การพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัย

Development of Elderly Health Indicators using Fuzzy Logic Model

ณิฏะญาร์ บรรเทา[1*], อรนุช วงศ์วัฒนาเสถียร[1], วงษ์ปัญญา นวนแก้ว[1], นิวัตร สุวรรณะ[1], มณฑิรา จันทวารีย์[1] และ รดา สมเขื่อน[2]

Nitaya Buntao[1*], Oranuch Wongwattanasathien[1], Wongpanya Nuankaew[1], Niwat Suwanna[1], Montira Juntavaree[1] and Rada Somkhuean[2]

[1]สาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

[2]กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

[1]Department of Applied Statistics, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand

[2]Department of Mathematics, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Mai, Thailand

*Corresponding author. E-mail: nitaya.bu@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัย ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา มี 4 ตัวแปรหลัก ได้แก่ พฤติกรรมสุขภาพ (Healthy behavior) การเกิดโรค (Disease) คุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental quality) ความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Relationship with family and community) โดยใช้หลักการแทนอักษรเพื่อแสดงระดับของตัวแปรแต่ละตัว โดยชุดเซตวิภัชนัยจะถูกแปลงค่าข้อมูลนำเข้าไปยังระดับการเป็นสมาชิกด้วยการกำหนดฟังก์ชันสำหรับสมาชิกแต่ละตัวแปร พารามิเตอร์ทั้งหมดที่ใช้ในระบบ การตรวจสอบระดับสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบที่สร้างขึ้นใช้ข้อมูลผู้สูงอายุ ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม จำนวน 1505 คน เมื่อพิจารณาผู้สูงอายุจำแนกตามเพศ ผลการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิงร้อยละ 58.80 และเพศชาย ร้อยละ 41.20 ผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวสูงถึงร้อยละ 42.70 การวิเคราะห์ตัวแบบตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัยพบว่าสรุปสุขภาพมวลรวมของผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง และพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุคือประเด็นควรส่งเสริมให้ความรู้ผู้สูงอายุในการดูแลสุขภาพให้เหมาะสมเพื่อให้สุขภาพมวลรวมดีขึ้น

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ ตัวชี้วัดสุขภาพ ตรรกศาสตร์วิภัชนัย สุขภาพมวลรวม

Abstract

The objectives of this research aim to develop of elderly health indicators using fuzzy logic model. There were 4 main variables used in the study: healthy behavior, disease, environmental quality, and relationship with family and community. The idea of method is using letters to represent the level of each variable. The implicit set is converted to the input value to the membership level by defining a member function for each variable. All parameters used in the system. Examining the elderly health level of the model created was using a sample elderly data in Kaeng Loengchan Subdistrict, Mueang District, Maha Sarakham Province, 1505 people. The results showed that most elderly were females than males, which 58.80% of elderly were female and 41.20% of elderly were male. Elderly people were underlying disease as high as 42.70%. The analysis of the fuzzy logic model revealed that the overall health outcomes of the elderly were at a moderate level. The health behavior of the elderly was an issue that should be promoted to educate the elderly on proper health care for better overall health.

Keywords: Elderly, Health indicator, Fuzzy logic, Overall health

บทนำ

จากการปฏิรูประบบสุขภาพในประเทศไทย ซึ่งเริ่มต้นอย่างเป็นรูปธรรมเมื่อปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา รวมทั้งการจัดตั้งสำนักงานสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ในปีเดียวกัน ส่งผลให้มีความชัดเจนว่า ระบบสุขภาพของคนไทยในอนาคตจะเน้นที่การสร้างสุขภาพมากกว่าซ่อมสุขภาพ ซึ่งมิติของสุขภาพจะต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เน้นแต่การรักษาพยาบาล และการวัดผลความสำเร็จจากอัตราตายและอัตราป่วยที่ลดลง โดยเป้าหมายของระบบสุขภาพหลังการปฏิรูปจะมุ่งให้ประชาชนชาวไทยมีสุขภาวะอนามัยที่ดีขึ้น มีอายุขัยเฉลี่ยสูงขึ้น ลดภาวะเจ็บป่วย พิการ เสียชีวิตก่อนวัยอันควร และประการสำคัญ คือ คาดหวังว่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลของประชาชนที่เจ็บป่วยและเสียชีวิตได้สูงถึงปีละ 2 -2.5 แสนล้านบาท (สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ, 2550) โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายจากการเจ็บป่วยที่เกิดจากโรคเรื้อรัง เช่น ภาวะโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง เป็นต้น ส่วนมากการเจ็บป่วยมีสาเหตุจากการมีพฤติกรรมเสี่ยงจากการบริโภคอาหารไม่ถูกต้อง และขาดการออกกำลังกาย โดยทั่วไปทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสุขภาพมีหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ (Health Belief Model) (Strecher & Rosenstock, 1992)

ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ การรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเกิดโรค การรับรู้ความรุนแรงของโรค การรับรู้ประโยชน์ที่ได้รับและอุปสรรค และปัจจัยร่วม การประยุกต์ใช้ทฤษฎีต้องคำนึงถึงความเชื่อที่นอกเหนือจากองค์ประกอบทั้ง 4 ด้วย ทฤษฎีการเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) (Chandler, 1992) จากการศึกษาดัชนีสุขภาพที่สำคัญ เช่น อัตราทารกตาย (Infant Mortality Rate) อัตรามารดาตาย (Maternal Mortality Rate) อัตราตายตามสาเหตุที่สำคัญ และระยะเวลาที่มีชีวิตอยู่ (Life expectancy) ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก ในการวัดสถานะสุขภาพของประชาชนเป็นเวลานาน ต่อมาเมื่ออัตราตายเริ่มลดลงเนื่องจากการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและเทคโนโลยีการป้องกันและรักษาโรค ทำให้ประชาชนมีชีวิตยืนยาวขึ้น รวมทั้งปัญหาสุขภาพก็เปลี่ยนแปลงไป จากโรคติดเชื้อมาเป็นโรคไร้เชื้อ เรื้อรัง รวมทั้งอุบัติเหตุและความรุนแรงในสังคมต่างๆ ทำให้เริ่มสนใจในระยะเวลาที่มีชีวิตอยู่ที่เพิ่มขึ้นว่าควบคู่ไปกับการมีชีวิตอยู่อย่างมีคุณภาพชีวิตหรือสุขภาพดีมากน้อยเพียงใด จึงต้องการดัชนีกลุ่มใหญ่ที่จะวัดสภาวะนี้ให้ชัดเจนกว่าเดิม แนวคิดการวัดอายุคาดหวังทางสุขภาพ (Health Expectancy) ได้เริ่มต้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 โดย Sanders ในปี ค.ศ. 1964 และพัฒนาเป็นวิธีการวัดโดย Sullivan ในช่วงระหว่าง ค.ศ. 1970 (Mathers, 1994; Robine et al. 1999; Sullivan, 1971) และในปี ค.ศ. 1984 (Who, 1984) ได้มีการนำเสนอรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงทางสุขภาพ (Model of Health Transition) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนโดยเส้นโค้งความอยู่รอด ถึงการอยู่รอดในภาพรวม (Total survival) การอยู่รอดโดยปกติจากความบกพร่องทางสุขภาพหรือความพิการ (Disability- Free Survival) และการอยู่รอดโดยปราศจากโรคเรื้อรังที่ทำให้เกิดพิการ (Survival Without Disability, Chronic Disease) นำมาซึ่งการพัฒนาวิธีคำนวณความยืนยาวของอายุโดยปราศจากความพิการ หรือปราศจากโรคเรื้อรังต่าง ๆ ด้วย ตัวแบบเช่นนี้ทำให้สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของการตาย การเจ็บป่วย และสภาวะบกพร่องทางสุขภาพต่าง ๆ อันเนื่องมาจากการเจ็บป่วยได้อย่างชัดเจน นำไปสู่การศึกษาสภาวะของปัญหาสุขภาพ เช่น โรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ

การสร้างเครื่องชี้วัดเพื่อให้ทราบถึงลักษณะของ “ตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุ” จึงมีความจำเป็น ซึ่งจะนำไปสู่ยุทธศาสตร์ในการสร้างเสริมสุขภาพและนำมาซึ่งการปฏิรูประบบสุขภาพที่มีประสิทธิผลสมบูรณ์ โดยการที่จะให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพดีนั้น จำเป็นต้องทราบสถานะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงของผู้สูงอายุ โดยคำนึงถึงภาพรวมของทุกมิติของสุขภาพ ทั้งทางกาย จิตใจ สังคมและจิตวิญญาณ การกำหนดลักษณะการวัดดังกล่าวให้เป็นรูปธรรม คือการกำหนดเครื่องชี้วัด (Indicators) แต่เนื่องจากการประเมินระดับสถานะสุขภาพและพฤติกรรมเสี่ยงเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนเพราะข้อมูลมีลักษณะไม่แน่นอน ไม่มีเกณฑ์ชัดเจนตายตัวในการวัด ว่าระดับใดคือระดับต่ำหรือระดับสูง คณะผู้วิจัยจึงได้นำหลักการตรรกศาสตร์วิภัชนัย (Fuzzy Logic) ที่คิดค้นโดย Lotfi A. Zadeh ในปี ค.ศ. 1965 ซึ่งถูกพัฒนาจากเซตวิภัชนัย (Fuzzy Set) ที่เป็นเซตที่มีขอบเขตไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือ โดยหลักตรรกศาสตร์วิภัชนัยเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลอย่างมีหลักเกณฑ์และ

