

การพัฒนาออนไลน์โบราณวัตถุเพื่อการสืบค้นและการเข้าถึง¹

received 8 FEB 2019 revised 18 JUL 2019 accepted 30 AUG 2019

วีระพันธ์ จันทร์หอม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สาขาวิชาศิลปและการออกแบบสื่อ

คณะจิตรศิลป์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอความสัมพันธ์เชิงความหมายประวัติศาสตร์ล้านนาผ่านการศึกษาข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ เพื่อเพิ่มมูลค่าของข้อมูลโบราณวัตถุในพิพิธภัณฑ์ สำหรับการสืบค้นความรู้ประวัติศาสตร์ล้านนา ออกแบบด้วยหลักการออนไลน์สร้างความสัมพันธ์เชิงความหมายทางประวัติศาสตร์และพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการสืบค้น

ผลการวิจัยพบว่า 1) ออนไลน์ที่ออกแบบสามารถใช้กับการสืบค้นเชิงความหมายของสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่สอดคล้องกับความรู้ประวัติศาสตร์ล้านนาได้เป็นอย่างดี สามารถสืบค้นตรงตามความต้องการ 2) จากผลการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวม พบว่า อยู่ในเกณฑ์ดี ที่ค่าเฉลี่ย 4.50 ระบบที่พัฒนาขึ้นตอบสนองต่อการใช้งานของผู้เชี่ยวชาญได้เป็นอย่างดี เมื่อพิจารณาในรายการที่มีนัยสำคัญจากหัวข้อที่ได้เกณฑ์ดีมาก ที่ค่าเฉลี่ย 5 คือ “ผลการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศเป็นไปตามความต้องการ” จากการประเมินผลการสืบค้นแสดงให้เห็นว่าการสืบค้นข้อมูลตามออนไลน์ที่ออกแบบทำให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการสืบค้นอยู่ในระดับดีมาก จากผลการวิจัย งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อแหล่งจัดเก็บสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมได้มีเครื่องมือสำหรับการจัดการความรู้ เพิ่มคุณค่าของข้อมูลที่มีอยู่ให้เป็นความรู้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: ออนไลน์, สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม, ประวัติศาสตร์ล้านนา, การจัดการความรู้

¹ โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปี 2558

The Development of Cultural Artifact Ontology for Information Access and Retrieval

Weeraphan Chanhom

Assistant professor,

Media Arts and Design Department

Faculty of Fine Arts, Chiang Mai University

Abstract

This research presents the meaningful relationship of Lanna history which study through the cultural artifact content of the National Museum, to increase the value of Lanna historical data knowledge for study. The principle of ontology was used to design and create historical meaningful. The results of ontology evaluation are as follows: 1) the ontology that are designed can be used with the semantic search of cultural artifacts that are in line with Lanna historical knowledge. 2) Based on the evaluation of overall search efficiency from experts, it was found that the average value was 4.50, the system was developed to respond to the use of experts as well. When considering the items that are significant from the topics that are very good at the average 5, such as “Search results of information resources are in accordance with the requirements” from the evaluation of the search results show that the search of information based on ontology.

The design that makes it very responsive to the search needs Therefore; from the research results, this research is beneficial to the museum, there are tools for knowledge management. Increasing the value of existing information to be knowledgeable, beneficial to education and sustainable social development

Keywords: Ontology, Cultural Atifact, Lanna history, Knowledge Management

บทนำ

การศึกษาประวัติศาสตร์ช่วยเพิ่มศักยภาพในการดำรงชีพ การปรับตัวเองเข้ากับสภาพแวดล้อมอย่างมีคุณภาพ ทั้งด้านวัตถุและจิตใจ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่มีอยู่มากมายบนแผ่นดินล้านนา บ่งบอกถึงความเจริญรุ่งเรือง ความสง่างามทางวัฒนธรรม หลักฐานทางประวัติศาสตร์เหล่านั้นล้วนบอกเล่าเรื่องราวของการเมืองการปกครอง สังคม เศรษฐกิจ และความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีของสังคมผู้เป็นเจ้าของหลักฐานชิ้นนั้นในยุคสมัยเดียวกัน สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นจากธรรมชาติ หรือฝีมือมนุษย์มีความเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตของคนในสังคม แต่ละยุคสมัยถือว่าเป็นหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์อย่างหนึ่งที่มีจำนวนมากและมีระบบการจัดเก็บที่ดี ในปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมในภูมิภาคล้านนาระบายไปตามแหล่งเรียนรู้ทางด้านวัฒนธรรมต่าง ๆ เช่น พิพิธภัณฑ์ หรือวัดจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลของแต่ละแหล่ง ยังขาดการบูรณาการ ขาดการเชื่อมโยงข้อมูล การจัดการข้อมูลด้วยเครื่องมือแบบเดิมไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการต่อการศึกษาในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะพฤติกรรมของคนในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อวิถีชีวิตมากขึ้น ดังนั้น การบูรณาการข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมจึงเป็นสิ่งจำเป็นของแหล่งข้อมูลทางวัฒนธรรม เพื่อเพิ่มมูลค่าของแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาอย่างสูงสุด

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการบูรณาการข้อมูลประวัติศาสตร์ล้านนาผ่านสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม เพื่อเพิ่มศักยภาพของข้อมูลโบราณวัตถุที่ถูกจัดเก็บในแต่ละแหล่ง ให้เป็นต้นแบบของศูนย์กลางการสืบค้นข้อมูล สำหรับการศึกษาวัฒนธรรมล้านนา ผ่านการออกแบบและพัฒนาออนไลน์ สำหรับเชื่อมความสัมพันธ์ข้อมูลเชิงความหมาย เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน ในงานวิจัยครั้งนี้ได้รับความร่วมมือด้านฐานข้อมูลจาก 3 พิพิธภัณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันด้านประวัติศาสตร์ในล้านนาและยังทำงานร่วมกันเป็นเครือข่ายพิพิธภัณฑ์สำหรับการพัฒนาคุณค่าของแหล่งข้อมูลทางวัฒนธรรม คือ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหริภุญไชย และพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงแสน เครื่องมือที่สำคัญใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ต้นแบบออนไลน์และเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น และแบบประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาออนไลน์สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่เหมาะสมกับบริบทข้อมูลและการศึกษาประวัติศาสตร์ล้านนา
2. เพื่อสร้างแหล่งสืบค้นความรู้ทางประวัติศาสตร์ล้านนาผ่านสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้พัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยเดิมของผู้วิจัย เรื่อง “พิพิธภัณฑ์ไร้กำแพง” (Chanhom 2015) โดยอ้างอิงการกำหนดคำอธิบายข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมในพิพิธภัณฑ์ล้านนา โดยวิจัยเพิ่มเติมหัวข้อเรื่องการออกแบบออนโทโลยีสำหรับการเชื่อมโยงความหมายสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่ถูกเก็บสะสมหรือจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์รวมถึงการพัฒนาส่วนของการสืบค้นเชิงความหมายจากพิพิธภัณฑ์กรณีศึกษา คือ (1) พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ (2) พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหริภุญไชย และ (3) พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงแสน การสำรวจและออกแบบออนโทโลยีให้กับข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม โดยมีขอบเขตการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ศึกษากลุ่มตัวอย่างข้อมูลจากพิพิธภัณฑ์กรณีศึกษา 4 แห่งจากโบราณวัตถุที่จัดเก็บและจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์เป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ของแต่ละท้องถิ่น ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล รวมทั้งหมด 200 รายการ คัดเลือกข้อมูลโดยภัณฑารักษ์ประจำพิพิธภัณฑ์ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการออกแบบออนโทโลยีบนพื้นฐานข้อมูลระบบงาน ออกแบบออนโทโลยีเชื่อมโยงความหมายข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม รวบรวมข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมจากพิพิธภัณฑ์ตัวอย่าง เข้าสู่ระบบ และออกแบบส่วนการสืบค้นเชิงความหมาย เชิงพื้นที่ ข้อมูลจากแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม ประกอบด้วยพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติประจักษ์ภูมิภาคในภาคเหนือ คือ (1) พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ (2) พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหริภุญไชย และ (3) พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงแสน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผลจากการวิจัยเป็นประโยชน์ต่อแหล่งข้อมูลด้านมรดกทางวัฒนธรรม คือ พิพิธภัณฑ์ได้ต้นแบบออนโทโลยีสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่เหมาะสมกับบริบทการศึกษาประวัติศาสตร์ล้านนา และพิพิธภัณฑ์มีระบบบริหารจัดการสารสนเทศที่มีมาตรฐานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างพิพิธภัณฑ์
2. ผู้มีส่วนร่วมกับการวิจัยได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางประวัติศาสตร์ล้านนาจากการศึกษาความสัมพันธ์ผ่านสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม
3. เป็นแหล่งกระจายความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ล้านนาผ่านสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่เก็บสะสมไว้จากหลากหลายแหล่งข้อมูลในพิพิธภัณฑ์แต่ละแห่ง โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อฐานข้อมูลเดิมของพิพิธภัณฑ์ที่จัดเก็บจึงทำให้พิพิธภัณฑ์ยังเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ข้อมูลโดยสมบูรณ์
4. เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลที่มีความชาญฉลาดของการสืบค้นผ่านแนวคิดออนโทโลยี ไม่เฉพาะการสืบค้นผ่านคำกลุ่มคำ (keyword) อย่างเช่นที่พบเห็นในปัจจุบัน จะมีการสืบค้นเชิงความหมายจะเชื่อมโยงเนื้อหาที่มีความหมาย (facet)

