**ระบบวิเคราะห์ และ พยากรณ์ สำหรับการบริหารหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์**

**Analytics and Prediction System for CE Curriculum administrators**

**ณิชกานต์ สุขุมจิตพิทโยทัย**

**นรวิชญ์ อยู่บัว**

**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลกัสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต**

**สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ปีการศึกษา 2565**

ปริญญานิพนธ์ปี การศึกษา 2564

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวิเคราะห์ และ พยากรณ์ สำหรับการบริหารหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

Analytics and Prediction System for CE Curriculum administrators

ผู้จัดทำ

1. นางสาวณิชกานต์ สุขุมจิตพิทโยทัย รหัสนักศึกษา 62010299

2. นายนรวิชญ์ อยู่บัว รหัสนักศึกษา 62010465

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. ธนัญชัย ตรีภาค)

**ระบบวิเคราะห์ และ พยากรณ์ สำหรับการบริหารหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์**

นางสาวณิชกานต์ สุขุมจิตพิทโยทัย 62010299

นายนรวิชญ์ อยู่บัว 62010465

ผศ. ดร. ธนัญชัย ตรีภาค อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2565

# บทคัดย่อ

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อ พัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาในอดีต ข้อมูลของรายวิชาต่างๆ และข้อมูลจากแบบสำรวจการมีงานทำของบัณฑิต เพื่อนำเสนอข้อมูลสถิติต่างๆ วิเคราะห์ข้อมูลผลการผลิตบัณฑิตเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ว่าที่ผ่านมาหลักสูตรสามารถผลิตบัณฑิตกลุ่มใดได้บ้าง มีจำนวนมากน้อยเพียงใด สามารถพยากรณ์ว่าในอนาคตหลักสูตรสามารถผลิตบัณฑิตกลุ่มใดได้เป็นจำนวนเท่าใด เพื่อเป็นประโยชน์และอำนวยความสะดวกให้กรรมการหลักสูตรในการวางแผนการบริหารหลักสูตรในอนาคต และแสดงเป็นแผนภาพกราฟิกในการอำนวยความสะดวกให้หน่วยงานภายนอกได้รับทราบว่าหลักสูตรปัจจุบันของสถาบันสามารถผลิตบุคลากรที่มีความชํานาญด้านใดได้บ้าง

**Analytics and Prediction System for CE Curriculum administrators**

Ms. Nichakan Sukhumjitpitayotai 62010299

Mr. Narawich Youbua 62010465

Mr. Thanunchai Threepak Advisor

Academic Year 2022

# Abstract

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานในภาคการศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือจากหลากหลายบุคคล โครงงานในภาคการศึกษานี้จะผ่านไปไม่ได้หากปราศจากความช่วยเหลือจากบุคคลเหล่านี้ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. ธนัญชัย ตรีภาค ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการให้คำแนะนำถึงแนวทางการทำงานที่ดี การให้คำปรึกษาเพื่อหาทางออกเมื่อพบเจอกับปัญหา รวมถึงให้ความรู้เกี่ยวกับตัวงานทำให้งานต่าง ๆ เมื่อเจอปัญหาก็สามารถผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ประสาทวิชาการความรู้มาตลอด 4 ปี ซึ่งความรู้หลาย ๆ แขนงก็ถูกใช้เป็นพื้นฐาน และเป็นส่วนหนึ่งของโครงงานนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้คำปรึกษา และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันรวมถึงการรับฟังปัญหา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้ความรู้คุณธรรมจริยธรรม และให้การสนับสนุนด้านการศึกษาจนได้มีโอกาสมาทำโครงงานนี้

ณิชกานต์ สุขุมจิตพิทโยทัย

นรวิชญ์ อยู่บัว

# สารบัญ

**หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

1.2 วัตถุประสงค์

1.3 ประโยชน์ของโครงงาน

1.4 ข้อจำกัดของโครงงาน

1.5 แผนการดำเนินงาน

บทที่ 2 ทฤษฏีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฏีที่เกี่ยวข้อง

2.2 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 การออกแบบ

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

# สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 5 สรุป

**5.1 บทสรุป**

**5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ**

**5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ**

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

# สารบัญตาราง

**ตาราง** **หน้า**

# สารบัญรูป

**รูป** **หน้า**

**บทที่ 1**

**บทนำ**

* 1. **ความเป็นมาของปัญหา**

Data Analytics เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ในกรณีที่ข้อมูลเพียงพอและเหมาะสมจะสามารถนำมาคาดการณ์แนวโน้ม ทำนายอนาคตที่เป็นประโยชน์ พยากรณ์สิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นหรือน่าจะเกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลในอดีตกับแบบจำลองทางสถิติรวมถึงการให้คำแนะนำทางเลือกต่าง ๆ และผลของแต่ละทางเลือก

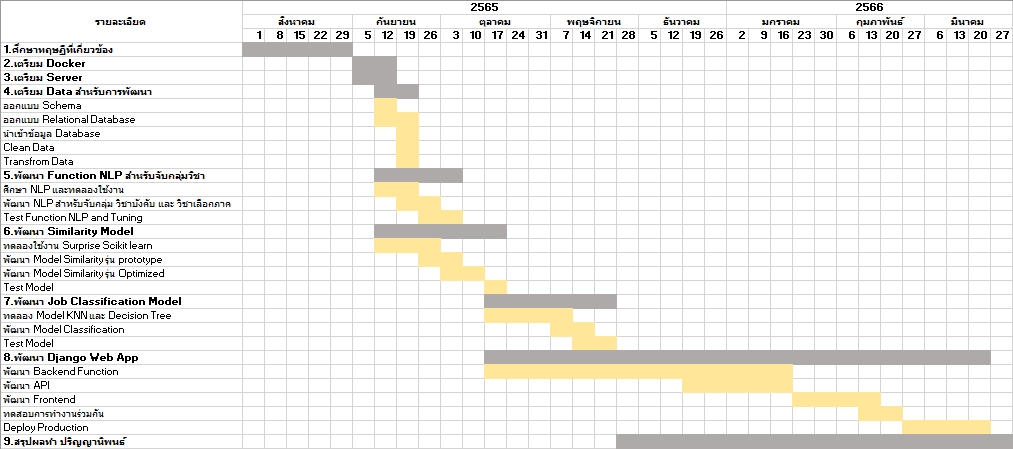
จากปัญหาที่ทางผู้จัดทำเล็งเห็นความสำคัญคือการนำข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาในอดีตมาใช้ประโยชน์ในการบริหารหลักสูตร และ นำมาวิเคราะห์ผลเพื่อช่วยในการวางแผนการเรียนของนักศึกษา ซึ่งการวางแผนในการเรียนของหลักสูตรจะสามารถช่วยอาจารย์และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในด้านของการบริหารหลักสูตร เพื่อวางแผนการเพิ่มหรือลดจำนวนผู้เรียนในรายวิชาต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อการผลิตบัณฑิตด้านต่าง ๆ ได้

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้เห็นถึงความสำคัญการประเมินสถานะขอหลักสูตร ของระบบแนะนำการวางแผนการคาดการณ์จากการใช้ความรู้ทางด้าน Data Analytics, Prediction และ Recommendation โดยใช้ข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาในอดีต เพื่อพัฒนาระบบช่วยเหลือ และตอบโจทย์ให้แก่นักศึกษาและบุคคลากรทางการศึกษาหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องได้

* 1. **วัตถุประสงค์**

1. เพื่อนำข้อมูลของผลการเรียนของนักศึกษาในอดีตและข้อมูลจากแบบสำรวจการมีงานทำของบัณฑิตมาใช้ ในการวางแผนการเรียนหรือประเมินอาชีพในอนาคตของนักศึกษาได้
2. ประมวลผลข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาในอดีต และข้อมูลจากแบบสำรวจการมีงานทำของบัณฑิต และทำแผนภาพกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูล อำนวยความสะดวกให้กรรมการหลักสูตรในการวางแผนการ ทำงาน
3. เพื่อนำข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาในอดีต มาพัฒนาเป็นระบบแนะนำและวางแผนการเรียนตัวของ นักศึกษาได้
4. เพื่อนำข้อมูลการพยากรณ์อาชีพในอนาคตของนักศึกษาในสถาบันมาแสดงเป็นแผนภาพกราฟิกในการ อำนวยความสะดวกให้หน่วยงานภายนอกได้รับทราบว่าหลักสูตรปัจจุบันของสถาบันสามารถผลิต บุคลากรที่มีความชํานาญด้านใดได้บ้าง
   1. **ประโยชน์ของโครงงาน**
5. ได้ระบบรวบรวมข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาและข้อมูลแบบสำรวจการทำงานของบัณฑิต แล้วนำมาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการบริหารหลักสูตรของกรรมการหลักสูตร
6. มีระบบที่สามารถแนะนำ วางแผน และประเมินอาชีพในอนาคตจากผลการเรียนของนักศึกษา
   1. **ข้อจำกัดของโครงงาน**
7. ข้อมูลผลการเรียนในอดีตย้อนหลังมีเพียง 2 ปี
8. ข้อมูลผลการเรียนในอดีตจะได้จากสำนักทะเบียนและประมวลผล โดยกรรมการหลักสูตรจะเป็นผู้ร้องขอข้อมูลดังกล่าวและนำเข้าระบบ
9. การทำนายต่าง ๆ จะใช้ข้อมูลเพียง 2 แหล่งคือข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาจากสำนักทะเบียนและประมวลผล และแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิตเท่านั้น
   1. **แผนการดำเนินงาน**

แผนการดำเนินงานในการพัฒนาโครงงานตลอดระยะเวลา 2 ภาคการศึกษา ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 - มีนาคม พ.ศ. 2566 แสดงดังรูป 1.1

รูป 1.1 แผนการดำเนินงาน

**บทที่ 2**

**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

* 1. **ทฤษฏีที่เกี่ยวข้อง**
     1. **Classification and Prediction**

Classification and Prediction คือการจำแนกประเภทของข้อมูล โดยจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งกระบวนการดั่งกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน

1. Training Data คือการนำข้อมูลมาที่ได้มาทำการเรียนรู้ให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปสร้างเป็นโมเดลแบบจำลองและวัดประสิทธิภาพของโมเดลแบบจำลองนั้น โดยจะทำการสร้างโมเดลซึ่งจะมีด้วยกันหลายวิธี เช่น Decision Tree, Naive Bayes, K Nearest Neighbors และ Neural Network เป็นต้น
2. Predict คือการนำข้อมูลใหม่ที่รับมานำเข้าโมเดลแบบจำลองที่เป็นผลลัพท์จากการผ่านกระบวนการ Training Data ไปทำการคำนวณหรือพยากรณ์

ประเภทของปัญหาในด้าน Classification

1. Binary classification (การจำแนกแบบไบนารี)

เปรียบให้ดีที่สุดคือ ตัวแปรที่อยู่ในรูปแบบสองหมวดหมู่ เช่น ผลลัพธ์แบบ ใช่ หรือ ไม่ใช่ ตก หรือ ผ่าน หากเปรียบในรูปแบบของตัวเลขก็คือ 0 กับ 1 อัลกอริทึมที่ใช้คู่กับการจำแนกแบบไบนารี จะมีดังนี้ k-Nearest Neighbors Decision Trees หรือ Naive Bayes

1. Multi-Class Classification (การจำแนกประเภทหลายคลาส)

ในการจำแนกรูปแบบนี้จะต่างกับการจำแนกแบบไบนารี โดยจะมีหมวดหมู่มากกว่าสอง ตัวอย่างของการจำแนกประเภทนี้ เช่น รูปภาพที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลเพื่อค้นหาคำศัพท์ที่คาดว่าจะพิมพ์ใน predictive keyboard โดยผลลัพธ์ที่อาจเกิดนั้นจะมีได้มากกว่า 2 หมวดหมู่ อัลกอริทึมที่ใช้คู่ไปกับการจำแนกประเภทนี้สามารถใช้อัลกอริทึมคล้ายกับกับการจำแนกแบบไบนารีได้

1. Multi-Label Classification (การจำแนกประเภทหลายเลเบล)

เปรียบให้เข้าใจง่ายโดยการยกตัวอย่างเช่น รูปภาพรูปหนึ่งสามารถมีรูปดอกไม้ ท้องฟ้าก้อนเมฆได้ แต่รูปภาพรูปนั้นจะจัดว่าเป็นหมวดหมู่รูปวาด รูปถ่าย หรือรูปเสีย Multi-Label Classification ก็คือการทำเลเบลให้กับชุดข้อมูล หรือการติดฉลากให้รูปนั้น ๆ ว่ามีดอกไม้หรือเปล่ามีก้อนเมฆหรือไม่ส่วน Multi-Class Classification จะจำแนกว่ารูปนั้นเป็นรูปที่เกิดจากการวาดหรือรูปที่เกิดจากการถ่ายหรือรูปเสีย

