสร้างของภาษานั้นจะทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถเข้าใจแนวคิดการเขียนโค้ดโดยใช้บรรทัดที่น้อยลงกว่าภาษาอย่าง C++ และ Java ซึ่งภาษานั้นถูกกำหนดให้มีโครงสร้างที่ตั้งใจให้การเขียนโค้ดเข้าใจง่ายทั้งในโปรแกรมเล็กไปจนถึงโปรแกรมขนาดใหญ่

Python นั้นมีคุณสมบัติเป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกส์และมีระบบการจัดการหน่วยความจำอัตโนมัติและสนับสนุนการเขียนโปรแกรมหลายรูปแบบ ที่ประกอบไปด้วยการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ imperative การเขียนโปรแกรมแบบฟังก์ชัน และการเขียนโปรแกรมแบบขั้นตอน สิ่งเหล่านี้มีไลบรารีที่ครอบคลุมการทำงานอย่างหลากหลาย



รูปที่ 2.8 ภาษา Python

2.8 Dart

Dart เป็น ภาษาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาและสร้าง แอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มที่หลากหลายโดยได้ทั้ง Mobile, Desktop, Server และ Web และภาษา Dart ใช้ร่วมกับ Flutter ที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้าง UI ของ Google สามารถใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาษา Dart ถูกสร้างขึ้นโดย Google และปล่อยให้ใช้งานแบบ open source สามารถใช้งานโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โครงสร้างภาษาและประสิทธิภาพแบบภาษาเชิงวัตถุ ที่ใกล้เคียงกับ Java, C# และ C++ ภาษา Dart มีเป้าหมายหลักอยู่ 3 ประการ

1. สร้างภาษาโปรแกรมสำหรับเว็บที่เป็นภาษาเชิงโครงสร้าง แต่ก็ยืดหยุ่นเพียงพอ (structured yet flexible language)
2. สร้างภาษาที่นักพัฒนาคุ้นเคย ใช้งานได้เป็นธรรมชาติ และเรียนรู้ได้ง่าย
3. สร้างภาษาที่มีประสิทธิภาพสูงบนเบราว์เซอร์สมัยใหม่ทุกตัว และใช้ได้ตั้งแต่อุปกรณ์พกพาขนาดเล็กจนถึงเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 2.9 ภาษา Dart

2.9 โปรแกรมที่ใช้งาน

2.9.1 ซีลีเนียม (Selenium)

เป็นโปรแกรมโครงสร้างซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับทดสอบเว็บไซต์แอปพลิเคชัน ถูกสร้างขึ้นเพื่อทดสอบการทำงานของเว็บไซต์โดยไม่จำเป็นต้องศึกษาภาษา scripting language (Selenium IDE) และมีภาษา domain-specific language (Selenese) เพื่อให้โปรแกรมสามารถเขียนด้วยภาษาที่ยอดนิยมอื่น ๆ ได้ คือ ภาษา C#, ภาษา Groovy, ภาษา Java, ภาษา Perl, ภาษา PHP, ภาษา Python, ภาษา Ruby และภาษา Scala โดยสามารถใช้ทดสอบเบราว์เซอร์ยอดนิยมต่าง ๆ ปัจจุบัน Selenium สามารถใช้งานบนระบบ Windows, Linux และ macOS

โปรแกรม selenium ถูกพัฒนาโดย Jason Huggins ในปี 2004 เป็นเครื่องมือสำหรับใช้งานภายในบริษัท ThoughtWorks หลังจากที่ Paul Hammant เข้ามาร่วมทีมและพัฒนาโปรแกรมการทำงานที่สองจนกลายเป็น Selenium Remote Control (RC) จากนั้นโปรแกรมถูกเปิดใช้งานแบบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

open source ภายในปีนั้น ในปี 2005 Dan Fabulich และ Nelson Sproul ได้เสนอให้มีการพัฒนาโปรแกรม selenium อีกหลายซีรีส์ในบริษัท ThoughtWorks ในปี 2007 Huggins เข้าร่วมบริษัท Google ร่วมกับ Jennifer Bevan และพัฒนาโปรแกรม Selenium RC ต่อไป ในขณะเดียวกัน Simon Stewart ในบริษัท ThoughtWorks ได้พัฒนาเครื่องมือเบราว์เซอร์อัตโนมัติที่เรียกว่า WebDriver ในปี 2009 ในการประชุมระหว่างผู้พัฒนาใน Google test Automation Conference ได้ข้อสรุปในการรวมสองโครงการเข้าด้วยกันแล้วเรียกใหม่ว่า โครงการ Selenium WebDriver หรือ Selenium 2.0 ในปี 2008 Philippe Hanrigou บริษัท ThoughtWorks ได้จัดทำ Selenium Grid ที่สามารถอนุญาตให้ใช้งานในการทดสอบแบบ multiple selenium test ทั้งแบบ local หรือ remote system และลดระยะเวลาในการประมวลผล (execution time) และเปิดให้ใช้งานแบบ open source โดยโปรแกรม selenium ประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

2.9.1.1 Selenium IDE

เป็นสิ่งแวดล้อมสำหรับการพัฒนาแบบเบ็ดเสร็จ (Integrated development environment) สำหรับการทดสอบโปรแกรม Selenium ที่สามารถใช้งานได้บน Firefox Add-on และ Chrome Extension ประกอบไปด้วยความสามารถในการ บันทึก แก้ไข และ ดับกั ของการทดสอบ ถูกสร้างขึ้นโดย Shinya Kasatani และได้บริจาคให้กับโครงการ Selenium ในปี 2006 ยังไม่ได้รับความสนใจมากนักจนปี 2018 ได้รับความสนใจมากขึ้น

2.9.1.2 Selenium client API

แทนที่การเขียนโปรแกรมการทดสอบด้วยภาษา Selenese ด้วยการเขียนภาษาอื่น ๆ การทดสอบจะสื่อสารกับโปรแกรม Selenium ด้วยวิธี Selenium Client API ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Java, ภาษา C#, ภาษา Ruby, ภาษา JavaScript, ภาษา R และ ภาษา Python

2.9.1.3 Selenium WebDriver

เป็นโปรแกรมที่รับคำสั่งด้วยภาษา Selenese หรือ ภาษาที่รองรับอื่น ๆ ที่ผ่านการประมวลผลด้วย client API และส่งคำสั่งให้เบราว์เซอร์ เบราวน์เซอร์ในปัจจุบันส่วนมากให้การเข้าถึงโดยโปรแกรม selenium เช่น Firefox, Google Chrome, Internet Explorer, Safari or Microsoft Edge)

2.9.1.4 Selenium Remote Control

RC เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา Java รับคำสั่งสำหรับเบราว์เซอร์ HTTP ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมเว็บแอปพลิเคชันอัตโนมัติด้วยภาษาต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ได้แก่ ภาษา PHP, ภาษา Python, ภาษา Ruby, ภาษา .NET, ภาษา Perl และ ภาษา Java ในขณะที่ตัวควบคุม Java สามารถใช้งานกับ JavaScript (ด้วย Rhino engine)

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 2.9.1.5 Selenium Grid เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่รองรับให้ทดสอบการใช้งานเว็บไซต์เบราว์เซอร์บน remote machines ทำงานโดยมี central hub เป็นจุดศูนย์กลางโดยมีรายชื่อของเซิร์ฟเวอร์ที่ถูกจัดให้สามารถเข้าถึงเบราว์เซอร์ ทำให้สามารถเข้าถึงแบบขนานหรือ multiple machine ได้ เพื่อจัดการเบราว์เซอร์เวอร์ชันต่าง ๆ



รูปที่ 2.10 Selenium (Software)

2.9.2 PythaiNLP

คือ library แพคเกจของภาษาไพธอน (Python) ใช้สำหรับประมวลผลข้อมูล และการวิเคราะห์ทางภาษา คล้ายกับ NLTK แต่ใช้กับภาษาไทยโดยเฉพาะ มีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลาย เช่น Set ของ Character อักษรไทย คำไทย, เรียงคำภาษาไทย, ตัดคำภาษาไทย, วิเคราะห์ชนิดของคำทางไวยากรณ์, ตรวจสอบตัวสะกด, แก่คำผิด และ การสกัดนิพจน์เฉพาะหรือชื่อเฉพาะในประโยค (NER) ดังนี้

- ตัวอักษรไทย PyThaiNLP ประกอบไปด้วยชุดตัวอักษรภาษาไทยพร้อมใช้งาน เช่น พยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ เลขไทย และอักษรพิเศษอื่น ๆ และมีฟังก์ชันในการตรวจสอบว่า ข้อความ (String) เป็นภาษาไทย

- สามารถตรวจสอบข้อความ (String) ว่าเป็นภาษาไทยหรือไม่ และมีภาษาไทยทั้งหมดกี่ตัวอักษร
- สามารถเรียงลำดับคำตามพจนานุกรมไทยได้
- สามารถแปลงวันเดือนปีให้เป็น เวลาและวันที่ตามปฏิทินไทย ในรูปแบบพุทธศักราชได้
- สามารถสะกดเวลาในรูปแบบตัวเลขให้เป็นเวลาในรูปแบบตัวอักษรได้
- สามารถแบ่งประโยคให้เป็นคำได้ โดยใช้วิธี Tokenization
- สามารถแปลงคำอ่านออกเสียงในภาษาอังกฤษให้เป็นภาษาไทยได้ เช่น Maeo แมว
- สามารถเขียนคำอ่าน International Phonetic Alphabet system จากภาษาไทยได้
- สามารถแก้คำผิดของภาษาไทยได้
- สามารถเปลี่ยนเลขโรมันอาราบิกเป็นเลขไทยได้
- สามารถเปรียบเทียบเสียงอ่านของคำได้ เช่น รถ อ่านแบบเดียวกับ รด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- สามารถระบุหน้าที่ของค่าได้ เช่น เป็นประธาน กิริยา กรรม ฯลฯ
- สามารถระบุชื่อเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ได้
- สามารถระบุจำนวนเป็นปริมาณจากตัวเลขได้ เช่น หนึ่งล้าน 1000000

2.9.3 Scikit-learn

เป็น library แพคเกจของภาษาไพธอน (Python) สำหรับพัฒนาโปรแกรม Machine Learning ซึ่งมีฟังก์ชันต่างๆ เช่น การแบ่งประเภทข้อมูล, การแบ่งกลุ่มข้อมูล, การวิเคราะห์การถดถอย ถูกออกแบบโดย David Cournapeau ในปี 2007 และยังคงพัฒนาต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน

2.9.4 Flutter

เป็น Framework ที่ใช้สร้าง UI สำหรับ mobile application ที่สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ทั้ง iOS และ Android ในเวลาเดียวกัน โดยภาษาที่ใช้ใน Flutter นั้นจะเป็นภาษา dart ซึ่งถูกพัฒนาโดย Google และที่สำคัญคือเป็น open source ที่สามารถใช้งานได้แบบไม่เสียค่าใช้จ่าย จุดเด่นของ Flutter คือระบบ Hot Reload ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการ reload ให้สั้นลง ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น และสามารถใช้ร่วมกับ IDE ได้

2.9.5 Time

เป็น library ของภาษาไพธอน (Python) ใช้ในการกระทำที่เกี่ยวกับเวลา โดยมีฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องคือ datetime และ calendar สามารถใช้เก็บค่าเวลาและวันที่ในปัจจุบันได้ รวมถึงการกระทำที่ใช้เวลาต่าง ๆ เช่น รอ 10 วินาที เป็นต้น

2.9.6 Google API

เป็น API ของ Google เปิดให้นักพัฒนาระบบเรียกใช้งานในการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ของทาง Google เช่น การดึงข้อมูลแผนที่ (Google Maps API), ระยะเวลาการเดินทาง (Google Direction API) และอื่น ๆ

2.9.6.1 Maps SDK for Android

การเรียกใช้ Google Maps สำหรับแอปพลิเคชัน Android ด้วย Maps SDK โดยจะจัดการเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ Google Maps โดยอัตโนมัติและสามารถตอบสนองต่อการสัมผัสของผู้ใช้งานอีกด้วย

2.9.6.2 Direction API

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับ Direction API สามารถเข้าถึงเส้นทางในการเดินทางทุกรูปแบบ เช่น เดินทางด้วยรถยนต์, เดินทางด้วยจักรยานยนต์, เดินทางด้วยจักรยาน, เดินทางด้วยขนส่งสาธารณะ หรือ การเดินทางด้วยการเดิน API นี้สามารถระบุเส้นทางต่าง ๆ ได้ และสามารถแสดงบน Google Maps ได้

