

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัย
ในมหาวิทยาลัยโดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ
THE DEVELOPMENT OF EXECUTIVE INFORMATION SYSTEM FOR MANAGING
RESEARCH IN UNIVERSITY BY DATA INTEGRATION TECHNIQUES ON ONTOLOGY
ON BUSINESS INTELLIGENCE*

กณิกนันต์ สิงห์सानิตย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
Kaniknan Singsanit
Uttaradit Rajabhat University, Thailand
E-mail: koekoenan@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและรวบรวมโครงสร้างข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นต่อการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย 2) พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยโดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ และ 3) ประเมินประสิทธิภาพระบบ ทั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จำนวน 12 คน ได้แก่ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ผู้อำนวยการงานบุคคล งานวิชาการ งานวิจัย งานการเงิน และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และมหาวิทยาลัยพิษณุโลก ทำการพัฒนาระบบด้วยซอฟต์แวร์โปรแกรมที่เจ กูเกิลดาตาสตูดิโอ และอัลกอริทึมการจำแนกข้อมูลเคเอ็นเอ็น โดยใช้ภาษาไพธอน และภาษาพีเอชพี แล้วประเมินประสิทธิภาพระบบโดยใช้เทคนิคคอนฟิวชันแมทริกซ์ และประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

ผลการวิจัยพบว่า

1. โครงสร้างข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นต่อการบริหารงานวิจัยโดยจัดทำเป็นฐานความรู้ออนโทโลยีที่ผสานระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์มี 3 ระดับ จำนวน 18 โหนด
2. การออกแบบฟังก์ชันการทำงานอยู่บนหลักการอีทีแอล และพบว่าประสิทธิภาพในการทำนายผลลัพธ์ของระบบด้วยอัลกอริทึมเคเอ็นเอ็นที่ $K=3$ ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดเท่ากับ 80%
3. ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.06$, $S.D.=0.68$)

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูง; การบริหารงานวิจัย; ออนโทโลยี; ระบบธุรกิจอัจฉริยะ

Abstract

This research aims to 1) to study and collect the information structures which are necessary to manage the research in universities, 2) to develop the executive information system for managing the research in universities by using data integration on ontology on business Intelligence techniques, and 3) to evaluating the system's performances. The data collection used the in-depth interview with 12 people who are vice presidents in research department, personal directors, academic directors, research directors, financial directors, and computer technician officers of Uttaradit Rajabhat University and Phitsanulok University. The system development used Protégé, Google Data Studio and classification algorithm K-NN by Python and PHP and evaluating the system's performance by using confusion matrix technique and evaluating the user's satisfaction to the system's performance.

The research results were found that:

1. The necessary information structure for research management are to integrate the ontology with the relational database which consist of 3 levels and 18 nodes.
2. Designing the system's functions was based on ETL principle. The prediction's performance by K-NN algorithm at K=3 was at highest accuracy (F-score = 80%).
3. The user's satisfaction to the system's performance was at high level ($\bar{X}=4.06$, S.D.=0.68).

Keywords: executive information system; managing research in university; ontology; business intelligence

บทนำ

การวางแผนการตัดสินใจของผู้บริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยให้เกิดประสิทธิภาพที่ดี ควรต้องมีระบบสนับสนุนในการเชื่อมประสานกับข้อมูลสารสนเทศจากฐานข้อมูลและแฟ้มเอกสารจากทั้งภายในและภายนอกองค์กร เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกันตั้งแต่การกำหนดโจทย์การวิจัยที่เหมาะสมกับยุทธศาสตร์ชาติ การพิจารณาเพื่อจัดสรรทุนวิจัย การติดตามการรับทุนวิจัยเข้าสอน การประเมินผลสำเร็จของงานวิจัยภายในและภายนอก รวมทั้งการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของงานวิจัยที่ได้รับการจัดสรรทุนจากงบประมาณภายในมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ ข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญในการนำมาใช้บริหารงานวิจัย ได้แก่ ประวัตินักวิชาการ ภาระการบริหารและการสอน การเบิกจ่ายงบประมาณ การรวบรวมตัวชี้วัดและงบประมาณในงานประกันคุณภาพการศึกษา ซึ่งข้อมูลสารสนเทศเหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ต่อผู้บริหารที่ต้องรวบรวม วิเคราะห์ตัดสินใจ และสรุปรายงานเพื่อให้เห็นถึง

ความก้าวหน้าและรับทราบปัญหาอุปสรรค และความเสี่ยงต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้ระบบการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยเกิดประสิทธิภาพที่ดี และเนื่องจากมหาวิทยาลัยเป็นผู้ที่ต้องแบกรับความคาดหวังจากสังคม มหาวิทยาลัยจะเป็นมหาวิทยาลัยที่ดีได้ย่อมดูจากผลงานวิชาการของมหาวิทยาลัยนั้นๆ (ญาณภา สมนึก, 2558)

การรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งสารสนเทศที่เชื่อถือได้ เพื่อนำมาวิเคราะห์และตัดสินใจด้วยกระบวนการทางคอมพิวเตอร์นับเป็นความท้าทายอย่างมาก เนื่องจากข้อมูลสารสนเทศแต่ละแหล่งมักมีรูปแบบโครงสร้างของระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ยากต่อการรวมข้อมูลอยู่ในรูปแบบมาตรฐานที่พร้อมนำเข้าสู่การวิเคราะห์และทำนายผลลัพธ์ โดยเฉพาะในด้านการประเมินงานวิจัย เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลที่มีความซับซ้อนในการประเมินผลอย่างละเอียด และต้องใช้ข้อมูลด้านนโยบายมาตัดสินใจร่วมด้วย โดยปัญหานี้ มีแนวทางในการแก้ไขด้วยวิธีการใหม่ ในการรับข้อมูล การรวมข้อมูล และการจัดการข้อมูล (Cronin and Sugimoto, 2014) ซึ่งการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการรวมข้อมูล และแปลงข้อมูลจากหลายแหล่งให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันและนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้นั้น สามารถใช้หลักการ Extract-Transform-Load (ETL) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) Extract คือ การดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน 2) Transform คือ การนำข้อมูลที่ได้ออกจากการ Extract มาจัดรูปแบบให้ถูกต้องสอดคล้องกัน และ 3) Load คือ การนำข้อมูลผ่านการ Transform แล้ว เข้าสู่ Data Warehouse (Oliveira and Belo, 2016) การพัฒนา ETL บนพื้นฐานของออนโทโลยี จะช่วยสนับสนุนการอธิบายการกำหนดค่ารูปแบบ และทำให้เข้ากันได้ (Mapping) กับตัวแบบข้อมูลต่างๆ ทางกายภาพที่สามารถดำเนินการได้ในเชิงปฏิบัติ (Oliveira and Belo, 2016) รวมทั้งออนโทโลยีจะสามารถแบ่งปันข้อมูลไปยังฐานความรู้อื่นๆ และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทั้งนี้พดล ชะลอธรรม (Chalortham *et al.*, 2008) ได้อธิบายว่าการใช้รูปแบบภาษาไอบีดับเบิลยูแอล (Web Ontology Language: OWL) ที่ช่วยให้ออนโทโลยีสามารถเชื่อมโยงข้อมูล และใช้ข้อมูลร่วมกันได้ดีกว่าระบบฐานข้อมูล สอดคล้องกับบรอดตัน (Broughton, 2006) ที่กล่าวว่าออนโทโลยีเป็นการทำโครงสร้างและการนำเสนอความรู้ในระบบการจัดการความรู้ ระบบการจัดการความรู้เป็นเสมือนเครื่องมือที่มีคุณลักษณะเป็นดัชนีที่ช่วยในการจัดการและเข้าถึงเนื้อหา และสาระสำคัญของความรู้ที่มีอยู่และความรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

