วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

บทความวิจัย

การพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

อนันต์ ตันวิไลศิริ[1] และ พิชิต ขจรเดชะ[2*]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และสื่อสารมวลชน, คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[*] ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: phichit.kaj@kmutt.ac.th

วันที่รับบทความ: 17 มกราคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 8 พฤษภาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 11 พฤษภาคม 2566
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 25 สิงหาคม 2566

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์สำหรับการพิมพ์อักษรเบรลล์ลงบนฉลากยา โดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบฉีดเส้นพลาสติก (Fused Deposition Modelling, FDM) เพื่อให้เภสัชกรสามารถใช้อุปกรณ์นี้สร้างอักษรเบรลล์ได้ทันทีในขั้นตอนการจ่ายยาให้กับผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น ในงานวิจัยนี้กำหนดจำนวนคำที่ใช้ในการพิมพ์ทั้งหมด 8 คำ ประกอบด้วยคำว่า เช้า วัน เย็น ก่อน หลัง นอน 1 และ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มคำเพื่อใช้อธิบายวิธีการรับประทานยา หลังจากนั้นได้ทำการออกแบบอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์โดยใช้โปรแกรม 3D CAD SolidWorks และนำไปสร้างด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ หลังจากนั้นนำอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์มาทำการพิมพ์ลงบนฉลากยา และทำการประเมินความสูงของตัวอักษรเบรลล์ ประเมินความสามารถในการรับรู้ของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น และการแปลความหมายของตัวอักษรเบรลล์ที่ถูกพิมพ์ด้วยอุปกรณ์ดุนนูน รวมไปถึงการประเมินต้นทุนของอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ความสูงของตัวอักษรเบรลล์บนฉลากยาที่ทำจากกระดาษอยู่ที่ 200.12 ไมครอน และความสูงตัวอักษรเบรลล์บนฉลากยาบนซองยาพลาสติก อยู่ที่ 296.67 ไมครอน ผ่านมาตรฐาน ECMA Euro Braille จาก European Carton Makers Association การประเมินความสามารถในการรับรู้ของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็นและการแปลความหมายของตัวอักษรเบรลล์ โดยใช้เวลาในการอ่านตัวอักษรเบรลล์บนฉลากยาทั้ง 8 คำ ที่ทำจากกระดาษและแปลผลเฉลี่ย 12.8 วินาที และ 14.80 วินาที สำหรับฉลากยาบนซองยาพลาสติก โดยต้นทุนการพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากบรรจุภัณฑ์ยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ อยู่ที่ประมาณ 160 บาทต่อ 1 ตัวอักษรเบรลล์ สรุปได้ว่า อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ สามารถนำไปใช้ในการพิมพ์อักษรเบรลล์บนฉลากยาได้

คำสำคัญ: อักษรเบรลล์; ฉลากยา; เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

บทความวิจัย

Development of Braille-making Devices on Pharmaceutical Labels using 3D Printers

Anan Tanwilaisiri[1] and Phichit Kajondecha[2*]

[1] Department of Printing Technology and Communication, Faculty of Mass Communication Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi

[2] Department of Printing and Packaging Technology, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi

[*] Corresponding author, E-mail: phichit.kaj@kmutt.ac.th

Received: 17 January 2023; Revised: 8 May 2023; Accepted: 11 May 2023
Online Published: 25 July 2023

Abstract: The research aims to develop braille-making devices for braille printing on drug labels, using fused deposition modeling (FDM) printers. This device enables pharmacists to create braille immediately in the process of dispensing medicines to the visually impaired. In this research the eight words were determined, consisting of morning, daytime, evening, before, after, bedtime, 1 and 2, a group of words applied to describe how to take the drug. After that, the braille creation device was designed using 3D CAD SolidWorks and manufactured using a 3D printer, then used the braille creation device to print on the drug label and assess the height of the braille letter. Evaluates the ability to recognize and interpret braille letters printed with a nudge device. This includes estimating the cost of the equipment that has been created. The results showed that the braille letter height on the drug paper label is 200.12 microns, and the braille height on the drug label on the plastic envelope is 296.67 microns which is satisfactory according to the ECMA Euro Braille standard from the European Carton Makers Association. The ability to read and translate braille on sticker paper is around 12.8 seconds and 14.80 seconds on a drug plastic bag. The cost of developing a braille device on a 3D printer drug label was approximately 160 baht per braille. These results implied that braille-based equipment on drug labels using a 3D printer can be used to create braille on pharmaceutical labels

