



PROJECT NO. 67

ระบบจัดเก็บและจัดการเอกสารภายในห้องบรรณสารสนเทศ

MR.AKARAPON BOONSERMSAKUL

MS.THANAPORN PITIANUSORN

MR.ANNOP KONGSOMBATCHAROEN

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

2020

Project No. 67

ระบบจัดเก็บและจัดการเอกสารภายในห้องบรรณสารสนเทศ

Mr.Akarapon Boonsermsakul

Ms.Thanaporn Pitianusorn

Mr.Annop Kongsombatcharoen

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

2020

Project Committee

.....

Project Advisor

(Asst.Prof. Suthathip Manee, Ph.D.)

.....

Committee Member

(Dr.Prapong Prechaprapraranwong, Ph.D.)

.....

Committee Member

(Asst.Prof.Sanan Srakaew)

.....

Committee Member

(Asst.Prof.Surapont Toomnark)

| | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Project Title | Project No. 67 ระบบจัดเก็บและจัดการเอกสารภาษาไทยในห้องสมุดสารสนเทศ |
| Credits | 3 |
| Member(s) | Mr.Akarapon Boonsermsakul Ms.Thanaporn Pitianusorn Mr.Annop Kongsombatcharoen |
| Project Advisor | Asst.Prof. Suthathip Manee, Ph.D. |
| Program | Bachelor of Engineering |
| Field of Study | Computer Engineering |
| Department | Computer Engineering |
| Faculty | Engineering |
| Academic Year | 2020 |

Abstract

KMUTT's library have collected the archive of valued documents. Because these document have not transformed into digital form, there is vital problem in searching for information in these document for librarian and patrons. In this project, we developed web platform to digitize these document into digital format and implement the search function that facilitate the librarian and patron to search for information. The platform consists of 2 components. The first part is importing documents and digitization. In this step, we applied image processing techniques such as Morphology Transformation to preprocess the images of documents and transform the images to full text data by using Tesseract. After getting the text files, we tokenize the text into words by using the Deepcut library and find the significant words of the document by using the TF-IDF algorithm. In the second part, we start by getting the input from the user and use the word2Vec model to find a similar word. And take input and similar words to get the TF-IDF score that we generate at first to find the best document for the input word.

Comparing the result between using OCR and using OCR with correction system, using only OCR have correction score around 74.75 percents and using OCR with correction system have correction score 76.61 percents.

And the accuracy and recall of search system without Word2Vec are 75 percents and 88.24 percents accordingly. But after using Word2Vec models the accuracy drop to 61.45 percents while recall is still the same as without Word2Vec.

Keywords: Natural language processing / RESTful Service / Optical character recognition / Image Processing / Information retrieval / Term Frequency-Inverse Document Frequency / Word2Vec / Word Embedded

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อปริญญาในพินธ์ | ระบบจัดเก็บและจัดการเอกสารภายในห้องรับนักสารสนเทศ KMUTT Archives Management Platform |
| หน่วยกิต | 3 |
| ผู้เขียน | นายอัครพล บุญเสริมศักดิ์กุล นางสาวอรอนพร ปิติอนุสรณ์ นายอรรถนพ กองสมบัติเจริญ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผศ.ดร.สุราทิพย์ มนีวงศ์วัฒนา |
| หลักสูตร | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ |
| ภาควิชา | วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ |
| คณะ | วิศวกรรมศาสตร์ |
| ปีการศึกษา | 2563 |

บทคัดย่อ

การจะสืบค้นข้อมูลจากเอกสารหรือขันหนังสือที่มีการรวบรวมข้อมูลไว้ตั้งแต่อดีตจนเป็น ปัจจุบันย่างหนึ่งของเจ้าหน้าที่บรรณาธิการที่ต้องทำการคูณแลเอกสารเหล่านี้ เนื่องจาก การที่ยังไม่มีการเก็บหนังสือและเอกสารให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัลทำให้ต้อง สืบค้นโดยการค้นหาเอกสารและหนังสือแต่ละเล่มโดยการคูณจากเนื้อหาสารบัญเพื่อให้ ได้หนังสือที่ตรงกับข้อมูลที่ต้องการมากที่สุด ซึ่งการที่ค้นหาจากหน้าสารบัญของ หนังสือแต่ละเล่มก็จะทำให้การค้นหาเป็นไปอย่างล่าช้า และบางครั้งการคูณเพียง แค่สารบัญก็อาจจะทำให้ได้หนังสือที่ไม่ตรงกับความต้องการของผู้ที่เข้ามายืนหนังสือ ในโครงการนี้เราได้ทำการพัฒนาการระบบจัดเก็บและค้นหาเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การนำเข้าข้อมูล และการสร้างระบบค้นหา โดยขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล เราจะเริ่มจากการเตรียมข้อมูลรูปภาพ เพื่อเตรียมข้อมูลรูปภาพที่ได้มา ก่อนจะนำไปผ่านกระบวนการ OCR เพื่อแปลงรูปภาพเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัล โดยการเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Information Retrieval เพื่อช่วยให้ความเร็วการค้นหาใหม่ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนำข้อมูลมาทำการตัดคำ และเช็คคำพิเศษ จากนั้นจะนำมาหาคำสำคัญของหนังสือหรือเอกสารนั้น ๆ โดยการใช้การหาค่าคะแนนแบบ TF-IDF ส่วนการสร้างระบบการค้นหา จะเริ่มจากการรับคำค้นมาจากผู้ใช้และทำการนำคำที่ได้ไปเข้าโน๊ಡล word2Vec เพื่อหาคำที่ใกล้เคียง จากนั้นนำคำใกล้เคียงและคำค้นหาไปดึงคะแนน TF-IDF ที่เก็บไว้เพื่อค้นหาว่า มีเอกสารหรือหนังสือเล่มไหนที่มีคะแนนที่ต้องแรงใกล้เคียงกับคำค้นหากำกที่สุด โดยผลลัพธ์จากการทำ OCR ถูกต้อง 74.75 % และเมื่อนำมาผ่านกระบวนการแก้คำพิเศษได้ความถูกต้องอยู่ที่ 76.61% และมีผลลัพธ์ในการค้นหาโดยที่ไม่ใช้ Word2Vec มีความแม่นยำอยู่ที่ 75 % และความครอบคลุมอยู่ที่ 88.24 % แต่หลังจากใช้งาน Word2Vec มีความแม่นยำอยู่ที่ 61.45 % และความครอบคลุมอยู่ที่ 88.24 %

คำสำคัญ: Natural language processing / RESTful Service / Optical character recognition / Image Processing / Information retrieval / Term Frequency-Inverse Document Frequency / Word2Vec / Word Embedded

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวอาจารยา ศรีบัวบาน เจ้าหน้าที่หอบรรณสารสนเทศและ พศ.ดร.สุราทิพย์ มณีวงศ์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมทั้งเจ้าหน้าที่ภายในหอสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่เสียสละเวลาให้ความรู้ความเข้าใจ ทั้งในเรื่องการเก็บข้อมูลและค้อยແນະนำวิธีการจัดการกับ ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น นำมาสู่การทำหัวข้อปริญญา妮พนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จตามที่ต้องการ

สารบัญ

หน้า

| | |
|----------------------------------------------------|----------|
| ABSTRACT | ii |
| บทคัดย่อ | iii |
| กิตติกรรมประกาศ | iv |
| สารบัญ | ix |
| สารบัญตาราง | x |
| สารบัญรูปภาพ | xii |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 คำสำคัญ | 1 |
| 1.2 ความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.3 ประเภทของโครงงาน | 1 |
| 1.4 วิธีการที่นำเสนอ | 1 |
| 1.5 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.6 ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| 1.7 เนื้อหาทางวิศวกรรมที่เป็นต้นฉบับ | 2 |
| 1.8 การแยกย่อยงาน และร่างแผนการดำเนินงาน | 3 |
| 1.9 ตารางการดำเนินงาน | 4 |
| 1.9.1 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1 | 5 |
| 1.9.2 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2 | 5 |
| บทที่ 2 ที่มา ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 6 |
| 2.1 บทนำ | 6 |
| 2.2 แนวความคิดทางทฤษฎี | 6 |
| 2.2.1 การเตรียมข้อมูลรูปภาพ | 6 |
| 2.2.1.1 คอนทัวร์ (Contour) | 6 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา(Morphology Transformation) | 7 |
| 2.2.2 Optical Character Recognition (OCR) | 7 |
| 2.2.3 Natural language processing | 8 |
| 2.2.3.1 Information retrieval | 8 |
| 2.2.3.2 TF-IDF | 9 |
| 2.2.3.3 Cosine Similarity | 9 |
| 2.2.3.4 Minimum Edit Distance | 10 |
| 2.2.4 RESTful Service | 11 |
| 2.2.5 Word Embedding | 12 |
| 2.3 ภาษาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี | 12 |
| 2.3.1 Open source Computer Vision (OpenCV) | 12 |
| 2.3.2 Tesseract OCR | 12 |
| 2.3.3 DeepCut | 12 |
| 2.3.4 ReactJS | 13 |
| 2.3.5 Python | 13 |
| 2.3.5.1 Django | 13 |
| 2.3.6 NodeJS | 13 |
| บทที่ 3 การออกแบบและระบบวิจัย | 14 |
| 3.1 ภาพรวมของระบบ | 14 |
| 3.2 การออกแบบการทดลอง | 14 |
| 3.2.1 การแปลงข้อมูลในหนังสือ (Digitization) | 14 |
| 3.2.2 การเตรียมข้อมูลรูปภาพ | 14 |
| 3.2.2.1 การคัดเลือกข้อมูล | 15 |
| 3.2.2.2 การหมุนรูป | 15 |
| 3.2.2.3 การลบพื้นหลัง | 20 |
| 3.2.3 การแปลงข้อมูลรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล | 23 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------|----|
| 3.2.4 | การเตรียมข้อมูลตัวอักษร | 23 |
| 3.2.5 | การคำนวณค่าความสำคัญของคำตามที่ปรากฏในเอกสาร | 24 |
| 3.2.5.1 | การอัพเดทค่าคงแหนน TF-IDF | 24 |
| 3.2.6 | การค้นหา | 24 |
| 3.2.6.1 | การทำโมเดล Word2vec | 25 |
| 3.2.7 | การจัดการหนังสือดิจิทัล | 26 |
| 3.2.8 | Login | 26 |
| 3.3 | System requirements | 26 |
| 3.4 | โครงสร้างฐานข้อมูล | 28 |
| 3.4.1 | Database Structure | 32 |
| 3.4.2 | Database Dictionary | 33 |
| 3.5 | UML Design | 34 |
| 3.5.1 | Use case diagram | 34 |
| 3.5.2 | Sequence diagram | 34 |
| 3.5.2.1 | Use case Add Document | 34 |
| 3.5.2.2 | Use case Manage word in document | 35 |
| 3.5.2.3 | Use case Verify Document to Generate Keyword | 36 |
| 3.5.2.4 | Use case Edit Document | 37 |
| 3.5.2.5 | Use case Delete Document | 38 |
| 3.5.2.6 | Use case View Document & Search Document | 39 |
| 3.5.2.7 | Use case Login | 40 |
| 3.6 | GUI Design | 42 |
| 3.6.1 | Homepage | 42 |
| 3.6.2 | Homepage2 | 43 |
| 3.6.3 | Login | 44 |
| 3.6.4 | Insert Book(1) | 45 |
| 3.6.5 | Insert Book (2) | 46 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.6 | Insert Book (3) | 47 |
| 3.6.7 | Insert Book (4) | 48 |
| 3.6.8 | Insert Book (5) | 49 |
| 3.6.9 | Insert Book (6) | 50 |
| 3.6.10 | Search | 51 |
| 3.6.11 | Document View | 52 |
| 3.6.12 | Manage book | 53 |
| 3.6.13 | Edit Book | 54 |
| 3.6.14 | Upload Status Page | 57 |
| 3.6.15 | Evaluate Process Design | 57 |
| | บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน | 60 |
| 4.1 | ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลรูปภาพให้เป็นข้อมูลดิจิทัล | 60 |
| 4.1.1 | ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้ OCR ในการทำ OCR ของ การทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพ แต่ละแบบ | 60 |
| 4.1.2 | ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำ OCR ของ การทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพ แต่ละแบบ | 60 |
| 4.1.2.1 | แบบที่ 1 การใช้การคัดเลือกข้อมูล, การหมุน, การลบรูปภาพ, การลบเส้น และการจัดกลุ่ม | 61 |
| 4.1.2.2 | แบบที่ 2 ใช้การลับพื้นหลัง | 62 |
| 4.1.3 | ผลการเปรียบเทียบข้อมูล training set 2 ชุดสำหรับการทำ OCR | 62 |
| 4.1.4 | ประสิทธิภาพการแก้ไขคำผิด | 64 |
| 4.2 | ผลลัพธ์จากการค้นหา | 64 |
| 4.2.1 | ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาในการค้นหา | 68 |
| 4.3 | ผลลัพธ์จากการดำเนินงานในส่วนของการทำเว็บไซต์ | 68 |
| 4.3.1 | การประเมินการใช้งานของเว็บไซต์ | 68 |
| 4.3.2 | การประเมินความพึงพอใจของบรรณารักษ์ต่อการออกแบบ UX/UI | 69 |
| 4.3.3 | หน้าหลัก | 69 |
| 4.3.4 | การเข้าสู่ระบบเว็บไซต์ | 70 |
| 4.3.5 | การเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล | 70 |

| | | |
|-----------------------|--------------------------------------------|-----------|
| 4.3.5.1 | เพิ่มข้อมูลของหนังสือ | 70 |
| 4.3.5.2 | การแก้ไขและตรวจสอบคำก่อนนำเข้าสู่ระบบ | 72 |
| 4.3.5.3 | การตรวจสอบแก้ไขคำสำคัญ | 73 |
| 4.3.6 | การแสดงสถานะการเพิ่มหนังสือ | 73 |
| 4.3.7 | การแสดงการค้นหาหนังสือ | 74 |
| 4.3.8 | การแสดงข้อมูลหนังสือ | 74 |
| 4.3.9 | การแสดงการแก้ไขข้อมูลของหนังสือ | 75 |
| บทที่ 5 สรุปผล | | 77 |
| 5.1 | ผลการดำเนินงาน | 77 |
| 5.2 | สรุปผลการดำเนินงาน | 77 |
| 5.3 | ปัญหาที่พบและการแก้ไข | 79 |
| 5.3.1 | ปัญหาหน้าสืออ่านยาก | 79 |
| 5.3.2 | ปัญหาการหมุนไม่ตรง | 79 |
| 5.3.3 | ปัญหาการแก้ไขคำผิด | 79 |
| 5.3.4 | ปัญหาเรื่องระยะเวลาในการเพิ่มข้อมูลหนังสือ | 79 |
| 5.3.5 | ปัญหาของการหาคำใหม่อื่นของโมเดล Word2Vec | 80 |
| 5.4 | ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ | 80 |
| หนังสืออ้างอิง | | 81 |
| APPENDIX | | 82 |
| A | Database Dictionary | 83 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.1 ตารางการดำเนินงาน ภาคการศึกษาที่ 1/2563 | 4 |
| 1.2 ตารางการดำเนินงาน ภาคการศึกษาที่ 2/2563 | 5 |
| 2.1 Information retrieval ในลักษณะ Boolean Retrieval | 8 |
| 3.1 ตารางประเมินการทำ OCR | 57 |
| 3.2 ตารางประเมินระบบการค้นหา | 58 |
| 3.3 ตารางประเมินความพึงพอใจการออกแบบ UX/UI | 59 |
| 3.4 ตารางประเมินการทดสอบเว็บไซต์ | 59 |
| 4.1 ตารางประเมินการทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพแบบที่ 1 | 61 |
| 4.2 ตารางประเมินการทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพแบบที่ 2 | 62 |
| 4.3 ตารางประเมินข้อมูลชุด training set ที่ 1 | 63 |
| 4.4 ตารางประเมินข้อมูลชุด training set ที่ 2 | 63 |
| 4.5 ตารางประเมินข้อมูลชุด training set ที่ 1 ที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิด | 64 |
| 4.6 ตารางแสดงการทำ Confusion matrix | 64 |
| 4.7 ตารางแสดงรายละเอียด Confusion matrix | 65 |
| 4.8 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 44 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์ | 65 |
| 4.9 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์ | 65 |
| 4.10 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์ | 65 |
| 4.11 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์แบบไม่มีคำเฉพาะ | 67 |
| 4.12 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์แบบไม่มีคำเฉพาะ | 68 |
| 4.13 ตารางแสดงผลการประเมินการทำเว็บไซต์ | 68 |
| 4.14 ตารางประเมินความพึงพอใจการออกแบบ UX/UI | 69 |
| 5.1 ตารางสรุปผลลัพธ์การทำนิยงาน | 77 |
| A.2 ตารางอธิบายความหมายตาราง term_word | 83 |
| A.3 ตารางอธิบายความหมายตาราง user | 83 |

| | | |
|------|-------------------------------------------------------------|----|
| A.4 | ตารางอธิบายความหมายตาราง score | 84 |
| A.5 | ตารางอธิบายความหมายตาราง pre_term_in_page | 84 |
| A.6 | ตารางอธิบายความหมายตาราง page_in_document | 84 |
| A.7 | ตารางอธิบายความหมายตาราง nodejs_log | 85 |
| A.8 | ตารางอธิบายความหมายตาราง knex_migrations_lock | 85 |
| A.9 | ตารางอธิบายความหมายตาราง knex_migrations | 85 |
| A.10 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_publisher_document | 86 |
| A.11 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_publisher_email_document | 86 |
| A.12 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_issued_date_document | 86 |
| A.13 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_creator_orgname_document | 86 |
| A.14 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_creator_document | 87 |
| A.15 | ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_contributors | 87 |
| A.16 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_contributor_document | 87 |
| A.17 | ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_contributor_role_document | 87 |
| A.18 | ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_type | 88 |
| A.19 | ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_relation | 88 |
| A.20 | ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_keyword | 88 |
| A.21 | ตารางอธิบายความหมายตาราง document | 88 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 แสดงการหาเด็ก้าโครงภายในรูป | 6 |
| 2.2 แสดงการทำการขยายภาพ (Dilation) เพื่อเพิ่มพื้นที่สีขาว | 7 |
| 2.3 แสดงการทำกร่อนภาพ (Erosion) เพื่อกร่อนพื้นที่สีขาว | 7 |
| 2.4 Information retrieval ในลักษณะ Index Retrieval | 9 |
| 2.5 หลักการการเช็ค edit distance [1] | 10 |
| 2.6 ตัวอย่างตารางการทำ Minimum edit distance [1] | 10 |
| 2.7 แสดงถึงโครงสร้างของ HTTP Request [2] | 11 |
| 2.8 แสดงถึงโครงสร้างของ HTTP Response [2] | 12 |
| 3.1 ภาพรวมของระบบ | 14 |
| 3.2 ภาพแสดงความถี่ของภาพพื้นหลังสีและภาพพื้นหลังขาวดำ | 15 |
| 3.3 ภาพแสดงขั้นตอนการคัดเลือกข้อมูล | 15 |
| 3.4 ภาพแสดงการทำกร่อนภาพ (Erosion) และการทำขยายภาพ (Dilation) | 16 |
| 3.5 ภาพแสดงการเปรียบเทียบการทำกร่อนภาพ (Erosion) และการทำขยายภาพ (Dilation) | 16 |
| 3.6 ภาพแสดงเกณฑ์การวัดบรรทัดของตัวอักษร | 16 |
| 3.7 ภาพแสดงการคัดแยกองตัว (Contour) ที่ไม่ใช่ตัวอักษร | 17 |
| 3.8 ภาพแสดงการทำ Mask ในส่วนที่ไม่ใช่ตัวอักษร | 17 |
| 3.9 ภาพแสดงการคัดตัวอักษรเพื่อนำไปห้องศานในการหมุน | 17 |
| 3.10 ภาพแสดงจุดของคอนตัว (Contour) เล็กในคอนตัว (Contour) ใหญ่ | 18 |
| 3.11 ภาพแสดงฟังก์ชันการลบรูปภาพออกจากหนังสือ | 18 |
| 3.12 ภาพแสดงการสร้าง Mask เพื่อลบรูปภาพ | 18 |
| 3.13 ภาพแสดงการสร้าง Mask โดยเว้นที่ตัวอักษร | 19 |
| 3.14 ภาพแสดงการหาองศาในการหมุน | 19 |
| 3.15 ภาพแสดงขั้นตอนในการลบพื้นหลังสี | 20 |
| 3.16 รูปภาพสีก่อนถูกนำเข้ามาทำการลบพื้นหลัง | 21 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.17 รูปภาพการแปลงภาพสีเป็น gray scale | 21 |
| 3.18 รูปภาพที่ผ่านการทำกราฟิก โดยใช้รูปแบบสีเหลี่ยมขนาด 5x5 | 22 |
| 3.19 รูปภาพที่ผ่านการลบพื้นหลัง | 22 |
| 3.20 รูปภาพที่ผ่านทำการ threshold แบบ THRESH_BINARY_INV | 23 |
| 3.21 แสดง ER Diagram ของฐานข้อมูล | 28 |
| 3.22 แสดง ER Diagram ส่วนของคีย์เวิร์ดและคะแนนความสำคัญในระบบ | 29 |
| 3.23 แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บคำจากแต่ละหน้าที่แปลงมาจากการหนังสือ | 29 |
| 3.24 แสดง ER Diagram ส่วนของประวัติของผู้ใช้งานมีการสร้างหรือแก้ไขหนังสือ | 29 |
| 3.25 แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บข้อมูล keyword, relation, type ของหนังสือ | 29 |
| 3.26 แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บข้อมูล Contributors ว่ามีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในรบ้าง | 30 |
| 3.27 แสดง ER Diagram ส่วนของ Creator มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในรบ้าง | 30 |
| 3.28 แสดง ER Diagram ส่วนของ Creator Organized Name มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในรบ้าง | 30 |
| 3.29 แสดง ER Diagram ส่วนของ Publisher มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในรบ้าง | 30 |
| 3.30 แสดง ER Diagram ส่วนของ Publisher Email มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในรบ้าง | 31 |
| 3.31 แสดง ER Diagram ส่วนของ Issued Date มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในรบ้าง | 31 |
| 3.32 แสดง ER Diagram ส่วนของ Knex module ที่ใช้สำหรับ Migration ฐานข้อมูล | 31 |
| 3.33 แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บประวัติการ HTTP Request NodeJS ไปยัง Django | 32 |
| 3.34 Use case diagram | 34 |
| 3.35 แสดง Scenario 1 เพิ่มหนังสือเข้าระบบ | 35 |
| 3.36 แสดง Scenario 2 การจัดการคำที่ถูกเก็บได้จากหนังสือในระบบ | 36 |
| 3.37 แสดง Scenario 3 ยืนหนังสือว่าพร้อมสำหรับการถูกนำไปสร้างคีย์เวิร์ด | 37 |
| 3.38 แสดง Scenario 4 แก้ไขข้อมูลหนังสือ | 38 |
| 3.39 แสดง Scenario 5 ลบหนังสือ | 39 |
| 3.40 แสดง Scenario 6 ดูข้อมูลหนังสือ และการค้นหาหนังสือ | 40 |
| 3.41 แสดง Scenario 7 ระบบล็อกอิน | 41 |
| 3.42 ภาพแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์ | 42 |

| | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.43 | ภาพแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์หลังจากการกดเปิดเมนู | 43 |
| 3.44 | ภาพแสดงหน้าเข้าสู่ระบบ | 44 |
| 3.45 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นเลือกไฟล์ | 45 |
| 3.46 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 1 | 46 |
| 3.47 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 2 | 47 |
| 3.48 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าขั้นโหลดข้อมูลเข้าสู่ระบบ | 48 |
| 3.49 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นแก้ไขคำผิด | 49 |
| 3.50 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นแก้ไขและเพิ่มคำสำคัญ | 50 |
| 3.51 | ภาพแสดงหน้าค้นหาข้อมูล | 51 |
| 3.52 | ภาพแสดงหน้าดูหนังสือ | 52 |
| 3.53 | ภาพแสดงหน้าการจัดการหนังสือที่เพิ่มเข้าสู่ระบบ | 53 |
| 3.54 | ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขหนังสือขั้นที่ 1 | 54 |
| 3.55 | ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขหนังสือขั้นที่ 2 | 55 |
| 3.56 | ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขหนังสือขั้นที่ 3 | 56 |
| 3.57 | ภาพแสดงหน้าการโหลดข้อมูล | 57 |
| 4.1 | ภาพแสดงผลลัพธ์การหมุนรูปที่ถูกต้อง | 60 |
| 4.2 | ภาพแสดงผลลัพธ์การหมุนรูปที่ผิดพลาด | 60 |
| 4.3 | ภาพแสดงผลการเปรียบเทียบการใช้โมเดลที่ผ่านการแก้ไขคำผิด และไม่ผ่านการแก้ไขคำผิด | 66 |
| 4.4 | ภาพแสดงผลการคณณการค้นหาคำใหม่อื่นจากโมเดล word2vec | 66 |
| 4.5 | ภาพแสดงผลการเปรียบเทียบการใช้ word2vec และไม่ใช้ word2vec | 67 |
| 4.6 | ภาพแสดงหน้าเว็บหลัก | 69 |
| 4.7 | ภาพแสดงหน้าเข้าสู่ระบบ | 70 |
| 4.8 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือขั้นตอนการเพิ่มไฟล์ | 70 |
| 4.9 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 1 | 71 |
| 4.10 | ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 2 | 71 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 4.11 ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการเตรียมข้อมูล | 71 |
| 4.12 ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการแก้ไขคำผิด | 72 |
| 4.13 ภาพแสดงหน้าต่างยืนยันการแก้ไข | 72 |
| 4.14 ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการสร้างคำสำคัญ | 72 |
| 4.15 ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการแก้ไขคำสำคัญ | 73 |
| 4.16 ภาพแสดงสถานะของการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ | 73 |
| 4.17 ภาพแสดงหน้าการค้นหา | 74 |
| 4.18 ภาพแสดงหน้าการแสดงหนังสือ | 74 |
| 4.19 ภาพแสดงข้อมูลของหนังสือ | 75 |
| 4.20 ภาพแสดงหน้าการค้นหาในหน้าการจัดการหนังสือ | 75 |
| 4.21 ภาพแสดงหน้าการลบหนังสือ | 75 |
| 4.22 ภาพแสดงหน้าการแก้ไขข้อมูลขั้นที่ 1 | 76 |
| 4.23 ภาพแสดงหน้าการแก้ไขข้อมูลขั้นที่ 2 | 76 |
| 4.24 ภาพแสดงหน้าการแก้ไขคำสำคัญ | 76 |

บทที่ 1 บทนำ

1.1 คำสำคัญ

Natural language processing, RESTful Service, Optical character recognition, Image Processing, Information retrieval, Term Frequency-Inverse Document Frequency, Word2Vec, Word Embedded

1.2 ความสำคัญของปัญหา

นับตั้งแต่การก่อตั้งหอสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้มีการเก็บรวบรวมองค์ความรู้จากประสบการณ์การทำงานของคณะอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในทางด้านศาสตร์ต่าง ๆ ในรูปแบบลายมือและสื่อสิ่งพิมพ์ไม่จำกัดเป็น หนังสือ หนังสือรวมถึงบันทึกเหตุการณ์ในอดีตในรูปของจดหมายเหตุเพื่อส่งต่อประวัติศาสตร์ความรู้ไปยังคนรุ่นหลังโดยมีการจัดเก็บอยู่ภายในห้องหมายเหตุที่มีเจ้าหน้าที่บรรณาธิการเป็นผู้ดูแล และเนื่องจากการที่ หนังสือ หนังสือยังไม่ได้มีการจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัลทำให้มีบุคลภายนอกที่ต้องการข้อมูลเพื่อนำไปทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการทำวิจัย รายงาน หรือหาข้อมูลเพื่อประกอบการประชุมก็ตามแต่ ก็จำเป็นที่จะต้องมาติดต่อเจ้าหน้าที่บรรณาธิการผู้ดูแลเพื่อที่จะให้เจ้าหน้าที่บรรณาธิการทำการค้นหาหนังสือที่มีเนื้อหาตามที่เราต้องการ ซึ่งการค้นหาข้อมูลที่ต้องการนั้นเจ้าหน้าที่จะต้องทำการค้นหาด้วยระบบเครื่องสำอางให้ทำการค้นหาข้อมูลดำเนินการไปอย่างล่าช้า นอกจากนั้นวิธีการหาข้อมูลของเจ้าหน้าที่บรรณาธิการจะเลือกตรวจสอบข้อมูลของหนังสือจากการดูสารบัญทำให้ข้อมูลที่ได้รับมาอาจจะแตกหักจากข้อมูลเดิมอีกด้วย

เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบรรณาธิการในการสืบค้นข้อมูลและทำให้การบริการในการสืบค้นหนังสือต่าง ๆ และให้บุคลภายนอกสามารถทำการค้นหาข้อมูลได้ด้วยตนเองครบถ้วนทางคณิตศาสตร์จัดทำโครงการจึงได้พัฒนาระบบการจัดเก็บหนังสือและระบบการค้นหาโดยการใช้เครื่องมือในการทำ OCR เพื่อแปลงหนังสือให้อยู่ในรูปแบบของหนังสือ ดิจิทัล และหากำสำคัญในการสร้างคำสำคัญ ด้วยวิธี Term Frequency - Inverse Document Frequency เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการค้นหา

1.3 ประเภทของโครงงาน

นำเสนอความต้องการของผู้ใช้งานได้ส่วนเสียงภาษาไทย

1.4 วิธีการที่นำเสนอ

ระบบการค้นหาหนังสือ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. นำหนังสือมาแปลงเป็นรูปภาพในรูปแบบสแกน
2. นำรูปภาพเข้าสู่ระบบโดยใช้การรับส่งข้อมูลแบบ RESTful API ในระบบประเภทของการใช้งาน
3. นำรูปภาพผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลรูปภาพ โดยใช้ OpenCV ในการลบส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ข้อความออกและตัดเฉพาะข้อความเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอน
4. นำรูปที่ผ่านการเตรียมข้อมูลรูปภาพ มาเข้าสู่ระบบ OCR เพื่อแปลงข้อมูลจากรูปภาพมาเป็นข้อความในระบบดิจิทัล
5. นำข้อมูลที่เก็บไว้มาทำการตัดแบ่งคำภาษาไทยและแก้คำผิด
6. ค้นหาคำสำคัญโดยใช้วิธี TF-IDF เพื่อนำมาใช้ในการสร้างคำสำคัญ

7. นำข้อมูลที่ถูกแปลงเก็บและข้อมูลเกี่ยวกับคำสำคัญ ลงในดาต้าเบส
8. ทำระบบค้นหาในรูปแบบ Cosine Similarity
9. ทำระบบหากำลังโดยใช้วิธี Word2Vec
10. ทำแพลตฟอร์มเว็บไซต์เพื่อเป็น User Interface ให้กับผู้ใช้งานได้ใช้งานสำหรับการใช้งานในการค้นหาข้อมูลและเพิ่มข้อมูลหนังสือลงไปในฐานข้อมูลเพิ่ม

1.5 วัตถุประสงค์

1. สร้างระบบแปลงข้อมูลหนังสือให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล
2. สร้าง web platform เพื่อทำการค้นหาหนังสือจากคำค้น และพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของบรรณาธิการประจำห้องบรรณสารสนเทศ
3. สร้างระบบการค้นหาโดยการใช้วิธีการ อินโฟเมชันเรทิฟวอล ซึ่งวัดความใกล้เคียงกันระหว่างคำค้นและข้อมูลในฐานข้อมูลโดยวิธี Cosine Similarity
4. เพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล
5. เรียนรู้เรื่องการเตรียมข้อมูลรูปภาพ

1.6 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ระบบแปลงข้อมูลจากหนังสือและหนังสือเก่า รองรับเฉพาะหนังสือที่เป็นตัวอักษรแบบพิมพ์ และรองรับไฟล์หนังสือเฉพาะ PDF เท่านั้น
2. ระบบตัดคำ Stop word ภาษาไทยโดยอ้างอิงมาจาก pythainlp และภาษาอังกฤษจาก nltk
3. ระบบค้นหาแบบ Cosine Similarity ในระบบ Information retrieval
4. ข้อมูลหนังสือที่นำมาใช้คือหนังสือจำพวก งานแสดงกิจกรรมทางวิชาชีพ หนังสือรายงานประจำปี ตั้งแต่ปี พุทธศักราช 2527 ถึง 2560 รวมประมาณ 43 เล่ม จากหอดหมายเหตุมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ทำ platform เว็บไซต์ในรูปแบบ responsive แต่ไม่รองรับขนาดมือถือ รองรับเฉพาะคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก
6. การแปลงสิ่งพิมพ์เป็นดิจิทัลใช้ Tesseract ใน การแปลงหนังสือและหนังสือเป็นรูปแบบดิจิทัล
7. การตัดคำภาษาไทยทางคณบัญชี จะใช้ freeware เช่น DeepCut มาใช้ในส่วนของการตัดคำภาษาไทย

1.7 เนื้อหาทางวิศวกรรมที่เป็นต้นฉบับ

- การเตรียมข้อมูลรูปภาพ สำหรับการเตรียมภาพก่อนนำไปทำ OCR

โปรเจคของเราทำเกี่ยวกับการทำ OCR เพื่ออ่านภาพให้กลายเป็น text แต่ถึงแม้ว่าภาพที่ได้มาจะจากการสแกนหรือการถ่ายรูป แต่ถึงอย่างนั้น OCR ที่ใช้ก็ยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของคุณภาพของภาพที่ใช้ ถ้าเกิดว่าภาพที่ใช้มี noise จะทำให้การอ่านมีประสิทธิภาพน้อยลง นอกจากนี้การตัดภาพแยกย่อหน้าแต่ละย่อหน้าทำให้การอ่านมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- การพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการค้นหาหนังสือในห้องสมุด

เว็บไซต์ของเราจะใช้ ReactJS, NodeJs, python ใน การพัฒนาเว็บไซต์เป็น Interface ให้กับผู้ใช้งาน สำหรับการใช้งานระบบการค้นหาหนังสือ รวมถึงการอัปโหลดหนังสือเพื่อแปลงหนังสือเข้าสู่ระบบดิจิทัลและ API ต่าง ๆ

- คัดเลือกคำสำคัญอ กามาเพื่อสร้างคำสำคัญของหนังสือ

สำหรับแบ่งแยกหมวดหมู่ของหนังสือโดยใช้ หลักการของ TF-IDF ใน การค้นหาคำสำคัญของหนังสือเพื่อนำมาสร้างคำสำคัญของหนังสือเล่นน้ำใจในระบบ และใช้สำหรับการค้นหาข้อมูล

- ทำระบบค้นหาโดยใช้คำที่มีความหมายใกล้เคียง

สำหรับการค้นหารายละเอียดของหนังสือโดยใช้ หลักการของ TF-IDF มาใช้เป็นคะแนนเพื่อใช้ในการค้นหาแบบ Cosine Similarity และค้นหาคำใกล้เคียง (Query Expansion) เพื่อทำให้การค้นหาเจอผลลัพธ์ที่ต้องการเพิ่มมากขึ้น

1.8 การแยกอย่าง แลร่างแผนการดำเนินงาน

- ศึกษาและค้นคว้าปัญหาของโครงการ
- เสนอหัวข้อโปรเจค
- ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในโปรเจค
- ประเมินความเป็นไปได้และกำหนดขอบเขตของโปรเจค
- จัดเก็บ requirement จากกลุ่มผู้ใช้งาน
 - ติดต่อเจ้าหน้าที่ของห้องสมุด
 - เก็บข้อมูลที่ต้องการแปลงเข้าสู่ระบบดิจิทัล
- นำเสนอโครงการครั้งที่ 1
- ออกแบบ UX/UI
- การแปลงรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล
 - นำหนังสือมาแปลงเป็นรูปภาพในรูปแบบสแกน
 - ศึกษาการใช้งาน OpenCV
 - สร้างระบบการเตรียมข้อมูลรูปภาพ เพื่อทำการปรับแต่งรูปภาพและทำการปรับแต่งจนได้ระบบที่รองรับกับ Data ที่มี
 - นำรูปที่ผ่านการเตรียมข้อมูลรูปภาพ มาเข้าสู่ระบบ OCR เพื่อแปลงข้อมูลจากรูปภาพมาเป็นข้อความในระบบดิจิทัล
- นำข้อมูลที่เก็บไวมาทำการตัดแบ่งคำภาษาไทยและหาคำสำคัญโดยใช้ TF-IDF
 - ทำการตัดแบ่งคำ (Tokenization)
 - ลบ stop word ออกจากข้อมูล
- ทำระบบค้นหา
 - ทำระบบค้นหาโดยใช้หลักการ Cosine Similarity
 - ทำการค้นหาด้วยคำใกล้เคียงโดยใช้ Word2Vec
- จัดทำเว็บไซต์แพลตฟอร์ม
- ทดสอบระบบ

13. ปรับปรุงแก้ไข
 14. นำเสนอโครงการ

1.9 ตารางการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงาน ภาคการศึกษาที่ 1/2563

ตารางที่ 1.2 ตารางการดำเนินงาน ภาคการศึกษาที่ 2/2563

| ที่ | หัวข้อ | ตารางการดำเนินงาน ภาคการศึกษาที่ 2/2563 | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|-----------------------------------------|---|---|---|------------|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|
| | | มกราคม | | | | กุมภาพันธ์ | | | | มีนาคม | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | จัดทำระบบการค้นหา | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | จัดทำเว็บไซต์ | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | ทดสอบระบบ | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | ปรับปรุงแก้ไข | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | นำเสนอโครงการ | | | | | | | | | | | | | | |

