การศึกษาความสามารถในการใช้งานของผู้สูงอายุที่มีต่อขนาดและรูปร่างปุ่มบนสมาร์ทโฟนเพื่อสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ

A STUDY OF USABILITY OF ELDERLY UPON BUTTON SIZE AND SHAPE ON SMARTPHONE FOR CREATING FUZZY LOGIC MODEL

*ไววิทย์ จันทร์วิเมลือง** *วีรพงษ์ พลนิกรกิจ*

Waiwit Chanwimalueng*, *Weerapong Polnigongit*

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Information Technology, Institute of Social Technology, Suranaree University of Technology.

****Corresponding author, E-mail:** d5620104@g.sut.ac.th*

บทคัดย่อ

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ประสบปัญหาด้านการมองเห็น ซึ่งมีผลต่อการใช้งานปุ่มบนหน้าจอสมาร์ทโฟน และมีงานวิจัยจำนวนน้อยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและรูปร่างของปุ่มบนสมาร์ทโฟน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความสามารถในการใช้งาน เพื่อประเมินผลขนาดและรูปร่างปุ่มโทรศัพท์จากปัจจัยด้านอายุและประสบการณ์การใช้งานสมาร์ทโฟนของผู้สูงอายุเพื่อสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับออกแบบหน้าจอการใช้งานบนสมาร์ทโฟนเพื่อผู้สูงอายุ

การดำเนินการวิจัยแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการใช้งานเพื่อทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 40-80 ปี จำนวน 25 คน โดยผู้เข้าร่วมการทดลองกดปุ่มตัวเลขที่มีขนาดและรูปร่างต่างๆ ตามที่กำหนดบนหน้าจอการโทร ขั้นตอนที่ 2 นำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยขั้นตอนแรก มากำหนดเป็นกฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว เพื่อสร้างแบบจำลองด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ผลที่ได้จากการศึกษาความสามารถในการใช้งานขนาดปุ่ม พบว่าปุ่มขนาด 19.05 มม. มีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่เมื่อปุ่มมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 21.59 มม. กลับมีประสิทธิภาพลดลง ความง่ายในการใช้รูปร่างวงกลมจะดีที่สุดในผู้ใช้อายุน้อยกว่า 60 ปี ขณะที่รูปร่างสี่เหลี่ยมจะเหมาะสมที่สุดในผู้ใช้อายุ 60 ปีขึ้นไป คุณประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถใช้สนับสนุนนักออกแบบสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตเพื่อสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์ต่อผู้สูงอายุ

คำสำคัญ: ความสามารถในการใช้งาน ขนาดและรูปร่างปุ่ม ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ผู้สูงอายุ

Abstract

Most elderly people have vision problems that affect their use of buttons on smartphone screen. The study of relationship between size and shape of the buttons on smartphone is still limited. Therefore, this research studies the size and shape of smartphone buttons to evaluate their usability. The age and using experience of the elderly were key factors that were used to develop Fuzzy logic model for designing the screen on smartphones.

The research was divided into two stages. In Stage 1, usability was investigated with 25 participants aged 40 to 80 years old, by participants touching the number buttons of various sizes and shapes on Dial screen. In Stage 2, the Fuzzy if-then rule was the main constituent of the Fuzzy logic model that used results from the first stage.

The results from the usability found that button size of 19.05 mm has the best usability. Nevertheless, the efficiency was reduced when the size was increased to 21.59 mm. The circle button was easy for the users under the age of 60 to learn, while the square shape was the most suitable for users aged 60 and over. The contribution of this study will be to provide a better model of user interface design that will be useful for smartphone and tablet designers to support elderly users.

Keywords: Usability, Button Size and Shape, Fuzzy Logic, Elderly

บทนำ

โทรศัพท์มือถือมีความจำเป็นต่อการสื่อสารระหว่างบุคคลหรือกลุ่มบุคคลมากยิ่งขึ้น ทั้งที่เป็นระบบเสียงและระบบข้อมูล โดยมือถือประเภทสมาร์ทโฟนสามารถใช้งานได้ทั้ง 2 ระบบใช้วิธีส่งสัญญาณผ่านอินเทอร์เน็ต อีกทั้งมีการทำงานคล้ายคอมพิวเตอร์ แต่มีขนาดเล็กสะดวกต่อการพกพา นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานได้หลากหลาย เช่น ดูหนัง ฟังเพลง เล่นเกมส์ และใช้งานโปรแกรมทั่วไป ในด้านผู้ผลิตก็ผลิตสมาร์ทโฟนหลากหลายรูปแบบและรุ่นสำหรับผู้ใช้งานทุกกลุ่ม ทั้งกลุ่มนักเรียน นักศึกษา กลุ่มคนทำงาน รวมถึงกลุ่มผู้เกษียณอายุหรือผู้สูงอายุ

องค์การสหประชาชาติได้ระบุว่าผู้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปเป็นผู้สูงอายุ [1] แต่ก็ไม่ได้กำหนดให้เป็นเกณฑ์มาตรฐาน เพราะบางประเทศก็ใช้เกณฑ์ที่อายุ 50 หรือ 55 ปี [2] องค์การสหประชาชาติได้ให้ข้อมูลอีกว่า จำนวนประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อวัดอัตราการเติบโตของจำนวนประชากรผู้สูงอายุ พบว่าช่วงเวลา 50 ปีก่อนปี 2000 อัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มจากเดิมร้อยละ 2 ของจำนวนประชากร แต่ช่วง 50 ปีหลังจากปี 2000 ถึงปี 2050 อัตราการเติบโตเปลี่ยนแปลงมากถึงร้อยละ 11 [3] ซึ่งทำให้เกิดปัญหาใหม่ที่โลกต้องเผชิญ อาทิ ปัญหาการด้านสุขภาพและร่างกาย ซึ่งมุกดา เดชประพนธ์ และปิยวดี ทองยศ กล่าวว่าร่างกายของผู้สูงอายุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเสื่อมลง โดยเฉพาะดวงตาและระบบการมองเห็น [4]

จากปัญหาด้านร่างกายที่ผู้สูงอายุจำนวนมากต้องประสบ คือ การมองเห็น (Visual Problem) นั้นจัดเป็นปัญหาสำคัญต่อการใช้งานสมาร์ทโฟน หากหน้าจอมีขนาดเล็กจะยิ่งเพิ่มความยากในการใช้งานผ่านส่วนเชื่อมประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface, GUI) โดยเฉพาะปุ่ม (Button) [5] ซึ่ง Zhao Xia Jin และคณะ ได้ศึกษาปุ่มขนาดต่างๆ (Button Sizes) พบว่าผู้สูงอายุใช้งานปุ่มขนาด 19.05 มิลลิเมตร (มม.) มีประสิทธิภาพดี [6] อีกทั้งผลการสำรวจผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนสำหรับสูงอายุของ Julian Strengers เสนอแนะว่าการออกปุ่มบนสมาร์ทโฟนต้องมีขนาดที่เหมาะสม และมีความชัดเจนสำหรับผู้ใช้ต่อการใช้งานโดยรวม [7] และเป็นที่สังเกตอีกว่ารูปร่างปุ่ม (Button Shapes) บนสมาร์ทโฟนโดยทั่วไปมีความแตกต่างกัน จากการศึกษารูปร่างปุ่มของ Kwahk & Han สันนิฐานว่า รูปร่างมีผลกระทบต่อการใช้งาน [8] และ Kim; et al.

