

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกสตัลท์กับแคปทชา :

การศึกษาด้านความง่ายต่อผู้ใช้

The Implementation of Gestalt Theory with CAPTCHA:

The Study of Usability

สุทธิเกียรติ มีลาภ* และณัฐรณนธ์ หงส์วรวิธธร

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Suttikeat Meelap* and Nuttanont Hongwarittorn

Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอแคปทชาแบบรูปภาพแบบใหม่ที่ไม่ใช้ฐานข้อมูลและใช้ทฤษฎีเกสตัลท์เป็นหนึ่งในจิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์ เรียกแคปทชาที่ว่าแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ที่ช่วยลดปัญหาด้านการใช้ฐานข้อมูลของแคปทชาแบบรูปภาพในปัจจุบัน และเป็นการเสนอแนวทางใหม่ในการใช้จิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์มาพัฒนาแคปทชาให้มีความง่ายกับมนุษย์อันเป็นแนวโน้มของการพัฒนาแคปทชารูปภาพในปัจจุบัน การทดสอบของแคปทชานี้จะสร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานแบบสุ่มที่มีสีเหมือนพื้นหลังคือเป็นสีดำ และสร้างกลุ่มรูปทรง 5 รูปมาประกอบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นรูปทรงเรขาคณิตสีดำได้ ในการทดสอบให้ผู้ใช้มองรูปทรงเรขาคณิตสีดำว่าเป็นกี่เหลี่ยม มนุษย์สามารถรับรู้ภาพได้ถึงแม้ว่าภาพนั้นจะไม่สมบูรณ์เนื่องจากคุ้นเคยด้วยประสบการณ์ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพด้านความง่ายกับผู้ใช้ของแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ในด้านเวลาที่ใช้ อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน และความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยเปรียบเทียบกับ reCAPTCHA Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA ผลการทดลองพบว่าระบบแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนและความพึงพอใจมากกว่าแคปทชาทั้งสามแบบที่ใช้เปรียบเทียบกับอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่หน่วยทดลองใช้เวลามากกว่า Ironclad CAPTCHA กับ ShapeCAPTCHA ผลการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแนวคิดในการพัฒนาแคปทชาแบบรูปภาพด้วยทฤษฎีเกสตัลท์ทำให้แคปทชามีความง่ายกับมนุษย์จริง

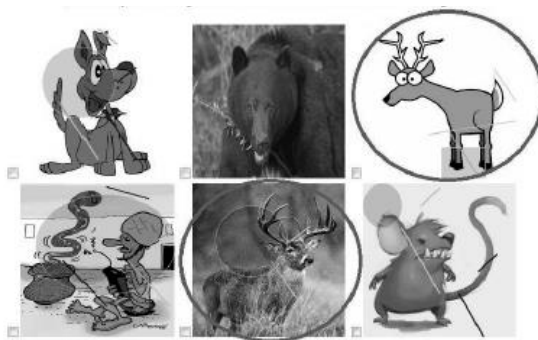
คำสำคัญ : CAPTCHA; completely automatic public turing test to tell computer and human apart; gestalt; security; authentication; human recognition; user interface

1. บทนำและที่มาของปัญหา

แคปทชา (CAPTCHA, completely automatic public turing test to tell computer and human apart) เป็นเครื่องมือรักษาความปลอดภัยในอินเทอร์เน็ตที่ใช้จำแนกผู้ใช้ที่เป็นมนุษย์ออกจากโปรแกรมอัตโนมัติหรือบอท ด้วยการแสดงการทดสอบให้ผู้ใช้ทำ ถ้าผู้ใช้สามารถผ่านการทดสอบจะสามารถเข้าใช้งานระบบได้ แคปทชาแบบดั้งเดิมมีการทดสอบเป็นการแสดงกลุ่มอักษรที่ถูกทำให้บิดเบี้ยวให้ผู้ใช้พิมพ์ตามตัวอักษรที่เห็นจะเรียกแคปทชาแบบนี้ว่าแคปทชาอักษรข้อความ (text-based CAPTCHA) แต่การพัฒนาองค์ความรู้ด้านการจำแนกอักษร (optical character recognition) ของคอมพิวเตอร์ที่ดีขึ้นทำให้บอทผ่านการทดสอบแคปทชาอักษรข้อความ มีงานวิจัยได้ศึกษาลักษณะการบิดเบือนอักษรลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งใส่เส้นรบกวนพื้นหลังเพื่อให้บอทจำแนกอักษดยากขึ้น [1] แต่ทำให้มนุษย์จำแนกอักษดยากตามเช่นกัน และผลการทดลองยังพบว่าบอทมีความสามารถจำแนกอักษรได้ดีกว่ามนุษย์ มีหลายงานวิจัยได้ทำการทดลองให้ผลสอดคล้องกันและรายงานที่ระบุว่าบอท สามารถผ่านการทดสอบของแคปทชาอักษรข้อความในหลายเว็บไซต์ [2-4] นับเป็นความล้มเหลวของแคปทชาอักษรข้อความ

จากข้อเสียของแคปทชาอักษรข้อความนี้ นำไปสู่การพัฒนาแคปทชาแบบรูปภาพ (image-based CAPTCHA) เนื่องจากการจำแนกภาพของบอทยังไม่สามารถทำได้เทียบเท่ากับมนุษย์ในปัจจุบัน แคปทชาแบบรูปภาพดั้งเดิมเป็นการถามถึงชื่อของภาพที่เป็นโจทย์ โดยมีตัวเลือกให้ตอบ การทำเป็นตัวเลือกส่งผลให้บอทคาดเดาคำตอบได้ง่าย จึงพัฒนาให้เป็นการจับคู่ภาพที่เหมือนกันหรือหาภาพที่ต่างจากพวก สำหรับในปัจจุบันมีแนวโน้มใช้จิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์ที่บอทไม่สามารถทำได้ ร่วมกับการพัฒนาแคปท

ชา เช่น SEMAGE [5] ดังรูปที่ 1 แสดงภาพสัตว์หกภาพให้จับคู่ว่าภาพใดเป็นสัตว์ชนิดเดียวกัน โดยภาพทั้งหกมีทั้งสัตว์จริงและการตูน บอทไม่สามารถทำได้เนื่องจากภาพจริงและการตูนไม่มีความเหมือนกันทางกายภาพ อย่างไรก็ตามมนุษย์ทำได้เนื่องจากความคุ้นเคยกับสัตว์มาก่อน



รูปที่ 1 SEMAGE CAPTCHA ให้จับคู่ภาพสัตว์ชนิดเดียวกันโดยแสดงภาพจริงและการตูน (Vikram, Fan and Gu, 2011)

แต่แคปทชารูปภาพมีข้อเสียด้านการใช้ฐานข้อมูลที่ต้องเก็บรูปภาพเป็นจำนวนมาก บางระบบใช้ฐานข้อมูลจากภายนอกเพื่อลดปัญหานี้ ฐานข้อมูลนั้นจำเป็นต้องให้บริการกับระบบอื่นที่ใช้แคปทชานั้นได้ตลอดเวลาและต้องรองรับผู้ใช้จำนวนมากได้ ถ้าฐานข้อมูลเสียหายหรือไม่สามารถให้บริการได้ จะทำให้แคปทชานั้นไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งต่างจากแคปทชาอักษรข้อความที่สามารถสร้างอักษรแบบสุ่มได้ ระบบออนไลน์ส่วนใหญ่จึงใช้แคปทชาอักษรข้อความที่สะดวกต่อการนำไปใช้งานมากกว่าแบบรูปภาพ มีงานวิจัยเชิงสำรวจหลายงานวิจัยที่ให้ข้อสรุปเช่นนี้ [6,7]

