



AI PLATFORM THAI CONTENT TAGGING

MS. THITIWORADA AMSA-NGUAN
MS. NAWAKARN LEERATTANACHOTE
MR. PONLAWAT SUPARAT

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING (COMPUTER ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2022

AI Platform Thai Content Tagging

Ms. Thitiworada Amsa-nguan

Ms. Nawakarn Leerattanachote

Mr. Ponlawat Suparat

A Project Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for
the Degree of Bachelor of Engineering (Computer Engineering)
Faculty of Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2022

Project Committee

Project Advisor

(Asst.Prof.Dr. Santitham Prom-on , Ph.D.)

Committee Member

(Dr. Jaturon Harnsomburana, Ph.D.)

Committee Member

(Asst.Prof. Rajchawit Sarochawikasit, Ph.D.)

Committee Member

(Assoc.Prof.Dr. Thumrongrat Amornraksa, Ph.D.)

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	vi
สารบัญรูปภาพ	vii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการทำงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	2
1.5.1 ขั้นตอนการทำงาน	2
1.5.2 ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
1.6 ผลการดำเนินงาน	4
1.6.1 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1	4
1.6.2 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2	4
บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1 Natural Language Processing (NLP)	5
2.1.2 Word Embedding	5
2.1.3 TF-IDF	6
2.1.4 Random Forest	6
2.1.5 K-Nearest Neighbor (KNN)	7
2.1.6 Neural Network (NN)	8
2.1.7 RESTful API	9
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.2.1 Machine learning approach to auto-tagging online content for content marketing efficiency: A comparative analysis between methods and content type	10
2.3 ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	11
2.3.1 Amazon Comprehend	11
2.4 เทคนิคและเทคโนโลยีที่ใช้	12
2.4.1 Development Tools	12
2.4.2 Database Tools	14
2.4.3 DevOps Tool	14
2.4.4 Data Pipeline	14
2.4.5 Library Tools	15
2.4.6 Infrastructure Tools	16
2.4.7 Project Management	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	18
3.1 ข้อกำหนดและความต้องการของระบบ	18
3.2 สถาปัตยกรรมระบบ	18
3.2.1 System Overview	18
3.2.2 Navigation Map	22
3.2.3 Data Science Processing	23

3.3	Use Case Analysis	24
3.3.1	Use Case Diagram	24
3.3.2	Use Case Narrative	24
3.3.2.1	ผู้ใช้งานสมัครสมาชิก	24
3.3.2.2	ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบ	26
3.3.2.3	ตรวจสอบข้อมูลໂປຣີ່ອງຕົນເອງ	28
3.3.2.4	สร้างຄໍາຮ້ອງຂອງວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງເນື້ອຫາດ້ວຍ Web Link	30
3.3.2.5	สร้างຄໍາຮ້ອງຂອງວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງເນື້ອຫາດ້ວຍບໍທຄວມ	32
3.3.2.6	สร้างຄໍາຮ້ອງຂອງວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງເນື້ອຫາດ້ວຍ Web Link ຜ່ານ Api-Key	34
3.3.2.7	สร้างຄໍາຮ້ອງຂອງວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງເນື້ອຫາດ້ວຍບໍທຄວມຜ່ານ Api-Key	36
3.3.2.8	ດັກຮ້ອງຂອງກາງວິເຄຣະທີ່ໝູ່ອງບໍທຄວມຂອງຕົນເອງ	38
3.3.2.9	ຄັ້ນຫາບໍທຄວມໂດຍໃຊ້ຕັກຮອງຕ່າງ ๆ	40
3.3.2.10	ຄັ້ນຫາບໍທຄວມໂດຍໃຊ້ເລີຂ້ອງອັນເນື້ອຫາ	42
3.4	ໂຄຮູ່ຮ້າງຮູ່ນ້ຳຂໍ້ມູນ	43
3.5	User Interface Design	45
3.5.1	User Interface Design Rule	45
3.5.2	Screen Images and Description	46
3.5.2.1	หน้า Landing	46
3.5.2.2	หน้า Login	48
3.5.2.3	หน้า Register	49
3.5.2.4	หน้า Home	52
3.5.2.5	หน้า Analytic	54
3.5.2.6	หน้า My Ticket	56
3.5.2.7	หน้าแสดงผลการວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງບໍທຄວມ	57
3.6	Class Diagram	57
3.7	ກາຮອກແບບກາຮົດລອງ	58
3.7.1	Production Deployment	58
3.7.2	User Evaluation	58
3.7.3	Application Evaluation	58
3.7.4	Artificial Intelligence Evaluation	58
บทที่ 4	ພັກການດຳເນີນງານ	59
4.1	ກາຮເກີບຂໍ້ມູນ	59
4.2	ກາຮອກແບບໂມເດລສໍາຫຼັບວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງເນື້ອຫາໃນບໍທຄວມຕ່າງ ๆ	60
4.2.1	ກາຮເຮືອມຂໍ້ມູນສໍາຫຼັບກາຮັກພັນນາໂມເດລ	60
4.2.2	Exploratory Data Analysis	62
4.2.2.1	ຊຸດຂໍ້ມູນທີ່ມີເນື້ອຫາເປັນພາກພາໄທ	62
4.2.2.2	ຊຸດຂໍ້ມູນທີ່ມີເນື້ອຫາເປັນພາກພາອັກຖະ	67
4.2.3	ກາຮຳ Text Representation ດ້ວຍ TF-IDF	72
4.2.4	ກາຮືອກ Model ຮະຫວ່າງ Random Forest KNN ແລະ NN	74
4.2.5	ກາຮົດສອບໂມເດລ	77
4.3	Application	78
4.3.1	User Interface Design	78
4.3.1.1	หน้าແຮກ	78
4.3.1.2	หน้าເຂົ້າສູ່ຮັບບັນດາ	79
4.3.1.3	หน້າໜັກ	80
4.3.1.4	หน້າສ້າງຄໍາຮ້ອງຂອງວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງບໍທຄວມດ້ວຍ Web Link	80
4.3.1.5	หน້າແສດງຜົນກາງວິເຄຣະທີ່ໝວດໝູ່ອງບໍທຄວມ	81

4.3.2 Content-Tagging	82
4.3.3 Content-Preparing	82
4.3.4 General-Backend	82
4.3.5 การทดสอบระบบ	83
4.4 การประเมินผลและความทึ่นจากผู้ใช้งาน	84
4.4.1 ผลสำรวจจากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้งาน	87
บทที่ 5 บทสรุปและอภิปราย	88
5.1 สรุปผลโครงการ	88
5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข	88
5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	88
หนังสืออ้างอิง	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงเวลาดำเนินงานของภาคการเรียนที่ 1/2565	3
1.2 ตารางแสดงเวลาดำเนินงานของภาคการเรียนที่ 2/2565	3
2.1 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ระหว่าง Amazon Comprehend กับ AI-based Thai Content Tagging Platform	12
3.1 API Document ของ User ในการสร้างบัญชีสำหรับใช้งานภายในระบบ	26
3.2 API Document ของ User ในการเข้าสู่ระบบบัญชีผู้ใช้งาน	28
3.3 API Document ของ User ในการดูรายละเอียดไฟล์ของตนเอง	29
3.4 API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link	31
3.5 API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาที่เตรียมไว้	33
3.6 API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วย Web Link (Api-key)	35
3.7 API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาที่เตรียมไว้ (Api-Key)	37
3.8 API Document ของ Ticket ในการดูรายการคำร้องขอของตนเอง	39
3.9 API Document ของการแสดงรายการค้นหาด้วยตัวกรองต่าง ๆ	41
3.10 API Document ของการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาตามเลขอ้างอิงเนื้อหา	42
3.11 ตารางข้อมูลของสมาชิกในระบบ	43
3.11 ตารางข้อมูลของสมาชิกในระบบ	44
3.12 ตารางข้อมูลคำร้องขอการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ	44
3.13 ตารางบทความที่ทำการวิเคราะห์	44
3.14 ตารางหมวดหมู่ที่ใช้งานภายในระบบ	45
3.15 ตารางความสัมพันธ์ของเนื้อหากับหมวดหมู่ต่าง ๆ	45
4.1 ตารางชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย	60
4.2 ตารางชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ	60
4.3 ตารางชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยสำหรับใช้พัฒนาและทดสอบโมเดล	61
4.4 ตารางชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษสำหรับใช้พัฒนาและทดสอบโมเดล	61
4.5 ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยทั้งหมวดหลังทำความสะอาดข้อมูล	63
4.6 ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดข้อมูล	63
4.7 ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมวดหลังทำความสะอาดข้อมูล	67
4.8 ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดข้อมูล	67
4.9 โครงสร้างของโมเดล TF-IDF ในรูปแบบภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	72
4.10 แสดง 3 คำที่มีความสำคัญมากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่	72
4.11 แสดง 3 คำที่มีความสำคัญมากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่	73
4.12 ค่า Accuracy ของแต่ละโมเดลเมื่อใช้ TF-IDF กับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทย	74
4.13 ค่า Accuracy ของแต่ละโมเดลเมื่อใช้ TF-IDF กับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษ	74
4.14 แสดงค่า Evaluation Metrics ของโมเดล LSTM	75
4.15 แสดงค่า Evaluation Metrics ของโมเดลแต่ละโมเดลสำหรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทย	76
4.16 แสดงค่า Evaluation Metrics ของโมเดลแต่ละโมเดลสำหรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษ	76
4.17 ผลการทดสอบโมเดลด้วยชุดข้อมูลที่อยู่ภายใน Domain ที่ระบบรองรับ	77
4.18 แสดงผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน	83

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างของ Word Vector ของ คำว่า aardvark, a, at, zebra	6
2.2 Random Forest	6
2.3 K-Nearest Neighbor	7
2.4 ส่วนประกอบของ Neural Network	8
2.5 RESTful API	9
2.6 ผลการทดลองของงานวิจัยจากการใช้ Text Feature ที่แตกต่างกัน	10
2.7 ผลการทดลองของงานวิจัยจากการใช้ Vector Generator ที่แตกต่างกัน	11
2.8 Amazon Comprehend	11
3.1 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ	18
3.2 เครื่องมือในโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ	19
3.3 Sequence Diagram จำลองการส่งประมวลผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ	20
3.4 Sequence Diagram ของ DevOps Life Cycle	21
3.5 Sequence Diagram ของ Update New AI-Model Process	21
3.6 Navigation Map ของเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งาน	22
3.7 Navigation Map ของเว็บไซต์สำหรับผู้จัดการระบบ	22
3.8 Data Processing	23
3.9 Use Case Diagram	24
3.10 Sequence diagram ของการสมัครสมาชิก	25
3.11 Sequence diagram ของการเข้าสู่ระบบ	27
3.12 Sequence diagram ของการตรวจสอบข้อมูลໂປຣໄຟລ໌	29
3.13 Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link	31
3.14 Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบุคคล	33
3.15 Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link ผ่าน Api-Key	35
3.16 Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบุคคลผ่าน Api-Key	37
3.17 Sequence diagram ของการดูคำร้องขอการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ	39
3.18 Sequence diagram ของการค้นหาบทความโดยใช้ตัวกรองต่าง ๆ	41
3.19 Sequence diagram ของการค้นหาบทความโดยใช้เลขอ้างอิงเนื้อหา	42
3.20 โครงสร้างฐานข้อมูล	43
3.21 หน้า Landing	46
3.22 Landing page ที่แสดงแต่ละองค์ประกอบ	46
3.23 หน้า Landing ในส่วนของ Overall	47
3.24 หน้า Landing ในส่วนของ Method	47
3.25 หน้า Landing ในส่วนของ Feature	48
3.26 หน้า Login	48
3.27 กรอก Username หรือ Password ผิดพลาด	49
3.28 หน้า Register ขั้นตอนกรอก Email	49
3.29 กรอก Email ผิดพลาด	49
3.30 หน้า Register ขั้นตอนกรอก Password	50
3.31 กรอก Password ไม่ตรงกัน	50
3.32 หน้า Register ขั้นตอนกรอกชื่อและนามสกุล	50
3.33 กรอกชื่อและนามสกุลเป็นภาษาอื่น	51
3.34 หน้า Register ขั้นตอนกรอกข้อมูลของผู้ใช้งาน	51
3.35 กรอก Password ไม่ตรงกัน	51

3.36	หน้า Register เมื่อสมัครสมาชิกสำเร็จ	52
3.37	หน้า Home	52
3.38	หน้า Home ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หมวดหมู่ของสมาชิก	53
3.39	หน้า Home ส่วนแสดงข่าวอื่น ๆ เพิ่มเติม	53
3.40	หน้ากรณีที่สมาชิกต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link	54
3.41	กรณีที่กรอก Web Link ไม่ถูกต้อง	54
3.42	หน้ากรณีที่สมาชิกต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยเนื้อหาในบทความ	55
3.43	กรณีที่กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน	55
3.44	หน้า My Ticket	56
3.45	หน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ	57
3.46	Class Diagram ของระบบ	57
4.1	ตัวอย่างการดึงเนื้อหาบทความจากไฟล์ HTML ด้วยการใช้ Python BeautifulSoup	59
4.2	ตัวอย่างการแปลงเนื้อหาจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ	59
4.3	ตัวอย่างชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย	60
4.4	ตัวอย่างชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ	61
4.5	ตัวอย่างชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว	62
4.6	ตัวอย่างชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว	62
4.7	การกระจายตัวของจำนวนคำในแต่ละชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย	62
4.8	ลักษณะของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดชุดข้อมูล	63
4.9	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่อัชญากรรม	64
4.10	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่ภัยคุกคาม	64
4.11	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่การเมือง	64
4.12	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่ธุรกิจ	65
4.13	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่บันเทิง	65
4.14	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่เทคโนโลยี	65
4.15	100 อันดับคำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่	66
4.16	การกระจายตัวของจำนวนคำในแต่ละชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นอังกฤษ	67
4.17	ลักษณะของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดชุดข้อมูล	68
4.18	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่อัชญากรรม	68
4.19	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่ภัยคุกคาม	69
4.20	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่การเมือง	69
4.21	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่ธุรกิจ	69
4.22	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่บันเทิง	70
4.23	10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่เทคโนโลยี	70
4.24	100 อันดับคำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่	71
4.25	ตัวอย่าง Text Representation ของชุดข้อมูลที่ได้จากการทำ TF-IDF	72
4.26	ผลลัพธ์จากการทำ t-SNE ด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำ TF-IDF	73
4.27	กราฟแสดงค่า Accuracy และ Loss ของโมเดล LSTM สำหรับภาษาไทย	75
4.28	กราฟแสดงค่า Accuracy และ Loss ของโมเดล LSTM สำหรับภาษาอังกฤษ	75
4.29	หน้าแรก	78
4.30	หน้าเข้าสู่ระบบ	79
4.31	หน้าเข้าสู่ระบบ กรณีเข้าสู่ระบบผิดพลาด	79
4.32	หน้าหลัก	80

4.33 หน้าสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link	80
4.34 กรณีส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link สำเร็จ	81
4.35 หน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ	81
4.36 รายการ Topic ที่ใช้ในการสื่อสารในระบบ	82
4.37 การ Monitor การใช้งานทรัพยากรต่าง ๆ บน Cloud Run	83

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การจัดหมวดหมู่ คือ การจัดกลุ่มบทความที่มีเนื้อหาสัมพันธ์กันอยู่ภายใต้กลุ่มเดียวกันตามมาตรฐานที่เข้าใจร่วมกัน เพื่อจ่ายต่อการค้นหาข้อมูลและสำรวจเนื้อหาในเรื่องที่เกี่ยวข้อง [1] ซึ่งการจัดหมวดหมู่ค่อนข้างมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันมีบทความที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในโลกออนไลน์ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถรังสรรค์บทความได้ตลอดเวลา เพราะฉะนั้นจึงมีการจัดหมวดหมู่ให้กับบทความโดยเฉพาะเนื้อหาออนไลน์ เพื่อให้สะดวกต่อผู้ใช้งานหากต้องการค้นหาที่มีความเกี่ยวข้องกันหรือทำให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็วว่าเนื้อหาออนไลน์นั้นมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับอะไร โดยการจัดหมวดหมู่มี 2 วิธีหลักด้วยกัน ได้แก่ การจัดหมวดหมู่ด้วยมนุษย์และการจัดหมวดหมู่แบบอัตโนมัติ

ในปัจจุบันเริ่มมีนักพัฒนาให้ความสนใจกับการจัดหมวดหมู่แบบอัตโนมัติ เนื่องจากจำนวนเนื้อหาออนไลน์ที่มีจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้การจัดหมวดหมู่อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพต้องใช้ทรัพยากรมนุษย์เพิ่มขึ้นเมื่อใช้วิธีการจัดหมวดหมู่ด้วยมนุษย์ [2] ซึ่งการจัดหมวดหมู่แบบอัตโนมัติมีวิธีการที่หลากหลาย แต่หนึ่นในวิธีการที่นักพัฒนาให้ความสนใจคือ การจัดหมวดหมู่แบบอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence (AI-based tagging) เนื่องจากเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สามารถวิเคราะห์เนื้อหาออนไลน์ที่มีจำนวนมากเพื่อจัดหมวดหมู่ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ได้อย่างสม่ำเสมอ แม้จะมีแหล่งที่มาจากการหลากหลายแหล่งก็ตาม [3]

คณะกรรมการผู้จัดทำเงินสนใจที่จะพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ที่เป็นภาษาไทย โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence (AI-based tagging) ในการจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์จากนั้นคณะกรรมการผู้จัดทำจะพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้เป็นแพลตฟอร์ม สำหรับการค้นหาเนื้อหาออนไลน์ตามหมวดหมู่ที่ผู้ใช้งานต้องการ เพื่อที่จะสามารถนำไปต่อยอดหรือใช้ประโยชน์ได้ 다양และสะดวกมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อจัดหมวดหมู่โดยใช้เนื้อหาภายในของ Web Link หรือเนื้อหาของบทความที่อยู่ในรูปแบบของภาษาไทย
- เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับค้นหา Web Link หรือเนื้อหาตามหมวดหมู่ที่ต้องการได้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

พัฒนาระบบจัดหมวดหมู่ของเนื้อหาในบทความต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ในการวิเคราะห์เนื้อหาของ Web Link หรือเนื้อหาของบทความที่อยู่ในรูปแบบภาษาไทย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างเป็นระบบจากการจัดหมวดหมู่ในเนื้อหาของบทความโดยเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นจึงให้บริการเป็นแพลตฟอร์มสำหรับการจัดหมวดหมู่โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI Platform Thai Content Tagging) ซึ่งจะมีการออกแบบ Architecture ที่ใช้ระบบ Pub/Sub ในการสื่อสารระหว่างระบบ เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานในปริมาณมากได้ โดยที่เว็บแอปพลิเคชันของเราจะมี Feature ต่าง ๆ ดังนี้

- ผู้ใช้งานสามารถค้นหาเนื้อหาที่สนใจโดยการใช้คำค้นหาแบบหมวดหมู่ที่จัดเตรียมไว้ โดยมีหมวดหมู่ไม่น้อยกว่า 5 หมวดหมู่
- ผู้ใช้งานสามารถค้นหาเนื้อหาที่สนใจได้โดยการใช้เลขอ้างอิงเนื้อหาสำหรับการค้นหา
- ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้วสามารถสั่ง Web Link หรือบทความขึ้นมาบนเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อทำการจัดหมวดหมู่ของเนื้อหานั้น
- ผู้ใช้งานสามารถสร้างคำร้องขอเพื่อจัดหมวดหมู่ของเนื้อหาผ่านทาง Api-Key เดียว
- Web Link ที่ส่งเข้ามาประมวลผลจะต้องอยู่ภายใต้ Domain ที่ระบบรองรับโดยไม่มีน้อยกว่า 5 Domain
- ผู้จัดการระบบสามารถเพิ่มและจัดการหมวดหมู่ได้ด้วยตนเองผ่านทาง Frontend

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แพลตฟอร์มที่สามารถตอบสนองผู้ใช้งานที่ต้องการค้นหาเนื้อหาโดยใช้หมวดหมู่เป็นคำสำคัญในการค้นหา เพื่อค้นหาเนื้อหาต่างๆ จากหลายแหล่งข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถจำแนกหมวดหมู่ของเนื้อหาจาก Web Link และเนื้อหาในบทความในรูปแบบภาษาไทยได้ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย เช่น การระบุบหัวข้อหมวดหมู่อัตโนมัติของเว็บบอร์ด ต่างๆ หรือแม้กระทั่งการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลที่มีจำนวนมหาศาลจากคลังข้อมูลที่เก็บไว้ เพื่อทำให้เกิดความสะดวกต่อการนำมายังมากขึ้น

1.5 ขั้นตอนการทำงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

1.5.1 ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดหัวข้อที่ต้องการทำโครงการ

เลือกหัวข้อโครงการที่สนใจและศึกษาหลักการที่เกี่ยวข้องในการทำโครงการนี้

2. จัดทำข้อเสนอหัวข้อโครงการ (Project Idea)
3. จัดทำข้อเสนอโครงการ (Project Proposal)
4. นำเสนอข้อเสนอโครงการ (Proposal Presentation)

5. ศึกษาเทคโนโลยีและซอฟต์แวร์ที่ใช้

ศึกษา Artificial Intelligence, Frontend และ Backend

6. ศึกษาการวางแผนสร้างระบบ

7. จัดทำระบบตัวอย่าง

เตรียมข้อมูลสำหรับทำ Artificial Intelligence และทำการพัฒนาระบบ

8. วิเคราะห์และออกแบบ UX/UI

ออกแบบ Flow ของระบบและ UX/UI ของเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นจัดทำ Mockup ใน Figma

9. จัดทำรายงานประจำภาคการศึกษาที่ 1

จัดทำรายงานบทที่ 1 โดยใช้ข้อมูลจากข้อเสนอโครงการ

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อจัดทำรายงานบทที่ 2

ออกแบบระบบเพื่อจัดทำรายงานบทที่ 3

จัดทำบทที่ 4 บางส่วน

10. นำเสนอรายงานประจำภาคการศึกษาที่ 1

11. จัดเตรียมข้อมูลสำหรับ Train และ Test ไม้เดลเพิ่มเติมจากภาคการศึกษาที่ 1

12. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต่อจากภาคการศึกษาที่ 1

13. ทดสอบและแก้ไขเว็บแอปพลิเคชัน

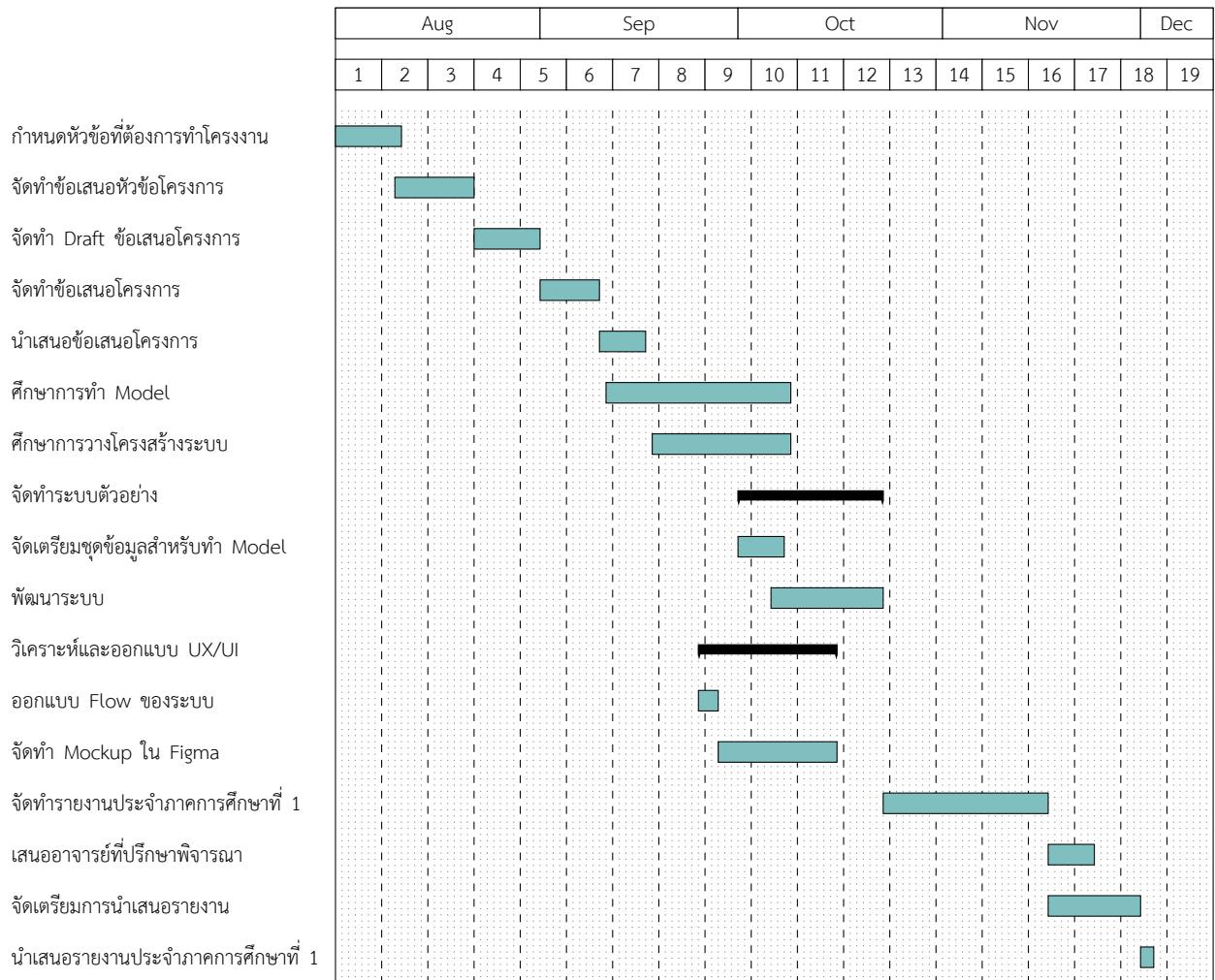
14. ทดสอบกับผู้ใช้งานจริง

15. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

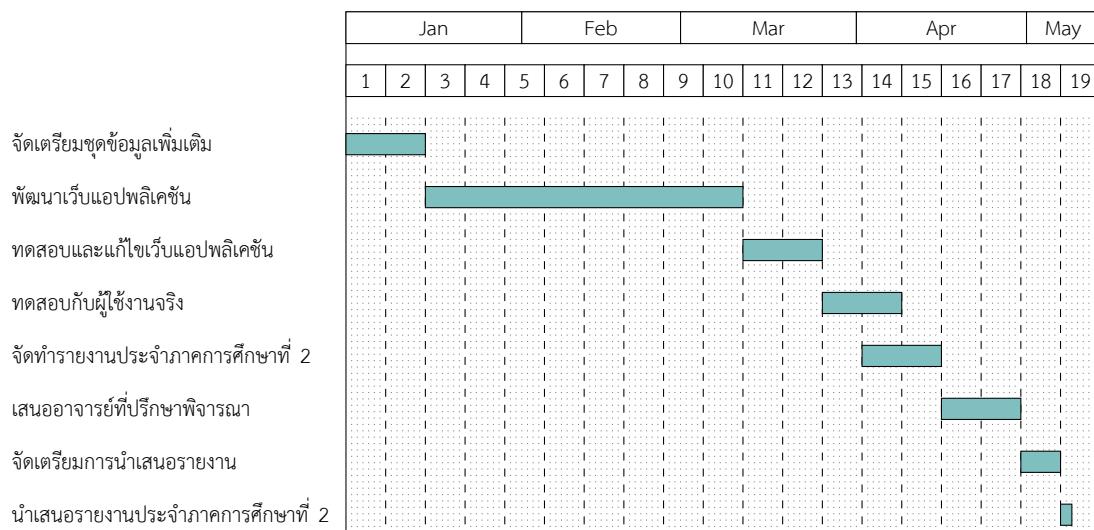
16. นำเสนอโครงการ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงเวลาดำเนินงานของภาคการเรียนที่ 1/2565

1.5.2 ระยะเวลาการดำเนินงาน



ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงเวลาดำเนินงานของภาคการเรียนที่ 2/2565



1.6 ผลการดำเนินงาน

1.6.1 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1

1. รูปเล่ารายงาน 4 บท (บทที่ 1 2 3 และ 4 บางส่วน)
2. ออกแบบโครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน
 - Functional Requirements
 - แผนผังภาพรวมระบบ
 - Architecture Diagram
 - แผนผังการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน
 - Use Case Diagram
 - API Specification
 - แบบจำลองการทำงานระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ
 - Navigation Map
 - User Interface and User Experience Design
3. ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล
 - ER Diagram
 - Data Dictionary
4. สร้างโมเดลสำหรับการจัดหมวดหมู่ 1 – 2 หมวดหมู่
5. จัดทำระบบตัวอย่าง
 - สามารถรับ-ส่งข้อมูลผ่าน Pub/Sub ได้
 - สามารถประมวลผลเนื้อหาและจัดหมวดหมู่ได้ 1 หมวดหมู่

1.6.2 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2

1. รายงานฉบับสมบูรณ์
2. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและระบบ
3. สร้างโมเดลสำหรับการจัดหมวดหมู่ทุกหมวดหมู่ ซึ่งมีน้อยกว่า 5 หมวดหมู่
4. เชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับระบบและฐานข้อมูล โดยมี Artificial Intelligence ประมวลผลร่วม

บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Natural Language Processing (NLP)

Natural language processing (NLP) หรือการประมวลผลภาษาธรรมชาติ เป็นวิทยาการแขนงหนึ่งในหมวดหมู่ของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์หรือ Artificial Intelligence ซึ่งช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจ ตลอดจนตีความและใช้งานภาษาปกติที่มนุษย์ใช้สื่อสารได้ โดยเทคโนโลยี NLP นี้มีรากฐานจากการทางภาษาสาขาวิชนา โดยเฉพาะด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) และภาษาศาสตร์เชิงคำนวน (Computational Linguistics) เพื่อวัตถุประสงค์ในการปฏิช่องว่างทางการสื่อสารระหว่างมนุษย์และระบบคอมพิวเตอร์ [4]

การทำงานขั้นพื้นฐานของ NLP ประกอบด้วยการทำางดังต่อไปนี้

- Tokenization

การแบ่งคำออกเป็นคำ ๆ อย่างถูกต้องตามหลักภาษา

- Parsing

กระบวนการในการระบุโครงสร้างของข้อความ โดยการวิเคราะห์คำที่เป็นส่วนประกอบ ด้วยหลักไวยากรณ์ของภาษา ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะเป็นโครงสร้างแบบต้นไม้ เรียกว่า Parse Tree

- Lemmatization/Stemming

การแปลงคำให้อยู่ในรูปแบบดังเดิม (Lemmatization) เช่น am are is was เปลี่ยนเป็น be และการตัดส่วนขยาย (Stemming) ของคำจะทำการตัดบางส่วนของคำทั้ง เช่น ในภาษาอังกฤษ จะตัด s es ing หรือ ed

- Part-Of-Speech Tagging

สิ่งที่อธิบายว่าในประโยคนี้ คำ ๆ นั้นถูกใช้อย่างไร สามารถแบ่งได้เป็น 8 อย่างหลัก ๆ ได้แก่ คำนาม คำสรรพนาม คำคุณศัพท์ คำกริยา คำกริยาเวชณ์ คำบุพท คำสันธาน และคำอุทาน

- Language detection

การตรวจสอบภาษาว่าเป็นภาษาอะไร

- Identification of Semantic Relationships

การระบุความสัมพันธ์ของคำต่าง ๆ ในประโยค

2.1.2 Word Embedding

เป็นการแปลงชุดของคำให้กลายเป็นตัวเลข โดยการคำนวณความน่าจะเป็นของคำและบริบทภายในประโยค ซึ่งนำเสนอนิรูปแบบของ Vector และได้มีการพัฒนาตัวแบบจำลองสำหรับการทำ Word Embedding เพื่อให้ใช้งานได้อย่างสะดวก เช่น Word2Vec และ Glove

ในขั้นตอนแรกในการสร้างเวกเตอร์ตัวแทนของข้อความนั้น จะต้องทำการรวมและสร้างรายการของคำศัพท์ (Vocabulary) เพื่อพิจารณาจำนวนคำที่เป็นเอกลักษณ์ไม่ซ้ำกับคำอื่น (Unique Word) ที่ปรากฏอยู่ในข้อความที่ทำการพิจารณาทั้งหมดก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงแปลงคำแต่ละคำภายในข้อความให้อยู่ในลักษณะของเวกเตอร์ของคำ (Word Vector) ซึ่งเวกเตอร์ตัวกล่าวจะมีจำนวนมิติเท่ากับจำนวนคำใน Vocabulary และแต่ละมิติจะเป็นตัวแทนของคำนั้น ๆ ดังนั้น Word Vector ของแต่ละคำจะมีค่าของมิติที่เป็นตัวแทนของคำนั้นเป็น 1 และค่าในมิติอื่น ๆ เป็น 0

เนื่องจาก Word Vector เหล่านี้ เป็นตัวแทนของคำที่แตกต่างกันจึงยังไม่ได้สื่อความหมายของคำคำนั้น ขั้นตอนต่อไปหลังจากสร้างเวกเตอร์ตัวแทนของคำจึงเป็นการแปลงเวกเตอร์นี้ให้สามารถใช้งานเป็นตัวแทนความหมายของคำคำนั้นแทน ทั้งนี้ส่วนมากแล้ว เวกเตอร์ที่ใช้แทนความหมายของคำนั้นจะมีจำนวนมิติลดลงมาก (คำที่เป็นเอกลักษณ์ในข้อความทั้งหมดที่นำมาพิจารณาจะมีอยู่เป็นจำนวนมาก Word Vector เหล่านี้ จึงมักจะมีจำนวนมิติสูง) [5]

$$w^{aardvark} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, w^a = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, w^{at} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots w^{zebra} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.1: ตัวอย่างของ Word Vector ของ คำว่า aardvark, a, at, zebra

2.1.3 TF-IDF

เป็นหนึ่งในวิธีทำความสำคัญของคำสำคัญในเอกสาร โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักของคำ แล้วนำมาประยุกต์ใช้กับการค้นคืนเอกสาร Information-retrieval หรือ Text mining โดย TF-IDF มาจากผลคูณของสองค่านั้น คือ TF (Term Frequency) กับ IDF (Inverse Document Frequency) [6]

$$TFIDF = TF * IDF$$

โดย Term Frequency (TF) จะเป็นความถี่ของคำศัพท์ เพื่อหาว่าแต่ละคำนั้นปรากฏมากเท่าไหร่ในเอกสาร ยิ่งมีการใช้คำศัพท์ในเอกสารมากเท่าไหร่ การพิจารณาว่าเอกสารนั้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับอะไรก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งคำ TF สามารถคำนวณได้จากการ [7]

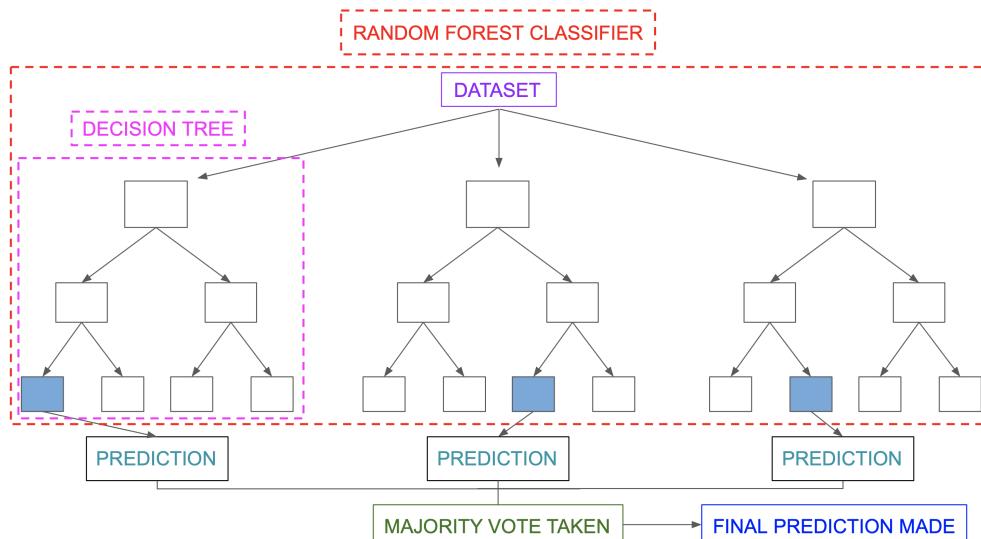
$$TF(word) = \frac{\text{Number of this word in document}}{\text{Number of words in document}}$$

ส่วน Inverse Document Frequency (IDF) เป็นการคำนวณค่าน้ำหนัก (Weight) ความสำคัญของแต่ละคำ โดยคำที่พบเจ้อได้บ่อยๆ (ในหลายๆเอกสาร) จะมีค่า IDF ต่ำ ซึ่งบ่งบอกว่าคำเหล่านั้นจะไม่สามารถเด่นของเอกสารที่คำเหล่านั้นปรากฏอยู่อีกมากได้ดี ซึ่งคำ IDF สามารถคำนวณได้จากการ [6]

$$IDF(word) = \log \left[\frac{1 + n}{1 + DF(word)} \right] + 1$$

โดยที่ n = จำนวนเอกสารทั้งหมดที่ใช้พิจารณา และ $DF(word)$ = จำนวนเอกสารที่มีคำนั้นปรากฏอยู่

2.1.4 Random Forest



รูปที่ 2.2: Random Forest

คือขั้นตอนวิธีหนึ่งของ Machine Learning ที่นิยมใช้ทั้งกับปัญหาแบบ Regression และ Classification โดย Random Forest เป็นขั้นตอนวิธีพัฒนาต่ออยอดมาจาก Decision Tree ต่างกันที่ Random Forest เป็นการเพิ่มจำนวนต้นไม้เป็นหลายต้น ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานและพยากรณ์สูงขึ้น Random Forest มีหลักการทำงาน คือ จะแบ่งข้อมูลออกเป็น Decision Tree หลายต้น โดยแต่ละต้นจะได้รับ Feature และข้อมูลที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด เพื่อทำให้ได้ต้นไม้ที่มีความหลากหลายและมีความอิสระต่อ กันมากขึ้น [8] การทำงานของ Random Forest จะเริ่มต้นจาก

1. ทำการสุ่มเลือก Feature และ Data จากชุดข้อมูลทั้งหมดที่มี
2. สร้าง Decision Tree จากชุดข้อมูลตัวอย่างแต่ละชุดและหาค่าพยากรณ์จากต้นไม้แต่ละต้น
3. เลือกจำนวน Decision Tree ที่ต้องการ จากนั้นทำซ้ำในขั้นตอน 1 และ 2 ในการสร้างต้นไม้
4. หาค่าพยากรณ์ โดยค่าพยากรณ์ที่จะเป็นการให้ Decision Tree แต่ละต้นไม้หาค่าพยากรณ์ของโครงสร้างนั้น จากนั้นค่าพยากรณ์สุดท้าย ในกรณีที่ปัญหาเป็นเพื่อ Classification จะใช้วิธี Majority vote โดยค่าพยากรณ์ของ Decision Tree ต้นใดรับค่าผลโหวตมากที่สุดจะถูกเลือกให้เป็นค่าพยากรณ์ของปัญหา แต่ถ้าเป็นปัญหา Regression จะใช้วิธีคำนวนหาค่าเฉลี่ย โดยนำเอาค่าพยากรณ์ของทุก Decision Tree มาคำนวนหาค่าเฉลี่ย เพื่อแสดงเป็นค่าพยากรณ์ของปัญหา

