การพัฒนาออนโทโลจีแผนผังอีอาร์สำหรับระบบค้นหาความรู้เชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ทนุวงศ์ จักษุพา[1*]

[1]โครงการจัดตั้งภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

**aastwc@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาออนโทโลจีแผนผังอีอาร์สำหรับพัฒนาระบบคนหาความรูเชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข่อมูลเชิงสัมพันธ์ 2) เพื่อประเมินผลออนโทโลยีแผนผังอีอาร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยใช้รายละเอียดของแผนผังอีอาร์สำหรับการพัฒนาออนโทโลจีโดยโปรแกรมโฮโซะและพัฒนาระบบค้นหาความรู้เชิงความหมายบนฐานออนโทโลจีที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นโดยอาศัยภาษาพีเอชพี ราฟเอฟีไอและภาษาสพาร์ควลเป็นเครื่องมือสร้างโปรแกรมประยุกต์การสืบค้นความรู้เชิงความหมายความ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิผลของออนโทโลจี 2 วิธีคือ (1) การประเมินความเหมาะสมโครงสร้างออนโทโลจีโดยผู้เชี่ยวชาญ (2) การประเมินประสิทธิผลการค้นหาจากระบบค้นหาเชิงความหมายบนฐานออนโทโลจีด้วยค่าความเที่ยง ค่าระลึก และค่าเอฟเมเซอร์ ผลการวิจัยพบว่าออนโทโลจีที่เสนอมีค่าความเหมาะสมในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ย 3.90 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40 และมีประสิทธิผลในการค้นหาในระดับดีมาก โดยมีค่าของค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 ค่าระลึกเท่ากับ 0.89 และค่าเอฟเมเซอร์ เท่ากับ 0.83

คำสำคัญ: การพัฒนาออนโทโลจี ออนโทโลจี แผนผังอีอาร์ การค้นหาความรู้เชิงความหมาย

The Development of the E-R Diagram Ontology for a Semantic Knowledge Search System on Relational Database Design

Thanuwong Chaksupa[1*]

[1] *Computer Department, Faculty of Liberals Art and Science, Kasetsart University Khamphaengsaen*

**faastwc@gmail.com*

Abstract

This research has the following objectives: 1) To develop an E-R diagram ontology for the development of a semantic search system for the design of relational databases. 2) To evaluate the developed E-R diagram ontology. The researcher used the details of the ER diagram for ontology development by Hozo program and developed an ontology-based knowledge search system developed in the form of a web application. The system used tools like PHP language, RAP APIs for PHP language and SPARQL Language to create semantic search applications. The researcher has evaluated the effectiveness of the ontologies in 2 ways which are 1) evaluating the suitability of the ontology by experts 2) evaluating the effectiveness of the semantic search which used the created ontology with precision, recall and F-measure values. The results showed that the proposed ontologies were good, with a mean of 3.90 and a standard deviation of 0.40 and had a very good search efficiency. With a precision of 0.78, a recall of 0.89 and a F-measure of 0.83.

Keywords: ontology development, ontology, ER Diagram, semantic search

1. บทนำ

แผนผังอีอาร์(E-R Diagram) ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญเบื้องต้นเพราะสามารถสะท้อนภาพถึงโครงสร้างข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บลงในฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์(Relational Database) จากการสอนในรายวิชาระบบฐานข้อมูล(Database System) นิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 98 คน พบว่าผู้เรียนส่วนหนึ่งขาดความเข้าใจและขาดเครื่องมือและการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการออกแบบแผนผังได้อย่างเป็นขั้นตอนและถูกต้อง ผู้วิจัยจึงเสนอการพัฒนาออนโทโลจีแผนผังอีอาร์ที่ประกอบด้วยแนวคิด ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและเงื่อนไขของการสร้างแผนผังอีอาร์โดยใช้โปรแกรมโฮโซะ(Hozo) เพื่อตอบสนองระบบการค้นหาความรู้เชิงความหมายในออนโทโลจีสำหรับการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยอาศัยภาษาพีเอชพี(PHP) ทำงานร่วมกับภาษาสพาร์ควล(SPARQL) เพื่อเป็นแนวทางแนะนำการช่วยออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และลดเวลาการเรียนรู้การออกแบบแผนผังอีอาร์เพื่อนำไปสู่การสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ถูกต้อง