Keywords: braille; drug labels; 3D printing

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

1. บทนำ

จากรายงานของกรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ ปี 2559 ประเทศไทยมีจำนวนคนพิการทั้งหมด 1,657,438 คน คิดเป็นร้อยละ 2.52 ของประชากรทั้งประเทศ มีคนที่บกพร่องทางการมองเห็นจำนวน 175,692 คน [1] ทั้งนี้ในทางการแพทย์ คนที่บกพร่องทางการมองเห็นหรือที่เรียกว่า คนตาบอด หมายถึงผู้ที่มองไม่เห็น หรือ พอเห็นแสง เห็นเลือนลาง และมีความบกพร่องทางสายตาทั้งสองข้าง โดยมีความสามารถในการมองเห็นได้ไม่ถึง 1/10 ของคนปกติ โดยสามารถแบ่งเป็นได้ 2 ประเภทคือ ตาบอดสนิท และ ตาบอดไม่สนิทหรือบอดเพียงบางส่วน สายตาเลือนราง จากรายงานของสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย พบว่าปัญหาที่แท้จริงของคนที่บกพร่องทางการมองเห็นคือความเข้าใจที่ผิดพลาดและการขาดข้อมูลที่ถูกต้อง หากคนที่บกพร่องทางการมองเห็นได้รับโอกาสที่เท่าเทียมบุคคลทั่วไปแล้ว การมองไม่เห็นก็เป็นเพียงความไม่สะดวก หรือความน่ารำคาญทางกายภาพเท่านั้น ทั้งนี้คนที่บกพร่องทางการมองเห็นที่ได้รับการสอนให้ใช้อักษรเบรลล์ จะสามารถอ่าน เขียนหนังสือ และเรียนรู้ผ่านสื่ออื่น ๆ เช่น สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์ อักษรขยายใหญ่สำหรับคนที่เห็นเลือนราง [2] คนที่บกพร่องทางการมองเห็นจะมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ผ่านเสียง การรับรู้ รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว ขนาดสัมผัส โดยอาศัยปลายนิ้วมือ สื่อที่ใช้ในการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ จะมีลักษณะพื้นผิวเป็นพื้นนูน หรือมีมิติที่สูงขึ้นมาจากแนวระนาบ เพื่อให้คนที่บกพร่องทางการมองเห็นสามารถรับรู้ผ่านการสัมผัส จับ หรือคลำ สามารถแปลความหมาย ข้อมูลต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

จากงานวิจัยโดยธิติมา [3] และอมรรัตน์ [4] พบว่าคนที่บกพร่องทางการมองเห็นส่วนมากมีความกลัวว่าจะใช้ยาผิด เนื่องจากไม่สามารถอ่านฉลากยาเองได้ และชอบที่จะใช้ยาทาภายนอกมากกว่ายาชนิดอื่น ๆ เพราะคิดว่าผลเสียของการใช้ยาผิดจะน้อยกว่า เมื่อถามถึงการรับรู้ข้อมูลบนฉลากยา คนกลุ่มนี้ยังมีความรู้สึกว่าตนไม่ได้รับข้อมูลที่เพียงพอ และส่วนมากรับรู้ข้อมูลโดยให้คนอื่นอ่านให้ฟัง โดยข้อมูลที่อยากให้มีเรียงจากมากที่สุดไปหาน้อยคือ ชื่อยา (ชื่อสามัญ) วิธีการใช้ยา สรรพคุณของยา ข้อห้าม/คำเตือน วิธีการเก็บยา วันเดือนปีที่ผลิตและหมดอายุ ประเภทยา แบ่งตามกฎหมาย เลขทะเบียนตำรับยา เลขที่หรืออักษรแสดงครั้งที่ผลิตหรือวิเคราะห์ ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต ปริมาณหรือขนาดบรรจุ ชื่อยา (ชื่อการค้า) ส่วนประกอบของยา ทั้งนี้ในปี 2005 สหภาพยุโรป โดย European Union Directive ได้ออกข้อบังคับให้บรรจุภัณฑ์ยาจะต้องมีการใช้อักษรเบรลล์ในการสื่อสารข้อมูลของยา โดยจะต้องบอกชื่อยา และความแรงของยา รวมทั้งบอกว่ายาชนิดนี้ใช้กับเด็กทารก เด็กหรือใช้กับผู้ใหญ่เท่านั้น โดยประกาศให้ใช้กับยาที่ออกใหม่ก่อน ส่วนยาที่มีอยู่ในท้องตลาดเริ่มบังคับใช้เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ส่วนในประเทศอื่น ๆ รวมทั้งประเทศไทยนั้นยังไม่มีการบังคับใช้ในเรื่องอักษรเบรลล์ [3]

ในประเทศไทย ได้มีการวิจัยและพัฒนาด้านการผลิตฉลากยาอักษรเบรลล์สำหรับผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็นด้วยวิธีต่าง ๆ โดยมีการเปรียบเทียบการผลิต