พบว่ารูปร่างของปุ่มส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน ทำให้การใช้งานง่ายขึ้น [9] อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาขนาดและรูปร่างปุ่มในลักษณะคู่ขนานกันอย่างชัดเจน

การศึกษาขนาดและรูปร่างปุ่มบนสมาร์ทโฟนต้องมีการประเมินความสามารถในการใช้งาน (Usability) ทั้งหมด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถจดจำได้ (Memorability) 2) ความพึงพอใจ (Satisfaction) 3) อัตราความผิดพลาด (Rate of Error) 4) ประสิทธิภาพการใช้งาน (Task Efficiency) และ 5) ความง่ายในการเรียนรู้ (Easy to Learn) [10, 11] โดย 2 ด้านหลังถูกกำหนดใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้งานขนาดและรูปร่างปุ่มบนสมาร์ทโฟนสำหรับผู้ใช้งานสูงอายุ ซึ่งรวมถึงปัจจัยด้านอายุ ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาด้านการมองเห็น อีกทั้งประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience, UX) ก็มีผลต่อการใช้งานสมาร์ทโฟน Plaza; et al. กล่าวว่า สำหรับผู้สูงอายุ โทรศัพท์มือถือได้กลายมาเป็นอุปกรณ์ส่วนตัวที่ใช้งานกันทั่วไป อีกทั้งความเอาใจใส่ต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นจากพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการใช้งานโทรศัพท์มือถือให้สะดวกและตอบสนองต่อคุณภาพชีวิตสำหรับผู้สูงอายุให้ดีขึ้น [12] โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุที่มีความต้องการใช้งานแปรเปลี่ยนไป นักออกแบบจึงควรเท่าทันต่อความต้องการของผู้ใช้ [5] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความสามารถในการใช้งานของผู้สูงอายุที่มีต่อขนาดและรูปร่างปุ่มบนสมาร์ทโฟนจากปัจจัยด้านอายุและประสบการณ์การใช้งานสมาร์ทโฟน เพื่อสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) ให้ได้ต้นแบบสำหรับนักออกแบบส่วนเชื่อมประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI Designer) เพื่อกำหนดขนาดและรูปร่างปุ่มสำหรับการออกแบบที่เหมาะสมกับผู้ใช้ที่เป็นผู้สูงอายุ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือจากความสามารถในการใช้งานขนาดและรูปร่างปุ่มบนสมาร์ทโฟนของผู้สูงอายุ

การทบทวนวรรณกรรม

องค์ประกอบการออกแบบ

องค์ประกอบการออกแบบ (Elements of Design) ที่ถูกกำหนดให้เป็น องค์ประกอบที่มองเห็นได้ (Visual elements) นั้นมีหลากหลายการจำกัดความ โดยเลอสม สถาปิตานนท์ [13] Bertin [14] และ Evans and Thomas [15] กล่าวว่า องค์ประกอบที่มองเห็นได้ ประกอบด้วยรูปร่าง (Shape) ขนาด (Size) สี (Color) และพื้นผิว (Texture) ขณะที่ Bertin [14] ได้อธิบายไว้ 6 องค์ประกอบซึ่งมี 2 องค์ประกอบที่แตกต่างจากนักวิชาการข้างต้น คือ ค่าหรือน้ำหนัก (Value) และทิศทาง (Orientation) ที่สามารถมองเห็นได้โดยตรง โดยไม่ต้องมีการประมวลผลเพิ่มเติมที่ส่วนการรู้คิด (Cognitive Processor) แต่สามารถใช้ส่วนรับรู้ (Perceptual Processor) ผ่านการมองด้วยสายตา ในขณะที่ Evans and Thomas [15] ยังได้ขยายองค์ประกอบที่สำคัญอีก 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เส้น (Line) ที่ว่าง (Space) อักษร (Typeface) และปริมาตร (Volume) การออกแบบและการทดลองใช้งานปุ่มตัวเลขโทรศัพท์ซึ่งเป็นหน้าจอหลักในการใช้งานสมาร์ทโฟน สำหรับการวิจัยครั้งนี้เลือกศึกษาองค์ประกอบที่มองเห็นได้ 2 ส่วนสำคัญ คือ ขนาดและรูปร่าง ส่วนองค์ประกอบอื่นเป็นองค์ประกอบที่ไม่ได้ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

1. ขนาดปุ่ม

ขนาด (Size) เป็นองค์ประกอบแบบมองเห็นได้ที่แสดงระยะจริงของรูปทรง ความยาว ความกว้าง และความสูง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยการกำหนดสัดส่วน (Proportion) ของรูปทรง [13] และเกิดจากการเปรียบเทียบสัดส่วนที่

เรามองเห็นจากความแตกต่าง ซึ่งบางชนิดมีขนาดใหญ่ บางชนิดมีขนาดเล็ก และบางชนิดมีขนาดเท่ากัน [16] วิรุณ ตั้งเจริญ [17] กล่าวว่า ขนาดที่แตกต่างกันจะหมายถึงขนาดของรูปทรง รวมถึงขนาดของบริเวณและพื้นที่ด้วย โดยขนาดของวัตถุใหญ่จะให้ความรู้สึกที่หนัก และแข็งแรง ตรงข้ามขนาดของวัตถุที่เล็กจะให้ความรู้สึกที่เบา และอ่อนแอกว่า นอกจากขนาดจะมีผลต่อความรู้สึกแล้ว ขนาดหรือรูปทรงที่แตกต่าง ยังให้ผลต่อความรู้สึกที่เกี่ยวกับแรง (Force) ที่กระทำต่างกัน ส่งผลต่อความรู้สึกเคลื่อนไหวในการออกแบบ โดยที่รูปทรงขนาดใหญ่จะให้ควารู้สึกที่เกี่ยวกับแรงมากกว่ารูปทรงขนาดเล็ก

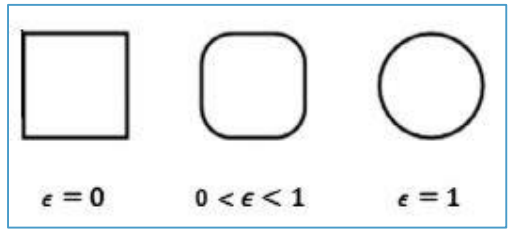
สำหรับการออกแบบขนาดปุ่ม (Button Size) บนโทรศัพท์มือถือ ขนาดต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ ขนาด 10 มม. [18] และสำหรับผู้สูงอายุ ขนาดปุ่มขั้นต่ำที่ยอมรับได้ คือ 11.43 มม. และปุ่มขนาดใหญ่ที่ควรใช้ในกรณีที่จำเป็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ คือ 19.05 มม. แต่ถ้าหน้าจอมีขนาดพื้นที่จำกัด ปุ่มขนาด 16.51 มม. ถือว่าเป็นขนาดที่ยอมรับได้แต่ประสิทธิภาพของปุ่มขนาด 19.05 มม. ก็ยังมีประสิทธิภาพดีกว่า [6] ในขณะที่ Carmien and Manzanres [19] แนะนำว่าขนาดปุ่มไม่ควรเล็กกว่า 16.50 มม. และปุ่มขนาด 19.05 มม. ก็มีการตอบสนองต่อการใช้งานที่ดีขึ้นเช่นกัน

