

สื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์สำหรับการเรียนภาษาจีนพื้นฐานแบบพินอิน

Interactive Media Learning in Basic Chinese based on Pinyin

เดชาวุฒิ วาณิชสรรพ (Dechawut Wanichsan)* สุวิมล หวังเกษม (Suwimon Huangkasem)**

นฤมล อรชร (Narmon Orachon)** พรฤดี สิทธิพงศ์ (Pornrudee Suttipong)**

และ รุจิภา บุญเชิด (Rujika Booncherd)***

Received : October 20, 2017

Revised : April 28, 2018

Accepted : July 18, 2018

บทคัดย่อ

ประเทศจีนเป็นประเทศที่กำลังเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วที่สุดในปัจจุบัน ด้วยขนาดเศรษฐกิจที่กำลังขยายตัวทำให้จีนมีแนวโน้มที่จะเป็นประเทศมหาอำนาจของโลก การเรียนรู้ภาษาจีนจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือการพัฒนาสื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์สำหรับการเรียนภาษาจีนพื้นฐานแบบพินอินเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการใช้ภาษาจีนด้านการฟัง พูด อ่าน และเขียน โดยมีนิเมชัน ภาพ ตัวอักษร และเสียงจากคนจีนเจ้าของภาษาจำนวน 1,783 ไฟล์เสียงเป็นสื่อกลางในการเรียนรู้ เนื้อหาทั้งหมดในบทเรียนแบ่งออกเป็นหกส่วน ได้แก่ หลักการ พินอิน ผสมคำ ตัวอักษรภาษาจีน คำศัพท์ และเกม ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมในส่วนของความรู้พื้นฐานตลอดจนผู้ใช้สามารถฝึกทักษะการฟัง การออกเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการเขียนอักษรจีนอย่างถูกต้อง สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้จริงบนระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส แอนดรอยด์และวินโดวส์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถยกระดับผลการเรียน และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

Abstract

Currently, the great china has been rapidly developed. With economic growth, China seemed to be one of the powerful countries in the world. Learning Chinese was also an important task. The main objective of this research was to develop an interactive media learning in basic Chinese based on Pinyin in order that learners would enhance multiple skills, which is listening, speaking, reading and writing. It comprised several media such as animation, images, alphabets, and 1,783 sounds pronounced by Chinese native speaker. The media were separated into six sections, which are a principle, pinyin, constructing Chinese alphabet, vocabulary and game. Its content covered from basic lessons to difficult lessons in order to help the learner to practice listening, spelling, especially to correctly practice writing Chinese alphabets. The media could be practically used on several operating system such as iOS, Android, and Windows. The experimental results reveal that after using the media, the learners could enhance learning achievement, and satisfaction level is very high.

คำสำคัญ: สื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ พินอิน ภาษาจีน สัทอักษร

Keywords: Interactive Media Learning, Pinyin, Chinese, Phonetic Alphabet.

* สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

* Faculty of Computer Science and Information Technology, Rambhai Barni Rajabhat University.

** สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

** Faculty of Education, Rambhai Barni Rajabhat University.

*** สาขาวิชาภาษาจีน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

*** Faculty of Humanities and Social Sciences, Rambhai Barni Rajabhat University.

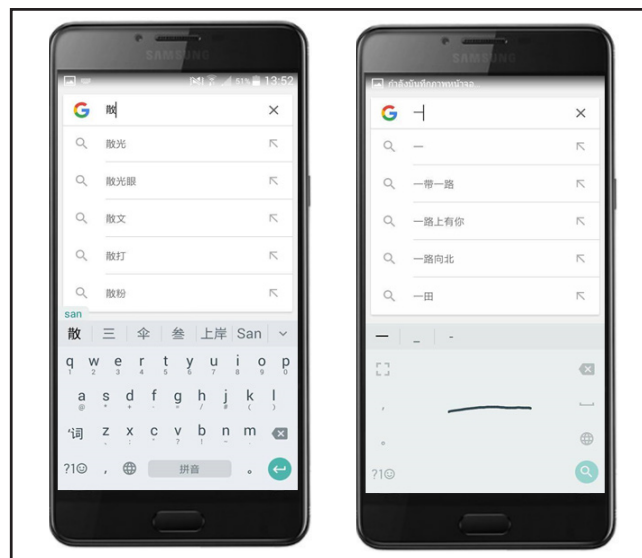
**** ส่วนหนึ่งของบทความวิจัยนี้ได้นำเสนอในงานประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 13 และได้รับรางวัล Best Paper Award

