

การพัฒนาระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการ กรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคล

THE DEVELOPMENT OF RECOMMENDER SYSTEM FOR E-LIBRARY BY USING COLLABORATIVE FILTERING AND USER PROFILE

วรณัฐ ศรีพิลัง^{1*} วรณัฐ ศรีอุไร²

Woranuch Sriphalang^{1*}, Wongkot Sriurai²

¹คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹Faculty of Humanities and Social Sciences, Ubon Ratchathani Rajabhat University.

²ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²Department of Mathematics Statistics and Computer, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University.

*Corresponding author, E-mail: woranuch.s@ubru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโครงสร้างและพัฒนาต้นแบบของระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคลซึ่งข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยเป็นข้อมูลหนังสือจำนวน 1,430 เล่ม ข้อมูลลำดับความสนใจในหมวดหมู่หนังสือและข้อมูลค่าคะแนนความชอบจากผู้ใช้ทั้งหมด 300 คน ระบบนี้มีส่วนตอนการพัฒนา 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การเตรียมข้อมูล สร้างตารางเมทริกซ์และเติมค่าข้อมูลที่ขาดหาย และส่วนที่ 2 พัฒนาระบบโดยใช้ภาษาพีเอชพี และฐานข้อมูลไมโครซอฟต์แอกเซสผลการทดสอบและพัฒนาระบบพบว่าระบบสามารถแนะนำหนังสือที่คาดว่าจะตรงกับความต้องการของผู้ใช้ได้ โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยการหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และการวัดประสิทธิภาพโดยรวม (F1 Measure) ผลการทดสอบพบว่ามีความแม่นยำเท่ากับ 0.83 ค่าความระลึกเท่ากับ 0.77 และค่าการวัดประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 0.80 นอกจากนี้มีการประเมินความพึงพอใจของการใช้งานระบบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ในขณะที่ผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 10 คน ได้ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้ระบบทั้งหมดมีความพึงพอใจต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ระบบแนะนำข้อมูล การกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ข้อมูลส่วนบุคคล

Abstract

The research aimed to design a framework and develop a prototype of the recommender system for E-library by using collaborative filtering and user profile. The dataset were used in this research 1,430 books, level of interest in book groups and 300 users' preference rates. Development process of this system consisted of two phases: 1) data preparation, matrix table generation, and missing value computation,

2) development of system using PHP language with Microsoft Access database. The system evaluation and development showed that the book can be recommended towards users' requirement. The system performance was evaluated by precision, recall and F1 measure. The results showed that the precision was 0.83, recall was 0.77 and F1 measure was 0.80. The system was evaluated in term of user satisfaction using questionnaires. The average of user satisfaction towards our system evaluated by 3 specialists was 4.45 with standard deviation of 0.61. The average of user satisfaction towards our system evaluated by 10 general users was 4.50 with standard deviation of 0.60. It can be concluded that the developed system satisfied the users in the good level.

Keywords: Recommender System, Collaborative Filtering, User Profile

บทนำ

ห้องสมุดเป็นแหล่งให้บริการทรัพยากรสารสนเทศ ได้แก่ หนังสือบทความ วารสารและสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เป็นต้น สำหรับผู้ใช้ทุกระดับ โดยห้องสมุดในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงจากห้องสมุดในอดีตตรงที่ผู้ใช้สามารถค้นหาสารสนเทศได้ทุกที่ ทุกเวลา ผ่านระบบห้องสมุดออนไลน์ ซึ่งระบบนี้เป็นที่นิยมของผู้ใช้เนื่องจากสามารถค้นหาสารสนเทศได้โดยไม่จำเป็นต้องไปที่ห้องสมุด แต่เนื่องจากปัจจุบันสารสนเทศมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ผู้ใช้เกิดปัญหาการค้นหาสารสนเทศที่ไม่สามารถค้นหาสารสนเทศได้ตรงตามความต้องการและใช้เวลามากในการค้นหาส่วนใหญ่ในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนมีการใช้ระบบห้องสมุดออนไลน์อย่างแพร่หลายเนื่องจากสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล การบริการของระบบห้องสมุดออนไลน์ส่วนใหญ่ผู้ใช้จะใช้ในการค้นหาหนังสือ ซึ่งระบบนี้ยังขาดในส่วนของ การแนะนำหนังสือที่คาดว่าจะตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ทำให้ต้องใช้เวลาในการค้นหา และบางครั้งหนังสือที่ค้นหาได้ยังไม่ตรงกับความ ต้องการของผู้ใช้

ปัจจุบันได้มีการนำระบบแนะนำข้อมูล (Recommender System) [1,2] มาใช้สร้างรายการแนะนำตามประเภทต่างๆ เช่น การ

