

การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี

ราชวิทย์ ทิพย์เสนา¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี 2) เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี โดยใช้วิธีการวิจัยแบบผสม ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเก็บรวบรวมจากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง และจากการสัมภาษณ์เชิงลึก ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลหลักแบบเจาะจง ได้แก่ 1) บุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ประกอบด้วย หัวหน้าพิพิธภัณฑ์ จำนวน 1 คน ภัณฑารักษ์ จำนวน 3 คน และพนักงานประจำพิพิธภัณฑ์ จำนวน 2 คน 2) ชาวบ้านผู้มีความรู้ด้านภาษาชนเผ่าบ้านเชียงและกลุ่มผลิตภาษาชนเผ่าลายเขียนสีบ้านเชียง จาก 3 หมู่บ้าน จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสำรวจข้อมูล แบบสัมภาษณ์เชิงลึก และแบบสอบถาม พัฒนาออนโทโลยีจากข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียงด้วยโปรแกรมโปรทีเจ เพื่อให้ได้ภาษา OWL ที่ใช้สำหรับการอธิบายออนโทโลยีและกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นำไปใช้ในการพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง มีคลาสหลักจำนวน 4 คลาส ประกอบด้วย คลาสข้อมูลทางลักษณะ คลาสข้อมูลอายุสมัย คลาสข้อมูลรูปทรง และคลาสข้อมูลลวดลาย มีคลาสย่อย จำนวน 25 คลาส คุณสมบัติของคลาส ประกอบด้วย คุณสมบัติสำหรับกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส จำนวน 7 ความสัมพันธ์ และคุณสมบัติของชนิดข้อมูล จำนวน 26 คุณสมบัติ ระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านประสิทธิภาพของระบบสืบค้นฐานความรู้ ($\bar{X} = 4.43$)

คำสำคัญ: ระบบสืบค้นฐานความรู้; ออนโทโลยี; ภาษาชนเผ่า; บ้านเชียง; อุดรธานี

¹ สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อีเมล rachawit.tip@gmail.com

Development an Ontology Knowledge Base for Clay Pottery of Ban Chiang Archaeological Site, Udon Thani Province

Rachawit Tipsena¹

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop an ontology knowledge base for clay pottery, Ban Chiang archaeological site at Udon Thani Province 2) to develop an ontology knowledge based retrieval system for clay pottery, Ban Chiang archaeological site at Udon Thani Province and 3) to evaluate users' satisfaction towards the ontology knowledge based retrieval system. The mixed methods were used for the study, collecting data from the Ban Chiang National Museum and in-depth interviews. A proposed sampling was used to select key informants, including 1) the staff of the Ban Chiang National Museum consists of 1 head of the museum, 3 curators and 2 staff, 2) nine villagers who have knowledge of Ban Chiang clay pottery and producer group of Ban Chiang painted pottery from 3 villages. The data collections of instrument were a survey form, an in-depth interview form and a questionnaire. The Protégé software was used to obtain the OWL language-for describing the ontology and defining the data relationship, in order to develop the ontology knowledge based retrieval system.

It is found that there are 4 main classes of the ontology, namely, Feature class, Period class, Form class, and Pattern class, and 25 subclasses. A class property consists of properties for defining the 7 relationships between classes and 26 properties. A web application was designed to be an ontology knowledge based retrieval system. The users' overall satisfaction score was at high level ($\bar{X} = 4.25$) with the highest mean score was on the efficiency of the knowledge based retrieval system ($\bar{X} = 4.43$).

Keywords: Knowledge Based Retrieval System, Ontology, Clay Pottery, Ban Chiang, Udon Thani

¹ Department of Information Science, Udon-Thani Rajabhat University E-mail: rachawit.tip@gmail.com

บทนำ

แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี มรดกวัฒนธรรมทางประวัติศาสตร์ที่ถูกลืม มีร่องรอยการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ครอบคลุมระยะเวลานับพันปี เป็นการค้นพบหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่ทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการของเผ่าพันธุ์มนุษย์ อารยธรรม และวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ในอดีต ไม่ว่าจะเป็นวิวัฒนาการของเครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องประดับร่างกาย และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แหล่งโบราณคดีบ้านเชียงจึงเป็นแหล่งเรียนรู้ทางประวัติศาสตร์สำคัญที่ควรค่าแก่การศึกษา อีกทั้งยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ที่ดึงดูดนักโบราณคดี นักวิจัย และนักท่องเที่ยวจากทั่วโลกให้มาเยือนบ้านเชียง ก่อให้เกิดการศึกษาค้นคว้า การวิจัยทางด้านประวัติศาสตร์ รวมถึงการวิจัยทางการประยุกต์ใช้หลากหลายที่ได้รับอิทธิพลจากศิลปกรรมภาชนะดินเผาบ้านเชียงอย่างกว้างขวาง (Office of National Museum, 2007: 27) การขุดค้นพบวัตถุโบราณที่ฝังอยู่ใต้ดินจนนำมาสู่การจัดเก็บ การอนุรักษ์ และการเผยแพร่ข้อมูลที่ค้นพบในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ การประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงโบราณคดีบ้านเชียง การจัดทำของที่ระลึกเลียนแบบภาชนะดินเผาลายเขียนสี อันเป็นเอกลักษณ์ของบ้านเชียง และการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลทางประวัติศาสตร์บ้านเชียง ภายในพิพิธภัณฑ์มีส่วนจัดแสดงวัตถุโบราณที่ขุดค้นพบเพื่ออธิบายถึงความเป็นมาและรายละเอียดของวัตถุโบราณแต่ละชิ้น วัตถุโบราณที่พบโดยส่วนใหญ่มักจะเป็นเครื่องปั้นดินเผาหรือภาชนะดินเผาที่มีลวดลายอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง และยังมีรูปทรงของภาชนะดินเผาที่บ่งบอกถึงลักษณะการนำไปใช้งาน การศึกษารายละเอียดของภาชนะดินเผาบ้านเชียง นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ที่จะช่วยให้ทราบถึงข้อมูลทางวัฒนธรรมของมนุษย์ในยุคก่อนประวัติศาสตร์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามหากมีการเผยแพร่ ประชาสัมพันธ์แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเผยแพร่ข้อมูล จะทำให้ผู้สนใจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งการศึกษาข้อมูลทางด้านภาชนะดินเผาโดยเฉพาะนั้น ต้องอาศัยระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลนานพอสมควร หากมีการรวบรวมข้อมูลภาชนะดินเผามาจัดทำเป็นฐานข้อมูล จัดเก็บอย่างเป็นระบบ และพัฒนาเป็นระบบสืบค้นข้อมูล ก็จะทำให้เกิดความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการเดินทางไปที่บ้านเชียง หรือหากเดินทางไปที่พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ก็สามารถสืบค้นข้อมูลระหว่างการเข้าเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ได้

การเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลจำนวนมาก อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน การจัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จึงเกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่เรียกว่า ออนโทโลยี เพื่อใช้สำหรับการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งออนโทโลยีเป็นลักษณะการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลแบบมีโครงสร้างลำดับชั้น สามารถวิเคราะห์ จำแนกหมวดหมู่ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันได้อย่างถูกต้อง เทคโนโลยีออนโทโลยีจึงเข้ามามีบทบาทในการจัดเก็บข้อมูล และนิยมนำฐานความรู้ออนโทโลยีไปพัฒนาเป็นระบบสืบค้นข้อมูล ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าการสืบค้นจากฐานข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการจัดเก็บและการสืบค้นสารสนเทศที่มีความทันสมัย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะรวบรวมข้อมูลภาชนะดินเผาบ้านเชียงให้ครอบคลุมทุกด้าน และนำข้อมูลที่ได้ออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี นำฐานความรู้ออนโทโลยีไปพัฒนาระบบสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic search) ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลภาชนะดิน

เผ่าบ้านเชียงจากแหล่งข้อมูลที่มีความถูกต้อง นำมาจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ทำให้มีฐานข้อมูลองค์ความรู้ และมีระบบสืบค้นฐานความรู้ภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี อันจะเป็นประโยชน์สำหรับการสืบค้นข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง ผู้สนใจข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งาน ลดทลายและรูปทรงของภาษาชนเผ่าบ้านเชียงได้เป็นอย่างดี รวมถึงเป็นช่องทางในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ให้เป็นที่รู้จักของสาธารณชนมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี
2. เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ออนโทโลยี (Ontology) คือการกำหนดวิธีนำเสนอข้อมูลและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโดเมน มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) และการจัดการข้อมูล โดยออนโทโลยีเป็นการพัฒนาโครงสร้างฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่ง หรือขอบเขตใดขอบเขตหนึ่งที่มีแนวคิดและความเข้าใจตรงกัน ออนโทโลยีนิยมใช้ในการอธิบายความหมายของสิ่งต่าง ๆ สามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลในขอบเขตความสนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การประยุกต์ใช้งานออนโทโลยี สามารถใช้งานได้หลายด้าน เช่น เว็บเชิงความหมาย (Semantic web) การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge management) ธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์ (e-Business) พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Commerce) และการสืบค้นสารสนเทศเชิงความหมาย (Semantic search) มีความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกัน สามารถนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ และมีความสามารถในการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) ดังนั้น การนำออนโทโลยีมาใช้งานจึงเป็นการแยกองค์ความรู้ออกจากฐานข้อมูลอย่างชัดเจน (Thongjing, 2009: 8-9) ออนโทโลยีมีข้อกำหนดที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความเข้าใจในขอบเขตขององค์ความรู้นั้น ๆ มีโดเมนไปในทิศทางเดียวกัน โดยใช้นิยามแนวคิดให้อยู่ในรูปแบบของคลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Relation) คุณสมบัติของคลาส (Properties) สล็อต (Slot) ส่งผลให้เกิดความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น มีรูปแบบและโครงสร้างในการอธิบายออนโทโลยีด้วยภาษาที่ใช้สำหรับเว็บเชิงความหมาย เช่น ภาษา XML, RDF, RDFS, OWL เป็นต้น (Chuenta, Thongkam, & Phuboon-ob, 2014: 16-17)

2. ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology knowledge based) เป็นการอธิบายรูปแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ตามเขตข้อมูลที่สนใจ (Domain) เชิงมโนภาพ โดยสามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานความสัมพันธ์ของเทอม (Term) เพื่อใช้เป็นฐานความรู้ได้ ฐานความรู้ออนโทโลยีมีองค์ประกอบ คือ แนวคิด (Concepts) รายละเอียดด้านคุณสมบัติ (Properties) ความสัมพันธ์ (Relations) ข้อกำหนดการสร้างความสัมพันธ์ (Axioms) และตัวอย่างข้อมูล (Instance) (Chotirat, Boonrawd, & Na-Wichian, 2011: 14)

3. การสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic search) คือ โปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการสืบค้นข้อมูลจากเว็บเชิงความหมาย การใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับความหมายจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูล ซึ่งการสืบค้นแบบเดิมจะใช้เทคโนโลยี Traditional Information Retrieval (IR) ที่ใช้พื้นฐานการค้นหาจากคำที่ปรากฏในเอกสารและพิจารณาเพิ่มเติมจากการเชื่อมโยง (Hyperlink) ระหว่างเอกสาร เมื่อนำระบบการสืบค้นเชิงความหมายเข้ามาใช้ จะช่วยขยายความสามารถในการค้นหาผลลัพธ์เชิงวัตถุและคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับคำค้น (Panyamee, 2009: 4) การสืบค้นเชิงความหมายถูกพัฒนาขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดของภาษา HTML (Hypertext Markup Language) สำหรับการอธิบายข้อมูล ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้เพียงโครงสร้างพื้นฐานของข้อมูลที่แสดงบนหน้าเว็บเพจเท่านั้น แต่ไม่สามารถรู้ความหมายของข้อมูลหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของคำต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับมนุษย์ และสามารถนำข้อมูลและความหมายของคำเหล่านั้นไปประมวลผลอัตโนมัติ (Guha, McCool, & Miller, 2003: 700-709) การสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายมักจะใช้ภาษา PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) ในการพัฒนาระบบสืบค้นร่วมกับแฟ้มข้อมูล RDF (Resource Description Framework) หรือ OWL (Web Ontology Language) ที่ได้จากการพัฒนาออนโทโลยี การเชื่อมต่อระหว่างภาษา PHP กับแฟ้มข้อมูล RDF หรือ OWL นั้น ต้องอาศัย RAP-RDF API for PHP ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมเสริมของ PHP สำหรับเชื่อมต่อระหว่างโครงสร้างออนโทโลยีกับระบบสืบค้น โดยที่ RAP จะทำการค้นข้อมูลในแฟ้มข้อมูล RDF หรือ OWL สามารถสืบค้นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับคำค้น และแสดงผลการสืบค้นที่มีความสัมพันธ์อื่น ๆ กับคำค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Dhamabutra, & Prakan-Charoen, 2010: 718-719)

4. แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง (Ban Chiang archaeological site) อยู่ในเขตพื้นที่บ้านเชียง ตำบลบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี และหมู่บ้านใกล้เคียง ก่อนที่จะมีการศึกษาทางโบราณคดีบ้านเชียง ชาวบ้านพบเห็นเศษภาชนะดินเผาลายเขียนสีกระจายอยู่บนเนินดินบริเวณที่ตั้งบ้านเรือน จนเมื่อ พ.ศ. 2500 ชาวบ้านเชียงเริ่มให้ความสนใจภาชนะดินเผาลายเขียนสีที่พบ จึงรวบรวมให้ครูใหญ่โรงเรียนบ้านเชียงในเวลานั้น เก็บรักษาไว้ในโรงเรียนเพื่อให้ผู้คนได้ชม (Wachirapatharakul, 2002: 5) หลังจากนั้นได้มีนักโบราณคดีนำเศษภาชนะดินเผาไปตรวจวิเคราะห์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นศิลปวัตถุที่มีความเก่าแก่สมัยก่อนประวัติศาสตร์เป็นเวลากว่า 5,600 ปีมาแล้ว จึงมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางโบราณคดีอย่างจริงจัง นับตั้งแต่ พ.ศ. 2510 เป็นต้นมา บ้านเชียงกลายเป็นแหล่งโบราณคดีที่สำคัญ (Kasviset, 2010: 4) หลังจากที่บ้านเชียงเป็นที่รู้จักของนักโบราณคดี นักวิจัย นักวิชาการ และบุคคลทั่วไปจากทั่วโลก เข้ามาศึกษาค้นคว้า อีกทั้งยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของมนุษย์ในอดีต ในการประชุมคณะกรรมการมรดกโลกสมัยสามัญครั้งที่ 16 ที่เมืองแซนตาเฟ ประเทศสหรัฐอเมริกา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียงได้รับการขึ้นบัญชีให้เป็นมรดกโลก จากองค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือ UNESCO โดยการประกาศให้แหล่งโบราณคดีบ้านเชียงเป็นมรดกโลกทางวัฒนธรรม เมื่อ ค.ศ. 1992 หรือเมื่อ พ.ศ. 2535 (UNESCO World Heritage Centre, 2012: 1)

5. ภาชนะดินเผาบ้านเชียง เป็นภาชนะดินเผาที่มีรูปทรงต่าง ๆ และมีลวดลายปรากฏอยู่บนพื้นผิวของภาชนะ กรมศิลปากรได้ส่งภาชนะดินเผาบ้านเชียงที่มีการขุดค้นพบ ไปตรวจสอบคำนวณหาอายุโดยใช้วิธี Thermoluminescence: TLD ที่ห้องปฏิบัติการของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า มีอายุประมาณ 7,000-5,000 ปี โดยลักษณะเด่นของภาชนะดินเผา เป็นภาชนะดินเผาสีเทาทำเป็น

ลวดลายขุดขีด ลายเชือกทาบ ลายเขียนสีแดง มีความเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิตและพิธีกรรม ภาชนะดินเผาส่วนใหญ่จะขุดพบในหลุมฝังศพ ซึ่งมีการฝังสิ่งของเครื่องใช้และอาหาร ร่วมกับศพ สันนิษฐานว่าเป็นการอุทิศให้กับผู้ตาย (Khaengkhan, 2011: 12) โดยแบ่งลักษณะตามอายุสมัยของวัตถุโบราณ ได้แก่ สมัยต้น มีอายุราว 5,600-3,000 ปีมาแล้ว สมัยกลาง มีอายุราว 3,000-2,300 ปีมาแล้ว และสมัยปลาย มีอายุราว 2,300-1,800 ปีมาแล้ว (Pengchai, 2006: 34-37)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสม (Mixed methods research) คือ การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ในการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ตำบลบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี เป็นพื้นที่จัดเก็บวัตถุโบราณบ้านเชียง พื้นที่การขุดค้นพบภาชนะดินเผา และชุมชนที่ผลิตภาชนะดินเผาลายเขียนสีบ้านเชียง ได้แก่ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียง บ้านเชียง บ้านคำอ้อ และบ้านปลู

1.2 ขอบเขตด้านเนื้อหาในการศึกษาข้อมูลภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี เพื่อนำมาออกแบบและพัฒนาออนไลน์ และนำออนไลน์ไปพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง โดยข้อมูลหลักเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียง มีขอบเขตของข้อมูลที่จะศึกษา ดังนี้

1) ข้อมูลทางลักษณะ (Feature) ศึกษารายละเอียดลักษณะทั่วไปของภาชนะดินเผาบ้านเชียง ได้แก่ ชื่อวัตถุ เลขทะเบียน เลขวัตถุ วัฒนธรรม แบบศิลปะ สภาพ และประวัติความเป็นมา

2) ข้อมูลอายุสมัย (Period) ศึกษารายละเอียดอายุสมัยของภาชนะดินเผาบ้านเชียง การกำหนดอายุสมัยของภาชนะดินเผา และลักษณะของภาชนะดินเผาแต่ละยุคสมัย ได้แก่ สมัยต้น สมัยกลาง และสมัยปลาย

3) ข้อมูลรูปทรง (Shape) ศึกษารายละเอียดรูปทรงของภาชนะดินเผาบ้านเชียง ได้แก่ ชื่อเรียกรูปทรง วิธีการสร้างรูปทรง ความหมายของรูปทรง ขนาดของรูปทรง ประโยชน์การใช้งาน และภาพถ่ายรูปทรงของภาชนะดินเผา

4) ข้อมูลลวดลาย (Pattern) ศึกษารายละเอียดลวดลายของภาชนะดินเผาบ้านเชียง ได้แก่ ชื่อเรียกลวดลาย ประเภทของลวดลาย วิธีการสร้างลวดลาย ลายประกอบ ความหมายของลวดลาย ลักษณะเด่นของลวดลาย และภาพถ่ายลวดลายที่ปรากฏบนภาชนะดินเผา

1.3 ขอบเขตด้านกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูลหลักที่ใช้ในการประชุมกลุ่ม (Group meeting) คือ บุคลากรประจำพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียง ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ 1) หัวหน้าพิพิธภัณฑสถาน จำนวน 1 คน 2) ภัณฑารักษ์ จำนวน 3 คน และ 3) พนักงานประจำพิพิธภัณฑสถาน จำนวน 2 คน ผู้ให้ข้อมูลหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ได้แก่ ชาวบ้านผู้มีความรู้ด้าน

ภาษาชนเผ่าบ้านเชียง และกลุ่มผู้ผลิตภาษาชนเผ่าลายเขียนสีบ้านเชียงจาก 3 หมู่บ้าน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ 1) ชาวบ้านเชียง จำนวน 3 คน 2) ชาวบ้านปลู จำนวน 3 คน และ 3) ชาวบ้านคำอ้อ จำนวน 3 คน กลุ่มที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ ผู้ให้ข้อมูลหลักในการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ได้แก่ 1) บุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง และ 2) บุคคลทั่วไปที่มาเยือนพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) จำนวน 50 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เพื่อรวบรวมข้อมูลภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากชาวบ้านในพื้นที่ 2) การประชุมกลุ่ม (Group meeting) เพื่อประชุมหัวหน้าพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ภัณฑารักษ์ และเจ้าหน้าที่ประจำพิพิธภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องและความสัมพันธ์ของข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง 3) แบบสำรวจข้อมูล (Survey information) เพื่อรวบรวมข้อมูลภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง

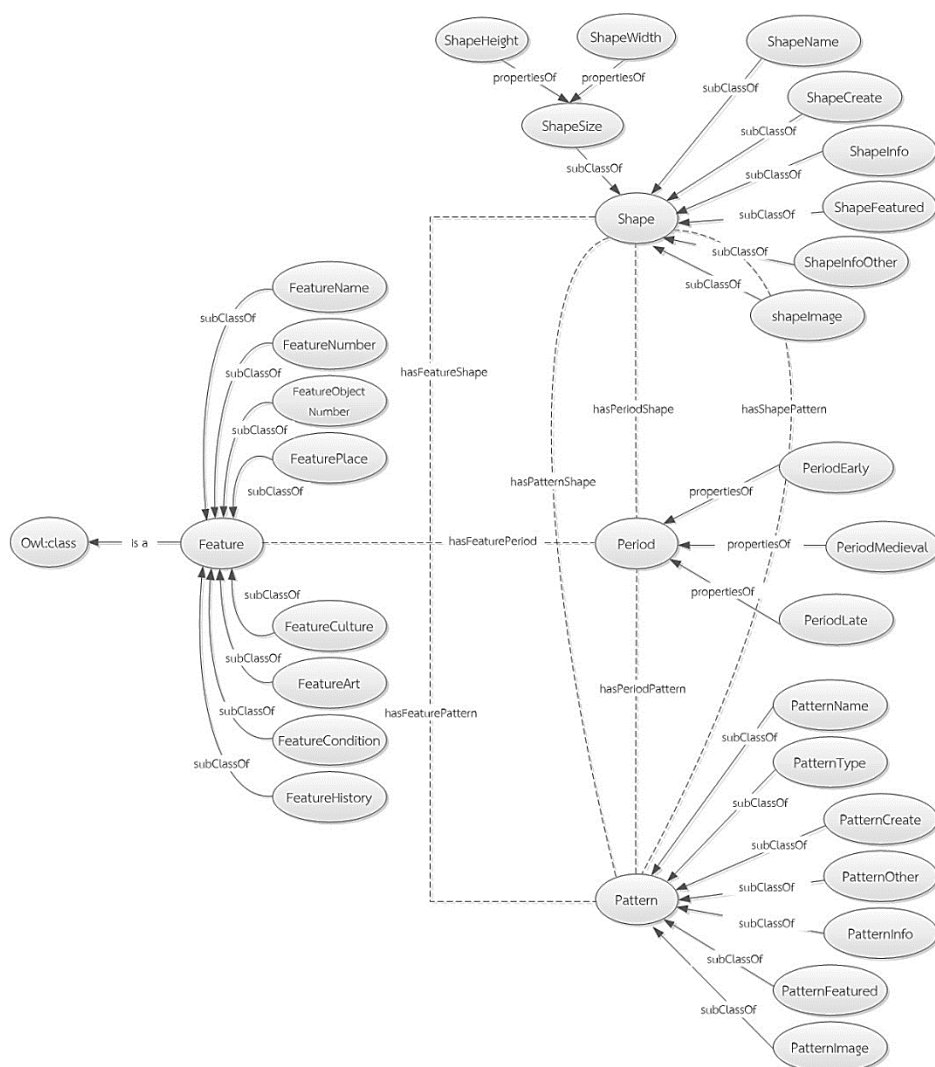
การวิจัยเชิงปริมาณ ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี เป็นแบบสอบถามแบบมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำแนกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและภาพประกอบ ด้านการออกแบบ และการจัดรูปแบบ ด้านประสิทธิภาพของระบบสืบค้นฐานความรู้ และด้านการนำไปใช้ประโยชน์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

บททวนองค์ความรู้จากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัย ลงพื้นที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง เพื่อสืบหาผู้มีความรู้ทางด้านภาษาชนเผ่าบ้านเชียง จากการให้ข้อมูลของบุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง และการเดินสำรวจเพื่อสอบถามคนในชุมชน จากนั้นจึงเดินทางไปยังครัวเรือนของกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการสัมภาษณ์ และเก็บรวบรวมข้อมูลภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ซึ่งได้รับการอนุญาตจากหัวหน้าพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ให้ดำเนินการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากส่วนจัดแสดง และจากแฟ้มข้อมูลวัตถุโบราณของทางพิพิธภัณฑ์ รวมถึงการถ่ายภาพภาษาชนเผ่าในส่วนจัดเก็บของทางพิพิธภัณฑ์ ส่วนการประเมินระบบสืบค้น ดำเนินการแจกแบบสอบถามแก่ผู้ใช้งานระบบ โดยผู้ตอบแบบสอบถามต้องใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์มาก่อน จึงจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี

4. การออกแบบโครงสร้างฐานความรู้ออนไลน์

นำข้อมูลภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียงมาออกแบบและพัฒนาออนไลน์ด้วยวิธีการจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน สามารถนำมาออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบลำดับชั้นลงไป ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยทำการกำหนดคลาส (Class) ตามกลุ่มความสัมพันธ์ของข้อมูล และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส เพื่อแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างแบบลำดับชั้นตามหลักการออกแบบออนไลน์แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การจัดลำดับคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในออนโทโลยี

5. การพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี

5.1 ออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีด้วยโปรแกรมโปรทีเจ (Protégé) เพื่อส่งออกข้อมูลในรูปแบบของภาษา OWL (Web Ontology Language) ซึ่งเป็นภาษาสำหรับอธิบายข้อมูลออนโทโลยีสำหรับภาษาดินเฝ้า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี

5.2 พัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาดินเฝ้า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี โดยนำแฟ้มข้อมูล OWL (Web Ontology Language) ที่ได้จากการพัฒนาออนโทโลยี มาใช้สำหรับแสดงผลข้อมูลในระบบ ใช้ภาษา PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) สำหรับพัฒนาระบบสืบค้นเชิงความหมายและเว็บเชิงความหมาย ซึ่งสามารถแสดงผลด้วยโปรแกรมแสดงผลเว็บ (Web browser) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้ RAP-RDF API for PHP เป็นชุดโปรแกรมเสริมของ PHP เพื่อเป็นช่องทางในการเชื่อมต่อระหว่างโครงสร้างออนโทโลยีกับระบบสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายที่พัฒนาโดยภาษา PHP ซึ่ง RAP มีความสามารถในการค้นข้อมูลในรูปแบบของ RDF หรือ OWL ที่เป็นโครงสร้างของออนโทโลยี

6. การทดสอบระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์

การทดสอบระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี เพื่อทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานของระบบ พร้อมทั้งตรวจสอบความบกพร่องของระบบ ตามกระบวนการการทดสอบโปรแกรม (Software testing) ก่อนนำระบบไปใช้งานจริง เพื่อให้ระบบมีความพร้อมต่อการใช้งาน โดยทำการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลภายในระบบ ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และทดสอบความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูลภายในระบบ หากพบปัญหาในการใช้งานระบบ จะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ผลการดำเนินการวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูลภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี โดยการใช้แบบสำรวจข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลวัตถุโบราณของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียง และจากบุคลากรประจำพิพิธภัณฑสถาน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากพิพิธภัณฑสถานเป็นข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ส่วนการสัมภาษณ์เชิงลึกจากชาวบ้านผู้มีความรู้ด้านภาษาชนเผ่าบ้านเชียงและกลุ่มผู้ผลิตภาษาชนเผ่าลายเขียนสีบ้านเชียง เป็นข้อมูลที่นำมาประกอบกับข้อมูลที่ได้จากพิพิธภัณฑสถาน เพื่อให้ข้อมูลมีความครบถ้วน ถูกต้อง สมบูรณ์ เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจึงสามารถจำแนกองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ได้ดังนี้

1.1 ข้อมูลทางลักษณะของภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมจำนวน 750 รายการ พบว่า 1) ชื่อวัตถุเรียกว่า ภาษาชนเผ่า 2) เลขทะเบียน กำหนดโดยพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียง 3) เลขวัตถุ กำหนดโดยพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียง 4) ภาษาชนเผ่าบ้านเชียง เป็นแบบศิลปะยุคก่อนประวัติศาสตร์บ้านเชียง มีอายุสมัย 3 สมัย คือ สมัยต้น สมัยกลาง และสมัยปลาย 5) แหล่งที่พบภาษาชนเผ่าส่วนใหญ่คือพื้นที่บ้านเชียง 6) ภาษาชนเผ่าที่มีการขุดค้นพบเป็นวัฒนธรรมของบ้านเชียง 7) ภาษาชนเผ่าส่วนใหญ่มีสภาพชำรุด หากตัวภาษาชนเผ่าแตกร้าจะมีการซ่อมแซมโดยการต่อไว้หรือต่อขึ้นใหม่ หากภาษาชนเผ่าลายเขียนสีลบเลือนจะเขียนสีขึ้นใหม่ หากภาษาชนเผ่าปากบิ่นเล็กน้อย เชิงบิ่นเล็กน้อย หรือมีรอยร้าวล็กน้อยจะคงสภาพเดิมไว้ 8) ภาษาชนเผ่าส่วนใหญ่ได้รับมาจากบุคคล พระสงฆ์ และหน่วยงานภาครัฐและเอกชน นำมามอบให้กับทางพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติบ้านเชียงเพื่อเก็บรักษาไว้ มีภาษาชนเผ่าบางส่วนเป็นของกลางจากการตรวจยึดของเจ้าหน้าที่ตำรวจแล้วส่งมอบให้กับทางพิพิธภัณฑสถาน มีภาษาชนเผ่าบางส่วนที่พิพิธภัณฑสถานทำการขุดค้นจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในพื้นที่ตำบลบ้านเชียง อำเภอหนองหาน และพื้นที่ใกล้เคียง และมีภาษาชนเผ่าบางส่วนไม่ทราบที่มา

1.2 ข้อมูลอายุสมัยของภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมจำนวน 750 รายการ พบว่า 1) ภาษาชนเผ่าที่อยู่ในสมัยต้น มีอายุราว 5,600-3,000 ปีมาแล้ว มีจำนวน 237 รายการ 2) ภาษาชนเผ่าที่อยู่ในสมัยกลาง มีอายุราว 3,000-2,300 ปีมาแล้ว มีจำนวน 128 รายการ และ 3) ภาษาชนเผ่าที่อยู่ในสมัยปลาย มีอายุราว 2,300-1,800 ปีมาแล้ว มีจำนวน 385 รายการ

1.3 ข้อมูลรูปทรงของภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมจำนวน 750 รายการ พบว่า 1) ชื่อเรียกรูปทรง ได้แก่ ทรงแจกัน ทรงกระโถน ทรงกระบอก ทรงกลม ทรงกลมสูง ทรง

ชาม ทรงตรง ทรงตะเกียง ทรงพาน ทรงมีฐาน ทรงสี่เหลี่ยม และทรงสูง 2) วิธีการสร้างรูปทรง ได้แก่ วิธีที่ 1 บันดินเป็นเส้นแล้วนำมาวางขดเป็นวงต้อนขึ้นบนดินที่ทำเป็นแผ่นเรียบ ใช้วิธีตีแต่งขึ้นรูปด้วยไม้ลายและหินดู ซึ่งการผลิตภาชนะดินเผาในปัจจุบันยังใช้เครื่องมือไม้ลายและหินดูในการขึ้นรูปทรงรวมกับการใช้แป้นหมุนขึ้นรูป และวิธีที่ 2 แผ่นดินปั้นขึ้นรูปด้วยการปั้นดินเป็นก้อนวางตอลงบนดินที่ทำเป็นแผ่นเรียบ แล้วบีบส่วนก้นดินให้ด้านในกลวงเป็นทรงกระบอก จากนั้นจึงตีด้วยหินดูและไม้ลายให้เป็นภาชนะ 3) การใช้งานมักจะเกี่ยวข้องกับพิธีกรรมและการดำเนินชีวิต ได้แก่ บรรจุศพเด็ก บรรจุทรัพย์สมบัติของมีค่า บรรจุน้ำและอาหาร 4) ลักษณะเด่นของรูปทรงคือการปั้นขึ้นรูปด้วยมือ 5) ขนาดของรูปทรง คือ วัดความสูงจากฐานและวัดความกว้างของปาก ภาชนะ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร 6) ภาชนะดินเผาจะใช้วิธีตากแดดให้แห้งหรือเผาในเตาเพื่อให้ภาชนะแข็งตัวก่อนนำไปใช้งาน โดยปัจจุบันภาชนะดินเผาบ้านเชียงจะผลิตเพื่อใช้เป็นของประดับตกแต่งและใช้เป็นของที่ระลึก 7) ภาพถ่ายภาชนะดินเผาได้รับความอนุเคราะห์จากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง โดยภาชนะดินเผาที่มีภาพถ่าย จำนวน 577 รายการ ซึ่งสามารถแสดงรูปทรงได้ชัดเจนและรูปทรงมีความสอดคล้องกับชื่อเรียก ส่วนภาชนะดินเผาที่ไม่มีภาพถ่าย จำนวน 173 รายการ

1.4 ข้อมูลลวดลายของภาชนะดินเผาแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จากข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมจำนวน 750 รายการ พบว่า 1) ชื่อเรียกลวดลาย ได้แก่ ลายเขียนสี ลายเชือกขอส ลายเชือกควั่น ลายเชือกคาด ลายเชือกทาบ ลายเรขาคณิต ลายเส้น ลายเส้นโค้ง ลายเส้นหยัก ลายก้นหอย ลายก้นขด ลายขูดขีด ลายงู ลายจุด ลายดอกไม้ ลายตาข่าย ลายทาบ ลายนิ้วมือ ลายมัดหวาย ลายวงกลม ลายสัตว์ ลายสนั่น และลายหอยสังข์ 2) การจำแนกประเภทของลวดลาย ได้แก่ ลายธรรมชาติ และลายประดิษฐ์ 3) วิธีการสร้างลวดลาย ได้แก่ การเขียนสี การประทับ การกดลวดลาย การขูดขีด และการแต่งเติมดิน ส่วนการผลิตภาชนะดินเผาในปัจจุบันใช้วิธีการเขียนสีเป็นหลัก 4) ความหมายของลวดลายมักสื่อถึงความเป็นธรรมชาติและชีวิตความเป็นอยู่ ขึ้นอยู่กับจินตนาการของมนุษย์ในยุคนั้น ส่วนปัจจุบันลวดลายที่สร้างขึ้นใหม่จะแสดงถึงเอกลักษณ์ของภาชนะดินเผาบ้านเชียง 5) ลักษณะเด่นของลวดลายบ้านเชียงจะเน้นลวดลายตามธรรมชาติ เขียนด้วยสีแดงเป็นหลัก 6) ลวดลายประกอบที่พบ ได้แก่ ลายสัตว์ ลายเรขาคณิต และลายอิสระ 7) ภาพถ่ายภาชนะดินเผาได้รับความอนุเคราะห์จากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง โดยภาชนะดินเผาที่มีภาพถ่าย จำนวน 577 รายการ ซึ่งสามารถแสดงลวดลายที่มีความสอดคล้องกับชื่อเรียก ส่วนภาชนะดินเผาที่ไม่มีภาพถ่าย จำนวน 173 รายการ

2. การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ได้คลาสหลัก (Super class) จำนวน 4 คลาส มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คลาสหลักและคำอธิบายคลาส

ลำดับ	คลาส	คำอธิบาย
1	Feature (ข้อมูลทางลักษณะ)	คลาสแทนข้อมูลทางด้านลักษณะทั่วไปของภาชนะดินเผาบ้านเชียง
2	Period (ข้อมูลอายุสมัย)	คลาสแทนข้อมูลทางด้านอายุสมัยของภาชนะดินเผาบ้านเชียง
3	Shape (ข้อมูลรูปทรง)	คลาสแทนข้อมูลทางด้านรูปทรงของภาชนะดินเผาบ้านเชียง
4	Pattern (ข้อมูลลวดลาย)	คลาสแทนข้อมูลทางด้านลวดลายของภาชนะดินเผาบ้านเชียง

คุณสมบัติสำหรับกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Object properties) จำนวน 7 ความสัมพันธ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

ลำดับ	คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างคลาส	โดเมน	พิสัย	คำอธิบาย
1	hasFeaTurePeriod	Feature	Period	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Feature กับ Period
2	hasFeatureShape	Feature	Shape	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Feature กับ Shape
3	hasFeaturePattern	Feature	Pattern	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Feature กับ Pattern
4	hasPeriodShape	Period	Shape	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Period กับ Shape
5	hasPeriodPattern	Period	Pattern	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Period กับ Pattern
6	hasPatternShape	Pattern	Shape	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Pattern กับ Shape
7	hasShapePattern	Shape	Pattern	เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Shape กับ Pattern

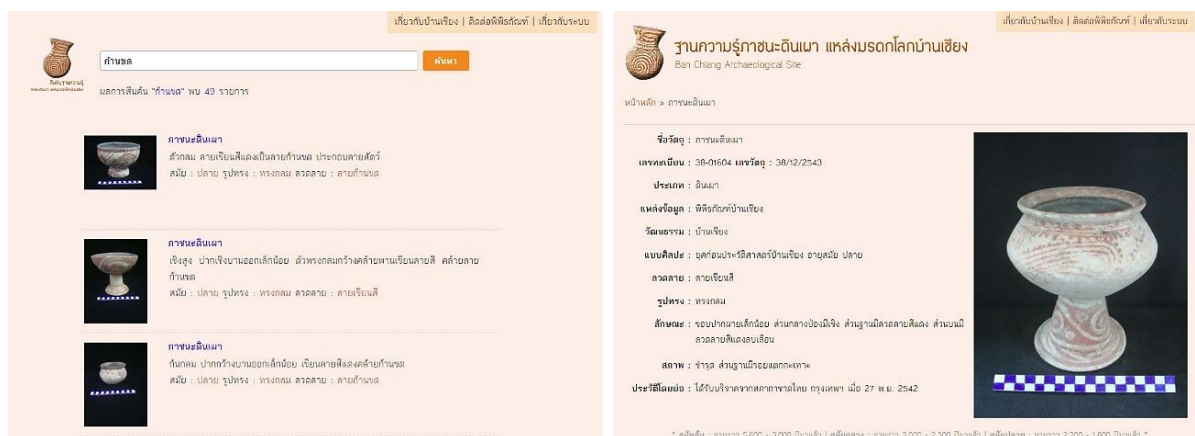
คุณสมบัติสำหรับกำหนดชนิดข้อมูล (Data type properties) จำนวน 26 คุณสมบัติ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของชนิดข้อมูล

ลำดับ	คุณสมบัติของชนิดข้อมูล	คลาส	ประเภทข้อมูล	คำอธิบาย
1	FeatureName	Feature	String	มีหน้าที่บอกชื่อของวัตถุ
2	FeatureNumber	Feature	String	มีหน้าที่บอกเลขทะเบียน
3	FeatureObjectNumber	Feature	String	มีหน้าที่บอกเลขวัตถุ
4	FeaturePlace	Feature	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดแหล่งข้อมูลหรือแหล่งที่พบ
5	FeatureCulture	Feature	String	มีหน้าที่บอกวัฒนธรรม
6	FeatureArt	Feature	String	มีหน้าที่บอกแบบศิลปะ
7	FeatureHistory	Feature	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดประวัติความเป็นมาของวัตถุ
8	FeatureCondition	Feature	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดสภาพของวัตถุ
9	PeriodEarly	Period	String	มีหน้าที่กำหนดช่วงอายุของภาชนะดินเผาสมัยต้น
10	PeriodMedieval	Period	String	มีหน้าที่กำหนดช่วงอายุของภาชนะดินเผาสมัยกลาง
11	PeriodLate	Period	String	มีหน้าที่กำหนดช่วงอายุของภาชนะดินเผาสมัยปลาย
12	ShapeName	Shape	String	มีหน้าที่บอกชื่อเรียกของรูปทรง
13	ShapeCreate	Shape	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดของวิธีการสร้างรูปทรง
14	ShapeInfo	Shape	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดหรือความหมายของรูปทรง
15	ShapeFeatured	Shape	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดลักษณะเด่นของรูปทรง
16	ShapeHeight	Shape	String	มีหน้าที่บอกความสูงของภาชนะดินเผา
17	ShapeWidth	Shape	String	มีหน้าที่บอกความกว้างของปากภาชนะดินเผา
18	ShapeInfoOther	Shape	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดอื่น ๆ เพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปทรง

ลำดับ	คุณสมบัติของ ชนิดข้อมูล	คลาส	ประเภท ข้อมูล	คำอธิบาย
19	ShapeImage	Shape	String	มีหน้าที่แสดงภาพถ่ายตัวอย่างรูปทรง
20	PatternName	Pattern	String	มีหน้าที่บอกชื่อเรียกของลวดลาย
21	PatternType	Pattern	String	มีหน้าที่บอกประเภทของลวดลาย
22	PatternCreate	Pattern	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดของวิธีการสร้างลวดลาย
23	PatternInfo	Pattern	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดหรือความหมายของลวดลาย
24	PatternFeatured	Pattern	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดลักษณะเด่นของลวดลาย
25	PatternOther	Pattern	String	มีหน้าที่บอกรายละเอียดของลวดลายประกอบ
26	PatternImage	Pattern	String	มีหน้าที่แสดงภาพถ่ายตัวอย่างลวดลาย

3. การพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี เพื่อใช้สำหรับสืบค้นข้อมูลภาชนะดินเผาบ้านเชียง และแสดงผลข้อมูลภาชนะดินเผาบ้านเชียง แสดงผลข้อมูลภาชนะดินเผาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา OWL ที่ได้จากการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบรวมกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา PHP ประกอบด้วยหน้าจอสำหรับสืบค้น หน้าจอแสดงผลการสืบค้น และหน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดภาชนะดินเผาบ้านเชียง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาชนะดินเผา แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง

4. การประเมินระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด จำนวน 50 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 64.00 และเพศชาย จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีช่วงอายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ช่วงอายุระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00 ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ช่วงอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 8.00 และช่วงอายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ

4.00 ตามลำดับ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 82.00 การศึกษาดำรงระดับปริญญาตรี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 14.00 และการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.00 ตามลำดับ ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ บุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียงและบุคคลทั่วไปที่มาเยือนพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์

ด้าน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาและภาพประกอบ	4.14	0.80	มาก
2. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ	4.20	0.70	มาก
3. ด้านประสิทธิภาพของระบบสืบค้นฐานความรู้	4.43	0.53	มาก
4. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์	4.22	0.78	มาก
รวม	4.25	0.70	มาก

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแฟ้มข้อมูลวัตถุโบราณของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี และจากบุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์ จำนวน 6 คน ประกอบด้วย ข้อมูลทางลักษณะ ข้อมูลอายุสมัย ข้อมูลรูปทรง และข้อมูลลวดลาย ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกรวบรวมข้อมูลที่สำคัญจากชาวบ้านผู้มีความรู้ด้านภาษาชนเผ่าบ้านเชียง และกลุ่มผู้ผลิตภาษาชนเผ่าลายเขียนสีบ้านเชียง ในด้านการสร้างรูปทรง ด้านการสร้างลวดลายและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในพื้นที่บ้านเชียง บ้านคำอ้อ และบ้านปูลู ตำบลบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 9 คน จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียงทั้งหมดจำนวน 750 รายการ

2. พัฒนาออนไลน์ด้วยโปรแกรมโพธิ์เจ โดยพัฒนาจากลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า จึงได้ฐานความรู้ออนไลน์ในรูปแบบของภาษา OWL ประกอบด้วย คลาสหลัก จำนวน 4 คลาส คือ 1) คลาสข้อมูลทางลักษณะ 2) คลาสข้อมูลอายุสมัย 3) คลาสข้อมูลรูปทรง และ 4) คลาสข้อมูลลวดลาย คลาสย่อย จำนวน 25 คลาส คุณสมบัติสำหรับกำหนดชนิดข้อมูล จำนวน 26 คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส จำนวน 7 ความสัมพันธ์

3. การพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี โดยใช้ภาษา OWL ที่ได้จากการพัฒนาฐานความรู้ออนไลน์ มาใช้ในการออกแบบและพัฒนา ระบบ ร่วมกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา PHP จึงได้ระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ที่มีความสมบูรณ์ พร้อมใช้งาน โดยคุณลักษณะเด่นของระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผู้ใช้งานระบบ สามารถสืบค้นข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง จากคำค้นที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ ประมวลผลโดยใช้โครงสร้างของออนไลน์ แสดงผลข้อมูลในรูปแบบข้อความและภาพประกอบ ผ่านโปรแกรมแสดงผลเว็บ และ 2) ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง โดยสามารถเพิ่มข้อมูล แก้ไข และลบข้อมูลได้

4. ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีอายุระหว่าง 20–30 ปี รองลงมาคือ อายุระหว่าง 31–40 ปี และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี รองลงมาคือ ต่ำกว่า ปริญญาตรี การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหาและภาพประกอบ 2) ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ 3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ สืบค้นฐานความรู้ และ 4) ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากทุกด้าน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย คือ 1) ด้านประสิทธิภาพของระบบสืบค้น ฐานความรู้ 2) ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ 3) ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ และ 4) ด้านเนื้อหาและ ภาพประกอบ

อภิปรายผล

1. การรวบรวมข้อมูลภาษาชนดิเผ่าบ้านเชียง พบว่า ข้อมูลหลักที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับข้อมูลจาก พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง ซึ่งมีการรวบรวมข้อมูลและจัดเก็บไว้ในแฟ้มเอกสารข้อมูลวัตถุโบราณ โดย ผู้วิจัยได้เลือกเฉพาะข้อมูลภาษาชนดิเผ่า ส่วนข้อมูลจากการสัมภาษณ์ชาวบ้านผู้มีความรู้ด้านภาษาชนดิเผ่า บ้านเชียงและกลุ่มผู้ผลิตภาษาชนดิเผ่าลายเขียนสีบ้านเชียง ใช้เป็นข้อมูลที่นำมาประกอบกับข้อมูลหลัก เพื่อให้ ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้ทราบถึงลักษณะของรูปทรงและลักษณะของลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ ของบ้านเชียง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kasviset (2010) ได้ศึกษาถึงลักษณะเด่นของลวดลายภาษาชนดิ เผ่าบ้านเชียง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและการลงพื้นที่ภาคสนาม พบว่า เอกลักษณ์ของงาน ศิลปกรรมบ้านเชียง คือ ภาษาชนดิเผ่าลายเขียนสีแดง เขียนด้วยเส้นโค้งเป็นหลัก มีความอ่อนช้อยและมีความ สลับซับซ้อน แสดงถึงการเคลื่อนไหว โดยแบ่งรูปแบบลวดลาย ได้แก่ ลายธรรมชาติ ลายเรขาคณิต และลาย อีสระ

2. การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยี พบว่า การศึกษารายละเอียดข้อมูลภาษาชนดิเผ่าบ้านเชียง เพื่อ วิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ สามารถนำข้อมูลไปออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีได้ โดยใช้ โปรแกรมโปรทีเจ ทำให้ได้คลาสหลัก คลาสย่อย คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างคลาส คุณสมบัติของชนิด ข้อมูล และได้ออนโทโลยีในรูปแบบภาษา OWL สามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบสืบค้นฐานความรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Vongworasurach (2013) ได้ทำการพัฒนาออนโทโลยีพระ ธรรมเทศนา สามารถสร้างคลาสหลักและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสได้ด้วยโปรแกรมโปรทีเจ ทำให้ได้โครงสร้าง ออนโทโลยีที่มีความเหมาะสมกับพระธรรมเทศนา สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ

3. การพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี เพื่อใช้สำหรับสืบค้นข้อมูลภาษาชนดิเผ่าบ้านเชียง และแสดงผลการสืบค้นข้อมูลภาษาชนดิเผ่าบ้านเชียงในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา OWL ที่ได้จาก การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยี นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบรวมกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยภาษา PHP พบว่า ระบบสืบค้นใช้งานง่าย เหมาะกับผู้ใช้งานทั่วไป สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว สนับสนุนการแสดงผลทุกโปรแกรมแสดงผลเว็บ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Asawanopakiat, Thamchaipenet, & Waiyamai (2003) ได้ศึกษาและพัฒนาเว็บออนโทโลยี เพื่อสืบค้นและวิเคราะห์ฐานข้อมูล ทางด้านชีววิทยา พบว่า ระบบที่พัฒนาด้วยภาษา OWL สามารถสืบค้นข้อมูลที่ซับซ้อนได้ดี และใช้งานได้ง่าย

4. การประเมินระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์ พบว่า 1) ด้านประสิทธิภาพของระบบสืบค้นฐานความรู้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากการพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์ใช้ภาษา OWL ซึ่งเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นในการเชื่อมโยงข้อมูล จึงส่งผลให้ระบบสืบค้นฐานความรู้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้น มีความถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Walla (2011) พบว่า การใช้ภาษา OWL เพื่อเป็นฐานความรู้ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน สามารถใช้งานได้ในระดับดี และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Asawanopakiat, Thamchaipenet, & Waiyamai (2003) พบว่า การออกแบบและพัฒนาแบบการสืบค้นข้อมูล โดยอาศัยหลักการออกแบบฐานความรู้ออนไลน์ ระบบสามารถสืบค้นข้อมูลที่ซับซ้อนได้ดี และใช้งานง่าย 2) ด้านเนื้อหาและภาพประกอบ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากการรวบรวมข้อมูลอาจยังไม่ครอบคลุมองค์ความรู้เกี่ยวกับภาษาชนเผ่าบ้านเชียง ผู้ที่ต้องการศึกษาข้อมูลจากระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์ จึงไม่สามารถศึกษาเอกลักษณ์ที่แท้จริงของรูปทรงหรือลวดลายของภาษาชนเผ่าบ้านเชียงจากเนื้อหาและภาพประกอบได้ ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ข้อมูลที่มีการรวบรวมไว้ในช่วงยุคแรกของการขุดค้นพบ อยู่ระหว่าง พ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ. 2532 ลักษณะของข้อมูลภาษาชนเผ่าบางรายการมีรายละเอียดค่อนข้างจำกัด บางรายการไม่ปรากฏชื่อเรียกรูปทรง ชื่อเรียกลวดลาย หรือข้อมูลทางลักษณะด้านอื่น ๆ ซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ แต่อาจเนื่องมาจากผู้รวบรวมข้อมูลยังขาดความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านภาษาชนเผ่าบ้านเชียง จึงไม่สามารถบอกรายละเอียดต่าง ๆ ได้ ทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน และภาษาชนเผ่าบางส่วนมีภาพถ่ายที่ไม่มีความคมชัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการบันทึกภาพยังขาดความทันสมัย จึงทำให้เป็นอุปสรรคในการศึกษารายละเอียดของรูปทรงและลวดลายจากภาพประกอบ ส่วนข้อมูลที่รวบรวมไว้ในยุคที่มีความก้าวหน้าทางด้านอุปกรณ์ในการบันทึกและการจัดเก็บข้อมูล ประกอบกับผู้รวบรวมข้อมูลมีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านภาษาชนเผ่าบ้านเชียง ลักษณะของข้อมูลจึงมีรายละเอียดที่ครบถ้วน สมบูรณ์ ภาพถ่ายมีความคมชัด สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งจากงานวิจัยของ Pengchai (2006) ได้กล่าวว่า ลวดลายเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงมีความสวยงาม การศึกษาข้อมูลเพื่อนำลวดลายไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ สามารถแสดงถึงเอกลักษณ์อันทรงคุณค่าของลวดลายเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงและบ่งบอกถึงความเป็นบ้านเชียงได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนไลน์ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นฐานความรู้ออนไลน์ที่พัฒนาจากข้อมูลภาษาชนเผ่าบางส่วนที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง หากต้องการให้มีข้อมูลภาษาชนเผ่าครบทุกชิ้น ผู้ดูแลระบบจะต้องเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบเพิ่มเติม
2. เนื่องจากแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ยังมีวัตถุโบราณชนิดอื่น เช่น เครื่องประดับ เครื่องมือทางการเกษตร ผ้า และอื่น ๆ ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนไลน์จึงสามารถออกแบบและพัฒนาให้ครอบคลุมถึงวัตถุโบราณชนิดอื่นได้
3. ระบบสืบค้นฐานความรู้ออนไลน์สำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ที่ได้พัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันนั้น ยังสามารถพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ในรูปแบบแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

รายการอ้างอิง

- Asawanopakiat, P., Thamchaipenet, A., & Waiyamai, K. (2003). Bio-Ontology: A system for searching and analyzing biological data. In *The 41th Kasetsart University Annual Conference (Engineering and Architecture)*, pp. 277-285. [In Thai]
- Chotirat, W., Boonrawd, P., & Na-Wichian, S. (2011). Developing an ontology knowledge based for automatic online news analysis. *Information Technology Journal, King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 7(4), 13-18. [In Thai]
- Chuenta, I., Thongkam, J., & Phuboon-ob, J. (2014). Information retrieval In Thai northeast travel utilizing ontology. *Information Technology Journal, King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 10(2), 15-25. [In Thai]
- Dhamabutra, K., & Prakan-Charoen, S. (2010). The Development of information searching system for energy news by ontology technique. In *The 6th National Conference on Computing and Information Technology*, pp. 717-722. [In Thai]
- Guha, R., McCool, R., & Miller, E. (2003). Semantic search. In *12th International Conference on World Wide Web*, pp. 700-709.
- Kasviset, W. (2010). *The Influence of Stylistic Attributes of Ban Chiang Arts in Designs*. Master of Fine Arts, Department of Visual Communication Design, Silpakorn University, Thailand. [In Thai]
- Khaengkhan, P. (2011). *Reporting the Results of the Academic Service Project to the Society. Arts and Culture Preservation Program Rak Ban Chiang Project*. Udon-Thani: Resource Center. [In Thai]
- Office of National Museum. (2007). *Ban Chaing Heritage*. Bangkok: Office of National Museum. [In Thai]
- Panyamee, M. (2009). *Search Results Clustering for Semantic Search*. Master of Science in Information Technology, Khon Kaen University, Thailand. [In Thai]
- Pengchai, T. (2006). *Study and Development of Traditional Textile Patterns by Applying the Patterns of Banchiang Pottery Udonthani*. Master of Industrial Education, Industrial Design Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand. [In Thai]
- Thongjing, P. (2009). *An Ontology for Semantic Integration of Thai Herbal Knowledge*. Master of Science in Computer Science, Thammasat University, Thailand. [In Thai]
- UNESCO World Heritage Centre. (2012). *Ban Chiang Archaeological Site*. Retrieved from <http://whc.unesco.org/en/list/575>

- Vongworasurach, P. (2013). *The Development of A Buddha's Sermon*. Master of Information Science Program in Information Technology, Suranaree University of Technology, Thailand. [In Thai]
- Wachirapatharakul, W. (2002). *Vase Set Design From Banchiang Pottery Culture*. Master of Fine Art, Department of Ceramics, Silpakorn University, Thailand. [In Thai]
- Walla, W. (2011). *Orchid Ontology Prototyping*. Master of Science in Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand. [In Thai]