



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบตรวจจับนิ้วมือในการอ่านภาษาเบรลล์บนแท็บเล็ต

A finger tracking system for Braille reading on a tablet

ดร.อินทราพร อรัณยະนาค

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ระบบตรวจจับนิ้วมือในการอ่านภาษาเบลล์บนแท็บเล็ต

แหล่งเงิน เงินงบประมาณรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 30 กันยายน 2561

ดร. อินทรภาพ อรัณยธนาค

คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

บทคัดย่อภาษาไทย

ในการที่จะทำการสำรวจพฤติกรรมการอ่านเบลล์ของคนตาบอดนั้น เราจำเป็นที่จะต้องมียุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือที่เป็นแบบเรียลไทม์ การศึกษาวิจัยนี้จึงได้นำเสนอโปรแกรมสำหรับตรวจจับนิ้วมือของผู้ที่อ่านอักษรเบลล์ ซึ่งโปรแกรมนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสำรวจการอ่านอักษรเบลล์ที่ถูกพิมพ์ลงบนกระดาษโปร่งใสแล้วนำมาวางบนอุปกรณ์แท็บเล็ต ที่มีการสร้างโปรแกรมเพื่อแสดงให้เห็นถึงข้อมูลในการอักษรเบลล์รวมถึงลักษณะของการเคลื่อนไหวนิ้วมือขณะอ่านบนหน้าจอแท็บเล็ตได้ โดยโปรแกรมสามารถคำนวณข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือได้โดยอัตโนมัติ เช่นเวลาที่ใช้ในการอ่านทั้งหมดรวมถึงเวลาที่ใช้ในการอ่านในแต่ละตัวอักษร โดยโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจะช่วยให้นักวิจัยศึกษาและสำรวจพฤติกรรมการอ่านอักษรเบลล์ในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะช่วยหาทางพัฒนาให้ผู้อ่านอักษรเบลล์อ่านได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : คอมพิวเตอร์เพื่อการช่วยเหลือ; การอ่านอักษรเบลล์; เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา; คอมพิวเตอร์แบบไร้สาย

Research Title: A finger tracking system for Braille reading on a tablet

Researcher: Dr.Inthraporn Aranyanak

Faculty: Science Department: Computer Science

ABSTRACT

In order to investigate braille reading behavior, we need a device capable of tracking readers' finger movements in real-time. This paper presents software for tracking the fingers of braille readers. The software is developed to observe reading braille-embossed transparent paper on an Android tablet. It provides online visual information of finger movement patterns, reading durations on cells, total reading time, and the average reading rate. This allows researchers to investigate braille reading in more depth in order to help improve the readers' braille reading skills.

Keywords : assistive computing; braille reading; educational technology; mobile computing

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ Prof.Ronan Reilly สำหรับคำแนะนำในการออกแบบงานวิจัยชิ้นนี้ รวมทั้งขอขอบพระคุณ โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพ เป็นอย่างยิ่งในการให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเป็นเงินอุดหนุนทั่วไป เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ดร.อินทราพร อรัณยธนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การอ่าน.....	4
2.2 การอ่านอักษรเบลล์.....	7
2.2.1 อักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ.....	8
2.2.2 อักษรเบลล์ในภาษาไทย.....	9
2.3 งานที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.3.1 โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแปลง.....	10
2.3.2 การฝึกอ่านอักษรเบลล์.....	12
2.3.3 อุปกรณ์ในการตรวจจับนิ้วมือขณะอ่านเบลล์.....	12
2.3.4 พฤติกรรมการอ่านอักษรเบลล์.....	14
2.4 การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ.....	16
2.4.1 เวอร์ชันของระบบแอนดรอยด์.....	16
2.4.2 จุดเด่นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	16
2.4.3 ภาษาจาวา.....	17
2.4.4 การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ.....	18
2.4.5 Android Studio.....	18
2.4.6 JavaScript.....	19

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	20
3.1 การวิเคราะห์ระบบ.....	20
3.1.1 ภาพรวมของระบบ.....	20
3.1.2 หลักการทำงานของระบบในการตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือ.....	22
3.2 Use Case Diagram.....	24
3.3 Context Diagram.....	25
3.4 Activity Diagram ของการตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือ.....	26
3.5 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรมต้นแบบ.....	27
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	30
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	37
5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย.....	37
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	38
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย.....	39
เอกสารอ้างอิงภาษาไทย.....	40
เอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ.....	41
ภาคผนวก.....	42
ภาคผนวก ก.....	42
ภาคผนวก ข.....	43
ข้อมูลประวัตินักวิจัย.....	44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบของการเคลื่อนไหวนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์.....	7
2.2 อักษรเบลล์.....	7
2.3 อักษรเบลล์ที่ใช้แทนในภาษาอังกฤษ.....	8
2.4 อักษรเบลล์ที่ใช้แทนพยัญชนะในภาษาไทย.....	9
2.5 อักษรเบลล์ที่ใช้แทนสระภาษาไทย.....	9
2.6 สัดส่วนการใช้งานของเวอร์ชันแอนดรอยด์ในปัจจุบัน.....	16
2.7 ตัวอย่างสถาปัตยกรรมของภาษาจาวา.....	18
3.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบโดยรวมของระบบ.....	20
3.2 Flow chart แสดงอัลกอริทึมของระบบที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือ.....	22
3.3 แผนภาพ Use Case ของระบบ.....	24
3.4 แผนภาพ Context diagram ของระบบ.....	25
3.5 แผนภาพ Activity diagram ของระบบขณะตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ.....	26
3.6 ตัวอย่างข้อความอักษรเบลล์บนแผ่นใส.....	29
4.1 การเคลื่อนไหวนิ้วมือ 1 นิ้ว.....	31
4.2 การเคลื่อนไหวนิ้วมือ 2 นิ้ว.....	32
4.3 ลักษณะการอ่านของคนตาบอดในแบบต่าง.....	33
4.4 ตัวอย่างในการเก็บข้อมูลจากผู้อ่านอักษรเบลล์.....	34
4.5 เวลารวมในการอ่านเปรียบเทียบระหว่างอ่านข้อความภาษาไทยกับอักษรเบลล์.....	35
4.6 อัตราเร็วในการอ่านเปรียบเทียบระหว่างอ่านข้อความภาษาไทยกับอักษรเบลล์.....	36



ระบบตรวจจับนิ้วมือในการอ่านภาษาเบลล์บนแท็บเล็ต เงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถิติพบว่าจำนวนประชากรของคนตาบอดทั่วโลกมีถึง 285 ล้านคน (WHO, 2014) จากสถิติข้อมูลผู้มีบัตรประจำตัวพิการทางการมองเห็นในประเทศไทยมีจำนวนถึง 181,821 คน (สมาคมตาบอดแห่งประเทศไทย, 2558) แต่ก็ยังมีคนตาบอดอีกเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้ลงทะเบียนเอาไว้ ระบบอักษรเบรลล์ถูกนำไปใช้ทั่วโลกในการเรียนการสอนแทนระบบตัวอักษรเขียนในแต่ละภาษาเพราะง่ายต่อการจำแนกตัวอักษรแต่ละตัวมากกว่าตัวอักษรปกติ การอ่านภาษาเบรลล์จึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับคนตาบอดที่ต้องการเรียนรู้เรื่องต่างๆผ่านตัวหนังสือ ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีมากมายที่ช่วยคนตาบอดได้อ่านหนังสือ แต่กระบวนการอ่านที่เกิดจากการรับสารผ่านสัมผัสของตนเองเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพัฒนาการทางสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยเด็ก ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการอ่านภาษาเบรลล์และต้องการที่จะหาทางพัฒนาวิธีการอ่านภาษาเบรลล์ให้กับคนที่อ่านได้ช้าให้มีประสิทธิภาพในการอ่านเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เราต้องรู้ลักษณะ พฤติกรรมในการอ่านของเขาเหล่านั้นก่อนจึงจะสามารถวิเคราะห์และหาวิธีแก้ไขปัญญการอ่านของพวกเขาให้ดีขึ้นได้

การศึกษาพฤติกรรมการอ่านสำหรับคนสายตาดำกตินั้น สามารถทำได้ด้วยการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสายตาด้วยเครื่องมือการตรวจจับการเคลื่อนไหวสายตาหรือที่เรียกว่า eye tracker ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางวิทยาการปัญญาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยเพื่อศึกษาการอ่านของคนสายตาดำกติ เพราะการเคลื่อนไหวของสายตานั้นเป็นกระบวนการที่สามารถเชื่อมโยงได้กับกระบวนการคิด ประมวลผล ในสมองของมนุษย์ ดังนั้น ในการที่จะสำรวจถึงพฤติกรรมการอ่านของคนตาบอดให้ชัดว่าเป็นอย่างไร จึงต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือที่ใช้ในการอ่านอักษรเบรลล์ ผู้วิจัยจึงอยากที่จะพัฒนาระบบนี้ขึ้นมาโดยผ่านการสร้างแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เพื่อนำไปใช้กับกระดาษที่พิมพ์ตัวอักษรเบรลล์โดยนำไปวางไว้บนหน้าจอแท็บเล็ต การสร้างระบบนี้ในเบื้องต้นจะเป็นเพียงต้นแบบมีเป้าหมายเพื่อนักวิจัยที่ต้องการเก็บข้อมูลพฤติกรรมการอ่านของคนตาบอด และนำข้อมูลที่ได้ เช่น pattern ในการอ่าน เวลาในการอ่าน จำนวนคำที่ใช้ในการอ่านต่อนาที ไปวิเคราะห์เพื่อหาวิธีในการพัฒนาการอ่านของคนตาบอดต่อไป แต่ในอนาคตอาจสามารถต่อยอดงานวิจัยไปเพื่อประโยชน์ของคนตาบอดโดยตรง เช่น สร้างแอปพลิเคชันช่วยพัฒนาการอ่านภาษาเบรลล์

ในปัจจุบันถึงแม้จะมีระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือขณะอ่านอักษรเบรลล์ แต่ก็ยังไม่หลากหลาย และแต่ละระบบก็มีข้อดีและข้อเสียในตัวเองอยู่ ซึ่งระบบที่กำลังจะพัฒนานี้แตกต่างจากเอกสารนี้ระบบที่มีอยู่ในตอนนี้คือ ทำเป็นแอปพลิเคชันบนระบบแอนดรอยด์จึงง่ายต่อการติดตั้ง และไม่ต้องมีไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อื่นที่ติดกับนิ้วมือของผู้อ่านทำให้การอ่านเป็นไปตามธรรมชาติ โดยแค่ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมและติดตั้งไว้บนแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการแบบแอนดรอยด์ แล้วนำแผ่นกระดาษพิมพ์ภาษาเบลล์มาวางไว้บนหน้าจอก็สามารถตรวจจับนิ้วมือขณะอ่านเบลล์ได้ พร้อมกับแสดงผลลักษณะในการอ่านได้บนหน้าจอ นอกจากนี้ระบบยังสามารถทำการคำนวณเวลาในการอ่านในแต่ละตัวอักษร เวลาที่ใช้ในการอ่านทั้งหมด และเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยในการอ่านได้ก็คำต่อหน้าที่ โดยข้อมูลเหล่านี้เป็นเสมือนฟีดแบคให้กับผู้อ่านได้ทราบว่าผู้อ่านควรปรับปรุงพฤติกรรมการอ่านตรงไหน อย่างไรก็ตาม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.2.2 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมการอ่านภาษาเบลล์ของคนตาบอด

1.2.3 เพื่อแสดงผลพฤติกรรมการอ่านของคนตาบอด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 สร้างแอปพลิเคชันต้นแบบในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์ที่พิมพ์ลงกระดาษที่ติดบนแท็บเล็ต

1.3.2 ระบบการตรวจจับนิ้วมือขณะอ่าน และสามารถแสดงผลพฤติกรรมการอ่านบนหน้าจอได้

1.3.3 แอปพลิเคชันนี้จะถูกพัฒนาบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมเป็นกลุ่มคนตาบอดที่สามารถอ่านภาษาเบลล์ได้เป็นอย่างดี จำนวน 30 คน มีประสบการณ์ในการอ่านภาษาเบลล์มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี อยู่ในอายุระหว่าง 15 – 25 ปี ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะไปเก็บข้อมูลที่ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ ซึ่งในการเดินทางไปเก็บข้อมูลต้องเดินทางด้วยรถแท็กซี่ คาดว่าใช้เวลาในการเข้าไปติดต่อขอเก็บข้อมูล และพิมพ์ภาษาเบลล์ เป็นเวลา 5 วัน

1.4.2 เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรม คือภาษาจาวาบนแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้โปรแกรม Android Studio ในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

14.3 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันที่ใช้ตรวจจับพฤติกรรมในการอ่านภาษาเบลล์ของคนตาบอด โดยแอปพลิเคชันนี้สามารถอัปเดตข้อความภาษาเบลล์ให้แสดงบนหน้าจอได้เพื่อให้ผู้วิจัยเห็นข้อความระหว่างที่ผู้เข้าร่วมวิจัยอ่านกระดาษเบลล์ที่ถูกติดอยู่บนหน้าจอแท็บเล็ต หน้าจอสามารถตรวจจับนิ้วมือที่อ่านได้ 2 นิ้วคือนิ้วชี้และนิ้วกลาง หน้าจอแสดงเส้นทางการอ่านของผู้เข้าร่วมทดลอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ real time สามารถเห็นได้ว่าขณะนี้ผู้อ่านกำลังอ่านอยู่บนตัวอักษรส่วนใดของข้อความ พร้อมทั้งสามารถแสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในแต่ละตัวอักษรในการอ่าน พร้อมทั้งบรรทัด และหน้าที่อ่านได้ พร้อมทั้งสามารถเก็บข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบ excel ที่สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อได้

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวบน Android Studio ตาม requirement ที่ได้วางแผนและได้ออกแบบไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 พร้อมทั้งทดสอบระบบก่อนมีการนำไปเก็บข้อมูลจริง โดยเฉพาะการตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องของเวลาในการอ่านบนแต่ละตัวอักษรที่ต้องมีการจับเวลาเปรียบเทียบกับเวลาที่ระบบตรวจจับได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บข้อมูลกับคนตาบอดที่โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ โดยทุกคนต้องเซ็นใบยินยอมในการเข้าร่วมการทำการทดลอง โดยแต่ละคนจะใช้เวลาในการทดสอบโปรแกรม ไม่เกินคนละ 1 ชั่วโมงในการอ่านบทความภาษาเบลล์

14.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บไปวิเคราะห์หารูปแบบพฤติกรรมในการอ่านของคนตาบอด เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบการอ่านที่แตกต่างกันในคนที่อ่านได้ช้าและเร็วจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาช่วยพัฒนาให้คนที่อ่านได้ช้าฝึกการอ่านให้เร็วมากขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นักวิจัยที่สนใจศึกษาพฤติกรรมกรรมการอ่านภาษาเบลล์ของคนตาบอดสามารถนำแอปพลิเคชันนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยได้ต่อไป

1.5.2 นักวิจัยสามารถนำข้อมูลที่แอปพลิเคชันนี้เก็บขณะผู้เข้าร่วมทดลองอ่านภาษาเบลล์ เช่น เวลาที่ใช้ในการอ่าน การพลอตกราฟเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ เป็นต้น ไปใช้วิเคราะห์ได้อย่างสะดวก

1.5.3 เนื่องจากแอปพลิเคชันนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้บนอุปกรณ์แท็บเล็ต จึงสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัยได้ง่ายกว่าแบบเดิมที่มีอยู่

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอ่านภาษาเบลล์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือในการอ่านภาษาเบลล์ของคนตาบอด รวมถึงทฤษฎีทางเทคโนโลยี และคอมพิวเตอร์ เช่น Android, Android Studio และ Java ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้

2.1 การอ่าน

เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิด ถ่ายทอดองค์ความรู้ และสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ก็คือ ภาษา การอ่านเป็นหนึ่งในสี่ทักษะทางภาษาที่จำเป็นในการฝึกฝนและพัฒนา เพราะการอ่านเป็นทักษะที่สำคัญอย่างยิ่งในการแสวงหาความรู้ในด้านต่างๆ ซึ่งนำมาสู่ความคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์ และเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ปัญหาในเรื่องการอ่านของเด็กไทยนั้นมีมาอย่างช้านาน ผู้ที่มีความบกพร่องทางการอ่าน เช่น อ่านหนังสือไม่คล่องแคล่ว จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้และการเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้อย่างล่าช้า อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อเรื่องของการวิเคราะห์ การแยกแยะและประยุกต์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิต การปลูกฝังทักษะการอ่านให้มีประสิทธิภาพตั้งแต่เล็กนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อเสริมสร้างเด็กให้สามารถที่จะเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดจนนำไปพัฒนาอาชีพให้มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การแพทย์ การอ่านออกเขียนได้จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว

ผลสำรวจพฤติกรรมการอ่านของประชากรไทย จากสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่า เวลาเฉลี่ยในการอ่านในปี 2551 เวลาอ่านหนังสือเฉลี่ยอยู่ที่ 39 นาทีต่อวัน และเมื่อเทียบกับประเทศในทวีปยุโรปพบว่ามียอดการอ่านหนังสือสูงกว่าคนไทยร้อยละ 71 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2548) และเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอังกฤษโดยดูจากสถิติการใช้กระดาษพิมพ์และเขียนในการผลิตหนังสือใหม่พบว่าของไทยใช้น้อยกว่าอังกฤษราว 10 เท่า (วิทยากร เชียงกูล, 2552) ดังนั้นประเทศไทยจึงได้มีการกำหนดนโยบายส่งเสริมการอ่านให้อยู่ในวาระระดับชาติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่มีมาอย่างยาวนานและต่อเนื่อง และได้มีการกำหนดทศวรรษแห่งการอ่านมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 จนถึงปัจจุบัน โดยมาตรการหลักคือ การรณรงค์ให้คนไทยมีนิสัยรักการอ่าน และประกาศให้การอ่านเป็นวาระแห่งชาติ พร้อมทั้งได้วางแผนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในการขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษาโดยให้นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถม 1-3) มีความสามารถในการอ่านออก โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ เข้าใจความหมายของคำ ประโยค รวมถึงเรื่องราวต่างๆ ตามระดับชั้นของผู้เรียน ส่วนนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถม 4-6) เน้นพัฒนาความสามารถในการไม่อ่านคนเดียวทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านคล่องเขียนคล่องตามเกณฑ์การอ่านในระยะเวลาที่เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2554: 18)

