

**การออกแบบออนโทโลยีเพื่อบรรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำ
เพื่อการเกษตรในชุมชน**
**Ontology Design to Integration the Knowledge of Water Management
for Community Agriculture**

แสงทอง บุญยิ่ง* อาคม สงเคราะห์ และ สุวิทย์ สมสุภาพร่งยศ
สาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนต้นแบบ 2) ออกแบบออนโทโลยีเพื่อบรรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน และ 3) ประเมินการรับรองออนโทโลยีเพื่อบรรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน กลุ่มเป้าหมาย มี 2 กลุ่มได้แก่ 1) เกษตรกรในชุมชนตำบลน้ำ อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นผู้ปลูกข้าวจำนวน 30 คน และเป็นผู้ปลูกมันเทศจำนวน 30 คน และ 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านออนโทโลยีจำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนจำนวน 3 คน

ผลการวิจัยพบว่า : 1) ผลการสำรวจแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบลน้ำพบว่า ชุมชนตำบลน้ำมีแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรที่เป็นหัวใจหลัก 5 ฝ่าย คือ ฝ่ายคลองสานใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 1 ความจุ 24,000 ลบ.ม ฝ่ายปู่เฒ่าใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 2 ความจุ 127,500 ลบ.ม ฝ่ายบ้านกลางใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 3 ความจุ 52,500 ลบ.ม ฝ่ายตำบลน้ำใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 4 ความจุ 105,000 ลบ.ม และ ฝ่ายปลายน้ำใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 5 ความจุ 150,000 ลบ.ม 2) ออนโทโลยีเพื่อบรรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ประกอบด้วยแนวคิดและส่วนที่เกี่ยวข้องที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำ, การกระจายน้ำ, พื้นที่การเกษตรและพืชพันธุ์ ผลการประเมินการออกแบบโครงสร้างออนโทโลยีเพื่อบรรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านออนโทโลยี มีความเห็นรับรองอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ออนโทโลยี, การบริหารจัดการน้ำ, องค์ความรู้

ABSTRACT

The purposes of the study were 1) to identify the amounts of water used for agriculture in the Community 2) Design the ontology to integration of knowledge in water management for agricultural in the community, and 3) Assessment of the ontology to integration of knowledge in water management for agricultural in the community by the experts.

The study showed that : The Ontology to integration of knowledge in water management for agricultural in the community was developed. The main elements include : concepts and relationships that associated with water tower, water distribution, agricultural areas and vegetation. The assessment results of the structural design of the ontology to integration of knowledge in water management for agricultural in the community, was at the appropriate level (mean = 3.55 and the S.D. = 0.12). In addition, assessment results of the contents of the proposed ontology was at the appropriate level, mean = 3.60 and the S.D. = 0.08. Conclude that,

developed of the ontology to integration of knowledge in water management for agricultural in the community had a good level of performance, finally certified by the experts.

Keyword: Ontology, Water Management, Knowledge

บทนำ

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ การดำเนินชีวิตของมนุษย์ และความสมดุลทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยประสบกับปัญหาทางด้านการจัดการน้ำมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำมีข้อจำกัดหลายด้านที่สำคัญคือการขาดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการที่ดีเกี่ยวกับการนำทรัพยากรน้ำมาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม ส่งผลกระทบต่อความเปราะบางของประชาชนมาโดยตลอด นโยบายการบริหารจัดการน้ำของภาครัฐที่ผ่านมาไม่สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำได้เท่าที่ควร ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการน้ำได้อย่างแท้จริง ก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในประเทศไทยอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจะเห็นได้จากที่ประเทศไทยในช่วงฤดูแล้งจะประสบปัญหาน้ำแล้งส่วนในฤดูฝนประเทศไทยประสบปัญหาน้ำท่วมอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ซึ่งมีผลกระทบกระทบโดยตรงต่อเกษตรกรและระบบเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม น้ำจึงเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่รัฐบาลไทยต้องมียุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการทั้งปริมาณและคุณภาพอย่างเป็นรูปธรรมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย และชุมชนในลุ่มน้ำ ควรต้องร่วมกันทบทวนและปรับปรุงกระบวนการจัดการน้ำให้มีความเหมาะสมกับกาลปัจจุบันด้วยแนวคิดของนโยบายที่ตั้งอยู่บนฐานแห่งความเป็นจริง และสามารถปฏิบัติได้โดยอาศัยข้อมูล ความรอบรู้ และสติปัญญาของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่เข้าใจในรากเหง้าแห่งปัญหา ดังนั้นการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรทั้งในปัจจุบันและอนาคตควรมีกลไกสำคัญได้แก่ การมีส่วนร่วมของทุกฝ่ายในการทำงานแบบร่วมด้วยช่วยกันจึงจะบังเกิดผลสัมฤทธิ์อย่างยั่งยืนโดยไม่เกิดความขัดแย้งในสังคมและไม่เกิดการลงทุนที่สูญเปล่า โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ จัดโครงสร้างการบริหารจัดการให้องค์กรบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในระดับชาติ ระดับลุ่มน้ำ และระดับท้องถิ่นที่มีกฎหมายรองรับ รวมทั้งการมีส่วนร่วมของประชาชน องค์กรเอกชน และหน่วยงานของภาครัฐ ทั้งในแง่ของการใช้น้ำ การดูแลรักษาแหล่งน้ำ การอนุรักษ์แหล่งน้ำ และการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อให้ระบบการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรของประเทศมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [1]