1.9.1 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1

- ทำระบบเตรียมข้อมูลรูปภาพ สำหรับการเตรียมรูปภาพสำหรับการแปลงข้อมูลเป็นดิจิทัล
- ทำ API ในการตัดคำและจัดการ stop word สำหรับการเตรียมการเตรียมข้อมูลตัวอักษร
- ทำระบบ Term Frequency-Inverse Document Frequency สำหรับการค้นหาคำสำคัญเพื่อระบุคำสำคัญของหนังสือเล่มนั้นภายในระบบ
- ทำส่วนของการทำการค้นหาข้อมูลเบื้องต้น

1.9.2 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2

- ทำระบบค้นหาให้เสร็จสิ้น
- ปรับปรุงระบบค้นหาให้ตอบโจทย์มากยิ่งขึ้น
- ทำเว็บไซต์ทั้งผึ้ง frontend และ backend

บทที่ 2 ที่มา ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโปรเจคนี้มีหลากหลายสาขาด้วยกันโดยจะแบ่งเป็นส่วนของการเตรียมข้อมูลรูปภาพ โดยการใช้ Open source Computer Vision (OpenCV) เพื่อนำไปใช้กับส่วนของการทำ Optical Character Recognition (OCR), Tesseract OCR และส่วนของการทำ Natural language processing (NLP) โดยการใช้ Team Frequency Inverse Document Frequency (TF-IDF), Minimum Edit Distance, Deep Cut ส่วนต่อไปคือสร้างระบบการค้นหาได้ใช้ Cosine Similarity และในส่วนการสร้างเว็บไซต์โดยใช้ RESTful API และส่วนสุดท้ายการทำ Word Embedding

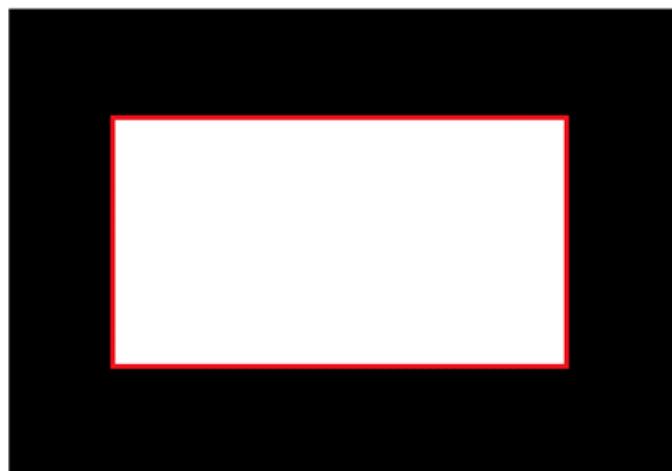
2.2 แนวความคิดทางทฤษฎี

2.2.1 การเตรียมข้อมูลรูปภาพ

เป็นการประมวลผลรูปภาพที่แปลงภาพให้เป็นข้อมูลทางดิจิทัลเพื่อใช้สำหรับปรับคุณภาพของภาพให้ตรงตามความต้องการ อย่างการตัดสิ่งรบกวน การลบกรอบ การหมุนรูป หรือการปรับให้ภาพมีความคมชัดมากยิ่งขึ้น ในโปรเจกของเรานั้นนำมาใช้ในการปรับคุณภาพของรูปภาพเพื่อช่วยให้การทำ OCR แม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.2.1.1 คอนทัว (Contour)

คอนทัว (Contour) [3] คือเส้นค้าโครงของรูปภาพ ที่วิ่งทางรอบเขตพื้นที่ที่มีค่าสีต่อเนื่องกัน หรือค่าเดียวกัน โดยใช้การเปลี่ยนให้รูปภาพอยู่ในรูปของ matrix และเช็คดูว่าค่าสีที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนเริ่มที่ตรงไหนและสร้างเป็นเส้นค้าโครงขึ้นมาดังรูป 2.1 ซึ่งการทำเส้นค้าโครงจะทำงานได้ถูกต้องเมื่อเป็นรูปภาพแบบ Binary

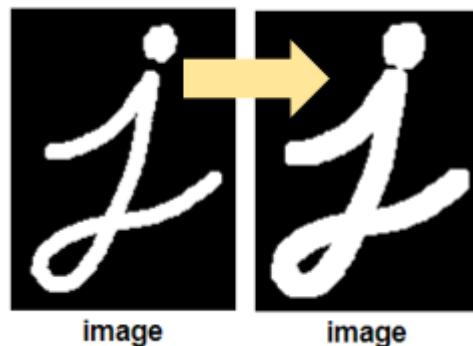


รูปที่ 2.1: แสดงการทำค้าโครงภายในรูป

2.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา(Morphology Transformation)

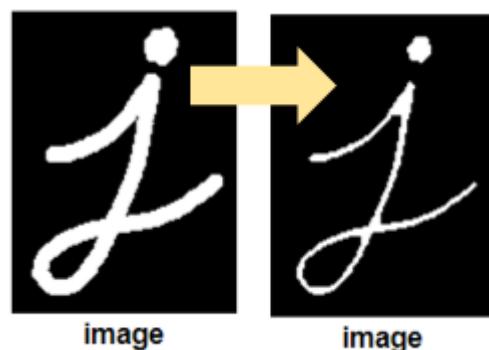
เป็นกระบวนการเตรียมข้อมูลรูปภาพ ที่จะทำการนำรูปภาพมาทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะ รูปร่างของวัตถุภายในภาพ ปกติแล้วจะใช้ภาพที่เป็น Binary ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการกำจัด noise การซ่อมแซมรูปร่างของภาพ หรือการเพิ่มขนาดให้กับวัตถุนั้นๆ โดยการทำการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา(Morphology Transformation) นั้นจะมีวิธีการดำเนินการพื้นฐานอยู่ 2 วิธีคือการขยายภาพ และการกร่อนภาพ

Dilation คือการเพิ่มพื้นที่สีขาวของรูปเพิ่มพื้นที่สีขาวตามขอบพื้นที่สีขาวและจะเปลี่ยนพื้นที่สีดำให้กลายเป็นสีขาวทำให้พื้นที่สีขาวมีความหนามากขึ้นดังรูป



รูปที่ 2.2: แสดงการทำการขยายภาพ (Dilation) เพื่อเพิ่มพื้นที่สีขาว

Erosion คือการกร่อนภาพ หรือคือจะลดพื้นที่สีขาวของภาพออกไปซึ่งวิธีการนี้ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการแยกสิ่งที่ของที่อยู่ดีดกัน หรือลบ pepper noise ที่เป็น noise เเล็กๆได้ โดยจะใช้หลักการเดียวกับการขยายภาพ (Dilation) เพียงแต่จะเปลี่ยนจากพื้นที่สีขาวให้กลายเป็นพื้นที่สีดำดังรูป



รูปที่ 2.3: แสดงการทำกร่อนภาพ (Erosion) เพื่อกร่อนพื้นที่สีขาว

2.2.2 Optical Character Recognition (OCR)

OCR เป็นกระบวนการของการแปลงอักษรบนสื่อสิ่งพิมพ์ให้เป็นข้อความที่สามารถค้นหา เปลี่ยนแปลงและแก้ไขได้โดยที่ไม่ต้องพิมพ์ขึ้นมาใหม่ ด้วยการทำ Deep learning ใน การเรียนรู้ภาพเพื่อแปลงอักษรเป็นตัวอักษร ซึ่งในปัจจุบันทางผู้จัดทำต้องทำระบบเกี่ยวกับคันหาที่จะต้องคัดคำอักษรจากสื่อพิมพ์เหล่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ OCR ในการแปลงภาพด้านแบบอักษรให้เป็นตัวอักษรก่อนที่จะนำไปใช้งานต่อ

จากการศึกษาพบว่าการทำ OCR ภาษาไทยนั้นมีอยู่มากมายในปัจจุบัน หนึ่งในนั้นมี T - OCR ซึ่งเป็น Library ของ AI For Thai [4] และ Tesseract ของ Google [5] ที่ใช้สำหรับแปลงภาพเป็นตัวอักษร โดยกลุ่มของเราเลือกที่จะใช้ Tesseract ในการทำ OCR เนื่องจากไม่เสียค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับการใช้ OCR ของ AI For Thai นอกจากนั้นเรื่องของการเรียกใช้งานอย่างต่อเนื่อง Tesseract สามารถทำได้ดีกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องเรียกใช้งาน AI For Thai จากภายนอก

2.2.3 Natural language processing

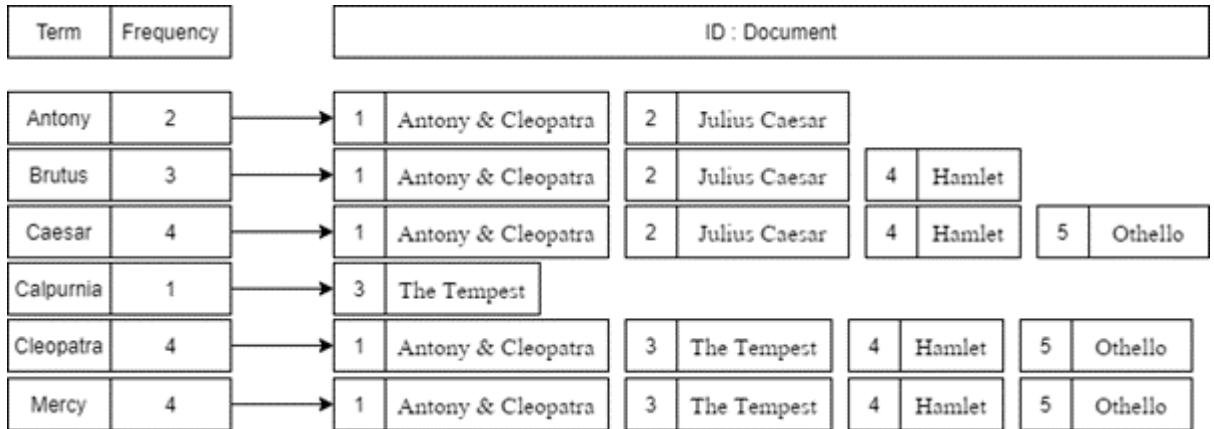
Natural language processing คือกระบวนการที่ใช้ในทางปัญญาประดิษฐ์ซึ่ง เป็นกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์ทางด้านภาษาซึ่งเอาไปประยุกต์ทำให้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) สามารถทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจภาษาและตอบกลับได้ใกล้เคียงกับมนุษย์มากขึ้น โดยในปัจจุบันนี้จะใช้มาช่วยในการหาคำสำคัญของหนังสือ และบทความต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การค้นหาบทความมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2.3.1 Information retrieval

Information retrieval คือ เทคโนโลยีการเก็บข้อมูลอย่างนึงโดยจะมีทั้งหมด 2 ลักษณะ ลักษณะที่ 1 คือ Boolean Retrieval เป็นการสร้างโครงสร้างข้อมูลในรูปแบบ Matrix ที่มีค่าเพียงแค่ 0,1 โดยที่ 0 คือไม่มีคำ (Term) ในหนังสือนั้น และ 1 คือมีคำ (Term) อยู่ภายในหนังสือนั้นหรือเรียกได้วาเป็น Term-Document Incidence Matrix ดัง ตารางที่ 2.1 โดยที่ถ้าเราพิจารณาในรูปแบบแคนเรางจะได้ Vector ของ Term นั้นที่ประกอบอยู่ในหนังสือ ไหนบ้าง แต่การเก็บในรูปแบบ Boolean Retrieval เมื่อมีหนังสือ เยอะขึ้นจะทำให้เกิดค่า 0 ที่ไม่มีประโยชน์มากขึ้นจึงมีลักษณะที่ 2 คือโครงสร้างแบบ Inverted index เป็นการเก็บเพียง Term นั้นอยู่ภายใต้หนังสือ ไหนบ้างเพื่อจะเก็บแต่เพียงชื่อข้อมูลสำคัญเอาไว้ดัง ตารางที่ 2.2 โดย คำ (Term) จะผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลตัวอักษร ประกอบไปด้วย Tokenization (การตัดคำจากประโยค), Normalization (การจัดการคำย่อ), Stemming (การแปลงคำให้อยู่รูปแบบเดียวกัน), Stop words (จัดการคำที่ไม่มีความหมาย) เพื่อเป็นการจัดรูปของคำให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งการเก็บชื่อข้อมูลแบบ Information retrieval (IR) จะทำให้การค้นหาข้อมูลภายในฐานข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.1 Information retrieval ในลักษณะ Boolean Retrieval

| | Antony & Cleopatra | Julius Ceasar | The Tempest | Hamlet | Othello |
|-----------|--------------------|---------------|-------------|--------|---------|
| Antony | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Brutus | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Ceasar | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Calpurnia | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Cleopatra | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Mercy | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |



รูปที่ 2.4: Information retrieval ในลักษณะ Index Retrieval

2.2.3.2 TF-IDF

เป็นเทคนิคในการคัดแยกคำตามความสำคัญผ่านการให้น้ำหนักในแต่ละคำ โดยแบ่งเป็นสองส่วนนั้นก็คือ TF (Term Frequency) เป็นการดูว่าคำนี้ หรือว่า Term นี้ปรากฏขึ้นภายใน document มากน้อยเพียงไหน และ IDF (Inverse Document Frequency) คือการหาความผกตันในความถี่ของหนังสือโดยคะแนนความผกตันที่ทำให้รู้ว่าคำนี้เป็นคำที่มีความสำคัญเฉพาะภายนอกหนังสือนี้ แต่เมื่อจากการดูความถี่ของ IDF เพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกได้ว่า Term นั้นเป็นคำสำคัญ จึงจำเป็นต้องนำคำ TF มาคูณกับ IDF เป็นคำ TF-IDF เพื่อถูกความสำคัญของ Term นั้น ในส่วนการคำนวณนี้เพื่อนำไปใช้ในการค้นหาแบบ Cosine Similarity ต่อไป โดยที่ TF จะใช้เป็น Log normalization โดยคำนวณได้จากสมการ 2.1 ซึ่ง $f_{t,d}$ คือความถี่ของคำ (Term) ที่ปรากฏขึ้นภายใน Document ส่วน IDF จะคำนวณจากสมการ 2.2 ซึ่ง N คือจำนวน Document ที่มีภายในระบบ และ n_t คือ จำนวนของ document ที่มีคำ (term) นั้นอยู่ เมื่อหาค่าทั้ง TF และ IDF ได้แล้วก็จะหาค่าของ TF-IDF ได้จากสมการ 2.3

$$tf = \log(1 + f_{t,d}) \quad (2.1)$$

$$idf = \log \frac{N}{n_t} \quad (2.2)$$

$$TF - IDF = tf * idf \quad (2.3)$$

2.2.3.3 Cosine Similarity

เป็นหน่วยวัดความคล้ายคลึงกันระหว่างข้อมูลสอง Vector โดยวัดจากมุม cosine ของจาก Vector ทั้งสองโดยคำนวณได้จากสมการ 2.4 โดยที่ $\|x\|, \|y\|$ คือ สมการของ Euclidean norm ของ Vector x, y ดังสมการ 2.5 โดยในโปรเจคนี้เราได้นำค่าน้ำหนักของ TF-IDF มาเป็นน้ำหนักในการคิดคำ Cosine Similarity โดยนำประโยชน์ที่จะค้นหามาผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลตัวอักษร ก่อนที่จะนำมาค้นหา document ให้มีค่า relevance score (คะแนนความสัมพันธ์) เพื่อนำมาเรียงลำดับและแสดงเป็นผลลัพธ์การค้นหา

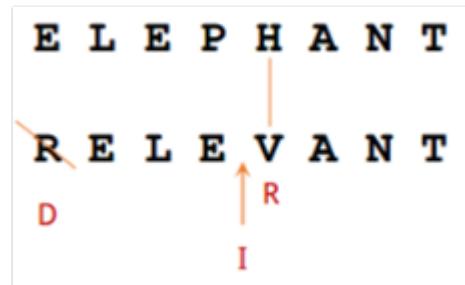
$$\sin(x, y) = \frac{x * y}{\|x\| \|y\|} \quad (2.4)$$

$$\|x\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_n^2} \quad (2.5)$$

2.2.3.4 Minimum Edit Distance

เป็นหลักการที่หารระยะห่างที่สั้นที่สุดจากคำนึงไปสู่อีกคำนึงจะมีความแตกต่างกันเท่าไหร่ซึ่งหลักการเช็คความห่างของคำทั้งหมดสามรูปแบบ

- รูปแบบ Insert(I) จะเป็นการเพิ่มตัวอักษรลงในคำนั้น เพื่อคำดังเดิมของเราจะเปลี่ยนแปลงเป็นคำที่เราต้องการ
- รูปแบบ Delete(D) จะเป็นการลบตัวอักษรออกในคำนั้น เพื่อคำดังเดิมของเราจะเปลี่ยนแปลงเป็นคำที่เราต้องการ
- รูปแบบ Replace(R) จะเป็นการเปลี่ยนตัวอักษรนั้นให้เป็นตัวอักษรใหม่ เพื่อคำดังเดิมของเราจะเปลี่ยนแปลงเป็นคำที่เราต้องการ



รูปที่ 2.5: หลักการการเช็ค edit distance [1]

หลังจากมีรูปแบบการวัดระยะห่างของคำดังรูปภาพที่ 2.5 และ จะต้องทำการหาคำที่สั้นที่สุดผ่านรูปแบบของตารางดังรูปภาพที่ 2.6 ซึ่งการคำนวนผ่านตารางจะเป็นการนำกระทำก่ออนหน้ามาคำนวนเรื่อยๆ จนได้รูปการเปลี่ยนเป็นคำใหม่ที่ใช้การเปลี่ยนน้อยที่สุด

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | E | L | E | P | H | A | N | T |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| R | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| E | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| L | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| E | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| V | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| A | 6 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| N | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| T | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 |

รูปที่ 2.6: ตัวอย่างตารางการทำ Minimum edit distance [1]

ซึ่งในโครงการของเราได้ดึงหลักการ Minimum edit distance มาใช้ในการตรวจสอบหาคำที่ส相隔ไม่ถูกต้องโดยมีเกณฑ์ตั้งไว้ว่าถ้าเกินที่กำหนดไว้จะถือว่าคำ ๆ นั้นส相隔ไม่ถูกต้องแล้วถูกแก้ให้เป็นคำที่ส相隔ถูกต้อง

2.2.4 RESTful Service

เป็นการสร้าง web service โดยเรียกใช้ผ่านทาง HTTP Method ทั้ง 4 ประเภท GET/POST/PUT/DELETE ส่งข้อมูลอุปกรณ์เป็นรูปของ XML ทำให้ปริมาณข้อมูลที่ส่งมากน้อยกว่าการใช้ Protocol SOAP โดยโครงสร้างของ HTTP Request ดังรูปภาพที่ 2.7 ประกอบด้วย

1. VERB: แสดง method ของ HTTP
2. URI: ตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการ
3. HTTP Version: เวอร์ชันของ HTTP
4. Request Header: Metadata ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบ Key-Value ของ header
5. Request Body: ส่วนเก็บข้อมูลของเนื้อหา

HTTP Request



รูปที่ 2.7: แสดงลักษณะโครงสร้างของ HTTP Request [2]

HTTP Response ดังรูปภาพที่ 2.8 ประกอบด้วย

1. HTTP Version: เวอร์ชันของ HTTP
2. Response Code: รหัสผลลัพธ์ของการทำงานในระดับ HTTP เป็นเลข 3 หลัก
3. Response Header: Metadata ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบ Key-Value ของ header
4. Response Body: ส่วนเก็บข้อมูลของเนื้อหา

HTTP Response



รูปที่ 2.8: แสดงถึงโครงสร้างของ HTTP Response [2]

2.2.5 Word Embedding

เป็นวิธีการที่จะเปลี่ยนคำปกติเป็น vector ที่อยู่ในหลักหลายมิติและขนาดเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบคำต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับคำไหนบ้างในระบบเพื่อที่ใช้สำหรับการทำคำที่มีความหมายใกล้เคียงกันโดยมีการทำ word embedding มากมายไม่ว่าจะเป็น Word2Vec [6] [7] ที่ถูกสร้างโดยทีมวิจัยของ Google FastText [8] เป็น word embedding อีกหนึ่งตัวที่สร้างขึ้นจากทีมวิจัยของ facebook หรือจะเป็น ELMo [9] ที่เป็นรูปแบบการ word embedding ที่ดูรูปคำโดยรอบเป็นต้น

2.3 ภาษาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี

2.3.1 Open source Computer Vision (OpenCV)

เป็นซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพที่มีการสนับสนุนการพัฒนาจาก Intel Corporation โดยที่ตัว OpenCV นั้นเป็น Library Open Source โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นำไปต่อ�อดการพัฒนาโปรแกรมในด้าน การรับรู้ของเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) ให้เข้าใจไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง (Image) หรือจะเป็นภาพเคลื่อนไหว (Video) โดยภายในโปรเจคนี้ได้นำ OpenCV มาเป็นตัวทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพ โดยที่นำรูปภาพที่ได้มาจากการสแกนหนังสือ / หนังสือ มาทำการปรับปรุงคุณภาพรูปภาพให้เหมาะสมกับการทำส่วน Optical Character Recognition (OCR) ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่นการลบรูปภาพ การลบสิ่งที่ลับกวน การลกรอบตาราง การหมุนรูป

2.3.2 Tesseract OCR

เป็นหนึ่งใน Library ที่เกี่ยวกับการทำ Optical Character Recognition (OCR) ที่ถูกพัฒนาโดย Google โดยเป็น Library Open Source ที่ใช้ในการทำเกี่ยวกับ Text Detection โดยสามารถเรียกใช้งานได้ผ่าน Command line หรือจะเป็นการเรียก API ภายในโปรแกรมที่ทำได้นอกจากนั้น Tesseract เวอร์ชัน 5.0.0 beta มีการใช้ Convolutional Neural Network (CNN) [10] ร่วมกันกับ Long Short-Term Memory (LSTM) เพื่อให้การทำนายผลได้ดีขึ้นโดยเราจะนำตัว Tesseract มาทำเป็น OCR ภายในโปรเจคนี้

2.3.3 DeepCut

เป็น Library ในภาษา Python ที่สร้างมาจาก True Corporation โดยมีลักษณะเด่นที่ใช้ CNN (Convolutional Neural network) [10] มาช่วยทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ออกมามีความแม่นยำที่ค่อนข้างสูง ซึ่งโปรเจคของเราต้องการ DeepCut เพื่อที่จะสามารถแบ่งคำจากรูปประโยคภาษาไทยที่มีความซับซ้อน และไม่แบ่งแยกชัดเจนเหมือนภาษาอังกฤษ

2.3.4 ReactJS

เป็นหนึ่งใน Library หรือจะเรียกว่าเป็น Framework ที่ Facebook เป็นคนสร้างขึ้นโดยที่มีหน้าที่เป็นการสร้าง UI โดยมีความคิดมากจากรูปแบบ MVC [11] (Model View Controller) หรือก็คือเป็นตัวจัดการกับ Model กับ View ของตัวเว็บไซต์ โดยในโปรเจคนี้ได้เลือกใช้ ReactJS เป็น Front End สำหรับการทำ platform Web Application

2.3.5 Python

Python เป็นภาษาทางโปรแกรมวิจัยที่เป็นภาษาทางคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่ออกแบบมาให้ใกล้เคียงกับภาษามนุษย์มากที่สุดเพื่อให้สามารถเข้าใจได้่ายมากรีบ ซึ่งในโปรเจค มีข้อมูลที่ต้องประมวลในแต่ละครั้งมีขนาดใหญ่อาจจะทำให้เกิดความล่าช้าในแต่ละการประมวล ทางผู้จัดทำจึงเลือกใช้ Python เนื่องจากการรับในส่วนของการทำ Thread รวมถึงนำมาใช้ในการทำ Data preparation ทั้งการเตรียมข้อมูลรูปภาพ และการเตรียมข้อมูลต่างๆ หลังจากการทำ OCR นอกจากนี้ยังใช้ในการทำ Web Server อีกด้วย

2.3.5.1 Django

เป็น REST Framework ที่ใช้ภาษา Python เป็นฐาน โดยในโปรเจคนี้เราจะนำมาร่าง REST API เพื่อใช้ในการใช้ Library อย่างเช่น DeepCut หรือ OCR ที่สามารถใช้ร่วมการแบ่ง Multi Thread ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถจัดการข้อมูลใน database สำหรับโปรเจคนี้

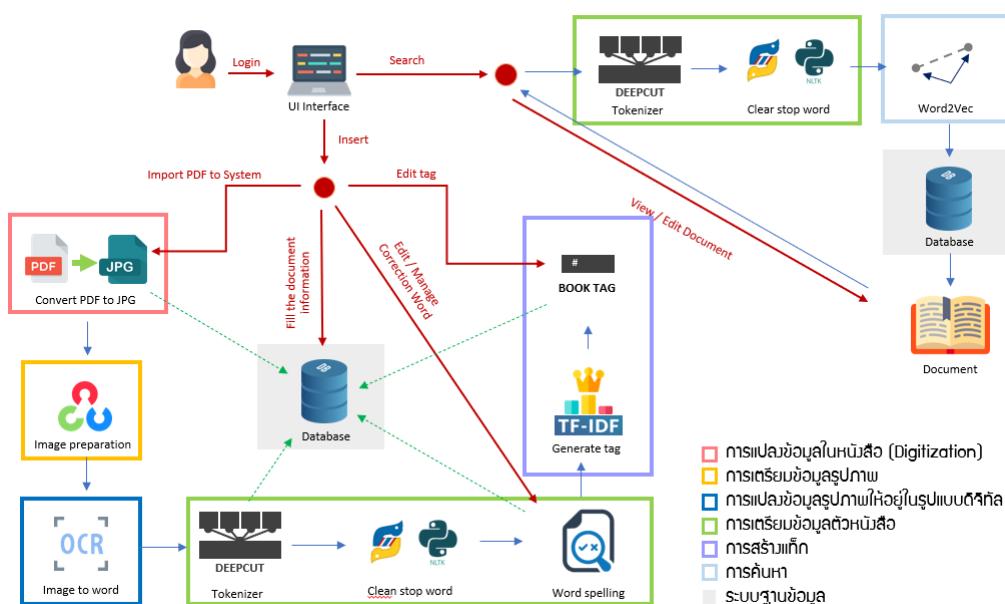
2.3.6 NodeJS

NodeJS เป็นสมมือนแพลตฟอร์มที่ใช้ภาษา JavaScript ที่มี Library สำหรับใช้จัดการกับฝั่ง Server ซึ่ง NodeJS นั้นมีความยืดหยุ่นสูงที่สำหรับการจัดการ Web Server โดย Library ที่นำมาใช้หือ Express เป็น Web Server ที่เป็น RESTful API ได้

บทที่ 3 การออกแบบและระบบเบี่ยงวิธีวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

บทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของระบบโดยแสดงเป็นโครงสร้างแบบตัวอย่างรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบไปด้วยการออกแบบระบบฐานข้อมูล ระบบการตัดคำ ระบบการประมวลรูปภาพ และการออกแบบ User Interface สำหรับการใช้งาน



รูปที่ 3.1: ภาพรวมของระบบ

3.2 การออกแบบการทดลอง

3.2.1 การแปลงข้อมูลในหนังสือ (Digitization)

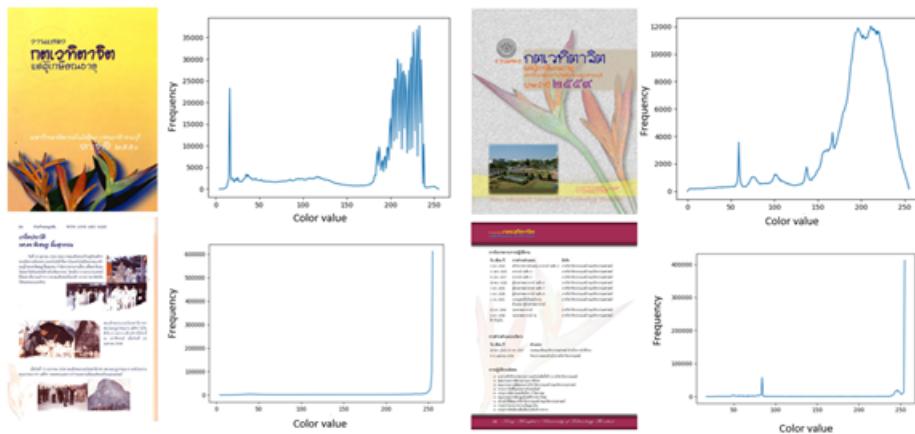
สำหรับการแปลงข้อมูลในหนังสือ (Digitization) ผู้ใช้จะต้องทำการอัปโหลดไฟล์ PDF ของหนังสือเข้าสู่ระบบหลังจากนั้นจะระบบจะทำการแปลงแต่ละหน้าเป็นรูปภาพ JPG เพื่อนำไปใช้ต่อในขั้นตอนต่อไปและนำไปแสดงภายใน web application

3.2.2 การเตรียมข้อมูลรูปภาพ

ในส่วนของการจัดการรูปก่อนที่จะทำการ OCR ซึ่งรูปภาพนำมา OCR นั้นมาจากการสแกนทำให้ภาพส่วนใหญ่อยู่ในสภาพเดิมก็ยังคงมี noise และมีความผิดพลาดจากการสแกน เช่น ภาพเอียง หรือตัวอักษรไม่ชัดเกิดจากการขยับในระหว่างการสแกน หรือมีพื้นหลังสีที่ทำให้ OCR ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมข้อมูลรูปภาพก่อนที่จะไปทำการ OCR ซึ่งในการเตรียมข้อมูลรูปภาพ นั้นทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ว่าจะทำการแยกระหว่างรูปและตัวอักษรออกจากกัน โดยการใช้คอนทัว (Contour) เข้ามาช่วยในการคัดแยกรูปออกจากตัวอักษร โดยดูจากพื้นที่สีเหลี่ยมที่ของค่อนทัว (Contour) กับพื้นที่ค่อนทัว (Contour) ว่ามีความต่างขนาดและความแตกต่างมากเท่าไร หรือใช้ขนาดความกว้างและยาวมาดูว่ามีขนาดเกินเท่าไรซึ่งจะตัดให้เป็นรูปภาพ นอกจากนี้ออกแบบการหมุนโดยสร้างค่อนทัว (Contour) บรรทัดและวัดความเอียงของแต่ละบรรทัดว่าเอียงเท่าไรจากนั้นจึงหมุนกลับในองศาตรงข้าม

3.2.2.1 การคัดเลือกข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลหนังสือที่ทางคณะผู้จัดทำนำมาใช้นั้นมีความหลากหลาย และบางเล่มมีหน้าหนังสือพื้นหลังสีที่ส่งผลให้การทำ OCR ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีด้วยนั้นจึงทำการคัดเลือกข้อมูลหนังสือเพื่อลดโอกาสที่จะเกิดคำผิดที่จะเกิดขึ้น โดยการทำการคัดเลือกข้อมูลที่เป็นหน้าสีน้ำเงิน เราได้นำค่าความถี่ของหน้าที่มีพื้นหลังสีมาเพื่อตัดภายนอกต่างๆ ให้เหลือแค่หน้าที่มีพื้นหลังสี หลายสีนั้นจะมีค่าความถี่กระจายอยู่ทั่วไปในขณะที่เราเป็นหน้าที่มีพื้นหลังสีเดียวมีค่าความถี่ในช่วงนั้นสูงตั้งรูป 3.3



รูปที่ 3.2: ภาพแสดงความถี่ของภาพพื้นหลังสีและภาพพื้นหลังขาวดำ

ขั้นตอนหลักการทำงานของการคัดเลือกข้อมูล

1. รับไฟล์รูปภาพมาแปลงเป็น Gray Scale และทำการปรับตัวแปรที่เป็นรูปภาพแบบ Gray Scale ให้เป็นอาร์เรย์มิติเดียว
2. ทำการนับความถี่ของค่าสีว่าแต่ละค่าสีนั้นมีจำนวนเท่าไหร่
3. นำค่าความถี่ของค่าสีที่มีความถี่สูงสุดมาคำนวณว่ามีค่ามากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพิกเซลทั้งหมดหรือไม่ ถ้าน้อยกว่าให้ข้ามการทำ OCR หน้านี้ไป

```
def skipPage(image):
    #skip image or difficult bg
    gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    flat = gray.flatten().tolist()
    (unique, counts) = np.unique(flat, return_counts=True)
    if max(counts)/len(flat)*100 < 10:
        return True
    return False
```

รูปที่ 3.3: ภาพแสดงขั้นตอนการคัดเลือกข้อมูล

3.2.2.2 การหมุนรูป

ในส่วนของการหมุนรูปนั้นจัดทำขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อมูลรูปภาพที่เกิดความผิดพลาดจากการสแกนส่งผลให้รูปที่ได้นั้นมีความเอียงและทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำ OCR เพื่อข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการทำ OCR มากที่สุด โดยจะมีวิธีการหาค่าองศาของแต่ละประ年之久คัดวิการนำจุด 2 ที่อยู่ในแนวระนาบเดียวกันมาทำการหา Arctan เพื่อหาองศาที่ทำให้บรรทัดนั้นตรง และนำค่าองศาแต่ละบรรทัดที่อยู่ในย่อหน้าเดียวกันมาหางศาสตร์เพื่อที่จะใช้การหมุนทั้งย่อหน้าให้ตรง

ขั้นตอนการหมุน

- เริ่มจากนำรูปภาพมาทำเป็นสองส่วนคือการทำขยายภาพ (Dilation) และกร่อนภาพ (Erosion) โดยที่รูปภาพที่ถูกขยายจะได้รูปที่มีการจับกลุ่มบรรทัดของอ่าน้ำ และรูปที่ถูกกร่อนจะได้รูปภาพที่มีการแยกบรรทัดข้อความกันอย่างชัดเจน และนำไปหาคุณทัว (Contour) โดยที่รูปภาพของการจับกลุ่มบรรทัดจะได้ผลลัพธ์ดังรูปภาพที่ 3.5 ทางด้านซ้าย และการแยกบรรทัดจะได้ผลลัพธ์ดังรูปภาพที่ 3.5 ทางด้านขวา

```
#use dilate for create externalCnt | erode for
kernalDilate = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT,(11,5))
kernalErode = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT,(21,3))
dilate = cv2.dilate(imageOCR,kernalDilate,iterations=3)
erode = cv2.erode(dilate,kernalErode,iterations=3)
h,w,c = image.shape

externalCnts = findContours(dilate, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
internalCnts = findContours(erode, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

รูปที่ 3.4: ภาพแสดงการทำกร่อนภาพ (Erosion) และการขยายภาพ (Dilation)



รูปที่ 3.5: ภาพแสดงการเปรียบเทียบการทำกร่อนภาพ (Erosion) และการขยายภาพ (Dilation)

- ทำการแยกรูปภาพและบรรทัดข้อความ ภายในคุณทัว (Contour) ที่ถูกกร่อน โดยการกำหนดค่าความสูงที่สุดและต่ำที่สุดไว้ ค่าอัตราส่วนระหว่างความสูงและความกว้าง โดยค่าที่กำหนดไว้เราได้มาจากการทำ Page dewarp ของ Matt Zucker [12] และนำมาระบุเพื่อให้แยกเป็นกลุ่มของข้อความและรูปภาพดังรูปภาพที่ 3.6

```
## Range of values
TEXT_MIN_WIDTH = 15      # min reduced px width of detected text contour
TEXT_MIN_HEIGHT = 2       # min reduced px height of detected text contour
TEXT_MIN_ASPECT = 1.5     # filter out text contours below this w/h ratio
TEXT_MAX_THICKNESS = 10   # max reduced px thickness of detected text contour
TEXT_MAX_HEIGHT = 100
```

รูปที่ 3.6: ภาพแสดงเกณฑ์การวัดบรรทัดของตัวอักษร

```
#find height and width to check that cnt is picture or text
height,width,xlow,ylow = findDistance(box,w,h)
if height < TEXT_MIN_HEIGHT or width < TEXT_MIN_WIDTH or width < TEXT_MIN_ASPECT*height or height > TEXT_MAX_HEIGHT:
    if height > TEXT_MAX_HEIGHT:
        internalNotText.append([(x+5,y+5),(x+w-5,y+5),(x+w-5,y+h-5),(x+5,y+h-5)])
        cv2.rectangle(imgNotText, (x+10, y+10), (x + w-10, y + h-10), (255,0,12),3)
    continue
internalText.append([box,xlow,ylow])
```

รูปที่ 3.7: ภาพแสดงการคัดแยกค่อนทัว (Contour) ที่ไม่ใช้ตัวอักษร

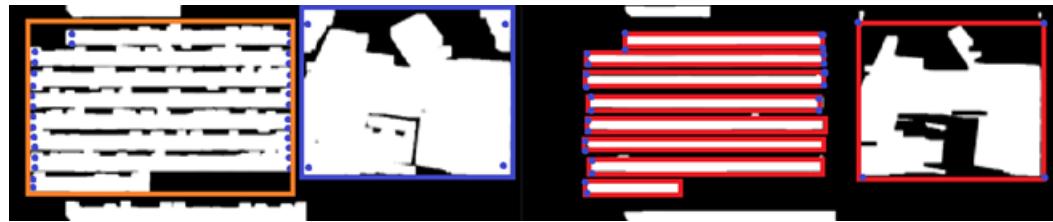
3. ทำการหา Mask เพื่อใช้ในการลบรูปภาพและคำนวณองศาของข้อความแต่ละบรรทัดภายในค่อนทัว (Contour) ของภาพที่ถูกขยาย (Dilation) นั้น โดยการลบรูปภาพจะทำโดยการระบุรูปภาพอยู่ภายในค่อนทัว (Contour) ใหม่ เพื่อจะนำมาเป็น mask สำหรับการลบรูปภาพออกด้วยวิธีการดูว่ามุมทั้ง 4 มุมของค่อนทัว (Contour) ที่ถูกแยกเป็นรูปภาพนั้นอยู่ภายในค่อนทัว (Contour) ภาพที่ถูกขยาย (Dilation) ครบทั้งสี่มุมหรือเปล่า ถ้าใช้แสดงว่าค่อนทัว (Contour) ภาพที่ถูกขยาย (Dilation) คือ mask ของรูปภาพที่จะต้องถูกลบ ให้สร้างค่อนทัว (Contour) ภาพที่ถูกขยาย (Dilation) นั้นลงไปบนรูปแต่ถ้าไม่ใช่ก็จะนำไปหาองศาของแต่บรรทัดข้อความและนำมาเฉลี่ยเป็นองศาที่ต้องหมุนสำหรับค่อนทัว (Contour) ภาพที่ถูกขยาย (Dilation) นั้น