2.1.5 K-Nearest Neighbor (KNN)

มีหลักการทำงาน คือ จะใช้หลักการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของข้อมูลที่สนใจกับข้อมูลอื่นว่ามีความคล้ายคลึงหรืออยู่ใกล้กับข้อมูลใดมากที่สุด k ตัว จากนั้นจะทำการตัดสินใจว่า คำตอบของข้อมูลที่สนใจนั้นควรเป็นคำตอบเดียวกับข้อมูลที่อยู่ใกล้ที่สุด k ตัวนั้น ทั้งนี้ k คือความถี่ของข้อมูลที่อยู่ใกล้กับข้อมูลที่สนใจ [8]

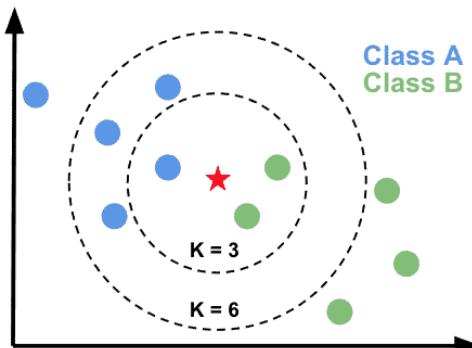
KNN มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

1. ทำการกำหนดค่า k ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดให้เป็นเลขคู่ เช่น 3, 5, 7 และ 9 เป็นต้น
2. นำวัตถุที่ต้องการจำแนกมาด้วยความคล้ายคลึงหรือความต่างกับข้อมูลทั้งหมดในชุดข้อมูล โดยมาตรฐานระยะห่างที่นิยม “ได้แก่ ระยะยุclidean (Euclidean distance) ตามสมการ

$$dist(p, q) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (q_k - p_k)^2}$$

3. เรียงลำดับวัตถุตามความคล้ายหรือความแตกต่าง จากคล้ายคลึงมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด หรือจากแตกต่างน้อยที่สุดไปมากที่สุด
4. พิจารณาคำตอบจากจำนวนคลาสคำตอบที่มีมากที่สุดใน k ตัวที่มีความคล้ายมากที่สุด หรือมีความแตกต่างน้อยที่สุด

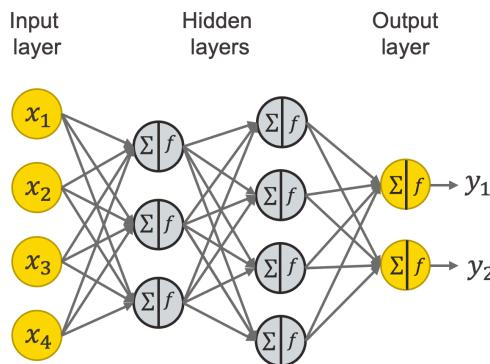
ยกตัวอย่าง



รูปที่ 2.3: K-Nearest Neighbor

จากภาพข้างต้น ให้ข้อมูลที่สนใจคือดาวสีแดง วงกลมสีน้ำเงินคือ Class A และวงกลมสีเขียวคือ Class B ถ้าสนใจที่ค่า k เท่ากับ 3 จะได้ว่าข้อมูลที่สนใจจะมีความใกล้เคียงกับ Class B มากกว่า (สัดส่วนความใกล้เคียงของ Class A ต่อ Class B คือ 1:2) ดังนั้นคำตอบของข้อมูลที่สนใจจะมีความใกล้เคียงกับ Class A มากกว่า (สัดส่วนความใกล้เคียงของ Class A ต่อ Class B คือ 2:1) ดังนั้นคำตอบของข้อมูลที่สนใจจะเป็น Class A

2.1.6 Neural Network (NN)



รูปที่ 2.4: ส่วนประกอบของ Neural Network

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ Artificial Intelligence (AI) เป็นแนวคิดที่ออกแบบระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ให้เลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ [8] ส่วนประกอบของ Neural Network ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. Input Layer

Layer นี้จะเป็นข้อมูล Input จำนวนของinden ในชั้นนี้ข้อมูลจะบันทึกจำนวนของข้อมูล Input ว่า มีข้อมูลอะไรบ้างที่จะนำเข้ามาคิดใน Model เช่น ถ้าข้อมูลของลูกค้าเป็นข้อมูล Input ที่ประกอบด้วย อายุ เพศ จังหวัดที่อาศัย รวมทั้งสิ้น 4 อย่าง ดังนั้นชั้นข้อมูล Input ก็จะมี 4 โนนด์ ซึ่งอาจจะเรียกปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์เหล่านี้ว่าคุณลักษณะ (Feature)

2. Hidden Layer

Layer ที่อยู่ระหว่างกลาง ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของ Model ซึ่งใน Hidden Layer นั้นจะมีกี่ชั้นก็ได้ และแต่ละชั้นจะมีจำนวนของ Nueral เท่าไหรก็ได้ ซึ่งการเพิ่มชั้นและจำนวน Neural จะส่งผลต่อการทำงานของ Model ในส่วนของ Hidden Layer มีการทำงานเปรียบเสมือนส่วนที่เรียนรู้ข้อมูลเชิงลึก หรือ Deep Learning นั่นเอง โดยสิ่งสำคัญใน Hidden Layer คือ การพิจารณาค่าที่ได้ ทุกๆ โนนด์ต้องประกอบด้วยฟังก์ชันแบบไม่เป็นเชิงเส้น

3. Output Layer

Layer ที่จะนำเอาข้อมูลจากการคำนวณไปใช้และจำนวนของโนนดใน Layer นี้ข้อมูลรูปแบบของข้อมูลออกที่จะเอาไปใช้ ตัวอย่างเช่น ถ้างานที่ทำเป็นสมการลดตรอย (Regression) ก็กำหนดให้ Output Layer เป็นแบบ 1 โนนด เพราะต้องการคำตอบเพียงค่าเดียว ถ้าเป็นclassify ค่าก็เพิ่มไปตามที่ต้องการ เช่น ในบางงานอาจจะคำนวณหาตำแหน่งของภาพในแกน x และ y พร้อมกัน ในการนี้ก็ต้องกำหนดชั้นข้อมูลออกเป็น 2 โนนด เป็นต้น

Neural Network ใช้กระบวนการเรียนรู้ข้อมูลโดยการปรับค่าน้ำหนักเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด Neural Network มีการเรียนรู้ 2 แบบ คือ

- Supervised Learning เป็นการเรียนแบบที่มีการตรวจสอบ เพื่อให้ Neural Network ปรับตัว ชุดข้อมูลที่ใช้สอน Neural Network จะมีคำตอบไว้คือตรวจสอบว่า Neural Network ให้คำตอบที่ถูกหรือไม่ ถ้าคำตอบไม่ถูก Neural Network ก็จะปรับตัวเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูก
- Unsupervised Learning เป็นการเรียนแบบไม่มีผู้แนะนำ ไม่มีการตรวจสอบว่าถูกหรือผิด Neural Network จะจัดเรียงโครงสร้างด้วยตัวเองตามลักษณะของข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ Neural Network จะสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้

กระบวนการเรียนรู้ของ Neural Network ถูกพัฒนาขึ้นหลักหลายวิธี เพื่อรับรู้และประยุกต์ในการใช้งานต่าง ๆ วิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดคือ Error correction และ Nearest neighbor

Error correction จะเป็น Back propagation ซึ่งมีการเรียนรู้ของ Model เกิดขึ้นเมื่อเวลาที่ได้จากการคำนวณในของ Forward Propagation มาเทียบกับค่าของข้อมูลอกรกที่เกิดขึ้นจริง (Ground Truth) ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเรียกว่า Cost Loss Error หรือ Residual

ดังนั้นกำหนดให้ข้อผิดพลาดของหน่วย k (Error : e_k) สามารถคำนวณได้จากการคำนวณต่างของผลลัพธ์ (y) ของหน่วย k ในรอบที่ n แทนด้วยสัญลักษณ์ $y_{k,n}$ และข้อมูล Output ที่เกิดขึ้นจริงของหน่วย k แทนด้วยสัญลักษณ์ y_k^* ดังนั้นค่าความผิดพลาดคำนวณได้จากสมการ

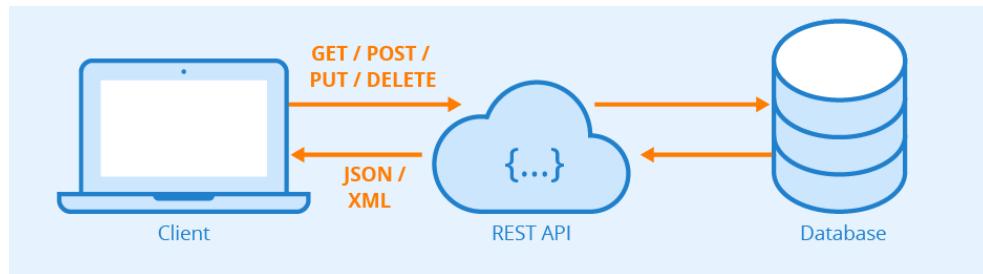
$$e_k = y_{k,n} - y_k^*$$

โดยค่าความผิดพลาด e_k ยิ่งมีค่าใกล้ศูนย์ยิ่งดี Back propagation ทำงานเหมือนสมองคน คือการเรียนรู้จากความผิดพลาด นั่นคือ เมื่อรู้ค่าผิดพลาดของหน่วย k แล้ว จะนำค่าผิดพลาดนั้นมาคำนวณหาค่าน้ำหนักใหม่ (w_{new}) ในรอบที่ $n+1$ ของหน่วย k ดังสมการ

$$w_{new} = w_{old} - \lambda \frac{\partial E}{\partial w_{old}}$$

โดย λ คือค่าคงที่ในการปรับน้ำหนักซึ่งอาจจะเรียกว่า Step หรือ Learning rate ซึ่งทุก ๆ รอบของการทำงาน จะมีการปรับค่าน้ำหนักใหม่ทุกรอบ จนกว่าค่าน้ำหนักจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อย (Convergence) ถือเป็นค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) จะมีผลทำให้การทำงานหมายผลลัพธ์มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.1.7 RESTful API



รูปที่ 2.5: RESTful API

เป็น Interface ที่ระบบคอมพิวเตอร์ 2 ระบบใช้เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างปลอดภัย แอปพลิเคชันส่วนใหญ่ต้องสื่อสารกับแอปพลิเคชันภายนอกในอินเทอร์เน็ต แล้วของบุคคลที่สามเพื่อทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะอยู่บนมาตรฐานของโปรโตคอล HTTP [9]

พัฒนาพื้นฐานของ RESTful API จะเน้นภารกิจการทำงานท่องอินเทอร์เน็ต โค้ดเขียนที่จะติดตอกับเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ API เมื่อต้องใช้ทรัพยากร นักพัฒนา API อาจใช้วิธีการที่โค้ดเขียนตัวเองใช้ REST API ในเอกสารประกอบ API ของแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ โดยการเรียกใช้ REST API มีขั้นตอนทั่วไปดังนี้

- โค้ดเขียนตัวเองที่ต้องการใช้ REST API โค้ดเขียนที่บูรณาการเข้ากับ REST API เพื่อจัดรูปแบบคำขอในลักษณะที่เซิร์ฟเวอร์เข้าใจได้
- เชิร์ฟเวอร์รับรองความถูกต้องของโค้ดเขียน แล้วยืนยันว่าโค้ดเขียนมีสิทธิ์ส่งคำขอตังกล่าว
- เชิร์ฟเวอร์รับคำขอและประมวลผลเป็นการภายใน
- เชิร์ฟเวอร์ส่งคืนการตอบสนองกลับไปยังโค้ดเขียน การตอบสนองมีข้อมูลที่บอกให้ลูกค้าทราบว่าคำขอต้องสำเร็จหรือไม่ การตอบสนองยังรวมถึงข้อมูลใดๆ ที่โค้ดเขียนต้องขออีกด้วย

นักพัฒนามักใช้ RESTful API โดยใช้เกณฑ์วิธีชนส่งข้อมูลที่มีความหลากหลาย (Hypertext Transfer Protocol หรือ HTTP) วิธีการ HTTP จะบอกให้เซิร์ฟเวอร์ทราบถึงสิ่งที่ต้องทำกับทรัพยากร โดยวิธีการ HTTP ทั่วไปมี 4 วิธีดังต่อไปนี้

- GET

เพื่อเข้าถึงทรัพยากรที่อยู่ที่ URL ที่ระบุบนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งสามารถแคชคำขอ GET และส่งพารามิเตอร์ในคำขอ RESTful API เพื่อส่งให้เซิร์ฟเวอร์รองข้อมูลก่อนส่ง

- POST

เพื่อส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งรวมถึงการแทนข้อมูลพร้อมกับคำขอ การส่งคำขอ POST เดียวกันหลายครั้งมีผลข้างเคียงเหมือนกับการสร้างทรัพยากรเดียวกันหลายครั้ง

- PUT

เพื่ออัปเดตทรัพยากรที่มีอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ การส่งคำขอ PUT เดียวกันหลายครั้งในบริการเว็บ RESTful จะให้ผลลัพธ์เหมือนกัน ซึ่งแตกต่างจาก POST

- DELETE

เพื่อลบทรัพยากรออก โดยคำขอ DELETE สามารถเปลี่ยนสถานะเซิร์ฟเวอร์ได้ อย่างไรก็ตาม หากผู้ใช้ไม่มีการรับรองความถูกต้องที่เหมาะสม คำขอจะล้มเหลว

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Machine learning approach to auto-tagging online content for content marketing efficiency:

A comparative analysis between methods and content type

ปัจจุบันนักการตลาดด้านเนื้อหาจะต้องประสบพบเจอกับเนื้อหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากเนื้อหาที่ไม่มีโครงสร้างที่ชัดเจน ส่งผลให้การวิเคราะห์ การจัดการ และการจำแนกเนื้อหาขึ้นเป็นไปได้ยากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีการเสนอวิธีการจำแนกหมวดหมู่ของเนื้อหาโดยอัตโนมัติ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ Machine Learning สำหรับการจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน ได้แก่ Random Forest, K-Nearest Neighbor และ Neural Network ซึ่งจากการวิจัย พบร่วมกับ Neural Network มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยได้ค่า F1 อยู่ที่ 70% สามารถจัดหมวดหมู่ให้กับ Online Content ที่ไม่มีหมวดหมู่ได้ถึง 99.6% และสามารถจัดหมวดหมู่ให้กับ YouTube ที่ไม่มีหมวดหมู่ได้ถึง 96.1% [10]

จากการวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงกระบวนการทำการ Auto-tagging Online Content ซึ่งคณะผู้จัดทำได้อิงกระบวนการบางส่วนตามงานวิจัยนี้ เนื่องจากลักษณะงานที่มีความคล้ายกัน สิ่งที่คณะผู้จัดทำให้ความสนใจกับงานวิจัยนี้คือ การประเมิน Model การเตรียมข้อมูล และการใช้ Model หลากหลายรูปแบบ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่า F1 Score ค่า Precision และค่า Recall สำหรับการประเมิน Model

ในส่วนของการเตรียมข้อมูล งานวิจัยนี้ได้มีการวิจัยใช้ลักษณะของบทความที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะทราบว่าส่วนใดของบทความที่ไหนที่เหมาะสมกับการนำໄไปใช้งาน โดยแบ่งลักษณะของบทความเป็นทั้งหมด 3 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่ รูปแบบที่ 1 คือ มีเพียงหัวข้อ รูปแบบที่ 2 คือ มีหัวข้อและคำอธิบาย และรูปแบบที่ 3 คือ มีหัวข้อ คำอธิบาย และเนื้อหา ซึ่งจากการวิจัยพบว่า การใช้ส่วนของบทความทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ หัวข้อ คำอธิบาย และเนื้อหา จะทำให้ได้ผลลัพธ์ของการทำ Auto-tagging ดีที่สุด ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเลือกที่จะใช้บทความทั้ง 3 ส่วนโดยอิงจากงานวิจัย

Text feature	Mean F1 Score	Average precision	Average recall
Title only	0.551	0.653	0.549
Title and description	0.426	0.658	0.588
Title, description, and body	0.627	0.666	0.643

รูปที่ 2.6: ผลการทดลองของงานวิจัยจากการใช้ Text Feature ที่แตกต่างกัน

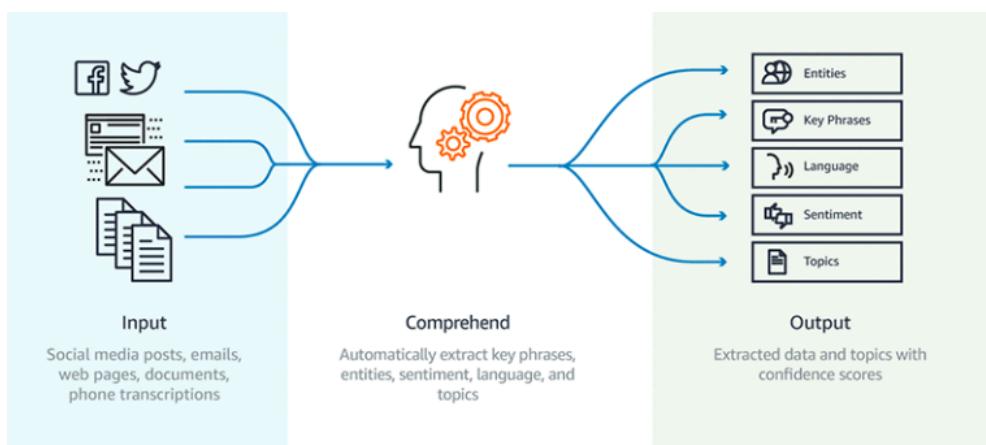
นอกจากลักษณะของบทความ งานวิจัยนี้ได้มีการวิจัยใช้ Algorithm หลากหลายรูปแบบเพื่อเปลี่ยนคำให้เป็น Vector โดยวิธีทั้งหมด 3 Algorithm ด้วยกัน ได้แก่ TF-TF-IDF และ Doc2Vec ซึ่งจากการวิจัยพบว่า การใช้ TF-IDF จะทำให้ได้ผลลัพธ์ของการทำ Auto-tagging ดีที่สุด ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเลือกที่จะใช้ TF-IDF สำหรับการแปลงคำเป็น Vector

Feature vector generator	Mean F1 Score	Average precision	Average recall
TF	0.626	0.674	0.610
TF-IDF	0.640	0.667	0.642
Doc2Vec	0.516	0.571	0.514

รูปที่ 2.7: ผลการทดลองของงานวิจัยจากการใช้ Vector Generator ที่แตกต่างกัน

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 Amazon Comprehend



รูปที่ 2.8: Amazon Comprehend

เป็นบริการ Natural Language Processing (NLP) ที่ใช้ Machine Learning มาประมวลผลข้อมูลที่ไม่โครงสร้างเพื่อหาข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าจากข้อความในเอกสาร สามารถลดความซับซ้อนของการทำงานการประมวลผลข้อมูลโดยการแยกข้อความ วิธีสำคัญ หัวข้อ และอื่น ๆ จากเอกสารเพื่อการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่ง Amazon Comprehend ก็จะมีกรณีการใช้งานอยู่หลักหลายรูปแบบด้วยกัน [11] เช่น

- ตรวจสอบความรู้สึกของลูกค้าและวิเคราะห์การโต้ตอบของลูกค้า และจัดหมวดหมู่คำขอการสนับสนุนเข้าโดยอัตโนมัติ สถิติ สถิติข้อมูลเชิงลึกจากการสำรวจลูกค้าเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์
- ให้ความสำคัญกับบริบท โดยการทำให้เครื่องมือค้นหาสามารถจัดทำด้วยนิวเคลียร์ เอนทิตี้ และความรู้สึกที่สำคัญได้ ไม่ใช่แค่คำสำคัญเพียงอย่างเดียว
- ระบบอัตโนมัติให้กับการสกัดข้อมูลเชิงลึกจากกลุ่มข้อมูลของข้อสรุปทางกฎหมาย เช่น สัญญาและบันทึกของศาล ยกระดับการรักษาความปลอดภัยให้กับเอกสาร โดยการระบุและแก้ไขข้อมูลที่สามารถระบุตัวบุคคลได้ (PII)
- จำแนกและแยกเนื้อหาจากเอกสาร โดยการระบุและแก้ไขข้อมูลที่สามารถระบุตัวบุคคลได้ (PII)
- ทำความเข้าใจจากเอกสารทางการเงิน เช่น การเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนจากประกันภัย แพคเกจการจำนอง หรือทำความเข้าใจพันธะระหว่างเหตุการณ์ทางการเงินในบทความเกี่ยวกับการเงิน

ถึงแม้ Amazon Comprehend จะเป็นบริการ Natural Language Processing (NLP) ที่ใช้ Machine Learning คล้ายกับผลิตภัณฑ์ของเรา แต่ก็มีข้อแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ของเราตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2.1: เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ระหว่าง Amazon Comprehend กับ AI-based Thai Content Tagging Platform

รายการ	Amazon Comprehend	AI-based Thai Content Tagging Platform
รองรับภาษาไทย	ไม่รองรับภาษาไทย	รองรับภาษาไทย
ความจ่ายในการใช้งาน	เหมาะสมสำหรับนักพัฒนา ผู้สร้างเนื้อหา และนักการตลาด	ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้ได้
การนำໄไปประยุกต์ใช้งาน	ผู้ใช้สามารถประยุกต์ได้หลากหลาย	ฟังก์ชันการทำงานจำกัด แต่ต้องมีความเข้าใจในการพัฒนาโปรแกรม โดยนักพัฒนาแพลตฟอร์ม

2.4 เทคนิคและเทคโนโลยีที่ใช้

2.4.1 Development Tools

- JavaScript

เป็นภาษาเขียนโปรแกรมที่ถูกพัฒนาและปฏิบัติตามข้อกำหนดมาตรฐานของ ECMAScript เป็นภาษาระดับสูง คอมไพล์ในขณะที่โปรแกรมรัน (JIT) และเป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบทลายกระบวนการหัศน์ เช่น การเขียนโปรแกรมเชิงขั้นตอน การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือการเขียนโปรแกรมแบบ Functional ภาษา JavaScript มีไวยากรณ์ที่เหมือนกับภาษา C ใช้งานลึกเพื่อกำหนดลักษณะของคำสั่ง นอกจากนี้ JavaScript ยังเป็นภาษาที่มีประเภทข้อมูลแบบ Dynamic เป็นภาษาแบบ Prototype-based และ First-class Function [12]

เป็นภาษาโปรแกรมที่นักพัฒนาใช้ในการสร้างหน้าเว็บแบบ Interactive ทำให้เวปไซต์สามารถตอบสนองกับผู้ใช้งาน ทั้งมี Library ที่ช่วยให้การพัฒนาเว็บไซต์ได้ง่ายขึ้นจำนวนมาก จึงเป็นภาษาที่นิยมในการเขียนเวปไซต์

- Java

เป็นภาษาเขียนโปรแกรมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เป็นจากมีประสิทธิภาพการทำงานสูง และสามารถรันได้ในทุก Platform โดยไม่ต้องทำการ Compile Code ใหม่ผ่าน JVM (Java Virtual Machine) เนื่องด้วยเป็นภาษาที่มีการพัฒนาต่อเนื่องมาอย่างยาวนาน จึงทำให้มี Library ให้เลือกใช้งานมากมาย โดยรูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษา Java จะเขียนโดยใช้หลักการ OOP (Object Oriented Programming) [13]

- Golang

เป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบ Open Source ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Google ในปี 2007 และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมากขึ้นเรื่อยๆ ในยุคนี้ [14] เนื่องจากประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงและใช้ทรัพยากรในการทำงานต่ำ อีกทั้งยังมี Garbage Collector ในการช่วยจัดการกับ Memory นอกจากประสิทธิภาพแล้ว ความจ่ายในการเรียนรู้ของภาษา Golang ยังสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ทำให้เป็นภาษาที่ได้รับความนิยมในวงกว้าง

Golang เป็นภาษาที่เหมาะสมสำหรับการทำ Web Development มาตรฐานมากได้ ซึ่ง Golang ถูกออกแบบมาเพื่องานประเภทนี้โดยเฉพาะ ยกตัวอย่างเช่น มี HTTP Package อยู่ใน Standard Library ของ Go โดยที่ไม่ต้องลง Library เพิ่มเติม หรือจะใช้ Framework ต่างๆ ช่วยให้ทำ Web Development ได้ง่ายและสะดวกขึ้น [14]

- Python

เป็นภาษาเขียนโปรแกรมที่ใช้อย่างแพร่หลายในเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล และ แมชชีนเลิร์นинг (ML) นักพัฒนาใช้ Python เนื่องจากมีประสิทธิภาพ เรียนรู้ง่าย และสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มต่างๆ ได้มาก many ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ Python สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี ผ่านการทำงานร่วมกับระบบทุกประเภท และเพิ่มความเร็วในการพัฒนา ภาษา Python มีกรณีการใช้งานหลายอย่างในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ซึ่งรวมถึงตัวอย่างดังต่อไปนี้ [15]

- การพัฒนาเว็บฟรอนท์เอนด์

การพัฒนาเว็บฟรอนท์เอนด์ประกอบด้วยฟังก์ชัน Backend ที่ซับซ้อน ซึ่งเวปไซต์ดำเนินการเพื่อแสดงข้อมูลต่อผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น เวปไซต์ต้องโต้ตอบกับฐานข้อมูล สื่อสารกับเวปไซต์อื่น และปกป้องข้อมูลเมื่อส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

Python มีประโยชน์สำหรับการเขียนโค้ดฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากมี Library จำนวนมากที่ประกอบด้วยโค้ดที่เขียนไว้ล่วงหน้าสำหรับพังก์ชัน Backend ที่ซับซ้อน นักพัฒนาจึงใช้ Framework Python ที่หลากหลายซึ่งมีเครื่องมือที่จำเป็นทั้งหมด เพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้นและง่ายขึ้นอีกด้วย ตัวอย่างเช่น นักพัฒนาสามารถสร้างโครงสร้างเว็บแอปพลิเคชันได้ภายในไม่กี่วินาที เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเขียนขึ้นใหม่ทั้งหมด จากนั้นนักพัฒนาสามารถทดสอบอีกด้วยเครื่องมือทดสอบของ Framework โดยไม่ต้องพึ่งพาเครื่องมือทดสอบภายนอก

- วิทยาศาสตร์ข้อมูลและแมชชีนเลิร์นนิ่ง (ML)

วิทยาศาสตร์ข้อมูลถือความรู้อันมีคุณค่าจากข้อมูลและแมชชีนเลิร์นนิ่ง (ML) จะสอนคอมพิวเตอร์ให้เรียนรู้จากข้อมูลโดยอัตโนมัติและทำนายได้อย่างแม่นยำ นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลใช้ Python สำหรับงานด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- * การแก้ไขและลบข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเรียกว่าการทำความสะอาดข้อมูล
- * การแยกและเลือกคุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อมูล
- * การระบุประเภทข้อมูล ซึ่งเป็นการเพิ่มข้อมูลที่มีความหมายสำหรับข้อมูล
- * การค้นหาสถิติต่าง ๆ จากข้อมูล
- * การแสดงข้อมูลด้วยภาพโดยใช้แผนภูมิและกราฟ เช่น แผนภูมิสัน กราฟแท่ง ฮิสโทแกรม และแผนภูมิวงกลม

นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลใช้ไลบรารี Python ML เพื่อฝึกฝนโมเดล ML และสร้างตัวจำแนกที่จำแนกประเภทข้อมูลได้อย่างแม่นยำ บุคคลในวงการต่าง ๆ ใช้ตัวจำแนกแบบ Python เพื่อทำงานด้านการจำแนกประเภท เช่น การจำแนกประเภทรูปภาพ ข้อความ และการรับส่งข้อมูลทางเครือข่าย การรู้จำเสียง และการจัดจำใบหน้า นักวิทยาศาสตร์ข้อมูลยังใช้ Python สำหรับ Deep Learning ซึ่งเป็นเทคนิค ML ขั้นสูง

- การพัฒนาซอฟต์แวร์

นักพัฒนาซอฟต์แวร์มักใช้ Python สำหรับงานด้านการพัฒนาและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ดังนี้

- * การติดตามบักก์ในโค้ดของซอฟต์แวร์
- * การสร้างซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ
- * การดูแลการจัดการโครงการด้วยซอฟต์แวร์
- * การพัฒนาต้นแบบซอฟต์แวร์
- * การพัฒนาแอปพลิเคชันบนเดสก์ท็อปโดยใช้ Library ส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface หรือ GUI)
- * การพัฒนาเกมที่ใช้ข้อมูลแบบง่ายๆ ไปจนถึงวิดีโอเกมที่ซับซ้อนมากขึ้น

- Google Colaboratory

เป็นบริการ Cloud อีกหนึ่งบริการจาก Google Research เป็น IDE ที่อนุญาตให้ผู้ใช้เขียน Source code ในตัวแก้ไขและเรียกใช้จากเบราว์เซอร์ รองรับภาษาเขียนโปรแกรม Python และเน้นงานแมชชีนเลิร์นนิ่ง การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น Google Colaboratory เป็นบริการ Software as a Service (SaaS) โฮสต์โปรแกรม Jupyter Notebook บน Cloud จาก Google ซึ่งฟังก์ชันที่โดดเด่น ดังนี้ [16]

- แก้ไขและเรียกใช้โค้ดใน Python
- จัดเก็บงานใน Google Drive เพื่อไม่ให้สูญหาย
- แบ่งปัน Notebook กับผู้อื่นได้ (ข้อความ โค้ด ผลลัพธ์ และความคิดเห็น)
- นำเข้า Jupyter Notebook หรือ IPython ได้
- ดาวน์โหลด Colab Notebook ในเครื่องจาก Google Drive ได้

- Figma

เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ออกแบบตั้งแต่เว็บไซต์ แอปพลิเคชัน สำหรับ UX/ UI Designer ทั่วโลก หรือใช้สำหรับการแบบโลโก้, artwork ต่าง ๆ ของสายงาน Graphic Design รวมไปถึงคนที่ไม่ใช่ในการออกแบบ Presentation Figma ให้ความสำคัญ

ในเรื่องของการทำงานร่วมกันภายในทีม ทำให้ทีม UX/ UI Design ทำงานกันได้สะดวกมากขึ้น รวมไปถึงส่งเสริมการทำงานระหว่างทีมที่ช่วยให้ Designer ส่งต่องานกับ Developer ได้่ายมาโดยอัตโนมัติ เช่น Figma จะใช้งานในรูปแบบ browser-based ที่ทุกคนสามารถทำงานพร้อมกันได้ และมี Features ที่ช่วยให้การส่งต่องานระหว่างทีมทำได้ง่ายขึ้นกว่าเครื่องมือการออกแบบอื่น ๆ โดยแบ่ง Feature การทำงานเป็น 4 ด้านดังนี้ [17]

- Collaboration Features
สามารถใช้งานพร้อมกันได้แบบ real-time บนเว็บ โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมในเครื่อง และไม่ต้องกด save แม้แต่ครั้งเดียว
- Design Features
มีฟีเจอร์ด้านงานออกแบบ ตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบจนถึงส่งงานต่อให้ Developer
- Prototyping Features
- Design systems features

2.4.2 Database Tools

- PostgreSQL

เป็น Open Source Object-Relational Database ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย มีการพัฒนาให้สามารถรองรับข้อมูลเพิ่มเติมได้ หลายประเภท เช่น UUID, Array, JSON ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เป็นระบบฐานข้อมูล SQL (Structure Query Language) เช่นเดียวกับ MySQL [18]

2.4.3 DevOps Tool

- Git

ระบบจัดการแก้ไข (Version Control System) ติดตามการเปลี่ยนแปลงของไฟล์ต่าง ๆ ในโปรเจค ช่วยทำให้สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถติดตาม ตรวจสอบ การพัฒนา ดูประวัติการเปลี่ยนแปลงของไฟล์ต่าง ๆ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงเพื่อเกิดปัญหาหรือสามารถย้อนกลับได้ [19]

- Github

เว็บไซต์ที่ให้บริการ Git (Version Control Repository) โดยให้บริการบนออนไลน์แพลตฟอร์ม ที่จะมีฟีเจอร์ที่จะช่วยให้นักพัฒนาคนอื่น ๆ สามารถมีส่วนร่วมในการทำงานแก้ไขได้ที่อยู่ใน Repository ได้ ซึ่งสามารถตั้งค่า Repository เป็น Public ให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ หรือ Private เพื่อใช้งานเฉพาะกลุ่มได้ [20]

- Docker

แพลตฟอร์มซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถสร้าง ทดสอบ และติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านมาตรฐานของคอนเทนเนอร์ซึ่งจะ ช่วยในการจัดการสภาพแวดล้อมของระบบ ได้ดี และรันใหม่ ซึ่งเมื่อใช้ Docker จะช่วยให้สามารถติดตั้งแอปพลิเคชันให้เหมาะสมกับทุกสภาพแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว [21]

2.4.4 Data Pipeline

- Google Translate

เป็นโปรแกรมแปลภาษาของ Google สามารถแปลได้ทั้งคำ ประโยค เนื้อหาเป็นย่อหน้า จนที่สุดแปลทั้งเว็บก็สามารถทำได้ เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยใช้กลวิธี อ้างอิงจาก การนิยามศัพท์ สร้างกลุ่มคำ ใช้สถิติ การบรรจุเรื่องไวยากรณ์ภาษาเข้าไปกระบวนการประมวลผลการแปลโดยคอมพิวเตอร์หลายเครื่องนี้ เรียกว่า "Statistical Machine Translation" หรือ "ระบบการแปลภาษาเชิงสถิติ" [22] ซึ่งในที่นี้เด่น Google Translate มาใช้เพื่อแปลเนื้อหาจาก Web Link ที่เป็นภาษาไทยให้เป็นภาษาอังกฤษก่อนที่จะนำไปใช้งาน

2.4.5 Library Tools

- Vue

เป็น JS Library ที่รวมเอาข้อดีของ Angular กับ React มารวมกัน มีการประมวลผลที่รวดเร็ว [23] โดยเป็น "Progressive Framework" สำหรับสร้าง User Interface (UI) ซึ่ง Progressive คือการที่ Vue.js ใช้เป็นเหมือนส่วนเพิ่มความสามารถที่อาไว้ใช้งานกับ HTML ซึ่ง Library นี้จะจัดการในส่วนของ View เท่านั้น เพื่อให้สามารถนำ Vue ไปใช้งานร่วมกับ Library อื่น ๆ ได้สะดวก และเหมาะสมสำหรับการทำ Single-Page Applications (SPA) หรือเว็บที่ไม่ต้องเปลี่ยนหน้าบ่อย [24]

- Nuxt.js

เป็น Javascript Framework ที่พัฒนาต่อยอดมาจากการ Vue.js ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การพัฒนาและการแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชัน มีความสะดวกสบาย สามารถพัฒนาต่อโดยอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ [25]

- Pandas

เป็น Library Python แบบ Open Source ที่มีเครื่องมือจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพสูง โดยใช้โครงสร้างข้อมูลที่ชื่อ Pandas มาจากคำว่า Panel Data (ชุดข้อมูลหลายมิติ) มีจุดเด่นด้านการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) และการทำความสะอาด (Data Cleaning) ซึ่งเป็น Process ที่สำคัญมากในการทำงานกับข้อมูล โดยมี Feature การทำงานดังนี้ [26]

- Object DataFrame ที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ พร้อมการสร้าง Index เริ่มต้นและ Index ที่กำหนดเองได้
- เป็นเครื่องมือสำหรับโหลดข้อมูลลงใน In-memory Data Objects จากสกุลไฟล์ต่าง ๆ
- การจัดตำแหน่งข้อมูลและจัดการข้อมูลที่ขาดหายไป
- Reshaping และ Pivoting data
- การทำ label สำหรับการ Slicing, การ Indexing และ Subsetting ชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่
- โครงสร้างข้อมูลสามารถ Delete หรือ Insert ได้
- จัดกลุ่มตาม Engine เพื่อให้สามารถใช้การดำเนินการ Split-Apply-Combine กับ Data Set
- การ Merging และ Joining ของ Data Set ที่มีประสิทธิภาพสูง
- การสร้าง Range ของวันและความถี่ของการเปลี่ยนแปลง การย้าย Window Statistics การย้าย Window Linear Regressions การ Shift วัน และการ Lagging

- NumPy

เป็น Library ที่ใช้ในการคำนวนทางคณิตศาสตร์ในภาษา Python [27] ซึ่งภายในถูกเขียนด้วยภาษา C จึงทำงานได้เร็ว และมีประสิทธิภาพ โดย NumPy มีความสามารถในการจัดการกับอาร์เรย์หลายมิติและข้อมูลแบบเมทริกซ์

- Natural Language Toolkit

หรือเรียกว่า NLTK เป็น Library สำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) ของภาษาอังกฤษ โดยเขียนในภาษา Python พัฒนาขึ้นโดย Steven Bird และ Edward Loper NLTK มีฟังก์ชันสำหรับการแบ่งประเภท ตัดคำ กำกับไวยากรณ์ประโยค และอื่น ๆ

- SpaCy

เป็น Library Open Source สำหรับการประมวลผลภาษาธรรมชาติขั้นสูง (NLP) ที่เขียนด้วยภาษา Python พร้อมด้วยองค์ประกอบใน Cython (ส่วนต่อขยาย C ของ Python ออกแบบมาเพื่อให้ C มีประสิทธิภาพเข้ากับโปรแกรม python) จึงเป็น Library ที่ค่อนข้างเร็ว ซึ่ง SpaCy ให้ API ในการเข้าถึงวิธีการและคุณสมบัติที่สามารถควบคุม โดยการสร้างแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และ Deep Learning นอกจากนี้ SpaCy ยังสามารถทำงานร่วมกับ Library อื่นได้ เช่น NLTK

SpaCy ถูกออกแบบสำหรับการใช้งานและช่วยสร้างแอปพลิเคชันที่ประมวลผลและเข้าใจข้อความจำนวนมาก สามารถใช้ในการสร้างการดึงข้อมูลหรือระบบความเข้าใจภาษาธรรมชาติหรือข้อความก่อนการประมวลผลสำหรับ Deep Learning คุณสมบัติบางอย่าง SpaCy มีให้ 'ได้แก่' การแบ่งคำ (Tokenization) การติดแท็กส่วนของคำพูด (Part-of-Speech Tagging) การจำแนกข้อความ (Sentence Boundary Detection) และการจัดจำแนกตัวมีชื่อ (Named Entity Recognition) [28]