2.9.6.3 Distance Matrix API

Distance Matrix API สามารถเข้าถึงระยะทางและเวลาในการเดินทางของต้นทางและปลายทางโดยจะส่งข้อมูลกลับมาเป็นระยะทางทั้งหมดและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

2.9.7 SQLite

SQLite คือ Library ที่สามารถจัดการฐานข้อมูล โดยใช้ Syntax SQL เหมือนกับ MySQL ซึ่งจะเก็บข้อมูลไว้ภายในโทรศัพท์โดยไม่เกี่ยวข้องกับการใช้อินเทอร์เน็ตในการโหลดข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นมาแสดงผล และมีความสามารถในการ สร้างข้อมูลใหม่, ลบข้อมูล และ อัปเดตข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยหลักการและวิธีการที่ใช้ในงานวิจัย รวมทั้งข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับโปรแกรม กระบวนการวิเคราะห์

3.1 แนวคิดของระบบที่นำเสนอ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์รูปแบบของประโยคภาษาไทยที่ใช้สื่อสารในชีวิตประจำวัน โดยแปลงเสียงเป็นข้อความ (Speech to Text : STT) และนำข้อความที่ได้มาประมวลผลทางภาษธรรมชาติ (Natural Language Processing : NLP) โดยนำหลักการ ตัดคำของภาษา (Tokenization) , แยกประเภทของคำหรือชนิดของคำในประโยค (Part of Speech : POS) และ กระบวนการหาตำแหน่งและจัดหมวดหมู่คำ (Named-Entity Recognition : NER) มาวิเคราะห์และแยกคำประเภท การกระทำ (Activity) , สถานที่ (Location) , วันและเวลา (Date and Time) ในประโยคออกมาและนำไปเก็บข้อมูลและประมวลผลเพื่อวางแผนการเดินทาง

ระบบที่จัดทำขึ้นจะอยู่ในรูปแบบแอปพลิเคชัน (Application) ในสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และอาศัยการเชื่อมต่อกับระบบประมวลผลที่อยู่ในส่วนของการทำงานเบื้องหลังด้วยการเชื่อมต่อแบบเรียกใช้ (Application Programming Interface : API)

3.2 ออกแบบระบบประมวลผล

การออกแบบการประมวลผลทางภาษาทางธรรมชาติโดยอาศัยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ เตรียมข้อมูล (Prepare data), สอนโมเดล (Training Set) , ทดสอบโมเดล (Test Set)



รูปที่ 3.1 Diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

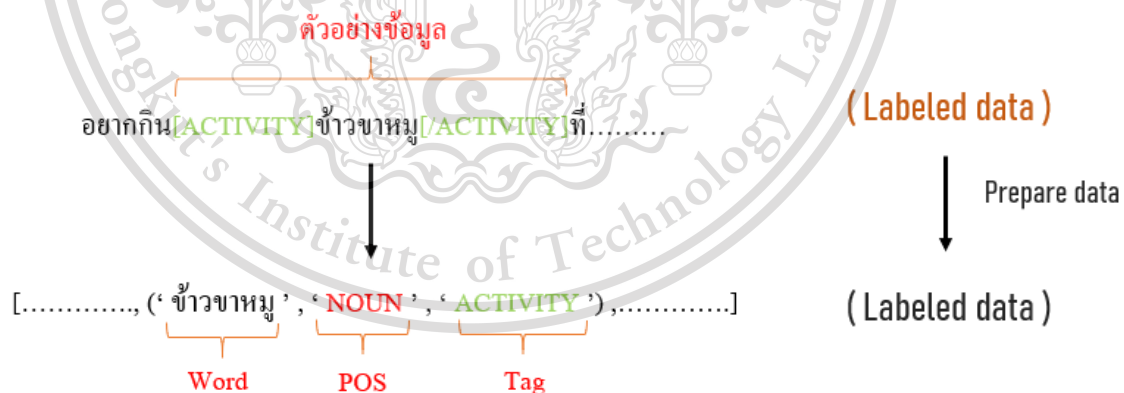
3.2.1 เตรียมข้อมูล

ส่วนแรกของการประมวลผลทางภาษาจำเป็นต้องมีข้อมูลหรือคลังข้อมูลจำนวนมากที่มีคำตอบ โดยเรียกว่า Labeled data และนำมาทำการแบ่งข้อมูลเพื่อที่จะนำไป Training set และ Test set หลักการทำงานของส่วนเตรียมข้อมูล คือ การนำข้อมูลที่มีคำตอบ (labeled data) ที่เป็นข้อความดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 การเตรียมข้อมูล Labeled data

หลังจากได้ข้อมูลดังรูป 3.2 แล้วนำข้อมูลรวบรวมลงในไฟล์ .txt แล้วนำข้อมูลผ่านกระบวนการ ตัดคำ , แยกประเภทชนิดของคำในประโยคและจัดหมวดหมู่คำดังรูป 3.3 เมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไฟล์ .pickle แล้วจะนำไฟล์ส่งไปในส่วนของ Training set ต่อไป



รูปที่ 3.3 ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

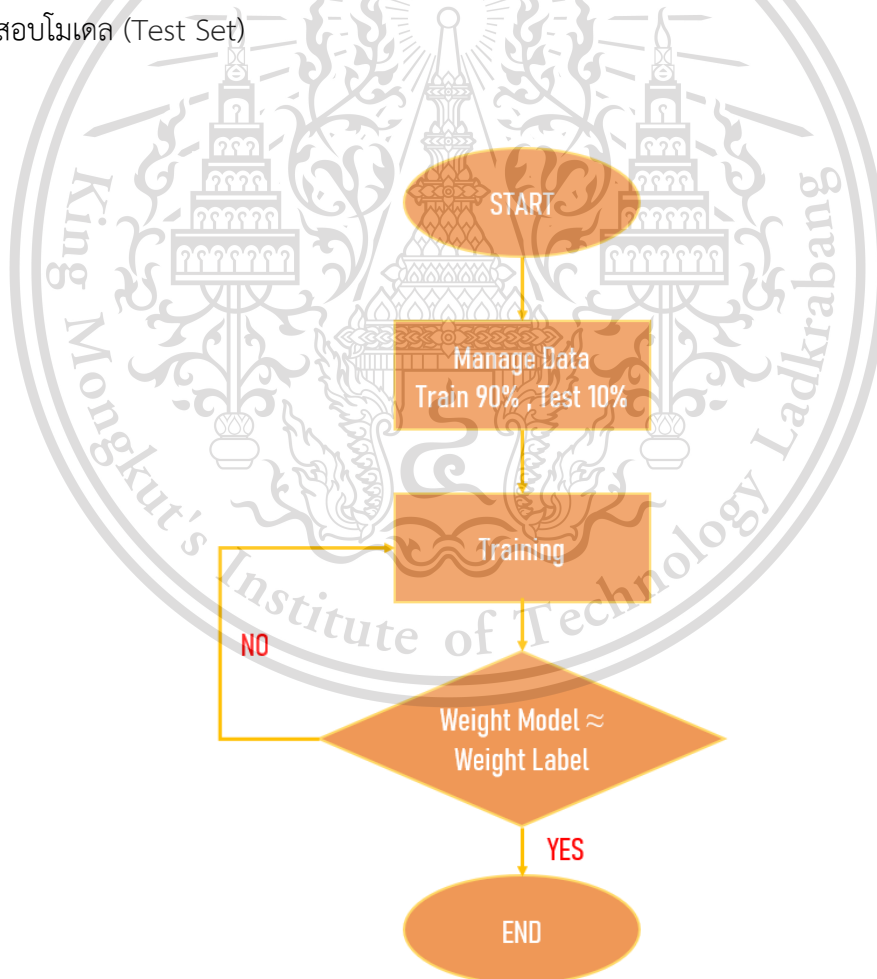
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2 สอนโมเดล (Training Set)

ส่วนต่อจากการเตรียมข้อมูลโดยจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการสร้างและสอนโมเดลของเราให้ได้ตามที่เรต้องการ ในส่วนของการเทรนโมเดลจากการแบ่งข้อมูลที่ได้ออกเป็นสัดส่วน ข้อมูล 90% จะถูกนำมาเทรนโมเดล ส่วนข้อมูลอีก 10% จะนำไปเก็บไว้เพื่อใช้ในส่วน Test Set ต่อไป

ในส่วนข้อมูลที่น่าเอาไปเทรนโมเดลนั้นจำเป็นต้องเลือกแบบจำลองสำหรับการเทรนโมเดลซึ่งผู้จัดทำได้ใช้ แบบจำลองทางสถิติคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์ส (CRFs) ในการเทรนโมเดล ในการเทรนแต่ละครั้งจะให้ค่า Weight ออกมาทุกครั้ง และเมื่อนำค่านี้ไปเปรียบเทียบกับ Labeled data แล้วมีค่าที่ต่างกันมากเกินไปหรือหมายถึงค่าความถูกต้องมีค่าน้อยเหมือนเทียบกับข้อมูลที่ต้องการ โมเดลจะทำการเทรนใหม่และปรับค่า Weight โดยใช้ Average structural perception คือ นำค่าเฉลี่ยแต่ละครั้งมาปรับค่า Weight เมื่อได้ค่าที่ดีที่สุดแล้วจะหยุดการเทรนโมเดลและนำโมเดลนี้ส่งไปส่วนสุดท้าย คือ การทดสอบโมเดล (Test Set)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับผู้ใช้ภายในองค์กรหรือหน่วยงานนั้นๆ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

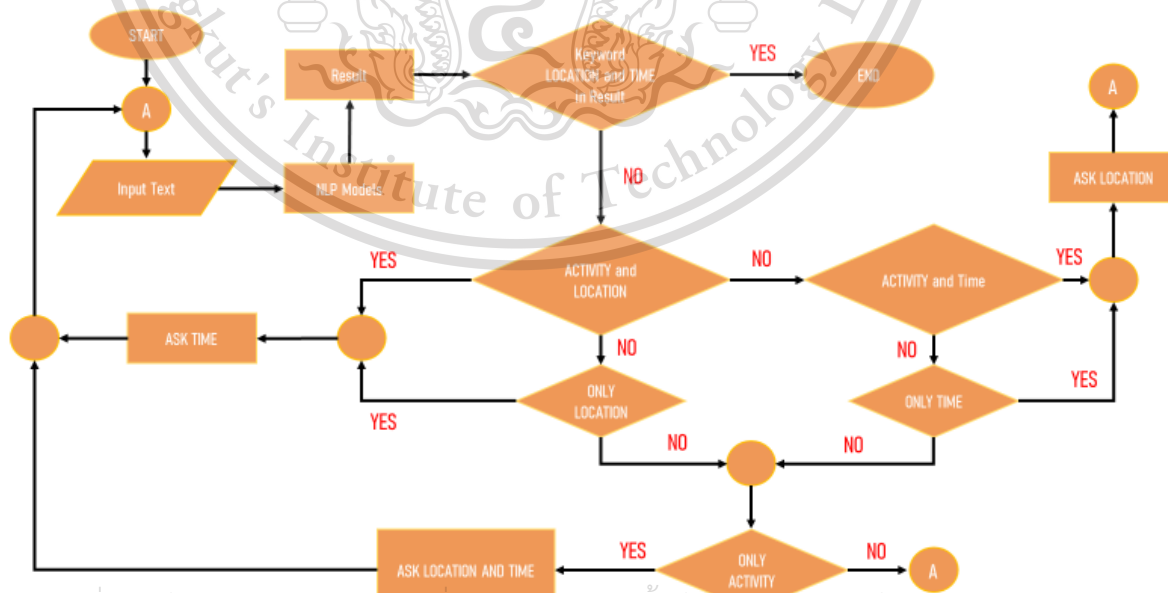
3.2.3 ทดสอบโมเดล (Test Set)

เมื่อได้โมเดลที่มีค่าความถูกต้องที่ดีที่สุดแล้วจะเข้าสู่ส่วนสุดท้ายคือ ทดสอบโมเดลโดยจะนำข้อมูลที่ทำการแบ่งจากส่วนการเทรนโมเดล 10% นำมาทดสอบเพื่อดูความถูกต้องของโมเดลและวัดเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องออกมา โดยกำหนดให้ค่าความถูกต้องมีค่ามากกว่า 85% และเมื่อผ่านข้อกำหนดต่างๆ โมเดลก็พร้อมใช้งานในการประมวลผลต่อไป