ซึ่งในงานวิจัยนี้ต้องการที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อเป็นเครื่องมือที่จะสามารถช่วยให้กับผู้บริหารระดับสูงวางแผนการตัดสินใจเกี่ยวกับการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยให้เกิดประสิทธิภาพที่ดี โดยการประยุกต์ใช้ความสามารถของแนวคิด ETL บนพื้นฐานของออนโทโลยีในการรวบรวมและให้ความหมายข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยจากทั้งภายในและภายนอกองค์กร ส่งเข้าไปวิเคราะห์ และทำนายผลลัพธ์ในโมเดลธุรกิจอัจฉริยะ แสดงผลออกมาในรูปแบบรายงานที่เหมาะสมกับผู้บริหารระดับสูงให้เข้าถึงได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผน

กลยุทธ์ด้านต่างๆ ในการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชนให้เกิดประสิทธิภาพที่ดี และรู้เท่าทันต่อความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นแบบทันทีทันใด เพื่อการแก้ไขปัญหาได้อย่างทัน่วงที

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

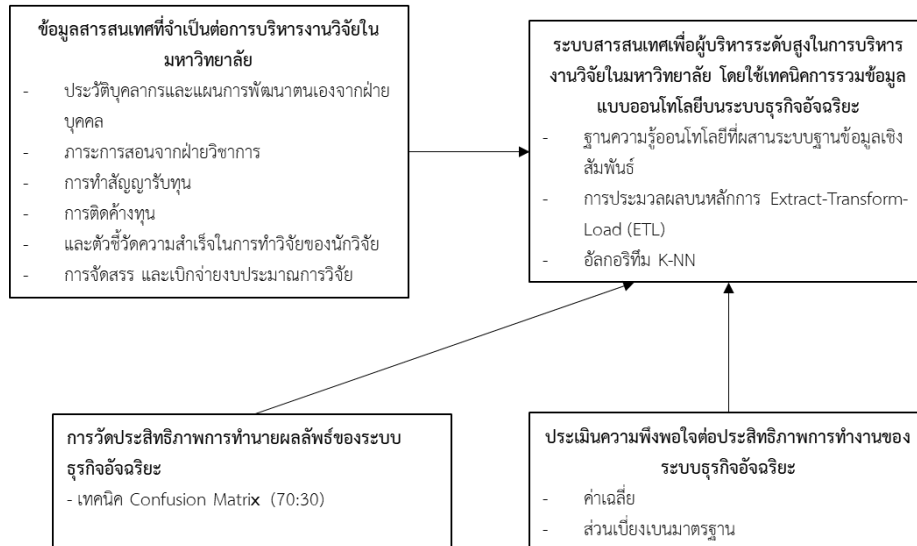
1. ศึกษาและรวบรวมโครงสร้างข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นต่อการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย
2. พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ
3. ประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ออกแบบระเบียบวิธีวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งมีกรอบแนวคิดของงานวิจัยดังภาพที่ 1 และมีขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การศึกษาและรวบรวมโครงสร้างข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นต่อการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย ได้แก่ ประวัติบุคลากรและแผนการพัฒนาด้านตนเองจากฝ่ายบุคคล การสอนจากฝ่ายวิชาการ การทำสัญญาเงินทุน การติดค้างทุน และตัวชี้วัดความสำเร็จในการทำวิจัยของนักวิจัยจากฝ่ายวิจัย และการจัดสรร และเบิกจ่ายงบประมาณการวิจัยจากฝ่ายการเงิน โดยทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกับกลุ่มตัวอย่างที่คัดเลือกแบบเจาะจงจากผู้บริหารที่มีบทบาทวางแผนพัฒนาด้านการวิจัยในมหาวิทยาลัย และบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการจัดการฐานข้อมูล ได้แก่ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ผู้อำนวยการงานบุคคล งานวิชาการ งานวิจัย งานการเงิน และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จำนวน 6 คน และมหาวิทยาลัยพิษณุโลก จำนวน 6 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 12 คน โดยได้กำหนดกรอบในการรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ สภาพแวดล้อมของซอฟต์แวร์และระบบจัดการฐานข้อมูล และตารางข้อมูลและฟิลด์ข้อมูลต่างๆ ในระบบฐานข้อมูล โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยส่วนนี้ จะทำให้ได้โครงสร้างและเนื้อหาข้อมูลที่น่ามาออกแบบการรวมข้อมูลและการจัดการมาตรฐานกลางของข้อมูลหลายแหล่งด้วยระบบ ETL บนพื้นฐานของออนโทโลยีในขั้นต่อไป



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการออกแบบและพัฒนาระบบการรวมข้อมูลโดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยี ทำการสร้างออนโทโลยีด้วยซอฟต์แวร์ Protégé และทำการคิวรีข้อมูลเชิงความหมายเข้าสู่การวิเคราะห์ธุรกิจอัจฉริยะด้วยซอฟต์แวร์ Google Data Studio รวมทั้งการใช้การเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึม K-NN ดังสมการที่ 1 ซึ่งมาตรวัด Euclidean Distance เป็นมาตรวัดระยะพื้นฐานที่ใช้สำหรับวัดระยะห่างระหว่างสองจุด นิยมใช้ในงานต่างๆ เป็นอย่างมาก เพราะง่ายต่อความเข้าใจและลักษณะการคำนวณคล้าย ๆ กับทฤษฎีบทพีทาโกรัส (Deza and Deza, 2009) ทั้งนี้ใช้เพื่อทำนายผลลัพธ์และสร้างกราฟที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการบริหารงานวิจัย และความต้องการของผู้บริหารระดับสูง หลังจากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆ

$$D_{Euclidean}(p, q) = D_{Euclidean}(q, p) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

(1)

3. การประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ

การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.1 การวัดประสิทธิภาพการทำนายผลลัพธ์ของระบบธุรกิจอัจฉริยะโดยใช้เทคนิค Confusion Matrix ในการเก็บข้อมูลจำนวนแถวที่จำแนกจากกลุ่มข้อมูลจริงและกลุ่มข้อมูลจากการทำนาย (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2558) โดยนำข้อมูลการอุดหนุนทุนวิจัยภายในและผลการติดตามความสำเร็จรายโครงการของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปี 2562 – 2563 มาใช้ทดสอบประสิทธิภาพระบบคัดเลือกข้อมูลแบบเจาะจงจำนวนทั้งหมด 100 รายการ ในการจัดหมวดหมู่แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) เพื่อให้ข้อมูลเรียนรู้และสร้างตัวแบบ (Model Construction) และส่วนที่สองคือ ข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Testing Data) เพื่อประเมินความถูกต้องของตัวแบบ (Model Evaluation) ในอัตราส่วน 70 และ 30 (สุวัชร ศรีเปารยะ และสายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560) หลังจากนั้นหาค่าความถูกต้องในการทำนายของอัลกอริทึม K-NN ในแต่ละ k ด้วยค่าต่างๆ ดังนี้

