

ระบบผู้แนะนำโดยอาศัยความไว้วางใจร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

Recommender System Using Trust and Expert

ธนพล พุกเส่ง*, สุชา สมานชาติ, สุนันtha สดสี

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Thanaphon Phukseng*, Sucha Smanchat and Sunantha Sodsee

Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,

Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800

บทคัดย่อ

ระบบผู้แนะนำมีบทบาทสำคัญต่อคนในยุคปัจจุบันที่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้าและบริการต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก โดยจะช่วยนำเสนอสิ่งที่มีความเหมาะสมแก่ผู้ใช้งานมากที่สุด แต่ระบบผู้แนะนำเองก็มีปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคำแนะนำ เช่น ความเบาบางของข้อมูล และการมีผู้ใช้งานรายใหม่ ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสานกับระบบผู้แนะนำ เพื่อแก้ปัญหาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการแนะนำให้ดียิ่งขึ้น สำหรับในบทความนี้ได้นำเสนอการศึกษางานวิจัยทางด้านระบบผู้แนะนำที่ได้นำความไว้วางใจและผู้เชี่ยวชาญมาเป็นส่วนประกอบตลอดจนการนำทั้งสองเทคนิคมาใช้งานร่วมกันเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำ สำหรับผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำเทคนิคทั้งสองมาใช้งานร่วมกันนั้นจะสามารถแก้ปัญหาระบบผู้แนะนำและปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการแนะนำได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : ระบบผู้แนะนำ; ความไว้วางใจ; ผู้เชี่ยวชาญ

Abstract

Recommender systems are crucial for consumers who have too much information about products and services. The system assists in decision making by presenting the most appropriate facts to consumers. However, problems, such as data sparsity and cold start, are still encountered when using the systems. Therefore, certain techniques have been combined with the system in order to solve the problems and enhance the effectiveness of the recommender system. This article aims at reviewing existing researches regarding recommender systems that use trust and expert techniques as well as the combination of the two techniques to develop the recommender system. The analytical review shows that the combination of the trust and expert

techniques can solve most of the problems and improve the efficiency of the recommender system.

Keywords: recommender system; trust; expert

1. บทนำ

การพัฒนาของเทคโนโลยีที่มีมาอย่างต่อเนื่องทำให้มีสินค้าและบริการใหม่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของคนในทุกกลุ่ม และอินเทอร์เน็ตก็ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของทุกคน ซึ่งได้ส่งผลให้เกิดการกระจายข้อมูลข่าวสาร การแลกเปลี่ยน (exchange) หรือซื้อขายสินค้า (selling/buying) ผ่านอินเทอร์เน็ต ที่เรียกว่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) และเกิดเครือข่ายสังคมระหว่างผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต ซึ่งนับวันยิ่งขยายตัวมากขึ้น และด้วยการเติบโตดังกล่าวทำให้เกิด data overload [1] หมายถึงการที่มีข้อมูลอยู่เป็นจำนวนมากส่งผลต่อการที่ผู้ใช้งานจะเลือกรับข้อมูลข่าวสาร หรือแม้กระทั่งการซื้อสินค้าหรือบริการ ก็ประสบปัญหาทั้งทางฝั่งลูกค้าที่ต้องการเลือกสินค้าหรือบริการที่มีความเหมาะสมกับตนเองมากที่สุด และทางฝั่งผู้ขายก็เกิดความยากลำบากในการเสนอขายสินค้าจากที่มีอยู่เป็นจำนวนมากให้เหมาะสมกับต้องการของลูกค้า

จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการคัดกรองข้อมูล และพัฒนาระบบผู้แนะนำ โดยอาศัยเทคโนโลยีคัดเลือกรูปแบบของข้อมูล ซึ่งรวมไปถึงสินค้าหรือบริการที่มีความเหมาะสมกับพฤติกรรมผู้ใช้งาน ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจและตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าหรือบริการนั้นได้ โดยพื้นฐานของระบบผู้แนะนำนั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่เคยมีอยู่ เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลพฤติกรรมและประวัติการซื้อสินค้าของผู้ใช้งาน แต่ข้อมูลเหล่านี้อาจมีไม่เพียงพอต่อการสร้างการแนะนำได้

ปัญหาหรือความท้าทายที่พบในระบบผู้แนะนำนั้นมีตัวอย่าง เช่น ปัญหาความเบาบางของข้อมูล (data sparsity) หมายถึงการที่มีปริมาณข้อมูลอยู่น้อยส่งผลให้มีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการสร้างการแนะนำ และปัญหาการมีผู้ใช้งานหรือสินค้าใหม่ (cold start) หมายถึงการที่มีผู้ใช้งานเข้ามาใหม่หรือมีสินค้าใหม่ ซึ่งยังไม่เคยมีข้อมูลการซื้อสินค้าหรือการให้คะแนนสินค้า ทำให้ไม่สามารถสร้างการแนะนำได้ นอกจากนั้นจะเป็นความต้องการปรับปรุงกระบวนการแนะนำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำของผลการแนะนำทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจและได้เลือกซื้อสินค้านั้นไปด้วยความเต็มใจ [2-4]

ดังนั้นจึงทำให้มีการวิจัยที่พัฒนาระบบผู้แนะนำเพื่อแก้ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการแนะนำให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งได้นำเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสาน โดยเฉพาะเทคนิคความไว้วางใจ (trust) และผู้เชี่ยวชาญ (expert) ที่บทความนี้ได้ให้ความสนใจในการศึกษา รวมถึงการใช้ทั้งสองเทคนิคร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาระบบผู้แนะนำ

2. ระบบผู้แนะนำ

ระบบผู้แนะนำหมายถึงระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ให้การแนะนำสินค้าหรือบริการที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบและพฤติกรรมของลูกค้าแต่ละคน โดยอาศัยข้อมูลของผู้ใช้งานร่วมกับข้อมูลประกอบภายนอกมาใช้ในการวิเคราะห์คัดกรองให้ได้สิ่งที่มีความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน [5]

สำหรับการสร้างระบบผู้แนะนำนั้นสามารถสร้างได้โดยหลายวิธีการด้วยกัน ซึ่งจำแนกออกเป็น 6

ชนิด [5] คือ Content-based, Collaborative Filtering, Demographic, Knowledge-based, Community-based และ Hybrid recommendation รายละเอียดดังต่อไปนี้

Content-based เป็นการแนะนำสินค้าหรือบริการที่ได้มาจากการพิจารณาความคล้ายคลึงของพฤติกรรมความชื่นชอบของผู้ใช้งานในอดีตที่ผ่านมา [6] ซึ่งความคล้ายคลึงนั้นสามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องของสินค้านั้นกับสินค้าที่ผู้ใช้งานได้เคยใช้ในอดีตที่ผ่านมา ตัวอย่าง เช่น ถ้าผู้ใช้งานได้มีการให้คะแนนในระดับสูงกับภาพยนตร์ประเภทแอคชั่น ดังนั้นระบบผู้แนะนำก็จะนำเสนอภาพยนตร์เรื่องอื่นที่มาจากประเภทนี้ [5]

Collaborative filtering เป็นการแนะนำสินค้าหรือบริการ โดยการพิจารณาความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้งานที่เป็นเป้าหมายในการแนะนำกับบุคคลอื่นที่มีรสนิยมหรือความชื่นชอบคล้ายคลึงกัน ซึ่งความคล้ายคลึงกันระหว่างบุคคลนั้นสามารถคำนวณได้จากความคล้ายกันของลักษณะการให้คะแนนสินค้าหรือบริการในอดีต [6]

Demographic เป็นการแนะนำสินค้าหรือบริการที่มาจากข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ [5] โดยสิ่งที่นำเสนอจะมีความแตกต่างกันตามหลักการของประชากรทั้งเขตพื้นที่ เชื้อชาติ ภาษา เพศ หรือช่วงอายุของผู้ใช้งาน เป็นต้น

Knowledge-based เป็นการแนะนำสินค้าหรือบริการที่มีพื้นฐานมาจากความรู้ที่เฉพาะเจาะจงในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สำหรับตัวอย่าง เช่น Casebase [5] ซึ่งจะมีการพิจารณาความคล้ายคลึงกันของความต้องการหรือปัญหาของผู้ใช้ เทียบกับสิ่งที่ได้มีการบันทึกไว้ เพื่อที่จะให้คำแนะนำที่เป็นคำตอบที่เหมาะสมกับปัญหามากที่สุด

Community-based เป็นการแนะนำสินค้าหรือบริการที่มีพื้นฐานมาจากความพึงพอใจของกลุ่มเพื่อน โดยมีมุมมองว่าคนจะสนใจการแนะนำของเพื่อนมากกว่าบุคคลอื่นถึงแม้จะมีความคล้ายคลึงกันมาก [5] ซึ่งวิธีการนี้ได้รับความนิยมจากการที่คนมีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายสังคมมากขึ้น โดยที่การแนะนำนั้นจะขึ้นอยู่กับ การให้คะแนนของเพื่อนผู้ใช้งาน

Hybrid recommendation เป็นการผสมผสานวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวไปในการสร้างการแนะนำ โดยจะนำจุดเด่นของวิธีการหนึ่งไปปรับปรุงจุดด้อยของอีกวิธีการ เช่น เมื่อมีสินค้าใหม่ที่ยังไม่เคยมีการให้คะแนน ก็จะไม่สามารถแนะนำด้วยวิธีการ Collaborative filtering ได้ ดังนั้นจึงนำวิธีการ Content-based มาใช้สร้างโอกาสเพื่อแนะนำสินค้าที่ใหม่เป็นต้น [1,5]

ในด้านการใช้งานระบบผู้แนะนำนั้น เนื่องจากปัจจุบันนิยมทำธุรกิจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการติดต่อกันเป็นเครือข่ายสังคมมากขึ้น จึงทำให้มีความสนใจที่นำระบบผู้แนะนำมาใช้สนับสนุนการตลาด ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับถัดไป

3. การใช้งานระบบผู้แนะนำกับพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และเครือข่ายสังคม