3.3 วิเคราะห์ผล

หลังจากโมเดลที่ออกมาและพร้อมใช้งานเราจำเป็นต้องเลือกคำในโมเดลที่เราต้องการโดยเลือกจาก Tag ของคำนั้นๆ เช่น Activity , Location และ Time ซึ่งได้มาจากกระบวนการ จัดหมวดหมู่คำ (NER) เพื่อที่จะนำคำเหล่านั้นเป็นคีย์เวิร์ด (keyword) ในการประมวลผลวางแผนการเดินทางต่อไป โดยผลที่ออกมาจากโมเดลนั้นขึ้นอยู่กับ ประโยคคำที่ใส่เข้าไปในโมเดลและผลที่ออกมาจำเป็นต้องมีคีย์เวิร์ดที่สำคัญอยู่ในประโยค 2 คีย์เวิร์ด คือ Location และ Time ดังนั้นจึงต้องออกแบบส่วนของการวิเคราะห์ผลของโมเดล

ส่วนของการวิเคราะห์ผลนั้นต้องสร้างกรณี (Case) ของผลลัพธ์ที่ได้ออก เมื่อคีย์เวิร์ดไม่เป็นตามข้อกำหนดจะส่งผลกลับออกมาในลักษณะของคำถาม เพื่อเพิ่มและแก้ไขคีย์เวิร์ดที่ต้องการ โดยกรณีต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ผลจะแยกออกเป็นกรณีหลักดังรูป 3.5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามส่งต่อให้ผู้อื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

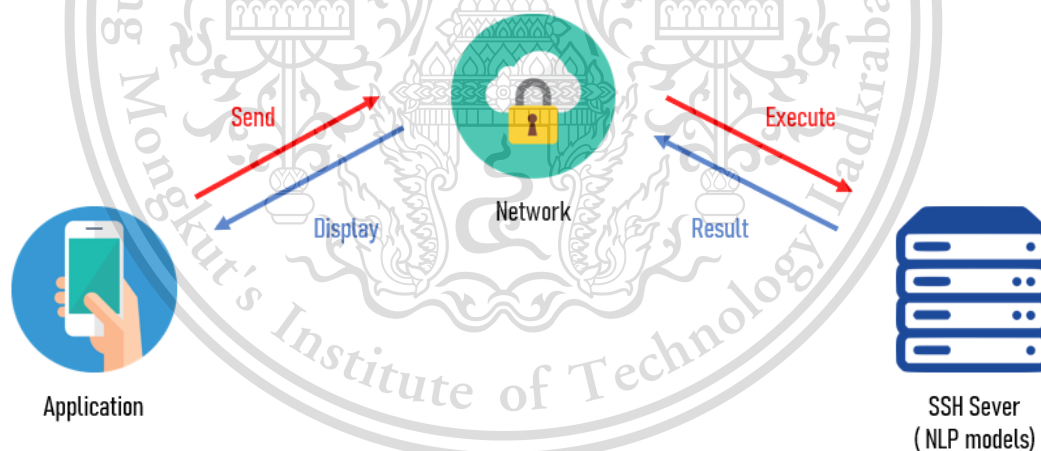
จากรูปที่ 3.5 คือการทำงานของส่วนวิเคราะห์ผลโดยผลที่ได้จำเป็นต้องมีคีย์เวิร์ด Location และ Time ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขอื่นต่อไป และทุกครั้งที่จะถามกลับไปเพื่อให้ผู้ใช้ตอบคำถามจะต้องผ่าน โมเดลทุกครั้งเนื่องจากภาษาไทยเป็นคำที่กำวมและรูปแบบของประโยคไม่เหมือนกัน จึงจำเป็นต้องผ่านโมเดลเพื่อแยกคำออกมาอีกครั้งหนึ่ง

3.4 ออกแบบการทำงานแอปพลิเคชัน

ส่วนการออกแบบแอปพลิเคชันนั้น ใช้ Flutter ซึ่งเป็น Framework ที่ใช้ในการออกแบบ UI สำหรับ mobile application โดยใช้ภาษา Dart ในการทำงาน

3.4.1 แนวคิดการออกแบบการทำงานแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันที่ออกแบบต้องสามารถรับค่าที่เป็นเสียงและแปลงเป็นข้อความ (Speech to Text : STT) และส่งข้อความไปยังระบบประมวลผลผ่านทาง Network และส่งต่อไปยัง SSH sever เพื่อทำการประมวลผลแล้วส่งค่ากลับมาแสดงผลทางแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนโดยแผนภาพการทำงานแสดงดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 ภาพแสดงการทำงานในส่วนของการทำงานแอปพลิเคชัน

3.4.2 การเรียกใช้ API

ภายในแอปพลิเคชันนั้นต้องแสดงผลข้อมูลสถานที่ การเดินทาง ระยะเวลาการเดินทาง โดยข้อมูลการเดินทางนั้นใช้ API ของ Google เช่น Direction API , Distance Matrix API และ Maps เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

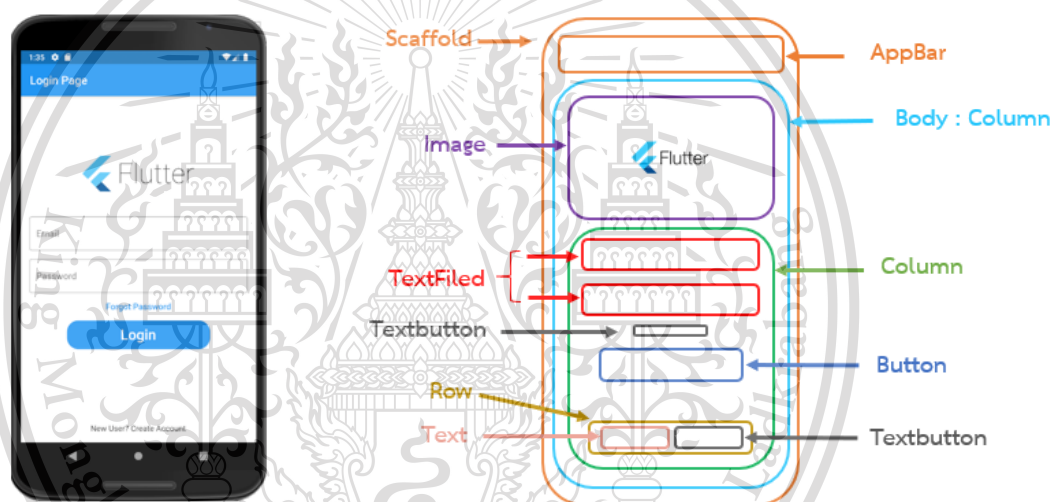
SDK for Android โดยข้อมูลที่ส่งกลับมาจะเป็นรูปแบบของ JSON นำมาแปลงค่าเพื่อสามารถแสดงค่าบนแอปพลิเคชันได้

3.4.3 การใช้ Package ของแอปพลิเคชัน

เมื่อรับค่าจาก API จำเป็นต้องมีรูปแบบในการแสดงข้อมูลเช่น การแสดงแผนที่ โดยจะนำ Package ที่ชื่อว่า google_maps_flutter มาทำการแสดงผลแผนที่ดังกล่าว

3.4.4 การออกแบบ Widget

การออกแบบแอปพลิเคชันนั้นจะต้องรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของ Widget แต่ละชนิดว่า Widget นั้น ๆ ทำหน้าที่อะไรดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โครงสร้างแต่ละ Widget ในแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.7 ภาพด้านซ้ายแสดงถึงหน้าลงชื่อเข้าใช้ ภาพด้านขวาคือโครงสร้างของหน้าลงชื่อเข้าใช้ว่าประกอบไปด้วย Widget อะไรบ้าง ซึ่งแต่ละ Widget นั้นสามารถมี Widget อื่นๆ ภายในตัว Widget เองได้ โดย Widget นั้นจะเป็นตัวกำหนดจำนวนว่าสามารถใส่ Widget ภายในได้เท่าไร เช่น Widget Container สามารถใส่ Widget ภายในได้ 1 ตัว ในลักษณะคำสั่ง Child และ Widget Column สามารถใส่ Widget ภายในได้มากกว่า 1 ตัว ในลักษณะคำสั่ง Children

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Widget นั้นทำให้การออกแบบแอปพลิเคชันมีความสวยงามและสามารถใช้งานได้ง่ายมากขึ้น ในรูปที่ 3.7 จะประกอบด้วย Widget Scaffold, AppBar, Column, Row, TextFiled, Textbutton, Button และ Text ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- Scaffold มีลักษณะคล้ายกับพื้นหลังของ แอปพลิเคชัน ภายในมีลักษณะคำสั่งเป็น Child
- AppBar เป็นตัวแถบด้านบนซึ่งเป็นฟังก์ชันภายในของ Scaffold
- Column เป็นการจัดวาง Widget ในลักษณะแนวตั้ง ภายในมีลักษณะคำสั่งเป็น Children
- Row เป็นการจัดวาง Widget ในลักษณะแนวนอน ภายในมีลักษณะคำสั่งเป็น Children
- TextFiled เป็นช่องสี่เหลี่ยมในการกรอกข้อมูลต่างๆ
- Textbutton, Button เป็นปุ่มกดทำให้เกิด Action ภายในแอปพลิเคชัน
- Text เป็นข้อความที่สามารถปรับแต่งได้

3.5 การประมวลผลการเดินทาง

3.5.1 แนวคิดของการประมวลผลการเดินทาง

หลังจากได้รับข้อมูลสำคัญที่ผ่านการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการประมวลผลการเดินทาง โดยนำคำสำคัญที่ได้มาใช้ในการสืบค้นผ่านทางเว็บไดรเวอร์ (WebDriver) โดยใช้เว็บไซต์ www.wongnai.com เป็นเว็บไซต์ที่ใช้ในการสืบค้นเป็นหลัก โดยคำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นคือ กิจกรรมหรือสถานที่ หลังจากนั้นจะค้นหาข้อมูลสถานที่ต่าง ๆ เพื่อนำมาประมวลผลกับข้อจำกัดของการเดินทางอื่น ๆ ที่ได้จากผู้ใช้งานเช่น เวลา จากนั้นจะเลือกสถานที่ที่สามารถเดินทางได้มาแสดงผลให้กับผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.8 การทำงานของการประมวลผลการเดินทาง

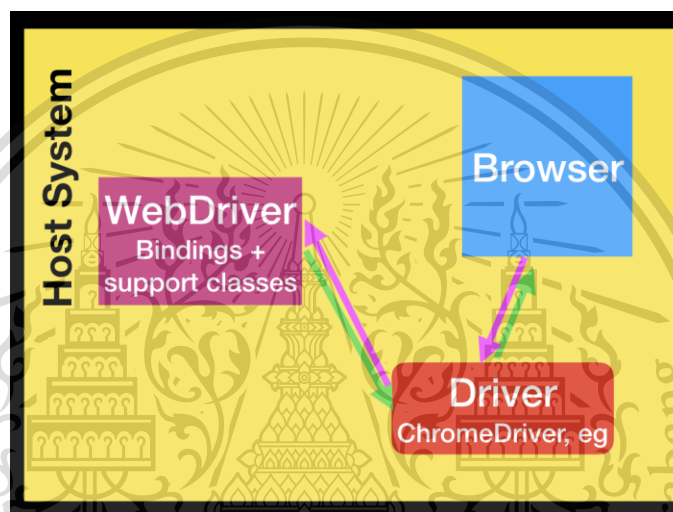
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.5.2 การทำงานของเว็บไดรเวอร์

ในการทำงานของเว็บไดรเวอร์ (WebDriver) เว็บไดรเวอร์จะสื่อสารกับเบราว์เซอร์ (Browser) ผ่านทางไดรเวอร์ (Driver) เว็บไดรเวอร์จะส่งคำสั่งให้เบราว์เซอร์ผ่านทางไดรเวอร์ และสามารถรับข้อมูลได้ในเส้นทางเดียวกัน ตัวไดรเวอร์จะต้องสัมพันธ์กับตัวเบราว์เซอร์แบบเฉพาะเจาะจง โดยในที่นี้จะใช้ไดรเวอร์คือ Chrome Driver และเบราว์เซอร์คือ Google's Chrome/Chromium และใช้เว็บไดรเวอร์ของ Selenium เป็นตัวควบคุม