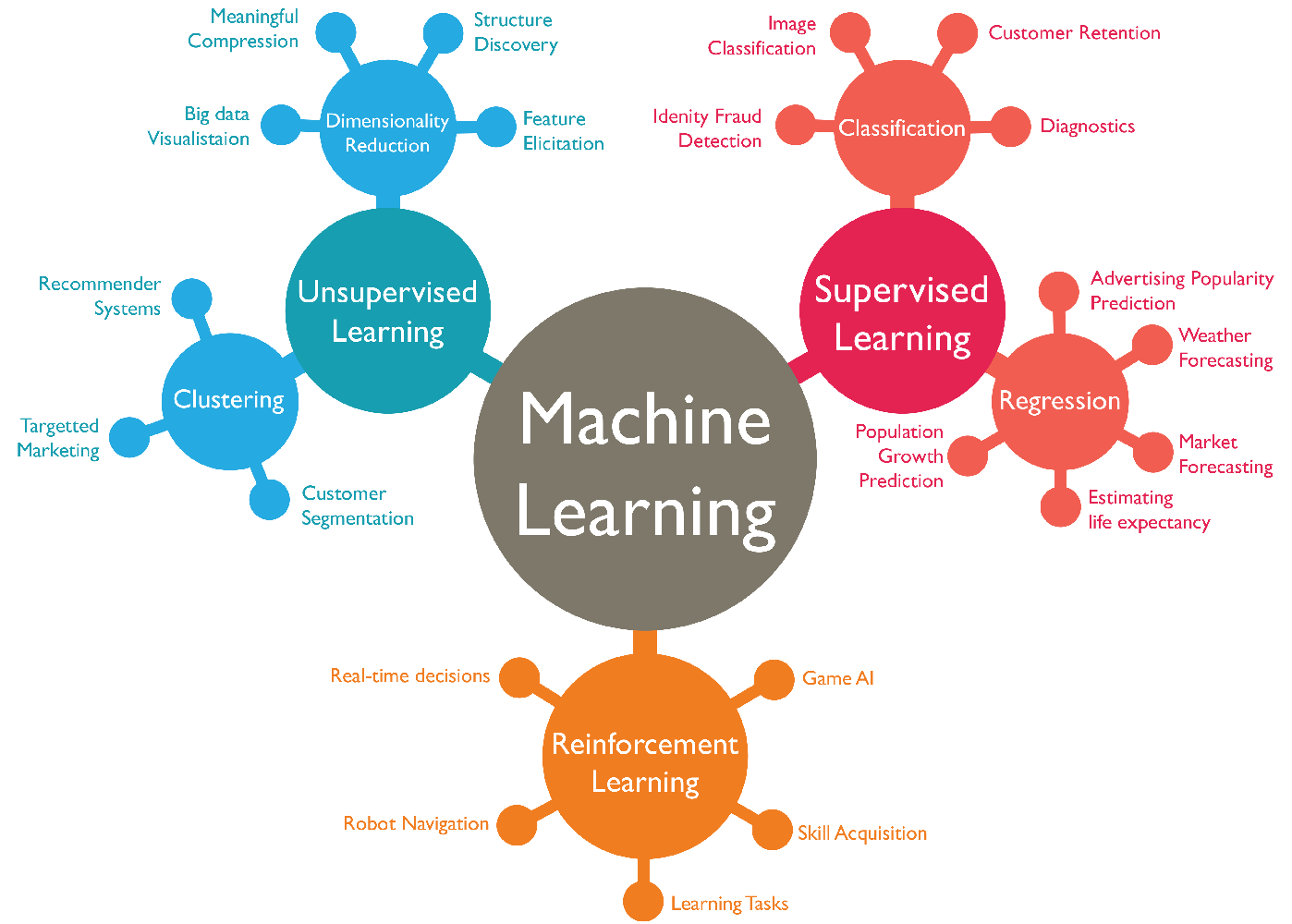
1. Imbalanced Classification (การจำแนกแบบข้อมูลไม่เท่าเทียม)

คือปัญหาที่เกิดจากข้อมูลที่มีไม่เท่าเทียมกัน (Imbalanced dataset) ตัวอย่างเช่นข้อมูลของการทุจริตโดยข้อมูลส่วนใหญ่ย่อมเป็นข้อมูลที่จัดว่า “ไม่ทุจริต” และจะมีเปอร์เซ็นต์น้อยที่จัดว่าเป็น “ทุจริต” เป็นต้น โดยจะเปรียบโดยง่ายคือกรณีที่ชุดข้อมูลมีการแยกประเภทกันแต่จำนวนของประเภทนั้นมีอัตราส่วนของข้อมูลที่ห่างกันค่อนข้างมาก

* + 1. **Machine Learning**

Machine Learning คือ การทำให้ระบบของคอมพิวเตอร์นั้นสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยจะใช้ข้อมูล ด้วยวิธีการใส่ข้อมูลและผลลัพธ์เข้าไป เพื่อทำให้โปรแกรมนำผลลัพท์นั้นไปประมวลผลและพยากรณ์ Output และ Input ของข้อมูลใหม่ โดยแบ่ง Machine Learning ออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Supervised Learning คือการเรียนรู้ที่เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์นั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลใน การฝึกฝน เปรียบเสมือนกับการเรียนการสอนของเด็ก ซึ่งจำเป็นที่จะต้องอาศัยชุดของข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยชุดของข้อมูลและชุดของผลลัพธ์ของข้อมูลที่ต้องการจะนำมาให้ เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้
2. Unsupervised Learning เป็นการเรียนรู้ที่ให้เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์นั้นสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละชุดข้อมูล ซึ่งวิธีการนี้คือการที่มนุษย์นั้นจะเป็นผู้ใส่ชุดข้อมูล และกำหนดสิ่งที่ต้องการจากชุดข้อมูลเหล่านั้น โดยให้เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์วิเคราะห์จากการจำแนกและทำการสร้างแบบแผนจากข้อมูลที่ได้รับมา
3. Reinforcement Learning เป็นการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ผ่านจากการลองผิดลองถูก ภายใต้แนวคิดที่ว่าจะเลือกกระทำสิ่งใดที่ทำให้ได้ผลลัพธ์มากที่สุด โดยจะทำการเรียนรู้จากการลองผิดลองถูกในสถานการณ์ในอดีตหรือระบบจำลองและพยายามที่จะพัฒนาระบบการตัดสินใจของตัวเองให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่อาจจะสามารถพัฒนาด้วยการพยายามสร้างแบบจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา



**รูป 2.1 ประเภทของ Machine Learning**

**(ที่มา :** [**medium.com**](https://medium.com/investic/machine-learning-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-fa8bf6663c07)**, 2018)**

* + 1. **Extract-Transform-Load (ETL)**

Extract-Transform-Load คือ กระบวนการ กระกวนการหนึ่งซึ่งอยู่ในระบบของ Data Warehouse ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อที่จะสามารถดึงข้อมูลออกมาจากหลายแหล่ง โดยจะนำกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของชุดข้อมูลมาประยุกต์ร่วมใช้ ซึ่งมีการเชื่อมโยงและปรับชุดของข้อมูลให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกันทั้งหมดเพื่อให้ ชุดของข้อมูลจากหลากหลายแหล่งสามารถใช้งานร่วมกันได้ และทำการส่งมอบ

1. Extract เป็นกระบวนการเริ่มต้นของระบบที่ดึงข้อมูลจากแหล่งของข้อมูล จะประกอบด้วยข้อมูลจากหลากหลายแหล่งที่มา ข้อมูลที่อยู่ต่างที่กันนั้นอาจจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น อาจจะอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลคนละชนิด หรือ ไม่ใช่ฐานข้อมูลแท้จริงซึ่งอาจจะเป็นระบบไฟล์ข้อมูลธรรมดา
2. Transforming ขั้นตอนการแปลงรูปแบบของข้อมูลนี้จะมีการใช้กฏหรือฟังชั่น (Function) มากมายเพื่อที่จะแปลงข้อมูลให้ได้อยู่ในรูปแบบตามที่ต้องการก่อนที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นเข้าไปยังปลายทาง ข้อมูลจากต้นทางนั้นบางแหล่งข้อมูลมีความจำเป็นน้อยมากหรือแทบจะไม่ต้องการ การแปลงข้อมูลเลย แต่ในบางแหล่งอาจจะต้องการกระบวนการที่ซับซ้อนในการแปลงข้อมูล ซึ่งจะกินทรัพยากรของระบบที่ใช้และเวลาในการประมวลผลของระบบ ซึ่งความซับซ้อนของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความต้องการของเชิงธุรกิจ หรือ เป้าหมายของการนำข้อมูลไปใช้งาน โดยจะมีกระบวนการตัวอย่างต่อไปนี้
3. Selection คือ การเลือก Column ที่ต้องการที่จะนำไปใช้งานหรือเก็บลงฐานข้อมูล ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าต้นทางของข้อมูลมีอยู่ด้วยกัน 3 Column หรือ 3 attributes เช่น enroll\_num, age และ salary จะมีการแปลงข้อมูล เกิดขึ้นและ เลือกที่จะไม่มีการแปลงข้อมูลหากพบว่า record นั้นมีค่าของข้อมูล column salary เป็นค่าว่าง
4. Translation คือ การแปลข้อมูล ตัวอย่างเช่น หากข้อมูลต้นทางนั้นมีการเก็บข้อมูลของเพศโดยให้ 1 เป็นเพศชาย และ 2 เป็นเพศหญิง จะต้องมีการแปลจากชุดตัวเลขที่กำหนดก่อนหน้านี้ให้ 1 = Male และ 2 = Female กระบวนการนี้เรียกว่า data cleaning หรือ กระบวนการทำความสะอาดข้อมูล
5. Encoding free form ยกตัวอย่างเช่นการ mapping จาก “Male” ไปเป็น “1” และ “Mr” ไปเป็น “M”
6. Filtering คือ กระบวนการกรองเฉพาะข้อมูลที่กำหนด
7. Sorting คือ กระบวนการเรียงข้อมูลที่ต้องการ
8. Joining คือ กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตารางข้อมูล
9. Aggregation คือ กระบวนการรวบรวม และ สรุปชุดข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น การรวมยอด (summarize) ข้อมูลจากหลาย ๆ ระเบียบจนได้มาเป็นยอดขายรวม เป็นต้น
10. Transposing or pivoting คือการสลับทิศทางตำแหน่งของการแสดงข้อมูล เช่นการย้ายระเบียบไปเป็น Column หรือ ย้าย Column มาเป็นระเบียบ เพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้
11. Loading กระบวนการโหลดข้อมูลเข้า โดยทั่วไปจะนำข้อมูลเข้าไปในระบบ Data Warehouse ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการขององค์กร หรือ ธุรกิจว่าจะให้ข้อมูลไหลไปในทิศทางใด บางองค์กร หรือ บางงานจะมีการสะสมของข้อมูล ความถี่ของการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ อาจจะมีการล้างข้อมูลแล้วทับข้อมูลใหม่ โดยทั่วไปแล้วข้อมูลของ Data Warehouse จะมีการใช้กันปีต่อปีเมื่อขึ้นปีใหม่แล้วจะมีการล้างข้อมูลของปีเก่า และ เก็บไว้ในระบบข้อมูลสำรอง เนื่องจากว่ากระบวนการนำข้อมูลเข้าจะต้องปฏิสัมพันธ์กับฐานข้อมูล (Database) ดังนั้นจะต้องมีประเด็นเรื่องของ Database Constraints, Referential Integrity, Database Trigger เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในกระบวนการนำข้อมูลเข้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้รวม ๆ แล้วเรียกว่า กระบวนการควบคุมคุณภาพของข้อมูล (Data Quality performance of E-T-L process)
    * 1. **Natural Language Processing (NLP)**

Natural Language Processing (NLP) เป็นเครื่องมือที่ให้คอมพิวเตอร์เข้าใจภาษาของมนุษย์ที่มีความซับซ้อน เป็นศาสตร์หนึ่งที่สำคัญทางด้าน Machine Learning โดยเป็นสาขาวิชาหนึ่งที่ประกอบด้วยองค์ความรู้จากหลากหลายแขนง อาทิ ภาษาศาสตร์ (Linguistics) วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) รวมไปถึงสถิติ (Statistics) โดย NLP มีมาตั้งแต่ช่วงกลางศตวรรษที่ 19 และมีการพัฒนามาเรื่อย ๆ จนถึงปัจจุบัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ยุค ดังนี้

1. ยุค Rule-based Method (ช่วง ค.ศ.1950-1990)

ในยุคแรกของ NLP มีการใช้งานตามกฎ (Rule-based Method) โดยนักภาษาศาสตร์ผู้มีความเชี่ยวชาญโครงสร้างของภาษาที่สนใจ จะเป็นผู้เขียนกฎต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณข้อความของโจทย์ต่างๆได้

1. ยุค Machine Learning (ช่วง ค.ศ.1990-2010)

ในยุคนี้ พบว่ามีการเขียนกฎด้วยมือไม่สามารถตอบโจทย์ที่มีความซับซ้อนได้ จึงมีสิ่งที่ได้มาทดแทนในยุคนี้คือ ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมถึงความรู้ทางด้านสถิติ และ Machine Learning ซึ่งได้ถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้ในการทำงานด้าน NLP โดยมีการนำเข้าข้อมูลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองแทนการใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษา

1. ยุค Deep Learning (ช่วง ค.ศ.2010-ปัจจุบัน)

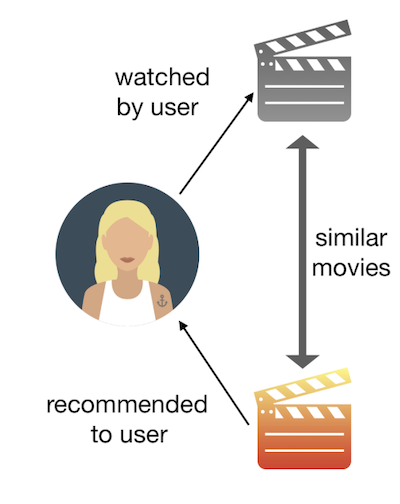
ในยุคปัจจุบัน ด้วยพลังการคำนวนของคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนสูงอย่าง การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ถูกนำมาใช้งานแทนที่ Machine Learning ซึ่งใช้ความรู้ทางด้านสถิติแบบดั้งเดิมอย่างแพร่หลายมากขึ้น รวมถึงในงานด้าน NLP ด้วยเช่นกัน อาทิ การสร้างแบบจำลองทางภาษา (Language Model) และการวิเคราะห์โครงสร้างของข้อความ (Parsing)

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ NLP ในด้านต่าง ๆ

1. ด้านการทำงานวิจัย การวิจัยมีแหล่งของข้อมูลทางภาษาขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้ NLP สามารถเข้ามามีบทบาทได้อย่างหลากหลาย ตัวอย่างเช่น การใช้ Topic Model ในการจัดหมวดหมู่บทความ
2. ด้านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การซื้องของผ่านช่องทางออนไลน์ เข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในระบบเศรษฐกิจ ซึ่งทำให้เกิดปริมาณธุรกรรมขนาดใหญ่ ไม่ว่าจะเป็น คำอธิบายสินค้าและบริการ การแสดงความคิดเห็นของผู้บริโภค รวมถึงการสนทนากันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายผ่านทางช่องแชท
3. ด้านการแพทย์ ข้อมูลทางการแพทย์มีการบันทึกข้อมูลด้วยข้อความตัวอย่างเช่น บทสนทนาระหว่างแพทย์และผู้ป่วย การวินิจฉัยโรคโดยแพทย์ และประวัติการรักษาของผู้ป่วย
4. ด้านกฎหมาย สำหรับงานด้าน มีข้อมูลทางด้านภาษาที่แตกต่างและหลากหลาย เช่นเดียวกัน เช่น ประมวลกฎหมายต่าง ๆ คำร้องต่อศาล คำให้การของคู่ความ และคำพิพากษาของศาล ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือ NLP ได้ในหลายมิติไม่ว่าจะเป็นการใช้ PoS Tagging และ NER เพื่อช่วยในการตีความประมวลกฎหมาย
   * 1. **Recommendation System**