ด้วยพัฒนาการของอินเทอร์เน็ตที่ช่วยให้บุคคลสามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้ จนเกิดเป็นพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และการพัฒนาจากเว็บ 1.0 มาเป็นเว็บ 2.0 ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกันได้มากขึ้น [7] เป็นลักษณะของเครือข่ายสังคม (social networks) และมีโปรแกรมประยุกต์ที่สนับสนุนเครือข่ายสังคมอย่างหลากหลาย ทั้งในรูปแบบการสนทนา เช่น Facebook, Line และ LinkIn รูปแบบการแชร์มีเดียเดีย เช่น Flickr, Instagram และ Youtube ในขณะเดียวกันหน่วยงานที่ประกอบธุรกิจ

พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ก็สนใจนำหลักการเครือข่ายสังคมเข้ามาใช้กลายเป็นการพาณิชย์ในเครือข่ายสังคม (social commerce) [8] ทำให้เกิดเครือข่ายของทั้งฝั่งผู้ซื้อและผู้ขายสินค้า สามารถปรับปรุงการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้าของลูกค้า และเพิ่มมูลค่าในการขายสินค้าได้มากขึ้น [8] แต่ก็ทำให้ปริมาณของข้อมูลมากขึ้นจนเกิด data overload ดังนั้นระบบผู้แนะนำจึงได้รับความสนใจในการนำมาใช้ในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นระบบผู้แนะนำบนเครือข่ายสังคม (social recommendation networks) ซึ่งตัวอย่างหน่วยงานที่ประกอบธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำระบบผู้แนะนำมาใช้ เช่น Amazon.com ได้นำระบบผู้แนะนำมาใช้ในการนำเสนอสินค้า เช่น การแนะนำหนังสือ โดยอาศัยข้อมูลนักเขียนที่เพื่อนของลูกค้าระบุไว้ที่ประวัติใน Facebook [9] หรือ E-Bay.com ใช้เครือข่ายของลูกค้าในการรับผลตอบกลับ (Feedback) ของลูกค้าที่มีต่อผู้ขายสินค้า เพื่อสร้างการแนะนำในการซื้อสินค้าสำหรับวิธีการที่นิยมในการสร้างระบบผู้แนะนำนั้น ได้แก่ Content-based, Collaborative filtering และ Hybrid recommendation โดยเฉพาะ Collaborative filtering ที่มีการนำวิธีการนี้มาใช้ในการสร้างการแนะนำเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ นั้นมักจะเป็นการให้คะแนนสินค้าและบริการ หรือ แม้กระทั่งการให้คะแนนต่อบุคคล ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการพิจารณาความคล้ายคลึงกันของผู้ใช้งานในการสร้างการแนะนำได้ แต่การใช้วิธีการนี้เพียงอย่างเดียวก็ยังมีปัญหาดังที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้แล้ว เช่น การมีข้อมูลน้อย ไม่เพียงพอต่อการสร้างการแนะนำ รวมถึงความต้องการปรับปรุงกระบวนการแนะนำเพื่อเพิ่มเติมความถูกต้องแม่นยำให้มากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคนิคอื่นเข้ามาเสริม เพื่อสร้างการแนะนำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

4. การผสมผสานเทคนิคอื่นเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำ

จากที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้จะเห็นถึงการนำระบบผู้แนะนำไปงานในด้านต่าง ๆ แต่ทั้งนี้ระบบผู้แนะนำเองก็ยังมีปัญหาและต้องการปรับปรุงให้นำเชื่อถือและถูกต้องมากขึ้น จึงได้นำเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสานเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำ และจากการศึกษาได้เห็นถึงเทคนิคที่นำมาใช้ประกอบในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ ซึ่งแบ่งออกได้หลายกลุ่ม ได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์ เทคนิคเชิงความหมายและความไว้วางใจ เป็นต้น โดยจะได้อธิบายและยกตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ใช้เทคนิคดังกล่าว ดังนี้

4.1 ปัญญาประดิษฐ์

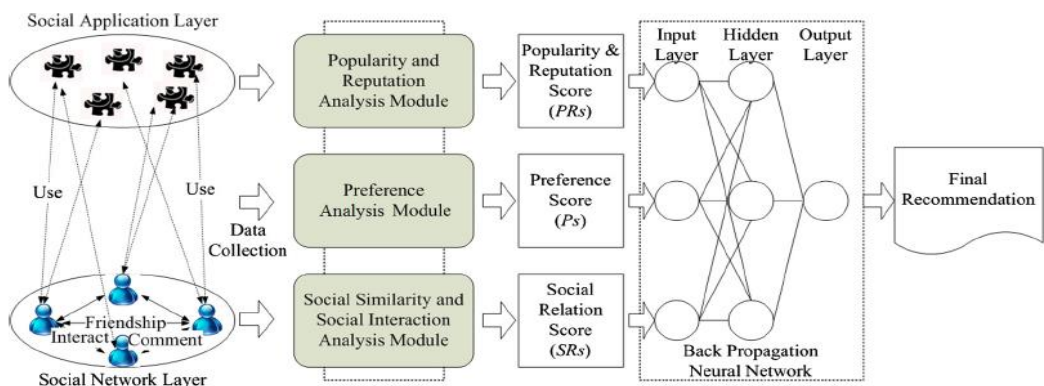
ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หมายถึง ความพยายามที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรสามารถทำงานได้โดยเลียนแบบความสามารถของมนุษย์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ [10] ซึ่งอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ในอดีต สำหรับตัวอย่างเทคนิคเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ที่ได้นำมาใช้ประกอบในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ เช่น

ฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความไม่แน่นอนหรือ คลุมเครือ [11] เช่น การบอกว่าอุณหภูมิเท่าใดเป็นอากาศร้อนหรืออากาศหนาว ซึ่งได้นำเทคนิคนี้มาใช้ในการระบบคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาในลักษณะดังกล่าว ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เทคนิคนี้ในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ เช่น การปรับปรุงระบบผู้แนะนำสำหรับการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์แบบ B2C โดยใช้ฟัซซีลอจิก [12] โดยได้ใช้เทคนิคนี้ในขั้นตอนการหาเกณฑ์ในการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค ซึ่งแต่ละคนก็จะมีระดับเกณฑ์ความต้องการที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยได้สร้างต้นแบบระบบเพื่อทดลอง โดยปัจจัยที่พิจารณาประกอบด้วย ราคา น้ำหนัก และขนาดความยาวสินค้า ซึ่งผลลัพธ์ที่

ได้จะแสดงออกมา 3 ลักษณะ คือ สมควรแนะนำอย่างยิ่ง (Very recommendable) แนะนำ (Recommendable) และไม่เหมาะสม (Not match interesting)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural networks) เป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานมาจากระบบประสาทในสมองของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วย neurons ที่ทำหน้าที่ส่งต่อและปรับเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างกัน เกิดเป็นเครือข่ายในการคิดและตัดสินใจของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [13] ซึ่งได้นำเทคนิคนี้มาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีความสามารถในการ

การคิดแก้ปัญหาได้คล้ายอย่างกับมนุษย์ทำ โดยได้ใช้ในการพยากรณ์ต่าง ๆ ทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ วิศวกรรม เป็นต้น [14] สำหรับตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เทคนิคนี้ในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ เช่น การแนะนำแอปพลิเคชันบนเครือข่ายสังคม [6] โดยนำเสนอการสร้างการแนะนำจาก 3 โมดูล คือ การวิเคราะห์ความนิยมและชื่อเสียง การวิเคราะห์ความพึงพอใจ และการวิเคราะห์การปฏิสัมพันธ์และความคล้ายคลึงกัน ซึ่งใช้ข้อมูลจากเครือข่ายสังคม และมีการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักของแต่ละโมดูลให้มีความเหมาะสมด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยแสดงสถาปัตยกรรมได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมกลไกการแนะนำแอปพลิเคชันบนเครือข่ายสังคม [6]

จากรูปที่ 1 เป็นการใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back propagation neural networks โดยการทดลองได้เปรียบเทียบการใช้เทคนิคดังกล่าวกับเทคนิคอื่น เช่น Linear regression หรือ การเลือกใช้จำนวนโมดูลแต่ไม่ได้ปรับค่าน้ำหนัก ซึ่งผลการทดลองพบว่าการใช้ทั้ง 3 โมดูล ร่วมกับ Back propagation neural networks จะมีความเหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithms) เป็นเทคนิคการค้นหาคำตอบของปัญหา โดยได้แนวคิดมาจากวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่จะมีการถ่ายทอดพันธุกรรม การคัดเลือก และการกลาย

พันธุ์ เป็นต้น [15] โดยนำมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการแก้ปัญหาที่หาค่าที่เหมาะสมที่สุด ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำ เช่น การปรับปรุงผลลัพธ์และประสิทธิภาพของระบบผู้แนะนำในวิธีการ Collaborative filtering โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม [16] ซึ่งใช้เทคนิคดังกล่าวในการปรับปรุงค่าน้ำหนักในฟังก์ชันพิจารณาความคล้ายคลึงที่ใช้ใน Collaborative filtering เพื่อหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด โดยไม่ต้องนำวิธีการแนะนำแบบอื่นมาผสมผสาน เช่น Content-based