รูปที่ 3.9 การสื่อสารระหว่างเว็บไดรเวอร์ ไดรเวอร์ และเบราว์เซอร์

สามารถเรียกเปิดใช้งานไดรเวอร์โดยการสร้าง path และเรียกคำสั่งรูปแบบดังนี้

```
Chrome(executable_path='/path/to/chromedriver')
```

รูปที่ 3.10 คำสั่งเปิดใช้งานไดรเวอร์ Chrome Driver

3.5.3 การใช้งานไดรเวอร์และการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์

สามารถใช้งานเว็บไดรเวอร์ให้เปิดเว็บไซต์ที่ต้องการด้วยคำสั่ง `get()` เมื่อได้เว็บไซต์ที่ต้องการแล้ว จะสามารถเก็บค่าวัตถุ (Element) ต่าง ๆ จากหน้า HTML โดยสามารถเก็บข้อมูลจากเส้นทางต่าง ๆ เช่น ID, Name, Class, XPath, CSS Selectors และ link Text ฯลฯ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

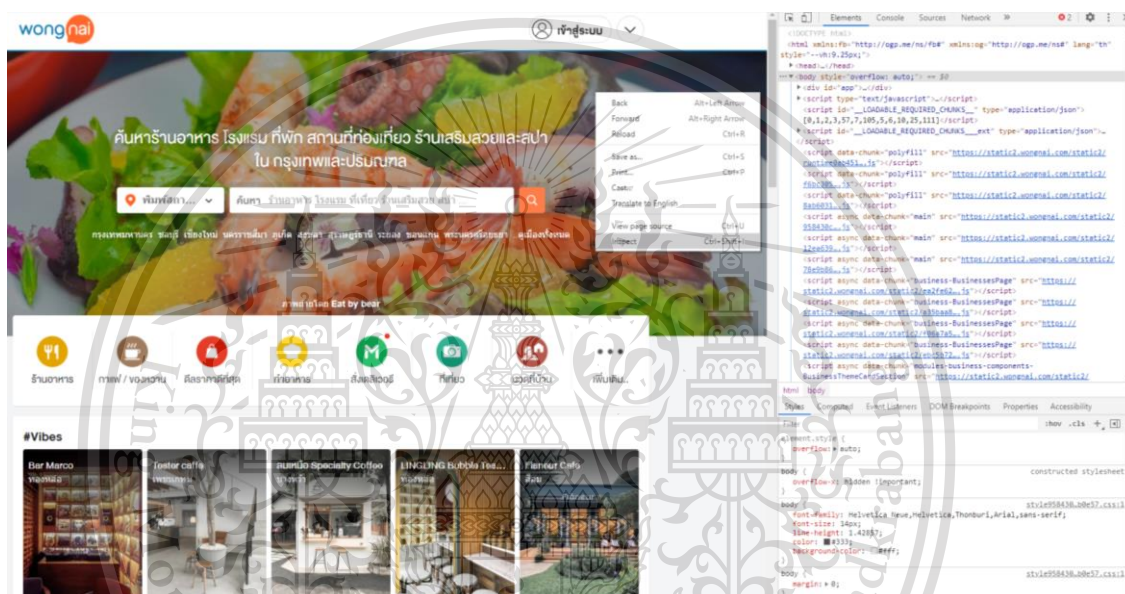
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
driver.get("https://selenium.dev")
```

รูปที่ 3.11 คำสั่งเปิดเว็บไซต์ในไดรเวอร์

การระบุตำแหน่ง Element ของเว็บไซต์สามารถทำได้โดยการเปิด Inspect บนหน้าเว็บไซต์ภายในไดรเวอร์

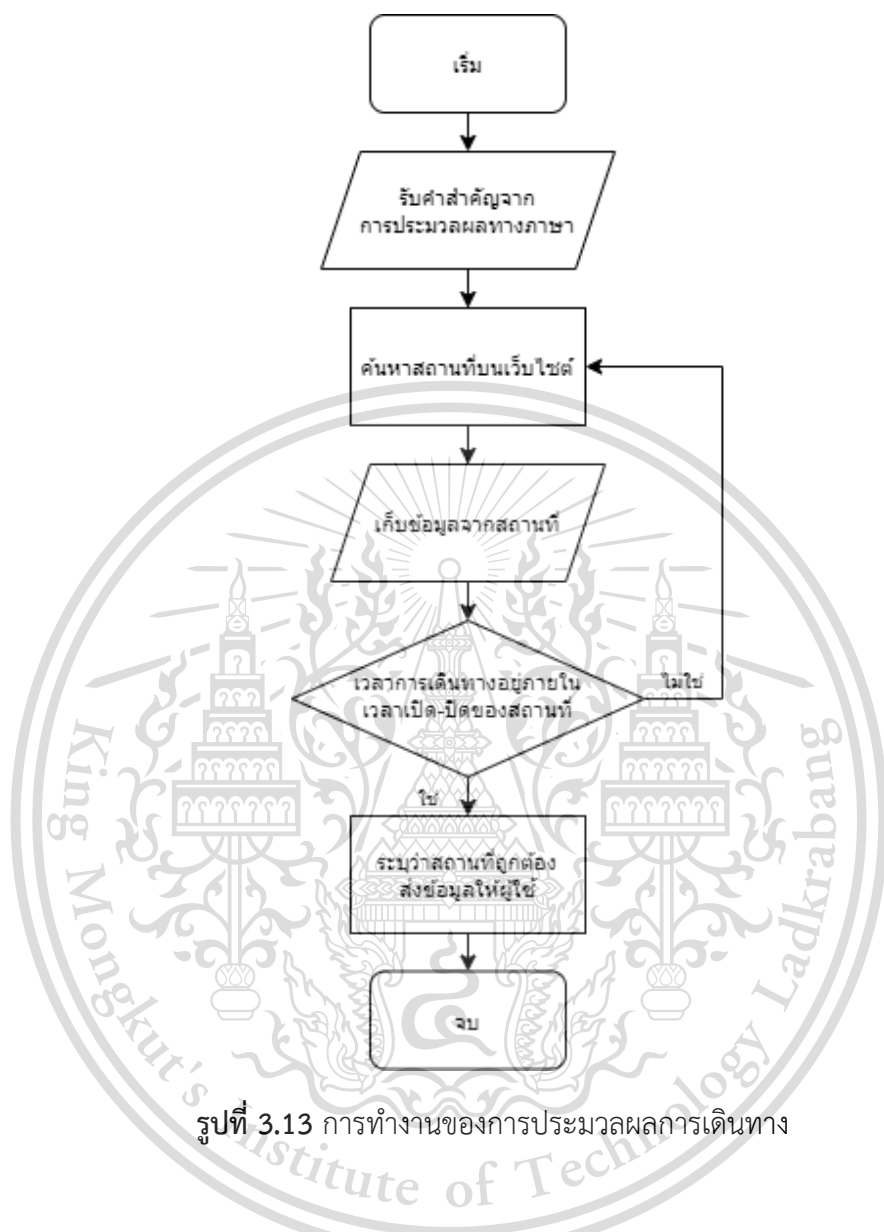


รูปที่ 3.12 การเปิด Inspect เพื่อดูตำแหน่งของวัตถุ (Element)

เมื่อสามารถระบุตำแหน่งของ Element ได้แล้ว สามารถเลือกวัตถุเพื่อเก็บข้อมูลหรือป้อนข้อมูลได้ เช่น สามารถป้อนข้อมูลลงไปในกลุ่มค้นหา (Search box) ได้ สามารถส่งคำสั่งให้กดคลิก (Click) ที่วัตถุได้ หรือสามารถเก็บข้อมูลข้อความหรือตัวชี้ (Uniform Resource Locator : URL) ได้ ในที่นี้จะทำการเปิดเว็บไซต์ www.wongnai.com จากนั้นจะป้อนคำสั่งที่ได้จากการประมวลผลทางภาษาคือ กิจกรรมและสถานที่ ลงในกลุ่มค้นหา จากนั้นกดค้นหาเพื่อค้นหาสถานที่ที่ต้องการ ต่อมาเป็นการเก็บข้อมูลจากสถานที่ต่าง ๆ เช่น ชื่อสถานที่ เวลาเปิด-ปิดของสถานที่ รูปภาพ ฯลฯ เมื่อได้ข้อมูลเหล่านี้แล้ว จะนำข้อมูลมาประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไขของผู้ใช้ เช่น เวลาที่ต้องการจะเดินทางไปสถานที่นั้น ถ้าถูกต้องตามเงื่อนไขจะจบการค้นหาและส่งข้อมูลไปให้ผู้ใช้งาน แต่ถ้าเงื่อนไขไม่ถูกต้องจะเอนกสารนี้เป็นเปลี่ยนไปเก็บข้อมูลจากสถานที่ถัดไป

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.13 การทำงานของการประมวลผลการเดินทาง

```

# Get search box element from webElement 'q' using Find Element
search_box = driver.find_element(By.NAME, "q")

search_box.send_keys("webdriver")
  
```

รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลจากวัตถุ (Element) ด้วยการระบุ Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

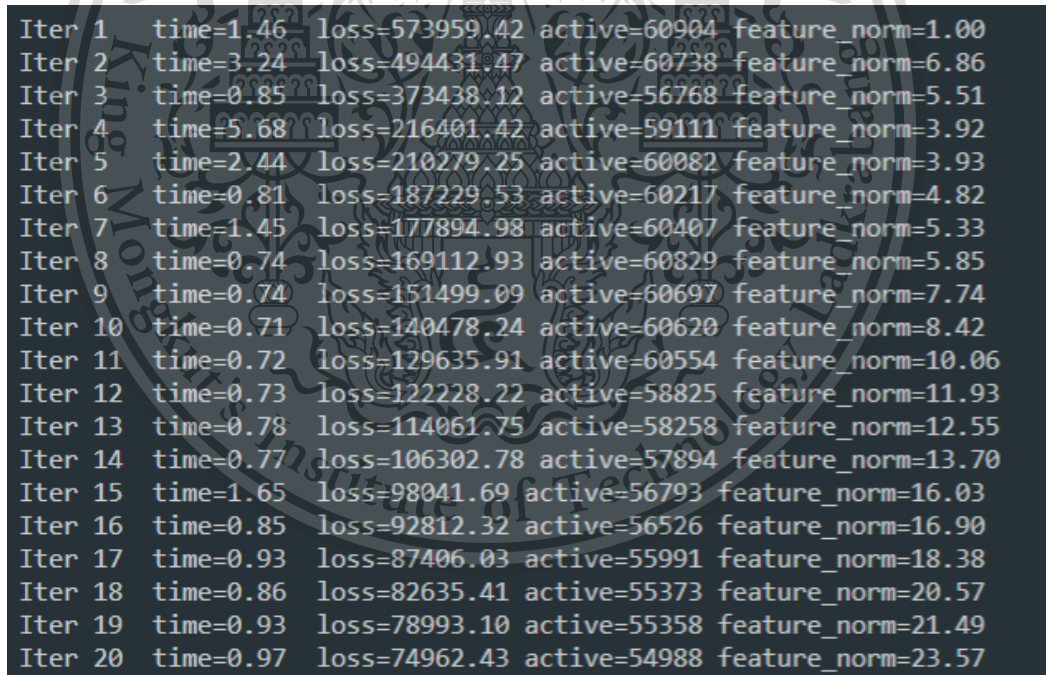
4.1 ระบบประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ

4.1.1 ผลการเตรียมข้อมูล

มีข้อมูลจากคลังข้อมูลเดิมของ PyThaiNLP จำนวน 6,456 ประโยค และเพิ่มประโยคใหม่จำนวน 1,034 ประโยค รวม 7,490 ประโยค

4.1.2 ผลการสอนโมเดล

เมื่อนำข้อมูลที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้วมาทำการ เทรนโมเดล (Training Set) โดยใช้แบบจำลองทางสถิติคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์ส (CRFs) ในแต่ละครั้งที่ทำงานเสร็จได้ค่า loss ออกมา หมายถึง ค่าที่ทำนายเปรียบเทียบกับค่าจริงของข้อมูล



Iter	time	loss	active	feature_norm
1	1.46	573959.42	60904	1.00
2	3.24	494431.47	60738	6.86
3	0.85	373438.12	56768	5.51
4	5.68	216401.42	59111	3.92
5	2.44	210279.25	60082	3.93
6	0.81	187229.53	60217	4.82
7	1.45	177894.98	60407	5.33
8	0.74	169112.93	60829	5.85
9	0.74	151499.09	60697	7.74
10	0.71	140478.24	60620	8.42
11	0.72	129635.91	60554	10.06
12	0.73	122228.22	58825	11.93
13	0.78	114061.75	58258	12.55
14	0.77	106302.78	57894	13.70
15	1.65	98041.69	56793	16.03
16	0.85	92812.32	56526	16.90
17	0.93	87406.03	55991	18.38
18	0.86	82635.41	55373	20.57
19	0.93	78993.10	55358	21.49
20	0.97	74962.43	54988	23.57

รูปที่ 4.1 ภาพแสดงส่วนการเทรน 20 ครั้งแรก

จากรูป 4.1 คือการเทรนจำนวน 20 ครั้ง สังเกตได้ว่า ครั้งที่ 1 มีค่า $loss_1 = 573,954.42$ แสดงว่ามีความผิดพลาดจากคำตอบจริงสูง จึงทำการเทรนอีกครั้งและปรับค่า Weight เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภายในผลลัพธ์คือ ค่า loss ลดลงในครั้งที่ 2 เป็น $loss_2 = 494,4431.47$ และจะวนการทำงานแบบนี้จนได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าของการค่าจริงมากขึ้น