แนะนำเพลง สินค้า หนังสือ ภาพยนตร์ และ วิดีโอ เป็นต้น สำหรับเว็บไซต์ที่มีการนำระบบแนะนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ ได้แก่ เว็บไซต์ของ อะเมซอน (Amazon.com) ที่มีการแนะนำรายการหนังสือให้แก่ลูกค้า โดยใช้วิธีการแนะนำรายการหนังสือที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของลูกค้า โดยระบบแนะนำข้อมูลนี้มีเทคนิคหลายเทคนิค แต่ที่นิยมใช้มี 3 เทคนิค ได้แก่ (1) การกรองข้อมูลโดยดูเนื้อหา (Content-based Filtering) เป็นเทคนิคที่แนะนำข้อมูลตามความสนใจของผู้ใช้เป็นหลัก (2) การกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative Filtering) เป็นเทคนิคที่แนะนำข้อมูล โดยสร้างรายการแนะนำจากความคิดเห็นของผู้ใช้ในระบบ และ (3) การกรองข้อมูลแบบผสม (Hybrid Filtering) เป็นการผสมผสานกันระหว่างการกรองข้อมูลโดยดูที่เนื้อหาและการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม สำหรับเทคนิคที่นิยมนำมาใช้แนะนำข้อมูลบนเว็บไซต์คือการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม แต่เทคนิคนี้ยังคงมีข้อจำกัดคือหากมีข้อมูลใหม่เข้ามาในระบบแล้วผู้ใช้ยังไม่มีการให้คะแนน เมื่อนำข้อมูลนี้ไปสร้างรายการสำหรับแนะนำให้แก่ผู้ใช้อาจจะส่งผลให้รายการแนะนำที่ไม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้ระบบแนะนำข้อมูลมาใช้ในระบบห้องสมุดออนไลน์ เพื่อคัดกรองรายการหนังสือที่คาดว่าจะตรงตามความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative Filtering) และข้อมูลส่วนบุคคล (User Profile) มาใช้ร่วมกัน เพื่อสร้างรายการแนะนำข้อมูลหนังสือให้แก่ผู้ใช้ โดยวิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำข้อมูล [3] แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือการแนะนำข้อมูลจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้ที่อยู่ในระบบเท่านั้น ทำให้การแนะนำบางครั้งยังไม่ตรงกับความต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการที่จะนำข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้เข้ามาพิจารณาร่วมกับวิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม เพื่อให้การแนะนำข้อมูลได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบโครงสร้างของระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคล
2. เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบในการแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคล
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น

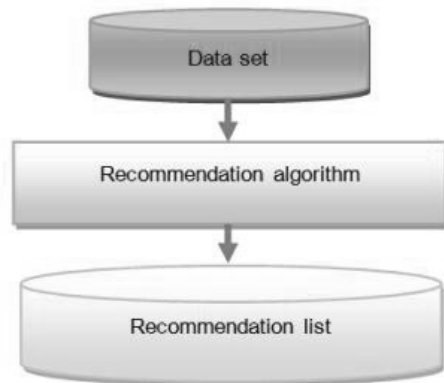
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบแนะนำข้อมูล (Recommender System) เป็นระบบที่แนะนำข้อมูลที่คาดว่าจะตรงกับความต้องการ ของผู้ใช้ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การเลือกซื้อสินค้า การเลือกฟังเพลง และการเลือกชมภาพยนตร์ เป็นต้น [1-2] ซึ่งระบบแนะนำข้อมูลมีการทำงานเชิงรุกโดยนำ

เสนอข้อมูลที่ใช้ต้องการอย่างอัตโนมัติซึ่งแตกต่างจากการค้นคืนสารสนเทศที่มีการทำงานเชิงรับคือ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เมื่อผู้ที่มีความต้องการสารสนเทศเท่านั้น

โครงสร้างของระบบแนะนำข้อมูล

โครงสร้างของระบบแนะนำข้อมูลประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ชุดข้อมูล (Data Set) 2) ขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการแนะนำข้อมูล (Recommendation Algorithm) และ 3) การแนะนำรายการข้อมูล (Recommendation List) ดังภาพที่ 1



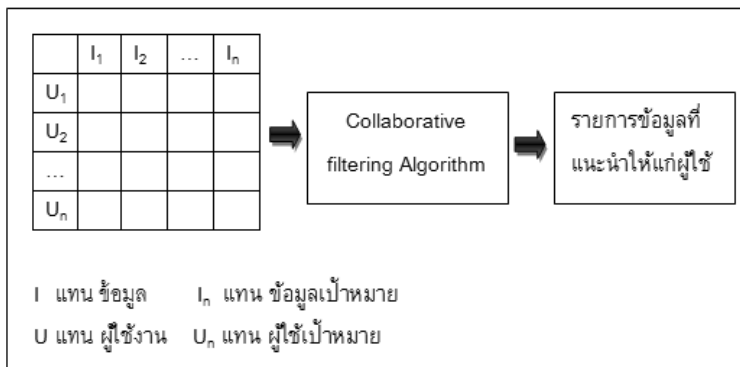
ภาพที่ 1 โครงสร้างของระบบแนะนำข้อมูล

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายได้ว่า Data set เป็นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นรายการแนะนำ เช่น ชุดข้อมูลของมูฟวี่เลนส์ (MovieLens) ที่มีข้อมูลของภาพยนตร์ ข้อมูลของรายการหนังสือ และข้อมูลผู้ใช้ส่วนบุคคล (User Profile) และข้อมูลค่าคะแนนความชอบ (Rating) เป็นต้น โดยมีการนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ในอัลกอริทึมการแนะนำ (Recommendation Algorithm) เช่น อัลกอริทึมของการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative Filtering Algorithm) ที่ใช้ข้อมูลค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้ในระบบมาใช้ในการพิจารณาสร้างเป็นรายการแนะนำข้อมูล (Recommendation List) สำหรับผู้ใช้ตามลำดับ

การกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative Filtering)

เป็นเทคนิคการกรองข้อมูลที่ได้รับ ความนิยมในการนำไปใช้แนะนำข้อมูล ซึ่งแนวความคิดพื้นฐานของการแนะนำข้อมูล ของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ใช้หลายๆ คนในระบบโดยระบบจะทำการค้นหากลุ่มสมาชิก ข้างเคียง (Neighbors) ที่มีความชอบเหมือนกันกับผู้ใช้เป้าหมายเช่น ความชอบหนังสือ ภาพยนตร์ หรือเพลง เป็นต้นโดยข้อมูลจากกลุ่ม

