

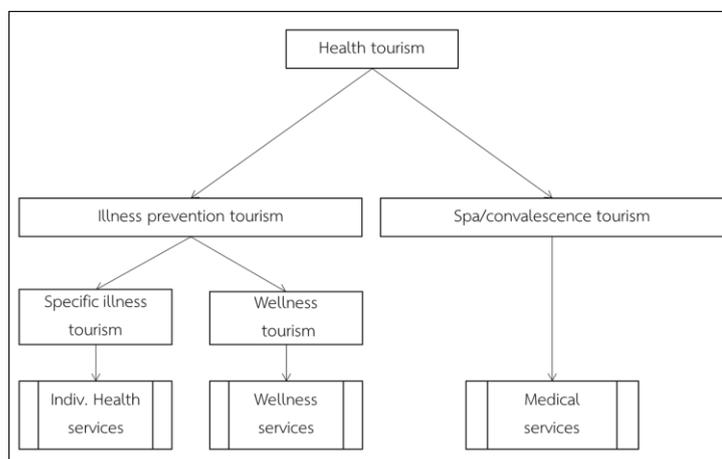
บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ

การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ (Wellness tourism) เป็นการทำกิจกรรม ทางเลือก และวิถีชีวิต ที่จะนำไปสู่การมีสุขภาพดีโดยองค์รวม (Global Wellness Institute, 2015) อย่างไรก็ตาม มีคำที่อธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมการท่องเที่ยวที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันนี้อีกหลายคำ ตามแต่นิยามที่กำหนดขึ้นของแต่ละคน เช่น การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Health tourism) การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและสปา (Health and spa tourism) (Hall, 2003) การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและความงาม (Health and wellness tourism) (Erfurt-Cooper & Cooper, 2009) การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพและเชิงการแพทย์ (Health and medical tourism) (Hall, 2011) และการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ (Medical tourism) (Lunt & Carrera, 2010) เป็นต้น

การแบ่งประเภทการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพออกเป็นประเภทย่อย ๆ นั้น Mueller & Kaufmann (2001) ได้แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ การท่องเที่ยวเพื่อป้องกันการเจ็บป่วย (Illness prevention tourism) และ การท่องเที่ยวเพื่อสปาและการพักฟื้น (Spa and convalescence tourism) ดังแสดงในภาพ 2.1



ภาพที่ 2.1 การแบ่งประเภทการท่องเที่ยวที่แสดงให้เห็นการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เป็นสับเซตของการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

ปรับปรุงจาก: Mueller & Kaufmann (2001)

จากภาพ 2.1 จะเห็นว่า การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ ถูกจำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ การท่องเที่ยวเพื่อป้องกันการเจ็บป่วย (Illness prevention tourism) และการท่องเที่ยวเพื่อสปา และการพักฟื้น (Spa/convalescence) โดยการท่องเที่ยวเพื่อป้องกันการเจ็บป่วย จะถูกจำแนก

ออกเป็นรายการย่อย 2 ประเภท คือ การป้องกันการเจ็บป่วยเฉพาะทาง (Specific illness prevention) และการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ (Wellness tourism) สำหรับบริการของการท่องเที่ยว แต่ละแบบจะแตกต่างกันไป เช่น การป้องกันการเจ็บป่วยเฉพาะทาง ได้แก่ กิจกรรมบริการสุขภาพ รายบุคคล สำหรับการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ ได้แก่ กิจกรรมเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ และการท่องเที่ยวเพื่อสปาและการพักผ่อน ได้แก่ บริการทางการแพทย์ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม จากรายงานของ Global Wellness Institute (2015) ได้จำแนก บริการของการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพออกเป็น 6 ประเภท ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การจำแนกบริการของกิจกรรมการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ
ที่มา: Global Wellness Institute (2015)

จากภาพที่ 2.2 การจำแนกบริการของกิจกรรมการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ จำแนกออกเป็น 6 ด้าน คือ บริการส่งเสริมสุขภาพทางร่างกาย (Physical) บริการส่งเสริมสุขภาพด้านจิตใจ (Mental) บริการด้านจิตวิญญาณ (Spiritual) บริการที่ส่งเสริมด้านสภาพอารมณ์ (Emotional) บริการที่ส่งเสริมด้านสภาพอารมณ์ (Emotional) บริการด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental) และบริการด้านสังคม (Social)

ประเทศไทย ได้ชื่อว่าเป็นเป้าหมายการเดินทางประเทศแรก ๆ ของนักท่องเที่ยว ทั้งนี้จากรายงานของสำนักข่าวซีเอ็นเอ็น (Cable News Network) (Jorgensen, 2017) กล่าวว่า ประเทศไทยมีสิ่งดึงดูดนักท่องเที่ยวหลายประการ เช่น แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม แหล่งท่องเที่ยวเพื่อการจับจ่ายซื้อของ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าประเทศไทยยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ (Health tourism destination) อีกด้วย

การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เป็นการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวกลุ่มคุณภาพรายได้ดีปานกลางถึงรายได้สูง (High end tourists) ซึ่งนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้มีอำนาจในการจับจ่ายซื้อสินค้าและบริการต่าง ๆ มาก เป้าหมายการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพของนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้ ได้แก่ การเดินทางมาเพื่อใช้บริการทางการแพทย์ (Medical tourism) และ การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ (Wellness tourism) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่นี่จะกล่าวถึงเฉพาะการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพเท่านั้น

การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เป็นการท่องเที่ยวที่เน้นความสมดุลของสภาวะทั้งทางร่างกาย จิตใจและจิตวิญญาณ แต่ไม่ใช่การท่องเที่ยวทางการแพทย์ อาจกล่าวได้ว่าเป็นกลุ่มการท่องเที่ยวใหม่ที่เกิดจากการอินเทอร์เซ็กชันกันของสองตลาดขนาดใหญ่ คือ เศรษฐกิจสุขภาพ (Wellness economy) ซึ่งมีมูลค่าถึง 2 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวโลกที่มีมูลค่าถึง 3.2 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ (The Global Wellness Tourism, 2013) จะเห็นว่าตลาดการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพมีขนาดใหญ่มาก

การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพเป็นจุดตัดกันของแนวโน้มการใช้ชีวิตที่ทรงพลังและการเติบโตของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวโลก โดยอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวโลกมีขนาดใหญ่ที่สุดในอุตสาหกรรมทั้งหมด มีการจ้างงานกว่า 100 ล้านตำแหน่ง ในขณะเดียวกันประชากรของโลกต่างหันมาให้ความสำคัญกับการยกระดับคุณภาพชีวิต มีการใช้จ่ายเพื่อการดูแลสุขภาพมากขึ้น ซึ่งจุดนี้การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพเป็นจุดตัดที่สำคัญของทั้งสองส่วนดังกล่าว ทำให้อุตสาหกรรมด้านการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพมีการเติบโตสูง มีขนาดตลาดกว่า 438.6 พันล้านเหรียญสหรัฐ (Global Wellness Institute, 2015)]