ในปี 2558 พบว่าประชากรตั้งแต่อายุ 6 ขวบขึ้นไปมีอัตราผู้อ่านลดลงในทุกกลุ่มวัย เทียบจากปี 2556 ที่ผู้อ่านคิดเป็นร้อยละ 81.8 แต่ในปี 2558 มีผู้อ่านคิดเป็นร้อยละ 77.7 แต่ทว่าเวลาที่ใช้ในการอ่านมีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบจากปี 2556 ที่ใช้เวลาอ่านเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 29 นาทีต่อวัน โดยทั่วไปมีการอ่านหนังสือพิมพ์มากที่สุดถึง 67.3% แต่ประเภทของหนังสือที่มีค่าเฉลี่ยในการอ่านน้อยที่สุดคือแบบเรียน/ตำราเรียน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 28.1 ส่วนสาเหตุหลักของผู้ที่ไม่อ่านหนังสือพบว่าคนเหล่านั้นชอบดูทีวีซึ่งมีมากถึง 41.9% ไม่ชอบอ่าน 24.8% และยังพบว่ายังมีคนไทยบางส่วนที่ยังอ่านหนังสือไม่ออกถึง 20.6% สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2559) ดังนั้นทางรัฐบาลจึงเล็งเห็นถึงปัญหาทางด้านทักษะการอ่านของเด็กไทย ซึ่งภายในสิบปีที่ผ่านมานี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะทางการอ่านเป็นจำนวนมากเพื่อยกระดับความสามารถในการแสวงหาความรู้ เครื่องมือที่นำไปใช้ในงานวิจัยการอ่านที่ผ่านมาโดยส่วนมากจะเป็นการจัดการเรียนการสอนและสื่อการสอนที่นำไปใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนอ่าน การอ่านของเด็กกับกระบวนการเรียนรู้ และเทคนิคการอ่าน ส่วนแบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่นำไปใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบการอ่านโดยมีการวัดผลสัมฤทธิ์จากการอ่านนั้นๆ ส่วนแบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์จะถูกนำไปใช้ในงานวิจัยศึกษาพฤติกรรมการอ่านและการส่งเสริมการอ่าน (นิภาภรณ์ และ ชลภัสส์. 2553) แต่ในเมืองไทยยังไม่มีงานวิจัยการอ่านใดที่ใช้เครื่องมือในการจับการเคลื่อนไหวของตาในการสำรวจพฤติกรรมการอ่านมาก่อน ซึ่งการจับการเคลื่อนไหวของตาขณะอ่านเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการประมวลผลทางปัญญา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยแรกที่ใช้เครื่องมือนี้ในการพัฒนาการรู้จำคำเพื่อเพิ่มความเร็วในการอ่านของเด็กให้เพิ่มขึ้น

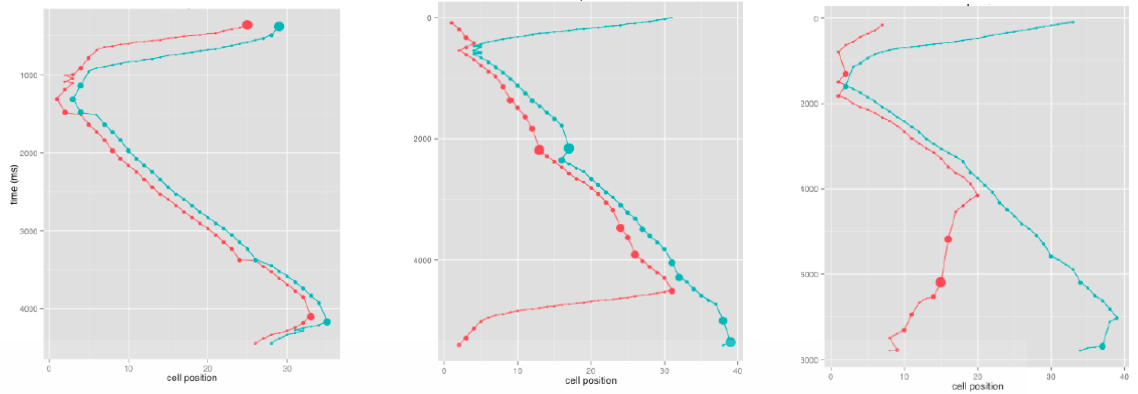
การอ่านเป็นการศึกษากระบวนการประมวลผลทางปัญญา (cognitive process) ซึ่งเป็นการถอดรหัสทางสัญลักษณ์เพื่อที่จะตีความออกมาเป็นความหมาย โดยปกติแล้วขณะที่อ่านหนังสือ ตาของเรานั้นไม่ได้เคลื่อนที่อย่างราบรื่นหรือแค่จากซ้ายไปขวา แต่ตาของเรานั้นจะเคลื่อนที่โดยมีการจดจ้องคำ (fixation) อยู่ระยะหนึ่งแล้วกระโดดไปยังอีกจุดหนึ่งอย่างรวดเร็ว (saccade) หรืออาจมีการข้ามบางคำไป หรือมีการย้อนกลับ (regression) ไปอ่านคำที่ได้มองผ่านมาแล้วอีกด้วย ในการอ่านภาษาอังกฤษในผู้ใหญ่โดยทั่วไปแล้วนั้นจะมี saccade อยู่ที่ประมาณ 7-9 ตัวอักษร เวลาของ fixation อยู่ในช่วง 200-300 มิลลิวินาที ส่วนในการเคลื่อนไหวของตาขณะอ่านของเด็กนั้นจะต่างกับผู้ใหญ่ดังนี้ เด็กจะใช้เวลาในการอ่านช้าไปมากกว่า มี saccade ที่สั้นกว่า แต่ใช้เวลา fixation ต่อคำนานกว่า (Buswell, 1922; Taylor, 1965) โดยทั่วไป ตำแหน่งของการมองหลังจากตากระโดดจากตำแหน่งหนึ่งไปตำแหน่งถัดไป (landing site) ในผู้อ่านภาษาอังกฤษส่วนมากจะไปตกอยู่ตรงกึ่งกลางหรือด้านซ้ายของกึ่งกลางคำเล็กน้อย ซึ่งตำแหน่งนี้ถูกเรียกว่า Preferred Viewing Location ตำแหน่งที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามักมอง (McConkie et al., 1988) ซึ่งถ้าตาของเราไปตกตรงตำแหน่งนี้ขณะอ่านจะช่วยทำให้ผู้อ่านสามารถรู้จำคำได้เร็วและแม่นยำขึ้น ซึ่ง O'Regan et al. (1987) เรียกตำแหน่งนี้อีกชื่อหนึ่งว่า Optimal Viewing Position (OVP) เพราะจากงานวิจัยของ O'Regan ในปี 1990 พบว่าถ้าสายตามีการตกมาที่ตำแหน่งนี้ของคำขณะอ่านจะทำให้จำนวนไรการอ่านซ้ำคำนั้นน้อยลง เวลาที่ใช้ในการอ่านในคำคำนั้นน้อยลง และเวลาที่ใช้ในการระบุคำนั้นสั้นลง และทำให้จำนวนของการระบุคำนั้นได้ถูกต้องมีมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างการอ่านนั้นตาเราไม่ได้ไปตกที่ Optimal Viewing Position ก่อนเสมอไป อาจตกก่อนหรือหลังตำแหน่งนี้ของคำหรืออาจจะตกระหว่างคำก็ได้ ซึ่งพบมากในผู้ที่เริ่มหัดอ่านหรือในเด็ก ดังนั้นจึงทำให้ต้องมีการอ่านซ้ำซึ่งทำให้เสียเวลาในการอ่านเพิ่มขึ้นไปอีกประมาณ 200 มิลลิวินาทีต่อคำ (Blanchard, 1985)

มีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาพฤติกรรมและกระบวนการทางปัญญา (cognitive process) สำหรับการประมวลผลการอ่านในคนสายตาสปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของตา เรียกว่า eye tracker ซึ่งมีอยู่หลายรุ่น หลายราคา ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการตรวจจับการเคลื่อนไหว (resolution rate) จากการศึกษาพบว่า การเคลื่อนไหวของตาในการมองสิ่งต่างๆหรือการอ่าน ตาของเราไม่ได้เคลื่อนไหวย่างราบรื่นต่อเนื่อง แต่มีการหยุดมอง (fixation) และกระโดดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (saccade) โดยเฉลี่ยแล้วคนปกติสายตาสจะมีระยะเวลาในการหยุดอ่านคำ (fixation duration) ประมาณ 250 มิลลิวินาที และกระโดดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งจากซ้ายไปขวาได้ประมาณ 7 ตัวอักษร (O'Regan, 1990) ในการอ่านเพื่อความเข้าใจ (reading for comprehension) มีค่าเฉลี่ยความเร็วในการอ่านอยู่ที่ 200-250 คำต่อนาที (Rayner, 1998) จากการศึกษาลักษณะของการอ่านโดยทั่วไปแล้วพบว่าโดยส่วนใหญ่สายตาสจะตกลงช่วงจุดกึ่งกลางของคำ ซึ่งทำให้เราประมวลผลในการรู้จำคำเหล่านั้นได้เร็วกว่าเมื่อสายตาสตกลงที่ต้นหรือท้ายของคำและนั่นอาจทำให้เกิดการอ่านซ้ำ (regression)

พฤติกรรมกรรมการอ่านที่พบได้จากการตรวจจับสายตาสในคนปกตินี้มีความแตกต่างกับลักษณะการอ่านของคนตาบอดอย่างเห็นได้ชัด แน่นนอนว่าคนตาบอดต้องอาศัยการรับรู้ผ่านทางสัมผัสจากนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์ ซึ่งทำให้การอ่านต้องเป็นไปในลักษณะแบบต่อเนื่องโดยการเคลื่อนไหวของนิ้วมือจากซ้ายไปขวา ไม่สามารถกระโดดจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งได้ จากงานวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยในการอ่านของคนตาบอดอยู่ที่ประมาณ 100 คำต่อวินาที (Foulk, 1982) แต่ในบางคนที่มีความชำนาญก็สามารถอ่านได้เร็วถึง 250 คำต่อวินาที ซึ่งเทียบเท่าได้กับค่าเฉลี่ยในการอ่านของคนปกติ จากงานวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรมกรรมการอ่านของคนตาบอดบนอักษรเบลล์พบว่า คนที่อ่านได้เร็วส่วนใหญ่จะใช้สองมือในการอ่านและใช้นิ้วชี้เป็นหลัก รูปแบบของการเคลื่อนไหวนี้มีมือในคนที่ใช้มือทั้งสองในการอ่านภาษาเบลล์สามารถจำแนกได้เป็นสามประเภทตามภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงรูปแบบของการเคลื่อนไหวนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์

ที่มา : Aranyanak, 2014

2.2 การอ่านอักษรเบลล์

อักษรเบลล์ เป็นอักษรสำหรับคนตาบอด ได้ถูกคิดค้นขึ้นโดย หลุยส์ เบรลล์ (Louis Braille) ซึ่งเป็นชาวฝรั่งเศส โดยนำแนวคิดนี้มาจากนายทหารแห่งกองทัพฝรั่งเศสคนหนึ่ง ชื่อชาร์ล บาบีแอร์ ที่ได้แนะนำ หลุยส์ เบรลล์ เกี่ยวกับวิธีการส่งข่าวสารของทหารในเวลากลางคืน หรือ night-writing โดยได้นำเอาระบบอักษรนูนด้วยจุดที่วางอยู่บนพื้นฐานของการออกเสียง เรียกระบบนี้ว่าโซโนกราฟี (la Sonographie) ซึ่งการใช้เป็นรหัสที่ใช้จุดนูน 12 จุดเป็นรหัสในการสื่อความกับทหารด้วยกัน จากนั้น หลุยส์ เบรลล์ ก็ได้พัฒนาแนวคิดนี้โดยการประดิษฐ์แบบอักษรขึ้นมาใหม่โดยยังใช้ระบบจุดเหมือนเดิม แต่เบรลล์ใช้จุดเพียง 6 จุด และใช้เพียงนิ้วเดียววางบนจุดทั้งหมดซึ่งง่ายกว่าแบบเดิมมากจนได้รับความนิยมเป็นอย่างมากและแพร่หลายออกไปใช้ยังประเทศต่างๆทั่วโลก

ในแบบดั้งเดิม และยังเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันนั้น อักษรเบลล์ในแต่ละตัว ประกอบไปด้วย 6 จุด โดยแบ่งเป็น 2 แถว แถวละ 3 จุด จากบนลงล่าง ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 อักษรเบลล์

ที่มา : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Braille_%C3%89.svg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.2 จะเรียกว่า 1 เซลล์ โดยในการเข้ารหัสแทนตัวอักษรในภาษาต่าง ๆ นั้น แต่ละจุด จะถูกทำให้สูงขึ้นมาเพื่อใช้แทนตัวอักษรในภาษานั้นๆ ดังนั้นความเป็นไปได้ในการใช้รหัสทั้ง 6 จุดนี้ จะสามารถนำไปแทนตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ในภาษาต่างๆได้เพียง 63 รหัสที่ไม่ซ้ำกันเลย การเรียกรหัสเซลล์สามารถเรียกจากตำแหน่งของจุดที่ขึ้นขึ้นมา โดยตำแหน่งของจุดในคอลัมน์แรก จะเรียกว่า จุด 1 2 3 จากบนลงล่าง คอลัมน์ที่สอง จะเรียกว่า จุด 3 4 5 จากบนลงล่างเช่นกัน โดยขนาดของแต่ละจุดจะประมาณ 1.2 มิลลิเมตรเท่านั้น ส่วนระยะห่างระหว่างจุดในแต่ละตัวจะห่างกัน ประมาณ 2.5 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างตัวอักษรด้วยกันประมาณ 3.5 มิลลิเมตร

ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบอักษรเบลล์ให้มีการเข้ารหัสได้มากขึ้นโดยการเพิ่มจุดเป็น 8 จุด โดยแบ่งเป็น 2 แถว แถวละ 4 จุด ซึ่งสามารถแสดงรหัสที่ไม่ซ้ำกันได้ถึง 255 รหัส แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ระบบนี้จะถูกใช้เมื่อมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยแถวสุดท้ายจะแสดงถึงตำแหน่งของ เคอร์เซอร์ที่ปรากฏอยู่บนตัวอักษรที่อยู่บนหน้าจอ

2.2.1 อักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ

ภาษาอังกฤษ					
1	2	3	4	5	
A	B	C	D	E	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	
6	7	8	9	0	
F	G	H	I	J	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	
K	L	M	N	O	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	
P	Q	R	S	T	
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	
U	V	W	X	Y	Z
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

ภาพที่ 2.3 อักษรเบลล์ที่ใช้แทนในภาษาอังกฤษ

ที่มา : <http://www.slri.or.th/th/index.php/applications--research-highlight/.html>

ภาพที่ 2.3 แสดงรูปแบบการนูนของอักษรแบบที่ใช้แทนตัวอักษรแต่ละตัวใน ภาษาอังกฤษ โดยสัญลักษณ์ที่นอกเหนือจากในรูปก็ถูกนำไปใช้แทนสัญลักษณ์พิเศษ เช่น ทาง คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ดนตรี คอมพิวเตอร์ และเครื่องหมายต่างๆ โดยการใช้เบลล์แทนตัวเลขนั้น จะทำโดยการใช้จุด 3 4 5 6 ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่เมื่อนำหน้าเซลล์ใดแล้วบ่งบอกให้รู้ว่าเซลล์ที่ตามมา หมายถึงตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบที่ใช้ในการอ่านและเขียนในภาษาอังกฤษสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

Braille grade 1: เรียกอีกอย่างว่า Uncontracted braille หรือการใช้อักษรเบลล์แบบไม่ย่อ คือเป็นการใช้หนึ่งตัวอักษรเบลล์ในการแทนหนึ่งตัวอักษรภาษาอังกฤษ แบบนี้จะถูกใช้ในการสอนสำหรับผู้เริ่มเรียนเบลล์ใหม่ๆ เพื่อฝึกหัดอ่านและจดจำรูปแบบการเขียนเบลล์

Braille grade 2: เรียกอีกอย่างว่า Contracted braille เป็นการย่อการเขียนให้อ่านได้สั้นลงจากระดับแรก โดยมีกฎมากมายที่ผู้เรียนต้องจำ แต่ถ้าสามารถจำได้แล้วจะช่วยให้อ่านได้เร็วยิ่งขึ้น และเหมาะสำหรับผู้ที่สามารถอ่านได้คล่องแล้ว และการพิมพ์หนังสือส่วนมากก็จะได้ ระบบนี้ในการอ่านและเขียน

Braille grade 3: เป็นอีกระดับหนึ่งที่ใช้การย่อไม่มีกฎตายตัว ต่างคนต่างคิดกฎในการย่อให้สั้นลงได้เอง ส่วนมากใช้กับการเขียน diary หรือจำพวก short note

2.2.2 อักษรเบลล์ในภาษาไทย



ภาพที่ 2.4 อักษรเบลล์ที่ใช้แทนพยัญชนะในภาษาไทย

ที่มา : <http://www.slri.or.th/th/index.php/applications--research-highlight/.html>



ภาพที่ 2.5 อักษรเบลล์ที่ใช้แทนสระภาษาไทย

ที่มา : <http://www.slri.or.th/th/index.php/applications--research-highlight/.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อักษรเบรลล์ในภาษาไทยต้องใช้สัญลักษณ์มากกว่าในภาษาอังกฤษ เนื่องจากภาษาไทยมีพยัญชนะทั้งหมด 44 รูป และสระอีก 21 รูป และยังมีวรรณยุกต์อีก 4 รูปด้วย โดยในระบบการอ่านและเขียนภาษาไทยจะมีประเภทเพียงแค่แบบเดียวคือแบบไม่ย่อตั้ง เช่นใน เทียบได้เป็น Braille grade 1 ในภาษาอังกฤษ ดังนั้นหนังสือเบรลล์ในภาษาไทยจะมีความหนาแน่นมากกว่าภาษาอังกฤษมาก และต้องใช้เวลาในการอ่านมากกว่าด้วย คนตาบอดตอนแก่แล้วในประเทศไทยจึงไม่นิยมมาเริ่มเรียน เพราะอ่านยากและช้า

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการรวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ที่ใช้เขียนและอ่านในคนตาบอดนั้น สามารถแบ่งประเภทงานวิจัยได้เป็น 4 ประเภทหลัก คือ

2.3.1 โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแปลง

งานวิจัยทางด้านนี้ในช่วงแรกๆนั้นจะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จภาพที่สามารถแปลงจากตัวอักษรปกติไปยังอักษรเบรลล์ของแต่ละภาษา อาทิ โปรแกรม NFBtrans ที่สามารถดาวน์โหลดการใช้งานฟรีได้ที่ <https://nfb.org/nfbtrans> โดยเวอร์ชันล่าสุดคือ NFBTRANS 7.74 โดยโปรแกรมนี้สามารถเปลี่ยนตัวอักษรปกติไปเป็นเบรลล์ได้โดยการใช้รหัสแอสกี ในการเชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ และสามารถเลือกระดับในการใช้งานให้เป็นแบบ Grade 1 หรือ Grade2 ได้อีกด้วย สมชาย เทีชรเกลี้ยง และ พิชญา ตันฑิตย์ (2548) ได้นำโปรแกรมนี้มาประยุกต์ในการแปลงข้อความรหัสแอสกีอักษรไทยเป็นรหัสคอมพิวเตอร์เบรลล์ อีกโปรแกรมหนึ่งที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ชื่อว่า Duxbury Braille Translator หรือ DBT โปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์ DBT จากบริษัท Duxbury system เป็นโปรแกรมแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์สำหรับภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส และภาษาอื่นๆ อีกมากมายให้เป็นอักษรอักษรเบรลล์ สำหรับภาษาอังกฤษ สามารถแปลงเป็นอักษรเบรลล์ระดับหนึ่ง และระดับสองได้ สามารถแปลงสูตรคณิตศาสตร์จาก Math type เป็นอักษรเบรลล์สามารถพิมพ์อักษรเบรลล์โดยตรงในระบบ 6 ปุ่ม (s d f j k l) และได้พัฒนาการแปลเอกสารภาษาไทยเป็นอักษรเบรลล์อีกด้วย อีกทั้งยังสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ได้หลากหลาย เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งแบบตั้งโต๊ะและพกพาตลอดจนอุปกรณ์ประเภท tablet ในคนไทยสามารถดาวน์โหลดคู่มือการใช้งานโปรแกรมนี้บน Windows ได้ที่ <http://www.rs.mahidol.ac.th/thai/academic-support-services/access-technology-section/link/pdf/Duxbury.pdf> ในเมืองไทยก็มีการสร้างโปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์ภาษาไทยที่ชื่อว่า Thai Braille Translator หรือ TBT โดยวิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล สามารถแปลงเอกสารอักษรปกติภาษาไทย เป็นอักษรเบรลล์ รวมทั้งการแปลงภาษาอังกฤษในเอกสารเดียวกันเป็นอักษรเบรลล์รับหนึ่ง โปรแกรมนี้มีประวัติการพัฒนามายาวนาน และได้รับความนิยมในการผลิตสื่อในประเทศไทยอย่างกว้างขวาง ผู้สนใจสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย สำหรับองค์กรหรือธุรกิจที่ต้องการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ แนะนำจัดสรรเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งบประมาณเพื่อซื้อสิทธิ์ในการใช้ ซึ่งจะมีประโยชน์สำหรับการพัฒนาโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง โดยคนไทยสามารถเข้าไปใช้งานได้ผ่านทางเว็บไซต์ <http://www.thaibrailletranslator.org/index.php>