สมาชิกข้างเคียงนี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ในระบบ เพื่อแนะนำข้อมูลให้แก่ผู้ใช้เป้าหมายต่อไปโดย การทำงานของการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงาน ดังภาพที่ 2 ซึ่งเริ่มจากมีการหาค่าความคล้ายคลึงของข้อมูล โดยเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ใช้ในรูปแบบของ ตาราง หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการของวิธีการ เลือกสมาชิกข้างเคียงและการทำนายตามอัลกอริทึม ของการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและนำไป สร้างเป็นรายการแนะนำแก่ผู้ใช้ตามลำดับ



ภาพที่ 2 การทำงานของการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม[4]

ขั้นตอนการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม มี 4 ขั้นตอน [1,2,5] ดังนี้

- 1) การหาค่าความคล้ายคลึงของข้อมูล (Similarity Computation) มีการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ใช้ในรูปแบบของตาราง (Matrix)

จากนั้นคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงระหว่างผู้ใช้ 2 คน วิธีที่นิยมใช้ในการคำนวณคือการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient: PCC) ดังสมการที่ 1

$$sim_{t,c} = \frac{\sum_{k=1}^n (r_{a,i} - \bar{r}_a)(r_{u,i} - \bar{r}_u)}{\sigma_{u_i} \times \sigma_{u_j}} \quad (1)$$

- โดยที่ $sim_{t,c}$ คือ ค่าความคล้ายคลึงระหว่างผู้ใช้ a และ u
- $r_{a,i}$ คือ ค่าคะแนนความชอบของหนังสือที่ได้จากผู้ใช้ a ที่มีต่อหนังสือ i
 - \bar{r}_a คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบที่ผู้ใช้ a มีต่อหนังสือทุกเล่มที่เคยให้คะแนนความชอบไว้
 - $r_{u,i}$ คือ ค่าคะแนนความชอบของหนังสือที่ได้จากผู้ใช้ u ที่มีต่อหนังสือ i

- r_u คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบที่ผู้ใช้ u มีต่อหนังสือทุกเล่มที่เคยให้คะแนนความชอบไว้
- σ_{u_i} คือ ค่าความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้ a ที่เคยให้คะแนนความชอบไว้
- σ_{u_j} คือ ค่าความแปรปรวนค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้ u ที่เคยให้คะแนนความชอบไว้

2) วิธีการเลือกสมาชิกข้างเคียง (Neighbor Selection) เป็นวิธีการที่มีความสำคัญ โดยจะทำการเลือกจากเซตย่อยของผู้ใช้จากผู้ใช้ที่อยู่ในระบบทั้งหมดเพื่อนำไปใช้ในการทำนายในลำดับถัดไป เทคนิคหลักที่ใช้ในการเลือกสมาชิกข้างเคียง มีอยู่ 2 วิธี คือ Similarity Threshold และ Best K-Neighbor

3) วิธีการทำนาย (Prediction) เป็นการพยากรณ์ค่าความชอบของผู้ใช้ต่อรายการใดรายการหนึ่งโดยพิจารณาจากความชอบและความคล้ายระหว่างรายการนั้นกับรายการอื่นๆ ซึ่งจะนำข้อมูลของสมาชิกข้างเคียงที่ถูกเลือกไว้ข้างต้นนำมาคำนวณ ตามสมการที่ 2

$$P_{a,i} = \frac{\sum \text{all}_{similar_item}(sim_{t,c}) \times r_{u,i}}{\sum \text{all}_{similar_item}(sim_{t,c})} \quad (2)$$

- โดยที่ $P_{a,i}$ คือ ค่าการทำนายหนังสือเล่มที่ i ของ user a
- $r_{u,i}$ คือ คะแนนหนังสือของ user u ที่ให้กับหนังสือเล่มที่ i
- $sim_{t,c}$ คือ ค่าความคล้ายคลึงระหว่าง user a และ user u

4) วิธีการสร้างรายการแนะนำ (Recommendation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายโดยนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในแต่ละรายการ (Item) แล้วนำมาเรียงตามลำดับโดยเริ่มตั้งแต่รายการที่มีค่าการพยากรณ์ที่มากที่สุดจนถึงรายการที่มีค่าการพยากรณ์ทำนายน้อยที่สุด โดยการเลือกจำนวนรายการแนะนำมาแสดงสามารถเลือกจำนวนได้ตามความต้องการของผู้ใช้ว่าจะให้มีการแสดงผลการแนะนำจำนวนเท่าใด

Autolib ของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่มีการจัดหมวดหมู่ทรัพยากรสารสนเทศโดยใช้ระบบหอสมุดรัฐสภาอเมริกัน (LC) ในหมวดวิทยาศาสตร์ (หมวด Q) เทคโนโลยี (หมวด T) และบรรณานุกรมบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ (หมวด Z) จำนวน 1,430 เล่ม ซึ่งข้อมูลหนังสือประกอบด้วย ชื่อผู้แต่ง ชื่อหนังสือหรือชื่อเรื่องหัวเรื่องที่ใช้ในการสืบค้น ข้อมูลสำนักพิมพ์ภาพหน้าปกของหนังสือ หลังจากนั้นจึงได้มีการแบ่งหมวดหมู่หนังสือออกเป็น 9 หมวดย่อย [6] ดังตารางที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลหนังสือและข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้

1.1 รวบรวมข้อมูลหนังสือ

งานวิจัยนี้รวบรวมข้อมูลหนังสือมาจากฐานข้อมูลระบบห้องสมุดอัตโนมัติ WALAI

ตารางที่ 1 หมวดหมู่หนังสือและจำนวนหนังสือแต่ละหมวดหมู่

หมวดหมู่ที่	ชื่อหมวดหมู่	จำนวนหนังสือ (เล่ม)
1	Computer hardware	128
2	Computer networking	36
3	Computer Programming	250
4	Computer science	266
5	Computer software	346
6	Console game programming	10
7	Information technology	319
8	Internet	55
9	Open source	20
ผลรวมทั้งหมด		1,430