5. ทำให้ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละพิพิธภัณฑ์สามารถใช้ประโยชน์ร่วมกัน แบ่งปัน และเชื่อมโยงความหมายตามสถานการณ์และองค์ความรู้ด้านศิลปวัฒนธรรม

บทความนี้ได้ลำดับการนำเสนอต่อไปนี้ ในส่วนที่ 2 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยสำหรับทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีแนวคิดก่อนการทำงานวิจัย ส่วนที่ 3 กระบวนการวิจัยและการพัฒนาระบบ ส่วนที่ 4 การประเมินผลประสิทธิภาพ และส่วนที่ 5 สรุปผลการวิจัย

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

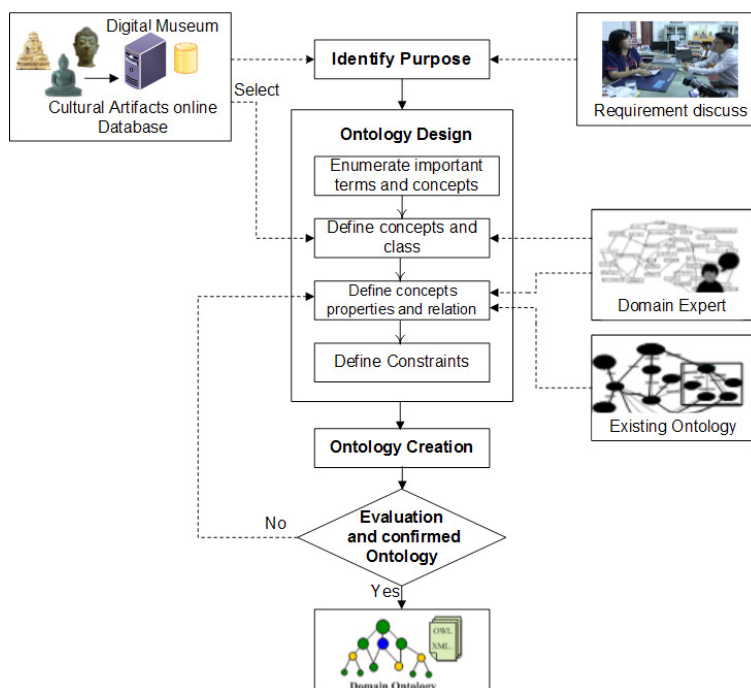
ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรม เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบออนโทโลยี

ออนโทโลยี (ontology) เป็นการให้ความหมายออกแบบรูปแบบโครงสร้างของสิ่งที่อยู่ในขอบเขตความสนใจ ให้มีความสัมพันธ์ของข้อมูลก่อให้เกิดความรู้ขึ้นจากความหมายของความสัมพันธ์นั้น ออนโทโลยีเป็นการแสดงโครงสร้างของแนวคิดที่บรรยายขอบเขตขององค์ความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยในปัจจุบันได้มีการนำออนโทโลยีไปประยุกต์ใช้ทางด้านงานวิจัยที่หลากหลาย ออนโทโลยีประกอบไปด้วยการนิยามความหมายหรือแนวคิด (concepts) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างฐานความรู้ (Corazzon 2019) โดยแนวคิดเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ดังนี้

1. คอนเซ็ปต์ (concepts) หมายถึง ขอบเขตของความรู้ที่สามารถทำการอธิบายรายละเอียดได้
2. คุณสมบัติ (properties) หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ที่นำมาอธิบายรายละเอียดของแนวความคิด
3. ความสัมพันธ์ (relationships) หมายถึง รูปแบบการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิด

ออนโทโลยีที่ออกแบบขึ้นจะต้องมีการนิยาม จัดหมวดหมู่ความรู้ (terminology) ต้องสามารถถูกใช้ซ้ำได้ (reuse) มีวิธีการจัดการ (methodology) และสามารถแลกเปลี่ยนกับภายนอก (interchange) จัดการการออกแบบออนโทโลยี โดยสรุปจะมีขั้นตอนและกิจกรรมที่ต้องกระทำ คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ขอบเขตของความรู้ จะเริ่มต้นจากการทำการรวบรวมจัดสร้างฐานความรู้ (knowledge acquisition) การใช้งานฐานความรู้ (knowledge representation) โดยการเก็บความต้องการจากกลุ่มผู้เกี่ยวข้อง การออกแบบออนโทโลยี การพัฒนาออนโทโลยี รวมทั้งการประเมินออนโทโลยี กระบวนการการออกแบบออนโทโลยีแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการพัฒนาออนโทโลยี
(Process 2006, Online)

ภาพที่ 1 แสดงถึงวิธีการออกแบบออนโทโลยี ซึ่งการออกแบบออนโทโลยีเป็นการบรรยายคอนเซ็ปต์ ขอบเขต ความสนใจ (โดเมน) ใด ๆ ในรูปของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้น ซึ่งสามารถแสดงออกมาในรูปของระบบสัญลักษณ์ที่เป็นสื่อกลางให้คอมพิวเตอร์เข้าใจได้นิยาม โดยที่คอนเซ็ปต์ คือ แนวความคิด กรอบความคิด นั่นเอง

วิธีการออกแบบออนโทโลยีประกอบด้วย

1. Identify purpose: คือ การกำหนดสาขา และขอบเขต (domain and scope)
2. Ontology design: คือ การกำหนดคอนเซ็ปต์ (concept) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคอนเซ็ปต์ กำหนดคุณสมบัติของคอนเซ็ปต์ (property) และระบุข้อกำหนดของคุณสมบัติ (constraints)
3. Ontology creation: คือ การสร้างออนโทโลยีขึ้นมาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Hozo-Ontology Editor ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยโอซากา (Osaka University) ประเทศญี่ปุ่นเป็นโปรแกรมเครื่องมือสนับสนุนการพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Editor) (KOZAKI, online)
4. Evaluation and confirmed ontology: คือ เป็นการประเมินและตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลที่ได้จากการเชื่อมต่อด้วยออนโทโลยี

การพัฒนาการสืบค้นด้วยเทคโนโลยีออนไลน์จะสามารถทำได้รวดเร็วโดยไม่ต้องกระทบกระเทือนต่อฐานข้อมูลเดิม สามารถพัฒนาระบบการสืบค้นข้อมูลได้ตรงกับความต้องการที่เฉพาะของผู้ใช้ มีระบบแนะนำเชิงเหตุผล และเหมาะกับการเชื่อมโยงกลุ่มความรู้อื่น ๆ ในระบบออนไลน์