อีกทั้งยังมีงานวิจัยโดยคนไทยอีกมากมาย ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่ระบบและอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการแปลงระหว่างอักษรเบรลล์ในภาษาไทยกับอักษรเบรลล์ในภาษาอังกฤษ ในปี พ.ศ. 2551 รัชิตม์ วงษ์สมาน ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์ โดยพัฒนาโปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์สำหรับภาษาอังกฤษซึ่งสามารถแปลงจากอักษรปกติอังกฤษเป็นอักษรเบรลล์อังกฤษหรือแปลงจากอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรปกติอังกฤษได้ แต่สำหรับภาษาไทยทำได้เฉพาะการแปลงจากอักษรปกติไทยเป็นอักษรเบรลล์ไทยเท่านั้น นอกจากนี้สำหรับอักษรเบรลล์ที่มีทั้งเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยซึ่งเขียนรวมกันโดยไม่มีตัวแบ่งช่วงภาษาหรือแม้แต่การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติไทยยังต้องใช้ประสบการณ์ของผู้อ่านร่วมด้วยไม่สามารถแปลงตรงๆได้ จึงเกิดแนวคิดในการแปลงอักษรเบรลล์เป็นเอกสารปกติโดยการแบ่งช่วงเอกสารและใช้แบบจำลองภาษาคำนวณความน่าจะเป็นของภาษาที่กำลังแปลง พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแปลงเอกสารเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษกลับเป็นเอกสารปกติเพื่อช่วยให้ผู้ที่ไม่รู้ภาษาเบรลล์สามารถอ่านเอกสารเบรลล์ได้เข้าใจ ซึ่งจากวิธีดังกล่าวได้ความถูกต้องในการแปลงจากเอกสารเบรลล์อังกฤษ เอกสารเบรลล์ไทย และเอกสารเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติที่ 99.77%, 99.26% และ 98.74% ตามลำดับ

วลัยนุช ธรรมนิตยกุล และ รัชฎา คงคะจันทร์ (2553) ได้ทำวิจัยเรื่องระบบการแปลอักษรเบรลล์ภาษาไทย – ภาษาอังกฤษเป็นอักษรปกติ โดยใช้ N-Gram ในการคำนวณคะแนนของแต่ละประโยคร่วมกับข้อมูลจากคลังข้อมูล Orchid และระบบการรู้จำภาพอักษรเบรลล์และเนื่องจากรหัสอักษรเบรลล์หนึ่งๆสามารถแปลเป็นได้ทั้งภาษาไทยและอังกฤษดังนั้นบทความดังกล่าวได้มีการนำเสนอกฎสำหรับการวิเคราะห์อักษรเบรลล์และพจนานุกรมอักษรเบรลล์เพื่อนำมาใช้สำหรับคัดกรองตัวอักษรที่ไม่ถูกต้องออกจากรหัสอักษรที่ผ่านการคัดกรองมารวมเป็นคำและประโยคจากนั้นๆ ผลงานวิจัยพบว่ามีประสิทธิภาพสำหรับการรู้จำภาพรหัสอักษรเบรลล์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษรวมทั้งตัวเลขที่ประกอบอยู่ในเอกสารเดียวกันได้ รวมถึงผลที่ได้จากการรู้จำภาพอักษรเบรลล์จะต้องได้รหัสอักษรเบรลล์ที่ถูกต้องระบบจึงจะสามารถทำงานได้ดีและให้ผลลัพธ์ได้มากที่สุดถึง 90% แต่อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยนี้ยังพบข้อผิดพลาดที่เกิดจากรหัสอักษรเบรลล์ซึ่งทำให้ระบบการรู้จำรหัสอักษรเบรลล์ผิดพลาดทำให้ระบบการแปลอักษรเบรลล์อาจเกิดความผิดพลาดตามไปด้วย และในส่วนของงานการแก้คำผิดที่เกิดขึ้นนั้นได้อยู่ในช่วงของขั้นตอนของการพัฒนางานในงานวิจัยขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การฝึกอ่านอักษรเบลล์ไทย

ปี พ.ศ. 2552 ประชา พิจักขณา ทินวงศ์ รักอิสสระกุล และนพพร สุกุลยืนยงสุข ได้ทำการการพัฒนาเครื่องเสริมทักษะการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทย เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกในการศึกษาออกเวลาเรียนให้กับเด็กจะได้มีโอกาสการฝึกฝนตนเองโดยไม่จำเป็นต้องอยู่กับครู ผู้สอนตลอดเวลาเพิ่มความชำนาญในการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทย โดยมีวิธีการศึกษา 3 ประเด็น ประเด็นแรก คือ การทดสอบด้านการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทยโดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เครื่อง เสริมทักษะการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทยต้นแบบ ประเด็นที่สอง คือ ศึกษาความสัมพันธ์กับสัดส่วนการใช้งาน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลอง ใช้เครื่องเสริมทักษะการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทยต้นแบบ และประเด็นที่สาม ศึกษาประโยชน์ใช้สอยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทย โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เครื่องเสริมทักษะการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทยต้นแบบและใช้วิธีการทดสอบด้วยแบบทดสอบซึ่งครูผู้สอนเป็นคนตอบ จากผลงานวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เครื่องเสริมทักษะการเรียนรู้อักษรเบรลล์นั้นมีความเหมาะสมกับการใช้งานในนอกห้องเรียนในระดับปานกลาง แต่ในเรื่องของประโยชน์ในการใช้สอยได้อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ความเหมาะสมในเรื่องของตำแหน่งปุ่มอักษรเบรลล์อยู่ในระดับปานกลาง และพบว่านักเรียนในระดับอนุบาล 2 นั้นควรมีการใช้เครื่องมือช่วยสอนนี้ร่วมกับกระดาดเบรลล์ไทยและอุปกรณ์อื่นๆ ควรใช้หลายวิธีผสมกันในการเรียนการสอนจะได้ผลที่ดีกว่า ส่วนระดับนักเรียนชั้นอนุบาล 3 สามารถใช้เครื่องมือสอนเสริมนี้ได้ในระดับที่ดีกว่าอนุบาล 2 และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนจดจำลักษณะตัวอักษรเบรลล์ได้ดี

ปี พ.ศ. 2558 ณัฐสินี ตั้งศิริไพบูลย์ ยุทธนา ไวประเสริฐ วีรัชย์ สว่างทุกข์ และนราธิป วงษ์ปิ่น ศึกษาและพัฒนาเครื่องมือช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลักไวยากรณ์ และมีการหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานโดยลักษณะการทำงานของเครื่องเป็นแบบการรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน โดยการกดปุ่ม มีปุ่มกดที่ใกล้เคียงหลักอักษรเบรลล์จริง ใช้ภาษาอักษรเบรลล์ อยู่ 2 ภาษา คือ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษและได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการประเมินในส่วนของประสิทธิภาพของเครื่องและความพึงพอใจ ในการใช้งาน จำนวน 40 คน พบว่า การประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่องมีค่าเฉลี่ยจากการประเมินอยู่ที่ 4.5 และมีค่าความถูกต้อง ตามหลักไวยากรณ์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษอยู่ที่ร้อยละ 100 และการประเมินความพึงพอใจ การใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 ซึ่งผลการประเมินทั้งสอง 2 แบบ อยู่ในระดับเกณฑ์ “มากที่สุด” จึงทำให้สามารถนำไปใช้ เป็นสื่อการเรียนการสอนแก่ผู้พิการทางสายตาได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 อุปกรณ์ในการตรวจจับนิ้วมือขณะอ่านอักษรเบรลล์

ในส่วนของการศึกษาวิจัยพฤติกรรมกรรมการอ่านในคนตาบอด ทั้งในต่างประเทศและในประเทศนั้นก็ยังมีอยู่น้อยมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากความจำกัดของเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลที่ไม่ได้รับความสนใจและพัฒนามากนัก ตั้งแต่อุปกรณ์ตัวแรกที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นโดย Bürklen ชาวเยอรมัน ในปี 1932 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์มีชื่อเรียกว่า Tastschreiber ที่เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นแบบง่าย ๆ โดยการนำดินสอดำไปผูกติดไว้กับนิ้วชี้ของผู้อ่าน ซึ่งการนำดินสอดำไปผูกติดไว้กับนิ้วมือที่อ่านทำให้ไปกระทบการอ่านให้เป็นไปอย่างไม่ธรรมชาตินัก และในปี 1974 Kusajima ได้ใช้กระดาษคาร์บอนในการจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือจากแรงกดบนแผ่นกระดาษเบลล์ แต่ข้อมูลที่ได้ไม่สามารถบันทึกเวลาที่ใช้ในการอ่านในแต่ละคำหรือบ่งบอกข้อมูลของความช้าเร็วในแต่ละส่วนของประโยคได้ เพียงแค่แสดงรูปแบบการเคลื่อนไหวของมือเท่านั้น ส่วน Mousty และ Bertelson ในปี 1985 ได้ใช้กล้องสองตัวในการบันทึกการเคลื่อนไหวของมือในผู้อ่านภาษาเบลล์ และในปี 1997 Millar ได้ใช้ระบบตรวจจับนิ้วมือโดยใช้กล้องวางไว้ข้างล่างโต๊ะกระจกที่แผ่นเบลล์ก็ถูกพิมพ์บนแผ่นใสทำให้สามารถมองเห็นตำแหน่งของนิ้วมือว่าผู้อ่านกำลังอ่านอยู่ที่ตำแหน่งใดของบรรทัด และระบบนี้ได้ใช้โปรแกรมในการจับตำแหน่งของนิ้วมือที่ชื่อว่า The Automatic Finger Tracking System (AFTS) ที่ถูกพัฒนาโดย Breidegard และคณะ ในปี 2008 ซึ่งในขณะนั้นถือได้ว่าเป็นระบบที่ได้มีการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบคอมพิวเตอร์เป็นระบบแรก ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความละเอียดมากกว่าเดิม แต่อย่างไรก็ตามระบบนี้ก็ยังคงต้องใช้คนในการรวบรวมข้อมูลบางอย่างด้วย เพราะระบบไม่รองรับการคำนวณได้อย่างอัตโนมัติ เช่น เวลาที่อ่านในแต่ละตัวอักษร ตัวเลขบรรทัด และอื่นๆ

ในยุคปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือขณะอ่านเบลล์มากขึ้น โดยในปี 2011 Hughes ได้พัฒนาเครื่องมือที่สามารถจับการเคลื่อนไหวของนิ้วได้อย่างละเอียดขึ้น โดยการใช้ปากกาจิจิตอลผูกเชื่อมกับนิ้วชี้ด้านขวาที่ต่อไปยังกราฟิกส์แท็บเล็ต (digitalizing tablet) ที่มีอัตราการถี่ในการจับสัญญาณได้ 100 Hz แต่ในระบบนี้สามารถตรวจจับได้เพียงนิ้วเดียวอีกทั้งยังต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างนิ้วกับปากกาอีกด้วย ทำให้ผู้อ่านทำการอ่านไม่สะดวกนัก ในปี 2013 Aranyanak และ Reilly ได้พัฒนาระบบการตรวจจับนิ้วมือของผู้อ่านภาษาเบลล์โดยในระบบนี้สามารถรองรับการอ่านภาษาเบลล์ทั้งบนกระดาษและอุปกรณ์แสดงผลอักษรเบลล์ (refreshable braille display) โดยระบบประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักที่ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือคือ Wii remote และ หลอดไฟ LED ขนาดเส้นรอบวง 3 มิลลิเมตร ซึ่งในตัว Wii remote จะมีกล้องอินฟราเรดที่ใช้จับแสงไฟได้ โดยมีอัตราการถี่ในการจับสัญญาณได้ 100 Hz ซึ่งความละเอียดในการจับสัญญาณได้สูงสามารถทำให้เราได้ข้อมูลที่แม่นยำมากกว่าการใช้กล้องธรรมดาที่สมัยก่อนนั้นอัตราการถี่ในการจับสัญญาณได้เพียง 25 ถึง 40 Hz เท่านั้น แต่ในระบบนี้นั้นก็ยังมีความจำเป็นที่ต้องมีการติดหลอดไฟ LED ไว้บนนิ้วชี้ แต่ระบบสามารถจับสัญญาณได้มากกว่าหนึ่งนิ้ว แต่ไม่เกินสี่นิ้ว แต่จุดเด่นของระบบนี้คือสามารถทำวิจัยศึกษาการอ่านภาษาเบลล์โดยใช้เทคนิค display change ได้เพราะสามารถเปลี่ยนข้อความบางส่วนขณะผู้อ่านกำลังอ่านบนอุปกรณ์แสดงผลอักษรเบลล์ (refreshable braille display) ได้อีกด้วย ซึ่งเทคนิคนี้ถูกนำไปใช้มากมายในการอ่านของคนปกติ เพื่อศึกษากระบวนการประมวลผลทางปัญญา (cognitive process)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบต้นแบบในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือบนแท็บเล็ตที่มีระบบปฏิบัติการเป็นแอนดรอยด์ เพราะเป็น open source สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดได้งานง่ายจึงเป็นระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมสูงและนำไปใช้ทั้งกับมือถือและแท็บเล็ต ซึ่งมีหลายยี่ห้อที่เลือกใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แต่ในแต่ละรุ่นก็มีระบบหน้าจอสัมผัสที่ต่างกันหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบันจะมีอยู่สองประเภทคือ Resistive ที่ระบบหน้าจอสัมผัสใช้เทคโนโลยีแบบหน้าจอสองชั้นด้านบนผิวจะอ่อนและยืดหยุ่น ด้านล่างเป็นแบบแข็งและโปร่งแสง ข้อดีของหน้าจอสัมผัสแบบนี้คือ ราคาถูก กินไฟน้อยใช้อะไรสัมผัสก็ได้รวมถึงนิ้วแต่มีด้นักถ้าเทียบกับระบบหน้าจอสัมผัสแบบ Capacitive ซึ่งใช้เทคโนโลยีแผ่นแก้วเคลือบผิวด้วยอ็อกไซด์แบบโลหะโปร่งแสง สามารถตรวจจับการสัมผัสด้วยนิ้วได้ดีจากกระแสไฟฟ้าที่ผ่านจากร่างกาย เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถตอบสนองการใช้งาน stylus ได้ แต่จับสัมผัสจากนิ้วได้ดี มีความละเอียดสูง ทำให้ลดความผิดพลาดจากการสั่งการ โดยส่วนใหญ่แล้วอัตราความถี่ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวบนหน้าจอของแท็บเล็ตจะอยู่ที่ 60 ถึง 120 Hz ภาษาที่ใช้พัฒนาซอฟต์แวร์บนแอนดรอยด์ในงานวิจัยนี้จะใช้ภาษาจาวา (Java) ซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุ จุดเด่นของจาวาอีกอย่างคือไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มใดๆ ทำให้มีอิสระในการใช้งานได้ดี โดยเขียนบนซอฟต์แวร์ Android Studio ซึ่งสามารถใช้งาน library onTouchEvent() ที่เป็นเมธอดในการตรวจจับการเคลื่อนไหวบนหน้าจอ โดยเมธอดนี้สามารถดึงค่าตำแหน่ง x และ y ที่นิ้วสัมผัสหน้าจอพร้อมกับได้ค่าเวลานั้นมาด้วย ดังนั้นจึงสามารถนำค่านั้นมาพล็อตกราฟเพื่อหารูปแบบการอ่านของคนตาบอด อีกทั้งยังสามารถนำเวลาที่ได้มากำหนดหาว่าผู้อ่านใช้เวลาในการอ่านแต่ละอักขรนานเท่าไรได้อีกด้วย

2.3.4. พฤติกรรมการอ่านอักษรเบลล์

จากงานวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยในการอ่านของคนตาบอดอยู่ที่ประมาณ 100 คำต่อวินาที (Fouk, 1982) แต่ในบางคนที่มีความชำนาญก็สามารถอ่านได้เร็วถึง 250 คำต่อวินาที ซึ่งเทียบเท่ากับค่าเฉลี่ยในการอ่านของคนปกติ จากงานวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรมการอ่านของคนตาบอดบนอักษรเบลล์พบว่า คนที่อ่านได้เร็วส่วนใหญ่จะใช้สองมือในการอ่านและใช้นิ้วชี้เป็นหลัก

ในการศึกษาพฤติกรรมการอ่านอักษรเบลล์ของคนตาบอดในประเทศไทยนั้นไม่ได้รับความนิยมมากนัก จึงไม่ค่อยพบงานวิจัยทางด้านนี้ในประเทศไทย โดยจากฐานข้อมูลการค้นหาในโครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย ThaiLIS และจากอินเทอร์เน็ตพบเพียงงานวิจัยของ สุปราณี ศรีสวัสดิ์ (2553) โดยศึกษารูปแบบการใช้มือในการอ่านอักษรเบลล์ไทยของนักเรียนพิการทางการมองเห็นในระดับมัธยมศึกษา โดยให้ผู้พิการทางสายตาดำเนินการอ่านบทความที่ตัวเองถนัดเป็นจำนวน 5 หน้า หน้าภายใน 5 นาที ซึ่งจากผลการสำรวจในงานวิจัยนี้พบว่าเด็กนักเรียนร้อยละ 73.3 ที่ใช้ทั้งสองมือในการอ่านและมีเพียงร้อยละ 27.7 ที่ใช้มือเดียวในการอ่านบทความ และพบว่าความเร็วเฉลี่ยในการ

อ่านของนักเรียนที่ใช้มือเดียวและสองมือในการอ่านนั้นไม่แตกต่างกันซึ่งไม่เป็นไปตามงานวิจัยที่พบในส่วนใหญ่ทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ

สุริยัน มั่นประสงค์ (2554) ความเข้าใจและความเร็วในการอ่านบทอ่านอักษรเบรลล์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นที่ 2 และ 3 จากโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระราชูปถัมภ์ จังวัดเชียงใหม่ จำนวน 62 คน จากงานวิจัยนี้พบว่าความเร็วเฉลี่ยการอ่านออกเสียงในบทอ่านอักษรเบรลล์ของชั้นที่ 2 เทากับ 51.51 คำต่อนาทีโดยนักเรียนอ่านได้ ความเร็วเฉลี่ยมากที่สุด 83.80 คำต่อนาที และนักเรียนอ่านช้าที่สุดเทากับ 18.62 คำต่อนาที และความเร็วเฉลี่ยการอ่านออกเสียงในชั้นที่ 3 เทากับ 44.95 คำ ต่อนาทีโดยนักเรียนอ่านได้ความเร็วเฉลี่ยมากที่สุด 67.69 คำต่อนาที และนักเรียนอ่านช้าที่สุด เทากับ 22.49 คำต่อนาที ส่วนรูปแบบพฤติกรรมการอ่านของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น ซึ่งอ่านอักษรเบรลล์ได้ในระดับเร็ว พบว่านักเรียนระดับชั้นที่ 2 ที่อ่านได้เร็วมีรูปแบบพฤติกรรมการอ่านอักษรเบรลล์แบบการอ่านโดยใช้มือทั้งสองข้างอ่านไปด้วยกันในบรรทัดเดียวกัน รองลงมาได้แก่การอ่านแบบที่ใช้มือทั้งสองข้างในการ อ่าน โดยมือข้างขวาอ่านบรรทัดแรกและมือข้างซ้ายอ่านบรรทัดถัดไปลงหน้าในใจ และน้อยที่สุดอ่านโดยใช้รูปแบบที่ใช้มือขวามือเดียวในการอ่าน สำหรับในชั้นที่ 3 นักเรียนที่อ่านได้ในระดับเร็วมีรูปแบบพฤติกรรมการอ่านอักษรเบรลล์มากที่สุดในรูปแบบที่ใช้มือทั้งสองข้างในการอ่านโดยมือข้างขวาอ่านบรรทัดแรกและมือข้างซ้ายอ่านบรรทัดถัดไปลงหน้าในใจ รองลงมาได้แก่ อานรูปแบบที่ใช้มือทั้งสองข้างอ่านไปด้วยกันในบรรทัดเดียวกัน และน้อยที่สุดอ่านโดยใช้รูปแบบที่ใช้มือขวามือเดียวในการอ่าน

ในปี 2558 ปณิชา จิตสดใสกุล วีระแมน นิยมพล อิศวรา ศิริรุ่งเรือง ศึกษาการเปรียบเทียบความเร็วในการอ่านของนักเรียนพิการทางการเห็นและนักเรียนที่มีการเห็นปกติ ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนพิการทางการเห็นใช้เวลาในการอ่านมากกว่านักเรียนที่มีการเห็นปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ข้อมูลจากการวิจัยพบว่า เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการอ่านของนักเรียนที่มีการเห็นปกติ คิดเป็น 6.26 นาที เวลาเฉลี่ยในการอ่านของนักเรียนพิการทางการเห็น คิดเป็น 17.13 นาที และโดยความเร็วเฉลี่ยในการอ่านของนักเรียนที่มีการเห็นปกติ คิดเป็น 121.53 คำต่อนาที ความเร็วเฉลี่ยในการอ่านของนักเรียนพิการทางการเห็น คิดเป็น 51.82 คำต่อนาที จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการอ่านของนักเรียนที่มีการเห็นปกติสามารถอ่านได้เร็วกว่าการอ่านของนักเรียนพิการทางการเห็นถึง 2.35 เท่า ซึ่งสามารถนำมาความแตกต่างไปเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการกำหนดมาตรฐานในการเพิ่มเวลาสอบสำหรับนักเรียนที่อ่านด้วยอักษรเบรลล์

2.4 การสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือ

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นจากระบบ แอนดรอยด์ (Android) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต อีกทั้งแอนดรอยด์ยังเป็น Open source โดยทาง Google ได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขและดัดแปลงโค้ดต่างๆได้ ด้วยการใช้งานแก้ไขด้วยภาษาจาวา และควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุดจาวา ไลบรารี (Java Library) ที่ Google พัฒนาขึ้นมา ดังนั้นจึงทำให้ผู้พัฒนาและผู้ผลิตสามารถปรับแต่งแอนดรอยด์ได้ตามความต้องการและเหมาะสมกับฮาร์ดแวร์ (Hardware) ของตนเองได้อย่างง่ายดาย

2.4.1 เวอร์ชันของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีดังนี้

โดยข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจจากสัดส่วนการใช้งานของผู้ใช้งานแอนดรอยด์ทั้งหมดเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2560 แสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 สัดส่วนการใช้งานของเวอร์ชันแอนดรอยด์ในปัจจุบัน

ที่มา: <https://news.siamphone.com/news-32129.html>

2.4.2 จุดเด่นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เนื่องด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็น Open source ที่ทาง Google เปิดโอกาสให้สามารถแก้ไขและดัดแปลงโค้ดต่างๆ ได้ตามความต้องการของผู้พัฒนา ดังนั้นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จึงมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในด้านของกลุ่มนักพัฒนา และในกลุ่มของผู้ใช้งาน จึงทำให้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอีกด้านหนึ่ง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยม หรือเรียกได้ว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนล้วนมีติดตัวอย่างน้อยคนละหนึ่งชิ้น คือ โทรศัพท์มือถือ ซึ่งโทรศัพท์มือถือเองก็ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ต่างๆจึงได้มีผู้ผลิต และนำมาจัดจำหน่ายเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังมีการปรับแต่งให้มีความสามารถ และลูกเล่นที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละยี่ห้อของผู้ผลิต จึงส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายทั้งความสามารถและรูปร่างหน้าตาในท้องตลาด เช่น ขนาดของหน้าจอ ความเร็วของหน่วยประมวลผล ปริมาณหน่วยความจำ และความละเอียดของกล้องถ่ายภาพ ที่กล่าวมาข้างต้นจึงส่งผลให้ผู้ที่ต้องการใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีตัวเลือกที่หลากหลายทั้งความสามารถ รูปร่าง และราคา ตามความต้องการที่จะนำไปใช้งาน

2.4.3 ภาษาจาวา (Java Language)

ภาษาจาวา (Java Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ใช้เพื่อการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) ซึ่งถูกพัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง (James Gosling) และเหล่าวิศวกร ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ จุดมุ่งหมายของภาษานี้ก็เพื่อให้ผู้พัฒนา “เขียนเพียงครั้งเดียว แต่รันโปรแกรมที่ใดก็ได้” (“Write once ,run anywhere” (WORA)) [8] โดยภาษาจาวาถูกสร้างขึ้นมาใช้แทนภาษา C++ และเป็นภาษาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ซึ่งเหมาะสำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน โดยการพัฒนาโปรแกรมแบบวัตถุจะช่วยให้เราสามารถใช้อำนาจหรือชื่อต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรม ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ข้อดีของภาษาจาวา คือ

- โปรแกรมที่เขียนโดยภาษาจาวา จะมีความสามารถในการทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ไม่จำเป็นต้องดัดแปลง หรือแก้ไขโปรแกรม
- มีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษา C++
- มีความปลอดภัยสูง เพราะภาษาจาวามีระบบรักษาความปลอดภัยตั้งแต่ระดับต่ำ ไปจนถึงระดับสูง เช่น Electronic Signature ,Public and Private key Management และ Access Control เป็นต้น
- มีไลบรารี (Library) สนับสนุนให้ใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ทำให้ผู้พัฒนาสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือ และซอฟต์แวร์ต่างๆ มาใช้งานได้

ข้อเสียของภาษาจาวา คือ

- เครื่องมือที่มีให้ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจาวาใช้งานได้ไม่ครอบคลุม ทำให้หลายอย่างผู้พัฒนาจำเป็นต้องเป็นคนทำเอง ทำให้ต้องเสียเวลาทำงานในส่วนที่เครื่องมือนั้นทำไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของภาษาจาวาเป็นภาษาที่ไม่กำหนดแบบการเขียนในแต่ละบรรทัด โดยแต่ละบรรทัดสามารถเขียนคำสั่งได้หลายคำสั่ง และสามารถแทรกคำอธิบาย (Comment) ได้ ซึ่งภาษาจาวาเป็นภาษาที่มีการบังคับอักขระตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวพิมพ์เล็ก (Case sensitive) รวมถึงมีตัวดำเนินการ (Operators) หลายชนิดให้ใช้งาน และภาษาจาวานั้นสามารถที่จะเขียนชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวดำเนินการหลายตัวที่ต่างชนิดกันในชุดคำสั่งหนึ่งๆ ได้ โดยการทำงานของภาษาจาวาจะจัดลำดับการประมวลผลตามลำดับการทำงานของตัวดำเนินการรูปแบบคำสั่ง (Statements) และทำการรันคำสั่งส่วนประมวลผล (Execute) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา โดยทุกคำสั่งจะต้องจบด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน (;) ดังภาพที่ 2.7

```

1 package packageName;
2 import ClassNameToImport;
3 accessSpecifier class ClassName {
4     accessSpecifier dataType variableName [= initialValue];
5     accessSpecifier ClassName([argumentList]) {
6         constructorStatement(s)
7     }
8     accessSpecifier returnType methodName ([argumentList]) {
9         methodStatement(s)
10    }
11    // This is a comment
12    /* This is a comment too */
13    /* This is a
14       multiline
15       comment */
16 }

```

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างสถาปัตยกรรมของภาษาจาวา

ที่มา: <http://learningcomputerinmyroom.blogspot.com/p/c-java.html>

2.4.4 การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming)

เป็นการเขียนโปรแกรมที่ประกอบด้วยกลุ่มของวัตถุ (Objects) แต่ละวัตถุจะจัดเป็นกลุ่มในรูปของคลาส (Class) ซึ่งแต่ละคลาสอาจมีคุณสมบัติการปกป้อง (Encapsulation) การสืบทอด (Inheritance) และการพ้องรูป (Polymorphism)

2.4.5 Android Studio

Android Studio เป็นเครื่องมือพัฒนาระบบ Integrated Development Environment (IDE) จาก กูเกิ้ล ถูกสร้างขึ้นสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ และแอปพลิเคชันของแอนดรอยด์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดรอยด์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยเฉพาะ [11] โดยวัตถุประสงค์ของ Android studio เพื่อต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบหน้าจอ Graphic user interface ที่ช่วยให้สามารถทดสอบตัวแอปพลิเคชัน ในมุมมองที่แตกต่างกันบนอุปกรณ์แต่ละรุ่น และสามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรันแอปพลิเคชันบนตัวจำลองอุปกรณ์ (Emulator) อีกด้วย

2.4.6 JavaScript

JavaScript เป็นภาษา Script ที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งาน เช่น โต้ตอบกับผู้ใช้เมื่อมีการคลิกเมาส์หรือเมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลในฟอร์ม เป็นต้น JavaScript มีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาเว็บไซต์ ในยุคปัจจุบันนิยมนำมาพัฒนาเว็บไซต์ร่วมกับภาษา HTML และ CSS การนำมาใช้จะทำให้โหลดได้เร็วขึ้น สามารถเขียนโปรแกรม JavaScript เพิ่มเข้าไปในเว็บเพจโดยใช้ประโยชน์สำหรับงานด้านต่างๆ เช่น การคำนวณ การแสดงผล การรับส่งข้อมูล อีกทั้งยังสามารถประมวลผลได้ทุกบราวเซอร์อีกด้วย

คุณสมบัติของ JavaScript มีดังนี้

- 1) สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอื่นๆได้ เช่น CGI, Plug-In และ Java โดยเป็นอิสระกับแพลตฟอร์ม
- 2) ช่วยลดภาระการทำงานของ Server เพราะบราวเซอร์ที่อยู่ฝั่ง Client สามารถประมวลผลได้เอง
- 3) มีกลไกการตรวจสอบ ประมวลผล และตัดสินใจเองได้
- 4) ใช้งานง่าย มีลักษณะเป็น Interpreter แบบ Text File ฝังอยู่ใน HTML จึงทำงานบนบราวเซอร์ได้ทันทีโดยไม่ต้อง Compile
- 5) เรียนรู้ง่าย เหมาะสำหรับพัฒนาบนอินเทอร์เน็ต

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ระบบ

3.1.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบนี้เป็นเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้นักวิจัยที่สนใจเก็บข้อมูลทางด้านการอ่านอักษรเบรลล์ในคนตาบอดได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการอ่านโดยระบบสามารถแสดงผลการเคลื่อนไหวของนิ้วได้โดยอัตโนมัติและเป็นเวลาในการอ่านในขณะนั้น (online time) พร้อมกับแสดงเวลาผลลัพธ์ทั้งหมดที่เก็บขณะอ่านโดยโปรแกรมสามารถคำนวณเวลาที่ใช้ทั้งหมด เวลาที่ใช้เฉพาะในการอ่านซ้ำ เวลาที่ใช้ทั้งหมดโดยไม่รวมเวลาที่ทำกรอ่านซ้ำ รวมถึง อัตราความเร็วในการอ่านต่อ 1 ตัวอักษร โดยในการเก็บข้อมูลนั้นผู้วิจัยสามารถพกพาแค่เครื่องแท็บเล็ตแค่เครื่องเดียวไปเก็บข้อมูลได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการติดตั้งเครื่องมือให้ยุ่งยาก อีกทั้งยังเบาและสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายอีกด้วย



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบโดยรวมของระบบ

จากภาพที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่าระบบมีการทำงานอยู่ 3 ส่วน จากซ้ายไปขวา คือ

1. โน้ตบุ๊ก ผู้วิจัยต้องลงโปรแกรม Android Studio ในเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะหรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา แล้วแต่สะดวก เนื่องจากในการควบคุมระบบและการทำงานหลักจะอยู่ในส่วนนี้ทั้งหมด เพราะจะง่ายต่อการเขียนคำสั่งและใส่ข้อมูล เช่น รูปภาพข้อความที่เป็นอักษรเบรลล์ พร้อมทั้ง execute program ในการทำงาน

2. เมื่อทำการใส่ข้อมูลและลองรันการทำงานของโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วไม่เกิดข้อผิดพลาดจากการรันโปรแกรม ผู้วิจัยก็สามารถโหลดโปรแกรมทุกอย่างที่ทำไว้ใส่ลงใน

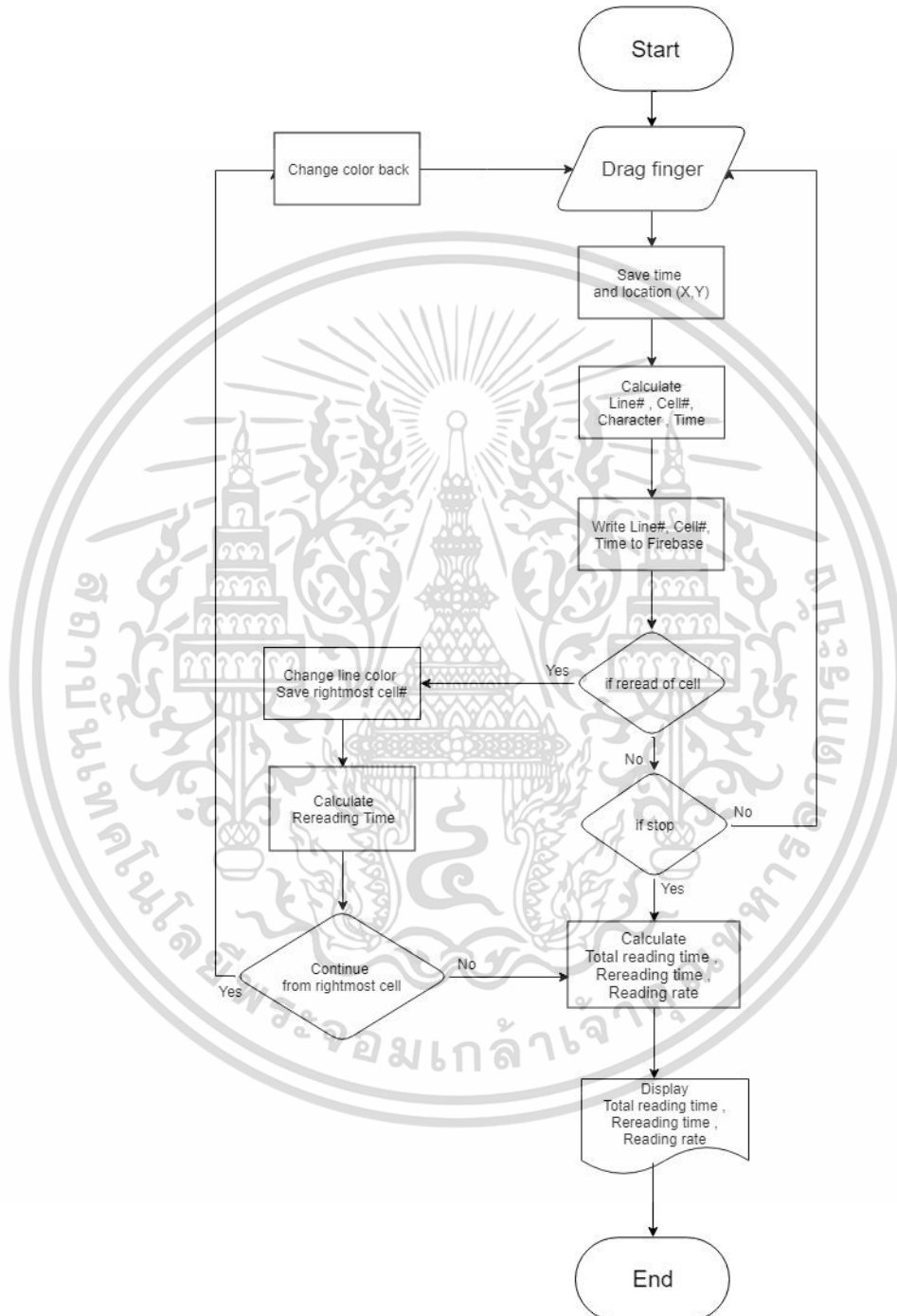
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแท็บเล็ต โดยต้องมีการติดตั้ง Android Studio ไว้ในเครื่อง เช่นกัน เวลาทำการทดลอง ผู้วิจัยจะต้องนำแผ่นกระดาษใส่ที่พิมพ์อักษรเบลล์มาวางบนหน้าจอให้ตรงกับกรอบที่โปรแกรมได้สร้างไว้ โดยสามารถตีเทปใส่ไว้ที่มุมทั้งสี่ด้านบนเครื่องแท็บเล็ตเพื่อไม่ให้กระดาษเคลื่อนไหวขณะที่ผู้เข้าร่วมทดลองทำการอ่าน

3. ใช้ Firebase มาเพื่อเก็บข้อมูลทุกอย่างไว้บนคลาวด์ ซึ่ง Firebase (ไฟร์เบส) คือ บริการ backend และ แพลตฟอร์ม ครอบคลุมสำหรับนักพัฒนาแอป และโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ แพลตฟอร์มที่มีเครื่องมือและโครงสร้างพื้นฐานที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างแอปพลิเคชันที่มีคุณภาพสูง Firebase (ไฟร์เบส) และสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ realtime กับทุก devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที Firebase เป็น Project ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage รองรับการทำงานเมื่อ offline รองรับหลาย Platform ทั้ง IOS App, Android App, Web App รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ read และ write ได้ตั้งใจ ทั้ง Android, iOS และ Web

3.1.2 หลักการทำงานของระบบในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ

หลักการทำงานของระบบในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือสามารถอธิบายอัลกอริทึมการทำงานโดยแสดงเป็น Flow chart ดังภาพที่ 3.2 ได้ดังนี้

