วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 33 ฉบับที่ 1 ม.ค.–มี.ค. 2566
The Journal of KMUTNB., Vol. 33, No. 1, Jan.–Mar. 2023

บทความวิจัย

ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุบนฐานออนโทโลยี

อานนท์ จันทร์เกษม* และ สุรศักดิ์ มังสิงห์
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 06 3245 7891 อีเมล: arnon.jankasem@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.08.003
รับเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564 แก้ไขเมื่อ 27 เมษายน 2564 ตอบรับเมื่อ 17 พฤษภาคม 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 4 สิงหาคม 2565
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

ในการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ต้องได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพอย่างต่อเนื่องตามการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ แต่ผู้สูงอายุรวมทั้งผู้ดูแลผู้สูงอายุจำนวนมากขาดความพร้อมในการเข้าถึงบริการสุขภาพดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงเสนอระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานออนโทโลยีสำหรับการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุ กระบวนการพัฒนาออนโทโลยีเป็นไปตามหลักวิศวกรรมออนโทโลยี โดยมีการรวบรวมวิธีการออกกำลังกายจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพด้วยเทคนิคเดลฟาย เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงวัยไทย และข้อมูลผลการสำรวจพฤติกรรมการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายของประชากรไทย ออนโทโลยีที่ได้ประกอบด้วย 197 คลาส โดยมีคลาสหลัก ได้แก่ คลาสการออกกำลังกาย คลาสสถานที่ออกกำลังกาย คลาสผู้สูงอายุ คลาสช่วงอายุ และคลาสช่วงเวลา การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อแนะนำวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายอาศัยหลักวิศวกรรมออนโทโลยีเช่นกัน โดยมีการใช้ข้อมูลสมรรถภาพและพฤติกรรมที่นำเข้าโดยผู้ใช้ ระบบประกอบไปด้วยฐานความรู้ออนโทโลยีข้างต้นที่ถูกสร้างในรูปแบบซีเอ็สวี และฐานกฎการตัดสินใจที่ประกอบด้วย 651 กฎการตัดสินใจ ผลการวิจัยพบว่า ระบบมีค่าเอฟ-เมเชอร์เท่ากับ 0.93 ความพึงพอใจของผู้ดูแลผู้สูงอายุ 160 คนที่มีต่อระบบ อยู่ในระดับดีมากโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 ส่วนความพึงพอใจของผู้สูงอายุจำนวน 152 คน อยู่ในระดับที่แตกต่างกันกล่าวคือ ช่วงอายุ 60 ถึง 64 ปี ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และระดับความพึงพอใจลดลงไปตามช่วงอายุที่มาก โดยช่วงอายุ 85 ถึง 89 ปี มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39 เนื่องจากขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

คำสำคัญ: ระบบผู้เชี่ยวชาญ ออนโทโลยี วิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ผู้สูงอายุ

การอ้างอิงบทความ: อานนท์ จันทร์เกษม, สุรศักดิ์ มังสิงห์ และ เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์, "ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุบนฐานออนโทโลยี," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 33, ฉบับที่ 1, หน้า 292–304, ม.ค.–มี.ค. 2566.

Research Article

Expert System for Selecting Physical Fitness Enhancing Methods for Elderly Thai Citizens Based on Ontology

Arnon Jankasem* and Surasuk Mungsing
Department of Information Technology, Faculty of Information Technology, Sripatum University, Bangkok, Thailand
Thepparit Banditwattanawong
Department of Computer Science, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 06 3245 7891, E–mail: arnon.jankasem@gmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.08.003
Received 25 February 2021; Revised 27 April 2021; Accepted 17 May 2021; Published online: 4 August 2022
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

To select proper methods for physical fitness enhancement for the elderly, ongoing advice from healthcare professionals is needed according to older adults' health-related changes. Often, seniors and senior care providers are not ready to access such health services. Therefore, this research proposes an ontology-based expert system for selecting physical fitness enhancing methods for Thailand's elderly population. By following an ontology engineering principle, an ontology was developed to represent the body of knowledge of exercise for elders that was collected from health experts via Delphi technique, physical-fitness standard criteria for Thai elders, and the survey results concerning sport playing or exercising behaviors among the Thais. The resulting ontology comprised 197 classes including the following main classes: Exercise, Exercise place, the Eldery, Age-range, and Time-period. Also based on the ontology engineering principle, the proposed expert system was developed to input the physical-fitness and behavior data of users. The system comprises the ontology, which was implemented in the form of CSV, and a rule base consisting of 651 decision-making rules. In system evaluation, the proposed system has F-measure of 0.93. The 160 elder caretakers were satisfied with the system at a very good level (M= 4.78 out of 5.00). The 152 elderly respondents revealed their satisfaction at different levels. The 60-to-64 years old group reported a high level of satisfaction (M= 4.34). The satisfaction level declined with greater age. The 85-to-89-years-old respondent group showed a relatively moderate rating (M= 3.39) due to insufficient computer skills.

Keywords: Expert System, Ontology, Physical Fitness Enhancing Method, Elder

Please cite this article as: A. Jankasem, S. Mungsing, and T. Banditwattanawong, "Expert system for selecting physical fitness enhancing methods for elderly Thai citizens based on ontology," *The Journal of KMUTNB*, vol. 33, no. 1, pp. 292–304, Jan.–Mar. 2023 (in Thai).

1. บทนำ

ประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมสูงอายุตั้งแต่ พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา และภายใน พ.ศ. 2578 จำนวนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ทำให้ประเทศไทยเข้าสู่สังคมสูงอายุระดับสุดยอด (Super Aged Society) [1] สิ่งสำคัญในการดูแลผู้สูงอายุคือ วิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายให้สภาวะของส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2] ส่งผลให้ผู้สูงอายุสามารถทำกิจกรรมทางกายต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ [3], [4] สมรรถภาพทางกายสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท [5] คือ 1) สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ คือส่วนของความแข็งแรงคงทนของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของข้อต่อต่างๆ ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดของหัวใจ และส่วนของไขมันใต้ผิวหนังซึ่งเกี่ยวข้องกับโรคอ้วน 2) สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ คือส่วนของทักษะความสามารถในการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย ความเร็ว กำลังของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว การทรงตัว เวลาปฏิกิริยา และการทำงานที่ประสานกัน การพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพนั้น จำเป็นต้องทำการตรวจสมรรถภาพทางกาย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ เพื่อวางแผนโปรแกรมการออกกำลังกาย การพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง [6] คือ พฤติกรรมการดูแลสุขภาพด้วยตัวเองของผู้สูงอายุนั้น ได้แก่ เวลาอันเป็นผลมาจากสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่อาจเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านภูมิหลังของบุคคล คือ อายุ เพศ และภาวะทางสังคม รวมถึงผู้ดูแลผู้สูงอายุ ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่ควรและไม่ควรต่างๆ โดยอาศัยผลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย จากงานวิจัยด้านเกณฑ์ชี้วัดสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในช่วงอายุ 60–89 ปี [4] ผู้วิจัยได้นำวิธีทดสอบและเกณฑ์ชี้วัดดังกล่าวมาใช้ร่วมกับปัจจัยด้านพฤติกรรมการดูแลสุขภาพด้วยตัวเองและปัจจัยด้านภูมิหลังของผู้สูงอายุ ปัญหาสำคัญประการหนึ่งคือ ความถี่ของการเข้าถึงแหล่งบริการด้านสุขภาพที่ค่อนข้างต่ำ ไม่สะดวกต่อตัวผู้สูงอายุ และผู้ดูแลผู้สูงอายุ [7] ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงเสนอระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุบนฐานออนโทโลยี ระบบสามารถคัดเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมและที่ควรเลี่ยง โดยพิจารณาจากเพศและช่วงอายุ รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมและวิถีชีวิตของผู้สูงอายุแต่ละคน