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาออนโทโลจีแผนผังอีอารสำหรับพัฒนาระบบค้นหาความรู้เชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ

2) เพื่อประเมินผลออนโทโลยีแผนผังอีอารที่พัฒนาขึ้น

3. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดสำคัญของการศึกษาครั้งนี้คือออนโทโลจี ซึ่ง W3C Semantic Web Activity (2001) ได้สรุปว่าออนโทโลจีหมายถึงการรวบรวมคำศัพท์ต่าง ๆ เป็นที่ยอมรับและสามารถใช้ร่วมกันได้ในขอบเขตที่สนใจ (domain) สามารถแลกเปลี่ยนระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันได้ ประกอบด้วยแนวคิด (Concept) หรือคลาส (Class) อินแสตนต์ (Instances) คุณสมบัติ (Properties) ความสัมพันธ์ (Relations) เงื่อนไข (Constrains) และความหมายในเชิงตรรกะ ทำให้สามารถถูกแปลความหมาย (Interpretation) หรือทำการอนุมาน (Inference) ความหมายโดยคอมพิวเตอร์ได้

Andreas and Steinmetz (2004), J. Brank (2005) ได้ประเมินความเหมาะสมออนโทโลจีที่สร้างขึ้นในงานวิจัยของตนเองโดยวัดความเที่ยง ค่าระลึกและค่าเอฟเมเซอร์ ซึ่งผู้วิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ด้วย

Foster et al. (2015) ได้ทำการวิจัยในการค้น หาคำถามจากฐานข้อมูลโดยอาศัยออนโทโลจีแต่ประสบปัญหาความคลาดเคลื่อนจากความหมายของคำสำคัญ (key word) ที่ใช้เรียกค้นโดยผ่านคำสั่งสพาร์ควล (SPARQL) ทำให้ประสิทธิภาพความเที่ยงของการค้นหาลดลง

G.Madhu, Govardhan, and Rajinikanth (2011) ได้ทำวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้ออนโทโลจีสนับสนุนการค้นหาข้อมูลแบบเชิงความหมายที่ในเครือ ข่ายเว็บ ทำให้ได้ข้อมูลตรงกับความต้องการของผู้ ใช้มากที่สุดสามารถแก้ ปัญหาการค้นข้อมูลแบบเดิมซึ่งข้อมูลจะถูกดึงถ้าบรรจุค่าของคำสำคัญไว้เท่านั้น

Nattapong, Kultida, and Wanida (2014) ได้ทำการวิจัยสร้างระบบค้นหาเชิงความหมายสำหรับการจัดการภัยแล้งในลุ่มน้ำชีจากออนโทโลจีที่เกี่ยวข้องกับภัยแล้งโดยอาศัยโปรแกรมจัดการโปรแกรมประยุกต์ออนโทโลจีโอเอเอ็ม ระบบการค้นหาดัง กล่าวมีค่าความเที่ยงสูงเพราะใช้คำสำคัญสำหรับค้นจากอินสแทนต์ในออนโทโลจีให้ผู้ใช้เลือกได้จากกล่องรายการ (list box) ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ จึงช่วยขจัดความคลาดเคลื่อนในการแปลความหมายของคำสำคัญถ้าผู้ใช้กำหนดเอง แนวทางการออก แบบระบบดังกล่าวนี้ได้ถูกนำมาเป็นแนวทางในการวิจัยครั้งนี้เพื่อจัดสร้างระบบค้นหาเชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

นฤพนธ์ พนาวงศ์ และ จักรกฤษ เสน่ห์ (2554) ทำการวิจัยสร้างระบบสืบค้นข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงความหมายโดยอาศัยออนโทโลจี การสืบค้นใช้วิธีรับคำสำคัญจากผู้ใช้ส่งไปยังคำสั่งสพาร์ควลเพื่อดึงข้อมูลจากออนโทโลจี ซึ่งได้ข้อมูลที่ไม่ตรงความต้องการจำนวนมาก เพราะมีความคลาด เคลื่อนในการแปลความหมายคำสำคัญมีผลทำให้ความเที่ยงลดลง