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นหน่วยงานของภาครัฐที่ใกล้ชิดกับประชาชนมากที่สุด เป็นองค์กรที่มีบทบาทหน้าที่ภารกิจในการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และทางการเกษตรให้แก่ชุมชนกฎหมายได้กำหนดให้มีการถ่ายโอนภารกิจด้านการบริหารจัดการและการบำรุงดูแลรักษาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอย่างชัดเจน [2] ซึ่งทำให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาลตำบล เทศบาลเมือง มีอำนาจหน้าที่โดยตรงในการขับเคลื่อนนโยบายการบริหารจัดการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และเพื่อการเกษตรในชุมชนที่อยู่ในเขตการปกครองขององค์กรดังกล่าว ดังนั้นกลไกในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในระดับชุมชนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดความยั่งยืนในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในระดับชาติ เนื่องจากชุมชนถือเป็นรากฐานของประเทศ หากสามารถสร้างความเข้มแข็งด้านการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรให้กับทุกชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็เปรียบเสมือนการสร้างคามยั่งยืนให้กับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในระดับประเทศเช่นเดียวกัน

ออนโทโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ก่อกำเนิดขึ้นจากแนวคิดที่ใช้กำหนดความหมายที่เป็นทางการของคำศัพท์ พร้อมทั้งประกาศคุณลักษณะที่ชัดเจนเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายความเป็นตัวแทนของแนวคิด (Concepts) หรือแบบจำลอง (Model) ของกลุ่มชุมชนสารสนเทศที่ใช้ร่วมกัน (Information Communities) ซึ่งโครงสร้าง

ความสัมพันธ์ดังกล่าว เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสามารถเข้าใจและแปลความได้ โดยใช้คลาส (Class) และความสัมพันธ์ระหว่างคลาสช่วยสนับสนุนกระบวนการค้นคืนสารสนเทศและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบความรู้ (Knowledge Based Systems) ในแง่ของการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable) [3] ซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการนำสารสนเทศไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่นการบริการตอบคำถามและช่วยการค้นคว้า (Reference services) การบริการสอนผู้ใช้ (Instruction service) การบริการให้คำแนะนำในการเลือกแหล่งสารสนเทศ (Referral services) การบริการการค้นคืนสารสนเทศ (Information retrieval service) รวมถึงการบริการให้คำแนะนำในด้านต่างๆ (Recommendation Service)

คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรจากชุมชนต้นแบบ และนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนให้กับผู้บริหารหรือผู้นำชุมชนในการบริหารจัดการแหล่งจัดเก็บน้ำเพื่อการเกษตร เช่น หนอง คลอง บึง อ่างเก็บน้ำ หรือฝายกั้นน้ำ เพื่อให้เกษตรกรในชุมชนได้ใช้น้ำเพื่อการเกษตร อย่างคุ้มค่า และมีน้ำใช้เพื่อการเกษตรในปริมาณที่เหมาะสมตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนต้นแบบ
- 1.2 เพื่อออกแบบออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน
- 1.3 เพื่อประเมินการรับรองออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนโดยผู้เชี่ยวชาญ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะของออนโทโลยี กล่าวคือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บ และนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง โดยใช้วิธีการบรรยายแนวความคิดด้วยข้อกำหนด (Specification) เพื่อแสดงมโนภาพ (Conceptualization) ของสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในโดเมน (Domain) เพื่อบรรยายแนวความคิดตามขอบเขตที่สนใจ โดยข้อกำหนดนั้นถูกอธิบายขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจโครงสร้างฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่งในการใช้งานข้อมูลร่วมกัน (Information Sharing) ระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับในโดเมน เนื่องจากออนโทโลยีคือทฤษฎีทางตรรกะ (Logic) ที่ใช้กำหนดความหมายของการอธิบายคำศัพท์ (Vocabulary) จากขอบเขตที่สนใจ [4] โดยใช้คลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส หมายรวมถึงลำดับชั้นของคลาสและคุณสมบัติ (Properties) ของคลาสความรู้ที่ได้จากออนโทโลยีมีขอบเขตอยู่เฉพาะทาง (Domain) ซึ่งช่วยสนับสนุนกระบวนการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) ในแง่ของการตัดทอนคำศัพท์ที่สับสน หรือ บรรยายเชิงความหมายจากหลายแนวคิด (Concepts) ให้สอดคล้องกันภายใต้แนวคิด (Concept) เพียงหนึ่งเดียว ทั้งยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาระบบความรู้ (Knowledge Based Systems) ในแง่ของการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable) และเพิ่มเติมองค์ประกอบได้ภายหลัง ส่วนภาษาที่ใช้ในออนโทโลยีเพื่อบรรยายข้อมูลเชิงความหมาย ได้แก่ XML (Extensible Markup Language) RDF (Resource Description Framework) และ OWL (WebOntology Language) ในการพัฒนาออนโทโลยีแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของความรู้บริบทแวดล้อม และความพร้อมในการพัฒนา [4], [5], [6], [7], [8] โดยมีกระบวนการพัฒนาออนโทโลยีใน 3 แนวทาง คือ การพัฒนาแบบบนลงล่าง (Top-Down) การพัฒนาแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) และการพัฒนาแบบผสม (Combination)