เศรษฐศาสตร์ของการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ

จากรายงานของ Global Wellness Institute (2018) ได้ประมาณการไว้ว่าการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพในปี 2017 มีมูลค่าถึง 639.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ มีอัตราการเติบโตที่สูงถึงร้อยละ 6.5 ต่อปี ระหว่างปี 2015-2017 ซึ่งสูงเป็นสองเท่าของการท่องเที่ยวทั่วไป โดยในรายงานยังระบุอีกว่า ตลาดการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามชนิดของนักท่องเที่ยว คือ

(1) นักเดินทางปฐมภูมิ (Primary wellness travelers) เป็นกลุ่มนักเดินทางที่เลือกการเดินทางของตนเองโดยพิจารณาจากสถานที่จุดหมายปลายทางที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เช่น รีสอร์ทที่มีบริการเพื่อสุขภาพ หรือบริการโยคะ เป็นต้น

(2) นักเดินทางทุติยภูมิ (Secondary wellness travelers) เป็นนักท่องเที่ยวทั่วไปที่เดินทางท่องเที่ยวตามที่ต่าง ๆ แต่ให้ความสนใจใช้บริการในแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพในสถานที่ที่ตนไปเยือนนั้น เช่น เดินทางไปเพื่อใช้บริการสปา แต่ก็เลือกใช้บริการนวดเพื่อสุขภาพด้วย เป็นต้น

นักเดินทางเหล่านี้มีการใช้จ่ายเงินเพื่อการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพของตนสูงกว่าค่าเฉลี่ยการใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวทั่วไปทั้งแบบนักท่องเที่ยวนานาชาติและนักท่องเที่ยวในท้องถิ่น มากกว่า 2-3 เท่าตัว ซึ่งข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพจะมีผลต่อภาวะทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศสูงกว่าการท่องเที่ยวทั่วไป

สำหรับประเทศไทยมีสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพจำนวนมาก และมีจำนวนมากเช่นเดียวกันที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวต่างชาติ ยกตัวอย่างมาบางแห่ง เช่น

(1) Chiva-Som International Health Resort (Chiva-Som International Health Resort, 2019) ที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ให้บริการหลายด้าน เช่น beauty, detox, emotional & mental balance, mindfulness, relaxation, stress management, physical fitness, recovery & rehabilitation, pain management, general health improvement และ weight loss เป็นต้น

(2) Aksorn Rayong (Aksorn Rayong, 2019) ตั้งอยู่ที่ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง มี Wellness Center for Holistic Health เพื่อให้บริการด้าน Wellness แก่นักท่องเที่ยว

(3) The Sanctuary Spa Resort Koh Phangan (The Sanctuary Thailand Spa Resort, 2019) เป็นรีสอร์ตที่อยู่ท่ามกลางธรรมชาติ ตั้งอยู่ที่ริมหาดเทียน เกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีบริการด้าน Detox แบบต่าง ๆ และ Yoga เป็นต้น

(4) The Pavana Chaing Mai Resort (The Pavana Chaing Mai Resort, 2019) เป็นรีสอร์ตตั้งอยู่ท่ามกลางขุนเขาและแมกไม้ ใน อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ มี บริการสำหรับนักท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เช่น Radiance Restaurant, Bamboo Spa, Detox Center, Yoga, และ Meditation เป็นต้น

การตัดสินใจของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ

การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ เป็นกิจกรรมการท่องเที่ยวที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูงในการท่องเที่ยว เนื่องจากการท่องเที่ยวลักษณะนี้จะเป็นการส่งเสริมสุขภาพทั้งกายและใจให้แข็งแรงสมบูรณ์ไปด้วยในตัว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งสองด้าน คือด้านร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ขึ้น ในขณะที่เดียวกันด้านจิตใจก็จะเกิดความผ่อนคลาย ลดความเครียด เกิดความสงบในจิตใจมากขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพในลักษณะต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน เช่น จากการศึกษาของ อรุณี ลอมเศรษฐี (2554) ได้ศึกษาถึงปัจจัยการตัดสินใจเรื่องที่พักของนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร และ วัชรินทร์ เกิดทรัพย์ (2559) ได้ศึกษาถึงปัจจัยการตัดสินใจเรื่องที่พักของนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต ได้ผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกัน โดยพบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ประสบการณ์ในการพักผ่อน และส่วนประสมทางการตลาดมีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พักของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ

สำหรับปัจจัยการตัดสินใจเพื่อท่องเที่ยวในประเทศไทยของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ นั้นพบว่า สิ่งอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมขนส่ง และด้านประชาสัมพันธ์ และด้านการบริการ เป็นปัจจัยสำคัญเดินทางท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยว (หนึ่งฤทัย ศิลาอาสน์, 2556) ในขณะที่จาก

การศึกษาการตัดสินใจท่องเที่ยวของคนวัยทำงานคนไทยในกรุงเทพมหานครในการท่องเที่ยวช่วงวันหยุด พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดและปัจจัยด้านราคา เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดสามลำดับแรกในการตัดสินใจเลือกแหล่งท่องเที่ยว (เฉลิมเกียรติ เฟื่องแก้ว และ สุชาติ ทวีพรปฐมกุล, 2558)

ระบบให้คำแนะนำ (Recommendations System: RS)

ในยุคปัจจุบันที่ข้อมูลและสารสนเทศมีอยู่มากมาย โดยเฉพาะข้อมูลและสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ต ผู้ค้นหาข้อมูลใช้เวลามากในการสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม มีการสร้างเครื่องมือช่วยค้นหาข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมาก คือ โปรแกรมค้นหา (Search engines) ซึ่งโปรแกรมนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้บริการค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต โปรแกรมค้นหาที่นิยมใช้กันได้แก่ google (Google Inc., 2019), Yahoo (Yahoo Inc., 2019), และ Bing (Microsoft Corp., 2019) เป็นต้น โปรแกรมค้นหาเหล่านี้ช่วยตอบปัญหาเรื่องการค้นหาข้อมูลที่มีจำนวนมากได้ดีในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม โปรแกรมค้นหาเหล่านี้ยังขาดสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การจัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่แต่ละคนสนใจ (Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh, 2015) ดังนั้นในการค้นหาข้อมูลที่มีการให้คำแนะนำเพื่อตอบสนองต่อความต้องการหรือความชอบของแต่ละคนจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจ ระบบให้คำแนะนำ เป็นระบบที่จะทำหน้าที่ในการกรองข้อมูลที่ต้องการออกมา (filtering out) จากข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมากโดยใช้โพรไฟล์ของผู้ใช้ (User profile) มาช่วยในการดำเนินการ