```
for exCnt in externalCnts:
    val=False
    boundaryBox = cv2.boundingRect(exCnt)
    rect = cv2.minAreaRect(exCnt)
    box = np.int8(cv2.boxPoints(rect))
    polygon = Polygon(box)
    for index, notText in enumerate(internalNotText):
        p0 = Point(notText[0])
        p1 = Point(notText[1])
        p2 = Point(notText[2])
        p3 = Point(notText[3])
        val = p1.within(polygon) and p2.within(polygon) and p3.within(polygon) and p0.within(polygon)
        if val:
            cv2.drawContours(imgNotText,[box],-1,(255,255,255),-1)
            internalNotText.pop(internalNotText.index(notText))
            break
```

รูปที่ 3.8: ภาพแสดงการทำ Mask ในส่วนที่ไม่ใช้ตัวอักษร

```
if not val:
    externalBox.append(box)
    externalCntBox.append(boundaryBox)
    angle = []
    avgAngle=0
if len(internalText) == 0:
    angleBox.append(avgAngle)
for indexText, textBox in enumerate(internalText):
    p10 = Point(textBox[0][0])
    p11 = Point(textBox[0][1])
    p12 = Point(textBox[0][2])
    p13 = Point(textBox[0][3])
    val1 = p11.within(polygon) and p12.within(polygon) and p13.within(polygon) and p10.within(polygon)
    if val1:
        angleSingle = findAngle(textBox[1][0],textBox[2][0],textBox[1][1],textBox[2][1])
        angle.append(angleSingle)
        cv2.arroWnedLine(picture,(textBox[1][0],textBox[2][0]),(textBox[1][1],textBox[2][1]),(0,255,0),2)
    if len(internalText)-1 == indexText:
        if(len(angle) != 0):
            avgAngle = findAverageAngle(angle)
            angleBox.append(avgAngle)
```

รูปที่ 3.9: ภาพแสดงการคัดตัวอักษรเพื่อนำไปหาองศาในการหมุน



รูปที่ 3.10: ภาพแสดงจุดของค่อนทัว (Contour) เล็กในค่อนทัว (Contour) ใหญ่

- นำ Mask ที่เป็นรูปภาพนำมารอบโดยเมื่อได้ mask มา ก็จะนำไปลบออกจากรูปใหญ่ในรูปที่ 3.11 ซึ่งจะนำเอาก่อนทัว (Contour) ภาพที่ถูกขยาย (Dilation) ที่เป็นตัวอักษร (กรอบสีเขียว) มาลบออกจาก mask เดิม(กรอบสีแดง)ที่ได้สร้างไว้เพื่อกันการลบพื้นที่เป็นตัวอักษรดัง 3.12 ด้วยการใช้ฟังก์ชัน drawContour ก่อนจะนำ mask ที่ได้มาลบรูปออกทำให้ภาพในแต่ละหน้าหายไป เป็นผลลัพธ์ออกมาดัง 3.13

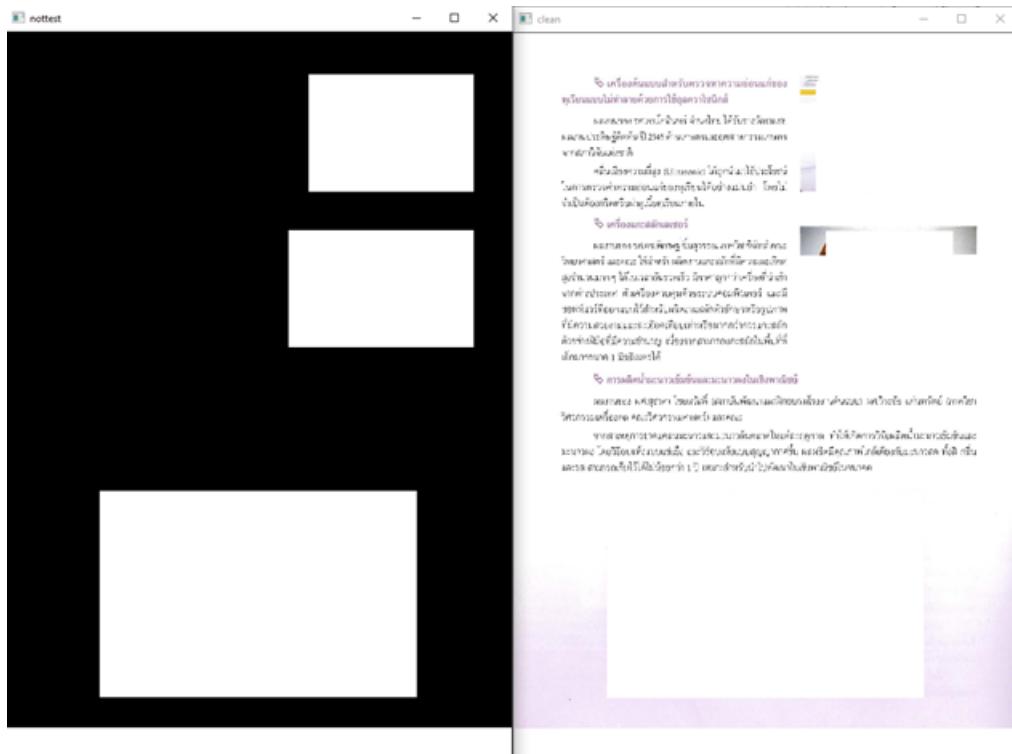
```
def removePicture(externalBox, imgNotText, image):
    for exBox in externalBox:
        cv2.drawContours(imgNotText,[exBox],-1,(0,0,0),-1)

    imgNotText = cv2.cvtColor(imgNotText, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    deleteImage = findContours(imgNotText, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

    for delIm in deleteImage:
        cv2.drawContours(image,[delIm],-1,(255,255,255),-1)

    return image
```

รูปที่ 3.11: ภาพแสดงฟังก์ชันการลบรูปภาพออกจากหนังสือ



รูปที่ 3.12: ภาพแสดงการสร้าง Mask เพื่อลบรูปภาพ



รูปที่ 3.13: ภาพแสดงการสร้าง Mask โดยวิธีที่ตัวอักษร

5. การหาค่าเฉลี่ยองศาในแต่ละรูปภาพที่ถูกขยาย (Dilation) ทำโดยการนำค่อนทัว (Contour) ของตัวอักษรแต่ละบรรทัดที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการรัดมุมและหมุนภาพ โดยการนำจุดสี่จุดของค่อนทัว (Contour) เล็กมาเฉลี่ย องศาในการหมุน เนื่องจากค่าจุดที่ได้จากการหา Minimum Area Rectangle นั้นอาจจะมีบางครั้งที่ค่าจุดที่ส่งมาไม่ได้เริ่มจากซ้ายบน ดังนั้นจุดและเว้นที่นำมาได้นั้นอาจจะทำให้ได้องศาในแนวตั้งมากได้ จึงต้องทำการกรองว่าองศาที่ได้ว่าตั้งจากหรือไม่ตั้งจากถ้าเป็นองศาส้างตั้งจากให้ทำการอธิบายจากแกน 90 องศา และถ้าไม่ใช้ก็เทียบจากแกนแนวโน้ม 0 องศาหรือ 180 องศา

```

def findAngle(x1,y1,x2,y2):
    angleCal = math.degrees(math.atan2(y2-y1,x2-x1))
    return angleCal

def findAverageAngle(angle):
    for key,val in enumerate(angle):
        if val > 135.0:
            angle[key] = 180-val
        elif 135> val > 45:
            angle[key]=90-val
        elif val<-135:
            angle[key]=180+val
        elif val<-45:
            angle[key]=90+val
        else:
            angle[key]=val
    angleAvg = (sum(angle)/len(angle))
    return angleAvg

```

รูปที่ 3.14: ภาพแสดงการหาองศาในการหมุน

3.2.2.3 การลบพื้นหลัง

ในส่วนของการลบพื้นหลังนั้นเป็นฟังก์ชันที่สร้างขึ้นมาเพื่อลบรายละเอียดที่มีรูปหรือลวดลาย ซึ่งมีผลต่อการแยกแยะและจำจัดตัวอักษร ซึ่งเป็นฟังก์ชันทางเลือกที่ทำขึ้นมาแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการลบรูปภาพ

ขั้นตอนการลบพื้นหลัง

1. แปลงรูปภาพสีให้กลายเป็นขาวดำจะทำให้ขั้นสีเหลือเพียงขั้นเดียวจากเดิมที่มี 3 ขั้นสีเป็น RGB เหลือเป็นค่า Gray scale ที่มีค่า 0-255 โดยที่ค่าเข้าใกล้ 0 คือสีดำและเข้าใกล้ 255 คือสีขาว
2. นำรูปภาพมาผ่านกระบวนการขยาย (Dilation) โดยกำหนดเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 5x5 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปภาพที่ [3.18](#)
3. นำรูปภาพ gray scale มาหารกับค่าที่ถูกขยาย (Dilation) มาโดยให้ scale อยู่ที่ 0 – 255 จะทำให้พื้นหลังหายไปเนื่องจากจะเห็นได้ว่าถ้าส่วนไหนของรูปภาพถูกขยาย (Dilation) ออกไปจะไม่ถูกลบเมื่อนำค่าพิกเซลล์(pixel) นั้นมาหารแต่ถ้าพื้นที่นั้นไม่ถูกขยาย (Dilation) ออกไปจะทำให้เมื่อนำค่าพิกเซลล์(pixel) มาหารจะทำให้พิกเซลล์(pixel) นั้นกลายเป็นสีขาวดังรูปภาพที่ [3.19](#)
4. นำรูปภาพที่ไม่มีพื้นหลัง ไปทำ threshold ให้รูปเหลือเพียงสีขาวกับสีดำ โดยเราจะทำเป็น THRESH_BINARY_INV ที่ทำให้ตัวอักษรเป็นสีขาวและพื้นหลังเป็นสีดำเพื่อนำไปใช้ในการหา contour (Contour) ต่อ