เชื่อถือได้ มีงานวิจัยหลายงานที่ได้นำหลักตรรกศาสตร์วิภัชนัยมาใช้ในงานด้านการแพทย์และสุขภาพ ได้แก่ งานวิจัยของ Pytel และคณะ (2016) ได้พัฒนาเครือข่ายประสาทเทียมเพื่อประเมินความเสี่ยงของความดันโลหิตสูง ซึ่งพบว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการทดสอบเบื้องต้นเกี่ยวกับความดันโลหิตสูงในหลอดเลือด และในปีนี้ ค.ศ. 2018 Pancardo และคณะ ได้นำเสนอวิธีการประเมินผลความหนักในการออกกำลังกาย หรือ Rating of Perceived Exertion (RPE) ในการทำงาน โดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยหลักตรรกศาสตร์วิภัชนัย และได้ผลลัพธ์มีความสำคัญเพื่อช่วยควบคุมตัวเองไม่ให้ทำงานหนักเกินกว่าที่ร่างกายจะรับได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความจำเป็นในการพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุในส่วนของพฤติกรรมสุขภาพ การเกิดโรค คุณภาพสิ่งแวดล้อมและความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน โดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัย เนื่องจากระบบประเมินสถานะสุขภาพผู้สูงอายุสามารถนำไปใช้จริงในทุก ๆ พื้นที่ เพื่อให้ทราบระดับสถานะสุขภาพและระดับพฤติกรรมเสี่ยงของผู้สูงอายุ และเป็นแนวทางในการดูแลสุขภาพอย่างเหมาะสม เพื่อการสร้างเสริมสุขภาพที่ดีของผู้สูงอายุต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในโครงการวิจัยนี้ ใช้ทฤษฎีตรรกศาสตร์วิภัชนัย (Fuzzy Logic) เพื่อสร้างตัวชี้วัดสุขภาพ (Health Indicators) สำหรับผู้สูงอายุ โดยมีหลักในการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ใช้หลักตรรกศาสตร์วิภัชนัย (Fuzzy Analysis: FA)

ตรรกศาสตร์วิภัชนัย (Fuzzy logic) ได้พัฒนามาจากเซตวิภัชนัย (Fuzzy set) ที่คิดค้นโดย L. A. Zadeh ในปี ค.ศ. 1965 ซึ่งเป็นผลงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก โดยตรรกศาสตร์วิภัชนัยเป็นตรรกะที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงที่ว่า ทุกสิ่งบนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ใช่มีเฉพาะสิ่งมีความแน่นอนเท่านั้น แต่มีหลายสิ่งหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่เที่ยงและไม่แน่นอน (Uncertain) อาจเป็นสิ่งที่คลุมเครือ (Fuzzy) ไม่ใช่ชัดเจน (Exact) ยกตัวอย่างเช่น เซตของอายุคน อาจแบ่งเป็น วัยทารก วัยเด็ก วัยรุ่น วัยกลางคน และวัยชรา จะเห็นได้ว่าในแต่ละช่วงอายุคนไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าวัยทารกกับวัยเด็กแยกจากกันแน่ชัดช่วงใด วัยทารกอาจถูกตีความว่าเป็นอายุระหว่าง 0 ถึง 1 ปี บางคนอาจตีความว่าวัยทารกอยู่ในช่วงอายุ 0 ถึง 2 ปี ในทำนองเดียวกัน วัยเด็กและวัยรุ่น ก็ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าช่วงต่อของอายุควรจะอยู่ในช่วงใด อาจตีความว่าวัยเด็กมีอายุอยู่ในช่วง 1 ถึง 12 ปี หรืออาจเป็น 2 ถึง 10 ปี เป็นต้น สิ่งเหล่าเป็นตัวอย่างของความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นลักษณะทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั่วไป เซตของเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนเช่นนี้เรียกว่าเซตวิภัชนัย (Fuzzy set) ซึ่งเป็นเซตที่มีขอบเขตไม่เด่นชัดหรือคลุมเครือ เป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณการ คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำตรรกศาสตร์วิภัชนัยไปประยุกต์ใช้งานมากมายหลายสาขา โดยเฉพาะในสาขาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ออกแบบและสั่งการให้

เครื่องจักรทำงานเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ก่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซักผ้า ระบบควบคุมการทำงานของกล้องถ่ายรูป ระบบควบคุมการทำงานของหม้อหุงข้าว ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้กับตู้เย็น ตรรกศาสตร์วิภัชนัยมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกบูลีน (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely true) กับเท็จ (Completely false) หรือเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ [0, 1] ส่วนตรรกะแบบจริงเท็จจะเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 หรือ 1 หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ {0, 1} เท่านั้น จากแนวความคิดของ L. A. Zadeh เกี่ยวกับความไม่แน่นอนได้มีการขยายแนวคิดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ มากมาย (Buntao, (2011); Buntao & Kreinovich, (2011a, 2011b, 2011c); Ngamsantivong & Buntao, (2013); Feng & Nguyen, (2004); Feng & Fenf, (2004); Chen & Wu, (2003); Chen & Chen, (2011)) ได้มีนักวิจัยคิดค้นทฤษฎีเสริมกับแนวคิดเดิมจนทำให้เซตวิภัชนัยโดดเด่นในวงการคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าเซตวิภัชนัยจะนำเสนอจากคนอเมริกันแต่ประเทศสหรัฐอเมริกาก็ไม่ได้นำไปประยุกต์ใช้อย่างจริงจังในช่วงต้น ๆ แต่ประเทศญี่ปุ่นเล็งเห็นคุณค่าของศาสตร์ด้านนี้ได้เป็นผู้บุกเบิกเซตวิภัชนัยทางการค้า โดยได้นำไปประยุกต์ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้ามากมาย เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า หม้อหุงข้าว และอื่น ๆ อีกมากมาย ในยุคปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้ความสำคัญกับศาสตร์นี้มากขึ้น โดยได้มีการทุ่มงบประมาณให้กับการวิจัยมากขึ้น และตรรกศาสตร์วิภัชนัยถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย ตัวอย่างเช่น ในโครงการอวกาศ NASA และโครงการด้านการทหาร ผู้วิจัยสนใจนำตรรกศาสตร์วิภัชนัยมาใช้สร้างตัวชี้วัดสุขภาพ (Health Indicators) สำหรับผู้สูงอายุโดยศึกษาและใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัยสำหรับพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุ

2. การพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัย

การสร้างตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัยสำหรับพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุ มีหลักการ โดยการกำหนดให้ $U=\{a,b,c,d,e\}$ เมื่อ a,b,c,d และ e เป็นสัญลักษณ์แทนความหมายระดับต่ำมาก ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก ตามลำดับ โดย n แทนคะแนนทำการศึกษาทั้งหมด จะได้ว่า n_{ia}, n_{ib}, n_{ic}, n_{id} และ n_{ie} เป็นคะแนนของตัวอย่างที่อยู่ในระดับต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก ของด้าน A_i ซึ่ง A_i เป็นเซตวิภัชนัยของ U จึงสามารถนิยามฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (μ_{A_i}) สำหรับ z ทุกๆ ตัว ใน U โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

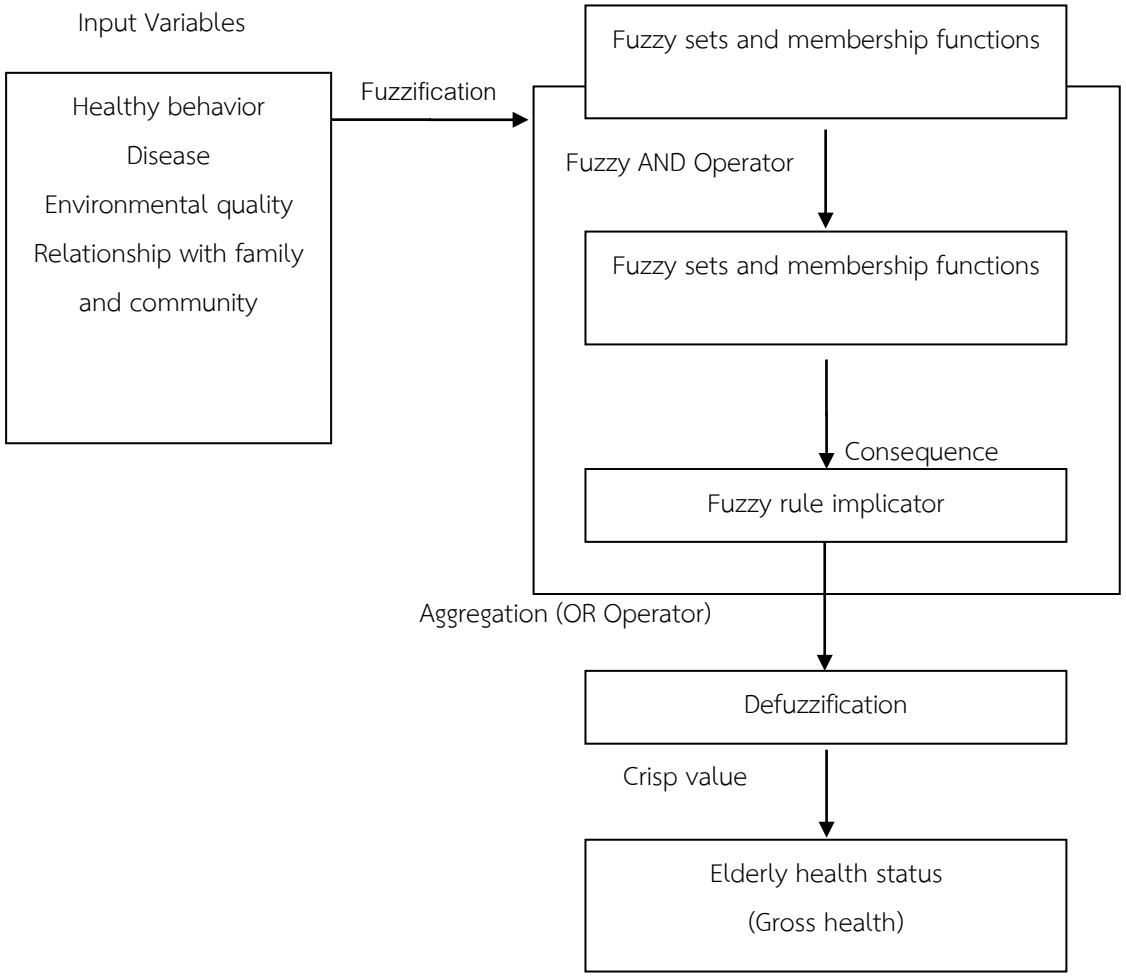
$$\mu_{A_i}(z)=\begin{cases}0, & if \quad 0<n_{ia}\le\dfrac{n}{5}\\ 0.25, & if \quad \dfrac{n}{5}<n_{ib}\le\dfrac{2n}{5}\\ 0.50, & if \quad \dfrac{2n}{5}<n_{ic}\le\dfrac{3n}{5}\\ 0.75, & if \quad \dfrac{3n}{5}<n_{id}\le\dfrac{4n}{5}\\ 1, & if \quad \dfrac{4n}{5}<n_{ie}\le n\end{cases}$$