Recommendation System เป็นระบบที่จะทำการแนะนำสิ่ง (item) ที่ “เหมาะสม” ให้แก่ผู้ใช้ โดย item เป็นได้ตั้งแต่ ข่าว เนื้อหา เพลง course เรียน ไปจนถึงสินค้าที่ขายในร้าน online โดยสามารถแนะนำสิ่งที่ผู้ใช้สนใจได้ผ่านโมเดลที่ส่วนใหญ่มักจะถูกใช้กันมีอยู่ด้วยกันสามประเภท ได้แก่

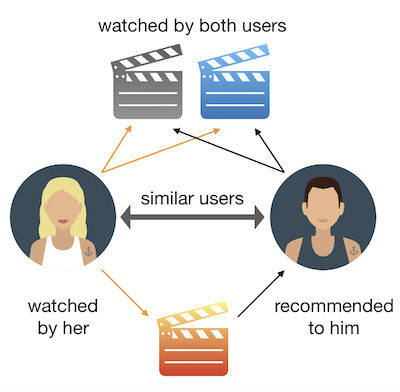
1. Content-based Filtering เป็นรูปแบบของโมเดลที่จะแนะนำลักษณะของตัวบริการหรือสินค้าเป็นตัวตั้งและทำการแนะนำสิ่งค้าที่มีลักษณะที่คล้ายกัน



**รูป 2.6 รูปแบบของ Content-based Filtering**

**(ที่มา :** [towardsdatascience.com](https://towardsdatascience.com/how-to-build-from-scratch-a-content-based-movie-recommender-with-natural-language-processing-25ad400eb243)**, 2018)**

1. Collaborative Filtering เป็นรูปแบบโมเดลที่เรียนรู้จากพฤติกรรมของผู้ใช้กับผู้ใช้คนอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน
2. Memory-based เป็นการดูข้อมูลแล้วหาความสัมพันธ์ ระหว่างผู้ใช้หรือ สินค้าจากข้อมูลโดยตรง



**รูป 2.6 รูปแบบของ Memory-based**

**(ที่มา :** [towardsdatascience.com](https://towardsdatascience.com/how-to-build-from-scratch-a-content-based-movie-recommender-with-natural-language-processing-25ad400eb243)**, 2018)**

1. Model-based ใช้เทคนิคของ machine learning เพื่อหา user embedding และ item embedding มาทำการทำนาย rating ที่ผู้ใช้จะให้กับสินค้า หรือ relevance score
2. Hybrid ใช้หลาย ๆ วิธีการมารวมกัน Hybrid system เป็นการมัดรวมทั้งสองอัลกอริทึมของ Model-based และ Memory-based เอาไว้เพื่อทำให้ระบบการแนะนำสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งระบบนี้ถูกนำไปใช้ในปัจจุบันมากที่สุดแทบจะทุกแพลทฟอร์มใหญ่ที่มีการแนะนำสินค้าและบริการ
3. Hybrid system เป็นการมัดรวมทั้งสองระหว่าง Content-based Filtering และ Collaborative Filtering เพื่อทำให้ระบบการแนะนำสมบูรณ์ขึ้น

## เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

* + 1. **Docker**

Docker เป็นเครื่องมือแบบ open-source ที่ช่วยจำลองสภาพแวดล้อม ในการรัน service หรือ server โดยการสร้าง container เพื่อจัดการกับ library ต่างๆ และยังช่วยจัดการในเรื่องของ version control เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นองค์ประกอบต่างๆของ Docker

1. Docker image

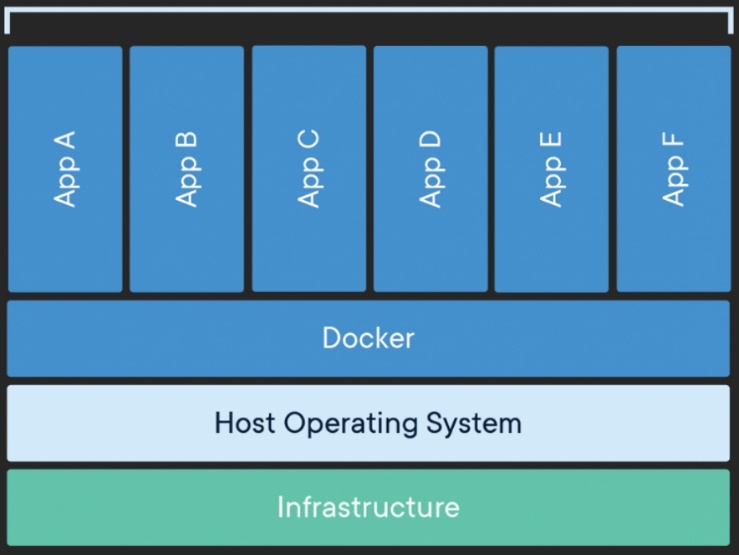
คือต้นแบบของ Container โดยข้างในจะเป็นระบบปฏิบัติการ Linux ที่มีการติดตั้ง Application และ มีการ Configuration เอาไว้ ซึ่งเกิดจากการ build ไฟล์ Docker file ขึ้นมาเป็น image

1. Docker container

Docker container จะถูกสร้างมาจาก Docker Image ที่เป็นต้นแบบหรือแม่พิมพ์ เกิดเป็น container และจะได้ Service หรือ Application ที่สามารถเรียกใช้งานได้ทันที

1. Docker registry

การสร้าง Docker Image แล้วนำไปเก็บรวบรวมไว้บน server (ลักษณะเดียวกับการเก็บ Source Code ไว้บน (Github) โดย Docker registry ณ ปัจจุบันก็มีให้เลือกใช้งานได้อย่างหลากหลายโดยมี Docker Hub เป็น Docker registry หลักในการเรียกใช้(pull) Docker Image และนอกจากนี้ยังมีผู้ให้บริการ docker registry อื่นๆด้วย เช่น Gitlab, Quay.io, Google Cloud เป็นต้น

**รูป 2.6 การทำงานของแอพพลิเคชันต่าง ๆ บน Docker Engine**

**(ที่มา :** [docker.com](https://docker.com/resources/what-container)**)**

* + 1. **Django**

Django Framework เป็นชุดของเครื่องมือ Framework สำหรับ การนำไปพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษาของ Python โดยทุกวันนี้ Framework สำหรับการเขียนเว็บไซต์ด้วยภาษา Python มีค่อนข้างที่จะเยอะ ซึ่ง Django Framework ก็เป็นหนึ่งใน Framework สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ และทำเว็บไซต์ด้วยภาษา Python ด้วยเช่นกัน

คุณสมบัติของ Django Framework

1. Object-relational mapper คือ การกำหนด Data Model ในภาษา Python เพื่อใช้ในการทำงานด้านข้อมูล และช่วยสนับสนุน dynamic database-access API
2. Automatic admin interface คือ ส่วนในการสร้าง Interface อัตโนมัติสำหรับการ add, edit, delete และ search ด้วย Django Framework
3. Elegant URL design คือ การทำให้ URL มีความสั้น กระชับ สวยงาม และสื่อความหมายของหน้านั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน
4. Template system คือ Django นั้นมีการออกแบบ Template Language เพื่อการเขียนแยกส่วนระหว่าง Design และ Business Logic
5. Cache system คือ ส่วนของการบันทึก หรือจัดการข้อมูลที่มีการดาวน์โหลดไปแล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเว็บไซต์ด้านความเร็ว และด้านอื่น ๆ
6. Internationalization คือ Django สนับสนุน Application ที่มีความหลากหลายด้านภาษาในการแสดงผล
   * 1. **Scikit-learn**

Scikit-learn เป็นโมดูลหนึ่งของภาษา Python เป็นแพ็กเกจที่รวบรวม Library ด้าน การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เอาไว้ และถูกออกแบบมาให้ทำงานร่วมกับ Library ของภาษา Python อย่าง NumPy และ SciPy ได้ดี

Scikit-learn ยังเป็น Open Source ที่เปิดให้สามารถเข้าไปพัฒนาต่อยอดได้และเป็นแหล่งรวม Library และอัลกอริทึมที่เน้นไปในด้านของ การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งมีส่วนในการทำ แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling) อีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้มีผู้ใช้เยอะ เพราะเป็น Interface ระดับสูง ทำให้มือใหม่สามารถเข้าใจภาพรวมและ ขั้นตอนการทำงาน ของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้เครื่องมือที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ในได้

* + 1. **MariaDB**

MariaDB คือ เป็น Open Source สำหรับจัดการกับฐานข้อมูล MariaDB เป็นหนึ่งในฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก MariaDB ถูกพัฒนาขึ้นโดยนักพัฒนาเดิมของ MySQL เนื่องจากความกังวลที่เกิดขึ้นเมื่อ MySQL ถูกซื้อโดย Oracle Corporation ในปี 2009 ตอนนี้นักพัฒนาและผู้ดูแลของ MariaDB ได้รวมรายเดือนกับฐานรหัส MySQL เพื่อให้แน่ใจว่า MariaDB มีการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องเพิ่มลงใน MySQL

MariaDB ได้รับการพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส และเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบบ SQL สำหรับการเข้าถึงข้อมูล เวอร์ชันล่าสุดของ MariaDB มีคุณลักษณะ GIS และ JSON ด้วย

MariaDB เปลี่ยนข้อมูลเป็นฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างในหลากหลายแอพพลิเคชั่น ตั้งแต่ธนาคารไปจนถึงเว็บไซต์ต่างๆ เป็นการปรับปรุงและแทนที่ด้วยการแทนที่ของ MySQL เนื่องจากมีความรวดเร็วและสามารถปรับขนาดได้และมีระบบแวดล้อมที่อุดมไปด้วยปลั๊กอินเอนจินและเครื่องมืออื่น ๆ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย

* + 1. **React**

React เป็น JavaScript library ที่ใช้สำหรับสร้าง user interface ที่ให้เราสามารถเขียนโค้ดในการสร้าง UI ที่มีความซับซ้อนแบ่งเป็นส่วนเล็กๆออกจากกันได้ ซึ่งแต่ละส่วนสามารถแยกการทำงานออกจากกันได้อย่างอิสระ และทำให้สามารถนำชิ้นส่วน UI เหล่านั้นไปใช้ซ้ำได้

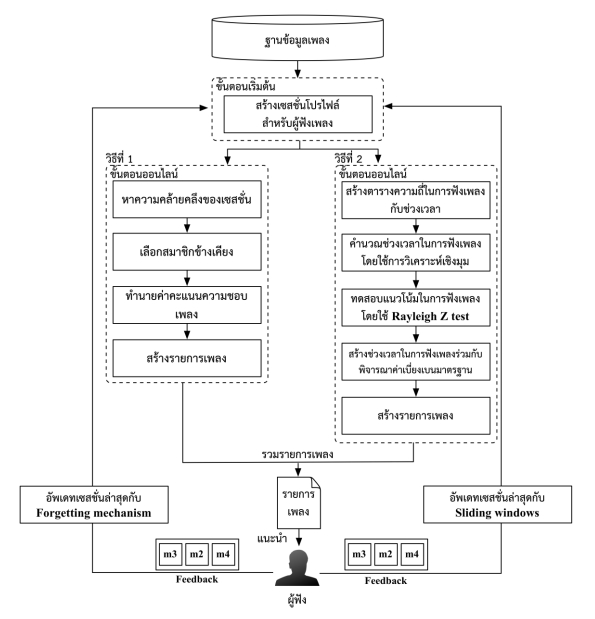
* + 1. **Node.JS**

Node.js คือสภาพแวดล้อมการทำงานของภาษา JavaScript นอกจากเว็บเบราว์เซอร์ที่ทำงานด้วย V8 engine นั่นหมายความว่าเราสามารถใช้ Node.js ในการพัตนาแอพพลิเคชันแบบ Command line แอพพลิเคชัน Desktop หรือแม้แต่เว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ โดยที่ Node.js จะมี APIs ที่จะสามารถใช้สำหรับทำงานกับระบบปฏิบัติการ เช่น การรับค่าและการแสดงผล การอ่านเขียนไฟล์ และการทำงานกับเน็ตเวิร์ก และยังเป็นเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ได้ทั้งบน Windows, Linux และ Mac OS X โดยสามารถเขียนโปรแกรมในภาษา JavaScript และนำไปรันได้ทุกระบบปฏิบัติการที่สนับสนุนโดย Node.js

* 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
     1. **การสร้างรายการเพลงโดยใช้การกรองร่วมแบบเซสชั่นที่เพิ่มขึ้นด้วยกลไกการลืมและการวิเคราะห์สถิติเชิงมุม**

สุเมธ ดาราพิสุท นำเสนองานวิจัยเรื่อง การสร้างรายการเพลงโดยใช้การกรองร่วมแบบเซสชั่นที่เพิ่มขึ้นด้วยกลไกการลืมและการวิเคราะห์สถิติเชิงมุม โดยใช้ 2 วิธีร่วมกัน 1 การสร้างรายการเพลงจะพิจารณาการฟังเพลงในเซสชั่นปัจจุบันที่คล้ายกับเซสชั่นในอดีตของผู้ฟัง 2 สร้างรายการเพลงแนะนำโดยพิจารณาช่วงเวลา เฉพาะในการฟังเพลงซึ่งแตกต่างจากช่วงเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบวันของผู้ฟังโดยใช้ การวิเคราะห์สถิติเชิงมุม และวัดประสิทธิภาพโดย ประสิทธิภาพ HitRatio และ Precision จากการทดลองพบว่าการใช้ 2 วิธีแยกกันนั้นได้ผลลัลพท์ที่น้อยกว่านำมาใช้ร่วมกัน 0.18-0.22 % โดยวัตถุประสงค์ในการทำเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการสร้างรายการเพลงแนะนำแบบออฟไลน์ พัฒนาขั้นตอนวิธีการสร้างรายเพลงแนะนำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นทั้งทางด้านความเร็วและความถูกต้องในการสร้างรายการเพลง

โดยในโครงงานของผู้จัดทำนั้นได้นำสวนของการออกแบบ Diagram ในงานวิจัยนี้มาใช้งาน โดยใช้วิธีที่ 1ซึ่งของผู้จัดทำจะเป็น 1 หาความคล้ายคลึงของหมวดหมู่วิชา 2 เลือกสมาชิกข้างเคียง 3 ทำนายค่าผลลัพท์การเรียนหรือเกรด 4 นำไปสร้างรายการสำหรับขั้นตอนต่อไป

**รูป 2.1 ประเภทของ Machine Learning**

**(ที่มา :** ดาราพิสุทธิ์, 2016**)**

* + 1. **การสร้างรายการเพลงโดยใช้การกรองร่วมแบบเซสชั่นที่เพิ่มขึ้นด้วยกลไกการลืมและการวิเคราะห์สถิติเชิงมุม**

