

การพัฒนาระบบต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

Develop a Data Marts Prototype System for Analyzing Data, Based on Key Performance Indicators

วลัญช์ชัย ปรานธัญธนดิษฐ์^{1*}
Whalunchai Prantuntanadid^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น เพื่อที่จะช่วยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว เป็นประโยชน์สูงสุดในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ของคณะวิทยาศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ที่มีการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพของคณะ ในการพัฒนาต้นแบบดาต้ามาร์ท และใช้ความสามารถของโปรแกรมบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL ทำการสกัด คัดแยก เปลี่ยนแปลง ผ่านกระบวนการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing) และจัดเก็บข้อมูลที่ได้ไว้ในดาต้ามาร์ท ตามกระบวนการ ETL จากนั้นนำข้อมูลในดาต้ามาร์ทมาทำการวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบข้อมูลสรุปทุกอย่างในหน้าจอเดียว (Dashboard) โดยใช้โปรแกรมภาษา PHP, HTML5, CSS3, JQuery, Ajax, Bootstrap ในการพัฒนาระบบและเรียกใช้ระบบผ่าน Web Browser ซึ่งผลที่ได้พบว่า ต้นแบบระบบดาต้ามาร์ทสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามรูปแบบ สามารถสืบค้นข้อมูลตาม ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส ได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ดาต้ามาร์ท, คลังข้อมูลขนาดเล็ก, ฐานข้อมูล, ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ, รายงานสรุปในหน้าเดียว

Abstract

The purpose of this research was to develop a data marts prototype system for analyzing data based on key performance Indicators. The system was beneficial for tracking the changes of performance indicators at different times such as calendar years, fiscal years, quarters, etc. The system can also collect and analyze the data accurately and quickly that was most helpful for tracking the performance indicators appointed by the Faculty of Science. The researcher collected the data from the data management department of the Center of Excellence, Faculty of Science which was operated according to the performance indicators for developing the data mart prototype. In addition, the researcher used Data Cleaning function from the program to manage MySQL database by extracting, transforming and improving the data. The collected data was loaded to the data mart following to the ETL process. The data in the data mart was then analyzed and presented as a summary in the dashboard. The programs of PHP, HTML5, CSS3, jQuery, Ajax, and Bootstrap were used to develop the system and were run via Web Browser. The results showed that the prototype of the data mart system can achieve the purpose. The data can be presented in a pattern and searched by calendar year, fiscal year, and quarter correctly.

Keywords: data marts, subset of data warehouse, database, performance indicators, dashboard

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

*Corresponding author: e-mail: whalunchai.p@cmu.ac.th

Received: September 29, 2021, Accepted: November 8, 2021, Published: May 8, 2022



บทนำ

การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลภายในคณะวิทยาศาสตร์เพื่อติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพของคณะ เป็นสิ่งที่ผู้บริหารของคณะมีความต้องการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจและบริหารจัดการด้านต่าง ๆ ภายในคณะให้บรรลุเป้าหมายตามตัวชี้วัดที่ได้วางไว้ ดังนั้นการเก็บบันทึกข้อมูลและผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล จึงมีความสำคัญ ในปัจจุบันพบว่า ปัญหาในการพัฒนาระบบสารสนเทศภายในคณะ มุ่งเน้นเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของแต่ละส่วนงาน จึงทำให้การออกแบบฐานข้อมูลรองรับการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ซึ่งทำให้ข้อมูลต่าง ๆ แปรเปลี่ยนไปตามสภาพการณ์ เมื่อต้องการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ตามช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น มักเกิดปัญหากับข้อมูลที่มีไม่ตรงกับความต้องการ เกิดความผิดพลาดในการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้บริหารให้นำข้อมูลสารสนเทศด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ (SCI CoE) ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้งานบริหารวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ มาทดลองทำต้นแบบระบบดาต้ามาร์ท

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการแก้ไขปัญหาพบว่า รัฐสิทธิ (2560) ได้อธิบายมุมมองเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศของผู้บริหารในแต่ละระดับที่มีความแตกต่างกัน แนะนำข้อดีข้อเสียของแนวทางในการพัฒนา รวมถึงได้อธิบายหลักการของกระบวนการ ETL ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างมากในสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล สอดคล้องกับ กิตติพงษ์ (2552) ที่ได้อธิบายหลักการของกระบวนการ ETL และข้อคำนึงถึงด้านต่าง ๆ ภายในกระบวนการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่รวดเร็ว จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาในส่วนของเทคนิคการพัฒนาระบบต้นจากงานวิจัยของ กนกวรรณ (2554) สุประพล (2553) และสุทธิพงศ์ (2558) พบว่า ผู้วิจัยทั้ง 3 คน ได้เลือกใช้แบบจำลองข้อมูลเชิงมิติในรูปแบบเป็นโครงสร้างแบบดาว ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมใช้ในการออกแบบดาต้ามาร์ทในการพัฒนาระบบ สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้รวดเร็ว สืบค้นข้อมูลได้หลากหลายมิติ มีความถูกต้องของข้อมูลตามช่วงเวลามากยิ่งขึ้น เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนา

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของดาต้ามาร์ท (Data Marts) สำหรับมุ่งเน้นเฉพาะเจาะจงในการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละส่วนงาน ได้ข้อมูลผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว ตามช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนบุคลากรและผู้บริหารที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้สามารถเข้าถึง ประมวลผลและใช้งานได้ง่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผล ในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพของคณะในส่วนงานต่าง ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อแก้ไขปัญหาในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่าง ๆ

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตข้อมูล

1. ข้อมูลตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ปีงบประมาณ 2559 ถึง 2563
2. ข้อมูลสารสนเทศของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ปีงบประมาณ 2559 ถึง 2563

นิยามศัพท์

ดาต้ามาร์ท หมายถึง คลังข้อมูลขนาดเล็ก เป็นกลุ่มย่อยของข้อมูล (subset) ของคลังข้อมูล (data warehouse) มีลักษณะเป็นข้อมูลเฉพาะเจาะจงในแต่ละเรื่อง เป็นชุดของตารางข้อมูลที่เน้นงานเดียว มีแนวทางในการดำเนินงานแบบล่างขึ้นบน

งานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ หมายถึง หน่วยงานที่อยู่ภายใต้งานบริหารวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ETL (Extract-Transform-Load) หมายถึง กระบวนการนำข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูล มาทำการแปลงรูปแบบให้มีความเหมาะสม จากนั้นจึงทำการถ่ายโอนข้อมูลที่ได้เข้าสู่คลังข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (PC) Intel® Core™ i5-4460 @ 3.20 GHz, 16.00 GB of RAM, HDD 1 TB จำนวน 1 เครื่อง ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows10 โปรแกรม AppServ v 9.3.0, Bootstrap v3.3.7, jQuery v3.6.0, Notepad++ v8.1.4 และ Microsoft Excel ใช้สำหรับพัฒนาระบบ
2. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Webserver) Intel® Xeon® CPU 5600 @ 2.40 GHz, 16.00 GB of RAM และ HDD 292 GB จำนวน 1 เครื่อง ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu 18.04.6 LTS, PHP Version 7.4.0 และ MySQL Database version 5.7.28 ใช้สำหรับติดตั้งระบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการพัฒนาต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ โดยการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ เพื่อประโยชน์ในการรวบรวมและจัดเตรียมฐานข้อมูลในการพัฒนาระบบต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์และประชุมร่วมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์

งานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่ในการกลั่นกรอง ตรวจสอบ วิเคราะห์ ติดตามและรายงานข้อมูลเกี่ยวกับบทความทางวิชาการที่เกิดจากการวิจัย และได้นำผลงานวิจัยไปตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ หรือขอรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา หรือผลงานที่มีระดับ Technology Readiness Level (TRL) ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับระเบียบ วิธีปฏิบัติ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้บริหารและหน่วยงานในคณะวิทยาศาสตร์ โดยมีการรวมกลุ่มนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญและมีความสนใจในการศึกษาวิจัยไปในทิศทางเดียวกัน

1.2 ข้อจำกัดและปัญหาของระบบงานเดิม

จากการศึกษาระบบงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ และสอบถามผู้ปฏิบัติงานที่มีหน้าที่ตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพโดยตรง เทียบกับข้อมูลตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ระหว่างปีงบประมาณ 2559 ถึง 2563 ทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องของการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล รวมถึงการออกรายงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตัวชี้วัดประสิทธิภาพตามช่วงเวลาต่าง ๆ โดยสรุปได้ดังนี้

1) ขาดระบบสารสนเทศที่สนับสนุนในการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์

2) ข้อมูลบางส่วนกระจายอยู่ตามระบบต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกคณะ

3) ไม่สามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลได้ทันทั่วถึง ทำให้เกิดความล่าช้าในการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

4) ข้อมูลที่มีอยู่ในรูปของเอกสารกระดาษ, Microsoft Word, Microsoft Excel ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรวบรวม ข้อมูลที่ได้ไม่มีความถูกต้อง แม่นยำ

5) ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ยกต่อการสืบค้น

1.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากข้อจำกัดและปัญหาของระบบเดิม ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรึกษากับผู้ปฏิบัติงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ และได้ทำการเลือกข้อมูลผลงานวิชาการบทความทางวิชาการที่เกิดจากการวิจัย และได้นำผลงานวิจัยไปตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ รวมถึงผลงานที่มีระดับ Technology Readiness Level (TRL) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ มาเป็นต้นแบบในการจัดทำดาต้ามาร์ท แต่เนื่องจากข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ไม่สามารถนำมาประมวลผลได้ ในเบื้องต้นผู้วิจัยจะได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เพื่อเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราว และจะดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศเชิงปฏิบัติการของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ในภายหลัง จากนั้นจะทำการแปลงข้อมูลและนำเข้าข้อมูลจาก Microsoft Excel ผู้วิจัยจะใช้ความสามารถของโปรแกรมบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL ทำการสกัด คัดแยก เปลี่ยนแปลง ผ่านกระบวนการทำความสะอาดข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลที่ได้ในดาต้ามาร์ท ตามกระบวนการ ETL จากนั้นนำข้อมูลในดาต้ามาร์ทมาทำการวิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบข้อมูลสรุปทุกอย่างในหน้าจอเดียว (Dashboard) โดยใช้โปรแกรมภาษา PHP, HTML5, CSS3, JQuery, Ajax และ Bootstrap ในการพัฒนาระบบและเรียกใช้ระบบผ่าน Web Browser

2. ศึกษาแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาดาต้ามาร์ท เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางในการพัฒนาระบบต้นแบบ โดยสรุปดังนี้

2.1 รัฐสิทธิ (2560) รายงานว่า ผู้บริหารแต่ละระดับมีมุมมองการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศที่แตกต่างกัน ผู้บริหารระดับต้นอาจมองข้อมูลในมิติเดียว แต่สำหรับผู้บริหารระดับสูงนั้น ข้อมูลสารสนเทศเป็นข้อมูลหลายมิติที่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น ข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาเป็นประโยชน์ในเชิงการบริหาร การวางแผน และการตัดสินใจ เป็นข้อมูลเชิงสรุปที่มีการประมวลผลจากฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ ซึ่งต้องการความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบการตัดสินใจ โดยมีการนำเสนอในรูปแบบตารางหรือแผนภูมิเชิงปริมาณ และได้แนะนำแนวทางในการพัฒนาคลังข้อมูลสำหรับองค์กร ดังนี้ (1) แบบบนลงล่าง (Top-down approach) เป็นการมองภาพโดยรวมขององค์กร เพื่อให้เห็นภาพขององค์กรตามลำดับชั้นลงมา โดยเป็นมุมมองของข้อมูลแบบรวมศูนย์ และค่อย ๆ มีการเติมข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ประกอบกันเป็นภาพขององค์กร ซึ่งแนวคิดนี้มีข้อดี คือ จะทำให้มีการพัฒนาแบบรวมศูนย์ ซึ่งต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ ในการวิเคราะห์และมองภาพขององค์กร แต่ข้อเสีย คือ จะใช้เวลาในการดำเนินงานที่นานกว่าและจะต้องมีการทำขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งซ้ำ และมีความเสี่ยงของโอกาสที่จะไม่ประสบความสำเร็จ (2) แบบล่างขึ้นบน (Bottom-up approach) เป็นการดำเนินงานแบบบางส่วนหรือหลาย ๆ ส่วนย่อย เพื่อนำมารวมกันเป็นภาพรวมในภายหลัง ซึ่งวิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถเริ่มต้นได้เร็ว และมีความเสี่ยงต่ำ เหมาะสำหรับทีมงานที่ยังไม่มีประสบการณ์มาก เนื่องจากสามารถศึกษาเรียนรู้ควบคู่ไปพร้อมกับการปฏิบัติงาน แต่อย่างไรก็ตามข้อเสียของแนวทางนี้ คือ จะทำให้องค์กรเห็นผลลัพธ์ในภาพรวมได้ช้า และหากไม่ได้มีการออกแบบที่ดีข้อมูลที่จัดเก็บในหลาย ๆ ดาต้ามาร์ท อาจทำให้ข้อมูลกระจัดกระจาย (data fragment) ทำให้เป็นอุปสรรคในการรวบรวมข้อมูลในภายหลัง