งานวิจัยนี้มีรากฐานอยู่บนทฤษฎีดังต่อไปนี้ ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ที่เสนอ [8] คือระบบที่รวบรวมความเชี่ยวชาญของมนุษย์ในสาขาที่จำเพาะเจาะจงให้อยู่ในรูปองค์ความรู้ เพื่อตอบคำถามของผู้ใช้ระบบ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ 1) ฐานความรู้ 2) เครื่องอนุมาน 3) ส่วนช่วยในการอธิบาย 4) ส่วนการแสวงหาความรู้ และ 5) ส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยระบบผู้เชี่ยวชาญใช้ฐานความรู้ในการอนุมานจากการพัฒนาออนโทโลยีวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุตามหลักวิศวกรรมออนโทโลยี [9] โดยออนโทโลยีมีองค์ประกอบหลักคือ ขอบเขต (Domain) มโนทัศน์ (Concept) หรือคลาส (Classes) ที่มีคุณสมบัติ (Properties) อธิบายคุณลักษณะคลาสนั้นๆ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์ (Relations) และเงื่อนไข (Constrains) ระหว่างคลาสเพื่อใช้อนุมาน (Inference) หรือแปลความหมาย (Interpretation) ได้โดยคอมพิวเตอร์ [10] ตามหลักวิศวกรรมออนโทโลยี (Ontology Engineering) เพื่อจัดการองค์ความรู้และประยุกต์ใช้ได้ หลักในการพัฒนาออนโทโลยีเรียกว่ากระบวนการเมทาความรู้ (Knowledge Meta Process) มี 5 ขั้นตอน [11] ดังนี้ 1) การศึกษาความเป็นไปได้ 2) การเริ่มพัฒนา 3) การแบ่งละเอียด 4) การประเมิน เป็นขั้นตอนการประเมินคุณภาพและคุณค่าของออนโทโลยีที่สร้างขึ้น ด้วยการใช้คำสั่งทดสอบในรูปแบบภาษาสอบถาม และ 5) การประยุกต์ใช้และวิวัฒนาการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งจะพบว่าไม่มีงานวิจัยใดที่ตอบโจทย์เรื่องการแนะนำวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายร่วมกับตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังของผู้สูงอายุ งานวิจัยนี้จึงเสนอการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุบนฐานออนโทโลยีร่วมกับ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

งานวิจัย	วัตถุประสงค์	เทคนิคที่ใช้	ความแตกต่างจากงานวิจัยนี้
[4]	เพื่อใช้เกณฑ์วิธีการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายผู้สูงอายุเป็นจุดชี้วัดระดับสุขภาพ	การทดสอบและการสัมภาษณ์และแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญโดยตรง	ขาดการแนะนำวิธีการพัฒนาสมรรถภาพในระดับบุคคล และความสะดวกในการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพ โดยจำเป็นต้องเข้าพบผู้เชี่ยวชาญเพื่อรับวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง
[12]	เพื่อแนะนำการรักษาโรคเบาหวานที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วย และการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับอาการของผู้ป่วย	ระบบผู้แนะนำบนฐานความรู้ออนโทโลยี	ขาดในส่วนของตัวแปรด้านพฤติกรรมเข้าใช้ในการอนุมาน
[13]	เพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพผู้ป่วยโรคเกาต์	ระบบแนะนำเชิงความหมายโดยอาศัยออนโทโลยี	ขาดการแนะนำวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและขอบเขตของงานไม่ได้ลงลึกถึงระดับบุคคล
[14]	เพื่อการลดน้ำหนัก	ข้อมูลบุคคลมาใช้สร้างกฎการอนุมานกิจกรรมเพื่อการลดน้ำหนัก	มุ่งเน้นที่การลดน้ำหนัก แต่ขาดการแนะนำวิธีการพัฒนา สมรรถภาพที่สามารถออกกำลังกายได้ในระดับเฉพาะบุคคล
[15]	เพื่อวางแผนสุขภาพที่อนุมานจากข้อมูลส่วนตัว	ระบบผู้แนะนำบนฐานความรู้ออนโทโลยี	ขาดตัวแปรด้านพฤติกรรมมาเป็นปัจจัยร่วมในการอนุมาน
[16]	เพื่อพัฒนาออนโทโลยีการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ	สร้างข้อมูลแสดงลักษณะเฉพาะการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงสุขภาพโดยใช้ขั้นตอนวิธีแบบต้นไม้	ขาดการแนะนำในระดับบุคคลที่เฉพาะเจาะจงในส่วนที่ต้องการและขาดตัวแปรด้านพฤติกรรมมาเป็นปัจจัยร่วมในการอนุมาน
[17]	เพื่อการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นและความเสี่ยงในการเกิดโรคส่วนบุคคล	ระบบการตัดสินใจที่ขอบเขตเพื่อทำนายชื่อโรค	ขาดการแนะนำในระดับบุคคลที่เฉพาะเจาะจงในส่วนการแก้ไขหรือป้องกัน
[18]	เพื่อพัฒนาออนโทโลยีด้านยาสมุนไพรกลุ่มยารักษาโรคหรือสูตรยา	การออกแบบคุณสมบัติของชนิดข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในออนโทโลยี	ขาดการแนะนำในระดับบุคคลที่เฉพาะเจาะจงในส่วนที่ต้องการ
[19]	เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลการรักษาด้านการแพทย์แผนไทย	ใช้ออนโทโลยีที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นหาต่างๆ จากข้อมูลหลายเว็บไซต์ในการสืบค้น	ขาดการแนะนำในระดับบุคคลที่เฉพาะเจาะจงในส่วนที่ต้องการ

กฎการอนุมาน ดังนั้นกรณีที่อายุและเพศเหมือนกัน แต่มีสมรรถภาพทางกายหรือพฤติกรรมต่างกัน ระบบก็จะเลือกวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับความแตกต่างได้