- Scikit-learn

เป็น Library ในการทำ Machine Learning ที่ควรศึกษาเอาไว้ เนื่องจากมีความง่ายและมีประสิทธิภาพในการทำ Predictive Data Analysis เช่น Support Vector Machines(SVMs) Random Forests Gradient Boosting K-means และ DBSCAN ซึ่งจะใช้อัลกอริทึมเหล่านี้เมื่อเราสร้างและฝึก Model สำหรับทำ Machine Learning [29]

- Keras

เป็น Deep Learning Library ที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพสูงในการรัน Model ซึ่ง Backend ของ Keras มีทั้ง Tensorflow และ Theano ซึ่งจัดเป็น Deep Learning Library ที่มีสมรรถนะสูงทั้งคู่ Keras สามารถใช้เพื่อทำงานประเภท Regression Classification หรือประมวลผลรูปภาพได้ [29]

- Tensorflow

เป็น Library สำหรับสร้าง Machine Learning Models แบบ Open Source จาก Google สามารถใช้งานได้กับภาษา Python แต่ก็ใช้งานร่วมกับภาษาอื่นๆ เช่น C, Java หรือ Go ได้เช่นกัน และยังมี Community ขนาดใหญ่ ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลหรือสอบถามความเวลาเจอบัญญาได้ง่าย [29]

- BeautifulSoup

เป็น Library สำหรับทำ Web scraping หรือการดึงข้อมูลผ่านทางหน้าเว็บไซต์ ซึ่งหลังจากดึงข้อมูลเสร็จ จะเข้าสู่กระบวนการสกัด (Extract) เอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ เพื่อนำมาเก็บไว้ในรูปแบบที่ต้องการเป็นแหล่ง Data Source เพื่อใช้งานต่อไป โดยจะใช้ภาษา Python ในการเขียน Script [30]

2.4.6 Infrastructure Tools

- Google Cloud Platform (GCP)

เป็นบริการ Cloud ที่ให้บริการโดยบริษัท Google ซึ่งมีบริการที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาแอปพลิเคชันให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน Server หรือ Hardware ต่าง ๆ ที่ใช้ในการรันแอปพลิเคชัน และมีผู้ดูแลระบบให้ตลอด 24 ชม. อีกทั้งในบางบริการยังมีการคิดเงินแบบ Pay as you go หมายถึงเราจะจ่ายเงินเฉพาะสิ่งที่เราใช้จริง ๆ เท่านั้นไม่คิดค่าใช้จ่ายขณะที่ไม่ได้ใช้งาน ซึ่ง Google มีจุดเด่นต่อ Network อยู่ทั่วโลกมากกว่า 33 ประเทศ และมีบริการให้เลือกใช้มากมาย [31]

- Cloud Pub/Sub

บริการรับส่งข้อมูลระหว่าง Service เป็น Managed Service ที่ให้บริการโดย GCP จะมีแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ Publisher คือผู้ส่งข้อมูลโดยจะมีการกำหนด topic เพื่อให้ Subscriber หรือผู้รับ รอรับข้อมูลจาก topic นั้น ๆ โดยจะมี Cloud Pub/Sub เป็นสื่อการในการสื่อสารระหว่าง Publisher กับ Subscriber ซึ่งจะเป็นการสื่อสารแบบ asynchronously [32] ซึ่งการนำ Cloud Pub/Sub มาใช้งานยังมีข้อดีอีกนึง คือ

- ไม่ต้องติดตั้ง หรือดูแลเนื่องจากเป็นบริการให้บริการโดย Google สามารถใช้งานได้ทันที
- มีความเสถียร มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ publish ออกไปจะไม่สูญหาย
- มีการป้องกันการได้รับข้อมูลซ้ำ

- Google Container Registry (GCR)

บริการจัดเก็บ Image ของ Docker ให้บริการบน GCP มีหน้าที่ในการจัดการเก็บ และทำ Version Control ของ Image ซึ่งจะเป็น Private Registry และสามารถทำ Version ของแต่ละ Image ได้ทำให้มีอัตลักษณ์ที่แน่นอน ทำให้สามารถย้อนกลับไปใช้ Version ก่อนหน้าได้ ซึ่งทำให้สามารถนำ Image ที่อยู่บน Container Registry ไปสร้างเป็น Instance ได้ [33]

- Cloud Build

บริการสร้าง Image ของ Docker ให้บริการบน GCP ในรูปแบบของ Serverless CI/CD Platform สามารถจัดการ Testing, Building และ Deploying ได้ในตอนเดียว โดยสามารถทำการดึง Source Code ที่บน Github และ สร้างเป็น Image และเก็บบน Container Registry โดยอัตโนมัติหากมีการแก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่บน Github [34]

- Cloud Run

เป็น Compute Platform แบบ Serverless ที่ให้บริการบน GCP มีลักษณะการให้บริการแบบ PaaS (Platform as a Service) มีความสามารถในการสเกลขึ้นลงได้โดยอัตโนมัติตามจำนวนการใช้งาน ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนการดูแล Server ซึ่งสามารถใช้ Image จาก Google Container Registry มารันเป็นแอปพลิเคชันได้ทันที [35]

2.4.7 Project Management

- ClickUp

เป็น Project Management Software ที่สามารถนำเข้าจัดการวางแผนงาน ติดตามงาน ไฟล์เอกสาร แข็ง และ อีกมากมาย ทำให้สามารถจัดการทุกอย่างได้ในที่เดียว ช่วยทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่ง ClickUp สามารถสร้าง Workflow ของทุกโครงการได้ ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของงานหรือจัดการโครงการได้อย่างเป็นระบบ สามารถวัดผลการทำงานของแต่ละโครงการในรูปแบบของ Dashboard ได้ ช่วยในการติดตาม Progress ของงาน เพื่อทำให้บรรลุเป้าหมายได้อย่าง มีประสิทธิภาพที่สุด และเป็นตัวช่วยในการกระจายงานให้แก่สมาชิกในทีมแต่ละคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [36]

- Miro

เป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยให้การทำงานออนไลน์เป็นทีมได้ดียิ่งขึ้น สามารถรวมความคิดแบบเรียลไทม์ได้จากทุกที่ผ่านทาง เว็บไซต์ เป็นกระดานรวมความคิดของแต่ละคน สร้างการมีส่วนร่วมและเก็บทุกความคิดไว้ไม่ให้ตกหล่น และไม่จำเป็นต้องจด รายงานการประชุม เพราะ เนื่องจากใน Miro ทุกอย่างจะถูกบันทึกไว้บนกระดานและสามารถอ่านได้ทันที แต่ละคนสามารถแสดงความคิด เห็นได้แต่ละข้อเสนอได้ ทำให้การจัดการความคิดทำได้ง่ายขึ้นและรวดเร็วขึ้น [37]

- Discord

เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้งานได้ฟรีโดยเป็นการผสมผสานระหว่าง Slack ที่มีจุดเด่นด้านการสื่อสารที่สามารถสนทนาแบบส่วนตัวและสนทนาแบบกลุ่มได้ กับ Skype ที่มีจุดเด่นด้านการแชทในรูปแบบ Voice Chat และ Video Chat จึงเป็นอีกหนึ่งแพลตฟอร์มที่ได้รับความนิยมอย่างมาก

นอกจากนี้ Discord สามารถสร้างห้องสนทนาไว้พูดคุยกันในกลุ่มเฉพาะหรือเป็นแหล่งพบปะสังสรรค์ของกลุ่มคนที่สนใจในเรื่องเดียวกัน รวมถึงค้นหาหรือเพิ่มเพื่อนเข้ามากลุ่มสนทนาได้อย่างง่ายดาย จึงสามารถใช้เป็นสื่อกลางในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ [38]

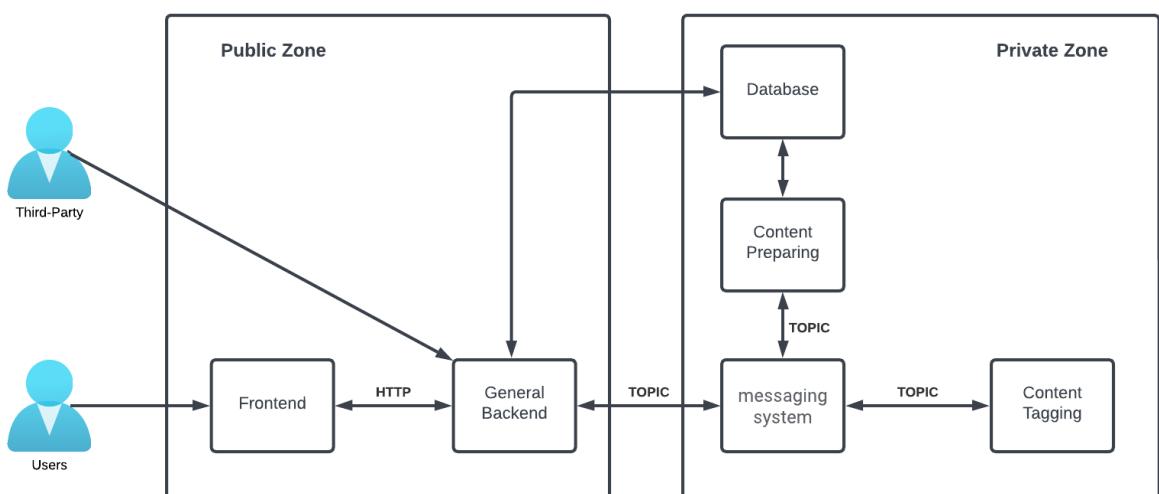
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ข้อกำหนดและความต้องการของระบบ

- ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกเพื่อเข้ามาใช้งานภายในระบบได้
- ผู้ใช้งานที่สมัครสมาชิกแล้ว สามารถเข้าสู่ระบบได้
- ผู้ใช้งานสามารถออกจากระบบได้
- ผู้ใช้งานสามารถค้นหาบทความตามหมวดหมู่ที่ต้องการค้นหาได้
- ผู้ใช้งานสามารถค้นหาบทความด้วยเลขอ้างอิงเนื้อหาได้
- สมาชิกสามารถตรวจสอบข้อมูลprofile ของตนเองได้
- สมาชิกสามารถสร้างคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยการส่ง Web Link ให้กับระบบได้
- สมาชิกสามารถสร้างคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยการส่ง Web Link ผ่าน Api-Key ให้กับระบบได้
- สมาชิกสามารถสร้างคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยการส่ง Web Link ผ่าน Api-Key ให้กับระบบได้
- สมาชิกสามารถดูคำร้องขอการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความของตนเองได้
- ระบบสามารถจัดหมวดหมู่ให้กับบทความได้ โดยการวิเคราะห์เนื้อหาภายในบทความ
- ผู้จัดการระบบสามารถจัดการผู้ใช้งานและเนื้อหาได้
- ผู้จัดการระบบสามารถเพิ่มและจัดการหมวดหมู่ได้ด้วยตนเองผ่านทาง Frontend

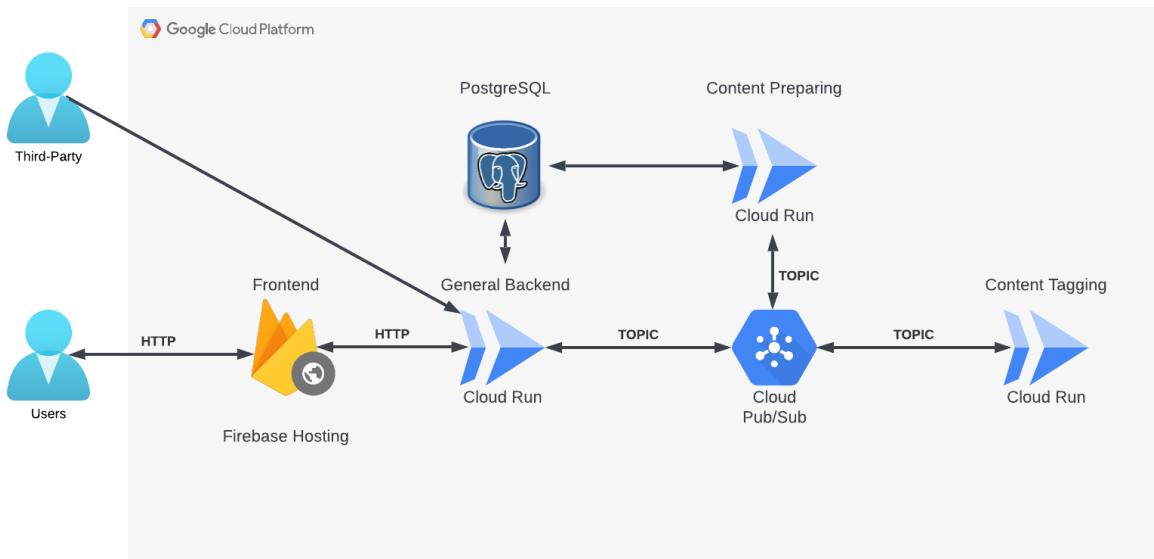
3.2 สถาปัตยกรรมระบบ

3.2.1 System Overview



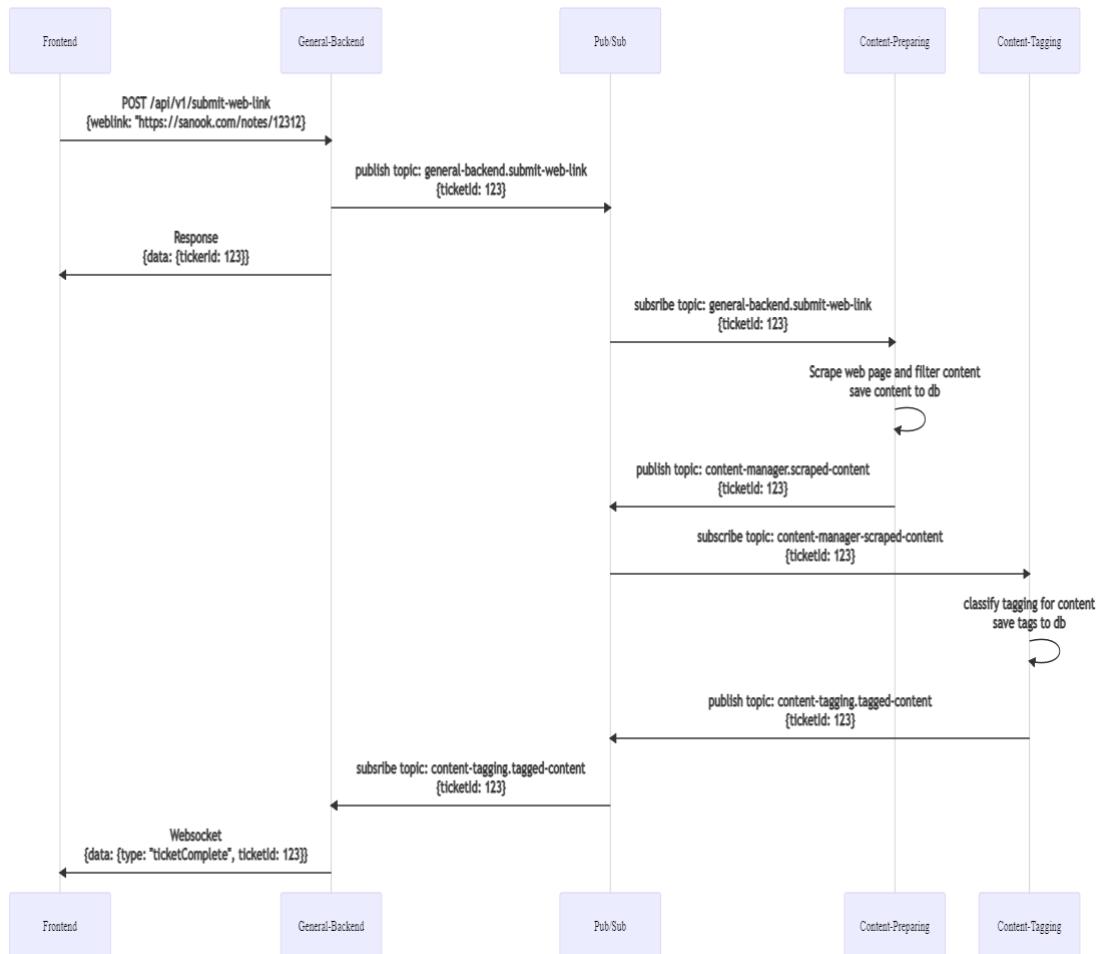
รูปที่ 3.1: โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ

ระบบจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ Ffจะแบ่งเป็น Frontend ของเว็บไซต์ และ Backend ของเว็บไซต์ที่จะประมวลผลเบื้องต้น เช่น การเข้าสู่ระบบหรือการสมัครสมาชิก ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถติดต่อกับระบบได้ 2 วิธีด้วยกัน วิธีที่ 1 คือ การทำงานผ่านทางหน้าเว็บไซต์ โดยใช้ Email และ Password ในการเข้าสู่ระบบก่อนสร้างคำร้องขอต่อตัว ฯ และวิธีที่ 2 คือ การใช้งานผ่าน Api-Key หรือเรียกว่า Third-Party ซึ่งจะติดต่อกับ Backend โดยตรง โดย Backend จะส่งคำร้องขอไปยังส่วนที่ 2 ที่เป็นส่วนประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลและไม่สามารถเข้าถึงได้จากภายนอก นอกจากนี้ระบบจะมีการสื่อสารระหว่างระบบด้วย Messaging System เพื่อให้สามารถทำงานแบบ Asynchronous ได้ เนื่องจากการประมวลผลในแต่ละขั้นตอนอาจจะใช้เวลานาน การสื่อสารแบบ Asynchronous จะช่วยให้จัดการการทำงาน ไม่จำเป็นต้องรอให้ส่วนวิเคราะห์เสร็จสิ้นตามลำดับ ทำให้สามารถประมวลผลส่วนอื่นได้ เมื่อประมวลผลเสร็จแล้ว ระบบก็จะส่งข้อมูลผ่าน Messaging System กลับมา



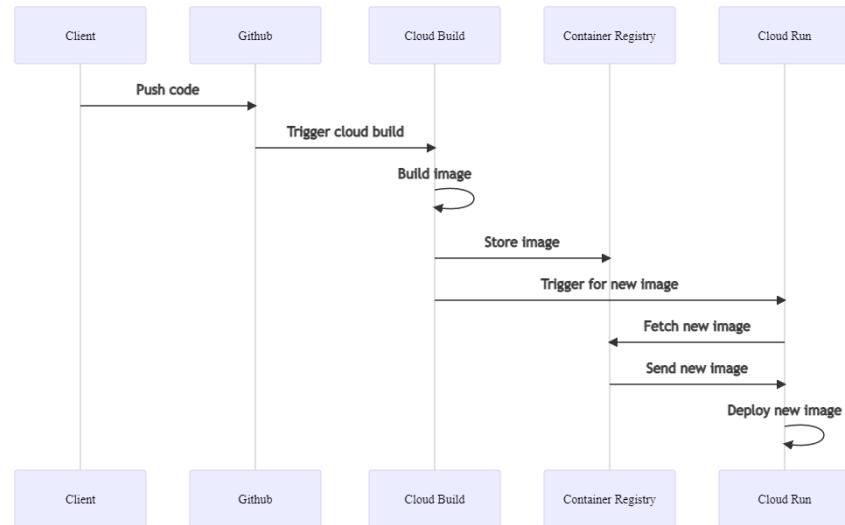
รูปที่ 3.2: เครื่องมือในการสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ

จากการออกแบบโดยโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบข้างต้น (รูปที่ 3.2) ทำให้สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้ดังภาพ ในส่วนของ Frontend จะใช้ Firebase Hosting ในการนำเว็บไซต์ที่พัฒนาแล้ว ไปติดตั้งให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ ในส่วนของ Server ประมวลผลต่าง ๆ จะมีการนำ Cloud Run มาใช้ในการประมวลผล และในส่วนของ Messaging System จะใช้ Cloud Pub/Sub ซึ่งบริการทั้งหมดจะอยู่บน Google Cloud Platform



รูปที่ 3.3: Sequence Diagram จำลองการส่งประมวลผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ

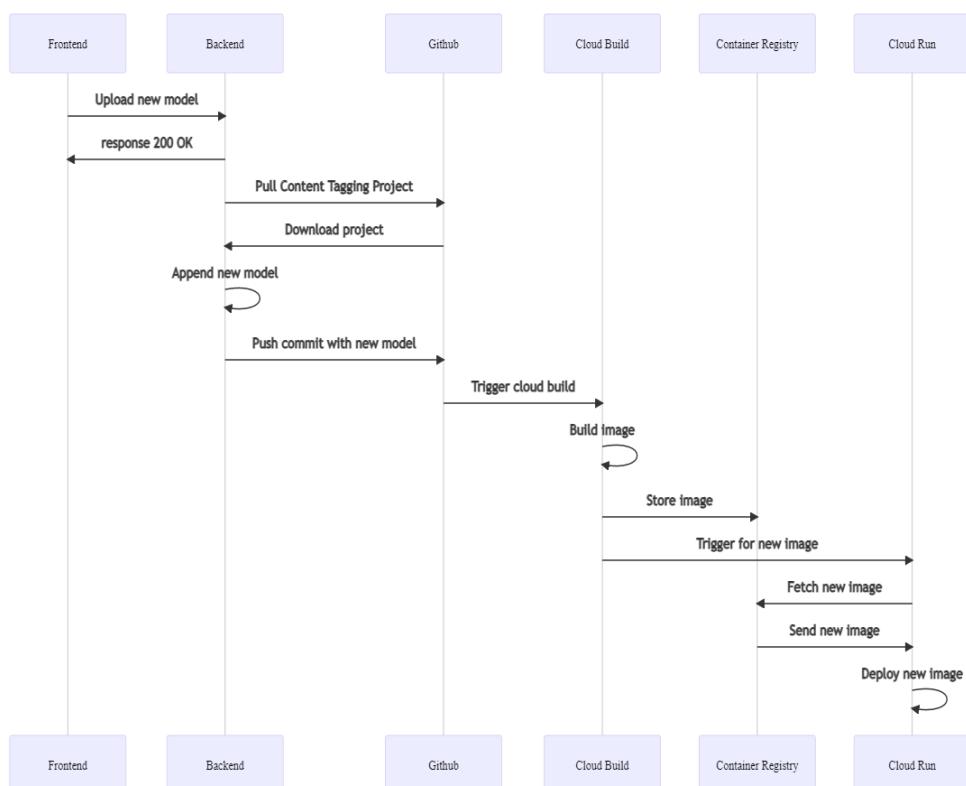
ภาพข้างต้น (รูปที่ 3.3) คือ Time Sequence Diagram จำลองการส่งประมวลผลวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ โดยจะเริ่มจาก Frontend ส่งคำร้องขอมา�ัง Backend จากนั้น Backend จะ Publish ข้อมูลไปยัง Cloud Pub/Sub และเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเริ่มจากการที่ระบบ Content-Preparing จะทำการไปเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ปลายทาง ให้แก่ ทั้งข้อและเนื้อหา และจึงส่งกลับมายัง Cloud Pub/Sub ซึ่งระบบ Content-Tagging จะทำการนำเนื้อหาที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป และเมื่อกระบวนการทั้งหมดเสร็จสิ้น ก็จะทำการส่งกลับมายัง Backend และจึงส่งต่อให้ Frontend ต่อไป



รูปที่ 3.4: Sequence Diagram ของ DevOps Life Cycle

ในส่วนของการบันการพัฒนาและติดตั้งระบบสำหรับใช้งาน (รูปที่ 3.4) จะใช้เทคโนโลยีหลัก ๆ ได้แก่

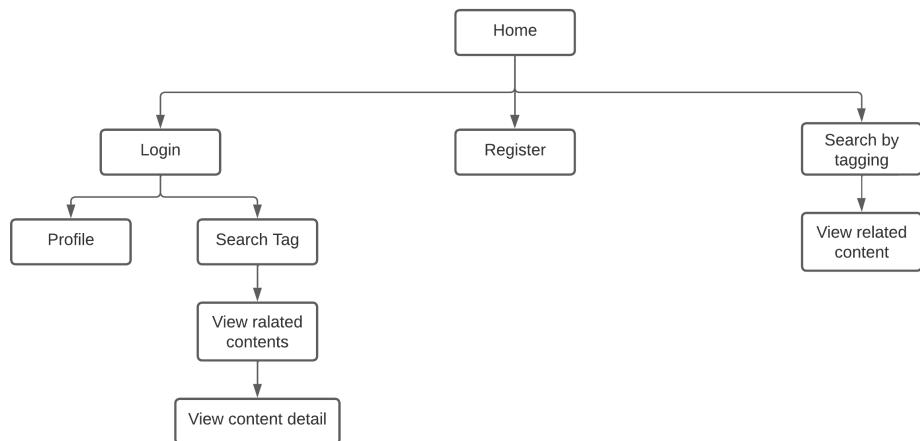
1. Github สำหรับเก็บ Source Code และเมื่อมีการ Push Code ใหม่เข้ามา จะส่งผลให้เกิดการ Trigger ไปยัง Cloud Build
2. Cloud Build จะทำการดึง Source Code จาก Github และทำการ Build เป็น Container Image สำหรับสร้าง Application ในรูปแบบของ Container และจะส่งไปเก็บไว้ใน Container Registry
3. Container Registry จะเป็นส่วนที่เก็บ Image ของ Application ที่ต้องการนำไปทำงาน ซึ่งจะถูก Cloud Run นำไปสร้างเป็น Container สำหรับประมวลผลต่อไป
4. Cloud Run จะเป็น Serverless สำหรับประมวลผลคำร้องขอต่าง ๆ



รูปที่ 3.5: Sequence Diagram ของ Update New AI-Model Process

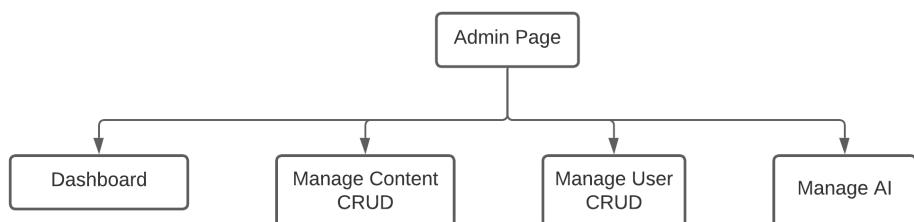
จากภาพข้างต้น (รูปที่ 3.5) ในส่วนของการแก้ไข Model ของ AI จะทำในลักษณะที่ใช้กระบวนการ DevOps โดยที่จะทำการอัพโหลด Model ใหม่ผ่าน Admin UI จากนั้น Backend จะทำการ Clone โครงการของ Content-Tagging และนำไฟล์ที่อัพโหลดผ่าน Admin UI เพิ่มเข้าไป แล้วจึงทำการ Push Code กลับมายัง Github จากนั้น Pipeline ของการ Deploy ก็จะทำการ Trigger แล้วจึงทำงานต่อไปจน Deploy ขึ้นไปยัง Cloud Run

3.2.2 Navigation Map



รูปที่ 3.6: Navigation Map ของเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งาน

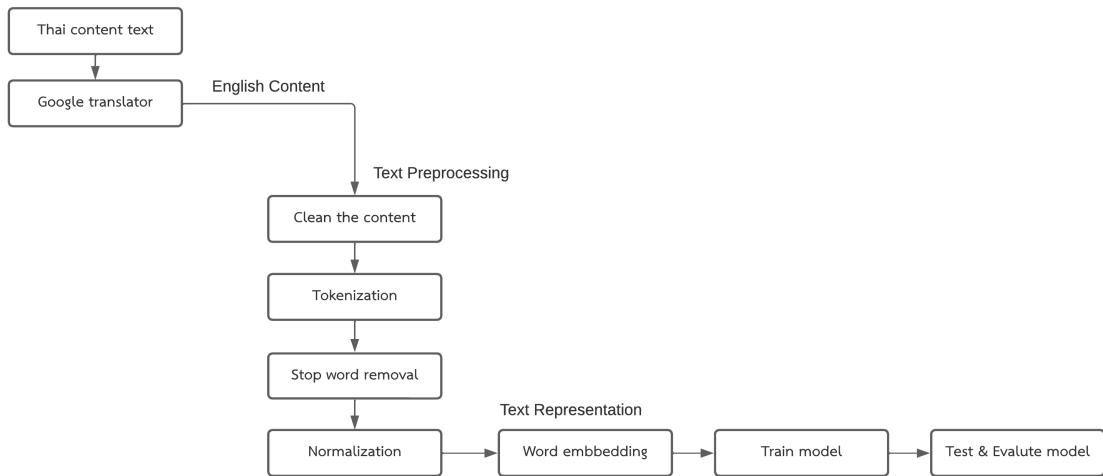
เมื่อผู้ใช้งานเข้าใช้งานเว็บไซต์ AI Platform Thai Content Tagging เว็บไซต์จะเริ่มต้นที่หน้า Landing ซึ่งหน้า Landing จะประกอบไปด้วยรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับเว็บไซต์ AI Platform Thai Content Tagging ได้แก่ ข้อมูลภาพรวมของเว็บไซต์ กระบวนการในการประมวลผลหมวดหมู่โดย AI และวิธีการใช้งานการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ โดยในหน้า Landing ระบบจะแบ่งออกเป็น 3 ทางเลือก ได้แก่ หน้า Register สำหรับผู้ใช้งานที่ยังไม่มีบัญชีในระบบ หน้า Login สำหรับผู้ใช้งานที่มีบัญชีในระบบแล้ว และหน้า Search By Tagging สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการค้นหาบทความ ผู้ใช้งานที่ต้องการใช้งานจำเป็นที่จะต้องมีบัญชีในการใช้งานจึงจะสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อรับบริการได้ เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว ผู้ใช้งานจะสามารถส่งคำร้องขอเพื่อขอการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความที่ต้องการได้ 2 วิธี คือ Web Link และ Raw Content เมื่อส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความแล้ว ระบบจะทำการประมวลผลและจะขึ้นสถานะให้ผู้ใช้งานได้ทราบ หากคำร้องขอการวิเคราะห์สำเร็จ ผู้ใช้งานจะสามารถค้นหาบทความด้วยหมวดหมู่และสามารถถูกหัวใจที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้ นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถจัดการไฟล์ของตนเองได้และสามารถดูประวัติการร้องขอของตนเองได้เช่นกัน



รูปที่ 3.7: Navigation Map ของเว็บไซต์สำหรับผู้จัดการระบบ

ในส่วนของผู้จัดการระบบ จะเป็นส่วนที่จัดการระบบหลังบ้านของเว็บไซต์ทั้งหมด เช่น จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เนื้อหาที่ผู้ใช้งานได้ส่งคำร้องขอ ซึ่งสามารถเข้าถึงได้เฉพาะผู้จัดการระบบเท่านั้น

3.2.3 Data Science Processing



รูปที่ 3.8: Data Processing

ในกระบวนการทำ Model ก็จะมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลสำหรับทำ Model

เนื่องจากข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูลเป็นภาษาไทย ซึ่งมี Library รองรับไม่มากและจัดการได้ยากกว่าภาษาอังกฤษ ดังนั้น จึงมีการเตรียมข้อมูลด้วยการนำทความภาษาไทยมาแปลงเป็นภาษาอังกฤษด้วยบริการของ Google Translator และจึงนำข้อมูลไปใช้ในกระบวนการถัดไป

2. การทำ Text Preprocessing

- ทำความสะอาดข้อมูล คือ ทำการเปลี่ยนตัวอักษรให้เป็นตัวพิมพ์เล็กทั้งหมด ตัดอักษรพิเศษที่ไม่ใช่ตัวอักษรภาษาอังกฤษออก เช่น อ็มิจิ ตัวเลข หรือ Punctuation และลบเว้นวรรคที่ติดกันมากกว่า 1 เว้นวรรคเพื่อให้เหลือเว้นวรรคเดียว ซึ่งการทำในลักษณะนี้จะเป็นการลดสัญญาณรบกวนในข้อมูลมากขึ้น
- Tokenization คือ การแยกคำแต่ละคำในประโยคออกจากกัน โดยที่ยังมีความหมายถูกต้องสมบูรณ์ตามฐานข้อมูลพจนานุกรม ดังนั้นจึงใช้ word_tokenize ใน Library NLTK ในการช่วยตัดคำในประโยค
- การลบ Stop Word คือ การลบคำที่ไม่ใช่คำสำคัญในประโยคออก ซึ่งเป็นคำที่ไม่ค่อยสื่อความหมายในประโยค เช่น a, also, unless เพื่อให้เหลือเพียงคำที่ค่อนข้างสื่อความหมาย โดยใช้ Library NLTK Corpus ในการเรียกใช้ Stop words
- Normalization คือ การลดความซับซ้อนของคำให้อยู่ในรูปของคำพื้นฐาน เพื่อกำจัด Inflection ของคำ เพื่อลดความซับซ้อนของการนำไปประมวลผล Model ด้วยการใช้ Lemmatization จาก Library pattern เพื่อให้คำที่มีความหมายเหมือนกันอยู่ในรูปเดียวกัน เช่น is am are เป็น be

3. การทำ Text Representation คือ การแปลงคำให้เป็น Vector และนำมาใช้กับโมเดล ด้วยการคำนวณหาค่าคำสำคัญของคำแต่ละคำในทความ โดยใช้โมเดล TF-IDF เป็นตัวแปลงเป็น Vector และปรับ tune พารามิเตอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

4. การ Train Model

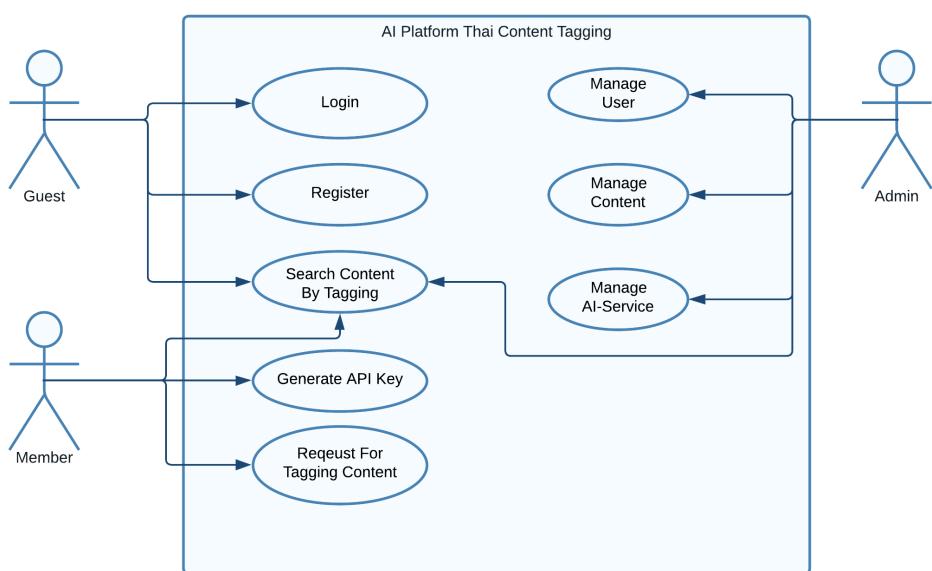
เป็นการสร้างโมเดล ซึ่งจะทำทั้งหมด 3 โมเดลด้วยกัน ได้แก่ Random Forest, K-Nearest Neighbor และ LSTM โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาโมเดลดังนี้

- แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกสำหรับการพัฒนาโมเดลและส่วนที่สองสำหรับการประเมินโมเดล ซึ่งจะแบ่งชุดข้อมูลแต่ละรูปแบบออกเป็นอัตราส่วน 8:2 (ชุดข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดล : ชุดข้อมูลสำหรับการประเมินโมเดล)

- นำข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดลมาแปลงเป็น Vector ด้วยโมเดล TF-IDF ที่สร้างไว้ เพื่อใช้ในการพัฒนาโมเดล
 - สร้างโมเดลสำหรับทำ Text Classification และปรับ tune พารามิเตอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด
 - นำข้อมูลที่แปลงเป็น Vector มาทำการ fit กับโมเดลที่สร้างไว้
5. การทดสอบและประเมินผลโมเดล
เป็นการทดสอบและวัดผลประสิทธิภาพของโมเดล โดยในที่นี้จะวัดผลด้วยการใช้ค่า Accuracy, Precision, Recall และ F1 Score

3.3 Use Case Analysis

3.3.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.9: Use Case Diagram

3.3.2 Use Case Narrative

3.3.2.1 ผู้ใช้งานสมัครสมาชิก

Name: ผู้ใช้งานสมัครสมาชิก

Actors: ผู้ใช้งานทั่วไป

Goal: ผู้ใช้งานต้องการสมัครสมาชิกกับระบบ

Precondition: -

Main success scenario:

- ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลส่วนตัว รวมไปถึง Email และ Password
- ผู้ใช้งานส่งแบบฟอร์มข้อมูลมาังระบบ
- ระบบตรวจสอบข้อมูลและทำการบันทึกลงฐานข้อมูล
- ผู้ใช้งานลงทะเบียนเสร็จสมบูรณ์

Extension (a):

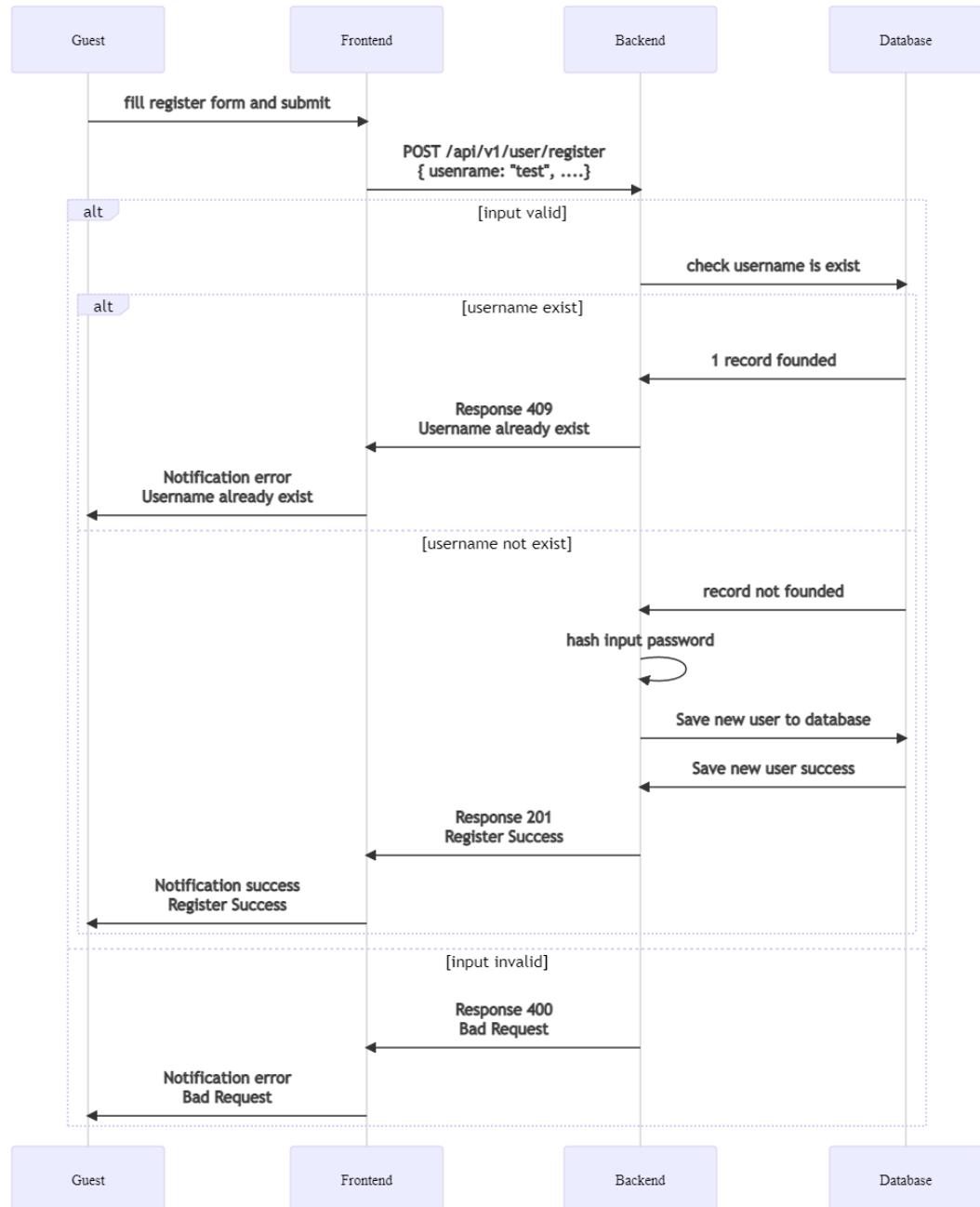
- ระบบตรวจสอบข้อมูลพบว่าผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ครบ
- ผู้ใช้งานได้รับแจ้งเตือนว่ากรอกข้อมูลไม่ครบ
- กลับไปที่ข้อที่ 1