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

ฉลากยาอักษรเบรลล์ด้วยการระบบการพิมพ์สกรีนลงบนวัสดุที่แตกต่างกัน เช่น กระดาษแป้ง อาร์ตมัน อาร์ตการ์มัน สติ๊กเกอร์ เป็นต้น ผลที่ได้พบว่าความหนาแตกต่างของอักษรเบรลล์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดจุดของอักษรเบรลล์ และเมื่อผ่านการขัดถูจำนวน 100 ครั้ง จะมีความหนาลดลง 4.6 ไมครอน [4] และพบว่าชนิดของกระดาษและน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ ระบบการพิมพ์ มีผลต่อความหนาและความทนทานของอักษรเบรลล์ [5] ปัจจัยที่มีผลต่อการอ่านและแปลความหมายตัวอักษรเบรลล์ พบว่าความนูนของตัวอักษรที่สม่ำเสมอจะช่วยให้การสัมผัสและรับรู้ได้ดีกว่า ความนูนของตัวอักษรที่ไม่เสมอ และพบว่าอักษรเบรลล์บนวัสดุผิวด้านอ่านได้ง่ายกว่าวัสดุผิวมัน เพราะวัสดุผิวมันจะมีความหนืดเมื่อสัมผัสและเป็นอุปสรรคในการรับรู้และแปลความหมาย [6] สำหรับเทคนิคการพิมพ์ที่ใช้ในการสร้างตัวอักษรนูนให้กับสิ่งพิมพ์ คือ เทคนิคการดุนนูน ซึ่งจะใช้ระบบการพิมพ์เลตเตอร์เพรสส์ในการสร้าง โดยแม่พิมพ์จะประกอบด้วยแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียซึ่งทำจากโลหะในการกดปั๊มเพื่อสร้างตัวอักษรให้นูนขึ้นมา [7] แต่ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing Technology) ที่มีการนำเข้ามาใช้อย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรม เช่น ใช้ในการสร้างแบบจำลองในกระบวนการออกแบบก่อสร้าง ใช้ในสร้างแม่พิมพ์ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก และการนำมาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ [8] การพิมพ์ 3 มิตินี้ยังสามารถนำมาใช้ในการสร้างแม่พิมพ์สำหรับการดุนนูนในต้นทุนที่ถูกกว่า เนื่องจากใช้พลาสติกในการสร้าง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ และทำการประเมินผลที่ได้จากอุปกรณ์ดังกล่าวในด้าน ต้นทุนการผลิต ระยะเวลาการผลิต ระยะเวลาการอ่านและความถูกต้องในการแปลความหมาย เป็นการนำเอาประโยชน์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ มาช่วยพัฒนาการสร้างอักษรเบรลล์ ตัวอักษรเบรลล์ที่ได้จะถูกสร้างลงบนฉลากสติกเกอร์เพื่อนำไปติดกับซองหรือขวดยา โดยมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการบริโภคยาต่าง ๆ เช่น เวลาในการรับประทาน เช้า กลางวัน เย็น ก่อนหรือหลังอาหาร จำนวนเม็ดยาที่รับประทาน ซึ่งเภสัชกรหรือร้านขายยาสามารถสร้างได้โดยใช้อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ที่ได้สร้างขึ้นจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ พิมพ์อักษรเบรลล์ลงบนฉลากยาแล้วนำไปติดบนซองหรือขวดยาได้ด้วยตนเอง และเป็นการอำนวยความสะดวกให้ผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น เพิ่มช่องทางสื่อสารและการรับข้อมูล ส่งเสริมการพึ่งพาตนเอง ลดความเสี่ยงการรับประทานยาผิดเวลา เป็นต้น เป็นการช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็นได้อีกหนึ่งแนวทาง อีกทั้งราคาของอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ยังมีราคาไม่แพง สามารถผลิตใหม่ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น การพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์สำหรับการพิมพ์อักษรเบรลล์ลงบนฉลากยา โดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบฉีดเส้นพลาสติก (Fused Deposition Modelling, FDM) จะทำให้เภสัชกรสามารถใช้อุปกรณ์นี้สร้างอักษรเบรลล์ได้ทันทีในขั้นตอนการจ่ายยาให้กับผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น มีต้นทุนต่ำ และสะดวกรวดเร็วในการผลิตอักษรเบลล์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากบรรจุภัณฑ์ยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จะมีขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้

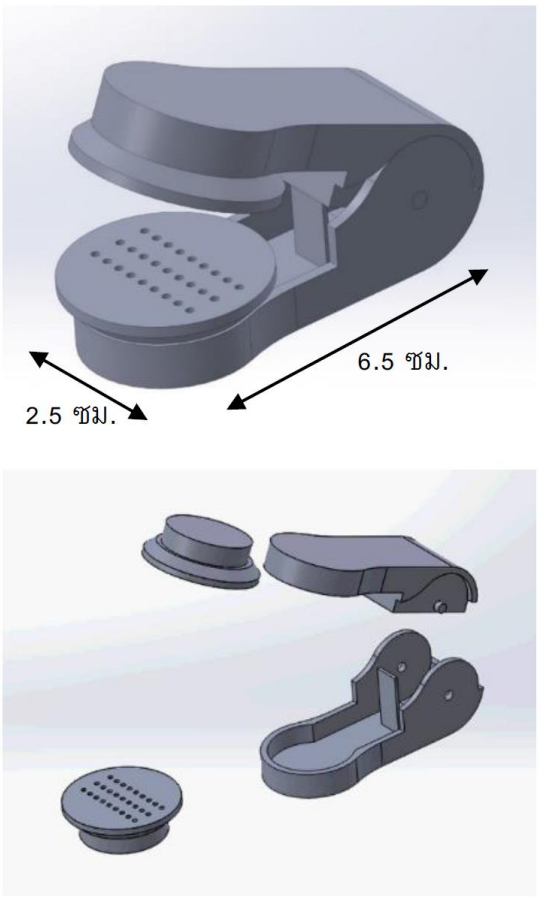
2.1 การออกแบบข้อความและตัวอักษรบนฉลากยา

ในการสร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยา จำเป็นต้องมีการศึกษาไปที่คำสำคัญที่ใช้ในการอธิบายในการรับประทานยา และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ สำหรับให้ผู้บกพร่องทางสายตา โดยสำรวจจากเภสัชกรจำนวน 20 คน และสามารถสรุปคำสำคัญที่ใช้ในการรับประทานยา ดังแสดงตามตารางที่ 1 จากนั้นทำการแปลคำตามที่กำหนดให้กลายเป็นอักษรเบรลล์

2.2 การออกแบบและพิมพ์อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ทำการออกแบบอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยโปรแกรม 3D CAD SolidWorks โดยการออกแบบได้กำหนดตัวอุปกรณ์จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนตัวกดด้านบนและตัวกดด้านล่าง และส่วนแม่แบบ