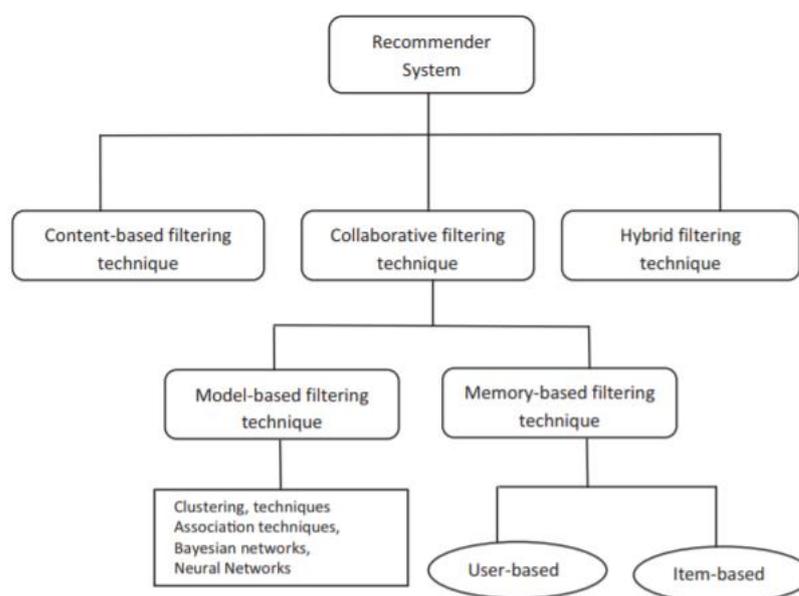
ระบบให้คำแนะนำ เป็นระบบที่ให้คำแนะนำรายการข้อมูลแก่ผู้ใช้งานท่ามกลางข้อมูลรายการที่มีอยู่จำนวนมากโดยอิงตามความชอบหรือความสนใจของผู้ใช้งาน โดยรายการข้อมูลที่กำลังจะแนะนำจะเป็นข้อมูลอะไรก็ได้ที่ผู้ใช้งานให้ความสนใจ สำหรับตัวอย่างของ รายการข้อมูลต่าง ๆ เช่น ภาพยนตร์ ร้านอาหาร หนังสือ เป็นต้น โดยความสนใจของผู้ใช้งานต่อรายการข้อมูลข้างต้นนั้น เป็นการให้อันดับความสำคัญ (rating) ซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของตัวเลขลำดับความสำคัญที่ผู้ใช้งานให้แก่รายการข้อมูลนั้น เป็นต้น

การเก็บความสนใจของผู้ใช้งานในระบบให้คำแนะนำจะเก็บข้อมูลไว้ในส่วนที่ เรียกว่า โพรไฟล์ของผู้ (User profile) โดยระบบให้คำแนะนำส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูล การให้อันดับความสำคัญต่อรายการข้อมูล เช่น การให้ค่าอันดับความสำคัญ 1 ถึง 7 โดย 7 มีค่าความสนใจมากที่สุด และ 1 มีค่าความสนใจน้อยที่สุด เป็นต้น

ระบบให้คำแนะนำจะเกิดประโยชน์ทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้งานค้นหาข้อมูล (Pu, Chen, & Hu, 2011) ระบบการให้คำแนะนำมีการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การใช้เพื่อการค้นหาผู้โดยสารและหารถแท็กซี่ว่าง (Yuan, Zheng, Zhang, & Xie, 2013) ระบบให้คำแนะนำการค้นหาสถานที่จากการรับทราบข้อมูลตามเนื้อหา (Yin, Sun, Cui, Hu, & Chen, 2013) การใช้ระบบให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มความนิยมในคลิปวิดีโอ (Zhou et al., 2016) เป็นต้น ในระบบให้คำแนะนำได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านสุขภาพหลายด้านด้วยกัน เช่น ระบบให้คำแนะนำเพื่อช่วยในการให้คำปรึกษาด้านโภชนาการ (Wendel, Dellaert, Ronteltap, & Van Trijp, 2013) ระบบให้คำแนะนำ

แก่ผู้ใช้งานในการให้คำแนะนำแผนการประกันสุขภาพ (Abbas, Bilal, Zhang, & Khan, 2015) เป็นต้น

ระบบให้คำแนะนำอาจจำแนกได้ 3 ประเภท หลัก ๆ (Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh, 2015) ดังนี้



ภาพที่ 2.3 การจำแนกแบบจำลองระบบให้คำแนะนำ Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh (2015)

1. ระบบให้คำแนะนำแบบคอลแลบอเรทีฟฟิลเทอริง (Collaborative filtering recommendations system: CF) หรือระบบให้คำแนะนำแบบการกรองความร่วมมือ เป็นระบบให้คำแนะนำที่อ้างอิงการให้คำแนะนำจากผลของการให้คะแนนของผู้ใช้รายอื่น ๆ เทียบกับความสนใจของผู้ใช้รายปัจจุบัน อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะมีปัญหา กล่าวคือ ถ้ามีการให้คะแนนไว้ในจำนวนที่ไม่มากพอ จะมีผลทำให้เกิดปัญหาที่เรียกว่า "Cold Start Problem" กล่าวคือข้อมูลการให้คำแนะนำไม่เพียงพอ ทำให้คำแนะนำที่ได้เกิดข้อผิดพลาดได้มาก นอกจากนี้การให้คำแนะนำยังเป็นการให้คำแนะนำตามกระแส กล่าวคือ รายการข้อมูลใดที่มีผู้ให้คำแนะนำไว้มาก ก็จะมีผลทำให้ถูกแนะนำมากกว่าข้อมูลรายการอื่น ๆ ระบบที่พบว่ามีการใช้การแนะนำแบบนี้ เช่น Amazon.com , Facebook.com, LinkedIn.com, Spotify.com, Google News.com และ Last.fm เป็นต้น

ระบบการให้คำแนะนำแบบคอลแลบอเรทีฟฟิลเทอริงยังสามารถจำแนกย่อยออก 2 แบบตามลักษณะวิธีการคำนวณเพื่อให้คำแนะนำ ดังนี้

1.1 วิธีการให้คำแนะนำโดยการกรองด้วยความจำ (Memory-based collaborative filtering technique) เป็นวิธีการดั้งเดิมและเรียบง่ายที่สุดในการสร้างระบบให้คำแนะนำเป็นวิธีที่เกี่ยวข้องกับเมตริกของคะแนน โดยใช้คะแนนของผู้ใช้งานต่อรายการข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าความเหมือน (Similarity) ในแต่ละผู้ใช้งาน หรือรายการข้อมูล เพื่อค้นหารายการที่

ใกล้เคียง (Neighbors) แล้วให้คำแนะนำรายการข้อมูลแก่ผู้ใช้งานรายปัจจุบัน วิธีการนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าได้ผลดีในการให้คำแนะนำ แต่ว่าระบบต้องใช้พลังในการคำนวณค่อนข้างสูงทั้งทรัพยากรของเครื่องและเวลาในการคำนวณ โดยการดำเนินการสร้างระบบให้คำแนะนำนั้นจะต้องเริ่มจากการสร้างเมตริกของผู้ใช้งาน(users) และสินค้าหรือรายการที่ต้องการให้คำแนะนำ (products) ดังนั้นถ้ามีผู้ใช้งาน m คน และ สินค้าจำนวน n รายการ จะได้เมตริกซ์ ขนาด $m \times n$ ระบบนี้ทำงานได้ดีถ้าเมตริกซ์ไม่ใหญ่มาก แต่ถ้าเมตริกซ์มีขนาดใหญ่มากจะมีปัญหาด้านประสิทธิภาพการประมวลผลได้ การให้คำแนะนำโดยการกรองด้วยความจำจำแนกออกเป็น การให้คำแนะนำโดยการกรองตามผู้ใช้งาน (user-based CF) หรือ UCF ซึ่งจะเป็นการพิจารณาการให้คำแนะนำตามความคล้ายกันของผู้ใช้งาน โดยจะเป็นการค้นหามีผู้ใช้งานคนใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับผู้ใช้ที่สนใจ (active user) และการกรองตามรายการสินค้า (item-based CF) หรือ ICF ซึ่งจะเป็นการพิจารณาว่าผู้ใช้งานคนที่สนใจ (active user) นั้นสนใจสินค้าใดสินค้าหนึ่งแล้ว ระบบจะไปค้นหาว่าสินค้าที่มีลักษณะคล้ายกันกับสินค้าที่สนใจนั้นมีสินค้าใดบ้าง