1.2 รวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานวิจัยนี้ได้มีการสำรวจข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 1-4 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 120 คน และบุคคลทั่วไปที่มีความรู้เกี่ยวกับหนังสือทางด้านเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ จำนวน 180 คน

โดยมีการเก็บข้อมูลจากการกรอกแบบสอบถามดังนี้

1.2.1 ข้อมูลลำดับความสนใจของผู้ใช้ตามหมวดหมู่หนังสือทางด้านเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ลำดับที่ 1-3 สามารถแสดงข้อมูลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลลำดับความสนใจหมวดหมู่ของหนังสือจากผู้ใช้

UserID	ลำดับความสนใจหมวดหมู่หนังสือ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
1	7	8	2
2	3	2	1
3	3	1	2
4	7	1	2
5	1	7	8
N

1.2.2 ข้อมูลค่าคะแนนความชอบของหนังสือตามลำดับความสนใจ ซึ่งมีการให้ค่าคะแนนความชอบแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าคะแนนความชอบ 5 คือ มีความสนใจในระดับมากที่สุด

ค่าคะแนนความชอบ 4 คือ มีความสนใจในระดับมาก

ค่าคะแนนความชอบ 3 คือ มีความสนใจในระดับปานกลาง

ค่าคะแนนความชอบ 2 คือ มีความสนใจในระดับน้อย

ค่าคะแนนความชอบ 1 คือ มีความสนใจในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้มีการนำข้อมูลมาสร้าง Matrix ข้อมูล ดังข้อมูลตัวอย่างแสดงในตารางที่ 3 เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลโดยสรุปและดูข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น

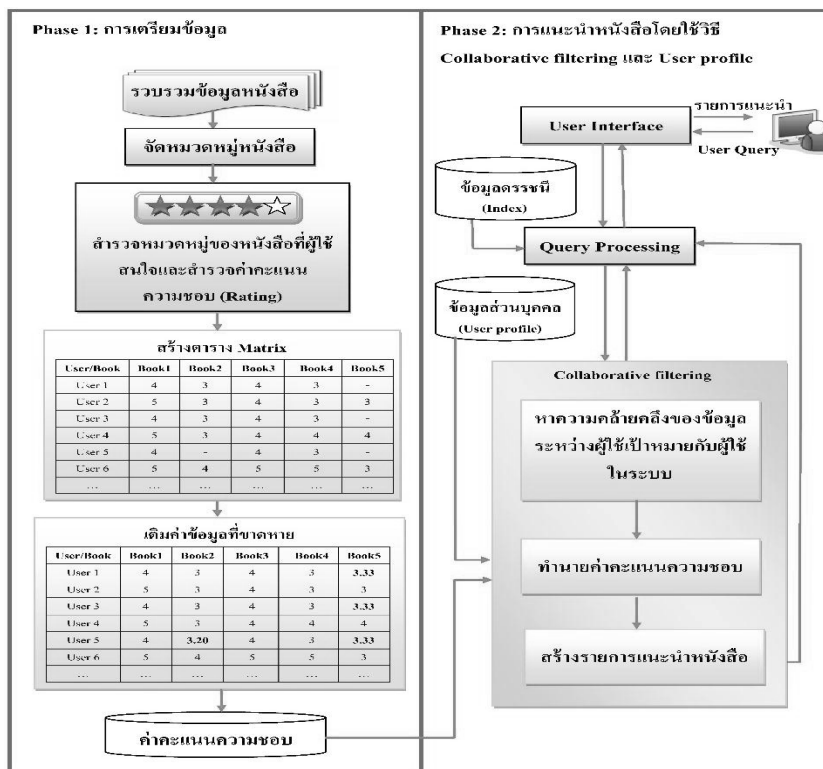
ตารางที่ 3 Matrix ข้อมูลค่าคะแนนความชอบของหนังสือที่ให้โดยผู้ใช้

User/Book	Book1	Book2	Book3	Book4	Book5
User 1	4	3	4	3	-
User 2	5	3	4	3	3
User 3	4	3	4	3	-
User 4	5	3	4	4	4
User 5	4	-	4	3	-
User 6	5	4	5	5	3
User N

2. ออกแบบโครงสร้างระบบ

จากการรวบรวมข้อมูลในข้อ 1 สามารถนำมาสร้างรายการแนะนำหนังสือสำหรับห้องสมุดออนไลน์ในขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโครงสร้างของระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยวิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคล โดยการ

ทำงานของระบบสามารถแบ่งกระบวนการออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 (Phase 1) การเตรียมข้อมูล และส่วนที่ 2 (Phase 2) การแนะนำหนังสือโดยใช้วิธี Collaborative Filtering และ User Profile ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างของระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์

จากภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบ แนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งมีกระบวนการทำงาน 2 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีการทำงานดังนี้

2.1 ส่วนที่ 1 (Phase 1) การเตรียมข้อมูล มีการทำงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลหนังสือ จัดหมวดหมู่ของหนังสือ รวบรวมข้อมูลลำดับความสนใจหมวดหมู่ของหนังสือจากผู้ใช้ และรวบรวมข้อมูลค่าคะแนนความชอบจากผู้ใช้ โดยมีการขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมข้อมูลหนังสือที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ จากสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลในการรวบรวมข้อมูล

2.1.2 ขั้นตอนที่ 2 จัดหมวดหมู่ของหนังสือเพื่อทำการเก็บข้อมูลลำดับความสนใจหมวดหมู่ของหนังสือโดยวิเคราะห์หมวดหมู่จากชื่อหนังสือและหัวข้อของข้อมูลในขั้นตอนที่ 1