4.2 เทคนิคเชิงความหมาย

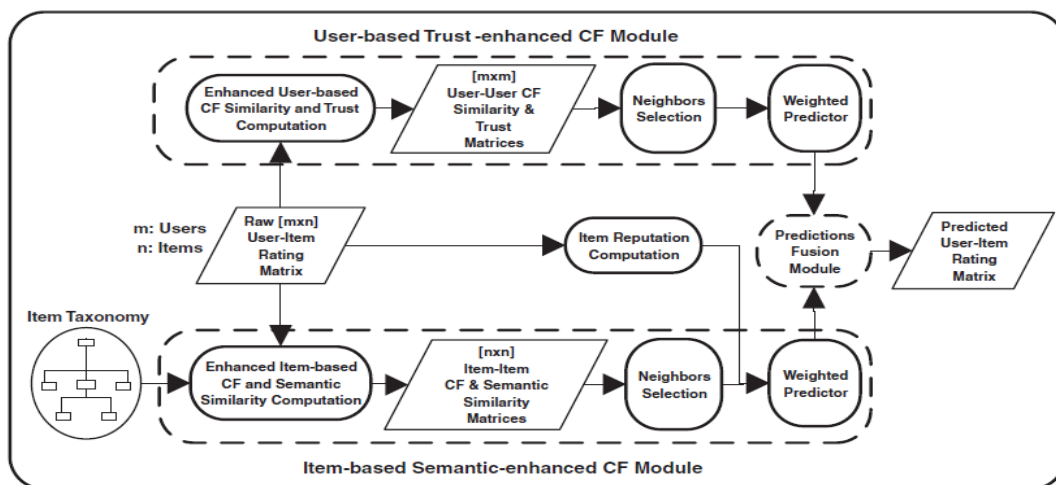
เทคนิคเชิงความหมาย (Semantic technology) หมายถึงการพิจารณาข้อมูลจากเนื้อหาหรือความหมายของคำนั้น [17,18] สำหรับงานวิจัยด้านระบบผู้แนะนำนั้นจะใช้ร่วมกับ Taxonomy และ Ontology ซึ่งเป็นการแบ่งกลุ่มประเภท โดยพิจารณาการจัดกลุ่มประเภทสินค้าหรือบริการจากความหมาย เช่น สินค้าบนอินเทอร์เน็ตอาจแบ่งเป็นประเภท เครื่องแต่งกาย สินค้าตกแต่งบ้าน สินค้าเพื่อความบันเทิง และในแต่ละประเภทก็จะแบ่งย่อย เช่น สินค้าเพื่อความบันเทิง แบ่งเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อดิจิทัล ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้อีก และเมื่อระบุตัวสินค้าก็ย้อนถึงประเภทสินค้าได้ตามความหมาย [17]

4.3 ความไว้วางใจ

ความไว้วางใจ (Trust) เป็นการพิจารณาความเชื่อใจระหว่างคนที่มีความสัมพันธ์กัน และได้นำมาใช้กับระบบผู้แนะนำโดยเฉพาะการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายตัวอย่างงานวิจัย เช่น การพัฒนาระบบผู้แนะนำด้วย

วิธีการ Collaborative filtering บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ กรณีศึกษา Facebook [19] ซึ่งนำความไว้วางใจมาปรับปรุงกระบวนการพิจารณาความเข้มแข็งของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล โดยความไว้วางใจมี 2 ลักษณะ คือ ความไว้วางใจจากความสัมพันธ์ (Trust by relation) และความไว้วางใจจากชื่อเสียง (Trust by reputation) ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ค่าความไว้วางใจเพียงอย่างเดียวหนึ่ง

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ใช้หลายเทคนิคมาผสมผสานกันเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำอีก อาทิ การใช้เทคนิคเชิงความหมายร่วมกับความไว้วางใจ เช่น งานวิจัยที่นำเสนอวิธีการ Trust-semantic fusion-based recommendation [4] ซึ่งผสมผสานเทคนิคเชิงความหมายกับความไว้วางใจเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำ โดยสามารถลดปัญหาความเบาบางของข้อมูลและการมีสินค้าใหม่ได้ สำหรับโครงสร้างการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างวิธีการ Trust-semantic fusion-based recommendation [4]

จากรูปที่ 2 เป็นโครงสร้างของ Trust-semantic fusion-based recommendation โดย

ส่วนบนของภาพเป็นการคำนวณค่าความคล้ายคลึงด้วยความไว้วางใจระหว่างบุคคล และส่วนล่างของภาพ

เป็นการคำนวณค่าความคล้ายคลึงด้วยเทคนิคเชิงความหมายกับประเภทสินค้า เพื่อคัดเลือกบุคคลที่ใกล้เคียงกับผู้ใช้งานเป้าหมาย และแนะนำสินค้าที่เหมาะสมต่อผู้นั้นต่อไป

การใช้ความไว้วางใจร่วมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เช่น งานวิจัยที่นำเสนอการแนะนำเพื่อนบนเว็บไซต์เครือข่ายสังคม [20] โดยได้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นแรกคำนวณค่าความคล้ายคลึงจากคุณลักษณะของผู้ใช้งาน ขั้นที่สองปรับค่าน้ำหนักให้กับค่าความคล้ายคลึงในแต่ละคุณลักษณะ ซึ่งได้ใช้เทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อปรับค่าน้ำหนักให้เหมาะสมมากที่สุด ขั้นต่อไปคำนวณหาค่าความไว้วางใจระหว่างบุคคลและกระจายค่าความไว้วางใจ (Trust propagation) ซึ่งช่วยแก้ปัญหาความเบาบางของข้อมูลได้ และขั้นสุดท้ายสร้างการแนะนำเพื่อนด้วยวิธีการ Collaborative filtering

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการนำเทคนิคต่าง ๆ มาแก้ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการของระบบผู้แนะนำให้ดีขึ้น แต่ในบทความนี้ต้องการศึกษาโดยเจาะจงที่การนำเทคนิคความไว้วางใจและผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาและแก้ปัญหาระบบผู้แนะนำ ดังนั้นจึงได้เน้นศึกษาและรวบรวมงานวิจัยที่นำเทคนิคทั้งสองมาพัฒนาระบบผู้แนะนำ โดยจะได้กล่าวถึงตามลำดับ

5. ความไว้วางใจกับระบบผู้แนะนำ

ในปัจจุบันเทคนิคความไว้วางใจมีการนำไปใช้ในหลายวงการ ทั้งทางด้านธุรกิจ สังคม รวมถึงในด้านเทคโนโลยีที่ได้นำความไว้วางใจมาใช้งาน เช่น การใช้งานฐานข้อมูลและการสื่อสารข้อมูล [21,22] โดยเฉพาะเมื่อเครือข่ายสังคมเป็นที่นิยมในวงกว้าง ความไว้วางใจที่มีต่อกันก็เป็นสิ่งที่ผู้ใช้งานต้องการมากยิ่งขึ้นด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเสนองานตัวอย่างวิจัยที่นำความไว้วางใจมาใช้กับระบบผู้แนะนำ จึงจะได้

กล่าวถึงแนวคิดพื้นฐานของความไว้วางใจก่อนเป็นอย่างแรก

ความไว้วางใจ มีการศึกษาในหลายศาสตร์ทั้งทางสังคมศาสตร์ จิตวิทยา เศรษฐศาสตร์ รวมไปถึงวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ [23] ซึ่งมีการให้คำนิยามที่แยกย่อยกันไป และสำหรับความหมายโดยรวมของความไว้วางใจหมายถึงความเชื่อใจที่มีต่อบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นความคาดหวังในเชิงบวกต่อความซื่อสัตย์ของผู้นั้น

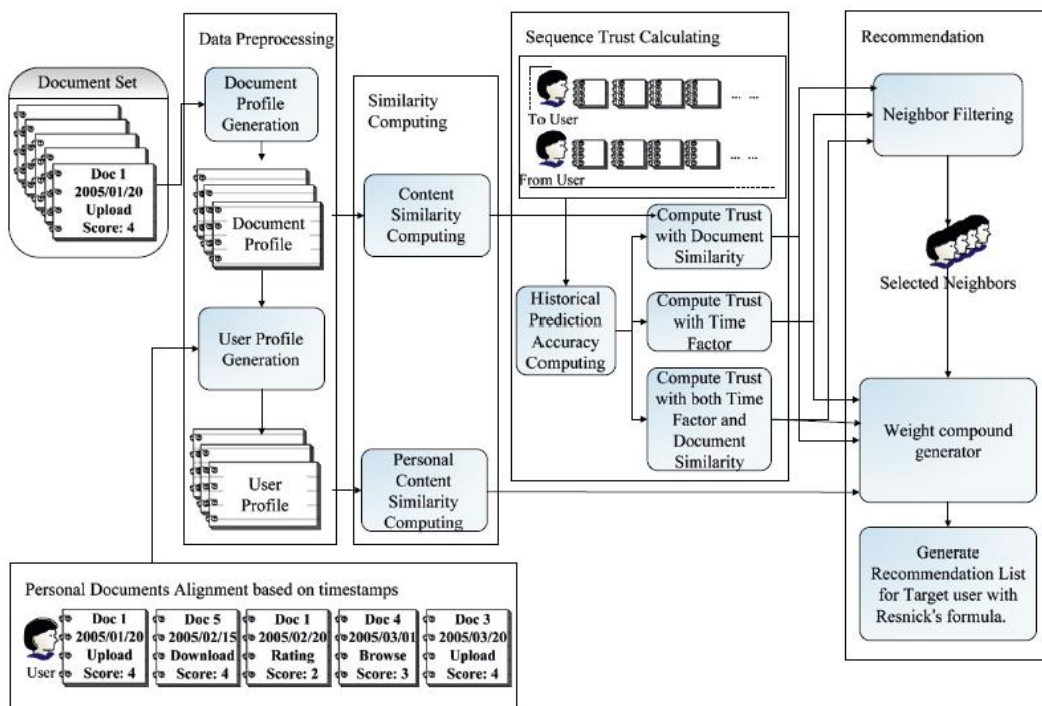
สำหรับความไว้วางใจที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก [23] คือ (1) การรวบรวมข้อมูลความไว้วางใจ (Trust information collection) สำหรับข้อมูลความไว้วางใจนั้นอาจได้จากคุณลักษณะของบุคคล พฤติกรรมของผู้นั้น หรือประสบการณ์ในอดีตที่เกิดขึ้น เป็นต้น (2) การประเมินความไว้วางใจ (Trust evaluation) สามารถพิจารณาได้จากทั้งการเชื่อมโยงลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ (Graph-based) หรือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน (Interaction-based) หรือทั้งสองอย่างผสมกัน (Hybrid) (3) การเผยแพร่ความไว้วางใจ (Trust dissemination) สามารถนำเสนอในรูปแบบของวิซัวไรเซชัน (Visualization) หรือการแนะนำจากความไว้วางใจ (Trust-based recommendation)

นอกจากนั้นแล้ว ลักษณะของความไว้วางใจสามารถพิจารณาได้จากหลักการต่าง ๆ [23] อาทิ (1) ประเภทความไว้วางใจ (Trust type) เช่น ความไว้วางใจจากการคำนวณ (Calculative) ความไว้วางใจจากความสัมพันธ์ (Relational) (2) คุณสมบัติของความไว้วางใจ (Trust property) เช่น ความไว้วางใจที่เฉพาะเจาะจง (Context specific) ความไว้วางใจที่ปรับเปลี่ยนได้ (Dynamic) การกระจายความไว้วางใจ (Propagative) และความไว้วางใจจากปัจจัยประกอบ