```
def removeBG(picture):
    gray = cv2.cvtColor(picture, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    # apply morphology
    kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (5, 5))
    morph = cv2.morphologyEx(gray, cv2.MORPH_DILATE, kernel)
    # divide gray by morphology image
    division = cv2.divide(gray, morph, scale=255)
    # threshold
    return cv2.threshold(division, 0, 255, cv2.THRESH_OTSU + cv2.THRESH_BINARY_INV)[1]
```

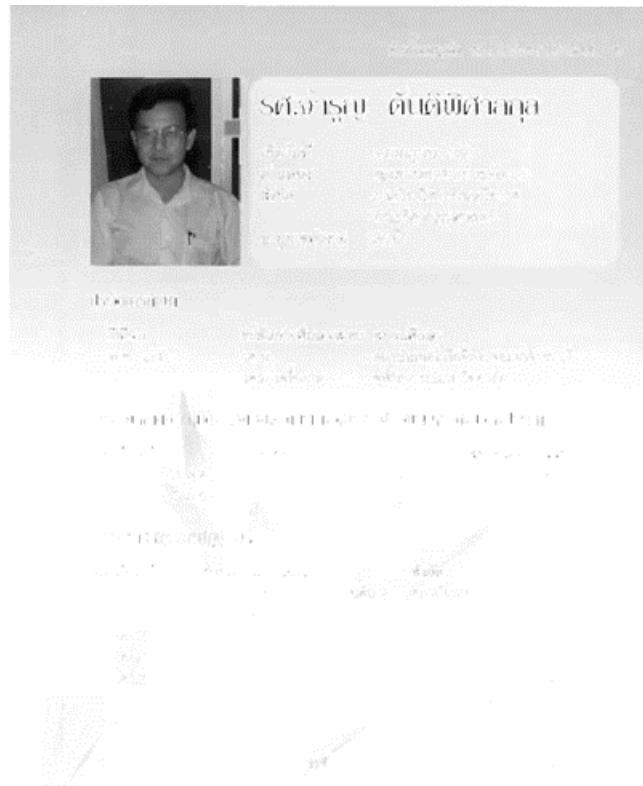
รูปที่ 3.15: ภาพแสดงขั้นตอนในการลบพื้นหลังสี



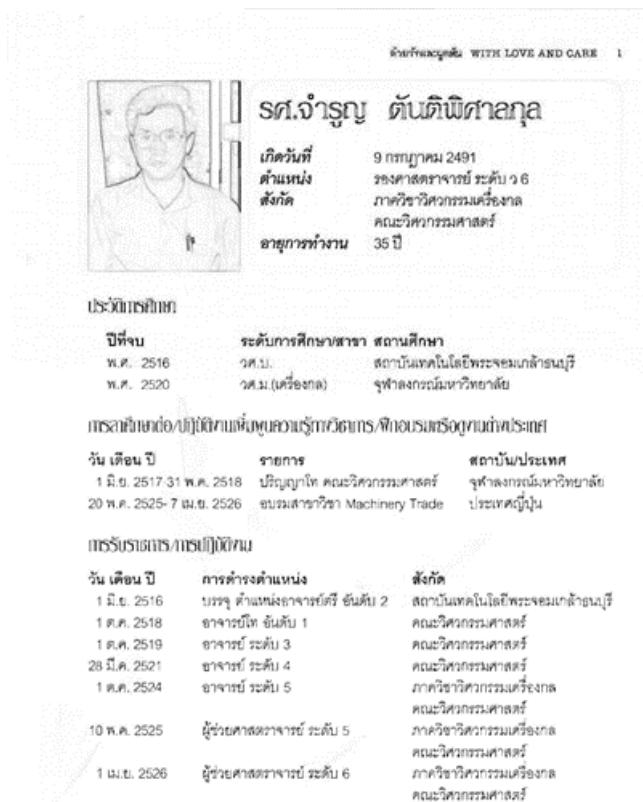
รูปที่ 3.16: รูปภาพสีก่อนถูกนำเข้ามาทำการลบพื้นหลัง



รูปที่ 3.17: รูปภาพการแปลงภาพสีเป็น gray scale



รูปที่ 3.18: รูปภาพที่ผ่านการทำกราฟฟิกโดยใช้รูปแบบสี่เหลี่ยมขนาด 5x5



รูปที่ 3.19: รูปภาพที่ผ่านการลบพื้นหลัง



รูปที่ 3.20: รูปภาพที่ผ่านทำการ threshold แบบ THRESH_BINARY_INV

3.2.3 การแปลงข้อมูลรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล

สำหรับการแปลงข้อมูลรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลจะใช้ Tesseract OCR โดยจะใช้รูปภาพที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลรูปภาพและประযุกต์แปลงอອกมาได้จัดเก็บไว้ใช้งานต่อไป

3.2.4 การเตรียมข้อมูลตัวอักษร

สำหรับการเตรียมข้อมูลตัวอักษรจัดทำเพื่อให้ข้อมูลเหมาะสมสำหรับการค้นหาเพื่อสร้างคำสำคัญของหนังสือ โดยเราจะนำหลักการของ การทำ Tokenizer มาใช้ ซึ่งหลักการนี้จะมีรูปแบบแตกต่างกันออกไปในแต่ละภาษาที่จะใช้ โดยภาษาที่เราจะใช้มีภาษาไทย และภาษาอังกฤษ อันดับแรกของกระบวนการทำคือการตัดคำ จากรูปประโยคซึ่งระหว่างแต่ละภาษาจะมีรูปแบบต่างกัน เราจึงต้องนำอัลกอริทึมที่เรียกว่า Deepcut เข้ามาย่วยในการตัดแบ่งคำ หลังจากการตัดคำเราต้องจัด การกันคำที่สื่อความหมายใกล้เคียงกันแต่รูปแบบการเขียน ที่แตกต่างกันอย่าง รูปแบบตัวใหญ่ตัวเล็ก คำที่อยู่ในรูปนาม กริยา กรรมแต่สื่อความหมายถึงสิ่งเดียวกัน การจัดการคำที่ไม่มีความหมาย แต่เป็นคำสำคัญรูปแบบการพูดเท่านั้น การแก้คิดคำสำคัญที่สแกนมาผิดพลาดให้ถูกต้อง เป็นคำที่ถูกต้อง ซึ่งการเข็คคำในส่วนนี้จะ 'ไม่' สามารถเข็คคำเฉพาะได้อย่างเช่น ชื่อคน เราจึงต้องมีการเข็คคำเฉพาะอีกรอบ และส่วนสุดท้ายผู้ใช้งานจะมีสิทธิในการเข็คคำอีกรอบในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อลดการแก้คำผิดที่ไม่สามารถแก้ได้ทั้งหมด

ขั้นตอนการตัดแบ่งคำและการแก้ไขคำผิด

- นำแต่ละประโยคในหน้าบันทึกมาทำการตัดคำโดยใช้อัลกอริทึม Deepcut

2. การจัดการตัวอักษรที่เรไม่ต้องการใช้และถือเป็นตัวอักษรที่ผิดพลาดที่เกิดจากการทำ OCR อย่างเช่น รูปแบบตัวอักษรลาติน ตัวอักษรที่เป็นรูปแบบสัญลักษณ์พิเศษ การจัดการรูปตัวอักษรตัวเล็กตัวใหญ่
3. การค้นหาคำเฉพาะโดยการดูจากบริบทของคำ กรณีภาษาอังกฤษจะเป็นคำที่มีตัวอักษรแรกเป็นตัวใหญ่ และในกรณีของการใช้จุด “.” ของทั้งสองภาษาจะถือว่าเป็นคำเฉพาะเช่นเดียวกัน
4. นำคำที่ถูกแยกออกมาจากกรูปประโยคมาแก้ไขจากคำที่ผิดให้เป็นคำที่ถูกต้อง ซึ่งก่อนแก้ไขต้องระบุว่าคำที่จะแก้ไขเป็นภาษาชนิดใด โดยภาษาไทยจะมีวิธีการตรวจสอบโดยที่คำนั้นจะต้องมีทุกตัวอักษรเป็นภาษาไทยทั้งหมดจึงจะนับว่าเป็นภาษาไทย นอกจากนี้จากนั้นจะนับเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด
5. นำคำที่ถูกแก้คำแล้ว มาแก้คำเฉพาะอีกรังนึงเนื่องจากจะมีบางคำที่ไม่สามารถแก้ได้อย่าง ชื่อคนสำคัญ ชื่อมหาวิทยาลัย โดยใช้หลักการ Minimum edit distance
6. นำผลลัพธ์ที่ได้ส่งไปยังขั้นตอนให้ผู้ใช้ตรวจสอบเพื่อเช็คคำผิดอีกครั้ง
7. นำผลลัพธ์ที่ผู้ใช้งานตรวจสอบและแก้ไขมาทำการลบคำที่เป็น stop word
8. นำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำข้อที่ 7 เข้าสู่ระบบ

3.2.5 การคำนวณค่าความสำคัญของคำตามที่ปรากฏในเอกสาร

หลังจากการเตรียมข้อมูลตัวอักษร จะนำผลลัพธ์ที่ได้จะนำเข้ากระบวนการคำนวณค่าความสำคัญของคำตามที่ปรากฏในเอกสาร โดยอัลกอริทึม TF-IDF ซึ่งจะถูกเก็บในรูปแบบของ Inverted index ซึ่งในกรณีจากที่กล่าวจะเป็นรูปแบบการสร้างคำสำคัญ ของระบบที่สร้างเอง แต่จะมีส่วนของการสร้างคำสำคัญ ที่ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มเข้าไปในระบบเองได้

ขั้นตอนการคำนวณค่าความสำคัญของคำตามที่ปรากฏในเอกสาร

1. นำคำที่ได้จากการเตรียมข้อมูลตัวอักษร มาทำการคำนวณผ่านอัลกอริทึม TF-IDF เพื่อสร้างค่าคะแนนขึ้นมา
2. นำคำสำคัญผลลัพธ์ที่ได้มาให้ผู้ใช้ตรวจสอบใน 10 อันดับ และสามารถ เพิ่ม ลด แก้ไขได้ โดยที่ระบบจะทำการปรับแก้ค่าคะแนนของคำสำคัญที่ผู้ใช้งานจัดการในหนังสือ สามารถถูกลบค่าน้ำหน้าได้ถ่ายกัวคำสำคัญที่ระบบเป็นสร้างขึ้นมาเอง

3.2.5.1 การอัพเดทค่าคะแนน TF-IDF

เนื่องจากการที่มีหนังสือเพิ่มเข้ามาในระบบจะทำให้ผลลัพธ์คะแนน TF-IDF เปลี่ยนทั้งระบบจึงทำให้จำเป็นต้องมีการคำนวณใหม่เพื่อความแม่นยำในการค้นหาแต่เนื่องจากถ้าระบบมีหนังสือจำนวนมากยิ่งขึ้นทางผู้ดูแลทำจึงปรับเปลี่ยนการอัพเดทคะแนนเป็น 1 ครั้งต่อวันโดยที่จะคำนวณคะแนนในช่วงเวลากลางคืนเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบกับผู้ใช้งาน และในส่วนการเพิ่มข้อมูลเข้ามาใหม่คำที่อยู่ภายในหนังสือนั้นจะถูกคำนวณและอัพเดตค่าใหม่ทันทีส่วนคำอื่นนั้นจะต้องรอเวลาที่กำหนดเพื่อที่จะอัพเดตค่า TF IDF และ TF-IDF

3.2.6 การค้นหา

ในส่วนของระบบการค้นหานั้น จะมีระบบการกรองไว้ให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะค้นหาหนังสือในหัวข้อไหน ซึ่งสามารถกรองหัวข้อได้มากกว่า 1 ครั้ง ต่อการค้นหา 1 รอบ โดยระบบการค้นหาจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ในส่วนแรกจะเป็นค้นหาในรูปแบบของ Cosine Similarity ซึ่งจะถูกทำ Tokenizer เพื่อให้การค้นหาของผู้ใช้งานตรงกับฐานข้อมูลมากที่สุด แต่จะไม่ทำการแก้ไขคำเพื่อไม่ให้จุดประสงค์ของการค้นหาถูกเปลี่ยนไปจากเดิม หลังจากนั้นการค้นหาในระบบยังสามารถค้นหาคำใกล้เคียงที่สื่อความหมายแบบเดียวกันจากคำเดิม เพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุมหนังสือมากขึ้น และส่วนที่สองจะเป็นการกรองผลลัพธ์ทำให้ผู้ใช้สามารถลดผลลัพธ์ที่ไม่เกี่ยวข้องจำนวนมากได้หลังน้อยลงเพื่อจ่ายต่อการค้นหา เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการค้นหาเสร็จสิ้นระบบจะทำการส่งหนังสือที่เกี่ยวข้องกับมาให้ผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการทำระบบการค้นหา

1. แบ่งแยกประเภทการค้นหาของผู้ใช้ว่ามีค้นหา และการกรองทั้งหมดกีรูปแบบ
2. นำรูปประโภค หรือคำ จากรูปแบบการค้นหาที่ได้จากผู้ใช้ไปทำการ ตัดคำฝ่าย Deepcut และหาคำที่มีความเหมือนจาก Word2vec
3. จากผลลัพธ์จะได้คำที่สามารถนำไปหาคะแนนเพื่อเข้ากระบวนการคิดแบบโคไซน์มิลาริตี้ (Cosine Similarity) ดังสมการ 3.1 และสามารถได้หนังสือที่เกี่ยวข้องพร้อมอันดับความเกี่ยวข้องของหนังสือนั้น ๆ
4. จากผลลัพธ์จะได้หนังสือที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นหากผู้ใช้ต้องการกรองผลลัพธ์เหล่านี้ระบบจะต้องนำหนังสือไปตรวจสอบว่าหนังสือใดบ้างที่ตรงตามเงื่อนไข
5. นำผลลัพธ์ที่ได้ส่งคืนให้กลับผู้ใช้งาน

$$sim(\vec{q}, \vec{d}) = \frac{\sum_{i=1}^{|v|} q_i d_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{|v|} q_i^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{|v|} d_i^2}} \quad (3.1)$$

3.2.6.1 การทำโมเดล Word2vec

โดยเราได้เตรียมข้อมูลที่จะนำมาสร้างโมเดลเป็นข้อมูลหนังสือกดเทาและรายงานประจำปีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวนทั้งหมด 43 เล่ม โดยจะเป็นการนำข้อมูลที่ถูกกระบวนการ OCR และการเตรียมข้อมูลตัวอักษร มาตัดแบ่งคำเว้นช่องว่าง และขั้นบรรทัดใหม่ โดยจะใช้ Library genism ในสร้างโมเดลโดยมีการกำหนด window size เท่ากับ 2 และคำต้องมีกล่าวถึงมากกว่า 5 ครั้งโดยทำเป็นลักษณะ CBOW (Continuous Bag of Words)

ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลที่นำมาสร้างโมเดล

1. ทำการแปลงไฟล์หนังสือ PDF ที่ต้องการเป็นไฟล์รูปภาพ
2. นำรูปภาพผ่านการเตรียมข้อมูลรูปภาพ ในการลบพื้นหลังของรูป
3. ทำการหาคอนทัวร์ (Contour) ในลักษณะสี่เหลี่ยมขนาด 5×5 เพื่อเอาไปใช้ในการตัดแบ่งประโยค
4. ทำการนำประโยคที่ถูกตัดมาทำการ OCR
5. นำแต่ละประโยคเข้ากระบวนการเตรียมข้อมูลตัวอักษร ในการตัดคำในรูปประโยค
6. นำคำไปจัดการตัวอักษรที่เรามีต้องการใช้และถือเป็นตัวอักษรที่ผิดพลาดที่เกิดจากการทำ OCR
7. นำคำมาตรวจสอบแก้ไขคำผิดที่เกิดขึ้น
8. ทำการเว้นช่องว่างระหว่างคำ และขั้นบรรทัดใหม่เมื่อขึ้นประโยคใหม่เพื่อที่เอามาใช้งานสำหรับการสร้างโมเดล
9. ทำการเขียนเพิ่ลงไปในไฟล์ corpus

3.2.7 การจัดการหนังสือดิจิทัล

ในการจัดการข้อมูลหนังสือภายในระบบจะแบ่งทั้ง 3 ส่วนนั้นคือ 1. การเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบ 2. การแก้ไขหนังสือภายในระบบ 3. การลบหนังสือออกจากระบบ ส่วนที่ 1. ใน การเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้งานจะต้องอัปโหลดไฟล์หนังสือในรูปแบบ PDF และกรอกรายละเอียดของหนังสือเพื่อเข้าสู่กระบวนการแปลงข้อมูลในหนังสือ (Digitization) ต่อไปจะเป็นการเตรียมข้อมูลรูปภาพ ก่อนที่จะนำมาทำการแปลงภาพเป็นตัวอักษรเพื่อที่จะได้ข้อมูลดิจิทัลจากหนังสือที่ผู้ใช้เพิ่มเข้าสู่ระบบหลังจากนั้นจะเป็นการเตรียมข้อมูลตัวอักษร และให้ผู้ใช้งานได้ตรวจสอบแก้ไข ตรวจสอบคำอ่านนึงครั้งก่อนที่นำคำเหล่านี้ไปแผ่นกระบวนการสร้างคำสำคัญ เพื่อหาคำสำคัญในหนังสือโดยให้ผู้ใช้งานได้ตรวจสอบแก้ไข หรือเพิ่มเติมก่อนจะสืบสุกการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบ ในส่วนที่ 2 การแก้ไขหนังสือภายในระบบผู้ใช้งานสามารถค้นหาหนังสือภายในระบบเพื่อนำมาแก้ไขรายละเอียดที่ผู้ใช้งานกรอกเท่านั้นแต่ไม่สามารถแก้ไขคำที่ถูกแปลงออกมาเป็นดิจิทัลลักษณะนี้ได้ และส่วนสุดท้ายการลบหนังสือในระบบผู้ใช้งานสามารถลบหนังสือภายในระบบได้โดยการรันหนังสือที่ต้องการและกดลบหนังสือนั้นออกจากระบบโดยเมื่อมีการลบหนังสือออกจะลบคำที่มีอยู่ในหนังสือออกไปจากระบบเช่นกัน

3.2.8 Login

ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในระบบโดยเมื่อผู้ใช้งานทำการเข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านแล้วจะได้รับ “Token” เพื่อที่จะใช้สำหรับการยืนยันตัวตนในการใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในระบบและผู้ใช้งานจะสามารถออกจากระบบที่ได้

3.3 System requirements

ผู้ใช้งาน

ใช้งานได้บนระบบ web browser

- Google Chrome เวอร์ชัน 84.0 ขึ้นไป
- Microsoft Edge เวอร์ชัน 83.0 ขึ้นไป
- Firefox เวอร์ชัน 75.0 ขึ้นไป

ผู้ใช้ซอฟต์แวร์

ทางด้านฮาร์ดแวร์

- CPU: Intel or AMD processor with 64-bit โดยที่ต้องมี 4 Core ขึ้นไป
- GPU: NVIDIA 1050ti or higher
- Disk Storage: 10 GB
- RAM: 8GB or higher

ทางด้าน Software แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ Python และ JavaScript

1. Python Backend

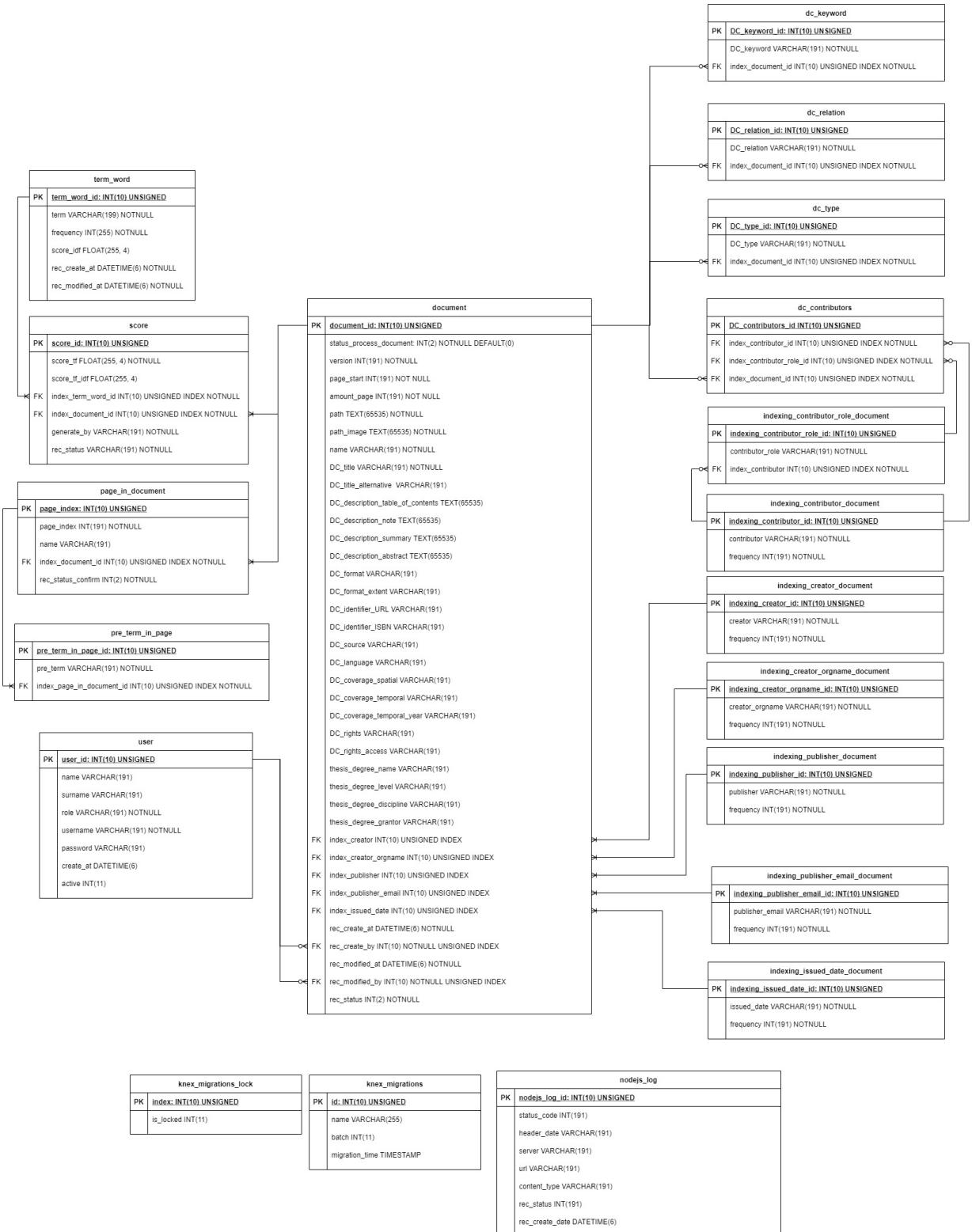
- Python เวอร์ชัน 3.7.5

- Tensorflow เวอร์ชัน 2.3.1
- DeepCut เวอร์ชัน 0.7
- Django เวอร์ชัน 3.1.3
- Djangorestframework เวอร์ชัน 3.12.2
- Django-cors-headers เวอร์ชัน 3.5.0
- Pythainlp เวอร์ชัน 2.2.5
- Pyspellchecker เวอร์ชัน 0.5.5
- nltk เวอร์ชัน 3.5.0
- mysqlclient เวอร์ชัน 2.0.1
- pillow เวอร์ชัน 8.0.1
- shapely เวอร์ชัน 1.7.1
- pytesseract เวอร์ชัน 5.0.0 beta
- opencv-python เวอร์ชัน 4.4.0.46
- pdf2image เวอร์ชัน 1.14.0
- scipy เวอร์ชัน 1.5.4

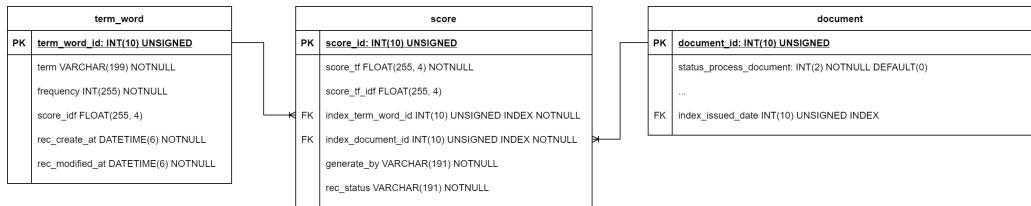
2. JavaScript Backend and Frontend

- nodejs เวอร์ชัน 12.16.3
- apollo-server-express เวอร์ชัน 2.19.0
- axios เวอร์ชัน 0.20.0
- cors เวอร์ชัน 2.8.5
- dotenv เวอร์ชัน 8.2.0
- express เวอร์ชัน 4.17.1
- graphql เวอร์ชัน 15.4.0
- jsonwebtoken เวอร์ชัน 8.5.1
- knex เวอร์ชัน 0.21.5
- morgan เวอร์ชัน 1.10.0
- mysql2 เวอร์ชัน 2.2.1
- password-hash เวอร์ชัน 1.2.2
- react เวอร์ชัน 16.13.1
- react-hook-form เวอร์ชัน 6.3.1
- react-router-dom เวอร์ชัน 5.2.0
- styled-components เวอร์ชัน 5.1.1
- props-types เวอร์ชัน 15.7.2

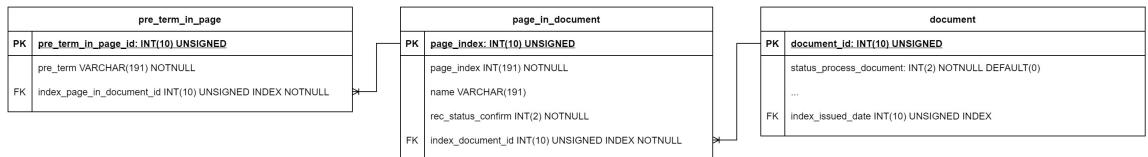
3.4 โครงสร้างฐานข้อมูล



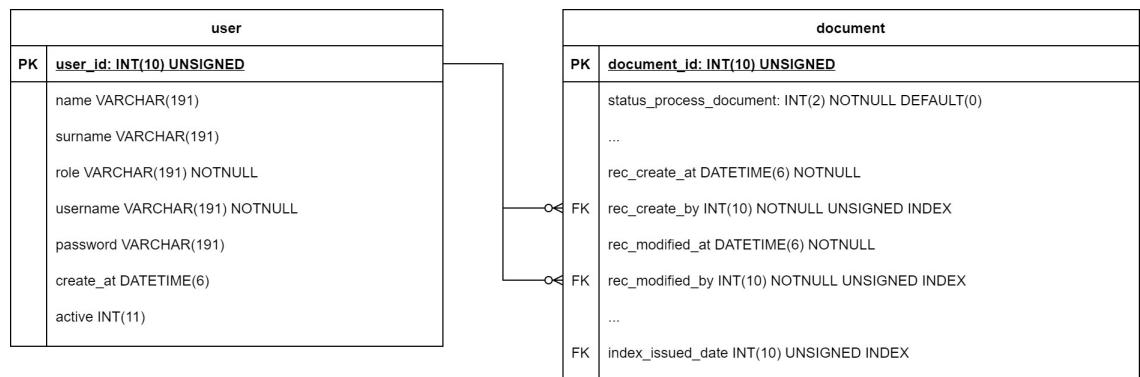
รูปที่ 3.21: แสดง ER Diagram ของฐานข้อมูล



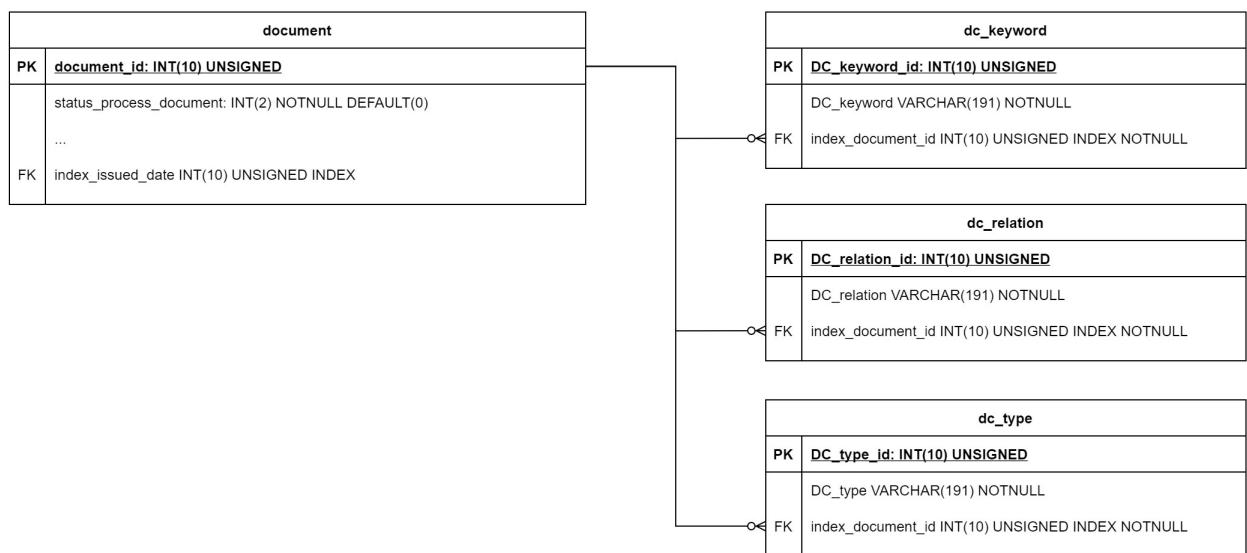
รูปที่ 3.22: แสดง ER Diagram ส่วนของคิร์เริດและคงเนนความสำคัญในระบบ



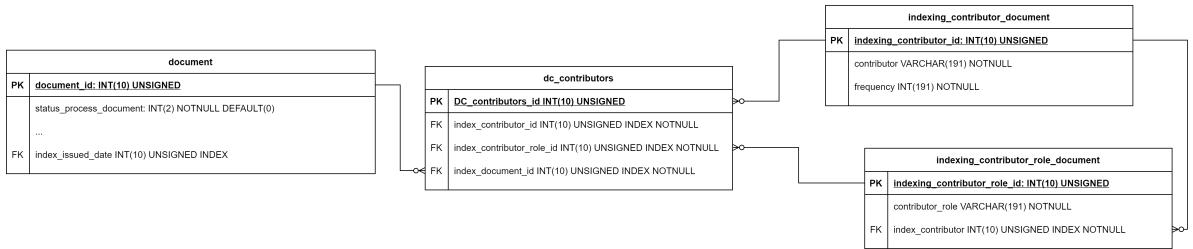
รูปที่ 3.23: แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บคำจากแต่ละหน้าที่แปลงมาจากหนังสือ



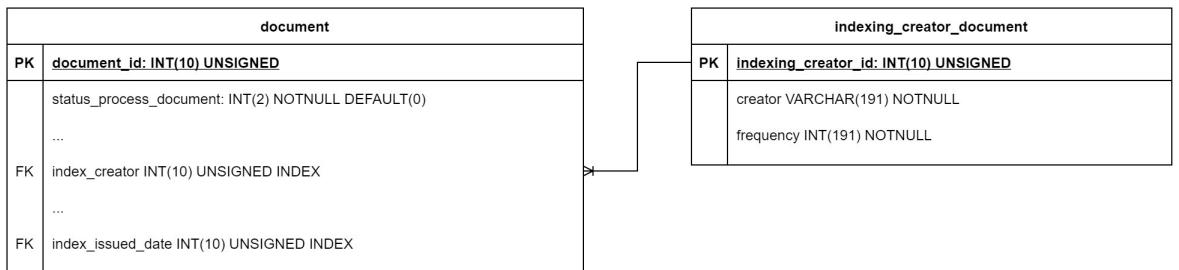
รูปที่ 3.24: แสดง ER Diagram ส่วนของประวัติของผู้ใช้งานมีการสร้างหรือแก้ไขหนังสือ



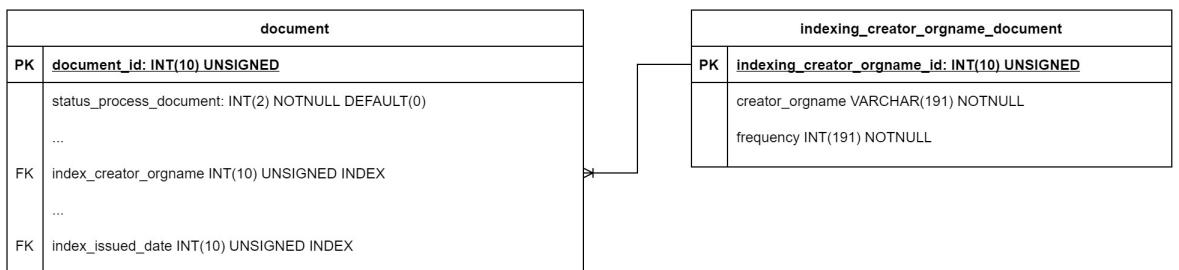
รูปที่ 3.25: แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บข้อมูล keyword, relation, type ของหนังสือ



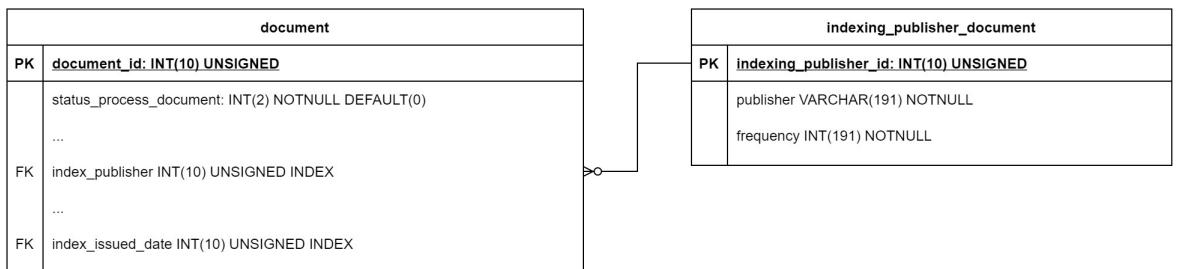
รูปที่ 3.26: แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บข้อมูล Contributors ว่ามีความเกี่ยวข้องกับหนังสือไหนบ้าง



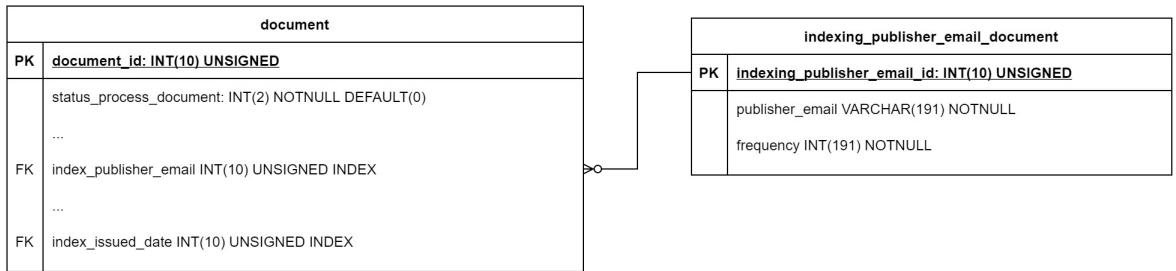
รูปที่ 3.27: แสดง ER Diagram ส่วนของ Creator มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือไหนบ้าง



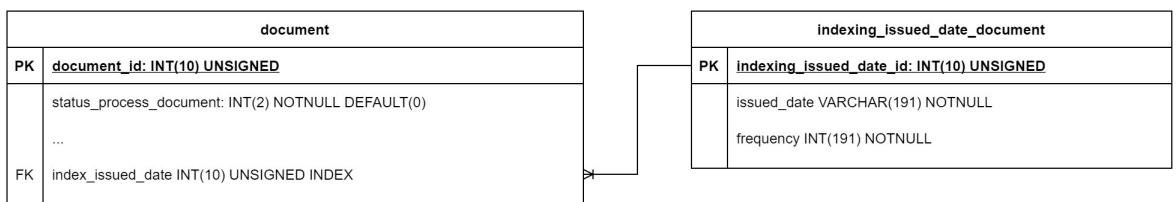
รูปที่ 3.28: แสดง ER Diagram ส่วนของ Creator Organized Name มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือไหนบ้าง



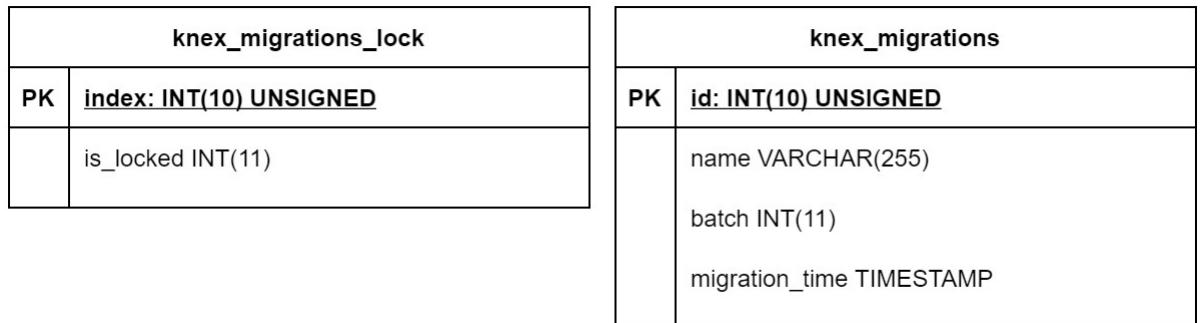
รูปที่ 3.29: แสดง ER Diagram ส่วนของ Publisher มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือไหนบ้าง



รูปที่ 3.30: แสดง ER Diagram ส่วนของ Publisher Email มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในบ้าง



รูปที่ 3.31: แสดง ER Diagram ส่วนของ Issued Date มีความเกี่ยวข้องกับหนังสือในบ้าง



รูปที่ 3.32: แสดง ER Diagram ส่วนของ Knex module ที่ใช้สำหรับ Migration ฐานข้อมูล

| nodejs_log | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PK | nodejs_log_id: INT(10) UNSIGNED |
| | status_code INT(191) header_date VARCHAR(191) server VARCHAR(191) url VARCHAR(191) content_type VARCHAR(191) rec_status INT(191) rec_create_date DATETIME(6) |

รูปที่ 3.33: แสดง ER Diagram ส่วนของการเก็บประวัติการ HTTP Request NodeJS ไปยัง Django

3.4.1 Database Structure

รูปที่ 3.21 แสดงฐานข้อมูลของทั้งระบบโดยจะมีหลัก ๆ ทั้งหมดสามส่วน ทางด้านฝั่งขวาของตาราง document จะเป็นตารางที่เก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากตาราง document และส่วนทางด้านฝั่งซ้ายของตาราง document สำหรับการเก็บข้อมูลในด้านของการทำระบบการเก็บคำจากหนังสือที่ถูกใส่ลงมาในระบบ ระบบการแปลงคำเป็นคีย์เวิร์ดและคะแนน TF-IDF ที่นำมาใช้สำหรับการค้นหาหนังสือ ระบบจัดการฐานข้อมูลผู้ใช้งาน และการตรวจสอบความผิดพลาดที่มีโอกาสจากการสร้างคีย์เวิร์ด และส่วนสุดท้ายที่เป็นตารางที่ไม่มีการเชื่อมโยงกับตารางใด ๆ จะมีไว้สำหรับการทำระบบฐานข้อมูล และระบบตรวจสอบ HTTP Request ของทาง NodeJS

รูปที่ 3.22 จะเป็นส่วนของคีย์เวิร์ด และคะแนนเพื่อนำมาใช้สำหรับการค้นหาหนังสือของระบบนี้ โดยจะมีทั้งหมดสามตาราง document, term_word, score ตาราง document จะเป็นตารางที่เก็บข้อมูลของหนังสือไว้ ส่วนตาราง term_word จะเป็นการเก็บคีย์เวิร์ด และคะแนน IDF สำหรับการลดความสำคัญของคีย์เวิร์ดนั้น ๆ ไว้ซึ่งทั้งสองตารางนี้จะเป็นความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง score ที่จะมีคะแนนสำหรับระบบการค้นหาเก็บเอาไว้ ที่มีความสัมพันธ์แบบนี้เนื่องจากในแต่ละคีย์เวิร์ดมีโอกาสพบได้ในหลายหนังสือ และหนังสือเองก็สามารถมีได้หลายคีย์เวิร์ด เนื่องจากแต่ละคีย์เวิร์ดที่อยู่ต่างหนังสือกันจะมีคะแนนไม่เท่ากัน

รูปที่ 3.23 จะเป็นส่วนของการเก็บคำที่แปลงมาจากหนังสือไว้โดยเริ่มที่ตาราง document จะที่สามารถบอกได้ว่าหนังสือไหน ที่จะมีความพันธ์ one to many ไปยังตาราง page_in_document ที่จะเป็นตารางที่บอกร่องหน้าต่าง ๆ ในหนังสือนั้น และยังมีความสัมพันธ์ one to many ต่อไปยังตาราง per_term_in_page ที่จะมีค่าต่าง ๆ เก็บเอาไว้ ดังนั้นจะเป็นความสัมพันธ์ที่หนังสือนั้นจะสามารถมีได้หลายหน้าแล้วแต่ละหน้าเองก็จะมีค่าต่าง ๆ ที่แปลงออกมากถูกเก็บเอาไว้

รูปที่ 3.24 จะเป็นความสัมพันธ์ของบัญชีผู้ใช้กับหนังสือ โดยจะมีตาราง user ที่จะเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานที่มีความสัมพันธ์แบบ one to many ไปยังตาราง document ที่จะเก็บต้องเก็บข้อมูลของผู้ใช้ไว้ผู้ใช้คนไหนเป็นคนสร้าง หรือแก้ไขหนังสือนี้ ซึ่งบัญชีผู้ใช้สามารถสร้างหรือแก้ไขหนังสือได้หลายหนังสือ

รูปที่ 3.25 จะเป็นส่วนของข้อมูลของตาราง Document เมื่อกันแต่เนื่องจากข้อมูลมีมากกว่าหนึ่งทำให้ต้องสร้างความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง dc_keyword, dc_relation, dc_type ซึ่งจะเป็นข้อมูลคีย์เวิร์ด ความสัมพันธ์ และประเภทของหนังสือตามลำดับ

รูปที่ 3.26 จะเป็นการเก็บข้อมูลของ Contributor โดยจะมีตารางแยกเพื่อเก็บของสัมพันธ์ของทั้งสองด้านเนื่องจากในเอกสารสามารถมี contributor ได้หลายคน และ contributor สามารถมีหลายเอกสารเช่นกัน โดยที่ contributor จะมี role เป็นของตัวเองซึ่งสามารถมี

略有 role เช่น กันทำให้ต้องมีตาราง รองรับเพิ่ม แต่เนื่องจากในเอกสารเล่มนึงนั้น contributor จะสามารถมี role ได้แค่อย่างเดียวเท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่ามีการเขียน role อีกครั้งเพื่อระบุให้แต่ละเอกสารอย่างเฉพาะเจาะจง

รูปที่ 3.27 จะเป็นส่วนของการเก็บความสัมพันธ์ระหว่าง Creator กับหนังสือ เนื่องจาก Creator สามารถมีเดิ้ลลายหนังสือทำให้ตาราง indexing_creator_document จะเป็นความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง document

รูปที่ 3.28 จะเป็นส่วนของการเก็บความสัมพันธ์ระหว่าง Creator orgname กับหนังสือเนื่องจาก Creator orgname สามารถมีเดิ้ลลายหนังสือทำให้ตาราง indexing_creator_orgname_document จะเป็นความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง document

รูปที่ 3.29 จะเป็นส่วนของการเก็บความสัมพันธ์ระหว่าง Publisher กับหนังสือ เนื่องจาก Publisher สามารถมีเดิ้ลลายหนังสือทำให้ตาราง indexing_publisher_document จะเป็นความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง document