1) Precision = $TP/(TP+FP) \times 100$ คือ ค่าความแม่นยำ ที่หาได้จากค่าร้อยละของสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าโครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้จะสำเร็จตามเวลาที่แท้จริง โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้สำเร็จตามเวลา (TP) กับผลรวมของ TP กับสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้ จะสำเร็จตามเวลา ที่แท้จริง โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้ ไม่สำเร็จตามเวลา (FP)

2) Recall = $TP/(TP+FN) \times 100$ คือ ค่าการรู้จำ ที่หาได้จากค่าร้อยละของสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้จะสำเร็จตามเวลาที่แท้จริง โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้สำเร็จตามเวลา (TP) กับผลรวมของ TP กับสิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้จะไม่สำเร็จตามเวลา ที่แท้จริง โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้สำเร็จตามเวลา (FN)

3) Accuracy = $TP+TN/(TP+TN+FP+FN) \times 100$ คือ ค่าความถูกต้องในการทำนายของโมเดล

4) F1 = $2 \times (Precision \times Recall) / (Precision + Recall)$ คือ ความสามารถในการทำนายของโมเดลจากการเฉลี่ยค่า Precision และ Recall

3.2 การประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะ กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย ผู้อำนวยการ และเจ้าหน้าที่ในงานบุคคล งานวิชาการ งานวิจัย งานการเงิน และนักวิชาการคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และมหาวิทยาลัยพิษณุโลก จำนวนทั้งหมด 64 คน โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของทาโรยามาเน ค่าความคลาดเคลื่อนที่ .05 และทำการสุ่มแบบสะดวก การแปรผลระดับความพึงพอใจใช้ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

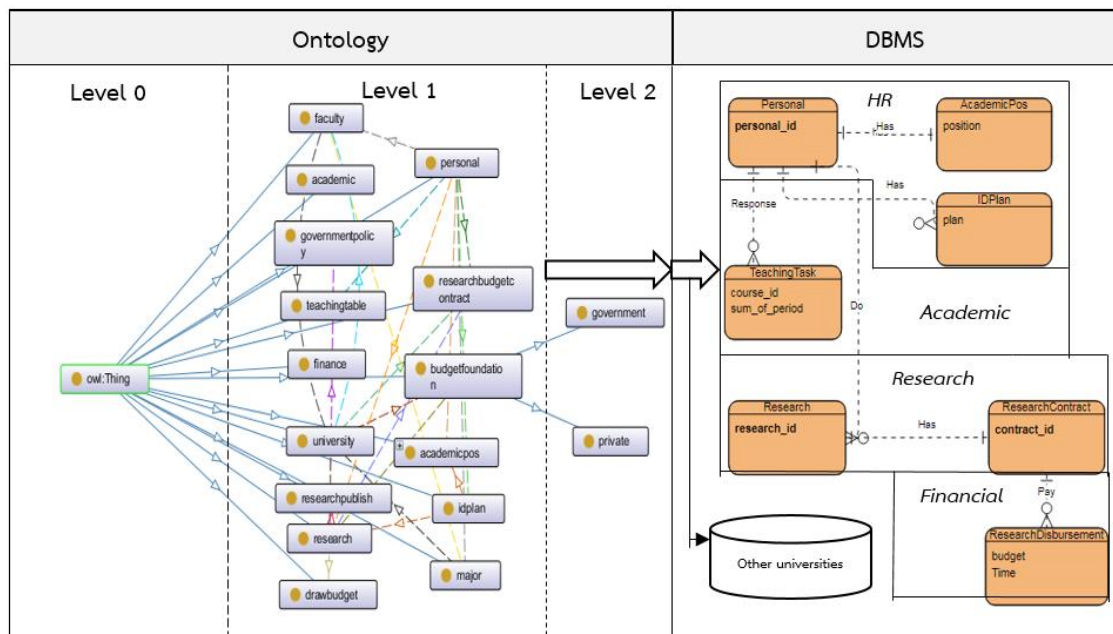
1. ผลการศึกษาและรวบรวมโครงสร้างข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นต่อการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างข้อมูล และสภาพแวดล้อมของระบบที่เกี่ยวข้องในการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และมหาวิทยาลัยพิษณุโลก โดยมีความเหมือนกันที่ระบบสารสนเทศฝ่ายบุคคล วิชาการและวิจัย ให้บริการแบบสาธารณะแก่บุคคลทั้งภายในและภายนอกเครือข่าย ส่วนระบบการเงินให้บริการเฉพาะผู้ใช้เครือข่ายภายในมหาวิทยาลัย และในส่วนการพัฒนาสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ใช้ทั้งภาษา ASP เชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server และ PHP เชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ส่วนมหาวิทยาลัยพิษณุโลกพัฒนาระบบโดยใช้ PHP เชื่อมต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เพียงอย่างเดียว

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่ใช้ประกอบการวางแผนบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัย ตามความคิดเห็นของผู้บริหารระดับสูงด้านการวิจัยของมหาวิทยาลัยทั้งสองแห่ง พบว่า ทั้งสองมหาวิทยาลัยมีการใช้ข้อมูลเหมือนกัน ดังนี้ 1) แหล่งข้อมูลจากฝ่ายบุคคล ได้แก่ ข้อมูลตำแหน่งทางวิชาการ สาขาวิชาที่สอน และระดับที่สอน 2) แหล่งข้อมูลจากฝ่ายวิจัย ได้แก่ สถานะโครงการวิจัย ปิดโครงการ/ติดค้างทุน งบประมาณ และแหล่งทุนวิจัยที่ได้รับ ความสำเร็จในการตีพิมพ์เผยแพร่ และความสำเร็จในการนำวิจัยไปใช้ประโยชน์/บริการวิชาการ 3) แหล่งข้อมูลจากฝ่ายการเงิน ได้แก่ งบประมาณที่จัดสรรแต่ละคณะ และข้อมูลการเบิกจ่ายทุนวิจัย ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับแผนพัฒนาดตนเอง และภาระการสอน มหาวิทยาลัยพิษณุโลก ไม่ได้นำมาใช้โดยตรงในการบริหารงานวิจัย/ตัดสินใจการให้ทุนวิจัยภายใน ดังที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ใช้เป็นแหล่งข้อมูลการสนับสนุน/ผลักดันการตีพิมพ์เผยแพร่วิจัยที่ค่อนข้างมีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาดตนเอง (ID Plan) และการพิจารณาการวิจัยที่ควรสอดคล้องกับภาระการสอนอีกด้วย สรุปได้ว่า การบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยควรมีการส่งเสริมและติดตามในทุกระยะ เพื่อให้ผลงานวิจัยใช้ประโยชน์ได้ในท้องถิ่น และสอดคล้องกับความต้องการพัฒนาของประเทศอย่างน้อย 70% ของผลงานทั้งหมดต่อปี รวมทั้งเป็นที่ยอมรับในระดับชาติ และระดับนานาชาติ 100 % ต่อปี (สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 2563) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรต้องมีระบบสารสนเทศที่เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่จะเข้ามาช่วยสนับสนุนการทำงานของผู้บริหารระดับสูงด้านการวิจัยของมหาวิทยาลัย

2. ผลการพัฒนาสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ

จากโครงสร้างข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์ได้ผู้วิจัยนำมาสร้างออนโทโลยี แล้วออกแบบการรวมข้อมูลและการจัดการมาตรฐานกลางของข้อมูลหลายแหล่งด้วยระบบ ETL ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การรวมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์หลากหลายแหล่งด้วยออนโทโลยีเพื่อสนับสนุนการบริหารงานวิจัย

จากภาพที่ 2 การใช้ความสามารถของออนโทโลยีในการเชื่อมประสานเพื่อรวมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มีความเกี่ยวข้องในการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่เก็บอยู่ในฝ่ายบุคคล ฝ่ายวิชาการ ฝ่ายวิจัย และฝ่ายการเงิน รวมทั้งบางฐานข้อมูลอาจกระจายเก็บไว้ในต่างมหาวิทยาลัย เช่น ในกรณีที่บางโครงการวิจัยทำร่วมกันหลายมหาวิทยาลัยและมีการแบ่งปันนักวิจัยและทรัพยากรห้องปฏิบัติการทางวิจัยร่วมกัน เป็นต้น ซึ่งออนโทโลยีจะสามารถเชื่อมประสานโหนดความรู้กับตารางข้อมูลต่างๆ ที่อยู่กระจัดกระจายให้เป็นระบบและสื่อความหมายได้ ทั้งนี้ออนโทโลยีที่ศึกษาได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับชั้นความรู้ จำนวนทั้งสิ้น 18 โหนดความรู้ และในแต่ละระดับชั้นความรู้เก็บโครงสร้างความรู้เชิงความหมายที่เป็นประโยชน์ในการบริหารงานวิจัยสรุปได้ดังนี้

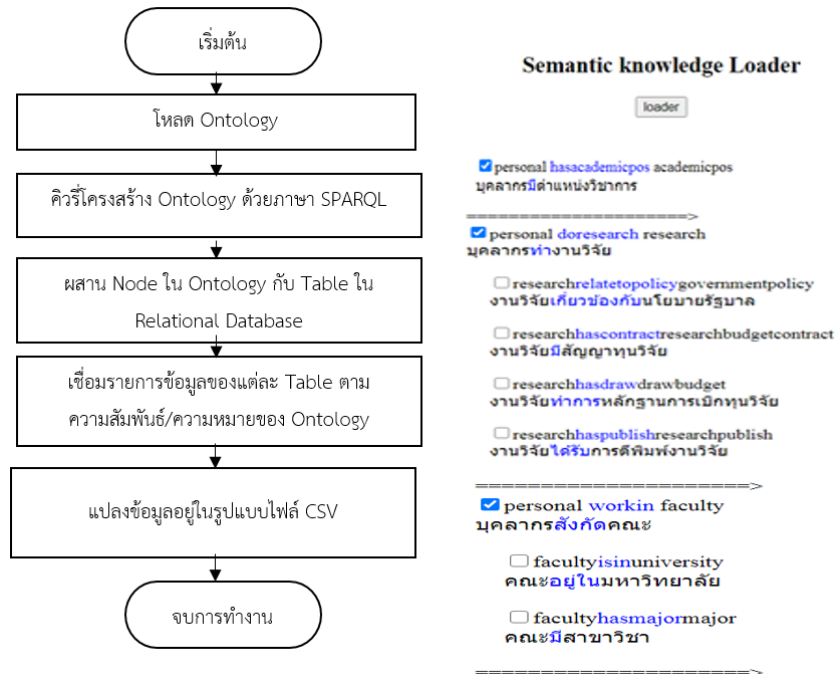
ชั้นที่ 1 คือ โหนดความรู้หลัก (Thing)

ชั้นที่ 2 คือ โหนดความรู้ที่จำเป็นในการวางแผนการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัย ดังนี้ university grant budget research คือ มหาวิทยาลัย ให้ ทุนงานวิจัย || research relateto policygovernmentpolicy คือ งานวิจัย เกี่ยวข้องกับ นโยบายรัฐบาล || research has contractresearchbudgetcontract คือ งานวิจัย มี สัญญาทุนวิจัย || research has drawdrawbudget คือ งานวิจัย มี การเบิกทุนวิจัย || personal has academicpos academicpos คือ บุคลากร มี ตำแหน่งวิชาการ || personal hasplan idplan คือ บุคลากร มี แผนพัฒนาตนเอง || dplan planto academicpos แผนพัฒนาตนเอง มี แผนทำตำแหน่งวิชาการ || idplan planto research แผนพัฒนาตนเอง มี แผนทำงานวิจัย || personal do research คือ บุคลากร ทำ งานวิจัย || research has_publish researchpublish คือ งานวิจัย มี การตีพิมพ์งานวิจัย

ขั้นที่ 3 โหนดความรู้ย่อยที่อธิบายว่าแหล่งทุนวิจัย จำแนกเป็น แหล่งทุนจากรัฐบาล (Government) และแหล่งทุนจากเอกชน (Private)

ผู้วิจัยได้มีการใช้ความสามารถของออนโทโลยีในการเชื่อมประสานเพื่อรวมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มีความเกี่ยวข้องในการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่เก็บอยู่ในฝ่ายบุคคล ฝ่ายวิชาการ ฝ่ายวิจัย และฝ่ายการเงิน รวมทั้งบางฐานข้อมูลอาจกระจายเก็บไว้ในต่างมหาวิทยาลัย ร่วมกับการประมวลผลบนหลักการ Extract-Transform-Load (ETL) จะช่วยให้ระบบธุรกิจอัจฉริยะในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยของผู้บริหารระดับสูงมีประสิทธิภาพ ซึ่งเทคนิคการรวมข้อมูลเชิงความหมายเข้ากับการวิเคราะห์แบบกระจาย และช่วยสร้างการสอบถามเพื่อการเลือกกลุ่มตัวอย่างข้อมูลในการวิเคราะห์และฝึกสอนแบบเฉพาะเจาะจงเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Tresp *et al.*, 2008) รวมทั้งออนโทโลยีจะช่วยตีความหมายและระบุตัวอย่างข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ในคุณลักษณะเข้ามาใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง ทั้งนี้ Lai *et al.* (2020) ได้ใช้ออนโทโลยีในการสร้างคำอธิบายเชิงความหมาย และใช้เทคนิคการดึงข้อมูลทางความหมายระหว่างคุณลักษณะ หรือคำศัพท์ในการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยทำให้บรรลุประสิทธิภาพที่ดีในการเรียนรู้ของเครื่องโดยใช้ความรู้บนขอบเขตโดเมนของออนโทโลยี รวมทั้งการส่งชุดข้อมูลที่มีคุณภาพที่ดีเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์และทำนายผลลัพธ์ให้เกิดประโยชน์ทางธุรกิจจะต้องใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมภายนอกที่นักพัฒนาได้สร้างขึ้นเฉพาะเพื่อทำหน้าที่รวบรวม สกัดและส่งเข้าสู่การวิเคราะห์โมเดลทางคณิตศาสตร์และสถิติ ดังนี้