Extension (b):

3a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบว่ามี Email อยู่แล้วในระบบ

4a. ผู้ใช้งานได้รับแจ้งเตือนว่า Email ซ้ำ

5a. กลับไปที่ข้อที่ 1



รูปที่ 3.10: Sequence diagram ของการสมัครสมาชิก

ตารางที่ 3.1: API Document ของ User ในการสร้างบัญชีสำหรับใช้งานภายในระบบ

URL	/api/v1/user/register
Description	สร้างบัญชีสำหรับใช้งานภายในระบบ
METHOD	POST
HEADER	-
PAYLOAD	email: string password: string firstName: string lastname: string image: file
Response Status	Response Data
201	<pre>{ message: "register successfull" }</pre>
409	<pre>{ errors: [{ "message": "Email already exist" }] }</pre>
400	<pre>{ errors: [{ "field": "Email", "message": "This field is required" }, { "field": "password", "message": "This field is required" }] }</pre>

3.3.2.2 ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบ

Name: ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบ

Actors: ผู้ใช้งานทั่วไป

Goal: ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบได้

Precondition: ผู้ใช้งานสมัครสมาชิกแล้ว

Main success scenario:

1. ผู้ใช้งานกรอก Email และ Password
2. ผู้ใช้งานส่งคำร้องขอเข้าสู่ระบบ
3. ระบบตรวจสอบ Email และ Password ตรงกับในฐานข้อมูล
4. ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบได้

Extension (a):

3a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบร่วมกับผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ครบ

4a. ผู้ใช้งานได้รับแจ้งเตือนว่ากรอกข้อมูลไม่ครบ

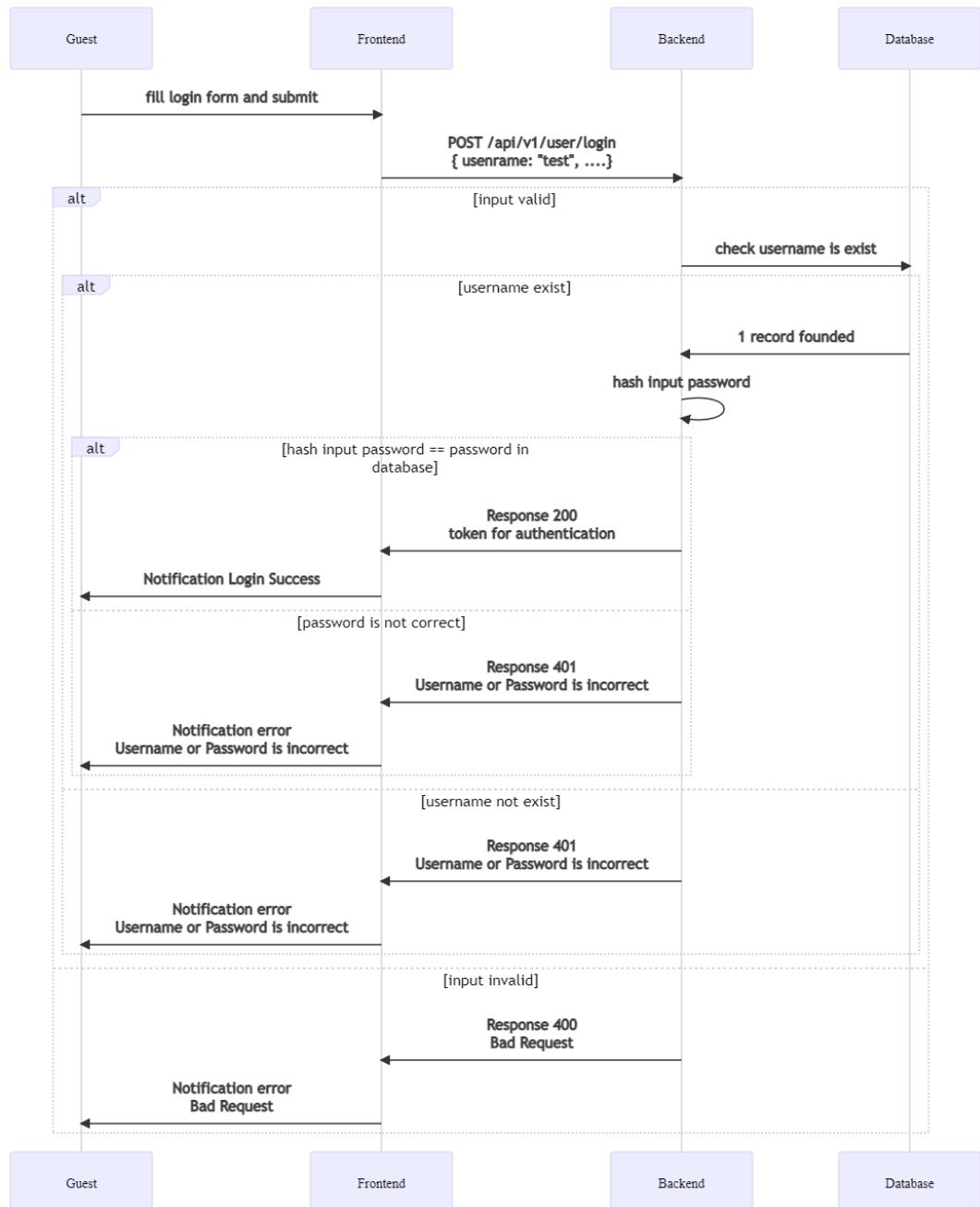
5a. กลับไปที่ข้อที่ 1

Extension (b):

3a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบร่วมกับ Email และ Password ตรงกับในฐานข้อมูล

4a. ผู้ใช้งานได้รับแจ้งเตือนว่า Email และ Password ไม่ถูกต้อง

5a. กลับไปที่ข้อที่ 1



รูปที่ 3.11: Sequence diagram ของการเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3.2: API Document ของ User ในการเข้าสู่ระบบบัญชีผู้ใช้งาน

URL	/api/v1/user/login
Description	เข้าสู่ระบบบัญชีผู้ใช้งาน
METHOD	POST
HEADER	-
PAYLOAD	email: string password: string
Response Status	Response Data
200	{ message: "login successfull", token: "xxxxxxxxxxxxxx" }
400	{ errors: [{ "message": "Email or password is invalid" }] }

3.3.2.3 ตรวจสอบข้อมูลโปรแกรมไฟล์ของตนเอง

Name: สมาชิกตรวจสอบข้อมูลโปรแกรมไฟล์ของตนเอง

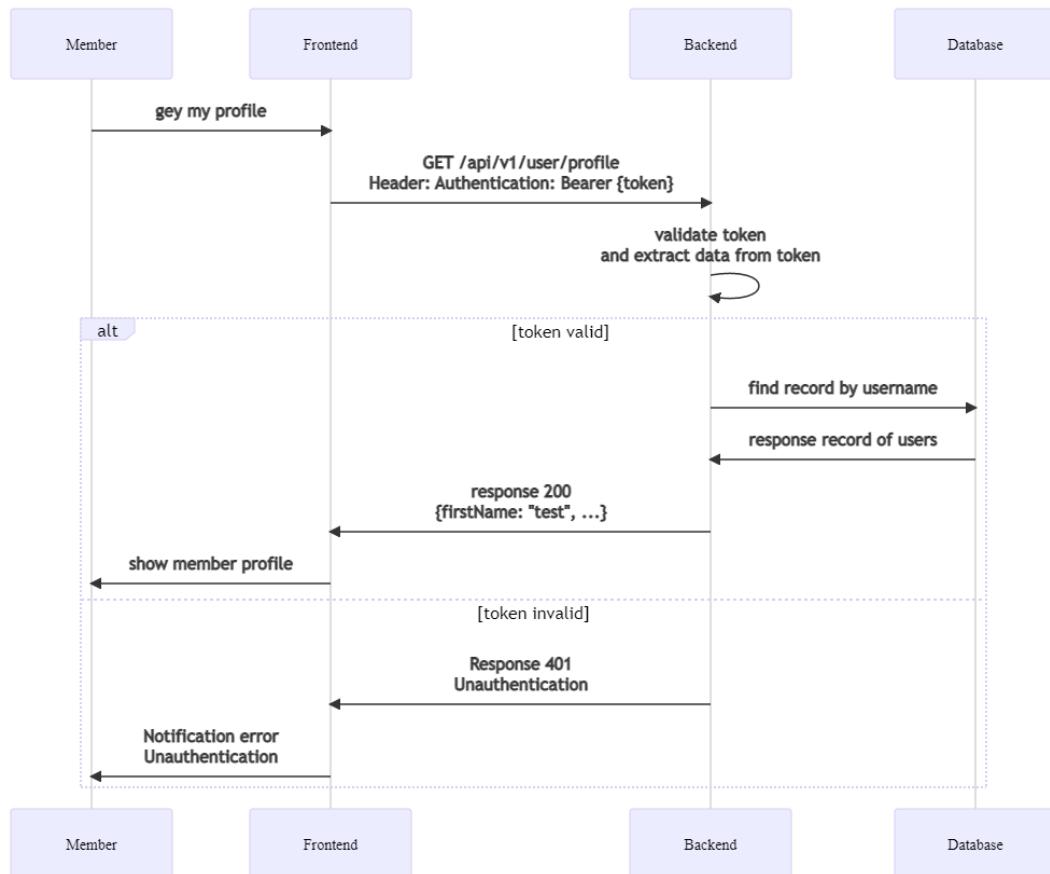
Actors: สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว)

Goal: สมาชิกสามารถเรียกดูข้อมูลโปรแกรมไฟล์ของตนเองได้

Precondition: สมาชิกต้องทำการเข้าสู่ระบบแล้ว

Main success scenario:

1. สมาชิกร้องขอดูข้อมูลโปรแกรมไฟล์ของตนเอง
2. ระบบดึงข้อมูลโปรแกรมไฟล์แสดงผลให้สมาชิก



รูปที่ 3.12: Sequence diagram ของการตรวจสอบข้อมูลโปรไฟล์

ตารางที่ 3.3: API Document ของ User ในการดูรายละเอียดโปรไฟล์ของตนเอง

URL	/api/v1/user/profile
Description	ดูรายละเอียดโปรไฟล์ของตนเอง
METHOD	GET
HEADER	Authorization: Bearer {token}
PAYLOAD	-

Response Status	Response Data
200	<pre>{ id: "1", firstName: "Ponlawat", lastName: "Suparat" email: ""test@gmail.com"", role: "Member", api_key: "asdasfwaefdfaxcvadasv324234" }</pre>
401	<pre>{ errors: [{ "message": "Unauthorization" }] }</pre>

3.3.2.4 สร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link

Name: สมาชิกสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link

Actors: สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว)

Goal: สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาไปยังระบบสำเร็จ

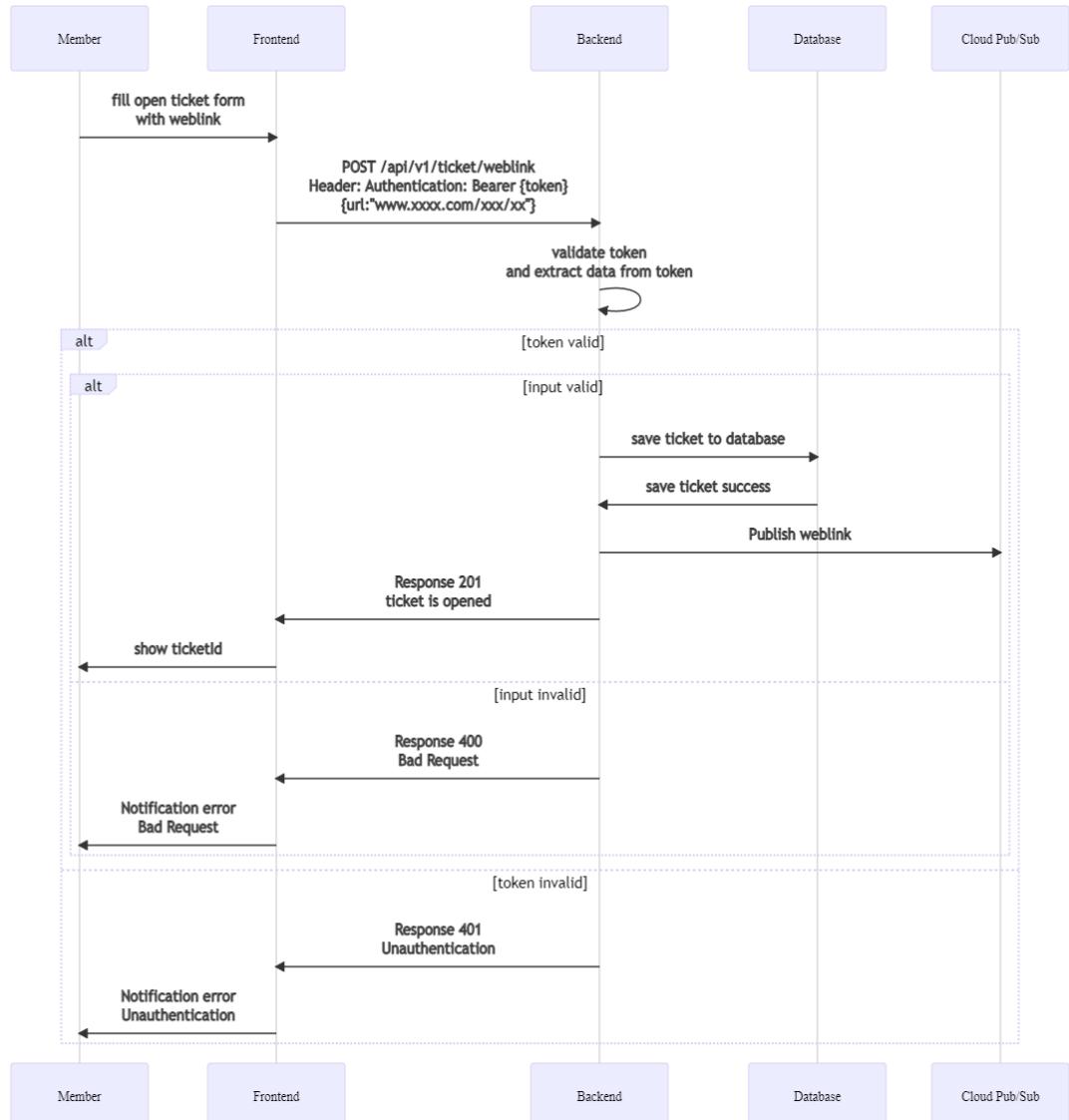
Precondition: สมาชิกต้องทำการเข้าสู่ระบบแล้ว

Main success scenario:

1. สมาชิกกรอกแบบฟอร์ม รวมไปถึงกรอก Web Link ที่ต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหา
2. สมาชิกส่งแบบฟอร์มมายังระบบ
3. ระบบทำการตอบกลับด้วยเลขคำร้องขอ
4. ระบบประมวลผลเสร็จสิ้นและส่งการแจ้งเตือนกลับไปยังสมาชิก

Extension (a):

- 3a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบร่วมกับสมาชิกกรอกข้อมูลไม่ครบ
- 4a. สมาชิกได้รับแจ้งเตือนว่ากรอกข้อมูลไม่ครบ
- 5a. กลับไปที่ข้อที่ 1



รูปที่ 3.13: Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link

ตารางที่ 3.4: API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link

URL	/api/v1/ticket/weblink/
Description	สร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link
METHOD	POST
HEADER	Authorization: Bearer {token}
PAYLOAD	url: string

Response Status	Response Data
201	{ ticketId: 123, status: "Open" }
400	{ errors: [{ "field": "url", "message": "This field is required" }] }
401	{ errors: [{ "message": "Unauthorization" }] }

3.3.2.5 สร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบุทความ

Name: สมาชิกสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบุทความ

Actors: สมาชิก (ผู้เข้างานที่ลงทะเบียนแล้ว)

Goal: สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาไปยังระบบสำเร็จ

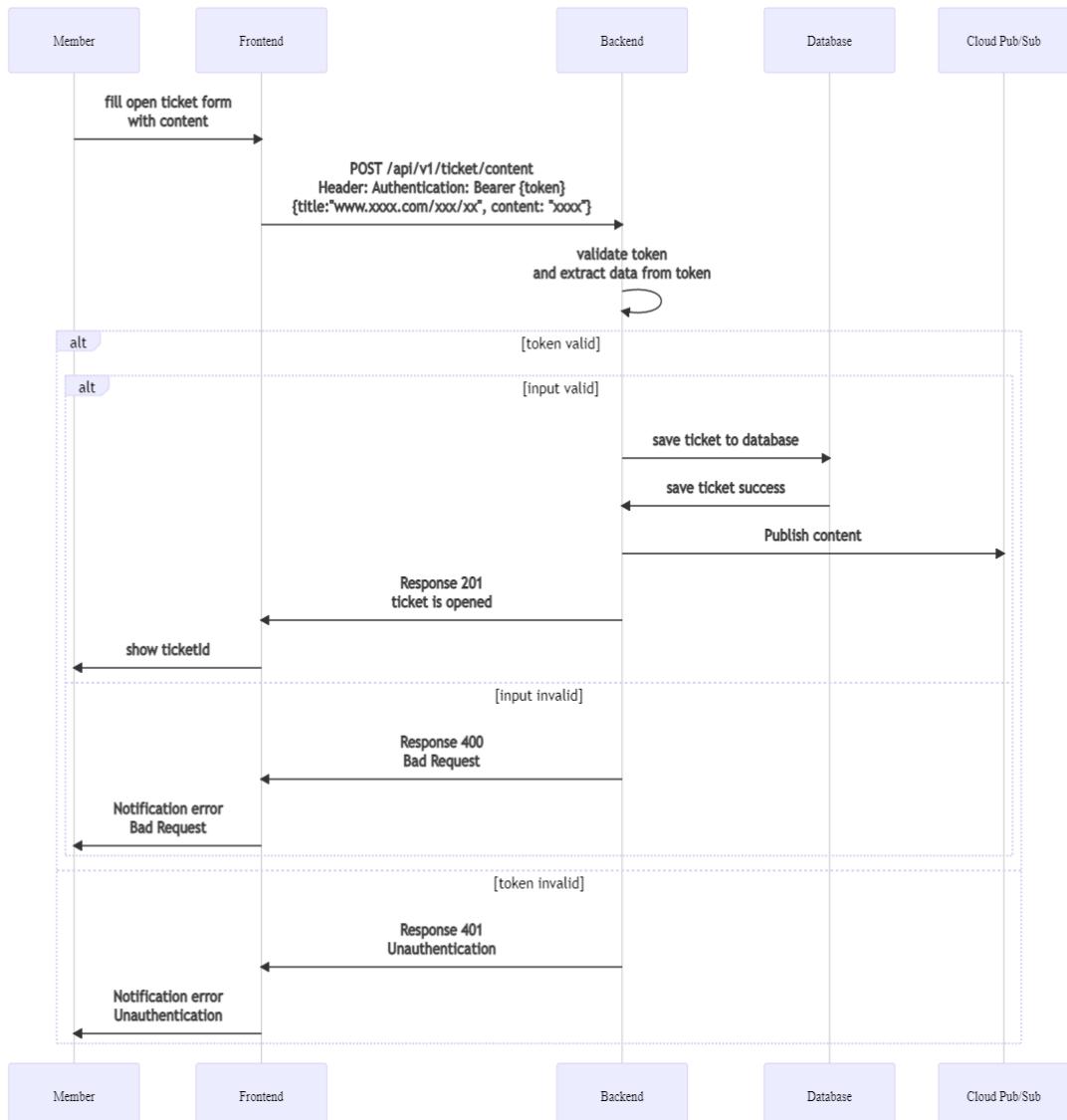
Precondition: สมาชิกต้องทำการเข้าสู่ระบบแล้ว

Main success scenario:

1. สมาชิกกรอกแบบฟอร์ม รวมไปถึงกรอกบทความที่ต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหา
2. สมาชิกส่งแบบฟอร์มมายังระบบ
3. ระบบทำการตอบกลับด้วยเลขคำร้องขอ
4. ระบบประมวลผลเสร็จสิ้นและส่งการแจ้งเตือนกลับไปยังสมาชิก

Extension (a):

- 3a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบว่าสมาชิกกรอกข้อมูลไม่ครบ
- 4a. สมาชิกได้รับแจ้งเตือนว่ากรอกข้อมูลไม่ครบ
- 5a. กลับไปที่ข้อที่ 1



รูปที่ 3.14: Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบุคคล

ตารางที่ 3.5: API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาที่เตรียมไว้

URL	/api/v1/ticket/content/				
Description	สร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาที่เตรียมไว้				
METHOD	POST				
HEADER	Authorization: Bearer {token}				
PAYLOAD	<table> <tr> <td>title:</td> <td>string</td> </tr> <tr> <td>content:</td> <td>string</td> </tr> </table>	title:	string	content:	string
title:	string				
content:	string				

Response Status	Response Data
201	<pre>{ ticketId: 123, status: "Open" }</pre>
400	<pre>{ errors: [{ "field": "title", "message": "This field is required" }, { "field": "content", "message": "This field is required" }] }</pre>
401	<pre>{ errors: [{ "message": "Unauthorization" }] }</pre>

3.3.2.6 สร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link ผ่าน Api-Key

Name: สมาชิกสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link ผ่าน Api-Key

Actors: สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว)

Goal: สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาไปยังระบบสำเร็จ

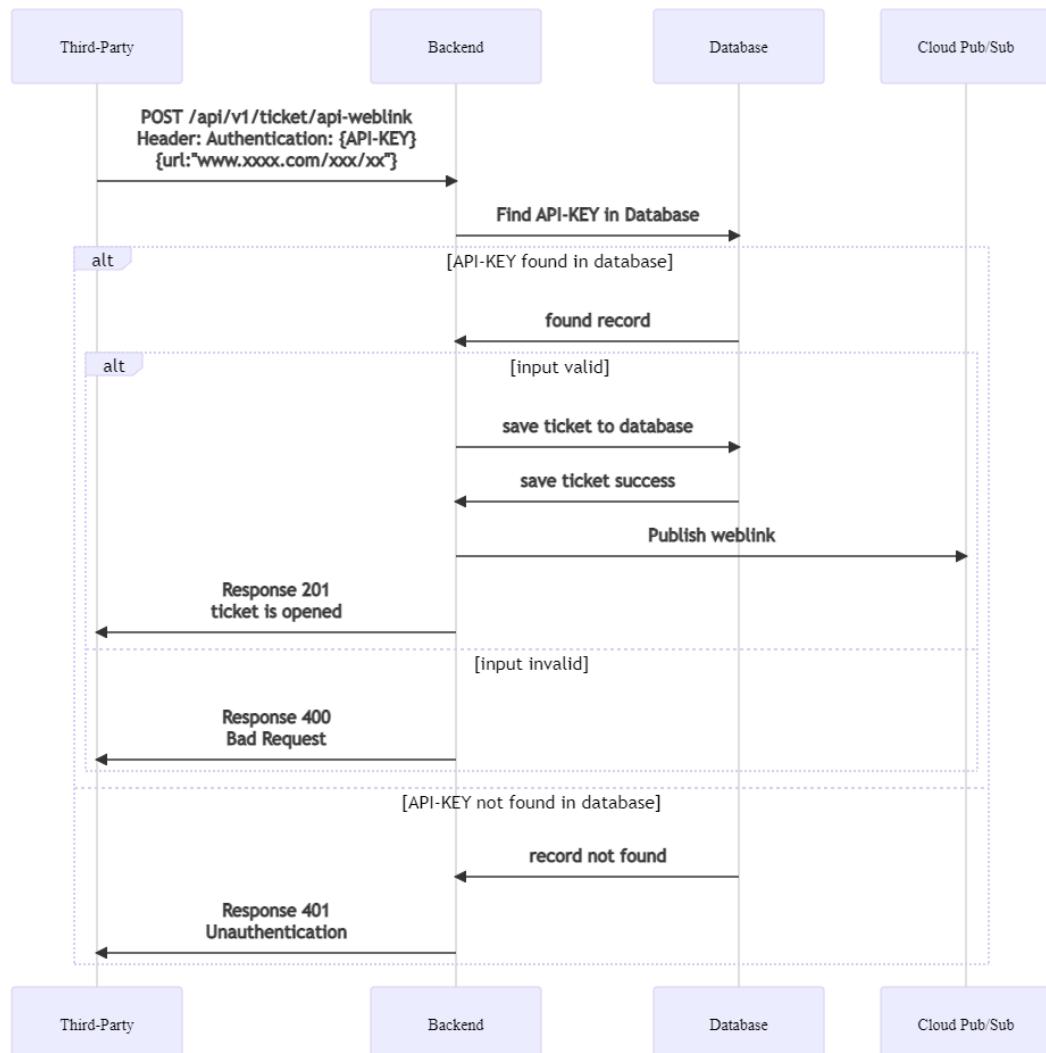
Precondition: สมาชิกต้องทำการสร้าง Api-Key และลงทะเบียน Web Hook สำหรับรับข้อมูลการประมวลผล

Main success scenario:

1. สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link ภายใต้ระบบ พร้อมกับ Api-Key
2. ระบบทำการตอบกลับด้วยเลขคำร้องขอ
3. ระบบประมวลผลเสรีจสั่นและส่งการแจ้งเตือนกลับไปยังสมาชิกผ่าน Web Hook Url

Extension (a):

- 2a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบร่วมกับสมาชิกส่งข้อมูลไม่ครบ
- 3a. สมาชิกได้รับแจ้งเตือนว่าส่งข้อมูลไม่ครบ
- 4a. กลับไปที่ข้อที่ 1



รูปที่ 3.15: Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วย Web Link ผ่าน Api-Key

ตารางที่ 3.6: API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วย Web Link (Api-key)

URL	/api/v1/ticket/api-weblink/
Description	สร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วย Web Link (Api-key)
METHOD	POST
HEADER	Authorization: {api-key}
PAYLOAD	url: string

Response Status	Response Data
201	{ ticketId: 123, status: "Open" }
400	{ errors: [{ "field": "url", "message": "This field is required" }] }
401	{ errors: [{ "message": "Unauthorization" }] }

3.3.2.7 สร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบทความผ่าน Api-Key

Name: สมาชิกสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบทความผ่าน Api-Key

Actors: สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว)

Goal: สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาไปยังระบบสำเร็จ

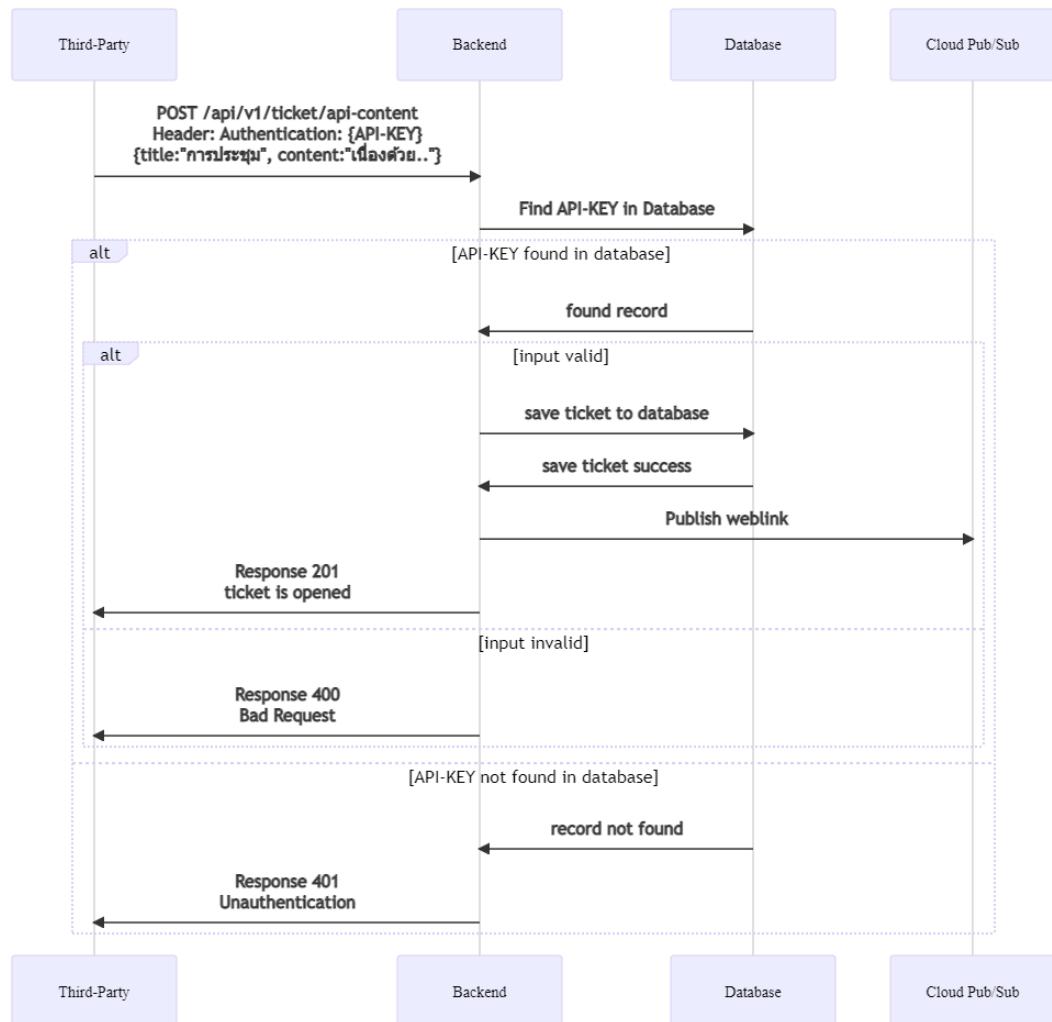
Precondition: สมาชิกต้องทำการสร้าง Api-Key และลงทะเบียน Web Hook สำหรับรับข้อมูลการประมวลผล

Main success scenario:

1. สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบทความมายังระบบ พร้อมกับ Api-Key
2. ระบบทำการตอบกลับด้วยเลขคำร้องขอ
3. ระบบประมวลผลเสร็จสิ้นและส่งการแจ้งเตือนกลับไปยังสมาชิกผ่าน Web Hook Url

Extension (a):

- 2a. ระบบตรวจสอบข้อมูลพบว่าสมาชิกส่งข้อมูลไม่ครบ
- 3a. สมาชิกได้รับแจ้งเตือนว่าส่งข้อมูลไม่ครบ
- 4a. กลับไปที่ข้อที่ 1



รูปที่ 3.16: Sequence diagram ของการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาด้วยบทความผ่าน Api-Key

ตารางที่ 3.7: API Document ของ Ticket ในการสร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาที่เตรียมไว้ (Api-Key)

URL	/api/v1/ticket/api-content/
Description	สร้างคำร้องขอวิเคราะห์ด้วยเนื้อหาที่เตรียมไว้ (Api-Key)
METHOD	POST
HEADER	Authorization: {Api-Key}
PAYLOAD	title: string content: string

Response Status	Response Data
201	<pre>{ ticketId: 123, status: "Open" }</pre>
400	<pre>{ errors: [{ "field": "title", "message": "This field is required" }, { "field": "content", "message": "This field is required" }] }</pre>
401	<pre>{ errors: [{ "message": "Unauthorization" }] }</pre>

3.3.2.8 ดูคำร้องขอการวิเคราะห์ที่มุ่งของบทความของตนเอง

Name: สมาชิกดูคำร้องขอการวิเคราะห์ที่มุ่งของบทความของตนเอง

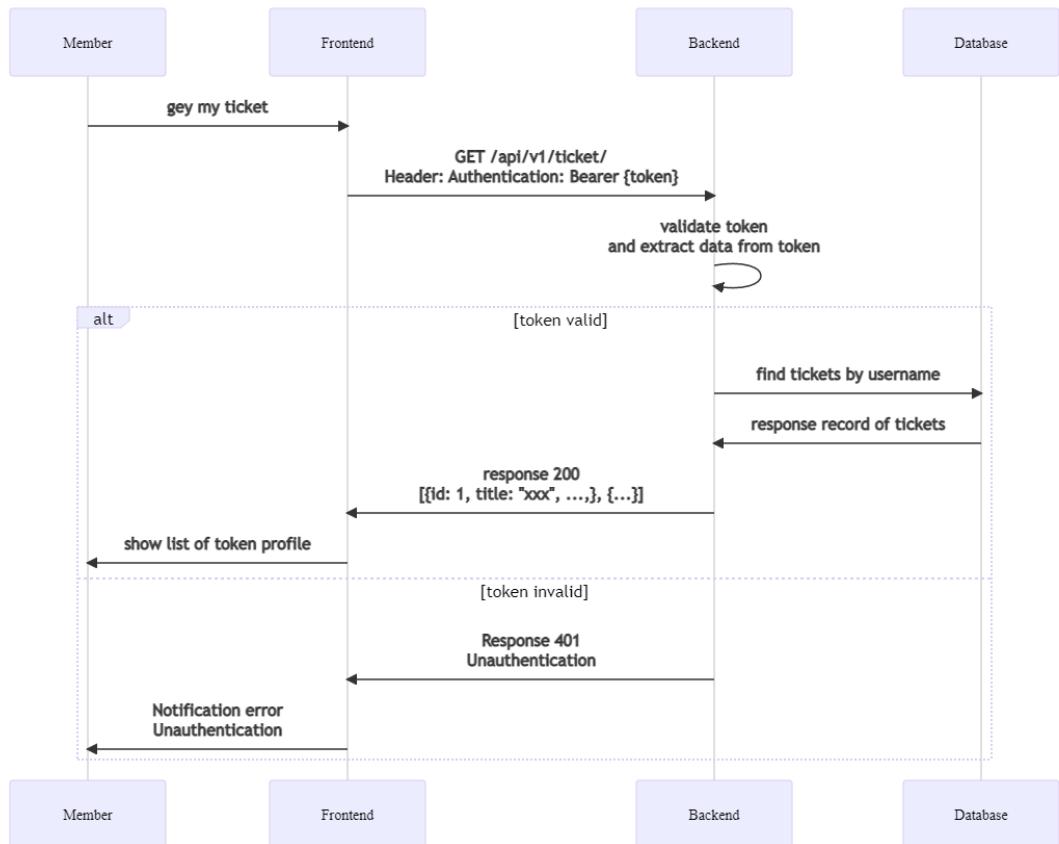
Actors: สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว)

Goal: สมาชิกส่งคำร้องขอการวิเคราะห์ที่มุ่งของบทความไปยังระบบสำเร็จ

Precondition: สมาชิกต้องทำการเข้าสู่ระบบแล้ว

Main success scenario:

1. สมาชิกร้องขอดูข้อมูลคำร้องขอของตนเอง
2. ระบบดึงข้อมูลคำร้องขอของสมาชิกและแสดงผลให้สมาชิก



รูปที่ 3.17: Sequence diagram ของการดูแลรักษาการวิเคราะห์หมู่ของบทความ

ตารางที่ 3.8: API Document ของ Ticket ในการดูรายการค้ารักษาของตนเอง

URL	/api/v1/ticket/
Description	ดูรายการค้ารักษาของของตนเอง
METHOD	GET
HEADER	Authorization: Bearer {token}
PAYLOAD	

Response Status	Response Data
200	<pre>[{ id: 1, title: "การประชุม...", status: "processing", category: [], detail: "www.ai-tagging.com/content/1" }, { id: 2, title: "ตารางนิเทศฟุตบอล", status: "success", category: ["บันเทิง", "กีฬา"], detail: "www.ai-tagging.com/content/2" }]</pre>
401	<pre>{ errors: [{ "message": "Unauthorization" }] }</pre>

3.3.2.9 ค้นหาความโดยใช้ตัวกรองต่าง ๆ

Name: การค้นหาเนื้อหาโดยใช้ตัวกรองต่าง ๆ

Actors: ผู้ใช้งาน สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว) ผู้จัดการระบบ

Goal: ค้นหาความตามตัวกรองต่าง ๆ ได้

Precondition: -

Main success scenario:

1. ผู้ใช้งานเลือกคำคัดกรองต่าง ๆ เช่น เว็บปลายทางของข้อมูล หมวดหมู่ของเนื้อหา
2. ระบบดึงข้อมูลและแสดงผลบทความตามคำคัดกรองกลับไปยังผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.18: Sequence diagram ของการค้นหาที่ความโดยใช้ตัวกรองต่าง ๆ

ตารางที่ 3.9: API Document ของการแสดงรายการค้นหาด้วยตัวกรองต่าง ๆ

URL	/api/v1/content/search?filterweb=sanook, true&filtercategory=sport,politic
Description	แสดงรายการค้นหาด้วยตัวกรองต่าง ๆ
METHOD	GET
HEADER	-
QUERY	filterweb: string[] filtercategory: string[]
Response Status	Response Data
200	[{ id: 1, weblink: "www.sanook.com/xxx/yyy", status: "success", category: ["การเมือง"], title: "การประชุมเพื่อการปกคล้อง" content: "เนื้องด้วย....." }, { id: 2, weblink: "www.sanook.com/xxx/yyy", status: "success", category: ["การเมือง"], title: "การประชุมเพื่อการปกคล้อง" content: "เนื้องด้วย....." }]

3.3.2.10 ค้นหาบทความโดยใช้เลขอ้างอิงเนื้อหา

Name: การค้นหาเนื้อหาโดยใช้เลขอ้างอิงเนื้อหา

Actors: ผู้ใช้งาน สมาชิก (ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนแล้ว) ผู้จัดการระบบ