พิพิธภัณฑ์และสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม

พิพิธภัณฑ์สำหรับสาธารณชนที่เกิดขึ้นในสมัยแรกในแต่ละประเทศ ส่วนใหญ่เป็นพิพิธภัณฑ์ที่พัฒนามาจากพิพิธภัณฑ์ส่วนพระมหากษัตริย์ที่ตกทอดมาเป็นของรัฐบาลกลาง เช่นเดียวกับพิพิธภัณฑ์สถานของไทยในประเทศไทยพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ หมายถึง พิพิธภัณฑ์ที่ประกาศจัดตั้งอยู่ในราชกิจจานุเบกษา รัฐบาลกลางจัดสรรและสนับสนุนงบประมาณ บริหารจัดการโดยกรมศิลปากร มีหน้าที่รวบรวม สงวนรักษาโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุที่เป็นทรัพย์สินแผ่นดิน ตามพระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 นำผลการศึกษาวิจัยและเผยแพร่ให้คนไทยได้มีองค์ความรู้เกี่ยวกับความเป็นคนไทยในทุกแง่มุม จึงต้องมีศักยภาพในการเป็นสถาบันเพื่อการอนุรักษ์สมบัติวัฒนธรรมของชาติที่มีระบบการบริหารจัดการที่เป็นมาตรฐานสากลสำหรับพิพิธภัณฑ์ท้องถิ่น เป็นสถานที่จัดตั้งขึ้นและบริหารจัดการโดยองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น (เมือง จังหวัด เทศบาล ตำบล ฯลฯ) เพื่อการประชาสัมพันธ์เรื่องราวของท้องถิ่น และ/หรือเรื่องราวที่ท้องถิ่นนั้น ๆ สนใจ และยังเป็นสถานที่จัดกิจกรรมด้านต่าง ๆ ของท้องถิ่น เช่น พิพิธภัณฑ์เมือง เป็นต้น ปัจจุบันเมื่อกิจการพิพิธภัณฑ์โดยรัฐบาลกลางได้วางรากฐานในการอนุรักษ์สมบัติวัฒนธรรมของชาติได้เข้มแข็งขึ้น ความสนใจและแนวคิดในการอนุรักษ์สะสม สืบสาน และสืบทอดในภูมิปัญญาไทย จึงขยายไปสู่คนไทยทั่วไปมากขึ้น จึงทำให้เกิดการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ลักษณะนี้มากขึ้น โดยคนหรือหน่วยงานในท้องถิ่นนั่นเอง (Charoen Phot 2007) ในปัจจุบันมีพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติจำนวน 43 พิพิธภัณฑ์ กระจายไปทั่วประเทศไทย สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมในแต่ละยุคแต่ละสมัยจะถูกจัดเก็บสะสมและจัดแสดงไว้ในพิพิธภัณฑ์ มีการจัดการข้อมูลไว้อย่างดีด้วยระบบพิพิธภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานในแต่ละภูมิภาค ซึ่งจะสะท้อนประวัติศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ โดยรวมคือประวัติศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กันทั้งเชิงพื้นที่และเวลา



ภาพที่ 2 ตัวอย่างโบราณวัตถุของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงใหม่ (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างโบราณวัตถุของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติหริภุญไชย (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างโบราณวัตถุของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงแสน (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)

ภาพที่ 2 – 4 แสดงตัวอย่างสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมสำหรับเป็นแหล่งศึกษาประวัติศาสตร์ของพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงใหม่ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติหริภุญไชย และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงแสน ตามลำดับ การบูรณาการข้อมูลระหว่างพิพิธภัณฑที่ที่มีความเกี่ยวข้องกันเชิงเนื้อหาทางประวัติศาสตร์ล้านนาเป็นประเด็นสำคัญที่งานวิจัยนี้สนใจ

จากการสำรวจการจัดเก็บข้อมูลในพิพิธภัณฑ์พบว่า รูปแบบการลงทะเบียนโบราณวัตถุ จะมีรูปแบบการจัดเก็บที่เหมือนกันของทั้ง 3 พิพิธภัณฑ์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยเขตข้อมูล คือ ชื่อวัตถุ เลขทะเบียน รายละเอียด ประวัติ ยุคสมัย วัสดุ และแบบศิลปะ ตัวอย่างข้อมูลการลงทะเบียนโบราณวัตถุของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ แสดงดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลโบราณวัตถุ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่

	เขตข้อมูล	ข้อมูล
	ชื่อ	พระพุทธรูป
	เลขทะเบียน	88/2500
	รายละเอียด	พระพุทธรูปปางสมาธิ แสดงลักษณะศิลปะล้านนา คือ รูปพระพักตร์ค่อนข้างกลม พระรัศมีเป็นดอกบัวตูม ประทับนั่งขัดสมาธิราบเหนือฐานหน้ากระดาน
	ประวัติ	ได้จากบริเวณฐานชุกชี ในการขุดแต่งโบราณสถาน เขตเวียงกุมกาม จังหวัดเชียงใหม่ และหน่วยศิลปากรที่ 4 เชียงใหม่ นำส่งเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2529
	ยุคสมัย	พุทธศตวรรษที่ 20 ถึง 21
	วัสดุ	สำริด
	แบบศิลปะ	ศิลปะล้านนา

จากข้อมูลการลงทะเบียนโบราณวัตถุตารางที่ 1 สามารถนำมาออกแบบจัดเก็บในรูปแบบตารางฐานข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ฐานข้อมูลการลงรายการโบราณวัตถุพิพิธภัณฑ์

เขตข้อมูล	รายละเอียดและตัวอย่าง
Accession id	เลขวัตถุ เช่น 251/48 ลห. 0073/50 บด. 01/001/48
Title	ชื่อวัตถุ เช่น พระพุทธรูป
Description	ลักษณะวัตถุ เช่น จานเคลือบสีขาว ทรงแบน ปากกว้าง มีลายดอกไม้สีชมพูที่ขอบด้านใน
History	ประวัติวัตถุ เช่น จานเคลือบใบนี้ เดิมเป็นสมบัติของอดีตเจ้าอาวาสในยุคแรกของวัดการาม ใช้สำหรับรองถ้วยเคลือบ
Period	ยุคสมัย เช่น ยุคสมัยล้านนา
Date	ช่วงเวলাกำเนิด เช่น พุทธศตวรรษที่ 21
Material	วัสดุ เช่น ดินเผาเคลือบ แก้ว ไม้ เหล็ก สำริด ทอง เงิน หิน ผ้า กระดาษ OIL ON CANVAS พลาสติก ไม้ เครื่องถมปิด เครื่องทอง เครื่องดิน แก้ว
Dimensions	ขนาด เช่น สูง 80.5 กว้าง 65.5 (หน่วยเป็น เซนติเมตร)
Arts style	แบบศิลปะ สกุลช่าง เช่น จีนโบราณ ล้านนา สุโขทัย ลพบุรี

แนวคิดเกี่ยวกับพิพิธภัณฑภัณฑ์ออนไลน์

ผลจากการสำรวจพบว่า พิพิธภัณฑภัณฑ์ออนไลน์สามารถแบ่งออกเป็นสามประเภทของการใช้งานบนอินเทอร์เน็ต คือ พิพิธภัณฑภัณฑ์โบว์ชัวร์ พิพิธภัณฑภัณฑ์เนื้อหา และพิพิธภัณฑภัณฑ์การเรียนรู้ (1) พิพิธภัณฑภัณฑ์โบว์ชัวร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลการวางแผนการเดินทางของผู้ชมที่ต้องการเข้าชมเป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพิพิธภัณฑภัณฑ์ด้วยข้อมูลพื้นฐาน เช่น ที่ตั้ง เวลาเปิด ปิด และตารางเวลากิจกรรมต่าง ๆ วัตถุประสงค์เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักท่องเที่ยวเข้ามาเยี่ยมชมพิพิธภัณฑภัณฑ์จริง เป็นเครื่องมือทางด้านการตลาดเป็นส่วนใหญ่ (2) พิพิธภัณฑภัณฑ์เนื้อหา คือ เว็บไซต์ของพิพิธภัณฑภัณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับคอลเลกชันที่สะสมในพิพิธภัณฑภัณฑ์โดยใช้ฐานข้อมูลเพื่อจัดการเก็บข้อมูลและนำเสนอด้วยแนวทางเดิมของวัตถุจริง (3) พิพิธภัณฑภัณฑ์การเรียนรู้เป็นเว็บไซต์พิพิธภัณฑภัณฑ์ซึ่งนำเสนอการเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างมีสื่อเชิงโต้ตอบในลักษณะเสมือนจริงตอบสนองต่อความต้องการของผู้ชมทั้งที่หลากหลาย เช่น อายุ และพื้นฐานความรู้ของผู้ชม พิพิธภัณฑภัณฑ์เสมือนสามารถสร้างประสบการณ์โดยผู้ชมสามารถโต้ตอบกับวัตถุโบราณได้ เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างพิพิธภัณฑภัณฑ์จริงและพิพิธภัณฑภัณฑ์เสมือน แล้วยังมีประเด็นสำคัญหลาย ๆ ประเด็นที่ต้องแก้ปัญหา ต้องมีการประสานงานและร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญทางมรดกวัฒนธรรม (ภัณฑารักษ์ นักประวัติศาสตร์ นักโบราณคดี ฯลฯ) และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเข้าถึงผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนั้น การพัฒนาโปรแกรมประเภทสำหรับใช้งานในงานประเภทนี้ โอเพ่นซอร์สจึงเหมาะที่จะถูกเลือกในการพัฒนามากกว่าโปรแกรมประเภทที่มีลิขสิทธิ์ทางการค้า เพราะผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาจะสามารถร่วมพัฒนา ดำเนินการได้เองเป็นอิสระจากโปรแกรมที่มีราคาสูง แต่อย่างไรก็ตาม ในความคิดเห็นของผู้เขียน พิพิธภัณฑภัณฑ์เสมือนก็ยังไม่สามารถที่จะทดแทนที่พิพิธภัณฑภัณฑ์จริงทั้งปัจจุบันและอนาคต แต่สามารถเป็นตัวแทนของพิพิธภัณฑภัณฑ์จริงสามารถส่งเสริมการขยายของพิพิธภัณฑภัณฑ์จริง ซึ่งทำให้เห็นภาพแนวคิดของพิพิธภัณฑภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์หลัก คือ การสำรวจการจัดเก็บสะสมและการเผยแพร่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Larue 2012)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนักวิจัยจากหลากหลายสาขาวิชาได้นำเทคโนโลยีออนไลน์มาใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยสำหรับการบูรณาการข้อมูลเชิงความหมายจากแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายทางรูปแบบการจัดเก็บการเพิ่มประสิทธิภาพของการสืบค้นเชิงความหมายจากแหล่งข้อมูลเชิงเดียว อย่างเช่นมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างออนไลน์เครื่องมือที่ใช้ งานวิจัยที่ใกล้เคียงที่มีกระบวนการหรือเทคนิคที่ต่างไปกับงานวิจัยนี้ ดังนี้