1. บทนำ

ภาษาจีนเป็นภาษาสากลของโลก ซึ่งมีผู้ใช้ถึงหนึ่งในห้าของประชากรโลก [1] และยังเป็นหนึ่งในภาษาสำคัญที่ใช้ในการประชุมต่างๆ ขององค์การสหประชาชาติ สังเกตได้จากหน้าแรกของเว็บไซต์ www.un.org ซึ่งมีภาษาให้เลือกใช้สำหรับการเข้าถึงข้อมูลหกภาษาอันประกอบด้วยภาษาอาหรับ จีน อังกฤษ ฝรั่งเศส รัสเซีย และสเปน [2] นอกจากนี้ภาษาจีนยังเป็นภาษาแม่ของอีกหลายประเทศ รวมถึงประเทศที่เป็นสมาชิกประชาคมอาเซียนอย่างประเทศสิงคโปร์อีกด้วย เพื่อความเป็นเอกภาพ รัฐบาลจีนจึงกำหนดให้ภาษาจีนกลาง เป็นภาษากลางในการติดต่อสื่อสาร โดยผู้ที่สนใจศึกษาสามารถเรียนผ่าน “สัทอักษรภาษาจีน” ซึ่งเป็นการนำตัวอักษรหรือสัญลักษณ์มากำหนดเพื่อแทนเสียงต่างๆ อันแบ่งออกเป็นสองประเภทหลักๆ คือ จู้อิน (注音符号) และพินอิน (汉语拼音)

การยอมรับภาษาจีนเป็นไปในวงกว้าง แม้กระทั่งบริษัทกูเกิล (Google) ที่ยอมรับความเปลี่ยนแปลงของโลกที่ใช้ภาษาจีนในการสื่อสาร จึงได้เริ่มต้นออกแบบโปรแกรมเสริมที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ที่ใช้เพื่อนำเข้าข้อมูลอักษรภาษาจีนด้วยการพิมพ์หรือการเขียนบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยโปรแกรมนี้มีชื่อว่ากูเกิลพินอิน อินพุต (Google Pinyin Input) [3] เมื่อโปรแกรมดังกล่าวได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี บริษัทจึงได้พัฒนาต่อเพื่อให้สามารถใช้งานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) และลินุกซ์ (Linux) อย่างไรก็ตาม สำหรับระบบปฏิบัติการแมคโอเอส (macOS) มีการเปิดใช้งานแค่เพียงเวอร์ชันเบตา (Beta Version) เท่านั้น โปรแกรมดังกล่าวรองรับการนำเข้าข้อมูล ในรูปแบบที่มีความหลากหลายทั้งการป้อนข้อมูลด้วยการเลือกเส้นขีดตัวอักษรแบบอัจฉริยะ หรือด้วยการพิมพ์พินอินดังแสดงด้วยตัวอย่างหน้าจอในภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 หน้าจอเมื่อถือด้านซ้าย เป็นสถานการณ์ที่ผู้ใช้งานนำเข้าข้อมูลด้วยการพิมพ์ข้อความ “Sān” จากนั้นโปรแกรมจึงทำการแสดงผลอักษร 三 ในภาษาจีนเป็นตัวเลือกให้ผู้เลือกใช้ใช้งาน ในส่วนของภาพที่ 1 หน้าจอเมื่อถือด้านขวา เป็นสถานการณ์ที่ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลด้วยการลากเส้นขีด — (yi) โดยทิศทางการลากเส้นขีดที่ถูกต้องเป็นการลากเส้นจากซ้ายไปขวา สำหรับการลากเส้นขีดใดๆ ในโปรแกรม แม้ว่าผู้ใช้งานสามารถลากเส้นขีดเพื่อสร้างอักขระจีนที่มี



ภาพที่ 1 การนำเข้าข้อมูลด้วยกูเกิล พินอิน อินพุต

หน้าตาเหมือนกับอักขระจีนที่ถูกต้อง แต่การลากเส้นผิดทิศทาง มีผลให้โปรแกรมกูเกิล พินอิน อินพุต ไม่สามารถรู้จำได้ว่าอักขระตัวนั้นคืออักขระตัวใด จึงสรุปได้ว่าทิศทางการลากเส้นขีดมีผลต่อการใช้งานโปรแกรมด้วย

จากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพสังคมโลกและเทคโนโลยีในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์สำหรับการเรียนภาษาจีนพื้นฐานด้วยพินอิน เพื่อต้องการพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาจีนของคนไทย ทั้งทักษะในด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน ซึ่งรวมถึงการเขียนเส้นขีดอักขระอย่างถูกต้อง โดยความถูกต้องนั้นเป็นไปในแง่ของทิศทางการเขียน และในแง่ของรูปร่างของตัวอักษรเมื่อเขียนเสร็จสมบูรณ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พินอิน

พินอิน หรือ อักษรพินอิน คือ ระบบในการถอดเสียงภาษาจีนมาตรฐาน ด้วยตัวอักษรละติน ความหมายของพินอินคือ “การรวมเสียงเข้าด้วยกัน” กล่าวโดยนัยคือ การเขียนแบบสัทศาสตร์ การสะกด การถอดเสียง หรือการทับศัพท์ พินอินเป็นการทับศัพท์ด้วยอักษรโรมัน (Romanization) มิใช่การถอดเสียงแบบภาษาอังกฤษ (Anglicization) นั่นคือการกำหนดให้ใช้ตัวอักษรตัวหนึ่ง สำหรับแทนเสียงหนึ่งๆ ในภาษาจีนไว้อย่างตายตัว พินอินถูกใช้อย่างกว้างขวางในจีนแผ่นดินใหญ่ มาเลเซีย สิงคโปร์ และไต้หวัน แบบอักษรพินอินได้รับการจัดระบบมาตรฐานจากไอเอสโอ

(International Organization for Standardization: ISO) เป็นแบบอักษรจีนสมัยใหม่ในปี 1982 ด้วยมาตรฐาน ISO7098 [4]

2.2 ภาษาแอ็กชันสคริปต์ 3.0

ภาษาแอ็กชันสคริปต์ 3.0 (Action Script 3.0) เป็นภาษาเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming: OOP) ภาษานี้มีไวยากรณ์ภาษาคลายกับภาษาจาวาสคริปต์ (Java Script) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในแง่ของความเร็วในการทำงาน ภาษานี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับระบบการทำงานที่เข้าถึงการควบคุมการแสดงผลโดยตรง เช่น การอ้างอิงวัตถุ ตัวแปร และเหตุการณ์ (Event) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถทำงานในรูปแบบของการโต้ตอบได้ดี เช่น การคลิกเมาส์ การลากเมาส์ การกดแป้นพิมพ์ แม้กระทั่ง การโต้ตอบกับการใช้งานจอทัชสกรีน เป็นต้น เมื่อพัฒนาโปรแกรมเสร็จแล้ว สามารถเรียกใช้งานอาโดบี เอไออาร์ (Adobe AIR) เพื่อแปลงให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้หลากหลายแพลตฟอร์ม เช่น บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ แอนดรอยด์ (Android) และ ไอโอเอส (iOS)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วลงกรณ์ และคณะ [5] ได้พัฒนาเกม White Horse เพื่อการเรียนรู้ภาษาอังกฤษขั้นพื้นฐานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีแนวคิดการเรียนรู้ภาษาอังกฤษที่ว่าการอ่านออกเสียงและสะกดคำ (Phonics) มาผสมผสานกับรูปภาพและเทคนิคการสร้างเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เพื่อส่งเสริมทักษะภาษาอังกฤษด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนและ การสะกดคำ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อเกมในระดับมาก และสามารถนำเกมไปใช้เป็นเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ได้

Lu Sheng [6] ได้ศึกษาระบบเสียงภาษาไทยกับภาษาจีนพบว่า ระบบเสียงทั้งสองภาษาจะต่างกันมาก หากนักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสัทศาสตร์จะมีส่วนช่วยในการออกเสียงได้อย่างถูกต้อง

รัตติยา [7] ได้ทำการวิจัยในชั้นเรียนเรื่องการอ่านสะกดคำในภาษาจีนโดยใช้แบบทดสอบ โดยสร้างชุดฝึกทักษะการอ่านสะกดพินอิน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน มีความสนุกสนานขณะเรียน เกิดทักษะการเรียนรู้มากขึ้นกว่าเดิม และการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน

เดชาวุฒิ และคณะ [8] ได้พัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับ

การตรวจสอบการเขียนอักษรไทยบนแท็บเล็ตพีซี โดยขั้นตอนวิธีดังกล่าวสามารถตรวจทิศทางการเขียนอักษรไทยในทิศทางการลากเส้นที่ถูกต้อง รวมถึงได้เสนอวิธีการคำนวณคะแนนความคล้ายของอักษระที่วาดขึ้นกับอักษระต้นแบบอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนวิธีดังกล่าวยังคงให้ผลการทำงานที่ผิดพลาดหากนำมาใช้กับอักษระจีนเพราะไม่ได้จำกัดจำนวนการยกปากกาขณะทำการวาดอักษระเนื่องจากอักษระจีนประกอบขึ้นด้วยเส้นขีดจำนวนหลายเส้น