งานวิจัยนี้เสนอแคปทชารูปภาพแบบใหม่ที่ไม่ใช้ฐานข้อมูล ทำให้มีประสิทธิภาพต่อการใช้งานได้จริง แคปทชานี้ชื่อว่าแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

(Gestalt Geometric CAPTCHA) มีการออกแบบด้วยหลักการของทฤษฎีเกสตัลท์เป็นหนึ่งในจิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์ที่จะกล่าวถึงส่วนที่สอง แคปช่าสร้างรูปทรงเรขาคณิตสีดำแบบสุ่มบนพื้นหลังสีดำนประกอบด้วย วงกลม วงรี สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม และหกเหลี่ยม มีกลุ่มรูปทรงสีมาประกอบหารูปทรงเพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นรูปทรงเรขาคณิตสีดำได้ แคปช่าจะแสดงห้าภาพในหนึ่งการทดสอบ แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีการทดสอบให้ผู้ใช้พิมพ์จำนวนเหลี่ยมของรูปทรงสีดำแต่ละภาพให้ถูกต้องเป็นตัวเลข ลักษณะการออกแบบแคปช่านี้มาจากงานวิจัยนำร่องของผู้ทวิวิจัย [8] ที่วิเคราะห์ถึงลักษณะสีของพื้นหลัง จำนวนกลุ่มรูปทรงสี ลักษณะของรูปทรง และวิธีการทดสอบ ประกอบกันให้ได้เป็นแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ ดังรูปที่ 2

Enter the number of angles of a black shape in the middle for each image.



Enter the number of angles of a black shape in the middle for each image.



รูปที่ 2 ตัวอย่างแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

งานวิจัยนี้ทำการวัดประสิทธิภาพของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์แบ่งออกเป็น ความง่ายต่อผู้ใช้ (usability) โดยงานวิจัยนี้เน้นการวัดประสิทธิภาพด้านนี้ก่อนเนื่องจากทฤษฎีเกสตัลท์เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ของมนุษย์ และมีงานวิจัยค่อนข้างน้อยที่นำทฤษฎีเกสตัลท์มาใช้กับแคปช่าแล้วทดลองแสดงให้เห็นว่า

ทำให้แคปช่าที่สร้างขึ้นง่ายกับผู้ใช้จริง โดยมากเป็นเพียงแค่นวนคิดเท่านั้น [9] ความง่ายต่อผู้ใช้แบ่งออกเป็นสามตัวแปร คือ เวลาที่ใช้ทำงานเสร็จสิ้น อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน และความพึงพอใจของผู้ใช้ การวัดประสิทธิภาพด้านความง่ายต่อผู้ใช้เพื่อให้เห็นชัดว่ามีประสิทธิภาพเพียงใดจำเป็นต้องทำการเปรียบเทียบกับแคปช่าอื่น ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองเปรียบเทียบกับแคปช่าอื่นอีกสามรูปแบบ คือ reCAPTCHA [10] Ironclad CAPTCHA [11] และ ShapeCAPTCHA [12] ดังรูปที่ 3 เนื่องจาก reCAPTCHA เป็นแคปช่าที่ระบบออนไลน์ส่วนใหญ่นิยมใช้มากจึงนำมาเป็นตัวเปรียบเทียบมาตรฐาน สำหรับ Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA เป็นแคปช่าที่มีการทดสอบเป็นการพิจารณารูปทรงคล้ายวิธีทดสอบของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

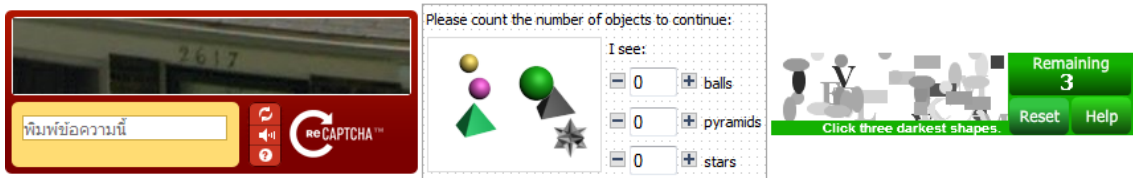
2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1. การพัฒนาแคปช่า

แคปช่าอักษรข้อความเป็นแคปช่ารูปแบบแรกสุดที่มีการทดสอบด้วยการแสดงกลุ่มอักษรที่ถูกทำให้บิดเบี้ยวให้ผู้ใช้พิมพ์ตามให้ถูกต้อง แคปช่าอักษรข้อความแรกสุดคือ Gimpy [13] แสดงข้อความ 7 คำที่บิดเบี้ยวและซ้อนทับกันให้ผู้ใช้พิมพ์ 3 คำ การพัฒนาแคปช่าอักษรข้อความส่วนมากเป็นการศึกษาองค์ประกอบการบิดเบือนอักษร รูปแบบอักษร ศึกษาลักษณะของสิ่งรบกวนในภาพพื้นหลัง จำนวนอักษรเป็นต้น [1,14] เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้บอจำแนกอักษรยากขึ้นแต่มนุษย์ยังคงจำแนกอักษรได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามแคปช่าอักษรข้อความที่ถูกพัฒนาขึ้นล้วนมีวิธีทดสอบผู้ใช้เหมือนเดิมคือให้ผู้ใช้พิมพ์อักษรตามให้ถูกต้อง แคปช่าอักษรข้อความที่นิยมใช้กันมากในระบบออนไลน์คือ reCAPTCHA มีการทดสอบด้วยการแสดงคำสองคำที่บิดเบี้ยวและทำให้มีความเบลอไม่

ชัดเจน โดยเป็นคำที่มีความหมายหนึ่งคำ และไม่มี ความหมายหนึ่งคำ ให้ผู้ใช้พิมพ์ตามให้ถูกต้อง แคปต์ชา่นี้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบัน reCAPTCHA เปลี่ยนรูปแบบเป็นแสดงภาพถ่ายอาคาร ที่มีหมายเลขติดอยู่ ให้ผู้ใช้พิมพ์หมายเลขที่เห็นบน อาคารเหล่านั้นให้ถูกต้องดังรูปที่ 4 งานวิจัยนี้ได้เลือก

reCAPTCHA มาเปรียบเทียบในการทดลองเนื่องจาก เป็นแคปต์ชาที่พบได้ทั่วไปและนิยมใช้กันมาก ดังนั้น การพัฒนาแคปต์ชาใหม่ควรมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า แคปต์ชาที่นิยมใช้ในปัจจุบัน หมายเหตุการทดลองใน งานวิจัยในขณะนั้น reCAPTCHA ยังเป็นการทดสอบ แสดงตัวอักษรสองคำ



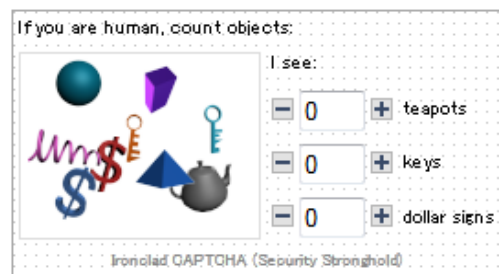
รูปที่ 3 ตัวอย่าง reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA ตามลำดับ



รูปที่ 4 ตัวอย่าง reCAPTCHA รูปแบบใหม่ (Ahn, Maurer, McMillen, Abraham and Blum, 2014)