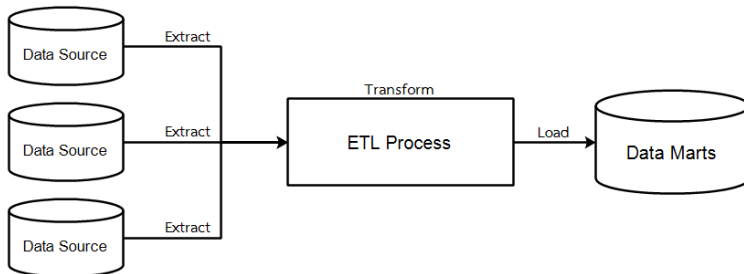
2.2 กระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในสถาปัตยกรรมคลังข้อมูล นั่นคือ กระบวนการ ETL (ภาพที่ 1) เป็นการนำข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูล มาทำการแปลงรูปแบบให้มีความเหมาะสม แล้วทำการถ่ายโอนข้อมูลที่ได้นำสู่คลังข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ (1) การสกัดข้อมูล (Extract) เป็นกระบวนการในการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่ง ซึ่งข้อมูลที่มีอยู่อาจอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน มีชนิดของฐานข้อมูลแตกต่างกัน มาตรวจสอบรูปแบบให้มีความเหมาะสมเป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อเตรียมความพร้อมในการแปลงข้อมูลในขั้นตอนถัดไป หากข้อมูลนั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐานหรือรูปแบบที่กำหนดไว้ในเบื้องต้น ก็จะทำให้เกิดกระบวนการปฏิเสธข้อมูลนั้น ๆ (2) การแปลงข้อมูล (Transform) เป็นกระบวนการในการแปลงรูปแบบของข้อมูลโดยใช้กฎหรือฟังก์ชัน (Function) ต่าง ๆ ในการแปลงรูปแบบของข้อมูล ให้ความสำคัญข้อมูลให้เป็นไปตามต้องการ ก่อนจะนำเข้าสู่ระบบคลังข้อมูล ข้อมูลบางแหล่งอาจไม่มี

ความจำเป็นในการแปลงข้อมูล แต่ในบางแหล่งอาจจะต้องใช้กระบวนการที่มีความซับซ้อน (3) การโหลดข้อมูล (Load) เป็นกระบวนการนำข้อมูลที่ผ่านการสกัด การแปลงข้อมูล ทำความสะอาดข้อมูล แล้วจึงเข้าสู่คลังข้อมูล (ภาพที่ 1) โดยประเด็นที่ต้องคำนึงการออกแบบและสร้างกระบวนการ ETL กิตติพงษ์ (2552) รายงานว่า ควรคำนึงถึง จำนวนกระบวนการที่ไม่มากจนเกินไป ระยะเวลาในการประมวลผล การดำเนินการเมื่อกระบวนการเกิดความล้มเหลว และลำดับความสำคัญก่อนหลังของกระบวนการ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ ประสิทธิภาพในการประมวลผลรวดเร็ว

3. วิเคราะห์ข้อมูลตัวชี้วัดประสิทธิภาพกับความสอดคล้องของข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่ต้องการติดตามผลการดำเนินงาน

4. ศึกษาแนวคิดและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาดาต้ามาร์ท

5. พัฒนาระบบต้นแบบและออกแบบการแสดงผล



ภาพที่ 1 กระบวนการ ETL (Extract-Transform-Load)

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อที่จะช่วยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว เป็นประโยชน์ในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น โดยสรุปดังนี้

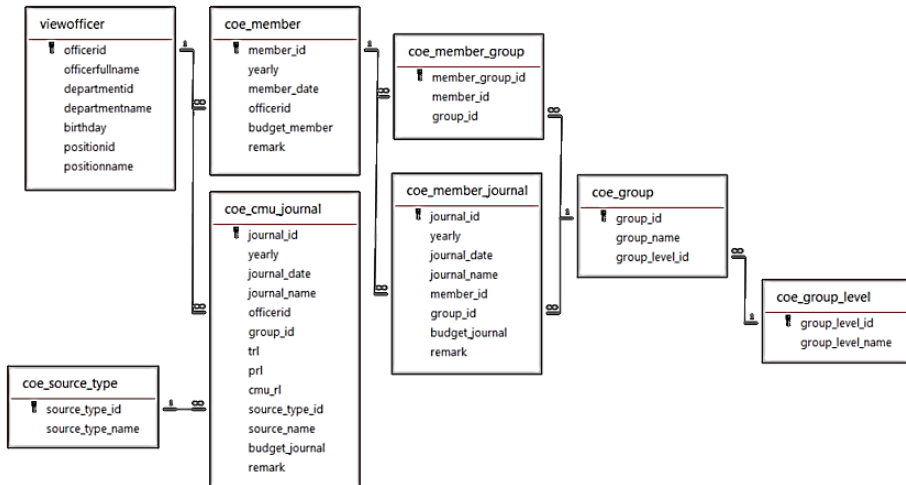
1. การพัฒนาระบบต้นแบบและออกแบบการแสดงผล

1.1. การเตรียมข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล

จากการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เพื่อเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราว อธิบายข้อมูลได้ตามตารางที่ 1 และแผนผังความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปฏิบัติการดังภาพที่ 2 และ จากนั้นทำการแปลงข้อมูลและนำเข้าข้อมูลจาก Microsoft Excel ให้มีความถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกัน

ตารางที่ 1 รายการข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์

ชื่อตาราง	หน้าที่	ประเภท
1. coe_cmu_journal	ข้อมูลผลงานตีพิมพ์ CoE ระดับมหาวิทยาลัย	ตารางรายการ
2. coe_group	ข้อมูลกลุ่มวิจัย	ตารางอ้างอิง
3. coe_group_level	ข้อมูลระดับกลุ่มวิจัย	ตารางอ้างอิง
4. coe_member	ข้อมูลสมาชิก SCI CoE ระดับคณะ	ตารางหลัก
5. coe_member_group	ข้อมูลสมาชิก SCI CoE ระดับคณะ สังกัดกลุ่มวิจัย	ตารางรายการ
6. coe_member_journal	ข้อมูลผลงานตีพิมพ์ของสมาชิก SCI CoE ระดับคณะ	ตารางรายการ
7. coe_source_type	ข้อมูลประเภทแหล่งทุน	ตารางอ้างอิง
8. viewofficer	ข้อมูลบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์	ตารางหลัก



ภาพที่ 2 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลเชิงปฏิบัติการ

1.2. การออกแบบดาต้ามาร์ท

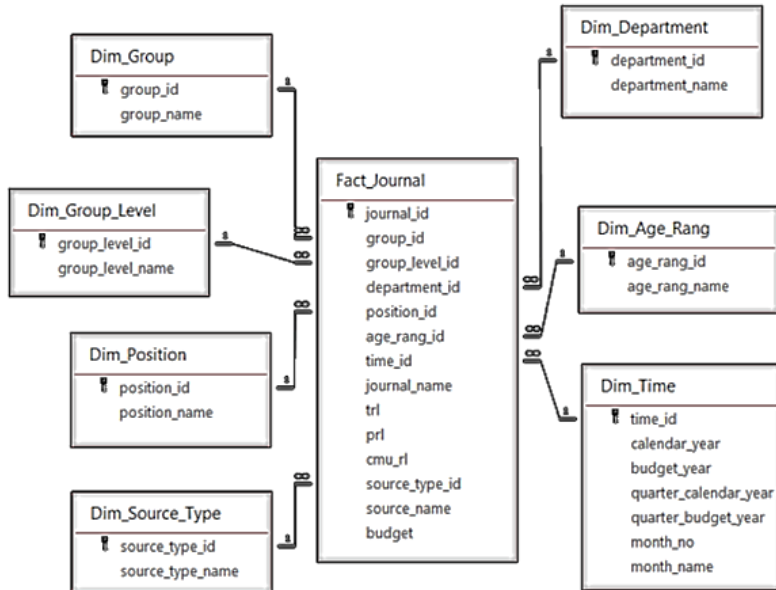
ผู้วิจัยได้ศึกษาในส่วนของเทคนิคการพัฒนาระบบต้นจากงานวิจัยของ กนกรรณ (2554) สุประพล (2553) และสุทธิพงศ์ (2558) พบว่า ผู้วิจัยทั้ง 3 คน ได้เลือกใช้แบบจำลองข้อมูลเชิงมิติในรูปแบบเป็นโครงสร้างแบบดาว ซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมใช้ในการออกแบบดาต้ามาร์ทในการพัฒนาระบบ สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้รวดเร็ว สืบค้นข้อมูลได้หลากหลายมิติ มีความถูกต้องของข้อมูลตามช่วงเวลามากยิ่งขึ้น เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนา ผู้วิจัยจึงได้เลือกพัฒนาแบบจำลองข้อมูลดังกล่าว โดยมีตารางข้อมูลข้อเท็จจริงอยู่ตรงกลาง และรอบล้อมไปด้วยตารางมิติ โดยตารางข้อเท็จจริงจะเป็นศูนย์รวมข้อมูล เพื่อลดปริมาณการอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลจำนวนมากและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ประกอบไปด้วยตารางข้อมูล 8 ตาราง ดังตารางที่ 2 และสามารถแสดงแผนผังโครงสร้างแบบดาว ดังภาพที่ 3