รูปที่ 3.30 จะเป็นส่วนของการเก็บความสัมพันธ์ระหว่าง Publisher Email กับหนังสือ เนื่องจาก Publisher Email สามารถมีเดิ้ลลายหนังสือทำให้ตาราง indexing_publisher_email_document จะเป็นความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง document

รูปที่ 3.31 จะเป็นส่วนของการเก็บความสัมพันธ์ระหว่าง Issued Date กับหนังสือ เนื่องจาก Issued Date สามารถมีเดิ้ลลายหนังสือทำให้ตาราง indexing_issued_date_document จะเป็นความสัมพันธ์แบบ one to many กับตาราง document

รูปที่ 3.32 จะเป็นสองตารางที่บันทึกการจัดการฐานข้อมูลของเครื่องมือที่ชื่อว่า Knex ที่จะทำการจัดการสร้างฐานข้อมูล ด้วยคำสั่ง Migration เล้าหลังจากทำการคำสั่งเสร็จสิ้นจะเก็บบันทึกไว้

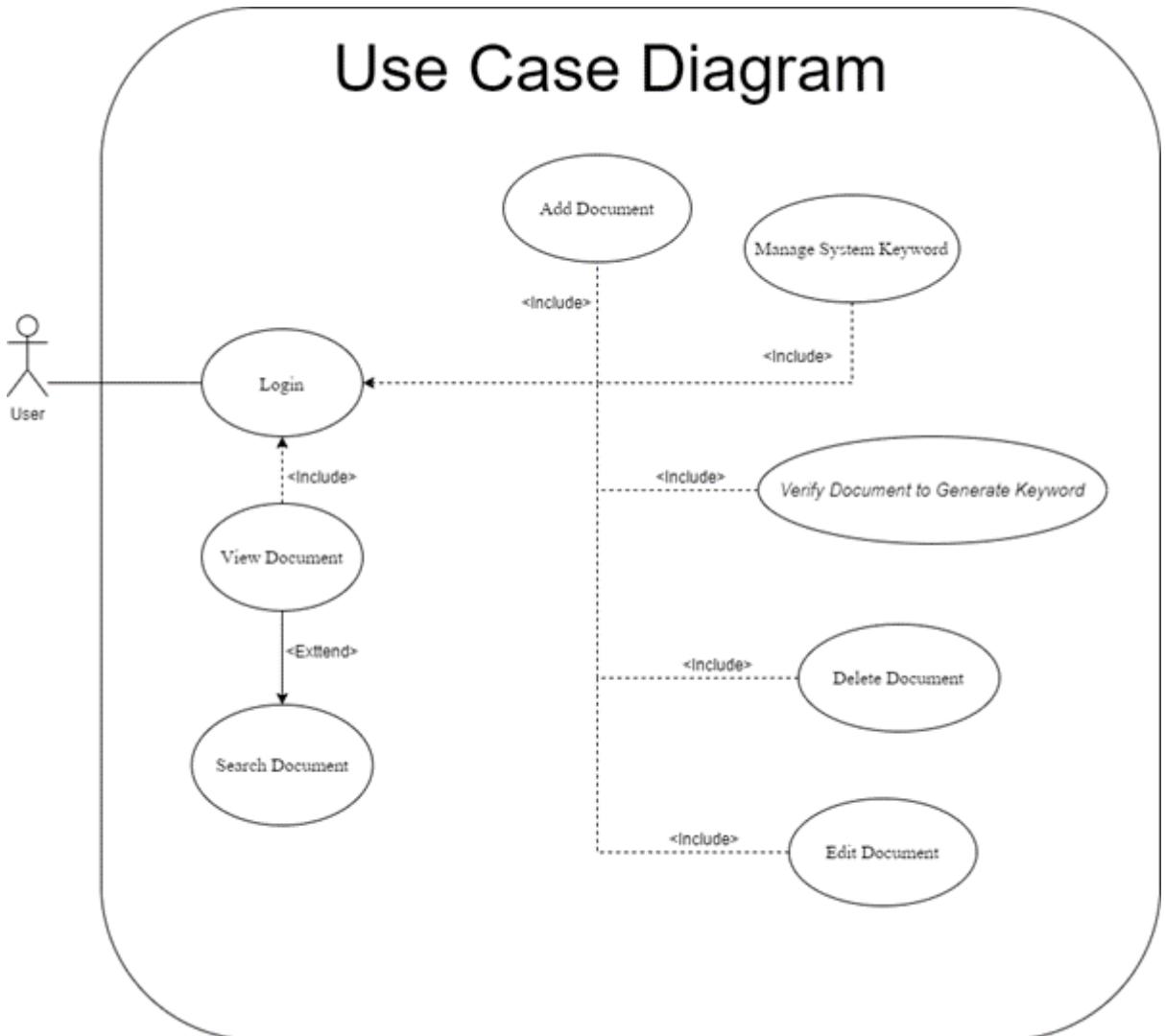
รูปที่ 3.33 จะเป็นตารางสำหรับการเก็บ HTTP Request จาก NodeJS ที่ส่งไปทางฝั่งของ Django ซึ่งจะถูกเก็บข้อมูลไว้ในตารางนี้

3.4.2 Database Dictionary

ในส่วนของการอธิบายถึงชื่อของคอลัมน์ ความหมายและลักษณะการเก็บข้อมูลภายใต้ฐานข้อมูลโดยที่ตารางมีทั้งหมด 18 ตารางจะอยู่ในส่วนของภาคผนวก

3.5 UML Design

3.5.1 Use case diagram



รูปที่ 3.34: Use case diagram

3.5.2 Sequence diagram

3.5.2.1 Use case Add Document

Scenario 1: เพิ่มหนังสือ/หนังสือเข้าสู่ระบบ

Goal: เพิ่มข้อมูลของหนังสือเข้าไปอยู่ในระบบ

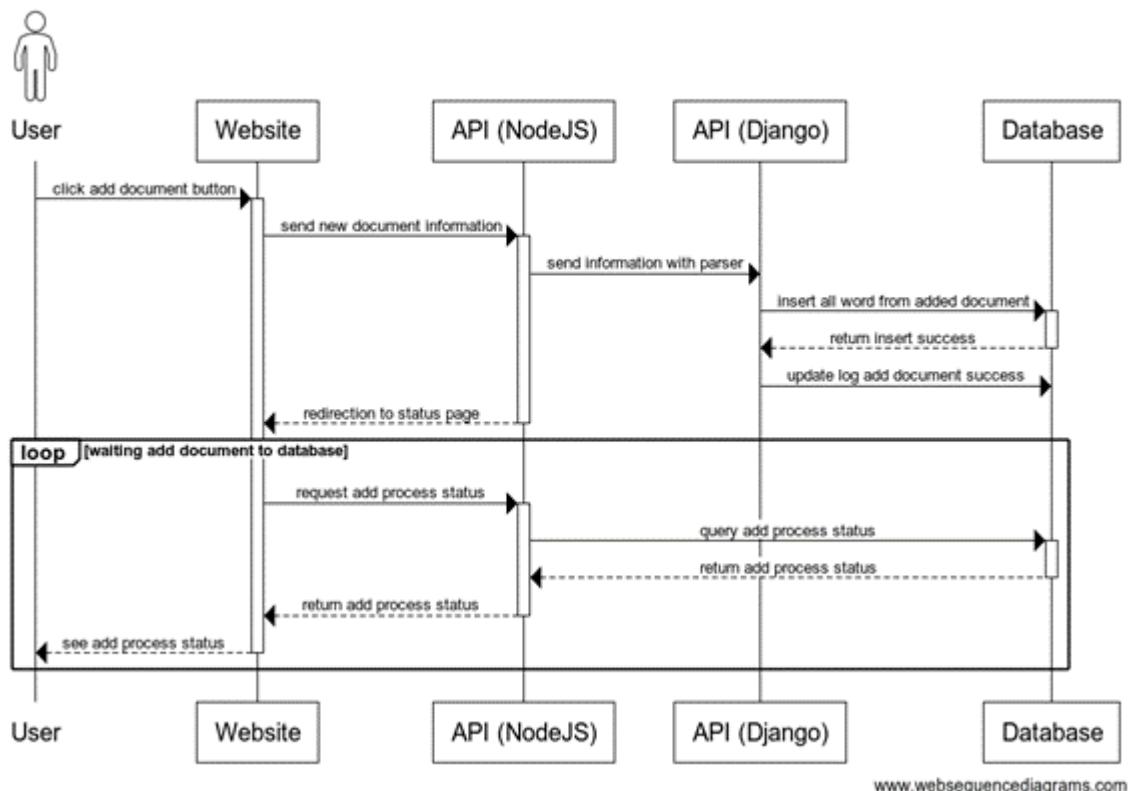
Precondition: กดไปที่หัวข้อ INSERT BOOK ใน Web Application

Main success scenario:

1. อัปโหลดหนังสือ/หนังสือเลือกหน้าที่จะให้เริ่มต้นการแปลง

2. กรอกข้อมูลรายละเอียดที่ต้องการลงในระบบ
3. แสดงสถานะของการเพิ่มข้อมูล
4. เพิ่มหนังสือ/หนังสือเข้าสู่ระบบ

Use case Add Document



รูปที่ 3.35: แสดง Scenario 1 เพิ่มหนังสือเข้าระบบ

3.5.2.2 Use case Manage word in document

Scenario 2: การตรวจสอบและแก้ไขคำก่อนนำเข้าสู่ระบบ

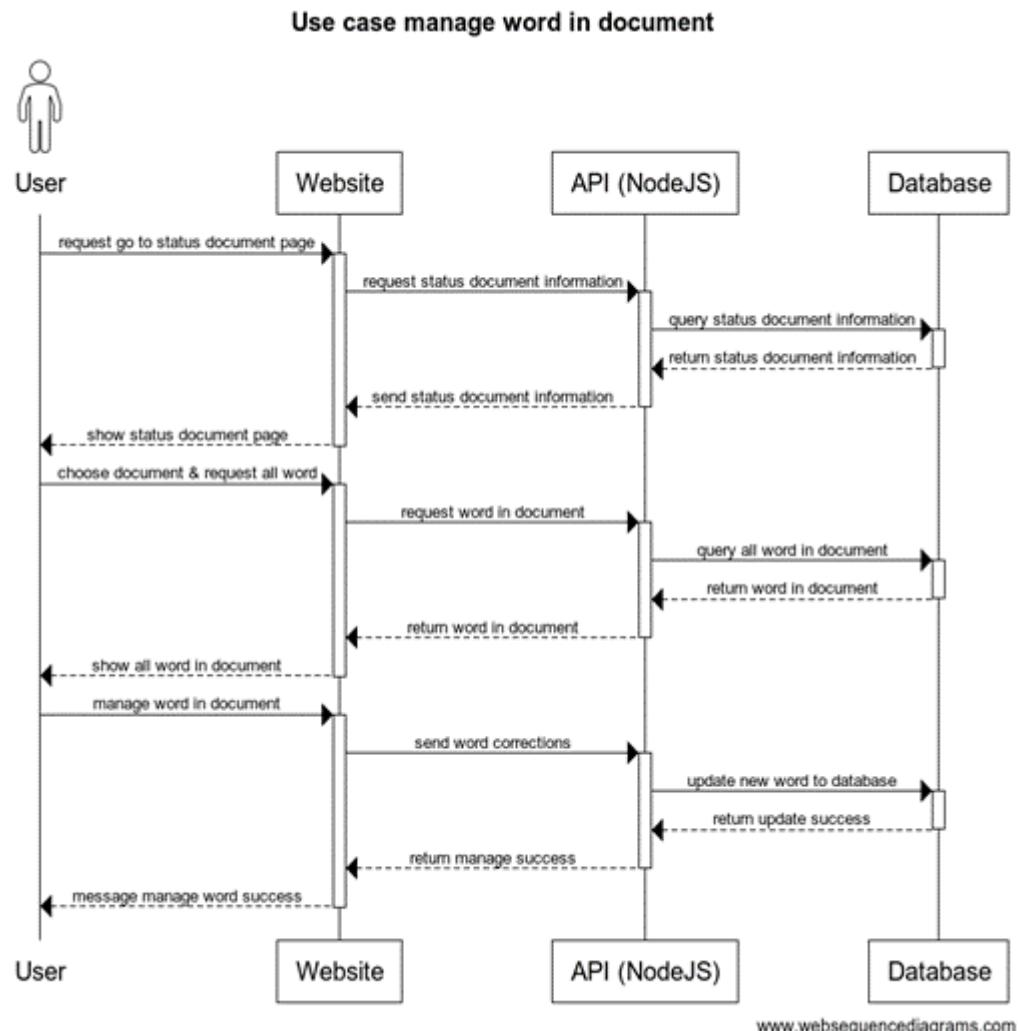
Goal: ผู้ใช้งานเห็นคำที่จะถูกแปลงเป็นดิจิทัลแล้วสามารถจัดการคำเหล่านั้นได้

Precondition: อยู่ภายใต้ขั้นตอนการเพิ่มหนังสือ/หนังสือลงในระบบ

Main success scenario:

1. ผู้ใช้เข้าไปบันทึกหน้าสถานะการเพิ่มหนังสือ
2. ผู้ใช้เลือกหนังสือที่อยู่ในสถานะตรวจสอบคำ
3. ระบบแสดงคำทั้งหมดที่ถูกแปลงมาได้จากหนังสือแต่ละหน้า
4. ผู้ใช้ตรวจสอบ แก้ไขคำที่แสดงขึ้นมา

5. ยืนยันขั้นตอนการตรวจสอบและแก้ไขคำ



รูปที่ 3.36: แสดง Scenario 2 การจัดการคำที่ถูกเก็บได้จากหนังสือในระบบ

3.5.2.3 Use case Verify Document to Generate Keyword

Scenario 3: ยืนยันหนังสือว่าพร้อมสำหรับการถูกนำไปสร้างคีย์เวิร์ด

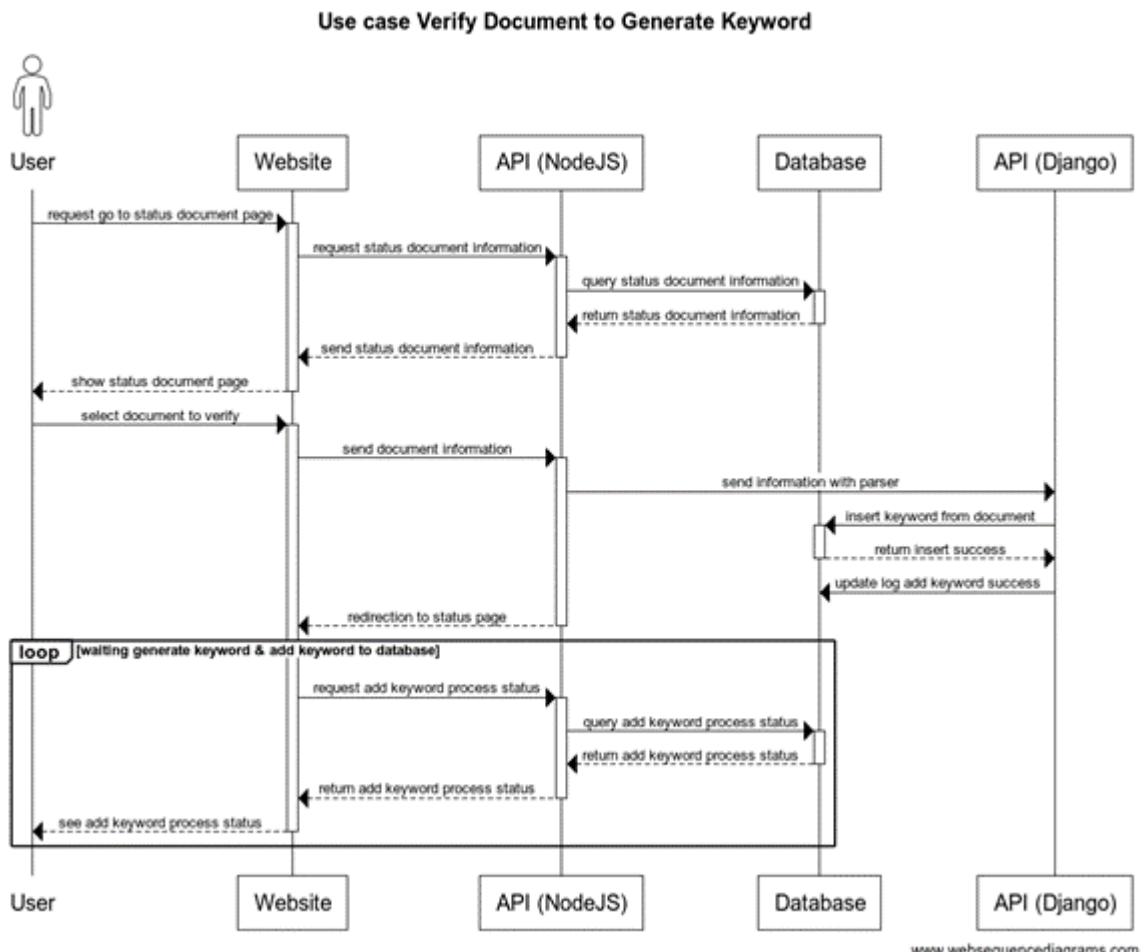
Goal: หนังสือถูกยืนยันพร้อมกับสร้างคีย์เวิร์ดเพื่อเพิ่มเข้าไปในระบบ

Precondition: ใบยังหน้าสถานะของหนังสือแล้วกดไปยังปุ่มยืนยันหนังสือถูกต้อง

Main success scenario:

1. ผู้ใช้เข้าไปยังหน้าดูสถานะการเพิ่มหนังสือ
2. ระบบแสดงสถานะหนังสือว่าหนังสือไหนอยู่สถานะได้แล้วบ้าง
3. ผู้ใช้กดยืนยันว่าหนังสือถูกต้อง

4. ระบบย้ายไปหน้าสถานะหนังสืออีกครั้งเพื่อรอผลการทำงาน
5. ระบบแสดงการยืนยันหนังสือ และถูกเชื่อมต่อคีย์เวิร์ดเสร็จสิ้น



รูปที่ 3.37: แสดง Scenario 3 ยืนยันว่าพร้อมสำหรับการถูกนำไปสร้างคีย์เวิร์ด

3.5.2.4 Use case Edit Document

Scenario 4: การแก้ไขรายละเอียดของหนังสือ/หนังสือที่อยู่ภายใต้ในระบบ

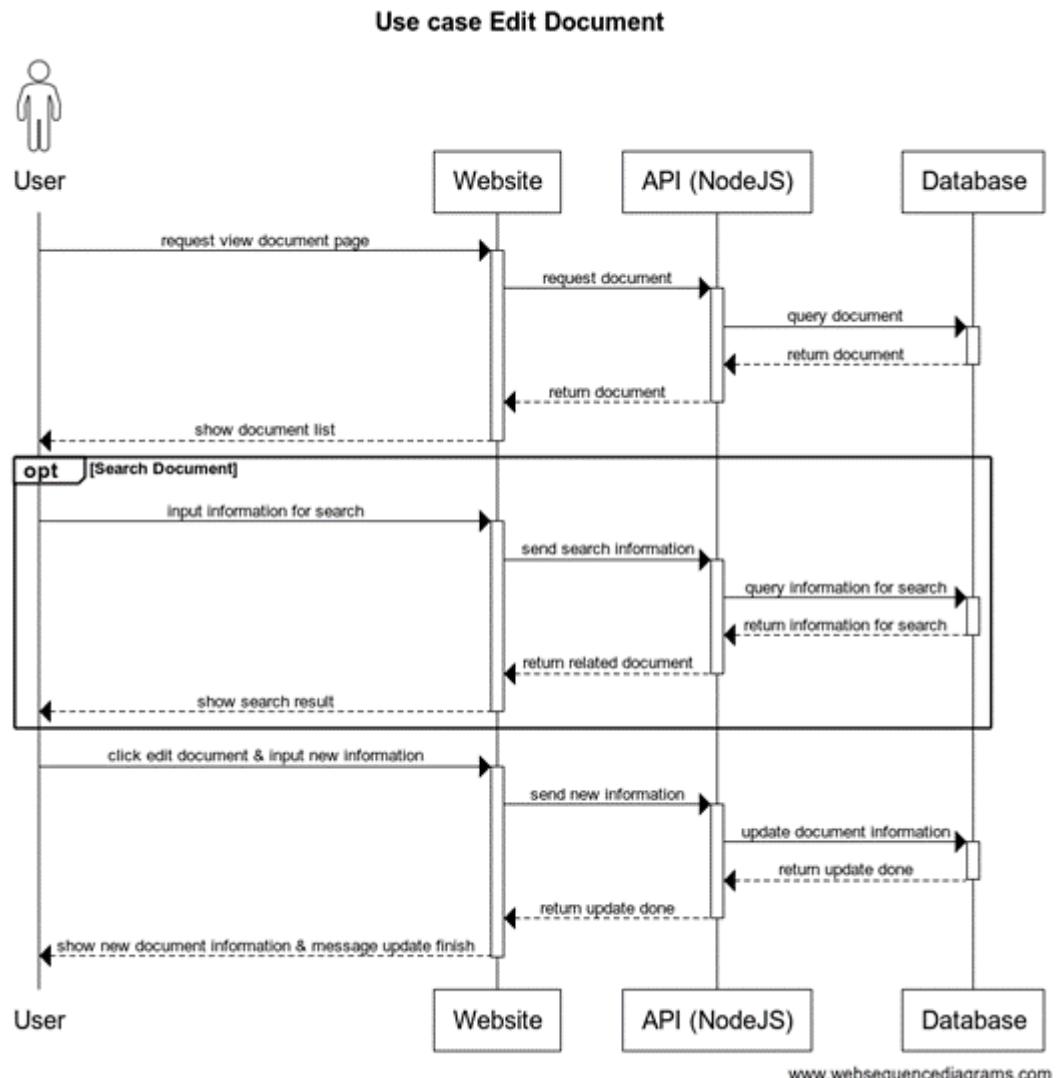
Goal: รายละเอียดหนังสือถูกแก้ไขตามผู้ใช้งานต้องการ

Precondition: กดไปที่หัวข้อ MANAGE BOOK ใน Web Application

Main success scenario:

1. ผู้ใช้ค้นหาหนังสือที่ต้องการแก้ไขรายละเอียด
2. แสดงผลลัพธ์ในการค้นหาหนังสือ/หนังสือ
3. เลือกหนังสือ/หนังสือที่ต้องการแก้ไขรายละเอียด

4. แก้ไขรายละเอียดที่ต้องการ
5. กดบันทึกข้อมูลลงในระบบ



รูปที่ 3.38: แสดง Scenario 4 แก้ไขข้อมูลหนังสือ

3.5.2.5 Use case Delete Document

Scenario 5: ลบหนังสือ/หนังสือภายในระบบ

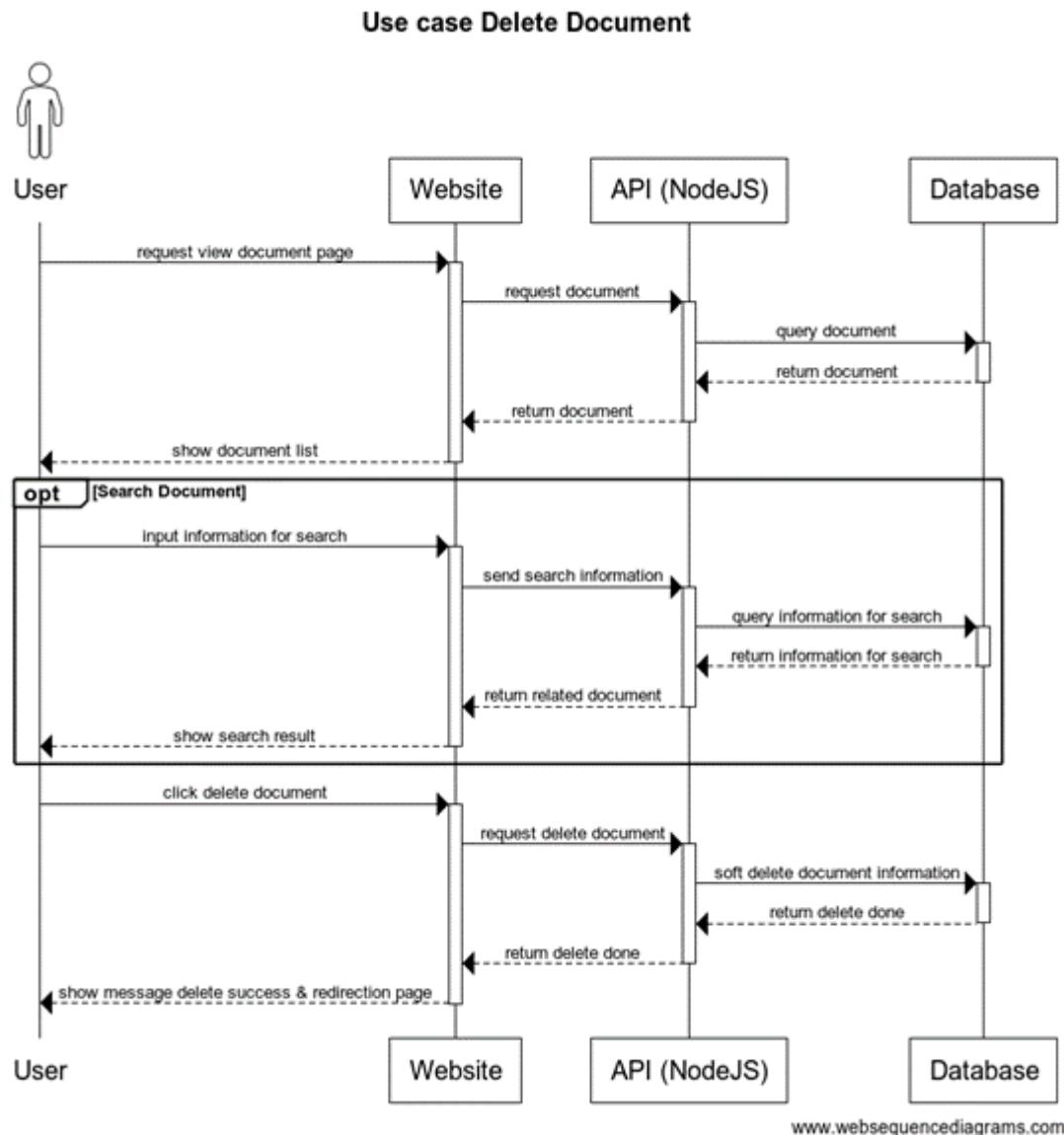
Goal: หนังสือ/หนังสือถูกนำออกจากระบบ

Precondition: กดเลือกหัวข้อ MANAGE BOOK ใน Web Application

Main success scenario:

1. ผู้ใช้ทำการค้นหาหนังสือที่ต้องการจะลบออกจากระบบ

2. แสดงผลลัพธ์ในการค้นหาหนังสือ/หนังสือ
3. กดลบหนังสือ/หนังสือที่ต้องการ
4. กดยืนยันคำสั่งลบเพื่อบันทึกลงระบบ



รูปที่ 3.39: แสดง Scenario 5 ลบหนังสือ

3.5.2.6 Use case View Document & Search Document

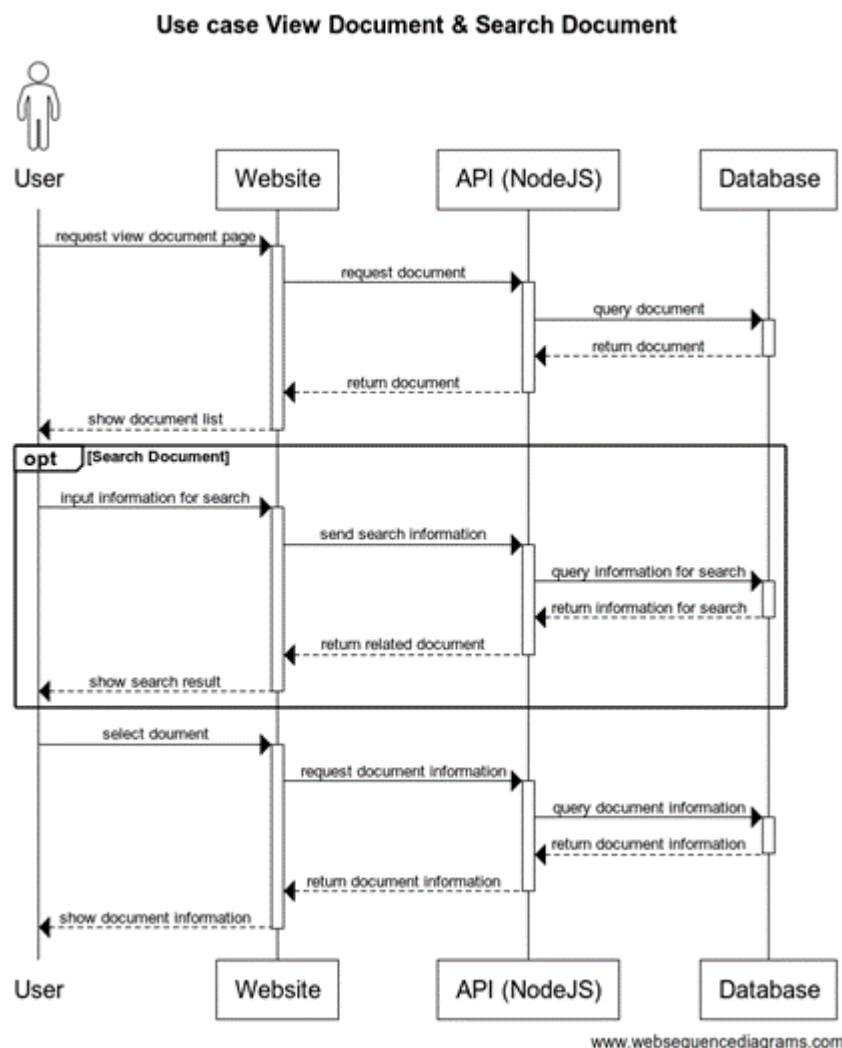
Scenario 6: ดูข้อมูลหนังสือ และการค้นหาหนังสือ

Goal: ผู้ใช้เจอหนังสือที่ต้องการ

Precondition: กดไปที่หัวข้อ SEARCH ใน Web Application

Main success scenario:

1. กรอกรายละเอียดข้อมูลที่ต้องการจะค้นหา
2. แสดงผลลัพธ์ในการค้นหา
3. ผู้ใช้เลือกหนังสือที่ต้องการที่จะดูข้อมูล
4. ระบบย้ายไปยังหน้าแสดงข้อมูลหนังสือที่ถูกเลือก



รูปที่ 3.40: แสดง Scenario 6 ดูข้อมูลหนังสือ และการค้นหาหนังสือ

3.5.2.7 Use case Login

Scenario 7: ระบบล็อกอิน

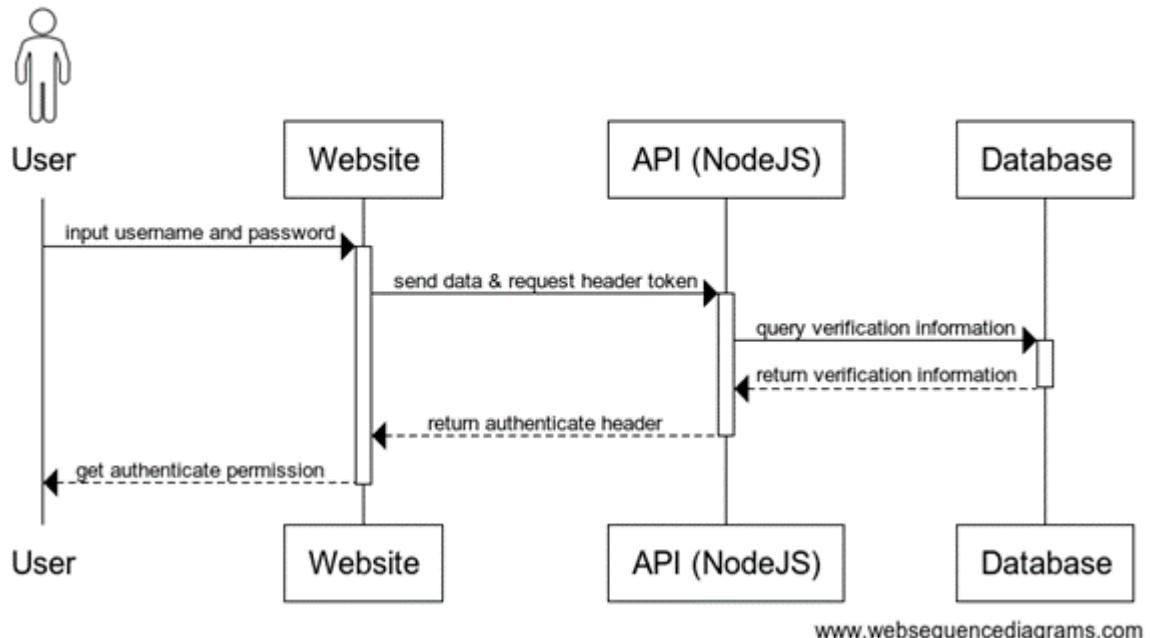
Goal: เพื่อเข้าสู่ระบบให้สามารถใช้งานได้ภายใน Web Application เพิ่มเติมได้

Precondition: กดหัวข้อ LOGIN ใน Web Application

Main success scenario:

1. ผู้ใช้กรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน
2. กดเข้าสู่ระบบ
3. เข้าสู่ระบบสำเร็จ ส่งผู้ใช้กลับไปสู่ Homepage
4. สามารถเข้าใช้งานฟังก์ชันของ Web Application ได้

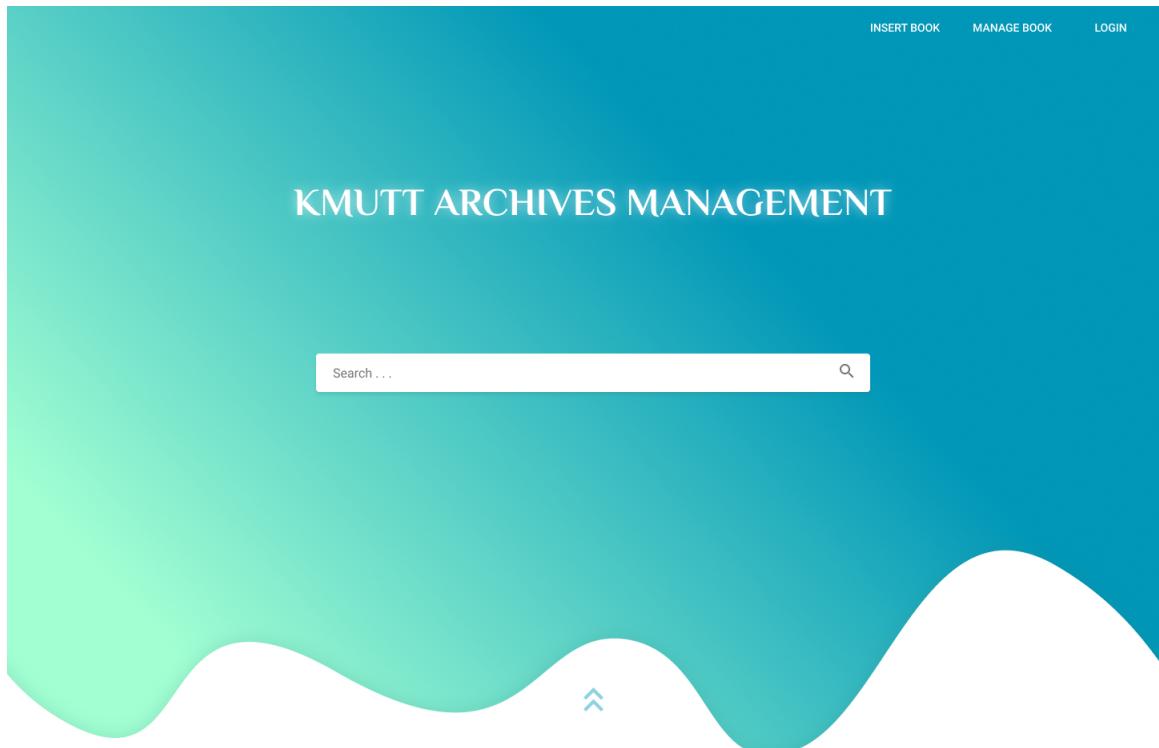
Use case Login



รูปที่ 3.41: แสดง Scenario 7 ระบบตีกอกอิน

3.6 GUI Design

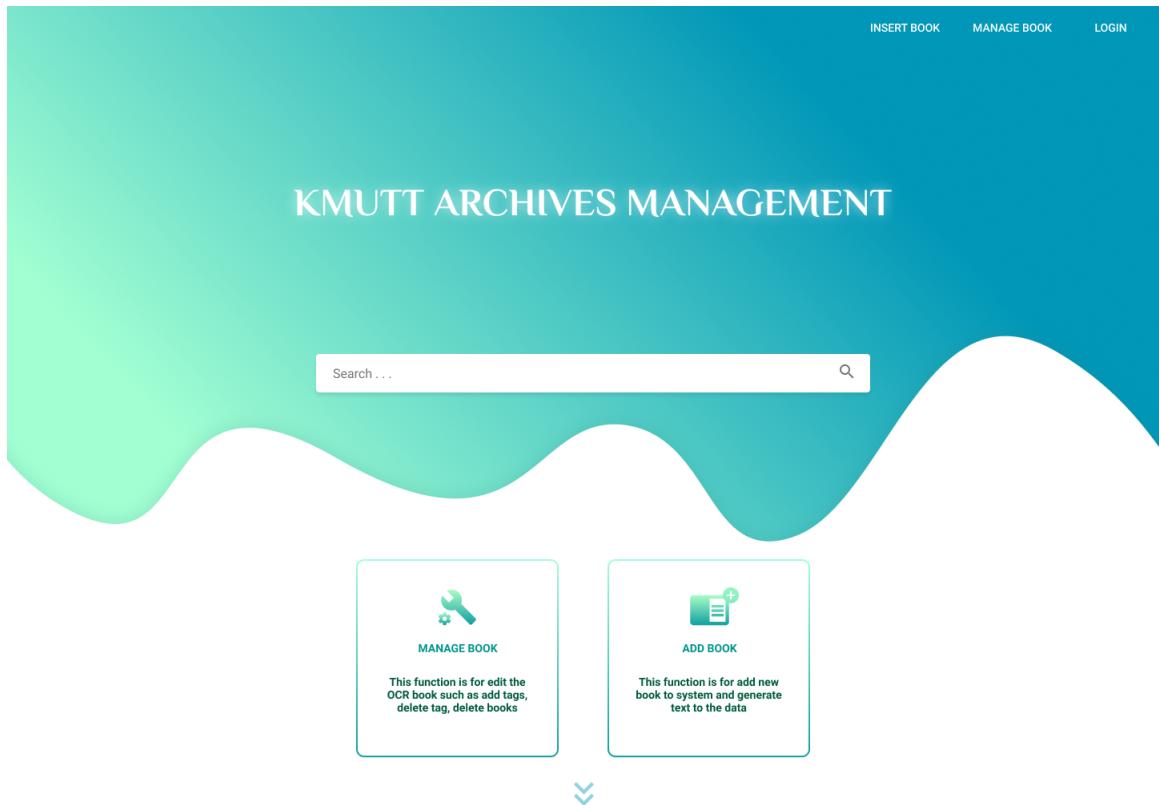
3.6.1 Homepage



รูปที่ 3.42: ภาพแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์

หน้าหลักของเว็บไซต์จะเป็นหน้าที่เน้นการค้นหาเป็นหลัก ที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเมนูการเพิ่มหนังสือ การจัดการ และการเข้าสู่ระบบได้ที่แถบ Navigation ด้านบนของเว็บไซต์ดังรูปที่ 3.42

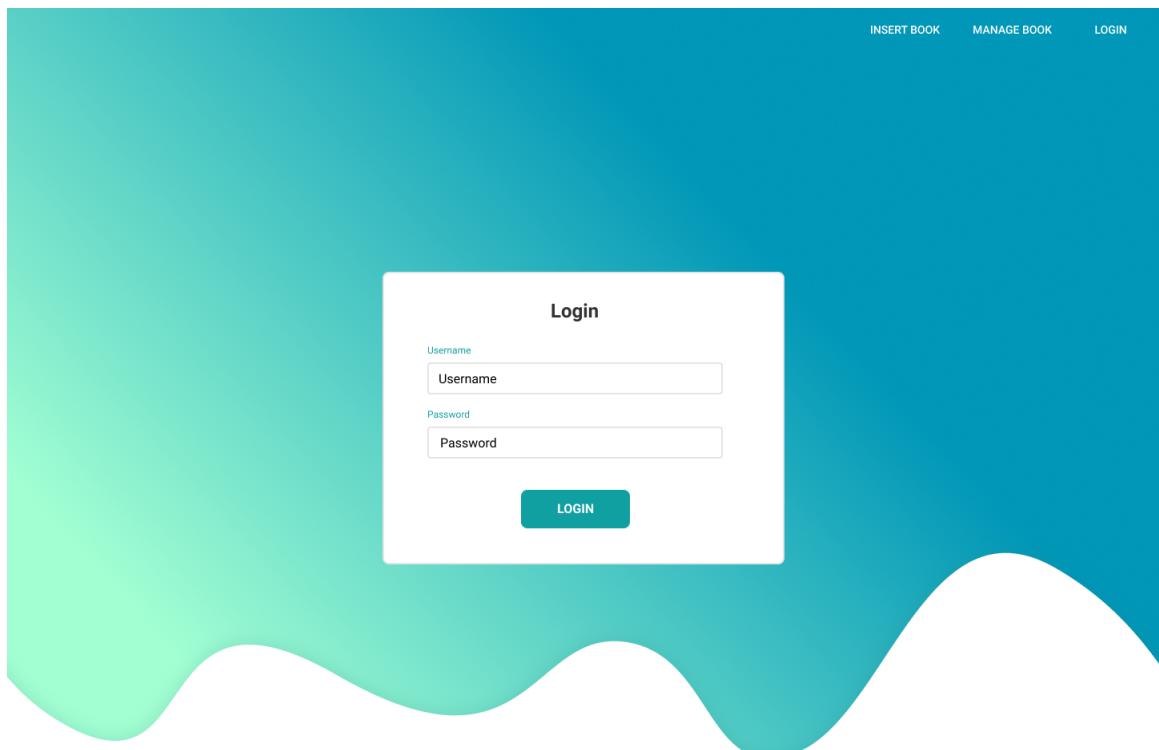
3.6.2 Homepage2



รูปที่ 3.43: ภาพแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์หลังจากการกดเปิดเมนู

เมื่อกดปุ่มลูกศรที่ด้านล่างของรูป 3.42 จะมีเมนูเพิ่มเติมขึ้นมาภายเป็นรูปที่ 3.43 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในแต่ละฟังก์ชันเพิ่มเติม

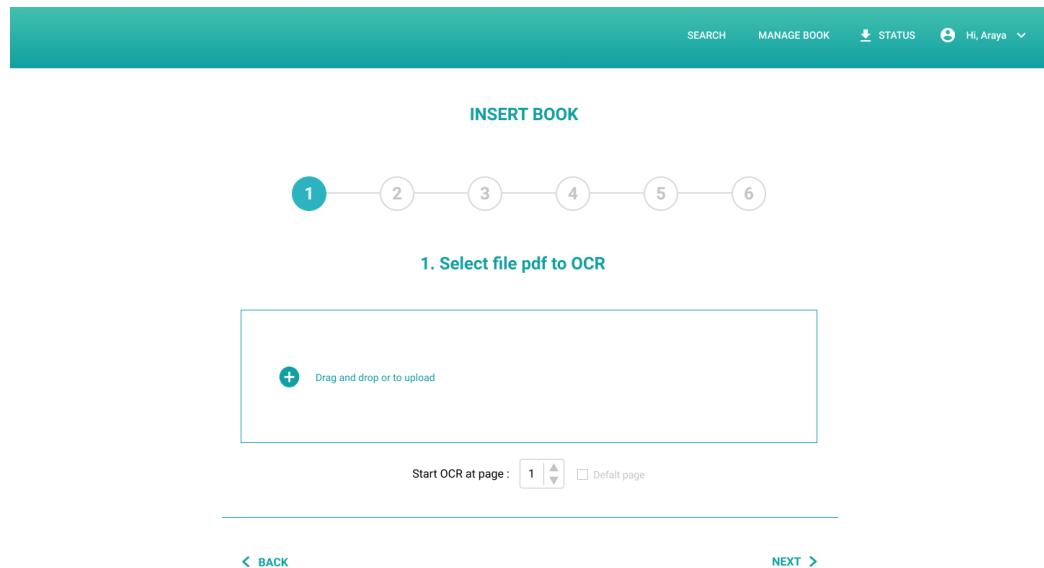
3.6.3 Login



รูปที่ 3.44: ภาพแสดงหน้าเข้าสู่ระบบ

ก่อนที่จะทำการเพิ่มหนังสือหรือจัดการกับหนังสือผู้ใช้นั้นจะต้องเข้าสู่ระบบก่อนเสมอ ถ้าเกิดกดเข้าฟังก์ชันการเพิ่มหนังสือหรือค้นหาโดยที่ยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ ระบบจะบังคับให้ผู้ใช้เข้ามาในหน้าเข้าสู่ระบบตั้งรูป 3.25 เพื่อทำการเข้าสู่ระบบหรือจะเข้ามาโดยการกด log in ที่ปุ่มขวามนได้

3.6.4 Insert Book(1)



รูปที่ 3.45: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นเลือกไฟล์

หน้าเพิ่มหนังสือขึ้นและเป็นการเลือกไฟล์หนังสือที่ต้องการโดยที่จะมีส่วนของการเพิ่มไฟล์ที่อยู่รูปของ pdf เพื่อทำ OCR จากนั้นจะสามารถเลือกได้ว่าจะทำการ OCR ตั้งแต่หน้าไหนดังรูปที่ 3.26

3.6.5 Insert Book (2)

The screenshot shows the 'INSERT BOOK' interface. At the top, there are navigation links: SEARCH, MANAGE BOOK, STATUS, and Hi, Alay. Below the title 'INSERT BOOK' is a horizontal sequence of six numbered circles (1-6), with circle 2 highlighted in blue. A sub-instruction '2. Fill the data' is displayed below the sequence.

Title

- Title:
- Title alternative:

Creator

- Creator name:
- Creator Organization name:

Description

- Table of contents:
- Summary:
- Abstract:
- Note:

Publisher

- Publisher:
- Publisher E-mail:

Contributor

- Contributor:
- Contributor Role:

Date

- Date:

Coverage

- Coverage Spatial:
- Coverage Temporal:

Rights

- Rights:
- Rights Access:

At the bottom, there are 'BACK' and 'NEXT >' buttons.

รูปที่ 3.46: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 1

หน้าเพิ่มหนังสือขั้นตอนที่ 2 เป็นหน้าที่ต้องใส่ข้อมูลที่จำเป็นของหนังสือ โดยที่จำเป็นต้องใส่จะมีสัญลักษณ์กำกับไว้หรือคือชื่อหนังสือดังรูป 3.27 โดยในหน้านี้จะมีกล่องใส่ข้อมูลที่ถูกกรอกบ่อยๆ สำหรับผู้ใช้(เจ้าหน้าที่)

3.6.6 Insert Book (3)

SEARCH **MANAGE BOOK** **STATUS** **Hi, Araya**

INSERT BOOK

1 2 3 4 5 6

3. Optional data

Identifier

Identifier URL
Input

Identifier ISBN
Input

Source

Source
Input

Relation

Relation **+ ADD**
Input

Thesis

Degree name
Input

Degree level
Input

Degree discipline
Input

Degree grantor
Input

Type

Type
Text

Language

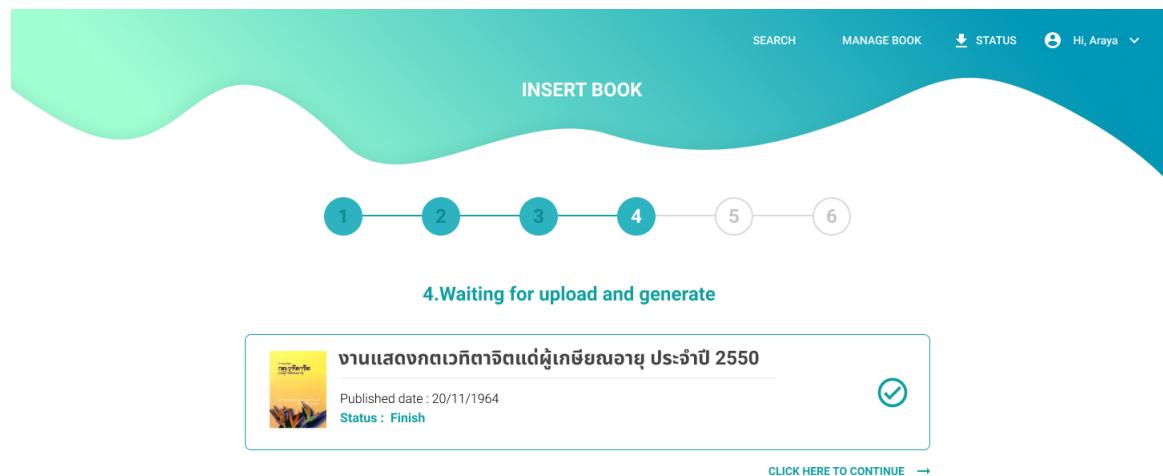
Language
Thai

< BACK **NEXT >**

รูปที่ 3.47: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 2

ในขั้นตอนที่ 3 จากรูปที่ 3.28 จะเป็นหน้าที่ใส่ข้อมูลที่ส่วนใหญ่ใช้จะไม่ค่อยกรอกมากนัก ซึ่งไม่มีกล่องข้อมูลใหม่จำเป็นที่ต้องกรอกผู้ใช้สามารถเข้ามายังไปขั้นตอนถัดไปได้เลย

3.6.7 Insert Book (4)



รูปที่ 3.48: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าขึ้นໂ Holden ข้อมูลเข้าสู่ระบบ

หลังจากที่ทำการใส่ข้อมูลอกรมาทั้งหมดแล้วมาถึงหน้าที่เป็นหน้าโหลดข้อมูลดังรูป 3.29 ที่ระบบจะทำการ OCR และทำการเตรียมชุดข้อมูลที่ได้จากการ OCR โดยการนำคำมาตัดและเข็คคำผิด เมื่อโหลดข้อมูลเสร็จแล้วระบบจะทำการเปลี่ยนสถานะการໂ Holden และขึ้นล็อกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนถัดไปได้

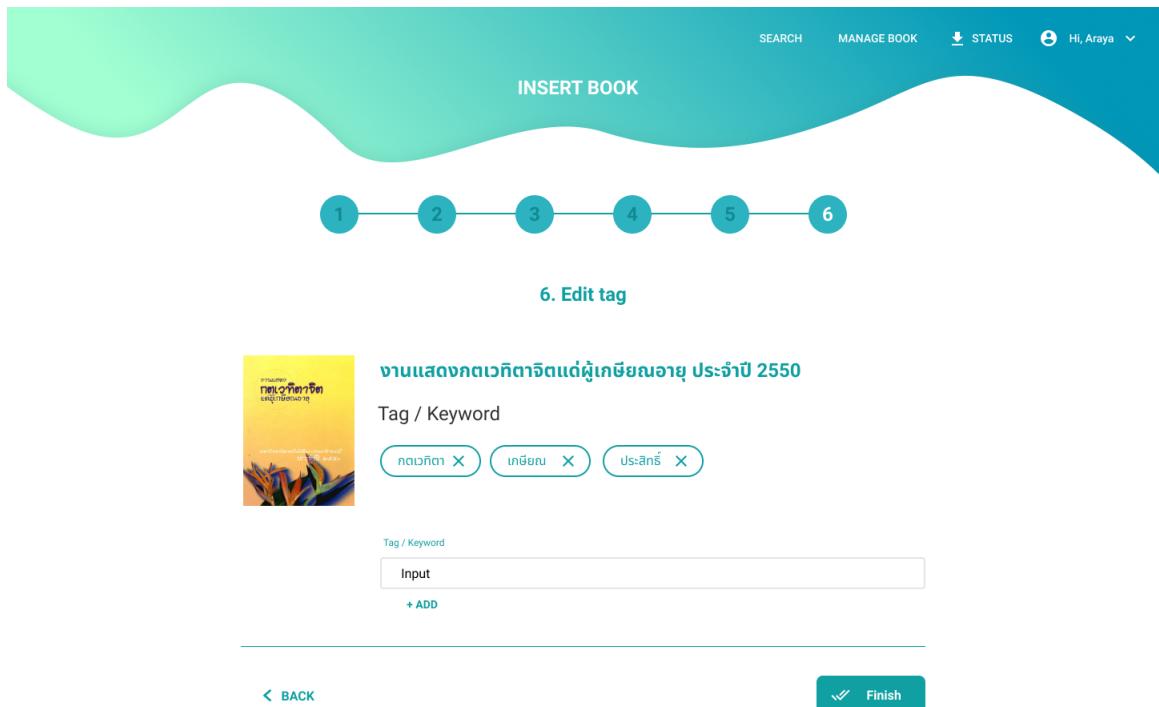
3.6.8 Insert Book (5)



รูปที่ 3.49: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นแก้ไขคำผิด

หลังจากโหลดและเตรียมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการแสดงข้อมูลที่ถูกแปลงมาโดยที่ผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ดังรูป 3.30 หรือสามารถข้ามได้โดยเชื่อม กดโดยเมื่อคลิกไปที่กล่องข้อความจะขึ้นให้แก้แต่ละคำและเมื่อเปลี่ยนหน้าจะทำการเก็บข้อมูลที่เปลี่ยนไว้ และจะบันทึกการแก้ไขข้อมูลทั้งหมดที่แก้เมื่อข้ามไปขั้นตอนถัดไป

3.6.9 Insert Book (6)



รูปที่ 3.50: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นแก้ไขและเพิ่มคำสำคัญ

หน้าสุดท้ายของการเพิ่มหนังสือจะเป็นหน้าที่ให้ผู้ใช้สามารถจัดการรับ Keyword ได้ดังรูปที่ 3.31 โดยเมื่อผู้ใช้ต้องการใส่คำสำคัญเพิ่มสามารถกด ADD เพื่อเพิ่มคำที่ต้องการใส่ได้ และสามารถลบเมื่อคลิกที่ปุ่มลบหากต้องการลบคำที่ไม่ต้องการ หลังจากใส่เสร็จแล้วสามารถกดปุ่ม Finish เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

3.6.10 Search

The screenshot shows a library search interface with the following elements:

- Header:** EDIT BOOK, MANAGE BOOK, STATUS, Hi, Araya.
- Search Bar:** Search ...
- Filter Panel:**
 - Creator: Creator
 - Creator Organization Name
 - Contributor
 - Contributor Role
 - Issued Date
 - Publisher
 - Publisher Email
- Search Results:** Search results : KMUTT
- Result Items (repeated four times):**

งานแสดงกตเวกิตาจิตแด่ผู้เกียรติวาย ประจำปี 2550

Creator : Joe, Bryan
Coverage temporal : 1998
Tag : กิตติวัฒน์, เกียรติ, 1964

งานแสดงกตเวกิตาจิตแด่ผู้เกียรติวาย ประจำปี 2550

Creator : Joe, Bryan
Coverage temporal : 1998
Tag : กิตติวัฒน์, เกียรติ, 1964

งานแสดงกตเวกิตาจิตแด่ผู้เกียรติวาย ประจำปี 2550

Creator : Joe, Bryan
Coverage temporal : 1998
Tag : กิตติวัฒน์, เกียรติ, 1964

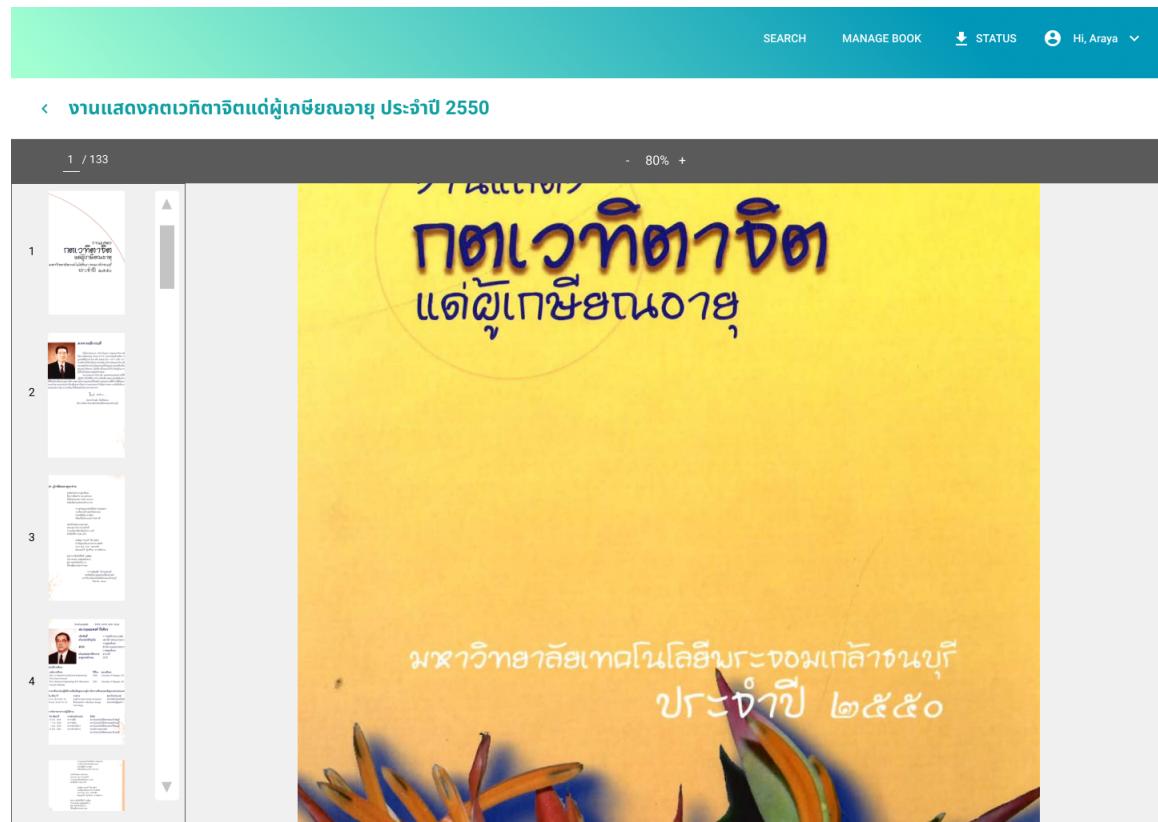
งานแสดงกตเวกิตาจิตแด่ผู้เกียรติวาย ประจำปี 2550

Creator : Joe, Bryan
Coverage temporal : 1998
Tag : กิตติวัฒน์, เกียรติ, 1964

รูปที่ 3.51: ภาพแสดงหน้าค้นหาข้อมูล

หน้าแสดงข้อมูลการค้นหาเมื่อทำการค้นหาข้อมูลจากหน้าแรก (รูปที่ 3.23 หรือ 3.24) จะทำการแสดงข้อมูลหนังสือที่ตรงกับ Keyword โดยเรียงลำดับของหนังสือที่เกี่ยวข้องกับคำค้นามากที่สุดดังรูปที่ 3.32 เมื่อกดเข้าไปที่รายชื่อหนังสือจะทำการนำทางผู้ใช้ไปยังหน้าดูหนังสือดังรูปที่ 3.33

3.6.11 Document View



รูปที่ 3.52: ภาพแสดงหน้าดูหนังสือ

เมื่อเราค้นหาและเลือกหนังสือ ก็จะมีหน้าหนังสือ (รูปที่ 3.33) ขึ้นมาให้ดูเนื้อหาภายในโดยที่ผู้ใช้สามารถปรับขนาดภาพและสามารถเลือกหน้าที่ต้องการจะเปิดได้และสามารถย้อนหลับไปยังหน้าเดิมได้ที่บุํลูกศรทางด้านซ้ายบน

3.6.12 Manage book

Search results : KMUTT

| Image | Title | Creator | Coverage temporal | Tag | Action |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| | งานแสดงกตเวกิตาอิตเด่อผู้เกี้ยวนอยุ ประจำปี 2550 | Creator : Joe, Bryan | Coverage temporal : 1998 | Tag : กตเวกิตา เกี้ยวนอยุ 1964 | DELETE Edit |
| | งานแสดงกตเวกิตาอิตเด่อผู้เกี้ยวนอยุ ประจำปี 2550 | Creator : Joe, Bryan | Coverage temporal : 1998 | Tag : กตเวกิตา เกี้ยวนอยุ 1964 | DELETE Edit |
| | งานแสดงกตเวกิตาอิตเด่อผู้เกี้ยวนอยุ ประจำปี 2550 | Creator : Joe, Bryan | Coverage temporal : 1998 | Tag : กตเวกิตา เกี้ยวนอยุ 1964 | DELETE Edit |
| | งานแสดงกตเวกิตาอิตเด่อผู้เกี้ยวนอยุ ประจำปี 2550 | Creator : Joe, Bryan | Coverage temporal : 1998 | Tag : กตเวกิตา เกี้ยวนอยุ 1964 | DELETE Edit |

รูปที่ 3.53: ภาพแสดงหน้าการจัดการหนังสือที่เพิ่มเข้าสู่ระบบ

ในหน้าของการจัดการหนังสือดังรูปที่ 3.34 จะมีลักษณะคล้ายกับหน้าการค้นหาเพียงแต่ว่าจะมีฟังก์ชันสำหรับการแก้ไขเนื้อหนังสือภายในที่ผู้ใช้เคยกรอกไว้ตอน OCR หนังสือมา เมื่อกดปุ่มลบจะมีหน้าต่างแจ้งเตือนเพื่อถามความแนใจในการลบหนังสือ หรือกดปุ่ม Edit เพื่อทำการเข้าสู่การแก้ไขข้อมูลของหนังสือนั้นๆดังรูปที่ 3.35 - 3.37

3.6.13 Edit Book

The screenshot shows a web-based application for managing book metadata. At the top, there's a navigation bar with links for SEARCH, MANAGE BOOK, STATUS, and a user profile. Below the navigation is a green decorative header with the text 'INSERT BOOK'.

The main area contains a form for editing book details. At the top right of the form, there's a note in Thai: 'ฐานข้อมูลห้องสมุดผู้เชี่ยวชาญฯ ประจำปี 2550'. Below this, there are sections for Title, Creator, Description, Publisher, Contributor, Date, Coverage, and Rights. Each section includes input fields for various details like title, author, publisher, and publication date. There are also dropdown menus for rights and access levels. At the bottom of the form, there are 'BACK' and 'NEXT' buttons, and a central 'SAVE' button.

รูปที่ 3.54: ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขหนังสือชั้นที่ 1

INSERT BOOK


งานแสดงกตเวกิตาอิตแล่ญูกเซยณวาตุ ประจำปี 2550

Creator : Joe, Bryan
Coverage temporal : 1998
Tag : กงสุลใหญ่ หนังสือ 1964

Identifier

Identifier URL
[+ ADD](#)

Input

Identifier ISBN
[+ ADD](#)

Input

Source

Source
[+ ADD](#)

Input

Relation

Relation
[+ ADD](#)

Input

Thesis

Degree name
[+ ADD](#)

Input

Degree level
[+ ADD](#)

Input

Degree discipline
[+ ADD](#)

Input

Degree grantor
[+ ADD](#)

Input

Type

Type
[+ ADD](#)

Text

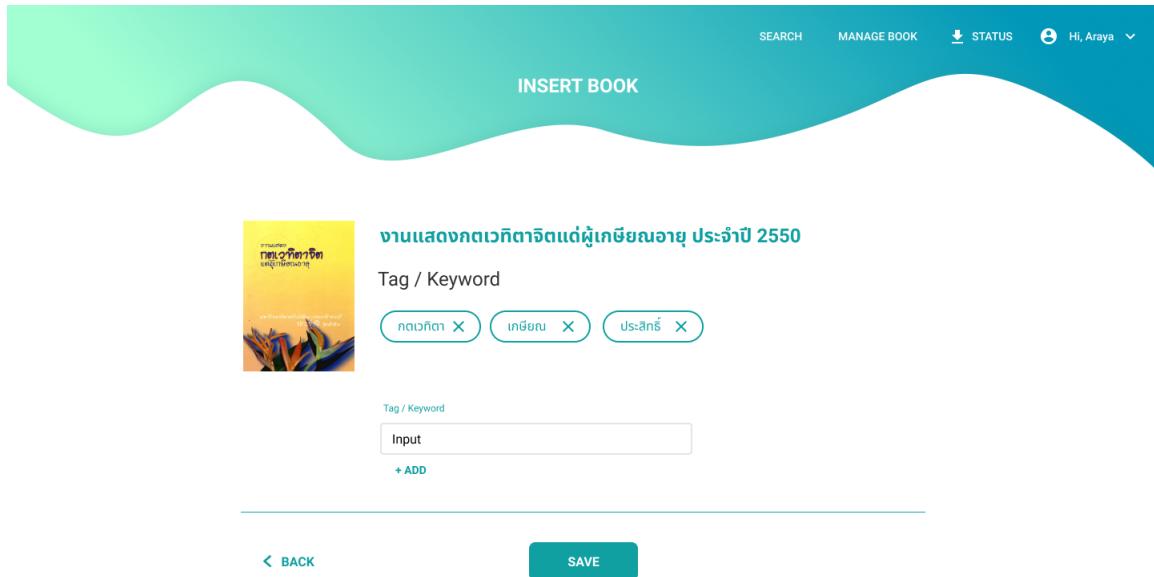
Language

Language
[+ ADD](#)

Thai

[◀ BACK](#)
[SAVE](#)
[NEXT ▶](#)

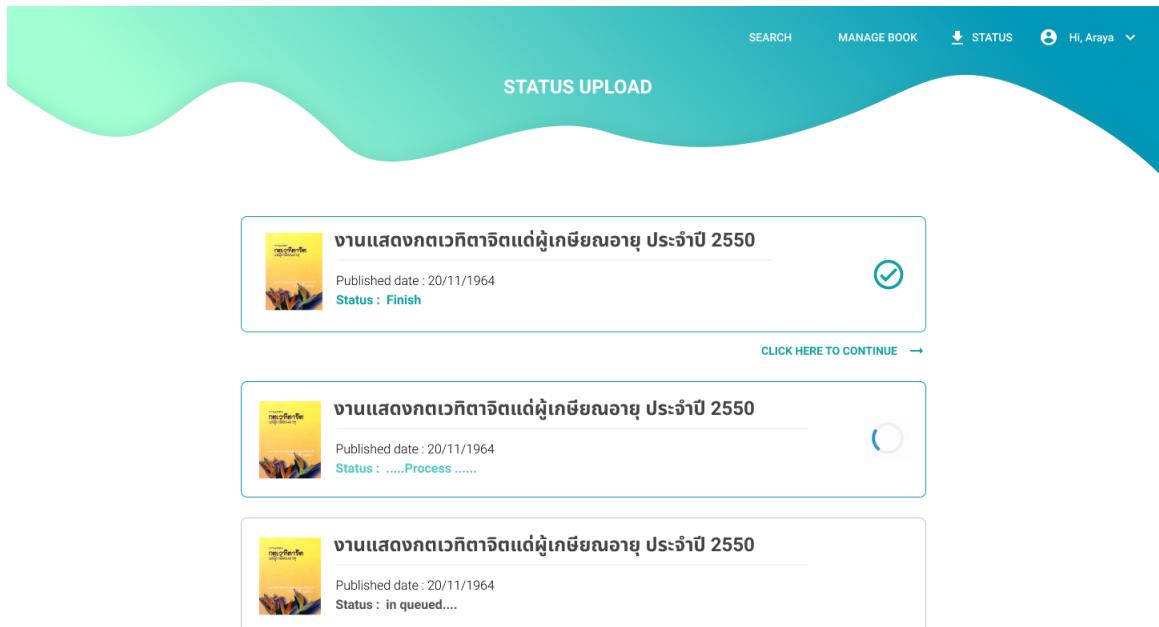
รูปที่ 3.55: ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขหนังสือขั้นที่ 2



รูปที่ 3.56: ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขหนังสือขั้นที่ 3

หน้าแก้ไขหนังสือแบบอ打เป็น 3 ขั้นตอนดังรูป 3.35 - 3.37 ซึ่งจะมีให้แก้ไข ข้อมูลที่เคยกรอกไว้ตอนเพิ่มหนังสือเข้ามา โดยจะมีรูปปิกหนังสือและชื่อหนังสืออยบอกรวบกับคำลังแก้ไขหนังสือเล่นใหม่อยู่ และในทุกหน้าจะมีปุ่มสำหรับบันทึกในทุกหน้าเพื่อที่จะสามารถบันทึกได้ที่ไม่ต้องรอไปหน้าสุดท้ายเพื่อบันทึกข้อมูล

3.6.14 Upload Status Page



รูปที่ 3.57: ภาพแสดงหน้าการโหลดข้อมูล

จากรูป 3.38 สำหรับผู้ใช้ที่ทำการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบจะมีหน้าสำหรับโหลดกรณีที่กดออกมากลังจากผ่านขั้นตอนการเพิ่มหนังสือขึ้นตอนที่ 4 จะสามารถเข้ามาดูสถานะและทำการดำเนินการต่อให้โดยไม่ต้องผ่านการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบใหม่

3.6.15 Evaluate Process Design

ในส่วนของการประเมินผลการทำงานนั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือการออกแบบ User Interface ส่วนของการเตรียมข้อมูลรูปภาพ จะช่วยให้การทำ OCR มีประสิทธิภาพมากเท่าไร และส่วนของระบบการค้นหา โดยในส่วนของ OCR จะทำการประเมินจากการเลือกเช็คคำจาก 2 หน้าของแหล่งหนังสือมาเช็คว่าแต่ละหน้ามีคำผิดเท่าไร โดยจะเลือกวัดหนังสือทั้งหมด 5 เล่มแบบสุ่มและเทียบการเตรียมข้อมูลรูปภาพ ว่าทำแบบไหนได้ผลลัพธ์แบบไหนมากกว่า

ตารางที่ 3.1 ตารางประเมินการทำ OCR

| ตารางประเมินการทำ OCR | | | | |
|-----------------------|------|----------------|-------------|------------|
| หนังสือ | หน้า | จำนวนคำทั้งหมด | คำที่ผิด(%) | คำเกิน(คำ) |
| | | | | |

ระบบการค้นหา จะเช็คโดยให้ผู้ใช้เป็นผู้ประเมินว่าได้รับหนังสือตรงตามที่ต้องการหรือไม่โดยจะให้เจ้าหน้าที่บรรณาธิการคัดเลือกหนังสือจำนวน 3 เล่มที่คาดหวังว่าจะขึ้นมาเมื่อค้นหาทั้งหมด 10 ครั้ง

ตารางที่ 3.2 ตารางประเมินระบบการค้นหา

| ตารางประเมินระบบการค้นหา | | |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| คำค้นหา | หนังสือที่คาดหวัง | การค้นหา |
| | | <p>คะแนน 5 ระดับ</p> <p>5 = ค้นหาหนังสือได้ตรงตามที่ต้องการทั้งหมด และไม่มีหนังสือที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำค้นหาขึ้นมา</p> <p>4 = ค้นหาหนังสือได้ตรงตามที่ต้องการทั้งหมด และมีหนังสือที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำค้นหาขึ้นมาบ้าง</p> <p>3 = ค้นหาหนังสือได้ตรงตามที่ต้องการบางส่วน และมีหนังสือที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำค้นหาขึ้นมาบ้าง</p> <p>2 = ค้นหาหนังสือได้ตรงตามที่ต้องการบางส่วน และมีหนังสือที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำค้นหาขึ้นมาบ้าง</p> <p>1 = ไม่มีหนังสือที่ต้องการขึ้นมาในผลลัพธ์ หรือขึ้นหนังสือทุกเล่ม</p> |