สร้างอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่าง ที่เมื่อนำแม่แบบฯ มากดเข้าหากัน โดยมีกระดาษที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 0.10 มิลลิเมตรอยู่ระหว่างแม่แบบฯ ทั้งสอง จะทำให้ได้ตัวนูนขึ้นมาตามแบบของแม่แบบ ความสูงของแบบที่กดขึ้นมา จะมาจากความสูงของแม่แบบฯ ด้านบนและความลึกของหลุมของแม่แบบฯ ด้านล่าง ในการสร้างอักษรเบรลล์ด้วยอุปกรณ์นี้ ได้ออกแบบความสูงของตัวอักษรตามมาตรฐาน European Carton Makers Association (ECMA Euro Braille) ที่กำหนดความสูงของตัวอักษรเบรลล์ว่าควรมีขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของอักษรเบรลล์มีขนาด 1.6 มิลลิเมตร [9] ดังแสดงในรูปที่ 1 สำหรับการออกแบบตัวกดได้ศึกษาจากโครงสร้างของตัวกดเจาะรูกระดาษที่ใช้ในสำนักงานทั่วไป และนำมาปรับปรุงให้มีขนาดที่สามารถใช้มือเพียงข้างเดียวในการกดเพื่อสร้างอักษรเบรลล์ได้ และตัวกดนี้สามารถติดตั้งส่วนแม่แบบอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่างที่เป็นคำต่าง ๆ ได้

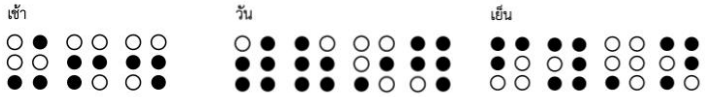
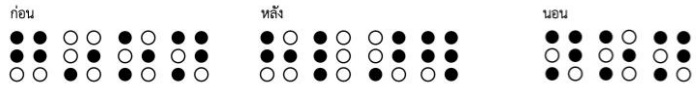


รูปที่ 1 การออกแบบอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์

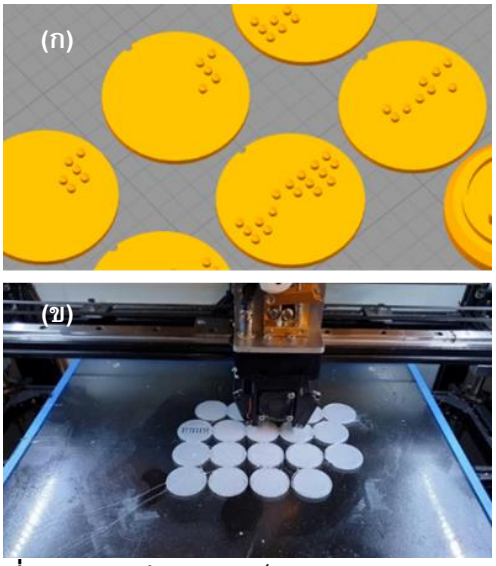
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

หลังจากออกแบบส่วนตัวกดด้านบนและตัวกดด้านล่าง และส่วนแม่แบบสร้างอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่างเป็นคำต่าง ๆ ตามตารางที่ 1 ด้วยโปรแกรม 3D CAD SolidWorks เป็นที่เรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบนามสกุล .STL และนำมาเข้าโปรแกรม CHITUBOX เพื่อแปลงไฟล์ให้เป็นชั้น (Layer) สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ โดยใช้เครื่องพิมพ์แบบฉีดเส้นพลาสติก (FDM) จากนั้นพิมพ์อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งสามารถใช้วัสดุได้ 2 ชนิด คือ Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS และ Poly-lactic Acid, PLA ในการพิมพ์งานสำหรับการทดลองนี้ได้เลือกใช้ PLA เป็นวัสดุทางการพิมพ์ เนื่องจากเป็นวัสดุที่สร้างมาจากธรรมชาติ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีการพัฒนาและปรับปรุงสมบัติเชิงกลเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการใช้งาน [10] ในการพิมพ์เส้น PLA จะถูกป้อนผ่านหัวพิมพ์ที่มีการปรับตั้งความร้อนที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เพื่อหลอมให้กลายเป็นของเหลวและถูกฉีดออกมาเป็นรูปร่างต่างๆ ตามที่กำหนด ความเร็วในการพิมพ์กำหนดที่ 50 มิลลิเมตรต่อวินาที ความร้อนที่ฐานพิมพ์ 40 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของชิ้นงาน (Infill Density) 60% รูปร่างในการพิมพ์ (Infill Pattern) ใช้รูปร่างแบบ Grid Pattern ความหนาของชั้นในการพิมพ์ (Layer Thickness) 0.5 มม. ดังแสดงในรูปที่ 2 (ก) และ (ข)

ตารางที่ 1 ลักษณะกลุ่มคำ การตัดคำและลักษณะอักษรเบรลล์

ลักษณะกลุ่มคำ	การตัดคำ	ลักษณะอักษรเบรลล์
กลุ่มคำแสดงเวลาในการรับประทานยา (เช้า กลางวัน และเย็น)	เช้า วัน เย็น	
กลุ่มคำแสดงช่วงเวลาในการรับประทานยา (ก่อนอาหาร หลังอาหาร และก่อนนอน)	ก่อน หลัง นอน	
กลุ่มคำแสดงปริมาณยา (1 เม็ด และ 2 เม็ด)	1 , 2	

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001



รูปที่ 2 (ก) ภาพอักษรเบรลล์ แบบ 2 มิติ และ (ข) การพิมพ์อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

หลังจากที่เครื่องพิมพ์ 3 มิติได้ทำการพิมพ์ส่วนตัวกดด้านบนและตัวกดด้านล่าง และส่วนแม่แบบสร้างอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่าง เป็นที่เรียบร้อยแล้ว การประกอบอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ จะเริ่มจากการนำส่วนตัวกดด้านบนและตัวกดด้านล่าง มาประกอบตามแบบ และนำสปริงเข้ามาติดตั้งตรงด้านท้ายของตัวกด หลังจากนั้นนำแม่แบบอักษรเบรลล์ด้านบนมาติดตั้งที่ตัวกดด้านบน และแม่แบบตัวอักษรเบรลล์ด้านล่างมาติดตั้งที่ตัวกดด้านล่าง อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์สำหรับฉลากยาก็พร้อมที่ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3