2. รูปร่างปุ่ม

รูปร่าง (Shape) มีลักษณะเป็นภาพ 2 มิติ ที่ประกอบด้วยเส้นทั้งยาวและสั้น โดยไม่มีความลึกหรือน้ำหนัก [20] สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ เรขาคณิตและอินทรีย์รูป (Geometric and Organic Shapes) [21] โดยรูปร่างแบบเรขาคณิต (Geometric Shape) มีลักษณะเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมหรือวงกลม ส่วนรูปร่างแบบอินทรีย์ (Organic Shape) เป็นรูปร่างที่ได้จากธรรมชาติหรือสิ่งมีชีวิต [22] รูปร่างแบบเรขาคณิต ชนิดสี่เหลี่ยมขอบมน ที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นสี่เหลี่ยมหรือรูปร่างวงกลมก็ได้ โดยการคำนวณรูปร่างทางคณิตศาสตร์ สำหรับกำหนดรูปร่างจากเส้นโค้งขอบมุม ซึ่งสามารถคำนวณหารูปร่างของปุ่ม ได้จากสูตร [20] ดังแสดงใน (1)

$$\left|\frac{x}{a}\right|^{\frac{2}{e}} + \left|\frac{y}{b}\right|^{\frac{2}{e}} = 1 \qquad (1)$$

โดยการกำหนดค่าให้กับตัวแปร e ตั้งแต่ 0.0 – 1.0 ได้ดังภาพที่ 1 หากกำหนดค่า e=0 จะแสดงผลรูปร่างสี่เหลี่ยม หากกำหนดค่า e ให้มากกว่า 0 และน้อยกว่า 1 จะแสดงผลรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน และหากหากกำหนดค่า e=1 จะแสดงผลรูปร่างวงกลม



ภาพที่ 1 ค่าตัวแปร e เพื่อกำหนดเส้นโค้งขอบมุม

รูปร่างปุ่ม (Button Shape) ที่ออกแบบมีหลายลักษณะที่ถูกนำมาใช้งาน เช่น รูปร่างสี่เหลี่ยม รูปร่างกลม รูปร่างรี รูปร่างขอบมน รูปร่างสามเหลี่ยม [23] โดยผู้ชายจะชอบปุ่มรูปร่างเหลี่ยมหรือปุ่มสี่เหลี่ยมมากกว่าในขณะที่ผู้หญิงจะชอบปุ่มทรงโค้งเว้าหรือปุ่มวงกลมมากกว่า [24] แต่ลักษณะของปุ่มที่โค้งมนจะทำให้ปุ่มมีความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น [25]

เลอสม สถาปิตานนท์กล่าวว่า องค์ประกอบที่เห็นเป็นรูปร่าง สามารถใช้กำหนดขนาดเล็กใหญ่ของตัวอักษรหรือขนาดเล็กใหญ่ของภาพทั้งหมดได้ [13] และเมื่อได้ศึกษาองค์ประกอบของการออกแบบในส่วนขนาดและรูปร่างดังกล่าวข้างต้นแล้ว อาจกล่าวได้ว่าขนาดและรูปร่างมีความสัมพันธ์กันในการกำหนดความแตกต่าง ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาในด้านความเล็กหรือใหญ่ต่อองค์ประกอบการออกแบบที่ได้กำหนดเอาไว้ในการวิจัย

ความสามารถในการใช้งาน

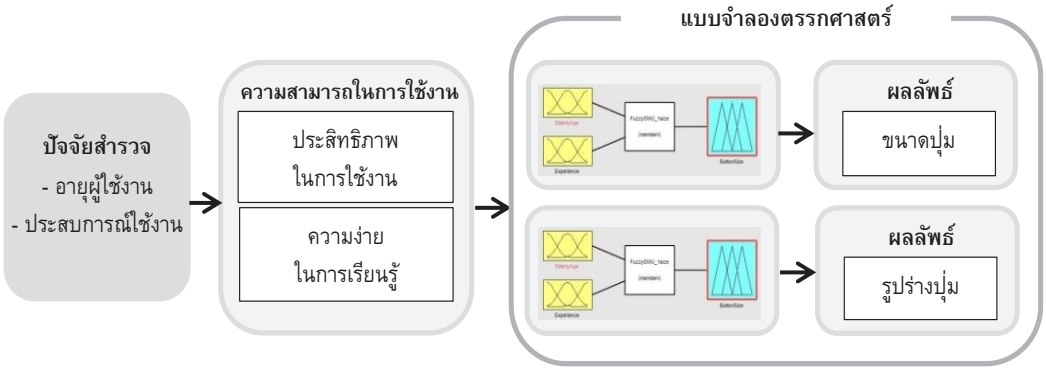
องค์ความรู้ด้านความสามารถในการใช้งาน (Usability) ของเทคโนโลยีสารสนเทศมีพื้นฐานองค์ความรู้ที่เหมือนกันกับเว็บไซต์ [26] และเหมือนกันกับสมาร์ทโฟน ความสามารถในการใช้งานถูกนำมาพิจารณาเพื่อการแก้ไขปัญหาด้านการใช้งานให้ชัดเจนมากขึ้นกว่ารูปแบบความเป็นมิตร (User Friendliness) [10] แต่ความสามารถในการใช้งาน มีการประเมินที่ชัดเจนกว่าจากมาตรฐาน ISO 9241-11 [27] ได้กำหนดเป้าหมายของการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งเป็นมาตรฐานทางด้านมนุษยปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำงานระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดเป้าหมายไว้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิผล (Effectiveness) ด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) และด้านความพึงพอใจ (Satisfaction) ในขณะที่นักวิจัยด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น Nielsen [10] Preece [28] Quesenbery [11] และ Shneiderman [29] ได้อธิบายความสามารถในการใช้งาน ทั้งเหมือนและแตกต่างกันไปในบางด้าน แต่อาจกล่าวได้โดยสรุปว่าความสามารถในการใช้งานมี 5 ด้าน ได้แก่ ประสิทธิภาพในการใช้งาน (Task Efficiency) ความง่ายในการเรียนรู้ (Easy to Learn) อัตราความผิดพลาด (Rate of Error) ความสามารถในการจดจำ (Memorability) และความพึงพอใจ (Satisfaction) ซึ่งในส่วนของการทดลองการใช้งานปุ่มบนสมาร์ทโฟน จะเน้นไปที่การใช้งานจริงของปุ่มตามคำสั่งที่ได้รับ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงกำหนดใช้ความสามารถในการใช้งาน 2 ด้าน เพื่อวัดความสามารถในการใช้งาน ดังนี้

1) ประสิทธิภาพในการใช้งาน (Task Efficiency) คือ ความสามารถในการใช้งานของการใช้องค์ประกอบบนสมาร์ทโฟน โดยวัดประสิทธิภาพจากการดำเนินงานของผู้ใช้ที่มีประสบการณ์ในการใช้งาน ได้จากจำนวนปี [10] และการออกแบบการโต้ตอบเพื่อให้ได้ความรวดเร็วในการใช้งาน [11, 29] ช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น [28] หรือแม้แต่ความคงที่ของประสิทธิภาพการใช้งาน ก็นับว่าเป็นประสิทธิภาพที่ดีของผู้ใช้ได้ [10]