ตารางที่ 3.3 ตารางประเมินความพึงพอใจการออกแบบ UX/UI

| ตารางประเมินการออกแบบ UX/UI | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | คะแนนที่ได้ |
| ความสมบูรณ์ของข้อมูล | ข้อมูลมีความสมบูรณ์ชัดเจนทำให้เข้าใจความหมายที่ต้องการจะสื่อได้เป็นอย่างดี | มีข้อมูลที่ชัดเจน และแม่นยำในบางครั้ง และสามารถแสดงความหมายที่ต้องการจะสื่อได้บ้าง | ข้อมูลมีความแม่นยำและชัดเจนบ้าง | มีข้อมูลที่ไม่ชัดเจน ไม่ครบ สื่อความหมายได้ไม่ดี | |
| การออกแบบ | มีการออกแบบที่เน้นความสำคัญและจัดวางองค์ประกอบอย่างสวยงาม เช่น การเคลื่อนไหว(animation) ได้อย่างเหมาะสม | มีการจัดหน้า และองค์ประกอบที่ให้เห็นถึงความสำคัญของเนื้อหา มีการใช้การเคลื่อนไหว(animation) บ้าง | การวางแผน และการจัดต่อองค์ประกอบมีความไม่เหมาะสม มีการใช้การเคลื่อนไหว(animation) เข้ามาช่วยบ้าง | การวางแผนและการจัดองค์ประกอบมีความไม่เหมาะสม และไม่มีการใช้ การเคลื่อนไหว(animation) เข้ามาช่วยในการใช้งาน | |
| การใช้งาน | ผู้ใช้สามารถใช้งานบุ่มหรือเบี่ยงหน้าต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย แต่มีลักษณะพิเศษ หน้าอย่างมากหนึ่งลักษณะไม่มีเลย | ผู้ใช้สามารถใช้งานบุ่มหรือเบี่ยงหน้าต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย แต่มีลักษณะพิเศษ หน้าอย่างมากสองลักษณะไม่มีเลย | ผู้ใช้มีความสับสนในการใช้บุ่ม หรือการเบี่ยงหน้าต่างๆ บางครั้ง และมีลักษณะพิเศษหน้าอย่างมากสามลักษณะ | ผู้ใช้เกิดความสับสนในการใช้บุ่มลักษณะที่เบี่ยงหน้าต่างๆ | |
| การใช้ภาษา | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมอย่างมาก 1 จุด | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมอย่างมาก 2 จุด | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมอย่างมาก 3 จุด | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมมากกว่า 4 จุด | |

ตารางที่ 3.4 ตารางประเมินการทดสอบเว็บไซต์

| ตารางประเมินเว็บไซต์ | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------|
| เกณฑ์การประเมิน | ผลลัพธ์ | | หมายเหตุ |
| | ผ่าน | ไม่ผ่าน | |
| 1. สามารถเข้าสู่ระบบและออกจาก ระบบได้ | | | |
| 2. สามารถเพิ่มนั้งสือเข้าสู่ระบบได้ | | | |
| 3. สามารถแก้ไขรายละเอียดหนังสือที่อยู่ในระบบได้ | | | |
| 4. สามารถตรวจสอบและแก้ไขคำที่เพิ่มเข้ามาในระบบในขั้นตอนเพิ่มนั้งสือได้ | | | |
| 5. สามารถลบหนังสือที่อยู่ในระบบได้ | | | |
| 6. สามารถค้นหาข้อมูลหนังสือภายในระบบได้ | | | |
| 7. สามารถเรียกดูหนังสือที่ต้องการได้ | | | |

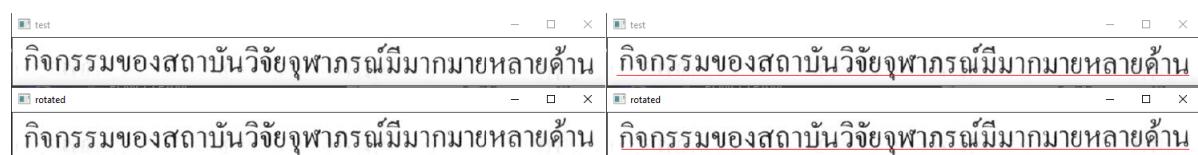
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานของโปรเจคนี้จะแบ่งออกมาเป็นทั้งหมด 3 ส่วน โดยส่วนแรกคือส่วนของการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบโดยนำรูปภาพได้ที่ได้รับมาผ่านกระบวนการ การเตรียมข้อมูลรูปภาพ ก่อนจะนำไปผ่านกระบวนการ OCR และการเตรียมข้อมูลตัวอักษร ก่อนจะถูกเก็บข้อมูลในระบบ ส่วนที่สองคือการค้นหาข้อมูล เป็นการค้นหาแบบ IR (Information retrieval) ที่จะนำไปใช้ Word2Vec เข้ามาช่วยในการค้นหาคำที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับคำค้นหา และนำคะแนน TF-IDF มาใช้เป็นคะแนนในการค้นหา และส่วนสุดท้ายคือส่วนของการทำแพลตฟอร์มเว็บไซต์ ซึ่งในการประเมินผลการดำเนินงานนั้นเราจะทำการประเมินในส่วนแรก โดยการประเมินความถูกต้องของการทำ OCR จะมีเจ้าหน้าที่ปรับปรุงรักษาภาระที่เกิดขึ้น ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดในส่วนของความถูกต้องในการทำ OCR อยู่ที่ 75 % และความแม่นยำในการค้นหาอยู่ที่ 75 %

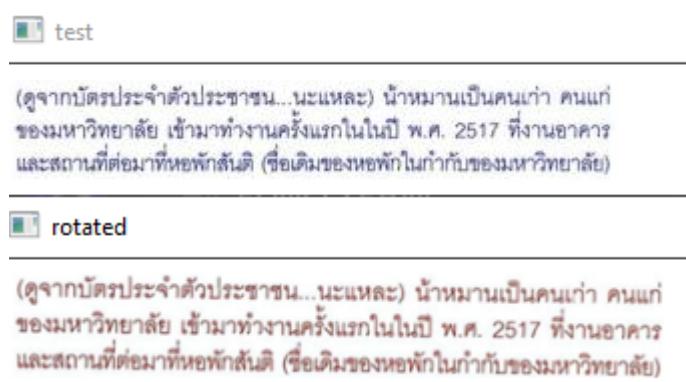
4.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลรูปภาพให้เป็นข้อมูลดิจิทัล

4.1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการหมุนรูปภาพ

ผลลัพธ์จากการหมุนภาพตัวอักษรทั้ง 978 ภาพ มีความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 7.98% ที่ยังไม่สามารถหมุนภาพให้ตรงตั้งภาพที่ 4.2 และทำให้บางภาพหายไป เนื่องจากว่าบรรทัดตัวอักษรอาจจะมีสีระที่ไม่สามารถทำกรอบให้กล้ายเป็นเส้นบรรทัดได้



รูปที่ 4.1: ภาพแสดงผลลัพธ์การหมุนรูปที่ถูกต้อง



รูปที่ 4.2: ภาพแสดงผลลัพธ์การหมุนรูปที่ผิดพลาด

4.1.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำ OCR ของ การทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพ แต่ละแบบ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของการทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพทั้งสองแบบ พบร่วมกับ การทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพ แบบแรกนั้นมีจำนวนคำผิดน้อยกว่า แต่มีจำนวนคำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัลมากถึง 32.71% ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งต่างจากการทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพแบบที่ 2 ที่มีค่าความถูกต้องของคำ 74.74 % ดังตาราง 4.2

4.1.2.1 แบบที่ 1 การใช้การคัดเลือกข้อมูล, การหมุน, การลบรูปภาพ, การลบเส้น และการจัดกลุ่ม

ตารางที่ 4.1 ตารางประเมินการทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพแบบที่ 1

| หนังสือ | หน้า | จำนวนคำทั้งหมด | จำนวนคำพิเศษที่ต้องลบ | เปอร์เซ็นต์คำพิเศษที่ต้องลบ(%) | จำนวนคำเกิน | จำนวนคำที่ไม่สามารถแปลงเป็นตัวอักษร | เปอร์เซ็นต์คำที่ไม่สามารถแปลงเป็นตัวอักษร(%) |
|--------------------|-------|----------------|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| กตเวทิตาปี 2542 | 15 | 4 | 4 | 100 % | 0 | 0 | 0 % |
| | 29 | 252 | 14 | 5.56 % | 46 | 2 | 0.79 % |
| กตเวทิตาปี 2556 | 15 | 242 | 33 | 13.64 % | 2 | 1 | 0.41 % |
| | 29 | 257 | 20 | 7.78 % | 3 | 10 | 3.89 % |
| รายงานประจำปี 2544 | 15 | 47 | 3 | 6.38 % | 2 | 34 | 72.34 % |
| | 29 | 585 | 39 | 6.67 % | 3 | 308 | 52.65 % |
| รายงานประจำปี 2553 | 15 | 68 | 0 | 0 % | 0 | 68 | 100 % |
| | 29 | 596 | 17 | 2.85 % | 8 | 340 | 57.05 % |
| รายงานประจำปี 2549 | 15 | 155 | 53 | 34.19 % | 42 | 45 | 29.03 % |
| | 29 | 304 | 22 | 7.24 % | 20 | 13 | 4.28 % |
| | total | 2510 | 205 | 8.17 % | 126 | 821 | 32.71 % |

4.1.2.2 แบบที่ 2 ใช้การลบพื้นหลัง

ตารางที่ 4.2 ตารางประเมินการทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพแบบที่ 2

| หนังสือ | หน้า | จำนวนคำทั้งหมด | จำนวนคำผิดที่ตรวจพบ | เปอร์เซ็นต์คำผิดที่ตรวจพบ(%) | จำนวนคำเกิน | จำนวนคำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัล | เปอร์เซ็นต์คำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัล(%) |
|--------------------|-------|----------------|---------------------|------------------------------|-------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| กตdevทิศปี 2542 | 15 | 4 | 4 | 100% | 0 | 0 | 0% |
| | 29 | 252 | 30 | 11.9% | 6 | 9 | 3.57% |
| กตdevทิศปี 2556 | 15 | 242 | 42 | 17.36% | 2 | 48 | 19.83% |
| | 29 | 257 | 54 | 21.01% | 2 | 62 | 24.12% |
| รายงานประจำปี 2544 | 15 | 47 | 27 | 57.45% | 5 | 5 | 10.64% |
| | 29 | 585 | 101 | 17.26% | 23 | 0 | 0% |
| รายงานประจำปี 2553 | 15 | 68 | 30 | 44.12% | 7 | 0 | 0% |
| | 29 | 596 | 85 | 14.26% | 30 | 0 | 0% |
| รายงานประจำปี 2549 | 15 | 155 | 57 | 36.77% | 14 | 4 | 2.58% |
| | 29 | 304 | 76 | 25% | 7 | 0 | 0% |
| | total | 2510 | 506 | 20.16% | 96 | 128 | 5.1% |

ซึ่งจำนวนคำต่างๆในตารางนั้นถูกบันทึกและตรวจพบด้วยคน สรุว่าจำนวนคำเกินนั้นจะเป็นคำที่คาดว่าเกิดจากภาษาอ่านพยัญชนะแยกกับสาระผิด หรือบางที่มีการอ่านบรรทัดเดิมมาเข้าทำให้มีตัวอักษร หรือคำอื่นๆที่ไม่มีอยู่ในรูปเกินอกรกมา สรุว่าจำนวนคำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัลได้นั้นจะเป็นคำที่มีอยู่ในรูปภาพแต่ไม่ผ่านการแปลงเป็นรูปแบบดิจิทัล เนื่องจาก OCR ไม่สามารถแปลงรูปหรือคำอกรกมาเป็นตัวหนังสือได้ หรือเกิดจากการทำ image processing หรือการเตรียมข้อมูลรูปภาพส่งผลให้มีคำบางคำหายไป จากผลลัพธ์ตารางที่ 4.1 และ 4.2 ทำให้ผู้จัดทำเลือกการทำ image processing แบบที่ 2 มาใช้ในการเตรียมรูปภาพก่อนนำไป OCR ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนคำผิดมากกว่าในแบบที่ 1 แต่จำนวนคำที่ไม่ถูกอ่านในการทำ image processing แบบที่ 1 มีมากถึง 32.71 % ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานจะมีภาระในการตรวจสอบคำมากกว่าแบบที่ 2

4.1.3 ผลการเปรียบเทียบข้อมูล training set 2 ชุดสำหรับการทำ OCR

โดยตอนที่เลือกข้อมูลที่ใช้การทำ OCR ทางผู้จัดได้พบว่ามีชุดข้อมูลที่ทาง Tesseract ได้ปล่อยออกมาในเว็บไซต์หลักซึ่งเป็นชุด training set ในปี 2016 เป็นชุดที่ 1 และมีข้อมูลชุด training set ที่ได้มีการอ้างอิงมาว่าเป็นชุดข้อมูลที่ดีที่สุดในปี 2019 ที่ได้รับการประเมินจาก Google เป็นชุดที่ 2 ซึ่งทำให้ผู้จัดทำนำชุดข้อมูล training set ทั้งสองชุดนี้มาราทำ การเปรียบเทียบว่าชุดไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน จากการเปรียบข้อมูลทั้งสองชุดระหว่าง ชุดข้อมูลปี 2016 (ชุดที่ 1) ดังตารางที่ 4.3 ชุดข้อมูลปี 2019 (ชุดที่ 2) ดังตารางที่ 4.4 กับ พบว่าประสิทธิภาพของชุดข้อมูลชุดที่ 1 มีความถูกต้องอยู่ที่ 76.61 % ซึ่งมีจำนวนคำผิดสูงกว่าประมาณ 2% ความถูกต้องอยู่ที่ เมื่อเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2 ที่มีความถูกต้องอยู่ที่ 77.41 % แต่ว่ามีจำนวนคำเกินที่ต่างกันเป็นเท่าตัว และมีจำนวนคำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัลมากกว่า 28 คำ

ตารางที่ 4.3 ตารางประเมินข้อมูลชุด training set ที่ 1

| หนังสือ | หน้า | จำนวนคำทั้งหมด | จำนวนคำผิด ที่ตรวจสอบ | เปอร์เซ็นต์ คำผิดที่ตรวจ พบ(%) | จำนวนคำเกิน | จำนวนคำที่ ไม่สามารถ แปลงเป็น ดิจิทัล | เปอร์เซ็นต์คำ ที่ไม่สามารถ แปลงเป็น ดิจิทัล(%) |
|--------------------|-------|----------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| กตเวทิตาปี 2542 | 15 | 4 | 2 | 50% | 0 | 2 | 50% |
| | 29 | 252 | 34 | 13.49% | 12 | 4 | 1.59% |
| กตเวทิตาปี 2556 | 15 | 242 | 37 | 15.29% | 0 | 49 | 20.25% |
| | 29 | 257 | 47 | 18.29% | 2 | 45 | 17.51% |
| รายงานประจำปี 2544 | 15 | 47 | 40 | 85.11% | 0 | 4 | 8.51% |
| | 29 | 585 | 78 | 13.33% | 11 | 15 | 2.56% |
| รายงานประจำปี 2553 | 15 | 68 | 44 | 64.71% | 0 | 0 | 0% |
| | 29 | 596 | 76 | 12.75% | 9 | 12 | 2.01% |
| รายงานประจำปี 2549 | 15 | 155 | 44 | 28.39% | 15 | 1 | 0.65% |
| | 29 | 304 | 53 | 17.43% | 34 | 0 | 0% |
| | total | 2510 | 455 | 18.13% | 83 | 132 | 5.26% |

ตารางที่ 4.4 ตารางประเมินข้อมูลชุด training set ที่ 2

| หนังสือ | หน้า | จำนวนคำทั้งหมด | จำนวนคำผิด ที่ตรวจสอบ | เปอร์เซ็นต์ คำผิดที่ตรวจ พบ(%) | จำนวนคำเกิน | จำนวนคำที่ ไม่สามารถ แปลงเป็น ดิจิทัล | เปอร์เซ็นต์คำ ที่ไม่สามารถ แปลงเป็น ดิจิทัล(%) |
|--------------------|-------|----------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| กตเวทิตาปี 2542 | 15 | 4 | 4 | 100% | 0 | 0 | 0% |
| | 29 | 252 | 40 | 15.87% | 20 | 10 | 3.97% |
| กตเวทิตาปี 2556 | 15 | 242 | 46 | 19.01% | 11 | 44 | 18.18% |
| | 29 | 257 | 32 | 12.45% | 2 | 62 | 24.12% |
| รายงานประจำปี 2544 | 15 | 47 | 26 | 55.32% | 0 | 4 | 8.51% |
| | 29 | 585 | 63 | 10.77% | 7 | 28 | 4.79% |
| รายงานประจำปี 2553 | 15 | 68 | 36 | 52.94% | 9 | 2 | 2.94% |
| | 29 | 596 | 65 | 10.91% | 60 | 2 | 0.34% |
| รายงานประจำปี 2549 | 15 | 155 | 43 | 27.74% | 30 | 8 | 5.16% |
| | 29 | 304 | 52 | 17.11% | 34 | 0 | 0% |
| | total | 2510 | 407 | 16.22% | 173 | 160 | 6.37% |

จากผลลัพธ์ตารางที่ 4.3 และ 4.4 ผู้จัดทำเลือกใช้ข้อมูลชุดที่ 1 เนื่องจากมีการแปลงข้อมูลเป็นดิจิทัลได้ครอบคลุมกว่า และมีจำนวนคำเกินน้อยกว่า เมื่อเทียบกับข้อมูลชุดที่ 2

4.1.4 ประสิทธิภาพการแก้ไขคำผิด

จากการเปรียบข้อมูลที่ไม่ถูกแก้ไขคำผิดในตารางที่ 4.5 กับข้อมูลที่ผ่านระบบการแก้ไขคำผิดในตารางที่ 4.3 พบว่าการใช้ระบบการแก้ไขคำผิดทำให้คำผิดที่เกิดขึ้นลดลงประมาณ 2% ทำให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องหลังการแก้ไขคำผิดอยู่ที่ 76.61 % จาก 74.75 %

ตารางที่ 4.5 ตารางประเมินข้อมูลชุด training set ที่ 1 ที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิด

| หนังสือ | หน้า | จำนวนคำทั้งหมด | จำนวนคำผิดที่ต้องตรวจ | เปอร์เซ็นต์คำผิดที่ต้องตรวจ (%) | จำนวนคำเกิน | จำนวนคำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัล | เปอร์เซ็นต์คำที่ไม่สามารถแปลงเป็นดิจิทัล (%) |
|--------------------|-------|----------------|-----------------------|---------------------------------|-------------|------------------------------------|----------------------------------------------|
| กตเดทิตาปี 2542 | 15 | 4 | 4 | 100% | 0 | 0 | 0% |
| | 29 | 252 | 30 | 11.9% | 6 | 9 | 3.57% |
| กตเดทิตาปี 2556 | 15 | 242 | 42 | 17.36% | 2 | 48 | 19.83% |
| | 29 | 257 | 54 | 21.01% | 2 | 62 | 24.12% |
| รายงานประจำปี 2544 | 15 | 47 | 27 | 57.45% | 5 | 5 | 10.64% |
| | 29 | 585 | 101 | 17.26% | 23 | 0 | 0% |
| รายงานประจำปี 2553 | 15 | 68 | 30 | 44.12% | 7 | 0 | 0% |
| | 29 | 596 | 85 | 14.26% | 30 | 0 | 0% |
| รายงานประจำปี 2549 | 15 | 155 | 57 | 36.77% | 14 | 4 | 2.58% |
| | 29 | 304 | 76 | 25% | 7 | 0 | 0% |
| | total | 2510 | 506 | 20.16% | 96 | 128 | 5.1% |

4.2 ผลลัพธ์จากการค้นหา

ในการประเมินการค้นหา ผู้จัดทำได้ทำการเปลี่ยนการประเมินการจากตารางประจำระบบการค้นหา เป็นการประเมินโดยการใช้ตาราง Confusion matrix แทนเนื่องจากจะให้ค่าสถิติที่ชัดเจนมากกว่าตารางแบบเดิม เพื่อหา Precision และ Recall ของการทำงาน การค้นหาในครั้งนี้มีคำค้นหาทั้งหมด 16 คำ หานักหนังสือ ห้องหมด 44 เล่ม โดยที่แต่ละคำบรรณารักษ์จะเป็นคนกำหนดว่าผลลัพธ์ที่ออกควรเป็นเล่มไหน

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงการทำ Confusion matrix

| | TRUE | FALSE |
|----------|------|-------|
| POSITION | TP | FP |
| NEGATIVE | FN | TN |

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงรายละเอียด Confusion matrix

| | | | |
|------|-----------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| TP = | จำนวนหนังสือที่ค้นหาได้ถูกต้อง | Recall | = การค้นหามีความครอบคลุมมากแค่ไหน |
| FP = | จำนวนหนังสือที่ไม่มีคำ แต่เจอในการค้นหา | Precision | = การค้นหาที่ออกมานั้นมีความถูกต้องมากเท่าไร |
| FN = | จำนวนหนังสือที่ถูกต้องแต่ค้นหาไม่เจอ | Accuracy | = การค้นหาสามารถค้นหาผลลัพธ์ได้แม่นยำมากเท่าไร |
| TN = | จำนวนหนังสือที่ไม่มีคำ และไม่ถูกค้นเจอ | | |

$$\text{Recall} = \frac{TP}{(TP+FN)} , \text{Precision} = \frac{TP}{(TP+FP)} , \text{Accuracy} = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+FN+TN)}$$

การทดสอบการค้นหาในครั้งนี้ไม่มีการซ่วยแก้คำจากเจ้าหน้าที่ บรรณาธิการแต่เป็นการทดสอบโดยใช้ระบบทั้งหมด ได้ผลลัพธ์ออกมายังดังตาราง 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 44 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์

| | TRUE | FALSE |
|----------|------|-------|
| POSITION | 13 | 166 |
| NEGATIVE | 57 | 458 |

$$\text{Recall} = 18.57\% , \text{Precision} = 7.26\% , \text{Accuracy} = 67.87\%$$

หลังจากคำนวณค่าจากตารางได้ค่า Recall 18.57 % ค่า Precision อยู่ที่ 7.26 % และค่า Accuracy อยู่ที่ 67.87 % จากผลลัพธ์ดังกล่าว ทำให้ผู้จัดทำได้ลองทำการทดสอบรอบที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับการแก้คำจากมนุษย์ โดยจะใช้ชุดข้อมูลทั้งหมด 6 เล่ม และใช้คำค้นหาเดิม เปรียบเทียบระหว่างข้อมูล 6 ชุดที่ได้รับการแก้ไขคำ ในโมเดล Word2Vec และข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำในระบบ Word2Vec ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.9 และ ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์

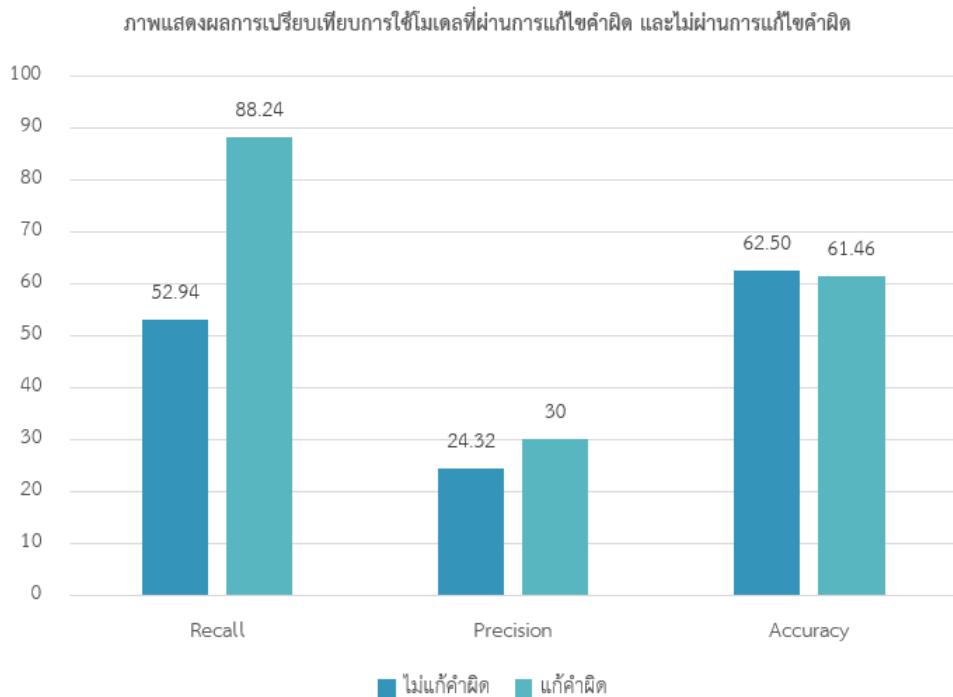
| | TRUE | FALSE |
|----------|------|-------|
| POSITION | 9 | 28 |
| NEGATIVE | 8 | 51 |

$$\text{Recall} = 52.94\% , \text{Precision} = 24.32\% , \text{Accuracy} = 62.5\%$$

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์

| | TRUE | FALSE |
|----------|------|-------|
| POSITION | 15 | 35 |
| NEGATIVE | 2 | 44 |

$$\text{Recall} = 88.24\% , \text{Precision} = 30\% , \text{Accuracy} = 61.46\%$$



รูปที่ 4.3: ภาพแสดงผลการเปรียบเทียบการใช้โมเดลที่ผ่านการแก้ไขคำพิด และไม่ผ่านการแก้ไขคำพิด

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 4.9 ได้ค่า Precision อยู่ที่ 24.32 % ค่า Recall 52.94 % และมี Accuracy 62.5 % หลังจากการแก้ไขคำและทำการทดลองมีค่า Precision อยู่ที่ 30 % ค่า Recall 88.24 % และ ค่า Accuracy อยู่ที่ 61.46 % จะเห็นได้ว่ามีค่า Precision และ Recall สูงขึ้น แต่มีค่า Accuracy ต่ำลง เมื่อทางผู้จัดทำได้ตรวจสอบระบบการค้นหาพบว่าระบบการค้นหาค่าความสัมพันธ์ Word2Vec ยังไม่เดินกัน เนื่องจาก Word2Vec ของชุดข้อมูล 6 เล่มนั้นมีจำนวน corpus หรือชุดข้อมูลที่นำมาไปใช้เรียนอย่างกินไปทำให้ค่าความสัมพันธ์ที่ได้จาก Word2Vec มีค่าใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 4.4 ซึ่ง ทำให้ได้คำที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาใช้ในการค้นหา อย่างเช่น 6 หรือ 2009 ที่ถูกดึงมาใช้ทั้งๆที่ไม่มีความเกี่ยวข้อง ส่งผลให้มีหนังสือเล่มอื่นดิตามด้วย ซึ่งสำหรับค่าค้นหาคำนี้ถ้า เทียบในระบบปัจจุบันแล้ว รักคานี้ไม่ถูกอ่านผิดระบบใหญ่จะสามารถแยกความสำคัญได้มากกว่าระบบเล็ก

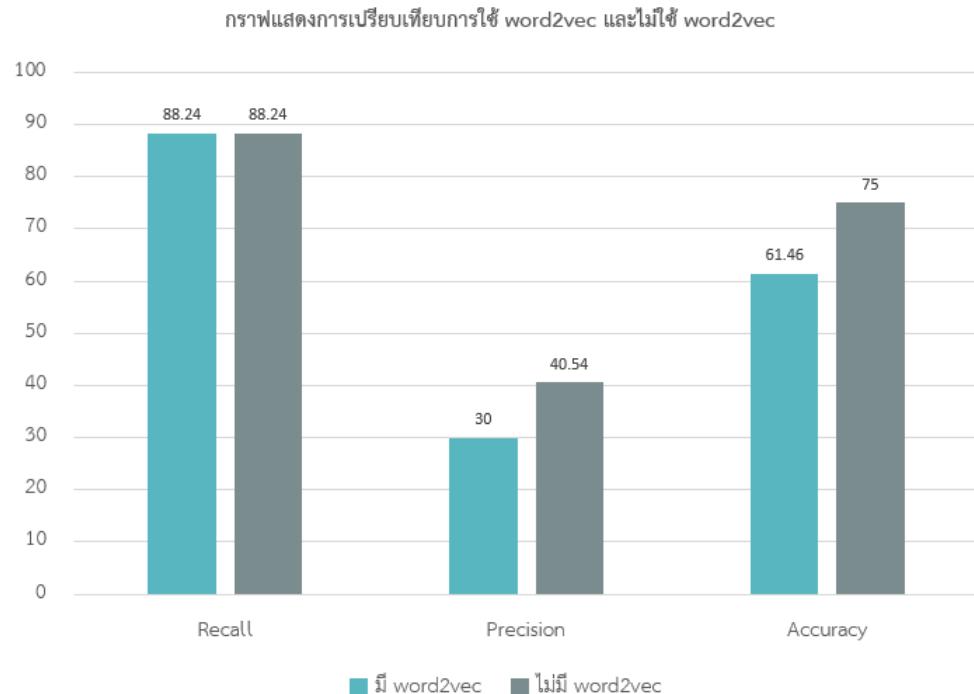
[‘ນໍາຄ້າງ’, ‘ເລີມພລ’]