2.1.3 ขั้นตอนที่ 3 การสำรวจความสนใจของหนังสือที่ผู้ใช้สนใจและสำรวจค่าคะแนนความชอบจากผู้ใช้โดยการสำรวจแบบประเมินทั้งออนไลน์และเป็นเอกสาร

2.1.4 ขั้นตอนที่ 4 การนำข้อมูลค่าคะแนนความชอบมาสร้างเป็นตาราง (Matrix) เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลโดยสรุปและดูข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังข้อมูลตัวอย่างแสดงในตารางที่ 4

2.1.5 ขั้นตอนที่ 5 การเติมค่าข้อมูลที่ขาดหาย เมื่อมีผู้ใช้ให้ค่าคะแนนความชอบของหนังสือไม่ครบ ทำให้เกิดปัญหาข้อมูลขาดหายหรือข้อมูลมีไม่เพียงพอที่จะนำมาสร้างเป็นรายการแนะนำได้ดังนั้นจึงใช้วิธีการเติมค่าว่าง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล และใช้วิธีเติมค่าว่างโดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนความชอบที่ผู้ใช้ในระบบมีการให้ไว้ ซึ่งในการเติมค่าว่างนี้ผู้วิจัยได้กำหนดค่า Threshold ของความแปรปรวนเท่ากับ 0.9 [7]

ดังนั้นหากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีค่าน้อยกว่าค่า Threshold ที่ตั้งไว้ จะทำการเติมค่าเฉลี่ยลงในช่องที่มีค่าว่าง

2.2 ส่วนที่ 2 (Phase 2) การแนะนำหนังสือโดยใช้วิธี Collaborative Filtering และ User Profile เป็นกระบวนการนำข้อมูลค่าคะแนนความชอบ (Rating) จากการเตรียมข้อมูลส่วนที่ 1 (Phase 1) มาประยุกต์ใช้ใช้ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลที่เป็นลำดับความสนใจหมวดหมู่ของหนังสือ เพื่อสร้างเป็นรายการแนะนำหนังสือสำหรับห้องสมุดออนไลน์ มีการประยุกต์ใช้กระบวนการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval) เพื่อค้นคืนหนังสือที่ผู้ใช้ให้ความสนใจ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การเชื่อมต่อผู้ใช้ผ่านระบบ (User Interface) ซึ่งขั้นตอนนี้มีหน้าที่ในการรับข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการสืบค้น โดยการพิมพ์คำที่ต้องการสืบค้นผ่านระบบและส่งผ่านให้กับระบบประมวลผล จากนั้นระบบจะแสดงผลลัพธ์ที่เป็นรายการแนะนำหนังสือจากการสืบค้นแก่ผู้ใช้

2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 การประมวลผลข้อความ (Query Processing) มีหน้าที่ประมวลผลคิ่วรีที่มาจากผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ส่งคิ่วรีเข้าในระบบระบบจะทำการประมวลคิ่วรีเพื่อให้ทราบหมวดหมู่ของหนังสือตามความต้องการของผู้ใช้ โดยมีการใช้ร่วมกับข้อมูลดรรชนี (Index) ที่ได้มีการสร้างจากชื่อหนังสือ (Title) และหัวข้อ (Subject) ซึ่งมีการสร้างโดยการขจัดคำที่ไม่มีความสำคัญออก เช่น a an the และ from เป็นต้นและแปลงคำให้อยู่ในรูปของรากศัพท์เดิม ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการสืบค้น เช่น Networked, Networking จะถูกแปลงให้เป็น Network เป็นต้นหลังจากนั้นระบบจะวิเคราะห์คิ่วรีจากผู้ใช้เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับหมวดหมู่ของหนังสือ ผลลัพธ์ที่ได้คือหมวดหมู่ของหนังสือที่สอดคล้องกับคิ่วรีที่ผู้ใช้ต้องการ โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปพิจารณาร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้เพื่อสร้างเป็นรายการแนะนำหนังสือในขั้นตอนถัดไป

2.2.3 ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าความคล้ายคลึงของข้อมูลระหว่างผู้ใช้เป้าหมายกับผู้ใช้ระบบ ที่มีความสนใจคล้ายคลึงกันขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของ Collaborative Filtering ซึ่งวิธีที่นิยมและดีที่สุดคือการหาค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient)

ที่มีการคำนวณความคล้ายคลึงระหว่างผู้ใช้ 2 คนที่ให้ค่าคะแนนความชอบ ระหว่าง User a ที่เป็นผู้ใช้เป้าหมายที่ระบบจะแนะนำให้และ User u คือผู้ใช้ในระบบ โดยมีการหาค่าเฉลี่ย การหาค่าความแปรปรวนของผู้ใช้เป้าหมายและผู้ใช้ในระบบดังข้อมูลตัวอย่างในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การให้ค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้

User/Book	Book1	Book2	Book3	Book4	Book5
User a	5	3	5	4	-
User 1	4	3	4	3	3.33
User 2	5	3	4	3	3
User 3	4	3	4	3	3.33
User 4	5	3	4	4	4
User 5	4	3.20	4	3	3.33
User 6	5	4	5	5	3

การคำนวณหาความคล้ายคลึงของการให้คะแนนค่าความชอบของ User a กับผู้ใช้ในระบบ มีการคำนวณหาความคล้ายคลึง ดังนี้