Goal: ค้นหาบทความตามเลขอ้างอิงเนื้อหา

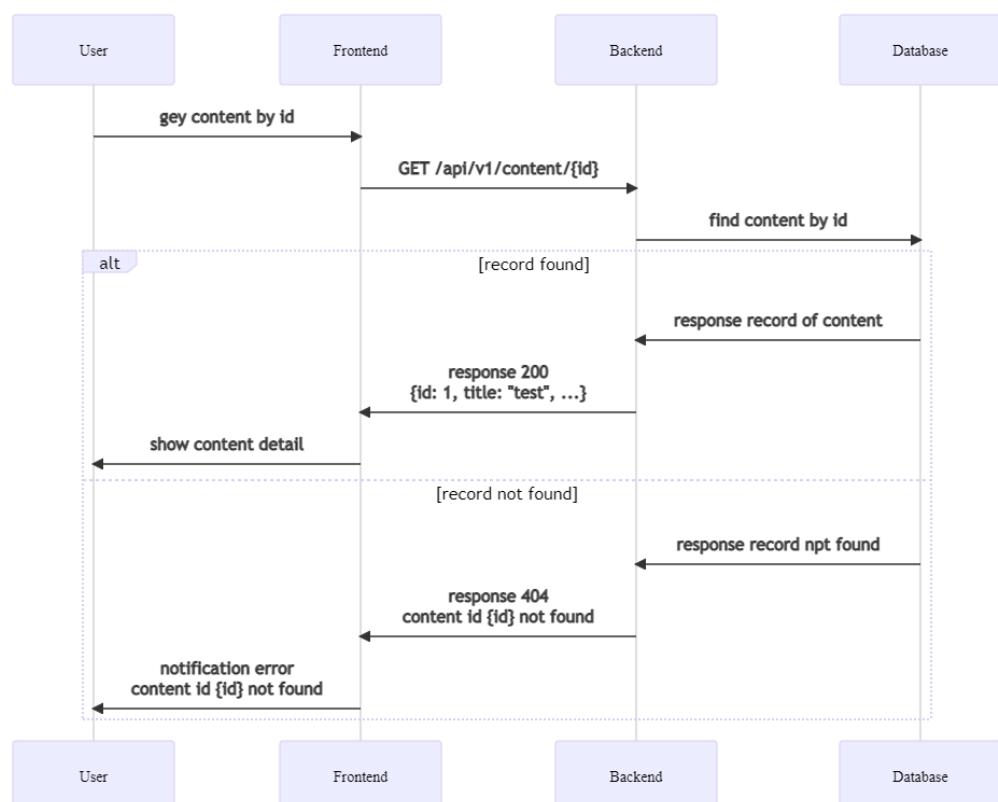
Precondition: -

Main success scenario:

1. ผู้ใช้งานทำการค้นหาบทความโดยใช้เลขอ้างอิงเนื้อหา
2. ระบบค้นหาบทความโดยใช้เลขอ้างอิงเนื้อหา
3. ระบบแสดงผลบทความกลับไปยังผู้ใช้งาน

Extension (a):

- 2a. ระบบไม่พบบทความตามเลขอ้างอิง
- 3a. ระบบแจ้งผู้ใช้งานว่าไม่พบเนื้อหาตามเลขอ้างอิง



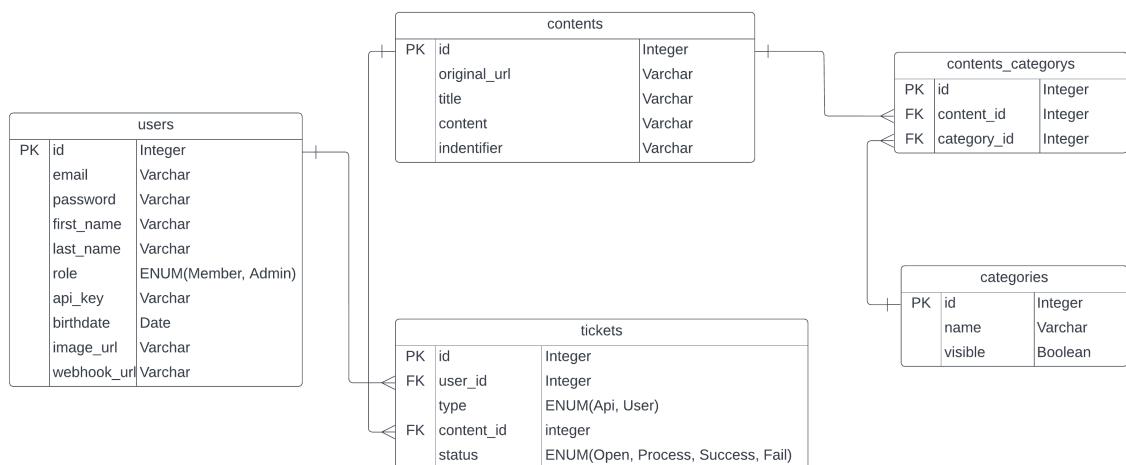
รูปที่ 3.19: Sequence diagram ของการค้นหาบทความโดยใช้เลขอ้างอิงเนื้อหา

ตารางที่ 3.10: API Document ของการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาตามเลขอ้างอิงเนื้อหา

URL	/api/v1/content/id
Description	แสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาตามเลขอ้างอิงเนื้อหา
METHOD	GET
HEADER	-
PAYLOAD	url: string

Response Status	Response Data
200	{ id: 1, weblink: "'www.sanook.com/xxx/yyy'", status: "success", category: ["การเมือง"], title: "การประชุมเพื่อการปกครอง" content: "เนื่องด้วย....." }
404	{ errors: [{ message: "content id 1 doesn't not exist" }] }

3.4 โครงสร้างฐานข้อมูล



รูปที่ 3.20: โครงสร้างฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.11: ตารางข้อมูลของสมาชิกในระบบ

Key	Attribute	Domain	Null	Description	Example
PK	id	int	No	เลขสำคัญที่ต้องการเข้า ตัวเลขต่อเนื่องไม่ซ้ำ	1
	password	varchar(64)	No	รหัสผ่านของบัญชีที่ต้องการเข้า สู่ระบบที่ถูกเข้ารหัสด้วย Argon2 algorithm	\$argon2d\$v=19\$m=12, t=3,p=1\$MGtvM3Rzc2R 6bWpjMDAwMA\$09LkH+ 4Z7FPBQsVfa3O2rw
	first_name	varchar(64)	No	ชื่อของผู้ใช้งาน	พลวัต
	last_name	varchar(64)	No	นามสกุลของผู้ใช้งาน	สกาวรัตน์

ตารางที่ 3.11: ตารางข้อมูลของสมาชิกในระบบ

Key	Attribute	Domain	Null	Description	Example
	email	varchar(64)	No	อีเมล์ของผู้ใช้งาน ซึ่งจะไม่ซ้ำกับผู้ใช้งานคนอื่น ๆ	ponlawat@gmail.com
	role	varchar(64)	ENUM (Member, Admin)	สิทธิ์การเข้าใช้งาน	Admin
	api_key	varchar(255)	Yes	รหัสสำหรับการยืนยันตัวตนการเข้าใช้งานผ่านระบบภายนอก	8d969eef6ecad3c29a3a 629280e686cf0c3f5d5a86 aff3ca12020c923adc6c92
	birthdate	date	No	วันเกิดในรูปแบบ พ.ศ.	22/01/2544
	image_url	varchar(64)	Yes	ลิงค์สำหรับเก็บรูปภาพ	www.abc.com/ profile.png
	webhook_url	varchar(64)	Yes	ลิงค์ Url สำหรับส่งข้อมูลกลับ	www.efg.com/content/ webhook

ตารางที่ 3.12: ตารางข้อมูลคำร้องของการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ

Key	Attribute	Domain	Null	Description	Example
PK	id	int	No	เลขลำดับรูปอ้างอิงเนื้อหาเป็นตัวเลขต่อเนื่องไม่ซ้ำ	1
FK	user_id	int	No	เลขลำดับระบบตัวตนผู้ใช้งาน	2
	type	Enum(Api, User)	No	ประเภทของการสร้างคำร้องขอ	User
FK	content_id	int	No	เลขลำดับรูปอ้างอิงเนื้อหา	3
	status	Enum(Open, Processing, Success, Fail)	No	สถานะการดำเนินของการร้องขอ	Processing

ตารางที่ 3.13: ตารางบทความที่ทำการวิเคราะห์

Key	Attribute	Domain	Null	Description	Example
PK	id	int	No	เลขลำดับรูปอ้างอิงเนื้อหาเป็นตัวเลขต่อเนื่องไม่ซ้ำ	1
	original_url	varchar(255)	Yes	ลิงค์ url ที่ต้องการวิเคราะห์เนื้อหา	https://www.sanook.com/money/ 888331/
	title	varchar(255)	Yes	หัวข้อของเนื้อหาที่ต้องการวิเคราะห์	APEC 2022 พาณิชย์ ยกบวนสินค้า GI ขึ้นเวทีเอเปค
	content	text	Yes	เนื้อหาที่ต้องการวิเคราะห์	พาณิชย์ ยกบวนสินค้า GI ร่วมต้อนรับ ^{สุดยอดผู้นำในการประชุมเอเปค 2022 Soft Power นำอัตลักษณ์ทองถินไทยสู่ สายตาชาวโลก นายวุฒิไกร ลีวิชพันธุ์ อธิบดีกร.....}
	identifier	varchar(64)	Yes	ตัวอ้างอิงเนื้อหาซึ่งจะอยู่ในรูปแบบ {website}:{reference}	sanook:money/888331

ตารางที่ 3.14: ตารางหมวดหมู่ที่ใช้งานภายในระบบ

Key	Attribute	Domain	Null	Description	Example
PK	id	int	No	เลขลำดับระบุอ้างอิงเนื้อหาเป็นตัวเลขต่อเนื่องไม่ซ้ำ	1
	name	varchar(64)	No	ชื่อของประเภทหมวดหมู่	การเมือง
	visible	boolean	No	สถานะการแสดงผลให้ผู้อื่นเห็น	TRUE

ตารางที่ 3.15: ตารางความสัมพันธ์ของเนื้อหากับหมวดหมู่ต่าง ๆ

Key	Attribute	Domain	Null	Description	Example
PK	id	int	No	เลขลำดับระบุอ้างอิงเนื้อหาเป็นตัวเลขต่อเนื่องไม่ซ้ำ	1
FK	content_id	int	No	เลขลำดับระบุอ้างอิงเนื้อหา	3
FK	category_id	int	No	เลขลำดับระบุอ้างอิงหมวดหมู่	4

3.5 User Interface Design

3.5.1 User Interface Design Rule

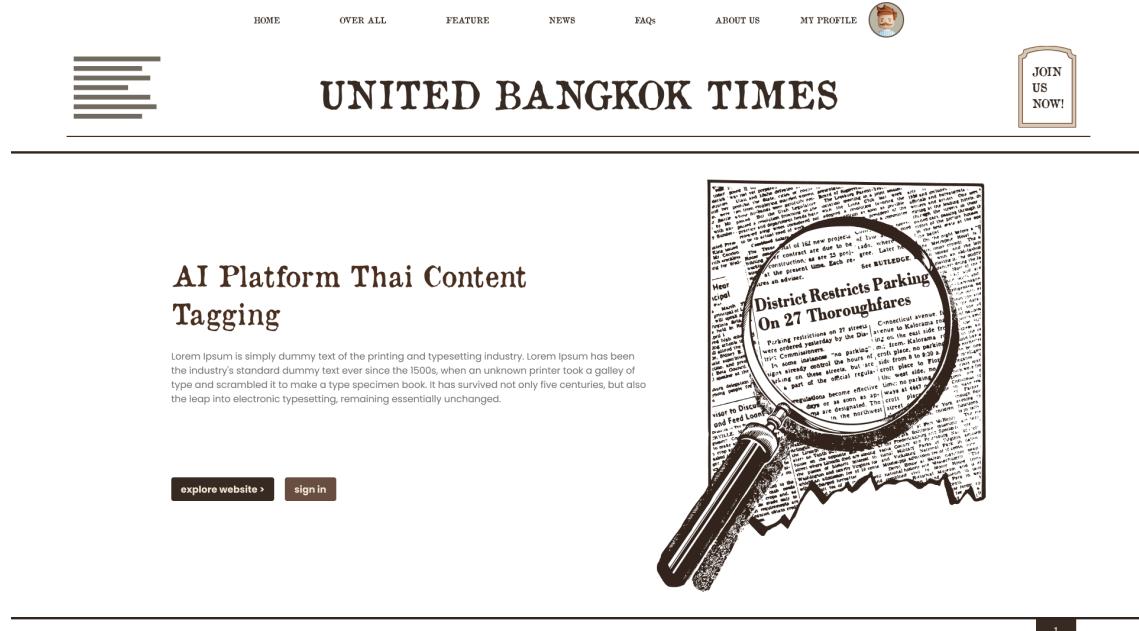
การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging มีหลักการออกแบบดังนี้

- มีการป้องกันการผิดพลาดของการกรอกข้อมูลใน Form เพื่อไม่ให้มีปัญหาต่อผู้ใช้และระบบ
- มี Navbar เพื่อสามารถให้ผู้ใช้เปลี่ยนหน้าที่ต้องการได้
- มี Response กลับมาอย่างผู้ใช้งานในการกระทำนั้น ๆ ทุกครั้ง
- ไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ผู้ใช้งานคุ้นเคย เช่น ตำแหน่งของปุ่มต่าง ๆ
- ใช้ Font OldNewpaperTypes, Poppins และ Lato
- โหนสีในการออกแบบ



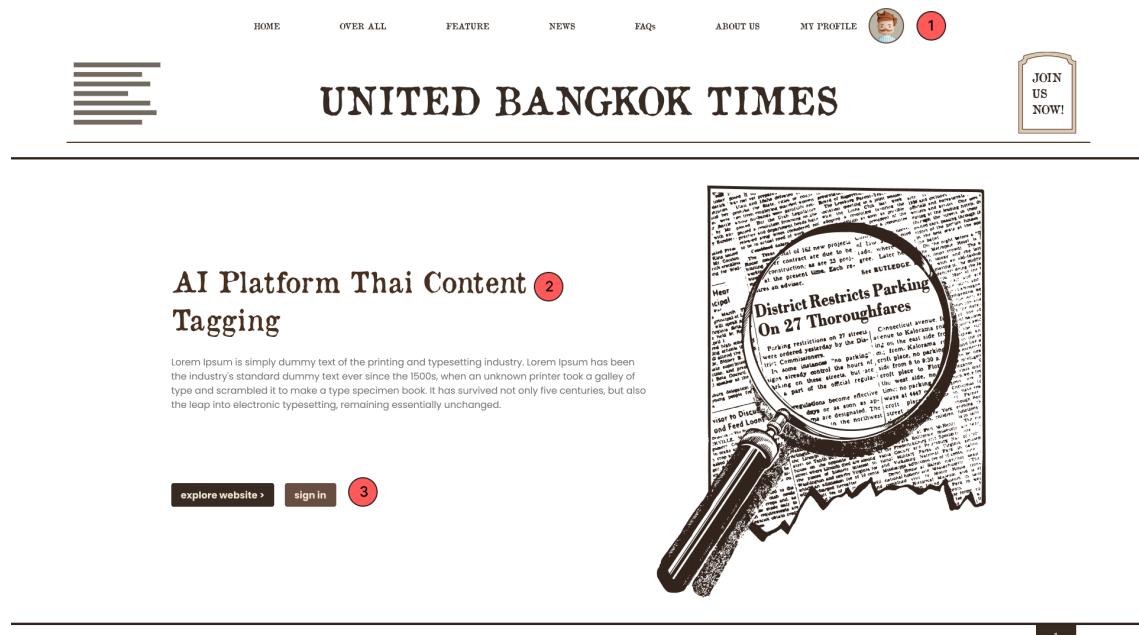
3.5.2 Screen Images and Description

3.5.2.1 หน้า Landing



รูปที่ 3.21: หน้า Landing

เป็นหน้าแรกของเว็บแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้งานจะได้พบเจอ ซึ่งหน้า Landing เป็นหน้าที่ผู้ใช้งานทั่วไปและสามารถเข้าถึงได้โดยที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเลือกได้ว่าจะรับข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันหรือจะสมัครสมาชิก โดยหน้า Landing page จะเป็นหน้าที่แสดงให้ผู้ใช้งานทั่วไปและสมาชิกทราบได้ว่าเป็นเว็บแอปพลิเคชันเกี่ยวกับอะไรและสามารถใช้งานอย่างไร



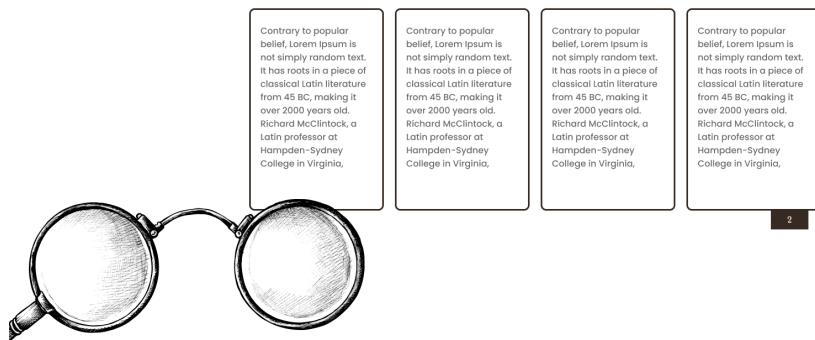
รูปที่ 3.22: Landing page ที่แสดงแต่ละองค์ประกอบ

ในภาพนี้ (รูปที่:3.22) จะมีอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1. Navigation Bar (NavBar) เป็นส่วนที่จะนำผู้ใช้งานไปยังหน้าอื่น ๆ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกคุณนาร์บและแอปพลิเคชันทั้งหมดคร่าวๆ ได้ โดยแต่ละหน้าก็จะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชัน
2. ส่วนรายละเอียดเว็บแอปพลิเคชัน เป็นส่วนที่จะอธิบายรายละเอียดและการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันคร่าว ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานรู้จักและเข้าใจแนวคิดของเว็บแอปพลิเคชันมากขึ้น
3. หากผู้ใช้งานต้องการเข้าชมหรือศึกษารายละเอียดของเว็บแอปพลิเคชันมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกคลิกที่ Explore Website ได้ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันก็จะพาผู้ใช้งานไปยังหน้า Home Page (รูปที่:3.37) หรือถ้าหากผู้ใช้งานต้องการเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้งานสามารถเลือกคลิกที่ Sign In ได้ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันก็จะแสดงหน้า Sign In เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการเข้าสู่ระบบ (รูปที่:3.26)

1

OVER ALL ④



รูปที่ 3.23: หน้า Landing ในส่วนของ Overall

ในส่วนที่ 4 จะเป็นส่วนที่ยังคงอยู่ในหน้า Landing Page โดยเป็นส่วนที่ให้ข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging ว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ให้ Service ที่มีบริการอะไรบ้าง

METHOD ⑤

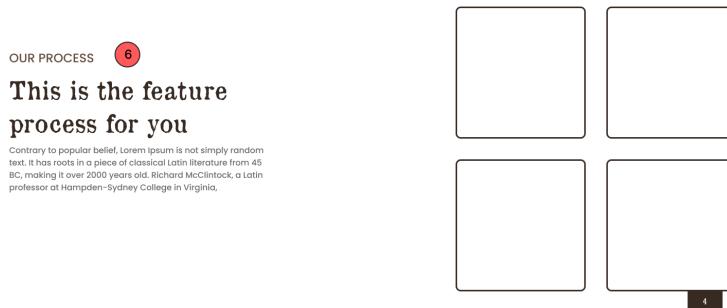
Lorem Ipsum has been the industry's standard dummy text ever since the 1500s,



รูปที่ 3.24: หน้า Landing ในส่วนของ Method

ในส่วนที่ 5 จะเป็นส่วนที่ยังคงอยู่ในหน้า Landing Page โดยเป็นส่วนที่แสดงกระบวนการการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging

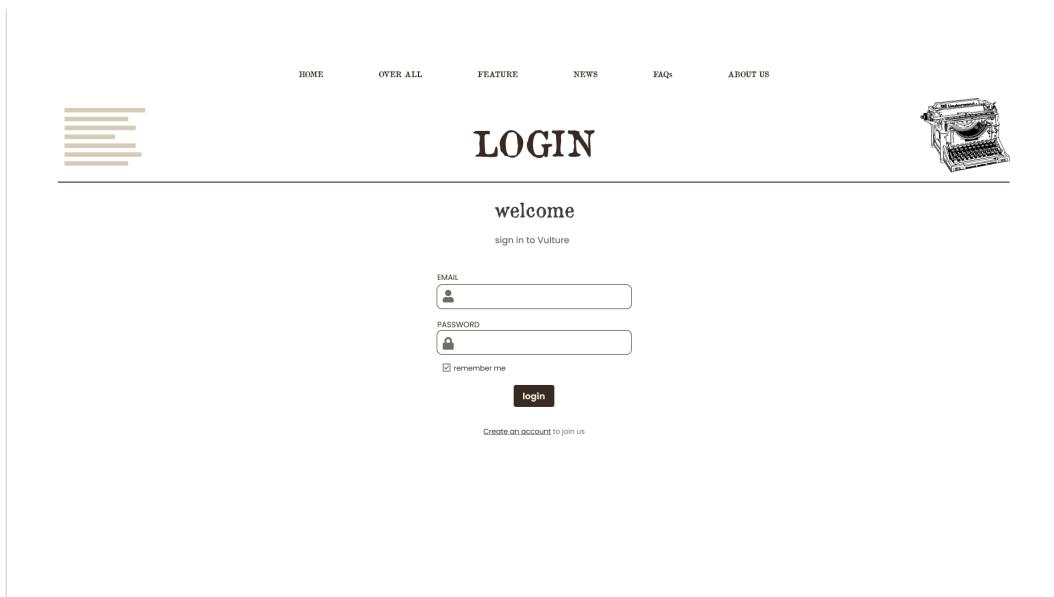
3



รูปที่ 3.25: หน้า Landing ในส่วนของ Feature

ในส่วนที่ 6 จะเป็นส่วนที่ยังคงอยู่ในหน้า Landing Page โดยเป็นส่วนที่อธิบายให้ผู้ใช้งานทราบว่าผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานบริการของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging ได้อย่างไร

3.5.2.2 หน้า Login



รูปที่ 3.26: หน้า Login

เป็นหน้าสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้บริการของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging โดยหากผู้ใช้งานทำการกรอก Email และ Password ที่ถูกต้อง เว็บแอปพลิเคชันก็จะพาผู้ใช้งานไปยังหน้า Home Page (รูปที่ 3.37) ซึ่งในหน้า Login จะมีองค์ประกอบดัง ๆ ด้วย

- Email เป็นส่วนสำหรับกรอก Email ที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบ
- Password เป็นส่วนสำหรับกรอก Password ที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบ
- Remember Me เป็นส่วนที่จดจำ Username และ Password เพื่อให้สามารถเข้าสู่ระบบได้ทันทีในครั้งถัดไป

- Create an account หากกรณีที่ผู้ใช้งานยังไม่มีบัญชี ผู้ใช้งานสามารถสมัครบัญชีได้ด้วยการคลิกที่ Create an account เว็บแอปพลิเคชันก็จะพาผู้ใช้งานไปยังหน้า Register (รูปที่:3.28)



รูปที่ 3.27: กรอก Username หรือ Password ผิดพลาด

กรณีที่ผู้ใช้งานกรอก Email และ Password ผิดพลาด เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอก Email และ Password ใหม่อีกครั้ง

3.5.2.3 หน้า Register

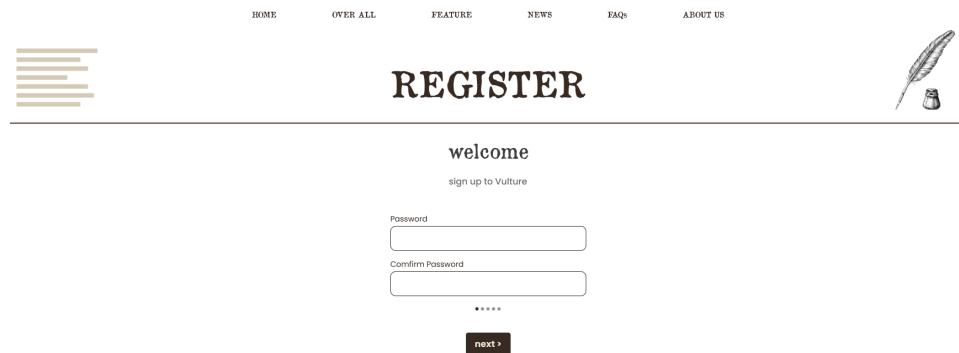
รูปที่ 3.28: หน้า Register ขั้นตอนกรอก Email

เป็นหน้าสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการสมัครสมาชิกเพื่อเป็นสมาชิกของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging โดยหากผู้ใช้งานทำการกรอก Email ถูกต้อง เว็บแอปพลิเคชันก็จะพาผู้ใช้งานไปยังหน้า Register ในขั้นตอนถัดไป (รูปที่:3.30)



รูปที่ 3.29: กรอก Email ผิดพลาด

กรณีที่ผู้ใช้งานกรอก Email ผิดพลาด เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอก Email ใหม่อีกครั้ง



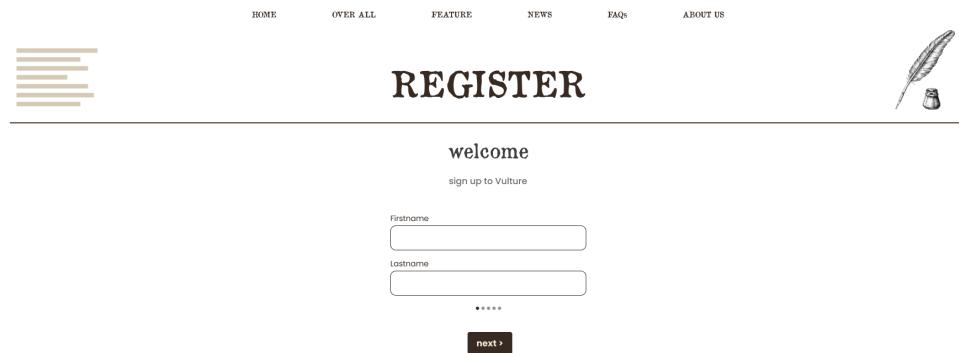
รูปที่ 3.30: หน้า Register ขั้นตอนกรอก Password

เป็นหน้าสำหรับให้ผู้ใช้งานตั้งและยืนยัน Password เพื่อสมัครสมาชิกของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging โดยเป็นขั้นตอนถัดจากการกรอก Email (รูปที่:3.28) หากผู้ใช้งานทำการกรอก Password ถูกต้อง เว็บแอปพลิเคชันก็จะพาผู้ใช้งานไปยังหน้า Register ในขั้นตอนถัดไป (รูปที่:3.32)

พาสเวิร์ดไม่ตรงกัน กรุณาลองใหม่อีกครั้ง ×

รูปที่ 3.31: กรอก Password ไม่ตรงกัน

กรณีที่ผู้ใช้งานกรอก Password ไม่ตรงกัน เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอก Password ใหม่อีกครั้ง



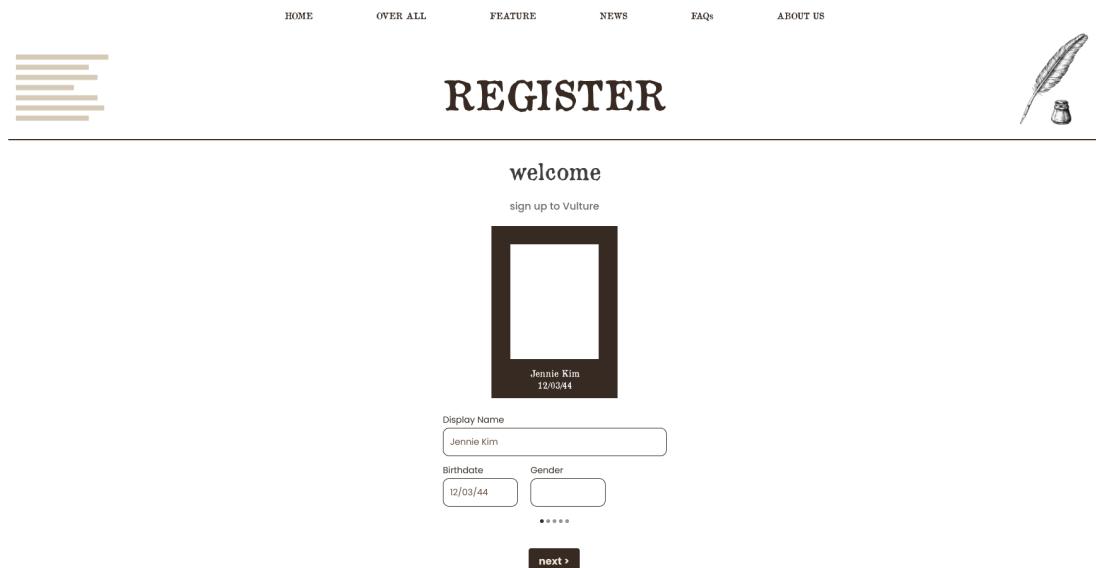
รูปที่ 3.32: หน้า Register ขั้นตอนกรอกชื่อและนามสกุล

เป็นหน้าสำหรับให้ผู้ใช้งานกรอกชื่อและนามสกุล เพื่อสมัครสมาชิกของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging โดยเป็นขั้นตอนถัดจากการกรอก Password (รูปที่:3.30) หากผู้ใช้งานทำการกรอกชื่อและนามสกุลถูกต้อง เว็บแอปพลิเคชันก็จะพาผู้ใช้งานไปยังหน้า Register ในขั้นตอนถัดไป (รูปที่:3.34)



รูปที่ 3.33: กรอกชื่อและนามสกุลเป็นภาษาอื่น

กรณีที่ผู้ใช้งานกรอกชื่อและนามสกุลเป็นภาษาอื่นที่ไม่ใช่ภาษาไทย เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอกชื่อและนามสกุลใหม่อีกครั้ง



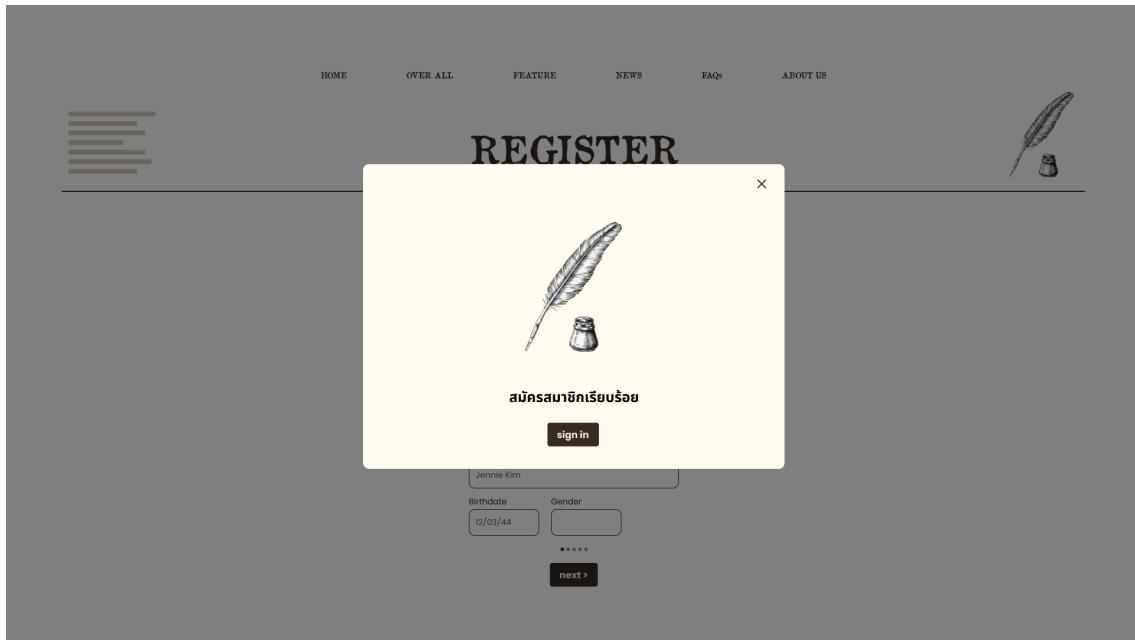
รูปที่ 3.34: หน้า Register ขั้นตอนกรอกข้อมูลของผู้ใช้งาน

เป็นหน้าสำหรับให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลชื่อเล่น วันเกิด และเพศ พร้อมแนบรูปถ่าย เพื่อสมัครสมาชิกของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging โดยเป็นขั้นตอนถัดจากการกรอกชื่อและนามสกุล (รูปที่:3.32) หากผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลครบถ้วน เว็บแอปพลิเคชันก็จะถือว่าผู้ใช้งานทำการสมัครสมาชิกเสร็จสิ้น (รูปที่:3.36)



รูปที่ 3.35: กรอก Password ไม่ตรงกัน

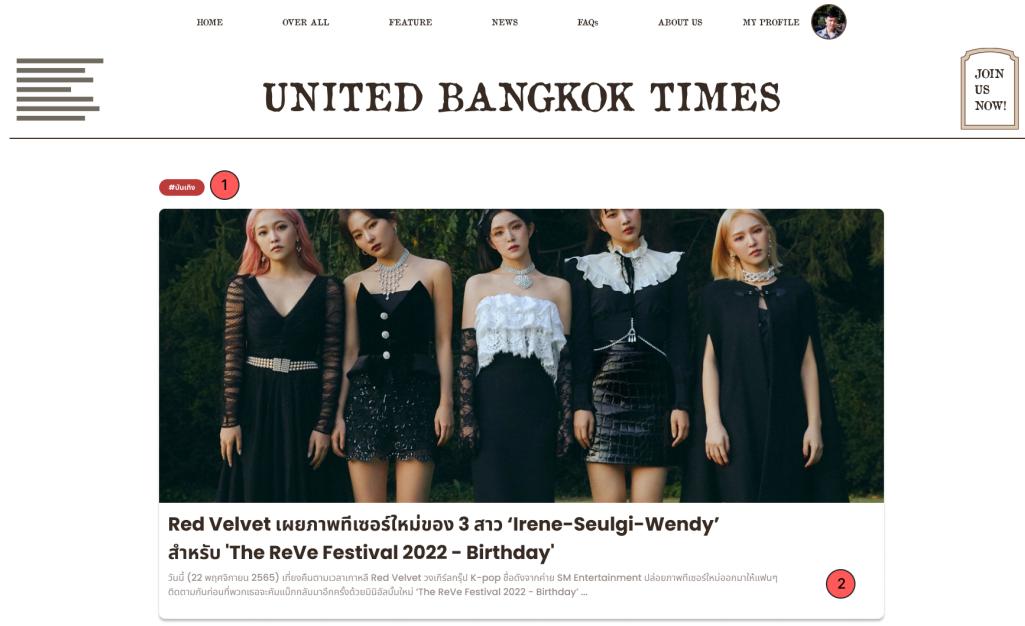
กรณีที่ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลให้ครบ



รูปที่ 3.36: หน้า Register เมื่อสมัครสมาชิกสำเร็จ

เมื่อผู้ใช้งานสมัครสมาชิกของเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging เสร็จสิ้นแล้ว เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนว่าผู้ใช้งานได้สมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว

3.5.2.4 หน้า Home



รูปที่ 3.37: หน้า Home

เป็นหน้าที่ผู้ใช้งานทั่วไปและสามารถเข้าถึงได้ สามารถอ่านบทความต่าง ๆ ได้จากหน้า Home Page โดยบทความในหน้า Home Page จะถูกจำแนกตามหมวดหมู่ที่เว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging ได้จัดไว้

โดยจากภาพข้างต้น (รูปที่ 3.37) ก็จะมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน 'ได้แก่'

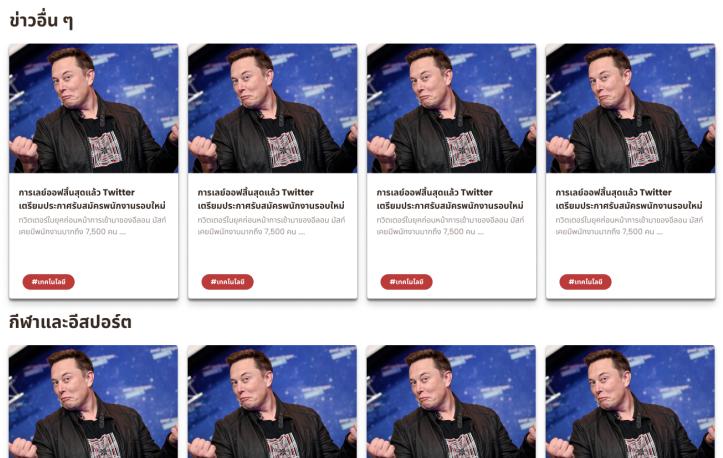
1. Tag แสดงหมวดหมู่ของเนื้อหาในบทความนั้น ๆ ที่ได้มากจากการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความโดยเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging
2. เป็นส่วนหัวข้อของบทความ พร้อมกับมีคำอธิบายที่แสดงเนื้อหาภายในบทความคร่าวๆ



รูปที่ 3.38: หน้า Home ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หมวดหมู่ของสมาชิก

จากภาพข้างต้น (รูปที่ 3.38) จะเป็นส่วนที่ยังคงอยู่ในหน้า Home Page แต่จะเป็นส่วนที่เข้าถึงได้แค่สมาชิกเท่านั้น ผู้ใช้งานที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เนื่องจากเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลของสมาชิกที่เคยใช้บริการเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging ซึ่งจะมีทั้งหมด 3 ส่วน 'ได้แก่'