1.2 วิธีการให้คำแนะนำโดยการกรองด้วยแบบจำลอง (Model-based collaborative filtering technique) เป็นวิธีการให้คำแนะนำที่พยายามแก้ปัญหาการให้คำแนะนำโดยการกรองด้วยความจำ ที่จะต้องมีการสร้างเมตริกขนาดใหญ่ซึ่งจะมีผลกับประสิทธิภาพของการทำงานของระบบ โดยกระบวนการให้คำแนะนำโดยการกรองด้วยแบบจำลองนั้น อาจจะมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการลดขนาดข้อมูล (dimensionality reduction) เข้ามาช่วย จากนั้นจึงใช้เทคนิคด้านเหมืองข้อมูล(data mining) และ/หรือการเรียนรู้ของเครื่องจักร (machine learning) มาช่วยในการเรียนรู้และหาคำตอบเพื่อให้คำแนะนำตามต้องการ ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

2. ระบบให้คำแนะนำตามเนื้อหา (Content-based recommendations system: CB) เป็นระบบให้คำแนะนำตามเนื้อหา เป็นระบบที่พิจารณาการให้คำแนะนำอ้างอิงตามเนื้อหา (Content) ซึ่งอาจจะหมายถึงคุณลักษณะ (Attributes) ของผลิตภัณฑ์ หรือสินค้า หรือบริการที่ต้องการให้คำแนะนำนั้น เช่น การให้คำแนะนำเพลง ระบบอาจจะต้องให้คำแนะนำตาม เนื้อหาของเพลง ชื่อศิลปิน ประเภทของเพลง เป็นต้น

3. ระบบให้คำแนะนำแบบผสม (Hybrid recommendations system: HB RS) เป็นระบบให้คำแนะนำแบบผสมกล่าวคือ เป็นระบบให้คำแนะนำที่นำเอาข้อดีของระบบให้คำแนะนำตามเนื้อหา และระบบให้คำแนะนำแบบคอลแลบอเรทีฟฟิลเทอริง เข้าด้วยกัน ระบบนี้ไม่มีขั้นตอนการทำงานที่ตายตัว ขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาและความต้องการประยุกต์ใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ระบบให้คำแนะนำแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ Content-based filtering technique(CBF), Collaborative filtering technique (CF), และ Hybrid filtering technique (HF) โดยที่ CF ขึ้นอยู่กับเมทาดาทาของรายการข้อมูลซึ่งต้องอาศัยข้อมูลรายละเอียดที่มากพอ CF ที่ไม่ต้องการข้อมูลรายละเอียดมากมายเหมือน CBF แต่มีความน่าเชื่อถือสูง อย่างไรก็ตาม ได้มีผู้พัฒนารูปแบบวิธีผสมระหว่าง CBF และ CF คือวิธี HF ซึ่งจะได้ข้อดีคือมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ได้ดีกว่า 2 วิธีข้างต้น (Isinkaye, Folajimi, & Ojokoh, 2015) อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นระบบให้คำแนะนำแบบ CF ดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยระบบให้คำแนะนำแบบต่าง ๆ

งานวิจัย	ชุดข้อมูลมาตรฐาน	วิธีการ	วิธีการเรียนรู้
(Breese, Heckerman, & Kadie, 1998)	MS Web (UCIKDD, 1998) Television EachMovie (GroupLens, 2016)	Collaborative filtering	- Correlation coefficients - Vector-based similarity calculations - Bayesian methods
(Chen, Teng, & Chang, 2015)	MovieLens (GroupLens, 2016)	Collaborative filtering	- artificial immune systems
(Ar & Bostanci, 2016)	Movielens 100K dataset (GroupLens, 2016)	Collaborative filtering	- Genetic algorithm
(Li & Ou, 2016)	Delicious (Pan et al., 2008) Netflix Prize (Rendle, Freudenthaler, Gantner, 2009)	Collaborative filtering	pairwise probabilistic matrix factorization (PPMF)
(Pan & Chen, 2016)	MovieLens100K (GroupLens, 2016) Netflix (Rendle, Freudenthaler, Gantner, 2009) UserTag (Pan & Chen, 2016)	Collaborative filtering	Group Bayesian personalized ranking with rich interactions (GBPR+)
(Koochi & Kiani, 2016)	MovieLens (GroupLens, 2016)	User-based collaborative filtering	Fuzzy C-means

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยระบบให้คำแนะนำแบบต่าง ๆ (ต่อ)

งานวิจัย	ชุดข้อมูลมาตรฐาน	วิธีการ	วิธีการเรียนรู้
(Liao & Lee, 2016)	MovieLens (GroupLens, 2016) Yahoo Movie (Yahoo, n.d.) Amazon Video (Leskovec, n.d.-b) BookCrossing (Institut für Informatik, n.d.) Epinions (Leskovec, n.d.-a)	Collaborative filtering	self-constructing clustering algorithm(SCC)
(Mishra, Kumar, & Bhasker, 2015)	- MSNBC dataset (Kumar, Krishna, & Bapi, 2006) - simulated dataset ((Mishra, Kumar, & Bhasker, 2015)) - CTI dataset (Mishra et al., 2015)	Model-based collaborative filtering	- rough set clustering and singular value decomposition
(Capdevila, Arias, & Arratia, 2016)	Foursquare dataset (Capdevila et al., 2016)	GeoSRS-hybrid recommender system	The combination of sentiment analysis and text modeling
(Yera, Castro, & Martínez, 2016)	- MovieLens (ml-100k) (GroupLens, 2016) - MovieTweetings (mt) (Yera et al., 2016) - Netflix Tiny (netflix-t) datasets (Yera et al., 2016)	A natural noise management based collaborative filtering recommender systems.	-

จากตารางข้างต้นแสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้คำแนะนำ งานวิจัยที่พบส่วนใหญ่จะใช้ชุดข้อมูลมาตรฐานคล้ายกัน และทั้งหมดเป็นการใช้เทคนิคคอลแลบอเรทีฟ ฟิลเทอริง ในการสร้างคำแนะนำ โดยวิธีการเรียนรู้จะแตกต่างกันไป ซึ่งเทคนิคที่น่าสนใจและใช้กันมากคือการจัดกลุ่ม (clustering technique) การจัดกลุ่มเป็นเทคนิคหนึ่งสำหรับการทำเหมืองข้อมูล (data mining) โดย

มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลตามความคล้ายคลึงกัน เทคนิคการจัดกลุ่มจะช่วยให้ทราบลักษณะของกลุ่มข้อมูลซึ่งจะสะดวกในการนำไปใช้งานต่อไป เช่น การหากฎความสัมพันธ์ การพยากรณ์ เป็นต้น เทคนิคการแบ่งกลุ่มได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในหลากหลายแนวทาง รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในระบบให้คำแนะนำด้วย

วิธีการให้คำแนะนำโดยการกรองด้วยแบบจำลอง (Model-based filtering technique)

เป็นวิธีที่ใช้การสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อให้คำแนะนำ วิธีการนี้แทนที่จะวัดความคล้ายคลึงของข้อมูลความชอบเหมือนวิธีข้างต้น แต่จะใช้เทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) และการเรียนรู้ของเครื่องจักร (machine learning) เพื่อพยากรณ์ (predict) รายการข้อมูลที่ยังไม่ได้มีคะแนนความชอบ ในกระบวนการนี้จะนิยมใช้วิธีการลดขนาดข้อมูล (dimensionality reduction methods) เพื่อช่วยให้การประมวลผลรวดเร็วและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น วิธีลดขนาดข้อมูลที่นิยมใช้ได้แก่ การสลายตัวของค่าเอกฐาน (singular value decomposition) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle component analysis) เป็นต้น จากนั้นจึงนำเอาวิธีการ (model) มาใช้เพื่อพยากรณ์ความชอบ เช่น โครงข่ายแบบเบย์ (Baysian networks) การจัดกลุ่ม (clustering techniques) และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks) เป็นต้น

เทคนิคการกรองโดยใช้แบบจำลอง เป็นวิธีที่ใช้การสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่อให้คำแนะนำ วิธีการนี้แทนที่จะวัดความคล้ายคลึงของข้อมูลความชอบเหมือนวิธีข้างต้น แต่จะใช้เทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) และการเรียนรู้ของเครื่องจักร (machine learning) เพื่อพยากรณ์ (predict) รายการข้อมูลที่ยังไม่ได้มีคะแนนความชอบ โดยวิธีการแบบโมเดลนี้ ได้นำเทคนิคหลายอย่างมาใช้ เช่น โครงข่ายแบบเบย์ (Baysian networks) การจัดกลุ่ม (clustering techniques) และการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks) เป็นต้น

ในกระบวนการเหล่านี้จะนิยมใช้วิธีการลดขนาดข้อมูล (dimensionality reduction methods) เพื่อช่วยให้การประมวลผลรวดเร็วและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น วิธีลดขนาดข้อมูลที่นิยมใช้ได้แก่ การสลายตัวของค่าเอกฐาน (singular value decomposition) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle component analysis) เป็นต้น

ระบบให้คำแนะนำด้วยวิธีการแบ่งกลุ่ม (Clustering Based Recommendations Systems)

จากที่ได้กล่าวมาในหัวข้อก่อน เกี่ยวกับระบบให้คำแนะนำซึ่งมีการใช้วิธีการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งที่ยกตัวอย่างมาในตารางที่ 2 นั้นส่วนใหญ่ใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่ม อย่างไรก็ตามการแบ่งกลุ่มนอกจากมีหลายวิธีดังได้กล่าวมาก่อนแล้วนั้น การแบ่งกลุ่มยังมีเทคนิคย่อย ๆ ที่จะช่วยให้การแบ่งกลุ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย จากการรวบรวมงานด้านระบบให้คำแนะนำแบบคอลแลบอเรทีฟฟิลเทอริง ที่มีการใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแสดงให้เห็นดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เทคนิคการแบ่งกลุ่มในระบบให้คำแนะนำ

งานวิจัย	คลังเทอริงเทคนิค	คุณลักษณะเพิ่มเติม	การทดสอบ/การประยุกต์ใช้งาน
(Birtolo, Ronca, & Aurilio, 2012)	-	Trust-aware Clustering CF (TRACCF)	เพื่อระบุโปรไฟล์ความสนใจของลูกค้าในงานขาย โดยทดลองใช้กับ MovieLen dataset
(Wang, Zhao, & Hong, 2015)	k-means clustering	ปรับปรุงการวัดระยะห่างระหว่างวัตถุโดยใช้ Hamming distance	ประยุกต์ใช้กับ MovieLen dataset
(Liao & Lee, 2016)	self-constructing clustering algorithm	-	ทำการลดขนาดกราฟข้อมูลเพื่อการทำงานที่เร็วขึ้นประยุกต์ใช้ในงานพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์
(Salah, Rogovschi, & Nadif, 2016)	weighted clustering approach	-	ระบบให้คำแนะนำสำหรับการท่องเที่ยว
(Koochi & Kiani, 2016)	Fuzzy C-means	-	ประยุกต์ใช้ในการค้นหาความต้องการรายการที่ต้องการใน MovieLens dataset
(Nilashi, Jannach, Ibrahim, & Ithnin, 2015)	Multi-type Clustering	-	Yahoo!Movies platform
(Ma, Yang, Wang, Li, & Li, 2014)	improved k-means (IK)	ใช้ self-organizing mapping (SOM) เพื่อ optimize IK	TV recommendation system
(Koochi & Kiani, 2016)	fuzzy C-means	-	MovieLens dataset

จากตารางข้างต้นนักวิจัยมีการเลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มที่หลากหลาย โดยส่วนใหญ่เลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มที่เป็นที่นิยมอยู่แล้ว เช่น K-means, Fuzzy C-means เป็นต้น ซึ่งอาจจะมี การดำเนินการใช้เทคนิคบางอย่างเพิ่มเติมเพื่อให้ประสิทธิภาพการแบ่งกลุ่มดีขึ้น อย่างไรก็ตาม k-means อัลกอริทึมเรียบง่าย ทำงานได้รวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม k-means และ Fuzzy C-means มักเกิดปัญหาการติดกับดักของค่าที่ดีที่สุดระดับท้องถิ่น (local optima trap or local trap)

วิธีการแบ่งกลุ่มด้วยเคมีนส์ (K-Means Data Clustering)

การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนส์ใช้สำหรับการแบ่งข้อมูลจำนวน n สิ่งเป็น k กลุ่ม แทนค่าแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (centroid) ของกลุ่มในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน อัลกอริทึมของวิธีการแบ่งกลุ่มด้วยเคมีนส์ มีลำดับดังนี้

1. กำหนดหรือสุ่มค่าเริ่มต้น จำนวน k ค่า (กลุ่ม) และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น k จุด เรียกว่า cluster centers หรือ centroids
2. นำวัตถุทั้งหมดจัดเข้ากลุ่ม โดยทำการหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง หากข้อมูลไหนใกล้ค่าจุดศูนย์กลางตัวไหนที่สุดให้อยู่กลุ่มนั้น
3. หาค่าเฉลี่ย (Mean) ตำแหน่งของแต่ละกลุ่ม ให้เป็นค่าจุดศูนย์กลางใหม่
4. ทำซ้ำข้อ 2. จนกระทั่งค่าเฉลี่ยหรือจุดศูนย์กลางในแต่ละกลุ่มจะไม่เปลี่ยนแปลง