1.3. เทคนิคการสกัด แปลง และโหลดข้อมูลเข้าสู่ดาต้ามาร์ท

เมื่อได้ทำการสกัดข้อมูลที่ต้องการโดยพักข้อมูลที่ได้ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มีเหมาะสมเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะทำการแปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และนำเข้าสู่ฐานข้อมูลโครงสร้างแบบดาว ตามกระบวนการ ETL โดยใช้ความสามารถของโปรแกรมบริหารจัดการข้อมูล MySQL ในการเขียนชุดคำสั่งเพื่อแปลงข้อมูล ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างชุดคำสั่งในการแปลงข้อมูลช่วงอายุ ดังภาพที่ 4 ซึ่งการทำงานของชุดคำสั่งดังกล่าวจะรับค่าวันเดือนปีเกิดและวันที่ปัจจุบันเข้ามาในฟังก์ชัน จากนั้นทำการตรวจสอบอายุปัจจุบัน เมื่อได้อายุปัจจุบันแล้ว จึงทำการตรวจสอบเงื่อนไขตามช่วงอายุต่อไป และส่งค่าคืนออกไปจากฟังก์ชัน และจากภาพที่ 5 เป็นตัวอย่างชุดคำสั่งสำหรับสั่งการให้ฐานข้อมูลทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ (Event Scheduler) จากตัวอย่างเป็นการเรียกใช้ Stored Procedure ที่ชื่อว่า sp_coe_datamart ซึ่งมีหน้าที่ในการแปลงข้อมูลและนำข้อมูลเข้าสู่ดาต้ามาร์ทโดยอัตโนมัติทุก 1 สัปดาห์

ตารางที่ 2 รายการข้อมูลในดาต้ามาร์ท

ชื่อตาราง	หน้าที่	ประเภท
1. Fact_Journal	ข้อมูลเกี่ยวกับผลงานตีพิมพ์ CoE	ตารางข้อเท็จจริง
2. Dim_Age_Rang	ข้อมูลช่วงอายุ	ตารางมิติ
3. Dim_Department	ข้อมูลภาควิชา	ตารางมิติ
4. Dim_Group	ข้อมูลกลุ่มวิจัย	ตารางมิติ
5. Dim_Group_Level	ข้อมูลระดับกลุ่มวิจัย	ตารางมิติ
6. Dim_Position	ข้อมูลตำแหน่ง	ตารางมิติ
7. Dim_Source_Type	ข้อมูลสถานะแหล่งทุน	ตารางมิติ
8. Dim_Time	ข้อมูลช่วงเวลา	ตารางมิติ



ภาพที่ 3 แผนผังแสดงโครงสร้างดาต้ามาร์ทแบบดาว

```

Editor
DELIMITER $$
USE `scicoe` $$
DROP FUNCTION IF EXISTS `fc_age_rang` $$
CREATE DEFINER='root'@'localhost' FUNCTION `fc_age_rang`(val_birthday DATE, val_datanow DATE)
RETURNS INT(11)
BEGIN
DECLARE val_age INT;
DECLARE val_age_rang INT;
IF (val_birthday < val_datanow) THEN
SET val_age = (CASE
WHEN ROUND(TIMESTAMPDIFF(YEAR, val_birthday, val_datanow), 0) = 0
THEN "
ELSE ROUND(TIMESTAMPDIFF(YEAR, val_birthday, val_datanow), 0)
END);
SET val_age_rang = (CASE
WHEN val_age <= 35 THEN 1
WHEN val_age > 35 && val_age <= 45 THEN 2
WHEN val_age > 45 THEN 3
ELSE 0
END);
END IF;
RETURN val_age_rang;
END $$
DELIMITER ;
    
```

ภาพที่ 4 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการแปลงข้อมูลช่วงอายุ

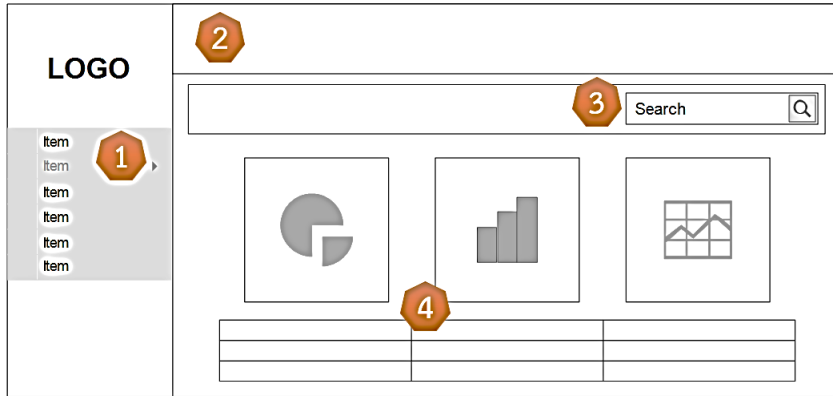
```

Editor
DELIMITER $$
CREATE DEFINER='root'@'localhost' EVENT `ev_coe_datamart` ON SCHEDULE
EVERY 1 WEEK STARTS '2021-09-01 00:00:01' ON COMPLETION PRESERVE
ENABLE COMMENT 'แปลงข้อมูลเข้าสู่ดาต้ามาร์ท' DO CALL sp_coe_datamart() $$
DELIMITER ;
    
```