2) ความง่ายในการเรียนรู้ (Easy to Learn) หรือความง่ายในการใช้งาน โดยผู้ใช้มือใหม่หรือผู้ใช้ที่มีประสบการณ์แล้ว สามารถเริ่มต้นใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็ว [10] หรือสามารถเริ่มต้นใช้ได้ทันทีในระยะเวลาสั้นๆ โดยไม่ต้องใช้ความพยายามมาก [28] และใช้งานระบบนั้นจนเสร็จสิ้นได้ [10] โดยทุกครั้งที่ใช้งานก็เหมือนการเรียนรู้ซ้ำอีกครั้ง ทำให้มีความง่ายในการเรียนรู้เกิดขึ้นกับผู้ใช้ [11] ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ระยะเวลาในการเรียนรู้ มีความเกี่ยวข้องกับความง่ายในการเรียนรู้ [29]

วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบการวิจัยการศึกษาความสามารถในการใช้งานเพื่อสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ

สมมติฐานการวิจัย

ประสิทธิภาพในการใช้งาน (Task Efficiency) มีสหสัมพันธ์กับความง่ายในการเรียนรู้ (Easy to Learn) ของผู้ใช้จำแนกตามอายุ (Age) และประสบการณ์ใช้งาน (Year of Experiences)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเพศชายและหญิงอายุระหว่าง 40-80 ปี โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มอายุน้อยกว่า 60 ปี (กลุ่มก่อนเข้าสู่วัยสูงอายุ) และกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไป (กลุ่มเข้าสู่วัยสูงอายุ)

กลุ่มตัวอย่าง จำแนกเป็นเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 10 คน คิดอัตราส่วนเป็นร้อยละ 60 และร้อยละ 40 ตามลำดับ สำหรับผู้เข้าร่วมการทดลองมีอายุระหว่าง 40-80 ปี (N=25) สามารถแบ่งกลุ่มผู้ร่วมทดลองได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอายุน้อยกว่า 60 ปี จำนวน 8 คน และกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 17 คน คิดอัตราส่วนเป็นร้อยละ 32 และร้อยละ 68 ตามลำดับ อีกทั้งพบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองมีประสบการณ์การใช้โทรศัพท์ ที่มีขนาดจอเล็กว่า 3.5 นิ้ว มากที่สุดคิดเป็นอัตราร้อยละ 32 และมีประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์ ที่ระยะเวลามากกว่า 5 ปี มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นอัตราร้อยละ 88 และประสบการณ์การใช้งานสมาร์ทโฟน ที่ระยะเวลา 2-5 ปี คิดเป็นอัตราร้อยละ 36

เครื่องมือในการทดลอง

จากรายงานการใช้ข้อมูลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนของ The NPD Group พบว่าหน้าจอสมาร์ทโฟนที่มีขนาดมากกว่า 4.5 นิ้วขึ้นไป มีนัยสำคัญต่อการใช้งานข้อมูลต่างๆ มากกว่าโทรศัพท์มือถือที่มีขนาดหน้าจอต่ำกว่า 4.5 นิ้ว [30] หน้าจอสมาร์ทโฟนที่เหมาะสมจะมีขนาดหน้าจออยู่ในช่วง 3.5-5.1 นิ้ว เพราะเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับใช้งานเคลื่อนที่แบบพกพา [31] การทดสอบความสามารถในการใช้งานที่ดีที่สุดควรใช้การทดสอบบนอุปกรณ์จริง [32] ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application) ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ โดยพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการ Android 4.0 และเลือกใช้สมาร์ทโฟนขนาดหน้าจอ 4.5 นิ้ว ของ Samsung รุ่น Duos

การดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 1

การศึกษาความสามารถในการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างที่อาสาสมัครเข้าร่วมทำการทดลอง จำนวน 25 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะได้รับหมายเลขโทรศัพท์จากการสุ่มแบบไม่ซ้ำกัน ซึ่งแต่ชุดประกอบด้วยตัวเลข 0 ถึง 9 จำนวน 10 ตัวเลข จำลองสถานการณ์การใช้งานโทรศัพท์บนอุปกรณ์จริงที่ต้องกดปุ่มตัวเลขเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการใช้งานปุ่มที่มีขนาดแตกต่างกัน 5 ขนาด ประกอบด้วย ขนาด 11.43 มม. 13.97 มม. 16.51 มม. 19.05 มม. และ 21.59 มม. และรูปร่างปุ่มแตกต่างกัน 3 ลักษณะ ประกอบด้วย รูปร่างสี่เหลี่ยม รูปร่างวงกลม และรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน โดยกำหนดระยะห่างระหว่างปุ่มเป็นค่าคงที่ ดังภาพที่ 3 เมื่อสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยสัมภาษณ์ถึงสภาพปัญหาการใช้งาน ประสิทธิภาพและความง่ายในการเรียนรู้รวมทั้งการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการใช้งานกับความง่ายในการเรียนรู้แบบเพียร์สัน

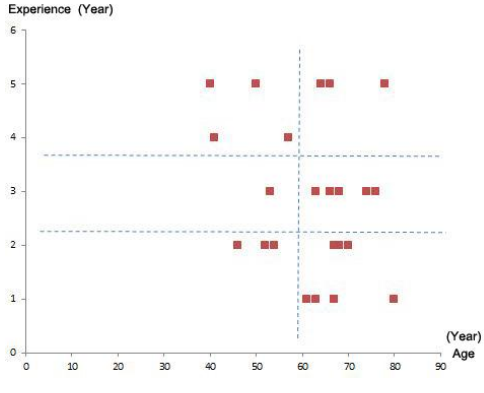
ภาพที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอเครื่องมือในการทดลอง

การดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 2

นำผลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 1 มาเป็นตัวแปรกลุ่มนำเข้าข้อมูลและตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์ข้อมูลเพื่อการสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ตัวแปรนำเข้าข้อมูล

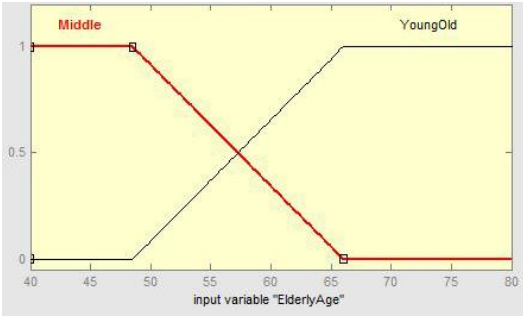
ตัวแปรนำเข้าข้อมูลจะประกอบไปด้วยข้อมูลสมาชิกฟัซซีเซตจำนวน 2 กลุ่มนำเข้าข้อมูลประกอบด้วยอายุและประสบการณ์การใช้งาน โดยนำข้อมูลมาทำการพล็อตแบบกระจาย (Scatter Plot) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะข้อมูล [33] ดังภาพที่ 4 แสดงเส้นการแบ่งส่วนโดยแยกตามกลุ่มข้อมูลในแต่ละตัวแปร



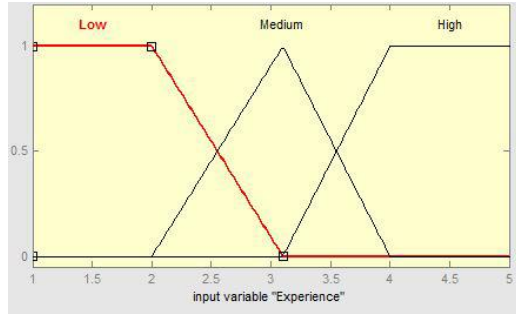
ภาพที่ 4 การพล็อตแบบกระจาย (Scatter Plot) จากข้อมูลอายุและประสบการณ์การใช้งาน