นิภาภรณ์ พันธ์นาม นำเสนองานวิจัย ระบบแนะนำสินค้าอาหารโดยใช้ระบบแนะนำแบบผสมผสาน ใช้เทคนิค Content based filtering แบบหลักการ Cosine และสร้างแบบจำลองโดยใช้ lib Surprise ซึ่งมีอัลกอริทึม SVD, NMF, Baseline และ KNN และวัดประสิทธิภาพโดย RMSE, MAE จากการทดลองพบว่า 1 เทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหานำวิธีการ TF-IDF เข้ามาช่วยในการทำ Vectorization ส่วนใหญ่ค่าความเหมือนออกมาค่อนข้างที่จะตำเนื่องมาจากข้อมูลที่น้อยเกินไป 2 เทคนิคการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ผ่าน library Surprise ของ Scikitlearn ซึ่งโมเดลที่มีผลคะแนนโดยรวมดีที่สุดคืออัลกอริทึมของ SVD ซึ่ง ได้ค่ำ RMSE 1.2528 และ MAE 0.9376 และ 3 ระบบแนะนำแบบผสมผสาน โดยผลลัพท์นั้นจะไม่ชัดเจนเนื่องจากวิธีนี้ได้มีการทำนายค่า Rating ซึ่งวิธีการของระบบแนะนำแบบผสมผสานนั้น ได้มีนำเทคนิคการกรองแบบอิงเนื้อหา ที่ไม่ได้มีการทำนายค่าอะไรมารวมในการทำงานของแบบจำลองด้วย ซึ่งถ้าต้องการวัดผลลัพท์สามารถอ้างอิงจากค่า RMSE, MAE ได้

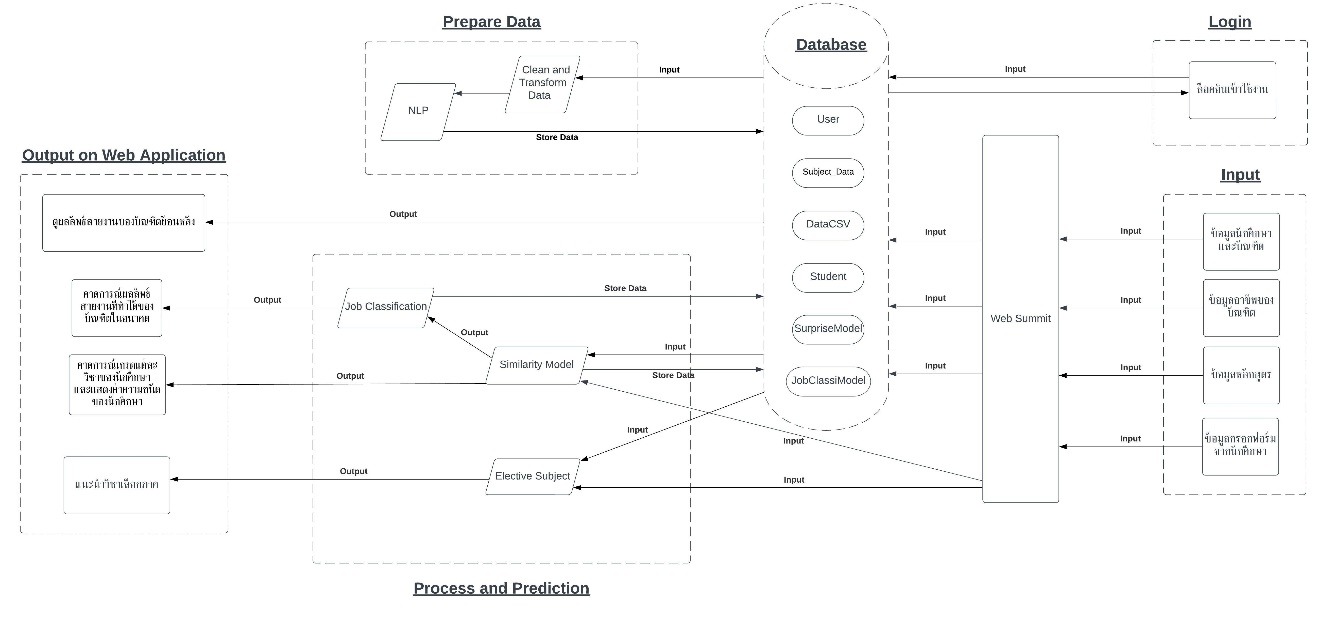
โดยในงานโครงงานของผู้จัดทำนั้นได้นำผลลัพท์การทดลองของงานวิจัยนี้ที่สรุปได้ว่าผลคะแนนโดยรวมดีที่สุดคืออัลกอริทึม SVD เป็นตัวตัดสินในการเลือกใช้อัลกอริทึมนี้และได้นำวิธีการการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองนี้จากงานวิจัยมาปรับใช้ในรูปแบบเดียวกันกับตัวโครงงาน

**บทที่ 3**

**การออกแบบ**

**3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ**

โครงสร้างการทำงานของระบบได้อธิบายถึงการเชื่อมต่อระหว่างส่วนต่างๆของระบบ เริ่มตั้งแต่ส่วนของ Input ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา แล้วเก็บไว้ในส่วนของ Database จากนั้นส่วนของ Prepare Data จะนำข้อมูลจากส่วนของ Database เมื่อทำเสร็จแล้ว จะทำการส่งกลับไปอัพเดตยัง Database ส่วนของ Process and Prediction จะนำข้อมูลที่ได้ไปเข้าอัลกอริทึมเพื่อ Process ผลลัพธ์ออกมาแสดงผลบน Web Application

****

**รูป 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบ**

**3.2 การทำงานของระบบ**

จากรูป 1 โครงสร้างการทำงานของระบบนั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้งหมด 6 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. Login

เป็นส่วนสำหรับไว้ให้กรรมการหลักสูตรได้ทำการล๊อคอินเข้าสู่ระบบเพื่อให้กรรมการหลักสูตรป้อนข้อมูลเกรดของนักศึกษาปัจจุบัน เกรดและอาชีพของบัณฑิต และข้อมูลของหลักสูตร

2. Input

เป็นส่วนที่ทำการรับข้อมูลของนักศึกษาและบัณฑิต ข้อมูลของหลักสูตร แล้วเก็บเข้ายังส่วนของ Database และข้อมูลการกรอกฟอร์มของนักศึกษาจะส่งข้อมูลไปยังส่วนของ Process and Prediction โดยตรง

3. Database

ทำหน้าที่ในการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล โดยจะประกอบไปด้วย Table User, Subject\_Data, DataCSV, Graduate, Student

4. Prepare Data

ทำหน้าที่เตรียมพร้อมข้อมูลเพื่อให้พร้อมต่อการนำไปใช้ในส่วนของ Prediction and Prediction โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ดังนี้

1. Clean and Transform Data

เป็นการเรียกข้อมูลจากใน Database มาทำให้ข้อมูลมีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ไม่มีค่าที่ผิดปกติ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการประมวลผลข้อมูล โดย เลือกเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ และประมวลผล พร้อมทั้งตัดข้อมูลส่วนที่ไม่ได้นำมาใช้ออก

2. NLP หรือ Natural Language Processing

นำข้อมูลรหัสวิชามาเข้ากระบวนการ NLP เพื่อทำการหาค่า Similarity ของกลุ่ม วิชาที่สามารถอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ โดยใช้บทคัดย่อของแต่ละวิชา เพื่อลดปัญหา การเปลี่ยนรหัสวิชาระหว่างหลักสูตร เมื่อทำเสร็จกระบวนการแล้ว จะนำข้อมูลที่ ได้ กลับไปอัพเดตที่ Database

5. Process and Prediction

เป็นส่วนการประมวลผลหลักของระบบ ประกอบไปด้วย Process 3 ส่วนดังนี้

1. Similarity Model

มีหน้าที่นำข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษามาทำให้สมบูรณ์ ด้วยกรณีของนักศึกษา แต่ละคนมีเกรดแต่ละวิชาที่ไม่เหมือนกัน บางคนมีเกรดของวิชานี้ แต่อีกคนไม่มี เกรดของวิชานี้ จึงต้องทำให้ข้อมูลของนักศึกษามีเท่ากันเพื่อนำไปทำการ Prediction ในขั้นต่อไป โดยใช้กระบวนการหลักคือการทำ Recommender Systems และใช้ Library Surprise ของ Scikit ในภาษา Python เป็นตัวช่วย

2. Job Classification

มีหน้าที่ทำนายและสถิติด้านความสามารถทางวิชาชีพของนักศึกษาในอนาคต

3. Elective Subject

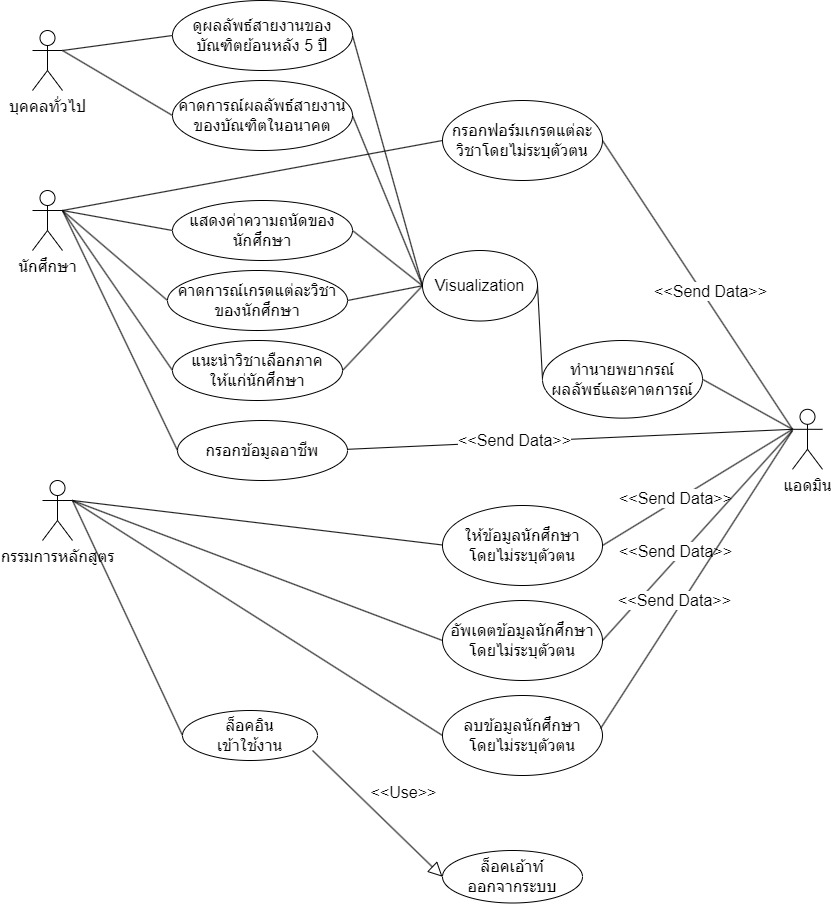
มีหน้าที่ประมวลผลจัดกลุ่มของวิชาเลือกภาค เพื่อนำไปแนะนำให้แก่นักศึกษาที่มีความสนใจเฉพาะจุดได้

6. Web Application

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูลและเป็น interface สำหรับผู้ใช้งาน

**3.****3 Use Case Diagram**

การใช้งานระบบจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา กรรมการหลักสูตร และ แอดมิน

1. บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา มีสิทธิ์เข้าถึงการดูข้อมูลการทำนายผล
2. กรรมการหลักสูตร มีสิทธ์เข้าถึงในการส่งไฟล์ข้อมูลของนักศึกษา
3. ****แอดมิน มีสิทธ์เข้าถึงการทำงานทั้งหมดของระบบวิเคราะห์ และ พยากรณ์

**รูป 3.3 Use Case Diagram**

**ตาราง 3.1 Use Case ดูผลลัพธ์สายงานของบัณฑิตย้อนหลัง**

|  |
| --- |
| **Use Case:** ดูผลลัพธ์สายงานของบัณฑิตย้อนหลัง |
| **Use Case ID:** UC-01 |
| **Actor:** บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา |
| **Description:** สามารถดูผลลัพธ์สายงานของบัณฑิตย้อนหลังได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าผลลัพธ์สายงานของบัณฑิตย้อนหลัง |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าดูผลลัพธ์สายงานของบัณฑิตย้อนหลัง 2. เลือกปีที่ต้องการดู 3. เลือกหลักสูตรที่ต้องการดู |
| **Postcondition:** หน้าเว็บแสดงผลผลลัพธ์สายงานของบัณฑิตย้อนหลัง |

**ตาราง 3.2 Use Case คาดการณ์ผลลัพธ์สายงานที่ทำได้ของบัณฑิตในอนาคต**

|  |
| --- |
| **Use Case:** คาดการณ์ผลลัพธ์สายงานที่ทำได้ของบัณฑิตในอนาคต |
| **Use Case ID:** UC-02 |
| **Actor:** บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา |
| **Description:** สามารถดูผลลัพธ์สายงานที่ทำได้ของบัณฑิตในอนาคตได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าผลลัพธ์สายงานที่ทำได้ของบัณฑิตในอนาคต |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าดูผลลัพธ์สายงานที่ทำได้ของบัณฑิตในอนาคต 2. เลือกปีที่ต้องการดู 3. เลือกหลักสูตรที่ต้องการดู |
| **Postcondition:** หน้าเว็บแสดงผลผลลัพธ์สายงานที่ทำได้ของบัณฑิตในอนาคต |

**ตาราง 3.3 Use Case กรอกแบบฟอร์มเกรดสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล**

|  |
| --- |
| **Use Case:** กรอกแบบฟอร์มเกรดสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล |
| **Use Case ID:** UC-03 |
| **Actor:** บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา |
| **Description:** สามารถกรอกแบบฟอร์มการวิเคราะห์ข้อมูลได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา 2. เลือกปีการศึกษา 3. เลือกหลักสูตร 4. โหลดแบบฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 5. อัพโหลดแบบฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล |
| **Postcondition:** Redirect ไปหน้าแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษา |

**ตาราง 3.4 Use Case แสดงค่าความถนัดของนักศึกษา**

|  |
| --- |
| **Use Case:** แสดงค่าความถนัดของนักศึกษา |
| **Use Case ID:** UC-04 |
| **Actor:** บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา |
| **Description:** สามารถดูผลแสดงค่าความถนัดของนักศึกษาได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษา |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าแสดงผลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา |
| **Postcondition:** หน้าเว็บแสดงผลผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลค่าความถนัดของนักศึกษา |