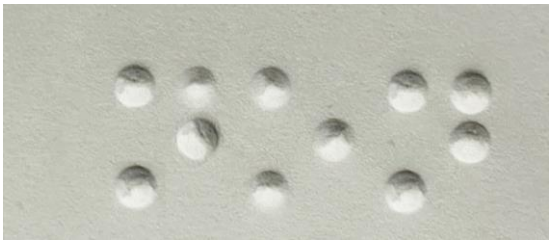
2.3 การทดลองสร้างและวัดความสูงของตัวอักษรเบรลล์

อักษรเบรลล์ถูกสร้างบนกระดาษที่มีความหนาประมาณ 0.10 มิลลิเมตร และสร้างอักษรเบรลล์บนซองพลาสติก ด้วยอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ที่ได้รับ

รูปที่ 3 การประกอบอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์

การพัฒนาขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ โดยพิมพ์ทั้งหมด 8 กลุ่มคำตามตารางที่ 1 คำละ 5 ตัวอย่าง การสร้างอักษรเบรลล์ทำได้จากการกดอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่างเข้าหากัน โดยใช้แรงกดพอสมควร (เทียบเคียงแรงกดที่ 0.52-0.62 กิโลกรัม/น้ำหนักตัว ตามเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางร่างกาย เพศชาย อายุ 40-44 ปี ระดับแรงกดปานกลาง) [11] จากนั้นนำอักษรเบรลล์ที่สร้างบนกระดาษและซองพลาสติก อย่างละ 40 ตัวอย่าง ไปวัดความสูงด้วยเครื่องวัดความหนาวัสดุแบบไม่สัมผัส ยี่ห้อ Zygo รุ่น NewView 8300

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001



รูปที่ 4 อักษรเบรลล์ที่สร้างขึ้นบนกระดาษ

รูปที่ 5 อักษรเบรลล์ที่สร้างขึ้นบนซองพลาสติก

2.4 การทดลองอ่านอักษรเบรลล์ที่สร้างขึ้น

ทำการทดลองนำอักษรเบรลล์ที่สร้างขึ้น ไปการทดลองกับผู้มีความบกพร่องทางสายตา ที่มีระดับของการบกพร่องทางการมองเห็นระดับ 5 ที่ได้รับการสอนและมีความสามารถในการอ่านอักษรเบรลล์ จากโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 10 คน อายุ 15-20 ปี ที่สามารถสื่อสารและแปลความหมายของคำพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ทำการสัมผัสและอ่านฉลากยาครั้งละ 1 คนในพื้นที่ที่กำหนด โดยนำฉลากยาที่สร้างอักษรเบรลล์ 3 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2 ให้ผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็นอ่านและแปลความหมายทั้ง 3 ตัวอย่าง โดยทำการสลับตัวอย่างและอ่านทั้งหมด 5 ครั้ง

3. ผลการทดลอง

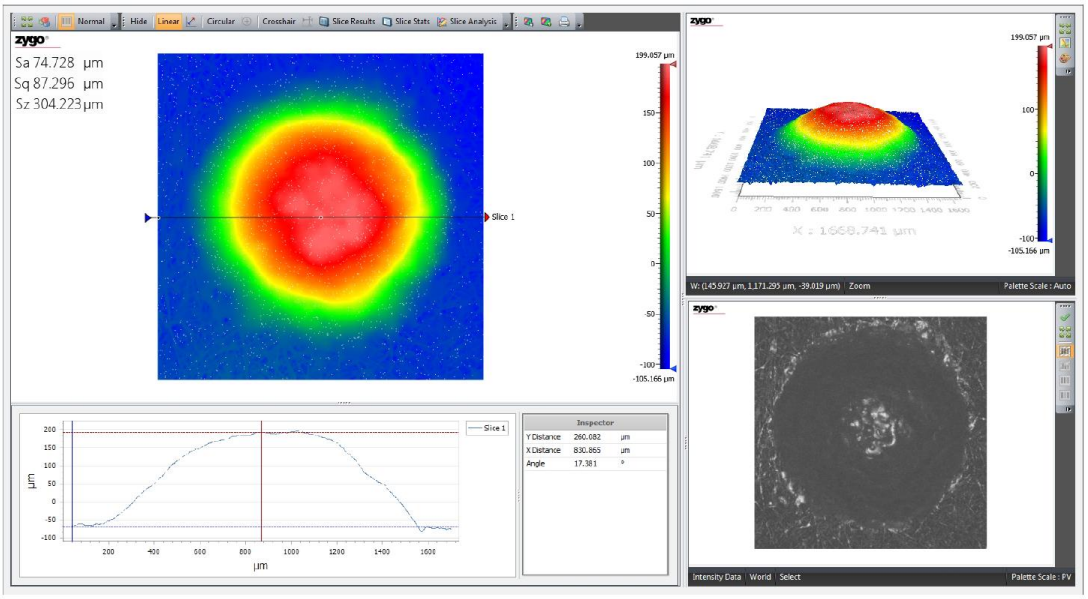
การสร้างอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ได้สร้างขึ้นมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