ภาษาสพาร์ควลเปนภาษาสอบถาม)Query Language) มาตรฐานในการใช่สำหรับสืบค่นข่อมูลที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบออนโทโลจี (Sbodio et al, 2010) หากนำไปเปรียบเทียบกับภาษาเอสคิวแอล(SQL)จะแบ่งเปน 2 สวนคือ สวน SELECT เปนตัวแปรที่ใชเก็บคาผลลัพธและ WHERE เปนเงื่อนไขในการสืบคนขอมูล ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ภาษาสพาร์ควลและรูปแบบภาษาสพาร์ควล

รูปแบบภาษาสพาร์ควล	ตัวอย่างภาษาสพาร์ควล
PREFIX	Xmlns: rdbonto = “http://www.mydomain.com/rdbonto.owl”
SELECT ?Constraints	SELECT ?ColumnConstrain ?ColumnTypeConstrains
WHERE { Basic Graph Pattern}	WHERE { a:Entities:consistof?ColomnIsA?PrimaryKey}

- PREFIX เปนการกำหนดกลุมในการอางอิงขอมูลเอกสาร OWL โดยจะประกาศไวที่สวนเริ่มตน
- SELECT เปนการระบุตัวแปรที่จะแสดงผล โดยจะต่องมีเครื่องหมาย ? นำหน่าตัวแปร เชน ?ColumnConstrain (ประเภทเงื่อนไขคอลัมน์) ?DataTypeConstraint (ประเภทเงื่อนไขชนิดข้อมูล) เปนตน
- WHERE เปนเงื่อนไขในการเรียกคนขอมูล เชน a:entities:consistofprimarykeyConstraint ?Entitiesจะนำขอมูลที่เกี่ยวกับการบังคับเงื่อนไขคีย์คอลัมน์ทั้งหมดที่มีเก็บไว้ในตัวแปร ?Entities เป็นตน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างคำค้นที่เลือกมาจากคำที่ระบุถึงการสร้างแผนภาพอีอาร์ทั้งหมดในออนโทโลจีเป็นจำนวน 90 ชุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(1) อุปกรณ์ฮารด์แวร์(Hardware) ที่ใช้ในการทดลองเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีหน่วยความจำ 8 MB Intel-CPU core-i 7 ฮาร์ดดิสก์จุ 1 TB (2) ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการวินโดว์10(Window 10) (3) ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาษาคอมพิวเตอร์พีเอชพี(PHP) (4) ซอฟต์แวร์ไลบารีราฟ(RAP API) สำหรับการเรียกค้นเชิงความหมายจากออนโทโลจี (5) ซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล(MySQL)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รวบรวมคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนผังอีอาร์และที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ทั้งหมดพื่อนำไปจัดสร้างออนโทโลจี

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์เพื่อยืนยัน (1) ประเมินความเหมาะสมความเหมาะสมของโครง สร้างออนโทโลจีในด้านต่างๆ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน (2) ประเมินประสิทธิภาพของระบบค้น หาการออกข้อสอบเชิงความหมายด้วยค่าหน่วยวัดต่างๆ ได้แก่ ความเที่ยง(precision) ค่าระลึก (recall) และค่าเอฟเมเซอร์ (F-measure) โดยสูตรการคำนวณดังนี้

ความเที่ยง = จำนวนอินสแตนซ์ผลลัพธ์ที่ถูกต้องที่ถูกค้นคืน / จำนวนอินสแตนซ์ทั้งหมดที่ถูกค้นคืน

ค่าระลึก = จำนวนอินสแตนซ์ผลลัพธ์ที่ถูกต้องที่ถูกค้นคืน/ จำนวนอินสแตนซ์ที่ถูกต้องทั้งหมด

ค่าเอฟเมเซอร์ = 2 x (ความเที่ยง x ค่าระลึก) / (ความเที่ยง + ค่าระลึก)

