

ระบบโลจิสติกส์เชิงคิฟิตัลสำหรับการให้บริการด้านอาหารในธุรกิจบริการด้วย ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ กรณีศึกษา ห้องครัวเปิดของร้านอาหารญี่ปุ่น **Digital Logistics for Food Service in Service Business by Fuzzy Logic: A Case Study of Japanese Teppanyaki Kitchen**

ศราวุธ แรมจันทร์^{1*}

Sarawut Ramjan^{1*}

Received: October 22, 2018; Revised: February 15, 2019; Accepted: February 15, 2019

บทคัดย่อ

เมื่อพนักงานร้านอาหารญี่ปุ่นรับรายการอาหารจากลูกค้า รายการอาหารจะถูกส่งผ่านเข้าสู่ห้องครัวแบบเปิดด้วยแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผู้ช่วยพ่อครัวซึ่งรับรายการอาหารผ่านแอปพลิเคชันภายในห้องครัวแบบเปิดจะทำหน้าที่ในการจัดเตรียมวัตถุดิบพร้อมกันหลายชนิด โดยวัตถุดิบจะถูกจัดเตรียมให้สอดคล้องกับความต้องการรสชาติของลูกค้าหลายรายในเวลาเดียวกัน ซึ่งส่งผลให้ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดการวัตถุดิบได้อย่างทันท่วงที ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพของอาหารและลำดับในการให้บริการลูกค้าของร้านอาหารญี่ปุ่น บทความวิจัยฉบับนี้จึงทำการพัฒนาระบบการจัดการโลจิสติกส์สำหรับห้องครัวแบบเปิดโดยใช้แนวคิดตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือเพื่อการสื่อสารในการลำดับวัตถุดิบในการปรุงอาหารระหว่างผู้ช่วยพ่อครัว และพ่อครัว จากการทดลองพบว่ามีผลลัพธ์จากการวิจัยประกอบไปด้วย 1) ความถี่ที่ลดลงของการทำงานที่ผิดพลาดของผู้ช่วยพ่อครัวอยู่ที่ร้อยละ 0.5 2) ความถี่ที่ลดลงของการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องจากความเข้าใจที่ไม่ตรงกันระหว่างพ่อครัวและผู้ช่วยพ่อครัวลดลงร้อยละ 3.3 3) ความถี่ที่ลดลงของปริมาณอาหารที่มีคุณภาพไม่ดีอันเนื่องจากการจัดเตรียมปริมาณวัตถุดิบที่ไม่มีความเหมาะสมร้อยละ 3 4) ความถี่ที่ลดลงจากการที่พ่อครัวประสบปัญหาจากการเรียงลำดับวัตถุดิบที่ผิดพลาดโดยผู้ช่วยพ่อครัวร้อยละ 1.1 5) ความถี่ที่ลดลงของการที่ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารได้ในระยะเวลาอันเหมาะสมร้อยละ 4.9 และ 6) ความถี่ที่ลดลงของการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องจากการจัดเตรียมวัตถุดิบ ซึ่งไม่สอดคล้องกับลำดับในการลำดับวัตถุดิบที่ต้องร้อยละ 2.8 โดยระบบดังกล่าวจะช่วยให้พนักงานสามารถรับรายการอาหารจากลูกค้าซึ่งมีรายการเพิ่มเติมเล็กน้อยเกี่ยวกับรสชาติอาหารในแต่ละจานและทำการส่งต่อข้อมูลดังกล่าวให้กับผู้ช่วยพ่อครัว

¹ วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

¹ College of Innovation, Thammasat University

* Corresponding Author E - mail Address: sarawut@citu.tu.ac.th

ซึ่งทำการจัดเตรียมวัตถุดิบอาหารที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าหลายรายในเวลาเดียวกันกระทั่งพ่อครัวสามารถทำการปรุงอาหารด้วยวัตถุดิบที่มีความยืดหยุ่นต่อความต้องการของลูกค้าได้และนำอาหารดังกล่าวให้บริการแก่ลูกค้าภายใต้ความต้องการที่หลากหลายและทันต่อเวลา

คำสำคัญ : ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ; โลจิสติกส์; ธุรกิจบริการ; ดิจิทัล

Abstract

Once the Japanese teppanyaki kitchen's waiter received an order from the customer, the order will be transferred to teppanyaki kitchen through a mobile application. Sous-chef de cuisine performs various kinds of ingredient arranged. Those ingredients will be prepared according to many kinds of customer's needs at the same time. This issue obstructs to the sous chef de cuisine who could not organize ingredients under suitable time. That problem impacts to food and service quality which line up to a customer of Japanese teppanyaki kitchen. This research developed a logistics management system for teppanyaki kitchen by the fuzzy logic concept in order to communicate the ingredient line up between sous-chef de cuisine and chef de cuisine. From experiment, this research founded that after they employed a system, there is a research result including 1) Sous-chef de cuisine reduces a frequency of arrangement error to 0.5 %. 2) The frequency of cooking was being interrupted by miscommunication between chef de cuisine and sous chef de cuisine that is reduced to 3.3 %. 3) Disqualifying food is prepared from the unsuitable quantity that is reduced to 3 % of frequency. 4) Chef de cuisine finds an arrangement error frequency from sous chef de cuisine performing that is reduced to 1.1 %. 4) Sous chef de cuisine could not prepare a material under a suitable time that is reduced to 4.9 of frequency. And, 5) Chef de cuisine was interrupted from material providing which not according with a corrected arrangement that is reduced to 2.8 % of frequency. This system helps a waiter to receive an order from a customer who adds a little bit requirement to each order, and transfer those order to sous chef de cuisine who prepare a material that according to each customers requirement in one time. Chef de cuisine cooks by material which flexible with customer requirement and serve a portion of food to a customer under many kinds of requirement and just in time.

Keywords: Fuzzy Logic; Logistics; Service Business; Digital

บทนำ

หนึ่งในการให้บริการแก่ลูกค้าของธุรกิจบริการคือ บริการด้านอาหาร ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจด้านที่พัก อาति โรงแรมหรือธุรกิจการให้บริการด้านการเดินทาง อาติ สายการบิน ล้วนมีการให้บริการแก่ลูกค้าในส่วนของอาหารทั้งสิ้น ระบบโลจิสติกส์ในการลำเลียงวัตถุดิบสำหรับการผลิตอาหารจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานเพื่อการให้บริการแก่ลูกค้าได้สอดคล้องกับความต้องการและทันต่อเวลา ร้านอาหารญี่ปุ่นที่มีลักษณะในการให้บริการลูกค้าด้วยห้องครัวแบบเปิดก็เป็นหนึ่งในธุรกิจบริการ ซึ่งให้มุ่งเน้นการให้บริการแก่ลูกค้าในเรื่องของอาหารเช่นกัน โดยร้านอาหารญี่ปุ่นที่มีครัวแบบเปิดมุ่งเน้นการปรุงอาหารต่อหน้าลูกค้าเพื่อสร้างความประทับใจให้แก่ลูกค้าเกี่ยวกับความสดใหม่และสะท้อนวัฒนธรรมในการปรุงอาหารแบบญี่ปุ่นให้แก่ลูกค้า เมื่อพนักงานให้บริการรับข้อมูลรายการอาหารจากลูกค้า ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่ห้องครัวแบบเปิดผ่านทางอุปกรณ์เคลื่อนที่ อาทิ Tablet ซึ่งได้รับการติดตั้งแอปพลิเคชันในการรับรายการอาหารไว้แล้ว จากนั้นพ่อครัวและผู้ช่วยพ่อครัวจะทำการปรุงอาหารตามคำสั่งของลูกค้าเพื่อให้บริการอาหารแก่ลูกค้าต่อไป อย่างไรก็ตามพ่อครัวกลับพบปัญหาในการปรุงอาหารจากการที่ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับการปรุงอาหารให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าหลายรายการในเวลาเดียวกันได้ เช่น ลูกค้าบางรายต้องการอาหารที่ไม่มีผักเป็นส่วนประกอบ หรือลูกค้าบางรายต้องการอาหารรสชาติเผ็ดมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาที่คุณลูกค้าใช้บริการเต็มความสามารถในการให้บริการของร้านอาหาร ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพในการปรุงอาหารและเวลาในการนำอาหารให้บริการแก่ลูกค้าแต่ละราย ยกตัวอย่างเช่น ลูกค้าสั่งรายการอาหารพิซซ่าญี่ปุ่น ส่วนผสมประกอบด้วย ไช้ไก่ แป้งสาเลิ น้ำเย็น กระหล่ำปลีสับ เนื้อกุ้ง โดยนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นจึงนำมาทอดบนกระทะร้อน แล้วโรยหน้าด้วยเนื้อหมูสามชั้นและทำการราดซอสญี่ปุ่นตามด้วยการโรยต้นหอม ปลาคัตซีโอะอบแห้ง สาหร่ายทะเลอบแห้ง และราดซอสด้วยมายองเนส ตามลำดับ [1] ซึ่งส่วนประสมทั้งหมดจำเป็นต้องลำเลียงอย่างเป็นลำดับเพื่อควบคุมประสิทธิภาพของการปรุงอาหาร เมื่อผู้ช่วยพ่อครัวได้รับคำสั่งอาหารจำนวนมากและหลายประเภทในเวลาเดียวกันจะก่อให้เกิดปัญหาในการเรียงลำดับส่วนประสม เช่น ลำเลียงสาหร่ายทะเลอบแห้ง ซึ่งควรอยู่ในขั้นตอนสุดท้ายไปให้กับพ่อครัวในกระบวนการคลุกเครื่องปรุง ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งในการสื่อสารระหว่างผู้ช่วยพ่อครัวและพ่อครัว และด้วยลักษณะครัวแบบเปิดส่งผลให้ปรากฏการณ์ทั้งหมดผ่านการรับรู้ของลูกค้าที่มาใช้บริการ ดังนั้นการสื่อสารที่ขาดประสิทธิภาพระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดได้นำมาสู่ปัญหาด้านสมรรถนะในการทำงานของบุคลากรในองค์กรและยังส่งอิทธิพลต่อความขัดแย้งระหว่างบุคลากรในองค์กรในระหว่างการทำงาน [2]