(Composable) (3) โมเดลความไว้วางใจ (Trust model) เช่น โมเดลเชิงสถิติ หรือโมเดลเชิงพฤติกรรม

ทั้งนี้เมื่อศึกษางานวิจัยระบบผู้แนะนำที่เกี่ยวข้องกับความไว้วางใจ ทำให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้ได้ค่าความไว้วางใจที่เหมาะสม และการนำความไว้วางใจไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำสำหรับตัวอย่างงานวิจัยระบบผู้แนะนำที่ได้นำความไว้วางใจมาใช้ประกอบกัน จะได้นำเสนอตามลำดับต่อไปนี้

งานวิจัยแรกที่น่าเสนอเป็นการสร้างการแนะนำจากลำดับความไว้วางใจ (Sequence-based trust) โดยพิจารณาความไว้วางใจจากลำดับการให้คะแนนต่อบทความ [24] แสดงโครงสร้างได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งจะเห็นโครงสร้างการทำงานของการทำงานแบบ Sequence-based trust โดยในกระบวนการได้พิจารณาค่าความไว้วางใจจากปัจจัยด้านลำดับเวลาที่มีการให้คะแนนต่อบทความ และความคล้ายคลึงของบทความที่มีการให้คะแนน จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการคัดเลือกบุคคลที่มีความใกล้เคียงกับผู้ใช้งานเป้าหมายมากที่สุดและสร้างการแนะนำต่อไป



รูปที่ 3 โครงสร้างการทำงานของการทำงานแบบ Sequence-base Trust [24]

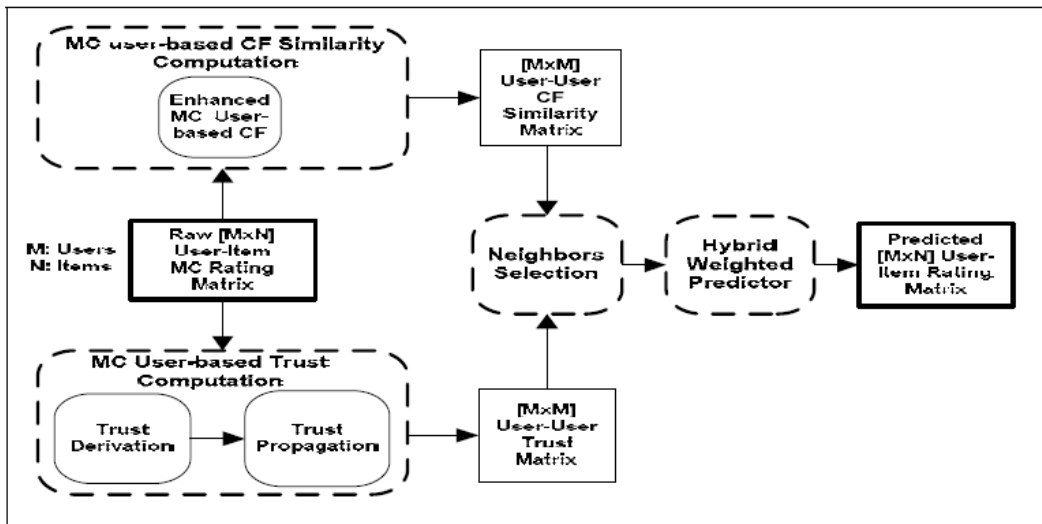
งานวิจัยที่สอง นำเสนอแนวทาง Multi-criteria trust enhanced collaborative filtering (MC-TeCF) [1] ซึ่งเป็นการนำวิธีการตัดสินใจที่มีหลายปัจจัยมาผสมผสานกับความไว้วางใจ โดยมีโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 4

จากรูปที่ 4 เป็นโครงสร้างการทำงานในแนวทาง MC-TeCF ซึ่งส่วนบนของภาพเป็นการหาค่าความคล้ายคลึงระหว่างบุคคลจากการพิจารณาหลายปัจจัย และส่วนล่างของภาพเป็นการคำนวณค่าความไว้วางใจและกระจายค่าความไว้วางใจ ซึ่งจะลดปัญหา

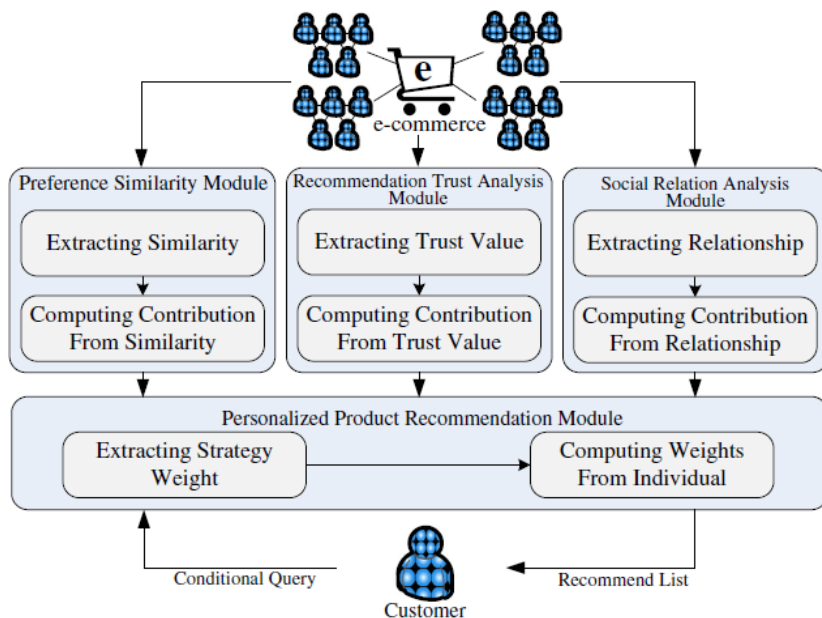
ความเบาบางของข้อมูลและการมีผู้ใช้งานใหม่ จากนั้นจะคัดเลือกบุคคลที่เหมาะสมเพื่อสร้างการแนะนำอีกครั้งหนึ่ง

ส่วนงานวิจัยที่สาม ได้พิจารณาความไว้วางใจจากความถูกต้องในการแนะนำในอดีต ซึ่งเป็นการ

แนะนำในเครือข่ายสังคมสำหรับการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ [8] โดยจะปรับปรุงประสิทธิภาพความถูกต้องในการแนะนำ สำหรับโครงสร้างการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 โครงสร้างการทำงานของการแนะนำในแนวทาง MC-TeCF [1]

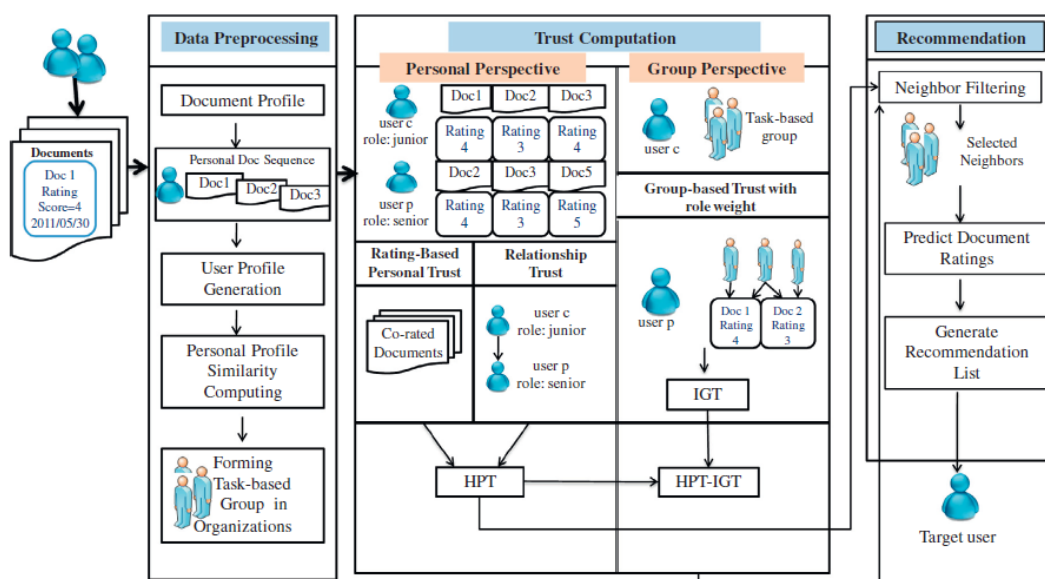


รูปที่ 5 โครงสร้างการทำงานของการให้คำแนะนำในเครือข่ายสังคม [8]

จากรูปที่ 5 เป็นโครงสร้างการทำงานของให้คำแนะนำในเครือข่ายสังคม ซึ่งแบ่งเป็น 3 โมดูลหลัก ได้แก่ โมดูลการคำนวณค่าความคล้ายคลึงกันจากความชอบของบุคคลในเครือข่ายสังคมโดยอาศัยข้อมูลการให้คะแนนสินค้า โมดูลการคำนวณค่าความไว้วางใจซึ่งได้ใช้ข้อมูลในอดีตที่เคยให้การแนะนำไว้มาพิจารณา และโมดูลสุดท้ายพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล จากนั้นจะเข้าสู่การสร้างการแนะนำซึ่ง

จะมีการปรับค่าน้ำหนักของผลลัพธ์ที่ได้จากทั้ง 3 โมดูล และสร้างผลลัพธ์ในการทำนาย

สำหรับงานวิจัยต่อไป เป็นการปรับปรุงต่อจากงานวิจัย [24] ที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้ โดยนำเสนอโมเดลผสมผสานความไว้วางใจส่วนบุคคลและกลุ่ม (Hybrid personal and group trust model) [25] ซึ่งกรอบการทำงานแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กรอบการทำงานของการแนะนำตามแนวทาง Hybrid personal and group trust model [25]

จากรูปที่ 6 เป็นกรอบการทำงานตามแนวทาง Hybrid personal and group trust model ซึ่งการคำนวณค่าความไว้วางใจจะอาศัยความไว้วางใจส่วนบุคคล (Hybrid personal trust, HPT) ที่ได้จากการให้คะแนนบทความและความไว้วางใจจากความสัมพันธ์ของบุคคล รวมกับความไว้วางใจของกลุ่ม (Item-level group trust) เพื่อใช้ในขั้นตอนการแนะนำ