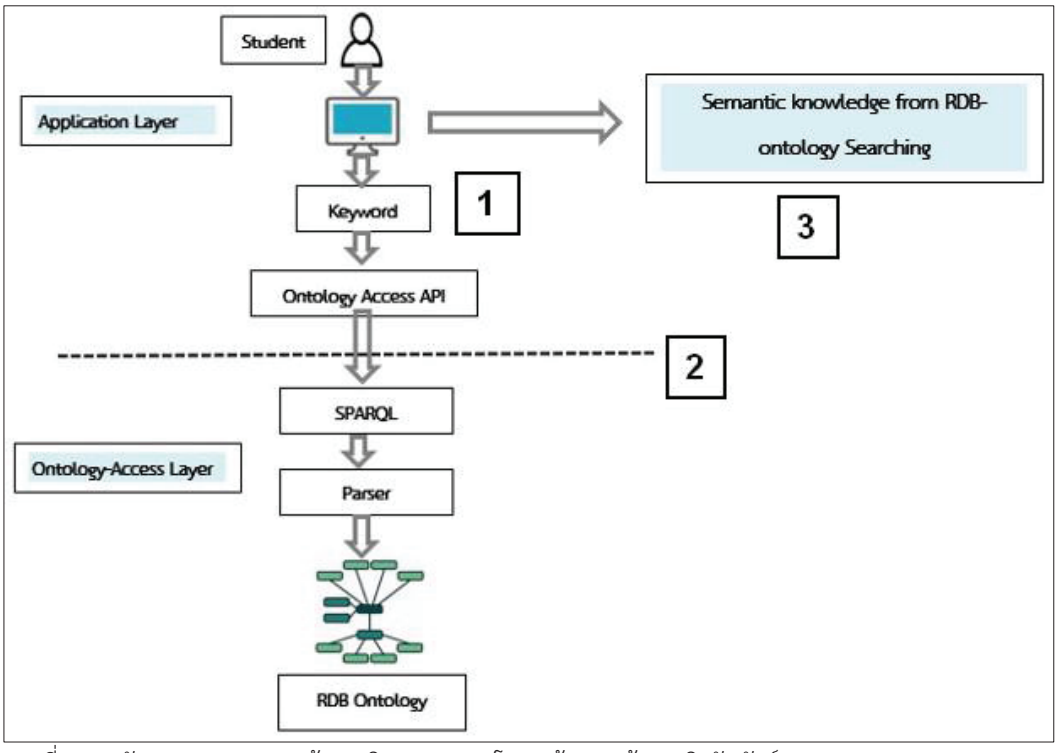
การออกแบบและพัฒนาระบบ

1. พัฒนาออนโทโลจี เป็นไปตามขั้นตอนของ Noy and McGuiness (2001) ดังนี้ (1) กำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ของออนโทโลจี (2)การใช้งานซ้ำถึงแม้งานวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบออนโทโลจีแผนผังอีอาร์แต่สามารถนำไปปรับปรุงเพื่อให้รองรับในสาขาวิชาอื่นได้ (3)แจกแจงคำศัพท์ เป็นการกำหนดนิยาม คำศัพท์ และคุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้สร้างออนโทโลจีจากรายละเอียดแผนผังอีอาร์ที่ศึกษารวบรวมได้ (4) กำหนดคลาสหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับออนโทโลจีแผนผังอีอาร์ (5) กำหนดคุณสมบัติลักษณะประจำ (attribute) ของคลาสหรือความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์แบบ "จัดเป็น (is-a)", ความสัมพันธ์แบบ "เป็นส่วนหนึ่งของ (part-of: p/o)" , ความสัมพันธ์แบบ "เป็นคุณสมบัติ (attribute-of: a/o (6) กำหนดเงื่อนไขให้คุณสมบัติหรือคลาส เช่นความสัมพันธ์กับอินสแทนต์ของคลาสที่มีลักษณะแบบมากกว่า 1 (7) สร้างอินสแทนต์หรือค่าคุณสมบัติต่าง ๆ เป็นตัวอย่างของคลาสให้กับออนโทโลจีที่สร้างขึ้นมูลให้เป็นอินสแทนต์หรือค่าคุณสมบัติดังกล่าว