1. การ Extract คือ การดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน และการ Transform เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจากการ Extract มาจัดรูปแบบให้ถูกต้องสอดคล้องกัน สามารถนำเสนอขั้นตอนวิธีและผลลัพธ์การทำงานของซอฟต์แวร์ ดังภาพที่ 3 ที่เป็นขั้นตอนวิธีการ Extract และ Transform ถูกนำมาพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Python ผ่านไลบรารีในการจัดการ Ontology ชื่อว่า RdfLib เพื่อทำการคิวรีโครงสร้างความรู้เชิงความหมายส่งมาเป็นไฟล์ JSON ให้ฝั่งแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยภาษา PHP7 ทำการอ่านชื่อ Node ไปผสมกับ Table แล้วจึงทำการเชื่อมรายการข้อมูลของแต่ละ Table ตามความสัมพันธ์/ความหมายของ Ontology ซึ่งจะสามารถรวมรายการข้อมูลที่แยกอยู่คนละ Table หลอมรวมเป็นรายการข้อมูลเดียวที่สัมพันธ์กันในเชิงความหมาย เช่น บุคลากรมีตำแหน่งทางวิชาการ บุคลากรสังกัดคณะ และบุคลากรทำงานวิจัย เป็นต้น ทั้งนี้รายการข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปแปลงเป็นชุดข้อมูลไฟล์ CSV พร้อมนำเข้าสู่การวิเคราะห์ในระบบธุรกิจอัจฉริยะต่อไป ดังภาพที่ 4

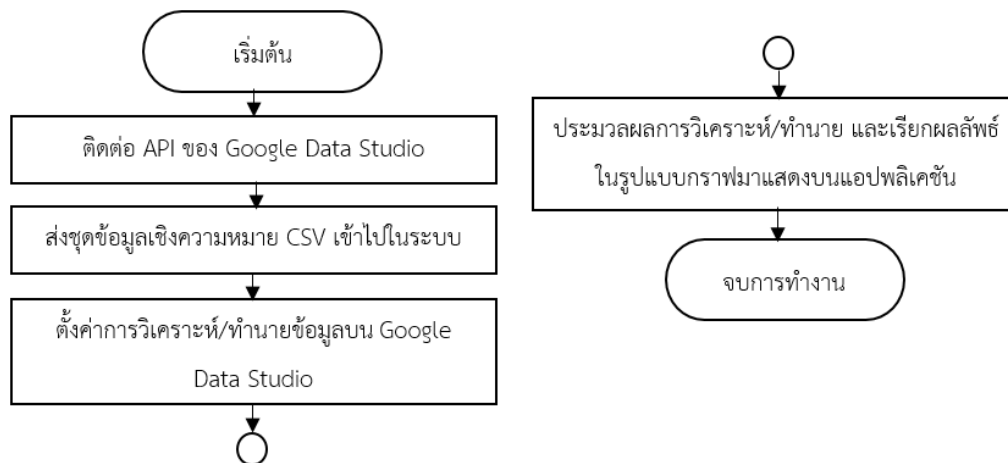


ภาพที่ 3 ขั้นตอนวิธี และผลลัพธ์การทำงานของซอฟต์แวร์ในฟังก์ชัน Extract และ Transform

personal academicpos	
p_id:1 p_title:ดร. p_name:สมศักดิ์ p_lastname:มากสกุล p_education_level:ป.เอก p_studyleave:0 academicpos_id:1 academicpos_id:1 academicpos_name:อาจารย์ fac_id:1	
p_id:2 p_title:ผศ. p_name:ชลธิชา p_lastname:ศิลาอาสน์ p_education_level:ป.โท p_studyleave:1 academicpos_id:2 academicpos_id:2 academicpos_name:ผู้ช่วยศาสตราจารย์ fac_id:2	
personal faculty	
p_id:1 p_title:ดร. p_name:สมศักดิ์ p_lastname:มากสกุล p_education_level:ป.เอก p_studyleave:0 academicpos_id:1 fac_id:1 fac_id:1 fac_name:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
p_id:2 p_title:ผศ. p_name:ชลธิชา p_lastname:ศิลาอาสน์ p_education_level:ป.โท p_studyleave:1 academicpos_id:2 fac_id:2 fac_id:2 fac_name:บริหารธุรกิจ	
personal research	
p_id:1 r_id:1 r_name:ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและประเพณีอำเภอเขาค้อด้วยหลักการออนไลน์ r_status:0 p_id:1 p_id2:0 p_id3:0 p_id4:0 p_id5:0 p_title:ดร. p_name:สมศักดิ์ p_lastname:มากสกุล p_education_level:ป.เอก p_studyleave:0 academicpos_id:1 fac_id:1	
p_id:2 r_id:2 r_name:การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการองค์ความรู้ และอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นทางวัฒนธรรมและ ประเพณี ชาวเขาเผ่าม้ง บ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ r_status:0 p_id:2 p_id2:0 p_id3:0 p_id4:0 p_id5:0 p_title:ผศ. p_name:ชลธิชา p_lastname:ศิลาอาสน์ p_education_level:ป.โท p_studyleave:1 academicpos_id:2 fac_id:2	

ภาพที่ 4 การรวมรายการข้อมูลเชิงความหมายเพื่อนำเข้าสู่ระบบธุรกิจอัจฉริยะ

2. การ Load คือ การนำข้อมูลที่ผ่านการ Transform แล้ว เข้าสู่ระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อการวิเคราะห์ ทำนาย และสร้างกราฟที่ช่วยสนับสนุนการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัยของผู้บริหารระดับสูง สามารถนำเสนอขั้นตอนวิธี และผลลัพธ์การทำงานของซอฟต์แวร์ ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 5 ขั้นตอนวิธี ในการ Load ข้อมูลเชิงความหมายเพื่อวิเคราะห์ในระบบธุรกิจอัจฉริยะ

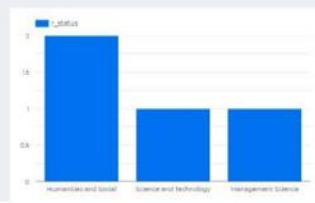
Visualization Report & Graph

Report [1] [2] [3] [4] [5]

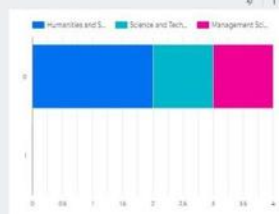
Report 1 : รายงานสรุปจำนวนนักวิจัยที่ได้รับทุนวิจัยภายใน จำแนกตามระดับการศึกษา



Report 2 : จำนวนโครงการวิจัยที่เสร็จสิ้นตามระยะเวลาที่กำหนด จำแนกตามคณะ



Report 3 : นักวิจัยที่ลาศึกษาต่อกับผลกระทบในการทำโครงการวิจัยให้เสร็จสิ้นตามระยะเวลาที่กำหนด จำแนกตามคณะ