นอกจากงานวิจัยที่มุ่งเน้นการแนะนำสินค้าหรือบริการแล้ว ก็ยังมีงานวิจัยที่เน้นการปรับปรุง

กระบวนการเพื่อให้ได้ค่าความไว้วางใจที่เหมาะสม เช่น การคำนวณค่าความไว้วางใจในแบบ Dynamic trust ในเครือข่ายสังคม [26] ซึ่งจะคำนวณค่าความไว้วางใจโดยตรงระหว่างผู้ใช้งาน กับความไว้วางใจโดยอ้อมที่ได้จากค่าความไว้วางใจโดยตรง และเครือข่ายความไว้วางใจ โดยที่ค่าความไว้วางใจจะปรับเปลี่ยนเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของคนที่ทำให้ความไว้วางใจลดลง

งานวิจัยสุดท้ายที่นำเสนอ คือ การเพิ่มประสิทธิภาพความไว้วางใจด้วย Relevant trust

walker [3] ในเครือข่ายสังคม ซึ่งแต่เดิมการเคลื่อนที่เพื่อหาผู้ใช้งานที่มีความคล้ายคลึงอาจใช้การเคลื่อนที่โดยการสุ่ม (Random walk) แต่วิธีการนี้จะนำความไว้วางใจมาเป็นส่วนประกอบ ทำให้การเคลื่อนที่ในเครือข่ายสังคมมีแนวโน้มไปทางผู้ที่มีความคล้ายคลึงกันมากกว่า

จากตัวอย่างงานวิจัยที่นำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับระบบผู้แนะนำนั้นจะเห็นได้ว่าทุกงานวิจัยเป็นการปรับปรุงกระบวนการสร้างการแนะนำ ทั้งที่เป็น การนำเสนอค่าความไว้วางใจที่เหมาะสมและการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ นอกจากนี้ยังพบว่าบางงานวิจัยสามารถแก้ปัญหาในระบบผู้แนะนำได้ด้วย

6. ผู้เชี่ยวชาญกับระบบผู้แนะนำ

ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) หมายถึงผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งความเห็นที่ได้จากผู้นี้จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ [27] โดยในการพิจารณาว่าผู้ใดเป็นผู้เชี่ยวชาญนั้นขึ้นอยู่กับบริบทที่พิจารณา และในทางเครือข่ายสังคมนั้นพิจารณาได้จากข้อมูลส่วนตัว ทักษะ รวมถึงประวัติการทำธุรกรรมต่าง ๆ เช่น การซื้อสินค้า การให้คะแนนสินค้า การให้คำแนะนำ ตอบคำถาม หรือรีวิวสินค้าต่าง ๆ [2,28] ซึ่งคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญน่าจะมีประโยชน์ต่อการสร้างการแนะนำ

ทั้งนี้เมื่อศึกษางานวิจัยระบบผู้แนะนำที่เกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทำให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ และใช้ในการพิจารณาคุณสมบัติการเป็นผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับงานวิจัยทางด้านระบบผู้แนะนำที่เกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญจะได้ยกตัวอย่างดังนี้

งานวิจัยแรก นำเสนอระบบผู้แนะนำผู้เชี่ยวชาญสำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ [28] โดยใช้วิธี

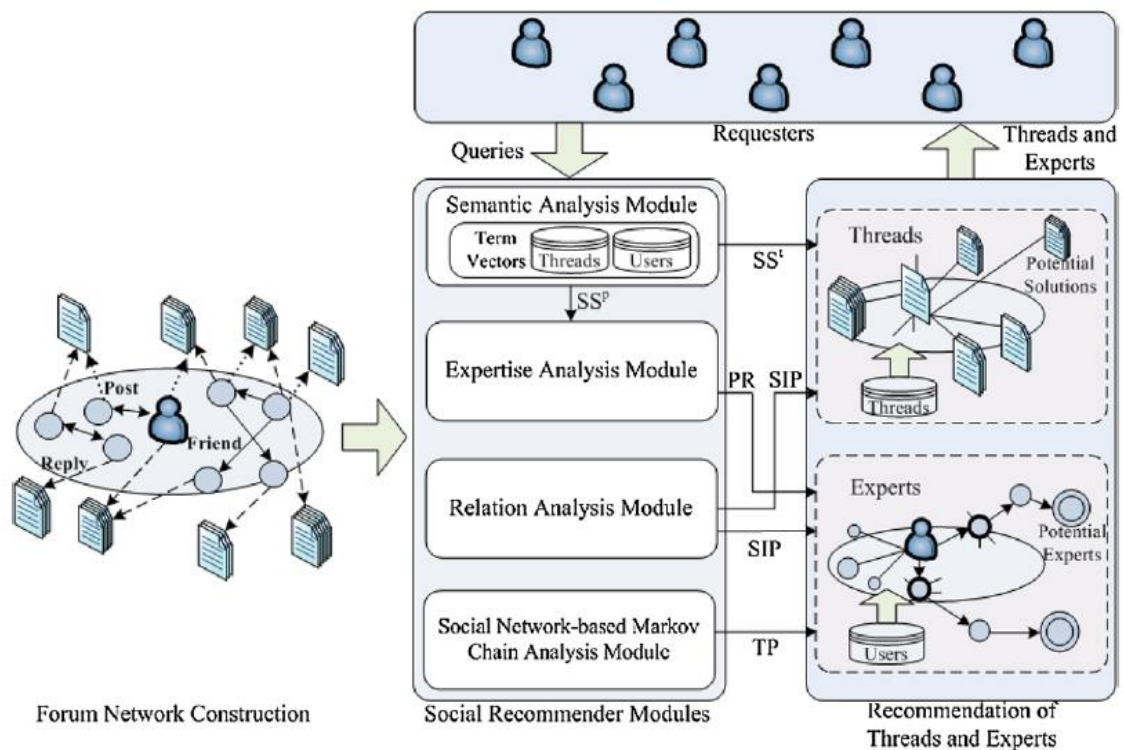
Multi-facet ในการทำเหมืองข้อมูลผู้เชี่ยวชาญในวารสารดิจิทัล ซึ่งพิจารณาจากปัจจัย ได้แก่ จำนวนการตีพิมพ์ จำนวนที่ได้รับการอ้างอิง การอ้างอิงที่เป็นกลุ่มเฉพาะ และข้อมูลส่วนบุคคล โดยจะกำหนดค่าน้ำหนักให้กับแต่ละปัจจัย เพื่อใช้ในกระบวนการสร้างการแนะนำ

งานวิจัยที่สอง นำเสนอการปรับปรุงการแนะนำสำหรับพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคนิคเชิงความหมายร่วมกับการแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญ [29] ซึ่งได้ใช้เทคนิคการให้เหตุผลเชิงความหมาย (Semantic reasoning) กับประวัติการซื้อสินค้าของผู้ใช้งาน เพื่อที่จะระบุบุคคลที่มีประสิทธิภาพในการซื้อสินค้าและจัดเป็นผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมในระบบผู้แนะนำได้

ส่วนงานวิจัยที่สามต้องการหาความแตกต่างระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับผู้ใช้งานทั่วไปบนโปรแกรมเครือข่ายสังคม Twitter [30] ซึ่งได้พิจารณาจาก 3 กรณี คือ (1) พิจารณาเฉพาะข้อความที่นำเสนอ (Tweets) (2) พิจารณาเฉพาะข้อมูลส่วนตัวและรายชื่อผู้ใช้งานที่ติดตาม (Mini biographic and user list) และ (3) พิจารณาจากทั้งสองกรณี ซึ่งผลที่ได้นั้นจะนำไปสู่การออกแบบระบบผู้แนะนำบนเครือข่ายสังคมที่ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งได้ด้วยตนเอง

สำหรับงานวิจัยต่อไป นำเสนอวิธีการประเมินความเชี่ยวชาญของผู้ใช้งาน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการแนะนำ [31] ซึ่งปัจจัยการประเมิน ได้แก่ Early adoption (EA) หมายถึงระยะเวลาที่ผู้ใช้งานได้ใช้สินค้าหลังจากที่สินค้านั้นออกสู่ตลาด Heavy access (HA) หมายถึงจำนวนสินค้าที่ผู้ใช้งานได้ใช้ และ Niche-item access (NA) หมายถึงจำนวนสินค้าที่เป็นลักษณะเฉพาะกลุ่มที่ผู้ใช้งานได้ใช้ โดยจะใช้ทั้ง 3 ปัจจัย เพื่อประเมินหาผู้เชี่ยวชาญและนำไปสู่การแนะนำในภายหลัง

งานวิจัยลำดับต่อไป นำเสนอระบบผู้แนะนำบนเครือข่ายสังคม Online forum [32] ซึ่งแสดงโครงสร้างดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 โครงสร้างของระบบผู้แนะนำบนเครือข่ายสังคม [32]

จากรูปที่ 7 จะเห็นว่าในกระบวนการของผู้แนะนำจะประกอบด้วย 4 โมดูล คือ (1) Semantic analysis module วิเคราะห์เชิงความหมายเพื่อหาว่าเป็นข้อมูลความคิดเห็นหรือข้อมูลผู้ใช้งาน (2) Expertise analysis module วิเคราะห์ความเชี่ยวชาญของบุคคลโดยพิจารณาจากข้อมูลผู้ใช้งานและข้อมูลการถาม-ตอบต่าง ๆ บนเครือข่าย (3) Relation analysis module วิเคราะห์ความคล้ายกันทางสังคมของผู้ใช้งานและชื่อเสียงบนเครือข่าย และ (4) Social network-based markov chain analysis module วิเคราะห์การเชื่อมโยงในเครือข่ายสังคม โดยที่โมดูลเหล่านี้จะรับข้อมูลจากเครือข่าย Online forum และการร้องขอจากผู้ใช้งาน (Query) และส่งข้อมูลเข้าสู่ขั้นตอนการแนะนำความคิดเห็นและผู้เชี่ยวชาญต่อไป