**ตาราง 3.5 Use Case คาดการณ์เกรดแต่ละวิชาของนักศึกษา**

|  |
| --- |
| **Use Case:** คาดการณ์เกรดแต่ละวิชาของนักศึกษา |
| **Use Case ID:** UC-05 |
| **Actor:** บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา |
| **Description:** สามารถดูผลแสดงค่าคาดการณ์เกรดแต่ละวิชาของนักศึกษาได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษา |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าแสดงผลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา |
| **Postcondition:** หน้าเว็บแสดงผลผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลค่าคาดการณ์เกรดแต่ละวิชาของนักศึกษา |

**ตาราง 3.6 Use Case แนะนำวิชาเลือกภาคให้แก่นักศึกษา**

|  |
| --- |
| **Use Case:** แนะนำวิชาเลือกภาคให้แก่นักศึกษา |
| **Use Case ID:** UC-06 |
| **Actor:** บุคคลทั่วไปหรือนักศึกษา |
| **Description:** สามารถดูผลแนะนำวิชาเลือกให้ภาคให้แก่นักศึกษาได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าแนะนำวิชาเลือกภาค |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าแนะนำวิชาเลือกภาค 2. เลือกสิ่งที่สนใจภายในตัวเลือกที่มีให้ |
| **Postcondition:** หน้าเว็บแนะนำวิชาเลือกภาค |

**ตาราง 3.7 Use Case ให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร**

|  |
| --- |
| **Use Case:** ให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Use Case ID:** UC-07 |
| **Actor:** กรรมการหลักสูตร |
| **Description:** ให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตรได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร 2. อัพโหลดไฟล์ CSV 3. กดปุ่มอัพโหลด |
| **Postcondition:** อัพโหลดข้อมูลสำเร็จ |

**ตาราง 3.8 Use Case อัพเดตข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร**

|  |
| --- |
| **Use Case:** อัพเดตข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Use Case ID:** UC-08 |
| **Actor:** กรรมการหลักสูตร |
| **Description:** อัพเดตนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตรได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร 2. อัพเดตไฟล์ CSV 3. กดปุ่มอัพโหลด |
| **Postcondition:** อัพเดตข้อมูลสำเร็จ |

**ตาราง 3.9 Use Case ลบข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร**

|  |
| --- |
| **Use Case:** อัพเดตข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Use Case ID:** UC-09 |
| **Actor:** กรรมการหลักสูตร |
| **Description:** ลบนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตรได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้าให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้าให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร 2. ลบไฟล์ CSV 3. กดปุ่มยืนยัน |
| **Postcondition:** ลบข้อมูลสำเร็จ |

**ตาราง 3.10 Use Case ล็อคอินเข้าใช้งาน**

|  |
| --- |
| **Use Case:** ให้ข้อมูลนักศึกษาโดยไม่ระบุตัวตนและข้อมูลหลักสูตร |
| **Use Case ID:** UC-10 |
| **Actor:** กรรมการหลักสูตร |
| **Description:** กรรมการหลักสูตรสามารถล็อคอินเข้าใช้งานได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้า login |
| **Flow of Events:**   1. กรอกข้อมูล username และ password 2. กดปุ่ม Login |
| **Postcondition:** Redirect ไปหน้าหลัก |

**ตาราง 3.11 Use Case ทำนายพยากรณ์ผลลัพธ์และคาดการณ์**

|  |
| --- |
| **Use Case:** ทำนายพยากรณ์ผลลัพธ์และคาดการณ์ |
| **Use Case ID:** UC-11 |
| **Actor:** แอดมิน |
| **Description:** แอดมินสามารถทำนายพยากรณ์ผลลัพธ์และคาดการณ์ได้ |
| **Precondition:** เป็นแอดมิน |
| **Flow of Events:**   1. ทำการทำนายพยากรณ์และคาดการณ์ 2. ส่งออกผลลัพธ์ไปยังหน้าเว็บ |
| **Postcondition:** ทำนายพยากรณ์ผลลัพธ์และคาดการณ์ได้สำเร็จ |

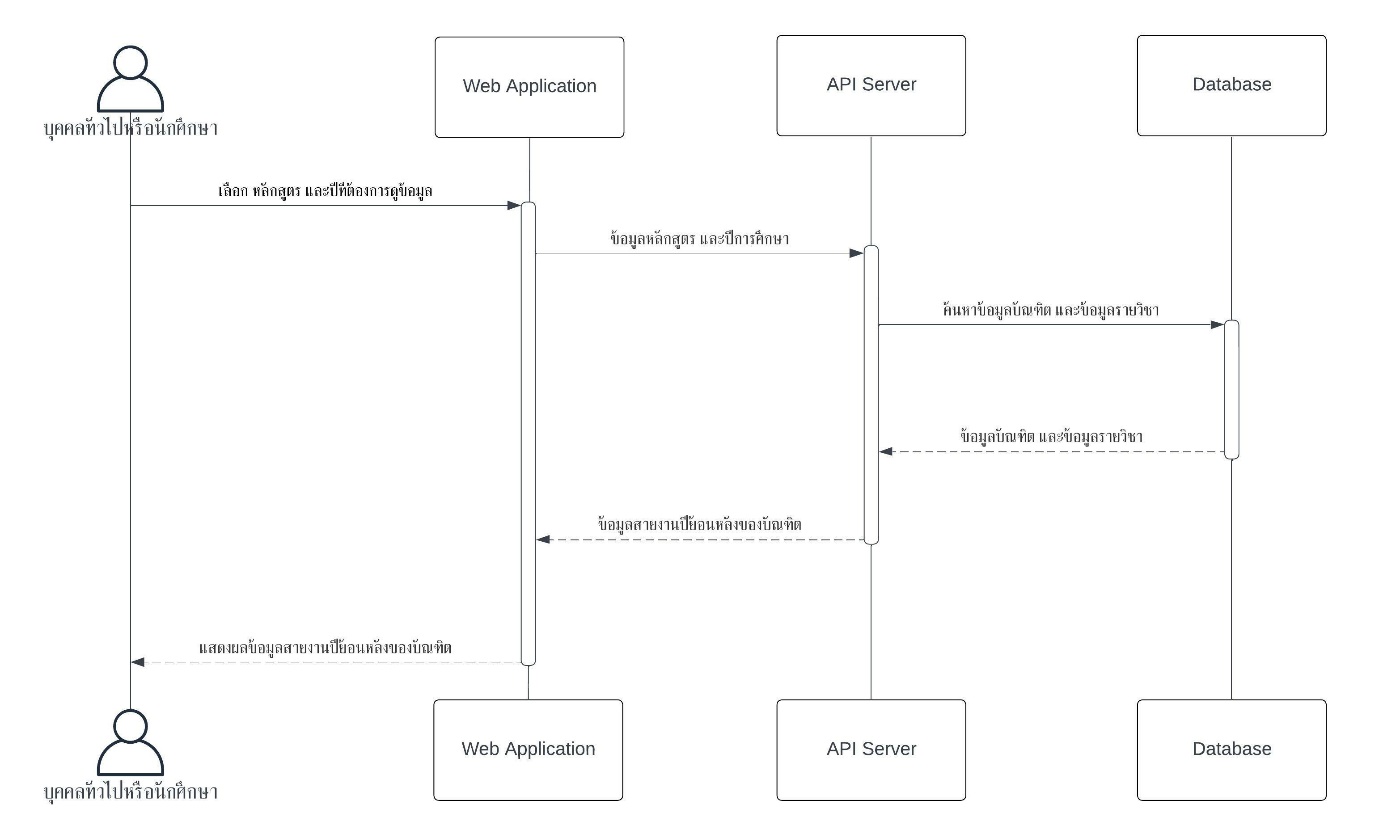
**ตาราง 3.12 Use Case จัดเตรียมข้อมูล**

|  |
| --- |
| **Use Case:** จัดเตรียมข้อมูล |
| **Use Case ID:** UC-12 |
| **Actor:** แอดมิน |
| **Description:** จัดเตรียมข้อมูลสำหรับการทำนายและคาดการณ์ได้ |
| **Precondition:** เป็นแอดมิน |
| **Flow of Events:**   1. นำเข้าข้อมูล 2. จัดรูปแบบข้อมูล 3. เก็บเข้าฐานข้อมูล |
| **Postcondition:** จัดเตรียมข้อมูลสำหรับการทำนายและคาดการณ์ได้สำเร็จ |

**ตาราง 3.13 Use Case กรอกข้อมูลอาชีพ**

|  |
| --- |
| **Use Case:** กรอกข้อมูลอาชีพ |
| **Use Case ID:** UC-13 |
| **Actor:** นักศึกษา |
| **Description:** กรอกข้อมูลอาชีพแรกของการทำงานได้ |
| **Precondition:** เข้า web application หน้ากรอกข้อมูลอาชีพ |
| **Flow of Events:**   1. เลือกหน้ากรอกข้อมูลอาชีพ 2. ใส่รหัสนักศึกษา 3. ใส่ตำแหน่งอาชีพ 4. กดยืนยัน |
| **Postcondition:** กรอกข้อมูลอาชีพสำเร็จ |

**3.4 Sequence Diagram**

****

**รูป 3.4 Sequence Diagram สำหรับ UC-01**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.5 Sequence Diagram สำหรับ UC-02**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.6 Sequence Diagram สำหรับ UC-03**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.7 Sequence Diagram สำหรับ UC-04**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.8 Sequence Diagram สำหรับ UC-05**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.9 Sequence Diagram สำหรับ UC-06**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.10 Sequence Diagram สำหรับ UC-07**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.11 Sequence Diagram สำหรับ UC-08**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.12 Sequence Diagram สำหรับ UC-09**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.13 Sequence Diagram สำหรับ UC-10**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.14 Sequence Diagram สำหรับ UC-11**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.15 Sequence Diagram สำหรับ UC-12**

**Diagram

Description automatically generated**

**รูป 3.16 Sequence Diagram สำหรับ UC-13**

* 1. **การออกแบบฐานข้อมูล**

ระบบฐานข้อมูลของโครงงานนี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้ MariaDB ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ SQL ที่ถูกพัฒนามาเพื่อสำหรับเก็บข้อมูล โดยฐานข้อมูลของระบบประกอบไปด้วยทั้งหมด 5 ตาราง ดังรูป

3.5.1 ตาราง User

เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลผู้ใช้งานในระบบ โดยจะมี Attribute ดังนี้

1. user\_id : UUID สำหรับเก็บ id ของผู้ใช้

2. username : VARCHAR สำหรับเก็บ username ของผู้ใช้

3. password : VARCHAR สำหรับเก็บ password ของผู้ใช้

3.5.2 ตาราง Subject\_Data

เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลหลักสูตรวิชา โดยจะมี Attribute ดังนี้

1. subject\_id : UUID สำหรับเก็บ id ของรหัสวิชา

2. subject\_name\_thai : VARCHAR สำหรับเก็บชื่อรายวิชาภาษาไทย

3. subject\_name\_eng : VARCHAR สำหรับเก็บชื่อรายวิชาภาษาอังกฤษ

4. abstract : VARCHAR สำหรับเก็บบทคัดย่อรายวิชา

5. subject\_key : VARCHAR สำหรับเก็บ Keyword ของรายวิชาเลือกภาค

6. subject\_class : VARCHAR สำหรับเก็บหมวดหมู่ของแต่ละวิชา

7. year : VARCHAR สำหรับเก็บปีของเล่มหลักสูตรวิชา

3.5.3 ตาราง Student

เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลนักศึกษาโดยจะมี Attribute ดังนี้

1. student\_id : UUID สำหรับเก็บ id encrypt ของนักศึกษา

2. subject\_id : VARCHAR สำหรับเก็บ id ของรหัสวิชา

3. grade : VARCHAR สำหรับเก็บเกรดแต่ละรายวิชา

4. semester : VARCHAR สำหรับเก็บเทอมที่ลงเรียนรายวิชาของนักศึกษา

5. year : VARCHAR สำหรับเก็บปีที่ลงเรียนรายวิชาของนักศึกษา

6 curriculum : VARCHAR สำหรับเก็บรายชื่อหลักสูตรที่เรียนของนักศึกษา

7. career : VARCHAR สำหรับเก็บรายชื่อตำแหน่งอาชีพแรกของนักศึกษา

8. status : VARCHAR สำหรับเก็บสถานะการเป็นนักศึกษา

3.5.4 ตาราง DataCSV

เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลไฟล์ CSV โดยจะมี Attribute ดังนี้

1. data\_id : UUID สำหรับเก็บ id ของไฟล์ CSV

2. name : VARCHAR สำหรับเก็บชื่อของไฟล์ CSV

3. upload\_date : TIMESTAMP สำหรับเก็บเวลาและวันที่อัพโหลดไฟล์ CSV

4. update\_date : TIMESTAMP สำหรับเก็บเวลาและวันที่อัพเดตไฟล์ CSV

5. del\_flag : VARCHAR สำหรับเก็บสถานะไฟล์ CSV (0 = ไฟล์ยังมีอยู่, 1 =ไฟล์ถูกลบ)

3.5.5 ตาราง SurpriseModel

เป็นตารางที่ใช้เก็บ Surprise Model โดยจะมี Attribute ดังนี้

1. model\_id : UUID สำหรับเก็บ id ของไฟล์ Model

2. name : VARCHAR สำหรับเก็บชื่อของ Model

3. curriculum : VARCHAR สำหรับเก็บรายชื่อหลักสูตรที่เรียนของนักศึกษา

4. type : VARCHAR สำหรับเก็บประเภทของ Model

5. rmse : VARCHAR สำหรับเก็บค่าความแม่นยำของ Model

6. model : PICKLED สำหรับเก็บตัว Model

3.5.6 ตาราง JobClassiModel

เป็นตารางที่ใช้เก็บ Job Classification Model โดยจะมี Attribute ดังนี้

1. model\_id : UUID สำหรับเก็บ id ของไฟล์ Model

2. name : VARCHAR สำหรับเก็บชื่อของ Model

3. curriculum : VARCHAR สำหรับเก็บรายชื่อหลักสูตรที่เรียนของนักศึกษา

4. type : VARCHAR สำหรับเก็บประเภทของ Model

5. rmse : VARCHAR สำหรับเก็บค่าความแม่นยำของ Model

6. model : PICKLED สำหรับเก็บตัว Model

**บทที่ 4**

**ผลการดำเนินงาน**

ในบทนี้จะอธิบายถึงการทดลองที่ได้ทำในภาคการศึกษานี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้า ในโครงงาน