```
[{"key": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "value": [{"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.9993730187416077}, {"token": "6", "score": 0.9993718266487122}, {"token": "\u00e1", "score": 0.9993717670440674}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.9993667602539062}, {"token": "\u00e1\u00e1", "score": 0.999365508556366}, {"token": "IEEE", "score": 0.9993652701377869}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.9993649125099182}, {"token": "Japan", "score": 0.9993644952774048}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.9993644952774048}, {"token": "\u00e1\u00e1", "score": 0.9993643760681152}], {"key": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "value": [{"token": "2009", "score": 0.999018788377075}, {"token": "\u00e1", "score": 0.9990177750587463}, {"token": "\u00e1", "score": 0.9990175366401672}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.999016284942627}, {"token": "The", "score": 0.9990156888961792}, {"token": "14", "score": 0.9990139603614807}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.9990135431289673}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.9990133047103882}, {"token": "\u00e1\u00e1\u00e1", "score": 0.99901264990592957}, {"token": "on", "score": 0.9990124106407166}]}]
```

รูปที่ 4.4: ภาพแสดงคะแนนการค้นหาคำใหม่ๆ ที่ได้จากการคำนวณโดยword2vec

ซึ่งถ้าเปรียบเทียบค่า Recall ในแต่ละโมเดลการแก้ไขคำผิด และโมเดลที่ไม่ได้แก้ไขคำผิด จะพบว่าผลลัพธ์การแก้ไขคำผิดจะช่วยให้หนังสือที่ครอบคลุมกับผลลัพธ์มากกว่าแก้คำผิด แต่ด้วยความสามารถของโมเดล Word2Vec ทำให้ได้หนังสือที่ไม่เกี่ยวข้องเพิ่มมาด้วย

เช่นกัน ส่งผลให้มีค่าความแม่นยำ หรือค่า Accuracy ลดลง ดังนั้นทางผู้จัดทำได้ลองทำการเปรียบเทียบการค้นหาโดยใช้ Word2Vec และไม่ใช้ Word2Vec เข้ามาช่วย ได้ผลลัพธ์อุอกมาดังภาพที่ 4.5



รูปที่ 4.5: ภาพแสดงผลการเปรียบเทียบการใช้ word2vec และไม่ใช้ word2vec

การค้นหาที่ใช้ Word2Vec จะเป็นการค้นหาที่นำคำค้นหาเข้ามายadel Word2Vec หลังจากนั้นนำคำที่ได้ไปค้นหาคุณ TF-IDF เพื่อนำไปหาหางสือที่มีคีคะแนนความสัมพันธ์กับคำค้นหาโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ส่วนการค้นหาที่ไม่ใช้ Word2Vec จะเป็นการค้นหาโดยการนำคำค้นหาไปหาคุณ TF-IDF โดยไม่ผ่านมายadel Word2Vec จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า การใช้ Word2Vec ทำให้ประสิทธิภาพในการค้นหาลดลง ถึงแม้ผลลัพธ์ความครอบคลุมของหางสือที่ถูกต้อง (recall) จะมีค่าเท่ากัน แต่ก็มีจำนวนหางสือที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามายอย่างกว่าเมื่อเทียบการค้นหาแบบบีช TF-IDF เพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ทางผู้จัดทำได้ทำการเปรียบเทียบประเภทของคำที่ใช้ในการค้นหากับการใช้ไม่ymodel Word2Vec พบว่าส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่เป็นคำเฉพาะที่มีการผิดพลาดเยอ ซึ่งเมื่อได้ลองนำข้อมูลค้นหาที่เป็นคำเฉพาะออกพบร่วมค่า Accuracy เพิ่มขึ้นเป็น 79.17 % ค่า recall 87.5 % และค่า Precision 43.75 % รวมถึงจำนวนจากตารางที่ 4.12 และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าการแก้ไขคำผิดส่งผลกับการค้นหาเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำผิดจากมนุษย์แบบไม่มีคำเฉพาะ

| | TRUE | FALSE |
|----------|------|-------|
| POSITION | 4 | 13 |
| NEGATIVE | 4 | 27 |

$$\text{Recall} = 50\% , \text{Precision} = 23.53\% , \text{Accuracy} = 64.6\%$$

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงผลการค้นหาจากชุดข้อมูล 6 เล่มที่ไม่ผ่านการแก้ไขคำพิจารณานุชร์แบบไม่มีคำเฉพาะ

| | TRUE | FALSE |
|----------|------|-------|
| POSITION | 7 | 9 |
| NEGATIVE | 1 | 31 |

$$\text{Recall} = 87.5\% , \text{Precision} = 43.75\% , \text{Accuracy} = 79.17\%$$

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาในการค้นหา

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการค้นหาโดยกำหนด คำ 3 คำค้น ให้กับเจ้าหน้าที่บรรณาธิการและบุคลากรรวม 2 คน โดยกำหนดขอบเขตในการค้นหาหนึ่งสื้อ 6 เล่ม ซึ่งบุคลากรที่ใช้ระบบค้นหาของปัจจุบันนี้ คันที่ 1 สามารถระบุหนังสือที่มีเนื้อหาง่ายใน 1 นาที ในการค้นหา 3 คำค้นหา และเจอหน้าที่มีคำค้นหา 3 คำภาษาไทย 11 นาที และคันที่ 2 สามารถระบุหนังสือที่มีเนื้อหาง่ายใน 1 นาที ในการค้นหา 3 คำค้นหา และเจอหน้าที่มีคำค้นหา 3 คำภาษาไทย 9 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับเจ้าหน้าที่บรรณาธิการที่เปิด ค้นหาด้วยวิธีการปกติ ทำให้ต้องลองสุ่มหนังสือทุกเล่มจนกว่าจะเจอนั้นสือที่มีคำค้นหาทั้ง 3 ชื่อทำให้ใช้เวลาไปถึง 11 นาที ถ้าดูโดยภาพรวมแล้ว การใช้เว็บกับการค้นหาจากหนังสืออาจจะดูใช้เวลาไก้สักคียงกัน แต่หลังจากที่สอบถามเจ้าหน้าที่บรรณาธิการ ว่า ส่วนใหญ่เสียเวลาให้กับ การเปิดหนังสือสุ่มเล่มประมาณ 6 นาที เนื่องจากไม่รู้ว่าควรจะเปิดจากเล่มไหน

4.3 ผลลัพธ์จากการดำเนินงานในส่วนของการทำเว็บไซต์

4.3.1 การประเมินการใช้งานของเว็บไซต์

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงผลการประเมินการทดสอบเว็บไซต์

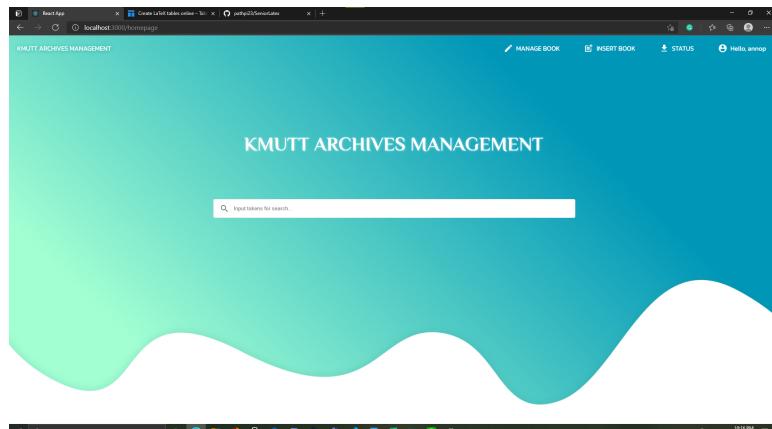
| เกณฑ์การประเมิน | ตารางประเมิน Test | | หมายเหตุ |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|----------|
| | ผ่าน | ไม่ผ่าน | |
| 1. สามารถเข้าสู่ระบบและออกจาก ระบบได้ | | | |
| 2. สามารถเพิ่มเอกสารเข้าสู่ระบบได้ | | | |
| 3. สามารถแก้ไขรายละเอียดเอกสารที่อยู่ในระบบได้ | | | |
| 4. สามารถตรวจสอบและแก้ไขคำที่เพิ่มเข้ามาในระบบในขั้นตอนเพิ่มเอกสารได้ | | | |
| 5. สามารถลบเอกสารที่อยู่ในระบบได้ | | | |
| 6. สามารถค้นหาข้อมูลเอกสารภายในระบบได้ | | | |
| 7. สามารถเรียกดูเอกสารที่ต้องการได้ | | | |

4.3.2 การประเมินความพึงพอใจของบรรณาธิการที่ต่อการออกแบบ UX/UI

ตารางที่ 4.14 ตารางประเมินความพึงพอใจจากการออกแบบ UX/UI

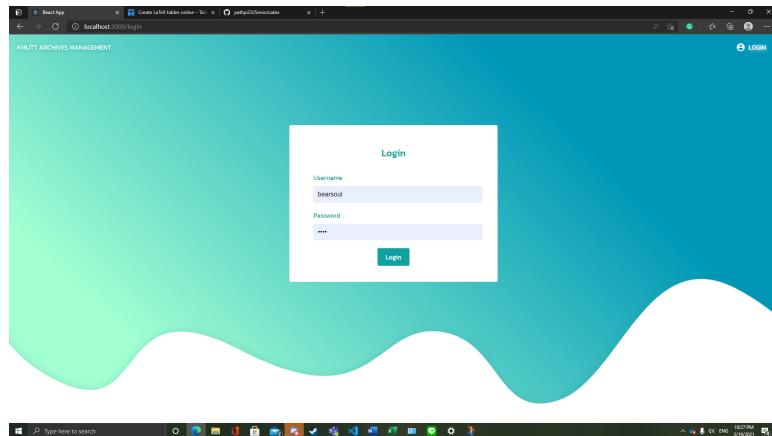
| | 4 | 3 | 2 | 1 | คะแนนที่ได้ |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| ความสมบูรณ์ของข้อมูล | ข้อมูลมีความสมบูรณ์ชัดเจนทำให้เข้าใจความหมายที่ต้องการจะสื่อได้เป็นอย่างดี | มีข้อมูลที่ชัดเจน และแม่นยำในบางครั้ง และสามารถแสดงความหมายที่ต้องการจะสื่อได้บ้าง | ข้อมูลมีความแม่นยำและชัดเจนบ้าง | มีข้อมูลที่ไม่ชัดเจน ไม่ครบ สื่อความหมายได้ไม่ดี | 3 |
| การออกแบบ | มีการออกแบบที่เน้นความสำคัญและจัดวางองค์ประกอบสี เสียง และการเคลื่อนไหว(animation) ได้อย่างเหมาะสม | มีการจัดหน้า และองค์ประกอบทำให้เห็นถึงความสำคัญของเนื้อหา มีการใช้การเคลื่อนไหว(animation) บ้าง | การวางหน้า และการจัดองค์ประกอบมีความไม่เหมาะสม มีการใช้การเคลื่อนไหว(animation) เข้ามาช่วยบ้าง | การวางหน้าและการจัดองค์ประกอบมีความไม่เหมาะสม และไม่มีการใช้การเคลื่อนไหว(animation) เข้ามาช่วยในการใช้งาน | 4 |
| การใช้งาน | ผู้ใช้สามารถใช้งานปุ่มหรือ้ายไปยังหน้าต่างๆได้อย่างง่ายดาย แต่มีลิงค์(Link) ที่พาไปผิดหน้าอย่างมากหนึ่งลิงค์(Link) หรือไม่มีเลย | ผู้ใช้สามารถใช้งานปุ่มหรือ้ายไปยังหน้าต่างๆได้อย่างง่ายดาย แต่มีลิงค์(Link) ที่พาไปผิดหน้าอย่างมากสองลิงค์(Link) | ผู้ใช้มีความสับสนในการใช้ปุ่ม หรือการ้ายไปยังหน้าต่างๆ บางครั้ง และมีลิงค์(Link) ที่พาไปผิดหน้าอย่างมากสามลิงค์(Link) | ผู้ใช้เกิดความสับสนในปุ่มหรือลิงค์(Link) ที่้ายไปหน้าต่างๆ | 4 |
| การใช้ภาษา | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมอย่างมาก 1 จุด | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมอย่างมาก 2 จุด | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมอย่างมาก 3 จุด | มีการใช้คำพิเศษหรือภาษาที่ไม่เหมาะสมมากกว่า 4 จุด | 4 |

4.3.3 หน้าหลัก



รูปที่ 4.6: ภาพแสดงหน้าเว็บหลัก

4.3.4 การเข้าสู่ระบบเว็บไซต์



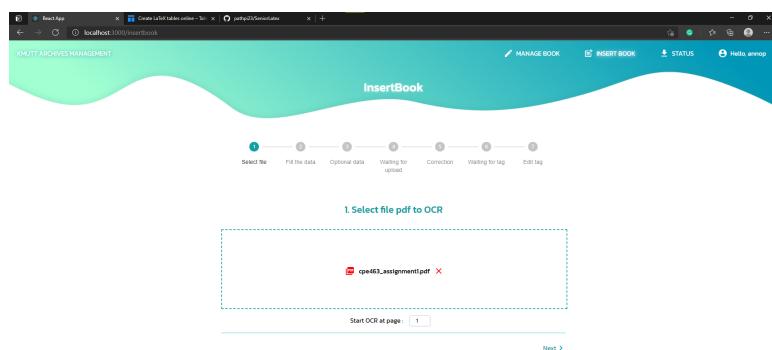
รูปที่ 4.7: ภาพแสดงหน้าเข้าสู่ระบบ

การเข้าสู่ระบบในเว็บไซต์เราได้ใช้ JSON Web Token (JWT) ในการดึงรหัสการเข้าใช้ระบบโดยที่เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบด้วยรหัสผู้ใช้งาน และรหัสผ่านที่ถูกต้องNode JS ก็จะคืน Token ที่ถูกห้ามถูกลับไปให้ทางเครื่องผู้ใช้งานเก็บใน local storage เพื่อที่จะเป็นการบ่งบอกว่าผู้ใช้งาน API ที่เหลือทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นการค้นหาข้อมูล เพิ่มข้อมูลหนังสือ แก้ไขข้อมูลหนังสือ หรือลบข้อมูลหนังสือออกจากระบบ ถ้าผู้ใช้งานไม่ได้ส่ง Token มาด้วยหรือ Token นั้นมีการตัดแปลงแก้ไขระบบจะทำการลบ Token ภายใต้เครื่องทั้งหมดทำการออกจากระบบโดยทันที

4.3.5 การเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

เนื่องจากการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบมีขั้นตอนจำนวนมากและใช้เวลานานจึงแบ่งการอปะมวลผลเป็นส่วนของการเพิ่มข้อมูลของหนังสือ ส่วนของการแก้ไขและตรวจสอบคำกรองนำเข้าสู่ระบบ ส่วนของการตรวจสอบแก้ไขคำสำคัญ ซึ่งผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรอภายในหน้าเพิ่มหนังสือสามารถไปทำงานพัฟฟ์ชั่นอื่นได้ตามปกติและเมื่อเสร็จกระบวนการเหล่านี้เสร็จจะสามารถกลับมาดำเนินการเพิ่มข้อมูลต่อได้โดยการกดที่หน้าแสดงสถานะ และกลับเข้าสู่กระบวนการเพิ่มข้อมูลหนังสือ

4.3.5.1 เพิ่มข้อมูลของหนังสือ



รูปที่ 4.8: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือขั้นตอนการเพิ่มไฟล์

The screenshot shows the 'InsertBook' application interface. At the top, there is a navigation bar with 'MANAGE BOOK', 'INSERT BOOK', and 'STATUS'. Below the navigation bar, a teal header says 'InsertBook'. A progress bar at the top shows steps 1 and 2 as completed (green circles), while steps 3 through 7 are pending (grey circles). The main area is titled '2. Fill the data'. It contains fields for 'Title' (with a required asterisk), 'Title Alternative', 'Creator' (with 'Creator Name' and 'Creator Organization Name' fields), and 'Description'. The status bar at the bottom shows 'Type here to search' and system information.

รูปที่ 4.9: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 1

The screenshot shows the 'InsertBook' application interface. The progress bar at the top shows steps 1, 2, and 3 as completed (green circles). The main area is titled '3. Optional data'. It contains fields for 'Identifier' (Identifier URL and Identifier ISBN), 'Source' (Source), and 'Relation' (with an '+ADD' button). The status bar at the bottom shows 'Type here to search' and system information.

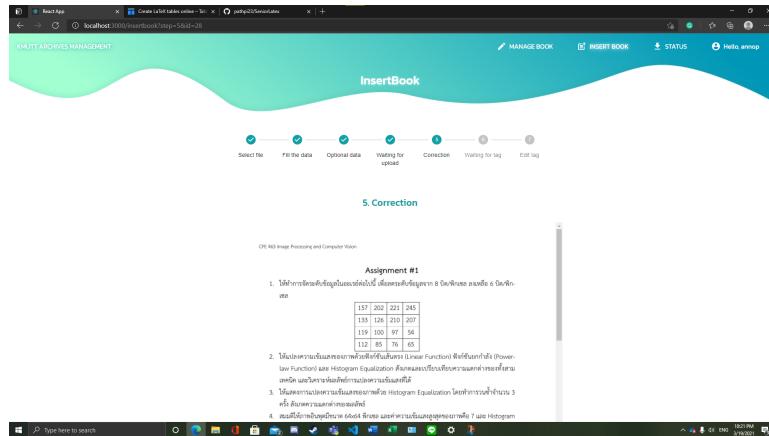
รูปที่ 4.10: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นกรอกข้อมูลขั้นที่ 2

The screenshot shows the 'InsertBook' application interface. The progress bar at the top shows steps 1, 2, 3, and 4 as completed (green circles). The main area is titled '4. Waiting for upload'. It contains an 'Assign' panel with 'Published Date: 19/3/2021' and 'Status: OCR'. The status bar at the bottom shows 'Type here to search' and system information.

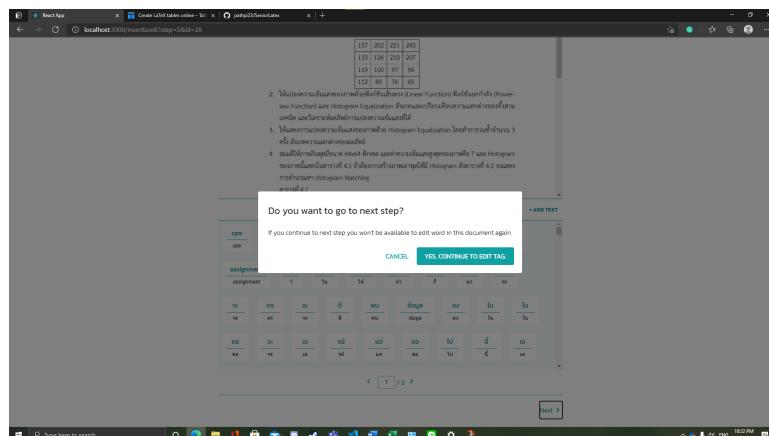
รูปที่ 4.11: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการเตรียมข้อมูล

ในส่วนนี้จะเป็นการใช้ผู้ใช้งานทำการเลือกไฟล์ PDF และกรอกข้อมูลของหนังสือโดยที่เมื่อผู้ใช้งานบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้วระบบก็จะทำการเพิ่มไฟล์ PDF เพื่อนำไปทำกระบวนการเปลี่ยน PDF เป็นรูปภาพและทำการ OCR และการเตรียมข้อมูลตัวอักษร เพื่อทำการแปลงข้อมูลออกมาให้ผู้ใช้งาน

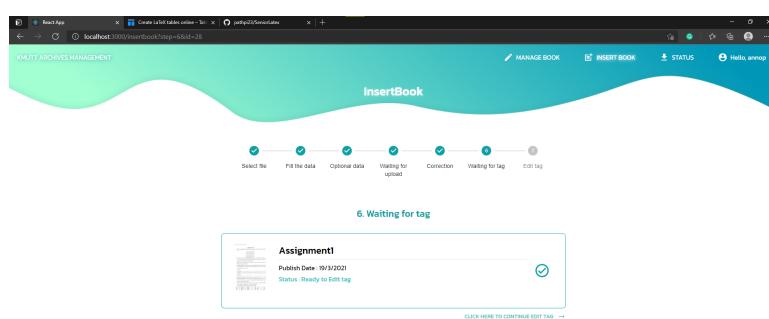
4.3.5.2 การแก้ไขและตรวจสอบคำก่อนนำเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 4.12: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการแก้ไขคำพิเศษ



รูปที่ 4.13: ภาพแสดงหน้าต่างยืนยันการแก้คำ



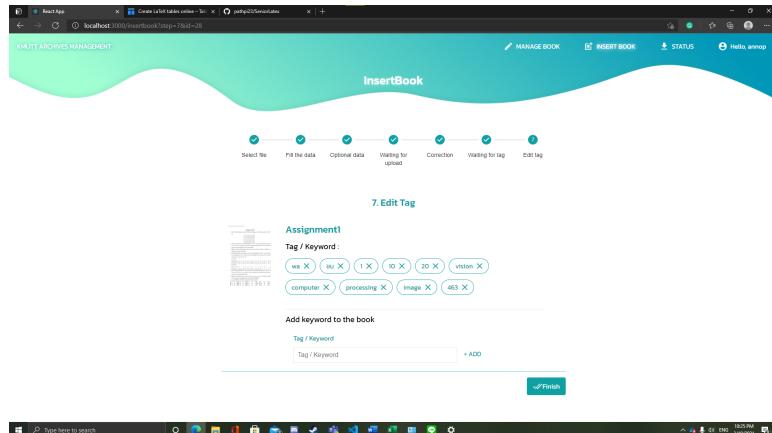
รูปที่ 4.14: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการสร้างคำสำคัญ

ในส่วนนี้จะเป็นผลลัพธ์ของการดำเนินการของ การเพิ่มข้อมูลหนังสือ จะมีคำขอต่อหน้าพร้อมรูปภาพประกอบเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ตรวจสอบ คำเพิ่มและแก้ไขคำได้อย่างอิสระก่อนจะนำคำเหล่านี้เข้าสู่ระบบและในส่วนนี้ถ้ามีข้อบกพร่องใดๆ ก็จะไม่สามารถมาแก้ไขคำในหนังสือ เล่นะในระบบได้อีกด้วยถ้ามีข้อบกพร่องใดๆ ก็จะไม่สามารถมาแก้ไขคำในหนังสือ

เล่นะในระบบได้อีกด้วยถ้ามีข้อบกพร่องใดๆ ก็จะไม่สามารถมาแก้ไขคำในหนังสือ

สร้างคำสำคัญของหนังสือเล่นะนี้ให้อัตโนมัติ

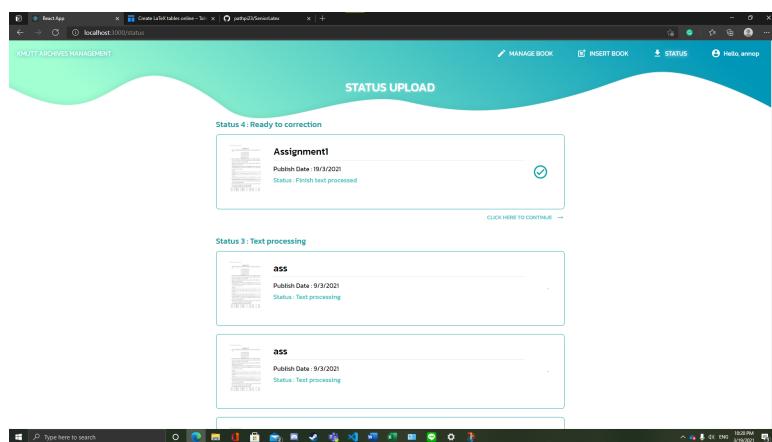
4.3.5.3 การตรวจสอบแก้ไขคำสำคัญ



รูปที่ 4.15: ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่มหนังสือเข้าสู่ระบบขั้นการแก้ไขคำสำคัญ

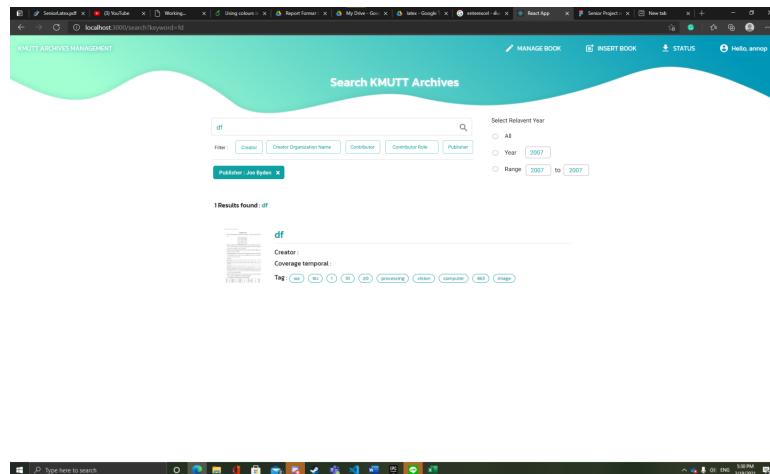
ในส่วนนี้จะเป็นผลลัพธ์ของการแก้ไขและตรวจสอบคำก่อนนำเข้าสู่ระบบโดยผู้ใช้งานได้คำสำคัญ ที่ทางระบบทำขึ้นอัตโนมัติเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ตรวจสอบเพิ่มลดคำสำคัญ ก่อนจะยืนยันเพิ่มเข้าสู่ระบบ

4.3.6 การแสดงสถานะการเพิ่มหนังสือ



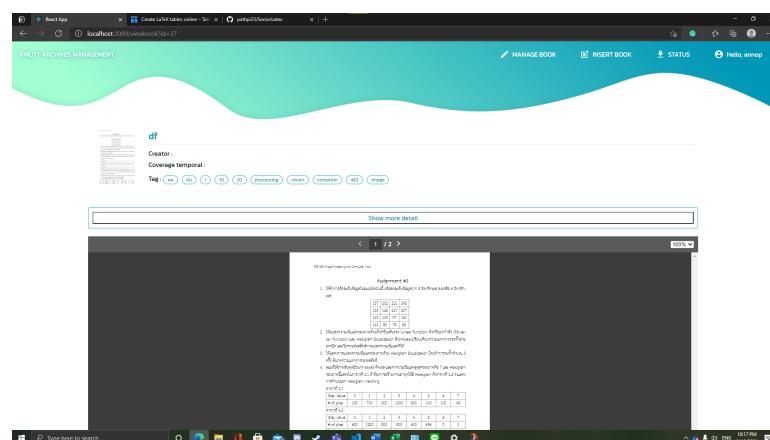
รูปที่ 4.16: ภาพแสดงสถานะของการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ

4.3.7 การแสดงการค้นหาหนังสือ



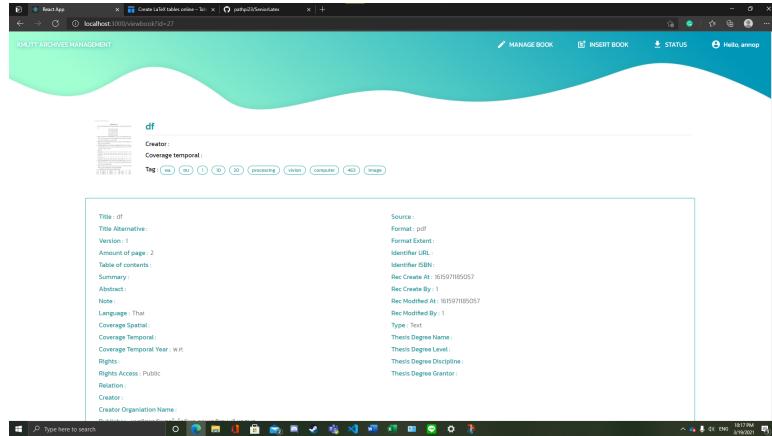
รูปที่ 4.17: ภาพแสดงหน้าการค้นหา

4.3.8 การแสดงข้อมูลหนังสือ



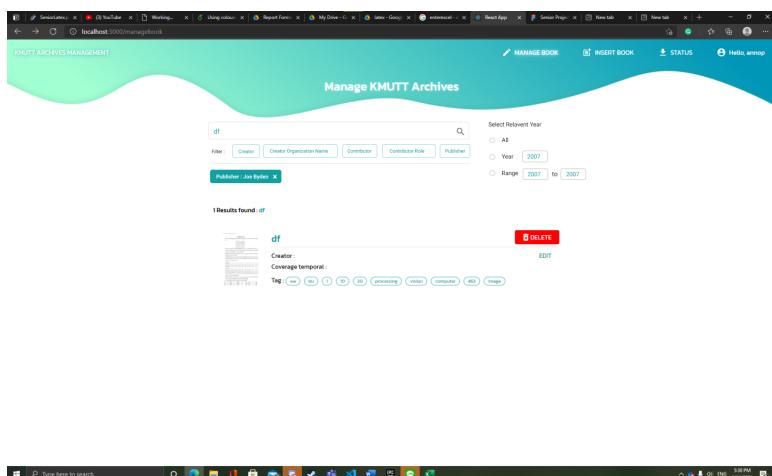
รูปที่ 4.18: ภาพแสดงหน้าแสดงหนังสือ

จะเป็นการแสดงข้อมูลของหนังสือที่อยู่ภายในระบบที่ผู้ใช้งานกรอกเข้ามาในระบบพร้อมทั้งแสดง PDF ที่ถูกอัปโหลดขึ้นมา

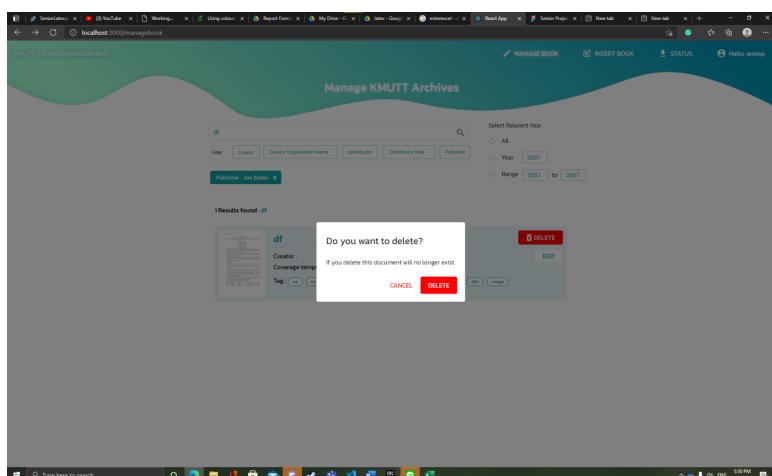


รูปที่ 4.19: ภาพแสดงข้อมูลของหนังสือ

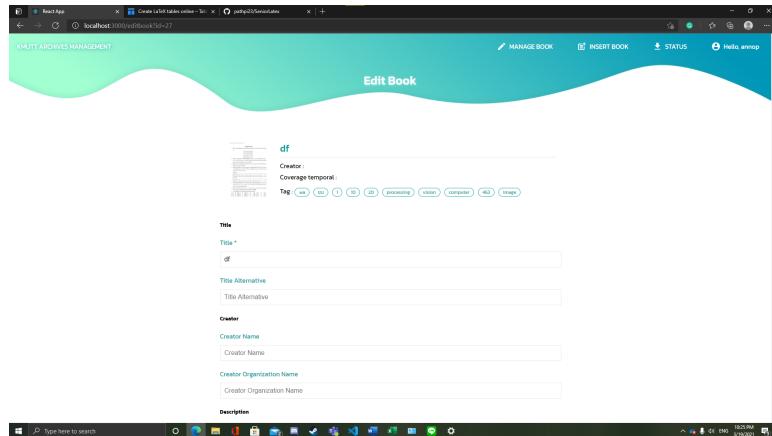
4.3.9 การแสดงการแก้ไขข้อมูลของหนังสือ



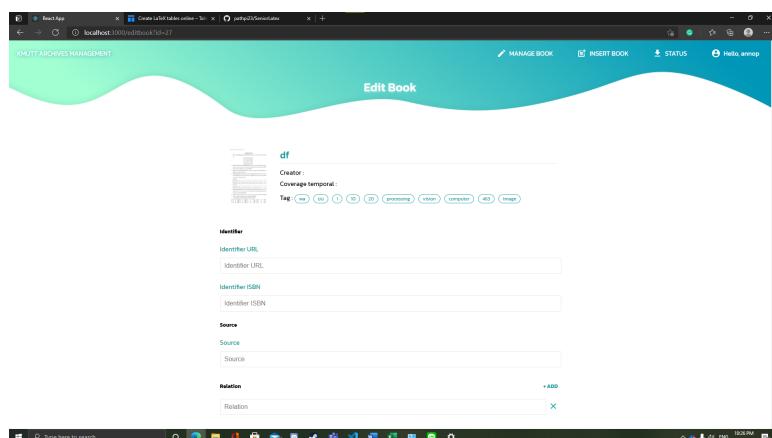
รูปที่ 4.20: ภาพแสดงหน้าการค้นหาในหน้าการจัดการหนังสือ



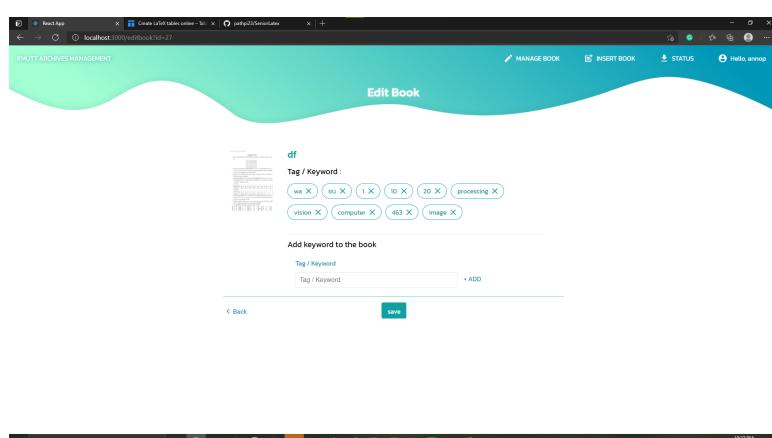
รูปที่ 4.21: ภาพแสดงหน้าการลบหนังสือ



รูปที่ 4.22: ภาพแสดงหน้าการแก้ไขข้อมูลขั้นที่ 1



รูปที่ 4.23: ภาพแสดงหน้าการแก้ไขข้อมูลขั้นที่ 2



รูปที่ 4.24: ภาพแสดงหน้าการแก้ไขคำสำคัญ

การแก้ไขข้อมูลจะแก้ได้ต่อเมื่อเพิ่มข้อมูลหนังสือเสร็จแล้วโดยที่จะสามารถแก้ไขข้อมูลในส่วนของข้อมูลหนังสือและคำสำคัญ ได้เหมือนกันกับการเพิ่มหนังสือโดยเมื่อแก้ไขเสร็จแล้วยังระบบจะทำการบันทึกข้อมูลใหม่ให้ทันที

บทที่ 5 สรุปผล

5.1 ผลการดำเนินงาน

ในภาคการเรียนที่ 1/2563 ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการนำเสนอหัวข้อໂປຣເຈັກ ສຶກຂາຍແລະຮວບຮມໝ້ອມຸລືຕ່າງໆ ເກີບ Requirement ຈາກບຽນຮັກສູ່ ແລະໄດ້ອອກແບບເວັບໄປໜີ່ຕໍ່ User Interface, ໂຄງສ້າງຮຽນໝ້ອມຸລືແລະວິຊີ່ຕ່າງໆໃນການສ້າງເວັບໄປໜີ່ທີ່ຈະກຳທຳການແປ່ງຮູບປາພີໃຫ້ອູ້ໃນຮູບແບບດິຈິຫຼາດ ແລະກຳທຳການສຶກຂາຍ ເວັບໄປໜີ່ແລະອອກແບບວິຊີ່ການເຕີມໝ້ອມຸລືຮູບປາພີກອນທີ່ຈະນຳໄປການ OCR ສ້າງຮະບບເຕີມໝ້ອມຸລືຕ້ວອັກຊຣ ອຳນົດການຕັດຄຳ ແລະການແກ້ໄຂຄຳຜິດ ເພື່ອເຕີມໝ້ອມຸລືທີ່ໄດ້ຈາກການທຳ OCR ໃຫ້ອູ້ໃນຮູບແບບທີ່ເໝາະສົມສໍາຫຼວບຮະບບການຕັນຫາ ແລະສ້າງຮະບບຕັນຫາຄຳສັກຫຼຸດການຂອງ TF-IDF ເພື່ອໃຫ້ສ້າງຄຳສັກຫຼຸດຂອງຕ້ວອັກຊຣ

ณ ເວລາປັຈຸບັນໃນภาคເຮັດວຽກທີ່ 2/2563 ທາງຄະນະຜູ້ຈັດທຳໄດ້ວາງແຜນທີ່ຈະສ້າງເວັບໄປໜີ່ ຈັດທຳຮະບບການຕັນຫາ ແລະໂມໂຄດ Word2Vec ທຳການປະເມີນຮະບບການອອກແບບ User Interface ການເຕີມໝ້ອມຸລືຮູບປາພີ ຮະບບການແກ້ຄຳຜິດ ແລະຮະບບການຕັນຫາ

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลລັບຮັບການຕັດຄຳສັກຫຼຸດ

| แผนການດຳເນີນການ | ຢັງໄນ້ດຳເນີນການ | ກຳລັງດຳເນີນການ | ສົບສັນ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------|
| ສຶກຂາຍຕັ້ນຄວາຫາບໍ່ຢູ່ຫາຂອງໂຄຮກ | | | |
| ເສນອຫ້ວ່າຂ້ອໂປຣເຈັກ | | | |
| ສຶກຂາຍແລະຫາໝ້ອມຸລືເກີ່ມຍ້າກັບເທັນໂລຍືທີ່ໃໝ່ໃນໂປຣເຈັກ | | | |
| ປະເມີນຄວາມເປັນໄປໄດ້ແລະກຳທຳດ້ວຍເຂົາຂອງໂປຣເຈັກ | | | |
| ຈັດເກີບ requirement ຈາກກສຸມຜູ້ໃໝ່ງານ | | | |
| ນຳເສນອໂຄຮກງານຄັ້ງທີ່ 1 | | | |
| ອອກແບບ UX/UI | | | |
| ການແປ່ງຮູບປາພີໃຫ້ອູ້ໃນຮູບແບບດິຈິຫຼາດ | | | |
| ນຳໝ້ອມຸລືທີ່ເກີບວ້າມາກຳທຳການຕັດແປ່ງຄຳກາຍາໄທແລະກຳທຳການສ້າງຄຳສັກຫຼຸດ ໂດຍໃໝ່ຫຼັກການຂອງ TF-IDF | | | |
| ຈັດທຳຮະບບການຕັນຫາ | | | |
| ຈັດທຳເວັບໄປໜີ່ແພລຕິໂອຣົມ | | | |
| ທດສອບຮະບບ | | | |
| ປັບປຸງແກ້ໄຂ | | | |
| ນຳເສນອໂປຣເຈັກ | | | |

5.2 ສຽງການດຳເນີນການ

ການແປ່ງຮູບປາພີໃຫ້ອູ້ໃນຮູບແບບດິຈິຫຼາດ

จากผลลัพธ์ที่อยู่ในบทที่ 4 เรายังสามารถวัดผลลัพธ์การทำ Image processing ด้วยวิธีเช็คคำผ่านกระบวนการ OCR ว่ามีอะไรในการเตรียมรูปภาพแบบไหนให้ประสิทธิภาพของมาได้ดีกว่ากัน โดยที่เราเลือกใช้การเตรียมข้อมูลรูปภาพด้วยวิธีที่ 2 ซึ่งก็คือวิธีการลบพื้นหลัง เนื่องจากให้ผลลัพธ์โดยรวมที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีที่ 1 ที่ใช้วิธีการคัดเลือกข้อมูล การหมุน การลบรูปภาพ การลบเส้นและการรัดกลุ่ม แต่เนื่องจากการลบเส้นตรงทั้งแนวอนและแนวตั้งทำให้มีการลบตัวอักษรบางส่วนไปส่งผลให้เกิดการอ่านที่ยากขึ้น และการลบรูปภาพยังมีความผิดพลาดทำให้ลับเนื้อหาที่เป็นตัวอักษรบางส่วนไป ดังนั้น วิธีการลบพื้นหลังจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าเนื่องจากไม่ได้ทำให้ข้อมูลเนื้อหาเกิดความเสียหายถึงแม้อาจจะทำให้ลับรูปภาพออกไปไม่หมดก็ตาม ขั้นตอนถัดมาจะนำรูปภาพที่ผ่านการทำ Image processing มาผ่านกระบวนการ OCR จาก Tesseract โดยเราได้ทำการ เปรียบเทียบข้อมูลที่นำมาให้โดยจะนำโมเดลภาษาไทย ในปี 2016 และ ในปี 2019 ของ Tesseract มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และประเมินประสิทธิภาพการ แก้คำผิดภาษาไทยโดยใช้ library pythainlp และภาษาอังกฤษใช้ library pyspellchecker รวมถึงสร้างกลุ่มคำเฉพาะและ แก้ไขด้วยต้นเร่องด้วยวิธี minimum edit distance ว่าสามารถช่วยแก้คำผิดได้มากแค่ไหนและทำให้ผลลัพธ์หลังจากการแก้คำผิดนั้นผิดพลาดมากขึ้นหรือเปล่า

จากผลลัพธ์ที่อยู่ในบทที่ 4 จะเห็นว่าการแก้คำผิดด้วยวิธีต่างๆ สามารถแก้ไขคำผิดได้ประมาณ 2 % ทางผู้จัดทำคาดว่าเนื่องจากข้อมูลหนังสือที่เรานำมายังนั้น มีการใช้ภาษาที่แตกต่างกับหนังสือที่นำไปอีกทั้งยังมีการใช้คำเฉพาะอย่าง ชื่อคน สถานที่ วันเวลา งานวิจัย เป็นจำนวนมาก ซึ่งถึงแม้จะมีการแก้คำเฉพาะแต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลทั้งหมด ทำให้การแก้ไขคำผิดมีประสิทธิภาพไม่สูงตามที่คาดหวังไว้ จะเห็นได้จากข้อมูลที่โมเดลในปี 2016 ที่ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องก่อนแก้ไขคำผิดอยู่ที่ 74.75 % เพิ่มขึ้นเป็น 76.61 % หลังจากผ่านวิธีในการแก้ไขคำผิด และทำให้มีคำเกินลดลงเมื่อเทียบกับก่อนที่จะแก้คำผิด และจากการเปรียบเทียบโมเดลในปี 2016 และชุดโมเดลในปี 2019 พบว่าโมเดลชุด 2019 นั้นมีเพอร์เซ็นต์ความถูกต้องอยู่ที่ 77.41 % ซึ่งสูงกว่าชุดโมเดลปี 2016 แต่ว่า จำนวนคำเกินที่ได้จาก โมเดลปี 2019 นั้นมีมากกว่าปี 2016 กว่าเท่าตัว (ปี 2019 มีคำเกิน 173 คำ ปี 2016 มี 83 คำ) ทำให้เราเลือกใช้โมเดลในปี 2016 ในการทำ OCR ในโปรแกรมนี้

การค้นหาเอกสารภายในระบบ

จากผลลัพธ์ในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่าการใช้งานเครื่อง TF-IDF ร่วมกับ Word2Vec กับข้อมูลภายในระบบได้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีนักโดยที่ มีค่าความแม่นยำ (Accuracy) อยู่เพียงแค่ 61.46 % และค่าความครอบคลุม (Recall) อยู่ที่ 88.24 % ซึ่งเทียบกับการใช้ TF-IDF เพียงอย่างเดียว ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าโดยที่มีค่าความแม่นยำ 75% ค่าความครอบคลุมอยู่ที่ 88.24 % คาดว่าเนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้งานภายในไม่มีผล Word2Vec มีจำนวนที่น้อยจนเกินไปประกอบกับจำนวนลักษณะการเขียนเนื้อหาภายในหนังสือมีการใช้คำเฉพาะทำให้หาความสัมพันธ์ของคำได้ยากยิ่งขึ้น รวมถึงการค้นหาค่าความสัมพันธ์ของคำเฉพาะอย่างเช่นบุคคล นั้นยังทำได้ไม่ดีนัก จากการทดลองพบว่าเมื่อนำคำค้นที่เป็นชื่อเฉพาะออกที่ใหม่ค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้นเป็น 79.17 % โดยที่ค่าความครอบคลุมเพิ่มเป็น 87.5 %

หลังจากได้ผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาในการค้นหาในบทที่ 4 โดยการนำบุคคลธรรมชาติที่ใช้ระบบค้นหาของเราเปรียบเทียบกับเจ้าหน้าที่ บรรณารักษ์ที่เปิดค้นหาข้อมูลด้วยวิธีการปกติพบว่า ระยะเวลาในการเลือกหนังสือที่มีความเกี่ยวข้อง บุคคลธรรมชาติ ทั้ง 2 คน ที่ใช้ระบบสามารถค้นหาหนังสือที่มีคำที่เกี่ยวข้องเจอกับและถูกต้องได้ภายในเวลาเฉลี่ย 1 นาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์ที่เปิดค้นหาข้อมูลด้วยวิธีปกติพบว่าจะเจอนานสักหน่อยที่ต้องเลือกหนังสือที่เกี่ยวข้องก่อนเปิดอ่านข้อมูลข้างในก่อนทำให้ใช้เวลาไปถึง 11 นาทีถึงจะสามารถเลือกหนังสือที่ตรงกับคำที่ต้องการค้นหา แต่เนื่องจากระบบค้นหาภายในโปรแกรมยังไม่สามารถระบุหน้าที่มีคำค้นหาได้จึงทำให้ถ้าเปรียบเทียบให้บุคคลธรรมชาติเปิดหน้าที่มีคำค้นหาคนที่ 1 จะใช้เวลา 10 นาที และคนที่สองใช้เวลา 12 นาที และในส่วนของเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์ที่ใช้วิธีการปกติจึงใช้เวลาไป 11 นาที เท่าเดิมเนื่องจากต้องเปิดใจคำค้นหาก่อนถึงจะสามารถระบุหนังสือที่เกี่ยวข้องได้ และจากผลลัพธ์พบว่าการที่เจ้าหน้าที่บรรณารักษ์ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการค้นหาหนังสือที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการที่ส่วนใหญ่หนังสือแต่ไม่มีคำสำคัญที่ต้องการทำให้ต้องเสียเวลาในการค้นหาเพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งถ้าเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์ใช้ระบบค้นหาภายในโปรแกรมนี้จะช่วยลดเวลาในการค้นหาไปถึง 5 นาที สำหรับการส่วนใหญ่หนังสือที่ไม่เกี่ยวข้องมาแล้วในส่วน ของผลลัพธ์ที่ทางเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์คาดหวังสำหรับความแม่นยำอยู่ที่ 75 % ซึ่งระบบค้นหาของเราทำได้อย่างพอดีที่คาดหวังไว้

