

The conversion Thai and English language to Braille code by using speech recognition on mobile device

Panawat Khongtanakunbawon, Kanisorn Jekratoke

Computer Science and Information Technology, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University

Abstract

"The conversion Thai and English Language to Braille Code by Using Speech recognition on Mobile device" is the mobile application. It is developed to facilitate the blind people. Because of the blind people could not write Thai and English letters. The researcher is developed this application to facilitate the blind people via voice typing and screen reading. The Speech Recognition technology is used in this research. The application takes the voice message and recognizes them. Then, it converts the message via Google Cloud Speech API. After that, it presents the messages and voice data to the blind users. The users could confirm or correct them rapidly. Text to speech (TTS) is used in the screen reading. It repeats

the user's sentences by using VAJA TTS Engine. This application is developing on Android operating system. The results of this research revealed that 1) The translate preciseness is in 75 percent 2) the satisfaction of experts in application's capability is good level ($\bar{X} = 4.10$) 3) the satisfaction of experts in application's design is good level ($\bar{X} = 4.30$)

Keywords: Braille, Speech Recognition, Mobile application

Received 12 September 2016; Accepted 25 November 2016

Correspondence: Panawat Khongtanakunbawon, Computer Science and Information Technology, Udon Thani Rajabhat University 64 Makkaeng, Muang, Udon Thani 41000 (Tel.: +66-4221-1040; E-mail address: panawat.kh@365.udru.ac.th).

การป้อนข้อความด้วยเสียงในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคโนโลยีของ Speech Recognition โดยระบบจะนำคลื่นเสียงที่ป้อนเข้าสู่ขั้นตอนการรู้จำเสียงพูดเพื่อแปลงเป็นข้อความผ่าน Google Cloud Speech API จากนั้นแสดงออกมาในรูปแบบข้อความและเสียงเพื่อให้ผู้ใช้ได้ยินย้อนหรือแก้ไขข้อความให้ถูกต้อง ยืนยันการทำงานหรือสั่งงานด้วยการใช้นิ้วสัมผัสหน้าจอบนหน้าจอเป็นท่าทางต่างๆ ในส่วนการอ่านข้อความออกเสียงนี้ใช้เทคนิค Voice Synthesis ในการอ่านทวนประโยคที่ป้อนเข้ามาซึ่งในที่นี้ใช้ VAJA TTS Engine ที่พัฒนาโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และทำการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างยืดหยุ่น สามารถติดตั้งลงในอุปกรณ์ได้หลากหลาย เช่น โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตจึงมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก อีกทั้งการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้สามารถทำได้ง่ายมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกมากมาย ดังนั้นการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแปลงภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นรูปอักษรเบรลล์โดยใช้การรู้จำเสียงพูดบนอุปกรณ์พกพา ศึกษาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานแอปพลิเคชัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุรัสกร อยู่สุข และคณะพัฒนาแอปพลิเคชันพจนานุกรมแบบสั่งการด้วยเสียงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่สามารถแปลความหมายจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยและภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษได้ โดยให้ผู้ใช้ป้อนคำศัพท์ผ่านการสั่งงานด้วยเสียงโดยใช้เทคนิคในการรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) เพื่อให้ผู้ใช้พูดคำศัพท์ภาษาอังกฤษแทนการพิมพ์จากแป้นพิมพ์ จากนั้นเลือกคำที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ส่วนของการแสดงความหมายของคำศัพท์ที่ค้นหาและการสังเคราะห์เสียงพูด (Voice Synthesis) ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ผู้พัฒนาใช้ VAJA TTS Engine เพื่ออ่านคำศัพท์และความหมายนั้นให้แก่ผู้ใช้ ผลการทดลองพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากและโปรแกรมมีความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 70³

กฤตนิย ศรีศาลา และเขมินท์ วิไลลักษณ์นำเสนอโมบายแอปพลิเคชันช่วยบันทึกด้วยอักษรเบรลล์ เพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตาสามารถพิมพ์ข้อความด้วยอักษรเบรลล์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนได้ทั้งระบบแอนดรอยด์ (Android) และไอโอเอส (iOS) โดยการ

ป้อนข้อความจะเป็นการพิมพ์ในลักษณะเดียวกับการใช้แป้นพิมพ์อักษรเบรลล์ทั่วไปแต่ทำการจำลองพื้นที่ในการวางตำแหน่งของนิ้วบนหน้าจอบนแบบสัมผัสของสมาร์ตโฟนแล้วจึงทำการแปลงข้อความเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำไปใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือส่งต่อให้ผู้อื่นได้ใช้งานได้ต่อไป⁴