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

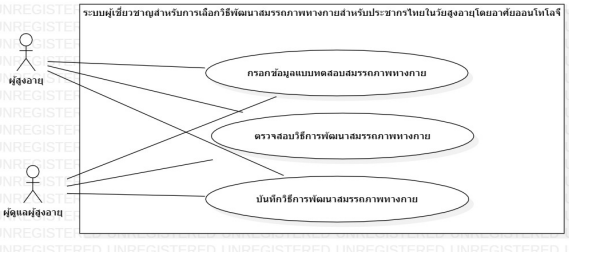
2.1 วิเคราะห์ความต้องการ

การศึกษาความเป็นไปได้แบ่งออกเป็นด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค ผู้วิจัยใช้เทคนิคเดลฟายรวมรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยหลักการทางสถิติที่น่าเชื่อถือตามกระบวนการหาข้อสรุปจากความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ [20] แทนการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับสมรรถภาพ และพฤติกรรมของผู้สูงอายุร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุในช่วง 60–89 ปี [4] รวมถึงประเภทของการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย สถานที่เล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย [21] ข้อสรุปที่ได้ถูกนำมาสร้างเป็นออนโทโลยีด้วยโปรแกรมโฮโซะ ส่วนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยใช้ภาษาไพทอน (Python) 2) ความเป็นไปได้ด้านการปฏิบัติงาน ผู้สูงอายุสามารถใช้ระบบในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายโดยให้ผู้ดูแลช่วยเหลือ

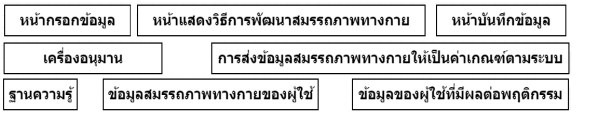
ได้ในกรณีที่ไม่เข้าใจหรือยากจะปฏิบัติตามระบบ 3) ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า ระบบจะสามารถช่วยลดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาของผู้ใช้ระบบได้มาก เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนในการพัฒนาระบบที่สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และ 4) ความเป็นไปได้ด้านเงื่อนไขเวลาไม่มีในงานวิจัยนี้

ในการวิเคราะห์ระบบและพัฒนาออนโทโลยี ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามด้วยเทคนิคเดลฟายจำนวน 4 รอบ แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจำนวน 13 คน [20] เพื่อหาข้อสรุปของวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุ โดยในรอบที่ 1 ใช้แบบสอบถามปลายเปิดถึงวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมในการพัฒนาสมรรถภาพร่างกายผู้สูงอายุ 60–89 ปี ซึ่งแบ่งเป็น กีฬา ท่ากายบริหาร และกิจกรรม รอบที่ 2 รวบรวมคำตอบในรอบที่ 1 ทำเป็นแบบสอบถามปลายปิดถึงวิธีการออกกำลังกายดังกล่าวว่าเหมาะสมกับเพศใด เกณฑ์ไหนในช่วงอายุเท่าไหร่ตามตารางเกณฑ์มาตรฐานทางกาย [4] และด้านพฤติกรรมว่า ช่วงเวลาใดบ้างที่เหมาะสม จำเป็นต้องมีผู้ดูแลหรือไม่ เหมาะสมกับสถานที่ใดในสังคมที่อยู่อาศัย [5] รอบที่ 3 รวบรวมคำตอบในรอบที่ 2 ทำเป็นแบบสอบถามแยกทุกๆ ข้อย่อยในรูปแบบลิเคิร์ทสเกล (Likert Scale) ที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 ซึ่งหมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่แน่ใจ เห็นด้วย และเห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ นำคำตอบที่ได้และข้อคิดเห็นมาคำนวณค่ามัธยฐานและค่าพิสัยควอร์ไทล์ ถ้าข้อย่อยใดมีค่าพิสัยควอร์ไทล์มากกว่า 1.5 ต้องทำแบบสอบถามเพิ่มอีก 1 รอบ โดยเพิ่มข้อมูลข้อคิดเห็นเข้าไปด้วย ก่อนนำคำตอบมาเข้าสู่รูปแบบของลิเคิร์ทสเกลอีกครั้ง จนกว่าข้อย่อยทั้งหมดจะมีค่าพิสัยควอร์ไทล์น้อยกว่า 1.5 รอบที่ 4 เป็นการใช้แบบสอบถามเพื่อถามการยอมรับในข้อสรุปองค์ความรู้ แต่ถ้าไม่ก็กลับไปทำแบบสอบถามในรอบที่ 2 หรือ 3 อีกครั้งตามความเหมาะสม

จากการเก็บข้อมูลความต้องของผู้สูงอายุพบว่า เกือบทั้งหมดไม่สามารถให้ข้อมูลได้เพราะไม่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยี จึงจำเป็นต้องสัมภาษณ์ความต้องการจากผู้ดูแลผู้สูงอายุเพื่อพัฒนาระบบต้นแบบ จากนั้นนำไปสอบถามความคิดเห็นทั้งผู้ดูแลและผู้สูงอายุ แล้วจึงนำมาปรับปรุงโปรแกรมก่อนประเมินความพึงพอใจโดยผู้ใช้ในที่สุด ข้อมูลความต้องการดังกล่าวแสดงด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) ซึ่งประกอบด้วย 3 กรณีใช้งาน (Use Cases) และ 2 ผู้แสดง (Actor) ดังรูปที่ 1 แผนภาพคลาส (Class Diagram) เบื้องต้นครอบคลุมหน้าที่การทำงานของระบบทั้งในส่วนของระบบผู้เชี่ยวชาญและในส่วนของระบบปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ระบบ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 แผนภาพยูสเคส