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา มี 4 ตัวแปรหลัก ได้แก่ พฤติกรรมสุขภาพ (Healthy behavior) การเกิดโรค (Disease) คุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental quality) ความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Relationship with family and community) กระบวนการพัฒนารูปแบบ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนแรก คือการแปลง crisp inputs ลงในตัวแปร fuzzy ผ่านฟังก์ชันสมาชิกที่เรียกว่า กระบวนการ fuzzification จำนวนและชนิดของฟังก์ชันสมาชิกถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของข้อมูลทางสถิติ เมื่อพิจารณาปัญหาการศึกษาครั้งนี้ใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (triangular membership function) สำหรับการอธิบายตัวแปร input และ output

ขั้นตอนที่สอง คือ ฐานกฎฟัซซี่ที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลที่ผ่านมาของทุกพารามิเตอร์และตัวดำเนินการวิภัชนัย (fuzzy operator) ข้อมูลที่ผ่านมาที่ถูกเก็บรวบรวมจากแต่ละสถานีอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Departmen) ตัวดำเนินการวิภัชนัย AND และ OR ถูกนำมาใช้ในการรวมตัวแปรการป้อนข้อมูล

ขั้นตอนที่สาม คือการใช้ฟังก์ชันการป้อนข้อมูลสมาชิกและฐานกฎที่จะได้รับการส่งออกฟังก์ชันสมาชิก ขั้นตอนนี้จะกระทำโดยวิธีการรับชุด fuzzy set ของการส่งออกเมื่อได้รับข้อมูลแต่ละตัว แล้วฟังก์ชันการส่งออกของสมาชิกแต่ละกฎจะร่วมกันเพื่อส่งออกหนึ่งชุด fuzzy set เรียกว่า กระบวนการรวม



ภาพที่ 1 แผนภาพขั้นตอนตรรกศาสตร์วิภัชนัยของระดับสถานะสุขภาพผู้สูงอายุ

ขั้นตอนที่สี่ เป็นกระบวนการ defuzzification ว่า fuzzy set ของการส่งออกจะถูกแปลงเป็นค่ารอบเดียว วิธี defuzzification ที่พบมากที่สุดคือวิธีประเมิน “centroid” ซึ่งจะส่งกลับพื้นที่ใต้เส้นโค้ง รูปต่อไปนี้แสดงขั้นตอนตรรกศาสตร์วิภัชนัยของการทำนาย

ในงานวิจัยนี้ จะแทนอักษรเพื่อแสดงระดับของตัวแปรแต่ละตัว โดยชุด fuzzy sets ทั้งหมดจะครอบคลุมช่วงของการเปลี่ยนแปลงที่จำเป็นสำหรับตัวแปรที่สนใจ การศึกษาระดับการเป็นสมาชิก (0-1) ของการป้อนข้อมูลค่าที่แท้จริง (เช่น คุณภาพสิ่งแวดล้อม) ไปโดยเฉพาะอย่างยิ่ง fuzzy sets (เช่น สูง) จะได้รับจากการทำงานของสมาชิก การแปลงค่าข้อมูลนำเข้าไปยังระดับการเป็นสมาชิกของ fuzzy sets เรียกว่า fuzzification ของตัวแปรภาษาที่เป็นการจัดหมวดหมู่ของพารามิเตอร์ลงในแต่ละระดับ

การกำหนดฟังก์ชันสำหรับสมาชิกแต่ละตัวแปร พารามิเตอร์ทั้งหมดที่ใช้ในระบบนี้แต่ละพารามิเตอร์เหล่านี้แบ่งออกเป็นระดับดังนี้

ตารางที่ 1 ระดับของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับ	พารามิเตอร์	อักษรเพื่อแสดงระดับของตัวแปร
1	Healthy behavior	Very high R, High R, Medium R, Low R, Very low R
2	Disease	Very high E, High E, Medium E, Low E, Very low E
3	Environmental quality	Very high C, High C, Medium C, Low C, Very low C
4	Relationship with family and community	Very high S, High S, Medium S, Low S, Very low S