3.1 การวัดความหนูนของอักษรเบรลล์บนฉลากยา

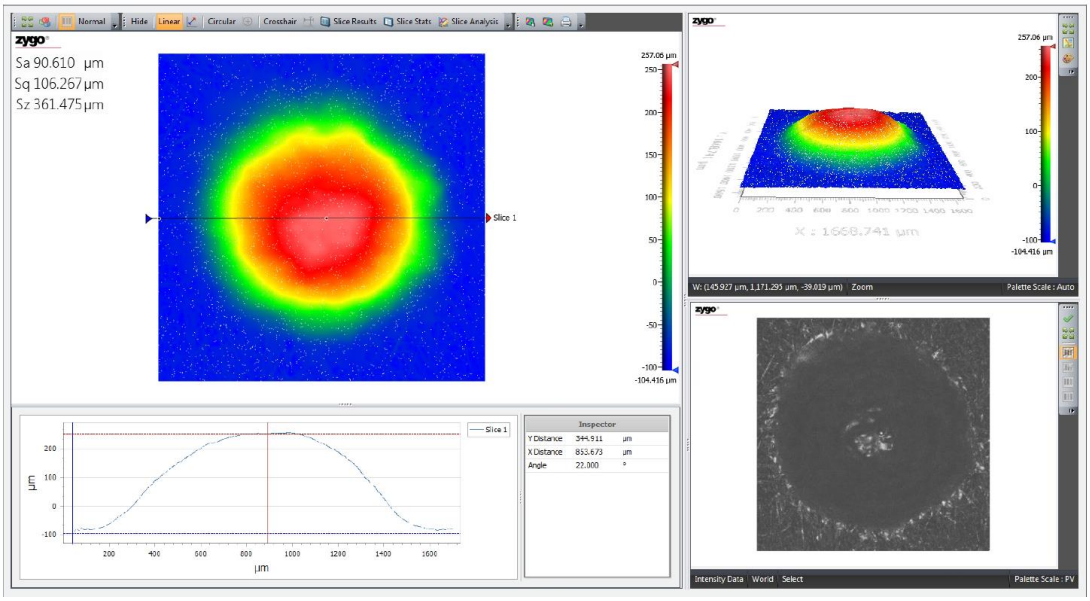
นำอักษรเบรลล์จำนวน 8 ตัวอักษรที่ถูกสร้างขึ้นบนกระดาษและซองยาพลาสติก ไปทำการวัดความสูงด้วยเครื่องวัดความหนาและพื้นผิวของวัสดุแบบไม่สัมผัส (Laser Scanning Confocal Microscope) หลักการทำงานของเครื่องจะมีการใช้แสงเลเซอร์ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตรในการส่องมายังวัสดุที่นำมาศึกษาและทำการวัดแสงสะท้อนกลับ โดยแสงเลเซอร์ที่ใช้จะเป็นแสงเลเซอร์ที่ส่องผ่านเลนส์เพื่อปรับระยะโพกัสของแสง ทำให้แสงสามารถส่องผ่านไปในวัสดุที่นำมาศึกษาได้ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณความสูงของวัสดุที่นำมาศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 6 สำหรับความสูงของอักษรเบรลล์ที่วัดได้จะแสดงในตารางที่ 3

ค่าเฉลี่ยความสูงตัวอักษรเบรลล์บนกระดาษอยู่ที่ 200.12 ไมครอน และค่าเฉลี่ยความสูงตัวอักษรเบรลล์บนซองยาพลาสติก อยู่ที่ 296.67 ไมครอน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน European Carton Makers Association (ECMA Euro Braille) ที่กำหนดความสูงของตัวอักษรเบรลล์ว่าควรมีความสูงอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร หรือ 200 ไมครอน [12, 13] พบว่าความสูงของอักษรเบรลล์ที่สร้างจากอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ผ่านค่ามาตรฐานสามารถนำไปใช้ให้ผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็นสามารถอ่านและแปลความหมายได้

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001



(ก)



(ข)

รูปที่ 6 ตัวอย่างการวัดความสูงจากเครื่องวัดความหนาแบบวัสดุแบบไม่สัมผัส
(ก) กระดาษ และ (ข) ซองยาพลาสติก

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

ตารางที่ 2 ตัวอย่างฉลาก และคำบนฉลาก

ตัวอย่าง	คำบนฉลาก
ตัวอย่างที่ 1	เช้า ก่อน หนึ่ง
ตัวอย่างที่ 2	วัน หลัง สอง
ตัวอย่างที่ 3	เย็น นอน หนึ่ง

3.2 ผลการทดลองอ่านอักษรเบรลล์ที่สร้างขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง 10 คนสามารถอ่านและแปลความหมายบนฉลากยาบนกระดาษและซองยาพลาสติกจำนวน 8 กลุ่มคำได้ถูกต้องทั้งหมด โดยใช้เวลาในการอ่านและแปลผลเฉลี่ย 12.8 วินาที และ 14.80 วินาทีตามลำดับ (เฉลี่ยคำละ 1.6 วินาทีและ 1.85 วินาทีตามลำดับ) สาเหตุที่การอ่านและแปลผลซองยาพลาสติกใช้เวลามากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากการอ่านซองยาวัสดุประเภทพลาสติก เป็นวัสดุผิวมันจะมีความหนืดเมื่อสัมผัสและเป็นอุปสรรคในการรับรู้และแปลความหมาย [6] และเป็นผิวสัมผัสที่แตกต่างจากวัสดุประเภทกระดาษ ซึ่งเป็นวัสดุผิวด้านที่นักเรียนเคยสัมผัสและใช้อ่านหนังสือในชีวิตประจำวัน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอักษรเบลล์บนกระดาษกับซองยาพลาสติกกับความสามารถในการอ่านและแปลความหมายด้วยวิธี t-Test: Two Sample Assuming Equal Variances [14] โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของวัสดุกับการอ่านและแปลความหมายอักษรเบรลล์บนฉลากบรรจุภัณฑ์ยา พบว่าการสร้างอักษรเบรลล์บนวัสดุที่แตกต่างกันด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ มีความแตกต่างกันในการอ่านและแปลความหมายอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 ค่าความสูงของอักษรเบรลล์