2. พัฒนาระบบค้นหาเชิงความหมายบนฐานออนโทโลจีแผนผังอีอาร์เพื่อช่วยการออกแบบสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

สถาปัตยกรรมของระบบค้นหาเชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

สถาปัตยกรรมของระบบค้นหาเชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ดังภาพที่1 มีการทำงานเรียงลำดับตามหมายเลขดังตอไปนี้



ภาพที่1. สถาปัตยกรรมของระบบค้นหาเชิงความหมายโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

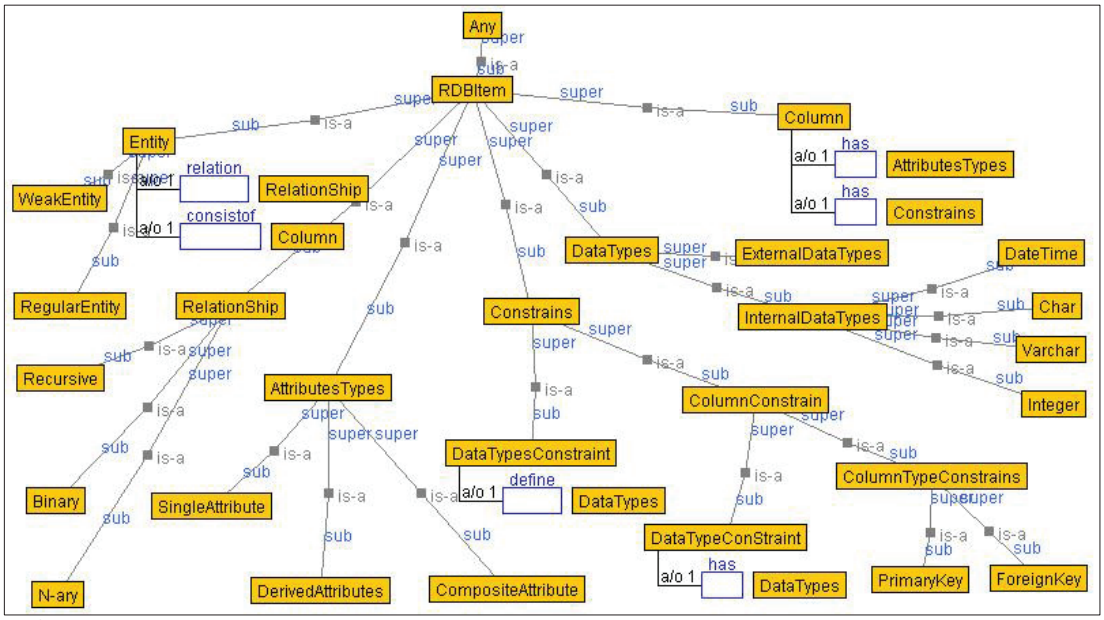
หมายเลข 1. ปอนคำสำคัญ(keyword)แผนผังอีอาร์ที่ต้องการค้นหาการค่นหา เช่น ใส่คำว่า entity เพื่อต้องการหาว่าการสร้างเอนทิตีต้องเกี่ยวข้องส่วนใดในการพิจารณาสร้างแผนผังอีอาร์บ้าง

หมายเลข2. ส่งคำสำคัญไปยังส่วนค้นหาเชิงความหมาย(Ontology Semantic Search) ณ. ที่นี้จะส่งคำว่า entity ผ่านทางคำสั่งเข้าถึงออนโทโลจี(Ontology Access API) จากนั้นอาศัยภาษาสพาร์ควลและตัววิเคราะห์คำ(Parser) ทำการค้นหาเชิงความหมายที่ตรงกับคำว่า entity ผลลัพธ์การคนหาเชิงความหมายจากออนโทโลจีแผนผังอีอาร์จะส่งกลับไปยังแอพพลิเคชั่นเลเยอร์(Application Layer)