แคปต์ชาแบบรูปภาพถูกพัฒนาขึ้นจาก ความล้มเหลวของแคปต์ชาอักษรข้อความที่เริ่มไม่ปลอดภัยจากบอทอีกต่อไป และการพัฒนาแคปต์ชา แบบรูปภาพได้มีวิธีการทดสอบกับผู้ใช้ที่หลากหลาย กว่าสุดแล้วแต่จินตนาการของผู้พัฒนา แคปต์ชาแบบ รูปภาพในเริ่มแรกเป็นการแสดงภาพและตัวเลือกให้ ผู้ใช้เลือกตอบให้ตรงกับภาพที่เห็น เช่น Confident CAPTCHA [15] แสดงคำถามเป็นข้อวิฤตแบบสุ่ม และ ตัวเลือกเป็นภาพ 9 ภาพ ให้ผู้ใช้กดเลือกภาพที่ตรงกับ วิฤตของคำถาม การพัฒนาแคปต์ชาแบบรูปภาพต่อมา เป็นแบบให้คำตอบมีหลายตัวเลือกเนื่องจากคำตอบ เดียวบอทสามารถคาดเดาได้ง่าย เช่น Asirra [16] ให้

เลือกภาพแนว 6 ภาพจากกลุ่มภาพที่มีทั้งสุนัขและแมว ทั้งหมด 12 ภาพ หรือ Ironclad CAPTCHA แสดง กลุ่มรูปทรงแบบสุ่ม และให้ผู้ใช้ใส่จำนวนรูปทรงใน คำถามมี 3 ชนิดจากในกลุ่มรูปทรงนั้นให้ถูกต้องดังรูป ที่ 5 ในงานวิจัยนี้ได้เลือก Ironclad CAPTCHA มา เปรียบเทียบในการทดลองเนื่องจากการทดสอบให้ผู้ใช้ พิจารณารูปทรงคล้ายกับการทดสอบของแคปต์ชา เรขาคณิตแบบเกสตัลท์



รูปที่ 5 ตัวอย่าง Ironclad CAPTCHA (Security Stronghold, n.d.)

แคปต์ชาแบบรูปภาพที่เป็นตัวเลือกให้ผู้ใช้ เลือกตอบยังมีโอกาสสูงที่บอทคาดเดาคำตอบถูก จึงมี

การพัฒนาเป็นเหมือนเกมให้ผู้ใช้ทำตามคำสั่งของ แคปทชา เป็นการเน้นให้ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับระบบ แคปทชาโดยที่บอทยังทำได้ยาก เช่น Motion CAPTCHA [17] แสดงจุดทึบสีดำเป็นจุดเริ่มต้นและตามด้วยเส้นสีเทา ให้ผู้ใช้ลากเมาส์ให้ตรงตามเส้นที่ปรากฏ ShapeCAPTCHA แสดงกลุ่มรูปทรงและอักษรที่มีโทนสีขาวดำ ให้ผู้ใช้เลือกรูปทรงที่สีเข้มที่สุดสามอันดับแรกจากในภาพโดยไม่นับตัวอักษรดังรูปที่ 6 ในงานวิจัยนี้ได้เลือก ShapeCAPTCHA มาเปรียบเทียบในการทดลองเนื่องจาก ShapeCAPTCHA ใช้รูปทรงเรขาคณิตในการทดสอบเหมือนกับแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์



รูปที่ 6 ตัวอย่าง ShapeCAPTCHA (Publik Tech LLC, n.d.)

ในปัจจุบันแคปทชาแบบรูปภาพใช้จิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์ที่บอทไม่สามารถทำได้มาใช้ เช่น Playthru [18] แสดงวัตถุเป็นตัวเลือกทั้งสี่ และมีภาพแบบกลุ่มเป็นพื้นหลัง วิธีทดสอบให้ผู้ใช้ลากวัตถุที่เหมาะสมไปยังตำแหน่งบนพื้นหลังให้ถูกต้อง ดังรูปที่ 7 แคปทชาสั่งให้ผู้ใช้วางอาหารในตู้เย็น ผู้ใช้สามารถรู้ได้ทันทีว่าควรนำวัตถุใดเข้าตู้เย็นเพราะมนุษย์รู้จักความหมายของตู้เย็นและวัตถุตัวเลือกทั้งสี่ เป็นจิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์อีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า การหาความสัมพันธ์ของวัตถุเชิงความหมาย (semantic) ในขณะที่บอทแม้ในอนาคตสามารถตรวจสอบรูปภาพได้ว่าเป็นอะไร แต่ไม่สามารถรู้ถึงความหมายของวัตถุบอทจึงยากที่จะผ่านแคปทชาประเภทนี้

แม้ว่าแคปทชาแบบรูปภาพมีการพัฒนาเน้นปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้และใช้จิตวิทยาการรับรู้ของ

มนุษย์ทำให้ง่ายต่อผู้ใช้และยากต่อบอทแล้วก็ตาม แคปทชารูปภาพแบบนี้ยังคงมีน้อยอยู่ในปัจจุบัน และเว็บไซต์ส่วนใหญ่ยังนิยมใช้แคปทชาอักษรข้อความอยู่ ตามการรายงานของ Imperva และ SecureSphere [19] เนื่องจากแคปทชาแบบรูปภาพมีข้อจำกัดด้านฐานข้อมูลหรือต้องใช้เครื่องมือเฉพาะเพื่อให้แคปทชา นั้นสามารถทำงานได้บนฝั่งผู้ใช้บริการ จึงยากต่อการนำไปใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์เพื่อลดปัญหาของแคปทชาแบบรูปภาพในปัจจุบัน



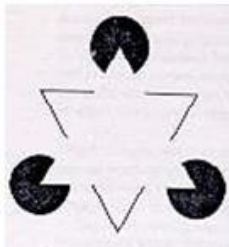
รูปที่ 7 ตัวอย่าง Playthru (Tyler, n.d.)

2.2 ทฤษฎีเกสตัลท์

ทฤษฎีเกสตัลท์ [20] เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เรียนรู้จากสิ่งเร้ารอบตัวโดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมาของตนเอง การเรียนรู้ประกอบด้วยสองลักษณะคือ การรับรู้ เป็นการแปลความหมายของสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสทั้งห้าโดยใช้ประสบการณ์เข้าร่วม และการหยั่งเห็น เป็นความคิดที่เกิดขึ้นทันทีขณะบุคคลนั้นประสบปัญหา เป็นกระบวนการแก้ปัญหาอุปสรรคตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงแก้ปัญหาได้โดยใช้ประสบการณ์เข้าร่วม ทฤษฎีเกสตัลท์แบ่งกลุ่มของการรับรู้เป็นกฎหลายข้อแต่จะกล่าวเฉพาะกฎที่นำมาใช้เป็นหลักการสร้างแคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

กฎแห่งการสิ้นสุด (Law of closure) หากมนุษย์รับรู้สิ่งที่ขาดหายไปจะสามารถเติมสิ่งนั้นให้สมบูรณ์ได้โดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมา แคปทชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์สร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานที่ทุกคนคุ้นเคยให้มีสีดำเป็นสีเดียวกับพื้นหลัง และมีกลุ่ม

รูปทรงสี่เป็นรูปทรงพื้นหลังให้รูปทรงสีดำมองเห็นได้บางส่วน ผู้ใช้จะมองเห็นรูปทรงสีดำไม่สมบูรณ์แต่สามารถเติมเต็มเป็นรูปทรงสมบูรณ์ได้จากความคุ้นเคยรูปทรงเรขาคณิต เช่นเดียวกับรูปที่ 8



รูปที่ 8 มนุษย์สามารถมองรูปนี้เป็นสามเหลี่ยมได้จากความคุ้นเคย แม้เส้นไม่ได้ต่อกันสมบูรณ์ (Wertheimer, 1938)