การใช้วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้การแบ่งกลุ่มข้อมูลในเคมีนส์นั้น ได้มีการนำมาใช้กันมากเพื่อหาค่าที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้ วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพแบบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (Soft computing) มีหลายวิธี เช่น เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic algorithm) หรือ GA การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยนิคมของมด (Ant Colony Optimization) หรือ ACO การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการหาอาหารของแบคทีเรีย (Bacterial foraging optimization) หรือ BFO การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยฝูงของสัตว์ (Particle swarm optimization) หรือ PSO การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยนกอพยพ (migrating birds optimization) หรือ MBO การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการคั่นหารังของนกกาเหว่า (Cuckoo optimization algorithm) หรือ COA เป็นต้น

ในการแบ่งกลุ่มข้อมูล ได้มีการศึกษาโดยการนำเอาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพมาใช้ เพื่อให้การแบ่งข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการเหล่านี้และได้สรุปออกมาเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 งานวิจัยที่ใช้เคมีนส์เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูล

งานวิจัย	วิธีการจัดกลุ่ม	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	การทดสอบ/ประยุกต์ใช้
(Al-Yaseen, Othman, & Nazri, 2017)	Modified K-means algorithm	The idea of the method is for selecting the initial centroids of clusters depending on a distance threshold.	Intrusion detection system
(Li, He, & Wen, 2015)	Dynamic particle swarm optimization and K-means clustering algorithm (DPSOK)	Using dynamic PSO to initialize number of clusters and preventing of falling into local optima	Image segmentation
(Serapião, Corrêa, Gonçalves, & Carvalho, 2016)	A Swarm Clustering Algorithm (SCA)	Fish School Search (FSS)	Graphics processing units
(Yeh, Lai, & Chang, 2016)	RMSSOKHM	To adopt the rapid centralized strategy (RCS) to increase the convergence speed and the minimum movement strategy (MMS) to effectively and efficiently search better solutions without trapping in local optima.	Eight benchmark datasets

ตารางที่ 2.3 งานวิจัยที่ใช้เคมึนส์เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูล (ต่อ)

งานวิจัย	วิธีการจัดกลุ่ม	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	การทดสอบ/ประยุกต์ใช้
(Karimov & Ozbayoglu, 2015)	Hybrid Evolutionary Clustering with Empty Clustering Solution	The combination of Fireworks and Cuckoo-search based evolutionary algorithm	Big data
(Kim & Ahn, 2008)	GA K-means	GA is used to initial seeds in K-means	Online shopping market
(Ameryan, Akbarzadeh Totonchi, & Seyyed Mahdavi, 2014)	-Random COA Clustering - Chaotic COA Clustering - K-means COA Clustering	Cuckoo search algorithm	A set of 4 datasets (Wine, Iris, CMC, Vowel)

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่เทคนิคการแบ่งกลุ่มตามตารางข้างต้น จะพบว่านักวิจัยเลือกใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น GA, PSO, COA เป็นต้น วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพเหล่านี้มีข้อดีข้อเสียต่างกัน และแตกต่างกัน

การจัดกลุ่มแบบฟัซซีซีมีน (Fuzzy C-Mean Clustering)

การจัดกลุ่มด้วยฟัซซีซีมีนหรือ FCM พัฒนาขึ้นโดย ดันน์ (1973) และต่อมาได้มีการปรับปรุงโดยเบเซเดก (Bezdek, 1981) ซึ่งเป็นวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลจำนวน n รายการ ออกเป็น C กลุ่ม (Clusters) แต่ละรายการข้อมูลจะมีค่าความเป็นสมาชิกกับคลัสเตอร์ทุกคลัสเตอร์ในระดับที่ต่างกันตามทฤษฎีเซต (Zadeh, 1976)

กำหนดให้เซตของข้อมูลดังนี้

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \quad (2.1)$$

เมื่อ x_i มีขนาด d มิติ และ $i = 1, 2, \dots, N$ เป็นรายการข้อมูลจำนวน N รายการที่ต้องการจัดกลุ่มจำนวน k กลุ่ม $C = [c_j]$ โดยที่ c_j เป็นเวกเตอร์ของของจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์ เมื่อ $j = 1, 2, \dots, k$

ในการจัดกลุ่มด้วย FCM นั้นกำหนดให้เมตริกพาร์ทิชัน $U = u_{ij} \in [0,1]$ โดยที่ u_{ij} นั้นจะเป็นตัวถ่วงน้ำหนัก (weight) ของค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูล x_i ในคลัสเตอร์ c_j โดยผลของการจัดกลุ่มจะต้องหาค่าต่ำสุด (Minimum) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) J ดังนี้

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2 \quad (2.2)$$

โดยที่

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_i\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (2.3)$$

และ

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m \cdot x_j}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (2.4)$$

เมื่อ

m เป็นดีกรีของความเป็นฟัซซี และ $1 \leq m \leq \infty$

อัลกอริทึมของ FCM แสดงได้ดังนี้

Algorithm 1 FCM

Require: Set values for the number of clusters k , the degree of fuzziness $m > 1$ and the error ϵ

1: Initialize randomly the centers of clusters c_j^0

2: $iter \leftarrow 1$

3: Repeat

4: Calculate the membership matrix U^{iter} using the centers c_j^{iter-1}

$$u_{ij}^{iter} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_i^{iter-1}\|}{\|x_i - c_j^{iter-1}\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}$$

5: Update the centers c_i^{iter} using U^{iter} :

$$c_i^{iter} \leftarrow \frac{\sum_{j=1}^N (u_{ij}^{iter})^m x_j}{\sum_{j=1}^N (u_{ij}^{iter})^m}$$

6: update k $k \leftarrow k + 1$

7: until:

$$\|c_i^{iter} - c_i^{iter-1}\| < \epsilon$$

8: return c_i the centers of clusters and the membership degree u_{ij}

จากอัลกอริทึม 1 แสดงรายละเอียดของการทำงานของ FCM โดยเริ่มจากการกำหนดค่าจำนวนคลัสเตอร์ k ค่าดีกรีของความเป็นฟัซซี m และค่าความคลาดเคลื่อน ϵ หลังจากนั้นทำการกำหนดจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์แบบสุ่ม แล้วเข้าสู่การวนรอบ แต่ละรอบจะมีการคำนวณหาค่าเมตริกความเป็นสมาชิก U^{iter} จากค่าจุดศูนย์กลางของรอบก่อนหน้านั้น เมื่อคำนวณเสร็จให้มีการปรับปรุงค่าจุดศูนย์กลาง c_i^{iter} โดยใช้ U^{iter} การดำเนินการจะทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ ในหลาย ๆ รอบ จนกระทั่งค่าระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของรอบปัจจุบันกับรอบก่อนหน้ามีค่าน้อยกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้ แล้วจึงส่งค่ากลับ ด้วยเซตของจุดศูนย์กลางของคลัสเตอร์และค่าความเป็นสมาชิก

อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีการจัดกลุ่ม FCM อาจจะทำให้เกิดปัญหากับปัญหาการติดกับดักของค่าที่ดีที่สุดระดับท้องถิ่นดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มลดลง ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มความสามารถของวิธีการจัดกลุ่ม FCM มาหลายวิธี ตารางด้านล่างนี้ แสดงให้เห็นการเพิ่มประสิทธิภาพของ FCM ในการจัดกลุ่มข้อมูล

ตารางที่ 2.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพของ FCM

งานวิจัย	วิธีการจัดกลุ่ม	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	การทดสอบ/ประยุกต์ใช้
(Alsmadi, 2018)	The hybrid Fuzzy C-Means and Neutrosophic approach	ใช้วิธีการไฮบริดระหว่าง FCM กับ Neutrosophic logic	Segmenting jaw image and detecting the jaw lesion region in panoramic X-ray images
(Stetco, Zeng, & Keane, 2015)	Fuzzy C-means++ algorithm	By careful seeding that disperses the initial cluster centers through the data space	IRIS dataset SPAM dataset
(Al Kindhi, Sardjono, Purnomo, & Verkerke, 2019)	Hybrid K-means, fuzzy C-means, and hierarchical clustering	Hybrid K-means, fuzzy C-means, and hierarchical clustering	predict the direction of DNA mutation trends

ตารางที่ 2.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพของ FCM (ต่อ)

งานวิจัย	วิธีการจัดกลุ่ม	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	การทดสอบ/ประยุกต์ใช้
(Izakian & Abraham, 2011)	Hybrid FCM-PSO for fuzzy clustering algorithm	a hybrid fuzzy clustering method based on FCM and fuzzy PSO	Iris, Glass, Wisconsin breast cancer, Wine, Contraceptive method choice, Vowel datasets
(Niu & Huang, 2011)	Improved FCM clustering algorithm based on PSO	Fuzzy c means algorithm based on PSO	Lung cancer data set
(Arslan & Toz, 2018)	FCM-BOA	Hybrid of FCM and Whale Optimization Algorithm (WOA) with Chebyshev distance function	Iris dataset, Balance scale dataset, and Fertility dataset
(Parvathi & Rajeswari, 2016)	hybrid FCM-ALO	Hybrid of FCM and Ant Lion Optimization (ALO)	image segmentation dataset

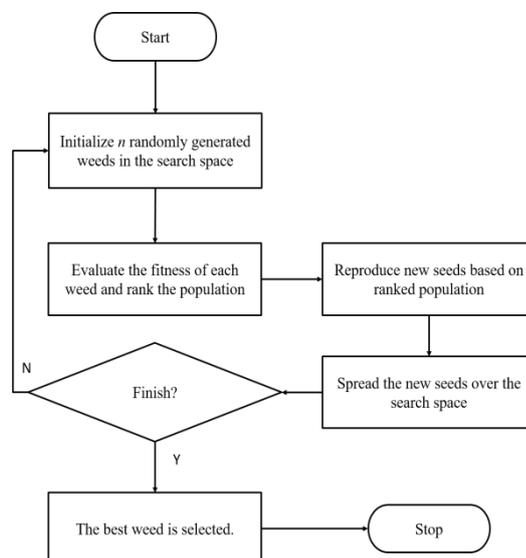
การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการรุกรานของวัชพืช (Invasive Weed Optimization)

การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการรุกรานของวัชพืช หรือ IWO เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ประชากรเพื่อการค้นหาที่เหมาะสม พัฒนาขึ้นโดย Mehrabian และ Lucas (2006) วิธีการ IWO เป็นการเลียนแบบพฤติกรรมของกลุ่มของวัชพืชที่พยายามค้นหาสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ อัลกอริทึมของ IWO มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน เข้าใจง่ายและประยุกต์ใช้ได้ง่าย ด้วยเหตุนี้วิธีการ IWO จึงได้รับความสนใจและประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้งานกันมากมาย ในการแก้ปัญหาค้นหาที่เหมาะสม (Optimization problems) ตารางข้างล่างนี้ แสดงการประยุกต์ใช้งาน IWO ในการแก้ปัญหาค้นหาที่เหมาะสม

ตารางที่ 2.5 การประยุกต์ใช้วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการรุกรานของว้ชพีช

งานวิจัย	ปัญหาของระบบ	การประเมินผลประสิทธิภาพ
(Karimkashi & Kishk, 2010)	Array antenna design problems in electromagnetic applications	เปรียบเทียบผลกับ GA และ PSO
(Rezaei Pouya, Solimanpur, & Jahangoshai Rezaee, 2016)	Multi-objective portfolio optimization problem	เปรียบเทียบผลการทดลองกับ PSO และ Reduced Gradient Method (RGM)
(Zhou, Luo, Chen, He, & Wu, 2015)	Traveling salesman problem	ทดสอบกับข้อมูล TSPLIB
(Rama Prabha & Jayabarathi, 2016)	Finding optimal sizing of the Distributed generation (DG)	Comparing to other nature inspired optimization methods; for example; PSO, GA etc.
(Jahangir, Mohammadi, Pasandideh, & Nobari, 2018)	Inventory routing problem	Comparing with GA method
(Barisal & Babu, 2018)	Testing automatic generation control (AGC) of multi-area power systems	Comparing to Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS), hybrid Bacteria Foraging Optimization Algorithm with Particle Swarm Optimization (hBFOA-PSO) approaches
(Sang, Pan, Duan, Li, & Duan, 2017)	Distributed assembly permutation flowshop scheduling problem (DAPFSP)	Comparing to estimation of distribution algorithm based memetic algorithm (EDA-MA) (Wang & Wang, 2016)

ขั้นตอนการทำงานหรืออัลกอริทึมของ IWO สามารถแสดงได้ดังผังการทำงาน ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2.4 ผังการทำงานของ IWO
ที่มา: Mehrabian & Lucas (2006)

รายละเอียดของอัลกอริทึมสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. **ขั้นการเริ่มต้น (Initialization)** เป็นขั้นที่มีการสร้างเมล็ดวัชพืชขึ้นมาจำนวนหนึ่งแล้วให้กระจายแบบสุ่มในพื้นที่ค้นหา (Search space) ที่กำหนด และมีการเจริญเติบโตเป็นต้นวัชพืช กำหนดค่าตัวแปรรอบการทำงาน $Iter = 1$ ในขั้นตอนนี้จะมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 พารามิเตอร์ของ IWO

Parameters	Symbol
Number of initial population	n
Maximum number of iteration	$Iter_{max}$
The search space dimension	D
Maximum number of population	p
Maximum number of seeds	S_{max}
Minimum number of seeds	S_{min}
Maximum value of standard deviation	sd_{max}
Minimum value of standard deviation	sd_{min}

2. การประเมินผลและเรียงลำดับ (Evaluation and rank) เป็นขั้นตอนที่มีการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละต้นของวัชพืช โดยใช้ฟังก์ชันฟิตเนส (Fitness function) ที่กำหนด หลังจากนั้นจึงเรียงลำดับต้นของวัชพืชตามค่าของฟังก์ชันฟิตเนส จากมากไปหาน้อย วัชพืชที่มีค่าฟังก์ชันฟิตเนส มากที่สุดเรียกว่าวัชพืชที่ดีที่สุด (best weed) ในทางกลับกันวัชพืชที่มีค่าฟังก์ชันฟิตเนส น้อยที่สุด เรียกว่าวัชพืชที่เลวร้ายที่สุด (worse weed)

