**โครงร่างวิทยานิพนธ์**

**THESIS PROPOSAL**

**ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย)** การพัฒนาระบบสืบค้นสารสนเทศข้ามภาษาสำหรับข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก: กรณีศึกษาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

**ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)** Development of a Cross-Lingual Information Retrieval System for Greenhouse Gas Emission Factors: A Case Study of Thai and English Languages

**เสนอโดย** นายณฐพจน์ หนูวงษ์

**รหัสนิสิต** 6770233221

**หลักสูตร** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (ภาคนอกเวลาราชการ)

**ภาควิชา** วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์

**สถานที่ติดต่อ** 90/159ต.ลาดวาย อ.ลำลูกกา ปทุมธานี. 12150

**โทรศัพท์** 094-0768695

**อีเมล** 6770233221@student.chula.ac.th

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รศ.ดร.ญาใจ ลิ่มปิยะกรณ์

**คำสำคัญ (ภาษาไทย)** บล็อกเชน, สัญญาอัจฉริยะ, การปล่อยก๊าซคาร์บอน, ค่าสัมประสิทธิ์  
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

**คำสำคัญ (ภาษาอังกฤษ)** blockchain, smart contracts, carbon emissions, emission factors

โครงร่างวิทยานิพนธ์

ภาษาไทย การพัฒนาระบบสืบค้นข้ามภาษาที่รองรับคำค้นไทย-อังกฤษ สำหรับข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภาษาอังกฤษ Development of a Cross-Lingual Information Retrieval System for Greenhouse Gas Emission Factors: A Case Study of Thai and English Languages

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) มีสาเหตุหลักมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHG) สู่ชั้นบรรยากาศในปริมาณมากและต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อระบบนิเวศ สภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้คนทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก ดังนั้นการติดตามและบริหารจัดการข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับประเทศไทย หน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวม จัดทำข้อมูล และเผยแพร่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ TGO (Thailand Greenhouse Gas Management Organization) ซึ่งเป็นหน่วยงานสำคัญภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม TGO จัดทำฐานข้อมูลและรายงานที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมหลากหลายภาคส่วน อาทิ ภาคอุตสาหกรรม ภาคพลังงาน เกษตรกรรม และชุมชน รวมถึงข้อมูลการประเมินและคำนวณ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors) โดยอ้างอิงจากมาตรฐานสากลและแนวทางของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

อย่างไรก็ตาม แม้ TGO จะเผยแพร่ข้อมูลในหลายรูปแบบ เช่น เอกสารรายงาน (PDF), ฐานข้อมูลออนไลน์ และไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ แต่ยังขาดระบบสืบค้นที่สามารถตอบสนองต่อคำค้นได้อย่างครอบคลุมและ “ข้ามภาษา” (Cross-lingual) กล่าวคือ ผู้ใช้งานบางส่วนถนัดใช้คำค้นภาษาไทย แต่อีกบางส่วนถนัดใช้คำค้นภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ในเนื้อหาของข้อมูล TGO เองก็อาจผสมผสานระหว่างศัพท์เทคนิคภาษาอังกฤษ (เช่น ชื่อสารเคมีหรือกระบวนการผลิต) กับคำอธิบายภาษาไทย ทำให้การค้นหาแบบปกติที่จำกัดเฉพาะภาษาใดภาษาหนึ่ง อาจได้ผลลัพธ์ไม่ครบถ้วนหรือขาดความแม่นยำ ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาระบบสืบค้นแบบ Cross-lingual สำหรับข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ TGO จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานที่มีพื้นฐานต่างกัน ทั้งผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม นโยบาย นักวิจัย อาจารย์ และนักศึกษา ที่ต้องการเข้าถึงข้อมูล Emission Factors ของ TGO ได้รวดเร็วและครอบคลุมทุกแง่มุม ไม่ถูกจำกัดด้วยภาษา ระบบสืบค้นดังกล่าวจะช่วยลดอุปสรรคในการสืบค้นข้อมูลทางเทคนิค ตลอดจนเพิ่มศักยภาพในการวิเคราะห์หรือตัดสินใจเชิงนโยบายเกี่ยวกับการลดและบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