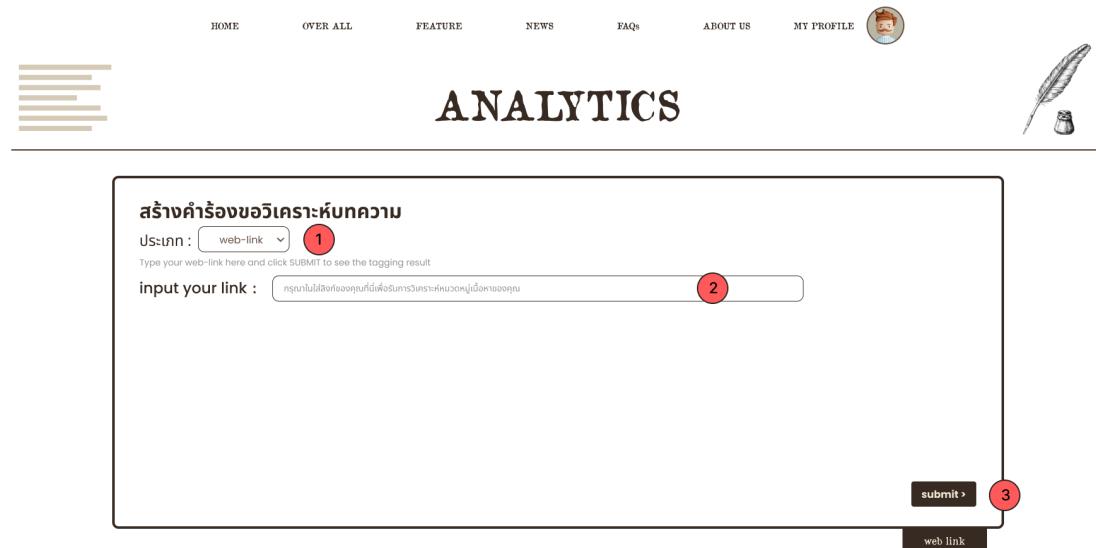
- ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความล่าสุดของสมาชิกที่ได้ทำการร้องขอการวิเคราะห์หมวดหมู่
- ส่วนที่ 4 เป็นส่วนกรอบปุ่มไฟล์ของสมาชิก โดยสามารถตรวจสอบว่าบทความที่ทำการส่งไปจัดหมวดหมู่ประมาณผลสำเร็จ รอการประมวลผล หรือล้มเหลวหรือไม่ และจะแสดงบทความก่อน ๆ ที่เคยส่งเพื่อไปวิเคราะห์หมวดหมู่ นอกจากนี้ยังสามารถส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์การจัดหมวดหมู่ของบทความ และสามารถดูประวัติการส่งคำร้องได้
- ส่วนที่ 5 เป็นส่วนที่แสดงหมวดหมู่ที่เว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging เปิดให้บริการ



รูปที่ 3.39: หน้า Home ส่วนแสดงข่าวอื่น ๆ เพิ่มเติม

ในส่วนที่ 6 จะเป็นส่วนที่แสดงเนื้อหาข่าวอื่น ๆ เพิ่มเติม ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานที่ไม่ได้และสมาชิกสามารถเข้าถึงได้

3.5.2.5 หน้า Analytic



รูปที่ 3.40: หน้ากรณีที่สมาชิกต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบุคคลด้วย Web Link

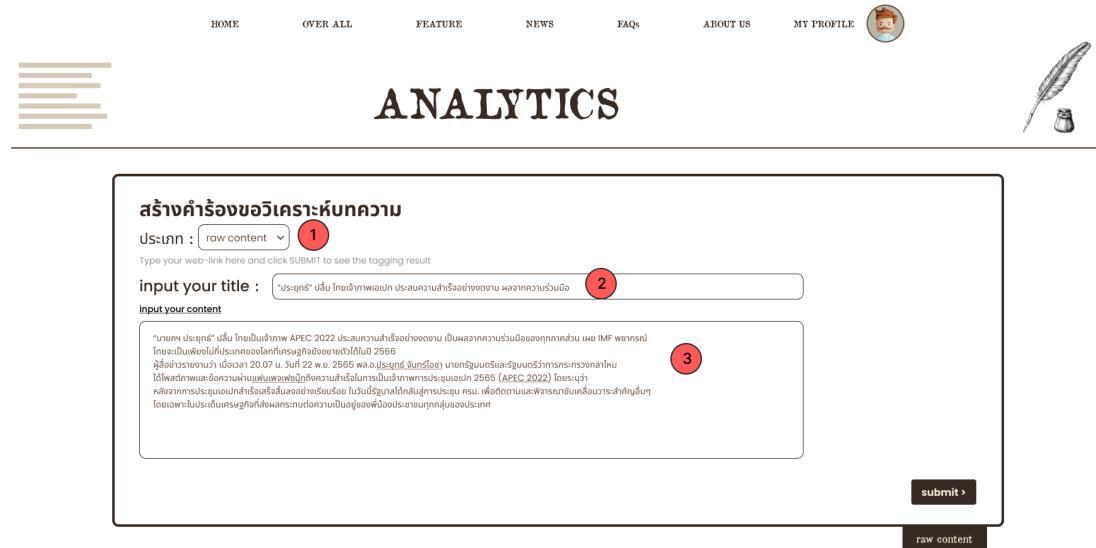
เป็นหน้าสำหรับการส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบุคคลด้วย Web Link ซึ่งจะมีอยู่ 3 ส่วน ได้แก่

1. เป็นส่วนที่ให้สมาชิกเลือกว่าจะส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบุคคลด้วยอะไร โดยจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การส่งคำร้องขอด้วย Web Link และการส่งคำร้องขอด้วยบุคคล โดยสมาชิกสามารถเลือกได้จาก Drop Down
2. เป็นส่วนสำหรับใส่ Web Link ที่ต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบุคคล
3. ปุ่มยืนยันเพื่อส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบุคคลด้วย Web Link



รูปที่ 3.41: กรณีที่กรอก Web Link ไม่ถูกต้อง

กรณีที่ผู้ใช้งานกรอก Web Link ไม่ถูกต้อง เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอก Web Link ใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.42: หน้ากรณิที่สามารถต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยเนื้อหาในบทความ

เป็นหน้าสำหรับการส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยเนื้อหาในบทความ ซึ่งจะมีอยู่ 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1. เป็นส่วนที่ให้สามารถเลือกว่าจะส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยอะไร โดยจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การส่งคำร้องขอด้วย Web Link และการส่งคำร้องขอด้วยบทความ โดยสามารถเลือกได้จาก Drop Down
2. เป็นส่วนสำหรับใส่หัวข้อของเนื้อหาในบทความที่ต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่
3. เป็นส่วนสำหรับใส่เนื้อหาในบทความที่ต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ และจึงกดปุ่มยืนยันเพื่อส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยเนื้อหาในบทความ

รูปที่ 3.43: กรณิที่กรอกข้อมูลให้ครบถ้วน

กรณิทผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน เว็บแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบและให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน

3.5.2.6 หน้า My Ticket

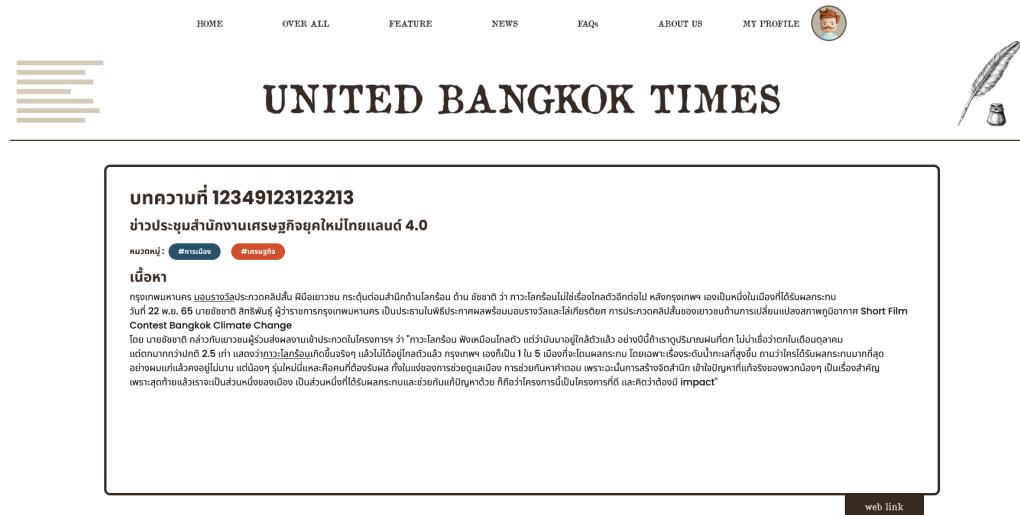
Reference no.	Title	Status	Category	Detail
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	pending		
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	pending		
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	success	#การท่อง #การเมือง	ภารกิจ
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	failed		
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	pending		
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	pending		
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	pending		
12349123123213	ประชุมสานักงานนเครื่องก่ออุบัติ...	pending		

รูปที่ 3.44: หน้า My Ticket

เป็นหน้าแสดงผลสถานะคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความของสมาชิก ซึ่งจะมีอยู่ 6 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนแสดงเลขที่อ้างอิงของบทความที่สมาชิกได้ส่งคำร้องเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ
2. ส่วนแสดงชื่อหัวข้อของบทความ
3. ส่วนแสดงสถานะดำเนินการของคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความนั้น ๆ โดยมี 3 สถานะด้วยกัน ได้แก่ อยู่ในระหว่างรอประเมินผล (Pending) สำเร็จ (Success) และล้มเหลว (Failed)
4. ส่วนแสดงหมวดหมู่ที่ได้จากการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความโดยเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging หากล้มเหลวหรือดำเนินการจะไม่แสดงผลในส่วนนี้
5. ส่วนรายละเอียดเพิ่มเติม หากดำเนินการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความสำเร็จ จะสามารถคลิกดูเพิ่มเติมได้
6. ส่วนค้นหาคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความของสมาชิก

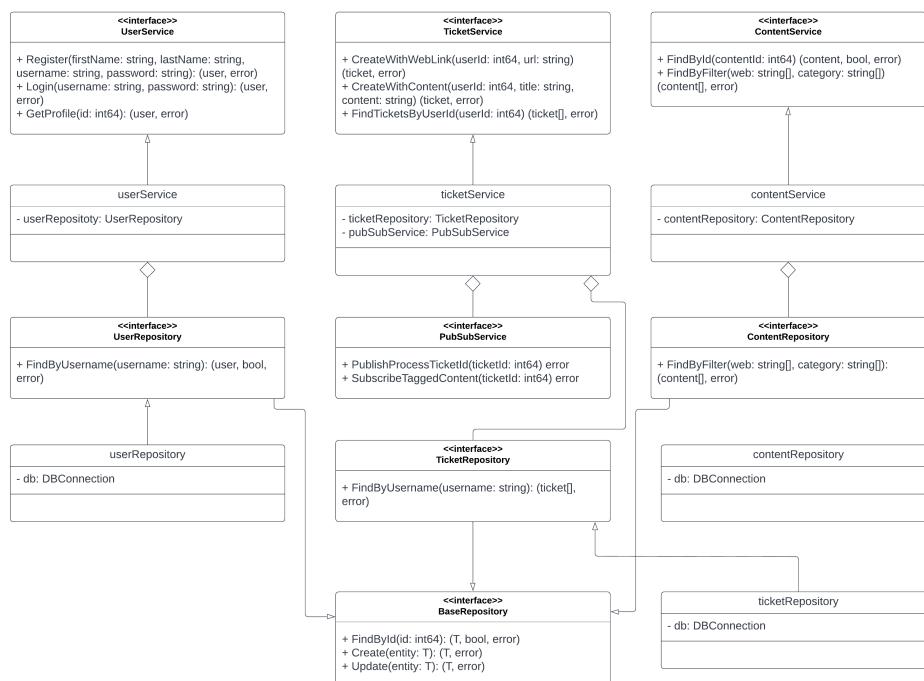
3.5.2.7 หน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ



รูปที่ 3.45: หน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ

เป็นหน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ โดยจะแสดงเลขอ้างอิงของบทความ หัวข้อบทความ เนื้อหาในบทความ และหมวดหมู่ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเว็บแอปพลิเคชัน AI Platform Thai Content Tagging

3.6 Class Diagram



รูปที่ 3.46: Class Diagram ของระบบ

3.7 การออกแบบการทดลอง

3.7.1 Production Deployment

การ Deployment ของเว็บแอปพลิเคชันจะอยู่ในบริการของ Google Cloud Platform ทั้งหมด ซึ่งในส่วนของการประมวลผล จะอยู่ในบริการของ Cloud Run ในส่วนของการแสดงผลเว็บแอปพลิเคชันจะอยู่ในส่วนของ Firebase Hosting และในส่วนของ Postgres Database จะถูกสร้างขึ้นในบริการของ Supabase จากนั้นจึงนำไปเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชันที่อยู่ใน Cloud Run ซึ่งข้อดีของ Cloud Run คือ เป็นบริการแบบ Serverless ดังนั้นการคิดค่าบริการจะคิดเฉพาะตอนที่มี Request เข้ามาใช้งานจริง ๆ เท่านั้น ทำให้ขณะทดสอบ เว็บแอปพลิเคชันในช่วงแรกสามารถทำได้ง่ายและไม่เสียค่าใช้จ่าย

3.7.2 User Evaluation

ทดสอบเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งานจำนวน 20 คน โดยเก็บข้อมูลทั้งการตอบสนองต่อความต้องการและประสบการณ์การใช้งาน ของผู้ใช้งาน เพื่อเก็บรวมเป็นข้อมูลสำหรับนำไปพัฒนาปรับปรุงเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถตอบสนองความต้องการได้ดียิ่งขึ้น

3.7.3 Application Evaluation

การติดตาม Monitor Application ที่ได้ทำการ Deploy ไปแล้ว ก็มีส่วนสำคัญในการพัฒนาต่ออยู่ในกระบวนการซอฟต์แวร์ เนื่องจากเรานำ Cloud Run ที่ให้บริการโดย Google Cloud Platform มาเป็น Infrastructure ของระบบ ซึ่งมีการทำ Metric สำหรับ ติดตามการใช้งาน Resource ต่าง ๆ อีกทั้งการ Monitor Response time และ Log ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบ ซึ่งในระบบงาน Production ก็จะเป็นส่วนสำคัญอย่างมากที่จะต้องดูแลจัดสรรค์ทรัพยากรที่ใช้งานให้เหมาะสม เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

3.7.4 Artificial Intelligence Evaluation

การประเมินผลติดตามการใช้งาน Artificial Intelligence ก็มีส่วนสำคัญในการพัฒนา Artificial Intelligence ให้มีความแม่นยำ มากยิ่งขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ถูกต้องจำนวนมาก สำหรับการทดสอบความแม่นยำของ Artificial Intelligence เพื่อให้ Artificial Intelligence สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงและวิเคราะห์ผลได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น กล่าวคือต้องใช้บทความที่มีการจัดหมวดหมู่อย่างถูก ต้องจำนวนมาก เพื่อนำมาทดสอบกับ Artificial Intelligence และเปรียบเทียบผลลัพธ์ว่าตรงตามหมวดหมู่ของบทความที่ เตรียมมากหรือไม่ โดยจะใช้ตัววัดผลคือ ค่า Accuracy, Precision, Recall, F1 Score และ Loss Function ในการวัดประสิทธิภาพของ Artificial Intelligence

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การเก็บข้อมูล

ในส่วนของการเก็บข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดล จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

การเก็บ URL จากหน้าเว็บไซต์ ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถทำได้ 2 วิธี 'ได้แก่' วิธีแรก คือ การบันทึกหน้าเว็บไซต์ที่มีข้อมูลบทความจำนวนมาก นำมาอ่านข้อมูล HTML แล้วจึงเก็บ URL ของบทความต่างๆ และวิธีที่สอง คือ การอ่าน URL ผ่าน Request โดยเว็บไซต์จะทำการส่ง Request ร้องขอเพื่อดูบทความเพิ่มเติม เมื่อได้ URL มาครบตามที่ต้องการแล้ว จะทำการดึงข้อมูลเป็นไฟล์ HTML จาก URL ที่เก็บมาจากหน้าเว็บไซต์ จากนั้นทำการเข้าถึงไฟล์ HTML ที่ได้จาก URL ที่เก็บมาจากหน้าเว็บไซต์และทำการดึงเนื้อหาบทความด้วยการใช้ Python BeautifulSoup มาเก็บไว้ เพื่อเป็นชุดข้อมูลสำหรับพัฒนาโมเดล ได้ผลลัพธ์สรุปที่ [4.1](#)

รูปที่ 4.1: ตัวอย่างการดึงเนื้อหาบทความจากไฟล์ HTML ด้วยการใช้ Python BeautifulSoup

ทำการแปลน้อหาที่ได้จากรูปภาพที่ 4.1 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยให้กลายเป็นภาษาอังกฤษด้วยการใช้ Translator Service เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาโมเดลที่ใช้ด้วยข้อมูลเป็นภาษาอังกฤษ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.1

1 The young man drove the rich on the highway.Lift them up the police stationPunch the police, the nose is broken-the little finger is broken.[The young man lifted up the police station. I asked the reason to set the rubber cone on the expressway. After driving until the car is damaged The police clarified it was punching the nose. The little hand of the right hand (28 Nov 64) at 8:00 pm, Police Lieutenant Aran Chavanon, Deputy Deputy Chief of Staff, Express Traffic Control Center, Kor Kor. Yesterday (27 Nov 64) at approximately 23.00 hrs. While he performed his duties at the Expressway 1 police station, he had a name later. The police station by informing that at 8:00 pm, he drove a white Honda Jazz brand on the Port 2 Expressway heading to Bang Na. Before Chonchon Rich Tang Which is located on the traffic surface Until causing the car to be damaged He therefore tried to clarify the cause of the rubber cone and explain the law to the police. Revealed that after that, Mr. Sittichok has argued. Then became anger and resentment He therefore informed him to contact the traffic officer during office hours. But the man spoke loudly And bring the phone to take pictures So he raised his hand to close the camera and told him to calm down. Mr Sittthok used the fist to fight into his face until the nosebleeds flowed. While the group of male friends who came with the attitude to attack, Pol. After Mr Sittthok caused the incident, he drove out of the police station. He was sent to treatment at the police hospital. The doctor sewed the wounds around the nose and diagnosed that the right hand bone, right hand, broken. Revealed that After the incident, he learned that while he was treated Mr Sittthok, the parties, reported to condone themselves to assault with the investigating officers at the Port Police Station. By claiming that the side of the police tried to draw a gun And punching Mr. Sittthok first He therefore reported to the Port Police Station. Initially, in the matter of reporting charges At this time, it is not possible to notify. Since the Inquiry official is in the process of collecting evidence Including requesting Images from CCTV on the expressway To be considered

2 Grandma led the grandchildren to report more.The monk uses a rocket.Claiming 4 herds of hernia|Grandmother, Primary 5, reported to the offense. While another grade 6 grandmother came out, revealed that the grandchildren were hit 2 times, including 4 children being done, expected to have more victims (29 Nov 64) officials from social development and human security , The people suppressing human trafficking And related agencies Traveled to meet Phra Sombat, 40 years old, Abbot of Pradu Temple To Investigate the facts After becoming news Forcing grade 3 students and grade 5, spinning the genitals until the orgasm And later a grade 1 student came out and revealed that 5 years ago was hit by the abbot Doing the same. Most recently, there was another grade 6 grandmother to report. After the grandchildren told The abbot has done the same 2 times. In total, there were 4 children being done to report 2 monks and expected to add more victims. Because of this kind of way for many years, Mr Thongthip Phu Sh to specialist in specialized social developers The Office of Social Development and Human Security states that there must be a thorough investigation. That the story that the child told Is it true? There will be many agencies together. Which must be fair to all parties especially the abbot Who still denied that they did not act Confessed only that To massage the genitals only. Later, Grandma, the 5th grade boy who came out to give information to the first teacher. Traveled to meet the inquiry official Confirmed to condone the abbot or His Majesty's abundance While the children of Primary 5 were found, the inquiry official was 58 years old. That was abbot Do the same 2 times but do not dare to tell Grandma. Until the same school students revealed Therefore dare to tell Grandma After this, it will be allowed to follow the legal procedures. To protect your own grandchildren

รูปที่ 4.2: ตัวอย่างการแปลเนื้อหาจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ

4.2 การออกแบบโมเดลสำหรับวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาในบทความต่าง ๆ

4.2.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดล

ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาโมเดลจะมีทั้งหมด 2 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่ ชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยและชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ ชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยจะมีทั้งหมด 9,000 ชุด และชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษจะมีทั้งหมด 9,000 ชุด ซึ่งมีลักษณะข้อมูลเป็นไฟล์ Text และมีหมวดหมู่กำกับในแต่ละชุดข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.1: ตารางชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย

หมวดหมู่	จำนวนชุดข้อมูลข่าว
อาชญากรรม	1,500
กีฬา	1,500
การเมือง	1,500
ธุรกิจ	1,500
บันเทิง	1,500
เทคโนโลยี	1,500
รวม	9,000

title	content	tag
เล่นได้ทุกวัน! เปิดดาวร์ป "คิม มี-จุ" นางแบบแคน...	พานิปฐักรกน คิม มี-จุ หนึ่งในคนดังทางโซเชียล...	sport
อกใหญ่เป็นเหตุ! "มินามิ วาจิ" จากอดีตนักว่ายน้ำ...	ถือเป็นอีกหนึ่งสาวสวยแคนปลาริบบิ้นที่แฟบเฟลส์บหน...	sport
ปีลา : กีฬาสายแหวกมากความหมายที่นิยมลังแต่อ่อน...	โลกใบนี้ยังมีอะไรอีกมากให้เราค้นหา กีฬา กีฬา...	sport
สรุปผลบอลพรีเมียร์ลีก นัดที่ 2 วันที่ 13-15 ส....	หัวตาราง แมเนชั่น เปิดบ้านชนะ 4-0 ในนัดนี้ ชั่...	sport
นางฟ้าชัดๆ "พัฟตอร์ เพ็ญพักตร์" นางแบบสาวสุดเอ...	ถือเป็นอีกหนึ่งสาวที่ชื่นชอบการออกกำลังกายด้วย...	sport

รูปที่ 4.3: ตัวอย่างชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย

ตารางที่ 4.2: ตารางชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ

หมวดหมู่	จำนวนชุดข้อมูลข่าว
อาชญากรรม	1,500
กีฬา	1,500
การเมือง	1,500
ธุรกิจ	1,500
บันเทิง	1,500
เทคโนโลยี	1,500
รวม	9,000

title	content	tag
Can play every day!Opening the warp "Kim Mi-Ju..."	Take to know Kim Mi-Ju, one of the famous Sout...	sport
Big chest is the reason!"Minami Wiji" from a f...	Regarded as another beautiful girl, raw fish t...	sport
Summary of the Premier League football match 2...	The head of the Man City opened the house, won...	sport
Clear angels "Phen Pheng", the most female mod...	Considered as another girl who likes to exerci...	sport
Come quickly!The most famous guru "Ten Hak" wa...	The famous Richard Key Guru revealed that the ...	sport

รูปที่ 4.4: ตัวอย่างชุดข้อมูลข่าวที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ

นอกจากนี้คุณผู้จัดทำได้ทำการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกสำหรับการพัฒนาโมเดลและส่วนที่สองสำหรับการประเมินโมเดล ซึ่งจะแบ่งชุดข้อมูลแต่ละรูปแบบออกเป็นอัตราส่วน 8:2 (ชุดข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดล : ชุดข้อมูลสำหรับการประเมินโมเดล) โดยมีรายละเอียดดังนี้

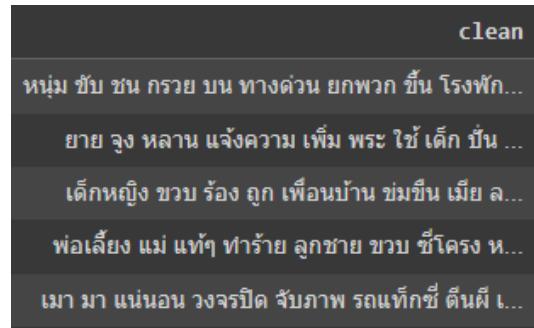
ตารางที่ 4.3: ตารางชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยสำหรับใช้พัฒนาและทดสอบโมเดล

หมวดหมู่	จำนวนชุดข้อมูล	จำนวนชุดข้อมูล
	สำหรับพัฒนาโมเดล	สำหรับประเมินโมเดล
อาชญากรรม	1,200	300
กีฬา	1,200	300
การเมือง	1,200	300
ธุรกิจ	1,200	300
บันเทิง	1,200	300
เทคโนโลยี	1,200	300
รวม	7,200	1,800

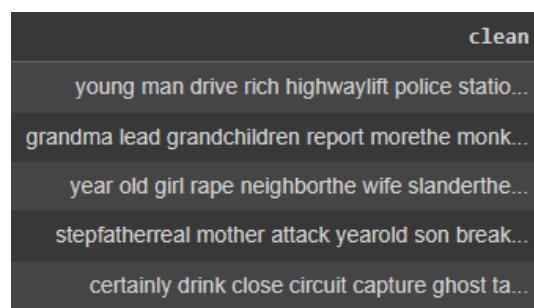
ตารางที่ 4.4: ตารางชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษสำหรับใช้พัฒนาและทดสอบโมเดล

หมวดหมู่	จำนวนชุดข้อมูล	จำนวนชุดข้อมูล
	สำหรับพัฒนาโมเดล	สำหรับประเมินโมเดล
อาชญากรรม	1,200	300
กีฬา	1,200	300
การเมือง	1,200	300
ธุรกิจ	1,200	300
บันเทิง	1,200	300
เทคโนโลยี	1,200	300
รวม	7,200	1,800

การเตรียมข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดล จะมีการทำความร่วมมือกันอย่างการลบอักขระที่ไม่จำเป็น ลบตัวเลข หรือซ่องว่าง เพื่อเป็นการลบการรบกวนของข้อมูล จากนั้นจึงทำการแบ่งคำสำหรับลบ Stop word และปรับคำให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นบรรทัดฐานเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และจึงนำมาเรียบเรียงต่อ กันเป็นประโยคใหม่ โดยนำหัวข้อและเนื้อหาร่วมกันเป็นบทความเดียว ทำให้สามารถถึง Feature ออกจากข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 4.5: ตัวอย่างชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว

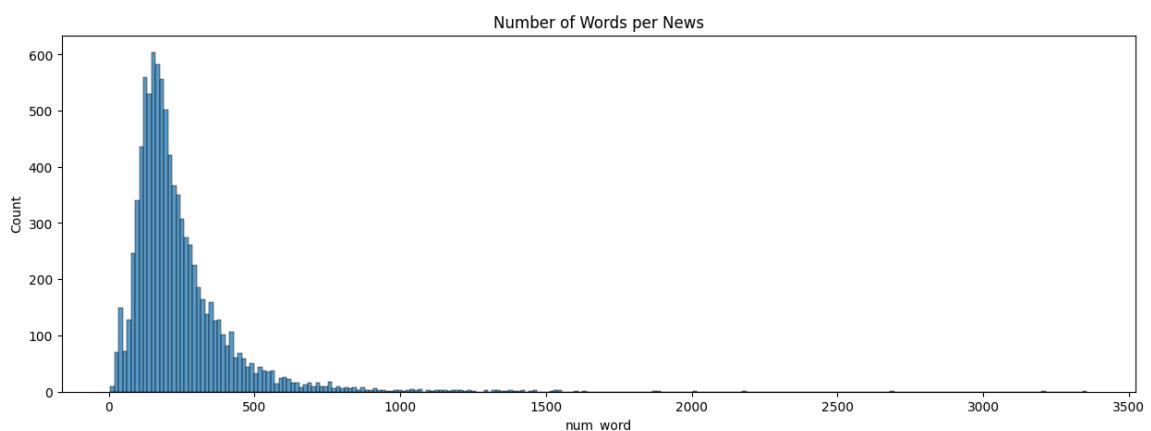


รูปที่ 4.6: ตัวอย่างชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว

4.2.2 Exploratory Data Analysis

4.2.2.1 ชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย

จากการสำรวจชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยทั้งหมด 5712 ชุด พบร้า แต่ละชุดข้อมูลมีการกระจายตัวของขนาดของข้อมูลดังนี้



รูปที่ 4.7: การกระจายตัวของจำนวนคำในแต่ละชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย

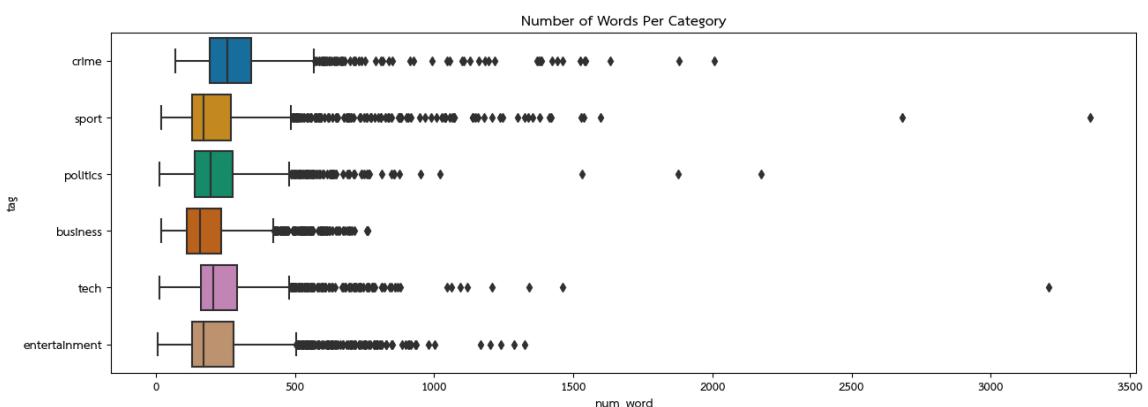
ตารางที่ 4.5: ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยทั้งหมดหลังทำความสะอาดข้อมูล

Mean	STD	Min	Q1	Q2	Q3	Max
239.14	175.10	6.00	139.00	195.00	286.00	3356.00

จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของจำนวนคำในแต่ละชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย มีการกระจายตัวแบบเบื้องขวาและมี Outlier (รูปที่ 4.7) ตั้นนั่นค่าเฉลี่ยของจำนวนคำในชุดข้อมูลเรียงมากกว่าค่ากลางของจำนวนคำในชุดข้อมูล และเมื่อถูกการกระจายตัวประกอบกับค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาทั้งหมด (ตารางที่ 4.5) พบว่า จำนวนคำในชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ที่ 140-290 คำ โดยจำนวนคำที่น้อยที่สุดในชุดข้อมูล คือ 6 คำ และจำนวนคำที่มากที่สุดในชุดข้อมูล คือ 3,356 คำ

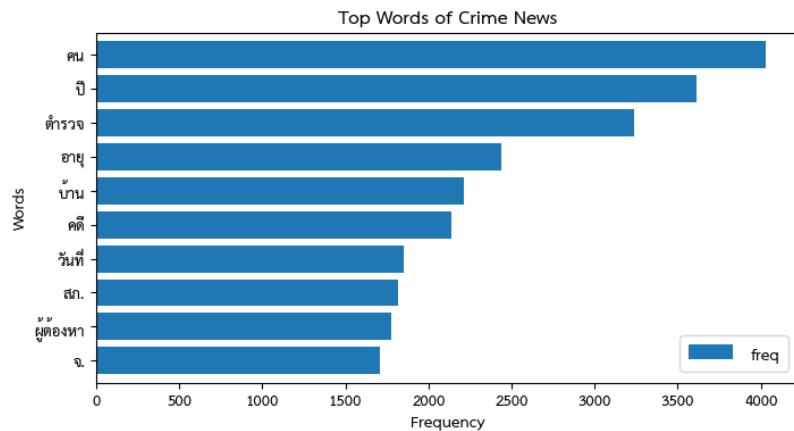
ตารางที่ 4.6: ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดข้อมูล

หมวดหมู่	Mean	STD	Min	Q1	Q2	Q3	Max
อาชญากรรม	294.51	182.57	71.00	193.00	257.00	343.00	2006.00
กีฬา	239.04	222.40	21.00	129.00	173.50	271.00	3356.00
การเมือง	227.62	147.87	12.00	140.75	196.00	276.00	2174.00
ธุรกิจ	190.63	127.83	21.00	110.00	160.00	235.25	762.00
บันเทิง	233.04	167.31	6.00	129.00	173.00	279.25	1327.00
เทคโนโลยี	249.99	171.35	12.00	163.00	206.00	291.00	3209.00

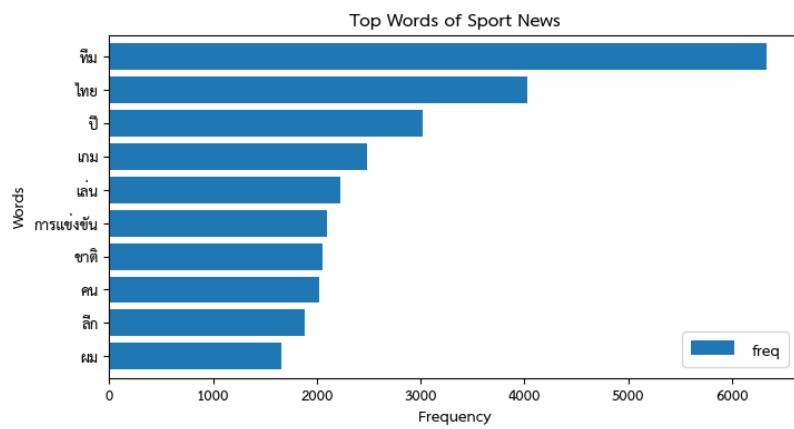


รูปที่ 4.8: ลักษณะของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดข้อมูล

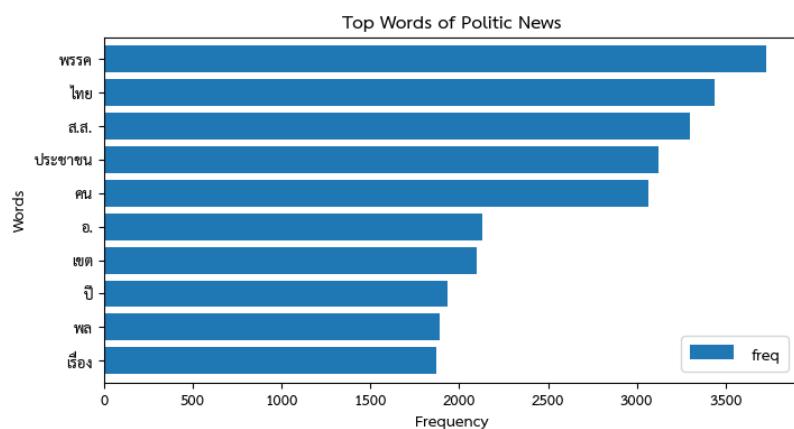
เนื่องจากในแต่ละหมวดหมู่ของชุดข้อมูลมีขนาดของข้อมูลแตกต่างกัน ซึ่งในชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยจะมีทั้งหมด 6 หมวดหมู่ด้วยกัน ดังนั้นจึงต้องมีการสำรวจการกระจายตัวของขนาดของข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ ซึ่งจากการที่ 4.6 และรูปภาพที่ 4.8 พบว่า จำนวนคำของเนื้อหาในหมวดหมู่อาชญากรรมส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าหมวดหมู่อื่น ในขณะที่จำนวนคำของเนื้อหาในหมวดหมู่ธุรกิจส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าหมวดหมู่อื่น นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนคำของชุดข้อมูลในหมวดหมู่กีฬามีการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลสูงสุดและจำนวนคำของชุดข้อมูลในหมวดหมู่ธุรกิจมีการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลต่ำสุด ซึ่งสังเกตได้จากค่า STD ในตารางที่ 4.6



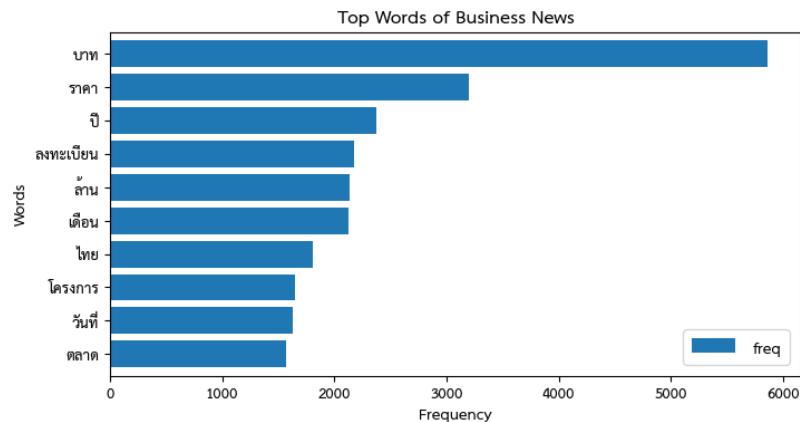
รูปที่ 4.9: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่ ‘อาชญากรรม’



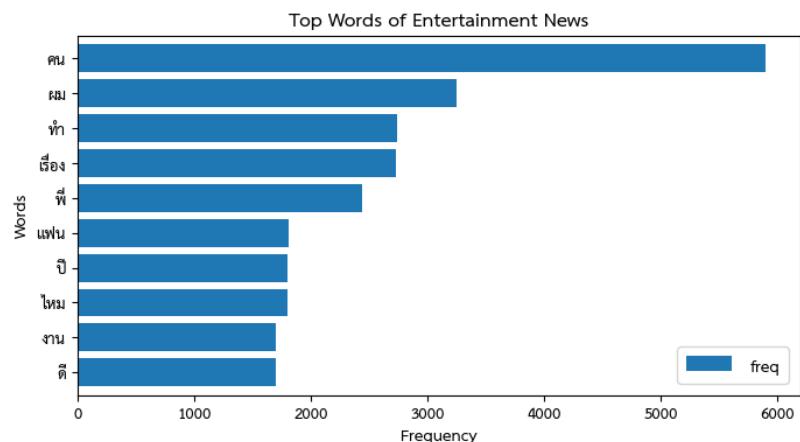
รูปที่ 4.10: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่ ‘กีฬา’



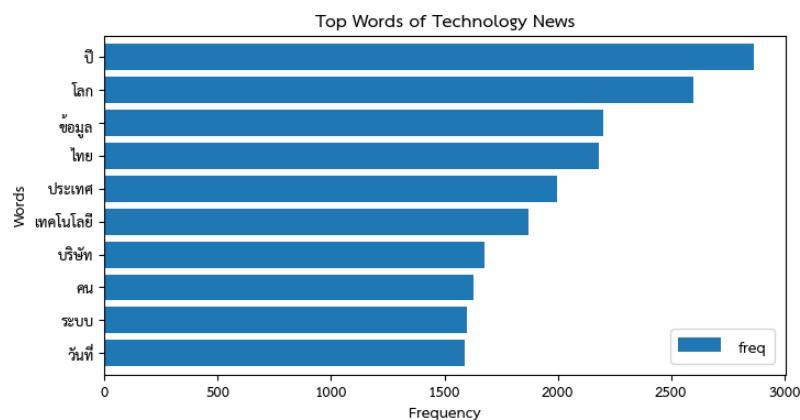
รูปที่ 4.11: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่ ‘การเมือง’



รูปที่ 4.12: 10 คำที่พูดได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่ธุรกิจ



รูปที่ 4.13: 10 คำที่พูดได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่บันเทิง



รูปที่ 4.14: 10 คำที่พูดได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของหมวดหมู่เทคโนโลยี

จากรูปภาพที่ 4.9 ถึงรูปภาพที่ 4.11 เป็นการแสดงผลคำที่พูดมากที่สุด 10 อันดับแรกในชุดข้อมูลของแต่ละหมวดหมู่ เพื่อใช้สำหรับดูแนวโน้มของคำที่พูดบ่อยในแต่ละหมวดหมู่ ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นพบว่า แต่ละหมวดหมู่ค่อนข้างที่จะมีคำที่พูดบ่อยแตกต่างกัน แต่จะมีบางคำที่พูดบ่อยในทุกหมวดหมู่ เช่น ปี คุณ ซึ่งถือว่าเป็นคำที่ว่าไปไม่ได้มีความสำคัญมากสำหรับข้อมูล