```

Iter 251 time=1.45 loss=12503.51 active=30999 feature_norm=197.91
Iter 252 time=1.44 loss=12503.25 active=30996 feature_norm=197.90
Iter 253 time=1.49 loss=12502.54 active=30996 feature_norm=197.89
Iter 254 time=1.47 loss=12502.20 active=30995 feature_norm=197.88
Iter 255 time=0.74 loss=12502.18 active=30978 feature_norm=197.85
Iter 256 time=0.72 loss=12501.24 active=30971 feature_norm=197.85
Iter 257 time=0.72 loss=12500.25 active=30965 feature_norm=197.83
Iter 258 time=0.75 loss=12500.20 active=30973 feature_norm=197.83
Iter 259 time=0.73 loss=12499.35 active=30972 feature_norm=197.81
Iter 260 time=1.46 loss=12498.99 active=30966 feature_norm=197.81
Iter 261 time=0.78 loss=12498.76 active=30958 feature_norm=197.79
Iter 262 time=0.74 loss=12498.59 active=30958 feature_norm=197.79
Iter 263 time=0.72 loss=12497.67 active=30956 feature_norm=197.77
Iter 264 time=0.71 loss=12497.50 active=30953 feature_norm=197.77
Iter 265 time=0.71 loss=12496.65 active=30943 feature_norm=197.75
Iter 266 time=0.74 loss=12496.54 active=30946 feature_norm=197.75
Iter 267 time=0.75 loss=12495.89 active=30936 feature_norm=197.73
Iter 268 time=0.74 loss=12495.85 active=30928 feature_norm=197.73
Iter 269 time=0.73 loss=12495.18 active=30924 feature_norm=197.72
Iter 270 time=1.46 loss=12494.88 active=30930 feature_norm=197.72

```

รูปที่ 4.2 ภาพแสดงส่วนการเทรนครั้งที่ 251 ถึง 270

จากรูปที่ 4.2 คือการเทรนครั้งที่ 251 ถึง 270 สังเกตได้ว่าครั้งที่ 251 มีค่า $loss_{251} = 12,503.51$ และครั้งที่ 270 ค่า $loss_{270} = 12,494.88$ แสดงว่าค่า loss เริ่มลดน้อยลง และค่าก็เริ่มคงที่เรื่อย ๆ เนื่องจากค่าของการทำนายเริ่มใกล้กับค่าจริง ทำให้การปรับค่า Weight ภายในลดลงไปด้วย แต่ยังคงทำงานต่อเพื่อที่จะได้ค่าที่ใกล้กับค่าจริงมากที่สุด

```

Iter 935 time=1.64 loss=12443.75 active=30210 feature_norm=197.21
Iter 936 time=1.58 loss=12443.75 active=30208 feature_norm=197.21
Iter 937 time=1.50 loss=12443.73 active=30208 feature_norm=197.21
Iter 938 time=1.52 loss=12443.72 active=30209 feature_norm=197.21
Iter 939 time=1.47 loss=12443.71 active=30208 feature_norm=197.21
Iter 940 time=1.82 loss=12443.70 active=30207 feature_norm=197.21
L-BFGS terminated with the stopping criteria
Total seconds required for training: 1259.057

```

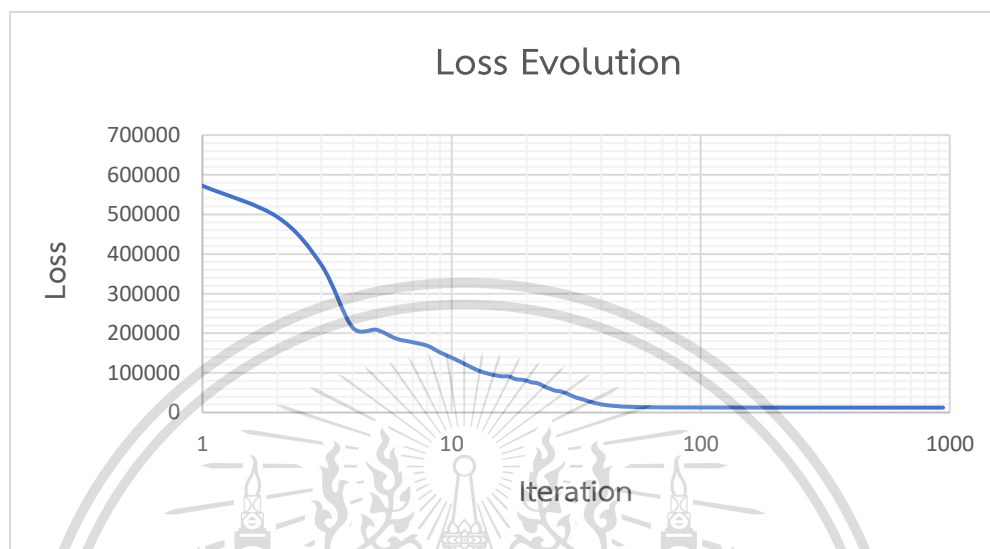
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงส่วนการเทรนครั้งที่ 935 ถึง 940

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดแต่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.3 คือการเทรนส่วนสุดท้ายแล้วจบการทำงานส่วนเทรนโมเดล สังเกตได้ว่าค่า loss คงที่ และแสดงระยะเวลาในเทรนอยู่ที่ 1259.057 วินาที หรือ ประมาณ 21 นาที



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลของค่า loss กับจำนวนครั้งที่เทรน

จากรูปที่ 4.4 คือความสัมพันธ์กราฟค่า loss กับจำนวนครั้งในการเทรนสังเกตได้ว่าค่า loss ในการเทรนครั้งแรกจะสูงมาก เมื่อเข้าสู่ครั้งที่ 50 ค่า loss จะเริ่มคงที่เรื่อย ๆ จนจบการทำงานในครั้งที่ 940 จากนั้นจะได้ค่าทรานซิชัน (Weight Transition) ของแต่ละ Tag โดยจะยกตัวอย่างคีย์เวิร์ดที่สำคัญมาใช้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าทรานซิชัน (Weight Transition)

	B - LOC	I - LOC	B - ACT	I - ACT	B - TIME	I - TIME	O
B - LOC	-0.11	7.83	-1.05	-0.35	2.11	-0.05	1.60
I - LOC	1.43	7.56	-1.18	-0.64	0.61	-2.21	0.57
B - ACT	0.50	-0.93	0.26	6.19	0.47	-0.87	0.19
I - ACT	-0.53	-0.55	-0.34	6.32	1.25	-0.80	0.87
B - TIME	-0.62	-0.02	1.80	-0.16	-0.90	8.12	0.75
I - TIME	-0.42	-0.48	-0.08	-0.69	-1.09	5.97	0.48
O	4.35	-4.08	3.39	-2.04	3.02	-5.04	5.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าทราวนซิชั่นของแต่ละ tag ที่ทำการเทรน ยกตัวอย่างเช่น tag ที่ขึ้นด้วย B – LOCATION และตามด้วย I – LOCATION มีค่าทราวนซิชั่นอยู่ที่ 7.83 แต่ถ้า B – LOCATION ตามด้วย B – ACTIVITY จะมีค่าทราวนซิชั่นอยู่ที่ -1.05

4.1.3 ผลการทดสอบโมเดล

หลังจากการผ่านการเทรนโมเดล ข้อมูลอีก 10% ที่แบ่งไว้ทดสอบจะถูกใช้ในกระบวนการทดสอบและได้ผลลัพธ์ดังรูปภาพที่ 4.5

	precision	recall	f1-score	support
B-ACTIVITY	0.818	0.738	0.776	61
I-ACTIVITY	0.770	0.839	0.803	56
B-DATE	0.906	0.861	0.883	201
I-DATE	0.955	0.955	0.955	379
B-EMAIL	0.000	0.000	0.000	1
I-EMAIL	0.000	0.000	0.000	6
B-LAW	0.875	0.609	0.718	23
I-LAW	0.862	0.746	0.800	67
B-LEN	1.000	0.818	0.900	11
I-LEN	1.000	0.833	0.909	24
B-LOCATION	0.863	0.796	0.828	529
I-LOCATION	0.846	0.786	0.815	546
B-MONEY	0.985	0.880	0.930	75
I-MONEY	0.994	0.945	0.969	181
B-ORGANIZATION	0.916	0.767	0.835	614
I-ORGANIZATION	0.854	0.772	0.811	781
B-PERCENT	1.000	0.960	0.980	25
I-PERCENT	1.000	0.975	0.987	40
B-PERSON	0.946	0.846	0.893	371
I-PERSON	0.919	0.905	0.912	1385
B-PHONE	1.000	0.917	0.957	12
I-PHONE	1.000	1.000	1.000	36
B-TIME	0.928	0.774	0.844	133
I-TIME	0.939	0.908	0.923	239
B-URL	1.000	1.000	1.000	7
I-URL	0.910	1.000	0.953	111
B-ZIP	1.000	0.500	0.667	4
micro avg	0.905	0.845	0.874	5918
macro avg	0.832	0.755	0.787	5918
weighted avg	0.904	0.845	0.872	5918

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในองค์กรเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.5 ภาพแสดงผลการทดสอบโมเดล
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

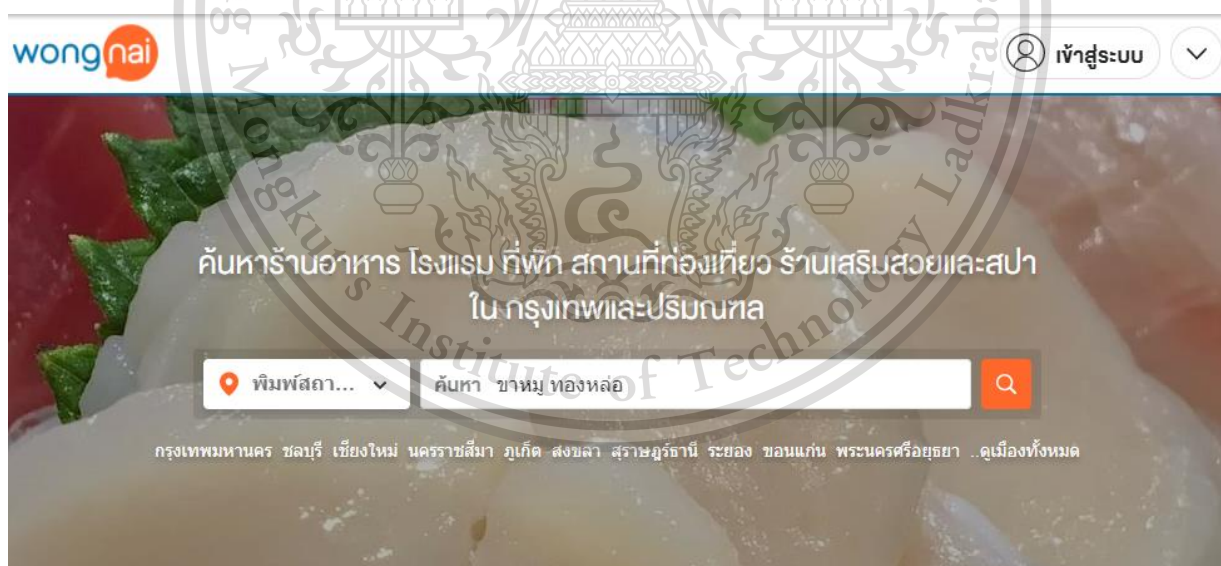
รูปภาพที่ 4.5 แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการทำนาย tag ต่างๆ เช่น ทำนาย B – LOCATION ถูกต้อง 0.828 หรือ 82.8% ทำนาย I – LOCATION ถูกต้อง 0.815 หรือ 81.5% และผลทำนายถูกต้องของโมเดลนี้อยู่ที่ 0.872 หรือ 87.2%

4.2 ระบบประมวลผลการเดินทาง

ทดสอบการประมวลผลการเดินทางโดย ทดลองป้อนคำสำคัญให้กับโปรแกรมประมวลผลการเดินทาง ได้แก่ กิจกรรม (Activity) สถานที่ (Location) เวลา (Time) ด้วยอัลกอริทึม (Algorithm) ภาษาไพธอน (Python) แล้วสังเกตผลลัพธ์ของโปรแกรมประมวลผลการเดินทาง

ผลการทดสอบเมื่อป้อนคำสำคัญดังนี้

- กิจกรรม : ขาหมู
- สถานที่ : ทองหล่อ
- เวลา : 17.00 น.
- วันที่ทดสอบ : วันอังคาร

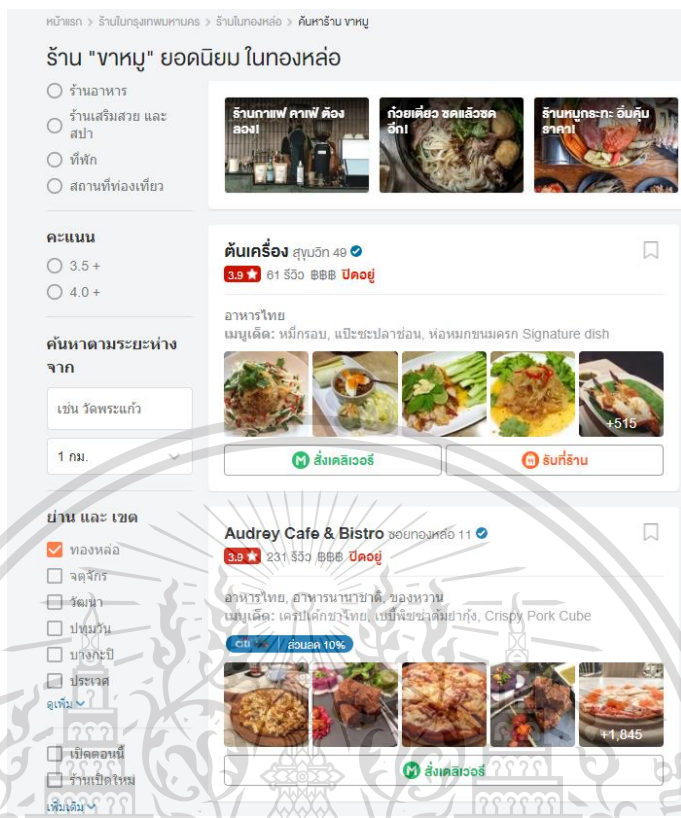


รูปที่ 4.6 คำสำคัญถูกนำไปค้นหาในเว็บเบราว์เซอร์ www.wongnai.com

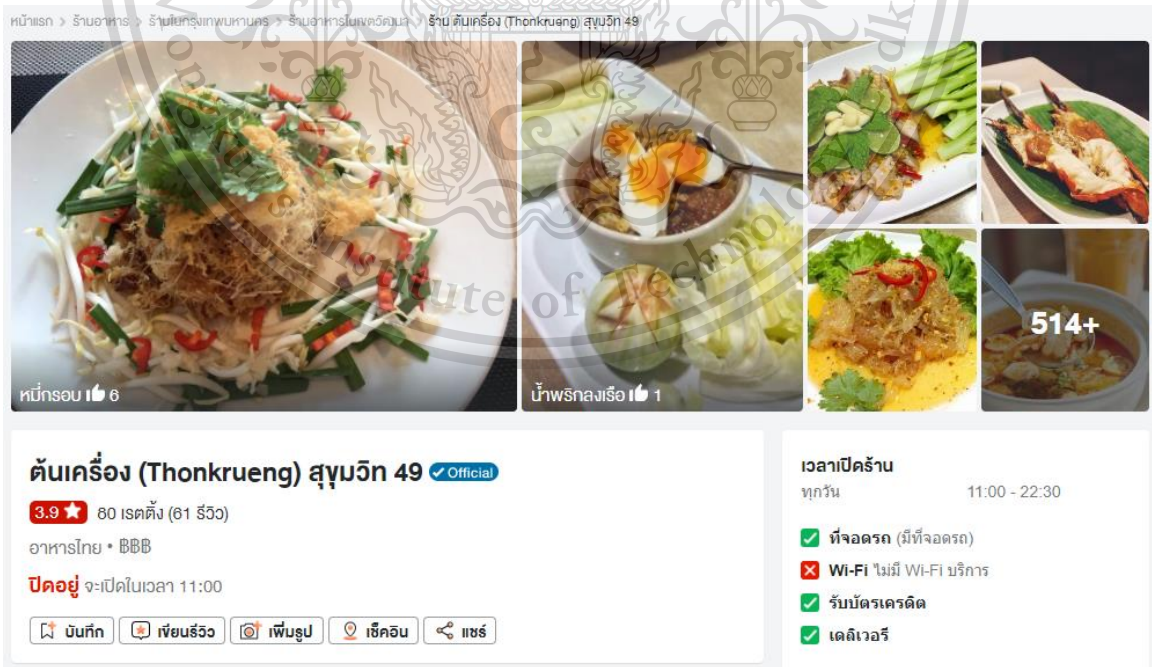
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.7 ผลการค้นหาแสดงสถานที่ต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.8 หน้าเว็บไซต์ของแต่ละสถานที่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำคำสำคัญ ขาหมู ทองหล่อ เข้าสู่โปรแกรมประมวลผลการเดินทาง ทำให้เข้าสู่การควบคุมเว็บไดร์เวอร์อัตโนมัติด้วย ChromeDriver จากนั้นเปิดเว็บไซต์ www.wongnai.com และป้อนข้อมูล ขาหมู ทองหล่อ ลงในกล่องค้นหาและกดค้นหา ผลลัพธ์ของการค้นหาคือสถานที่ที่มีความเกี่ยวข้องต่าง ๆ จากนั้นเข้าไปในเว็บไซต์ของแต่ละสถานที่เพื่อเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเงื่อนไข

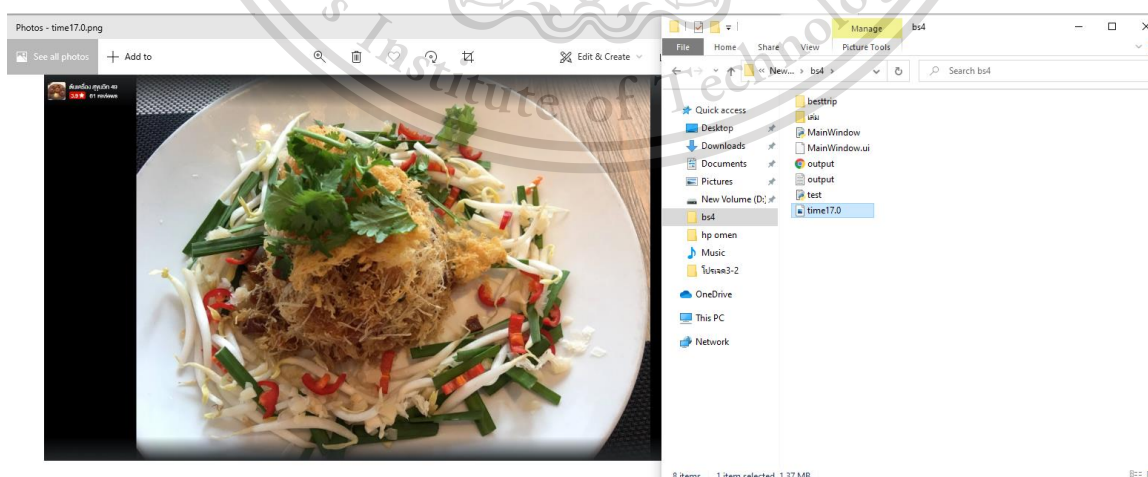
```