3. การสืบพันธุ์ (Reproduction) เป็นขั้นตอนที่วัชพืชมีการสืบพันธุ์โดยมีการสร้างเมล็ด แต่ละต้นจะได้รับอนุญาตให้สร้างเมล็ดขึ้นมาจำนวนหนึ่งโดยจำนวนเมล็ดจะขึ้นอยู่กับค่าของฟังก์ชันฟิตเนสของแต่ละต้น ต้นที่เป็นวัชพืชที่ดีที่สุดจะมีจำนวนเมล็ดมากที่สุดจำนวน S_{max} และจำนวนจะลดลงแบบเชิงเส้น (Linearly decrease) ไปเรื่อย ๆ ตามค่าฟังก์ชันฟิตเนสของแต่ละต้นวัชพืช จนถึงวัชพืชที่เลวร้ายที่สุดจะมีค่าจำนวนเมล็ดน้อยที่สุดจำนวน S_{min} โดยสูตรคำนวณหาจำนวนเมล็ดที่จะสร้างขึ้นของแต่ละต้นวัชพืช เป็นดังนี้

$$seed_n = \frac{f - f_{min}}{f_{max} - f_{min}} (S_{max} - S_{min}) + S_{min} \quad (2.5)$$

เมื่อ f คือค่าฟิตเนสฟังก์ชันของต้นที่ n ส่วน f_{min} และ f_{max} คือค่าฟิตเนสฟังก์ชันของต้นวัชพืชที่ดีที่สุดและต้นวัชพืชที่ไม่ดีที่สุดในลำดับ

4. การกระจายเมล็ดพันธุ์ (Spatial spread) เมล็ดที่สร้างขึ้นจะถูกกระจายแบบสุ่มในพื้นที่ค้นหาโดยใช้หลักการกระจายแบบปกติและค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ (zero mean normal distribution) โดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรอบของการสอน ดังสมการ

$$sd_{iter} = \left(\frac{iter_{max} - iter}{iter_{max}} \right)^q (sd_{max} - sd_{min}) + sd_{min} \quad (2.6)$$

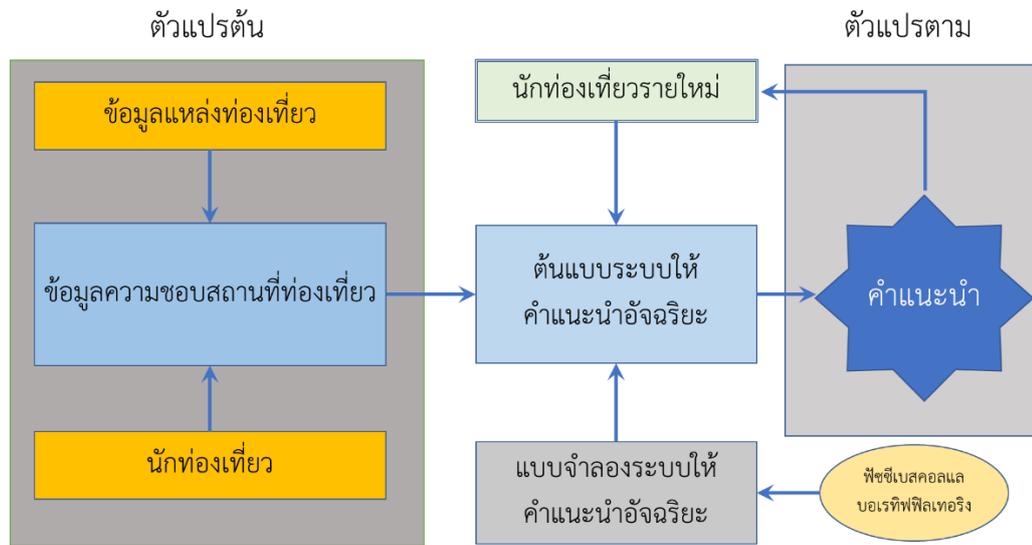
โดยที่ sd_{iter} หมายถึงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของรอบการทำงานปัจจุบันหรือ $Iter$

5. ขั้นตอนการตรวจสอบการสิ้นสุดอัลกอริทึม โดยทำการตรวจสอบว่าอัลกอริทึมได้ดำเนินมาจนสิ้นสุดแล้วหรือยัง โดยพิจารณาจากรอบของการทำงานปัจจุบันว่ามากกว่าหรือเท่ากับ $Iter_{max}$ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ไปขั้นตอนที่ 6 ถ้าไม่ใช่ให้กลับไปยังขั้นตอนที่ 2

6 เลือกต้นวัชพืชที่ดีที่สุด เพื่อเป็นโซลูชันการแก้ปัญหา แล้วจบการทำงาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพและเก็บรวบรวมข้อมูลความชอบแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพจากนักท่องเที่ยว แล้วจึงมีสร้างแบบจำลองระบบให้คำแนะนำอัจฉริยะแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพด้วยเทคนิคกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยไว้ดังนี้



ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพข้างต้นแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนของตัวแปรต้น ส่วนของแบบจำลองและต้นแบบระบบให้คำแนะนำ และส่วนของตัวแปรตาม ส่วนของตัวแปรต้น คือ ข้อมูลความชอบสถานที่ท่องเที่ยวซึ่งเกิดจากการรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยวที่มีความชื่นชอบต่อสถานที่ท่องเที่ยวซึ่งได้รวบรวมไว้ โดยนักท่องเที่ยวจะเป็นผู้ให้ระดับคะแนนค่าความชอบต่อสถานที่ท่องเที่ยว เป็นคะแนน 1 ถึง 5 คะแนน ผ่านทางเว็บไซต์ที่กำหนดตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ จนได้ฐานข้อมูลของความชอบสถานที่ท่องเที่ยว จากนั้นข้อมูลความชอบนี้จะถูกส่งเข้าไปยังต้นแบบระบบให้คำแนะนำอัจฉริยะสำหรับสนับสนุนการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพด้วยเทคนิคพีซีเบสคอลแลบอเรทีฟฟิลเทอริง ซึ่งระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นจากแบบจำลองระบบให้คำแนะนำอัจฉริยะสำหรับสนับสนุนการท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ โดยการพัฒนาแบบจำลองนี้จะใช้วิธีการให้คำแนะนำแบบคอลแลบอเรทีฟฟิลเทอริงโดยผสมผสานแนวคิดของการจัดการข้อมูลแบบพีซีเข้าไป ข้อมูลจากฐานข้อมูลความชอบจะถูกส่งเข้าไปในต้นแบบนี้ เมื่อมีนักท่องเที่ยวรายใหม่เข้ามาในระบบระบบจะสามารถพยากรณ์ความชอบของนักท่องเที่ยวรายใหม่ได้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวแก่นักท่องเที่ยวรายใหม่นี้ รายการสถานที่ท่องเที่ยว ที่แนะนำนี้จะเป็นส่วนของตัวแปรตามในงานวิจัยนี้