การออกแบบและการใช้งานเว็บไซต์แพลตฟอร์ม

จากผลลัพธ์การประเมินจากเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์ผู้ใช้งานจริงได้ประเมินผลลัพธ์ค่อนข้างอ่อนโยนเป็นที่น่าพึงพอใจ แต่ยังมีบางส่วนที่ถูกใช้เพียงแค่โครงสร้างรูปภาพสื่อความหมายเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์อาจจะยังไม่เข้าใจนักจึงต้องการเพิ่มเติมในส่วนของคำอธิบายเพิ่มประกอบ

ไปด้วยซึ่งทางเราได้ปรับปรุงเพิ่มคำอธิบายและสิ่งที่ผู้ใช้ไม่เข้าใจเรียบร้อยแล้ว และการออกแบบการทำงานของเว็บไซต์แพลฟอร์มโดยใช้ NodeJS React Django สามารถส่งข้อมูลส่งไปมาและรับส่งข้อมูลผ่าน Restful API และฐานข้อมูลทำได้อย่างไม่มีปัญหาใดๆ

5.3 ปัญหาที่พบและการแก้ไข

5.3.1 ปัญหาหน้าสีอ่านยาก

เนื่องจากหนังสือแต่ละเล่มมีลักษณะที่แตกต่างกันในเรื่องของสีของกระดาษและตัวอักษร ลักษณะการสแกนรูปภาพจึงทำให้การนำประโภคข้อความที่ถูกตัดออกมาทำ OCR แล้วเกิดความผิดพลาดเยอะ

การแก้ไข

ทำการแก้ไขกระบวนการกรารเตรียมข้อมูลรูปภาพ จากการพยายามข้ามหน้าสีเป็นพัฒนาการลบพื้นหลังในรูปแบบใหม่

5.3.2 ปัญหาการหมุนไม่ตรง

เนื่องจากภาษาไทยมีสรวรรณยุกต์ด้านบนต่อ กันสูงสุดต่อ กันถึง 2 ชั้นนอกจากนั้นยังมีสรวรรณยุกต์ด้านล่างทำให้บางที่ไม่สามารถแยกข้อความแต่ละบรรทัดออกมายได้อย่างสมบูรณ์จึงทำให้มีการหมุนที่ผิดพลาดเกิดขึ้น

การแก้ไข

ทำการแก้ไขกระบวนการกรารเตรียมข้อมูลรูปภาพ ปรับเปลี่ยนวิธีการหมุนเป็นการหา Arctan ที่จุดขอบด้านบนที่ทำให้การหมุนมีข้อผิดพลาดน้อยลง

5.3.3 ปัญหาการแก้ไขคำผิด

เนื่องจากการแก้ไขคำผิดยังไม่สามารถแก้คำผิดรูปแบบคำเฉพาะได้อย่าง เช่นชื่อคน หรือชื่อสถานที่ หรืออาจจะคิดว่าคำเฉพาะนั้นผิดพลาด และทำการแก้ไขให้อัตโนมัติทำให้คำที่ได้รับออกมาก็ข้อผิดพลาดขึ้น

การแก้ไข

ให้ผู้ใช้งานได้ตรวจสอบและแก้ไขได้เองก่อนเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบและเพิ่มข้อมูลคำเฉพาะบางส่วนลงไป

5.3.4 ปัญหาระยะเวลาในการเพิ่มข้อมูลหนังสือ

เนื่องจากการเพิ่มข้อมูลมีขั้นตอนจำนวนมากและใช้เวลานานผู้จัดทำจึงออกแบบเป็นระบบ Thread เพื่อที่จะให้เชิฟเวอร์ตอบกลับไปยังผู้ใช้งานและเปิด Thread ในการทำงานไม่ว่าจะเป็น OCR หรือการทำกรารเตรียมข้อมูลตัวอักษร เพื่อเพิ่มความเร็วในการทำงานแต่ก็ไม่สามารถลดเวลาการทำงานลงได้

การแก้ไข

ทำการแก้ไขโดยการ Spawn Process แทนที่จะนำเนื้อหาจาก python นั้นเวลาเปิด Thread ยังคงใช้ core เดียวในการประมวลผลซึ่งต้องเปลี่ยนมาเป็นการ Spawn Process ที่แยกการใช้ core ของหน่วยประมวลผลทำให้สามารถลดเวลาในการเพิ่มข้อมูลหนังสือได้

5.3.5 ปัญหาของการหาคำเหมือนของโมเดล Word2Vec

จากการทดลองสร้างโมเดลโดยการนำหนังสือ กดเวลาทิتا และ รายงานประจำปีมาทำโมเดลพบว่าคำในประโยคส่วนใหญ่ของเหล่าหนังสือนี้ มีวิธีการเขียนที่แตกต่างจากหนังสือที่นำไปทั้ง ภาษาและคำที่นำมาใช้เขียนภายในหนังสือ ทำให้ความเมื่อนานมาทำโมเดล Word2Vec จึงทำให้ค่าความสัมพันธ์ของคำนั้นไม่ดี นอกจากนั้นยังมีเรื่องของจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ในแต่ละโมเดลซึ่ง แบ่งเป็นโมเดลที่มีข้อมูล 4 เล่ม และโมเดลที่มีข้อมูล 6 เล่ม ซึ่งจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้งานยังไม่น่มากพอที่จะทำให้หาความสัมพันธ์ที่ดี นอกจากนั้นปัญหาระบบคำที่ผิดภายในข้อมูลก็ยังส่งผลทำให้การหาคำความสัมพันธ์ยังแยกด้วยถึงแม้ว่าจะมีแก้ไขคำผิดในข้อมูลหนังสือ 6 เล่มก็ตามแต่ด้วยจำนวนที่น้อย จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานแย่

การแก้ไข หนังสือที่มีลักษณะการเขียนหนังสือแบบนี้เพิ่มเติมเข้ามาใช้ในการสร้างโมเดล นอกจากนั้นการแก้ไขคำผิดให้ถูกต้องทั้งหมด และการตัดคำภายในประโยคให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.4 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

1. การแก้ไขคำเฉพาะยังไม่สามารถทำได้ถึงแม่ว่ามีการเพิ่มคำศัพท์เฉพาะลงไปกีตามแต่ก็ยังต้องให้มุขย์เป็นผู้ตรวจสอบอีกรอบเพื่อความถูกต้อง
2. เนื่องจากลักษณะหนังสือแต่ละเล่มแตกต่างกันทำให้การเตรียมข้อมูลรูปภาพที่อาจจะไม่ได้ส่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุดให้กับหนังสือทุกประเภท ทำให้ประสิทธิภาพในหนังสือบางเล่มน้อยกว่าหรือมากกว่าอีกเล่มได้
3. ลักษณะแสงของการสแกนหนังสือเนื่องจากไฟล์ที่ได้รับมาไม่มีการควบคุมในการสแกนหนังสือเข้ามาจึงทำให้ไฟล์มีความสว่างที่ไม่เท่ากันขนาดและการจัดวางที่ไม่เหมือนกันทำให้ประสิทธิภาพของแต่ละเล่มอาจจะไม่เท่าเดิม
4. การพัฒนาระบบการค้นหาด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของลำดับรูปประโยค เนื่องจากรูปประโยคจะประกอบด้วยคำศัพท์มารวมกัน ซึ่งลำดับการเรียงคำทำให้เกิดความหมาย อย่างเช่น “วันนี้ กิน ข้าว อะไร ดี” กับ “ดี วันนี้ กิน อะไร ข้าว” จะเห็นได้ว่าประโยค อย่างหลังไม่สามารถตีความหมายได้อย่างชัดเจน หลังจากการวิเคราะห์ลักษณะกับรูปแบบระบบการค้นหาที่ยังขาดส่วนน้อย ทำให้การค้นหาของผู้ใช้งานสามารถค้นหาคีย์เวิร์ดได้ แต่ไม่สามารถค้นหาไปถึงความหมายที่จะสื่อถึงได้ในบางกรณีอย่าง “กรรมการ แข่งขัน” กับ “แข่งขัน กรรมการ จัดการ” โดยที่คำเหมือนกันแต่การสื่อความหมายต่างกัน ดังนั้นเราจึงได้นำทฤษฎีที่มีชื่อว่า Bi-gram, N-gram มาศึกษาโดยทฤษฎีนี้จะมาช่วยในการเข้มความสัมพันธ์ของลำดับรูปประโยคได้

หนังสืออ้างอิง

1. Ritambhara, "Minimum edit distance of two strings," <https://www.ritambhara.in/minimum-edit-distance-of-two-strings/>, [Online; accessed 12-October-2020].
2. Saixiii, 2017, "RESTful គីអេលូ REST គឺ ការសៀវភៅរាលកបែតិ៍នមុនផាន់ webservice," <https://saixiii.com/what-is-restful/#:~:text=Representational%20state%20transfer%20%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B8%AD%20REST,XML%2C%20HTML%2C%20JSON%20%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2%20response/>.
3. Doxygen, 2020, "OpenCV," https://docs.opencv.org/3.4/d4/d73/tutorial_py_contours_begin.html, [Online; accessed 12-October-2020].
4. NECTEC, "AI For Thai," <https://aiforthai.in.th/index.php#home>, [Online; accessed 22-November-2020].
5. Google, 2020, "Tesseract OCR," <https://opensource.google/projects/tesseract>, [Online; accessed 22-November-2020].
6. Xin Rong, 2014, "word2vec Parameter Learning Explained," **CoRR**, vol. abs/1411.2738, 2014.
7. Y. Goldberg and O. Levy, 2014, "word2vec Explained: Deriving Mikolov et al.'s," <https://arxiv.org/pdf/1402.3722v1.pdf>.
8. Fasttext, 2018, "English word vectors," <https://fasttext.cc/docs/en/english-vectors.html>.
9. Matthew E. Peters, Mark Neumann, Mohit Iyyer, Matt Gardner, Christopher Clark, Kenton Lee, and Luke Zettlemoyer, 2018, "Deep contextualized word representations," **CoRR**, vol. abs/1802.05365, 2018.
10. Keiron O'Shea and Ryan Nash, 2015, "An Introduction to Convolutional Neural Networks," **CoRR**, vol. abs/1511.08458, 2015.
11. techterms, 2018, "MVC," <https://techterms.com/definition/mvc>, [Online; accessed 10-October-2020].
12. Matt Zucker, 2016, "Page dewarping," <https://mzucker.github.io/2016/08/15/page-dewarping.html>.

ກາຄົນວກ A

DATABASE DICTIONARY

ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

ตารางที่ A.2 ตารางอธิบายความหมายตาราง term_word

| term_word | | |
|-----------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| term_word_id | id สำหรับบ่งบอกคำศัพท์ | INT (10) PK Auto_Increment |
| term | คำศัพท์ | VARCHAR (191) |
| frequency | จำนวนความถี่ของหนังสือที่มีคำศัพทนี้อยู่ | INT (191) |
| score_idf | ค่าคะแนน idf ของคำศัพทนี้ | FLOAT (255,4) |
| rec_create_at | วันเวลาของการเพิ่มคำศัพทนี้เข้าสู่ระบบ | DATETIME (6) current_timestamp |
| rec_modified_at | วันเวลาที่อัปเดตข้อมูลของคำศัพท์ | DATETIME (6) current_timestamp |

ตารางที่ A.3 ตารางอธิบายความหมายตาราง user

| user | | |
|-------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| user_id | id สำหรับบ่งบอกผู้ใช้งาน | INT (10) PK Auto_Increment |
| name | ชื่อของผู้ใช้งาน | VARCHAR (50) |
| surname | นามสกุลของผู้ใช้งาน | VARCHAR (191) |
| role | ตำแหน่งของผู้ใช้งาน | VARCHAR (191) |
| username | ชื่อผู้ใช้งานสำหรับทำการ login | VARCHAR (191) |
| password | รหัสผ่านผู้ใช้งานสำหรับทำการ login | VARCHAR (191) |
| create_at | วันเวลาของผู้ใช้งานของการเพิ่มเข้าสู่ระบบ | DATETIME (6) current_timestamp |
| active | สถานะการลงทะเบียนผู้ใช้งาน | INT (11) Default 1 |

ตารางที่ A.4 ตารางอธิบายความหมายตาราง score

| score | | |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| score_id | id สำหรับบ่งบอกคะแนนของคำศัพท์ | INT (10) PK Auto_Increment |
| score_tf | คะแนน tf ของคำศัพท์ | FLOAT (255,4) |
| score_tf_idf | คะแนน tf-idf ของคำศัพท์ | FLOAT (255,4) |
| index_term_word_id | id สำหรับบ่งบอกคำศัพท์ | INT (10) |
| index_document_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือ | INT (10) |
| generate_by | คะแนนถูกคำนวณโดยใคร | VARCHAR (191) Default 'default' |
| rec_status | สถานะการใช้คะแนนนี้ | INT (191) Default 1 |

ตารางที่ A.5 ตารางอธิบายความหมายตาราง pre_term_in_page

| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| pre_term_in_page_id | id สำหรับบ่งบอกคำศัพท์ซึ่งคราวที่รอด้วยผู้ใช้งานตรวจสอบ | INT (10) PK Auto_Increment |
| pre_term | คำศัพท์ซึ่งคราวที่รอด้วยผู้ใช้ตรวจสอบ | VARCHAR (191) |
| index_page_in_document_id | id สำหรับบ่งบอกที่อยู่ของคำศัพท์ซึ่งคราวที่รอด้วยผู้ใช้งานตรวจสอบ | INT (10) FK |

ตารางที่ A.6 ตารางอธิบายความหมายตาราง page_in_document

| page_in_document | | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| page_in_document_id | id สำหรับบ่งบอกที่อยู่ของคำศัพท์ซึ่งคราวที่รอด้วยผู้ใช้งานตรวจสอบ | INT (10) PK Auto_Increment |
| page_index | หน้าของหนังสือ | INT (191) |
| name | ชื่อ File ของข้อมูล | VARCHAR (191) |
| rec_status_confirm | สถานะการยืนยันโดยผู้ใช้งาน | INT (2) PK Default 2 |
| index_document_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือ | INT (10) FK |

ตารางที่ A.7 ตารางอธิบายความหมายตาราง nodejs_log

| nodejs_log | | |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| nodejs_log_id | id สำหรับการจัดเก็บประวัติการทำงานผ่าน nodejs | INT (10) PK Auto_Increment |
| status_code | เก็บสถานะ HTTP หลังจากที่ส่งไปแล้วว่าได้สถานะใด | INT (191) |
| header_date | เก็บข้อมูล header ของ HTTP ที่ส่งไป | VARCHAR (191) |
| server | ชื่อรูปแบบของเซิฟเวอร์ที่ส่งไป | VARCHAR (191) |
| url | ตำแหน่งโดเมนหรือ IP ที่ส่งไป | INT (10) FK |
| content_type | รูปแบบเนื้อหาที่ส่งไป | VARCHAR (191) |
| rec_status | สถานะที่บอกร่วมกับการส่งเกิดข้อผิดพลาดระหว่างทาง | INT (191) |
| rec_create_date | วันเวลาที่ทำการส่ง ณ ตอนนั้น | DATETIME (6) current_timestamp |

ตารางที่ A.8 ตารางอธิบายความหมายตาราง knex_migrations_lock

| knex_migrations_lock | | |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| index | บ่งบอกลำดับของไฟล์ migration ของ knex | INT (10) PK Auto_Increment |
| is_locked | สถานะของไฟล์ migration | INT (11) |

ตารางที่ A.9 ตารางอธิบายความหมายตาราง knex_migrations

| knex_migrations | | |
|-----------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| id | บ่งบอกลำดับการทำงานของไฟล์ migration ของ knex | INT (10) PK Auto_Increment |
| name | ชื่อไฟล์ migration ที่ถูกทำงานเรียบร้อย | VARCHAR (255) |
| batch | ลำดับที่ | INT (11) |
| migration_time | เวลาที่ถูกสั่งให้ทำงาน | TIMESTAMP current_timestamp |

ตารางที่ A.10 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_publisher_document

| indexing_publisher_document | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_publisher_id | id สำหรับบ่งบอกสำนักพิมพ์ | INT (10) PK Auto_Increment |
| publisher | ชื่อสำนักพิมพ์ | VARCHAR (191) |
| frequency | จำนวนของสำนักพิมพ์ที่ถูกอ้างอิง | INT (191) |

ตารางที่ A.11 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_publisher_email_document

| indexing_publisher_email_document | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_publisher_email_id | id สำหรับบ่งบอกสำนักพิมพ์ | INT (10) PK Auto_Increment |
| publisher_email | e-mail ของสำนักพิมพ์ | VARCHAR (191) |
| frequency | จำนวนของสำนักพิมพ์ที่ถูกอ้างอิง | INT (191) |

ตารางที่ A.12 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_issued_date_document

| indexing_issued_date_document | | |
|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_issued_date_id | id สำหรับบ่งบอกปีที่เขียน | INT (10) PK Auto_Increment |
| issued_date | วันเวลาของปีที่เขียนหนังสือ | DATE |
| frequency | จำนวนของวันเวลาของปีที่เขียนที่ถูกอ้างอิง | INT (191) |

ตารางที่ A.13 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_creator_orgname_document

| indexing_creator_orgname_document | | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_creator_orgname_id | id สำหรับบ่งบอกชื่อหน่วยงานรับผิดชอบสังกัด | INT (10) PK Auto_Increment |
| creator_orgname | ชื่อหน่วยงานรับผิดชอบสังกัด | VARCHAR (191) |
| frequency | จำนวนของหน่วยงานรับผิดชอบสังกัดที่ถูกอ้างอิง | INT (191) |

ตารางที่ A.14 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_creator_document

| indexing_creator_document | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_creator_id | id สำหรับบ่งบอกชื่อผู้เขียนหนังสือ | INT (10) PK Auto_Increment |
| creator | ชื่อของผู้เขียนหนังสือ | VARCHAR (191) |
| frequency | จำนวนของผู้เขียนหนังสือที่ถูกอ้างอิง | INT (191) |

ตารางที่ A.15 ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_contributors

| dc_contributors | | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| dc_contributors_id | id สำหรับบ่งบอกข้อมูลความสัมพันธ์ของชื่อหน่วยข้อมูลผู้ร่วมงาน กับหนังสือ | INT (10) PK Auto_Increment |
| index_contributor_id | id สำหรับบ่งบอกชื่อผู้เขียนหนังสือ | INT(10) FK |
| index_document_id | id สำหรับบ่งบอกชื่อหน่วยข้อมูลผู้ร่วมงาน | INT(10) FK |

ตารางที่ A.16 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_contributor_document

| indexing_contributor_document | | |
|-------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_contributor_id | id สำหรับบ่งบอกชื่อหน่วยข้อมูลผู้ร่วมงาน | INT (10) PK Auto_Increment |
| contributor | ชื่อหน่วยข้อมูลผู้ร่วมงาน | VARCHAR (191) |
| frequency | จำนวนของหน่วยข้อมูลผู้ร่วมงานที่ถูกอ้างอิง | INT (191) |

ตารางที่ A.17 ตารางอธิบายความหมายตาราง indexing_contributor_role_document

| indexing_contributor_role_document | | |
|------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| indexing_contributor_role_id | id สำหรับบ่งบอกตำแหน่งของผู้ร่วมงาน | INT(10) Auto_Increment |
| contributor_role | ชื่อตำแหน่งของผู้ร่วมงาน | VARCHAR (191) |
| index_contributor | id สำหรับบ่งบอกชื่อหน่วยข้อมูลผู้ร่วมงาน | INT (191) |

ตารางที่ A.18 ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_type

| dc_type | | |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| DC_type_id | id สำหรับบ่งบอกประเภทของหนังสือ | INT (10) PK Auto_Increment |
| DC_type | ประเภทของหนังสือ | VARCHAR (191) |
| index_document_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือ | INT (10) |

ตารางที่ A.19 ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_relation

| dc_relation | | |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| DC_relation_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือที่เกี่ยวข้อง | INT (10) PK Auto_Increment |
| DC_relation | ชื่อหนังสือที่เกี่ยวข้อง | VARCHAR (191) |
| index_document_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือ | INT (10) |

ตารางที่ A.20 ตารางอธิบายความหมายตาราง dc_keyword

| dc_keyword | | |
|-------------------|------------------------|-------------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| DC_keyword_id | id สำหรับบ่งบอกคำสำคัญ | INT (10) PK Auto_Increment |
| DC_keyword | คำศัพท์ | VARCHAR (191) |
| index_document_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือ | INT (10) |

ตารางที่ A.21 ตารางอธิบายความหมายตาราง document

| document | | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| ชื่อคอลัมน์ | ความหมาย | ประเภท |
| document_id | id สำหรับบ่งบอกหนังสือ | INT(10) Auto_Increment |
| status_process_document | สถานะการทำงานของหนังสือ | INT (2) |
| name | ชื่อไฟล์ PDF หนังสือ | VARCHAR (191) |
| version | ครั้งที่ตีพิมพ์ | INT (191) |

| | | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| page_start | หน้าหนังสือที่กำหนดเป็นหน้าเริ่ม | INT (191) |
| amount_page | จำนวนหน้าทั้งหมดของหนังสือ | INT (191) |
| path | ตำแหน่งไฟล์ PDF ที่ผู้ใช้งานอัปโหลดเข้าสู่ระบบ | TEXT |
| path_image | ตำแหน่งไฟล์รูปภาพของหนังสือ | TEXT |
| name | ชื่อไฟล์ PDF หนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_title | ชื่อหนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_title_alternative | ชื่อรองของหนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_description_table_of_contents | สาระสำคัญที่มาจากการบัญญัติ | TEXT |
| DC_description_note | รายละเอียดทั่วไปของหนังสือ | TEXT |
| DC_description_summary | สาระสำคัญของข้อมูลสารสนเทศที่ผ่านการค้นหา รวมรวม วิเคราะห์ | TEXT |
| DC_description_abstract | ข้อมูลสรุปจากบทคัดย่อ วิทยานิพนธ์ และเนื้อหา | TEXT |
| DC_format | รูปแบบข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในระบบ | VARCHAR (191) |
| DC_format_extent | ขนาดของไฟล์หนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_identifier_URL | แหล่งที่มาของหนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_identifier_ISBN | เลขมาตรฐานสากลของหนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_source | หน่วยข้อมูลต้นฉบับ | VARCHAR (191) |
| DC_language | ภาษาของหนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_coverage_spatial | สถานที่ของหนังสือที่เป็นเจ้าของ | VARCHAR (191) |
| DC_coverage_temporal | ช่วงเวลาในหน่วยปีของหนังสือ | VARCHAR (191) |
| DC_rights | ระดับการเข้าถึงของข้อมูล | VARCHAR (191) |
| DC_rights_access | ตำแหน่งที่มีสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล | VARCHAR (191) |
| thesis_degree_name | ชื่อเต็มของปริญญา | VARCHAR (191) |
| thesis_degree_level | ระดับของปริญญา | VARCHAR (191) |
| thesis_degree_discipline | สาขาวิชา | VARCHAR (191) |
| thesis_degree_grantor | มหาวิทยาลัย | VARCHAR (191) |
| index_creator | id สำหรับบุคคลซึ่งเป็นผู้เขียนหนังสือ | INT (10) FK |
| index_creator_orgname | id สำหรับบุคคลซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบสังกัด | INT (10) FK |
| index_publisher | id สำหรับบุคคลสำนักพิมพ์ | INT (10) FK |
| index_publisher_email | id สำหรับบุคคลสำนักพิมพ์ | INT (10) FK |
| index_issued_date | id สำหรับบุคคลที่เขียน | INT (10) FK |
| rec_create_at | วันเวลาของหนังสือที่ถูกนำเข้าสู่ระบบ | DATETIME (6) current_timestamp |
| rec_create_by | id สำหรับบุคคลผู้ใช้งานที่นำหนังสือเข้าสู่ระบบ | INT (10) FK |

| | | |
|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| rec_modified_at | วันเวลาของหนังสือที่ถูกแก้ไขข้อมูล | DATETIME (6) current_timestamp |
| rec_modified_by | id สำหรับบุบคอกผู้ใช้งานที่แก้ไขหนังสือในระบบ | INT (10) FK |
| rec_status | ค่าสถานะของหนังสือสำหรับการใช้งาน | INT (2) |