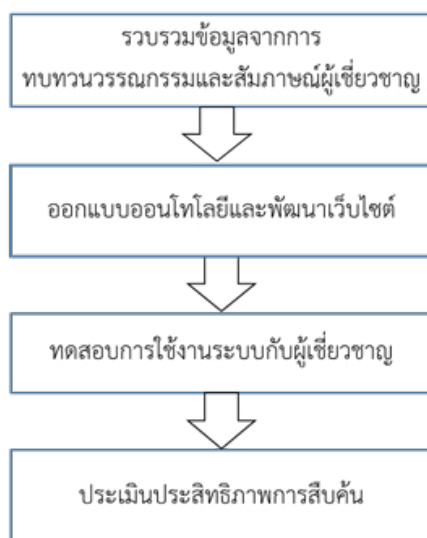
การพัฒนาออนไลน์นิทานพื้นบ้านอีสานเพื่อการสืบค้นและเข้าถึง โดยการวิเคราะห์เอกสาร (document analysis) เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) คำศัพท์ แนวคิด ที่ปรากฏในนิทานพื้นบ้านอีสาน สังเคราะห์เนื้อหาเพื่อหาขอบเขตโครงสร้างความรู้เกี่ยวกับนิทานพื้นบ้านอีสาน โดยใช้แนวทางการจัดหมวดหมู่ (library classification) สามารถจัดกลุ่มความรู้ได้ 8 กลุ่มความรู้ คือ ความรู้เกี่ยวกับนิทานพื้นบ้าน ความเชื่อ ประเพณี ค่านิยม พิธีกรรม สถานที่ ตัวละคร และประเมินความเหมาะสมของกลุ่มความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (Chan tha det 2018, 191 - 206)

การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่า แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับการสืบค้นความรู้ภาษาชนเผ่าบ้านเชียง โดยเก็บรวบรวมจากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้านเชียง และจากการสัมภาษณ์เชิงลึกบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในพิพิธภัณฑ์ จากนั้นได้พัฒนาออนโทโลยีอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นำไปใช้ในการพัฒนาระบบสืบค้นสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ผลของการออกแบบมีคลาสหลักจำนวน 4 คลาส ประกอบด้วย คลาสข้อมูลทางลักษณะ คลาสข้อมูลอายุสมัย คลาสข้อมูลรูปทรง และคลาข้อมูลลวดลาย และมีคลาสร้อย จำนวน 25 คลาส และดำเนินการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการสืบค้น (Thip Sēnā 2018)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกระบวนการและเทคนิคที่ใช้ในกระบวนการวิจัยจะคล้าย ๆ กัน คือ การวิจัยและพัฒนา โดยการศึกษาวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับเนื้อหาของความรู้ที่ต้องการออกแบบออนโทโลยี ออกแบบออนโทโลยีจากเนื้อหาที่วิเคราะห์และดำเนินการประเมินออนโทโลยี ซึ่งอาจจะประเมินจากความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ หรือจากผู้ใช้งานการสืบค้น เครื่องมือในการออกแบบออนโทโลยีจะมีความแตกต่างกันไป เช่น โปรแกรมโปรทีเจ หรือโปรแกรม HOZO สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการวิจัย คือ การวิจัยและพัฒนา ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยที่พบทวนมาและมีการพัฒนาระบบการสืบค้นด้วย OAM ซึ่งเป็นระบบการสืบค้นเชิงความหมายที่มีประสิทธิภาพของศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (Būrana rat 2019)

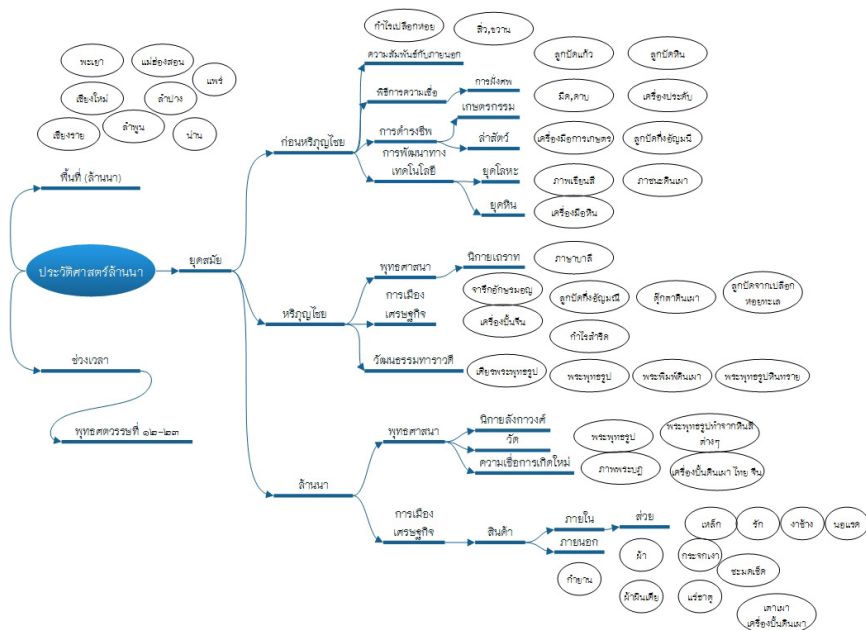
กระบวนการวิจัยและการออกแบบพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาออกแบบออนโทโลยีและพัฒนาเว็บไซต์เพื่อรองรับการจัดเก็บข้อมูลและการสืบค้นข้อมูล เพื่อการทดสอบประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูลจากออนโทโลยี ได้ทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทดลองใช้ระบบ จากนั้นได้ทำการประเมินผลประสิทธิภาพการสืบค้นในระบบนำมาสู่การวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กรอบการทำงานการวิจัย (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ล้านนา จากการศึกษาผ่านสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม ซึ่งมีความจำเป็นต่อการความเข้าใจต่อการวิจัยของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือโครงการ ล้านนาคดี เขียนโดย รองศาสตราจารย์อุษณีย์ ธงไชย (Thongchai 2014) ที่เขียนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ ล้านนา มีเนื้อหาดังนี้ “อาณาจักรล้านนา คือ ดินแดนในเขตภูมิภาคตอนบนของดินแดนไทยปัจจุบัน ประกอบด้วยจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน และแม่ฮ่องสอน จากการศึกษาหลักฐานของภูมิภาค ในแถบนี้ พบว่า ก่อนที่จะพัฒนามาเป็นอาณาจักรล้านนาในพุทธศตวรรษที่ 19 นั้น ดินแดนนี้เป็นเขตที่อยู่อาศัย ของมนุษย์นานนับแสนปีมาแล้ว โดยเริ่มจากสมัยไพลสโตซีนตอนกลางต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันหรือจากสมัยที่ ประชากรยังดำรงชีพด้วยการหาของป่าล่าสัตว์ในเขตเทือกเขาสูง ไม่ตั้งหลักแหล่งถาวร ใช้หินทำเครื่องมือ เครื่องใช้.....” จากเนื้อหาประวัติศาสตร์ล้านนาข้างต้นนั้น ทำให้เห็นถึงองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกันระหว่าง วิถีชีวิตกับสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินชีวิตในยุคสมัยนั้น ๆ จนในปัจจุบัน ได้กลายมาเป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ และสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมเหล่านั้นถูกจัดเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ สะสมเป็นมรดกทางวัฒนธรรมเป็นแหล่งเรียนรู้ทางประวัติศาสตร์ จากเนื้อหาดังกล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ถอด ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์กับสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องจากภาคเอกสารแสดง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์วิถีชีวิตล้านนากับหลักฐานทางประวัติศาสตร์กับสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม

(© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)

ภาพที่ 6 นำเสนอประวัติศาสตร์ล้านนามีความสัมพันธ์หลักแบ่งเป็น ช่วงเวลา เชิงพื้นที่ และยุคสมัย ช่วงเวลา ล้านนาอยู่ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 12 - 23 ประกอบด้วยพื้นที่ของจังหวัดเชียงราย ลำพูน น่าน ลำปาง เชียงใหม่ พะเยา และแม่ฮ่องสอน ในปัจจุบันแบ่งเป็นยุคสมัย 3 ยุค คือ ยุคก่อนทวารวดี ยุคทวารวดี และยุคล้านนา ความสัมพันธ์กับสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตแต่ละยุคสมัย คือ ยุคก่อนทวารวดี

ประกอบไปด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มาจากธรรมชาติ เช่น หิน ดิน ทราย ในยุคหินยุคใหม่เริ่มมีศาสนา เศรษฐกิจ สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมจะประกอบไปด้วยพระพุทธรูป และสิ่งที่สอดคล้องกับเศรษฐกิจ เช่น กำไล ลูกปัด และในยุคล้านนาซึ่งเป็นยุคที่มีความเจริญเข้ามารวมทั้งเทคโนโลยีวัสดุที่ใช้ประกอบสร้างสิ่งประดิษฐ์ก็เริ่มทันสมัยขึ้น เช่น เหล็ก เป็นต้น

สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

หลักการเลือกผู้เชี่ยวชาญ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลทางด้าน สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ผู้อำนวยการ และภัณฑารักษ์ จากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหริภุญไชย และพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ จำนวน 10 คน และนักวิชาการด้านประวัติศาสตร์และศิลปวัฒนธรรมล้านนาที่ดำเนินการสอนหรือทำวิจัย เกี่ยวข้องกับโบราณวัตถุของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ จำนวน 10 คน เพื่อให้ได้มาซึ่งความต้องการองค์ความรู้ ด้านศิลปวัฒนธรรมล้านนาสำหรับการศึกษาประวัติศาสตร์ล้านนาผ่านสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่ถูกจัดเก็บ ในพิพิธภัณฑ์

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญได้ข้อคิดเห็นจากจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการออกแบบออนโทโลยีที่สอดคล้อง กับขั้นตอนทฤษฎีการออกแบบออนโทโลยี (Natalya 2012) ดังนี้

1. การกำหนดสาขา และขอบเขต (domain and scope) ออนโทโลยี คือ “สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมล้านนา” โดยออนโทโลยีนี้มีวัตถุประสงค์ คือ “นำไปสนับสนุนการศึกษาประวัติศาสตร์ล้านนา” และออนโทโลยีนี้จะช่วย ตอบคำถาม เช่น มีโบราณวัตถุใดอยู่ใน “ช่วงเวลา” เดียวกันกับพระแสนแซว โบราณวัตถุใดมี “รูปแบบทาง ศิลปะ” แบบเดียวกัน โบราณวัตถุใดที่เหมาะสมกับการจัดนิทรรศการในหัวข้อเดียวกันที่กำหนด โบราณวัตถุใด ที่อยู่ใน “ยุคสมัย” เดียวกัน โบราณวัตถุใดที่ทำมาจาก “วัสดุ” เดียวกันที่มีความสอดคล้องกับยุคสมัย ฯลฯ

2. กำหนดคอนเซ็ปต์หลัก คือ กลุ่มของสิ่งที่มีคุณสมบัติเหมือน ๆ กัน โดยจัดกลุ่มข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม สำหรับการศึกษาศิลปวัฒนธรรมล้านนา โดยรวบรวมคำสำคัญที่ปรากฏในข้อมูล การจัดเก็บสิ่งประดิษฐ์ทาง วัฒนธรรม จัดกลุ่มคำสำคัญ และทำการระบุคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้ดังต่อไปนี้

2.1 คอนเซ็ปต์ โบราณวัตถุ (physical object) เป็นคลาสหลักที่อธิบายรายการสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม เช่น พระพุทธรูป หม้อ ดุจ คลาส material (วัสดุ) เป็นคลาสที่อธิบายรายการวัสดุที่ใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ ทางวัฒนธรรม เช่น สำริด ไม้ หิน ปูน ผ้า

2.2 คอนเซ็ปต์ ช่วงเวลา (time) เป็นคลาสที่อธิบายยุคสมัยของการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม เช่น พุทธศตวรรษที่ 20

2.3 คอนเซ็ปต์ ยุคสมัย (period) เป็นคลาสที่อธิบายถึงยุคสมัยที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ เช่น อยุธยา ล้านนา สุโขทัย อโยธยา

2.4 คอนเซ็ปต์ เทคนิค (technique) เป็นคลาสที่อธิบายเทคนิควิธีสร้างวัตถุ เช่น การปั้น การหล่อ การดุน

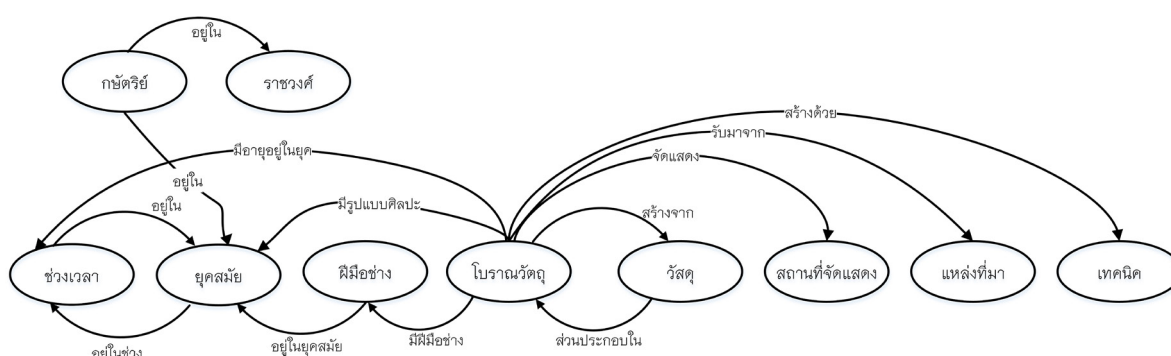
2.5 คอนเซ็ปต์ สถานที่จัดเก็บหรือจัดแสดง (place) เป็นคลาสที่ใช้อธิบายสถานที่ที่จัดแสดงสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม เช่น พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่

2.6 คอนเซ็ปต์ กษัตริย์ (king) เป็นคลาสที่ใช้อธิบายกษัตริย์ที่เป็นผู้สร้างวัตถุ เช่น พระยามังราย ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับราชวงศ์

2.7 คอนเซ็ปต์ ฝีมือช่าง (craftsmanship) เป็นคลาสที่ใช้อธิบายฝีมือช่างที่ผลิต เช่น ช่างเขียนแสน ช่างพะเยา ช่างเชียงใหม่

2.8 คอนเซ็ปต์ แหล่งที่มา (source) เป็นคลาสที่ใช้อธิบายถึงแหล่งที่มาของวัตถุก่อนจะนำมาจัดเก็บในพิพิธภัณฑ์แห่งนั้น ๆ เช่น วัดพระธาตุหริภุญไชย วัดพระสิงห์

จัดความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างขอบเขตข้อมูลที่มีการเชื่อมโยงกันไปตามความหมายที่เกี่ยวข้องกัน ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า หมวดย่อยต่าง ๆ นั้นมีความสัมพันธ์กันเชิงความหมาย ดังนี้



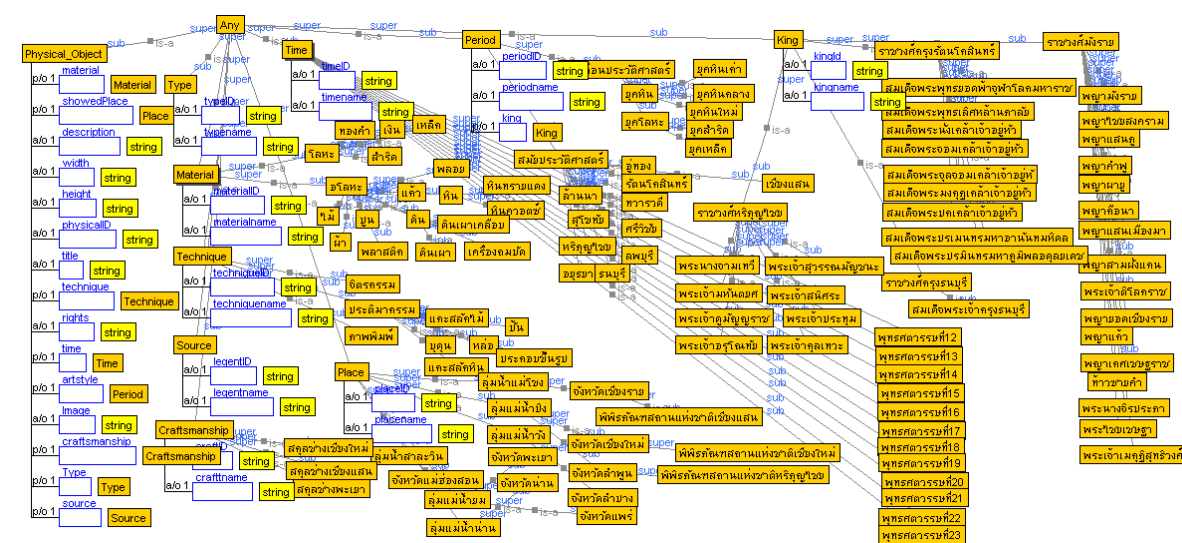
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างคอนเซ็ปต์หลัก (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)

ภาพที่ 7 สามารถสร้างความสัมพันธ์จากโบราณวัตถุเป็นศูนย์กลางของความสัมพันธ์ไปยังวัสดุที่ใช้ ฝีมือช่างเทคนิคที่สร้าง ยุคสมัยและช่วงเวลา รวมถึงสถานที่จัดแสดง และแหล่งที่มา

ออกแบบออนโทโลยีและพัฒนาเว็บไซต์

ในการพัฒนาออนโทโลยีสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมสำหรับการศึกษาประวัติศาสตร์ล้านนาในงานวิจัยนี้ ได้บูรณาการข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมที่จัดเก็บกระจายไปตามพิพิธภัณฑ์ที่เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลทางประวัติศาสตร์สำหรับการศึกษาศิลปวัฒนธรรมล้านนาผ่านการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งจากการสำรวจแต่ละแหล่งเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลการลงทะเบียนวัตถุไว้ในรูปแบบไฟล์เอ็กเซล (.xls) และมีการกำหนดเขตข้อมูลในการจัดเก็บที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องดำเนินการปรับเขตข้อมูลให้ตรงกันโดยการสัมภาษณ์และสร้างข้อตกลงกับภัณฑารักษ์เจ้าของข้อมูล โดยใช้มาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลของ Dublin core เป็นหลักในการออกแบบเมทาตาทา (แสดงในตารางที่ 2) เพื่อให้ข้อมูลสามารถเชื่อมโยงกันได้ จากนั้นออกแบบออนโทโลยีที่สามารถสืบค้นข้อมูลได้ครอบคลุมความรู้ล้านนาในขอบเขตที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ เช่น ความสัมพันธ์ของราชวงศ์ของกษัตริย์ผู้ครองนครตามยุคสมัยของโบราณวัตถุ ซึ่งความสัมพันธ์นี้จะไม่ปรากฏในฐานข้อมูลเดิม และยังสามารถแก้ไขออนโทโลยีได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการโดยไม่กระทบกับฐานข้อมูลเดิม

จากนั้นดำเนินการ ออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีด้วยโปรแกรม Hozo-Ontology Editor (Kozaki 2019) แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ออนโทโลยีสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมพัฒนาด้วยโปรแกรม Hozo (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)

ภาพที่ 8 เป็นการนำเอาคอนเซ็ปต์และความสัมพันธ์เชิงความหมายในภาพที่ 7 มาสร้างออนโทโลยีในโปรแกรม HOZO เพื่อทำให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ที่ประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้หลักการการเชื่อมความสัมพันธ์ ชนิด “จัดเป็น” (IS - A) “เป็นส่วนประกอบของ” (part-of) และ “คุณสมบัติ” (attribute of) ตามหลักการออกแบบออนโทโลยีของโปรแกรม HOZO

สรุปการออกแบบออนโทโลยีในงานวิจัยนี้ได้ คลาสหลัก ๆ ทั้งหมด 9 คลาส ประกอบด้วย คลาสโบราณวัตถุ (physical Object) คลาสวัสดุ (material) คลาสช่วงเวลา (time) คลาสยุคสมัย (period) คลาสเทคนิค (technique) คลาสสถานที่ (place) คลาสกษัตริย์ (king) คลาสฝีมือช่าง (craftsmanship) และคลาสแหล่งที่มา (source) โดยที่ทั้งหมดเกิดจากการวิเคราะห์จากข้อมูลการลงทะเบียนโบราณวัตถุของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ ความรู้ประวัติศาสตร์ล้านนาจากตำรา ความต้องการเผยแพร่ข้อมูลของภัณฑารักษ์ และความต้องการใช้งานของผู้ใช้จากนักวิชาการด้านประวัติศาสตร์ล้านนาและวัฒนธรรมล้านนา

การทดสอบการใช้ระบบ

ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดสอบระบบโดยการเชื่อมออนโทโลยีที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Hozo เข้าสู่ระบบโปรแกรม OAM พัฒนาขึ้นโดยศูนย์เทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) เพื่อให้สามารถทดสอบการสืบค้นข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดสอบจาก 4 พิพิธภัณฑ์ ดังนี้

ค้นหาขั้นสูง : Get API

Path: Physical_Object Label Property

Condition: artstyle Is A ล้านนา ค้นหา

จำนวนเรคคอร์ด (74)

เลขทะเบียน	รูปแบบศิลปะ	คำอธิบาย	การใช้งาน	ประวัติ	รูปประกอบ	แหล่งที่มา	วัสดุ	ยุคสมัย	สถานที่จัดแสดง	กรรมวิธีสร้าง	ชื่อวัตถุ	ประเภทวัตถุ
	1/2502	ล้านนา	พระพุทธรูปปางนาคปรก ทำปางสมาธิ	พิธีกรรมในศาสนาพุทธ	-	-	สำริด	-	พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ เชียงแสน	-	พระพุทธรูป	เครื่องสักการะในพุทธศาสนา

ภาพที่ 9 เว็บไซต์สำหรับการทดสอบการสืบค้นข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม (© Weeraphan Chanhom 21/08/2019)

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างหน้าอินเทอร์เฟซหน้าจอผลลัพธ์การทดสอบโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองสืบค้นตามโจทย์คำถามที่กำหนดและสังเกตผลการสืบค้นว่าได้ตรงกับสิ่งที่คาดหวังหรือถูกต้องตามความเป็นจริงหรือไม่ ตัวอย่างโจทย์การสืบค้น ดังนี้

โบราณวัตถุ (physical object)