นอกจากนี้ ยังถือเป็นการยกระดับฐานข้อมูลของ TGO ให้ก้าวหน้าขึ้น ทั้งในเชิงคุณภาพ (คุณภาพของผลการค้นหา) และในเชิงประสิทธิภาพ (ความรวดเร็วในการเรียกดู) รวมถึงอาจต่อยอดไปสู่การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับหน่วยงานต่างประเทศได้อย่างสอดคล้อง หากโครงสร้างการจัดการข้อมูลรองรับการค้นหาและการแสดงผลที่เป็นสากล การดำเนินโครงการวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการสร้างกลไกการเข้าถึงข้อมูลที่สะดวก ครอบคลุม และขยายโอกาสให้ทุกภาคส่วนสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวได้อย่างเต็มศักยภาพ อันจะเป็นพื้นฐานสำคัญของความร่วมมือในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
   1. **ทฤษฎีการสืบค้นข้อมูล (Information Retrieval Theory)**

**2.1.1 แนวคิดพื้นฐานของ IR**

• Boolean Model: ใช้ตัวดำเนินการ (Operators) เช่น AND, OR, NOT ในการกำหนดเงื่อนไขค้นหา เอกสารที่ตรงตามเงื่อนไขทั้งหมดจะถูกดึงขึ้นมาแบบ “ตรง-ไม่ตรง” (exact match) แต่ขาดการจัดอันดับตามความเกี่ยวข้อง

• Vector Space Model: แทนเอกสารและคำค้นเป็นเวกเตอร์ในมิติของคำ (Term Dimension) แล้วคำนวณความคล้ายคลึง (Cosine Similarity) เพื่อจัดอันดับเอกสารตามความเกี่ยวข้องกับคำค้น

• Probabilistic Models (เช่น BM25): ประเมินความน่าจะเป็นที่เอกสารจะเกี่ยวข้องกับคำค้น โดยนำปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความถี่ของคำ (TF), ความถี่ในคอร์ปัส (IDF),   
และการปรับสเกลตามความยาวเอกสาร (Document Length) มาประกอบ

* + 1. **การวัดประสิทธิภาพ (Evaluation Metrics)**

• Precision: ร้อยละของเอกสารที่ดึงมาแล้วเกี่ยวข้องกับคำที่ค้นหา

• Recall: ร้อยละของเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ถูกดึงมาได้

• F-Measure (F1 Score): ค่ากลางเชิงเรขาคณิตของ Precision และ Recall

• Mean Average Precision (MAP), Mean Reciprocal Rank (MRR) มาตรวัดภาพรวมของการจัดอันดับผลลัพธ์

**2.2 การสืบค้นข้อมูลข้ามภาษา (Cross-lingual Information Retrieval: CLIR) [1]**

โดยทั่วไป ระบบสืบค้นจะสมมติให้คำค้น (Query) และเนื้อหาเอกสารเป็นภาษาเดียวกัน แต่ในกรณี Cross-lingual IR จะเกิดสถานการณ์ที่ผู้ใช้พิมพ์คำค้นเป็นภาษาไทยแต่ต้องการค้นหาเอกสารที่อาจเป็นภาษาอังกฤษหรือทั้งสองภาษาไทย/อังกฤษ เพื่อให้ CLIR ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีกลไกเชื่อมโยงระหว่างภาษาไทยกับภาษาอังกฤษซึ่งมี 2 แนวทางหลักที่สำคัญ ได้แก่