งานวิจัยสุดท้ายที่น่าสนใจ คือ การสร้างระบบการแนะนำผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานโครงข่ายสังคมเชิงความหมาย [2] ซึ่งผสมผสานวิธีการ Content-based เข้ากับ Collaborative filtering บนเครือข่ายสังคมเพื่อปรับปรุงความถูกต้องในการแนะนำผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะการสร้างข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้ข้อมูลจากทั้งอินเทอร์เน็ตและวิกิพีเดีย และจะนำข้อมูลจากทั้งสองส่วนมาสร้างเป็นเครือข่ายสังคมเชิงความหมาย เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการหาผู้เชี่ยวชาญและแนะนำผู้เชี่ยวชาญต่อไป

จากตัวอย่างงานวิจัยที่นำผู้เชี่ยวชาญมาใช้ร่วมกับระบบผู้แนะนำนั้น จะเห็นได้ว่าทุกงานวิจัยเป็นการปรับปรุงกระบวนการเพื่อสร้างการแนะนำ ทั้งที่เป็นการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบผู้แนะนำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นการแนะนำผู้เชี่ยวชาญ มีส่วนน้อยที่

เป็นการแนะนำสินค้า นอกจากนั้นจะเป็นการพิจารณาคุณสมบัติในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในหัวข้อต่อไปจะนำเสนองานวิจัยทางด้านระบบผู้แนะนำที่ได้ใช้ความไว้วางใจและผู้เชี่ยวชาญมาผสมผสาน เพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำ

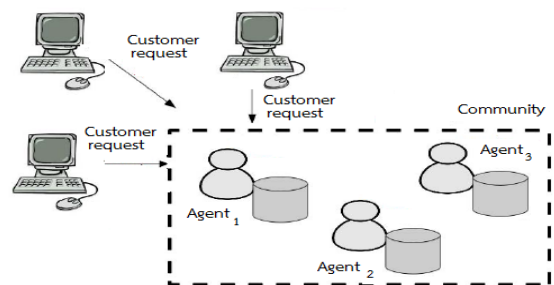
7. การพัฒนาระบบผู้แนะนำโดยอาศัยความไว้วางใจร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

จากที่ได้กล่าวถึงงานวิจัยด้านระบบผู้แนะนำที่นำความไว้วางใจและผู้เชี่ยวชาญมาแก้ปัญหาและปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผู้แนะนำแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าในภาพรวมเทคนิคทั้งสองสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผู้แนะนำ โดยเฉพาะความไว้วางใจยังแก้ปัญหาของระบบผู้แนะนำได้ด้วย ดังนั้นการผสมผสานทั้งสองเทคนิคจึงน่าจะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบผู้แนะนำได้ ซึ่งจากการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลงานวิจัยในระยะ 5 ปี ย้อนหลัง พบงานวิจัยที่นำทั้งสองเทคนิคมาพัฒนาระบบผู้แนะนำค่อนข้างน้อย ดังที่นำเสนอ 2 ตัวอย่างงานวิจัย ต่อไปนี้

งานวิจัยแรก นำเสนอวิธีการ MARec (Multi-agent recommender) [33] ซึ่งเป็นการเสนอกระบวนการในการแนะนำจากความไว้วางใจและตัวแทนที่เชี่ยวชาญ (Expert agent) โดยที่สถาปัตยกรรมของ MARec แสดงได้ดังรูปที่ 8

จากรูปที่ 8 แสดงสถาปัตยกรรมของ MARec ซึ่งภายในจะมีกลุ่มของตัวแทนที่เชื่อมต่อเป็นเครือข่าย และกำหนดความไว้วางใจระหว่างกัน โดยแต่ละตัวแทนจะมีฐานข้อมูลที่เป็น Case base ที่แตกต่างกัน ทำให้ตัวแทนมีความเชี่ยวชาญแตกต่างกัน และสามารถปรับปรุงข้อมูลใน Case base ได้ ช่วยลดปัญหาการมีข้อมูลใหม่เกิดขึ้น สำหรับการทำงานนั้นเริ่มจากที่ผู้ใช้งานหรือลูกค้าส่งคำร้องเข้าสู่ระบบ จากนั้นตัวแทนหนึ่งจะรับคำร้องแล้วตรวจสอบว่าคำ

ร้องนั้นสอดคล้องกับข้อมูลใน Case base ของตนหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะใช้กลไกความไว้วางใจ (Trust mechanism) พิจารณาส่งคำร้องไปยังตัวแทนถัดไป จนกระทั่งได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมกับคำร้อง จึงตอบกลับไปยังผู้ใช้งาน และสำหรับค่าความไว้วางใจนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้จากผลตอบกลับของผู้ใช้งานที่มีต่อผลลัพธ์ที่แนะนำ โดยงานวิจัยนี้ได้มีการนำไปใช้เพื่อแนะนำข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยว



ภาพที่ 8 สถาปัตยกรรมของ MARec [33]

ส่วนอีกงานวิจัย ได้แก่ การประยุกต์เทคนิคเชิงความหมายเพื่อปรับปรุงผลลัพธ์การแนะนำ [34] โดยได้นำความไว้วางใจ ร่วมกับชื่อเสียงของบุคคล และผู้เชี่ยวชาญมาประกอบในการสร้างการแนะนำ โดยมีสถาปัตยกรรมดังรูปที่ 9

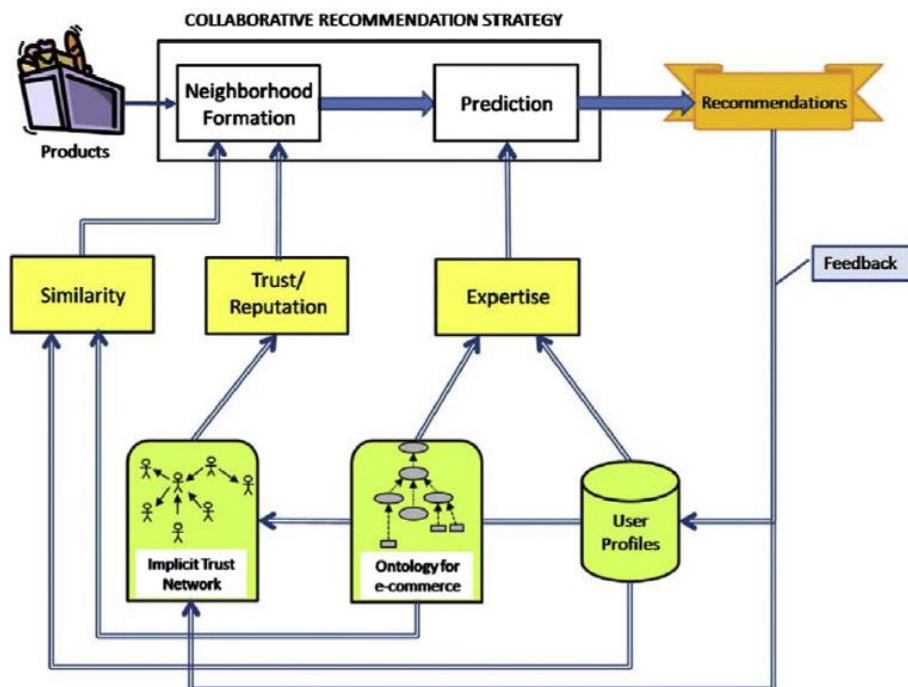
จากรูปที่ 9 จะสามารถแบ่งการทำงานเป็นสามส่วนหลัก คือ ส่วนแรกคัดเลือกบุคคลที่มีความใกล้เคียงกับผู้ใช้งานเป้าหมาย โดยพิจารณาจากค่าความคล้ายคลึงร่วมกับค่าความไว้วางใจหรือชื่อเสียงของบุคคลนั้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะสร้างเครือข่ายความไว้วางใจร่วมกับเทคนิคเชิงความหมาย โดยจะช่วยลดปัญหาความเบาบางของข้อมูลได้ ในส่วนที่สองหลังจากได้บุคคลที่เหมาะสมแล้วก็จะพิจารณาความเชี่ยวชาญของบุคคลกลุ่มนั้น โดยอาศัยข้อมูลส่วนตัวร่วมกับเทคนิคเชิงความหมาย เพื่อแนะนำสินค้าให้กับผู้ใช้งานเป้าหมาย และส่วนสุดท้ายจะนำผลตอบกลับ

จากผู้ใช้งานเป้าหมายมาปรับปรุงข้อมูลความไว้วางใจ ความเชี่ยวชาญและชื่อเสียงของบุคคล

จากงานวิจัยที่นำความไว้วางใจและผู้เชี่ยวชาญ มาใช้ร่วมกันในการพัฒนาระบบผู้แนะนำนั้นจะเห็นว่าทั้งสองงานวิจัยเป็นการแนะนำสินค้าหรือบริการให้กับผู้ใช้งาน โดยสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพใน

การแนะนำ และแก้ปัญหาที่พบในระบบผู้แนะนำได้ รวมถึงมีการนำผลตอบกลับจากผู้ใช้งานมาปรับปรุง กระบวนการทำงานได้อีกด้วย

สำหรับในหัวข้อถัดไปจะเป็นการสรุปข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้แนะนำที่ได้นำเสนอทั้งหมด ในบทความนี้



รูปที่ 9 สถาปัตยกรรมของระบบผู้แนะนำที่ประยุกต์เทคนิคเชิงความหมายร่วมกับความไว้วางใจ ชื่อเสียงของบุคคล และผู้เชี่ยวชาญ [34]

8. การสรุปข้อมูลการวิจัยระบบผู้แนะนำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้แนะนำที่ได้ศึกษาทั้งหมดในบทความนี้ สามารถสรุปการนำเสนอเป็น 2 ส่วน คือ ตารางที่ 1 สรุปงานวิจัยที่นำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับระบบผู้แนะนำ โดยได้แสดงรายละเอียดคุณลักษณะความไว้วางใจตามแต่ละงานวิจัย และตารางที่ 2 สรุปข้อมูลการวิจัยระบบผู้แนะนำที่ได้นำเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสาน

จากตารางที่ 1 ซึ่งเป็นการสรุปงานวิจัยที่นำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับระบบผู้แนะนำตามรายละเอียดคุณลักษณะความไว้วางใจ จะเห็นว่าโดยส่วนใหญ่แล้วข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างความไว้วางใจจะเป็นการให้คะแนนสินค้า และประเมินผลความไว้วางใจจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยอาศัยการคำนวณค่าความไว้วางใจ สำหรับคุณสมบัติของความไว้วางใจที่พบโดยส่วนใหญ่จะเป็นการปรับเปลี่ยนความ

ตารางที่ 1 สรุปงานวิจัยที่นำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับระบบแนะนำ

ปี	งานวิจัย	ชื่องานวิจัย	แหล่งที่มาความไว้วางใจ	การประเมินความไว้วางใจ	การเผยแพร่ความสัมพันธ์	ประเภทความไว้วางใจ	คุณสมบัติของความไว้วางใจ	โมเดลความไว้วางใจ
2010	[19]	Social network collaborative filtering framework and online trust factors: A case study on Facebook	RN, TN	Gb, lb	การแนะนำ	Ca, Re	Dn, Pg	พฤติกรรม
2011	[1]	Integrating multi-criteria collaborative filtering and Trust filtering for personalized recommender systems	RI	lb	การแนะนำ	CR	CS, Pg	สถิติ
2011	[20]	Trust-enhanced recommendation of friends in web based social networks using genetic algorithms to learn user preferences	RI	lb	การแนะนำ	Ca	Pg	สถิติ
2011	[24]	Sequence-based trust in collaborative filtering for document recommendation	RI, TN	lb	การแนะนำ	Ca	Cp	สถิติ
2011	[33]	Enhancing the quality of recommendations through expert and trusted agents	FB, RN	lb	การแนะนำ	Ca	Dn	สถิติ
2012	[34]	Semantic inference of user's reputation and expertise to improve collaborative recommendations	FB, Tx, TP	Gb, lb	การแนะนำ	CR	Dn, Pg	สถิติ
2012	[4]	A trust-semantic fusion-based recommendation approach for e-business applications	RI	lb	การแนะนำ	CR	CS	สถิติ
2013	[8]	A social recommender mechanism for e-commerce: Combining similarity, trust, and relationship	RI	lb	การแนะนำ	Ca	CS, Dn	สถิติ
2013	[25]	Novel personal and group-based trust models in collaborative filtering for document recommendation	GN, RI, RN	Gb, lb	การแนะนำ	CR	Cp	สถิติ
2013	[26]	A Dynamic Trust Conference Algorithm for Social Network	RN	Gb	การแนะนำ	Ca	Dn, Pg	สถิติ
2014	[3]	Social network-based service recommendation with trust enhancement	RI, RN	Gb	การแนะนำ	Ca, Re	CS	สถิติ

แหล่งที่มาความไว้วางใจ Fb: ผลตอบแทน (Feedback), Gb: เครือข่ายความสัมพันธ์แบบกลุ่ม (Group relationship network), RI: การให้คะแนนสินค้า (Rating item), RN: เครือข่ายความสัมพันธ์ (Relationship network), Tx: ข้อมูลการแบ่งประเภท (Taxonomy), TN: ประวัติการทำธุรกรรมบนเครือข่าย (Transaction profile on network), TP: ประวัติการทำธุรกรรม (Transaction profile)

การประเมินความไว้วางใจ Gb: การเชื่อมโยงลักษณะกราฟ (Graph-based), lb: การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction-based)

ประเภทความไว้วางใจ Ca: ความไว้วางใจจากการคำนวณ (Calculative), CR: ความไว้วางใจจากการคำนวณด้วยชื่อเสียง (Calculative-reputation), Re: ความไว้วางใจจากความสัมพันธ์ (Relational)

คุณสมบัติของความไว้วางใจ Cp: ความไว้วางใจจากปัจจัยประกอบ (Composable), CS: ความไว้วางใจเฉพาะเจาะจง (Context specific), Dn: ความไว้วางใจที่ปรับเปลี่ยนได้ (Dynamic), Pg: การกระจายความไว้วางใจ (Propagative)

ไว้วางใจและการกระจายความไว้วางใจ ส่วนตารางที่ 2 เป็นการสรุปข้อมูลการวิจัยระบบผู้แนะนำที่นำเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสาน พบว่าข้อมูลการให้คะแนนสินค้า เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบผู้แนะนำ ส่วนผลลัพธ์ที่นำเสนอจะเป็นการแนะนำสินค้า หรือบริการตามแต่ลักษณะของระบบ และเมื่อพิจารณา โดยเฉพาะการนำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญแล้วจะเห็นได้ว่าสามารถที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการแนะนำ และยังสามารถแก้ปัญหาของระบบผู้แนะนำได้อีกด้วย ฉะนั้นการนำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนาระบบผู้แนะนำ

นอกจากนั้นจากการเปรียบเทียบข้อมูลงานวิจัยทั้งสองตารางแล้ว ได้พบข้อสังเกตที่น่าสนใจ ดังนี้

8.1 เทคนิคเชิงความหมาย สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาระบบผู้แนะนำได้ โดยเฉพาะปัญหาความเบาบางของข้อมูล ซึ่งสังเกตได้จากสองงานวิจัย [4,34] ที่มีการใช้เทคนิคนี้แล้ว สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

8.2 การกระจายความไว้วางใจเป็นคุณสมบัติที่ช่วยในการแก้ปัญหาให้กับระบบผู้แนะนำ ทั้งความเบาบางของข้อมูล และการมีผู้ใช้งานรายใหม่หรือ สินค้าใหม่ ซึ่งสังเกตได้จากงานวิจัยที่แนะนำสินค้าและมีความสัมพันธ์นี้ [1,20,34] จะสามารถจัดการกับปัญหาระบบผู้แนะนำนี้ได้

9. สรุป

บทความนี้เป็นการศึกษางานวิจัยทางด้านระบบผู้แนะนำที่ได้นำเทคนิคต่าง ๆ มาใช้งานร่วมกัน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและแก้ปัญหาระบบผู้แนะนำ โดยได้ให้ความสำคัญกับการนำเทคนิคความไว้วางใจและผู้เชี่ยวชาญมาใช้งานร่วมกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่างานวิจัยที่ได้นำเทคนิคทั้งสองมาใช้งาน

ร่วมกันเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำนั้นมีอยู่น้อย แต่ผลของงานวิจัยดังกล่าวได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการแนะนำ และยังสามารถแก้ปัญหาของระบบผู้แนะนำ ได้แก่ ความเบาบางของข้อมูล และการมีผู้ใช้งานหรือสินค้าใหม่ได้อีกด้วย ดังนั้นการนำความไว้วางใจมาใช้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ จึงเป็นอีกหนทางหนึ่งที่มีความน่าสนใจสำหรับการต่อยอดเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำต่อไป

9. รายการอ้างอิง

- [1] Shambour, Q. and Jie, L., 2011, Integrating multi-criteria collaborative filtering and trust filtering for personalized recommender systems, 2011 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Multicriteria Decision-Making (MDCM): 44-51.
- [2] Davoodi, E., Kianmehr, K. and Afsharchi, M., 2013, A semantic social network-based expert recommender system, Appl. Intell. 39: 1-13.
- [3] Deng, S., Huang, L. and Xu, G., 2014, Social network-based service recommendation with trust enhancement, Expert Sys.Appl. 41: 8075-8084.
- [4] Shambour, Q. and Lu, J., 2012, A trust-semantic fusion-based recommendation approach for e-business applications, Dec. Sup. Sys. 54: 768-780.
- [5] Ricci, F., Rokach, L. and Shapira, B., 2011, Introduction to Recommender Systems Handbook, pp. 1-35, In Ricci, F. et al., (Eds.), Recommender Systems Handbook, Springer US.

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลการวิจัยระบบแนะนำที่ได้นำเทคนิคต่าง ๆ มาผสมผสาน

เทคนิคที่ใช้	ปี	งานวิจัย	ข้อมูลนำเข้า	ผลลัพธ์ที่น่าสนใจ	การแก้ปัญหา/ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผู้แนะนำ
FL	2011	[12] A highly adaptive recommender system based on fuzzy logic for B2C e-commerce portals	TP	แนะนำสินค้า	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
ANN	2013	[6] Recommending social network applications via social filtering mechanisms	RN, RI, UP	แนะนำแอปพลิเคชันเครือข่ายสังคม	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
GA	2011	[16] Improving collaborative filtering recommender system results and performance using genetic algorithms	RI	แนะนำสินค้า	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การกำหนดค่าน้ำหนักในการประมวลผล
Tr	2010	[19] Social network collaborative filtering framework and online trust factors: A case study on Facebook	RN, TN, UP	ปรับปรุงอัลกอริทึม Collaborative filtering ให้มีความไว้วางใจที่เหมาะสม	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : เพิ่มความเข้มแข็งให้กับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
Tr	2011	[1] Integrating multi-criteria collaborative filtering and trust filtering for personalized Recommender systems	RI	แนะนำสินค้า	แก้ปัญหา : ความเบาบางของข้อมูล, ผู้ใช้งานรายใหม่
Tr	2011	[24] Sequence-based trust in collaborative filtering for document recommendation	RI, TN	แนะนำบทความ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
Tr	2013	[8] A social recommender mechanism for e-commerce: Combining similarity, trust, and relationship	RI, RN, TP	แนะนำสินค้า	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
Tr	2013	[25] Novel personal and group-based trust models in collaborative filtering for document recommendation	RI, RN	แนะนำบทความ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
Tr	2013	[26] A dynamic trust conference algorithm for social network	RN	ปรับปรุงอัลกอริทึมให้ปรับเปลี่ยนค่าความไว้วางใจได้	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ปรับเปลี่ยนค่าความไว้วางใจได้
Tr	2014	[3] Social network-based service recommendation with trust enhancement	RI, RN	ปรับปรุงอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายสังคม	แก้ปัญหา : ผู้ใช้งานรายใหม่
					ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การหาเส้นทางในเครือข่ายสังคม

เทคนิคที่ใช้ ANN: โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network), Ex: ผู้เชี่ยวชาญ (Expert), FL: ฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic), GA: ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm), Se: เทคนิคเชิงความหมาย (Semantic technology), Tr: ความไว้วางใจ (Trust)