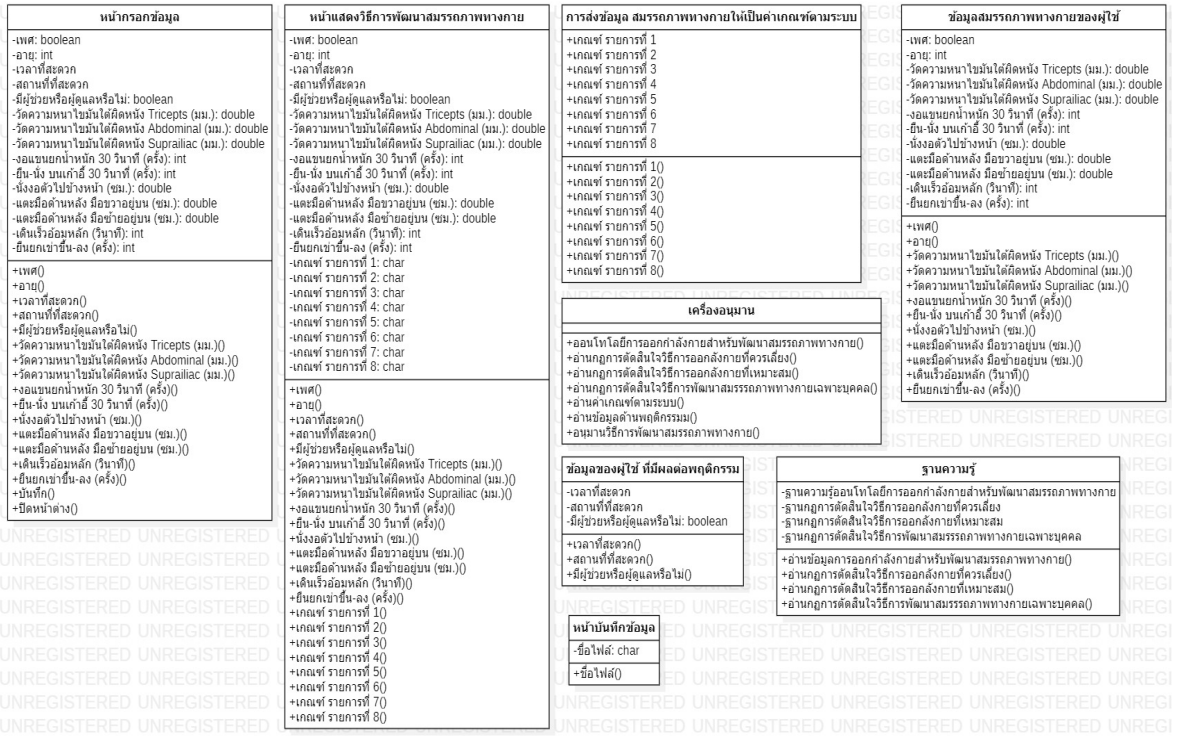


รูปที่ 2 แผนภาพคลาสเบื้องต้นของระบบ

2.2 ออกแบบระบบ

การออกแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ของคลาสในออนโทโลยีจะประกอบไปด้วยหัวข้อที่เป็นตัวแปรหลักๆ ของขอบเขตข้อมูลสรุปที่ได้จากเทคนิคเดลฟายดังรูปที่ 2 โดยสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมแสดงแนวคิด และวงรีแสดงลักษณะประจำ (Attributes)

แผนภาพคลาสเบื้องต้นในรูปที่ 2 ถูกนำมาเพิ่มลักษณะประจำและเมท็อด ผลลัพธ์ที่ได้คือแผนภาพคลาสแบบละเอียดของระบบในรูปที่ 3 ยกตัวอย่างเช่น คลาสหน้ากรอกข้อมูล ที่เพิ่มลักษณะประจำและเมท็อดที่ได้จากสามคลาสในรูปที่ 4 ได้แก่ คลาสผู้สูงอายุ คลาสช่วงเวลา และคลาสสถานที่ออกกำลังกาย แผนภาพลำดับ (Sequence Diagram) ประกอบไปด้วยทั้งหมดสามแผนภาพ ได้แก่ แผนภาพลำดับกรอกข้อมูลแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย แผนภาพลำดับตรวจ

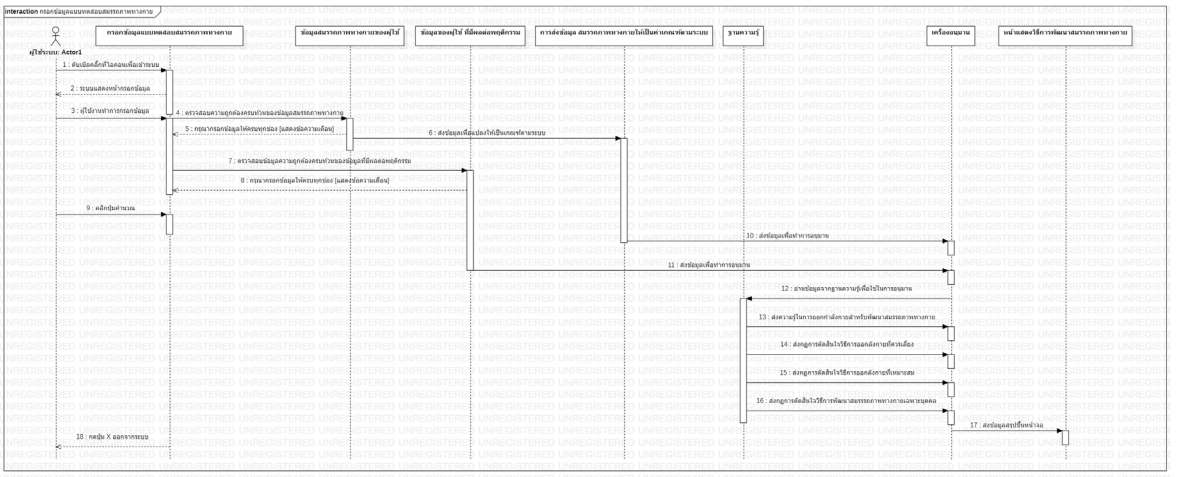


รูปที่ 3 แผนภาพคลาสแบบละเอียดของระบบ

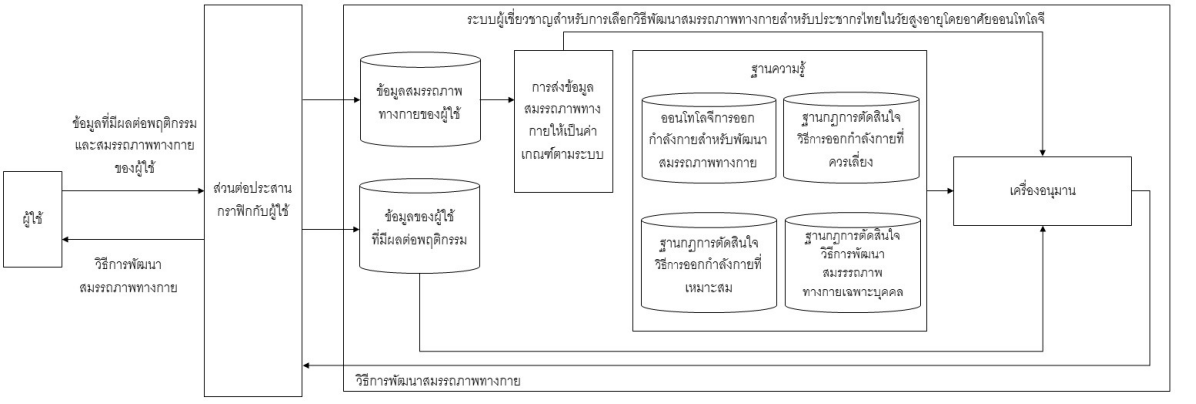
รูปที่ 4 แผนภาพโครงสร้างคลาสออนโทโลยีฐานความรู้

สอบวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย และแผนภาพลำดับบันทึกวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย แผนภาพเหล่านี้อ้างอิงตามขั้นตอนการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพจากเอกสารวิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายผู้สูงอายุ [4] เพื่อให้ง่ายต่อการกรอกข้อมูล ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแผนภาพลำดับเพียงหนึ่งแผนภาพดังรูปที่ 5 ที่แสดงขั้นตอนตั้งแต่ผู้ใช้ระบบเปิดโปรแกรมไปจนระบบผู้เชี่ยวชาญรับข้อมูลนำเข้ามาหาข้อสรุปด้วยการอนุมานเพื่อส่งผลลัพธ์ไปแสดงในหน้าวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของโปรแกรม

สถาปัตยกรรมระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Architecture) แสดงดังรูปที่ 6 เริ่มต้นจากส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้จะรับข้อมูลนำเข้าสู่ฐานข้อมูลสมรรถภาพทางกายของผู้ใช้ เพื่อแปลค่าข้อมูลดังกล่าวให้เป็นค่าเกณฑ์ตามระบบและฐานข้อมูลของผู้ใช้ที่มีผลต่อพฤติกรรม ข้อมูลทั้งหมดจะส่งต่อไปที่เครื่องอนุมานซึ่งจะดึงข้อมูลจากฐานความรู้ของระบบที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ประกอบด้วย ออนโทโลยีการออกกำลังกายสำหรับพัฒนาสมรรถภาพทางกาย กฎการตัดสินใจวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสม วิธีการออกกำลังกายที่ควรเลี่ยง และวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายเฉพาะบุคคล นอกจากนี้เครื่องอนุมานยังทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลของผู้ใช้งานที่มีผลต่อพฤติกรรม และฐานข้อมูลสมรรถภาพทางกายของผู้ใช้ที่ถูกแปลงให้เป็นค่าเกณฑ์ตามระบบ เครื่องอนุมานจะทำการวินิจฉัยข้อมูลนำเข้าทั้งหมดว่าตรงตามกฎการตัดสินใจใดบ้าง เพื่อส่งข้อมูลวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายกลับผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้



รูปที่ 5 แผนภาพลำดับ หน้ากรอกข้อมูลแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย



รูปที่ 6 สถาปัตยกรรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่เสนอ

2.3 พัฒนาระบบ

ผู้วิจัยใช้โปรแกรมบรรณาธิกรณ์โฮโซะ ออนโทโลยี (Hozo ontology editor) รุ่น 5.2.36 [22] ในการสร้างออนโทโลยีรูปแบบโอดับเบิลยูแอล ส่วนข้อมูลวิธีการออกกำลังกายของระบบทั้งหมดจัดเก็บด้วยระบบจัดการฐานข้อมูลมาเรียดีบี (MariaDB) รุ่น 10.1.16 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เพื่อรับค่าของผู้ใช้ระบบที่เปลี่ยนแปลงไปตามกรณีการกรอกข้อมูลของผู้ใช้ระบบพัฒนาด้วยโปรแกรมไพซิมเพิลจียูไอ (PysimpleGUI) กฎการอนุมานสำหรับแนะนำวิธีการออกกำลังกายถูกเก็บเป็นแผ่นตารางทำการ (Spreadsheet) รูปแบบซีเอสวี (CSV) [23] การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อแนะนำวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายจากการอ่านข้อมูลกฎการอนุมานและข้อมูลที่กรอกโดยผู้ใช้ด้วยภาษาไพทอน รุ่น 3.8

2.4 ทดสอบระบบ

การทดสอบระบบแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้ ความถูกต้องของโครงสร้างออนโทโลยีได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านออนโทโลยี 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ 3 คน การทดสอบประสิทธิภาพของระบบใช้การวัดค่าเอฟ-เมเชอร์ (F-measure) ซึ่งคำนวณจากค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าความแม่นยำ (Precision) ของกรณีใช้งานทั้งหมด 36 กรณี

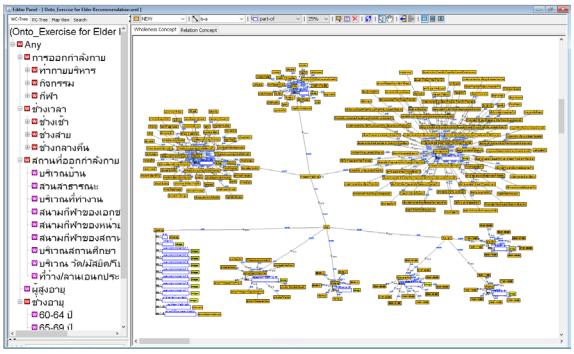
ตามสูตร F-measure = 2 x precision x recall / (precision + recall) โดยที่ precision = TP / (TP+FP) และ recall = TP / (TP+FN) ทั้งนี้ true positive (TP) คือ จำนวนวิธีการออกกำลังกายที่ผู้เชี่ยวชาญและระบบแนะนำเหมือนกัน False Positive (FP) คือจำนวนวิธีการออกกำลังกายที่ระบบแนะนำแต่ผู้เชี่ยวชาญไม่แนะนำ และ False Negative (FN) คือจำนวนวิธีการออกกำลังกายที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแต่ระบบไม่แนะนำ และการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเพื่อทำการถามผู้ใช้จริงเป็นผู้สูงอายุจำนวน 152 คน และผู้ดูแลจำนวน 160 คน ซึ่งแบ่งเป็น 6 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ ด้านความเชื่อถือในการใช้ ด้านความยืดหยุ่นของซอฟต์แวร์ ด้านความสามารถในการเรียนรู้กับด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และด้านความผิดพลาด/ความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการออกแบบและผลประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างของออนโทโลยี

ผลการออกแบบแสดงดังรูปที่ 7 โดยออนโทโลยีประกอบด้วย 5 คลาสหลัก คือ 1) คลาสการออกกำลังกายที่ประกอบด้วย 3 คลาสลูก คือ คลาสท่ากายบริหาร คลาสกิจกรรม และคลาสกีฬา ทั้งหมดประกอบด้วยคลาสวิธีออกกำลังกายย่อยๆ จำนวน 147 คลาส 2) คลาสผู้สูงอายุที่ใช้ในการเก็บค่าคุณสมบัติของผู้สูงอายุที่จำเป็นในระบบ เช่น อายุ เพศสภาพ ผลสมรรถภาพทั้ง 7 รายการ 3) คลาสสถานที่ออกกำลังกาย ประกอบด้วย 9 คลาสสถานที่ เช่น คลาสบริเวณบ้าน คลาสสวนสาธารณะ คลาสบริเวณที่ทำงาน คลาสสนามกีฬาของเอกชน 4) คลาสช่วงอายุประกอบด้วย 6 คลาส คือ คลาส 60–64 ปี ไปจนถึงคลาส 85–89 ปี และ 5) คลาสช่วงเวลา ประกอบด้วย 3 คลาสลูก ได้แก่ คลาสช่วงเช้า คลาสช่วงสาย และคลาสช่วงกลางคืน จำนวนคลาสรวมทั้งสิ้นคือ 197 คลาส

ผลประเมินความเหมาะสมโครงสร้างออนโทโลยีพบว่าภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.67 จากคะแนนเต็ม 5.00 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 การจัดกลุ่มคลาสและชนิดข้อมูล