ภาพที่ 6 ผลลัพธ์การทำงานของซอฟต์แวร์ในการ Load ข้อมูลเชิงความหมายเพื่อวิเคราะห์ในระบบธุรกิจอัจฉริยะ

จากภาพที่ 5 และภาพที่ 6 เมื่อทำการ Load ข้อมูลเชิงความหมายตามโครงสร้างภาพที่ 4 เข้าสู่ระบบธุรกิจอัจฉริยะที่สร้างด้วยโปรแกรม Google Data Studio ทั้งนี้โปรแกรม Google Data Studio เป็นโปรแกรมออนไลน์ของค่าย Google ที่มีบริการ API ให้ใช้งานง่ายและเปิดให้โปรแกรมภายนอกส่งชุดข้อมูลเข้าไปวิเคราะห์ ทำนาย รวมทั้งเรียกใช้รายงานในรูปแบบกราฟสรุปมาแสดงผลบนหน้าจอของโปรแกรมของนักพัฒนาได้ นอกจากนี้ Google Data Studio ช่วยให้เห็นภาพข้อมูลอย่างชัดเจน สามารถแบ่งปันข้อมูลเชิงลึกได้อย่างง่ายดายและสวยงาม ผู้ใช้งานสามารถทำการแก้ไขการรายงานผลได้แบบ Real time ได้อีกด้วย (คลังบ้าน ดิจิตอล มาร์เก็ตติ้ง, 2562) ระบบจะทำการแสดงผลรายงานการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟที่สามารถเจาะลึก (Drill down) ดูข้อมูลในแต่ละมิติได้ เช่น กราฟ Report 3 สามารถแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบให้การปิดโครงการวิจัยล่าช้า อาจมาจากการที่มีการสนับสนุนทุนวิจัยแก่บุคลากรที่กำลังศึกษาต่อที่อาจไม่ได้ตรวจสอบเกณฑ์การให้ทุนโดยละเอียด หรืออาจกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการโครงการสั้นเกินไป รวมทั้งการเจาะลึกเพื่อวิเคราะห์ว่า ปัจจัยที่นักวิจัยจบการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการจะสามารถทำวิจัยเกิดผลสำเร็จเร็วกว่านักวิจัยที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่า และขาดตำแหน่งวิชาการหรือไม่ รวมทั้งการให้ทุนการวิจัยแก่นักวิจัยที่มีภาระการสอน และภาระการบริหารมาก จะเป็นอุปสรรคในการดำเนินโครงการหรือไม่ ซึ่งกระบวนการทางธุรกิจอัจฉริยะจะช่วยนำเสนอข้อมูลสารสนเทศแก่ผู้บริหารระดับสูงของมหาวิทยาลัยในการวางแผนกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการคิวรีออนโทโลยีเพื่อดึงโครงสร้างความรู้เข้าสู่กระบวนการทำนายในระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อตอบปัญหาที่ตั้งขึ้นว่า “งานวิจัยที่ได้รับทุนวิจัยภายใน จะสำเร็จตามระยะเวลาหรือไม่” โดยคำสั่ง SPARQL จะคิวรีเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงความหมายว่า “บุคลากรมีภาระการสอน และมีภาระการบริหาร บุคลากรทำงานวิจัย และงานวิจัยมีการรายงานสถานะโครงการ” โดยเขียนคำสั่งได้ดังนี้

```
Select ?personal ?teaching_task ?administration_task ?research_project
?research_status
WHERE {
    ?personal action:has ?teaching_task.
    ?personal action:has ?administration_task.
    ?personal action:do ?research_project.
    ?research_project action:has ?research_status
}
```

โดยชุดข้อมูลเชิงความหมายที่ดึงออกมาตามโครงสร้างออนโทโลยีผสานกับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของฝ่ายต่างๆ ได้ตั้งรายการข้อมูลตัวอย่างในตารางที่ 2 และสามารถนำชุดข้อมูลมาใช้ฝึกสอนโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึม K-NN ดังผลต่อไปนี้

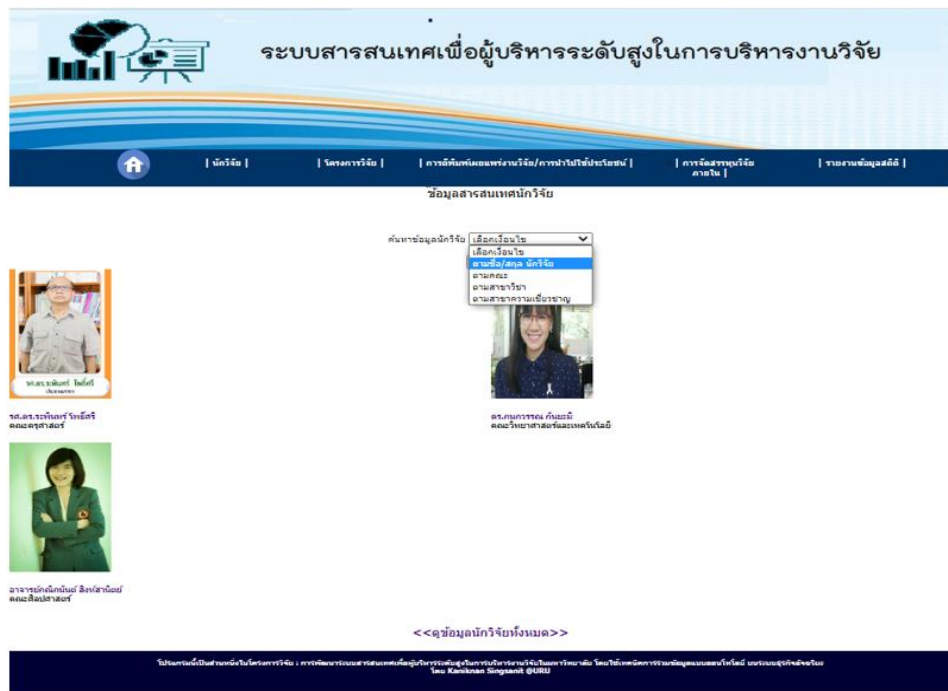
ตารางที่ 1 โครงสร้างชุดข้อมูลเชิงความหมายและการให้คลาสคำตอบเพื่อการทำนายด้วยระบบธุรกิจอัจฉริยะ

Personal_ id	Education Level	Academic Position	Teaching Task	Administration Task	Research Project_ID	Research - team	Research Status (Class)
0001	Doctoral	-	8	0	0	1	1
0002	Master	Asst.Prof.	12	1	2	2	0
0003	Doctoral	Asst.Prof.	12	1	3	2	0
0004	Doctoral	-	8	0	4	2	1
0005	Master	-	12	0	5	1	1

จากตารางที่ 1 โครงสร้างชุดข้อมูลเชิงความหมาย ประกอบด้วย 8 คุณลักษณะ (Features) ได้แก่ รหัสบุคลากร/นักวิจัย ระดับการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ จำนวนคาบสอนต่อสัปดาห์ สถานะการมีภาระการบริหารงาน (1 คือ มีภาระการบริหาร และ 0 คือ ไม่มีภาระการบริหาร) รหัสโครงการวิจัยที่ได้รับทุนภายในจำนวนนักวิจัยร่วมในทีม และคลาสคำตอบ คือ สถานะความสำเร็จของโครงการวิจัย (1 คือ ปิดโครงการตามระยะเวลาที่กำหนดไว้/บรรลุตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ และ 0 คือ ยังไม่ปิดโครงการ/ไม่บรรลุตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ) ทั้งนี้ชุดข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งเข้าสู่อัลกอริทึม K-NN ต่อไป