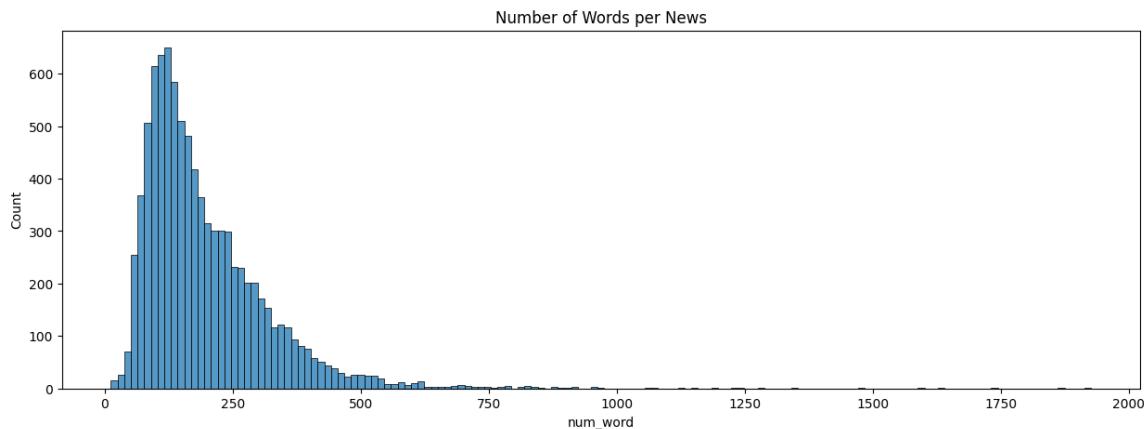


รูปที่ 4.15: 100 อันดับคำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่

จากรูปภาพที่ 4.15 เป็นการแสดงผลคำที่พบมากที่สุด 100 อันดับแรกในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่ โดยใช้ Word Cloud ในการแสดงผล

4.2.2.2 ชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ

จากการสำรวจชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด 9,000 ชุด พบร้า แต่ละชุดข้อมูลมีการกระจายตัวของขนาดของข้อมูล ดังนี้



รูปที่ 4.16: การกระจายตัวของจำนวนคำในเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ

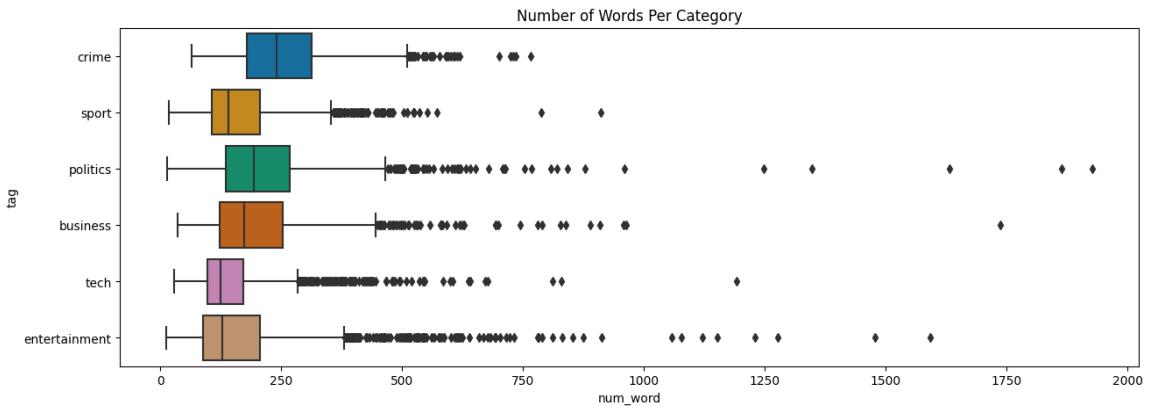
ตารางที่ 4.7: ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดหลังทำความสะอาดข้อมูล

Mean	STD	Min	Q1	Q2	Q3	Max
195.38	125.35	12.00	112.00	163.00	248.00	1927.00

จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษ มีการกระจายตัวแบบเบ้าขวาและมี Outlier (รูปที่: 4.16) ดังนั้นค่าเฉลี่ยของจำนวนคำในชุดข้อมูลจึงมากกว่าค่ากลางของจำนวนคำในชุดข้อมูล และเมื่อดูการกระจายตัวประกอบกับค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาทั้งหมด (ตารางที่: 4.7) พบร้า จำนวนคำในชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ที่ 110-250 คำ โดยจำนวนคำที่น้อยที่สุดในชุดข้อมูล คือ 12 คำ และจำนวนคำที่มากที่สุดในชุดข้อมูล คือ 1927 คำ

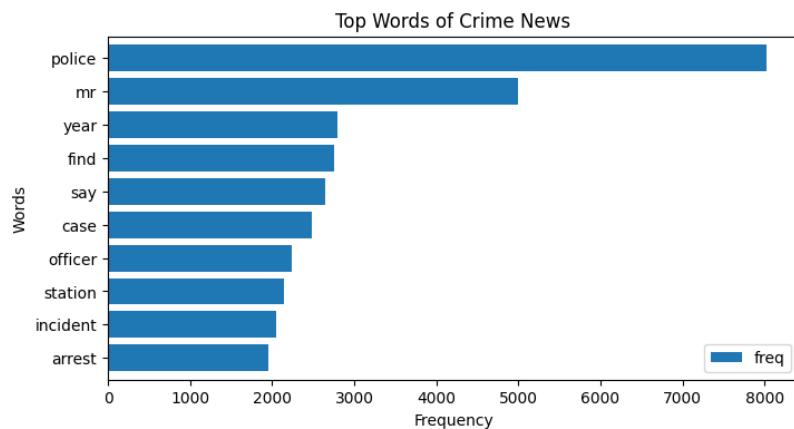
ตารางที่ 4.8: ตารางแสดงค่าทางสถิติของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดข้อมูล

หมวดหมู่	Mean	STD	Min	Q1	Q2	Q3	Max
อาชญากรรม	254.96	104.65	64.00	179.00	239.00	312.00	766.00
กีฬา	167.08	91.22	18.00	106.00	141.00	206.00	911.00
การเมือง	218.88	140.71	14.00	135.00	193.00	268.00	1927.00
ธุรกิจ	201.04	123.04	35.00	122.75	173.00	252.00	1736.00
บันเทิง	175.07	151.97	12.00	88.00	127.00	205.00	1592.00
เทคโนโลยี	155.22	100.30	28.00	97.00	125.00	172.00	1191.00

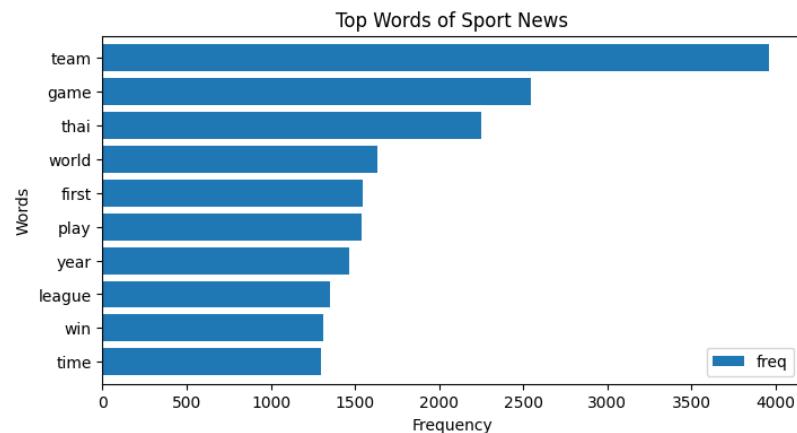


รูปที่ 4.17: ลักษณะของจำนวนคำในเนื้อหาที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่หลังทำความสะอาดข้อมูล

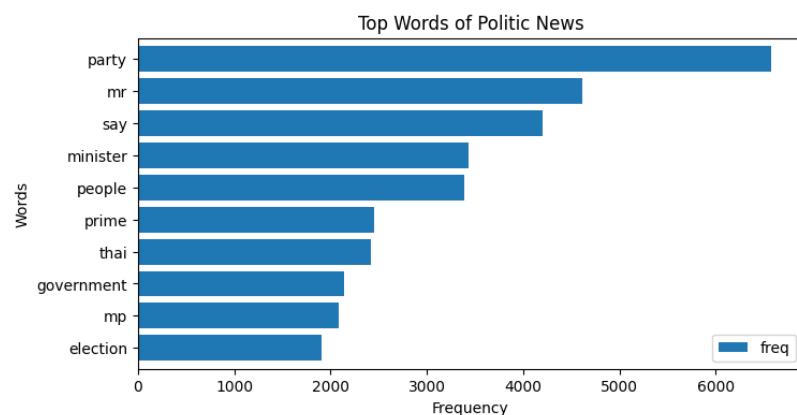
เนื่องจากในแต่ละหมวดหมู่ของชุดข้อมูลมีขนาดของข้อมูลแตกต่างกัน ซึ่งในชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษจะมีทั้งหมด 6 หมวดหมู่ด้วยกัน ดังนั้นจึงต้องมีการสำรวจการกระจายตัวของขนาดของข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ ซึ่งจากการที่ 4.8 และรูปภาพที่ 4.17 พบว่า จำนวนคำของเนื้อหาในหมวดหมู่อื่นๆ อย่างเช่น politics หรือ business ที่มีจำนวนคำมากกว่าหมวดหมู่อื่น ในขณะที่จำนวนคำของเนื้อหาในหมวดหมู่ tech โน่นโดยส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าหมวดหมู่อื่น นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนคำของชุดข้อมูลในหมวดหมู่บันทึกมีการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลสูงสุด และจำนวนคำของชุดข้อมูลในหมวดหมู่ฝ่ายการเมืองมีการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลต่ำสุด ซึ่งสังเกตได้จากการที่ STD ในตารางที่ 4.8



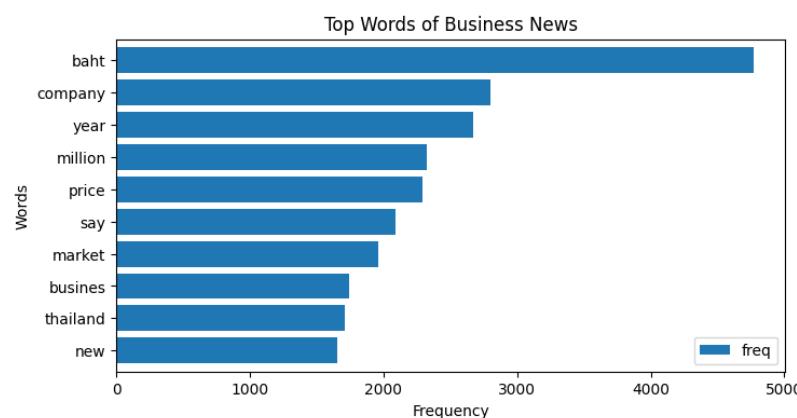
รูปที่ 4.18: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่อื่นๆ



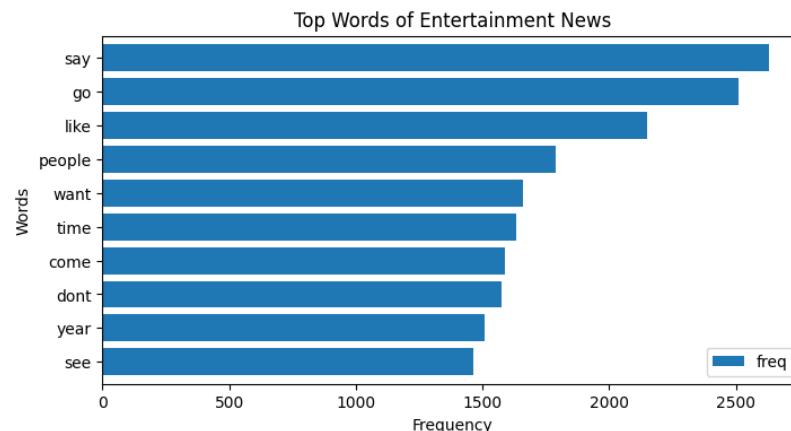
รูปที่ 4.19: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่กีฬา



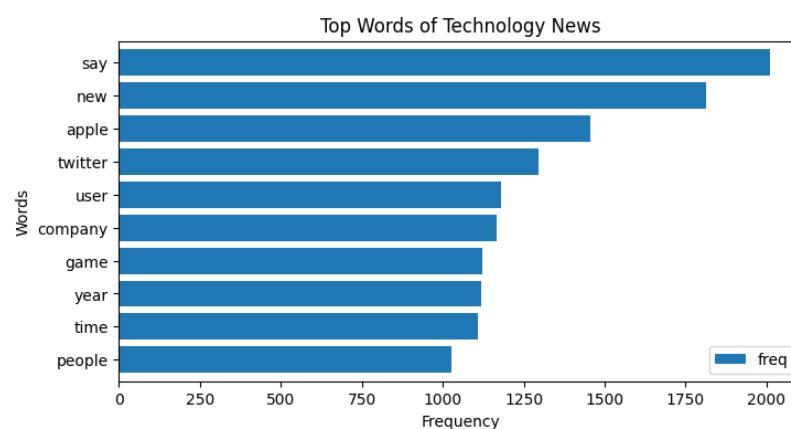
รูปที่ 4.20: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่การเมือง



รูปที่ 4.21: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่ธุรกิจ

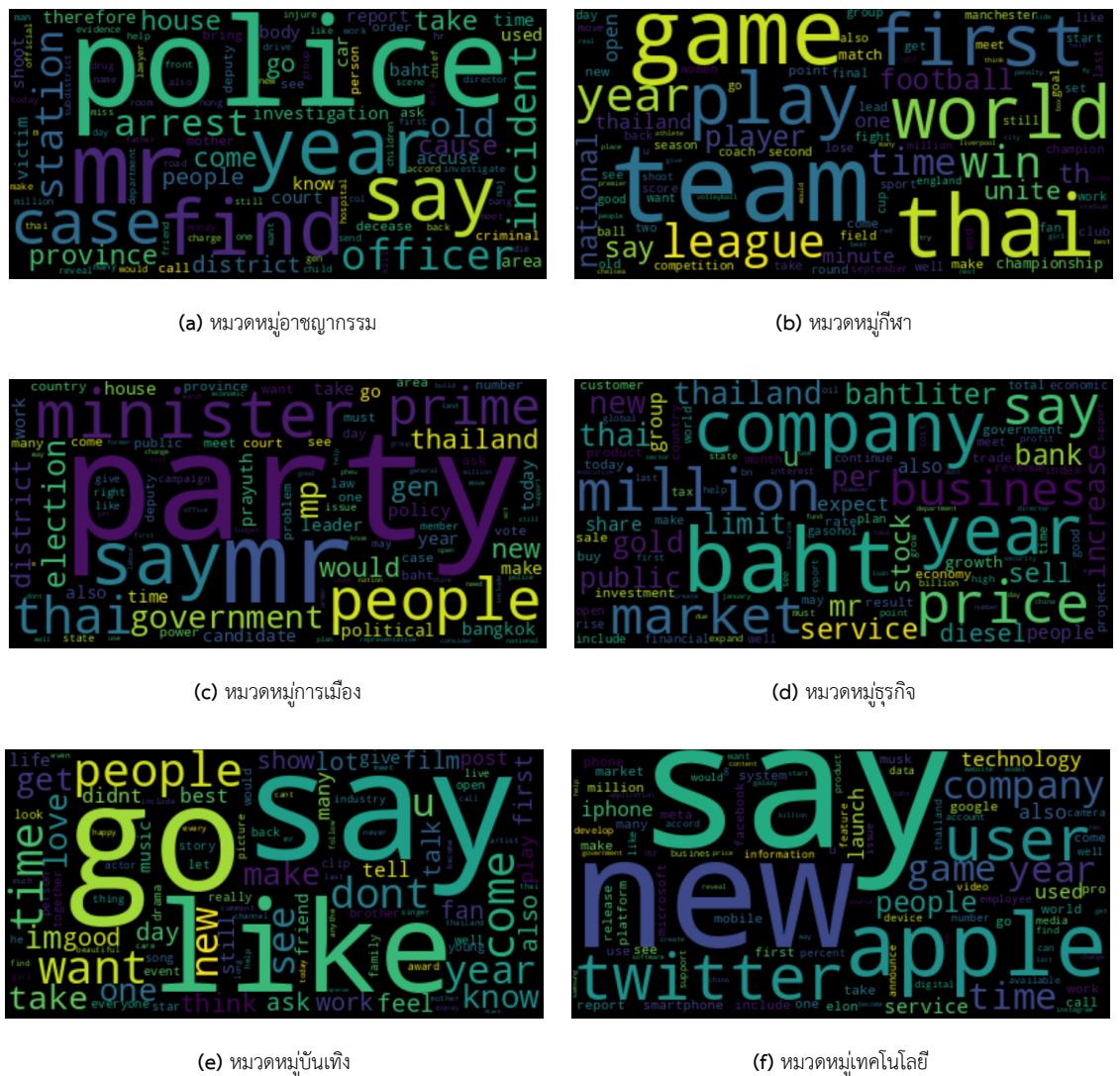


รูปที่ 4.22: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่บันเทิง



รูปที่ 4.23: 10 คำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของหมวดหมู่เทคโนโลยี

จากรูปภาพที่ 4.18 ถึงรูปภาพที่ 4.23 เป็นการแสดงผลคำที่พบมากที่สุด 10 อันดับแรกในชุดข้อมูลของแต่ละหมวดหมู่ เพื่อใช้สำหรับดูแนวโน้มของคำที่พบบ่อยในแต่ละหมวดหมู่ ซึ่งจำกัดข้อมูลข้างต้นพบว่า แต่ละหมวดหมู่ค่อนข้างที่จะมีคำที่พบบ่อยแตกต่างกัน แต่จะมีบางคำที่พบบ่อยในทุกหมวดหมู่ เช่น say year ซึ่งถือว่าเป็นคำที่ว้าวไป ไม่ได้มีความสำคัญมากสำหรับข้อมูล



รูปที่ 4.24: 100 อันดับคำที่พบได้มากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่

จากรูปภาพที่ 4.24 เป็นการแสดงผลคำที่พบมากที่สุด 100 อันดับแรกในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่ โดยใช้ Word Cloud ในการแสดงผล

4.2.3 การทำ Text Representation ด้วย TF-IDF

เนื่องจากคนจะจัดทำได้นำชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษมาทำ Text Representation ด้วยการใช้ TF-IDF ซึ่งใช้โครงสร้างของโมเดลแตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 4.9: โครงสร้างของโมเดล TF-IDF ในรูปแบบภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

โครงสร้าง	TF-IDF สำหรับชุดข้อมูลภาษาไทย	TF-IDF สำหรับชุดข้อมูลภาษาอังกฤษ
tokenizer	split(')	defalut
stop_words	thai_stopwords()	english
ngram_range	(1,1)	(1,2)
min_df	5	5
max_df	0.95	0.95
max_features	50% ของจำนวนคำที่ไม่ซ้ำกันทั้งหมด	50% ของจำนวนคำที่ไม่ซ้ำกันทั้งหมด
norm	l2	l2
encoding	utf-8	utf-8

0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000
0.0	0.0	0.0	0.0	0.391722	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000
0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000
0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.064794
0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000000

รูปที่ 4.25: ตัวอย่าง Text Representation ของชุดข้อมูลที่ได้จากการทำ TF-IDF

จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ของการทำ Text Representation ด้วย TF-IDF (รูปที่ 4.25) เป็น Vector ที่ถูกแสดงออกมาในรูปแบบของตัวเลข ซึ่งตัวเลขแต่ละค่าจะสื่อถึงความสำคัญหรือความเกี่ยวข้องของคำในชุดข้อมูลนั้น ๆ โดยชุดข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่จะมีคำที่สำคัญที่แตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 4.10: แสดง 3 คำที่มีความสำคัญมากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยของแต่ละหมวดหมู่

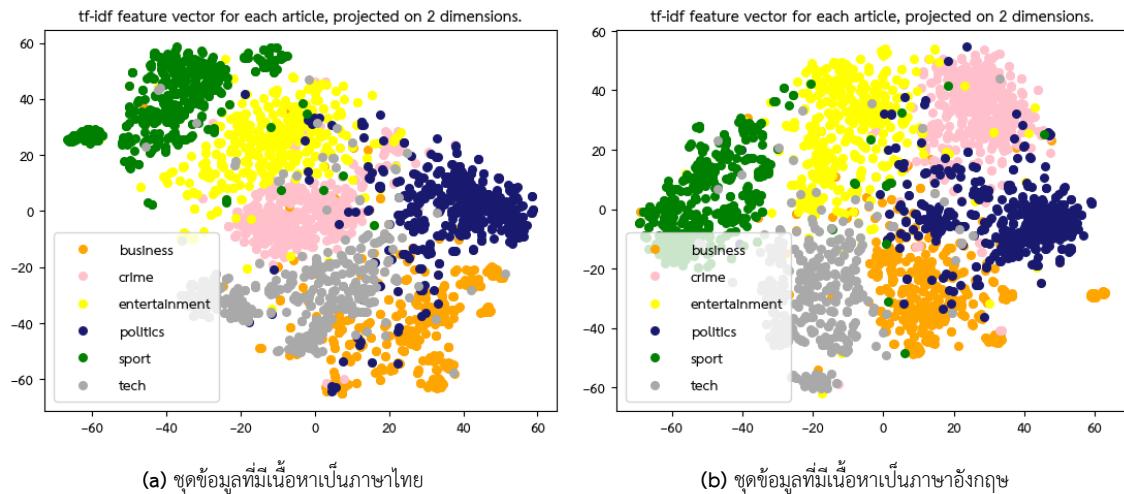
หมวดหมู่	Unigrams	หมวดหมู่	Unigrams
อาชญากรรม	- สภ. - ผู้ต้องหา - ตำรวจ	บุรุษ บุรุษเจิง	- ลงทะเบียน - บาท - ราคา
กีฬา	- ลีก - เกม - ทีม	บันเทิง	- โพสต์ - ใหม่ - พี่
การเมือง	- เลือกตั้ง - ส.ส. - พรรคร	เทคโนโลยี	- หุ่นยนต์ - ดวงจันทร์ - อวกาศ

ตารางที่ 4.11: แสดง 3 คำที่มีความสำคัญมากที่สุดในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษของแต่ละหมวดหมู่

หมวดหมู่	Unigrams	Bigram	หมวดหมู่	Unigrams	Bigram
อาชญากรรม	- station	- year old	ธุรกิจ	- index	- million baht
	- incident	- police officer		- stock	- company limit
	- police	- police station		- baht	- public company
กีฬา	- game	- premier league	บันเทิง	- film	- feel like
	- league	- manchester unite		- im	- post picture
	- team	- national team		- love	- entertainment industry
การเมือง	- prime	- gen prayuth	เทคโนโลยี	- iphone	- artificial intelligence
	- minister	- thai party		- twitter	- iphone pro
	- party	- prime minister		- apple	- elon musk

เนื่องจากในภาษาอังกฤษมักมีคำประสมอยู่ เช่น Police officer, Premier League ดังนั้นจึงมีการทำ Bigram เพื่อหาคำประสมในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษ แต่สำหรับภาษาไทย คำประสมส่วนใหญ่มักเป็นคำที่ติดกันและไม่มีการเว้นวรรค เช่น สถานีตำรวจน้ำ แม่น้ำ ซึ่งเมื่อนำมาแบ่งแยกเป็นคำๆ กันนับเป็นคำเดียว จึงทำเพียง Unigram ในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยเท่านั้น

การสังเกตเห็นคำสำคัญที่มากที่สุดนั้นยังไม่สามารถเห็นการแบ่งกลุ่มของคำแต่ละคำในเนื้อหาได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงมีการทำ T-distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE) เพื่อลดมิติข้อมูลแบบไม่เชิงเส้น ช่วยให้เห็นรูปแบบและความสัมพันธ์ของคำในชุดข้อมูลมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.26: ผลลัพธ์จากการทำ t-SNE ด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำ TF-IDF

จากรูปภาพที่ 4.26 จะเห็นได้ว่าคำในชุดข้อมูลของแต่ละหมวดหมู่ค่อนข้างมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน การกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่จะอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีหมวดหมู่การเมืองที่ความสัมพันธ์ของข้อมูลค่อนข้างกระจายตัว และมีบางคำที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับหมวดหมู่อื่นๆ ภาระพลเมืองและธุรกิจ นอกจากนี้หมวดหมู่เทคโนโลยีในชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยนี้มีความสัมพันธ์ของข้อมูลค่อนข้างกระจายตัว เช่นกัน แต่ก็ยังมีการกระจายตัวที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับคำในหมวดหมู่อื่นๆ

4.2.4 การเลือก Model ระหว่าง Random Forest KNN และ NN

คณะกรรมการได้ทำการศึกษาและพัฒนาโมเดลทั้งหมด 3 โมเดล ได้แก่ Random Forest, K-Neighbor Nearest และ LSTM โดยใช้การทำ Text Representation ด้วย TF-IDF เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการพัฒนาโมเดล ซึ่งได้ประสิทธิภาพดังนี้

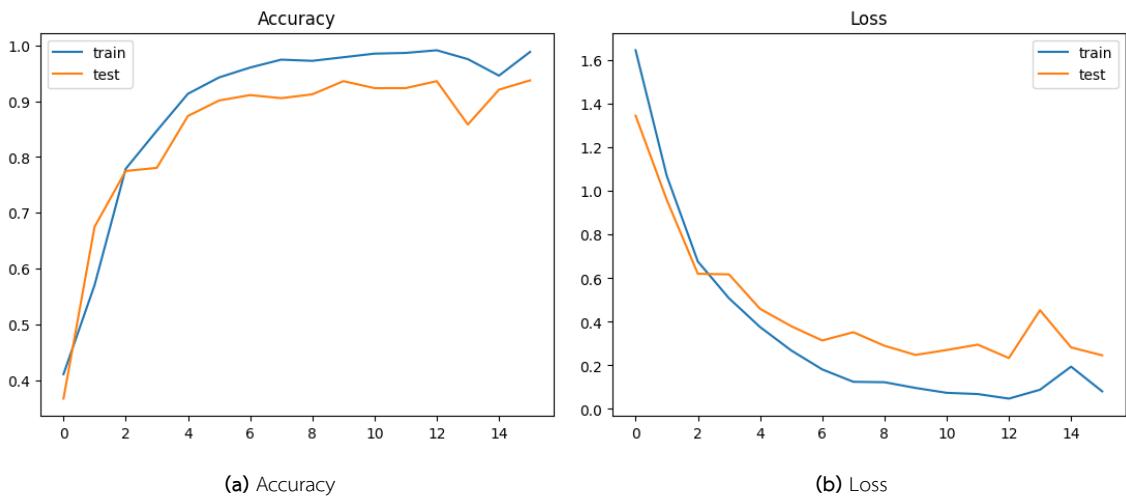
ตารางที่ 4.12: ค่า Accuracy ของแต่ละโมเดลเมื่อใช้ TF-IDF กับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทย

ชื่อโมเดล	โครงสร้างของโมเดล	ค่า Accuracy
Random Forest	n_estimators: 180, max_depth: 110, min_samples_split: 9, min_samples_leaf: 1	0.9372
K-Neighbor Nearest	n_neighbors: 10, weights: 'distance', metric: 'euclidean', n_jobs = -1	0.9261
LSTM	units: 104, dropout: 0.102, activation: softmax, optimizers: Adam, loss: categorical_crossentropy, learning_rate=0.00018	0.1994

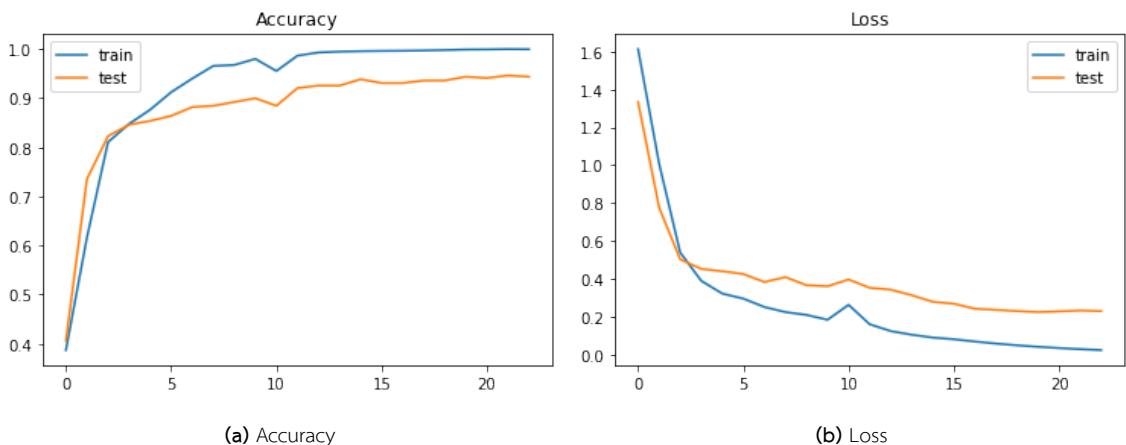
ตารางที่ 4.13: ค่า Accuracy ของแต่ละโมเดลเมื่อใช้ TF-IDF กับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษ

ชื่อโมเดล	โครงสร้างของโมเดล	ค่า Accuracy
Random Forest	n_estimators: 450, max_depth: 114, min_samples_split: 2, min_samples_leaf: 1	0.9456
K-Neighbor Nearest	n_neighbors: 15, weights: 'distance', metric: 'euclidean', n_jobs = -1	0.9311
LSTM	units: 108, dropout: 0.174, activation: softmax, optimizers: Adam, loss: categorical_crossentropy, learning_rate=0.00040	0.2094

จากตารางที่ 4.12 และตารางที่ 4.13 พบว่า การทำ Text Representation ด้วย TF-IDF เมื่อนำมาใช้งานกับโมเดล Random Forest และ K-Neighbor Nearest ค่า Accuracy ที่ได้ค่อนข้างสูง ในขณะที่ ค่า Accuracy ที่ได้จากโมเดล LSTM ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่า Accuracy ประมาณ 0.20 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า Text Representation ที่ได้จากการทำ TF-IDF อาจมีขนาดใหญ่เกินไปหรือไม่เหมาะสมกับโมเดล LSTM ดังนั้นคณะกรรมการจึงเลือกที่จะเปลี่ยนวิธีการทำ Text Representation สำหรับโมเดล LSTM ด้วยการทำ Pad Sequence แทน ทำให้ได้ประสิทธิภาพของโมเดลดังนี้



รูปที่ 4.27: กราฟแสดงค่า Accuracy และ Loss ของโมเดล LSTM สำหรับภาษาไทย



รูปที่ 4.28: กราฟแสดงค่า Accuracy และ Loss ของโมเดล LSTM สำหรับภาษาอังกฤษ

ตารางที่ 4.14: แสดงค่า Evaluation Metrics ของโมเดล LSTM

ชื่อโมเดล	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
LSTM สำหรับภาษาไทย	0.9233	0.9237	0.9227	0.9226
LSTM สำหรับภาษาอังกฤษ	0.9378	0.9372	0.9370	0.9371

จากตารางที่ 4.14 เมื่อเปลี่ยนวิธีการทำ Text Representation สำหรับโมเดล LSTM ด้วยการทำ Pad Sequence แทน พบว่า โมเดล LSTM มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีค่า Accuracy สูงถึง 0.9233 สำหรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทยและมีค่า Accuracy สูงถึง 0.9378 สำหรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษ เมื่อนำโมเดล LSTM ที่ทำการพัฒนาแล้วมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของโมเดล Random Forest และ K-Neighbor Nearest ที่ทำไว้ จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4.15: แสดงค่า Evaluation Metrics ของโมเดลแต่ละโมเดลสำหรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาไทย

หมวดหมู่	Random Forest			K-Neighbor Nearest			LSTM		
	Precision	Recall	F1-score	Precision	Recall	F1-score	Precision	Recall	F1-score
อาชญากรรม	0.94	0.95	0.95	0.91	0.94	0.92	0.93	0.95	0.94
กีฬา	0.95	0.97	0.96	0.96	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97
การเมือง	0.94	0.88	0.91	0.95	0.84	0.89	0.83	0.90	0.86
ธุรกิจ	0.94	0.93	0.93	0.88	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90
บันเทิง	0.91	0.96	0.94	0.91	0.93	0.92	0.96	0.91	0.93
เทคโนโลยี	0.94	0.93	0.94	0.96	0.94	0.95	0.97	0.91	0.94
Accuracy	0.9372			0.9261			0.9233		

ตารางที่ 4.16: แสดงค่า Evaluation Metrics ของโมเดลแต่ละโมเดลสำหรับชุดข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษ

หมวดหมู่	Random Forest			K-Neighbor Nearest			LSTM		
	Precision	Recall	F1-score	Precision	Recall	F1-score	Precision	Recall	F1-score
อาชญากรรม	0.93	0.97	0.95	0.89	0.96	0.92	0.96	0.96	0.96
กีฬา	0.97	0.97	0.97	0.95	0.99	0.97	0.96	0.96	0.96
การเมือง	0.96	0.89	0.93	0.95	0.89	0.92	0.91	0.92	0.91
ธุรกิจ	0.92	0.94	0.93	0.90	0.89	0.89	0.93	0.91	0.92
บันเทิง	0.95	0.97	0.96	0.96	0.93	0.95	0.95	0.95	0.95
เทคโนโลยี	0.95	0.93	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92
Accuracy	0.9456			0.9311			0.9378		

จากตารางที่ 4.15 พบว่า โมเดล Random Forest เป็นโมเดลที่มีค่า Accuracy สูงสุด ดังนั้นโมเดล Random Forest จึงเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงสุดสำหรับชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทยและการสังเกตเพิ่มเติม พบว่า ในชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย หมวดหมู่กีฬาเป็นหมวดหมู่ที่มีการนำมายield มากที่สุดและหมวดหมู่การเมืองเป็นหมวดหมู่ที่มีการนำมายield มากที่สุด โดยสังเกตจากค่า F1-score ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าชุดข้อมูลของหมวดหมู่การเมืองมีการกระจายตัวของความสัมพันธ์ของข้อมูลค่อนข้างมาก (รูปที่: 4.26) จึงทำให้ความสามารถในการนำมายield ลง ในขณะที่การกระจายตัวของชุดข้อมูลของหมวดหมู่กีฬาค่อนข้างมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนสำหรับชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย

สำหรับชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ ตารางที่ 4.16 พบว่า โมเดล Random Forest เป็นโมเดลที่มีค่า Accuracy สูงที่สุด โดยมีค่า Accuracy อยู่ที่ 0.9456 และจากการสังเกตเพิ่มเติม พบว่า ในชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นอังกฤษ หมวดหมู่กีฬาเป็นหมวดหมู่ที่มีการนำมายield มากที่สุดโดยสังเกตจากค่า F1-score

เมื่อมองโดยภาพรวมจากตารางที่ 4.15 และตารางที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าโมเดล Random Forest เป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด รองลงมาคือ LSTM และ K-Neighbor Nearest ตามลำดับ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการทำโมเดลด้วยชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษจะทำให้ได้โมเดลที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการทำโมเดลด้วยชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาไทย ทั้งนี้อาจเกิดจากการแปลงภาษาไทยให้กลายเป็นภาษาอังกฤษส่งผลให้ความซับซ้อนของคำในประโยคลดลง หรืออาจเป็นเพราระการใช้ Library ตัดคำของภาษาไทยไม่ได้มีประสิทธิภาพในการตัดคำที่เป็นคำห้ามคัดพท. เช่น ชื่อของคนที่ห้ามคัดพท. มาจากภาษาอังกฤษ จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพของการทำโมเดลด้วยชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ ซึ่งโมเดลที่มีค่า Accuracy สูงสุด คือ โมเดล Random Forest ที่ใช้ชุดข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษ โดยมีค่า Accuracy สูงถึง 0.9456

4.2.5 การทดสอบโมเดล

นำโมเดลที่ได้ค่า Accuracy สูงที่สุดมาทดสอบด้วยชุดข้อมูลอื่น โดยจะใช้ชุดข้อมูลที่อยู่ภายนอก Domain ที่ระบบรองรับอย่างละ 100 ชุดต่อหมวดหมู่ และใช้ชุดข้อมูลที่ไม่ได้อยู่ภายนอก Domain ที่ระบบรองรับอย่างละ 10 ชุดต่อหมวดหมู่ ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4.17: ผลการทดสอบโมเดลด้วยชุดข้อมูลที่อยู่ภายนอก Domain ที่ระบบรองรับ

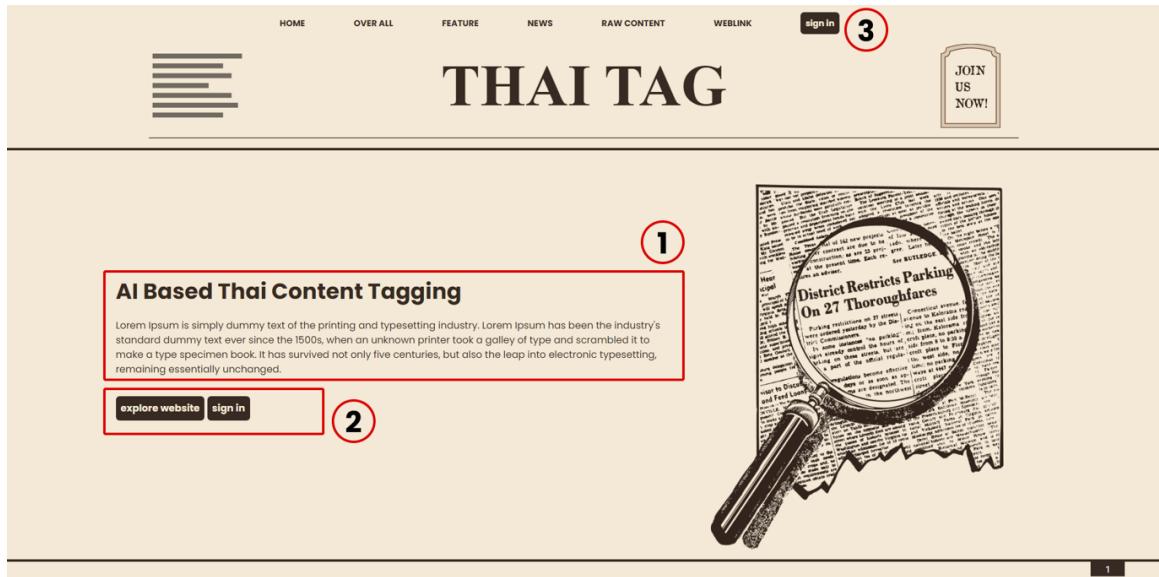
หมวดหมู่	ผลลัพธ์ที่ทำนายได้						ความถูกต้อง (%)	ความแม่นยำ (%)
	อาชญากรรม	กีฬา	การเมือง	ธุรกิจ	บันเทิง	เทคโนโลยี		
อาชญากรรม	96	0	0	2	2	0	96	91
กีฬา	0	97	0	0	3	0	97	99
การเมือง	6	0	87	1	3	3	87	99
ธุรกิจ	1	0	1	93	0	5	93	95
บันเทิง	3	0	0	0	97	0	97	92
เทคโนโลยี	0	1	0	2	1	96	96	92
เฉลี่ย							94.33	94.52