สิริกุล อากรแก้ว และบุญรัตน์ เฟติมรอด นำเสนอโปรแกรมแปลงข้อความภาษาไทยและอังกฤษเป็นอักษรเบรลล์ที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้ใช้นำเข้าไฟล์เอกสารที่มีข้อความภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษที่เป็นไฟล์ Text นามสกุล .txt เข้าสู่ระบบจากนั้นจะทำการประมวลผลไฟล์ผ่านกระบวนการทำ font mapping และกระบวนการจัดลำดับคำตามหลัก ให้กลายเป็นไฟล์อักษรเบรลล์ระดับที่หนึ่ง (.brf) โดยผลการทดสอบระบบในส่วนความถูกต้องของการแปลงข้อความภาษาไทย ข้อความภาษาอังกฤษ ตัวเลขและสัญลักษณ์จากการทดสอบไฟล์นำเข้าซึ่งเป็นที่น่าพอใจเป็นนวนิยาย มีผลการทดสอบอยู่ที่ร้อยละ 98.1⁵

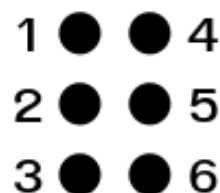
วิธีการดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ การแปลงรหัสอักษรเบรลล์ รวมถึงเครื่องมือและเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อนำมาพัฒนาแอปพลิเคชันแปลงภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นรูปอักษรเบรลล์โดยใช้การรู้จำเสียงพูดบนอุปกรณ์พกพา

อักษรเบรลล์และการแปลงรหัสอักษรเบรลล์

อักษรเบรลล์ (Braille)

เป็นอักษรสำหรับผู้พิการทางสายตา ประดิษฐ์โดย หลุยส์ เบรลล์ (Louis Braille) ครูตาบอดชาวฝรั่งเศส เมื่อปี ค.ศ. 1921 มีลักษณะเป็นจุดขนาดเล็กๆ ใน 1 ช่องประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรปกติ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ โดยรหัสจะมีลักษณะ ดังภาพที่ 1 ซึ่งจะมีตัวเลขระบุตำแหน่งของแต่ละปุ่ม[6][8]



ภาพที่ 1 รหัสอักษรเบรลล์

การแปลงอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นรูปรหัสอักษรเบรลล์นั้นทำได้โดย รับข้อความจากการป้อนข้อความด้วยเสียงพูดและจะแสดงข้อความในช่อง Edit Text ให้ผู้ใช้จนรับทราบ จากนั้นจะส่งข้อความไปทำการตัด character ของข้อความโดยนำเอา character แต่ละตัวที่ตัดได้ไปเทียบกับตารางการแปลงอักษรเบรลล์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมกัน เช่น การป้อนข้อความจากเสียงว่า “การพยายาม” จากนั้นระบบจะทำการตัด character ของข้อความดังนี้ ก | า | ร | พ | ย | า | ย | า | ม | และระบบจะนำ character แต่ละตัวไปแปลงเป็นรหัสตามจตุรหรัสอักษรเบรลล์ เช่น การ | ก | า | ร | จะได้รับรหัส | 1245 | 16 | 1235 | ซึ่ง ก = 1245 สระอา = 16 และ ร = 1235 หลังจากการแปลงรหัสเสร็จก็จะนำไปเทียบกับตารางอักษรเบรลล์ เพื่อเอารูปรหัสจตุรหรัสอักษรเบรลล์มาแสดงตามตำแหน่งคำของแต่ละ character ส่วนช่องว่างจะเว้นไว้เหมือนประโยคปกติ^{7,8}

ตารางที่ 1 ตัวอย่างรหัสแปลงอักษรเบรลล์เป็นพยัญชนะ

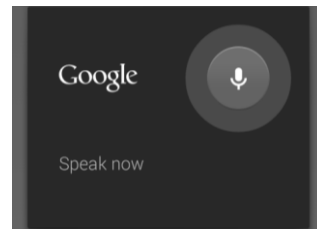
ตัวอักษร	ตัวเลขระบุอักษรเบรลล์
ก	1245
ข	13
ช	356,13
ค	136
ศ	36,136