เมื่อชุดข้อมูลผ่านการประมวลผลด้วยอัลกอริทึม K-NN จะสามารถทำนายคำตอบว่า โครงการวิจัยที่รับผิดชอบโดยนักวิจัยที่มีคุณลักษณะที่ต่างกัน จะสามารถดำเนินการได้สำเร็จตามระยะเวลา/ตัวชี้วัดที่กำหนดหรือไม่ จากนั้นจะทำการ Load ชุดข้อมูลพร้อมคลาสคำตอบที่ทำนายได้ ผ่าน API ของโปรแกรม Google Data Studio เพื่อแสดงรายงานในรูปแบบกราฟที่ช่วยในการวางแผนการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง ซึ่งการใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจะช่วยเสริมความสามารถให้ระบบธุรกิจอัจฉริยะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

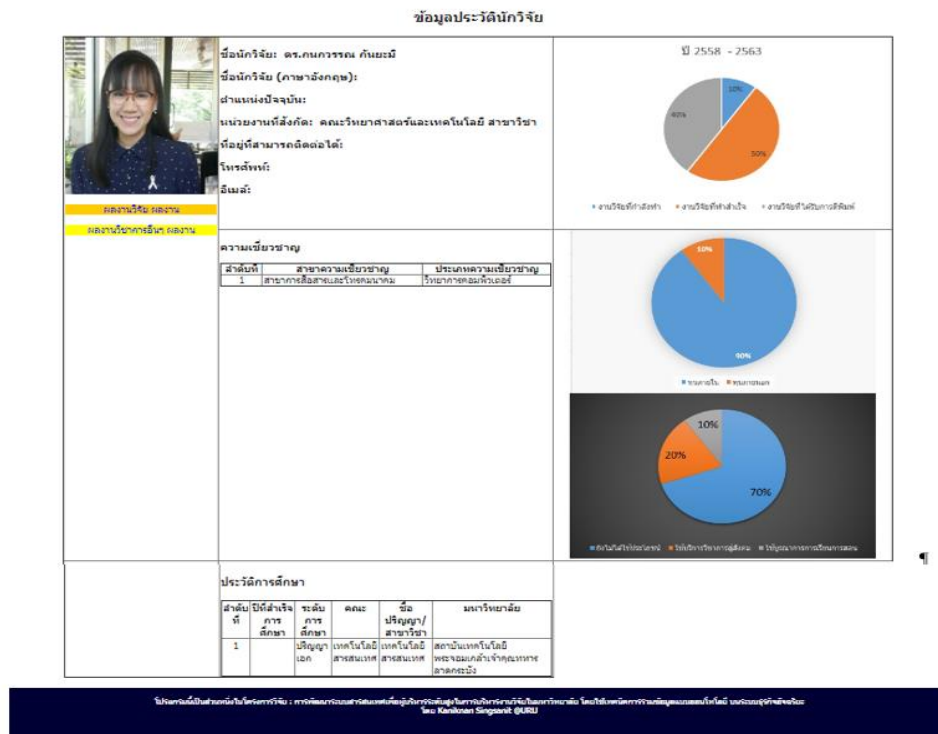
ในส่วนการทำงานของระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหารระดับสูง จะมีฟังก์ชันให้บริการการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับนักวิจัย โครงการวิจัยที่ได้รับทุน การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานและการนำไปงานวิจัยประโยชน์ และการจัดสรรทุนวิจัยภายในในแต่ละคณะ จำแนกตามปีงบประมาณ และส่วนสารสนเทศนักวิจัยสามารถเชื่อมโยงกับรายงานสรุปในรูปแบบกราฟที่สามารถเชื่อมโยงไปยังข้อมูลผลสำเร็จในการดำเนินงานวิจัยของนักวิจัยแต่ละท่าน เพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหารระดับสูง

จากภาพที่ 7 ของระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหารระดับสูง หน้าจอหลักจะแสดงรายชื่อนักวิจัยทั้งหมดของมหาวิทยาลัยที่ต้องการนำไปใช้งาน และมีระบบการค้นหานักวิจัย ข้อมูลผลงานวิจัย และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องได้จากเงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ ค้นหาตามชื่อ นามสกุล คณะ สาขาวิชา และสาขาความเชี่ยวชาญ ทั้งนี้เมื่อผู้บริหารต้องการดูข้อมูลสารสนเทศในรายละเอียดให้คลิกที่ ชื่อ นามสกุล นักวิจัย ที่จะป็นลิงค์เชื่อมโยงเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องเชิงลึกต่างๆ ได้

ภาพที่ 8 ระบบสารสนเทศฯ จะแสดงข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับนักวิจัย ซึ่งผู้บริหารสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจในการส่งเสริมและพัฒนาได้ ในรูปแบบรายงานกราฟ ได้แก่ สรุปความสำเร็จในการทำงานวิจัย การตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัย การได้รับทุนอุดหนุนวิจัยภายในและภายนอก และการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในลักษณะการบริการวิชาการสู่สังคม และการจัดการเรียนการสอน



ภาพที่ 8 หน้าจอสรุปข้อมูลสารสนเทศเจาะลึกสำหรับผู้บริหารระดับสูง

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหารระดับสูงในการบริหารงานวิจัยในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคการรวมข้อมูลแบบออนโทโลยีบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ

สามารถสรุปผลจำแนกได้ 2 ส่วน ดังนี้

3.1 ผลการวัดประสิทธิภาพการทำนายผลลัพธ์ของระบบธุรกิจอัจฉริยะโดยใช้เทคนิค Confusion Matrix พบว่า ประสิทธิภาพในการทำนายผลลัพธ์ของระบบธุรกิจอัจฉริยะ ด้วยอัลกอริทึม K-NN (Sun *et al.*, 2009) โดยแบ่งข้อมูล 2 ส่วน ในอัตราส่วน 70 และ 30 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุรวีชร ศรีเปารยะ และสายชล สันสมบูรณ์ทอง (2560) ที่ K=3 ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด โดยมีค่า F-score เท่ากับ 80% แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวัดประสิทธิภาพการทำนายผลลัพธ์ด้วยอัลกอริทึม K-NN ของระบบธุรกิจอัจฉริยะ

	Positive : ที่แท้จริง โครงการวิจัยที่ให้ ทุนรายการนี้ สำเร็จตามเวลา				Negative : ที่แท้จริง โครงการวิจัย ที่ให้ทุนรายการนี้ไม่สำเร็จตามเวลา			
	K-NN							
	K=3	K=5	K=7	K=9	K=3	K=5	K=7	K=9
Positive : ทำนายว่า โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้จะสำเร็จตามเวลา	12	18	18	18	0	12	12	12
Negative : ทำนายว่า โครงการวิจัยที่ให้ทุนรายการนี้จะไม่สำเร็จตามเวลา	6	0	0	0	12	0	0	0
Precision = $TP/(TP+FP) \times 100$	100%	60%	60%	60%				
Recall = $TP/(TP+FN) \times 100$	66.7%	100%	100%	100%				
Accuracy = $TP+TN/(TP+TN+FP+FN) \times 100$	80%	60%	60%	60%				
Fscore = $2x(Precision \times Recall)/(Precision+ Recall)$	80%	75%	75%	75%				