บทความวิจัยฉบับนี้มุ่งบรรเทาปัญหาดังกล่าวโดยการทบทวนแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic) และโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล (Digital Logistics) มาบูรณาการกันเป็นระบบที่ใช้ในการจัดการการลำเลียงวัตถุดิบอาหารภายในห้องครัว โดยเมื่อพนักงานรับรายการอาหารจากลูกค้าพร้อมกับความต้องการเพิ่มเติมของลูกค้าแต่ละราย รายการอาหารดังกล่าวจะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อการจัดเตรียมวัตถุดิบของผู้ช่วยพ่อครัวที่มีความเหมาะสมกับลูกค้าแต่ละราย ระบบดังกล่าวไม่เพียงแต่แนะนำรายการวัตถุดิบเท่านั้น แต่ยังให้การแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการในการจัดเตรียมอาหาร เช่น การละลายวัตถุดิบแช่เย็น ก่อนเข้าสู่กระบวนการปรุงอาหารของพ่อครัว เพื่อลดปัญหาด้านการปรุงอาหารให้ทันต่อระยะเวลาในการให้บริการแก่ลูกค้า แนวคิดเกี่ยวกับตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือและโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล

จึงได้ถูกนำมาหลอมรวมกันเป็นกรอบแนวคิดตามทฤษฎีที่ใช้ในการบรรเทาข้อปัญหาในการวิจัยและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาดังกล่าว บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลสำหรับการให้บริการด้านอาหารในธุรกิจบริการด้วยตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือโดยทำการทดลองในห้องครัวเปิดของร้านอาหารญี่ปุ่น ผลลัพธ์จากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจบริการซึ่งประสบปัญหาการให้บริการด้านอาหารแก่ลูกค้าจนกระทั่งสามารถเพิ่มสมรรถนะในการทำงานซึ่งส่งผลดีต่อการลดความขัดแย้งด้านการสื่อสารขององค์กรลงในที่สุด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายด้วยแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ
2. เพื่อลดระยะเวลาในการปรุงอาหารเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าได้ตามเวลาที่คาดหวังด้วยแนวคิดของโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาในการวิจัยเริ่มขึ้นจากความผิดพลาดในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวที่ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้าแต่ละราย ซึ่งส่งผลต่อรสชาติอาหารและระยะเวลาในการให้บริการแก่ลูกค้า ดังนั้นแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือและโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลจึงถูกหยิบยกขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังนี้

1. ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ

แนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร [3] เช่น คอนข้างเฟ็ดหรือหวานน้อย คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องจักรที่ไม่สามารถเข้าใจข้อความที่มีความคลุมเครือในลักษณะดังกล่าวได้ ดังนั้นตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือจึงตีความความรู้สึกของมนุษย์ให้อยู่ในรูปแบบกราฟความสัมพันธ์ (Membership Function) ด้วย Fuzzification Technique โดยมีตัวเลขระหว่าง 0 - 1 เป็นตัวแทนความเข้มข้นของระดับความรู้สึก (Degree of Membership) เพื่อกำหนดขอบเขตของความเข้มข้นของความรู้สึกในแต่ละช่วง เช่น เฟ็ดมีค่าระหว่าง 0.8 - 1 และมากมีค่าระหว่าง 0.8 - 1 เช่นกัน การนิยามช่วงของความเข้มข้นดังกล่าวได้อาศัย Linguistic Variable เป็นตัวบรรจุข้อมูลบนกราฟความสัมพันธ์ จากนั้นข้อมูลจะถูกนำไปวิเคราะห์ผ่าน Inference Engine ซึ่งทำหน้าที่ในการประมวลผลความต้องการของมนุษย์ที่มีความคลุมเครือให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถนำไปประมวลผลให้กลายเป็นสารสนเทศที่เหมาะสมต่อการดำเนินงานทางดิจิทัล ในท้ายที่สุดสารสนเทศดังกล่าวจะถูกแปรรูปให้กลับมาสู่รูปแบบที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้ด้วย Defuzzification แนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือของบทความวิจัยฉบับนี้มีความสอดคล้องกับบทความวิจัยอื่น ซึ่งกล่าวถึงการเลือกผู้ผลิตภายใต้การตัดสินใจด้วยปัจจัยที่มีความหลากหลาย [4] โดยบทความวิจัยดังกล่าวได้หยิบยกรตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจด้วยตัวชี้วัดหลายตัวพร้อมกันในการประเมินประสิทธิภาพของการลำเลียงวัตถุดิบจากผู้ผลิตตลอดจนห่วงโซ่อุปทาน [5] และยังค้นพบบทความวิจัยอีกฉบับที่มีการดำเนินการคล้ายคลึงกันนี้เกี่ยวกับการหยิบยก

ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือขึ้นมาใช้ในการเลือกศูนย์การกระจายวัตถุดิบในการผลิต [6] ดังนั้นบทความวิจัยฉบับนี้จึงได้รับแนวทางในการบรรเทาข้อปัญหาการวิจัยบนฐานของการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งใช้ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือเช่นกัน เพื่อทำการทดสอบว่าตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์การวิจัยคือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายด้วยแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ บทความวิจัยฉบับนี้ได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้

H_0 : ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือไม่สามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวได้

H_1 : ตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือสามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวได้

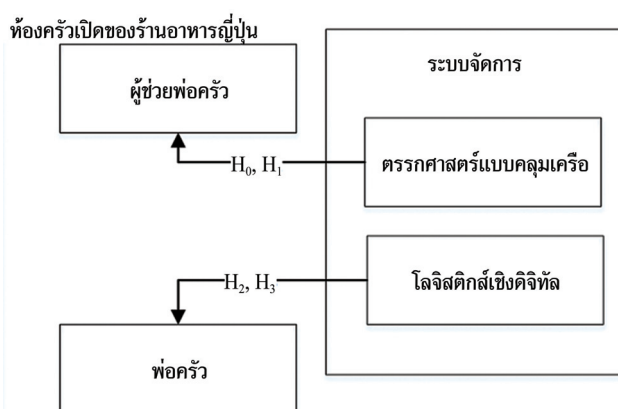
2. โลจิสติกส์เชิงดิจิทัล

ภายในห่วงโซ่อุปทานมีการไหลเวียนของข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการขนย้ายวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต [7] ผู้ผลิตหลายรายสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการขนย้ายวัตถุดิบในการผลิตโดยการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ให้บริการข้อมูลร่วมกัน แนวคิดในการผลิตแบบ Just-in-Time: JIT ถูกนำมาพัฒนาเป็นขั้นตอนดิจิทัลในการตัดสินใจเพื่อการลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าสำหรับภาคธุรกิจและผู้ผลิตวัตถุดิบ อีกทั้งลูกค้ายังสามารถแนะนำความต้องการของตนเอง ซึ่งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตลอดจนห่วงโซ่อุปทานสามารถนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบในการผลิตจนกระทั่งเหนือความคาดหมายของผู้บริโภคได้ โดยแนวคิดของโลจิสติกส์ได้แบ่งวัตถุดิบภายในคลังสินค้าตามน้ำหนัก ขนาดและวิธีการบำรุงรักษา บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทบทวนงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการนำเอาโลจิสติกส์ไปประยุกต์ใช้ในการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยทำการออกแบบระบบการกระจายสินค้า ซึ่งมุ่งลดระยะเวลาในการขนส่งสินค้า [8] อีกทั้งยังได้พบงานวิจัยอีกชิ้นซึ่งทำการเปรียบเทียบเส้นทางในการลำเลียงสินค้าเชิงดิจิทัล อาทิ ไฟล์เพลง ซึ่งถูกส่งซื้อผ่านระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล [9] งานวิจัยลำดับสุดท้ายนี้ได้ค้นพบขั้นตอนวิธีที่มีความเหมาะสมในค้นหาเส้นทางในการขนส่งเอกสารดิจิทัลผ่านห่วงโซ่อุปทานดิจิทัล ดังนั้นบทความวิจัยฉบับนี้จึงได้นำแนวคิดของโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลมาใช้ในการบรรเทาข้อปัญหาในการวิจัยบนความเป็นไปได้ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการทดสอบว่าแนวคิดโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลสามารถนำมาใช้ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ การลดระยะเวลาในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าได้ตามเวลาที่คาดหวัง บทความวิจัยฉบับนี้ได้ตั้งสมมติฐานเพื่อการวิจัยดังนี้

H_2 : โลจิสติกส์เชิงดิจิทัลไม่สามารถช่วยลดระยะเวลาในการลำเลียงวัตถุดิบในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวได้

H_3 : โลจิสติกส์เชิงดิจิทัลสามารถช่วยลดระยะเวลาในการลำเลียงวัตถุดิบในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวได้

จากสมมติฐานในการวิจัย บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนารอบแนวคิดในการวิจัยโดยการผสมผสานระหว่างแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือและโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทความวิจัยฉบับนี้จะทำการทดลองการวิจัยภายใต้กรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือและโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลว่าสามารถช่วยจัดการการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารของพ่อครัวและลดระยะเวลาในการนำอาหารให้บริการแก่ลูกค้าได้ โดยการทดลองดังกล่าวจะทำภายใต้สภาพแวดล้อมของห้องครัวเปิดของร้านอาหารญี่ปุ่น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การพัฒนาตัวแบบในการวิจัย

บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพิจารณาปัจจัยที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นเครื่องสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการผลิตของผู้ช่วยพ่อครัวสำหรับอาหารแต่ละจาน โดยอาศัยแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ กระบวนการทางโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลถูกนำมาใช้ในการออกแบบการลำเลียงวัตถุดิบเพื่อจัดเตรียมระยะเวลาที่เหมาะสมในการปรุงอาหาร

เพื่อทำการพัฒนากฎที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล บทความวิจัยฉบับนี้ได้ใช้การอนุมานกฎแบบถอยหลัง (Backward Chaining) [10] เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญส่งผลให้บทความวิจัยฉบับนี้ทราบคำตอบที่เหมาะสมที่ระบบผู้เชี่ยวชาญควรให้การแนะนำแก่ผู้ใช้ ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์กฎที่มีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสอดคล้องกับแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือและโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลตามแนวคิดดังนี้

เป้าหมายคือ

รายงานคำแนะนำการจัดเตรียมวัตถุดิบ

กฎที่ต้องนำมาใช้คือ

ความคิดเห็นของผู้ช่วยพ่อครัวเป็นฐาน (ปริมาณวัตถุดิบ v ปริมาณอาหาร) $\rightarrow$ วัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหาร
 ความคิดเห็นของพ่อครัวเป็นฐาน (ลำดับของการลำเลียงวัตถุดิบ v ความสามารถในการขนส่งวัตถุดิบ v ความสามารถในการจัดเก็บวัตถุดิบ) $\rightarrow$ ระยะเวลาที่มีความเหมาะสม

วัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหาร $\rightarrow$ ข้อมูลวัตถุดิบ

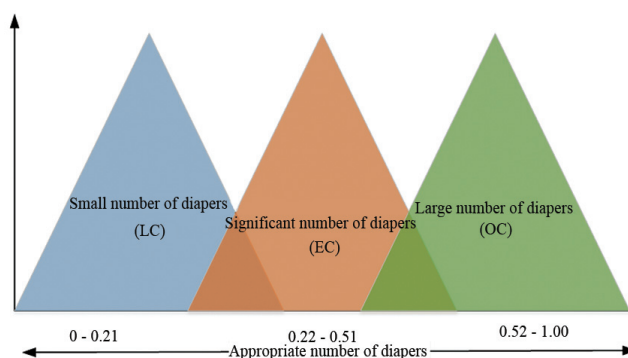
ระยะเวลาที่มีความเหมาะสม $\rightarrow$ ข้อมูลระยะเวลา

ข้อมูลวัตถุดิบ v ข้อมูลระยะเวลา $\rightarrow$ รายงานคำแนะนำการจัดเตรียมวัตถุดิบ

จากกฎดังกล่าว หากความคิดเห็นของผู้ช่วยพ่อครัวและพ่อครัวเป็นจริง ระบบผู้เชี่ยวชาญจะได้รับระยะเวลาที่มีความเหมาะสมต่อการลำเลียงอาหารและวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหาร จากนั้นเมื่อข้อมูลวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหารเป็นจริงจะได้รับข้อมูลวัตถุดิบ และหาระยะเวลาที่มีความเหมาะสมเป็นจริงจะได้รับข้อมูลระยะเวลา และเมื่อข้อมูลวัตถุดิบและข้อมูลระยะเวลาเป็นจริงจะได้รับรายงานคำแนะนำการจัดเตรียมวัตถุดิบ โดยการอนุมานกฎดังกล่าวมีลักษณะของการพิสูจน์โดยการวินิจฉัยสาเหตุของการเกิดคำตอบที่มีความเหมาะสมกับการแก้ปัญหาการวิจัย

จากกฎที่พัฒนาขึ้นนี้ บทความวิจัยฉบับนี้ได้ตอบสนองต่อการทำงานของกฎโดยใช้แนวคิดการใช้ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นฐาน (Knowledge-Based Experience) พัฒนาขึ้นโดย Hahil B. Moller ในปี ค.ศ. 2012 [11] โดยนำมาใช้เพื่อระบุ Linguistic Variable ซึ่งเป็นปัจจัยนำมาใช้เป็นกฎในการตัดสินใจแบบอัตโนมัติของระบบผู้เชี่ยวชาญตลอดจนใช้ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในสายงานนั้น ๆ ในการกำหนดค่าระดับความเข้มข้นของ Fuzzy Degree ภายใน Linguistic Variable แนวคิดดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ช่วยพ่อครัวและพ่อครัว ซึ่งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความเหมาะสมต่อการตัดสินใจในการจัดเตรียมวัตถุดิบและการปรุงอาหาร โดย Linguistic Variable

บทความวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ Triangular Membership Function ร่วมกับการใช้ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นฐานมาใช้ในการกำหนดช่วงความเป็นสมาชิกของ Linguistic Variable แต่ละตัวเพื่อให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถระบุได้ว่าข้อมูลนำเข้าจากพนักงานรับรายการอาหารสอดคล้องกับความเข้มข้นในระดับใดและสอดคล้องกับ Linguistic Variable ตัวใด ยกตัวอย่างบทความวิจัยที่มีความคล้ายคลึงกันนี้ ในปี พ.ศ. 2561 ศรีวรุฒ แรมจันทร์ ได้พัฒนากรอบแนวคิดในการพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อผ้าอ้อมเด็กที่มีความเหมาะสมโดยอาศัย Fuzzy Logic เป็นแนวคิดหลัก [12] บทความวิจัยดังกล่าวได้กำหนด Membership Function โดยอาศัยคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับช่วงความเป็นสมาชิก การกำหนด Linguistic Variable และการกำหนดค่าน้ำหนักภายใน Linguistic Variable แต่ละตัวดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกโดยอาศัยแนวคิด Triangular Membership Function [12]

จากรูปที่ 2 Triangular Membership Function ถูกนำมาใช้ในการกำหนดช่วงของปริมาณผ้าอ้อมโดยมีค่าความเป็นสมาชิกตั้งแต่ 0.1 ปริมาณผ้าอ้อมค่อนข้างน้อยถูกแทนด้วย Linguistic Variable คือ LC มีค่าความเป็นสมาชิก 0 - 0.21 ปริมาณผ้าอ้อมโดยเฉลี่ยถูกแทนด้วย Linguistic Variable คือ EC มีค่าความเป็นสมาชิก 0.22 - 0.51 และปริมาณผ้าอ้อมจำนวนมากถูกแทนด้วย Linguistic Variable คือ OC มีค่าความเป็นสมาชิก 0.52 - 1.00 ข้อมูลทั้งหมดนี้ถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญผ่านการสัมภาษณ์จากผู้วิจัย Triangular Membership Function จะถูกนำมาใช้รองรับข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้งานระบบ โดยระบบจะทำการตัดสินใจว่าข้อมูลนำเข้าสอดคล้องกับช่วงความเป็นสมาชิกในส่วนใดก่อนนำไปทำการประมวลผลผ่าน Inference Engine เพื่อให้ระบบสามารถให้ข้อเสนอแนะต่อผู้ใช้ต่อไป

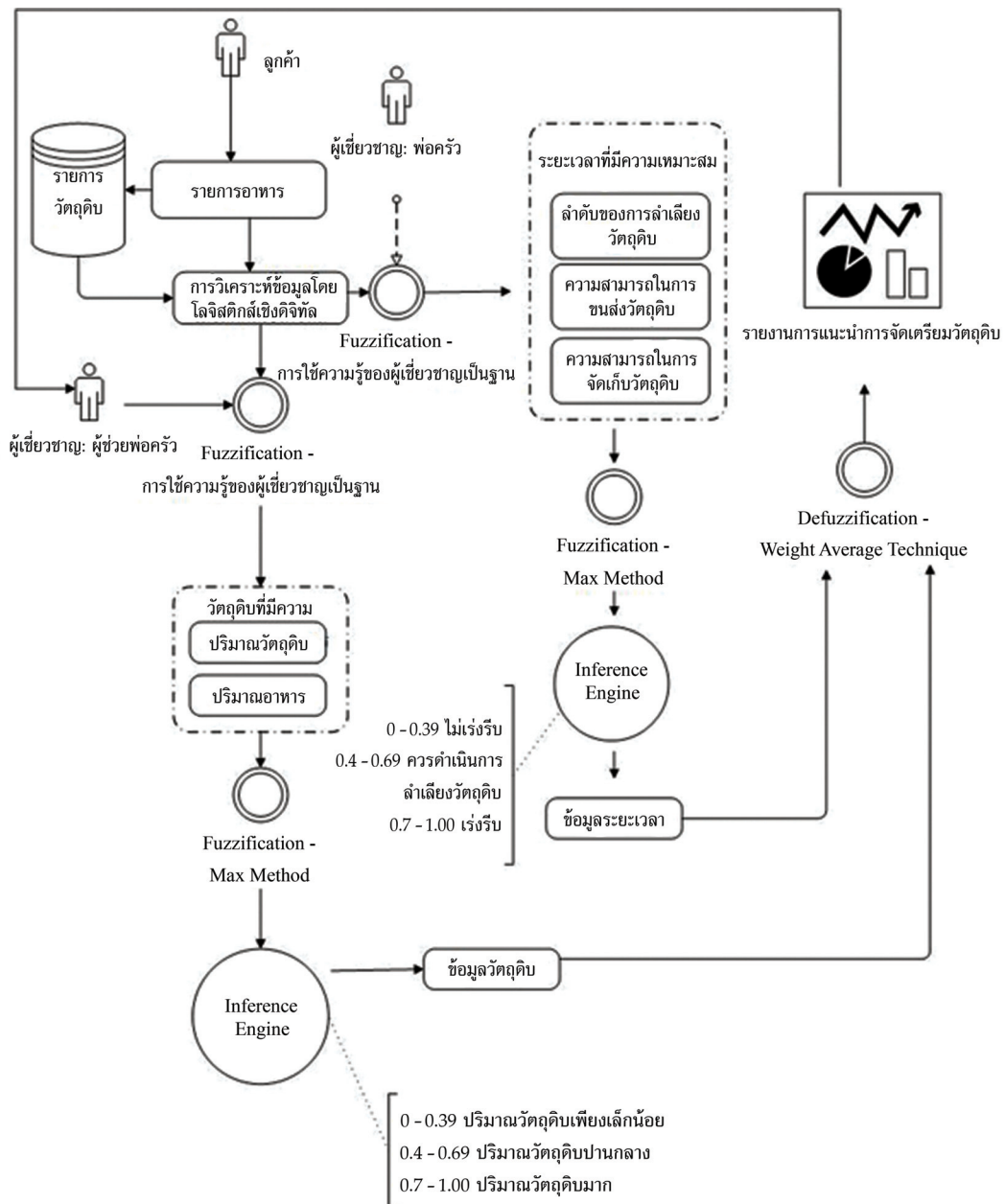
หลังจากบทความวิจัยฉบับนี้ได้ใช้แนวคิด Triangular Membership Function ร่วมกับการกำหนดค่าต่าง ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบชุดคำถามและชุดคำตอบสำหรับการสื่อสารระหว่างมนุษย์และเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโมบายแอปพลิเคชัน อีกทั้งบทความวิจัยฉบับนี้ยังได้ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดความเข้มข้นของระดับความคิดเห็นจากลูกค้าเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบขั้นตอนวิธีของ Fuzzification ในการแปรูปข้อมูลจากลูกค้า ซึ่งมีความคลุมเครือให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ประมวลผลได้โดยบรรจุข้อมูลจากแต่ละปัจจัยลงใน Linguistic Variable ในการวิจัยนี้ได้ใช้ Max Method ในการบูรณาการข้อมูลที่มาจาก Linguistic Variable หลายตัว โดยมุ่งไปที่การเลือกค่าสูงสุดที่ได้รับจากการส่งผ่านข้อมูลสอดคล้องกับการที่ลูกค้าต้องการอาหารรสชาติที่สอดคล้องกับความต้องการของตนเองมากที่สุดภายใต้ระยะเวลาที่สั้นที่สุด ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่กราฟความสัมพันธ์ซึ่งถูกแบ่งเป็น 3 ช่วง ตามแนวคิดของ Triangular Membership Function ประกอบไปด้วย การจัดเตรียมวัตถุดิบในปริมาณน้อย ปานกลาง และมาก จากนั้น Inference Engine จะถูกออกแบบเพื่อนำข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์มาใช้ในการแนะนำปริมาณวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมต่อความต้องการของลูกค้าภายใต้ระยะเวลาของการปรุงอาหารที่เหมาะสมต่อการให้บริการลูกค้า ในท้ายที่สุดงานวิจัยจะทำการออกแบบ Defuzzification เพื่อทำการหลอมรวมข้อมูลทั้งหมดให้กลับไปยังในรูปแบบที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ด้วยการประมวลผลค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average Technique) ซึ่งเหมาะสมกับระบบที่ต้องการประมวลผลข้อมูลจากผู้ใช้หลายคน ที่ป้อนข้อมูลพร้อมกันในคราวเดียวด้วยข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน

2. การทดสอบตัวแบบในการวิจัย

จากการพัฒนาตัวแบบในการวิจัย กระบวนการในการทดลองทดลองจนแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือและโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลได้ถูกนำมาออกแบบกรอบแนวคิดตามทฤษฎีดังแสดงในรูปที่ 3

จากรูปที่ 3 ในขั้นตอนที่ 1) เมื่อลูกค้าทำการสั่งรายการอาหาร ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำเข้าสู่ชุดคำถามและคำตอบในรูปแบบโมบายแอปพลิเคชันโดยพนักงานให้บริการเพื่อแยกแยะประเด็นที่เกี่ยวข้องกับข้อแนะนำเพิ่มเติมของลูกค้า ในขั้นตอนที่ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล จะทำการตรวจสอบรายการอาหารที่ได้รับจากลูกค้าว่าตรงกับวัตถุดิบชนิดใดที่ถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูลวัตถุดิบรายการวัตถุดิบ ขั้นตอนที่ 3) ข้อมูลจากการตรวจสอบจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ Fuzzification โดยระบบได้จัดเตรียม Linguistic Variable ที่เหมาะสม โดยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกับแนวคิดการใช้ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นฐาน ผู้ช่วยพ่อครัว เป็นผู้เสนอแนะข้อมูลรายการวัตถุดิบ คือ ปริมาณวัตถุดิบ และปริมาณอาหาร รายการอาหารดังกล่าวได้ถูกนำมากำหนดให้เป็น Linguistics

Variable โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อการลำเลียงอาหารและการประกอบอาหาร ตลอดจนกำหนดค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับการสนับสนุนให้ระบบสามารถตัดสินใจอย่างเป็นอัตโนมัติ และสอดคล้องกับการให้คำแนะนำที่เหมาะสมในการจัดการวัตถุดิบแก่ผู้ช่วยพ่อครัว ขั้นตอนที่ 4) Max Method จะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าสูงสุดของปริมาณวัตถุดิบร่วมกับปริมาณอาหาร และนำเข้าสู่ Inference Engine ซึ่งแบ่งช่วงการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ช่วง ประกอบไปด้วย 0 - 0.39 ปริมาณวัตถุดิบเพียงเล็กน้อย 0.4 - 0.69 ปริมาณวัตถุดิบปานกลาง และ 0.7 - 1.00 ปริมาณวัตถุดิบมาก



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดตามทฤษฎี

ในอีกทางหนึ่ง ขั้นตอนที่ 5) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลจะทำการตรวจสอบรายการอาหารร่วมกับรายการวัตถุดิบในฐานข้อมูล และนำเข้าสู่กระบวนการ Fuzzification โดยระบบได้จัดเตรียม Linguistic Variable ที่เหมาะสมโดยคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ สอดคล้องกับแนวคิดการใช้ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นฐานโดยมีพ่อครัวเป็นผู้กำหนด Linguistics Variable และกำหนดค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับการสนับสนุนให้ระบบสามารถตัดสินใจอย่างเป็นอัตโนมัติและสอดคล้องกับการให้คำแนะนำที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ข้อมูลระยะเวลาที่มีความเหมาะสมในด้านระยะเวลา อันประกอบไปด้วยลำดับของการล่าเลี้ยงวัตถุดิบ ความสามารถในการขนส่งวัตถุดิบ ความสามารถในการจัดเก็บวัตถุดิบ

ขั้นตอนที่ 6) Max Method จะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าสูงสุดของลำดับการล่าเลี้ยงวัตถุดิบ ความสามารถในการขนส่งวัตถุดิบ ความสามารถในการจัดเก็บวัตถุดิบ ทั้ง 3 รายการนี้ร่วมกัน และนำเข้าสู่ Inference Engine ซึ่งแบ่งช่วงการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ช่วง ประกอบไปด้วย 0 - 0.39 ไม่เร่งรีบ 0.4 - 0.69 ควรดำเนินการล่าเลี้ยงวัตถุดิบ 0.7 - 1.00 เร่งรีบ

ในขั้นตอนสุดท้าย ข้อมูลวัตถุดิบจากขั้นตอนที่ 4 และข้อมูลระยะเวลาจากขั้นตอนที่ 6 จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ Defuzzification โดยใช้การประมวลผลค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในการแปรูปข้อมูลที่มีลักษณะเป็นความถี่ให้กลายเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้ช่วยพ่อครัวในการจัดเตรียมวัตถุดิบเพื่อปรุงอาหารในรูปแบบของรายงานที่แสดงผลผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

ในการทดลองกรอบแนวคิดตามทฤษฎีจะถูกพัฒนาขึ้นให้อยู่ในรูปแบบของโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของขั้นตอนวิธีของบทความวิจัยฉบับนี้ โดยทำการทดลอง 3 เดือนก่อนการใช้โมบายแอปพลิเคชันและ 3 เดือนหลังจากใช้โมบายแอปพลิเคชัน โดยควบคุมกรอบการวิเคราะห์ปริมาณที่รายการอาหารจำนวน 1,000 รายการทั้งก่อนและหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบ เพื่อรวบรวมความถี่ของการเกิดปัญหาผ่านการสังเกตการณ์ของผู้วิจัยและนำค่าความแตกต่างในรูปแบบของสถิติร้อยละมาทำการเปรียบเทียบเพื่อสะท้อนให้เห็นว่า กรอบแนวคิดตามทฤษฎีสามารถนำมาใช้บรรเทาข้อปัญหาจนกระทั่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการวิจัยได้

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาตัวแบบในการวิจัย

บทความวิจัยฉบับนี้ใช้แบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญอันประกอบไปด้วยพ่อครัวจำนวน 3 ราย และผู้ช่วยพ่อครัวจำนวน 3 ราย ซึ่งบทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากร้านอาหารญี่ปุ่นที่มีรูปแบบเป็นครัวเปิดซึ่งได้รับการจัดอันดับความนิยม 3 รายการแรกจากเว็บไซต์ wongnai.com [13] ซึ่งจัดลำดับร้านอาหารจากปริมาณการรีวิวร้านอาหารของลูกค้าที่เข้าไปใช้บริการอาหารญี่ปุ่นแบบครัวเปิดทั่วประเทศสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณการเข้าไปใช้บริการของลูกค้าในประเทศไทย ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุมในร้านอาหารที่มีปริมาณการเข้าถึงใน 3 อันดับแรก บทความวิจัยนี้จึงหยิบยกกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเพื่อเป็นตัวแทนของร้านอาหารญี่ปุ่นแบบครัวเปิดของประเทศไทย ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ประกอบไปด้วย ชุดคำถาม และชุดคำตอบที่ได้รับการแนะนำเกี่ยวกับความถี่ของแต่ละปัจจัย อีกทั้งบทความวิจัยฉบับนี้ยังได้ทำการกำหนดเลขลำดับของชุดคำถามที่ได้จากการสัมภาษณ์ในแต่ละข้อเพื่อการเชื่อมโยงชุดคำถามกับชุดคำตอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดคำถาม

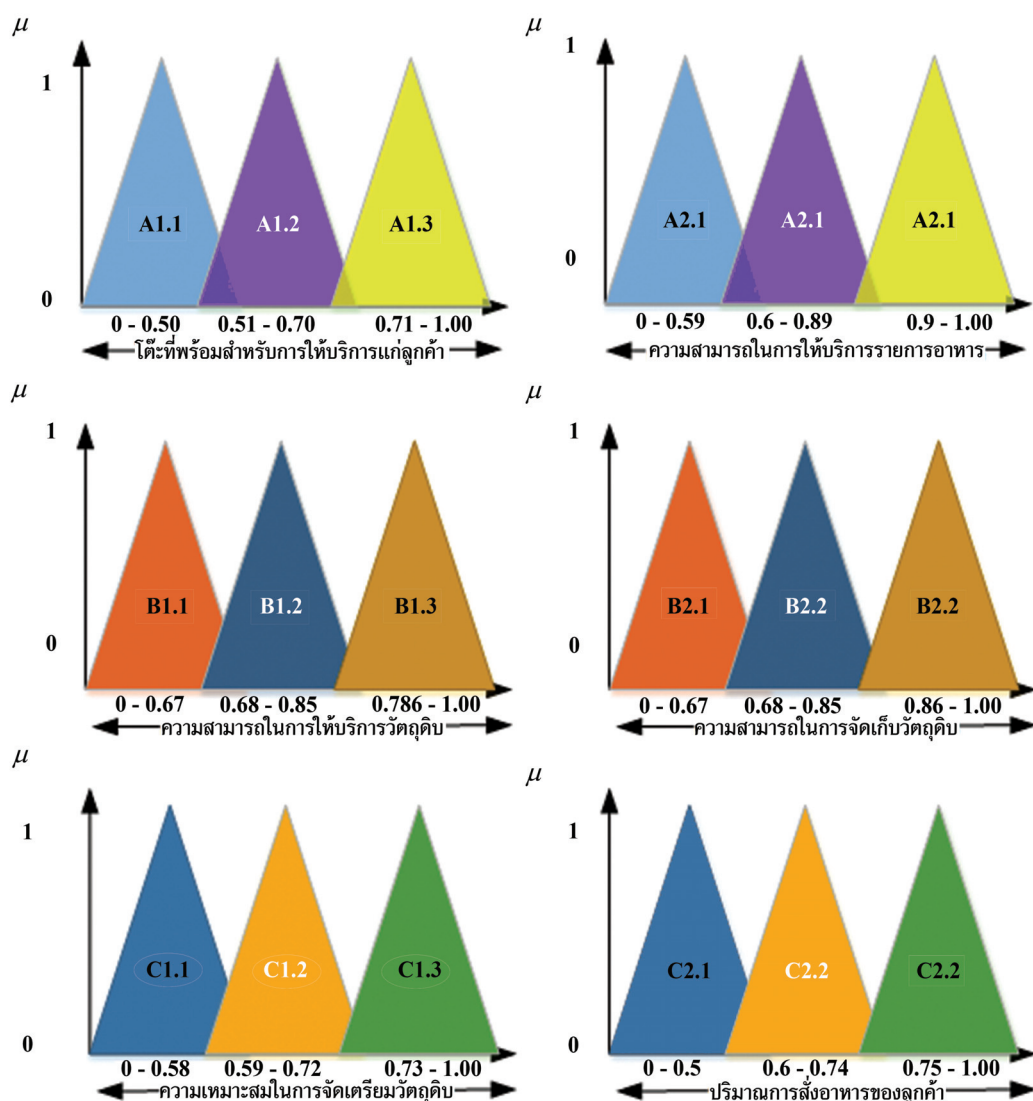
ลำดับ	ข้อมูลการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเพื่อการจัดเตรียมชุดคำถามบนโมบายแอปพลิเคชัน		
	คำถามในการสัมภาษณ์	หมายเลขของคำถาม	ชุดคำถามที่ปรากฏในโมบายแอปพลิเคชัน
1	คำถามในลักษณะใดบ้างที่ลูกค้าใช้ถามคุณเมื่อพวกเขาต้องการสั่งรายการอาหาร	A1	พอลจะมีโต๊ะสำหรับฉันบ้างไหม
		A2	คุณมีอาหารอะไรบ้าง
2	คำถามในลักษณะใดบ้างที่ผู้ช่วยพ่อครัวใช้สื่อสารกับพ่อครัวเพื่อการจัดเตรียมวัตถุดิบ	B1	วัตถุดิบอะไรบ้างที่คุณต้องการใช้เพื่อปรุงอาหาร
		B2	ฉันควรทำวัตถุดิบให้ร้อนหรือจัดเก็บโดยการแช่แข็งก่อนการปรุงอาหารของคุณอย่างไรบ้าง
3	คำถามในลักษณะใดบ้างที่พ่อครัวใช้สื่อสารกับผู้ช่วยพ่อครัวเพื่อการปรุงอาหาร	C1	วัตถุดิบสำหรับอาหารแต่ละจานมีปริมาณ
		C2	ขนาดไหนตามที่ลูกค้าสั่งเข้ามา ลูกค้าแต่ละรายสั่งอาหารกี่จาน

นอกเหนือไปจากการสัมภาษณ์ชุดคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญมักจะใช้สำหรับการสื่อสารในร้านอาหาร ญี่ปุ่นแบบครัวเปิดซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพแล้ว บทความวิจัยฉบับนี้ยังได้ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในการกำหนดระดับความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ (Degree of Fuzzy) สำหรับชุดคำตอบที่ผู้เชี่ยวชาญมักจะใช้สื่อสารภายในร้านอาหารญี่ปุ่นแบบครัวเปิด โดยการกำหนดค่าข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 รายจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย Mean of MAX Method เพื่อให้ได้การกำหนดค่าโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีส่วนร่วม อีกทั้งบทความวิจัยฉบับนี้ยังได้กำหนด Linguistic Variable เพื่อรองรับข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือสำหรับชุดคำตอบแต่ละข้อ การกำหนด Linguistic Variable คำนวณของ Linguistic Variable แต่ละตัวตลอดจนค่าความเป็นสมาชิกของ Linguistic Variable นั้นได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญโดยสอดคล้องกับแนวคิด Triangular technique โดยหมายเลขของชุดคำถามในตารางที่ 1 จะถูกเชื่อมโยงเข้ากับชุดคำตอบ ดังตารางที่ 2

ผู้เชี่ยวชาญแต่ละรายได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการกำหนดความถี่สำหรับชุดคำตอบแต่ละข้อ บทความวิจัยฉบับนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ยเพื่อนำข้อมูลกำหนดลงในขั้นตอนวิธีและข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อล้วนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเข้าใกล้ 0 อันหมายถึงข้อมูลมีการกระจายน้อย และผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันแม้ในแต่ละร้านจะมีกระบวนการทำงานแตกต่างกันบ้างในรายละเอียด [14]

จากการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญระดับความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือทั้งหมดจะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบของ Membership Function ตามทฤษฎีของ Triangular Weave Form ดังรูปที่ 4

หลังจากการจัดเตรียมชุดคำถามและชุดคำตอบ ระบบจะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการตัดสินใจ โดยบทความวิจัยฉบับนี้ยังได้ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดระดับความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจ อันประกอบไปด้วย ระยะเวลาที่มีความเหมาะสมและวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหารโดยคำตอบได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ตามแนวคิดของ Logistic Classification อีกทั้งระดับความถี่ที่ได้รับจากการแนะนำของผู้เชี่ยวชาญยังได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Mean of MAX Method เพื่อให้เกิดความสอดคล้องของการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดบทความวิจัยฉบับนี้ ดังตารางที่ 3



รูปที่ 4 Membership Function ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ราย เพื่อกำหนดช่วงในการตัดสินใจอย่างเป็นอัตโนมัติให้กับระบบ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยค่าเฉลี่ยเพื่อนำข้อมูลทั้งหมดกำหนดลงในขั้นตอนวิธี อีกทั้งจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเห็นได้ว่าข้อมูลทั้งหมดเข้าใกล้ 0 อันแสดงให้เห็นถึงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกันแม้ว่าในแต่ละร้านจะมีกระบวนการในการดำเนินงานแตกต่างกันเล็กน้อย [14]

ตารางที่ 2 ชุดค่าตอบและข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ

หมายเลขของคำถามจากตารางที่ 1	ชุดค่าตอบที่ปรากฏในโมบายแอปพลิเคชัน	Linguistic Variable	ข้อมูลการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเพื่อการจัดเตรียมชุดคำตอบบนโมบายแอปพลิเคชัน						ข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือจากผู้เชี่ยวชาญ (Average)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
			Fuzzy Degree ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายที่ 1	Fuzzy Degree ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายที่ 2	Fuzzy Degree ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายที่ 3	Fuzzy Degree ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายที่ 4	Fuzzy Degree ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายที่ 5	Fuzzy Degree ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายที่ 6		
A1	ขอโทษครับ/ค่ะคุณลูกค้า โปะเต็มครับ/โปะถูกของไหมคะแสดงครับ	A1.1	0.41	0.39	0.43	0.42	0.44	0.45	0.31	0.07
		A1.2	0.49	0.5	0.48	0.53	0.54	0.51	0.43	0.02
		A1.3	0.72	0.77	0.71	0.69	0.75	0.71	0.81	0.02
A2	คุณลูกค้าจะรับรายการอาหารอะไรครับ	A2.1	0.25	0.26	0.29	0.27	0.24	0.28	0.24	0.03
		A2.2	0.6	0.59	0.62	0.61	0.63	0.6	0.51	0.02
		A2.3	0.91	0.89	0.96	0.88	0.95	0.9	0.73	0.03
B1	ฉันอยากได้อาหารประเภท	B1.1	0.31	0.14	0.13	0.15	0.16	0.13	0.27	0.02
		B1.2	0.65	0.68	0.64	0.68	0.66	0.68	0.61	0.01
		B1.3	0.83	0.82	0.85	0.81	0.86	0.86	0.92	0.03
B2	จัดเก็บวัตถุดิบลงในกล่องบรรจุภัณฑ์	B2.2	0.13	0.14	0.13	0.15	0.16	0.13	0.14	0.01
		B2.3	0.65	0.68	0.64	0.68	0.66	0.68	0.67	0.02
		B2.3	0.83	0.82	0.85	0.81	0.86	0.86	0.84	0.02
C1	จัดเตรียมวัตถุดิบแต่ละอย่างเพียงเล็กน้อย	C1.1	0.44	0.5	0.46	0.46	0.5	0.49	0.48	0.03
		C1.2	0.6	0.59	0.59	0.63	0.65	0.59	0.61	0.03
		C1.3	0.73	0.72	0.74	0.75	0.74	0.73	0.74	0.01
C2	ลูกค้าสั่งอาหารเพียง 1 งาน	C2.1	0.29	0.34	0.35	0.31	0.34	0.31	0.32	0.02
		C2.2	0.59	0.6	0.65	0.63	0.59	0.6	0.61	0.02
		C2.3	0.73	0.72	0.76	0.77	0.75	0.75	0.75	0.02

ตารางที่ 3 การกำหนดความถี่ของผลลัพธ์จากการตัดสินใจ

ลำดับ ที่	ระดับความถี่ของผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจ									
	ปัจจัยใน การวิเคราะห์ ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	เงื่อนไขในการตัดสินใจตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อมูลเชิง ตรรกศาสตร์ แบบคลุมเครือ จากผู้เชี่ยวชาญ (Average)	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน
			รายที่ 1	รายที่ 2	รายที่ 3	รายที่ 4	รายที่ 5	รายที่ 6		
1	ระยะเวลาที่มี ความเหมาะสม	ไม่เร่งรีบ	0.19	0.25	0.23	0.21	0.18	0.2	0.21	0.03
		ควรดำเนินการ ล่าช้าลงเล็กน้อย	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.58	0.57	0.01
		เร่งรีบ	0.89	0.95	0.93	0.91	0.9	0.89	0.91	0.02
2	ปริมาณวัตถุดิบที่ มีความเหมาะสม กับอาหาร	ปริมาณวัตถุดิบ เพียงเล็กน้อย	0.16	0.18	0.15	0.18	0.21	0.16	0.17	0.02
		ปริมาณวัตถุดิบ ปานกลาง	0.63	0.65	0.72	0.66	0.69	0.7	0.68	0.03
		ปริมาณวัตถุดิบมาก	0.91	0.91	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.02