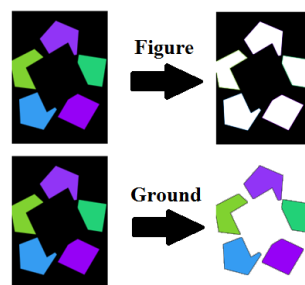
กฎแห่งรูปร่างและพื้น (Law of figure-ground) ในภาพเดียวกันมนุษย์สามารถมองได้หลายอย่างขึ้นกับว่าให้ความสนใจที่สิ่งใดของภาพ จะเรียกส่วนที่สนใจว่ารูปร่าง (figure) และส่วนประกอบอื่นของภาพที่ไม่ได้สนใจคือพื้น (ground)

กฎแห่งจุดสนใจ (Law of focal point) มนุษย์จะวางสายตาลงตำแหน่งกึ่งกลางของภาพหรือสิ่งที่เป็จุดสนใจโดดเด่นของภาพทันทีเมื่อมองภาพใด

จากกฎทั้งสองเป็นที่มาของการออกแบบแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ เป้าหมายคือต้องการให้ผู้ใช้งานมองรูปทรงสีดำเป็นจุดสนใจหรือ figure จึงออกแบบให้รูปทรงสีดำอยู่กึ่งกลางภาพและมีขนาดใหญ่กว่ากลุ่มรูปทรงสี ส่วนกลุ่มรูปทรงสีที่มีหน้าที่เพียงให้รูปทรงสีดำมองเห็นได้บางส่วน มีขนาดเล็กไม่สะดุดตา และถูกรูปทรงสีดำขนาดใหญ่กว่าบดบัง ทำให้ไม่เป็จุดสนใจของผู้ใช้และให้มองส่วนนี้เป็น ground ดังรูปที่ 9

ทฤษฎีเกสตัลท์เกิดขึ้นในมนุษย์ โดยเริ่มจากการแปลความหมายของสิ่งเร้าที่สัมผัสได้ ในที่นี้คือ

ตามองเห็นรูปทรงเรขาคณิต สมองจะทำการแปลความหมายโดยใช้ประสบการณ์ของตน คนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับรูปทรงเรขาคณิต สมองจะเปรียบเทียบรูปทรงที่เห็นให้ใกล้เคียงกับสิ่งที่บุคคลนั้นคุ้นเคยซึ่งคือรูปทรงเรขาคณิต จะทำให้คนนั้นรู้ได้ว่ารูปทรงที่เห็นใกล้เคียงกับรูปทรงใด กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นแบบทันทีทันใดดังที่กล่าวแล้วในส่วนของการรับรู้และการหยั่งเห็น การนำทฤษฎีนี้มาประยุกต์ใช้กับแคปช่าเพื่อต้องการให้มนุษย์เท่านั้นที่ทดสอบผ่าน ในขณะที่บอทมีการรับรู้ทางกายภาพแบบตรงไปตรงมาเท่านั้น ไม่สามารถเกิดการเรียนรู้แบบนี้ได้จึงยากต่อบอทในการผ่านการทดสอบนี้



รูปที่ 9 ตัวอย่างภาพของ figure และ ground ของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

3. วิธีการวิจัย

วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ เพื่อสร้างแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ที่มีความง่ายกับมนุษย์ มีวิธีการทดสอบด้วยการเปรียบเทียบในด้านเวลาที่ใช้ทำงานเสร็จสิ้น อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน และความพึงพอใจของผู้ใช้กับแคปช่าอื่นอีกสามชนิด คือ reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA, และ ShapeCAPTCHA

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีการกำหนดสมมติฐานเพื่อกำหนดทิศทางการทดลองดังนี้ (1) แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์จะใช้เวลาทดสอบน้อยกว่า มีอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนและความพึง

พอใจของผู้ใช้มากกว่า reCAPTCHA (2) แคปต์ชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์จะใช้เวลาทดสอบแตกต่าง มีอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนและความพึงพอใจของผู้ใช้มากกว่า Ironclad CAPTCHA และ (3) แคปต์ชาเรขาคณิตแบบเกสตัลท์จะใช้เวลาทดสอบแตกต่าง มีอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนและความพึงพอใจของผู้ใช้แตกต่างจาก ShapeCAPTCHA การกำหนดสมมติฐานมาจากศึกษาวรรณกรรมในอดีต [21-24] สำหรับข้อสมมติฐานที่ 2 และ 3 มีการกำหนดทิศทางของข้อสมมติฐานเป็นแตกต่าง เนื่องจากยังไม่มีการวิจัยใดทำการศึกษามาก่อนจึงไม่สามารถกำหนดทิศทางให้เป็นมากกว่า หรือน้อยกว่าได้

ตัวแปรที่ศึกษาด้านเวลาที่ผู้ใช้ทำงานเสร็จสิ้นจะเก็บเมื่อหน่วยทดลองเปิดเว็บเพจพบการทดสอบแคปต์ชาแต่ละชนิด สิ้นสุดเมื่อหน่วยทดลองกดปุ่มส่งคำตอบ ระบบจะบันทึกเวลาที่หน่วยทดลองใช้ทำการทดสอบเสร็จสิ้นหน่วยเป็นวินาที ตัวแปรด้านอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน จะเก็บเมื่อหน่วยทดลองทดสอบแคปต์ชาที่ปรากฏแต่ละชนิด และกดปุ่มส่งคำตอบ ระบบจะบันทึกข้อมูลผลการทดสอบของหน่วยทดลองทั้งหมด จากนั้นนำมาคำนวณหาร้อยละของจำนวนการทดสอบแคปต์ชาผ่านของหน่วยทดลอง ต่อจำนวนการทดสอบแคปต์ชาทั้งหมดของหน่วยทดลอง ดังนี้ $APR = \frac{p}{N} \times 100$ เมื่อ APR คือ อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน (ร้อยละ); p คือ จำนวนการทดสอบแคปต์ชาผ่านแต่ละชนิดของหน่วยทดลอง และ N คือ จำนวนการทดสอบแคปต์ชาแต่ละชนิดของหน่วยทดลอง

ตัวแปรด้านความพึงพอใจของผู้ใช้จะเก็บหลังจากหน่วยทดลองทำการทดสอบแคปต์ชาเสร็จสิ้นครบทุกชนิด ด้วยการทำแบบสอบถาม การวิเคราะห์จะใช้ข้อมูลในแบบสอบถามที่ประกอบด้วยข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลองและคะแนนความชอบของแคปต์ชาแต่ละชนิด จะกระทำด้วยสถิติเชิงพรรณนา

การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ทำในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยได้ให้หน่วยทดลองทำการทดลองในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งเพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน คอมพิวเตอร์ที่ให้หน่วยทดลองทำการทดสอบเป็นคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการห้องเดียวกัน และมีฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์เหมือนกัน การติดตั้งเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบ localhost ในแต่ละเครื่องเหมือนกันทั้งหมด เพื่อป้องกันผลของความต่างด้านประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ และเวลาที่ทำการทดลองเป็นเวลาที่ไม่ใกล้เคียงกันในแต่ละวัน

การเลือกหน่วยทดลองผู้วิจัยได้ยึดหลักให้เลือกหน่วยทดลองที่มีความหลากหลายเพื่อให้หน่วยทดลองมีความใกล้เคียงกับสัดส่วนการกระจายผู้ใช้อินเทอร์เน็ตตามความเป็นจริง [25] อีกทั้งได้มีข้อเสนอแนะในงานวิจัยว่า แคปต์ชาที่สมควรเหมาะกับทุกคนที่มีความหลากหลาย [21,26] งานวิจัยนี้เลือกหน่วยทดลองที่มีความหลากหลายด้านอายุและเพศที่มีความใกล้เคียงกับอัตราส่วนร้อยละของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย [27] ในงานวิจัยใช้หน่วยทดลอง 120 คน มีอัตราส่วนของหน่วยทดลองแบ่งตามเพศและวัยคือ เพศชาย 57 คน และเพศหญิง 63 คน กลุ่มอายุ 6-14 ปี 36 คน กลุ่มอายุ 15-24 ปี 43 คน กลุ่มอายุ 25-34 ปี 23 คน กลุ่มอายุ 35-49 ปี 13 คน และกลุ่มอายุ 50 ปีขึ้นไป 5 คน หน่วยทดลองเป็นนักเรียน นักศึกษา อาจารย์ บุคลากรในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง และเพื่อนของผู้วิจัยจากหลากหลายอาชีพ เนื่องจากหน่วยทดลองมีความหลากหลาย ความแตกต่างระหว่างบุคคลของหน่วยทดลองจะมีอิทธิพลสูงต่อผลการทดลอง ดังนั้นวิธีการทดลองที่หน่วยทดลองทำการทดสอบประเภทของแคปต์ชาทั้งสี่แบบภายในหน่วย