2.2 การประเมินออนโทโลยี หมายถึง การตรวจสอบความเหมาะสมของออนโทโลยีที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่ง Brank Grobelnik และ Mladenec [8] ได้จำแนกระดับในการประเมินออนโทโลยี ออกเป็น 6 ระดับ คือ

2.2.1) ประเมินระดับลักษณะของคำ (Lexical) และคำศัพท์ (vocabulary) หรือระดับของข้อมูล (data layer) กล่าวคือ การประเมินแนวนอนนี้ให้ความสำคัญกับแนวคิด (concepts) กรณีตัวอย่าง (instances) ข้อเท็จจริง (facts) และคำศัพท์ที่ใช้เป็นตัวแทนหรือให้ความหมายแก่แนวความคิดที่บรรจุอยู่ในออนโทโลยี การประเมินในระดับนี้เปรียบเทียบผลจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันในขอบเขตความรู้ (domain) ของปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งประเมินรูปแบบเชิงเทคนิคของออนโทโลยี เช่น ค่าสตริง (string) ความคล้ายคลึงกัน (similarity) และพิจารณาการแก้ไขคำศัพท์ (edit distance) เป็นต้น

2.2.2) ประเมินระดับโครงสร้างข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchy) หรือแบบอนุกรมวิธาน (taxonomy) โดยทั่วไปออนโทโลยีจะประกอบด้วย ลำดับชั้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดด้วยคำว่า "is-a" และความสัมพันธ์ด้วยคำ ในลักษณะอื่นๆ เช่น การประเมินค่าที่มีความหมายคล้ายกัน (synonym) จะพิจารณาความถูกต้องในการกำหนดความสัมพันธ์แบบ "is-a" เป็นลำดับแรก

2.2.3) ประเมินจากความสัมพันธ์เชิงความหมายในลักษณะอื่นๆ (Other semantic relations) นอกเหนือจากการประเมินจากความสัมพันธ์แบบ "is-a" แล้ว ออนโทโลยีอาจมีความสัมพันธ์อื่นๆ ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้สามารถประเมินได้จากการพิจารณาความแม่นยำ (precision) และการเรียกคืน (recall) จากการสืบค้นของผู้ใช้บริการแต่ละครั้ง

2.2.4) ประเมินระดับบริบท (Context) หรือ แอปพลิเคชัน (application) กล่าวคือ ออนโทโลยีอาจเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งทรัพยากรสารสนเทศขนาดใหญ่ซึ่งรวมเอาออนโทโลยีจำนวนมากไว้ด้วยกัน และในการสืบค้นข้อมูลอาจต้องอ้างอิงคำกีดความเดียวกันจากออนโทโลยีหลายๆ ชุด ในกรณีนี้จึงจำเป็นที่จะต้องเข้าไปประเมินในระดับบริบท และแอปพลิเคชัน (application) ซึ่งการประเมินจะพิจารณาจากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับโปรแกรมประยุกต์ เมื่อผู้ใช้บริการดำเนินการสืบค้นข้อมูลบนออนโทโลยีด้วยแอปพลิเคชันดังกล่าว

2.2.5) ประเมินในระดับประโยค (Syntactic) การประเมินในระดับนี้ได้รับความสนใจจากนักพัฒนาออนโทโลยีเป็นจำนวนมาก (ontologies) โดยเฉพาะออนโทโลยีที่ได้พัฒนาโครงสร้างขึ้นด้วยตนเอง (constructed manually) โดยปกติออนโทโลยีถูกอธิบายด้วยภาษาที่เป็นทางการ และให้ประโยคที่ตรงกับหลักไวยากรณ์พื้นฐานของภาษาเหล่านั้น เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน อาทิ การนำเสนอเอกสารด้วยภาษาธรรมชาติ การหลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนกัน (loops) ระหว่างคำนิยาม เป็นต้น