จากการกำหนดค่าโดยคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาขั้นตอนวิธี
เพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจของระบบเกี่ยวกับระยะเวลาที่เหมาะสมและวัตถุดิบที่เหมาะสมกับอาหาร
โดยอาศัยข้อมูลนำเข้าทั้งหมดที่ได้รับการแนะนำการกำหนดค่าจากผู้เชี่ยวชาญดังอธิบายในตารางที่ 1 - 2
ในรูปของสมการดังสมการที่ (1)

$$\begin{aligned}
 A1(A1.1, A1.2, A1.3) &= Support \max(\mu_{A1.1}(x), \mu_{A1.2}(x), \mu_{A1.3}(x)) \\
 A2(A2.1, A2.2, A2.3) &= Support \max(\mu_{A2.1}(x), \mu_{A2.2}(x), \mu_{A2.3}(x)) \\
 B1(B1.1, B1.2, B1.3) &= Support \max(\mu_{B1.1}(x), \mu_{B1.2}(x), \mu_{B1.3}(x)) \\
 B2(B2.1, B2.2, B2.3) &= Support \max(\mu_{B2.1}(x), \mu_{B2.2}(x), \mu_{B2.3}(x)) \\
 C1(C1.1, C1.2, C1.3) &= Support \max(\mu_{C1.1}(x), \mu_{C1.2}(x), \mu_{C1.3}(x)) \\
 C2(C2.1, C2.2, C2.3) &= Support \max(\mu_{C2.1}(x), \mu_{C2.2}(x), \mu_{C2.3}(x)) \\
 ST(A1, A2, B1, B2) &= Support \max(\mu_{A1}(x), \mu_{A2}(x), \mu_{B1}(x), \mu_{B2}(x)) \\
 & \quad if (ST \geq 0.7) Then TD = 0.91 \\
 & \quad else if (ST \geq 0.4) Then TD = 0.57 \\
 & \quad else TD = 0.21 \\
 SM(C1, C2) &= Support \max(\mu_{C1}(x), \mu_{C2}(x)) \\
 & \quad if (SM \geq 0.7) Then MD = 0.94 \\
 & \quad else if (SM \geq 0.4) Then MD = 0.68 \\
 & \quad else if MD = 0.17 \\
 SL &= TD \cup MD \\
 SR &= \{x' | \mu_{SR}(x') = Support \mu_{SR}(x)\} \\
 MOM(SL) &= \sum_{x' \in SR} x' / SR
 \end{aligned} \tag{1}$$

A1	คือ โต๊ะที่พร้อมสำหรับการให้บริการลูกค้า โดย A1.1 - 1.3 คือ ค่าความเป็นสมาชิกของ A1
A2	คือ ความสามารถในการให้บริการรายการอาหาร โดย A2.1 - 2.3 คือ ค่าความเป็นสมาชิกของ A2
B1	คือ ความสามารถในการให้บริการวัตถุดิบ โดย B1.1 - 1.3 คือ ค่าความเป็นสมาชิกของ B1
B2	คือ ความสามารถในการจัดเก็บวัตถุดิบ โดย B2.1 - 2.3 คือ ค่าความเป็นสมาชิกของ B2
C1	คือ ความเหมาะสมในการจัดเตรียมวัตถุดิบ โดย C1.1 - 1.3 คือ ค่าความเป็นสมาชิกของ C1
C2	คือ ปริมาณการสั่งอาหารของลูกค้า โดย C2.1 - 2.3 คือ ค่าความเป็นสมาชิกของ C2
ST	คือ ระยะเวลาที่มีความเหมาะสม
SM	คือ วัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหาร
TD	คือ ข้อมูลระยะเวลา
MD	คือ ข้อมูลวัตถุดิบ
SL	คือ ระดับความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือที่วิเคราะห์จากข้อมูลระยะเวลาและข้อมูลวัตถุดิบ
SR	คือ ผลการวิเคราะห์สัดส่วนเพื่อการคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระหว่างข้อมูลระยะเวลาและข้อมูล วัตถุดิบสอดคล้องกับหลักการ Defuzzification ในการแปรรูปความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือให้กลับมาอยู่ในรูปแบบที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้
MOM	คือ ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในรายงานการแนะนำการจัดเตรียมวัตถุดิบ

ระบบจะทำการตัดสินใจสอดคล้องกับสมการด้านบน โดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 1 - 2 ในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังกล่าวในตารางที่ 3 โดยระยะเวลาที่เหมาะสมและปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสมกับอาหารจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วย Mean of Maximum Method เพื่อให้ได้ข้อแนะนำจากระบบ บทความวิจัยฉบับนี้ได้เลือกค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weight Average Technique) สำหรับ Defuzzification [15] เพื่อแปรรูปความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือให้กลับมาอยู่ในรูปแบบที่รองรับต่อการอ่านข้อมูลของผู้ช่วยพ่อครัวในการจัดเตรียมวัตถุดิบ โดยประกอบไปด้วย ผลลัพธ์ทั้งหมด 3 รูปแบบ 1) ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์สูง หมายถึง ผู้ช่วยพ่อครัวควรเร่งทำการล้างวัตถุดิบปริมาณมากไปสู่กระบวนการปรุงอาหารโดยพ่อครัว ในขณะเดียวกันต้องทำการแช่แข็งวัตถุดิบที่เหลือในตู้แช่แข็ง 2) ค่าเฉลี่ยปานกลาง หมายถึง ผู้ช่วยพ่อครัวควรทำการล้างวัตถุดิบปริมาณปานกลางไปสู่กระบวนการปรุงอาหารโดยพ่อครัว และจัดเก็บวัตถุดิบที่เหลือในตู้แช่แข็ง 3) ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์ต่ำ หมายถึง ผู้ช่วยพ่อครัวควรจัดลำดับความสำคัญของการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหาร จากนั้นทำการจัดเก็บวัตถุดิบที่เหลือในกล่องจัดเตรียมวัตถุดิบเพื่อรอเข้าสู่กระบวนการปรุงอาหารโดยพ่อครัว โดยบทความวิจัยฉบับนี้จะทำการสาธิตการประมวลผล

ของระบบภายใต้ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ในกรณีที่ร้านอาหารมีโต๊ะพร้อมให้บริการ พนักงานจะเลือกรายการ A1.3 ซึ่งมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.81 บน Triangular Weave Form โดยการเลือกดังกล่าวเป็นการเลือกบนฐานของ Maximum Method คือค่าสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับความรู้สึกของพนักงาน

2. ในกรณีที่ในครัวแบบเปิดมีรายการอาหารที่รอปรงอยู่จำนวนมาก พนักงานจะเลือกรายการ A2.1 ซึ่งมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.24 บน Triangular Weave Form โดยการเลือกดังกล่าวเป็นการเลือกบนฐานของ Maximum Method คือค่าสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับความรู้สึกของพนักงาน

3. ในกรณีที่ลูกค้าสั่งอาหารที่เน้นวัตถุดิบที่เป็นเนื้อสัตว์ พนักงานจะเลือกรายการ B3.1 ซึ่งมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.92 บน Triangular Weave Form โดยการเลือกดังกล่าวเป็นการเลือกบนฐานของ Maximum Method คือค่าสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับความรู้สึกของพนักงาน

4. ในกรณีที่ลูกค้าสั่งอาหารที่เน้นวัตถุดิบที่เป็นเนื้อสัตว์ผู้ช่วยพ่อครัวจะเลือกรายการ B2.3 ซึ่งมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.84 บน Triangular Weave Form โดยการเลือกดังกล่าวเป็นการเลือกบนฐานของ Maximum Method คือค่าสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับความรู้สึกของผู้ช่วยพ่อครัว

5. ในกรณีที่ลูกค้าสั่งรายการอาหารรสชาติค่อนข้างจัด ผู้ช่วยพ่อครัวจะเลือกรายการ C1.1 ซึ่งมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.48 บน Triangular Weave Form โดยการเลือกดังกล่าวเป็นการเลือกบนฐานของ Maximum Method คือค่าสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับความรู้สึกของผู้ช่วยพ่อครัว

6. ในกรณีที่ลูกค้าสั่งรายการอาหารเพียงจานเดียว ผู้ช่วยพ่อครัวจะเลือกรายการ C2.1 ซึ่งมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.32 บน Triangular Weave Form โดยการเลือกดังกล่าวเป็นการเลือกบนฐานของ Maximum Method คือค่าสูงสุดที่เหมาะสมกับระดับความรู้สึกของผู้ช่วยพ่อครัว

ระบบจะใช้ Maximum Method ในการคำนวณค่าสูงสุดของระยะเวลาที่มีความเหมาะสมเพื่อทำการ Fuzzification ดังนี้ $0.92 = \max(0.81, 0.24, 0.92, 0.84)$

ถ้าระยะเวลาที่มีความเหมาะสม (0.92) มากกว่า 0.7 แล้วให้ข้อมูลระยะเวลามีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.91

ถ้าระยะเวลาที่มีความเหมาะสม (0.92) มากกว่า 0.4 แล้วให้ข้อมูลระยะเวลามีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.57

ถ้าไม่เข้าเงื่อนไขใด ๆ เลย ให้ข้อมูลระยะเวลามีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.21

ดังนั้นข้อมูลระยะเวลามีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.91

ระบบจะใช้ Maximum Method ในการคำนวณค่าสูงสุดของวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหารเพื่อทำการ Fuzzification ดังนี้ $0.48 = \max(0.48, 0.32)$

ถ้าวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหาร (0.48) มากกว่า 0.7 แล้วให้ข้อมูลวัตถุดิบมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.94