next place
place name => ต้นเครื่อง (Thonkrueng) สุขุมวิท 49
time => เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 - 22:30
time True
go
latitude => 13.737649
longitude => 100.57684
Tel => 021853072
Cash => ว่างราคา
BBB (251 - 500 บาท)
Finish

```

รูปที่ 4.9 ข้อมูลที่เก็บได้จากหน้าเว็บไซต์และผลการประมวลผลการเดินทาง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากร้านคือ เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 – 22:30 น. มาเปรียบเทียบกับเวลาเดินทาง คือ วันอังคาร 17:00 น. พบว่าร้านต้นเครื่อง (Thonkrueng) สุขุมวิท 49 เป็นร้านที่ตรงตามเงื่อนไขและสามารถเดินทางได้ จึงระบุว่าร้านต้นเครื่อง (Thonkrueng) สุขุมวิท 49 สามารถเดินทางได้จากนั้นบันทึกข้อมูลและภาพของร้านภายในเว็บไซต์เพื่อส่งข้อมูลให้แอปพลิเคชันต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.10 ภาพที่บันทึกได้จากเว็บไซต์ของสถานที่ที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

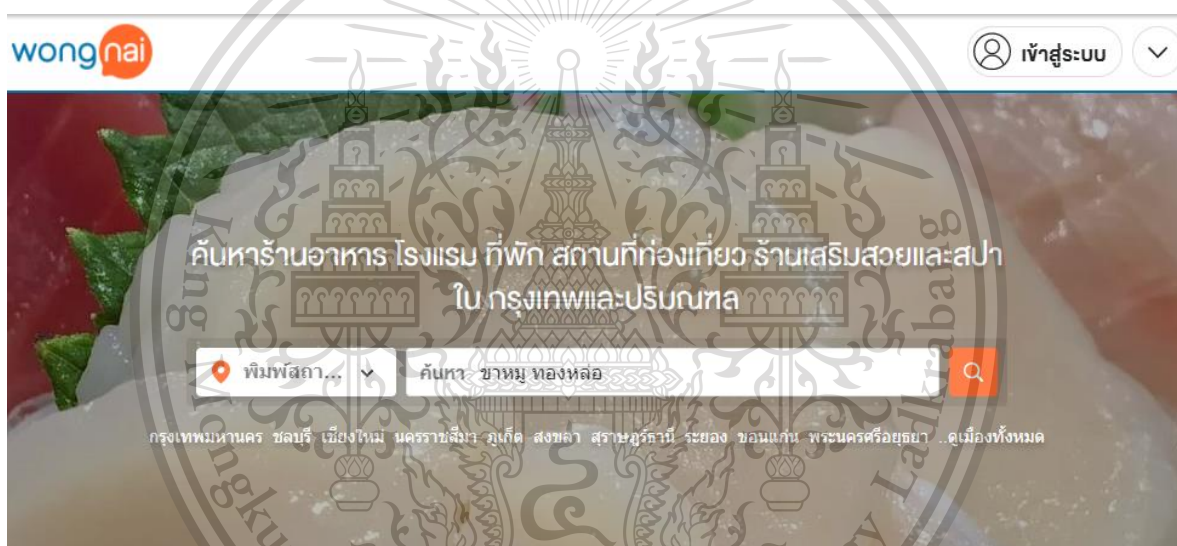
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากนั้นทำการทดสอบด้วยการป้อนคำสำคัญกิจกรรมและสถานที่เดิมอีกครั้งแต่เปลี่ยนเวลาเป็น 10.00 น.

ผลการทดสอบเมื่อป้อนคำสำคัญดังนี้

- กิจกรรม : ขาหมู
- สถานที่ : ทองหล่อ
- เวลา : 10.00 น.
- วันที่ทดสอบ : วันอังคาร



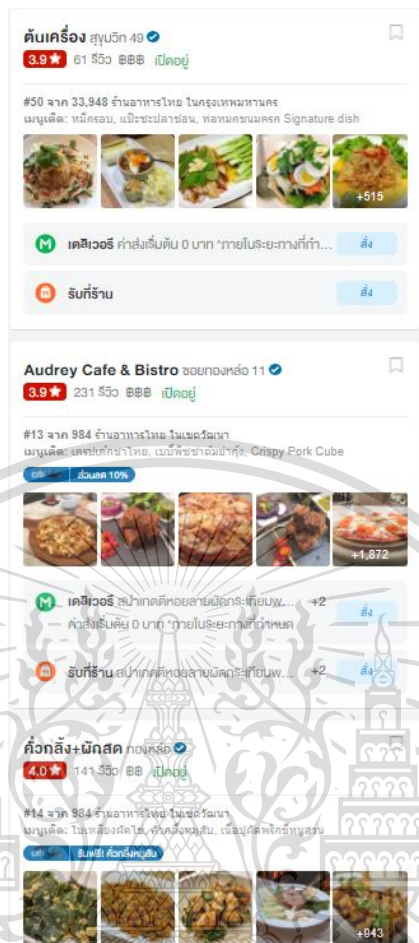
รูปที่ 4.11 คำสำคัญถูกนำไปค้นหาในเว็บไซต์ www.wongnai.com

จากรูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า คำสำคัญที่ถูกป้อนเข้ามาในระบบคือ ขาหมู ทองหล่อ ระบบจะทำการนำคำสำคัญนั้นเข้าไปค้นหาในช่องค้นหาของเว็บไซต์ www.wongnai.com อัตโนมัติเพื่อหา กิจกรรม และสถานที่ที่สอดคล้องกับคำสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.12 ผลการค้นหของ ชาหมู ทองหล่อ