ตารางที่ 2 ช่วงของความเป็นสมาชิกในแต่ละระดับ

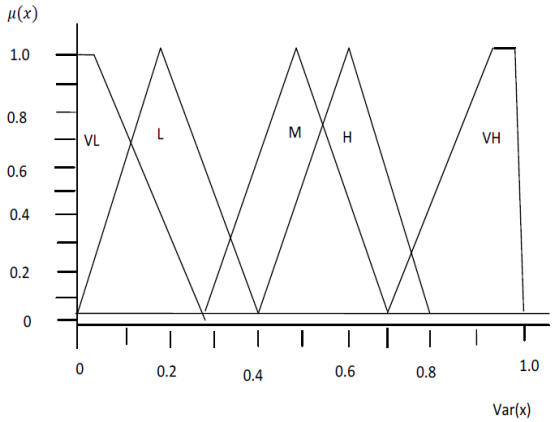
ระดับของตัวแปร	สัญลักษณ์	ช่วง
Very Low	VL	[0, 0.3]
Low	L	[0, 0.4]
Medium	M	[0.3, 0.7]
High	H	[0.4, 0.8]
Very High	VH	[0.7, 1.0]

$$Var(x) = \mathrm{var}(x) = \begin{cases} \text{"VL"} & if\ 0.0 \le \mathrm{var}(x) < 0.3 \\ \text{"L"} & if\ 0.0 \le \mathrm{var}(x) < 0.4 \\ \text{"M"} & if\ 0.3 \le \mathrm{var}(x) < 0.7 \\ \text{"H"} & if\ 0.4 \le \mathrm{var}(x) < 0.8 \\ \text{"VH"} & if\ 0.7 \le \mathrm{var}(x) < 1.0 \end{cases} \quad (1)$$

การแสดงออกทางภาษาสำหรับตัวแปรและฟังก์ชันสมาชิกของพวกเขาได้รับการประเมินจากฟังก์ชันสมาชิกสามเหลี่ยมดังสมการที่ (1) และมันจะถูกกำหนดโดย ขอบล่าง ขอบบน และ ค่า m เมื่อ a < m < b ดังสมการที่ (2)

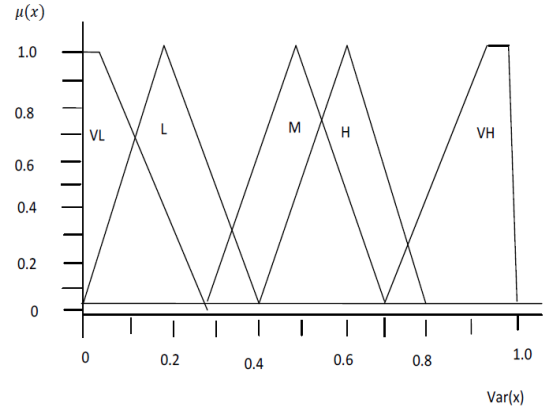
$$\mu_A(x)=\begin{cases}0, & x \le a \\ \dfrac{x-a}{m-a}, & a < x \le m \\ 1, & x \ge b\end{cases} \qquad (2)$$

กราฟการเป็นสมาชิก (membership function) แสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 2 กราฟการเป็นสมาชิก (membership function)

สำหรับขั้นตอน fuzzification ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งฟังก์ชันสมาชิกภาพและระดับความคลุมเครือของตัวแปรคลุมเครือถูกแสดงไว้ใน ตัวอย่างเช่น ค่าของ x ของตัวแปรวิภัชนัยให้ฟังก์ชันสมาชิกสองฟังก์ชัน (μ_1) 0.3 และ (μ_2) 0.7 และระดับคลุมเครือ L และ M (จุดตัดกัน) ตามลำดับ การสร้างกฎการผลิตที่เหมาะสมซึ่งประกอบด้วยส่วนก่อนหน้าและส่วนที่เป็นผลสืบเนื่องของคำสั่ง IF จากนั้นอัลกอริธึมที่มีตรรกะตามประสบการณ์ที่ผ่านมาของผู้มีอำนาจตัดสินใจ IF (TP ต่ำ) และ (HU สูง) และ (DP สูงมาก) และ (WS สูง) และ (PR ต่ำมาก) จากนั้น (RF คือ High)



ภาพที่ 3 กราฟของฟังก์ชันสมาชิก

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ระดับสุขภาพผู้สูงอายุและฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

พารามิเตอร์	เซตวิภัชนัย	ค่า y	ค่าเฉลี่ย $\mu(y)$
Healthy behavior	Low	0.3	0.36
Disease	High	0.7	0.78
Environmental quality	High	0.8	0.87
Relationship with family and community	Very low	0.1	0.14

ขั้นตอนการทำ Min-Max Composition จากคำจำกัดความของกฎมีการใช้ตัวดำเนินการ AND ในการประเมินก่อนหน้านั้น ฟังก์ชัน Mamdani min จะถูกนำไปใช้เพื่อกำหนดระดับการยิง (α) ของกฎดังต่อไปนี้

$$\mu_{A\cap B(y)} = Min\left[\mu_{A(y)}, \mu_{B(y)}\right] | y \in Y$$

$$\alpha = Min\left[\mu(TP=0.3), \mu(HU=0.7), \mu(WS=0.8), \mu(SR=0.1)\right] = Min\left[0.36, 0.78, 0.87, 0.14\right] = 0.14$$