ทดลองคนเดียวกัน (Within-Subject Design) การทดลองนี้จะแบ่งเป็น 4 กลุ่ม หน่วยทดลองแต่ละคนต้องทำการทดสอบแคปต์ชาทุกชนิด จะส่งผลให้เกิดความเหนื่อยล้าจากการทดลองที่ใช้เวลานานหรือเกิดความชำนาญในการทดสอบแคปต์ชาที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ (carryover effects) เพื่อลดผลกระทบดังกล่าว จำเป็นต้องจัดกลุ่มหน่วยทดลองให้ลำดับของการทดสอบแคปต์ชา มีการสลับลำดับกัน (counter balancing)

หน่วยทดลองถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม อย่างน้อยกลุ่มละ 30 คน สำหรับเงื่อนไขลำดับชนิดของแคปต์ชาในการทดลองทั้ง 4 ชนิด เพื่อง่ายต่อการควบคุมทำการเรียกหน่วยทดลองเข้ามาทดลองทีละห้าคน ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยให้หน่วยทดลองปิดเครื่องมือสื่อสาร จากนั้นอธิบายถึงขั้นตอนการทดลอง โดยเริ่มต้นอธิบายสิ่งที่หน่วยทดลองต้องทำคือ ให้หน่วยทดลองแต่ละคนเข้าเว็บไซต์ของผู้วิจัยที่เป็น localhost แล้วตอบคำถามที่ปรากฏ เมื่อกดปุ่มส่งคำตอบหน่วยทดลองจะพบกับแคปต์ชาโดยหน่วยทดลองจำเป็นต้องทำการทดสอบเพื่อยืนยันการส่งคำตอบ คำถามมีทั้งหมด 10 คำถาม หน่วยทดลองต้องทำการทดสอบแคปต์ชาประเภทเดิม 5 ครั้ง เพื่อให้ผลการทดสอบน่าเชื่อถือไม่ใช่เป็นความบังเอิญที่แคปต์ชาสุ่มให้การทดสอบง่ายหรือยากกว่าปกติ เมื่อตอบคำถามครบเว็บไซต์จะให้ทำคำถามชุดใหม่อีกแต่เปลี่ยนรูปแบบแคปต์ชา คำถามที่หน่วยทดลองทำเป็นคำถามทายใจสองชุด แบบตรวจสอบบุคลิกภาพ และแบบทดสอบตาบอดสี ดังตัวอย่างในรูปที่ 10 เป็นคำถามที่ไม่มีถูกหรือผิดเพื่อกระตุ้นให้หน่วยทดลองเกิดความอยากรู้ผลลัพธ์ที่ได้และไม่เบื่อหน่าย ผู้วิจัยไม่บอกให้หน่วยทดลองทราบว่แคปต์ชาใดเป็นของผู้วิจัย และเจตนาไม่กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อ

ป้องกันหน่วยทดลองเจตนาทำผลการทดลองให้คลาดเคลื่อนจากที่ควร ผู้วิจัยไม่อธิบายการทดสอบแคปต์ชาเพื่อให้ตรงกับความเป็นจริงที่ไม่มีการอธิบายวิธีทดสอบ หลังเสร็จสิ้นการอธิบายผู้วิจัยจะนั่งใกล้หน่วยทดลองเพื่อดูวิธีการทดสอบของหน่วยทดลองโดยไม่พูดหรือให้ความช่วยเหลือใด ๆ นอกจากหน่วยทดลองพบปัญหาการทดสอบเท่านั้นโดยให้ยกมือขึ้นและเพื่อเป็นการให้หน่วยทดลองมีความตั้งใจในการทดสอบ ผู้วิจัยได้เสนอรางวัลเป็นเงิน 100 บาท ให้หน่วยทดลองที่ใช้เวลาทำการทดสอบน้อยที่สุดในกลุ่มห้าคน



รูปที่ 10 ตัวอย่างแบบทดสอบตาบอดสีในเว็บไซต์ของผู้วิจัย

เมื่อหน่วยทดลองทำการทดสอบแคปต์ชาเสร็จ เว็บไซต์จะแสดงคำถามต่อไปแม้ว่าหน่วยทดลองจะทำการทดสอบของแคปต์ชาผิดก็ตาม เนื่องจากการทดลองต้องการทราบจำนวนการผ่านหรือไม่ผ่านในการทดสอบแคปต์ชาของหน่วยทดลองจำนวนห้าครั้งเท่านั้น ระบบจะบันทึกผลการทดสอบแคปต์ชาและเวลาที่หน่วยทดลองทำการทดสอบแคปต์ชาเป็นไฟล์ .txt ที่อยู่นอกระบบ หลังจากหน่วยทดลองทำการทดสอบเสร็จสิ้นทั้งสี่เว็บไซต์ ระบบจะให้หน่วยทดลองทำแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลส่วนบุคคลและถาม

ความเห็นด้วยของแคปช่าแต่ละชนิดดังตัวอย่างรูปที่ 11 แบบสอบถามความเห็นด้วยจะแสดงประโยชน์ถึงคุณลักษณะของแคปช่าแต่ละประเภท ประเภทละ 10 ข้อ หน่วยทดลองให้คะแนนตามความเห็นด้วยของตนแบ่งเป็น 1-5 คะแนน โดย 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่งตามลำดับ มีการสลับลำดับแบบสอบถามความเห็นด้วยตามลำดับการทดสอบแคปช่าที่หน่วยทดลองคนนั้นทำการทดสอบ ถ้าหน่วยทดลองมีลำดับการทดสอบเป็น reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA, ShapeCAPTCHA และ แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ ลำดับของแบบสอบถามจะเป็นเช่นนั้นด้วย หลังจากหน่วยทดลองทำแบบสอบถามครบถ้วนแล้วจึงถือว่าเสร็จสิ้นการทดลอง



รูปที่ 11 แบบสอบถามความเห็นด้วยของ reCAPTCHA

4. ผลการวิจัยและวิจารณ์

การวิเคราะห์ผลใช้การทดสอบทางสถิติแบบวัดค่าซ้ำ (repeated measure) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลองทั้งสี่กลุ่ม ดังแสดงในตาราง

ที่ 1 เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบทีละกลุ่มพบว่ามีความเฉลี่ยเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกคู่ ($Sig.=0.000$; $P=0.05$) สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลองในแต่ละประเภทแคปช่ามีความแตกต่างกันทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลองกับแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ น้อยกว่า reCAPTCHA แต่มากกว่า Ironclad และ ShapeCAPTCHA