```

next place
place name => ต้นเครื่อง (Thonkrueng) สุขุมวิท 49
time => เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 - 22:30
time False

next place
place name => Audrey Cafe & Bistro (ออเดรย์ คาเฟ่ นอนด์ บิสโทร) ซอยทองหล่อ 11
time => เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 - 20:30
time False

next place
place name => คั่วกลิ้ง+ผักสด (คั่วกลิ้ง ผักสด) ทองหล่อ
time => เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 09:00 - 21:00
time True
go
latitude => 13.72897931191301
longtitude => 100.57929042270189
Tel => 02-185-3977
Cash => ชำรงราคา
฿฿ (101 - 250 บาท)
Finish
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 รูปที่ 4.13 ข้อมูลที่เก็บได้จากหน้าเว็บไซต์และผลการประมวลผลการเดินทาง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อนำคำสั่งสำคัญ ขาหมู ทองหล่อ เข้าสู่โปรแกรมประมวลผลการเดินทาง ทำให้เข้าสู่การควบคุมเว็บไซต์เวอร์ชันใหม่ด้วย ChromeDriver จากนั้นเปิดเว็บไซต์ www.wongnai.com และป้อนข้อมูล ขาหมู ทองหล่อ ลงในกล่องค้นหาและกดค้นหา ผลลัพธ์ของการค้นหาคือสถานที่ที่มีความเกี่ยวข้องต่าง ๆ จากนั้นเข้าไปในเว็บไซต์ของแต่ละสถานที่เพื่อเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อามาเปรียบเทียบกับเงื่อนไข เช่นเดิมคือ เดินทางในวันอังคาร ในครั้งนี้กำหนดเวลาเดินทางเป็น 10.00 น. เมื่อเก็บข้อมูลจากแต่ละสถานที่ พบว่า

ร้านที่หนึ่ง คือร้านต้นเครื่อง (Thonkrueng) สุขุมวิท 49 เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 – 22:30 น. ทำให้วันที่เดินทางตรงตามเงื่อนไข แต่เวลาที่เดินทางไม่ตรงตามเงื่อนไข จึงสืบค้นร้านต่อไป

ร้านที่สอง คือร้าน Audrey & Bistro (ออเดรย์ คาเฟ่ แอนด์ บิสโทร) ซอยทองหล่อ 11 เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 – 20:30 น. ทำให้วันที่เดินทางตรงตามเงื่อนไข แต่เวลาที่เดินทางไม่ตรงตามเงื่อนไข จึงสืบค้นร้านต่อไป

ร้านที่สาม คือร้าน คั่วกลิ้ง + ผักสด (คั่วกลิ้งผักสด) ทองหล่อ เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 09:00 – 21:00 น. ทำให้วันที่เดินทางตรงตามเงื่อนไข และเวลาที่เดินทางอยู่ภายในเวลาที่เปิด - ปิดร้าน ตรงตามเงื่อนไข จึงระบุให้สถานที่ที่สามารถเดินทางได้ จากนั้นบันทึกข้อมูลและภาพแล้วส่งข้อมูลให้กับแอปพลิเคชัน โดยโปรแกรมจะค้นหาร้านที่ตรงตามเงื่อนไขเพิ่มเติมอีกสูงสุด 20 ร้านเพื่อรองรับการปฏิเสธสถานที่ของผู้ใช้เพื่อความรวดเร็วและหลีกเลี่ยงการส่งข้อมูลให้กับแอปพลิเคชันหลายครั้ง

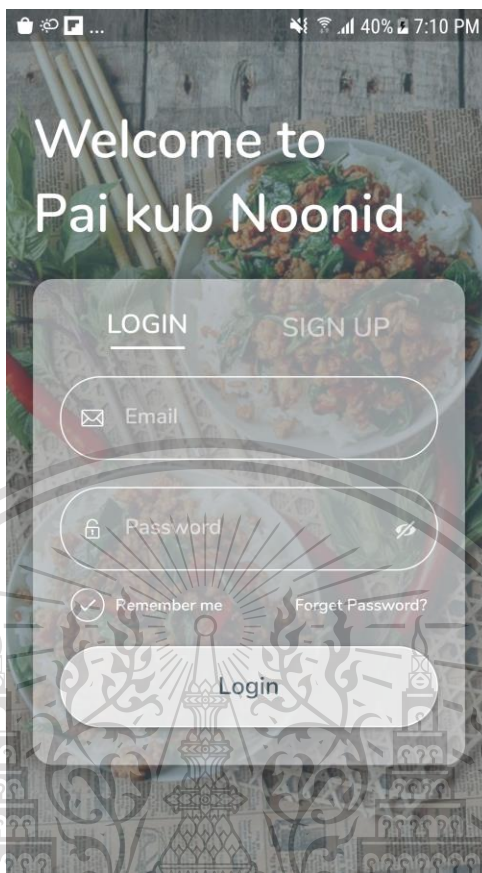
4.3 แอปพลิเคชัน

ออกแบบแอปพลิเคชันโดยสร้างจาก Flutter และออกแบบให้ UI (User Interface) ใช้งานได้ง่ายและมีความปลอดภัย แอปพลิเคชันจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ หน้าลงชื่อเข้าใช้ , หน้าผู้ใช้งานและหน้าตารางเวลา โดยส่วนลงชื่อใช้งานเพื่อ (Login Page) ต้องกรอกอีเมลและรหัสผ่านที่ลงทะเบียนไว้จึงจะสามารถเข้าใช้งานได้ ดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงผลส่วนหน้าลงชื่อเข้าใช้

หากผู้ใช้ไม่ได้ทำการลงทะเบียนจำเป็นต้องลงทะเบียนก่อนในส่วนของ Sign up ด้วยข้อมูลต่าง ๆ จะถูกส่งไปยัง Firebase ดังรูป 4.15

win.am@windowsli...	✉	Mar 21,...	Apr 27,...	X0eTJX5CF0gN3CG8iTB...	📄 ⋮
60010994@kmitl.a...	✉	Mar 26,...	Mar 26,...	jJ10z5Tt4FZkTtPiW0EYk...	
wilawadee123@g...	✉	Mar 31,...	Mar 31,...	n86kHFkbp7VgcJxYc27...	

รูปที่ 4.15 ข้อมูลการลงทะเบียนผู้ใช้งาน

เมื่อทำการลงชื่อใช้งานเสร็จสิ้นจะเปลี่ยนส่วนการทำงานเป็น หน้าผู้ใช้งานดังรูป 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.16 ภาพแสดงผลส่วนหน้าผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 4.17 คือส่วนหน้าผู้ใช้งาน โดยส่วนนี้จะเชื่อมต่อไปยัง ตารางเวลาและส่วนการใช้งาน โดยส่วนการใช้งาน สามารถกดปุ่มพูดค้างไว้ได้และพูดสิ่งที่เราต้องการ แอปพลิเคชันจะทำการส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผลและส่งข้อมูลกลับ ยกตัวอย่างเช่นเมื่อพูด “อยากกินข้าวขาหมูแถวทองหล่อตอน 5 โมง” จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.17 และ 4.18

```
2 I/flutter (13810): อยากกินข้าวขาหมูแถวทองหล่อตอน 17:00 น
D/SshPlugin(13810): Session connected
```

รูปที่ 4.17 แสดงผลส่วนในการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

I/flutter (13810): result => ขาหมู ทองหล่อ 17.00
I/flutter (13810): place name => ต้นเครื่อง (Thonkrueng) สุขุมวิท 49
I/flutter (13810): time open => เวลาเปิดร้าน ทุกวัน 11:00 - 22:30
I/flutter (13810): tel => 021853072
I/flutter (13810): cost => ช่วงราคา
I/flutter (13810): $$$ (251 - 500 บาท)
I/flutter (13810): lati => 13.737649
I/flutter (13810): longti => 100.57684
I/flutter (13810): this chc => 0
I/flutter (13810): finish

```

รูปที่ 4.18 แสดงผลส่วนส่งข้อมูลกลับมา

จากรูปที่ 4.18 จะรับข้อมูลชื่อสถานที่, เวลาเปิดปิด, เบอร์โทรศัพท์, ราคา, ละติจูดและลองจิจูด มาแสดงบนแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงผลบนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หากข้อความที่ส่งไปนั้นแล้วระบบประมวลผลไม่ตรงเงื่อนไขตามแผนการทำงานในรูปที่ 3.3 จะทำการถามคำถามกลับไปให้ผู้ใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น ไม่ระบุเวลา “อยากกินข้าวขาหมูแถวทองหล่อ” ดังรูปที่ 4.20 และ 4.21