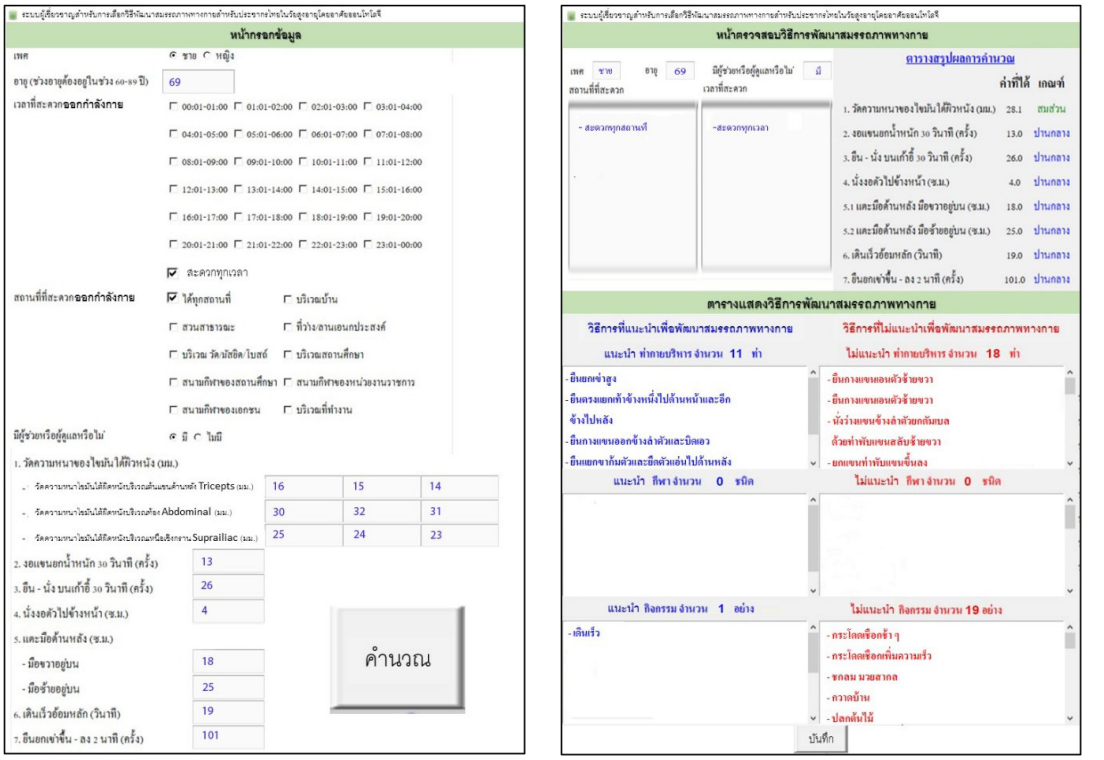


รูปที่ 7 ออนโทโลยีเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายและวิธีการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในไทย

เหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 5.00 ความครอบคลุมการเก็บความรู้และความสัมพันธ์ระหว่างคลาสมีค่าเฉลี่ย 4.67 คุณสมบัติข้อมูลของคลาสและเนื้อหาออนโทโลยีมีความถูกต้องมีค่าเฉลี่ย 4.33 ชื่อคลาสและชื่อความสัมพันธ์เข้าใจง่ายมีค่าเฉลี่ย 4.00 และลำดับชั้นของคลาสมีค่าเฉลี่ย 3.67

3.2 โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้แสดงดังรูปที่ 8 ประกอบด้วย 1) หน้ากรอกข้อมูล ให้ผู้ใช้งานต้องทำการกรอกข้อมูลบุคคลประกอบไปด้วย เพศ อายุ เวลาที่สะดวกออกกำลังกาย สถานที่ที่สะดวกออกกำลังกาย มีผู้ช่วยหรือผู้ดูแลหรือไม่ และค่าที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายทั้ง 7 รายการ เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนเท่านั้น ผู้ใช้งานจึงจะได้รับวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้วยการกดปุ่มคำนวณที่มุมขวาล่าง 2) หน้าตรวจสอบวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย และตารางแสดงวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย หน้าตรวจสอบวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายจะแสดงข้อมูลบุคคล และสมรรถภาพทางกายจากหน้ากรอกข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานตรวจสอบความถูกต้อง และตารางสรุปผลการคำนวณจะแสดงเกณฑ์ที่ประเมินตามคะแนนการทดสอบสมรรถภาพที่ได้ แบ่งเป็น 5 เกณฑ์ คือ เกณฑ์แย่มาก แย่ ปานกลาง ดี และดีมาก ส่วนตารางแสดงข้อมูลวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายจากระบบแสดงสิ่งที่แนะนำและสิ่งที่ไม่แนะนำ วิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ



รูปที่ 8 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่แสดงผลลัพธ์วิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของกรณีตัวอย่างผู้สูงอายุ

ท่ากายบริหาร กีฬา และกิจกรรม ซึ่งแสดงจำนวนตามค่าเกณฑ์วัดสมรรถภาพทั้ง 7 เทียบกับข้อมูลบุคคลตามที่ผู้ใช้งานกรอก

ปัจจัยด้านสมรรถภาพและพฤติกรรมที่มีผลต่อการแนะนำวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุมีทั้งหมด 7 ปัจจัย ประกอบด้วย เพศ อายุ เกณฑ์สมรรถภาพทางกาย รายการทดสอบสมรรถภาพทางกาย สถานที่สะดวกในการออกกำลังกาย เวลาที่สะดวกในการออกกำลังกาย และผู้ช่วยหรือผู้ดูแลผู้สูงอายุ ถูกนำมาสร้างเป็นกฎการตัดสินใจ 651 กฎ สำหรับการอนุมานวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุที่สามารถออกกำลังกายได้ โดยกรณีตัวอย่างผู้สูงอายุเพศชายในรูปที่ 8 มีดังนี้ เพศชาย อายุ 69 ปี สะดวกทุกเวลาและสถานที่ในการออกกำลังกาย มีผู้ดูแล ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายรายการที่ 1 อยู่ในเกณฑ์สมส่วน และรายการที่ 2 ถึง 7 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เครื่องอนุมานจึงเลือกใช้กฎการตัดสินใจจากฐานความรู้ดังต่อไปนี้ IF [ผู้สูงอายุ has อายุ=‘65-69 ปี’&has เพศสภาพ=‘ชาย’&ผลสมรรถภาพที่1=‘สมส่วน’],THEN[REC=‘A022’,‘A013’,‘A028’,...], IF[ผู้สูงอายุ has อายุ=‘65-69 ปี’&has เพศสภาพ=‘ชาย’& ผลสมรรถภาพที่ 2=‘ปานกลาง’], THEN [REC=‘A004’,‘E070’,‘E003’,....], ...3,...4, IF[...& ผลสมรรถภาพรายการที่ 7=‘ปานกลาง’],THEN[REC...] กฎข้อแรกหมายถึง เพศชาย อายุ 65–69 สมรรถภาพทางกายรายการที่ 1 อยู่ในเกณฑ์ สมส่วน แนะนำวิธีการออกกำลังกาย คือ รำมวยจีน ไทเก็ก เดินก้าวยาวๆ ปลูกต้นไม้ เป็นต้น กฎข้อที่ 2–7 หมายถึง เพศชาย อายุ 65-69 สมรรถภาพทางกายรายการที่ 2–7 อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง แนะนำวิธีการออกกำลังกายคือ การเดินขึ้นลงบันได เป็นต้น