หลักการรู้จำเสียง

เทคโนโลยีการรู้จำเสียงพูด เป็นระบบที่ช่วยแปลงเสียงพูดให้เป็นข้อความที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ประมวลผลต่อไปได้โดยการใส่ระบบประมวลผลภาษารวมชาติ เป็นตัวเชื่อมโยงในขั้นตอนรู้จำเสียงระบบจะสร้างโครงข่ายคำ (Word Network) โดยอาศัยแบบจำลองภาษา (Language Model) โดยในแต่ละคำจะประกอบด้วยแบบจำลองเสียง (Acoustic Model) ประเภทฮิดเดนมาร์คอฟ (Hidden Markov Model: HMM) ของแต่ละหน่วยเสียงที่มาประกอบกันเป็นคำนั้นๆ หลังจากนั้นระบบจะป้อนเวกเตอร์ของ Speech Feature เข้าไปยังโครงข่ายคำเพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของเสียงที่เข้ามาว่าจะตรงกับเส้นทางใดในโครงข่ายคำและจะเลือกคำตอบที่ดีที่สุดเป็นเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุด โดยขั้นตอนทั้งหมด จะเป็นการถอดรหัส (Decoding) ซึ่งในทางปฏิบัตินักวิจัยได้ใช้ อัลกอริทึมการถอดรหัสแบบ Viterbi beam-search เพื่อลดปริมาณการใช้หน่วยความจำและการคำนวณด้วยการลบเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นต่ำทิ้งไป^{3,9}

Google Speech Recognizer

เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่แปลงเสียงคำพูดไปเป็นข้อความหรือตัวอักษร โดยสามารถแจกแจงคำพูดต่างๆ ที่มีมนุษย์พูดใส่ไมโครโฟน โทรศัพท์หรืออุปกรณ์อื่นๆ และเข้าใจคำศัพท์ทุกคำอย่างถูกต้องโดยไม่ต้องไม่ยึดติดกับขนาดของกลุ่มคำศัพท์ความดังของเสียงและลักษณะการออกเสียงของผู้พูดโดยระบบจะรับฟังเสียงพูดและตัดสินใจว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นคำๆ ใดโดยจะส่งไปยังเครื่องแม่ข่ายเพื่อวิเคราะห์เสียงออกมาเป็นข้อความ จึงจำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในระหว่างการใช้งาน



ภาพที่ 2 หน้าต่าง Google Speech Recognition

Text To Speech (TTS)

เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยสร้างเสียงคำพูดตามข้อความที่กำหนด โครงสร้างของระบบแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วนประกอบด้วย ส่วนประมวลผลข้อความ (Text analysis) ส่วนประมวลผลจังหวะและทำนอง (Prosody analysis) และส่วนสังเคราะห์เสียงพูด (Speech synthesis) ซึ่งจะรับชุดอักขระทั้งที่เป็นข้อความภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตัวเลข สัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์วิธีการอ่านที่ถูกต้อง พร้อมทั้งแปลงวิธีการอ่านเป็นชุดสัญลักษณ์ทางหน่วยเสียงสำหรับใช้สร้างเสียง นอกจากนี้ยังต้องวิเคราะห์ข้อมูลทางภาษาศาสตร์อื่นๆ ที่แฝงอยู่ในข้อความ เช่น หน้าที่ของคำ เพื่อใช้ประกอบในการประมวลการสังเคราะห์เสียง ซึ่งในปัจจุบัน Text To Speech ที่รองรับภาษาไทย คือ VAJA

VAJA TTS Engine

ซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย “วาจา” (VAJA) เป็นซอฟต์แวร์ที่แปลงข้อความภาษาไทยให้เป็นเสียงพูดจากหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ดำเนินการวิจัยและพัฒนาวาจาอย่างต่อเนื่องเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการสังเคราะห์เสียงแบบใหม่ ซึ่งอาศัยแบบจำลองทางสถิติ Hidden Markov Model ในการผลิตเสียง เทคนิคนี้ช่วยแก้ปัญหาการสละุดของเสียงที่เคยเกิดขึ้นเพื่อประกอบเข้ากับส่วนทำนายลัทสัมพันธ์ (prosody prediction module) ช่วยวิเคราะห์ขอบเขตของวลีและทำนายความยาวของหน่วยเสียง ทำให้ได้

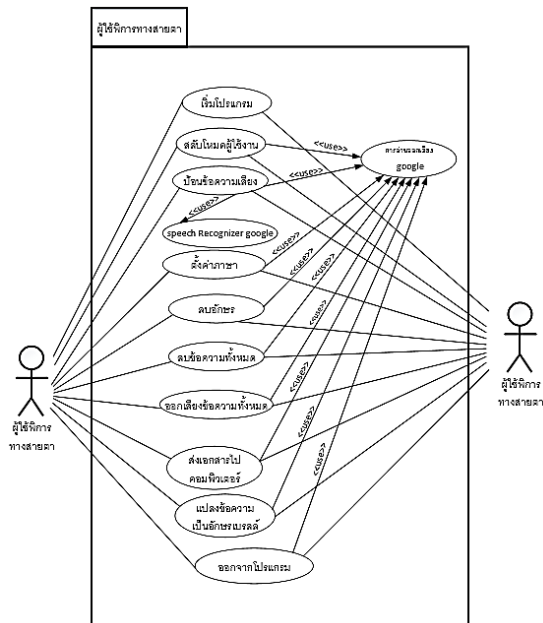
เสียงสังเคราะห์ที่ได้ มีความเป็นธรรมชาติเป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น สามารถสร้างเสียงพูดได้ครอบคลุมคำในภาษาไทย เนื่องจากมีส่วนวิเคราะห์คำอ่านที่สามารถวิเคราะห์ได้ แม้แต่คำที่ไม่ปรากฏในพจนานุกรม^{3,9}

การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน

ผลของการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันแสดงในรูปแบบภาพรวมของระบบในภาพที่ 3 และ Use Case Diagram ในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ภาพรวมของระบบ



ภาพที่ 4 Use Case Diagram

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันแปลงภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นรูปอักษรเบรลล์โดยการรู้จำเสียงพูดบนอุปกรณ์พกพาได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนการทำงานของแอปพลิเคชัน

การทดสอบความถูกต้องในการแปลงข้อความของผู้ใช้งาน และการศึกษาความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานแอปพลิเคชันด้านประสิทธิภาพของระบบและด้านการออกแบบ

การทำงานของแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันแปลงภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นรูปอักษรเบรลล์โดยการรู้จำเสียงพูดบนอุปกรณ์พกพาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานโดยมีหน้าจอในการใช้งานแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 หน้าจอของแอปพลิเคชัน

เมื่อแปลงอักษรเป็นรูปภาพอักษรเบรลล์บนหน้าจอจะมีปุ่ม screenshot เพื่อบันทึกภาพหน้าจอเป็นไฟล์ .jpg ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลการแปลงข้อความเป็นรูปภาพอักษรเบรลล์

การทดสอบความถูกต้องในการแปลงข้อความของผู้ใช้งาน และการศึกษาความพึงพอใจในการใช้งาน การออกแบบระบบจากผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานแอปพลิเคชัน

ผลการทดสอบความถูกต้องจากผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ได้ผลการทดสอบดังนี้

การทดสอบความถูกต้องในการแปลงข้อความนี้ทำการทดสอบบนอุปกรณ์พกพาที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

จำนวน 10 รุ่นที่มีข้อแตกต่างกันโดยมีขนาดหน้าจอดั้งแต่ 4 นิ้วไปจนถึงขนาด 7 นิ้ว ทดสอบจากผู้ใช้งานจำนวน 30 คน โดยกำหนดให้บ่อนข้อความด้วยเสียงคนละ 20 ประโยค

จากการทดสอบพบว่าระบบมีความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 75 ผลศึกษาความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญในด้านประสิทธิภาพของระบบ จำนวน 5 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานแอปพลิเคชันด้านประสิทธิภาพของระบบ

ข้อที่	เรื่อง	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับ
1	ความเหมาะสมของเมนูใช้งาน	4.00	0.71	มาก	4
2	ความรวดเร็วในการตอบสนอง	4.60	0.55	มากที่สุด	1
3	ความถูกต้องในการประมวลผล	4.20	0.45	มาก	3
4	ความง่ายของการใช้งาน (User Friendly)	4.40	0.89	มาก	2
5	แอปพลิเคชันช่วยให้ งานเร็วขึ้น	3.60	0.55	มาก	5
6	บุคคลทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชัน	4.00	1.00	มาก	4
		4.10	0.22	มาก	

จากตารางที่ 2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในด้านประสิทธิภาพของระบบภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.10$) พบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุดสามอันดับแรก ได้แก่ ความรวดเร็วในการตอบสนอง ความง่ายของการใช้งาน (User Friendly) และความ

ถูกต้องในการประมวลผล ($\bar{X} = 4.60, 4.40$ และ 4.20 ตามลำดับ)

ผลการศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบ

ข้อที่	เรื่อง	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับ
1	การจัดวางรูปแบบได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก	2
2	ความชัดเจนของเสียง	4.80	0.45	มากที่สุด	1
3	ขนาดของตัวอักษร	4.40	0.89	มาก	2
4	ความเร็วในการแสดงผลภาพตัวอักษร	3.60	0.55	มาก	3
		4.30	0.20	มาก	

จากตารางที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.30$) พบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุดอันดับแรกได้แก่ ความชัดเจนของเสียง ($\bar{X} = 4.80$)