หมายเลข3. ผลลัพธ์(Semantic knowledge from RDB-ontology Searching) จากตัวอย่างคือข้อมูลคำศัพท์อีอาร์ เช่น entity, entityTypes, entity-Relationships, keyConstraints, dataTypes เป็นต้น

5. ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาออนโทโลจีตามวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 1. ตามแบบของ Noy and McGuiness (2001) ได้รูปแบบของออนโทโลจีดังภาพที่ 2



ภาพที่2 โครงสร้างออนโทโลจีรายละเอียดโครงสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ผลการสร้างออนโทโลจีดังภาพที่ 2 และสามารถอธิบายความหมายของโครงสร้างออนโทโลจีพอสังเขปได้ดังนี้

1. คลาส RDBItem เป็นคลาสแทนคำศัพท์ทั้งหมดในการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ รวมทั้งสิ้น 90 อินสแตนท์
2. คลาส Entity เป็นคลาสบ่งบอกถึงชนิดและส่วนประกอบของเอ็นทิตีมีข้อมูลทั้งหมด 9 อินสแตนท์
3. คลาส RelationShip เป็นคลาสบ่งบอกถึงชนิดของความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตีมีข้อมูลทั้งหมด 3 อินสแตนท์
4. คลาส AttributesTypes เป็นคลาสบ่งบอกถึงชนิดแอททริบิวต์ข้อมูลมี 3 อินสแตนท์
5. คลาส Constrains เป็นคลาสบ่งบอกเงื่อนไขแอททริบิวต์หรือคอลัมน์มี 28 อินสแตนท์
6. คลาส DataTypes เป็นคลาสบ่งบอกชนิดข้อมูลมี 40 อินสแตนท์
7. คลาส DataTypeConStraint เป็นคลาสบ่งบอกเงื่อนไขชนิดข้อมูลมี 15 อินสแตนท์
8. คลาส ColumnTypeConStraints เป็นคลาสบ่งบอกเงื่อนไขคอลัมน์มี 2 อินสแตนท์

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างออนโทโลจีตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2. ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่2 ผลการประเมินออนโทโลจี

รายการประเมิน	$\bar{X}$	s.d.
1.ความเหมาะสมการจัดกลุ่มคลาส	4.00	0.00
2. ความครอบคลุมการเก็บความรู้	4.33	0.58
3. ความเหมาะสมของชื่อคลาส	3.67	0.58
4.ความเหมาะสมของลำดับคลาส	4.33	0.58
5. ความเหมาะสมของคุณสมบัติคลาส	3.67	0.58
6. ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส	4.00	0.00
7. ชื่อความสัมพันธ์เข้าใจง่าย	3.67	0.58
8. ชนิดข้อมูลเหมาะสม	4.00	0.00
9.เนื้อหาออนโทโลจีมีความถูกต้อง	3.67	0.58
10. ภาพรวมเหมาะสม	3.67	0.58
เฉลี่ย	3.90	0.40

โดยช่วงการประเมินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับมาก, ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับปานกลาง, ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อย, ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด ผลการประเมินจากตารางที่2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของโครงสร้างออนโทโลจีที่จัดสร้างเท่ากับ 3.90 ซึ่งมีความเหมาะสมมาก

3. การประเมินระบบซึ่งทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบตามวัตถุประสงค์การวิจัยประการที่2 โดยใช้ค่าความเที่ยงพบว่ามีผลลัพธ์จำนวนข้อมูลที่ถูกดึงเป็นจำนวนเฉลี่ย 80 ชุด จากข้อมูลทั้งหมด 90 ชุด มีคุณลักษณะตามต้องการเป็นจำนวนเฉลี่ย 70 ชุด มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการเป็นจำนวนเฉลี่ย 10 ชุด ซึ่งคิดเป็นค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 ค่าระลึกเท่ากับ 0.89 และค่าเอฟเมเซอร์ เท่ากับ 0.83