กลุ่มคำ	ความสูงของอักษรเบรลล์บนกระดาษ (ไมครอน)	ความสูงของอักษรเบรลล์บนซองยาพลาสติก (ไมครอน)
เช้า	199	296
วัน	201	300
เย็น	205	297
ก่อน	195	298
หลัง	203	295
นอน	198	286
1	201	299
2	199	298
ค่าเฉลี่ย	200.12	297.37

ระยะเวลาในการอ่านภาษาอังกฤษสำหรับผู้บกพร่องทางการมองเห็น ของวัยผู้ใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 136 คำต่อนาที (มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 65 ถึง 185 คำต่อนาที หรือ คำละ 0.92 ถึง 0.32 วินาที) [15] และผลระยะเวลาเฉลี่ยในการอ่านภาษาไทยของนักเรียนผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นประเทศไทยอยู่ที่ 51.82 คำต่อนาที (คำละ 1.15 คำต่อวินาที) [16] จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าอักษรเบรลล์ที่สร้างขึ้น ใช้เวลาในการอ่านมากกว่าผลการอ่านภาษาอังกฤษและผลการอ่านภาษาไทยประมาณ 0.5-1 คำต่อวินาที โดยผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น สามารถแปลผลข้อมูลได้ถูกต้องทั้ง 8 กลุ่มคำ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

3.3 การคำนวณต้นทุนการผลิตอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์

ผลที่ได้พบว่า อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แบบ FDM ด้วยเส้น PLA โดยประกอบ ด้วยส่วนตัวกดด้านบนและด้านล่าง และส่วนแม่แบบสร้างอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่าง ทั้งหมด 8 คำ ประกอบ ด้วยคำว่า เช้า วัน เย็น ก่อน หลัง นอน ตัวเลข 1 และ 2 ผลพบว่า อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ที่ผลิตขึ้น สามารถใช้สร้างอักษรเบรลล์ บนกระดาษสติ๊กเกอร์และฉลากยาที่ติดไว้บนซองยาแบบพลาสติกได้ โดยใช้เวลาในการพิมพ์อุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์ 1 อักษร เป็นเวลา 23 นาที และใช้เส้น PLA ประมาณ 15 กรัม ส่วนตัวกดด้านบนและด้านล่าง 1 ชุด ใช้เวลาพิมพ์ 5 ชั่วโมง ใช้เส้น PLA ประมาณ 50 กรัม ต้นทุนเฉลี่ยของอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ต้นทุนอุปกรณ์สร้างอักษรเบลล์

ชนิด	ต้นทุน (บาท)
อักษรเบลล์ (1 ตัวอักษร)	10
ตัวกด:ด้านบนและล่าง	150
รวม	**160**

4. อภิปรายและสรุปผล

การพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ อุปกรณ์นี้จะประกอบไปด้วยส่วนตัวกดด้านบนและด้านล่าง และส่วนตัวอักษรเบรลล์ด้านบนและด้านล่าง มีจำนวน 8 ตัวอักษรที่ใช้บ่อยครั้งบนฉลากยา ในการออกแบบโครงสร้างของอุปกรณ์ ต้องคำนึงถึงความสามารถของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เนื่องจากการออกแบบจากโปรแกรม 3D CAD SolidWorks สามารถทำการออกแบบขนาดได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการ แต่การนำแบบที่ได้มาสร้างด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้น เครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบ FDM จะมีความสามารถในการสร้างชิ้นงานให้ตรงกับขนาดของงานที่ออกแบบอยู่ในช่วง $\pm$ 0.5 มิลลิเมตรในมิติกว้างและยาว ทำให้ต้องมีการทดสอบขนาดของชิ้นงานที่พิมพ์ได้ก่อนพิมพ์ชิ้นงานจริง เพื่อนำมาทำการปรับปรุงการออกแบบ ในมิติความสูง มีการวัดความสูงของอักษรเบลล์ด้วยเครื่องวัดความหนาวัสดุแบบไม่สัมผัส วัสดุผิวมันจะมีความหนืดเมื่อสัมผัสและเป็นอุปสรรคในการรับรู้และแปลความหมาย [6] ผลที่ได้พบว่าความสูงของอักษรเบลล์ที่ผลิตมีความสูงตามมาตรฐาน ECMA ความสูงของตัวอักษรเบรลล์บนกระดาษอยู่ที่ 200.12 ไมครอน และความสูงตัวอักษรเบรลล์บนซองยาพลาสติก อยู่ที่ 296.67 ไมครอนผ่านมาตรฐาน ECMA Euro Braille ใช้เวลาในการอ่านและแปลผลเฉลี่ยของอักษรเบรลล์บนกระดาษ 12.8 วินาที และ 14.80 วินาที สำหรับอักษรเบรลล์บนซองพลาสติก ใช้เวลาในการอ่านมากกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 0.5-1 คำต่อวินาที โดยผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น สามารถแปลผลข้อมูลได้ถูกต้องทั้ง 8 กลุ่มคำ ในการอ่านอักษรเบรลล์ของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น การออกแบบและสร้างอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เภสัชกรสามารถใช้อุปกรณ์นี้ในการกดปั๊มเพื่อสร้างอักษรเบรลล์เป็นคำต่างๆ ที่ตรงกับวิธีการรับประทานยา เช่น ก่อนเช้า 1 เม็ด มีความหมายว่า ก่อนอาหาร ตอนเช้า จำนวน 1 เม็ด เพื่อให้ผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น สามารถรับรู้วิธีการรับประทานยาได้ด้วยตนเอง โดยเภสัชกรสามารถสร้างอักษรเบรลล์บนฉลากยาที่พิมพ์มาติดกับ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