**2.2.1 Synonym-based (Dictionary-based)**

ใช้คลังคำศัพท์คู่ (Bilingual Dictionary) หรือ Synonym List ที่จับคู่คำหรือวลีสำคัญในภาษาไทยและภาษาอังกฤษไว้ล่วงหน้าโดยในขั้นตอนการ Tokenization และ Indexing, Search ระบบจะขยายคำ (Query Expansion) ให้ครอบคลุมคำเหมือน (Synonym) ในอีกภาษา ยกตัวอย่างเช่น หากผู้ใช้พิมพ์ “ก๊าซเรือนกระจก” ระบบจะสืบค้น “gases greenhouse” หรือ “greenhouse gas” ไปด้วย

**2.2.2 Embedding-based (Neural / Vector-based)**

ใช้โมเดลประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) แบบหลายภาษา (Multilingual) เช่น Multilingual BERT, XLM-R, LaBSE ฯลฯ เพื่อแปลง (encode) ประโยคหรือข้อความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้อยู่ในเวกเตอร์ใน latent space เดียวกัน เมื่อผู้ใช้พิมพ์คำค้นภาษาไทย ระบบจะแปลงคำค้นนั้นเป็นเวกเตอร์ และเทียบความคล้ายกับเวกเตอร์ของเอกสารที่อาจจะเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยก็ได้ หากความหมายใกล้เคียงกัน เวกเตอร์ก็จะอยู่ใกล้กัน

**2.3 การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing – NLP) [2]**

การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) เป็นแขนงหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence - AI) ที่มุ่งเน้นการทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจ ตีความ และจัดการกับภาษามนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบริบทของ Cross-Lingual Information Retrieval (CLIR) การประมวลผลภาษาธรรมชาติเป็นขั้นตอนสำคัญในการเตรียมข้อมูลและสร้างความเข้าใจในภาษาที่ใช้สำหรับการสืบค้น ซึ่งในงานนี้เน้นไปที่ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนทั้งในด้านโครงสร้างทางภาษา การตัดคำ และการประมวลผลคำศัพท์เฉพาะทาง

**2.3.1 Tokenization / Word Segmentation**

ภาษาไทยไม่มีการเว้นวรรคระหว่างคำเหมือนภาษาอังกฤษ ทำให้ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ เช่น Thai tokenizer, ICU tokenizer ใน Elasticsearch เพื่อช่วยตัดคำได้เหมาะสม ภาษาอังกฤษมักใช้ tokenizer มาตรฐาน (standard tokenizer) และอาจเพิ่มขั้นตอนstemming หรือ lemmatization ได้

**2.3.2 Stop Words & Synonym**

การกำหนด Stop Word (เช่น และ, คือ, the, a) ช่วยลด noise และเพิ่มประสิทธิภาพ  
ในการค้น การกำหนด Synonym ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ หากใช้ Dictionary-based

**2.3.3 Named Entity Recognition (NER)**

ในบางกรณีอาจต้องจับชื่อเฉพาะหรือศัพท์เทคนิค เช่น ชื่อสารเคมี ประเภทวัสดุ หรือหน่วยงาน สามารถใช้ NER หรือวิธีการตรวจจับเชิง Lexicon เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจับคู่

**2.4** **ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)**

ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งคำนวณได้ จากปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยกิจกรรม ใช้สำหรับประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้พลังงาน การเผาไหม้เชื้อเพลิง การขนส่ง หรือกระบวนการผลิตสินค้า ค่านี้เป็นตัวแปรสำคัญที่ช่วยให้องค์กร หน่วยงานภาครัฐ และนักวิจัยสามารถคำนวณและวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อใช้ในการรายงาน ติดตามผลกระทบ และวางแผนเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

**2.5** **เทคโนโลยีและแพลตฟอร์มที่ใช้ในงานวิจัย**

**2.5.1 Elasticsearch**

ระบบ Search Engine แบบกระจาย (Distributed Search) ที่รองรับ Full-text search, Structured search รวมถึง Vector Search มี Plugin หรือ Analyzer สำหรับภาษาไทย (Thai Tokenizer) และสามารถกำหนด Synonym Filter สำหรับ Cross-lingual