จำนวนการทดสอบผ่านของหน่วยทดลองทั้งสี่กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน แต่ละคนทำการทดสอบแคปช่าชนิดละห้าครั้ง ดังนั้นในแต่ละกลุ่มถ้าทุกคนทำการทดสอบผ่านทุกครั้งจะมีจำนวนการทดสอบผ่าน 150 ครั้ง รวมทั้งสี่กลุ่มเป็น 600 ครั้ง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2 เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบทีละกลุ่มพบว่ามีความจำนวนการทดสอบผ่านของหน่วยทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกคู่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($Sig.=0.000$ และ 0.032 ; $P=0.05$) ยกเว้นคู่ของ reCAPTCHA เปรียบเทียบกับ Ironclad CAPTCHA ที่มีผลการเปรียบเทียบจำนวนการทดสอบผ่านของหน่วยทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($Sig.=0.063$; $P=0.05$) สรุปได้ว่าจำนวนการทดสอบผ่าน Gestalt Geometric CAPTCHA มีจำนวนมากกว่า reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA

คะแนนความพึงพอใจของหน่วยทดลองทั้งสี่กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน แต่ละคนให้คะแนนแคปช่าประเภทละ 10 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนน 1-5 คะแนน ดังนั้นในแต่ละกลุ่มถ้าทุกคนให้คะแนนแคปช่าเต็มห้าคะแนนทั้งสิบข้อ จะมีคะแนนสูงสุด 1500 คะแนน และจะมีคะแนนต่ำสุด 300 คะแนนถ้าทุกคนในกลุ่มให้หนึ่งคะแนนทั้งหมด ผลการทดลองเป็นไปดังตารางที่ 3 เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบทีละกลุ่มพบว่าจำนวน

คะแนนความพึงพอใจของหน่วยทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกคู่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (Sig.=0.000 และ 0.002; P=0.05) ยกเว้นคู่ของ reCAPTCHA เปรียบเทียบกับ ShapeCAPTCHA ที่มีผลการเปรียบเทียบจำนวนคะแนนความพึงพอใจของ

หน่วยทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Sig.=1.000; P=0.05) สรุปได้ว่าจำนวนคะแนนความพึงพอใจของหน่วยทดลองกับ Gestalt Geometric CAPTCHA มีจำนวนมากกว่า reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA

ตารางที่ 1 ค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลอง

ประเภท แคปต์ชา	reCAPTCHA	Ironclad CAPTCHA	Shape CAPTCHA	Gestalt Geometric CAPTCHA
ค่าเฉลี่ยเวลารวม (วินาที)	25.967 Min.=5.07 Max.=169.8 Std.=17.439	16.368 Min.=4 Max.=103.87 Std.=10.272	12.988 Min.=4.07 Max.=67.13 Std.=7.247	20.506 Min.=3.79 Max.=68.08 Std.=10.513

ตารางที่ 2 จำนวนการทดสอบผ่านแคปต์ชาแต่ละประเภท ตัวเลขในวงเล็บคืออัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน

ประเภท แคปต์ชา	reCAPTCHA	Ironclad CAPTCHA	Shape CAPTCHA	Gestalt Geometric CAPTCHA
จำนวนการทดสอบผ่าน รวม (ครั้ง)	443 (73.833 %)	404 (67.333 %)	357 (59.50 %)	538 (89.667 %)

ตารางที่ 3 ผลรวมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจของหน่วยทดลอง

ประเภท แคปต์ชา	reCAPTCHA	Ironclad CAPTCHA	Shape CAPTCHA	Gestalt Geometric CAPTCHA
คะแนนความพึงพอใจ รวม (คะแนน)	4244 Std.= 8.3	4683 Std.= 7.366	4358 Std.= 9.887	4984 Std.= 7.118

4.1 การอภิปรายด้านเวลาที่ใช้

การอภิปรายผลการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นข้อสันนิษฐานตามความคิดของผู้วิจัยเองเนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยใดใช้ Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA เป็นตัวเปรียบเทียบ ในด้านเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลองต่อแคปต์ชาเรขาคณิตแบบ

เกสตัลท์ หน่วยทดลองใช้เวลาน้อยกว่า reCAPTCHA สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาว่ามีแนวโน้มที่แคปต์ชาแบบรูปภาพจะใช้เวลาน้อยกว่าแคปต์ชาแบบอักษรข้อความ [20,21] reCAPTCHA เป็นการพิมพ์อักษรบิดเบี้ยวสองคำ คือ ยาวหนึ่งคำ และสั้นหนึ่งคำ ย่อมใช้เวลามากกว่าการพิจารณาเหลี่ยมรูปทรงคำตอบแล้ว

พิมพ์คำตอบเป็นตัวเลขเพียงหลักเดียวของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

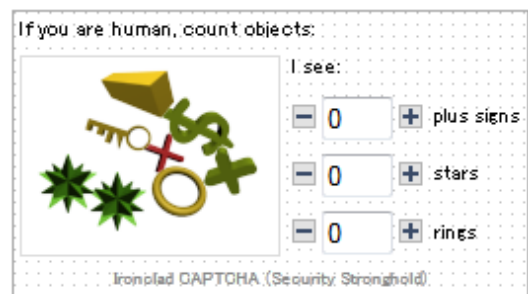
แต่หน่วยทดลองใช้เวลาทำการทดสอบของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มากกว่า Ironclad CAPTCHA จากการสังเกตหน่วยทดลองส่วนใหญ่มีวิธีการใส่คำตอบของ Ironclad CAPTCHA ใช้เมาส์กดที่ลูกศรเพิ่มหรือลดจำนวนคำตอบของรูปทรง ในขณะที่แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์หน่วยทดลองต้องใช้เมาส์กดเลือกช่องที่ต้องใส่ตัวเลข จากนั้นมองแป้นพิมพ์หาตัวเลขที่ต้องใส่ ถ้าพิมพ์ผิดต้องกด backspace แล้วพิมพ์เลขใหม่ ในขณะที่วิธีการใส่คำตอบของ Ironclad CAPTCHA ที่ใช้เมาส์อย่างเดียวหน่วยทดลองไม่เสียเวลากับการมองแป้นพิมพ์เพื่อพิมพ์คำตอบนอกเหนือจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ส่งผลด้านเวลาแล้วแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ต้องพิจารณาหาภาพในหนึ่งการทดสอบ แต่ Ironclad CAPTCHA ให้พิจารณารูปทรงสามชนิดในหนึ่งการทดสอบ จึงทำให้แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ใช้เวลามากกว่า Ironclad CAPTCHA

เวลาที่ใช้ของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มากกว่า ShapeCAPTCHA อาจเป็นเพราะการใส่คำตอบของ ShapeCAPTCHA เป็นการให้เมาส์กดเลือกรูปทรงคำตอบทำให้ไม่เสียเวลาที่หน่วยทดลองต้องมองหาสิ่งที่จะพิมพ์ที่แป้นพิมพ์ และแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ให้นับเหลี่ยมรูปทรงคำตอบทั้งห้า จะใช้เวลามากกว่าการเปรียบเทียบโทนสีชาวดำแล้วเลือกสีที่เข้มที่สุดสามรูปทรงของ Shape CAPTCHA

4.2 การอภิปรายด้านอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน

อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนของหน่วยทดลองต่อแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีมากกว่า reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ Shape CAPTCHA สอดคล้องกับงานวิจัย [20,22] ที่ว่าหน่วย

ทดลองสามารถผ่านการทดสอบแคปช่าแบบรูปภาพมากกว่าแคปช่าแบบอักษรข้อความ การพิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานหกประเภทคือ วงกลม วงรี สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม และหกเหลี่ยม ที่ทุกคนคุ้นเคยและไม่มีข้อจำกัดทางภาษาจะทำได้ถูกต้องมากกว่า การพิจารณาตัวอักษรอังกฤษ 26 แบบและตัวเลข 10 แบบที่บิดเบี้ยว