อภิปรายผล

การแปลงภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เป็นอักษรเบรลล์ โดยวิธีการ รู้จำเสียงพูดบนอุปกรณ์พกพา สามารถแปลงเสียงพูดให้เป็นอักษรเบรลล์ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของชัย วุฒิวิวัฒน์ชัยและคณะ⁹ ว่าโปรแกรมที่ถูกออกแบบให้สามารถรู้จำเสียงช่วยลดความยุ่งยากในการใช้งานให้กับ

ผู้ใช้เป็นอย่างดี ถึงแม้ว่าผู้ใช้งานจะไม่มีความรู้ทางด้านเทคโนโลยีหรือไม่เคยใช้งานมาก่อนก็สามารถเรียนรู้และใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ในด้านการหาค่าความถูกต้องของผู้ใช้งานกับแอปพลิเคชันนั้น พบว่า หลังจากที่ได้มีการทดลองการทำงานแอปพลิเคชัน มีความถูกต้องแม่นยำอยู่ในระดับร้อยละ 75 อีกทั้งยังมีการประมวลผลที่รวดเร็ว ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยสะดวก จึงมีผลความพึงพอใจจากการใช้งานอยู่ในระดับดี¹⁰ ในด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญนั้น พบว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุพดี หัตถสิน และคณะว่า การออกแบบพัฒนาโปรแกรมที่ดีเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้โปรแกรมได้รับการยอมรับ และได้ความพึงพอใจต่อระบบอย่างดี¹¹

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโรงเรียนการศึกษาคนตาบอดขอนแก่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการวิจัย นายอนุชา ปิ่นกระโทก และนางสาวนรากร กางนอก ซึ่งร่วมทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. จาตุรนต์ แอบคำ และณัฐวุฒิ วรพันธ์. สื่อการสอนอักษรเบรลล์ขั้นพื้นฐานสำหรับผู้ที่มีความพร่องทางการเห็น. ปรินิพพานิพนธ์. สาขาวิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ. เชียงใหม่, 2555.
2. ยุพดี หัตถสิน, สิริพงษ์ มาทาเม และสรวิทย์ ทิมอ้อม. โมเดลบอกสเกลเวลาและน้ำหนักเพื่อฝึกทักษะสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่. รายงานสืบเนื่องการประชุมในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10 ปี 2014 NCCIT2014. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ, 8-9 พ.ค. 2557 ,หน้า 264-9.
3. บุรีสร อยู่สุข, ภัทรวดี ไควสุวรรณและกฤษฎา อาศิรพัฒน์. แอปพลิเคชันพจนานุกรมแบบสั่งการด้วยเสียงบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สืบเนื่องการประชุม ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9 ปี 2013 NCCIT2013. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ, 9-10 พ.ค. 2556, หน้า 973-8.
4. กฤตนิย ศรีศาลา และเขมินท์ วิไลลักษณ์. โมบายแอปพลิเคชันช่วยบันทึกด้วยอักษรเบรลล์. ปรินิพพานิพนธ์ ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.ขอนแก่น, 2556
5. สิริกุล อากรแก้ว และบุญรัตน์ เผติมรอด. โปรแกรมแปลข้อความภาษาไทยและอังกฤษเป็นอักษรเบรลล์. ปรินิพพานิพนธ์ ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม, 2555
6. ไพบูลย์ สวัสดิ์ปัญญาโชติ. รวมโค้ด Android App. ทรู ดิจิตอล คอนเท้นท์ แอนด์ มีเดีย บจก. กรุงเทพฯ, 2554, 340 หน้า
7. พร่อมเลิศ หล่อวิจิตร. คู่มือเขียน Android ฉบับรวมโค้ด. โปรวิชั่น บจก. กรุงเทพฯ, 2557, 432 หน้า
8. กมลวรรณ อินอร่าม. การเรียนรู้อักษรเบรลล์. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. กรุงเทพฯ, 2547
9. ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย และคณะ. ระบบรู้จำเสียงพูด (Automatic Speech Recognition). อังอิงออนไลน์, <http://digitized-thailand.org/index.php/2011-01-10-02-39-58-96/2011-01-10-03-49-40> (2554, สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2559)
10. อานนซ์ แสงเมฆและคณะ. โปรแกรมช่วยคนพิการใช้งานคอมพิวเตอร์ (Program for Disabled to Use Computer). วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. กรุงเทพฯ, 2552.
11. ยุพดี หัตถสิน, ธวัชชัย ตาใจ และอรุณพล ณ ตะกั่วทุ่ง. วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดของระบบสื่อการสอนเพื่อนักเรียนผู้พิการทางสายตา. รายงานสืบเนื่องการประชุมในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9 ปี 2013 NCCIT2013. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ, 9-10 พ.ค. 2556, หน้า 940-5.