**2.5.2 FastAPI**

เว็บเฟรมเวิร์กภาษา Python ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย ทำให้สามารถสร้าง REST API เพื่อเชื่อมต่อระหว่าง Frontend กับ Elasticsearch ได้อย่างสะดวก

**2.5.3 React.js**

ไลบรารี JavaScript สำหรับพัฒนา Frontend มีจุดเด่นด้านการสร้าง UI ที่โต้ตอบผู้ใช้ (Interactive) ได้ง่าย ช่วยให้ผู้ใช้สามารถพิมพ์คำค้น (Query) แล้วเรียก API ได้ทันที และแสดงผลลัพธ์แบบเรียลไทม์

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**3.1 English-Malayalam Cross-Lingual Information Retrieval – an Experience [3]**

Nikesh P.L, Sumam Mary Idicula นำเสนอระบบสืบค้นสารสนเทศข้ามภาษาอังกฤษ-มาลายาลัม (CLIR) ที่รองรับการสืบค้นทั้งภาษาเดียวและข้ามภาษา โดยใช้พจนานุกรมอังกฤษ-มาลายาลัมที่พัฒนาขึ้นเอง พร้อมด้วยเทคนิคการประมวลผลคำ เช่น การตัดคำ, การกำจัดคำหยุด, และการแปลงรากศัพท์ ระบบใช้ Vector Space Model (VSM) ในการจัดอันดับเอกสาร โดยคำนวณน้ำหนักคำผ่าน Local Weighting, Global Weighting (pidf) และ Normalization Factor อินเทอร์เฟซผู้ใช้ถูกพัฒนาด้วย NetBeans 6 และ JDK 1.6 ระบบได้รับการประเมินด้วยคำถาม 25 คำถาม และแสดงผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันระหว่างการสืบค้นภาษาเดียวและข้ามภาษา งานวิจัยนี้ยืนยันถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ CLIR สำหรับภาษาอังกฤษและมาลายาลัมภายในระยะเวลาอันสั้นด้วยทรัพยากรภาษาที่เหมาะสม​

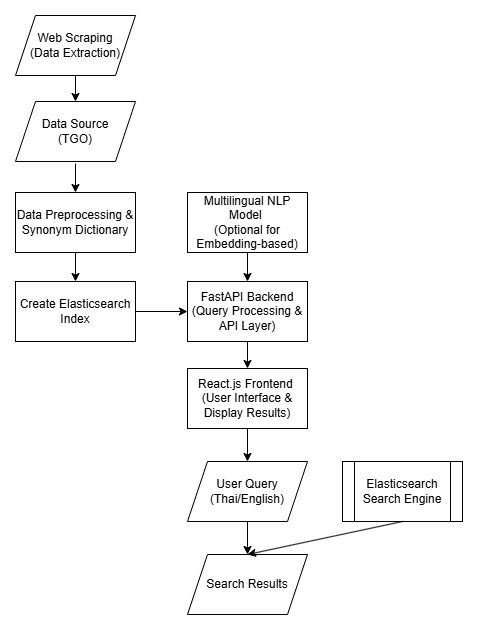
**3.2 Cross-Lingual Information Retrieval Model for Vietnamese-English Web Sites [4]**

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบสืบค้นสารสนเทศข้ามภาษา (Cross-Lingual Information Retrieval - CLIR) สำหรับภาษาอังกฤษและมาลายาลัม ซึ่งสามารถสืบค้นได้ทั้งแบบข้ามภาษาและภาษาเดียว ระบบนี้ใช้ พจนานุกรมอังกฤษ-มาลายาลัมที่พัฒนาขึ้นเอง สำหรับการแปลคำค้น นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือทางภาษาที่พัฒนาในประเทศ เช่น ตัวแปลงรากศัพท์ (Stemmer) และ ตัวประมวลผลทางสัณฐานวิทยา (Morphological Analyzer) สำหรับการประมวลผลคำในภาษามาลายาลัม ระบบใช้ Vector Space Model (VSM) ในการจัดอันดับเอกสาร โดยคำนวณค่าน้ำหนักคำผ่าน 3 เทคนิคหลัก ได้แก่:

1. Local Weighting: ความถี่คำในเอกสาร
2. Global Weighting: การใช้น้ำหนัก Inverse Document Frequency (idf)
3. Normalization Factor: การปรับให้เอกสารที่ยาวและสั้นมีความสมดุล

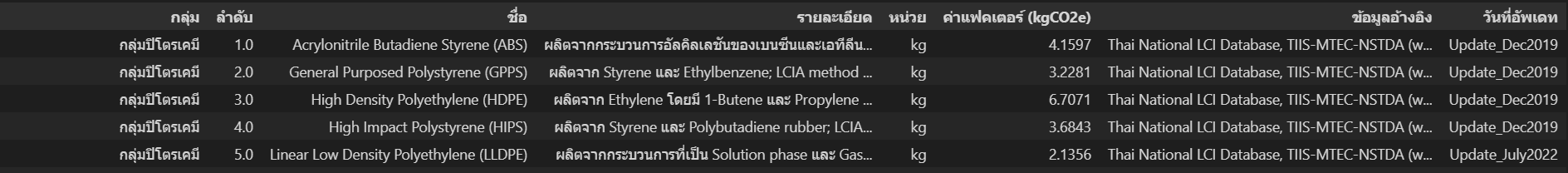
อินเทอร์เฟซผู้ใช้ถูกพัฒนาด้วย NetBeans 6 และ JDK 1.6 รองรับการสืบค้นทั้งสองภาษาและแสดงผลลัพธ์ตามลำดับความเกี่ยวข้อง ระบบได้รับการทดสอบด้วยคำถาม 25 ชุดคำถาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพในการดึงเอกสารที่เกี่ยวข้องของระบบภาษาเดียวและข้ามภาษามีความใกล้เคียงกัน ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของกระบวนการแปลและการดึงข้อมูล

1. แนวคิดและวิธีการวิจัย



ภาพที่ 1 ภาพรวมขั้นตอนระเบียบวิจัย

**4.1 การดึงข้อมูล (Data Extraction) และแหล่งข้อมูล (Data Source)**

ภาพที่ 2แสดงตัวอย่างตารางค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors) ที่ได้มาจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งจะมีหลายตารางและค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกหลายประเภทที่จะต้องจัดการโดยจะจัดเก็บจะอยู่ในรูปแบบ CSV เพื่อนำไปประมวลผลต่อ****

ภาพที่ 2 ตัวอย่างตารางค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors)

**4.2 การประมวลข้อมูลก่อน (Data Preprocessing)**

**4.2.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning**

การทำความสะอาดข้อมูล และแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการจัดเก็บในระบบสืบค้น จัดรูปแบบข้อมูล เช่น การปรับหน่วยวัด, การจัดการวันที่ และการจัดหมวดหมู่ข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีโครงสร้างที่เหมาะสมกับการใช้งานใน Elasticsearch

**4.2.2 การสร้างคลังคำพ้อง (Synonym Dictionary)**

สร้างคู่คำพ้องความหมายระหว่างคำศัพท์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษโดยคลังคำศัพท์นี้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการสืบค้นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุมทั้งสองภาษา เช่น

**•** ก๊าซเรือนกระจก ↔ greenhouse gas

• คาร์บอนไดออกไซด์ ↔ carbon dioxide

**4.3 การสร้างดัชนีใน Elasticsearch (Indexing in Elasticsearch)**

ข้อมูลที่ผ่านการเตรียมและประมวลผลแล้วจะถูกจัดเก็บไว้ใน Elasticsearch Index เพื่อให้การค้นหาสามารถรองรับคำค้นที่หลากหลาย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษและค้นหาได้อย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วย   
 • โครงสร้างดัชนี (Index Structure) จัดระเบียบข้อมูลตามหมวดหมู่ เช่น ชื่อสารเคมี,หน่วยวัด  
 • การกำหนดตัววิเคราะห์ภาษา (Analyzer) ระบุวิธีการตัดคำและวิเคราะห์คำสำหรับภาษาไทยและอังกฤษ