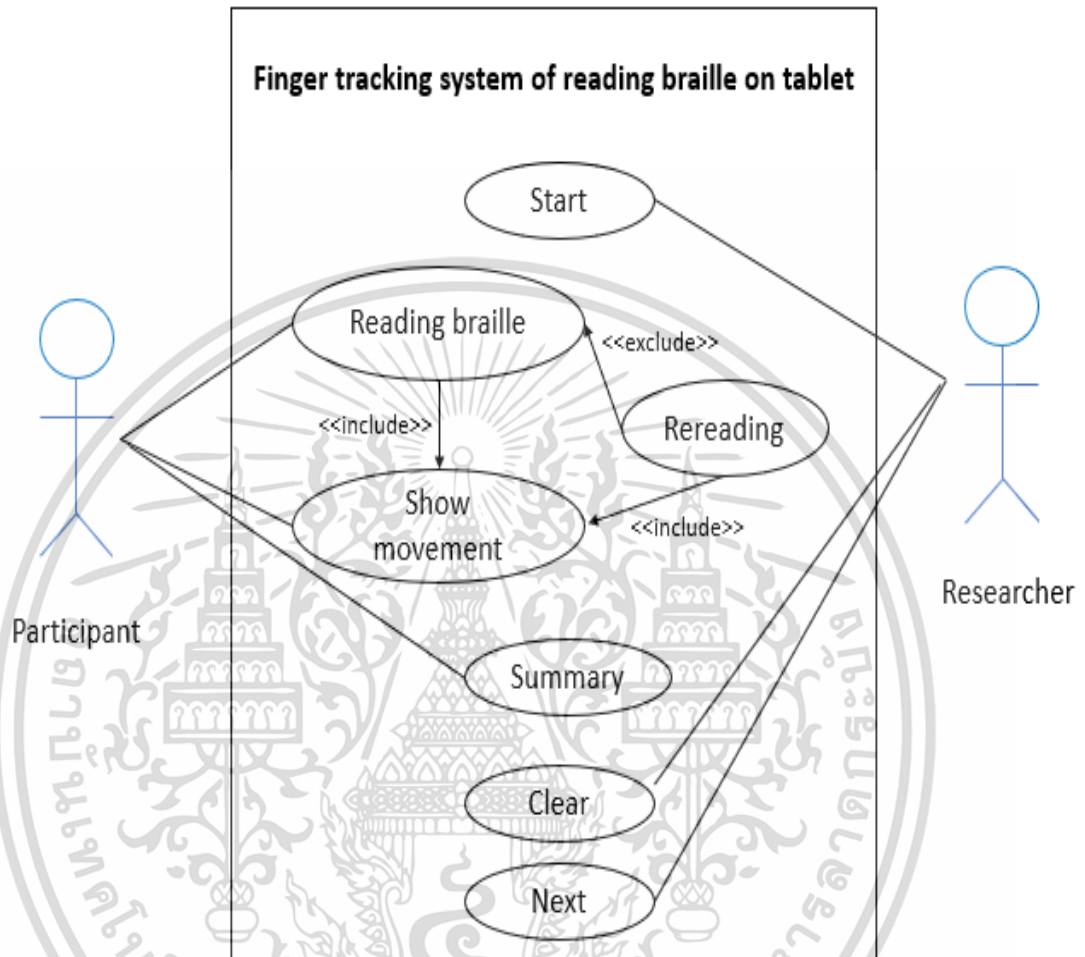


ภาพที่ 3.2 Flow chart แสดงอัลกอริทึมของระบบที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.2 คือ Flow chart แสดงอัลกอริทึมของระบบที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือขณะอ่านข้อความที่เป็นอักษรเบลล์บนแผ่นใสที่วางลงบนหน้าจอแท็บเล็ต สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ เมื่อมีการลากนิ้ว กล่าวคือโปรแกรมสามารถตรวจจับได้จาก เมื่อมีการสัมผัสบนหน้าจอโปรแกรมจะทำการบันทึกค่า แกน x และ y ณที่มีการสัมผัสหน้าจอแล้วนำไปคำนวณว่าค่ามันอยู่บนตำแหน่งไหน เช่น ตำแหน่งบรรทัด ตำแหน่งตัวอักษร รวมถึงเก็บบันทึกเวลาที่ใช้ ณ จุดนั้นไว้ด้วย แล้วนำค่าทั้งหมดเก็บบันทึกไว้ที่ Firebase และมีการตรวจสอบว่ามีการเคลื่อนไหวนิ้วมือจากขวาไปซ้ายหรือไม่ เพราะนั่นคือการกลับไปอ่านซ้ำ (regression) ทั้งนี้โปรแกรมสามารถแสดง สิบบนหน้าจอได้ทันทีเพื่อให้เห็นความแตกต่างของการเคลื่อนไหวที่เคลื่อนที่จากขวาไปซ้ายที่แสดงเป็นสีน้ำเงินส่วนการเคลื่อนไหวจากขวาไปซ้ายแสดงเป็นสีเหลือง และระบบจะทำการตรวจสอบไปเรื่อยๆ จนกว่าการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนเป็นจากซ้ายไปขวาเหมือนเดิม เมื่อสีถูกเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ก็จะกลับเข้าไปทำงานในลูปเดิมตั้งแต่ต้น และไล่ระบบลงมาจนกระทั่งตรวจสอบว่ามีการอ่านกลับซ้ำที่เดิมหรือไม่ ถ้าไม่มี จะทำการตรวจสอบเงื่อนไขเพิ่มคือ มีการหยุดการเคลื่อนไหวหรือไม่ ถ้าไม่ให้กลับขึ้นไปไล่ระบบลงมาใหม่ แต่ถ้าใช่ ระบบจะทำการคำนวณค่าเหล่านี้แล้วเก็บบันทึกลงใน Firebase คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอ่าน (Total reading time) เวลาที่ใช้ในการอ่านซ้ำทั้งหมด (Rereading time) เวลาที่ใช้เฉพาะอ่านจากซ้ายไปขวา (Reading time) จากนั้นจะมีการแสดงผลลัพธ์เหล่านี้ที่หน้าจอ และจบโปรแกรมการทำงานในส่วนนี้

3.2 Use Case Diagram

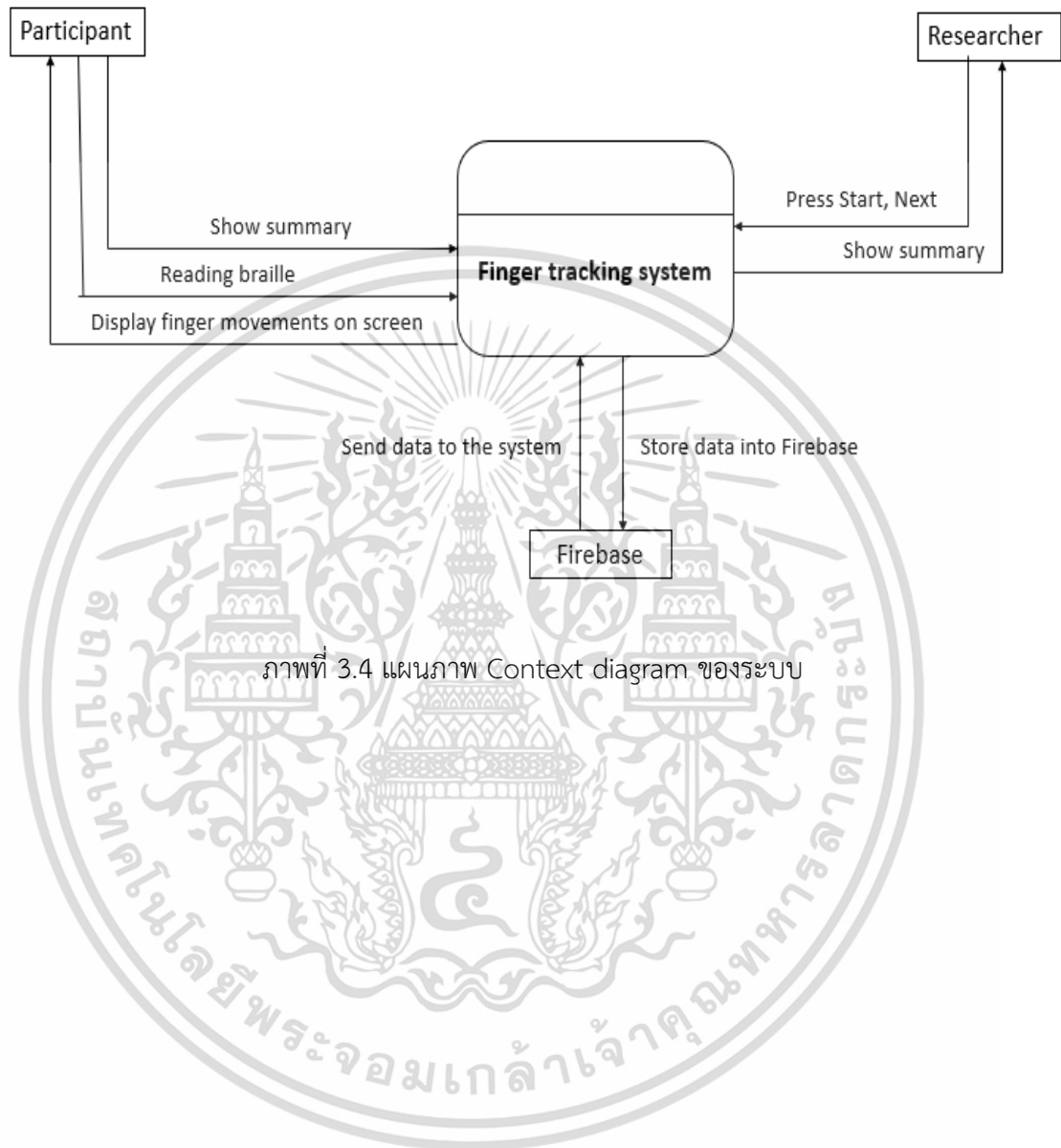


ภาพที่ 3.3 แผนภาพ Use Case ของระบบ

ภาพที่ 3.3 แสดงแผนภาพ Use case ของระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ ขณะที่ผู้เข้าร่วมการทดลองอ่านเบลล์ที่พิมพ์บนแผ่นใสที่วางอยู่บนอุปกรณ์แท็บเล็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

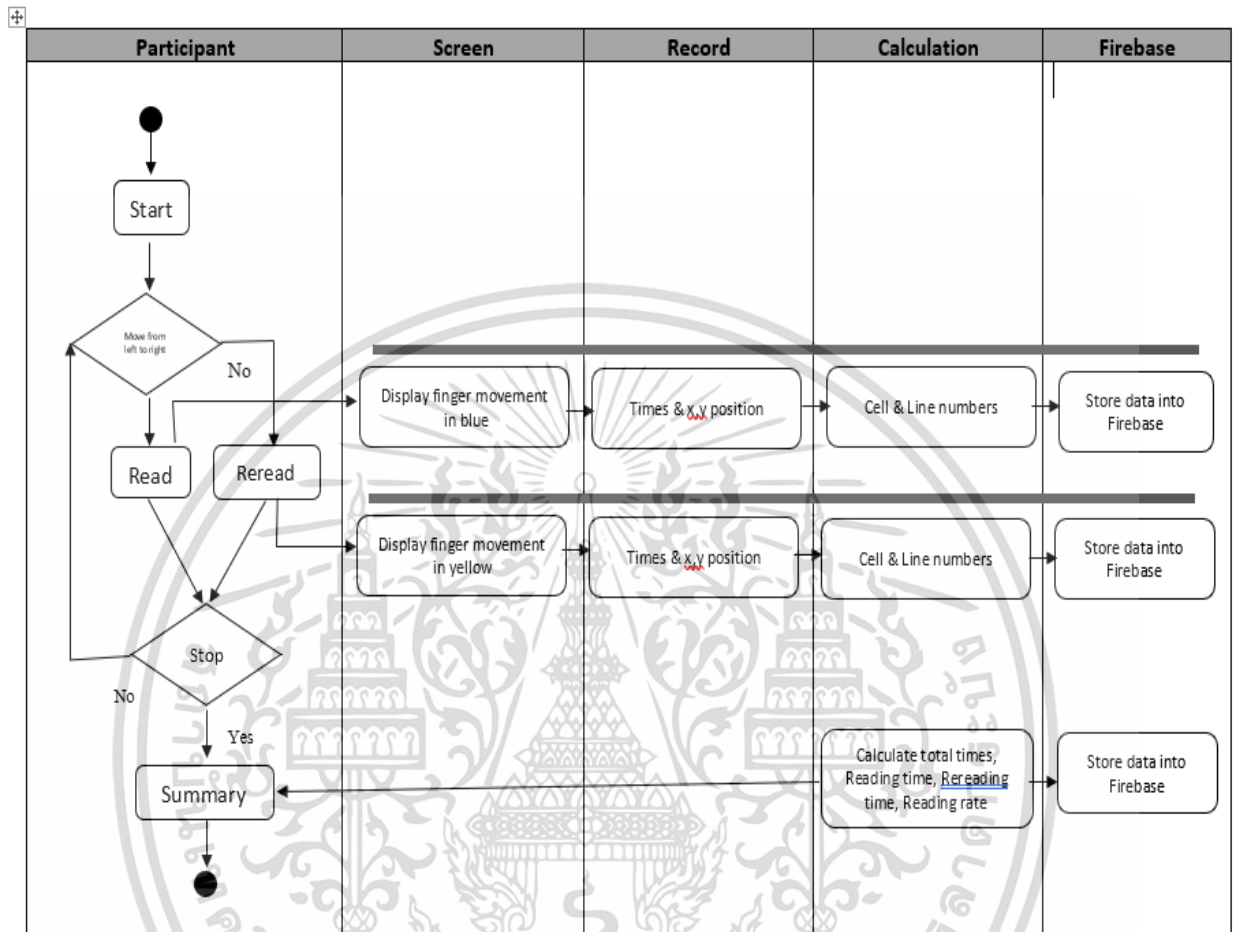
3.3 Context Diagram



ภาพที่ 3.4 แผนภาพ Context diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Activity Diagram ของการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ



ภาพที่ 3.5 แผนภาพ Activity diagram ของระบบขณะตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรมต้นแบบ

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมเป็นกลุ่มคนตาบอดที่สามารถอ่านภาษาเบลล์ได้เป็นอย่างดี จำนวน 2 คน เป็นผู้ชาย 1 คน อายุ 16 ปี และ ผู้หญิง 1 คน อายุ 62 ปี โดยทุกคนมีประสบการณ์ในการอ่านภาษาเบลล์มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี เก็บข้อมูลที่ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ โดยในการติดต่อนั้นได้ให้ทางคณะวิทยาศาสตร์ออกหนังสือเพื่อที่จะเข้าไปทำการเก็บข้อมูล และได้มีการติดต่อกับทางโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ เพื่อขอเข้าไปเก็บข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้ว เมื่อเข้าไปถึงที่โรงเรียนได้ติดต่อไปยังส่วนงานติดต่อ แล้วทางโรงเรียนก็ได้จัดผู้สนใจในการเข้าร่วมการทดลองในครั้งนี้มาให้ โดยก่อนเริ่มทำการทดลองได้มีการอธิบายถึงตัวโปรแกรมต้นแบบในเรื่องของการทำงาน และวิธีการทำการทดลองให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยได้ทราบในเบื้องต้น พร้อมทั้งบอกให้รับทราบว่าสามารถยกเลิกการทดลองได้ทุกเมื่อตามที่คุณเข้าร่วมทดลองต้องการ โดยในการทดลองนี้ได้นำบทความที่มีชื่อว่า “ชิมไป” เนื้อหาดังด้านล่างนี้

“หญิง ขรา นิ่ง ยองๆ อยู่ บน เก้าอี้ ไม้ ตัว เตี้ยๆ ริม ถนน นาง ก้ม หน้า ชุน กางเกง ขา ยาว ที่ อยู่ บน ตักด้วยท่วงทีเชื่องช้า แต่ทว่า มันคง สายตา ของ นาง แยก ลง ทุกวัน จนกระทั่งแว่นสายตา ซึ่งตก อยู่ที่สันจมูกก็ช่วยอะไรไม่ได้มาก หน้าข้างบ้างครั้งยังกลายเป็นสิ่งเกะกะที่ก่อให้เกิดความรำคาญ มีแต่มือทั้งสองข้างที่ยังคงทำงานของมันด้วยความเคยชินแต่ถึงกระนั้นก็ยังยากอยู่ไม่น้อยในเวลา ที่ ต้องคอยเกลี่ยเส้นด้ายในเนื้อผ้าให้ดูแนบเนียนเป็นเนื้อเดียวกันนางรู้ว่าเดี๋ยวนี้งานประเภทนี้ได้ กลายเป็นสิ่งที่ยากเย็นและทำได้ไม่ประณีตเหมือนเมื่อก่อนบ่อยครั้งที่นางปฏิเสธที่จะรับซุนผ้าทุกๆ ที่ได้ เงินดีกว่างานปัก ปะ หรือสอยเสื้อ นานๆ นางจึงจะเงยหน้าขึ้นมองออกไปที่ถนนใหญ่ดูรถราที่ แล่น ผ่านไป หรือผู้คนที่เดินอยู่ชวักไขว่สิ่งเหล่านั้นเคลื่อนไหวไปมาโดยที่นางไม่สามารถได้ยิน สรรพสำเนียง จนบางครั้งหญิงขราที่มีความรู้สึกคล้ายกับตัวเองเฝ้าแอบดูสิ่งต่างๆ อยู่ไกลๆหญิงขรา ถอดแว่นตา ออกวางไว้บนฝาโต๊ะเก้าอี้ไม้ไผ่เก่าๆ ที่บรรจุด้วย เข็ม และอุปกรณ์ปักเย็บอื่นๆตะกร้าใบนี้ เป็นสมบัติชิ้น เดียวที่เป็นทั้งเพื่อนสนิท และทุกสิ่งสำหรับนางหญิงขรายกมือขึ้นขยี้ตาอย่างจะระงับ อาการเมื่อยล้า ของดวงตา จากการที่ต้องเพ่งอยู่เป็นเวลานาน ในระยะหลังนอกจากสายตาที่สั้นลง อย่างมากแล้ว ดวงตาก็พลอยแยลงไปด้วย บ่อยครั้งที่นางรู้สึกเจ็บตาจนอยากจะนั่งหลับตาดูบ้าง ให้นานๆ แต่ก็ทำได้ เพียงไม่กี่นาทีเพราะความคิดคำนึงต่างๆ ไม่ยอมสงบลงไปด้วยนางยังหวังว่าลูกค้าอาจจะเดินเลย ไปเพราะเกรงใจที่จะรบกวนหรือไม่เช่นนั้นนางก็อาจจะเรียกลูกค้าไม่ทันคนอื่น ๆ ยังมีผู้หญิงอีกหลาย คนแถวนี้ที่รับจ้างปะซุนเสื้อผ้าและต่างก็พยายามช่วงชิงฉกฉวยลูกค้ามาเป็นของตนให้มากที่สุด ดู ๆ ก็ เหมือนคนโลภจนน่ารังเกียจแต่จะมีใครไหนยื่นมือเข้ามาช่วยเหลือ เมื่อพวกนางทิวโหยหรือเจ็บไข้ได้ ป่วย ดังนั้นเมื่อยังมีกำลังอยู่ต่างคนต่างจำเป็นที่จะต้องหาเงินหา