```
3 I/flutter (13810): อยากกินข้าวขาหมูแถวทองหล่อ
D/SshPlugin(13810): Session connected
```

รูปที่ 4.20 แสดงผลส่วนในการส่งข้อมูลไม่ตรงเงื่อนไข



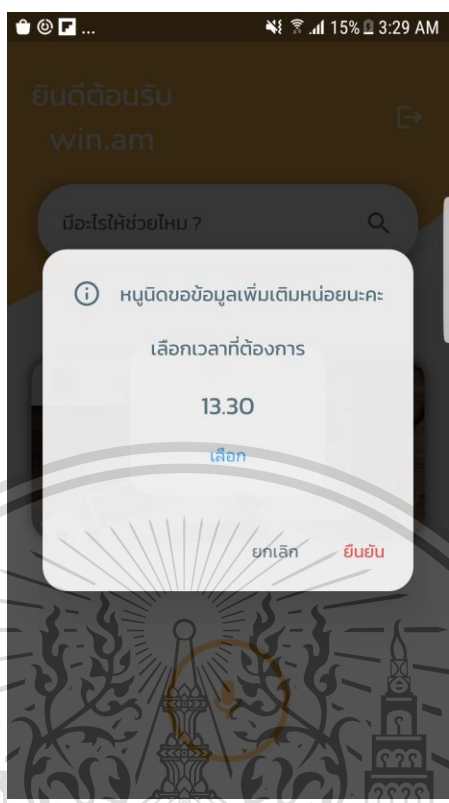
รูปที่ 4.21 แสดงผลบนแอปพลิเคชันเมื่อส่งข้อมูลไม่ตรงเงื่อนไข

จากรูป 4.20 เมื่อส่งข้อมูลไม่ตรงเงื่อนไขจะทำการถามผู้ใช้งานอีกครั้งเพื่อระบุเวลาที่ผู้ใช้ต้องการ ถ้าต้องการเปลี่ยนเวลาที่ไม่ใช่ขณะนี้เลือกคำตอบว่า “ไม่” ระบบจะทำการให้เลือกเวลาและส่งข้อมูลเพื่อไปประมวลผลอีกครั้งดังรูป 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.22 เลือกเวลาที่ผู้ใช้ต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.23 แสดงผลส่วนหน้าตารางเวลา
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

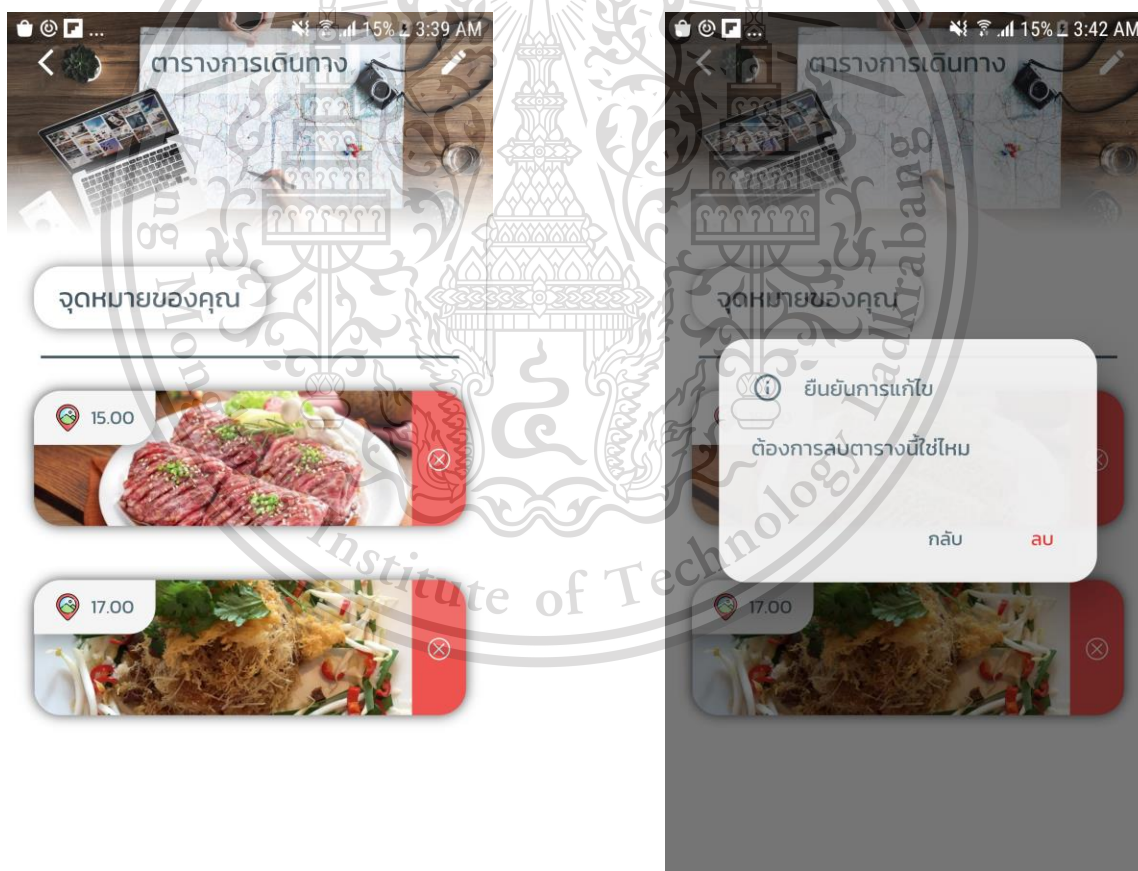
ในส่วนของตารางเวลาจะเก็บข้อมูลที่ใช้ต้องการไว้ทั้งหมดในฐานข้อมูลภายในสมาร์ตโฟน (SQLite) ซึ่งสามารถตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขได้ดังรูปที่ 4.23

จากรูปที่ 4.23 ส่วนแสดงผลของหน้าตารางเวลาบนแอปพลิเคชันจะจัดเรียงเวลาตามที่ใช้วางแผนไว้ เช่น 15.00 น. ต้องการไปสถานที่นี้ก่อนไปอีกสถานที่ที่ตอนเวลา 17.00 น.

เมื่อต้องการแก้ไขหรือลบตารางเวลาที่เราไม่ต้องการแล้วสามารถกดปุ่มแก้ไขรูปสัญลักษณ์ “ปากกา” ขวบนของหน้าจอได้ระบบจะทำการลบตารางเวลานั้นออกไป ดังรูป 4.25

```
D/ViewRootImpl@3a8b487[MainActivity](21549): ViewPostImeInputStage processPointer 0
D/ViewRootImpl@3a8b487[MainActivity](21549): ViewPostImeInputStage processPointer 1
I/flutter (21549): Ready to edit
```

รูปที่ 4.24 แสดงผลเมื่อทำการกดปุ่มแก้ไข



รูปที่ 4.25 การแก้ไขบนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อทำการลบตารางเวลาที่ต้องการ ระบบจะทำการลบข้อมูลนั้นออกไปจากตารางเวลาปัจจุบัน
 ดังรูป 4.26

```
I/flutter (21549): remove ! => id : 3
I/flutter (21549): Remove id => - Complete - : id 3
```

รูปที่ 4.26 ลบตารางเวลาออก

จากรูปที่ 4.27 จะเห็นได้ว่าตารางเวลาช่วง 17.00 น. ได้ถูกลบออกจากฐานข้อมูลเหลือเพียง
 ตารางเวลาช่วง 15.00 น. เท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 4.27 แสดงผลตารางเวลาปัจจุบัน
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานทั้งหมดโดยใช้การประมวลผลทางภาษาธรรมชาติ (NLP) พบว่า รูปแบบประโยคและรูปแบบภาษาไทยนั้นมีความกำกวม ไม่ตรงไปตรงมาและรูปประโยคที่ผิดแต่การสื่อสารยังเข้าใจได้อยู่ แตกต่างจากการสื่อไปยังคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการสื่อสารต้องตรงไปตรงมาและต้องไม่กำกวม มีรูปแบบที่ชัดเจนเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ถูกต้อง ด้วยด้านปัญหาทางการสื่อสารระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์เข้าใจได้ และอาศัยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ในการประมวลผล เพื่อให้คอมพิวเตอร์นั้นมีความฉลาดคล้ายกับมนุษย์ที่สุด

ผลการดำเนินงานนี้ได้ทำการสร้างระบบการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติขึ้นเรียกอีกอย่างว่า โมเดล (Model) โดยโมเดลนี้สามารถที่จะรับข้อมูลการสื่อสารภาษาไทยและนำมาประมวลผลการจัดหมวดหมู่คำ โมเดลนี้มีความถูกต้องอยู่ที่ 87.2% จากข้อมูลที่ใช้ในการเทรนโมเดลทั้งหมด 7,490 ประโยค โดยความถูกต้องของโมเดลนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ถูกรับเข้าไว้ ดังนั้นข้อมูลมากขึ้น โมเดลนี้ก็จะมีความถูกต้องมากขึ้นหรือฉลาดยิ่งขึ้น

ในส่วนของการประมวลผลการเดินทาง เมื่อนำข้อมูลค่าสำคัญที่ได้จากการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติมาสืบค้นผ่านโปรแกรมควบคุมเบราว์เซอร์อัตโนมัติเพื่อเก็บข้อมูล พบว่าสามารถเก็บข้อมูลได้จริง และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเปรียบเทียบกับเงื่อนไขในการเดินทางเพื่อให้ได้สถานที่ที่ต้องการได้

โมเดลการประมวลผลทางภาษาธรรมชาติและการประมวลผลการเดินทางนี้ยังถูกใช้เป็นการทำงานเบื้องหลัง (Back-end) ให้กับแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น หลังจากเก็บข้อมูลสถานที่ผ่านกระบวนการประมวลผลการเดินทางแล้ว สามารถส่งข้อมูลของสถานที่ไปยังผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน โดยใช้การสื่อสารแบบ SSH ที่มีความปลอดภัยเพื่อสื่อสารระหว่างแอปพลิเคชันและโมเดลและจุดมุ่งหมายที่พัฒนาโมเดลให้อยู่ในรูปแบบแอปพลิเคชัน เพื่อให้โมเดลนี้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการวางแผนการเดินทางและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.2 วิจัยรณและข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบโมเดลดังกล่าวนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมากในการสร้างและข้อมูลที่ใช้ต้องเป็นข้อมูลเฉพาะ มีการเพิ่มข้อมูลที่ทันสมัยกับปัจจุบันอยู่เสมอ เนื่องจากภาษาในปัจจุบันถูกปรับเปลี่ยนและมีคำศัพท์ใหม่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่อย่างไรก็ดีในการออกแบบประมวผลภาษารรรมชาติดังกล่าวนี้ได้พบปัญหาดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดลมีจำนวนน้อย
2. ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างนั้นมีความกำกวมไม่ตรงไปตรงมา
3. การเชื่อมต่อโมเดลประมวผลภาษารรรมชาติกับแอปพลิเคชันในสมาร์โฟนนั้นสามารถทำงานได้เมื่อมี อินเทอร์เน็ต (Internet) เท่านั้น
4. การประมวผลใช้เวลานานทำให้การแสดงผลบนแอปพลิเคชันช้า
5. ในอนาคตภาษาต่าง ๆ คำศัพท์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้นและมีความซับซ้อนของภาษามากขึ้นทำให้ต้องเทรนโมเดลใหม่

ในการออกแบบการประมวผลการเดินทางโดยใช้การควบคุมเบราว์เซอร์อัตโนมัติ จะต้องอาศัยการระบุตำแหน่งของวัตถุ (Element) เพื่อเก็บข้อมูลจากวัตถุนั้น ๆ จะต้องวิเคราะห์และเลือกวิธีการระบุตำแหน่งให้เหมาะสมกับการเก็บข้อมูล เช่น ID, Name, Class, XPath, CSS Selectors และ link Text ฯลฯ และเมื่อเก็บข้อมูลได้แล้วเข้าสู่กระบวนการประมวผลการเดินทางเพื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไข จะต้องเขียนโปรแกรมให้เงื่อนไขมีความครอบคลุมและมีความยืดหยุ่น เนื่องจากเว็บไซต์แต่ละหน้ามีความแตกต่างกัน รวมถึงต้องเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับเมื่อไม่พบวัตถุที่ต้องการเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานต่อไปได้

ในการออกแบบแอปพลิเคชันต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย ความคิดสร้างสรรค์ ความสวยงาม ความสะดวกต่อการใช้งาน ความปลอดภัย ความรวดเร็วของการทำงาน และความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ จึงต้องออกแบบแอปพลิเคชันให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด การปรับเปลี่ยนการทำงานของระบบแอปพลิเคชันในบางจุด ต้องไปปรับปรุงในส่วนของระบบประมวผลการเดินทางด้วย การออกแบบและตั้งขอบเขตการทำงานของแอปพลิเคชันอย่างชัดเจนตั้งแต่เริ่มต้นจึงมีความสำคัญอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] Software Freedom Conservancy, The Selenium Browser Automation Project Create, หน้า 1-63, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://www.selenium.dev/documentation/en/>
- [2] PyThaiNLP, Welcome to PyThaiNLP Tutorials, หน้า 1-5, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก https://www.thainlp.org/pythainlp/tutorials/notebooks/pythainlp_get_started.html
- [3] Conditional random field, หน้า 1, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Conditional_random_field
- [4] Information Extraction ,Conditional random field, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก https://attapol.github.io/compling/information_extraction.html
- [5] Markov Models and Hidden Markov , ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://algoaddict.wordpress.com/2019/11/11/>
- [6] นัชชา ธีระสาโรช, 2553, การรู้จำชื่อเฉพาะภาษาไทย : การใช้แบบจำลองคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์ส, วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาภาษาศาสตร์, คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [7] อุษณีย์ สังฆธรรม, 2556, การรู้จำชื่อตัวอักษรพิมพ์ไทยโดยใช้วิธีคอนดิชันนอลแรนดอมฟิลด์สและระยะเซนทรอยด์แบบลำดับชั้น, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- [8] Viterbi Algorithm, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://algoaddict.wordpress.com/2019/11/11/>
- [9] Wikipedia, Selenium (software), หน้า 1, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก [https://en.wikipedia.org/wiki/Selenium_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Selenium_(software))
- [10] Sklearn – crfsuite , API Reference, หน้า 1 - 2, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://sklearn-crfsuite.readthedocs.io/en/latest/api.html>
- [11] Sklearn – crfsuite , Documentation, หน้า 1 - 27, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://readthedocs.org/projects/sklearn-crfsuite/downloads/pdf/latest/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยมูลนิธิเพื่อประโยชน์ทางการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [12] Flutter Documentation, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://flutter.dev/docs>
- [13] Dart Documentation, ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 จาก <https://dart.dev/guides>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.