ซองยา หรือบนซองยาโดยตรง ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ถ้าผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น มีผู้ดูแลตลอดเวลา การใช้ฉลากยาตามปกติที่ควบคู่กับอักษรเบรลล์ก็จะมีความเหมาะสมที่ใช้ในการสื่อสารสำหรับผู้ดูแลและผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น ในการใช้งานของเภสัชกรจำเป็นต้องมีอุปกรณ์สร้างอักษรเบรลล์อย่างน้อย 8 กลุ่มคำ เพื่อครอบคลุมการพิมพ์อักษรเบรลล์เป็นคำต่างๆ ที่ใช้ในการบอกวิธีรับประทานยา และต้องมีการฝึกการใช้งานในการกดปั๊มเพื่อให้ตัวอักษรเบรลล์มีการเรียงตัวเป็นแนวที่สามารถทำให้ผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็นสามารถอ่านได้ง่ายมากยิ่งขึ้น เป็นการพัฒนาอุปกรณ์สร้างอักษรเบลล์ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่นเครื่องพิมพ์ 3 มิติมาพัฒนาและทดแทนการสร้างอักษรเบลล์แบบเดิม อักษรเบลล์ที่สร้างขึ้น สามารถใช้งานได้จริง ความสูงของอักษรเบลล์ที่ผลิตมีความสูงตามมาตรฐาน ECMA ช่วยประหยัดต้นทุน เวลา ค่าใช้จ่าย สามารถผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อใช้ในห้องยาของโรงพยาบาล คลินิก ร้านขายยา อนามัย ฯลฯ ลดปัญหาความเข้าใจที่ผิดพลาดและการขาดข้อมูลที่ถูกต้องในการใช้ยา ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น ส่งเสริมสวัสดิภาพและลดความไม่เสมอภาคตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) เป้าหมายที่ 3 สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมสวัสดิภาพสำหรับทุกคนในทุกวัย ในด้านการเข้าถึงการบริการสาธารณสุขจำเป็นที่มีคุณภาพ และเข้าถึงยาและวัคซีนจำเป็นที่ปลอดภัยมีประสิทธิภาพ และเป้าหมายที่ 10: ลดความไม่เสมอภาคภายในประเทศและระหว่างประเทศ ในด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีโอกาสที่เท่าเทียมและลดความไม่เสมอภาคของผลลัพธ์ [17] ในการศึกษาครั้งต่อไปจะทำการศึกษาระบบการพิมพ์ดิจิทัลที่สามารถสร้างอักษรเบรลล์ได้บนกระดาษและซองยาเพื่อทำให้เภสัชกรสามารถพิมพ์ฉลากยาและอักษรเบรลล์ได้ในเวลาเดียวกัน

5. เอกสารอ้างอิง

[1] http://web1.dep.go.th/?q=th/node/446 (Accessed on 20 December 2019)

[2] https://cfbt.or.th/dsc/index.php/article/14-living-and-talking-to-the-blind (Accessed on 15 June 2018)

[3] K. Thitima, Production of braille to be used on packaging for visually impaired person by screen printing technique, Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand, 2010.

[4] T. Krittika, Braille character printing on pharmaceutical packaging label to improve information access for visual impaired person, Research Reports, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand, 2018.

[5] A. Kongsuksawat, Study of factors affecting design of carton with braille embossing, Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand, 2013.

[6] P. Khanenugnij and A. Amornrat, The production of Medicine label with Braille for the blind by Embossing System, Research Project, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand, 2013.

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2023.08.001

[7] K. Udom ,Post - press techniques, 1st ed., Sukhothai Thammathirat University Printing Press, Nonthaburi , Thailand, 1998.

[8] N. Shahrubudin, T.C. Lee and R. Ramlan, An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications, Procedia Manufacturing, 2019, 35, 1286-1296.

[9] http://www.iadd.org/docs/IADD_BANA_Braille_ Standards. pdf (Accessed on 28 November 2019)

[10] L.P. Muthe, K. Pickering and C. Gauss, A review of 3D/4D printing of poly-lactic acid composites with bio-derived reinforcements, Composites Part C ,2022,8,100271.

[11] https://www.dpe.go.th/manual-preview-411291791796 (Accessed on 10 January 2022)

[12] https://www.ecma.org/publications/ecma-braille-guidelines.html (Accessed on 5 December 2019)

[13] R. Mohamed, Braille readability in packaging design of Egyptian pharmaceutical packaging for visually impaired, International Design Journal, 2016, 6(1), 119-126.

[14] http://www.thaiall.com/spss/ttest/ (Accessed on 10 January 2022)

[15] G.E. Legge, C.M. Madison and J.S. Mansfield, Measuring braille reading speed with the MNREAD test, Visual Impairment Research, 1999, 1(3), 131-145.

[16] P. Jitsodsaikul,W. Niyomphol and I. Sirirungruang, A comparative study of reading speed between visually impaired and sighted students, Journal of Ratchasuda College for Research and Development of Persons with Disabilities, 2015, 11(14), 85-98.

[17] https://thailand.un.org/th/sdgs (Accessed on 10 January 2022)