ข้อมูลนำเข้า CB:ฐานข้อมูล Case base (Case base database), Fb: ผลตอบกลับ (Feedback) In: ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต (Internet), OF: ข้อมูลจาก Online forum (Online forum), RI: การให้คะแนนสินค้า (Rating item), RN: เครือข่ายความสัมพันธ์ (Relationship network), Tx: ข้อมูลการแบ่งประเภท (Taxonomy), TN: ประวัติการทำธุรกรรมบนเครือข่าย (Transaction profile on network), TP: ประวัติการทำธุรกรรม (Transaction profile), UP: ข้อมูลประวัติผู้ใช้งาน (User profile)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เทคนิคที่ใช้	ปี	งานวิจัย	ข้อมูลนำเข้า	ผลลัพธ์ที่น่าสนใจ	การแก้ปัญหา/ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบผู้แนะนำ
Tr, GA	2011	[20] Trust-enhanced recommendation of friends in web based social networks using genetic algorithms to learn user preferences	RI, UP	แนะนำเพื่อนบนเครือข่ายสังคม	แก้ปัญหา : ความเบาบางของข้อมูล ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
Tr, Se	2012	[4] A trust-semantic fusion-based recommendation approach for e-business applications	RI, Tx	แนะนำสินค้า	แก้ปัญหา : ความเบาบางของข้อมูล, สินค้าใหม่ ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
Ex	2011	[28] Expertise recommender system for scientific community	TP, UP	แนะนำผู้เชี่ยวชาญและพิจารณาคุณสมบัติในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การระบุคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญ
Ex	2012	[30] Understanding experts' and novices' expertise judgment of twitter users	TN, UP	พิจารณาคุณสมบัติในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การระบุคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญ
Ex	2012	[31] Determining user expertise for improving recommendation performance	TP	พิจารณาคุณสมบัติในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การระบุคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญ
Ex	2012	[32] A social recommender mechanism for improving knowledge sharing in online forums	OF, UP	แนะนำความคิดเห็นและแนะนำผู้เชี่ยวชาญ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : นำการแชร์ความรู้ใน Online forum มาพิจารณา
Ex	2013	[2] A semantic social network-based expert recommender system	In	แนะนำผู้เชี่ยวชาญ	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การหาผู้เชี่ยวชาญ
Ex, Se	2011	[29] Improving e-commerce collaborative recommendations by semantic inference of Neighbors' practical expertise	Tx, TP	แนะนำสินค้า	ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ความถูกต้องในการแนะนำ
Tr, Ex	2011	[33] Enhancing the quality of recommendations through expert and trusted agents	CB, Fb, RN	แนะนำข้อมูล (การท่องเที่ยว)	แก้ปัญหา : ข้อมูลใหม่ ปรับปรุงประสิทธิภาพ : การออกแบบกระบวนการพิจารณาความไว้วางใจ
Tr, Ex, Se	2012	[34] Semantic inference of user's reputation and expertise to improve collaborative recommendations	Fb, RI, Tx, TP	แนะนำสินค้า	แก้ปัญหา : ความเบาบางของข้อมูล ปรับปรุงประสิทธิภาพ : ปรับเปลี่ยนความไว้วางใจได้

เทคนิคที่ใช้ ANN: โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network), Ex: ผู้เชี่ยวชาญ (Expert), FL: ฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic), GA: ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm), Se: เทคนิคเชิงความหมาย (Semantic technology), Tr: ความไว้วางใจ (Trust)

ข้อมูลนำเข้า CB: ฐานข้อมูล Case base (Case base database), Fb: ผลตอบกลับ (Feedback), In: ข้อมูลจาก Online forum (Online forum), RI: การให้คะแนนสินค้า (Rating item), RN: เครือข่ายความสัมพันธ์ (Relationship network), Tx: ข้อมูลการแบ่งประเภท (Taxonomy), TN: ประวัติการทำธุรกรรมบนเครือข่าย (Transaction profile on network), TP: ประวัติการทำธุรกรรม (Transaction profile), UP: ข้อมูลประวัติผู้ใช้งาน (User profile)

- [6] Li, Y.M., Hsiao, H.W. and Lee, Y.L., 2013, Recommending social network applications via social filtering mechanisms, *Inform. Sci.* 239: 18-30.
- [7] Kazienko, P., Musial, K. and Kajdanowicz, T., 2011, Multidimensional social network in the social recommender system, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans* 41: 746-759.
- [8] Li, Y.M., Wu, C.T. and Lai, C.Y., 2013, A social recommender mechanism for e-commerce: combining similarity, trust, and relationship, *Dec. Sup. Sys.* 55: 740-752.
- [9] Schafer, J.B., Konstan, J. and Riedl, J., 1999, Recommender Systems in e-Commerce, pp. 158-166, *Proceedings of the 1st ACM Conference on Electronic Commerce*, ACM: Denver, Colorado.
- [10] Shahin, M.A., 2014, State-of-the-art review of some artificial intelligence applications in pile foundations, *Geosci. Front.* 5: 1-34.
- [11] García-Crespo, Á., López-Cuadrado, J.L., Colomo-Palacios, R., González-Carrasco, I. and Ruiz-Mezcua, B., 2011, Sem-Fit: A semantic based expert system to provide recommendations in the tourism domain, *Exp. Sys. Appl.* 38: 13310-13319.
- [12] Castro-Schez, J.J., Miguel, R., Vallejo, D. and López-López, L.M., 2011, A highly adaptive recommender system based on fuzzy logic for B2C e-commerce portals, *Exp. Sys. Appl.* 38: 2441-2454.
- [13] Zhang, G., eddy Patuwo, B. and Hu, M.Y., 1998, Forecasting with artificial neural networks: The state of the art, *International, J. Forecast.* 14: 35-62.
- [14] Khashei, M. and Bijari, M., 2010, An artificial neural network model for timeseries forecasting, *Exp. Sys. Appl.* 37: 479-489.
- [15] Dao, T.H., Jeong, S.R. and Ahn, H., 2012, A novel recommendation model of location-based advertising: Context-aware collaborative filtering using GA approach, *Exp. Sys. Appl.* 39: 3731-3739.
- [16] Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A. and Alcaláet, J., 2011, Improving collaborative filtering recommender system results and performance using genetic algorithms, *Knowledge-Based Sys.* 24: 1310-1316.
- [17] Blanco-Fernández, Y., López-Nores, M., Pazos-Arias, J.J., García-Duqueet, J., 2011, An improvement for semantics-based recommender systems grounded on attaching temporal information to ontologies and user profiles, *Eng. Appl. Artif. Intell.* 24: 1385-1397.
- [18] Martín-Vicente, M.I., Gil-Solla, A., Cabrer, M.R., Pazos Arias, J.J., Blanco-Fernández, Y. and López Nores, M., 2014, A semantic approach to improve neighborhood formation in collaborative recommender

- systems, *Exp. Sys. Appl.* 41: 7776-7788.
- [19] Wei, C. and Fong, S., 2010, Social network collaborative filtering framework and online trust factors: A case study on Facebook, pp. 266-273, 2010 Fifth International Conference on Digital Information Management (ICDIM).
- [20] Agarwal, V. and Bharadwaj, K., 2011, Trust-Enhanced Recommendation of Friends in Web Based Social Networks Using Genetic Algorithms to Learn User Preferences, pp. 476-485, In Nagamalai, D., Renault, E. and Dhanuskodi, M. (Eds.), *Engineering and Information Technology Trends in Computer Science*, Springer Berlin Heidelberg.
- [21] Dogan, G., Brown, T, Govindan, K., Khan, M.M.H., Abdelzaher, T., Mohapatra, P. and Cho, J.H., 2011, Evaluation of network trust using provenance based on distributed local intelligence, pp. 1493-1498, 2011 Military Communications Conference (MILCOM 2011).
- [22] Yan-Hong, W. and Cheng, X., 2011, IP network-based trust management system, pp. 2286-2289, 2011 Eighth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD).
- [23] Sherchan, W., Nepal, S. and Paris, C., 2013, A survey of trust in social networks, *ACM Comput. Surv.* 45(4): 1-33.
- [24] Liu, D.R., Lai, C.H. and Chiu, H., 2011, Sequence-based trust in collaborative filtering for document recommendation, *Int. J. Human Comp. Stud.* 69: 587-601.
- [25] Lai, C.H., Liu, D.R. and Lin, C.S., 2013, Novel personal and group-based trust models in collaborative filtering for document recommendation, *Inform. Sci.* 239: 31-49.
- [26] Liu, X., Shi, L., Wang, Y., Xin, Z. and Fu, W., 2013, A dynamic trust conference algorithm for social network, pp. 340-346, 2013 Eighth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC).
- [27] Jøsang, A., Ismail, R. and Boyd, C., 2007, A survey of trust and reputation systems for online service provision, *Dec. Sup. Sys.* 43: 618-644.
- [28] Afzal, M.T. and Maurer, H.A., 2011, Expertise recommender system for scientific community, *J. Univ. Comp. Sci.* 17: 1529-1549.
- [29] Martin-Vicente, M.I., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrer, M. and Blanco-Fernandez, Y., 2011, Improving e-commerce collaborative recommendations by semantic inference of Neighbors' practical expertise, pp. 9-14, 2011 Sixth International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization (SMAP).
- [30] Liao, Q.V., Wagner, C., Pirolli, P and Fu, W., 2012, Understanding experts' and

- novices' expertise judgment of twitter users, pp. 2461-2464, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM: Austin, Texas.
- [31] Song, S., Lee, S., Park, S. and Lee, S., 2012, Determining user expertise for improving recommendation performance, pp. 1-5, Proceedings of the 6th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, ACM: Kuala Lumpur.
- [32] Li, Y.M., Liao, T.F. and Lai, C.Y., 2012, A social recommender mechanism for improving knowledge sharing in online forums, Inform. Proc. Manag. 48: 978-994.
- [33] Lorenzi, F., Abel, M., Loh, S. and Peres, A., 2011, Enhancing the quality of recommendations through expert and trusted agents, 2011, pp. 329-335, 23rd IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI).
- [34] Martin-Vicente, M.I., Gil-Solla, A., Cabrer, M.R., Blanco-Fernández, Y. and Nores, M.L., 2012, Semantic inference of user's reputation and expertise to improve collaborative recommendations, Exp. Sys. Appl. 39: 8248-8258.