4.3 Application

4.3.1 User Interface Design

ในส่วนของ User Interface ได้มีการออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้งานที่ต้องการใช้บริการของ Thai Tag โดยผู้ใช้งานสามารถเยี่ยมชมเว็บแอปพลิเคชัน เข้าสู่ระบบ การส่งคำร้องวิเคราะห์เนื้อหาต่าง ๆ ดูรายละเอียดบทความ และติดตามคำร้องวิเคราะห์ของคนงานได้อีก ซึ่งจากการเว็บแอปพลิเคชันของคณะผู้จัดทำ จึงได้ User Interface ของเว็บแอปพลิเคชัน ดังนี้

4.3.1.1 หน้าแรก

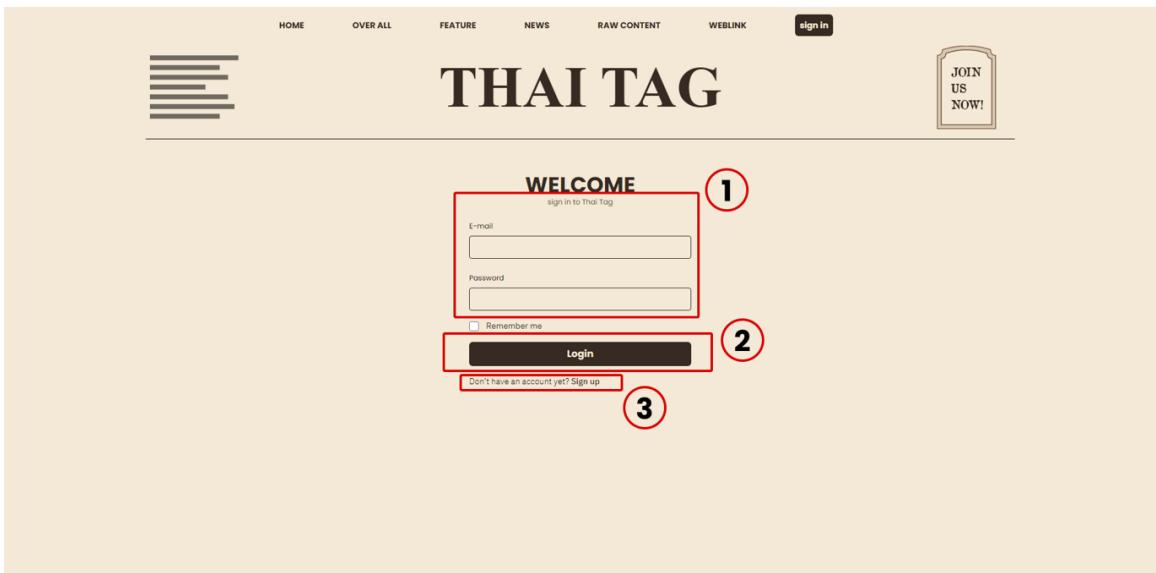


รูปที่ 4.29: หน้าแรก

เป็นหน้าแรกที่ผู้ใช้งานจะได้เห็นเมื่อมาเยี่ยมชมเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชันว่ามีกระบวนการในการประมวลผลอย่างไร รวมไปถึงให้รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันและรายละเอียดอื่น ๆ โดยหน้านี้จะมีอยู่ 3 ส่วนหลัก ๆ ด้วยกัน ได้แก่

1. แนะนำเกี่ยวกับเว็บแอปพลิเคชันและบริการต่าง ๆ ของเว็บแอปพลิเคชัน
2. ปุ่มเข้าสู่หน้าหลักเว็บไซต์และปุ่มเข้าสู่ระบบ ซึ่งหากผู้ใช้งานต้องการเยี่ยมชมเว็บแอปพลิเคชันเพียงอย่างเดียว ผู้ใช้งานสามารถกดที่ปุ่ม Explore Website เพื่อเข้าชมเว็บแอปพลิเคชันเบื้องต้น แต่ถ้าต้องการเข้าสู่ระบบให้กดที่ปุ่ม Sign In
3. ปุ่มเข้าสู่ระบบ หากผู้ใช้งานไม่เข้าสู่ระบบเพื่อยืนยันตัวตน ผู้ใช้งานจะไม่สามารถเข้าใช้บริการของเว็บแอปพลิเคชันได้ สามารถเยี่ยมชมได้เพียงแค่หน้าแรกและหน้าหลักเท่านั้น

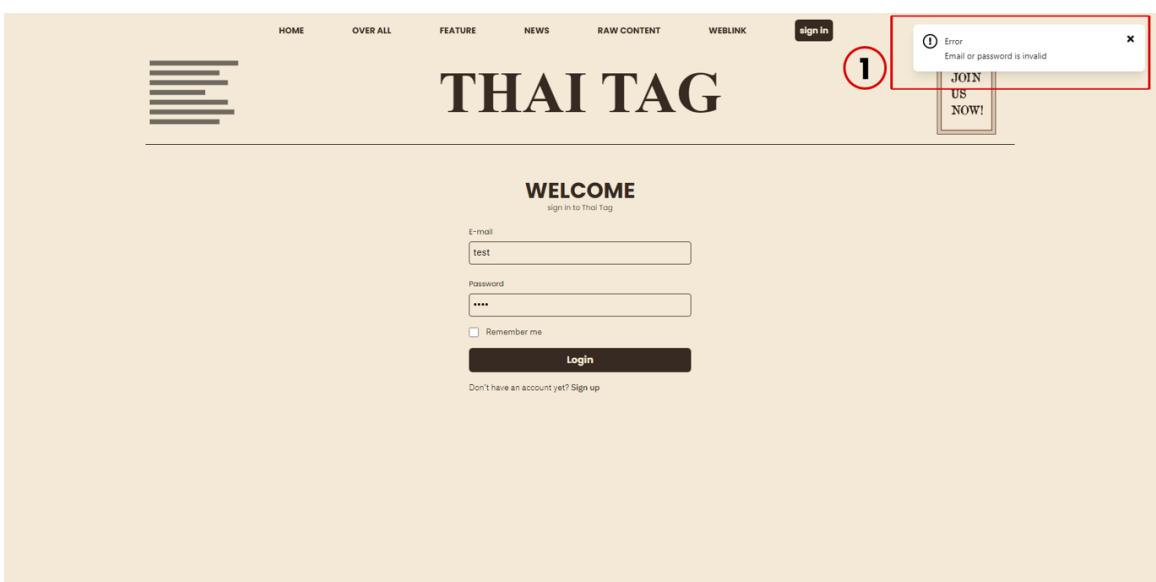
4.3.1.2 หน้าเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 4.30: หน้าเข้าสู่ระบบ

เป็นหน้าที่ผู้ใช้งานต้องกรอก Email และรหัสผ่านให้ถูกต้องเพื่อเข้าสู่ระบบ ถ้าผู้ใช้งานต้องการเข้าสู่ระบบแต่ไม่มีบัญชีผู้ใช้ ก็สามารถสมัครบัญชีได้ที่หน้านี้ โดยหน้านี้จะมีอยู่ 3 ส่วนหลัก ๆ ด้วยกัน ได้แก่

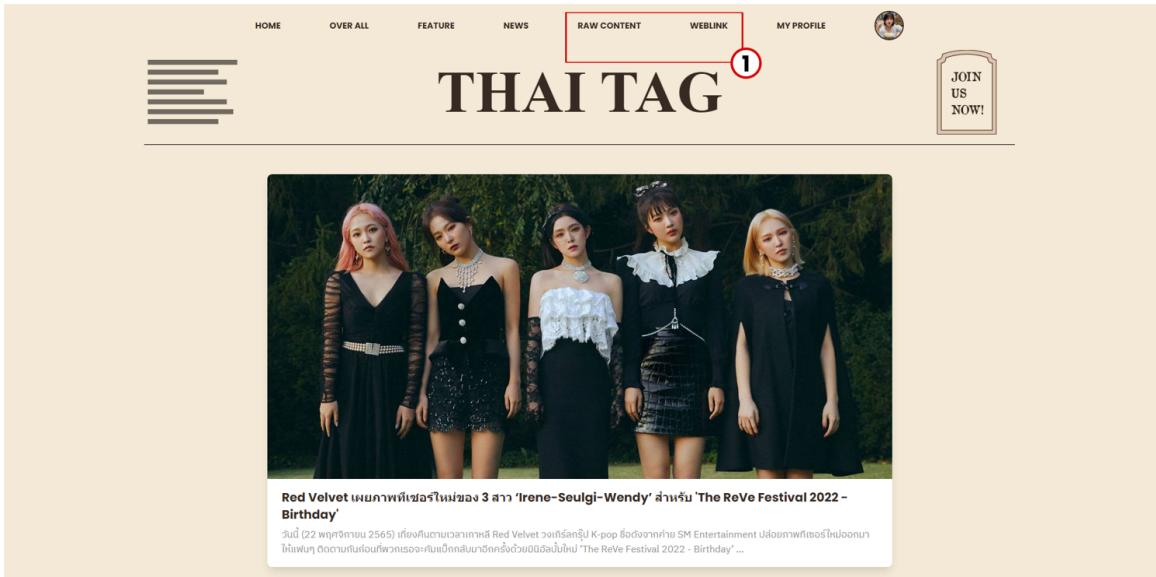
1. ช่องสำหรับใส่ Email และรหัสผ่าน
2. ปุ่มยืนยันเพื่อเข้าสู่ระบบ
3. สำหรับผู้ใช้งานที่ไม่มีบัญชีผู้ใช้ จะต้องทำการสมัครบัญชีผ่านช่องทางนี้



รูปที่ 4.31: หน้าเข้าสู่ระบบ กรณีเข้าสู่ระบบผิดพลาด

กรณีที่ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบผิดพลาด เว็บแอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานกรอก Email และรหัสผ่านให้ถูกต้องตามวงกลมหมายเลข 1 ในภาพที่ 4.30

4.3.1.3 หน้าหลัก

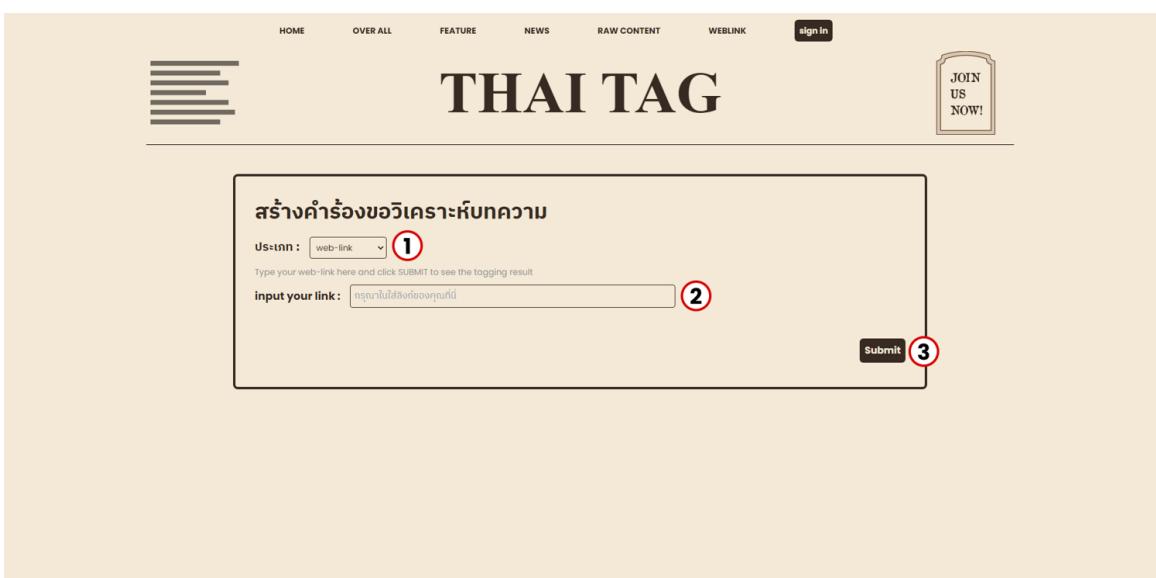


รูปที่ 4.32: หน้าหลัก

เป็นหน้าที่ผู้ใช้งานทั่วไปและสมาชิกสามารถเข้าถึงได้ สามารถอ่านบทความต่าง ๆ ได้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาได้ผ่านทางหน้านี้ โดยการเลือกบริเวณหมายเลข 1 ในภาพที่ 4.32 ดังนี้

1. ถ้าหากต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาโดยใช้ข้อความ ให้เลือกที่ Raw Content
2. ถ้าหากต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของเนื้อหาโดยใช้ Weblink ให้เลือกที่ Weblink

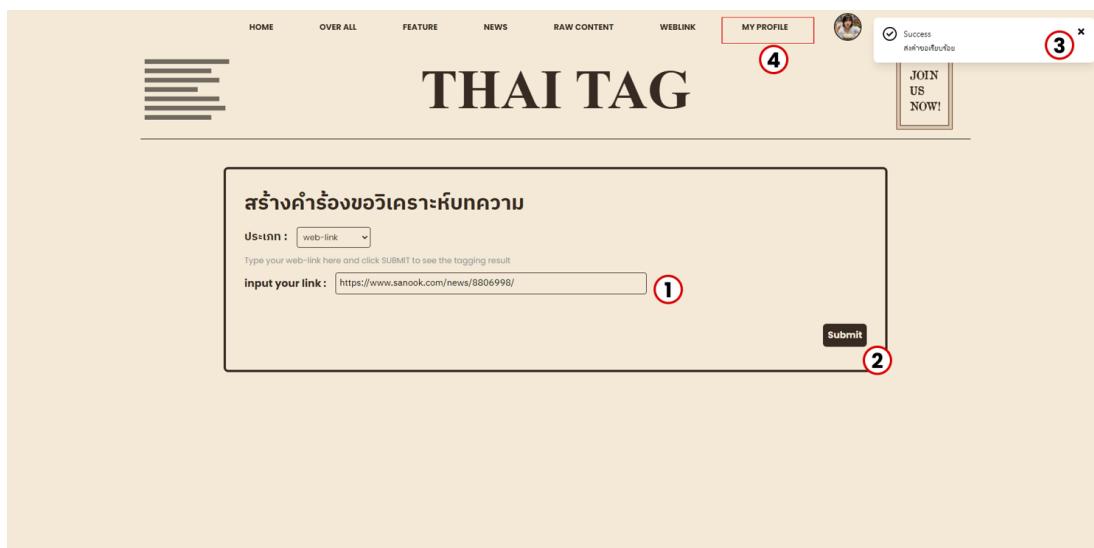
4.3.1.4 หน้าสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link



รูปที่ 4.33: หน้าสร้างคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link

เป็นหน้าสำหรับการส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link ซึ่งจะมีอยู่ 3 ส่วน "ได้แก่"

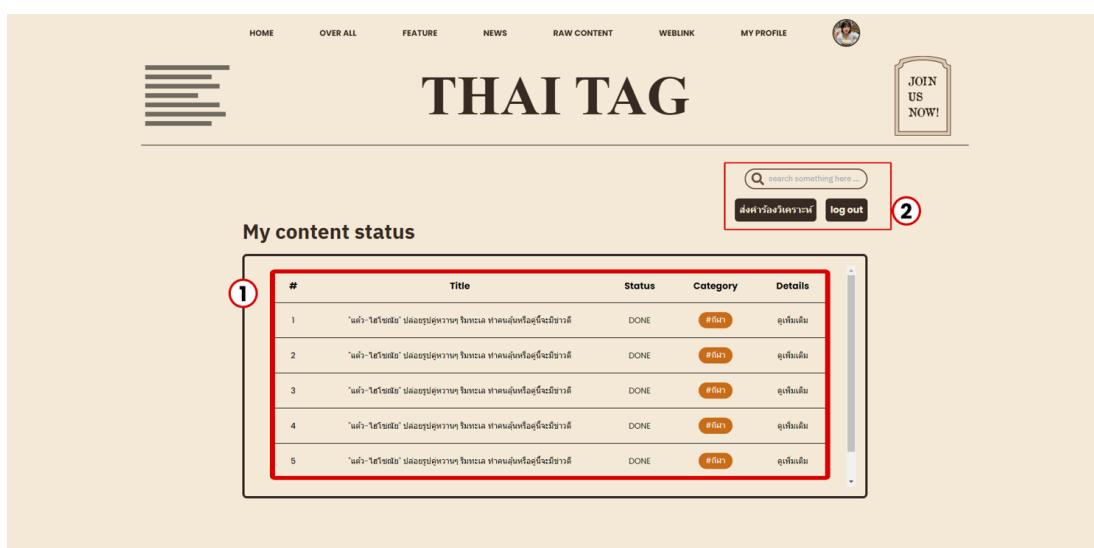
1. เป็นส่วนที่ให้สมาชิกเลือกว่าจะส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วยอะไร โดยจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การส่งคำร้องขอด้วย Web Link และการส่งคำร้องขอด้วยบทความ โดยสมาชิกสามารถเลือกได้จาก Drop Down
2. ส่วนสำหรับใส่ Web Link ที่ต้องการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ
3. บุํลีนยันเพื่อส่งคำร้องขอเพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link



รูปที่ 4.34: กรณีส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link สำเร็จ

เมื่อผู้ใช้งานส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link สำเร็จ เว็บแอปพลิเคชันจะแสดงกล่องข้อความว่า "ส่งคำร้องขอเรียบร้อย" ตามหมายเลข 3 ในภาพที่ 4.34 และสามารถติดตามผลการร้องขอได้โดยการเลือกที่ "My Profile" ตามหมายเลข 4 ในภาพที่ 4.34

4.3.1.5 หน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ



รูปที่ 4.35: หน้าแสดงผลการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ

หลังจากที่สมาชิกส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความ ระบบจะทำการประมวลผลและแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ประกอบไปด้วยลำดับบทความ รายละเอียดบทความคร่าว สถานะการประมวลผล หมวดหมู่ที่วิเคราะห์ได้ และปุ่มดูรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งหน้านี้จะมีอยู่ 2 ส่วน 'ได้แก่'

1. ตารางแสดงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความเบื้องต้น
2. ของสำหรับค้นหาบทความ ปุ่มสำหรับส่งคำร้องอีกครั้ง และปุ่มออกจากระบบ

ถ้าหากต้องการส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความอีกครั้งหรือออกจากระบบ สมาชิกสามารถดำเนินการได้ตามวงกลมหมายเลข 2 ในภาพที่ [4.35](#)

4.3.2 Content-Tagging

ในส่วนของการนำโมเดลไป Deploy ใช้งานเป็นเว็บแอปพลิเคชันนั้น ต้องทำการแปลงโมเดลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมนำไปใช้งาน เช่น .joblib, .sav และ .h5 เมื่อนำเข้าโมเดลมายังเว็บแอปพลิเคชัน ขั้นตอนถัดไปคือการประมวลผลเกี่ยวกับการ Preprocessing ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องทำเช่นเดิมเมื่อในช่วงการเตรียมข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดล จากนั้นส่งข้อมูลที่ผ่านการ Preprocessing ให้โมเดลทำการทำงานยผลลัพธ์ โดยป้อน Input เป็นน้อหาต่าง ๆ และส่งผ่าน Cloud Pub/Sub เมื่อระบบประมวลผลเสร็จก็จะทำการส่งผลลัพธ์กลับไปยัง Cloud Pub/Sub เพื่อให้ Service อื่น ๆ รับทราบและนำไปประมวลผลต่อไป

4.3.3 Content-Preparing

ในส่วนของการจัดเตรียมเนื้อหา (Content-Preparing) จะรับการส่งคำร้องขอวิเคราะห์หมวดหมู่ของบทความเข้ามาในระบบผ่าน Cloud Pub/Sub จากนั้นจะทำการตักจับหน้าเว็บไซต์และดึงข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องการ แล้วจึงทำการแปลงภาษาเป็นภาษาอังกฤษเพื่อเก็บข้อมูลไปยังฐานข้อมูลและทำการกระจายข้อมูลไปยัง Cloud Pub/Sub เพื่อให้ Service อื่น ๆ ได้ประมวลผลต่อ

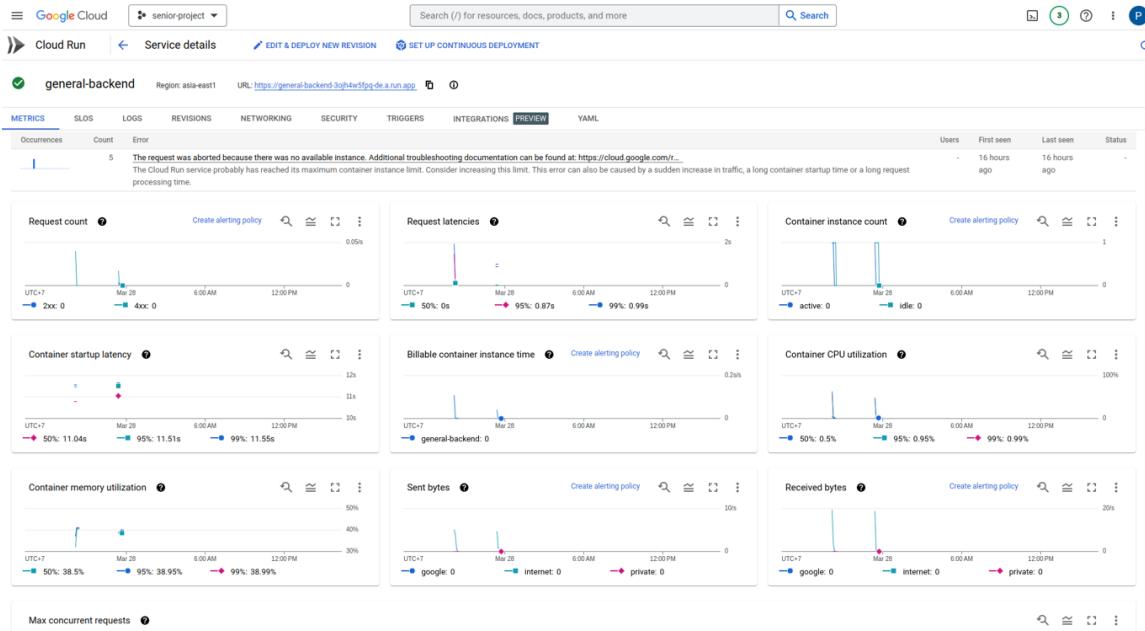
4.3.4 General-Backend

ในส่วนของการติดต่อกับ Frontend จะเป็นหน้าที่ของ General-Backend ซึ่งมีหน้าที่ต่าง ๆ เช่น การสมัครสมาชิก เข้าสู่ระบบ และสำหรับการใช้งาน Cloud Pub/Sub ขั้นแรกจะต้องทำการสร้าง Topic สำหรับใช้เป็นหัวข้อในการกระจายข้อมูลไปยัง Subscriber ต่าง ๆ ที่ทำการ Subscribe กับ Topic นั้น ๆ ซึ่งหนึ่ง Topic สามารถมี Subscriber ได้หลายตัวโดยจะเป็นในลักษณะของ 1-to-Many ดังนั้นเมื่อมีข้อมูลที่ส่งมายัง Topic Cloud Pub/Sub จะทำการกระจายข้อมูลที่ได้รับไปยัง Subscriber ทุก Subscriber ทำให้มี Service อย่างได้ข้อมูล สามารถทำการ Subscriber ไปยัง Topic ที่ต้องการได้ทันที ทำให้ระบบสามารถ Scale พังก์ชันการทำงานได้อย่างง่าย ไม่จำเป็นต้องเพิ่ม Code สำหรับการกระจายข้อมูลไปยังที่ใหม่

Topic ID	Encryption key	Topic name	Retention
content-preparing.prepared-content	Google-managed	projects/senior-project-364818/topics/content-preparing.prepared-content	-
general-backend.submit-web-link	Google-managed	projects/senior-project-364818/topics/general-backend.submit-web-link	-

รูปที่ 4.36: รายการ Topic ที่ใช้ในการสื่อสารในระบบ

เนื่องจาก Service ทำงานโดยใช้บริการ Cloud Run ทำให้สามารถ Monitor การใช้งานต่าง ๆ เช่น Memory, CPU ได้



รูปที่ 4.37: การ Monitor การใช้งานทรัพยากร่าง ๆ บน Cloud Run

4.3.5 การทดสอบระบบ

ผลของการทดสอบระบบมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.18: แสดงผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน

รายการทดสอบที่	รายละเอียด	ผลที่คาดหวัง	ผ่านการทดสอบ
1	สมัครสมาชิกข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์, Email ไม่ซ้ำในระบบ	สมัครสมาชิกสำเร็จ	
2	สมัครสมาชิกข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์, Email ซ้ำในระบบ	สมัครสมาชิกไม่สำเร็จ	
3	สมัครสมาชิกข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	สมัครสมาชิกไม่สำเร็จ	
4	เข้าสู่ระบบ Email และ Password ถูกต้อง	เข้าสู่ระบบสำเร็จ	
5	เข้าสู่ระบบ Email ถูกต้อง แต่ Password ผิด	เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ	
6	เข้าสู่ระบบ แล้วไม่มี Email อยู่ในระบบ	เข้าสู่ระบบไม่สำเร็จ	
7	ส่ง Weblink ที่ระบบรองรับ	ประมวลผล วิเคราะห์จัดหมวดหมู่สำเร็จ	
8	ส่ง Weblink ที่ระบบไม่รองรับ	ระบบปฏิเสธรับคำร้องขอ	
9	ส่ง Weblink ที่ระบบรองรับ แต่หน้าเว็บไม่มีอยู่จริง	ระบบประมวลผลผิดพลาด สถานะคำร้องขอ Fail	
10	ส่งเนื้อหา เพื่อวิเคราะห์หมวดหมู่	ประมวลผล วิเคราะห์จัดหมวดหมู่สำเร็จ	
11	ดูคำร้องขอ	สามารถดูคำร้องขอของตนเองได้	
12	ออกจากระบบ	สามารถออกจากระบบได้	

4.4 การประเมินผลและความเห็นจากผู้ใช้งาน

คณะกรรมการจัดทำจะให้ผู้ที่ทำแบบสอบถามใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดหมวดหมู่เนื้อหาออนไลน์ จำนวนเจ็ดแบบสอบถามซึ่งในแบบสอบถามของคณะกรรมการจัดทำจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป เป็นการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น รวมถึงประสบการณ์การจัดหรือจำแนกหมวดหมู่เนื้อหาของผู้ที่ทำแบบสอบถาม
2. แบบประเมินแบบให้คะแนน เป็นแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ทั้งส่วนการออกแบบ ประสิทธิภาพ และการจัดหมวดหมู่ในเนื้อหาของบทความ ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อยด้วยกัน ได้แก่ ส่วนของเว็บแอปพลิเคชันและส่วนของการจัดหมวดหมู่ในเนื้อหาของบทความแบบอัตโนมัติ
3. แบบสอบถามแบบสอบถาม-ตอบ เป็นการสอบถามความรู้สึกและความคิดเห็นที่มีต่อเว็บแอปพลิเคชัน รวมถึงข้อเสนอแนะและสิ่งที่ต้องปรับปรุงด้วย

ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ที่เป็นภาษาไทย โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

คำอธิบาย แบบสอบถามมีทั้งหมด 3 ส่วน ขอให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบให้ครบถ้วน 3 ส่วน

ตอบที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ชาย หญิง

2. อายุ

<input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 18 ปี	<input type="checkbox"/> 18 - 20 ปี	<input type="checkbox"/> 21 - 25 ปี
<input type="checkbox"/> 26 - 30 ปี	<input type="checkbox"/> 31 - 40 ปี	<input type="checkbox"/> มากกว่า 40 ปี

3. อาชีพ

<input type="checkbox"/> ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ/เจ้าหน้าที่รัฐ	<input type="checkbox"/> พนักงาน/ลูกจ้างเอกชน
<input type="checkbox"/> พ่อค้าแม่ค้า/ประกอบธุรกิจส่วนตัว	<input type="checkbox"/> เกษตรกร
<input type="checkbox"/> รับจ้างทั่วไป	<input type="checkbox"/> นักเรียน/นักศึกษา
<input type="checkbox"/> ไม่ได้ประกอบอาชีพ	<input type="checkbox"/> อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

4. เคยค้นหาระบบที่มีภาษาไทยด้วยหมวดหมู่

เคย ไม่เคย

5. เคยจัดหรือจำแนกหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ที่เป็นภาษาไทยด้วยตนเอง

เคย ไม่เคย

ตอบที่ 2 แบบประเมินแบบให้คะแนน

หมวดหมู่	ระดับความพึงพอใจ/ความรู้ความเข้าใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการออกแบบ					
1. ความสวยงามของเว็บแอปพลิเคชัน					
2. สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสม					
3. การจัดวางองค์ประกอบของเว็บแอปพลิเคชัน					
4. การใช้งานเว็บแอปพลิเคชันง่ายและสะดวก					
5. ความน่าสนใจในการนำเสนอเว็บแอปพลิเคชัน					
6. ความสะดวกในการเข้ามายังเนื้อหาภายในเว็บแอปพลิเคชัน					
ด้านประสิทธิภาพ					
1. ความรวดเร็วในการแสดงผลของเว็บแอปพลิเคชัน					
2. ความรวดเร็วของระบบจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์					
3. ความแม่นยำของระบบจัดหมวดหมู่ของบทความด้วยเนื้อหาในบทความ					
4. ความแม่นยำของระบบจัดหมวดหมู่ของบทความด้วย Web Link					
5. ความรวดเร็วโดยรวมของเว็บแอปพลิเคชัน					

ตอบที่ 3 แบบสอบถามแบบสาม - ตอบ

1. หลังการทดลองใช้งาน ท่านคิดว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้จะทำให้ท่านจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ได้สะดวกกว่าจัดหมวดหมู่ด้วยตนเองหรือไม่ อย่างไร

2. ท่านคิดว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถช่วยจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ได้โดยไม่ต้องอาศัยความรู้หรือไม่ อย่างไร

3. ท่านคิดเห็นอย่างไรกับการที่เว็บแอปพลิเคชันสามารถจัดหมวดหมู่ให้กับเนื้อหาออนไลน์ได้โดยการใช้เนื้อหาในบทความหรือ Web Link

4. ข้อควรปรับปรุง/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.4.1 ผลสำรวจจากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้งาน

บทที่ 5 บทสรุปและอภิปราย

- 5.1 สรุปผลโครงการ
- 5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข
- 5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

หนังสืออ้างอิง

1. Orn Smith, 2017, ``แนะนำวิธีใช้ Category และ Tag คืออะไร อันไหนใช้เมื่อไรอย่างไร," จากเว็บไซต์ <https://contentshifu.com/blog/category-vs-tag-best-practices>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
2. MK, 2016, ``Pantip.com จับมือ ม.เกษตร เกิดตัวระบบ Auto Tag ด้วย Machine Learning," จากเว็บไซต์ <https://www.blognone.com/node/79057>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
3. Michael Andrews, 2022, ``AI-based auto-tagging of content: what you need to know," จากเว็บไซต์ <https://kontent.ai/blog/ai-based-auto-tagging-of-content-what-you-need-to-know/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
4. SAS, 2022, ``การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural language processing)," จากเว็บไซต์ https://www.sas.com/th_th/insights/analytics/what-is-natural-language-processing-nlp.html, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
5. Patipan Prasertsom, 2021, ``การค้นหาด้วยแทนเชิงความหมายของข้อความ: Word2Vec Word Embedding," จากเว็บไซต์ <https://bigdata.go.th/big-data-101/word2vec/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
6. Patipan Prasertsom, 2020, ``สกัดใจความสำคัญของข้อความด้วยเทคนิคการประมวลผลทางภาษาเบื้องต้น: TF-IDF," จากเว็บไซต์ <https://bigdata.go.th/big-data-101/tf-idf-1/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
7. CHAKRIT, 2019, ``TF-IDF ทำงานอย่างไร?," จากเว็บไซต์ <https://www.softnix.co.th/2019/05/28/tf-idf-ทำงานยังไง/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
8. ไกรศักดิ์ เกษร, 2021, *วิทยาศาสตร์ข้อมูล(Data Science)*, ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, p.352.
9. AWS, 2022, ``RESTful API คืออะไร," จากเว็บไซต์ <https://aws.amazon.com/th/what-is/restful-api/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
10. S. Joni, Y. Vignesh, C. Juan, J. Bernard, and J. Soon-Gyo, 2019, ``Machine learning approach to auto-tagging online content for content marketing efficiency: A comparative analysis between methods and content type," *Journal of Business Research*, vol. 101, pp. 203--217, Aug 2019.
11. AWS, 2022, ``Amazon Comprehend," จากเว็บไซต์ <https://aws.amazon.com/th/comprehend/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
12. Marcuscode, 2020, ``แนะนำภาษา JavaScript," จากเว็บไซต์ <http://marcuscode.com/lang/javascript/introducing-to-javascript>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
13. Java, 2022, ``Java คืออะไร JAVA คือภาษาคอมพิวเตอร์ สำหรับเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ," จากเว็บไซต์ <https://www.mindphp.com/คุณมือ/73-คืออะไร/2185-java-คืออะไร.html>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
14. Skooldio, 2021, ``TECHNOLOGY Golang คืออะไร? ดียังไง? ทำไม่คนใช้เยอะ? รวมสิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับ Golang," จากเว็บไซต์ <https://blog.skooldio.com/what-is-golang/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
15. AWS, 2022, ``Python คืออะไร," จากเว็บไซต์ <https://aws.amazon.com/th/what-is/python/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
16. Hardwarelibre, 2022, ``Google Collab หรือ Google Colaboratory: มันคืออะไร," จากเว็บไซต์ <https://www.hwlibre.com/th/google-colaboratory/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
17. Patchara Boonmathanaruk, 2022, ``Figma คืออะไร? ทำไมถึงเป็น Tool มาแรงที่สุดในวงการ Design!," จากเว็บไซต์ <https://blog.skooldio.com/figma-ui-design-tool/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
18. Linux-Console.net, 2019, ``PostgreSQL คืออะไร? PostgreSQL ทำงานอย่างไร," จากเว็บไซต์ <https://th.linux-console.net/?p=1801>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
19. Codebee, 2020, ``Git คืออะไร การใช้งาน Git ฉบับผู้เริ่มต้น," จากเว็บไซต์ <https://www.codebee.co.th/labs/git-คืออะไร-การใช้งาน-git/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].
20. Fern, 2021, ``GitHub คืออะไร," จากเว็บไซต์ <https://wrksoftware.co/th/github-คืออะไร>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].

21. AWS, 2021, ``GitHub คืออะไร," จากเว็บไซต์ <https://aws.amazon.com/th/docker/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].
22. MdsiGlobal, 2019, ``Google Translate คืออะไร," จากเว็บไซต์ <https://www.mdsiglobal.com/google-translate/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].
23. พรหมพัฒน์ ไชยเดช, 2019, ``Vue.JS สร้าง Web Application สุด Wow สู่เส้นทาง Front-End Developer," จากเว็บไซต์ <https://page.futureskill.co/vuejs>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
24. Ltd Developer Team BorntoDev Co., 2020, ``Vue.js 101 ฉบับมาเร็ว ไปเร็ววว," จากเว็บไซต์ <https://www.borntodev.com/2020/07/14/vue-js-101/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
25. นานพ กองอุ่น, 2019, ``เริ่มต้นทำ Web Application ด้วย NuxtJS," จากเว็บไซต์ <https://www.programmerthailand.com/tutorial/post/view?id=314>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
26. Mindphp.com, 2022, ``Pandas คืออะไร?," จากเว็บไซต์ <https://www.mindphp.com/บทเรียนออนไลน์/83-python/8493-what-is-the-pandas.html>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
27. Ltd Developer Team BorntoDev Co., 2022, ``NumPy คืออะไร?," จากเว็บไซต์ <https://www.borntodev.com/2020/04/16/พื้นฐานการใช้-numpy-ใน-python-3/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
28. Top'p Kullawattana, 2019, ``Introduction NLP with spaCy in Software Engineering," จากเว็บไซต์ <https://suttipong-kull.medium.com/introduction-nlp-in-software-engineering-88ff3cd5ca86t>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
29. Punna Rirkvaleekul, 2020, ``สิ่งจำเป็นที่สาย Machine Learning ต้องรู้," จากเว็บไซต์ <https://twinsynergy.co.th/สิ่งจำเป็นที่สาย-machine-learning-ต้อง/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
30. Sonny, 2020, ``Web Scraping (Python) ด้วย beautifulsoup และ requests," จากเว็บไซต์ <https://stackpython.co/tutorial/web-scraping-python-beautifulsoup-requests>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
31. BERYL8, 2019, ``เหตุผลที่หลาย ๆ ธุรกิจเลือกใช้ GCP (Google Cloud Platform) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน," จากเว็บไซต์ <https://www.beryl8.com/th/newsroom/insights/102/เหตุผลที่หลายๆ-ธุรกิจเลือกใช้-gcp-google-cloud-platform-เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 11 พฤษภาคม 2022].
32. Niw Popkorn, 2020, ``ออกแบบระบบให้คุยกัน module กันได้ ด้วย Pub/Sub," จากเว็บไซต์ <https://blog.niwpopkorn.com/2020/04/module-pubsub.html>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 12 พฤษภาคม 2022].
33. Sirawit, 2018, ``ส่ง Docker image ขึ้น Google Container Registry (GCR)," จากเว็บไซต์ <https://medium.com/@sirawit/ส่ง-docker-image-ขึ้น-google-container-registry-gcr-92a4686a341/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].
34. Peem Srinikorn, 2020, ``ส่ง Docker image ขึ้น Google Container Registry (GCR)," จากเว็บไซต์ <https://cloud-ace.co.th/blogs/w0w7e1-ci-cd-services-google-cloud/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].
35. NUUNEOI, 2019, ``Cloud Run คืออะไร," จากเว็บไซต์ https://nuuneozi.com/blog/blog.php?read_id=973/, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 13 พฤษภาคม 2022].
36. Cartoon Tanaporn, 2020, ``ไม่ใช่ไม่ได้แล้ว! ทำไม ClickUp ถึงเหมาะสมเป็นตัวช่วยในการ Work From Home ในองค์กรของคุณ," จากเว็บไซต์ <https://thegrowthmaster.com/blog/clickup-work-from-home>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
37. 1TOALL COMPANY LIMITED, 2021, ``MIRO : THE ONLINE COLLABORATIVE WHITEBOARD PLATFORM," จากเว็บไซต์ <https://www.1-to-all.com/blog/miro-the-online-collaborative-whiteboard-platform>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].
38. I Plan Digital Agency, 2022, ``Discord คืออะไร? ต่างจากแพลตฟอร์มแชตอื่น ๆ อย่างไร?," จากเว็บไซต์ <https://www.iplandigital.co.th/collaborative-apps/what-is-discord/>, [ออนไลน์; วันที่สืบค้น 6 กันยายน 2022].