ภาพที่ 5 ตัวอย่างชุดคำสั่งในการเรียกใช้ Stored Procedure ตามระยะเวลาที่กำหนดโดยอัตโนมัติ

1.4. การออกแบบจอภาพ

การออกแบบจอภาพสำหรับนำเสนอรูปแบบข้อมูลสรุปทุกอย่างในหน้าจอเดียว ดังภาพที่ 6 อธิบายได้ดังนี้ ส่วนที่ 1 แสดงตราสัญลักษณ์และเมนูการทำงานตามสิทธิ์ที่ได้รับ ส่วนที่ 2 แสดงชื่อเมนูที่กำลังทำงาน ส่วนที่ 3 แสดงส่วนกรองข้อมูลและการสืบค้น ส่วนที่ 4 แสดงรายงานสรุปในรูปแบบกราฟ หรือรายการข้อมูลตามการสืบค้น



ภาพที่ 6 การออกแบบจอภาพข้อมูลสรุปทุกอย่างในหน้าจอเดียว

จากการทดลองพัฒนาระบบต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่าง ๆ ผู้วิจัยสามารถพัฒนาระบบต้นแบบแล้วเสร็จ และทำการติดตั้งระบบให้กับผู้ปฏิบัติงานที่มีหน้าที่ตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพในความรับผิดชอบ ผลที่ได้พบว่า ต้นแบบระบบดาต้ามาร์ทสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามรูปแบบ สามารถสืบค้นข้อมูล เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น ได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามระบบต้นแบบที่ได้ยังไม่สามารถตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพในความรับผิดชอบได้ทุกตัวชี้วัด เนื่องจากไม่มีการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในฐานข้อมูลเชิงปฏิบัติการ จึงได้มีการสรุปงานร่วมกันกับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับจัดเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มเติมให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ตรงกับความต้องการในการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพให้มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบต้นแบบดาต้ามาร์ทของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้งานบริหารงานวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ สังกัดสำนักงานคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อที่จะช่วยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว เป็นประโยชน์ในติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่าง ๆ โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ได้ต้นแบบดาต้ามาร์ทสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพ
2. ระบบสามารถสืบค้นข้อมูลตามช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น ได้อย่างถูกต้อง
3. ระบบสามารถช่วยแก้ไขปัญหาความยุ่งยาก ลดความซ้ำซ้อน ซับซ้อน ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ
4. ระบบช่วยให้ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานที่มีความต้องการ นำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจ ร่วมกับงานด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือตามภาระหน้าที่รับผิดชอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา สนับสนุน ผลักดันให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ส่งผลให้การบริหารจัดการของคณะวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5. การนำเสนอรายงานในรูปแบบการแสดงผลข้อมูลสรุปทุกอย่างในหน้าจอเดียว สืบค้นมุมมองมิติต่าง ๆ สามารถดูและเข้าใจได้ง่าย

ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะได้นำต้นแบบระบบดาต้ามาร์ทนี้ ไปเป็นตัวอย่างในการศึกษา ทบทวน และประชุมร่วมกันกับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพในหน่วยงานต่าง ๆ ทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับระบบต้นแบบดาต้ามาร์ท เพื่อค้นหาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องและนำมาผ่านกระบวนการ ETL ให้ได้ดาต้ามาร์ทของแต่ละหน่วยงานต่อไป

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบระบบต้นแบบดาต้ามาร์ทของงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้งานบริหารงานวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ สังกัดสำนักงานคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังนี้

1. ระบบสามารถทำงานตามกระบวนการ ETL และจัดเก็บข้อมูลดาต้ามาร์ทในรูปแบบโครงสร้างแบบดาว เพื่อรองรับประสิทธิภาพในการเรียกใช้ข้อมูลที่มีความรวดเร็ว ในรูปแบบข้อมูลสรุปทุกอย่างในหน้าจอเดียวได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกวรรณ (2554) ซึ่งได้พัฒนาค้างข้อมูลเพื่อสนับสนุนการวางแผนงานสำหรับกองแผนงานสำนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นำไปประกอบการตัดสินใจด้านบริหารอย่างถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน สามารถเรียกดูรายงานได้อย่างรวดเร็ว รองรับการเรียกดูข้อมูลได้หลายมิติเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนา

2. ระบบสามารถติดตามตรวจสอบผลการดำเนินงาน เพื่อใช้ในการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลผลงานวิชาการบทความทางวิชาการที่เกิดจากการวิจัย และได้นำผลงานวิจัยไปตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ รวมถึงผลงานที่มีระดับ Technology Readiness Level (TRL) สามารถสืบค้นข้อมูลตามมิติต่าง ๆ เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุประพล (2553) ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นแบบการประมวลผลเชิงปฏิบัติการ และพัฒนาด้านแบบคลังข้อมูลที่สนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยพายัพ ซึ่งได้ต้นแบบที่สามารถสืบค้นข้อมูลได้หลากหลายมิติ เป็นไปตามรูปแบบที่ต้องการและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

3. ระบบช่วยลดเวลาในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว เป็นประโยชน์ในการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่าง ๆ เช่น ปีปฏิทิน ปีงบประมาณ ไตรมาส เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิพงศ์ (2558) ที่มีการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาชุดคำสั่งในการโอนย้ายข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเข้าสู่คลังข้อมูลนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยผ่านกระบวนการ วิเคราะห์ ออกแบบ สกัด แปลง และโหลดข้อมูล ทำให้มีความถูกต้องของข้อมูลตามช่วงเวลามากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ควรมีการวิเคราะห์วิธีการจัดเก็บข้อมูลเชิงปฏิบัติการให้ครอบคลุมความต้องการในการตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เช่น วันที่ ปีงบประมาณ ที่มีกิจกรรมนั้น ๆ เกิดขึ้น เพื่อให้ได้คำตอบของตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ถูกต้องตามช่วงเวลานั้น ๆ

2. พัฒนาระบบสารสนเทศในส่วนที่ยังขาดเพิ่มเติม เพื่อประโยชน์ในการนำข้อมูลที่ได้มาสังกัด เพื่อให้ได้คำตอบที่ตรงกับความต้องการของตัวชี้วัดประสิทธิภาพได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว

3. ข้อมูลบางส่วนกระจายอยู่ตามระบบต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกคณะ การประมวลผลบางอย่างต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญในการแปลงข้อมูล ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถทำได้เอง จึงไม่สามารถตอบตัวชี้วัดประสิทธิภาพในความดูแลได้ทันที ดังนั้น ควรมีการพัฒนากระบวนการรองรับการพักข้อมูล เช่น ระบบอัปโหลดข้อมูลพร้อมทั้งแปลงข้อมูลให้มีความสมบูรณ์และอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ก่อนเข้าสู่กระบวนการ ETL ต่อไป

4. ฐานข้อมูลดาต้ามาร์ทที่ได้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดใช้ร่วมกับโปรแกรมสร้าง Dashboard ต่าง ๆ เช่น Microsoft Power Bi, Data Studio และ Excel Pivot เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้พิจารณาจัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทโครงการวิจัยสถาบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจักขณ์ ศรีสัจจะเลิศวาจา ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และตรวจทานงานวิจัยนี้ คุณวนิษา วัจนคุณอนันต์ บุคลากรประจำงานบริหารงานวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ผู้ปฏิบัติงานด้านการบริหารจัดการข้อมูลของศูนย์ความเป็นเลิศ คณะวิทยาศาสตร์ ที่อนุเคราะห์ให้คำแนะนำ และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสร้างต้นแบบดาต้ามาร์ท รวมถึงเจ้าของเอกสาร หนังสือ คู่มือ ตำรา งานวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาใช้ศึกษาอ้างอิง และผู้ที่เกี่ยวข้องที่ยังมิได้ระบุนาม ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ สำหรับการพัฒนาต่อยอดในอนาคต ตลอดจนผู้ที่สนใจ หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้นไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ วสันตพันธ์. 2554. การพัฒนาค้างข้อมูลเพื่อสนับสนุนการวางแผนสำหรับกองแผนงาน สำนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 154 หน้า.
- กิตติพงษ์ กลมกล่อม. 2552. การออกแบบและพัฒนาคลังข้อมูล (Data Warehouse). เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์. กรุงเทพมหานคร. 296 หน้า.
- รัฐสิทธิ์ สุขะหุด. 2560. คลังข้อมูลเพื่อการจัดการข้อมูลสมัยใหม่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 272 หน้า.
- สุทธิพงษ์ สุรักษ์. 2558. การพัฒนาค้างข้อมูลนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. (วิทยาการคอมพิวเตอร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 73 หน้า.
- สุประพล เลาวพงศ์. 2553. การพัฒนาค้างข้อมูลด้านนักศึกษาของมหาวิทยาลัยพายัพ. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. (วิทยาการคอมพิวเตอร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 95 หน้า.