2.2.6) ประเมินในระดับโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และการออกแบบ (Structure Architecture and Design) เนื่องจากการพัฒนาออนโทโลยีต้องทำให้เป็นไปตามข้อกำหนดเชิงโครงสร้าง สถาปัตยกรรม และมาตรฐานในการออกแบบที่มีไว้ล่วงหน้าอยู่แล้ว การประเมินในระดับนี้จะทำให้ได้ออนโทโลยีที่มีความเหมาะสมและสามารถรองรับการปรับปรุงในอนาคตอย่างยั่งยืนนอกจากนั้นแล้ว Brank, Grobelnik และ Mladenic [9] ได้แบ่งแนวคิดในการประเมินออนโทโลยีออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (1) การประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบมาตรฐานออนโทโลยีที่ดี (golden standard) กับออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้น กล่าวคือ ผู้ประเมินจะทำการเปรียบเทียบการให้ความหมายของรูปแบบไวยากรณ์ (syntax) ในออนโทโลยีกับการให้ความหมายเฉพาะตามรูปแบบไวยากรณ์ในภาษาทางการ (syntax specification of formal language) ที่ออนโทโลยีทำการเขียน เช่น ภาษา RDF และ ภาษา OWL เป็นต้น (2) การประเมินลักษณะการใช้งานออนโทโลยีบนแอปพลิเคชันต่างๆ พิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้จากออนโทโลยีซึ่งทำงานบนแอปพลิเคชันเหล่านั้น (3) การประเมินโดยเปรียบเทียบที่มาของแหล่งข้อมูล เช่น พิจารณาการจัดเก็บเอกสาร (collection of documents) หรือ ขอบเขตความรู้ที่อยู่ในออนโทโลยี (domain to be covered by the ontology) และ (4) การประเมินโดยมนุษย์ (Assessment by humans) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในโดเมนเฉพาะเป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์ มาตรฐาน และระบุความต้องการเชิงระบบในออนโทโลยีไว้ล่วงหน้าแล้ว ซึ่งจากที่คณะผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ออนโทโลยีในหลายๆ ด้าน เช่น การออกแบบออนโทโลยีอาหารสำหรับการควบคุมโรคเบาหวาน [10] ระบบประยุกต์ออนโทโลยีอาหารสำหรับ

แนะนำเมนูอาหารในร้านอาหาร [11] เอเจนต์อัจฉริยะสำหรับการแนะนำอาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวาน [12] การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับระบบให้คำแนะนำอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญตามหัวข้องานวิจัยของนักศึกษา [13] การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับการรวมข้อมูลเชิงความหมายของความรู้ด้านสมุนไพรไทย เป็นต้น [14]

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

- 1.1 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เกษตรกรในชุมชนตำบล อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นผู้ปลูกข้าวจำนวน 30 คน และเป็นผู้ปลูกมันเทศจำนวน 30 คน
- 1.2 กลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านออนโทโลยีจำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนจำนวน 3 คน

2. เครื่องมือการวิจัย

- 2.1 แบบสำรวจพื้นที่เพื่อสำรวจบริบทเกี่ยวกับการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรและแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนตำบล
- 2.2 แบบสัมภาษณ์เกษตรกร เพื่อรวบรวมข้อมูลการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรของเกษตรกรตำบลตำบล
- 2.3 ออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบลที่คณะนักวิจัยพัฒนาขึ้น
- 2.4 แบบประเมินความเหมาะสมของออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบล

3. การวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 สำรวจสภาพพื้นที่และแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบลแบบที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุมชนตำบล อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งอยู่ในเขตการปกครองขององค์การบริหารส่วนตำบลตำบล อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ข้อมูลพื้นที่และแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน
- 3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเกษตรกรและปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของเกษตรกรในชุมชนตำบล เพื่อนำไปเป็นฐานความรู้ในการออกแบบออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบล ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในหนึ่งรอบการผลิตของเกษตรกรทั้งหมดในชุมชน
- 3.3 ออกแบบออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนตำบล โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1.2 เป็นฐานในการออกแบบผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน
- 3.4 ประเมินรับรองออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านออนโทโลยีและ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ผลการประเมินรับรองออนโทโลยีที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนต้นแบบ