**4.1 การสร้าง Django Framwork และเชื่อมต่อฐานข้อมูล MariaDB บน Docker Compose**

**Text

Description automatically generated** โดยการทดลองการสร้างจะตัว Django project ให้เชื่อมต่อกับ mariaDB ได้นั้นทางผู้จัดทำได้ทำการเตรียม requirements.txt ซึ่งเป็น file เพื่อให้ Docker นั้นจัดเตรียม Environment ของตัวระบบ

**รูป 4.1 File Requirements**

Text

Description automatically generatedหลังจากได้มีการเตรียม file requirements แล้วทางผู้จัดทำได้ทำการสร้าง Dockerfile เพื่อนำ requirements ที่ได้มาจัดสรร library ที่จำเป็นต่อการพัฒนาโครงงาน โดยได้กำหนด version ของ python เป็น 3.7.14

**รูป 4.2 Dockerfile**

Text

Description automatically generatedต่อมาผู้จัดทำได้สร้าง file dockercompose ขึ้นมาเพื่อนำ docker container ในส่วนของ Django Application และ MariaDB นำมารวมเป็น Docker Compose โดยกำหนด internal port ของ MariaDB เป็น 3306 และ external port เป็น 3308 เพื่อจัดระเบียบในการใช้งานของฐานข้อมูล โดยทางผู้จัดทำออกแบบให้ Django Application ติดต่อกับฐานข้อมูลผ่าน internal port โดยกำหนด port ของ Django Application เป็น 8000 ทั้ง internal และ external port

**รูป 4.3 File docker-compose.yml**

Graphical user interface, text

Description automatically generatedซึ่งเมื่อหลังจากการสร้าง docker compose ขึ้นมาทางผู้จัดทำจะตรวจสอบการทำงานของระบบทั้งหมดผ่าน Application Docker Desktop ร่วมกับ log terminal ของ Visual Studio Code ดังรูปที่ 4.4

**รูป 4.4 ภาพรวมของการตรวจสอบการทำงานของระบบ**

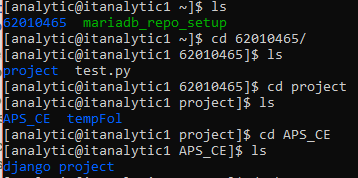
จากผลการทดลองที่ 4.1 พบว่าการการสร้าง Django Framwork และเชื่อมต่อฐานข้อมูล MariaDB บน Docker Compose พบว่าดการทำงานของ container ทั้ง Django Application และ MariaDB Database นั้นทำงานร่วมกันเป็นไปอย่างราบลื่น และการตรวจสอบการทำงานของ Docker Compose ผ่าน Docker Desktop นั้นทำให้การทำงานและการตรวจสอบได้สดวกยิ่งขึ้น

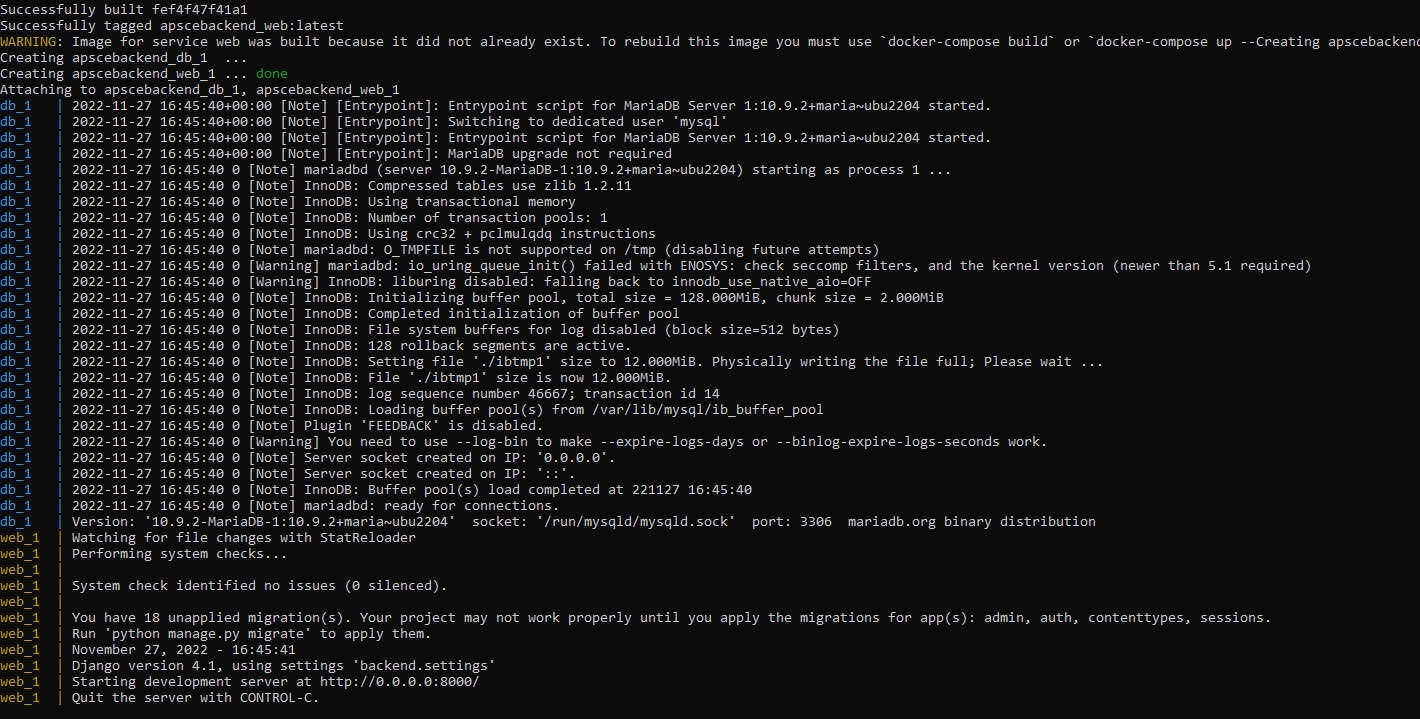
**4.2 การเตรียม Server ที่ใช้สำหรับ Deploy Application**

โดยทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองการใช้งาน server สำหรับ Deploy โดยได้ทำการสร้าง Directory ของผู้ทดลองขึ้นมาและได้ทำการทดลองติดตั้ง Program ที่จำเป็นในการรองรับการทำงานของ Application มี Python, MariaDB

ผลการทดลองพบว่าไม่สามารถติดตั้ง Python Version 3.10.2 ที่ผู้จัดทำต้องการได้ซึ่งปัญหาเกิดจากการแตก File Python ที่ติดตั้งไม่สำเร็จ

โดยทางผู้จัดทำจึงแก้ปัญหาโดยการนำ Docker Container ไป Deploy บน Server แทนโดยทางผู้จัดทำได้ทำการนำ Directory ที่เก็บ Django Application รวมทั้ง Docker File, requirements.txt และ docker-compose.yml โคลนผ่าน Github ลงไปยัง server ที่เตรียมไว้

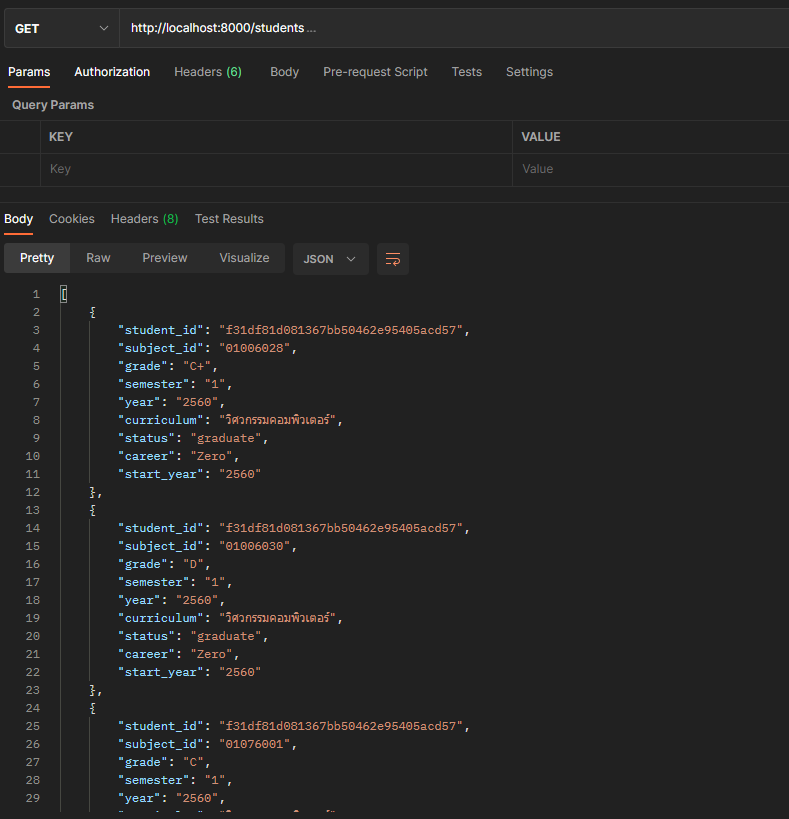
**รูป 4.5 Directory ที่เก็บ Django Application**

โดยต่อมาทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองใช้คำสั่งในการสร้าง Docker Compose ขึ้นมาใน server โดยจะสร้าง Docker Compose ผ่านการอ่าน File Docker File, requirements.txt และ docker-compose.yml ที่มากับ Directory ของ Django Application

**รูป 4.6 ผลลัพท์การสร้าง Docker Compose บน server**

จากผลการทดลองที่ 4.2 พบว่าสามารถนำ Django Application มาบน server ที่เตรียมไว้ได้ และสามารถสร้าง Docker Compose ได้ โดยปัญหาที่พบคือไม่สามารถทดสอบการ response ของ API จาก Application ได้ โดยทางผู้จัดทำได้สันนิษฐานสาเหตุอาจเกิดจาก server ที่ทางผู้จัดทำได้จัดเตรียมอาจไม่ได้เปิด Port การติดต่อที่ทางผู้จัดทำได้จัดสรรไว้ หรือ อาจเกิดจากที่ผู้จัดทำไม่ได้ดำเนินการ Forwarding Port เพื่อให้ Application ติดต่อกับภายนอกได้

**4.3 การใช้งานฐานข้อมูลร่วมกับ Application**

โดยการทดลองการใช้งานร่วมกันของฐานข้อมูลกับ Application นั้นทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองการใช่งานผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของผู้จัดทำเองในรูปแบบ Local Host ซึ่งการทำงานร่วมกันของฐานข้อมูลกับ Application นั้นทางผู้จัดทำได้ทดลองเป็นการทำงานในรูปแบบการใช้ API ในการติดต่อระหว่างฐานข้อมูลกับ Application ทั้งกระบวนการค้นหาข้อมูล, เพิ่มข้อมูล, แก้ไขข้อมูล และ การลบข้อมูล

A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence**รูป 4.7 ผลลัพท์การค้นหาข้อมูลผ่าน API**

**รูป 4.8 ผลลัพท์การแก้ไขข้อมูลผ่าน API**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence**A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence**รูป 4.9 ผลลัพท์การเพิ่มข้อมูลผ่าน API**

**รูป 4.10 ผลลัพท์การลบข้อมูลผ่าน API**

จากการทดลองที่ 4.3 พบว่าการทำงานร่วมกันของ Application ในส่วนของ Backend และฐานข้อมูลเป็นไปได้ด้วยดี

**4.4 การพัฒนา Similarity Model สำหรับการเติมเกรดที่หายไปของข้อมูลบัณฑิต**

Table

Description automatically generatedโดยการทดลองการพัฒนา Similarity Model นี้ทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองใน Google Colab โดยทางผู้จัดทำได้เลือกใช้อัลกอริทึม SVD ของ Surprise จาก library ของ Scikit-Learn โดยการทดลองนี้ผู้จัดทำได้นำชุดข้อมูลผลลัพท์การเรียนของบัณฑิตปีการศึกษา 2560 และ 2561 มาทดลองโดยผลลัพท์ที่พึงประสงค์ของ Similarity Model ที่ผู้จัดทำคาดหวังคือสามารถเติมชุดข้อมูลผลลัพท์การเรียนของบัณฑิตในวิชาที่บัณฑิตผู้นั้นไม่ได้ลงทะเบียนไว้จากหลักการของอัลกอริทึม SVD โดยผู้จัดทำได้กำหนด Parameter ว่า Ratings คือ Grade ของบัณฑิต UserID คือรหัสนักศึกษาของบัณฑิต และ ProductID คือรหัสวิชา โดยชุดข้อมูลที่ได้มานั้นประกอบไปด้วยข้อมูลของบัณฑิตหลายหลักสูตรด้วยกันโดยทางผู้จัดทำได้เลือกใช้แค่เพียงหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์(ต่อเนื่อง)

**รูป 4.11 ชุดข้อมูลในการทดลอง**

* + 1. **การเตรียมข้อมูลการทดลอง**

โดยในทุกรูปแบบการทดลองทางผู้จัดทำจะทำการจัดการเตรียมการชุดข้อมูลในรูปแบบเดียวกัน โดยทางผู้จัดทำจะทำการนำข้อมูลชุดที่ไม่ใช้งานออกในที่นี้คือชุดข้อมูลของบัณฑิตที่ไม่ได้อยู่ในหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์(ต่อเนื่อง) และได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูล Column Grade จากรูปแบบของตัวอักษรให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลข และแยกส่วนของชุดข้อมูลออกตามหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์(ต่อเนื่อง) เพื่อทำการสร้าง Model ให้ทั้งสองหลักสูตรโดยจะทำการจัดรูปแบบของ Column ของข้อมูลตามนี้ student\_id, subject\_id, grade, semesters, year, Text

Description automatically generatedcurriculum และ job

**รูป 4.12 ชุดข้อมูลหลังจากผ่านการเตรียมข้อมูล**

* + 1. **การ Train Model**

หลังจากที่ผู้จัดทำได้ทำการเตรียมชุดข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะนำชุดข้อมูลที่ได้มาทำการ Tuning Hyperparameter ด้วย GirdSearch โดยช่วงของ Parameter ที่ได้กำหนดสำหรับอัลกอริทึม SVD มีดังนี้ n\_factors = [20, 50, 100] และ n\_epochs = [5 ,10, 20] และได้ทำการแบ่งชุดข้อมูลในการทดสอบออกเป็น 80 (สำหรับ Train) ต่อ 20 (สำหรับทดสอบ) ส่วน และทำวัดประสิทธิภาพโดยใช้ค่า RMSE