ถ้าวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับอาหาร (0.48) มากกว่า 0.4 แล้วให้ข้อมูลวัตถุดิบมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.68

ถ้าไม่เข้าเงื่อนไขใด ๆ เลย ให้วัตถุดิบมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.17

ดังนั้นข้อมูลวัตถุดิบจะมีความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.4

$$\begin{aligned} & \text{ระดับความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ} = \\ & \frac{\text{ข้อมูลระยะเวลา (จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูลระยะเวลา) + ข้อมูลวัตถุดิบที่มีความเหมาะสม}}{\text{(จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุดิบที่มีความเหมาะสม)}} \quad (2) \\ & \frac{\text{(จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูลระยะเวลา + จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุดิบที่มีความเหมาะสม)}}{\text{(จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูลระยะเวลา + จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุดิบที่มีความเหมาะสม)}} \end{aligned}$$

จากการประมวลผลด้วยสมการที่ (2) ระดับความถี่ของข้อมูลเชิงตรรกศาสตร์แบบคลุมเครืออยู่ที่ 0.65 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางโดยผู้ตัดสินใจในการใช้สารสนเทศคือ ผู้ช่วยพ่อครัว ซึ่งควรทำการลำเลียงวัตถุดิบปริมาณปานกลางไปสู่กระบวนการปรุงอาหารโดยพ่อครัว และจัดเก็บวัตถุดิบที่เหลือในตู้แช่เย็น

ผลการทดสอบตัวแบบในการวิจัย

เมื่อขั้นตอนวิธีได้ถูกพัฒนาขึ้นและข้อมูลได้ถูกกำหนดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันเพื่อจำลองขั้นตอนวิธีการสนับสนุนการตัดสินใจบนข้อมูลที่ได้ถูกกำหนดไว้ตามแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยชุดคำถามและชุดคำตอบได้ถูกพัฒนาเป็นตัวต้นแบบสำหรับแสดงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ดังรูปที่ 5

ระบบแนะนำผู้ช่วยพ่อครัว

1. พอจะมีโต๊ะสำหรับนั่งใหม่
 - ☐ ขอโทษด้วยครับคุณลูกค้า ได้ครับครับ/ได้ถูกจองไว้หมดเลยครับ
 - ☐ คุณลูกค้าอยากจะได้โต๊ะไหนครับ
 - ☐ เรายังมีว่างครับ เชิญทางนี้
2. คุณมีอาหารอะไรบ้าง
 - ☐ คุณลูกค้าจะรับรายการอาหารอะไรครับ
 - ☐ เชิญคุณลูกค้ารับเมนูก่อนครับ
 - ☐ คุณลูกค้าอยากจะรับอาหารอะไรก่อนไหมครับ
3. วัตถุดิบอะไรบ้างที่คุณต้องการใช้เพื่อปรุงอาหาร
 - ☐ ฉันอยากได้อาหารประเภทหมู
 - ☐ ฉันอยากได้อาหารประเภทผัก
 - ☐ ฉันอยากได้อาหารประเภทเนื้อสัตว์

รูปที่ 5 ตัวต้นแบบสำหรับการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

จากรูปที่ 5 ตัวต้นแบบได้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นโมบายแอปพลิเคชันซึ่งถูกใช้ในร้านอาหารญี่ปุ่นแบบครัวเปิดเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมบายแอปพลิเคชันอันสะท้อนถึงประสิทธิภาพของกรอบแนวคิดในที่สุด โดยระบบจะถูกนำไปทำการทดลองกับผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำในการกำหนดข้อมูลคือ พ่อครัวจำนวน 3 ราย และผู้ช่วยพ่อครัวจำนวน 3 ราย ผลลัพธ์ของการทดลองจะถูกรวบรวม 3 เดือนก่อนหน้าที่จะใช้งานระบบ และหลังจาก 3 เดือนที่ใช้งานระบบ ซึ่งได้รับผลลัพธ์จากการทดลองดังตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 ผลการทดลองก่อนการใช้งานระบบใน 3 เดือนแรกโดยกำหนดกรอบความถี่ที่การสั่งอาหารจำนวน 1,000 รายการ

ลำดับที่	คำถามการทดลอง	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			ค่าเฉลี่ยจาก สัดส่วนรายการ อาหาร 1,000 รายการ
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
1	ระดับความถี่ของข้อผิดพลาดจากผู้ช่วยพ่อครัวที่พ่อครัวไม่อาจยอมรับได้	7	11	9	7	8	6	7	4	13	7.2
2	ระดับความถี่ของการที่กระบวนการปรุงอาหารถูกขัดจังหวะจากการที่ผู้ช่วยพ่อครัวมีความเข้าใจไม่ตรงกับที่พ่อครัวต้องการ	17	14	16	15	12	14	8	12	11	12.4
3	ปริมาณอาหารที่มีคุณภาพไม่ดีจากความผิดพลาดในการใช้ปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมกับอาหาร	6	7	4	6	9	4	4	6	8	5.4
4	ความถี่จากการที่พ่อครัวประสบกับปัญหาการเรียงลำดับของการเสิร์ฟวัตถุดิบที่ผิดพลาดโดยผู้ช่วยพ่อครัว	9	7	8	9	9	8	6	9	9	7.4
5	ความถี่ของการที่ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารได้ในระยะเวลาอันเหมาะสม	14	13	14	21	14	14	13	12	21	13.6
6	ความถี่ในการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องจากการจัดเตรียมวัตถุดิบซึ่งไม่สอดคล้องกับลำดับในการเสิร์ฟวัตถุดิบที่ถูกต้อง	10	11	8	7	9	9	15	7	5	8.1

จากตารางที่ 4 บทความวิจยฉบับนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลความผิดพลาดอันเกิดจากปัญหาในการสื่อสาร ผ่านการสังเกตการณ์ก่อนหน้าที่กลุ่มตัวอย่างจะใช้งานระบบที่ทำการพัฒนาขึ้น โดยมีกรอบการวิเคราะห์ข้อมูลอาหารจำนวน 1,000 รายการในรอบ 3 เดือน โดยข้อมูลความถี่ทั้งหมดจะถูกนำมาวิเคราะห์ให้อยู่ในรูปแบบค่าเฉลี่ย หลังจากนั้นบทความวิจยฉบับนี้จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลผ่านการสังเกตการณ์หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นในรอบ 3 เดือนหลัง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดลองหลังการใช้งานระบบใน 3 เดือนหลังโดยกำหนดรอบความถี่ที่การสั่งอาหาร จำนวน 1,000 รายการ

ลำดับที่	คำถามการทดลอง	เดือนที่ 4			เดือนที่ 5			เดือนที่ 6			ค่าเฉลี่ยจาก สัดส่วน รายการ อาหาร 1,000 รายการ
		ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	ร้านที่ 1	ร้านที่ 2	ร้านที่ 3	
1	ระดับความถี่ของข้อผิดพลาดจากผู้ช่วยพ่อครัวที่พ่อครัวไม่อาจยอมรับได้	9	6	6	8	7	5	6	9	11	6.7
2	ระดับความถี่ของการที่กระบวนการปรุงอาหารถูกขัดจังหวะจากการที่ผู้ช่วยพ่อครัวมีความเข้าใจไม่ตรงกับพ่อครัวต้องการ	9	12	13	11	8	8	14	11	5	9.1
3	ปริมาณอาหารที่มีคุณภาพไม่ดีจากความผิดพลาดในการใช้ปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมกับอาหาร	4	2	4	1	2	4	2	2	3	2.4
4	ความถี่จากการที่พ่อครัวประสบกับปัญหาการเรียงลำดับของการล้างวัตถุดิบที่ผิดพลาดโดยผู้ช่วยพ่อครัว	5	8	9	4	7	6	7	8	9	1.1
5	ความถี่ของการที่ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารได้ในระยะเวลาอันเหมาะสม	10	8	11	9	7	10	8	11	13	4.9
6	ความถี่ในการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องจากการจัดเตรียมวัตถุดิบซึ่งไม่สอดคล้องกับลำดับในการล้างวัตถุดิบที่ถูกต้อง	7	7	3	6	8	4	4	6	8	2.8

จากตารางที่ 4 และ 5 บทความวิจัยฉบับนี้ได้ทำการสรุปผลการสังเกตการณ์ก่อนและหลังจากการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นของกลุ่มตัวอย่างและได้รับผลการทดลองดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการทดลอง

ลำดับ ที่	ผลการทดลอง			
	คำถามการทดลอง	ร้อยละของความสำเร็จก่อน การใช้งานระบบต่อรายการ อาหาร จำนวน 1,000 รายการ ในระยะเวลา 3 เดือน	ร้อยละของความสำเร็จหลัง การใช้งานระบบต่อรายการ อาหาร จำนวน 1,000 รายการ ในระยะเวลา 3 เดือน	ร้อยละของความแตกต่าง ของความสำเร็จในการเกิด ปัญหาก่อนและหลังการ ใช้งานระบบ
1. วัตถุประสงค์ในการวิจัย : เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายด้วยแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ				
1	ระดับความถี่ของข้อผิดพลาดจากผู้ช่วยพ่อครัวที่พ่อครัวไม่อาจยอมรับได้	7.2	6.7	0.5
2	ระดับความถี่ของการที่กระบวนการปรุงอาหารถูกขัดจังหวะจากการที่ผู้ช่วยพ่อครัวมีความเข้าใจไม่ตรงกับที่พ่อครัวต้องการ	12.4	9.1	3.3
3	ปริมาณอาหารที่มีคุณภาพไม่ดีจากความผิดพลาดในการใช้ปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมกับอาหาร	5.4	2.4	3
2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย : เพื่อลดระยะเวลาในการปรุงอาหารเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าได้ตามเวลาที่คาดหวังด้วยแนวคิดของโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล				
4	ความถี่จากการที่พ่อครัวประสบกับปัญหาการเรียงลำดับของการสำเวยวัตถุดิบที่ผิดพลาดโดยผู้ช่วยพ่อครัว	7.4	6.3	1.1
5	ความถี่ของการที่ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารได้ในระยะเวลาอันเหมาะสม	13.6	8.7	4.9
6	ความถี่ในการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องจากการจัดเตรียมวัตถุดิบซึ่งไม่สอดคล้องกับลำดับในการสำเวยวัตถุดิบที่ถูกต้อง	8.1	5.3	2.8