จากการสำรวจพบว่า ชุมชนทับน้ำ อำเภอบางพระหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประกอบด้วย 5 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1 บ้านคลองสาน หมู่ที่ 2 บ้านลำปู่เฒ่า หมู่ที่ 3 บ้านกลาง หมู่ที่ 4 บ้านทับน้ำ และหมู่ที่ 5 บ้านปลายน้ำ ตำบลทับน้ำเป็นพื้นที่ราบลุ่มมีคลองผ่านทุกหมู่บ้าน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนาและปลูกมันเทศโดยมีแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรจากคลองทับน้ำ ซึ่งไหลผ่านทั้ง 5 หมู่บ้าน และองค์การบริหารส่วนตำบลทับน้ำได้ใช้งบประมาณในการปรับปรุงคลองทับน้ำซึ่งไหลผ่านทั้ง 5 หมู่บ้าน ให้เป็นฝายกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรให้แต่ละหมู่บ้านจำนวน 5 ฝาย หมู่บ้านละ 1 ฝายเพื่อใช้กักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งสามารถสูบน้ำจากคลองบางกุ่มซึ่งติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาเข้ามาเก็บในแต่ละฝายได้ ซึ่งแต่ละฝายมีข้อมูลความจุดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนทับน้ำ

ชื่อฝาย	ความกว้าง(เมตร)	ความลึก (เมตร)	ความยาว(เมตร)	ปริมาตรสุทธิ(ลบ.ม)
ฝายคลองสาน (หมู่ที่ 1)	25	3	320	24,000
ฝายลำปู่เฒ่า (หมู่ที่ 2)	25	3	1,700	127,500
ฝายบ้านกลาง(หมู่ที่ 3)	25	3	700	52,500
ฝายทับน้ำ(หมู่ที่ 4)	25	3	1,400	105,000
ฝายปลายน้ำ (หมู่ที่ 5)	25	3	2,000	150,000

จากตารางที่ 1 ผลการสำรวจแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนทับน้ำพบว่า ชุมชนทับน้ำมีแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตรที่เป็นหัวใจหลัก 5 ฝาย คือ ฝายคลองสานใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 1 ความจุ 24,000 ลบ.ม ฝายปู่เฒ่าใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 2 ความจุ 127,500 ลบ.ม ฝายบ้านกลางใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 3 ความจุ 52,500 ลบ.ม ฝายทับน้ำใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 4 ความจุ 105,000 ลบ.ม และ ฝายปลายน้ำใช้เป็นพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตรสำหรับเกษตรกรหมู่ที่ 5 ความจุ 150,000 ลบ.ม โดยปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในแต่ละฝายจะถูกกักเก็บไว้เพื่อรองรับการเพาะปลูกของเกษตรกรในชุมชนทับน้ำ ซึ่งมีข้อมูลการเพาะปลูกดังตารางที่ 2 ผลการสำรวจข้อมูลเกษตรกรและปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนทับน้ำ

ตารางที่ 2 ผลการสำรวจข้อมูลเกษตรกรและปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนทับน้ำ

ประเภทการเพาะปลูก	พื้นที่เพาะปลูก(ไร่)	ร้อยละ
ข้าว	2,939	70.77
มันเทศ	1,200	28.90
อื่นๆ	14	0.33
รวม	4,153	100.00

จากตารางที่ 2 ผลการสำรวจข้อมูลเกษตรกรและปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนทับน้ำพบว่า เกษตรกรชุมชนทับน้ำ ส่วนใหญ่ปลูกข้าว โดยคิดเป็นร้อยละ 70.77 รองลงมาคือมันเทศ คิดเป็นร้อยละ 28.90 และพืชอื่นๆ ร้อยละ 0.33 หลังจากการศึกษาพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวและมันเทศ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 60 ราย โดยแบ่งเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว 30 ราย เกษตรกรผู้ปลูกมันเทศ 30 ราย

เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อปลูกข้าวและมันเทศในแต่ละรอบการผลิต โดยการสัมภาษณ์แบบรายตัวและหาค่าเฉลี่ยทุกรายการ ผลการศึกษาพบว่า ในหนึ่งรอบการผลิตใช้น้ำเพื่อปลูกข้าว 1,120 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้นในเขตพื้นที่ตำบลทับน้ำมีการปลูกข้าวจำนวน 2,939 ไร่ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีความต้องการใช้น้ำในการทำนาโดยเฉลี่ย 3,291,680 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิต และนอกจากนั้นแล้วคณะผู้วิจัยได้ศึกษาปริมาณการใช้น้ำเพื่อปลูกมันเทศต่อ 1 ไร่ต่อรอบการผลิต (ระยะปลูก 8000 ต้นต่อไร่) พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 312 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อรอบการผลิต ดังนั้นในหนึ่งรอบการผลิตของการปลูกมันเทศทั้งหมดในเขตพื้นที่ตำบลทับน้ำจำนวน 1200 ไร่ เกษตรกรผู้ปลูกมันเทศมีความต้องการใช้น้ำเพื่อปลูกมันเทศโดยเฉลี่ย 374,400 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิต จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้วิจัยมีการกำหนดปัจจัยพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์ความต้องการน้ำในเบื้องต้น ประกอบด้วย 1) จำนวนแปลงนา (ไร่) 2) จำนวนแปลงมันเทศ (ไร่) และ 3) จำนวนประชากร(คน) ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้น้ำ ในลักษณะเชิงเส้นตรง และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกล่าวคือ