จากผลลัพท์การทดลองที่ 4.4 พบว่าชุดข้อมูลในส่วนของหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มีค่า RMSE อยู่ที่ 0.6319 และ ในส่วนของหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์(ต่อเนื่อง) คอมพิวเตอร์ มีค่า RMSE อยู่ที่ 0.7871 ซึ่งเมื่อวัดจากช่วงของ Rating หรือ Grade ของชุดข้อมูลที่อยู่ตั้งแต่ 0 ถึง 4

ซึ่งยังไม่เป็นที่น่าพอใจทางผู้จัดทำเลยทำการสันนิษฐานว่าการที่จำนวนของวิชาที่มีจำนวนที่มากนั้นอาจาจส่งผลต่อการคำนวณของอัลกอริทึม จึงแก้ปัญหาโดยการจัดกลุ่มวิชา

* 1. **การพัฒนา NLP สำหรับการจับกลุ่มวิชา**

**Graphical user interface, text

Description automatically generatedGraphical user interface, text, application, email

Description automatically generated**

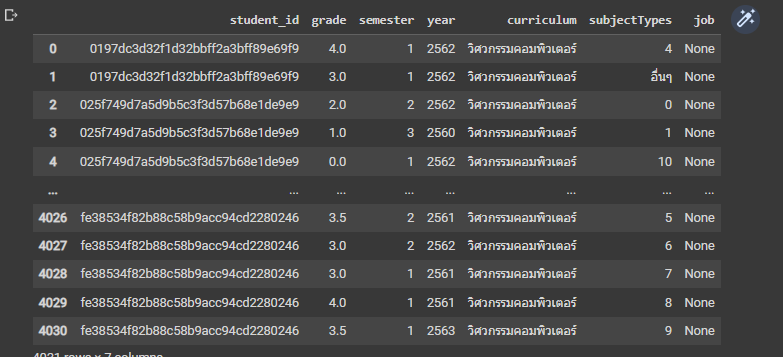
**A computer screen capture

Description automatically generated with medium confidenceตอนเอาเข้าทำไรบ้าง**

**Text

Description automatically generatedเอา stop word ออก**

**4.5.N การนำชุดข้อมูลวิชาที่จัดกลุ่มไปใช้กับ Similarity Model**

โดยการเตรียมข้อมูลในการทดลองนั้นจำเป็นต้องนำชุดข้อมูลกลุ่มของวิชามารวมกับชุดข้อมูลของผลลัพท์การเรียนของบัณฑิต แล้วรวมกลุ่มข้อมูลของผลลัพท์การเรียนของบัณฑิตในวิชาที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันโดยรวมข้อมูลผ่านการทำค่าเฉลี่ย แล้วจึงนำข้อมูลไปทดลองกับการ Train แบบจำลอง Similarity Model โดยจะทำการจัดรูปแบบของ Column ของข้อมูลตามนี้ student\_id, grade, semesters, year, curriculum, subjectTypes และ job

**รูป 4.17 ชุดข้อมูลหลังจากผ่านการเตรียมข้อมูลผลลัพท์จาก NLP**

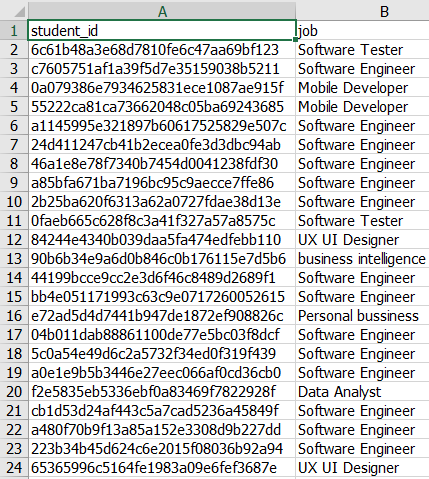
Calendar

Description automatically generated จากผลลัพท์การทดลองที่ 4.5 พบว่าชุดข้อมูลในส่วนของหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มีค่า RMSE อยู่ที่ 0.5751 และ ในส่วนของหลักสูตร วิศวกรรมคอมพิวเตอร์(ต่อเนื่อง) คอมพิวเตอร์ มีค่า RMSE อยู่ที่ 0.7351 ซึ่งเมื่อวัดจากช่วงของ Rating หรือ Grade ของชุดข้อมูลที่อยู่ตั้งแต่ 0 ถึง 4

**รูป 4.18 ผลลัพท์การทดลองร่วมกับ NLP**

จากผลลัพท์ที่ได้เลยสามารถสรุปได้ว่าการสันนิษฐานของผู้จัดทำในเรื่องของจำนวนวิชาที่มีมากเกินไปทำให้ค่า RMSE เพิ่มขึ้นนั้นถูกต้อง และผลลัพท์ที่ได้ออกมาเป็นที่น่าพอใจเพียงพอแล้ว

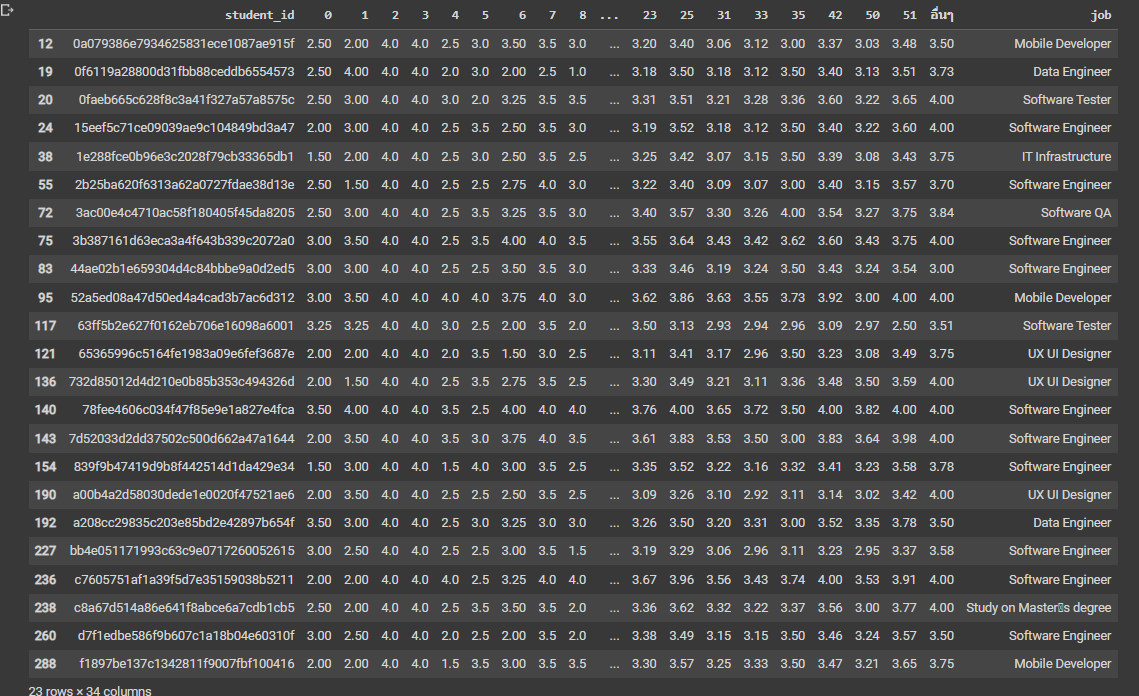
**4.6 การพัฒนา Job Classification Model**

โดยการทดลองนี้เนื่องจากข้อมูลที่นำมานั้นมีไม่มากพอสำหรับการสร้าง Model ทำให้ทางผู้จัดทำไม่สามารถตัดสินใจเลือกอัลกอริทึมในการนำไปใช้งานจริงได้ โดยการทดลองนี้ได้ใช้อัลกอริทึมในการสร้าง Model ด้วยกันสองอัลกอริทึมคือ KNN Classifier และ Decision Tree Classifier จาก Library Scikit-learn โดยชุดข้อมูลที่ใช้จะมี ชุดข้อมูลที่เป็นผลลัพท์ที่ได้จาก Similarity Model และชุดข้อมูลแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิต โดยการวัดประสิทธิภาพของ Model จะใช้ค่า Accuracy ที่ได้จากการคำนวนของ Function Metrics Accuracy จาก Library Scikit-Learn

**รูป 4.19 ชุดข้อมูลแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิต**

**4.6.1 การเตรียมข้อมูล**

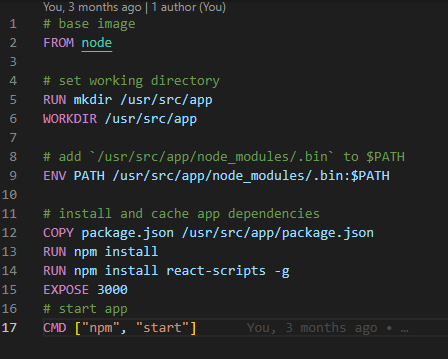
โดยขั้นตอนการเตรียมข้อมูลนั้นทางผู้จัดทำได้ทำการนำผลลัพท์ที่ได้จาก Similarity Model มาเติมเต็มข้อมูลผลลัพท์การเรียนที่ขาดหายไปของบัณฑิต แล้วทางผู้จัดทำได้ทำรวมข้อมูลของสองชุดข้อมูลเข้าด้วยกันโดยใช้ student\_id ในการรวมกันของสองชุดข้อมูลโดยถ้าในชุดข้อมูลของผลลัพท์ที่ได้จาก Similarity Model มีข้อมูลรหัสนักศึกษาที่ชุดข้อมูลแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิตจะไม่นำมาเป็นข้อมูลในการสร้าง Model หลังจากนั้นจะทำการ Transpose ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบดังรูปที่ 4.20 เพื่อนำไป Train Model

**รูป 4.20 ชุดข้อมูลที่ผ่านการ Transpose**

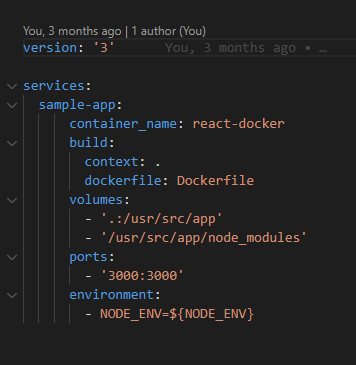
จากผลลัพท์การทดลองที่ 4.6 พบว่าค่า Accuracy ของอัลกอริทึม KNN Classifier อยู่ที่ 0.4 และ Accuracy ของอัลกอริทึม Decision Tree Classifier อยู่ที่ 0.2 จากคะแนนเต็ม 1 ซึ่งการทางผู้จัดทำได้สันนิษฐานว่าข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมาจากจำของชุดข้อมูลแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิตที่มีน้อยเกินไป

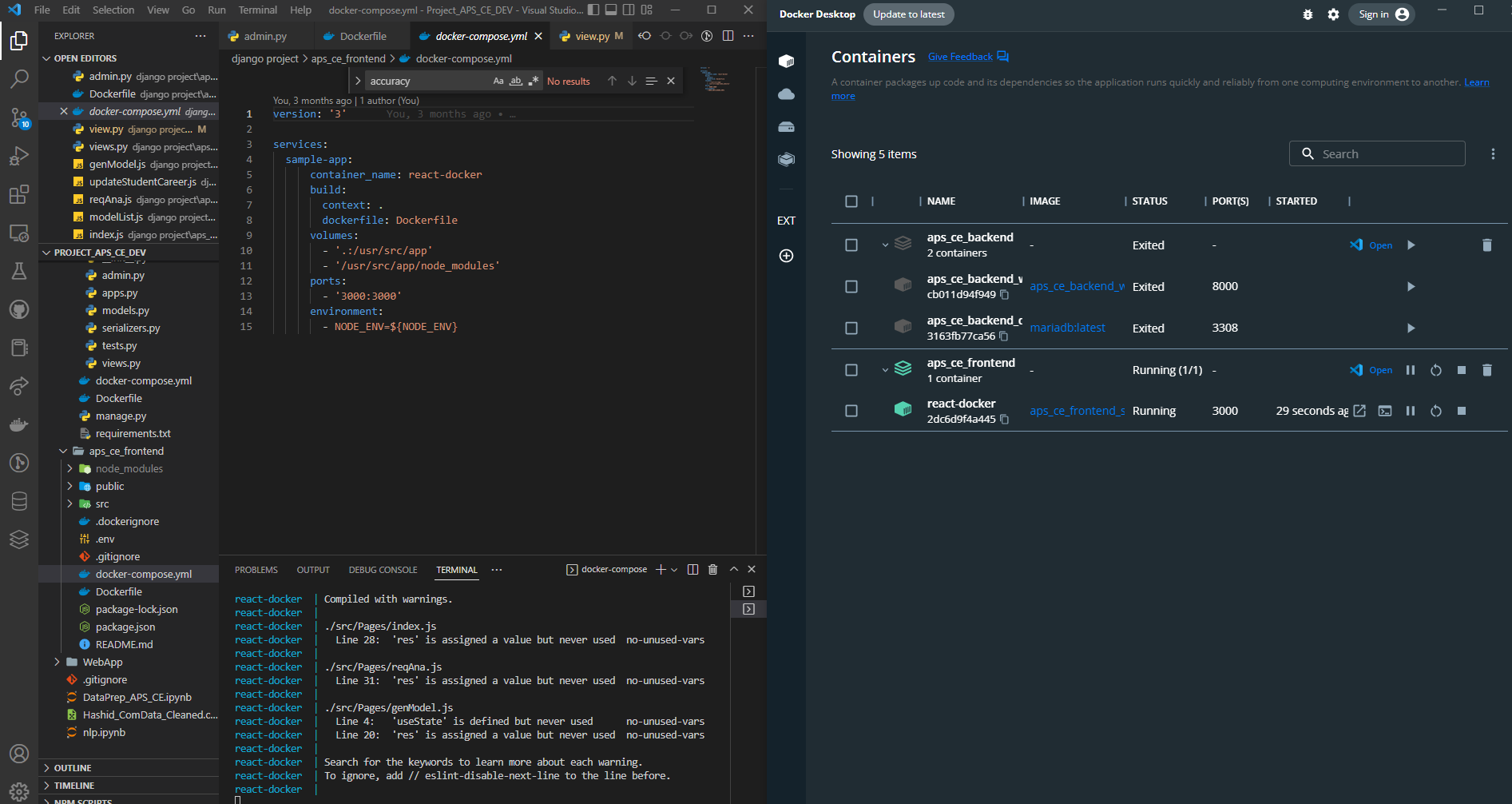
**4.7 การพัฒนาหน้าต่างผู้ใช้งานของ Application**