จากการพิจารณาพบว่า ตัวแปรอายุ ควรกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นจำนวน 2 พจน์ภาษา ประกอบด้วย ก่อนสูงอายุ (Middle) และเริ่มสูงอายุ (Young Old) โดยกำหนดช่วงข้อมูลเป็นระดับค่าตัวเลข 40 ถึง 80 ซึ่งเป็นเลขจำนวนปี ดังตัวอย่างภาพที่ 5 และตัวแปรประสบการณ์ ควรกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นจำนวน 3 พจน์ภาษา ประกอบด้วย ต่ำ (Low) ปานกลาง (Medium) และสูง (High) โดยกำหนดช่วงข้อมูลเป็น ระดับค่าตัวเลข 0 ถึง 6 ซึ่งเป็นเลขจำนวนปี ดังตัวอย่างภาพที่ 6

การกำหนดฟัซซีเซตของแต่ละตัวแปร เพื่อแบ่งส่วนข้อมูลทำได้โดยการคำนวณหาค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของข้อมูลทั้งหมดในแต่ละตัวแปร และคำนวณหาค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดในแต่ละเซต เพื่อใช้ในการกำหนดพารามิเตอร์ของฟัซซีเซต โดยใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular Function) และฟังก์ชันสี่เหลี่ยม (Trapezoidal Function) สำหรับตัวแปรอายุ และตัวแปรประสบการณ์ ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 5 กำหนดสมาชิก Elderly Age



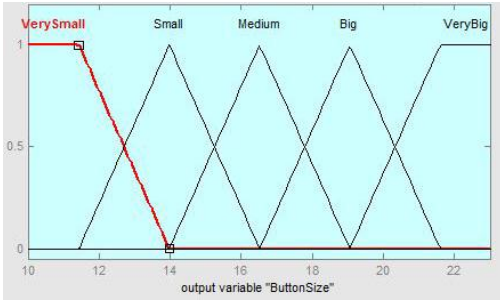
ภาพที่ 6 กำหนดสมาชิก Year of Experience

2) ตัวแปรผลลัพธ์ข้อมูล

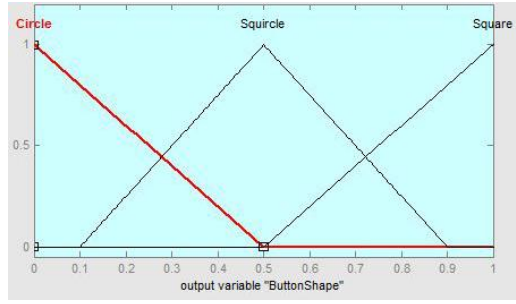
ตัวแปรผลลัพธ์ข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลสมาชิกฟัซซีเซต จำนวน 2 กลุ่ม คือ ขนาดปุ่ม และรูปร่างปุ่ม ซึ่งทำการพล็อตแบบกระจาย (Scatter Plot) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะข้อมูล เช่นเดียวกับตัวแปรกลุ่มนำเข้าข้อมูล

จากการพิจารณาพบว่า ตัวแปรขนาดปุ่ม ควรกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นจำนวน 5 พจน์ภาษา ประกอบด้วย เล็กมาก (Very Small) เล็ก (Small) ปานกลาง (Medium) ใหญ่ (Big) และใหญ่มาก (Very Big) โดยกำหนดช่วงข้อมูลของขนาดปุ่มเป็น 10 มม. ถึง 23 มม. ดังภาพที่ 7 และตัวแปรรูปร่างของปุ่ม กำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจำนวน 3 พจน์ภาษา ตามลักษณะของรูปร่างปุ่ม คือ วงกลม (Circle) สี่เหลี่ยมขอบมน (Squircle) และสี่เหลี่ยม (Square) และกำหนดช่วงข้อมูลของรูปร่างปุ่มหรือค่าตัวแปร e เป็น 0 ถึง 1 ดังภาพที่ 8

การกำหนดฟัซซีเซตของแต่ละตัวแปร เพื่อแบ่งส่วนข้อมูลทำได้โดยการคำนวณหาค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของข้อมูลทั้งหมดในแต่ละตัวแปร และคำนวณหาค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดในแต่ละเซต เพื่อใช้ในการกำหนดพารามิเตอร์ของฟัซซีเซต โดยใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular Function) และฟังก์ชันสี่เหลี่ยม (Trapezoidal Function) สำหรับตัวแปรขนาดปุ่ม และตัวแปรรูปร่างปุ่ม ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 กำหนดสมาชิก Button Size



ภาพที่ 8 กำหนดสมาชิก Button Shape

3) การสร้างกฎฟัซซีเพื่อการตัดสินใจ

ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และผลที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 1 ถูกนำมาจัดกลุ่มโดยใช้วิธีการพล็อตแบบกระจาย (Scatter Plot) ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ในแต่ละมิติของชุดข้อมูลที่มี [30] นำมาสู่การสร้างกฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว (Fuzzy if-then Rule) โดยเทียบข้อมูลเชิงตัวเลขให้เป็นข้อมูลเชิงฟัซซีเซตที่ใช้ตัวชี้เป็นหมายเลข

สำหรับตัวแปรนำเข้าประกอบด้วย ตัวแปรอายุ (X1) กำหนดหมายเลขให้ 1 คือ Middle และ 2 คือ Young Old และตัวแปรประสบการณ์ (X2) กำหนดหมายเลขให้ 1 คือ Low 2 คือ Medium และ 3 คือ High โดยตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่ม (Y) กำหนดหมายเลขให้ 1 คือ Very Small 2 คือ Small 3 คือ Medium 4 คือ Big และ 5 คือ Very Big ดังตารางที่ 1 และตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างปุ่ม (Z) กำหนดหมายเลขให้ 1 คือ Circle 2 คือ Squircle และ 3 คือ Square ดังตารางที่ 2 โดยทำการขจัดเรคคอร์ดที่ซ้ำกัน (Count) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์กฎฟัซซีสุดท้าย จำนวน 16 กฎ และ 14 กฎตามลำดับ ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 กฎฟัซซีที่เป็นไปได้ของขนาดปุ่ม

Rule	X1	X2	Y	Count
1	2	1	5	2
2	1	1	5	1
3	2	3	4	1
4	2	2	4	2
5	2	1	4	3
6	1	2	4	2
7	1	3	4	1
8	1	1	4	2
9	1	3	3	1
10	2	2	3	1
11	1	2	3	2
12	1	1	3	1
13	2	1	2	1
14	1	3	2	1
15	1	1	2	1
16	1	3	1	3

ตารางที่ 2 กฎฟัซซีที่เป็นไปได้ของรูปร่างปุ่ม

Rule	X1	X2	Z	Count
1	2	2	3	1
2	2	1	3	1
3	1	1	3	2
4	2	1	3	1
5	2	1	2	2
6	1	3	2	1
7	1	2	2	2
8	1	3	2	2
9	2	3	1	1
10	2	2	1	2
11	2	1	1	2
12	1	3	1	3
13	1	2	1	2
14	1	1	1	3

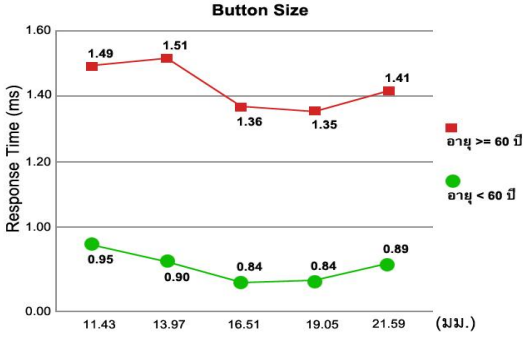
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1