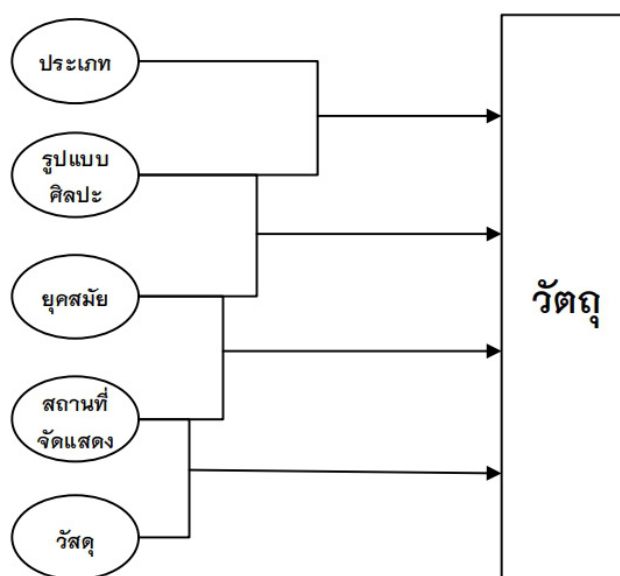
รูปแบบศิลปะ (period) = ล้านนา

วัสดุ (material) = โลหะ

จัดแสดง (place) = จังหวัดเชียงใหม่

ช่วงเวลา (time) = พุทธศตวรรษที่ 20

ระบบจากสืบค้นตามเงื่อนไขที่ถูกกำหนดด้วยฐานความรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกันกับรายการแรก que เลือก การค้นข้อมูลของผู้ใช้โดยส่วนใหญ่ คือ ความสัมพันธ์ของความหมายของวัตถุ และองค์ประกอบเนื้อหาในคลาสย่อยในบริบทแวดล้อม



ภาพที่ 10 แนวทางการสืบค้นความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างคอนเซ็ปต์ (ที่มา)

จากภาพที่ 10 จะสามารถสืบค้นหาวัตถุโดยใช้เงื่อนไขกรองข้อมูลตามหัวข้อ ยกตัวอย่างเช่น ต้องการสืบค้นโบราณวัตถุใน “ช่วงเวลา” และ “ฝีมือช่าง” หรือ “ฝีมือช่าง” และ “ยุคสมัย” หรือ “ยุคสมัย” และ “สถานที่จัดแสดง” หรือ “สถานที่จัดแสดง” และ “วัสดุ” เชื่อมของชื่อกลุ่มข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างแหล่งข้อมูลที่กำหนดในเงื่อนไขที่ออกแบบ เช่น ความสัมพันธ์ลำดับขั้นระหว่างคลาสย่อยที่ใช้สร้างความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลในงานวิจัยนี้ ดังนั้นระบบจะสามารถสืบค้นหาข้อมูลตามแบบโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างคอนเซ็ปต์ที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะรวมไปถึงความสัมพันธ์ของกษัตริย์และราชวงศ์ด้วย แต่ไม่สามารถสืบค้นที่นอกเหนือไปจากโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งถ้าต้องการสืบค้นนอกเหนือไปจากนี้ต้องเพิ่มความสัมพันธ์ในโครงสร้างออนโทโลยีต่อไป

การประเมินผลประสิทธิภาพการสืบค้น

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการออกแบบออนไลน์โพลีและการสืบค้นผ่านเว็บเบราว์เซอร์ตามกระบวนการการวิจัยที่ได้กำหนด ตั้งแต่การวางแผนสำรวจความต้องการ การออกแบบ ออนไลน์โพลี การสร้างเว็บไซต์ และประเมินผลประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล ในส่วนนี้ผู้วิจัยดำเนินการประเมินผลของการใช้ระบบในส่วนของการสืบค้นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 1) การสื่อความหมาย 2) ความถูกต้อง 3) ความชัดเจน และ 4) ความครอบคลุม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติค่าความถี่ (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อหาค่าความคิดเห็นของผู้ประเมินในแต่ละส่วน โดยมีการกำหนดค่าช่วงคะแนนเกณฑ์ระดับคุณภาพ 5 ระดับ (น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด) แบบสอบถามได้แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ (1) ข้อมูลของผู้ประเมินระบบ และ (2) ประสิทธิภาพการใช้งานเว็บไซต์

ตารางที่ 3 ข้อมูลของผู้ประเมินระบบ

ผู้ประเมิน	รายละเอียด
ผู้เชี่ยวชาญจากพิพิธภัณฑ์	
เพศ (%)	หญิง (3, 100%) ชาย (0, 0%)
การศึกษา	ปริญญาโท (3, 100%)
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการ (1, 33%) หัวหน้าพิพิธภัณฑ์ (2, 66%)
ประสบการณ์การทำงาน พิพิธภัณฑ์	> 15 ปี (3, 100%)
สถานที่ทำงาน	พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงใหม่ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติหริภุญไชย และ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติเชียงใหม่
นักวิชาการ	
เพศ (%)	หญิง (3, 30%) ชาย (7, 70%)
อายุเฉลี่ย (ปี)	50
ระดับการศึกษา	ปริญญาโท (5, 50%) ปริญญาเอก (5, 50%)
ความเชี่ยวชาญ	ประวัติศาสตร์ (5, 50%) โบราณคดี (4, 40%) ศิลปกรรม (1, 10%)
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.
ด้านการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศ		
1) การสื่อความหมาย	4.8	1.1
2) ความถูกต้องของข้อมูล	4.6	0.55
3) ความชัดเจนของผลการสืบค้น	4.4	0.55
4) ความครอบคลุมของข้อมูล	4.6	0.55
5) ผลการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศเป็นไปตามความต้องการ	5	0
6) สามารถลดระยะเวลาการค้นข้อมูล	4.8	1.64
7) ทางเลือกในการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศมีความเหมาะสม	4.8	0.45
8) ระยะเวลาในการรอผลการสืบค้น	4.8	0.45
9) สืบค้นจากสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมตามรายการขอบเขตข้อมูล		
ชื่อวัตถุ (title) เช่น “พระพุทธรูป”	4.8	1.1
ประเภทของวัตถุ (type) เช่น “เครื่องสักการะในพุทธศาสนาพุทธ”	4.8	0.45
ยุคสมัย (period) เช่น “20”	4.8	0.45
วัสดุ (material) เช่น “สำริด”	4.8	0.45
แบบศิลปะหรือสกุลช่าง (art style) เช่น “ล้านนา”	4.8	0.45
กรรมวิธี เทคนิคการสร้าง (technique) เช่น “ปั้น”	4.8	0.45
การใช้งาน (event) เช่น “พิธีกรรมในศาสนาพุทธ”	4.8	0.45
สถานที่จัดแสดง (showplace) เช่น “ลำพูน”	4.8	0.45
แหล่งที่มา (legend) เช่น “วัดพระสิงห์”	4.8	0.45
10) สืบค้นจากความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างขอบเขตข้อมูลบนฐานความรู้ที่มีการเชื่อมโยงกันไปตามความหมายที่เกี่ยวข้องกัน :		
โบราณวัตถุ (physical object) → รูปแบบศิลปะ (art style) = ล้านนา → วัสดุ (material) = โลหะ	4.6	0.89

รายการ	$\bar{X}$	S.D.
โบราณวัตถุ (physical object) → รูปแบบศิลปะ (art style) = ล้านนา → วัสดุ (material) = อโลหะ → จัดแสดง (showplace) = จังหวัดเชียงใหม่	4.6	0.89
โบราณวัตถุ (physical object) → รูปแบบศิลปะ (art style) = ล้านนา → วัสดุ (material) = อโลหะ → จัดแสดง (showplace) = จังหวัดเชียงใหม่	4.6	0.89
โบราณวัตถุ (physical object) → รูปแบบศิลปะ (art style) = ล้านนา → วัสดุ (material) = อโลหะ → จัดแสดง (show place) = จังหวัดเชียงใหม่ → ยุคสมัย (period) = พุทธศตวรรษที่ 20	4.6	0.89
	4.5	0.64

จากตาราง 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นว่าการสืบค้นในภาพรวมด้านผลการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศ เป็นไปตามความต้องการมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5$, S.D. = 0) ด้านความชัดเจนของผลการสืบค้น น้อยที่สุด ($\bar{X} = 4.4$, S.D. = 0.55)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ

จากการทดสอบออนไลน์โดยการป้อนข้อมูลจริงลงในออนไลน์และทดลองสืบค้น ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ชื่อเรื่อง (title) ควรกำหนดตัวเลือกให้ผู้เลือกใช้ควบคู่กับการสืบค้นด้วยคีย์เวิร์ด เนื่องจากคำเรียกวัตถุของกลุ่มคนแต่ละกลุ่มต่างกัน เช่น นักวิชาการเรียก พระพิมพ์ คนทั่วไปเรียก พระเครื่อง เป็นต้น
2. วัสดุ (material) ควรมีการแยกย่อยของวัสดุหลักอีกหนึ่งชั้น เช่น หิน→หินทราย, หินอาเกต นอกจากนี้แล้ว คำว่า ศิลาลง ไม่นิยมใช้ หินลง ซึ่งเป็นปัญหาเรื่องการใช้คำศัพท์ตามความนิยมกับเชิงวิชาการ
3. ยุคสมัยและแบบศิลปะ กรณีศิลปะล้านนายุคไม่เกิน 200 ปีมีความยากและซับซ้อนต่อการเรียกให้ชัดเจน เนื่องจากหมดยุคสมัยจริงของล้านนาไปแล้ว บ้านเมืองเป็นส่วนหนึ่งของสยามหรือรัตนโกสินทร์แต่ฝีมือช่างยังเป็นล้านนาในส่วนนี้ขอให้เพิ่มคำอธิบาย “ล้านนา” ให้ละเอียดว่ามีหลายนิยาม
4. เกี่ยวกับแบบศิลปะนอกประเภท ควรเพิ่มไว้ด้วย เช่น ศิลปะจีน แม้วัตถุจะพบในล้านนาแต่แหล่งผลิตเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ

5. ชื่อวัตถุศิลปะมีชื่อเรียกหลายชื่อตามผู้ใช้ เช่น พระพุทธรูปเชียงแสน พระสิงห์ หรือพระพุทธรูปล้านนา พระพิมพ์ พระรอด พระคง หรือพระสิบสอง

6. การค้นหา เช่น พระพุทธรูปเชียงแสน ควรปรากฏรูป ลำดับกลุ่มสกุลช่าง เช่น เชียงแสน1 เชียงแสน2 เชียงแสน3

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาออนไลน์สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมสำหรับการศึกษาประวัติศาสตร์ล้านนาค้นพัฒนาขึ้นเพื่อบริณาการข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมจัดเก็บกระจายไปตามพิพิธภัณฑ์ เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลทางประวัติศาสตร์สำหรับการศึกษาศิลปวัฒนธรรมล้านนาผ่านการใช้เทคโนโลยีร่วมสมัย โดยเฉพาะการออกแบบและพัฒนาออนไลน์สร้างความสัมพันธ์เชิงความหมาย ผู้วิจัยสรุปผลการดำเนินงานและผลการประเมินประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาออนไลน์สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมโดยเริ่มต้นจากการสำรวจข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรม ที่ถูกเก็บสะสมไว้ในพิพิธภัณฑ์ ทั้ง 3 แห่ง คือ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติหริภุญไชย และพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงแสน รวมทั้งได้รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยจำนวน 200 รายการ ซึ่งข้อมูลในแต่ละแห่งจะมีส่วนของการจัดเก็บที่มีความแตกต่างกันไปของแต่ละแห่ง ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเว็บไซต์สำหรับการบูรณาการข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้ง 3 แห่ง โดยปรับให้ใช้รูปแบบเมทาเดตาเดียวกัน จัดเก็บในฐานข้อมูลเดียวกัน สำรวจข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความต้องการประเด็นการสืบค้นเชิงความหมายจากคลังข้อมูลที่ได้รวบรวมมา นำมาออกแบบออนไลน์ตามแนวทางการออกแบบมาตรฐาน และพัฒนาออนไลน์ด้วยโปรแกรม HOZO และเชื่อมออนไลน์เข้ากับระบบ OAM เป็นซอฟต์แวร์แพลตฟอร์มสำหรับจัดการโปรแกรมประยุกต์ออนไลน์สำหรับการพัฒนาเว็บเชิงความหมาย จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบยูสเซอร์อินเตอร์เฟซส่วนการสืบค้นผ่านเว็บไซต์ และทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 10 คน ในการประเมินความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพการใช้งานการสืบค้นข้อมูลสิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมด้วยการออกแบบออนไลน์ พบว่า ผลการประเมินโดยรวม ค่าเฉลี่ย 4.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 ซึ่งถือว่าระบบมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงและมีความน่าเชื่อถือ การทดสอบประสิทธิภาพของการสืบค้นของผู้เชี่ยวชาญถือว่ายอมรับได้ที่ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไม่เกิน 1

จากการประเมินการใช้งานระบบยังพบอีกว่า ผู้เชี่ยวชาญยังให้ความสำคัญของหัวข้อการสืบค้นตามชื่อวัตถุ วัสดุ รูปแบบศิลปะ และปีพุทธศตวรรษ ตามลำดับ ส่วนในหัวข้อ กษัตริย์ เทคนิคการสร้าง และโอกาสการใช้งาน นั้นยังให้ความสนใจน้อยต่อการสืบค้น

การพัฒนาออนไลน์สิ่งประดิษฐ์ทางวัฒนธรรมในครั้งนี้ได้บูรณาการข้อมูลจากแหล่งข้อมูล 3 แหล่งข้อมูล ซึ่งได้ดำเนินการโดยใช้วิธีการทดลองโดยการคัดลอกข้อมูลจากฐานข้อมูลมารวมกันในส่วนกลาง ดังนั้น เมื่อมีการเพิ่มเติม แก้ไขข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจึงจำเป็นต้องคัดลอกข้อมูลอีกครั้งเพื่อให้ข้อมูลทันสมัยอยู่เสมอ ซึ่งโอกาสในการพัฒนาครั้งต่อไปควรเชื่อมโยงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีการเชื่อมโยงข้อมูลออนไลน์ (linked data) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลนั้นทันสมัยเสมอ

โอกาสในการพัฒนาในอนาคต (1) พัฒนาออนไลน์เชิงลึกในแต่ละส่วนเจาะประเด็นความรู้ด้านวัตถุกับบริบทการใช้งานที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ประเพณี พิธีกรรม หรือหน้าที่การใช้งานของวัตถุร่วมกับวัตถุอื่น ๆ (2) พัฒนาต่อยอดให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมข้อมูลบนตัววัตถุและนำข้อมูลนั้นมาจัดความสัมพันธ์ (3) พัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบนิทรรศการออนไลน์

References

- Būrana rat, M. “Ontology Application Management”. National Electronics and Computer Technology Center. Accessed February 7, 2019. <http://lst.nectec.or.th/oam/index.php>.
- Chanhom, W. “Phiphitthaphan Rai Kamphāeng”. [Museum without walls]. Research report, Faculty of Finearts, Chiang Mai University, 2015.
- Čharǎn Phot, S. “Khwāmrū Thūapai Kīeokap Phiphitthaphan Khūmū Phiphitthaphan Thōngthin”. [General knowledge about the museum local museum guide]. Bangkok: Graphic format, 2007.
- Čhan tha dēt, A. “Kānphatthanā ‘ōn thōlōyī nithān phūnbān ‘Īsān phūa kān sūpkhon læ khaothung”. [The Development of Isan Folktale Ontology for Information Access and Retrieval]. *Journal of Srinakharinwirot Research and Development*, 10, no. 20 (2018): 191 - 206.
- Thip Sēnā, R. “Kānphatthanā Thān Khwāmrū ‘Ōnthōlōyī Samrap Phāchana Din Phao Lāeng Bōrānnakhadī Bān Čhāng Čhangwat ‘Udōn Thānī”. [Development of an ontological knowledge base for pottery at Ban Chiang Archaeological Site Udon Thani Province]. *TLA Research Journal*, 11, no. 1 (2018): 16 - 32.
- Thongchai, U. “Khrōngkān Lān Nāk Dī Suksā”. [Lanna Study Project]. Chiang Mai University, 2014.
- Kozaki, K. “Hozo - Ontology Editor”. Accessed January 27, 2019. <http://www.hozo.jp>.
- Larue, F. “From the Digitization of Cultural Artifacts to the Web Publishing of Digital 3D Collections: an Automatic Pipeline for Knowledge Sharing”. *Journal of multimedia*: Issue 7, no. 2 (2012): 132 - 139.
- Natalya, F. Noy and Deborah L. “McGuinness. A Guide to Creating Your First Ontology”. Stanford, CA, 94305: Stanford University, 2012
- Corazzon, R. “Definitions of Ontology”. Accessed January 28, 2019. <https://www.ontology.co/ontology-definitions-one.htm>.