- 1) ถ้าจำนวนแปลงนาเพิ่มขึ้น ความต้องการน้ำเพิ่ม ขึ้น
- 2) ถ้าจำนวนแปลงมันเทศเพิ่มขึ้น ความต้องการน้ำเพิ่ม ขึ้น
- 3) ถ้าจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ความต้องการน้ำเพิ่ม ขึ้น

โดยที่ความต้องการใช้น้ำ ของทั้ง 3 ปัจจัยข้างต้นในระยะเวลา 120 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาตามอายุการเพาะปลูกของข้าว และ มันเทศ ในตำบลทับน้ำ แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำระยะเวลา 120 วันของ ข้าว และ มันเทศ

ปัจจัย	ปริมาณความต้องการใช้น้ำระยะเวลา 120 วัน/1 ไร่ (ลูกบาศก์เมตร)
จำนวนแปลงนา(ไร่)	1,120
จำนวนแปลงมันเทศ (ไร่)	312

ตารางที่ 4 ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำรวมทั้งหมดในระยะเวลา 120 วัน

ปัจจัย	จำนวน	ปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมดระยะเวลา 120 วัน (ลูกบาศก์เมตร)
จำนวนแปลงนา(ไร่)	2,939	3,291,680 (2,939 ไร่ x 1,120ลบ.ม.)
จำนวนแปลงมันเทศ (ไร่)	1,200	374,400 (1,200ไร่ x 312ลบ.ม.)
จำนวนประชากร(คน) (200 ลิตร/คน/วัน)	3,055	73,320 (3,055 คน x 0.2 ลบ.ม x 120 วัน)

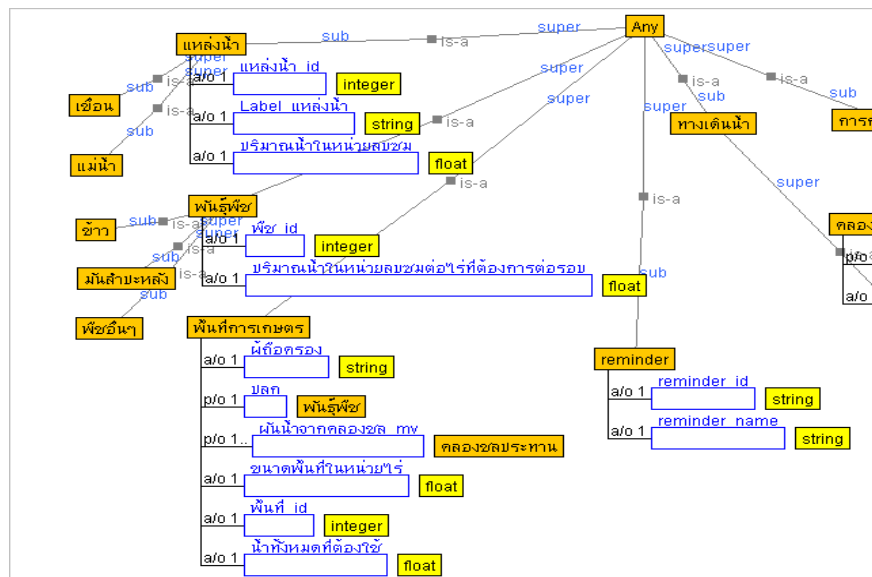
***หมายเหตุ 1 ลบ.ม. เท่ากับ 1,000 ลิตร [ที่มา :]

http://local.enviromnet.in.th/explain_detail.php?id=161

จากตารางที่ 4 สามารถ สรุปปริมาณการใช้น้ำในรอบการเพาะปลูกระยะเวลา 120 วัน ของทั้ง 3 ปัจจัยพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น เป็นปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งสิ้น 3,739,400 ลูกบาศก์เมตร

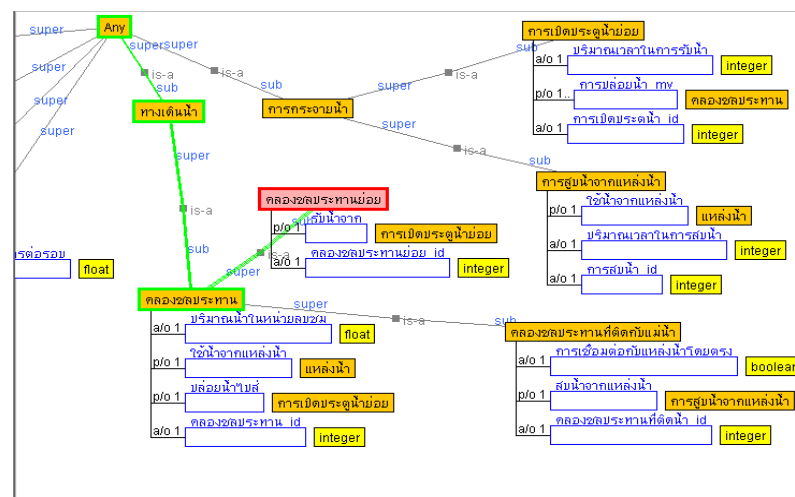
2. ผลการออกแบบออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน

จากข้อมูลพื้นฐานคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน เพื่อนำเสนอองค์ความรู้ของการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน โดยใช้ Hozo ontology editor ซึ่งเป็นเครื่องมือในการออกแบบออนโทโลยีเพื่อรวบรวมแนวคิด และส่วนที่เกี่ยวข้องที่มี



ภาพที่ 1 ภาพบางส่วนของออนไลน์เพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน

ความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำ, การกระจายน้ำ, พื้นที่การเกษตร และพืชพันธุ์อ่อนโทโลยีจะมีโครงสร้างหลักของแนวคิดออนโทโลยีการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ แหล่งน้ำ ทางเดินน้ำ พื้นที่การเกษตร การกระจายน้ำ และโครงสร้างย่อยของแนวคิดออนโทโลยีการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน ที่มีคุณสมบัติของคลาสย่อยของแหล่งน้ำตัวอย่างเช่นคลาส(class)แม่น้ำซึ่งจะนำมานำเสนอในบทความนี้เป็นเพียงบางส่วนของออนโทโลยีเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน ดังภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 2 ภาพบางส่วนของอินโฟลิยเพื่อบูรณาการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน

ในภาพรวมออนโทโลยีนี้จะประกอบไปด้วย 18 แนวคิด (concepts) และ 26 ความสัมพันธ์ (relations) ซึ่งจากออนโทโลยีที่สมบูรณ์สามารถนำส่งออก(exported)เป็น OWL format [15] สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้

ในการสร้างกรณีตัวอย่าง (Instantiation) หรือการกำหนดอินสแตนซ์(Instance) ให้กับแนวคิดของออนโทโลยีนี้ร่วมกับฐานข้อมูล โดยสคีมาของฐานข้อมูลจะถูกแม็ป(Mapped)กับสคีมาของออนโทโลยีโดยใช้ Ontology

Application Management Tool (OAM tool) [16] ในกรณีตัวอย่างนี้มีการแมป (map) พิวด์ข้อมูลไปเป็นรูปแบบ OWL Class ตามตารางแมปปิง(Mapping) ออนไลน์ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการแมปปิง(mapping) ระหว่างตารางฟิลด์ฐานข้อมูล (database field)กับ OWL class

Database		Ontology	
Table	Column	Class/Relation	Sub-Class
Source	source_id	แหล่งน้ำ>>แหล่งน้ำ id	-
	source_name	แหล่งน้ำ>>Label แหล่งน้ำ	
	amount	แหล่งน้ำ>>ปริมาณน้ำในหน่วย ลบ.ชม	

สำหรับการอนุมาน (Inference) ในการประมาณการในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรจากอินสแตนซ์กลไกการอนุมาน (inference engine) เป็นสิ่งจำเป็นที่จะให้ข้อสรุปเกี่ยวกับพื้นฐานของข้อยืนยันและเหตุผล ซึ่งสามารถใช้ OAM [16] ซึ่งมี Jena inference engine รวมอยู่ในตัวแล้ว ด้วยความสามารถของ OAM ทำให้สามารถสร้างกฎในการกำหนดการจัดสรรน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนได้ จากอินสแตนซ์ในสเปรดชีต โดยไม่ต้องรู้ไวยากรณ์ของ JENA ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 กฎการอนุมานในรูปแบบตาราง

พื้นที่การเกษตร>>น้ำทั้งหมดที่ต้องใช้		Reminder	
< 6000	>= 6000	1	2
x			x
	x	x	

จากตารางที่ 6 ได้ยกตัวอย่างกฎการอนุมานในรูปแบบตาราง เช่น ถ้าน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนน้อยกว่า 6000 ตร.ลบ. ต่อน้ำที่ต้องการใช้ให้เปิดประตูระบายหรือเปิดเครื่องสูบน้ำให้พื้นที่ที่ต้องการใช้น้ำ และในทางตรงกันข้าม ให้เก็บน้ำไว้ในพื้นที่เพื่อใช้การเกษตรของพื้นที่ตนเองให้เพียงพอ เป็นต้น

3. เพื่อประเมินรับรองออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนโดยผู้เชี่ยวชาญ

คณะนักวิจัยได้นำเสนอออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนที่พัฒนาขึ้น ต่อผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างออนโทโลยีจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการจัดการน้ำจำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล พบว่า ผลการประเมินการออกแบบโครงสร้างออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างออนโทโลยี มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม = 3.55 และค่า S.D. = 0.12 และผลการประเมินออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนด้านเนื้อหาการจัดการน้ำมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยค่าเฉลี่ยความเหมาะสม = 3.60 และค่า S.D. = 0.08 จึงสรุปได้ว่าออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนที่คณะนักวิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี และผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน

สรุปผลการวิจัย

ออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนที่คณะนักวิจัยได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยแนวคิดและส่วนที่เกี่ยวข้องที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำ, การกระจายน้ำ, พื้นที่การเกษตร และพืชพันธุ์ โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมโดยรวมของออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนอยู่ในระดับดีทั้งในด้านโครงสร้างออนโทโลยีและด้านเนื้อหาการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน ดังนั้นออนโทโลยีที่คณะนักวิจัยได้พัฒนาขึ้นในครั้งนี้จึงสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์เพื่อให้คำแนะนำในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนให้สามารถบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนได้อย่างเหมาะสม เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์ในการเพาะปลูกมากที่สุด เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในภาพรวมของประเทศในลำดับต่อไป ซึ่งในโอกาสต่อไปคณะผู้วิจัยจะได้นำเสนอถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมประยุกต์เพื่อให้คำแนะนำในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนที่พัฒนาต่อจากการวิจัยในครั้งนี้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ดำเนินงานโดยอาศัยข้อมูลจากชุมชนเพื่อนำมาเป็พื้นฐานในการพัฒนาออนโทโลยีเพื่อบริหารจัดการองค์ความรู้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน ดังนั้นในการนำผลการวิจัยไปใช้งานจำเป็นต้องศึกษาบริบทของชุมชนให้ชัดเจน การทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยสามารถนำออนโทโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ไปประกอบลงในระบบให้คำแนะนำในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชนพร้อมทั้งนำระบบไปใช้กับผู้ใช้จริงเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบในการแนะนำการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรในชุมชน นอกจากนี้ควรมีการเพิ่มปริมาณของกฎให้เพิ่มขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของระบบให้น้อยลง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมทรัพยากรน้ำ. (2546). *การจัดการทรัพยากรน้ำ*. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงมหาดไทย.
- [2] จักรวาล พิมลตรี. (2555). *การจัดการน้ำเพื่อการเกษตร องค์การบริหารส่วนตำบลนาเพียง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดขอนแก่น*. (การค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- [3] Dragan, G., Dragan, D. and Vldan, D. (2006). *Model driven architecture and ontology development*. New York: Springer Berlin Heidelberg.
- [4] T.R.Grubber.(1993). *A Translation Approach to PortableOntology Specifications*. Knowledge Acquisition, pp.199-220.
- [5] วรลักษณ์ วงศ์โดยหวัง ศิริเจริญ. (2550). *ออนโทโลยีกับวิศวกรรมซอฟต์แวร์*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- [6] วิชุดา โชติรัตน์, ผุสดี บุญรอด, และศจีมาจ ณ วิเชียร. (2554). การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับวิเคราะห์ข่าวออนไลน์โดยอัตโนมัติ. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 7 (17), 13-18.
- [7] โรสริณ อัครนิจ, ธนิต พุทธิพงศ์ศิริพร, น้าฝน ลาตบวงค์, และ อารีย์ ธัญกิจจานุกิจ. (2554). การพัฒนาออนโทโลยีเพื่อการจัดการความรู้ด้านการแปรรูปข้าว. *วารสารเกษตร*, 27(3), 267-274.
- [8] Broughton, V. (2006). *Essential thesaurus construction*. London: Facet Publishing.
- [9] Currás, E. (2010). *Ontologies, taxonomies and thesauri in systems science and systematic*. Oxford : Chandos.

- [10] J. Cantais, D. Dominguez, V.Gigante, L. Laera and V. Tamma. (2005). "An example of food ontology for diabetes control" *International Semantic Web Conference 2005 workshop on Ontology Patterns for the Semantic Web*.
- [11] C. Snae and M. Bruckner. (2008). "FOODS: A Food-Oriented ontology-driven system" *IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 169-176.
- [12] C. S. Lee, M. H. Wang, H. C. Li, and W. H. Chen. (2008). *Intelligent ontological agent for diabetic food recommendation*. IEEE World Congress on Computational Intelligence.
- [13] นาถธิชา เกษรพันธ์. (2554). การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับระบบให้คำแนะนำอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญตามหัวข้องานวิจัยของนักศึกษา. (การค้นคว้าแบบอิสระปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- [14] ปฏิคม ทองจริง. (2552). ออนโทโลยีสำหรับการรวมข้อมูลเชิงความหมายของความรู้ด้านสมุนไพรไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- [15] McGuinness, D., Harmelen, F. (2004). *OWL Web Ontology Language Overview*: available online at <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>
- [16] Buranarach, M., Rattanasawad, T., Ruangrajitpakorn, T. (2015) : Ontology-based Framework to Support Recommendation Rule Management using Spreadsheet. *The Tenth International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS2015)*.