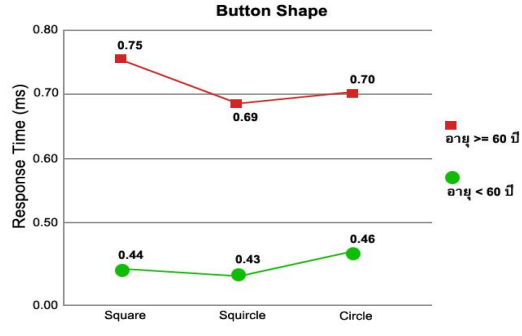
1) ประสิทธิภาพในการใช้งาน

ผลลัพธ์ของประสิทธิภาพในการใช้งาน ดังภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อขนาดปุ่ม พบว่า ปุ่มขนาด 19.05 มม. มีค่าเฉลี่ยเวลาในการกดปุ่มดีที่สุด (RT=1.19 วินาที) ส่วนค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อปุ่มขนาด 16.51 มม. และ 19.05 มม. มีค่าเฉลี่ยเวลาใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบตามตัวแปรอายุก็พบว่าผู้ใช้ที่มีอายุน้อยกว่า 60 ปี มีประสิทธิภาพในการใช้งานดีกว่าผู้ใช้อายุ 60 ปีขึ้นไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อรูปร่างปุ่ม พบว่ารูปร่างปุ่มแบบสี่เหลี่ยมขอบมนของผู้ใช้อายุน้อยกว่า 60 และผู้ใช้อายุ 60 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยเวลาในการกดปุ่มดีที่สุด (RT=0.43 และ RT=0.69 วินาที) เมื่อเปรียบเทียบตามตัวแปรอายุพบว่าผู้ใช้ที่มีอายุน้อยกว่า 60 ปี มีประสิทธิภาพในการใช้งานดีกว่าผู้ใช้อายุ 60 ปีขึ้นไป ทั้งด้านขนาดปุ่มและรูปร่างปุ่ม



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อขนาดปุ่ม

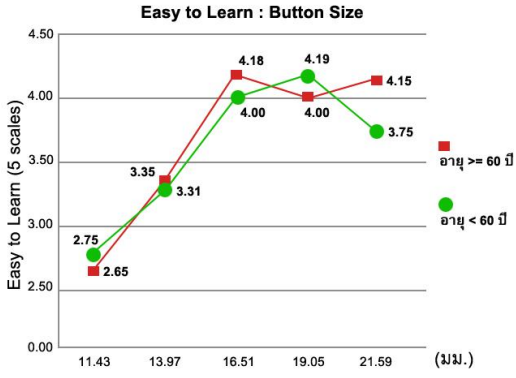


ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อรูปร่างปุ่ม

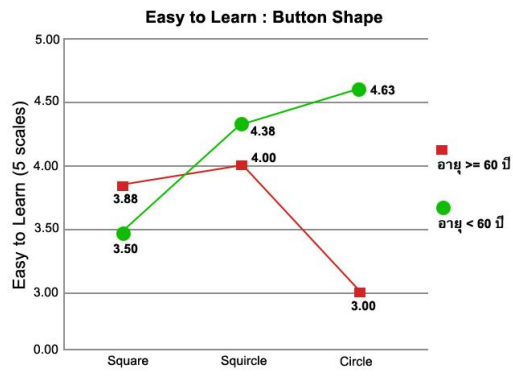
2) ความง่ายในการเรียนรู้

ผลการทดลอง สรุปได้ว่าระดับคะแนนความง่ายในการเรียนรู้ต่อขนาดปุ่มหากวัดจากตัวแปรอายุมีความใกล้เคียงกัน โดยผลระดับคะแนนความง่ายต่อการเรียนรู้ที่มีต่อปุ่มขนาด 11.43 มม. มีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกันทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง ดังภาพที่ 11 แต่มีอัตราการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปุ่มมีขนาดที่เพิ่มขึ้น

ผลลัพธ์ในภาพที่ 12 สรุปได้ว่า ระดับคะแนนความง่ายในการเรียนต่อรูปร่างปุ่มตามตัวแปรอายุมีความแตกต่างกันโดยเฉพาะปุ่มรูปร่างวงกลม และสำหรับผู้ใช้อายุ 60 ปีขึ้นไป มีระดับคะแนนความง่ายต่อการเรียนรู้ต่อปุ่มรูปร่างวงกลมต่ำที่สุดจากทุกรูปร่าง ในขณะผู้ใช้อายุน้อยกว่า 60 ปี มีระดับคะแนนความง่ายต่อการเรียนรู้ต่อปุ่มรูปร่างวงกลมสูงที่สุดจากทุกรูปร่างที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 11 ระดับความง่ายในการเรียนต่อขนาดปุ่ม



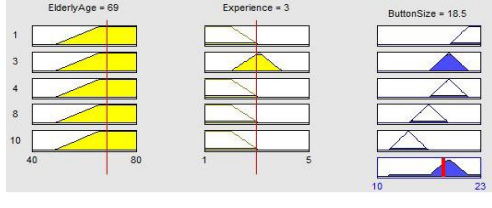
ภาพที่ 12 ระดับความง่ายในการเรียนต่อรูปร่างปุ่ม

ผลการวิจัยขั้นตอนที่ 2

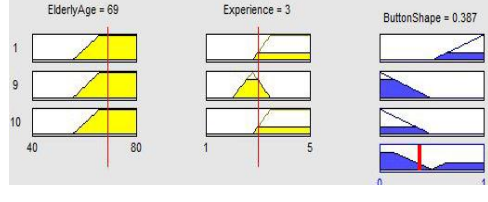
1) ผลการใช้แบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ

การหาขนาดของปุ่มที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานโดยเข้าสู่แบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อตีความหรืออนุมานจากกฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว กำหนดให้อายุเท่ากับ 69 ปี และประสบการณ์เท่ากับ 3 ปี นำเข้าสู่แบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ ผ่านขั้นตอนดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) แบบเซนทรอยด์ (Centroid) ได้ผลลัพธ์เป็น Button Size=18.5 แปลผลได้ว่า หากผู้ใช้อายุ 69 ปี และประสบการณ์ 3 ปี มีความเหมาะสมต่อปุ่มขนาด 18.5 มม. ซึ่งตรงกับขนาดใหญ่ค่อนไปทางขนาดกลาง ดังภาพที่ 13

การหารูปร่างของปุ่มที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับการหาขนาดของปุ่ม กำหนดให้อายุเท่ากับ 69 ปี และประสบการณ์เท่ากับ 3 ปี นำเข้าสู่แบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ ผ่านขั้นตอนดีฟัซซิฟิเคชันแบบเซนทรอยด์ได้ผลลัพธ์เป็น Button Shape = 0.387 แปลผลได้ว่า หากผู้ใช้อายุ 69 ปี และประสบการณ์ 3 ปี มีความเหมาะสมต่อปุ่ม รูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมนค่อนไปทางสี่เหลี่ยม ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 13 ผลการประมวลกฎฟัซซีเพื่อหาขนาดปุ่ม