User/Book	Book1	Book2	Book3	Book4	Book5
User a	5	3	5	4	?
User 1	4	3	4	3	3.33

ภาพที่ 4 การคำนวณหาความคล้ายคลึงจากโคเรลระหว่าง User a และ User 1

จากภาพที่ 4 สามารถคำนวณหาความคล้ายคลึงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สันของ User a และ User 1 จากสมการที่ (1) ดังนี้

$$sim_{i,c} = \frac{\sum_{k=1}^n (r_{a,i} - \bar{r}_a)(r_{u,i} - \bar{r}_u)}{\sigma_{u_i} \times \sigma_{u_j}}$$

$$\bar{r}_a = \frac{5+3+5+4}{4} = 4.25 \qquad \bar{r}_u = \frac{4+3+4+3}{4} = 3.50$$

$$sim_{i,c} = \frac{((5 - 4.25) \times (4 - 3.50)) + ((3 - 4.25) \times (3 - 3.50)) + ((5 - 4.25) \times (4 - 3.50)) + ((4 - 4.25) \times (3 - 3.50))}{\sigma_{a_i} \times \sigma_{u_j}}$$

$$\sigma_{a_i} = \sqrt{(5 - 4.25)^2 + (3 - 4.25)^2 + (5 - 4.25)^2 + (4 - 4.25)^2} = 1.66$$

$$\sigma_{u_j} = \sqrt{(4 - 3.50)^2 + (3 - 3.50)^2 + (4 - 3.50)^2 + (3 - 3.50)^2} = 1.00$$

$$sim_{i,c} = \frac{1.50}{1.66 \times 1.00} = 0.90$$

ค่าความคล้ายคลึงระหว่าง User a และ User 1 มีผลการหาความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.90 จากนั้นให้ดำเนินการหาค่าความคล้ายคลึงระหว่าง User a กับ User 2 -User 6 จนครบจากการคำนวณสามารถสรุปความคล้ายคลึงของผู้ใช้ได้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงของ User a กับผู้ใช้ในระบบ

User		ค่าความคล้ายคลึง
User a	User 1	0.90
User a	User 2	0.82
User a	User 3	0.90
User a	User 4	0.85
User a	User 5	0.83
User a	User 6	0.87

2.2.4 ขั้นตอนที่ 4 ทำนายค่าคะแนนความชอบหลังจากมีการหาความคล้ายคลึงของ User a กับผู้ใช้ในระบบแล้ว จะต้องมีการพิจารณาความคล้ายคลึงของการให้ค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้ในระบบซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การจับคู่ค่าความคล้ายคลึงระหว่าง User a และผู้ใช้ในระบบ

คู่ที่	User		ค่าความคล้ายคลึง
1	User a	User 1	0.90
	User a	User 3	0.90
2	User a	User 2	0.82
	User a	User 5	0.83
3	User a	User 4	0.85
	User a	User 6	0.87

จากตารางที่ 7 สามารถทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้ที่มีความคล้ายคลึงใกล้เคียงกัน โดยใช้การคำนวณจากสมการที่ (2)

$$P_{a,i} = \frac{\sum_{\text{all similar_item}} (sim_{t,c}) \times r_{u,i}}{\sum_{\text{all similar_item}} (sim_{t,c})}$$

1) การทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้คู่ที่ 1 คือ User a กับ ผู้ใช้ในระบบ ได้แก่ User 1 และ User 3 สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_{a,i} = \frac{(0.90 \times 3.33) + (0.90 \times 3.33)}{0.90 + 0.90}$$

$$P_{ai} = \frac{6}{1.8} = 3.33$$

ผลการทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้คู่ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 3.33

2) การทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้คู่ที่ 2 คือ User a กับ ผู้ใช้ในระบบ ได้แก่ User 2 และ User 5 สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_{ai} = \frac{(0.82 \times 3) + (0.83 \times 3.33)}{0.82 + 0.83}$$

$$P_{ai} = \frac{5.21}{1.65} = 3.17$$

ผลการทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้คู่ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 3.17

3) การทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้คู่ที่ 3 คือ User a กับ ผู้ใช้ในระบบ ได้แก่ User 4 และ User 6 สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$P_{ai} = \frac{(0.85 \times 4) + (0.87 \times 3)}{0.85 + 0.87}$$

$$P_{ai} = \frac{6.02}{1.72} = 3.49$$

ผลการทำนายค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้คู่ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.49

จากการคำนวณค่าคะแนนความชอบที่ได้จากการทำนายพบว่าค่าคะแนนความชอบคู่ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.49 ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบมากที่สุด แสดงว่า User a มีการให้ค่าคะแนนความชอบของหนังสือคล้ายคลึงกันกับ User 4 และ User 6

2.2.5 ขั้นตอนที่ 5 สร้างรายการแนะนำหนังสือ เริ่มจากพิจารณาว่ารายการหนังสือที่ User a (ผู้ใช้เป้าหมาย) มีความสนใจหนังสือเล่มนั้นอยู่ในหมวดหมู่ใด โดยพิจารณาจากข้อมูลลำดับความสนใจหมวดหมู่ของหนังสือที่ User a ให้ไว้กับระบบ จำนวน 3 ลำดับตามที่ได้กล่าว

ไว้ข้างต้น เช่น สมมุติว่า หาก User a มีการให้ข้อมูลลำดับความสนใจในหมวดหมู่ของหนังสือจำนวน 3 ลำดับ ได้แก่ 7 3 และ 5 แล้วพบว่ารายการหนังสือที่ User a มีความสนใจอยู่ในหมวดหมู่ที่ 7 ระบบจะมีการดึงรายการหนังสือในหมวดหมู่ที่ 7 ที่ตรงกับความสนใจของ User a โดยจะดึงรายการหนังสือที่ User 4 กับ User 6 ได้ให้ค่าคะแนนความชอบออกมา หลังจากนั้นจะนำรายการหนังสือที่สอดคล้องกับที่ User a สนใจมาเรียงลำดับค่าคะแนนความชอบจากมากที่สุดไปจนถึงค่าคะแนนความชอบน้อยที่สุดจำนวน 10 รายการ (Top 10) เพื่อแสดงเป็นรายการแนะนำหนังสือให้กับผู้ใช้ต่อไป