**4.7.1 การทดลองสร้าง React Project โดย Docker Compose**

โดยการทดลองนี้ทางผู้จัดทำได้ทำการเตรียม File สำหรับการสร้างโดยมี Dockerfile ที่ระบุการสร้าง Directory ของ React Project และ Version ของ NodeJS ต่อมาคือ File docker-compose.yml

**รูป 4.21 Dockerfile React Project**

** รูป 4.22 docker-compose.yml React Project**

ซึ่งเมื่อหลังจากการสร้าง docker compose ขึ้นมาทางผู้จัดทำจะตรวจสอบการทำงานของระบบทั้งหมดผ่าน Application Docker Desktop ร่วมกับ log terminal ของ Visual Studio Code ดังรูปที่ 4.23 โดยได้กำหนด Port ในการเข้าถึงทั้งภายนอกและภายในเป็น 3000

**รูป 4.23 ภาพรวมของการตรวจสอบการทำงานของ React Project**

จากผลการทดลองที่ 4.7.1 พบว่าสามารถสร้าง Docker Compose ของ React Project ได้ และสามารถตรวจสอบการทำงานต่างๆของ React Project ผ่าน Visual Studio Code Terminal และ Application Docker Desktop ได้

**4.7.2 การทดลองการทำงานร่วมกันของ React Project และ Django Application**

Graphical user interface, application, Word

Description automatically generatedโดยในการทดลองนี้ทางผู้จัดทำได้กำหนดสภาพแวดล้อมของการทดลองโดยให้ทั้งสองส่วน (React Project และ Django Application) ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในรูปแบบ Local Host ดังรูปที่ 4.24 โดยด้านซ้ายคือหน้าหลักของ React Project และด้านขวาคือหน้าของ Django Application

**รูป 4.24 ภาพรวมของ React Project และ Django Application ที่เรียกดูผ่าน Web Browser**

Graphical user interface, application

Description automatically generatedจากผลลัพท์การทดลองที่ 4.7.2 พบว่าทั้งสองสามารถติดต่อส่งข้อมูลให้กันและกันได้ราบรื่น โดย React Project จะติดต่อกับ Django Application ผ่าน Port 8000 และ Django Application จะติดต่อกับ React Project ผ่าน Port 3000

**รูป 4.25 ทดสอบการติดต่อระหว่าง React Project และ Django Application**

**4.7.3 การนำ Docker Compose ของ React Project ขึ้นไปอยู่บน Server**

โดยในขั้นตอนนี้ทางผู้จัดทำได้นำ Directory ของ React Project ไปยัง Server ที่ได้จัดเตรียมไว้ โดยจะเป็น Server เดียวกันกับในหัวข้อการทดลอง 4.2

Text

Description automatically generated

**รูป 4.26 React Project ที่นำขึ้นไปยัง Server ที่เตรียมไว้**

โดยต่อมาได้ทำการทดลองโดยการสร้าง Docker Compose ของ React Project ขึ้นมา โดยจากผลลัพท์การทดลองที่ 4.7.3 พบว่าสามารถสร้าง Docker Compose ของ React Project ได้สำเร็จและตัว React Project สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น

จากผลลัพท์การทดลองที่ 4.7 พบว่าสามารถาสร้าง React Project จาก Docker Compose ได้และติดต่อกับ Django Application ได้อย่างราบรื่น และสามารถนำ React Project Directory ขึ้นไปสร้าง Docker Compose บน Server ได้และตัว React Project เองสามารถทำงานได้เป็นปกติ โดยปัญหาที่พบคือ ไม่สามารถติดต่อกับ React Project ที่ทำงานอยู่บน Server ณ Port 3000 ได้ซึ่งผู้จัดทำได้สันนิษฐานว่าปัญหานี้จะเป็นปัญหาแบบเดียวกันกับการทดลองที่ 4.2

**4.8 การนำกระบวนการสร้าง Model และการเรียกใช้ลงบน Django Application**

โดยในการทดลองนี้ทางผู้จัดทำจะนำกระบวนการสร้างและเรียกใช้ที่ได้ทำการทดลองไปในการทดลองที่ 4.4 และ 4.5 โดยจะไม่นำการทดลองที่ 4.6 มาเนื่องด้วยผลลัพท์การทดลองยังไม่เป็นที่น่าพอใจ้เพียงพอ ซึ่งจะนำกระบวนการสร้างและเรียกใช้ Similarity Model และ NLP ให้อยู่ในรูปแบบของ API และ Call Function

**4.8.1 กระบวนการ การทำงานของ NLP**

4.8.1.1 ผู้ใช้งานนำ File CSV ของรายวิชาที่ต้องการเพิ่มในระบบ Upload เข้าไป

4.8.1.2 ได้ผลลัพท์ออกมาเป็น List ของ Dictionary ที่เก็บ Class และวิชาใน Class

4.8.1.3 นำ List ที่ได้มารวมกับตารางจาก File CSV ที่ผู้ใช้งาน Upload

4.8.1.4 จัดรูปให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่สามารถเพิ่มลงในฐานข้อมูลได้

4.8.1.5 นำข้อมูลเพิ่มเข้าฐานข้อมูล

4.8.1.6 แสดงผลลัพท์การเรียกใช้งาน API

**4.8.2 กระบวนการ การสร้าง Similarity Model**

4.8.2.1 ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบของ Model ที่จะสร้าง (หลักสูตร, รูปแบบการพยากร รายวิชา หรือ กลุ่มของวิชา)

4.8.2.2 ค้นหาข้อมูลของบัณฑิตในฐานข้อมูล

4.8.2.3 นำข้อมูลมาสร้าง Model

4.8.2.4 แปลงรูปแบบข้อมูลของ Model ให้อยู่ในรูป Pickeled File

4.8.2.5 คำนวณหา RMSE ของ Model นั้น

4.8.2.6 จัดรูปให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่สามารถเพิ่มลงในฐานข้อมูลได้

4.8.2.7 นำข้อมูลเพิ่มเข้าฐานข้อมูล

4.8.2.8 แสดงผลลัพท์การเรียกใช้งาน API

**4.8.3 กระบวนการ การเรียกใช้งาน Similarity Model**

4.8.3.1 ผู้ใช้งาน Upload File CSV ผลลัพท์การเรียนของตน

4.8.3.2 ผู้ใช้งานเลือกใช้ Model ที่อยู่ในฐานข้อมูล

4.8.3.3 ค้นหาข้อมูลรายวิชาจากฐานข้อมูล

4.8.3.4 ค้นหาข้อมูลบัณฑิตจากฐานข้อมูล

4.8.3.5 นำข้อมูลรายวิชามาสร้าง List ของ Dictionary ที่เก็บ Class และวิชาใน Class

4.8.3.6 นำข้อมูลบัณฑิตมาหารายวิชาที่ผู้ใช้งานยังไม่ได้ลงทะเบียน

4.8.3.7 นำข้อมูลของผู้ใช้งานไปพยากรณ์หาผลลัพท์

4.8.3.8 แสดงผลลัพท์การเรียกใช้งาน API

จากผลลัพท์การทดลองที่ 4.8 พบว่าทั้งสามกระบวนการการทำงานนั้นสามารถทำงานได้บน Django Application ได้อย่างราบรื่น

**บทที่ 5**

**สรุป**

* 1. **บทสรุป**

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษาในอดีต ข้อมูลของรายวิชาต่างๆ และข้อมูลจากแบบสำรวจการมีงานทำของบัณฑิต เพื่อนำเสนอข้อมูลสถิติต่างๆ วิเคราะห์ข้อมูลผลการผลิตบัณฑิตเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ว่าที่ผ่านมาหลักสูตรสามารถผลิตบัณฑิตกลุ่มใดได้บ้าง มีจำนวนมากน้อยเพียงใด สามารถพยากรณ์ว่าในอนาคตหลักสูตรสามารถผลิตบัณฑิตกลุ่มใดได้เป็นจำนวนเท่าใด เพื่อเป็นประโยชน์และอำนวยความสะดวกให้กรรมการหลักสูตรในการวางแผนการบริหารหลักสูตรในอนาคต และแสดงเป็นแผนภาพกราฟิกในการอำนวยความสะดวกให้หน่วยงานภายนอกได้รับทราบว่าหลักสูตรปัจจุบันของสถาบันสามารถผลิตบุคลากรที่มีความชํานาญด้านใดได้บ้างโดยการทำงานของ Application นี้มี Web Application, Server, Database

* + 1. **การทำงานในส่วนของ Web Application**

1. Web Application มีระบบสร้าง File CSV Template สำหรับให้ผู้ใช้งานใส่ผลลัพท์การเรียนของตน
2. Web Application สามารถสร้าง Similarity Model แล้วนำลงฐานข้อมูลได้
3. Web Application สามารถนำเข้ารายวิชาแล้วเรียกใช้การจับกลุ่มรายวิชาด้วย NPL ได้
4. Web Application สามารถนำเข้าแบบสำรวจการมีงานทำของบัณฑิตแล้วแก้ไขข้อมูลของบัณฑิตคนนั้นในฐานข้อมูลได้
5. Web Application สามารถนำเข้า File CSV ผลลัพท์การเรียนของผู้ใช้งานได้
6. Web Application มีระบบีรองรับการร้องขอผลลัพท์การพยากรณ์ได้
7. Web Application สามารถติดต่อกับ Database ได้
   * 1. **การทำงานในส่วนของ Server**
8. Server สามารถรัน Web Application ผ่าน Dockerได้
9. Server สามารถสร้าง Database ผ่าน Docker ได้
   * 1. **การทำงานในส่วนของ Database**
10. Database สามารถเก็บข้อมูลผลลัพท์การเรียนของบัณฑิตได้
11. Database สามารถเก็บข้อมูลรายวิชาได้
12. Database สามารถเก็บข้อมูลของ Model ได้
    1. **ปัญหาและอุปสรรค์ที่พบ**
13. การติดต่อกับ Web Application ที่ทำงานอยู่ใน Server ที่ได้เตรียมไว้ โดยแนวทางในการแก้ปัญหาคือการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการ Deployment และการ Forwarding Port
14. ข้อมูลจากแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิตที่มีน้อยเกินไปที่จะนำไป Train Model Job Classification โดยแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือการที่จะต้องทำแบบสอบถามใหม่อีกครั้ง
    1. **แนวทางในการพัฒนาต่อ**
15. นำข้อมูลจากแบบสอบถามการมีงานทำของบัณฑิตที่ทำการเก็บรวบรวมใหม่มาทดลองแล้วพัฒนา Model Job Classification ต่อไป
16. พัฒนาส่วนของหน้าต่างการใช้งานของผู้ใช้งาน
17. พัฒนาส่วนของการแสดงผลข้อมูลแบบภาพ
18. หาแนวทางในการ Deployment บน Sever ที่ได้เตรียมไว้
    1. **ปริมาณงานในปัจจุบันต่อปริมาณงานขั้นต่ำ**

โดยทางผู้จัดทำได้แบ่งปริมาณงานของโครงงานนี้ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ 1 การทดลองและการเตรียมอุปกรณ์ และ การพัฒนา Web Application โดยในเทอมที่ 1 จะทำการทดลองและการเตรียมอุปกรณ์ และ เทอมที่ 2 จะทำการการพัฒนา Web Application โดยงานในเทอมที่ 1 ไม่ตรงไปตามเป้าหมาย 1 Task ใหญ่คือพัฒนา Job Classification Model โดย Percent Complete อยู่ที่ 95% และได้ทำงานในส่วนของเทอมที่ 2 คือ Task พัฒนา Web Application ไปแล้ว 12% รวม Percent Complete จากMicrosoft Project อยู่ที่ 50% จากปริมาณงานทั้งหมด เพราะฉะนั้นจากการกำหนดปริมาณงานขั้นต่ำที่ 30% ของปริมาณงานทั้งหมด ถือว่าโครงงานนี้ได้ผ่านปริมาณงานขั้นต่ำไปแล้ว

**บรรณานุกรม**

สุเมธ ดาราพิสุทธิ์. 2559. “การสร้างรายการเพลงโดยใช้การกรองร่วมแบบเซสชั่นที่เพิ่มขึ้นด้วย

กลไกการลืมและการวิเคราะห์สถิติเชิงมุม.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

นิภาภรณ์ พันธ์นาม. 2563. “ระบบแนะนำสินค้าอาหารโดยใช้ระบบแนะนำแบบผสมผสาน.”

สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล,

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Punna Rirkvaleekul. 2020. Machine Learning – คำศัพท์ที่ควรรู้. [Online].

Available : <https://twinsynergy.co.th/machine-learning>.

พิพัฒน์ สมโลก. 2020. Machine Learning สิ่งใกล้ตัวแห่งโลกยุคใหม่. [Online].

Available : https://www.depa.or.th/th/article-view/article11-2563.

อาทิตย์ สกุลเมือง. 2022. Natural Language Processing (NLP): เครื่องมือที่ช่วยให้คอมพิวเตอร์เข้าใจภาษามนุษย์. [Online].

Available : <https://bigdata.go.th/big-data-101/what-is-natural-language-processing>.

DUSADEEVIROJ. 2020. REVIEW ETL PROCESS. [Online].

Available : <https://www.fusionsol.com/blog/review-etl-process>.

LDA. 2019. Recommendation System ระบบผู้ช่วยแนะนำที่รู้ใจเรามากกว่าตัวเราเอง. [Online].

Available : <https://www.ldaworld.com/recommendation-system-lda>.

สรรพโชค สิงหสุวรรณ. 2022. การใช้งาน Docker เบื้องต้น. [Online].

Available : <https://race.nstru.ac.th/home_ex/blog/topic/show/4200>

Pattanapong Cherthong. 2016. ทำความรู้จัก Docker และ Software Container. [Online].

Available : <https://medium.com/@teamteam/%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81-docker-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0-software-container-c6338629da11>

2013. เริ่มต้นการเขียนเว็บไซต์ ทำเว็บไซต์ด้วยภาษา Python กับ Django Framework. [Online].

Available : <https://www.amplysoft.com/knowledge/what-is-django-framework-python.html>

Pavarudh. 2022. ระบบจัดการฐานข้อมูล MariaDB คืออะไร. [Online].

Available : <https://km.cc.swu.ac.th/archives/4177>.

Pavarudh. 2021. ทำความรู้จักกับ Node.js. [Online].

Available : http://marcuscode.com/tutorials/nodejs/introducing-nodejs.