รูปที่ 12 รูปดาวของ Ironclad CAPTCHA

สำหรับอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีสูงกว่า Ironclad CAPTCHA แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีการทำเหลี่ยมมุมบางส่วนของรูปทรงคำตอบหายไปกับพื้นหลังแต่ไม่มีการบิดบังรูปทรง ในขณะที่ Ironclad CAPTCHA มีการบิดบังรูปทรงหรือวางซ้อนกันทำให้หน่วยทดลองจำแนกรูปทรงได้ยาก อีกทั้งรูปทรงของ Ironclad CAPTCHA มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เช่น ทรงพีระมิดคล้ายกับกรวย รูปทรงดาวตามความคิดของหน่วยทดลองส่วนใหญ่มักเป็นแบบห้าแฉกแต่ในแคปช่ากลับเป็นทรงกลมมียอดแหลมจำนวนมากดังรูปที่ 12 ทำให้หน่วยทดลองไม่คิดว่ารูปทรงนี้คือดาว สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้หน่วยทดลองไม่ผ่านการทดสอบของ Ironclad CAPTCHA อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนจึงต่ำกว่าแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์

อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีมากกว่า ShapeCAPTCHA

ตำแหน่งรูปทรงคำตอบของแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์อยู่คงที่ทำให้หน่วยทดลองรู้ว่าต้องพิจารณาเหลี่ยมของรูปทรงใด ในขณะที่ ShapeCAPTCHA ตำแหน่งของทุกรูปทรงสุมมาและเป็นไปได้สูงที่รูปทรงคำตอบที่สี่เหลี่ยมที่สุ่มมาจะไม่เกี่ยวข้องบดบังจนไม่สามารถดูรูปทรงคำตอบได้ดังรูปที่ 13 และยังมีตัวอักษรสี่เหลี่ยมที่อาจถูกรูปทรงอื่นบดบังจนเห็นบางส่วนของอักษรเป็นรูปทรงคำตอบได้ดังรูปที่ 14 เป็นสาเหตุที่ทำให้หน่วยทดลองทำการทดสอบของ ShapeCAPTCHA ผิดมากที่สุด



รูปที่ 13 รูปทรงสี่เหลี่ยมที่เป็นคำตอบของ Shape Checker ที่ปรากฏเพียงสองอัน



รูปที่ 14 ตัว U ถูกรูปทรงอื่นบดบังให้หน่วยทดลองเห็นเป็นรูปทรงคำตอบ

4.3 การอภิปรายด้านความพึงพอใจ

หน่วยทดลองมีความพึงพอใจต่อแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีมากกว่า reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของผู้วิจัย [22] และงานวิจัยเชิงสำรวจ [18,20] ที่พบว่าแคปช่าใดที่ผู้ใช้ทำการทดสอบผ่านได้ง่ายและใช้เวลาไม่นาน มีแนวโน้มว่าผู้ใช้จะพึงพอใจแคปช่านั้น แคปช่าใดที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกไม่มั่นใจว่าตอบถูกหรือเกิดความรู้สึกไม่ดี ผู้ใช้จะไม่ชอบแคปช่านั้น จากเวลาที่ใช้ที่มากกว่าและ

อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนที่น้อยกว่าของ reCAPTCHA ทำให้หน่วยทดลองพึงพอใจ reCAPTCHA น้อยกว่าแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ ความยากของแบบทดสอบที่ให้ดูอักษรบิดเบี้ยวเป็นคำยาวยากกว่าการจำแนกรูปทรง บ่อยครั้งที่พบหน่วยทดลองพูดเปรยเกี่ยวกับความยากของการทดสอบ reCAPTCHA ว่ามองอักษรไม่ออกหรือเพ่งหน้าจอ ในขณะที่แคปช่าอื่นไม่มีลักษณะแบบนั้น ความพึงพอใจของ reCAPTCHA จึงมีน้อยที่สุดเพราะผู้ใช้ไม่รู้สึกชอบ ไม่คิดว่าตนเองจะผ่านการทดสอบ

ความพึงพอใจของหน่วยทดลองต่อแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีมากกว่า Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA ทั้งที่ทั้งสองแคปช่าใช้เวลาน้อยกว่าแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์เพราะหน่วยทดลองมีความพอใจและสนุกกับการทดสอบแคปช่าที่ตนใช้แล้วผ่านง่าย แม้ว่าจะใช้เวลามากกว่าเล็กน้อยก็ตาม การจำแนกรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานที่ทุกคนคุ้นเคยย่อมง่ายกับหน่วยทดลองทุกระดับ อีกทั้งรูปทรงคำตอบไม่ถูกบดบังให้มองยากแต่อย่างไรทำให้มีอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนสูง แต่ใช้เวลามากในการพิจารณาทั้งห้าภาพต่อการทดสอบและเป็นการพิมพ์ตัวเลขเป็นคำตอบและจำนวนภาพที่ต้องพิจารณามีมากกว่า ในขณะที่ Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA ใช้รูปทรงที่ไม่เกี่ยวข้องบดบังรูปทรงคำตอบให้มองยากขึ้น ส่งผลให้หน่วยทดลองไม่มั่นใจว่าตัวเองทำถูกต้อง

ShapeCAPTCHA เพิ่มตัวอักษรลงไปและมีรูปทรงไม่เกี่ยวข้องบดบังทำให้มีบางส่วนของอักษรที่หน่วยทดลองมองเห็นเป็นรูปทรงคำตอบ จากการสังเกตการทดสอบของหน่วยทดลอง การที่หน่วยทดลองกดที่รูปทรงคำตอบไม่ถูก แต่หน่วยทดลองคิดว่าได้กดรูปทรงคำตอบถูกต้องแล้ว เมื่อหน่วยทดลองทำการทดสอบซ้ำอีกและพบว่าการส่งคำตอบที่ผิดจะไม่

ภาพเคลื่อนไหว แต่การส่งคำตอบถูกต้องจะมีภาพเคลื่อนไหว จะทำให้หน่วยทดลองรู้สึกที่หลังว่าที่ผ่านมาตนเองทำผิดเป็นส่วนทำให้หน่วยทดลองไม่ชอบ Shape CAPTCHA จึงให้คะแนนความพึงพอใจกับแคปช่าที่ตนเองมั่นใจว่าทำถูก ด้วยเหตุนี้ความพึงพอใจของหน่วยทดลองต่อแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มีมากกว่า Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาทฤษฎีเกสตัลท์เป็นจิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์นำมาประยุกต์ใช้สร้างแคปช่าแบบรูปภาพเพื่อให้มีความง่ายต่อมนุษย์เรียกว่าแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ (Gestalt Geometric CAPTCHA) มีการทดสอบโดยแสดงรูปภาพห้าภาพในแต่ละรูปพื้นหลังสีดำ และรูปทรงสีดำที่มีกลุ่มรูปทรงสีเป็นฉากหลังให้รูปทรงสีดำสามารถมองเห็นได้ ให้ผู้ใช้พิจารณาจำนวนเหลี่ยมของรูปทรงสีดำและใส่จำนวนเหลี่ยมที่ถูกต้องลงไปทั้งห้าภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่าแคปช่านี้มีความง่ายต่อมนุษย์ จึงทำการทดลองใช้ตัวแปรวัดประสิทธิภาพด้วย เวลาที่ใช้ทำงานเสร็จสิ้น อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน และความพึงพอใจของผู้ใช้ มาเปรียบเทียบกับแคปช่าอื่นอีกสามรูปแบบคือ reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA เป็นการทดลองแบบ within ใช้หน่วยทดลอง 120 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน มีการสลับลำดับการทดสอบแคปช่าแต่ละประเภท

ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ของหน่วยทดลองกับ แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์น้อยกว่า reCAPTCHA แต่มากกว่า Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA อย่างมีนัยสำคัญ อัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนของหน่วยทดลองกับแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์มากกว่า reCAPTCHA,

Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA อย่างมีนัยสำคัญ และจำนวนคะแนนความพึงพอใจของหน่วยทดลองกับ แคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ มีจำนวนมากกว่า reCAPTCHA, Ironclad CAPTCHA และ ShapeCAPTCHA อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตรงตามข้อสมมุติฐานทั้งสามข้อดังที่กล่าวหัวข้อที่สาม

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาแคปช่าด้วยจิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์ด้วยทฤษฎีเกสตัลท์ส่งผลให้แคปช่ามีความง่ายต่อผู้ใช้จากอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนและความพึงพอใจสูง ทฤษฎีเกสตัลท์นี้จึงเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกที่เหมาะสมในการนำไปใช้พัฒนาแคปช่าในอนาคต แต่งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้คงที่เช่น สถานที่ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยที่มีฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใกล้เคียงกัน เวลาที่ใช้ทดลองใกล้เคียงกัน เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง รวมทั้งผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของหน่วยทดลองส่งผลให้ผลการทดลองในงานวิจัยแตกต่างจากผลที่ได้ในสถานการณ์จริง

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไปในอนาคต ผลการทดลองในงานวิจัยนี้พบว่าแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ใช้เวลาามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแคปช่าแบบรูปภาพด้วยกันเป็นเพราะแคปช่าเรขาคณิตแบบเกสตัลท์ต้องพิจารณารูปทรงถึงห้าภาพในหนึ่งการทดสอบ ในขณะที่ Ironclad CAPTCHA และ Shape CAPTCHA พิจารณาเพียงสามภาพ อาจต้องลดจำนวนภาพลงให้เหลือสามภาพต่อหนึ่งการทดสอบ และทำการทดลองเปรียบเทียบเพิ่มเติมว่าเวลาที่ลดลง จะส่งผลต่ออัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตนกับความพึงพอใจของผู้ใช้ในทิศทางใด นอกจากนี้ต้องทำการทดลองด้านความทนทานต่อบอทอันเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการวัดประสิทธิภาพของแคปช่า ทฤษฎีเกสตัลท์เป็น

จิตวิทยาการรับรู้ของมนุษย์เมื่อนำมาใช้กับแคปทชาจะทำให้แคปทชานั้นง่ายต่อผู้ใช้ จะส่งผลอย่างไรกับความปลอดภัยของแคปทชาต่อบอท เป็นสิ่งที่ต้องทำการศึกษาต่อไป

6. รายการอ้างอิง

- [1] Chellapilla, K., Larson, K., Simard, P. and Czerwinski, M., 2005, Computers beat humans at single character recognition in reading based human interaction proofs (HIPs), In Proceedings of Conference on Email and Anti-Spam, Stanford, CA.
- [2] Huang, S.Y., Lee, Y.K., Bell, G. and Ou, Z., 2008, A projection-based segmentation algorithm for breaking MSN and YAHOO CAPTCHAs, Proceedings of the World Congress on Engineering, London, UK.
- [3] Ahn, L.V., Blum, M., Hopper, N. and Langford, J., 2003, CAPTCHA: Using hard AI problems for security, International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Warsaw, Poland.
- [4] Yan, J. and El Ahmad, A.S., 2008, A Low-cost attack on a Microsoft CAPTCHA, Proceedings of the 15th ACM Conference on Computer and Communications Security, Virginia, USA.
- [5] Vikram, S., Fan, Y. and Gu, G., 2011, SEMAGE : A new image-based two-factor CAPTCHA, Proceedings of the 27th Annual Computer Security Applications Conference, Texas, USA.
- [6] Fidas, C.A. and Avouris, N.M., 2011, On the necessity of user-friendly CAPTCHA, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Vancouver, BC.
- [7] สุทธิเกียรติ มีलग, 2557, การสำรวจระบบแคปทชา, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 22: 115-129.
- [8] สุทธิเกียรติ มีलग และณัฐธนัท หงส์วริทธิ์ธร, 2556, ผลขององค์ประกอบแคปทชาเรขาคณิตต่อเวลาและอัตราการผ่านพิสูจน์ตัวตน, น. 361-366, ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- [9] Kunitani, K. and Uda, R., 2013, Proposal of CAPTCHA using three dimensional Objects, Proceedings of the 7th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, Bali, Indonesia.
- [10] Ahn, L.V., Maurer, B., McMillen, C., Abraham, D. and Blum, M., 2008, reCAPTCHA: Human-based character recognition via web security measures. Science, 321: 1465-1468.
- [11] Security Stronghold, Ironclad CAPTCHA, Available Source: <http://www.securitystronghold.com/products/ironclad-captcha>, October 4, 2012.
- [12] Publik Tech LLC, Shape CAPTCHA, Available Source: <http://www.shapecaptcha.com>, March 11, 2013.

- [13] Mori, G. and Malik, J., 2003, Breaking a visual CAPTCHA, Available Source: <http://www.cs.sfu.ca/~mori/research/gimpy>, September 24, 2012.
- [14] มณีนีรัตน์ ขาดังสรรค์ และชัชพงศ์ ตั้งมณี, 2556, ผลของแบบอักษร การหมุนเอียง และชุดอักขระต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ : การศึกษาแคปช่าข้อความ. J. Inform. Sci. Technol. 4(2): 16-23.
- [15] Confident Technologies Inc., Confident CAPTCHA demo, Available Source: <http://confidenttechnologies.com/demos/confident-captcha-demo>, November 15, 2014.
- [16] Douceur, J., Elson, J. and Howell, J., Asirra, Available Source: <http://research.microsoft.com/asirra>, December 5, 2012.
- [17] Crowcroft, J., 2011, MotionCAPTCHA v0.2, Available Source: <http://www.josscrowcroft.com/demos/motioncaptcha>, October 14, 2012.
- [18] Tyler, P., End the CAPTCHA agony, Available Source: <http://areyouahuman.Com>, October 10, 2012.
- [19] Imperva and SecureSphere, A CAPTCHA in the Rye (Hacker intelligence initiative monthly trend report No. 11), Available Source: http://www.imperva.com/docs/HII_a_CAPTCHA_in_the_Rye.pdf, 2012.
- [20] Wertheimer, M., 1997, Gestalt Theory, A Source Book of Gestalt Psychology (Ellis, W.D., Trans.), Paul, K. and Co., Ltd. (Original work published 1938), London.
- [21] Pakdel, R., Ithnin, N. and Hashemi, M., 2011, CAPTCHA: A survey of usability features, Res. J. Inform. Technol. 4: 215-218.
- [22] Panhuber, S. and Haudum, M., 2006, State of the Art in Anti-automation Technologies in Today's Web, Available Source: http://www.fim.uni-linz.ac.at/Lva/SE_Netzwerke_und_Sicherheit_Security_Considerations_in_Intercon_Networks/se mA.pdf, August, 24, 2012.
- [23] Rahman, R.U., 2012, Survey on CAPTCHA systems, J. Global Res. Comp. Sci. 3(6): 54-58.
- [24] สุทธิเกียรติ มีลาก และณัฐชนนท์ หงส์วิทธิธร, 2556, CAPTCHA รูปแบบเรขาคณิตและการคำนวณ, UniNet Network Operation and Management Workshop: UniNOM2013 26(1): 8-13.
- [25] Ahn, L.V., Blum M. and Langford, J., 2004, Telling humans and computers apart automatically. Commun. ACM 47(2): 56-60.
- [26] Shirali-Shahreza, S. and Shirali-Shahreza, M.H., 2008, CAPTCHA for children, Proceedings of the IEEE International Conference on System on Systems Engineering, Singapore.
- [27] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารแห่งประเทศไทย, 2555, สรุปผลที่สำคัญ สำนวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2555, แหล่งที่มา : http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/ict_hh55_rep.pdf.