ทองไว้ให้ได้มากที่สุดก่อนวันแห่งความอัปโชคและสิ้นหวังจะมาเยือน นานแสนนานมาแล้ว จน นางก็นึกไม่ออกถึงวันแรกที่ทรุดตัวลงบนเก้าอี้ไม้เตี้ย ๆ ริมถนนสายนี้ และลงมือปะซุนเสื้อผ้าให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้คนต่าง ๆ อาจจะร่วม ๑๕ หรือ ๒๐ ปีมาแล้วกระมัง ไม่เช่นนั้นก็คงจะเป็น ๒๕ ปี ตั้งแต่วันที่สายตาของนางยังแจ่มใส นิ้วมือร้อยด้ายสนเข็มด้วยความแม่นยำรวดเร็วและกิริยาเต็มไปด้วยความกระฉับกระเฉงชวนมอง กำไลหยกสีเขียวที่ข้อมือต้องแสงแดดยามบ่ายดูสดใสและงามประหลาด เนื้อของหยกแน่นเนียนและเย็นละมุน ให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็นและอิมเอบนี่เป็นสมบัติชิ้นเดียว ที่สามีได้ให้แก่ นาง หญิงชรายกมือขึ้นลูบคลำกำไลอย่างหวงแหนและทะนุถนอม แม้นางจะรู้ว่าสิ่งนี้ไม่ใช่เครื่องหมายแห่งความรักใคร่โหยงที่สามีมีต่อนาง แต่มันก็เป็นสัญลักษณ์ของพันธนาการที่นางยอมรับหญิงล้วนเกิดมาเพื่อเป็นสมบัติของผู้อื่น ไม่ว่าจะป็นพ่อแม่ พี่น้อง แม้กระทั่งสามีและครอบครัวของเขา แต่สำหรับนางแล้วน่าจะเป็นสมบัติที่ไร้ค่าชิ้นหนึ่งของโลกชีวิตในวัยเยาว์ของนางเต็มไปด้วยความคับแค้นลูกผู้หญิงไม่ใช่สิ่งพึงปรารถนาของ ครอบครัว และการเป็นเด็กหญิงพิการก็ยิ่งเป็นสิ่งอัปมงคล นางถูกเลี้ยงดูอย่างทิ้งขว้างไม่ได้รับการเอาใจใส่เหมือนลูกชายหรือแม่แต่ลูกสาวคนอื่น ๆ ของบ้าน และต้องทำงานหนักเยี่ยงทาสนางเคยร้องไห้ถามตัวเองบ่อยๆ ว่า ความพิการนั้นเป็นความผิดความเลวของนางหรือใครเล่าเป็นผู้มอบชีวิตอันอากัปกัณฑ์ให้กับนาง และทำไมพวกเขาถึงได้ชิงชังและลงโทษในความผิดที่นางมิได้เป็นผู้กระทำแต่คำตอบที่ไม่เคยได้รับนั้นกลับเป็นสิ่งที่โหดร้าย เพราะมันทำให้นางเจ็บแค้นและเกลียดชังตัวเองที่เกิดมาในลักษณะนี้ วัยเยาว์ของนางช่างอ้างว้างและว่างเหว พวกเด็กๆ รังเกียจและแสดงท่าทางล้อเลียนนางต่างๆ นานา บางครั้งก็ถึงกับขว้างปาหรือทุบตีเมื่อนางเข้าไปใกล้หญิงชรายังรำลึกถึงการที่นางต้องหลบหนีไปนั่งขดตัวร้องไห้อยู่ในมุมมืดเพียงลำพัง ร้องไห้ทั้งๆ ที่ไม่มีเสียงและไม่มีใครสักคนที่คิดจะปลอบโยนหรือหิยยื่นความปรานีให้ นางได้เรียนรู้ถึงการมีชีวิตตัวคนเดียวตั้งแต่ยังเล็ก ท่ามกลางพ่อแม่และญาติพี่น้องที่ห้อมล้อมอยู่รอบข้างแต่คนเหล่านั้นก็คล้ายคนตาบอดที่ไม่เคยเห็นหล่อนอยู่ในสายตาของเขา”

โดยได้มีการนำข้อความดังกล่าวจากข้างต้นไปแปลงเป็นภาษาเบลล์เพื่อพิมพ์ใส่บนกระดาษที่เป็นแผ่นใส โดยมีการติดต่อไปยัง ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อคนตาบอด ซอยติวานนท์-ปากเกร็ด เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการพิมพ์เบลล์บนกระดาษแผ่นใส เพื่อให้เวลาในการอ่านบนแท็บเล็ตแล้วนักวิจัยสามารถเห็นหน้าจอกการเคลื่อนไหวของมือได้ในเวลาขณะปัจจุบัน



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างข้อความอักษรเบลล์บนแผ่นใส

ภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างข้อความที่เป็นอักษรเบลล์บนแผ่นใส โดยจำนวนบรรทัดที่เป็นข้อความภาษานั้นจากปกติมีเพียง 40 บรรทัด แต่แปลงเป็นอักษรเบลล์ได้ถึง 114 บรรทัด และข้อจำกัดในการพิมพ์อักษรเบลล์บนกระดาษใส่นี้คือ สามารถพิมพ์ได้บรรทัดละไม่เกิน 28 ตัวอักษร โดยให้ผู้เข้าร่วมทดลองอ่านข้อความทั้งหมดจนจบ และเมื่ออ่านเสร็จแล้วนักวิจัยมีการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน โดยแต่ละคนจะใช้เวลาในการทดสอบโปรแกรม ไม่เกินคนละ 1 ชั่วโมงในการอ่านบทความภาษาเบลล์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันที่ใช้ตรวจจับพฤติกรรมในการอ่านภาษาเบลล์ของคนตาบอด โดยแอปพลิเคชันนี้สามารถอัปเดตข้อความภาษาเบลล์ให้แสดงบนหน้าจอได้เพื่อให้ผู้วิจัยเห็นข้อความระหว่างที่ผู้เข้าร่วมวิจัยอ่านกระดาษเบลล์ที่ถูกติดอยู่บนหน้าจอแท็บเล็ต หน้าจอสามารถตรวจจับนิ้วมือที่อ่านได้ 2 นิ้วคือนิ้วชี้ซ้ายและขวา หน้าจอแสดงเส้นทางการอ่านของผู้เข้าร่วมทดลองแบบ real time สามารถเห็นได้ว่าขณะนี้ผู้อ่านกำลังอ่านอยู่บนตัวอักษรส่วนใดของข้อความ พร้อมทั้งสามารถแสดงข้อมูลเวลาที่ใช้ในแต่ละตัวอักษรในการอ่าน พร้อมทั้งบรรทัด และหน้าที่ย่านได้ พร้อมทั้งสามารถเก็บข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบ excel ที่สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อได้

ในการเขียนโปรแกรมนั้นได้ใช้ภาษาจาวาในการพัฒนานบนแท็บเล็ตจากตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้านล่างเป็นโค้ดที่แสดงถึงการตรวจจับนิ้วมือ ชื่อ onTouchEvent โดยการเก็บค่าที่ได้จากจุดแกน x และ y ที่จับได้จากหน้าจอเมื่อนิ้วสัมผัสหน้าจอ และเมื่อมีการลากนิ้วจากซ้ายไปขวาจะแสดงผลหน้าจอเป็นเส้นสีน้ำเงินทันทีเป็นเวลา ณ ขณะปัจจุบัน

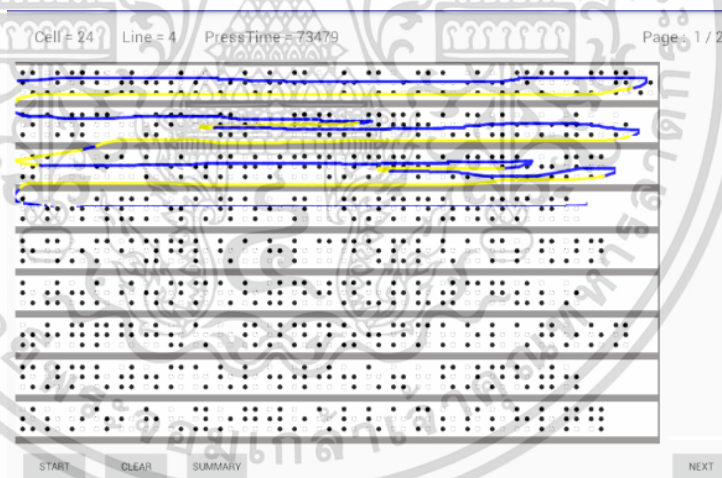
```
public boolean onTouchEvent (MotionEvent event)
{ //get X and Y
float x = event.getX();
float y = event.getY();
//Create and set count of finger : Start
int pointerCount = event.getPointerCount();
int cappedPointerCount = pointerCount > MAX_FINGERS ?
MAX_FINGERS : pointerCount;
int actionIndex = event.getActionIndex();
int action = event.getActionMasked();
int id = event.getPointerId(actionIndex);
if ((action == MotionEvent.ACTION_DOWN || action ==
MotionEvent.ACTION_POINTER_DOWN) && id < MAX_FINGERS)
{ mFingerPaths[id] = new Path();
colorsMap.put(mFingerPaths[id], Color.BLUE);
mFingerPaths[id].moveTo(event.getX(actionIndex),
event.getY(actionIndex));
}
else if ((action == MotionEvent.ACTION_POINTER_UP || action ==
MotionEvent.ACTION_UP) && id < MAX_FINGERS)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{mFingerPaths[id].setLastPoint(event.getX(actionIndex),
  event.getY(actionIndex));
  mCompletedPaths.add(mFingerPaths[id]);
  mFingerPaths[id].computeBounds(mPathBounds, true);
  invalidate((int) mPathBounds.left, (int) mPathBounds.top,
    (int) mPathBounds.right, (int) mPathBounds.bottom);
  mFingerPaths[id] = null;
}
for (int i = 0; i < cappedPointerCount; i++) {
  if (mFingerPaths[i] != null) {
    int index = event.findPointerIndex(i);
    mFingerPaths[i].lineTo(event.getX(index), event.getY(index));
    mFingerPaths[i].computeBounds(mPathBounds, true);
    invalidate((int) mPathBounds.left, (int) mPathBounds.top,
      (int) mPathBounds.right, (int) mPathBounds.bottom);
  }
}
//Create and set count of finger : End

```

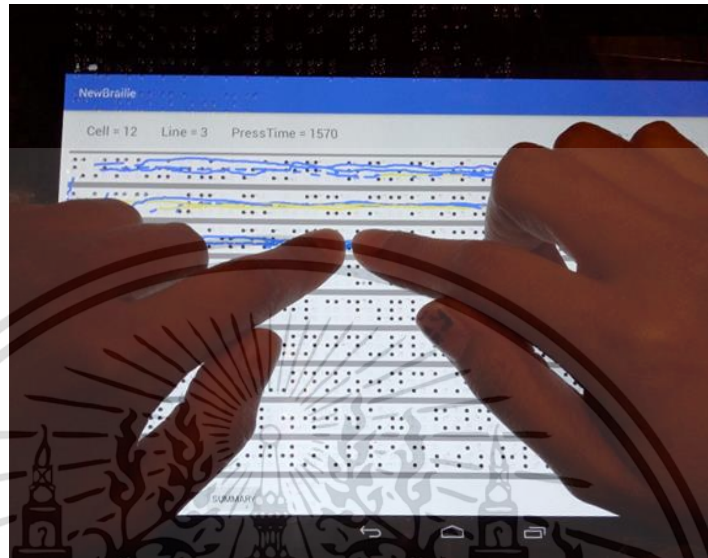


ภาพที่ 4.1 การเคลื่อนไหวนิ้วมือ 1 นิ้ว

จากภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอโปรแกรมที่แสดงการเคลื่อนไหวนิ้วมือที่จับ 1 นิ้ว โดยหน้าจอนี้จะประกอบไปด้วย หมายเลขเซลล์ที่นิ้วมือกำลังอ่านอยู่ขณะนั้น หมายเลขบรรทัด เวลารวมที่ใช้ในการอ่าน หน่วยเป็นมิลลิวินาที หมายเลขหน้า ปุ่มเริ่มต้นการใช้งานใหม่ ปุ่มเคลียร์หน้าจอ ปุ่มกดดูรายงาน และปุ่มกดดูหน้าถัดไปโดยปกติแล้วผู้อ่านจะอ่านจากซ้ายไปขวา ซึ่งโปรแกรมสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จับการเคลื่อนไหวได้โดยแสดงให้เห็นเป็นสีน้ำเงิน ส่วนการเคลื่อนไหวจากขวาไปซ้ายแสดงเป็นสีเหลืองซึ่งถือได้ว่าเป็นช่วงที่ไม่ได้มีการประมวลผลข้อมูลเพียงแต่กลับไปอ่านซ้ำที่ผ่านมเท่านั้น

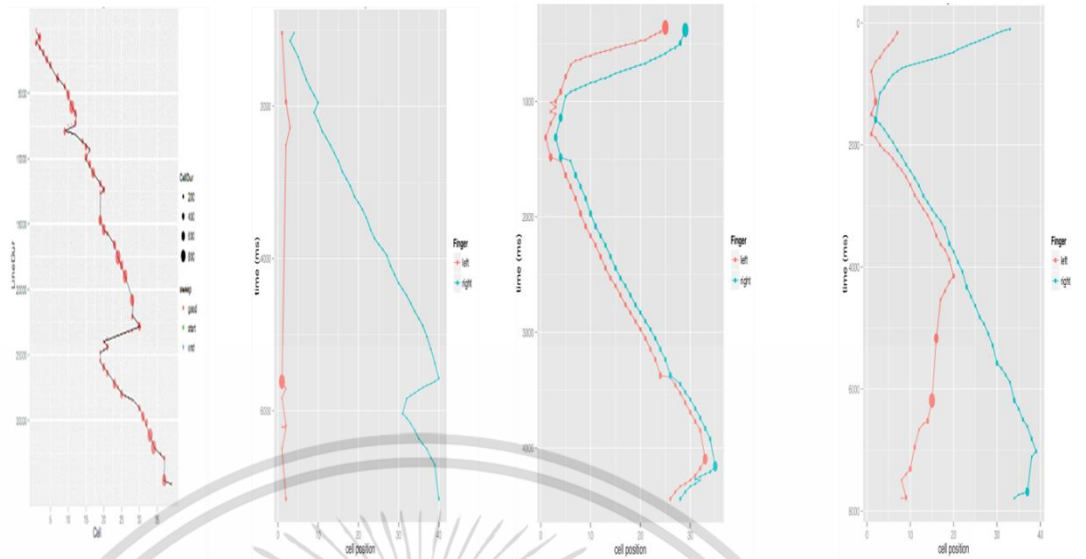


ภาพที่ 4.2 การเคลื่อนไหวนิ้วมือ 2 นิ้ว

ภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอโปรแกรมที่แสดงการเคลื่อนไหวของนิ้วมือที่จับ 2 นิ้ว โดยหน้าจอจะประกอบไปด้วย หมายเลขเซลล์ที่นิ้วมือกำลังอ่านอยู่ขณะนั้น หมายเลขบรรทัด เวลารวมที่ใช้ในการอ่าน หน่วยเป็นมิลลิวินาที หมายเลขหน้า ปุ่มเริ่มต้นการใช้งานใหม่ ปุ่มเคลียร์หน้าจอ ปุ่มกดดูรายงาน และปุ่มกดดูหน้าถัดไปโดยปกติแล้วผู้อ่านจะอ่านจากซ้ายไปขวา ซึ่งโปรแกรมสามารถจับการเคลื่อนไหวได้โดยแสดงให้เห็นเป็นสีน้ำเงิน ส่วนการเคลื่อนไหวจากขวาไปซ้ายแสดงเป็นสีเหลืองซึ่งถือได้ว่าเป็นช่วงที่ไม่ได้มีการประมวลผลข้อมูลเพียงแต่กลับไปอ่านซ้ำที่ผ่านมเท่านั้น โดยโปรแกรมจะสามารถแสดงผลทั้งสองนิ้วมือได้ในขณะเดียวกัน

หลังจากที่โปรแกรมได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเสร็จแล้วได้มีการนำไปทดลองเก็บข้อมูลกับผู้อ่านอักษรเบลล์ที่ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ โดยจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งที่พบว่า ผู้เข้าร่วมทดลองบางท่านใช้สองนิ้วในการอ่านบางท่านใช้เพียงหนึ่งนิ้วในการอ่าน โดยรวมแล้วสามารถแบ่งลักษณะการอ่านของคนตาบอดได้เป็น 4 แบบ ดังงานวิจัยของ Arayanak และ Reilly ปี 2013 ได้ดังแสดงในภาพที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



One-handed reading

Two-handed reading

ภาพที่ 4.3 ลักษณะการอ่านของคนตาบอดในแบบต่างๆ

ที่มา: Aranyanak & Reillt, 2013

โดยเริ่มจากซ้ายมือสุด แบบที่หนึ่ง แสดงลักษณะการอ่านโดยผู้อ่านใช้นิ้วเดียวในการอ่านไม่ว่าจะเป็นซ้ายหรือขวา ถัดมา แบบที่สอง เป็นคนที่ใช้สองมือในการอ่าน โดยมือซ้ายจะวางไว้ที่ต้นบรรทัดเสมอ เพื่อเป็นไกด์ไลน์ในการขึ้นบรรทัดใหม่ ส่วนมือขวาใช้เป็นหลักในการอ่าน แบบที่สามแสดงถึงการอ่านที่ใช้สองมืออ่านคู่กันไปติดกันตลอดเวลา รวมถึงการขึ้นบรรทัดใหม่ด้วย แบบที่สี่ ใช้สองมือในการอ่าน แต่เฉพาะช่วงต้นบรรทัดถึงกลางบรรทัด แต่หลังจากนั้น มือทั้งสองจะแยกออกจากกันโดยมือซ้ายได้ย้ายกลับไปยังต้นบรรทัดเพื่อที่จะไปหาบรรทัดใหม่ ส่วนมือขวาได้อ่านต่อไปจนจบบรรทัดนั้นแล้วกลับมาบรรจบกับมือซ้ายอีกครั้งที่บรรทัดใหม่ รูปแบบการอ่านแบบนี้ได้ถูกเรียกว่า “Butterfly reading”

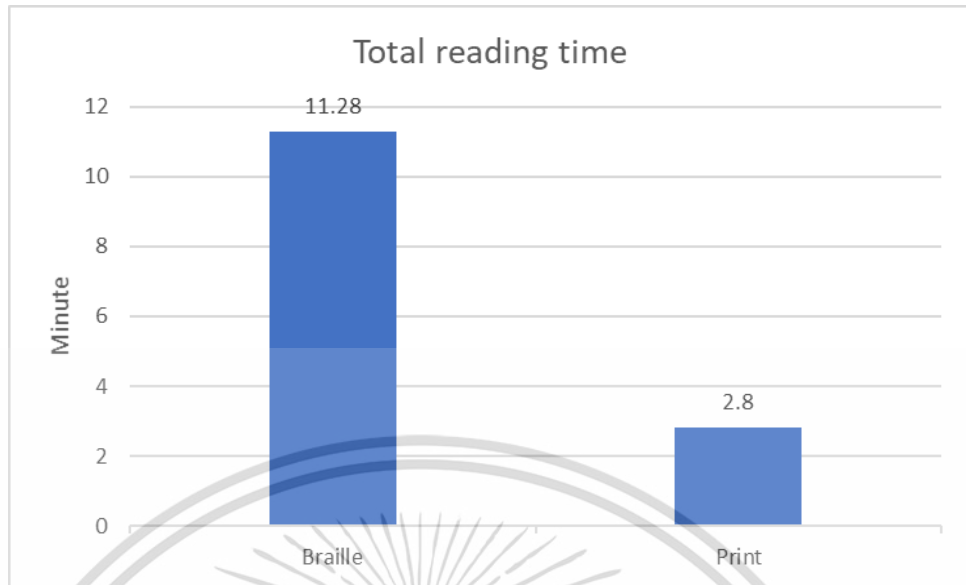
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างในการเก็บข้อมูลจากผู้อ่านอักษรเบลล์

ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างในการเก็บข้อมูลจากผู้อ่านอักษรเบลล์จากผู้เข้าร่วมการทดลอง ผู้หญิงอายุ 62 ปี ที่ได้ไปเก็บข้อมูลที่โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ พบว่ามีการอ่านแบบที่สี่ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 โดยเวลารวมในการอ่านได้ 12.57 นาที เวลาในการอ่านซ้ำ 2.15 นาที อัตราเร็วในการอ่านคือ 55 คำต่อนาที ข้อมูลที่ได้จากผู้เข้าร่วมการทดลองอีกคนหนึ่งเป็นเด็กผู้ชายอายุ 16 ที่ได้ไปเก็บข้อมูลที่โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ พบว่ามีการอ่านแบบที่สาม ดังแสดงในภาพที่ 4.3 โดยเวลารวมในการอ่านได้ 10 นาที เวลาในการอ่านซ้ำ 0.49 นาที อัตราเร็วในการอ่านคือ 68 คำต่อนาที