กรณีตัวอย่างผู้สูงอายุเพศหญิงมีข้อมูลนำเข้าดังนี้ เพศหญิง มีข้อมูลอายุ สมรรถภาพทางกาย และอื่นๆ เหมือนกรณีเพศชาย เครื่องอนุมานได้เลือกใช้กฎการตัดสินใจจากฐานความรู้ดังต่อไปนี้ IF [ผู้สูงอายุ has อายุ=‘65-69 ปี’ &

has เพศสภาพ='หญิง' & ผลสมรรถภาพที่ 1='สมส่วน'], THEN[REC='A026,'A028, 'A044',...], IF[ผู้สูงอายุ has อายุ='65-69 ปี'&has เพศสภาพ='หญิง'& ผลสมรรถภาพที่ 2='ปานกลาง'],THEN[REC='A009','A010','S003',....], ...3, ...4, IF [...& ผลสมรรถภาพที่ 7='ปานกลาง'], THEN [REC...] เป็นต้น กฎข้อแรกหมายถึง เพศหญิง อายุ 65–69 สมรรถภาพทางกายรายการที่ 1 อยู่ในเกณฑ์สมส่วน แนะนำวิธีการออกกำลังกายคือ เดิน เดินก้าวยาวๆ เดินเก็บของ เป็นต้น กฎข้อที่ 2–7 หมายถึง เพศหญิง อายุ 65–69 สมรรถภาพทางกายรายการที่ 2–7 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แนะนำวิธีการออกกำลังกายคือ วิ่งช้าๆ เดินเร็ว เปตอง เป็นต้น

วิธีการออกกำลังกายที่ระบบแนะนำมาจากผลการแนะนำรายการที่ 1 ถึง 7 จากตัวอย่างกฎการตัดสินใจในกรณีดังรูปที่ 8 มาทำการยูเนียน (Union) และทำการอินเตอร์เซกชัน (Intersection) กับวิธีการออกกำลังที่ไม่เหมาะสมจากสถานที่ไม่สะดวก เวลาไม่สะดวก ไม่มีผู้ดูแล และวิธีการออกกำลังกายที่ระบบไม่แนะนำมาจากจำนวนวิธีการออกกำลังกายที่เหลือจากวิธีการที่แนะนำรายการที่ 1 ถึง 7 มาทำการอินเตอร์เซกชันกับวิธีการออกกำลังที่ไม่เหมาะสมจากสถานที่ไม่สะดวก เวลาไม่สะดวก และไม่มีผู้ดูแล จะเห็นได้ว่าข้อมูลผู้สูงอายุมีเพียงเพศที่แตกต่างกัน ระบบจะเลือกวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมแตกต่างกัน และวิธีการออกกำลังกายที่แนะนำและไม่แนะนำจะมีจำนวนไม่เท่ากัน ดังกรณี เพศชายมีวิธีการแนะนำทั้งหมด 12 วิธี และไม่แนะนำ 37 วิธี เพศหญิงมีวิธีการแนะนำทั้งหมด 15 วิธี และไม่แนะนำ 61 วิธี

3.3 การประเมินประสิทธิภาพระบบ

จากการทดลอง 36 กรณีตัวอย่างของผู้สูงอายุ ซึ่งครอบคลุมตัวแปรที่มีผลต่อการอนุมานวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของระบบผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 6 ตัวแปรหลัก หรือ 56 ตัวแปรย่อย จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเอฟ-เมเซอร์เท่ากับ 0.93 มีค่าความครบถ้วนเท่ากับ 0.95 และค่าความแม่นยำเท่ากับ 0.92 และพบว่า มีวิธีการออกกำลังกายที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำนอกเหนือจากที่ระบบแนะนำ (FN) เท่ากับ 34 วิธี (โดยค่า 34 นี้เกิดจากการตอบคำถามซ้ำกับคำถามรอบที่ 2 ของแบบสอบถามเดลฟาย ทำให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถคิดวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่ระบบไม่สามารถคิดวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพิ่มจากที่มีอยู่ในฐานความรู้ได้) วิธีการออกกำลังกายที่ระบบและผู้เชี่ยวชาญแนะนำเหมือนกัน (TP) เท่ากับ 620 วิธี และวิธีการออกกำลังกายที่ระบบตอบแต่ผู้เชี่ยวชาญไม่ได้ตอบ (FP) เท่ากับ 53 วิธี จากการวิเคราะห์ผลจากผู้เชี่ยวชาญชี้ว่าวิธีการที่เกิดขึ้น (โดยค่า 53 นี้เกิดจากวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่ระบบแนะนำจากฐานความรู้ของระบบมีมากกว่าที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ ทั้งนี้เพราะวิธีการที่ระบบแนะนำบางวิธีต้องใช้เวลาออกกำลังกายนาน ผู้เชี่ยวชาญจึงไม่แนะนำวิธีการดังกล่าว เช่น ร่างกายผู้สูงอายุมีสมรรถภาพทางกายที่ดีมาก แต่ระบบแนะนำวิธีการเดินและการวิ่งเบาๆ ขณะที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแค่การวิ่งเบาๆ ไม่แนะนำการเดิน)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ

TP	FP	FN	Precision	Recall	F-measure
620	53	34	0.92	0.95	0.93

3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ระดับความพึงพอใจลดลงตามอายุที่มากขึ้นเพราะขาดความพร้อมทางกายในการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้ถูกแก้ไขโดยผู้ดูแลผู้สูงอายุที่มีความพร้อมมากกว่าในการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

ตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ช่วงอายุของผู้สูงอายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
60–64	56	4.30	0.32
65–69	37	3.75	0.38
70–74	30	3.67	0.46
75–79	16	3.68	0.38
80–84	8	3.48	0.21
85–89	5	3.39	0.12
ผู้สูงอายุทั้งหมด	152	3.71	0.28