3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความต้องการของระบบ จากนั้นดำเนินการออกแบบระบบ โดยแสดงแบบจำลองของระบบด้วย Context Diagram และ Data Flow Diagram ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการทำงานของระบบ ที่นำเข้าและออกข้อมูลจากระบบ

4. พัฒนาและทดสอบระบบ

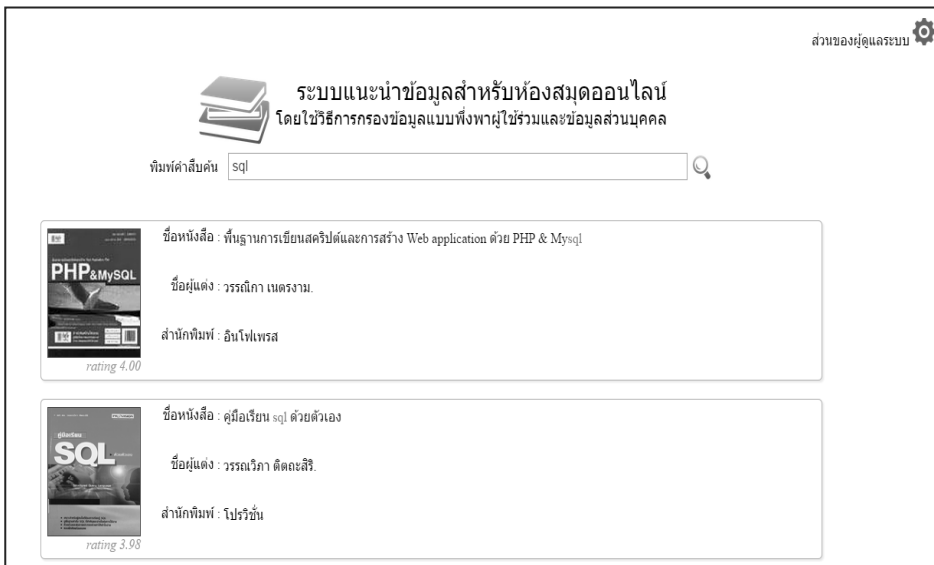
การพัฒนาระบบคณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Access 2007 ในการจัดการฐานข้อมูล หลังจากพัฒนาระบบแล้ว ดำเนินการทดสอบระบบด้วยการหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และการวัดประสิทธิภาพโดยรวม (F1 Measure) ของระบบ นอกจากนี้มีการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

งานระบบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 10 คน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบ

ระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบฟิงพา ผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคลนี้ ได้พัฒนาจากการใช้ภาษาพีเอชพีร่วมกับโปรแกรม Microsoft Access 2007 ในการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งการทำงานของระบบ มีการแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ใช้ระบบที่สามารถพิมพ์คำสืบค้น ได้แก่ ชื่อหนังสือ หรือชื่อผู้แต่งได้ และส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถแก้ไข เพิ่มข้อมูลหนังสือได้ ซึ่งมีตัวอย่างของการทำงานระบบ ดังภาพที่ 4-6 ดังนี้



ภาพที่ 4 หน้าจอผลการค้นหาหนังสือของผู้ใช้



ภาพที่ 5 หน้าจอจัดการข้อมูลหนังสือของผู้ดูแลระบบ

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนสารสนเทศของระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนสารสนเทศของระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบฟิงพาผู้ใช้ร่วมนี้ มีการกำหนดค่าสำคัญที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 30 คำและมีการคำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision: P) คำนวณหาค่าความระลึก (Recall: R) และวัดประสิทธิภาพโดยรวม (F1 Measure) ซึ่งผลการทดสอบค่าความแม่นยำของระบบพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.83 ค่าความระลึก

มีค่าเท่ากับ 0.77 และค่าการวัดประสิทธิภาพโดยรวม มีค่าเท่ากับ 0.80

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบได้มีการเก็บแบบสอบถามออนไลน์จากผู้ระบบที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 10 คนผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการทดสอบตามวิธีของไลเกิร์ต (Likert) [8] ซึ่งเป็นมาตรฐานอันดับเชิงคุณภาพ (Rating Scale) 5 ระดับ ผลประเมินดังตารางที่ 8-9

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความสามารถในการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ	4.27	0.59	มาก
2. ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ	4.67	0.62	มากที่สุด
3. ด้านรูปแบบการนำเสนอ	4.20	0.56	มาก
4. ด้านความปลอดภัย	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปผล	4.45	0.61	มาก

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไป

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.50	0.53	มาก
2. หน้าจอหลักสำหรับการสืบค้นข้อมูลหนังสือ	4.60	0.52	มากที่สุด
3. ความถูกต้องต่อการแสดงผลการสืบค้นข้อมูลหนังสือ	4.20	0.79	มาก
4. การแสดงผลการสืบค้นข้อมูลหนังสือต่อการแสดงความเข้าใจ	4.70	0.48	มากที่สุด
5. ความง่ายในการใช้งานระบบ	4.30	0.67	มาก
6. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.70	0.48	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของการใช้สีของตัวอักษรพื้นหลัง รูปภาพ	4.60	0.52	มากที่สุด
8. ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่แสดงแต่ละหน้าจอ	4.10	0.74	มาก
9. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.60	0.52	มากที่สุด
10. ระดับความพึงพอใจของระบบโดยรวม	4.70	0.48	มากที่สุด
สรุปผล	4.50	0.60	มาก

สรุปและอภิปรายผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบโครงสร้างและพัฒนาระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคลโดยมีขอบเขตของข้อมูลเป็นหนังสือวิทยาศาสตร์ (หมวด Q) เทคโนโลยี (หมวด T) บรรณานุกรมบรรณารักษศาสตร์ และสารสนเทศศาสตร์ (หมวด Z) จำนวน 1,430 เล่มที่อยู่ในสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความสนใจตามลำดับหมวดหมู่หนังสือที่สนใจลำดับที่ 1-3 และข้อมูลค่าคะแนนความชอบของผู้ใช้จำนวน 300 คน โดยระบบนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 การเตรียมข้อมูลมีการทำงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลหนังสือจัดหมวดหมู่ของหนังสือ รวบรวมข้อมูลลำดับความสนใจหมวดหมู่ของหนังสือและข้อมูลค่าคะแนนความชอบจากผู้ใช้ และนำข้อมูลค่าคะแนนความชอบมาสร้างเป็นตาราง และส่วนที่ 2 แนะนำหนังสือโดยใช้การกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคลเป็นกระบวนการนำข้อมูลที่ได้จากการเตรียมข้อมูลใน ส่วนที่ 1 มาใช้ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อสร้างเป็นรายการแนะนำ

หนังสือสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยมีขั้นตอนการทำงานคือ การเชื่อมต่อผู้ใช้ผ่านระบบโดยการรับข้อมูลที่ผู้ใช้งานต้องการสืบค้น จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลข้อความจาก คิวรีที่มาจากผู้ใช้และวิเคราะห์คิวรีเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับหมวดหมู่ของหนังสือ หลังจากนั้นจะมีการคำนวณค่าความคล้ายคลึงของข้อมูลระหว่าง User a กับผู้ใช้ในระบบที่มีความสนใจคล้ายคลึงกัน เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการทำนายค่าคะแนนความชอบโดยใช้ข้อมูลความคล้ายคลึงของการให้ค่าคะแนนความชอบของ User a และผู้ใช้ในระบบ ขั้นตอนสุดท้ายคือการสร้างรายการแนะนำหนังสือ ซึ่งพิจารณาว่ารายการหนังสือที่ User a มีความสนใจน้อยอยู่ในหมวดหมู่ใด ระบบจะมีการดึงรายการหนังสือในหมวดที่ตรงกับความสนใจที่ตรงกับความสนใจของ User a และผู้ใช้ในระบบที่ได้ให้ค่าคะแนนความชอบออกมา หลังจากนั้นจะนำรายการหนังสือที่สอดคล้องกับความสนใจมาเรียงลำดับค่าคะแนนความชอบจากมากที่สุดไปจนถึงค่าคะแนนความชอบน้อยที่สุดจำนวน 10 รายการ (Top 10) เพื่อแสดงเป็นรายการแนะนำหนังสือให้กับผู้ใช้

สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ มีการทดสอบประสิทธิภาพ ได้แก่ 1) การทดสอบการใช้งานระบบ โดยใช้วิธี Black box Testing พบว่าระบบสามารถแสดงผลได้ตรงกับความต้องการของระบบ 2) การทดสอบประสิทธิภาพการค้นคืนสารสนเทศ โดยหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และการวัดประสิทธิภาพโดยรวม (F1 Measure) ผลการทดสอบพบว่า ค่าความแม่นยำมีค่าเท่ากับ

0.83 ค่าความระลึกมีค่าเท่ากับ 0.77 และค่าการวัดประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าเท่ากับ 0.80 และ 3) การประเมินความพึงพอใจของระบบจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไป พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แสดงว่าระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบฟิงพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคลที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการทำงานและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ricci, Francesco, Rokach, Lior; and Shapira, Bracha. (2010). *Recommender system handbook*. New York: Springer.
- [2] Jannach, Dietmar; and other. (2011). *Recommender Systems An Introduction*. New York: Cambridge University.
- [3] ศลิษา หนูเสมียน. (2554). ระบบแนะนำการเลือกสาขาเพื่อศึกษาต่อระดับอาชีวศึกษาโดยใช้เทคนิคการคัดกรองข้อมูลแบบผสมระหว่างการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหากับการคัดกรองข้อมูลแบบฟิงพาผู้ใช้ร่วม กรณีศึกษาวิทยาลัยสารพัดช่างระยอง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [4] วรณัฐ ศรีพลัง; และ วงกต ศรีอุไร. (2555). การประยุกต์ใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบฟิงพาผู้ใช้ร่วมเพื่อแนะนำหนังสือสำหรับห้องสมุดออนไลน์. ใน *เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*. ครั้งที่ 8 9-10 พฤษภาคม 2555 โรงแรมดุสิตธานี จังหวัดชลบุรี. หน้า 533-539. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [5] Ghauth, K.; and Abdullah, N. (2010). "Measuring learner's performance in e-learning recommender systems". *Australasian Journal of Educational Technology*. 26(6): 764-774.
- [6] Wikipedia. (2011). *Wikibooks Subject : Computing*. Wikibooks. Retrieved March, 2011, from <http://en.wikibooks.org/wiki/Subject:Computing>
- [7] วงกต ศรีอุไร; ชูชาติ หฤไชยะศักดิ์; และ จิรรัตน์ สิทธิวรชาติ. (2551). การแทนค่าข้อมูลที่ขาดหายเพื่อแก้ไขปัญหาความเบาบางของข้อมูลในการกรองข้อมูลแบบฟิงพาผู้ใช้ร่วม. *วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง*. 16(1): 44-52.
- [8] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2555). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.