ค่าก่อนหน้านั้นคูณด้วยตัวประกอบน้ำหนักเพื่อให้เป็นค่าที่แสดงถึงระดับการสนับสนุน สำหรับกฎ $FV_i = \alpha_i w_i$ เมื่อ $w_i = 1$ โดย $FV_i = \alpha_i$ ในขั้นตอนการรวม เอาต์พุตชุดคลุมเครือของกฎแต่ละข้อ (สร้างโดยวิธีการแสดงนัย) จะถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างชุดคลุมเครือชุดเดียว ฟังก์ชันฟัซซี่แม็กซ์ (ตัวดำเนินการ OR) ที่แสดงในสมการใช้สำหรับการรวมตัว

$$\mu_{A\cup B(y)} = Max\left[\mu_{A(y)}, \mu_{B(y)}\right] | y \in Y$$

สมมติว่ามีกฎ N สำหรับพารามิเตอร์สุขภาพผู้สูงอายุและความหมายคลุมเครือของแต่ละกฎจะแสดงเป็น FV จากนั้นเป็นความหมายคลุมเครือของกฎ ith โดยที่ $i = 1, 2, \ldots, N$ ดังนั้นค่าฟัซซี่สุดท้ายคือผลลัพธ์ของตัวดำเนินการการรวม

$$FV = Max\left[FV_1, FV_2, \ldots, FV_N\right]$$

ขั้นตอนการ Defuzzification เกี่ยวข้องกับการแปลงตัวแปรทางภาษาเป็นค่าตัวเลขหรือค่าที่คมชัด งานนี้ใช้วิธีการกระจายเสียงแบบเซนทรอยด์ ให้ไว้ดังนี้

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i}$$

โดยที่ z คือค่าที่คมชัดและสามารถใช้ในการตัดสินใจได้คือความหมายคลุมเครือ (ความแรงในการยิง) ของกฎลำดับที่ ith โดย $\mu(\alpha)$ คือระดับความเป็นสมาชิกของค่าเส้นทางที่ ith และ y_i เป็นผลมาจากกฎแต่ละข้อ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การตรวจสอบระดับสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบที่สร้างขึ้นโดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัยสถานะสุขภาพผู้สูงอายุ ใช้ข้อมูลผู้สูงอายุ ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานผู้สูงอายุ

โดยข้อมูลพื้นฐานผู้สูงอายุ ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม จำนวน 1505 คน สามารถสรุปรายละเอียดข้อมูลทั่วไปดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของผู้สูงอายุ จำแนกตาม เพศ และการมีโรคประจำตัว

รายการ		**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
เพศ	ชาย	620	41.20
	หญิง	885	58.80
รวม		**1505**	**100.00**
มีโรคประจำตัว	มี	642	42.70
	ไม่มี	325	57.30
รวม		**1505**	**100.00**

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของผู้สูงอายุ จำแนกตามช่วงอายุ

ช่วงอายุ	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
60-64	501	33.30
65-69	469	31.20
70-74	262	17.40
75-79	162	10.80
80-84	71	4.70
85-89	27	1.80
90-94	9	0.60
95-99	4	0.30
รวม	**1505**	**100.00**

จากตารางที่ 4-5 เมื่อพิจารณาจำแนกตามเพศ พบว่าผู้สูงอายุส่วนมากเป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 58.80 และรองลงมาเป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 41.20 ผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวสูงถึงร้อยละ 42.70 เมื่อจำแนกตามช่วงอายุพบว่าส่วนมากอยู่ที่ช่วงอายุ 60-64 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.30 รองลงมา

คือช่วงอายุ 65-69 ปี ร้อยละ 31.20 และช่วงอายุ 70-74 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.40 ตามลำดับ และจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุมากขึ้น อัตราการคงเหลือของผู้ที่ยังมีชีวิตอยู่จะจะลดลงเรื่อย ๆ และยังขึ้นกับการมีสุขภาพดีและการไม่มีโรคประจำตัว

2. ผลการวิเคราะห์ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัยระดับสุขภาพผู้สูงอายุ

จากการศึกษาสถานะสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์วิภัชนัย ตัวแปรนำเข้าที่ใช้ในการศึกษา มี 4 ตัวแปรหลัก ได้แก่ พฤติกรรมสุขภาพ (Healthy behavior) การเกิดโรค (Disease) คุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental quality) ความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Relationship with family and community) ผลการวิเคราะห์ระดับคุณภาพผู้สูงอายุในแต่ละด้านได้ผลดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาระดับสถานะสุขภาพผู้สูงอายุของตัวแปรนำเข้าและระดับสุขภาพมวลรวม การพิจารณาตัวแปรนำเข้าต้องแยกพิจารณาตัวแปรออกเป็นสองส่วนได้แก่ตัวแปรด้านบวกซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมสุขภาพ คุณภาพสิ่งแวดล้อม และความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน และตัวแปรด้านลบคือการเกิดโรค เมื่อนำมาวิเคราะห์ระดับสถานะสุขภาพผู้สูงอายุมวลรวมได้นำมาปรับให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ตัวแปรนำเข้าแต่ละตัว พบว่า พฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 38.41 การเกิดโรคของผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 37.34 คุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ผู้สูงอายุอยู่อาศัยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 31.10 และความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชนของผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 29.77 เมื่อสรุปสุขภาพมวลรวมของผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 30.73

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของระดับสถานะสุขภาพผู้สูงอายุของตัวแปรนำเข้าและระดับสุขภาพมวลรวม

ตัวแปรนำเข้า	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก
พฤติกรรมสุขภาพ (Healthy behavior)	3.79	5.05	29.57	38.41	23.19
การเกิดโรค (Disease)	15.35	37.34	32.49	12.16	2.66
คุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental quality)	6.51	23.99	31.10	20.73	17.67
ความสัมพันธ์กับครอบครัวและชุมชน (Relationship with family and community)	9.04	14.02	29.77	23.72	23.46
สุขภาพมวลรวม (Gross health)	**8.67**	**20.10**	**30.73**	**23.76**	**16.75**

สรุปผลและเสนอแนะ

การสร้างเครื่องชี้วัดสุขภาพเพื่อให้ทราบสถานะสุขภาพผู้สูงอายุ สามารถนำไปสู่ยุทธศาสตร์ในการสร้างเสริมสุขภาพและนำมาซึ่งการปฏิรูประบบสุขภาพที่มีประสิทธิผลสมบูรณ์ โดยการที่จะให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพดีนั้น ช่วยในการดูแลสุขภาพอย่างเหมาะสม เพื่อการสร้างเสริมสุขภาพที่ดีของผู้สูงอายุ ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบในการวัดสถานะสุขภาพผู้สูงอายุใช้ทฤษฎีตรรกศาสตร์วิภัชนัย โดยมีการดำเนินการในตัวแบบ 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การดำเนินการ fuzzification และ defuzzification จากผลการวิเคราะห์พบว่าสรุปสุขภาพมวลรวมของผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 30.73 และประเด็นสุขภาพที่ควรให้การใส่ใจและส่งเสริมที่สุดคือพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุ ดังนั้นควรส่งเสริมให้ความรู้ผู้สูงอายุในการดูแลสุขภาพให้เหมาะสมเพื่อให้สุขภาพมวลรวมดีขึ้น เนื่องมาจากสมรรถภาพของร่างกายการเสื่อมไปตามอายุที่เพิ่มขึ้นของผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้มีสุขภาพดี ไม่ว่าจะทางกายและทางใจทำให้คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุดีขึ้น ทั้งนี้บุคคลในครอบครัวมีบทบาทสำคัญมากในการดูแลผู้สูงอายุ ต้องเข้าใจปัญหา เพื่อจะได้ดูแลสุขภาพและสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุอย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2550). *คู่มือหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2550*. กรุงเทพฯ: สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ

Abraham, A., Philip N. & Joseph B. (2001). *Soft Computing Models for Long Term Rainfall Forecasting. In: 15th European Simulation Multi conference (ESM, August/September 2001). Modeling and Simulation 2000*, Kerckhoffs, E.J.H. and M. Snorek (Eds.). Czech Republic, Prague. 1044-1048.

Buntao, N. & Kreinovich, V. (2011a). Uniqueness of Reconstruction for Yager's t-Norm Combination of Probabilistic and Possibilistic Knowledge. *International Journal on Intelligent Systems*, 27(1), 16-22.

Buntao, N. & Kreinovich, V. (2011b). How to Combine Probabilistic and Possibilistic (Expert) Knowledge: Uniqueness of Reconstruction in Yager's (Product) Approach. International Journal of Innovation Management, *Information and Production*, 2(1), 1-9.

Cramer, H. (1946). *Mathematical Methods of Statistics*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Cox, F. R., & Lewis, P.A. W. (1966). *The Statistical Analysis of Series of Events*. London: Springer Netherlands.

Johnstone, J.N. (1981). *Indicators of Education Systems*. London: UNESCO.

Ngamsantivong, T. & Buntao, N. (2013). Yager's Combination of Probabilistic and Possibilistic Knowledge: Beyond t-Norms. *Journal of Uncertain System*, 7(3), 186-189.

Roche, C. (1999). *Impact Assessment for Development Agencies: Learning to Value Change*. UK: An Oxfam Publication.

UNESCO. (1985). *Population: Quality of Life Themes*. Bangkok: Unesco Regional Office for Education in Asia.

World Health Organization (1984). *The uses of epidemiology in the study of the elderly: Report of a WHO Scientific Group on the Epidemiology of Aging*. Geneva: WHO (Technical Report Series 706).