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองลำดับที่ 1 หลังจากการใช้งานระบบพบความถี่ที่ลดลงของการทำงานที่ผิดพลาดของผู้ช่วยพ่อครัวจากร้อยละ 7.2 เหลือเพียงร้อยละ 6.7 โดยพบความแตกต่างที่ร้อยละ 0.5 ลำดับที่ 2 หลังการใช้งานระบบพบความถี่ที่ลดลงของการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องมาจากความเข้าใจที่ไม่ตรงกันระหว่างพ่อครัวและผู้ช่วยพ่อครัวจากร้อยละ 12.4 เหลือเพียงร้อยละ 9.1 โดยพบความแตกต่างที่ร้อยละ 3.3 ลำดับที่ 3 หลังจากการใช้งานระบบพบความถี่ที่ลดลงของปริมาณอาหารที่มีคุณภาพไม่ดีอันเนื่องจากการจัดเตรียมปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมจากร้อยละ 5.4 เหลือเพียงร้อยละ 2.4 โดยพบความแตกต่างที่ร้อยละ 3 ดังนั้นบทความวิจัยฉบับนี้จึง ยอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 โดยตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือสามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารของผู้ช่วยพ่อครัวได้อันสะท้อนให้เห็นว่า บทความวิจัยฉบับนี้ได้บรรลุต่อวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายด้วยแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือ

จากผลการทดลองลำดับที่ 4 หลังจากการใช้งานระบบพบความถี่ที่ลดลงจากการที่พ่อครัวประสบปัญหาจากการเรียงลำดับวัตถุดิบที่ผิดพลาดโดยผู้ช่วยพ่อครัวจากร้อยละ 7.4 เหลือเพียงร้อยละ 6.3 โดยพบความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 1.1 ลำดับที่ 5 หลังการใช้งานระบบพบความถี่ที่ลดลงของการที่ผู้ช่วยพ่อครัวไม่สามารถจัดเตรียมวัตถุดิบในการปรุงอาหารได้ในระยะเวลาอันเหมาะสมจากร้อยละ 13.6 เหลือเพียงร้อยละ 8.7 โดยพบความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 4.9 และลำดับที่ 6 หลังจากการใช้งานระบบพบความถี่ที่ลดลงของการถูกขัดจังหวะในการปรุงอาหารอันเนื่องจากการจัดเตรียมวัตถุดิบ ซึ่งไม่สอดคล้องกับลำดับในการลำดับวัตถุดิบที่ถูกต้องจากร้อยละ 8.1 เหลือเพียงร้อยละ 5.3 โดยพบความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 2.8 ดังนั้นบทความวิจัยฉบับนี้จึงยอมรับ H_3 ปฏิเสธ H_2 โดยโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลสามารถช่วยลดระยะเวลาในการลำดับวัตถุดิบในการปรุงอาหารของพ่อครัวได้ อันสะท้อนให้เห็นว่า บทความวิจัยฉบับนี้ได้บรรลุต่อวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ การลดระยะเวลาในการปรุงอาหารของพ่อครัวเพื่อให้บริการแก่ลูกค้าได้ตามเวลาที่คาดหวังด้วยแนวคิดของโลจิสติกส์เชิงดิจิทัล สอดคล้องกับผลลัพธ์จากงานวิจัยเรื่อง Determination of Material Handling Equipment for Lean In-Plant Logistics Using Fuzzy Analytical Network Process Considering Risk Attitudes of the Experts [16] ซึ่งได้พัฒนาและทดสอบการนำเอาตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือเข้าไปวิเคราะห์อุปสรรคที่มีความเหมาะสมต่อกระบวนการผลิตแบบสิ้นเชิงเดียวกับบทความวิจัยฉบับนี้ ซึ่งมุ่งวิเคราะห์วัตถุดิบที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิต อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลลัพธ์จากการวิจัยเรื่อง Supplier Selection Group Decision Making in Logistics Service Value Cocreation Based on Intuitionistic Fuzzy Sets [17] ซึ่งได้ทำการแปรูปข้อมูลเชิงนามธรรมให้กลายเป็นระดับความถี่ของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือเช่นเดียวกับบทความวิจัยฉบับนี้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการเพิ่มมูลค่าของการให้บริการของกระบวนการทางโลจิสติกส์ ตลอดจนสอดคล้องกับผลลัพธ์จากการวิจัยเรื่อง The Future of Logistics in Emerging Markets-Fuzzy Clustering Scenarios Grounded in Institutional and Factor-Market Rivalry Theory [18] ซึ่งมีกระบวนการในการรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจนกระทั่งได้ปัจจัยที่ส่งอิทธิพลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนด้านโลจิสติกส์เช่นเดียวกับบทความวิจัยนี้

ดังนั้นผลการทดลองได้พิสูจน์ประสิทธิภาพของกรอบแนวคิดตามทฤษฎีที่ได้เรียงร้อยเอาแนวคิดของตรรกศาสตร์แบบคลุมเครือเข้ากับแนวคิดของโลจิสติกส์เชิงดิจิทัลเพื่อทำการบรรเทาข้อปัญหาในการวิจัย

ข้อสรุป

กรอบแนวคิดตามทฤษฎีสามารถถูกนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการบริการด้านอาหารสำหรับธุรกิจบริการในการลดปัญหาในการจัดเตรียมวัตถุดิบและระยะเวลาอันเหมาะสมสำหรับการจัดเตรียมอาหารให้ตรงกับความต้องการอันหลากหลายของลูกค้า อย่างไรก็ตามการนำไปประยุกต์ใช้ยังสามารถนำกรอบแนวคิดตามทฤษฎีไปพัฒนาด้วยโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ เช่น โมบายแอปพลิเคชัน หรือซอฟต์แวร์ที่ถูกติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และยังสามารถให้ผู้วิจัยรายอื่น ๆ ที่มีความสนใจในข้อปัญหาวิจัยที่คล้ายคลึงกันนี้ นำไปพัฒนาให้ได้มาซึ่งกรอบแนวคิดตามทฤษฎีที่ซับซ้อนและแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

References

- [1] Piensub, M. (2012.) **Okonomiyaki Japanese Pizza**. Access (7 July, 2017). Available (<https://www.youtube.com/watch?v=uM8MpQcgq6U>)
- [2] Turkalj, Fasic and Dujak. (2008). Conflict Management in Organization. **Interdisciplinary Management Research**. Vol. 4, pp. 505-515
- [3] Zadeh. (1892). **Fuzzy Sets**. Oxford: Clarendon
- [4] Wang, Y. J., Han, T. C., and Kao, C. S. (2012). A Fuzzy Decision-Making Model for Supplier Selection of Logistics. In **Proceedings of the 2012 Third International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications**. pp. 168-171. DOI: 10.1109/IBICA.2012.12
- [5] Alaoui, M. E. and Ben-Azza, H. (2017). Aggregation of Performance Indicators for Supply Chain and Fuzzy Logic Extensions Applied to Green Supply Chain. In **2017 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)**. Morocco: IEEE. pp. 36-41. DOI: 10.1109/logistiqua.2017.7962870
- [6] Kaya, I., Surmeli, G., and Erdogan, M. (2015). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach for Choosing a Logistics Center Location in Turkey. In **2015 6th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO 2015)**. Istanbul, Turkey 27 - 29 May 2015, pp. 1-6
- [7] Ajerame, M. (2017). Impact of Inter-Organizational Collaboration on Logistics Information Systems Adoption Case of Moroccan Agribusiness Companies. In **Proceeding of the International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)**. Morocco: IEEE, pp. 171-176.
- [8] Yi, G. (2013). Research on Electronic Commerce Logistic System Platform Based on System Dynamics. In **Proceeding of sixth International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII)**. China: IEEE, pp. 181-84
- [9] Sadok, T. and Nidhal, R. (2017). Study of the E-Maintenance SService in E-Logistic Supply Chain. In **Proceeding of the Symposium on Service-Oriented System Engineering (SOSE)**. USA: IEEE, pp. 132-137
- [10] Siminski, R. and Xieski, T. (2017). Backward Chaining Inference as a Database Stored Procedure - the Experiments on Real-World Knowledge Bases. In **Proceeding of International Conference on Innovations in Intelligent System and Application (INISTA)**. Poland: IEEE, pp. 253-258
- [11] Moller, B. and Beer, M. (2005). **Fuzzy Randomness**. Uncertainty in Civil Engineering and Computational Mechanics.
- [12] Ramjan, S. (2018). Conceptual Framework of a Fuzzy Logic Forecasting Decision-Support System for Diaper Purchase to be Used in an Internet of Things Environment. In **Proceeding of the Sixth International Conference on Information Technology: Internet of Things and Smart City**, Hong Kong: ACM, p. 17

- [13] Wongnai. (2017). **Top 3 Japanese Hot Kitchen in Thailand**. Access (13 July, 2017). Available (<https://www.wongnai.com>)
- [14] Kaiwan. (2014). **Principle of Statistic and Application**. Bangkok: Chulalongkorn Press
- [15] Lee, S. H. and Lime, J. S. (2008). Forecasting Exchange Rate by Weighted Average Defuzzification Base NEWFM. In **Proceeding of the International Conference on Industrial Informatics**. South Korea: IEEE, pp. 1306-1041
- [16] Yilmaz, O. F., Durmusoglu, M. B., and Öztayşi, B. (2017). Determination of Material Handling Equipment for Lean In-Plant Logistics Using Fuzzy Analytical Network Process Considering Risk Attitudes of the Experts. **The International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice**. Vol. 24, No. 1, pp. 81-122
- [17] Wang, Q. and Lv, H. (2015). Supplier Selection Group Decision Making in Logistics Service Value Cocreation Based on Intuitionistic Fuzzy Sets. **Discrete Dynamics in Nature and Society**. Vol. 2015, pp. 1-10. DOI: 10.1155/2015/719240
- [18] Hirschinger, M., Spickermann, A., Hartmann, E., Gracht, H., and Darkow, I-. L. (2015). The Future of Logistics in Emerging Markets-Fuzzy Clustering Scenarios Grounded in Institutional and Factor-Market Rivalry Theory. **Journal of Supply Chain Management**. Vol. 51, Issue 4, pp. 73-93. DOI: 10.1111/jscm.12074