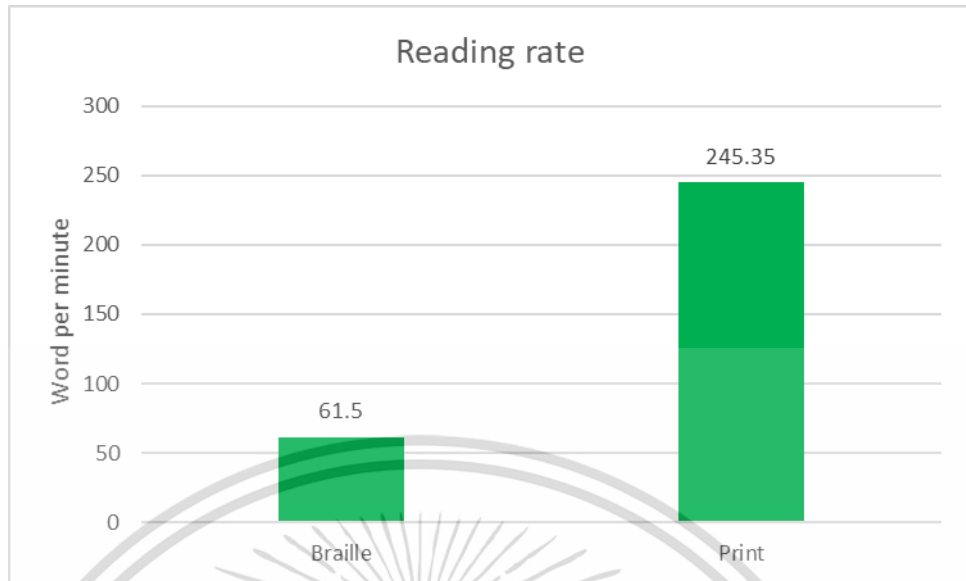
นอกเหนือจากการเก็บข้อมูลกับคนตาบอดแล้วผู้วิจัยยังได้เก็บข้อมูลกับคนอ่านปกติด้วย โดยให้อ่านบทความเดียวกันคือ ชัมโบ้ ในปริมาณเนื้อหาและข้อความเดียวกันกับในคนตาบอด ผลการอ่านสามารถเปรียบเทียบได้และแสดงดังภาพที่ 4.5 ดังนี้



ภาพที่ 4.5 เวลารวมในการอ่านเปรียบเทียบระหว่างอ่านข้อความภาษาไทยกับอักษรเบรลล์

จากภาพที่ 4.5 ได้แสดงให้เห็นถึงเวลารวมในการอ่านเปรียบเทียบระหว่างอ่านข้อความภาษาไทยกับอักษรเบรลล์ โดยในการอ่านนั้นคนตาบอดใช้เวลาเฉลี่ยทั้งหมด 11.28 นาที ส่วนคนตาปกติสามารถอ่านได้เร็วกว่ามาก คือ 2.8 นาทีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 อัตราเร็วในการอ่านเปรียบเทียบระหว่างอ่านข้อความภาษาไทยกับอักษรเบรลล์

จากภาพที่ 4.6 ได้แสดงให้เห็นถึงอัตราความเร็วเฉลี่ยในการอ่านเปรียบเทียบระหว่างอ่านข้อความภาษาไทยกับอักษรเบรลล์ โดยในการอ่านนั้นคนตาบอดใช้อัตราความเร็วเฉลี่ยเป็น 61.5 คำต่อนาที ในขณะที่คนตาปกติสามารถอ่านในอัตราความเร็วเฉลี่ยเป็น 245.35 คำต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ที่ผู้วิจัยสามารถพัฒนาโปรแกรมต้นแบบระบบตรวจจับนิ้วมือในการอ่านภาษาเบลล์บนแท็บเล็ตบนระบบแอนดรอยด์ซึ่งสามารถพัฒนาได้ฟรี โดยการใช้ภาษาจาวาได้เป็นอย่างดี การตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือจากโปรแกรมต้นแบบนี้สามารถตรวจจับกระบวนการเคลื่อนไหวของนิ้วมือได้อย่างอัตโนมัติและเป็นเวลาขณะปัจจุบันที่อ่านเบลล์ โดยในการจับการเคลื่อนไหวของนิ้วนั้นสามารถใช้การตรวจจับจากนิ้วมือที่สัมผัสลงบนหน้าจอ โดยโปรแกรมสามารถรู้ถึงตำแหน่งได้จากการรับข้อมูลผ่านทางตำแหน่งแกน x และ y ของหน้าจอแท็บเล็ต โดยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวาบน Android Studio ตาม requirement ที่ได้วางแผนและได้ออกแบบไว้แล้ว พร้อมทั้งมีการทดสอบระบบก่อนมีการนำไปเก็บข้อมูลจริง โดยเฉพาะการตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องของเวลาในการอ่านบนแต่ละตัวอักษรที่ต้องมีการจับเวลาเปรียบเทียบกับเวลาที่ระบบตรวจจับได้

อีกทั้งการพัฒนาโปรแกรมบนแท็บเล็ตนี้ยังสามารถทำให้ นักวิจัยผู้ที่สนใจศึกษาพฤติกรรมกรรมการอ่านของคนตาบอดเก็บข้อมูลด้วยการอ่านข้อความผ่านตัวอักษรเบลล์ได้อย่างสะดวกมากขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์มีขนาดเล็ก และโปรแกรมได้ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วภายในเครื่องแท็บเล็ต ซึ่งง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และเก็บข้อมูลในการทำวิจัย และไม่ต้องใช้เวลาในการติดตั้งอุปกรณ์มากนัก อีกทั้งประโยชน์ที่ได้จากโปรแกรมนี้คือ สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บไปวิเคราะห์หารูปแบบพฤติกรรมในการอ่านของคนตาบอด เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบการอ่านที่แตกต่างกันในคนที่อ่านได้ช้าและเร็วจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาช่วยพัฒนาให้คนที่อ่านได้ช้าฝึกการอ่านให้เร็วมากขึ้น

โดยเมื่อโปรแกรมได้พัฒนาขึ้นมาแล้ว ผู้วิจัยได้มีการทำโปรแกรมต้นแบบนี้ไปทดสอบและเก็บข้อมูลกับผู้พิการทางสายตาที่สามารถอ่านภาษาเบลล์ไทยได้อย่างคล่องแคล่ว และจากงานวิจัยนี้พบว่าโปรแกรมต้นแบบสามารถแสดงรูปแบบการเคลื่อนไหวของนิ้วมือของผู้อ่านเบลล์อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อผู้อ่านเบลล์ใช้มือเพียงมือเดียวในการอ่าน แต่เมื่อผู้อ่านเบลล์ใช้สองมือในการอ่านโปรแกรมต้นแบบนี้ก็ยังสามารถรูปแบบการเคลื่อนไหวได้แต่ในบางครั้งสัญญาณอาจมีการคลาดเคลื่อนไปบ้าง ซึ่งในส่วนนี้ควรต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไปในงานวิจัยภายหน้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

หลังจากการพัฒนาระบบต้นแบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือของคนตาบอดขณะใช้อ่านภาษาเบลล์นั้น ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการเข้าไปเก็บข้อมูลจริงและเพื่อทำการทดสอบระบบ และได้พบข้อที่ควรปรับปรุง และ ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานจริง ดังนี้

5.2.1 พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจจับ 2 มือให้มีความเสถียรมากยิ่งขึ้น อาจนำการใช้เทคโนโลยีในการตรวจจับที่แม่นยำมากขึ้นมาประยุกต์ใช้

5.2.2 พัฒนาโปรแกรมให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือขณะอ่านภาษาเบลล์ให้มีจำนวนมากขึ้น เนื่องจากผู้อ่านภาษาเบลล์บางคนก็ใช้นิ้วมือมากกว่า 2 นิ้วชี้ขณะอ่าน

5.2.3 ในการพัฒนาในภายหน้าต้องมีการนำโปรแกรมไปลองทดสอบกับผู้ใช้งานจริง และมีการสอบถามความคิดเห็น ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานนั้น แล้วนำสิ่งที่ได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์มาปรับปรุงเพื่อพัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย

สรุปผลงานวิจัยที่ได้จากการศึกษานี้ได้ถูกพัฒนาเป็นโปรแกรมต้นแบบโดยการใช้ภาษาจาวาบนโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ ซึ่งในส่วนของงานเขียนโปรแกรมทั้งหมดจะอยู่ในแผ่นซีดีที่ได้แนบมาด้วย รายงานนี้ด้วย อีกทั้งงานวิจัยนี้ได้ถูกตีพิมพ์เรียบร้อยแล้วจากงานงาน Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS จัดขึ้นเมื่อวันที่ 27-30 เมษายน 2018. Nagoya Institute Technology ดังเอกสารที่แนบมาไว้ในภาคผนวก ก

Aranyanak, I. (2018). A finger-tracking system for studying braille reading on a tablet. International Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS 2018. Nagoya Institute Technology, Japan, pp. 109-112.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิงภาษาไทย

ณัฐสินี ตั้งศิริไพบุลย์ ยุทธนา ไวประเสริฐ วีรชัย สว่างทุกข์ และนราธิป วงษ์ปัน ปี พ.ศ 2558 การพัฒนาเครื่องมือช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลักไวยากรณ์ วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลาดปาง ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2558 – ธันวาคม 2558 หน้า 11-33

ประชา พิจักขณา ทินวงษ์ รักอิสสระกุล และนพพร สุกุลยืนยงสุข พ.ศ 2552 การพัฒนาเครื่องเสริมทักษะการเรียนรู้พยัญชนะเบรลล์ไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ กรุงเทพมหานคร

รวิศม์ วงษ์สมาน 2551 การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์ วิทยานิพนธ์ (วศ.ม.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

วลัญช ธรรมนิตยกุล และ รัชฎา คงคะจันทร์ (2553) ระบบการแปลอักษรเบรลล์ภาษาไทย – ภาษาอังกฤษเป็นอักษรปกติ วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศปีที่ 6 ฉบับที่ 11 มกราคม - มิถุนายน 2553 หน้า 6-11

สุนี หินวิเศษ. 2555. การศึกษาความสามารถด้านการอ่านหนังสือนิทานพยัญชนะอักษรเบรลล์ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็นระดับปฐมวัย. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สมชาย เพ็ชรเกลี้ยง, พิชญา ตันตัยย์, การเพิ่มเติมการแปลงข้อความรหัสแอสกีอักษรไทยเป็นรหัสคอมพิวเตอร์เบรลล์ในโปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์เอ็นเอฟบีทรานส์ (Thai Braille translation on Nfbtrans), งานประชุมประจำปี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) 2548: “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยสู่เศรษฐกิจยุคโมเลกุล”, ศูนย์ประชุมอุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย, 27-30 มีนาคม 2548.

สุริยัน มั่นประสงค์ (2554) ความเข้าใจและความเร็วในการอ่านบทอ่านอักษรเบรลล์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ

Aranyanak, I., & Reilly, R. G. (2013). A system for tracking braille readers using a Wii Remote and a refreshable braille display. *Behavior Research Methods*, 45(1), 216-228. doi:10.3758/s13428-012-0235-8

Breidegard

Aranyanak, I. (2014). An experimental analysis of braille reading using a high-resolution tracking system. PhD thesis, Maynooth University, Ireland.

Bürklen, K. (1931). *Touch reading of the blind* (F. K. Merry, Trans.). New York, NY: American Foundation for the Blind, Inc.

Creative Commons Attribution 2.5. 2017. Platform Versions. [Online] Available : <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>

Ducrohet, X.; Norbye, T.; Chou, K. 2013. "Android Studio: An IDE built for Android." *Android Developers Blog*. California: Google.

Kusajima, T. (1974). *Visual reading and braille reading: An experimental investigation of the physiology of visual and tactual reading*. New York: American Foundation of the Blind.

Millar, S. (1997). *Reading by Touch*. London and New York: Routledge.

Mousty, P., & Bertelson, P. (1985). A study of braille reading, 1: Reading speed as a function of hand usage and context. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 217-233.

O'Regan J. K. (1990). Eye movements and reading. In E. Kowler, Ed., *Reviews of Oculomotor Research, Vol 4: Eye movements and their role in visual and cognitive processes*. Amsterdam: Elsevier, 395-453.

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bullentin*, 124, 372-422.

Steve J. P. 2017 Introduction to Java programming, Part 1 Java language basics Object-oriented programming on the Java platform. [Online] Available : <https://www.ibm.com/developerworks/java/tutorials/j-introtojava1/index.html>

ภาคผนวก ก

ที่แนบมาด้วยคือเอกสารการตีพิมพ์งานที่ได้ไปนำเสนอชื่องาน Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS จัดขึ้นเมื่อวันที่ 27-30 เมษายน 2018. Nagoya Institute Technology

Aranyanak, I. (2018). A finger-tracking system for studying braille reading on a tablet. International Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS 2018. Nagoya Institute Technology, Japan, pp. 109-112.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Finger-Tracking System for Studying Braille Reading on a Tablet

Inthraporn Aranyanak

Department of Computer Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Bangkok, Thailand

e-mail: Inthraporn.ar@kmitl.ac.th

Abstract—In order to investigate braille reading behavior, we need a device capable of tracking readers' finger movements in real-time. This paper presents software for tracking the fingers of braille readers. The software is developed to observe reading braille-embossed paper on an Android tablet. It provides online visual information of finger movement patterns, reading durations on cells, total reading time, and the average reading rate. This allows researchers to investigate braille reading in more depth in order to help improve the readers' braille reading skills.

Keywords—assistive computing; braille reading; educational technology; mobile computing

I. INTRODUCTION

Currently there are many devices to assist the blind to read, such as JAWs, the most popular screen reader using text-to-speech conversion for people with visual impairments. A recent iPhone application using the augmented reality (AR) technology, Aipoly, helps the visually impaired to “see” including to read text and recognise objects. Nevertheless, literacy is one of the most important skills to facilitate cognitive development and maintain cognitive process into old age [1]. Moreover, Ryles' [2] found that people with visual impairment tended to have higher levels of employment if they were able to read braille.

Few studies have investigated braille reading behavior in comparison to sighted reading, since braille readers are a minority and not many technologies support braille reading research. The first device that explored hand movements of braille readers was built by Bürklen [3] in 1932 and called a “Tastschreiber.” The readers' finger was connected to a pen-like instrument that scratched a trace of the finger movement on smoked paper. Most studies before 2010 used a video camera to record braille readers' hand movements in which the sampling rates were between 25 to 40 frames per second [4]. Most of these studies involved the manual analysis the finger position data from each video frame. This technique took time and the sampling rate was quiet low. In 2011, Hughes [5] built an apparatus for tracking the movement kinetics of braille readers using a digitising tablet, in which the sampling rate of finger position was 100 Hz. Aranyanak and Reilly [6] devised a high-resolution finger-tracking system using a Wiimote to examine finger movements in braille readers. Both these devices are inconvenient for researchers to set up. This study presents an application for

tracking finger movements in braille reading that is easier to use to explore the reading behavior of braille readers on embossed-braille paper with an Android tablet.

Recently, a report showed the number of people who live with vision impairment across the world was around 253 million. Of these, 36 million are totally blind and the rest have moderate to severe visual impairments [7]. In Thailand, the report on the situation of disabled in Thailand showed that there were 188,050 Thai people with sight loss, which represents a third of all disabled. There are 12 schools for the blind in Thailand; the biggest center is located in Bangkok. Less than 10% of Thai blind have a chance to get education and job training. Less than 5% are employed in a stable position. Most Thai blind earn money by selling lottery tickets, which is supported by the government.

In the past, research on braille in Thailand focused on developing software to convert Thai into braille and vice versa (e.g., Foundation for the blind in Thailand, 2008 [8]). Recently, a group of researchers for the blind in Thailand produced software to produce audio books, such as, “Read for the blind” by Pongsawat [9]. Samsung in Thailand created a special ink called “Touchable Ink” that can be used as an alternative to a braille printer. The ink can be used with home printers and the price of printing braille per page is much cheaper than using a standard braille printer. However, there are few studies focused on braille reading behavior and none of them used an online system to record readers' fingers during braille reading.

The research described here involves developing software to track fingers on embossed braille using an Android tablet. This system records finger movement online and provides a report of reading duration on cells, total reading time, and the average reading speed. The report can be exported to an excel file so that further analysis can be done.

II. THE BRAILLE WRITING SYSTEM IN THAI

Braille is a system that enables people with visual impairments to read and write through touch. A braille cell on paper comprises six dots allowing for 64 distinct patterns. The English braille system includes contractions, helping to reduce the size of braille books. Thai script is a syllabic alphabet. There are 44 consonants, 32 vowels, and 4 tone markers. Thai braille system does not use contractions, and also the writing system itself contains tone markers and some vowels located above or below a character. In the braille

version they have to be located on a single line in sequence. For example, “ร้าน” is written in braille as follows: ๖/๖/๗/๗; the braille codes are 1235/ 256/ 16/ 1345. Consequently, Thai braille is read more slowly than English braille, which has a reading rate of 100 words per minute [10]. Srisawat [11] observed the patterns of hand activity and reading speed of Thai braille. The study found that over 73% of Thai braille readers preferred to use both hands more than only one hand in reading. The average reading rate of two-handed readers was 41 WPM and 35 WPM for one-handed readers. In 2015, Jitsodsaiikul, Niyomphol, and Sirirungruang [12] compared the reading speed between sighted readers and readers with visual impairments and found that the average reading rate of sighted readers was twice as fast than those who read braille: 122 WPM in print and 52 WPM in braille. However, none of these studies used an online system to record the reading time, so their reading rates may not be entirely accurate.

III. FINGER TRACKING SYSTEM

The application was developed using Java on Android Studio. The finger tracking system is comprised of the following devices.

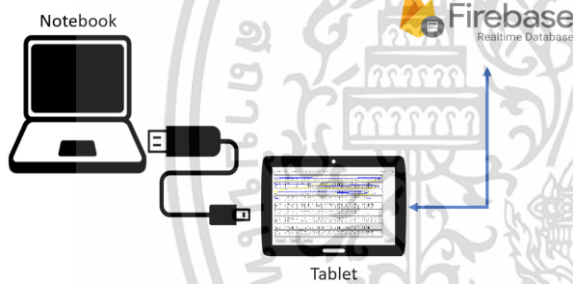


Figure 1. Finger tracking system.

Figure 1 presents the finger tracking system. A notebook, running on ASUS K46CB, Intel Core i7-3537U (3.10 GHz), is used to create the software. The coding was done in Android Studio using Java. Braille characters showed as pictures on the tablet screen are imported into the drawable library on the notebook. Then the application can be transferred into a tablet, Lenovo IdeaTab S6000 (CPU: MTK 8389 QC 1.2GHZ), using a USB cable. The tablet comes with a 10.1” display with a resolution of 1280 x 800 pixels. Once the program is uploaded to the tablet, a researcher can bring just the tablet to collect data. Transparent braille paper is placed on the tablet screen using sticky tape on four edges. The data recorded on the tablet is transferred to a database on this link: <https://console.firebase.google.com>. Firebase is used to process the data in real time. A text file can be downloaded from the cloud database.

Figure 2 shows the overall algorithm of the tracking system from the beginning to the end. A key feature of the algorithm is the facility to change the color of the finger trace to allow the visualization of re-reading. Thus, the instructor can immediately see the areas of the text where the reader is having difficulty.