4. อภิปรายผลและสรุป

บทความนี้เสนอระบบผู้เชี่ยวชาญบนฐานออนโทโลยีสำหรับการเลือกวิธีพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับประชากรไทยในวัยสูงอายุที่สามารถออกกำลังกายได้ โดยก่อนการใช้ระบบต้องทำการพบแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพเพื่อตรวจร่างกาย และทดสอบสมรรถภาพทางกายตามแบบทดสอบทั้งหมดเสียก่อน จุดเด่นของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือ ระบบมีการใช้ข้อมูลสมรรถภาพทางกายในระดับบุคคลแทนระดับกลุ่ม ทั้งยังนำปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายส่วนบุคคลมาเป็นตัวแปรในการอนุมานวิธีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุด้วย ข้อจำกัดของระบบในงานวิจัยนี้คือ ไม่ครอบคลุมกลุ่มผู้สูงอายุที่ไม่สามารถออกกำลังกายได้จากกรณีมีโรคประจำตัวหรือพิการ ผลประเมินความเหมาะสมโครงสร้างของออนโทโลยีพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 เพราะการออกแบบลำดับชั้นของคลาสที่มีลักษณะชัดเจนง่ายต่อการเข้าใจในเชิงภาพรวม และมีความครอบคลุมการเก็บความรู้ที่เฉพาะเจาะจงเหมาะสมกับระบบ ผลประเมินประสิทธิภาพระบบในตารางที่ 2 มีค่าเอฟ-เมเชอร์เท่ากับ 0.93 เพราะระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถแนะนำวิธีออกกำลังกายได้ผลใกล้เคียงกับผู้ประเมินมากแม้ระบบแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่แตกต่างกันในบางกรณีแต่ความต่างของผลลัพธ์ก็เป็นที่ยอมรับจากผู้ประเมินสามารถนำไปใช้งานได้ และมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบของผู้สูงอายุในตารางที่ 3 เท่ากับ 3.71 และลดลงตามช่วงอายุที่มากขึ้น เพราะขาดความพร้อมทางกายในการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แนวทางการทำวิจัยต่อไปคือการสร้างออนโทโลยีระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อแนะนำวิธีการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้ป่วยหรือผู้พิการ ด้วยการชี้ชัดลงไปในโรคต่างๆ เช่น กล้ามเนื้ออ่อนแรงเฉพาะส่วนหรือผู้มีความบกพร่องทางร่างกายที่สามารถออกกำลังกายได้

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Anantakul. (2018, December). *Aged Society... Challenges Thailand*. [Online] (in Thai). Available: http://www.royin.go.th/?p=17718

[2] Health 6 Center, *Exercise in the Elderly. Bangkok*, Thailand: Department of Health, Ministry of Public Health, Office of the Health Promotion Foundation (Thai Health Promotion Foundation), 2018 (in Thai).

[3] A.Sukwatjanee, "Exercise for elders," *Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Sciences)*, vol. 4, no. 8, pp. 18–24, 2012 (in Thai).

[4] *Health–Related Physical Fitness. In Tests and Criteria of Physical Fitness for the Elderly 60-89 Years*, Department of Physical Education, Thailand, 2013, pp. 3–34 (in Thai).

[5] Sports Research and Development Group, *Research Report on the Organizing Sport for the Elderly Thailand*, Ministry of Tourism and Sports, Department of Physical Education, Department of Physical Education, 2013, pp. 42–49 (in Thai).

[6] W. Tapin, "Bio-Psycho-Social factors associated with geriatric health care behavior by geriatric caregivers," M.Ed. thesis, Faculty of Humanities, Srinakharinwirot University, Bangkok, 2010 (in Thai).

[7] A. Sornketstrin, P. Thongpetch, A. Khancham, A. Watcharawiwat, N. Rattananukul, J. Sukree, and S. Chobtrong, "Factors affecting health promotion behaviors and health service use behaviors of people under the universal health coverage," Health Systems Research Institute (HSRI), August 2004 (in Thai).

[8] P. J .F. Lucas and L. C. van der Gaag, *Principles of Expert System*, Amsterdam: Addison-Wesley, 1991, pp. 5–9.

[9] R. M. Stair and G. W. Reynolds, *Principles of Information Systems*, Cengage Learning, 2010, pp. 400–474.

[10] T. Gruber, "Ontology of folksonomy: A mash-up of apples and oranges," *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, vol. 3, no. 1, pp.1–11, 2007.

[11] Y. Sure, S. Staab, and R. Studer, *Handbook on Ontologies*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, pp. 20–358, pp. 712–796.

[12] M. Buranarach, N. Thatphithakkul, A. Kawtrakul, S. Wongrochananan, N. Kulnawan, and W. Jiamjarasrangsi, "Development of service systems to support diabetes patient self-management using a personalized service framework," in *2011 Annual SRII Global Conference*, 2011, pp. 363-370.

[13] S. Napor and S. Sitthisarn, "Development of ontology for the personalized semantic recommender system to promote gout patient heath care," in *National Academic Conferences Faculty of Humanities and Social Sciences, Thaksin University*, 2020, pp. 231–238 (in Thai).

[14] P. Nilaphruek and K. Chansathien, "A recommender system for weight loss activity applying ontological knowledge-based," *National Academic Conferences Faculty of Humanities and Social Sciences*, Rajamongkol Research, vol. 11, no. 1, pp. 8–16, 2017 (in Thai).

[15] S. Sivilai and C. Snae, "Surveillance system for the elderly health plans with ontology," *Journal for Community Development (Humanities and Social Sciences)*, vol. 4, no. 2, pp. 83–97, 2011 (in Thai).

[16] M. Kliangkhlao, D. Kochakornjarupong, and V. Boonchoom, "An ontology development for personal health adaptation related to climate change," *Thaksin University Journal (Information Technology Program)*, vol. 18, no. 1, pp. 23–31, 2015 (in Thai).

[17] S. Mungsing and R. Kaewprasert, "Initial disease name prediction from blood test results using an adaptive neuro-fuzzy inference system," *Journal of the Thai Medical Informatics Association*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016 (in Thai).

[18] N. Chamnongsri, "Ontology development for Thai herbal medicine recorded in ancient documents," *Journal of Information Science*, vol. 37, no. 4, pp. 17–43, 2019 (in Thai).

[19] C. Prompukdee, M. Buranarach, and J. Rungrattanaubol, "Ontology-based semantic search system for Thai traditional medicine," *Social Science Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 61–70, 2015 (in Thai).

[20] T. McMillan, "The Delphi technique," Annual meeting of California Junior, Monterrey California, May 3, 1971.

[21] National Statistical Office, Bureau of Social Statistics, *Behavior for Playing Sports or Exercising in Survey on Population Behavior in Playing Sport or Physical Exercise and Mental Health*, National Statistical Office, Bangkok, 2011, pp. 1–4 (in Thai).

[22] K. Kozaki, E. Sunagawa, and R. Mizoguchi, "Hozo: An ontology development environment-treatment of role concept and dependency management," *Knowledge Engineering and Knowledge Management: Ontologies and the Semantic Web Lecture Notes in Computer*

Science, 2002, pp. 155–163.

[23] M. Buranarach, T. Rattanasawad, and T. Ruangrajitpakorn, "Ontology-based framework to support recommendation rule management using spreadsheet," *Tenth International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems*, 2015, pp. 77–86. (in Thai).