4. ตัวอย่างหน้าจอภาพของระบบค้นหาเชิงความหมายเพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 จอภาพการทำงานของระบบค้นหาเชิงความหมายจากออนโทโลจีแผนภาพอีอาร์เพื่อการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ซึ่งเป็นผลมาจากการส่งคำสั่งสปาควลดังนี้

```
SELECT ?Entity , ?RelationShip, ?Column , ?Constrains
WHERE ?Entity:?RelationShip, ?Entity:?Column, ?Column:ColumnTypeConstrains
```

6. อภิปรายผลวิจัย

1. จากผลสรุปความเห็นของผู้เชียวชาญที่เกี่ยวกับความเหมาะสมของโครงสร้างออนโทโลจีแผนภาพอีอาร์ที่สร้าง พบว่ามีค่าในระดับดีโดยมีค่าเฉลี่ย 3.90 และค่าเบี่ยงมาตรฐาน 0.40 เพราะผู้วิจัยได้ได้ดำเนินการออกแบบออนโทโลจีแผนภาพอีอาร์ตามที่ Noy and McGuiness (2001) ได้ระบุไว้

2. จากผลการประเมินประสิทธิภาพระบบค้นหาเชิงความหมายบนฐานออนโทโลที่สร้างขึ้น ด้วยค่าความเที่ยง (precision) ค่าระลึก(recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 ค่าระลึกเท่ากับ 0.89 และ ค่าเอฟเมเชอร์เท่ากับ 0.83 ซึ่งมีค่าที่สูงเป็นเพราะในการระบุคำสำคัญของผู้ใช้งานจะตรงกับคำที่มาจากคำที่เป็นค่าอินแสตนต์ของออนโทโลจีทำให้หมดความหมายกำกวมจากคำสำคัญ ผลลัพธ์จากการค้นหาเชิงความหมายค้นหาเชิงความหมายจึงแสดงออกมาและตรงกับความต้องการในระดับดี (Wachana, Anuchai, and Marut, 2015)

7. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน

ควรพัฒนาความสามารถของระบบค้นหาเชิงความหมายจากออนโทโลจีแผนภาพอีอาร์ให้สมบูรณ์มากขึ้น เพื่อรองรับการนำไปใช้ประโยชน์จริงในการเรียนการสอนวิชาระบบฐานข้อมูล

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรบรรจุข้อมูลรายละเอียดการสร้างแผนภาพอีอาร์ในออนโทโลจีให้มากยิ่งขึ้น เพื่อรองรับการนำไปใช้ประโยชน์จริงในการเรียนการสอน

8. เอกสารอ้างอิง (References)

นฤพนธ์ พนาวงศ์ และจักรกฤษณ์ เสน่ห์. (2553). การออกแบบระบบค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยใช้หลักออนโทโลจีและเนมแมทชิ่ง**. การประชุมวิชาการ นเรศวรวิจัย**, 2554 (7), 88-93

Andreas Faatz and Ralf Steinmetz. (2016). Precision and Recall for Ontology Enrichment. In Proc. of **ECAI-2004 Workshop on Ontology Learning and Population**, Valencia, Spain, Aug. 2004.

Foster, K., D'Souza, D., Hamilton, M., and Harland, J. (2015). Repository of Wisdom : Automated Support for Composing Programming Exams**.** In Proc.17th **Australasian Computing Education Conference** (2015), Sydney, Australia 129-136.

G.Madhu, A.Govardhan, and T.V. Rajinikanth. (2011). Intelligent Semantic Web Search Engines: A Brief Survey**. International journal of Web & Semantic Technology** (IJWesT) Vol.2, No.1, January 2011.

Nattapong Kaewboonma, Kultida Tuamsuk, and Wanida Kanarkard. (2014) . Ontology development for drought management information**. International Journal of Metadata,** Semantics and Ontologies archive Volume 9 Issue 4: 324-332.

Noy, N.F. & McGuinness, D.L. (2001). **Ontology Development: A Guide to Creating Your First Ontology**. California : Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report

Wachana Tungkwampian, Anuchai Theerarungchaisri, and Marut Buranarach. (2015). **Development of Thai herbal medicine knowledge base using ontology technique.** The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences 39(3), July-September : 102-109.