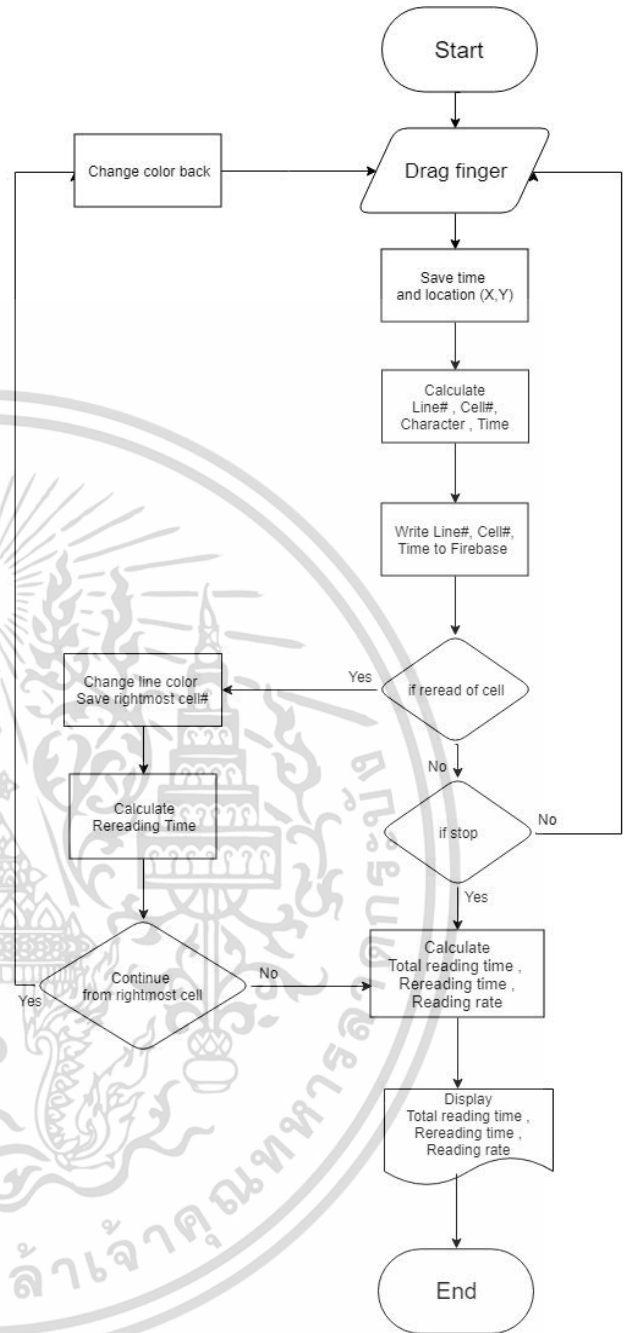


Figure 2. Flowchart of the algorithm of the tracking system.

IV. APPLICATION

This software can detect finger movements on a tablet screen. However, this application is a prototype, and can now just track two fingers. The reason we use only two fingers at the moment is because most braille readers only use two fingers, usually the left and right index fingers as the main fingers in reading. However, the program can track up to five fingers and the code can be modified easily to accommodate this. A maximum of 34 cells per line and a maximum of 9 lines per screen can be displayed on a 10.1”

display with a resolution of 1280 x 800 pixels. However, these can be changed depending on the size of the tablet screen used. The software supports reading multiple pages. A sample screen of the application is showed in Figure 3.

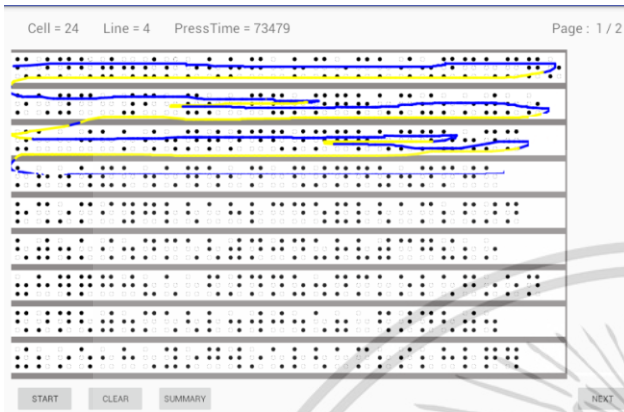


Figure 3. One-finger tracking.

Figure 3. shows one-finger tracking during braille reading. The line is recorded when a finger presses on the screen. The blue line represents reading from left to right. The yellow line represents return sweeps from the end of one line to the beginning of the next. Return sweeps will be deleted when computing the reading time. The application can show cell, line, and page numbers on the screen. “PressTime” is the current reading duration. The “start” button is for starting a recording of the finger movements. The “clear” button is for clearing the line on the screen. The “summary” button is for showing a summary page of reading statistics. This includes total reading time in milliseconds, total reading time excluding regressions, total rereading time, and reading rate per character. The “next” button is for moving to a new page.

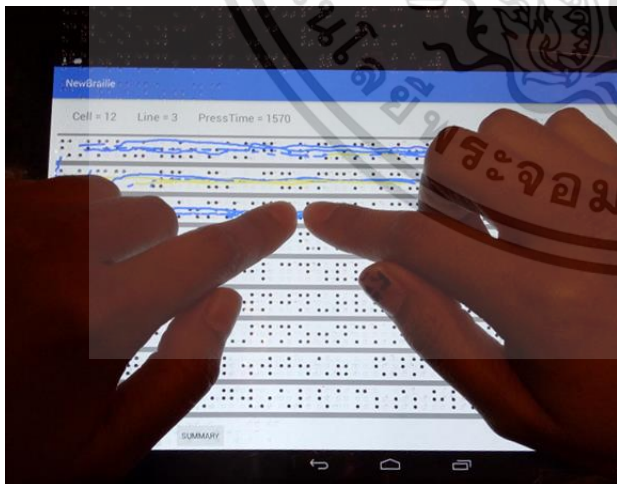


Figure 4. Two-finger tracking.

Figure 4. illustrates two-finger tracking. The following code is for tracing fingers while reading a transparent braille paper on the tablet screen.

```
public boolean onTouchEvent(MotionEvent event)
{ //get X and Y
  float x = event.getX();
  float y = event.getY();
  //Create and set count of finger : Start
  int pointerCount = event.getPointerCount();
  int cappedPointerCount = pointerCount > MAX_FINGERS ?
  MAX_FINGERS : pointerCount;
  int actionIndex = event.getActionIndex();
  int action = event.getActionMasked();
  int id = event.getPointerId(actionIndex);
  if ((action == MotionEvent.ACTION_DOWN || action ==
  MotionEvent.ACTION_POINTER_DOWN) && id < MAX_FINGERS)
  { mFingerPaths[id] = new Path();
    colorsMap.put(mFingerPaths[id], Color.BLUE);
    mFingerPaths[id].moveTo(event.getX(actionIndex),
    event.getY(actionIndex));
  }
  else if ((action == MotionEvent.ACTION_POINTER_UP || action ==
  MotionEvent.ACTION_UP) && id < MAX_FINGERS)
  { mFingerPaths[id].setLastPoint(event.getX(actionIndex),
  event.getY(actionIndex));
    mCompletedPaths.add(mFingerPaths[id]);
    mFingerPaths[id].computeBounds(mPathBounds, true);
    invalidate((int) mPathBounds.left, (int) mPathBounds.top,
    (int) mPathBounds.right, (int) mPathBounds.bottom);
    mFingerPaths[id] = null;
  }
  for (int i = 0; i < cappedPointerCount; i++) {
    if (mFingerPaths[i] != null) {
      int index = event.findPointerIndex(i);
      mFingerPaths[i].lineTo(event.getX(index), event.getY(index));
      mFingerPaths[i].computeBounds(mPathBounds, true);
      invalidate((int) mPathBounds.left, (int) mPathBounds.top,
      (int) mPathBounds.right, (int) mPathBounds.bottom);
    }
  }
  //Create and set count of finger : End
```

However, there is limitation of the software. In terms of computing the average reading speed easily, we have to select one finger per hand at most, which means that we have to select the reader’s preferred reading finger.

V. A PILOT STUDY

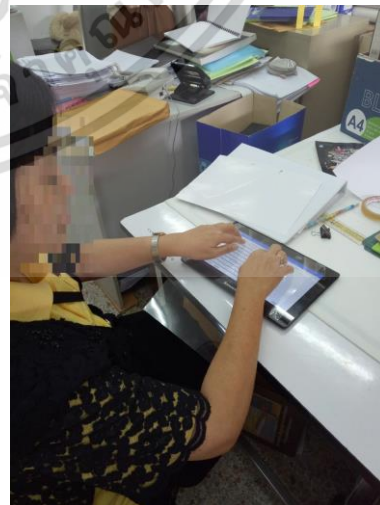


Figure 5. Female participant using 2 hands in reading.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แล111้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A pilot study was conducted for testing the application. Two participants, one male aged 16 and one female aged 62, were recruited from the School for the Blind, Bangkok, Thailand. They were informed that they could leave or stop the study anytime they wanted. The story used in reading is called “Sim Bai” converted from the Thai writing system comprising 40 lines of text to Thai braille consisting of 114 lines. The maximum cell numbers per line was 28. At the end of the story, the participants were asked to answer a few questions to check their comprehension. The study found that both readers used two hands in reading and they read aloud even though they were told they could read silently, they said this helped them to spell out words.

The female participant in figure 5 used a butterfly reading style; left and right hands conjoint at the beginning of the line then split near the middle, the right hand moves until the end of that line while the left hand moves to the beginning of a new line as shown in figure 6.

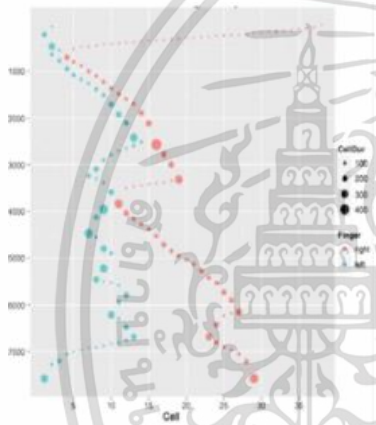


Figure 6. An example of a butterfly reading style from Aranyanak and Reilly [6].

The participant took 12.5 minutes to finish the reading. The male braille readers also used both hands in reading, but he preferred reading with both index fingers side-by-side along the line from the beginning to the end of the line. He took 10 minutes to finish the text. After the reading study, there was an interview session for about 10 minutes. Both readers said that they preferred reading on the transparent paper to normal paper because dots were not too sharp and not too rough, so it was more comfortable for them to read for longer. In addition, they were taught to read braille using both hands together in reading, however, they said sometimes they used only one finger in reading if the other gets tired and they had both developed a reading style suited to their specific needs and experience.

VI. CONCLUSION AND FUTURE WORK

This paper presents a new finger-tracking system developed on Android using Java. Finger movements can be used to investigate moment-to-moment processing of braille text. The device used is mobile and convenient to collect

data using only a tablet with the installed program. The application can show reading behavior of braille readers in real time. Cognitive processes can be inferred from the reading patterns found on the application screen. The software provides various reading time measures. Data is logged to a cloud-based database. The pilot study revealed that the finger tracking system for two fingers does not always provide an accurate trace, since the signals from both hands were sometimes confused. Nonetheless, data from single handed tracking proved robust and accurate.

ACKNOWLEDGEMENT

This research is funded by the faculty of science, KMITL. I am grateful to the Centre for Educational Technology for the Blind for providing braille printed material and to the School for the blind, Bangkok for help in finding participants for the pilot study. Finally, I would like to thanks to Prof. Ronan Reilly for being a consultant on this project.

REFERENCES

- [1] Eskritt, M., Lee, K., & Donald, M. (2001). “The influence of symbolic literacy on memory: Testing Plato’s hypothesis.” *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 55, 39-50.
- [2] Ryles, R. “The impact of braille reading skills on employment, income, education, and reading habits.” *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 1996, Vol 90, pp. 219-226.
- [3] Bürklen, K. Touch reading of the blind. Bürklen, K. (1932). *Touch reading of the blind* (FK Merry, Trans.). New York, NY: American Foundation for the Blind, Inc. (Original work published 1917).
- [4] Breidegard, B, et al., “Enlightened: the art of finger reading*.” *Studia Linguistica*, 2008, vol. 62, no. 3, pp. 249-260.
- [5] Hughes, B. “Movement kinematics of the braille-reading finger.” *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 2011, vol.105, no. 6, pp. 370-381.
- [6] Aranyanak, Inthaporn, and Ronan G. Reilly. “A System for Tracking Braille Readers Using a Wii Remote and a Refreshable Braille Display.” *Behavior Research Methods*, vol. 45, no. 1, 2012, pp. 216–228. doi:10.3758/s13428-012-0235-8.
- [7] Bourne RRA, et al. “Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis.” *Lancet Glob Health*, 2017
- [8] Foundation for the blind in Thailand, “งานเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ.”, 2008
- [9] Pongsawat Natthasak (2015). The need for content from the visally impaired for producing audio books on application “Read for the Blind” (Master Thesis).
- [10] Foulke, E. “Reading braille. Tactual perception: A sourcebook, (W. Schiff & E. Foulke).” *Cambridge University Press*, 1982, 168.
- [11] Srisawat Supranee. “A study of hand activity in Thai braille reading among blind students in secondary school” (Undergraduate Thesis), 2010.
- [12] Jitsodsaiikul Pacicha, Niyomphol Wiraman, and Sirirungruang Issawar. “A Comparative Study of Reading Speed between Visually Impaired and Sighted Students.” *Journal of Ratchasuda Collehe for Research and Development of Persons with Disabilities*, 2015, Vol. 11, issue 14.

ภาคผนวก ข

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกการรับ-จ่ายเงิน โครงการวิจัย สัญญาเลขที่ 2561-01-05-13 ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2561

แหล่งทุน: เงินอุดหนุนทั่วไป (เงินรายได้) ประจำปี 2561

ชื่อโครงการ : ระบบตรวจจับนิ้วมือในการอ่านภาษาเบลล์บนแท็บเล็ต

ชื่อหัวหน้าโครงการ: ดร.อินทราพร อรัณยนาค

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย					รวม รายจ่าย		
			รับ	จ่าย	คงเหลือ		ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
									ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย			ค่าวัสดุ
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)												-	
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 1 = 85%)		42,500.00											
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 2 = 15%)		-											
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 3)													
	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 1)			36,695.00									36,695.00	
	งบประมาณคงเหลือ		42,500.00		5,805.00	0.00								
	รายละเอียดค่าใช้จ่าย													
	ครั้งที่ 1													
10 ก.พ. 61	ค่าจ้างเหมาพัฒนาโปรแกรม								25,000.00				25,000.00	
18 ก.พ. 61	ค่าจ้างเก็บข้อมูลผู้เข้าทำการทดลอง								6,000.00				6,000.00	
1 ก.พ. 61	ค่าจัดพิมพ์ภาษาเบลล์	61,001,886.00							195.00				195.00	
กพ/2561	ค่าเดินทาง								3,000.00				3,000.00	
5 มี.ค. 61	ค่าจัดพิมพ์รายงาน								2,500.00				2,500.00	
													-	
													-	
													-	
	รวมครั้งที่ 1								-	-	36,695.00		-	36,695.00

ลงชื่อหัวหน้าโครงการ

วันที่

แหล่งทุน: เงินอุดหนุนทั่วไป (เงินรายได้) ประจำปี 2561

ชื่อโครงการ : ระบบตรวจจับนิ้วมือในการอ่านภาษาเบรลล์บนแท็บเล็ต

ชื่อหัวหน้าโครงการ: ดร.อินทราพร อรัณยธนา

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย					รวม รายจ่าย		
			รับ	จ่าย	คงเหลือ		ดอกเบี้ยรับ	งบ บุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
									ค่าจ้าง ชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย			ค่า วัสดุ
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)												-	
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 1 = 85%)		42,500.00											
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 2 = 15%)		7,500.00											
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 3)													
	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 1)			36,695.00				-	-	36,695.00	-	-	-	36,695.00
	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 2)			15,000.00						15,000.00				15,000.00
	งบประมาณคงเหลือ		50,000.00		- 1,695.00	0.00								
	รายละเอียดค่าใช้จ่าย													
	ครั้งที่ 2													
30/มีย/2561	ค่าจ้างวิเคราะห์ข้อมูล									15,000.00				15,000.00
	รวมครั้งที่ 2									15,000.00	-	-	-	15,000.00

ลงชื่อหัวหน้าโครงการ

วันที่

.....

.....

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล...ดร.อินทราพร อรัณยະนาค

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปร.ด	วิทยาการคอมพิวเตอร์	Maynooth University, Ireland	2558
อช.ม	ภาษาศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2547
วท.บ	วิทยาการคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหาร ลาดกระบัง	2547

ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ Cognitive Science, Interaction Design, Human and Computer Interaction

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2561	Best presentation ในการนำเสนอผลงาน เรื่อง A finger-tracking system for studying braille reading on a tablet.	International Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS 2018. Nagoya Institute Technology, Japan

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2560	ทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ เงินรายได้ คณะ ประจำปีงบประมาณ 2561	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหาร ลาดกระบัง
2552	John and Pat Hume Scholarship	Maynooth University, Ireland

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

ระดับชาติ

ณัฐพงศ์ วงศ์สุวรรณ, อภิวัฒน์ ศิริจตุพัฒน์, อินทราพร อรัณยษนาค.,(2018). สื่อการเรียนรู้พื้นฐานจาวาสำหรับผู้เริ่มต้นบนแท็บเล็ต. The 6th ASEAN Undergraduate Conference in Computing (AUC2) 2018. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

สุชาพร บุญฤทธิ์กิจ, ณัฐ เชื้อสวอย, อินทราพร อรัณยษนาค.,(2018). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับเก็บข้อมูลภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา. The 6th ASEAN Undergraduate Conference in Computing (AUC2) 2018. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

นานาชาติ

Aranyanak, I. (2018). A finger-tracking system for studying braille reading on a tablet. International Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS 2018. Nagoya Institute Technology, Japan.

Reilly, R. G. & Aranyanak, I. (2016). The view from Asian Writing Systems: Eye movement control in reading Thai and Chinese. Conflict and Communication. Nova Science Publishers, Inc., Chapter 10, pp. 195-215.

Aranyanak, I., & Reilly, R. G. (2013). A system for tracking braille readers using a Wii Remote and a refreshable braille display. Behavior Research Methods, 45(1), 216-228. doi:10.3758/s13428-012-0235-8

การเสนอผลงานวิชาการ (นานาชาติ)

- Aranyanak, I. (2018). A finger-tracking system for studying braille reading on a tablet. International Conference on Computers, Communications, and Systems, ICCS 2018. Nagoya Institute Technology, Japan, pp. 109-112.
- Aranyanak, I. (2016). Computation and neuroscience: synergies and interdependencies. DESEM summer school (ERASMUS MUNDUS), Maynooth University, 6 July 2016.
- Aranyanak, I., Reilly, R. G. & Radach, R. (2014). A comparison of the role of global topdown factors on local reading processes in braille and print. Paper presented to the Society for the Scientific Study of Reading (SSSR) Conference, Santa fe, New Mexico on July 16 - 19, 2014.
- Aranyanak, I. & Reilly, R. G. (2013). A study of orthographic uniqueness point effects in braille reading using a high-resolution finger-tracking system. Paper presented to the Society for the Scientific Study of Reading (SSSR) Conference, Chinese University of Hong Kong, July 10-13, 2013.
- Reilly, R.G. & Aranyanak, I. (2012). The dynamics of braille reading. Paper presented to the 30th Australasian Experimental Psychology Conference, University of New South Wales, April 12-15, 2012.
- Aranyanak, I. & Reilly, R. G. (2010). An experimental analysis of skilled Braille reading using a high-resolution finger-tracking system. Paper presented to the biennial Research Conference on Braille Reading and Writing, Colorado, June 10-12, 2010