ภาพที่ 14 ผลการประมวลกฎฟัซซีเพื่อหารูปร่างปุ่ม

การทดสอบสมมติฐาน

ประสิทธิภาพในการใช้งานมีสหสัมพันธ์กับความง่ายในการเรียนรู้ ของผู้ใช้จำแนกตามอายุและประสบการณ์ใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบจากกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอายุของกลุ่มผู้มีอายุน้อยกว่า 60 ปี (Age<60) และผู้มีอายุ 60 ปีขึ้นไป (Age>=60) และจำแนกตามประสบการณ์ใช้งานต่ำกว่า 1 ปี (<1 year), 1-2 ปี (1-2 years), 2-5 ปี (2-5 years) และ 5 ปีขึ้นไป (>5 years) และเมื่อวิเคราะห์ตัวแปรดังกล่าวโดยใช้ค่าสถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานมีสหสัมพันธ์กับความง่ายในการเรียนรู้ของผู้ใช้จำแนกตามอายุ พบว่าปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมนขนาด 16.51 มม. และปุ่มรูปร่างวงกลมขนาด 11.43 มม. ในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีอายุตั้ง 60 ปีขึ้นไป มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P=0.02 และ P=0.02 (Sig=0.05) ตามลำดับ ดังปรากฏในภาพที่ 15 ดังนั้น ผลการวิจัยจึงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานมีสหสัมพันธ์กับความง่ายในการเรียนรู้ของผู้ใช้จำแนกตามประสบการณ์ใช้งาน พบว่าปุ่มรูปร่างวงกลม ขนาด 13.97 มม. ในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีประสบการณ์ 1-2 ปี อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P=0.45 (Sig=0.05) อีกทั้งพบว่า ปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมและปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน ที่ขนาด 13.97 มม. ในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีประสบการณ์ 5 ปี มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P=0.02 และ P=0.03 (Sig=0.05) ตามลำดับ ดังปรากฏในภาพที่ 16 ดังนั้น ผลการวิจัยจึงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้

	Age < 60		Age >= 60	
Square	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**
11.43 mm	-0.08	0.86	-0.07	0.78
13.97 mm	0.60	0.12	-0.02	0.94
16.51 mm	0.52	0.19	-0.11	0.68
19.05 mm	0.12	0.78	0.03	0.90
21.59 mm	0.55	0.16	0.25	0.33
Round	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**
11.43 mm	0.03	0.94	-0.28	0.28
13.97 mm	0.64	0.09	-0.31	0.23
16.51 mm	0.35	0.40	-0.55	0.02**
19.05 mm	0.29	0.49	-0.10	0.70
21.59 mm	0.49	0.22	0.13	0.63
Circle	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**
11.43 mm	-0.21	0.62	-0.55	0.02**
13.97 mm	0.45	0.27	-0.37	0.15
16.51 mm	0.46	0.25	-0.45	0.07
19.05 mm	0.19	0.65	-0.30	0.25
21.59 mm	0.55	0.16	-0.01	0.97

	< 1 year		1-2 years		2-5 years		> 5 years	
Square	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**
11.43 mm	0.18	0.76	0.90	0.10	-0.15	0.69	0.03	0.94
13.97 mm	0.28	0.64	0.82	0.17	-0.40	0.29	0.81	.03**
16.51 mm	0.64	0.24	-	-	-0.31	0.40	0.53	0.21
19.05 mm	0.69	0.18	0.06	0.93	-0.32	0.40	0.18	0.68
21.59 mm	0.45	0.44	0.36	0.63	0.17	0.64	0.41	0.35
Round	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**
11.43 mm	-0.09	0.88	0.30	0.69	-0.40	0.28	0.25	0.58
13.97 mm	-0.52	0.37	0.22	0.78	-0.33	0.37	0.82	.02**
16.51 mm	-0.50	0.38	-	-	-0.42	0.25	0.58	0.16
19.05 mm	0.22	0.72	-0.03	0.97	-0.05	0.88	0.19	0.68
21.59 mm	0.80	0.10	-0.60	0.39	0.10	0.79	0.09	0.84
Circle	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**	**R**	**Sig**
11.43 mm	-0.43	0.47	-0.79	0.22	-0.62	0.07	-0.17	0.71
13.97 mm	-0.57	0.31	-0.95	.045*	-0.39	0.29	0.66	0.10
16.51 mm	-0.57	0.32	-	-	-0.36	0.33	0.54	0.22
19.05 mm	0.09	0.89	-0.94	0.06	-0.18	0.64	0.23	0.63
21.59 mm	0.68	0.20	-0.79	0.21	0.17	0.67	0.27	0.55

***ทดสอบที่นัยสำคัญระดับ 0.05*

ภาพที่ 15 เปรียบเทียบสหสัมพันธ์ตามช่วงอายุ **ภาพที่ 16** เปรียบเทียบสหสัมพันธ์ตามจำนวนปีใช้งาน

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยขั้นตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานในกลุ่มผู้มีอายุน้อยกว่า 60 ปี และอายุ 60 ปีขึ้นไป พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อปุ่มขนาด 19.05 มม. มีประสิทธิภาพดีที่สุดและมีความใกล้เคียงกับปุ่มมขนาด 16.51 มม. ซึ่งมีประสิทธิภาพลดลงเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jin; et al. [6] และงานวิจัยของ Carmien & Manzanres [19] แต่ผลการทดลองบางส่วนที่แตกต่างออกไปคือ ปุ่มขนาด 21.59 มม. แม้จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นแต่ประสิทธิภาพด้านเวลาตอบสนองกลับลดลง สาเหตุหนึ่งคือขนาดปุ่มที่ใหญ่เกินไปทำให้ระยะทางในการเคลื่อนที่นิ้วมือนานขึ้น ผลการศึกษาทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง พบว่ารูปร่างปุ่มแบบขอบมนมีประสิทธิภาพด้านเวลาตอบสนองดีที่สุด

การทดสอบความง่ายในการเรียนรู้จากทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ปุ่มขนาด 16.51 มม. และ 19.05 มม. มีระดับคะแนนความความง่ายในการเรียนรู้ใกล้เคียงกัน ส่วนปุ่มขนาด 13.97 มม. และ 11.43 มม. มีคะแนนความง่ายในการเรียนรู้น้อยและน้อยที่สุดอย่างชัดเจนตามลำดับ

ส่วนรูปร่างปุ่มในกลุ่มตัวอย่างอายุน้อยกว่า 60 ปี พบว่าความง่ายในการเรียนรู้ของรูปร่างวงกลมมีระดับคะแนนสูงที่สุด รองลงมาคือรูปร่างขอบมนและรูปร่างสี่เหลี่ยมตามลำดับ ในขณะกลุ่มตัวอย่างอายุ 60 ปีขึ้นไป มีความง่ายในการเรียนรู้ของปุ่มรูปร่างขอบมนและสี่เหลี่ยมในระดับคะแนนสูงใกล้เคียงกัน ส่วนปุ่มรูปร่างวงกลมกลับมีระดับคะแนนต่ำ จากงานวิจัยของ Kim, S.; et al. [9] สรุปว่ารูปร่างปุ่มมีผลทำให้การใช้งานที่ง่ายขึ้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่ารูปร่างปุ่มมีผลต่อความง่ายในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุแตกต่างกัน

การวิจัยขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนการสร้างแบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยนำผลได้จากการทดลองมาทำการพล็อตแบบกระจาย [32] เพื่อวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลในการกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าข้อมูล คือ อายุและประสบการณ์การใช้งาน จากนั้นกำหนดกฎเพื่อการตัดสินใจสำหรับประมวลผลให้ได้เป็นตัวแปรผลลัพธ์แยกกัน คือ ขนาดปุ่ม 1 ชุดกฎฟัซซี และรูปร่างปุ่ม 1 ชุดกฎฟัซซี ทำให้ได้แบบจำลองตรรกศาสตร์คลุมเครือจากความสามารถในการใช้งานขนาดและรูปร่างปุ่มบนสมาร์ทโฟนของผู้สูงอายุ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ช่วยให้นักออกแบบสมาร์ทโฟนสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้เพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนาปุ่มกด ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานสูงอายุ ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับงานวิจัยด้านการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้บนสมาร์ทโฟน เพื่อให้นักออกแบบสมาร์ทโฟนนำไปใช้ในงานออกแบบปุ่มได้ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาองค์ประกอบการออกแบบอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น สี ระยะห่าง หรือตำแหน่งการจัดวาง รวมถึงองค์ประกอบการใช้งานที่นอกเหนือจากปุ่มกด เช่น แท็ป ไอคอน และตัวอักษร

เอกสารอ้างอิง

[1] United Nations Population Fund. (2012). *Ageing in the Twenty-First Century: A Celebration and A Challenge*. United Nations Population Fund. Retrieved January 19, 2016, from http://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Ageing%20report.pdf

[2] World Health Organisation. (n.d.). *Definition of an older or elderly person.* Retrieved January 19, 2016 from http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolderen/

[3] United Nations. (n.d.) *Executive Summary : World Population Ageing 1950-2050.* Retrieved January 21, 2016, from http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/pdf/62executivesummary_english.pdf

[4] มุกดา เดชประพนธ์; และ ปิยวดี ทองยศ. (2557). ปัญหาทางตาที่พบบ่อยและการสร้างเสริมสุขภาพตาในผู้สูงอายุ. *รามาธิบดีพยาบาลสาร.* 20(1): 1-9.

[5] Pattison, M.; & Stedmon, A. (2006). Inclusive Design and Human Factors: Designing Mobile Phones for Older Users. *PsychNology Journal.* 4(3): 267-284.

[6] Jin, Z., Plocher, T., Kiff, L. (2007). *Touch Screen User Interfaces for Older Adults: Button Size and Spacing.* In C. Stephanidis (ed.), HCI 2007. LNCS, vol. 4554, (pp. 933-941). Heidelberg: Springer.

[7] Strengers, J. (2012). *Smartphone interface design requirements for seniors.* Information Studies 2012, Amsterdam: University of Amsterdam.

[8] Kwahk, J.; & Han, S.H. (2002). A Methodology for Evaluating the Usability of Audiovisual Consumer Electronic Products. *Applied Ergonomics.* 33: 419-431.

[9] Kim, S., Sekiyama, K.; & Fukuda, T. (2008, September). Pattern Adaptive and Finger Image-guided Keypad Interface for In-vehicle Information Systems. *international journal on smart sensing and intelligent systems*. 1(3): 572-591.

[10] Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering.* Boston, MA: Academic Press.

[11] Quesenbery, W. (2003). *Dimensions of Usability : Defining the Conversation, Driving the Process.* Proceedings of the UPA 2003 Conference (Usability Professionals' Association Annual Conference), (pp.1-8). Scottsdale, Arizona.

[12] Plaza, I., Martin, L., Martin, S.; & Medrano, C. (2011). Mobile Applications in an Aging Society: Status and Trend. *Journal of Systems and Software.* 84(11): 1977-1988.

[13] เลอสม สถาปิตานนท์. (2537). *การออกแบบคืออะไร ?.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[14] Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps.* (W.J. Berg, Trans.). Madison, WI: University of Wisconsin Press.

[15] Evans, P.; & Thomas, M. (2013). *Exploring the Elements of Design*. 3rd ed. Delmar, NY: Cengage Learning.

[16] เครือจิต ศรีบุญนาค; เกษม รักษาเคน; ลัดดา พนัสนอก; วีระพันธุ์ ธงตะทบ; ธวัช ตราชู; และ เจริญ โชติพันธ์. (2542). *สุนทรียภาพของชีวิต.* กรุงเทพฯ: เธิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.

[17] วิรุณ ตั้งเจริญ. (2539). *การออกแบบ.* กรุงเทพฯ: โอ.เอ.พริ้นติ้ง.

[18] Lee, C. S.; & Zhai, S. (2009). *The Performance of Touch Screen Soft Buttons.* Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2009), Boston, Massachusetts. (pp. 309-318). New York: ACM Press.

[19] Carmien, S.; & Manzanres, A.G. (2014). *Elders Using Smartphones - a Set of Research Based Heuristic Guidelines for Designers.* 8th International Conference, UAHCI 2014, Held as Part of HCI International 2014, June 22-27, 2014, Proceedings, Part II, (pp. 26-37). Heraklion, Crete, Greece.

[20] Tang, C.Y., Fung, K.Y., Lee, E.W.M., Ho, G.T.S., Siu, K.W.M.; & Mou, W.L. (2013). Product form design using customer perception evaluation by a combined superellipse fitting and ANN approach. *Advanced Engineering Informatics.* 27: 386-394.

[21] Gatto, J.A., Porter, A.W.; & Selleck, J. (2011). *Exploring Visual Design: The Elements and Principles.* 4th ed.. Worcester, MA: Davis Publications.

[22] Tomita, K. (2015, April 19). *Principles and Elements of Visual Design: A Review of the Literature on Visual Design of Instructional Materials.* Educational Studies 57, International Christian University. 167-174.[

[23] Feeney, K. K. (2012). *Encouraging Collaboration Through App Inventor.* M.A. in Interdisciplinary Computer Science thesis, Mills College, Oakland, United States.

[24] Han, S.H., Kim, K.J., Yun, M.H., Hong, S.W.; & Kim, J. (2004). Identifying Mobile Phone Design Features Critical to User Satisfaction. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing.* 14(1): 15–29.

[25] Looijesteijn, K. (2009). *The Design of a Deaf-to-Hearing Communication Aid For South Africans.* M.Sc. thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands.

[26] ศศิพันธ์ นิตยะประภา. (2558). การใช้งานได้ของเว็บไซต์. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ.* 11(2): 70-87.

[27] ISO 9241-11. (1998). *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) – Part 11 Guidance on Usability.* International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland: ISO.

[28] Preece, J., Rogers, Y.; and Sharp, H. (2002). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction.* New York: Wiley & Sons.

[29] Shneiderman, B. (2005). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction.* 4th ed. Massachusetts: Addison Wesley.

[30] The NPD Group. (2013, November 18). *Smartphone Data Consumption Is 44 Percent Greater on Larger Screen Phones, According to Npd.* Retrieved March 30, 2016, from http://www.connected-intelligence.com/about-us/press-releases/smartphone-data-consumption-44-percent-greater-larger-screen-phones

[31] Karam, A.M. (2015). *A Comparison of the Effects of Mobile Device Display Size and Orientation, and Text Segmentation on Learning, Cognitive Load, and User Perception in a Higher Education Chemistry Course.* Dissertation, The University of Texas at Austin, Texas, United States.

[32] Clark, J. (2011, November). *iPhone App Design: When an Awkward Interface Makes Sense.* Retrieved January 21, 2016, from http://www.uie.com/articles/iphone-interface-design

[33] พยุง มีสัจ. (2557). *ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.