3.2 การประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะ พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.06, S.D.=0.68) และสามารถเรียงประเด็นที่ผู้ใช้พึงพอใจสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) การออกแบบฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ใช้งานง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.52, S.D.=0.76) 2) รายงาน/กราฟสามารถนำไปใช้วางแผนและตัดสินใจของผู้บริหารได้ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.21, S.D.=0.55) และ 3) ความปลอดภัยในการเข้าไปจัดการข้อมูลสำหรับผู้บริหาร อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.18, S.D.=0.67) และประเด็นที่ผู้ใช้พึงพอใจต่ำสุด คือ ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.67, S.D.=0.72) ตามลำดับ

บทสรุป

การใช้ความสามารถของออนโทโลยีในการเชื่อมประสานเพื่อรวมฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มีความเกี่ยวข้องในการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยที่เก็บอยู่กระจัดกระจายให้เป็นระบบและสื่อความหมายได้ ทั้งนี้ออนโทโลยีที่ศึกษาได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับชั้นความรู้ และแต่ละระดับชั้นความรู้เก็บโครงสร้างความรู้เชิงความหมายที่เป็นประโยชน์ในการบริหารงานวิจัย ประกอบด้วย ชั้นที่ 1 โหนดความรู้หลัก (Thing) ชั้นที่ 2 โหนดความรู้ที่จำเป็นในการวางแผนการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัย และชั้นที่ 3 โหนดความรู้ย่อยที่อธิบายว่าแหล่งทุนวิจัย ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 18 โหนดความรู้ แล้วนำฐานความรู้ที่ได้มาประมวลผลร่วมกับหลักการ Extract-Transform-Load (ETL) และในส่วนการทำงานของระบบสารสนเทศสำหรับผู้บริหารระดับสูงจะมีฟังก์ชันให้บริการการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยของมหาวิทยาลัยในด้านต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพ

การทำนายผลลัพธ์ของระบบธุรกิจอัจฉริยะโดยใช้เทคนิค Confusion Matrix พบว่า ประสิทธิภาพในการทำนายผลลัพธ์ของระบบธุรกิจอัจฉริยะ ด้วยอัลกอริทึม K-NN แบ่งข้อมูล 2 ส่วน ในอัตราส่วน 70:30 ที่ K=3 ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด โดยมีค่า F-score เท่ากับ 80% และผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบธุรกิจอัจฉริยะอยู่ในระดับมาก แต่ทั้งนี้ระบบที่จะพัฒนาต่อในอนาคตนั้นควรมีการพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีและระบบการผสานกับข้อมูลสารสนเทศเพื่อการวางแผนบริหารงานวิจัยจากแหล่งข้อมูลจาก Web Server ภายนอกที่เปิดให้ดึงข้อมูลมาวิเคราะห์และสร้างโมเดลธุรกิจอัจฉริยะที่เกิดประสิทธิภาพและตอบโจทย์ผู้บริหารเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาบริการ API ของโปรแกรม เพื่อให้ นักพัฒนาสามารถส่งฐานข้อมูลที่พัฒนาด้วยระบบจัดการฐานข้อมูลหลากหลายชนิดจากระบบงานตนเอง เข้ามาสู่กระบวนการสกัดความรู้เชิงความหมาย และส่งเข้าสู่ระบบการประมวลผลด้วยระบบธุรกิจอัจฉริยะ และแสดงผลรายงานกราฟนำไปใช้ในระบบตนเองได้แบบเบ็ดเสร็จในระบบเดียว
2. ควรพัฒนาฟังก์ชันเชื่อมต่อกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องต่างๆ เพื่อรองรับผู้ใช้ได้เรียกใช้งานเพื่อการวิเคราะห์และทำนายข้อมูลให้มีหลากหลายและเหมาะสมกับปัญหาทางธุรกิจเพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการมีโมเดลการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ไว้บริการบนระบบธุรกิจอัจฉริยะ
3. ควรพัฒนาระบบในรูปแบบโมบายแอปพลิเคชันที่รองรับระบบปฏิบัติการ Android และ IOS เพื่อให้เกิดความทันสมัย และผู้ใช้สามารถเข้าถึงการวิเคราะห์และทำนายด้วยระบบธุรกิจอัจฉริยะเบื้องต้นในสถานะที่อุปกรณ์ออฟไลน์อยู่

เอกสารอ้างอิง

- คลังบ้าน ดิจิตอล มาร์เก็ตติ้ง. (2562). *Google Data Studio คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2563. จาก <https://agency.klungbaan.com/google-data-studio-คืออะไร/>
- ญาณภา สมนึก. (2558). *การบริหารงานวิจัยในสถาบันอุดมศึกษา*. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2563. จาก <http://203.131.219.167/km2559/2015/12/11/การบริหารงานวิจัยในสภา/>
- สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. (2563). *คู่มือการจัดการวิจัย*. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- สายชล สันสมบูรณ์ทอง. (2558). *การทำเหมืองข้อมูล*. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักส์.

- สุรวัชร ศรีเปารยะ และสายชล สันสมบูรณ์ทอง. (2560). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจำแนกกลุ่มการเป็นโรคไตเรื้อรัง : กรณีศึกษาโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศอินเดีย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ววท.* 25(5), 839-853.
- Broughton, V. (2006). The need for a faceted classification as the basis of all methods of information retrieval. *Aslib Proceedings.* 58(1): 49-72.
- Chalortham, N., Leesawat, P., Buranarach, M. and Supnithi, T. (2008). Ontology Development for Pharmaceutical Tablet Production Expert System. *IEICE Transactions on information and Systems.* 94(3), 448-455.
- Cronin, B. and Sugimoto, C.R. (2014). *Beyond bibliometrics: Harnessing multidimensional indicators of scholarly impact.* Cambridge, MA: MIT Press.
- Deza, E., Deza, M. M. (2009). *Encyclopedia of Distances.* Springer. Berlin.
- Lai, P., Phan, N., Hu, H., Badeti, A., Newman, D. and Dou, D. (2020). Ontology-based Interpretable Machine Learning for Textual Data, pp. 1-10. *In Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN).* Glasgow, UK.
- Oliveira, B. and Belo, O. (2016). An Ontology for Describing ETL Patterns Behavior, pp.102-109. *In Proceedings of the 5th International Conference on Data Management Technologies and Applications (DATA 2016).* Lisbon, Portugal.
- Sun, B., Du, J. and Gao, T. (2009). Study on the Improvement of K-Nearest-Neighbor Algorithm, pp. 390-393. *In Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence.* Shanghai, China.
- Tresp, V., Bundschuh, M. and Rettinger, A. (2008). Towards Machine Learning on the Semantic Web, pp. 282-314. *In Proceedings of International Workshop on Uncertainty Reasoning for the Semantic Web.* Karlsruhe, Germany.