• การใช้คลังคำพ้อง (Synonym Token Filter) เพื่อนำคำศัพท์พ้องมาใช้ระหว่างการสืบค้น

**4.4 Backend** ระบบ Backend จะถูกพัฒนาขึ้นด้วย FastAPI เป็นตัวกลางเชื่อมระหว่าง Frontend และ Elasticsearch เพื่อทำหน้าที่รับคำค้นจากผู้ใช้ (ภาษาไทยหรืออังกฤษ) ผ่าน API ส่งคำค้นไปยัง Elasticsearch และรับผลลัพธ์กลับมาจากนั้นประมวลผลผลลัพธ์และจัดเรียงตามความเกี่ยวข้องก่อนส่งไปยัง Frontend

**4.5 Frontend**

Frontend จะถูกพัฒนาขึ้นด้วย React.js เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลได้สะดวกโดยสร้างช่องกรอกคำค้น (Search Box) ที่รองรับภาษาไทยและอังกฤษ แสดงผลลัพธ์การค้นหาในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น ตาราง รองรับการกรองข้อมูล (Filter) ตามหมวดหมู่ เช่น ปี, ประเภทสาร

**4.6 การประมวลผลคำค้น (User Query Processing)**

การสืบค้นข้อมูลผ่าน Elasticsearch โดยใช้ API จาก Backend เพื่อให้คำค้นภาษาไทยและอังกฤษสามารถดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างแม่นยำและแสดงผลลัพธ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

1. วัตถุประสงค์

5.1 เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รองรับการค้นหาได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Cross-lingual)

5.2 เพื่ออำนวยความสะดวกสามารถเข้าถึงเอกสาร/ข้อมูล Emission Factors ที่มีอยู่ได้อย่างรวดเร็ว

1. ขอบเขตการดำเนินงาน
   1. ใช้ข้อมูล ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors) ที่เผยแพร่โดย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
   2. ออกแบบให้สืบค้นได้ทั้งภาษาไทยและอังกฤษด้วย Synonym-based Approach
   3. ประเมินระบบด้วยตัวชี้วัดมาตรฐาน (Precision, Recall) และตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้งานจริงสำหรับผู้ใช้ที่มีพื้นฐานต่างกัน
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน
   1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   2. จัดเตรียมข้อมูล
   3. สร้างและปรับแต่งประสิทธิภาพโปรแกรม
   4. ทดสอบและประเมินผล
   5. วิเคราะห์ สรุปผลการดำเนินงาน
   6. เรียบเรียงและจัดทำบทความวิจัย
   7. จัดทำวิทยานิพนธ์
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
   1. ระบบสืบค้น Cross-lingual ที่ใช้งานจริงช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาเอกสาร Emission Factors ได้สะดวก โดยไม่ถูกจำกัดด้วยภาษา
   2. ส่งเสริมให้นักวิจัย นักศึกษา หน่วยงานภาครัฐและเอกชน มีข้อมูลครบถ้วนทั้งจากแหล่งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
4. รายการอ้างอิง

[1] G.-A. Levow, D. W. Oard, and P. Resnik, "Dictionary-based techniques for cross-language information retrieval," *Information processing & management,* vol. 41, no. 3, pp. 523-547, 2005.

[2] S. Sun, C. Luo, and J. Chen, "A review of natural language processing techniques for opinion mining systems," *Information fusion,* vol. 36, pp. 10-25, 2017.

[3] P. Nikesh, S. M. Idicula, and S. D. Peter, "English-Malayalam cross-lingual information retrieval—an experience," in *2008 IEEE International Conference on Electro/Information Technology*, 2008: IEEE, pp. 271-275.

[4] A. F. Abka, M. Pratama, and W. Jatmiko, "Cross-Lingual Summarization: English-Bahasa Indonesia," in *2021 6th International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)*, 2021: IEEE, pp. 53-58.