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในข้างต้น ได้ให้แนวคิดพื้นฐานกับผู้วิจัยเพื่อพัฒนาสื่อการสอนภาษาจีนที่มีส่วนประกอบต่างๆ อันได้แก่ 1) ทำงานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อความสะดวกในการพกพาสื่อการสอนของผู้ใช้งาน 2) เนื้อหาในสื่อเป็นภาษาจีนแบบพินอิน เนื่องจากได้รับยอมรับอย่างกว้างขวาง แม้กระทั่งผู้เกิลงยังสร้างระบบป้องกันข้อมูลด้วยการใช้หลักการพินอิน การที่ผู้ใช้งานมีความรู้ด้านภาษาจีนแบบพินอิน รวมถึงการเขียนเส้นขีดต่างๆ อย่างถูกต้อง จะทำให้ผู้ใช้สามารถป้องกันข้อมูลด้วยโปรแกรมดังกล่าวด้วยความสะดวก 3) สื่อการสอนจะประยุกต์ขั้นตอนวิธีสำหรับการใช้ตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนอักษระจีน เพื่อผู้เรียนจะได้รับความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับทิศทางและรูปทรงการเขียนอักษระจีนที่ถูกต้อง เนื่องจากทิศทางการเขียนอักษระจีนมีความสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น การวาดเส้นขีดผิดทิศทาง แม้ว่าผลลัพธ์สุดท้ายจะได้อักษรเดียวกัน ทำให้ผู้เกิลง พินอิน อินพุต ไม่รู้จำได้ว่าผู้ใช้ป้อนอักษระตัวใดเข้าไป 4) มีหลักการของสัทศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหา เพราะมีส่วนช่วยในการออกเสียงและจดจำเสียงคำโดยตรง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียน

การพัฒนาสื่อการเรียนให้สามารถใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม โดยเฉพาะให้สามารถทำงานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยผู้วิจัยได้ใช้ภาษาแอ็กชันสคริปต์ 3.0 ในการพัฒนา เพราะเมื่อพัฒนาเสร็จแล้วจะสามารถทำงานได้บนอุปกรณ์หลายประเภท ได้แก่ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (Desktop Computer) และคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Computer Notebook) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และโทรศัพท์มือถือ (Mobile Phone) หรือแท็บเล็ตพีซี (Tablet PC) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และ ไอโอเอส

3.2 การออกแบบเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้

เนื้อหาทั้งหมดเกี่ยวกับภาษาจีนเบื้องต้นที่อยู่ในสื่อการเรียนรู้แบ่งออกเป็นหกเรื่อง ได้แก่ หลักการ พินอิน การผสมคำ เส้นขีดตัวอักษรในภาษาจีน คำศัพท์ภาษาจีนที่เกี่ยวข้องชีวิตประจำวัน และเกม โดยผู้พัฒนาสื่อการเรียนรู้จำเป็นต้องศึกษาสัทอักษร (Phonetic Alphabet) เพื่อผนวกเข้าเป็นส่วนหนึ่งของสื่อเนื่องจากเนื้อหาในส่วนนี้ช่วยในการออกเสียงคำศัพท์โดยตรง นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงขั้นตอนวิธีสำหรับการวาดอักษรจีน จากขั้นตอนวิธีของเจชาวุฒิ และคณะ [8] เพื่อพัฒนาให้สื่อสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการลากเส้นขีดตัวอักษร นอกจากนี้เสียงที่ใช้ในสื่อการสอนทั้งหมดจะได้รับการบันทึกจากชาวจีนเจ้าของภาษา โดยจะบันทึกทั้งในส่วนของพินอิน คำศัพท์ และการผสมคำ

3.3 ขั้นตอนวิธีสำหรับการเขียนอักษรจีน

งานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงขั้นตอนวิธีของเจชาวุฒิและคณะ [8] เพื่อให้สามารถทำงานได้กับการเขียนอักษรจีนได้ แม้ว่าขั้นตอนวิธีที่งานวิจัยดังกล่าวได้เสนอไว้ สามารถตรวจสอบทิศทางการเขียนอักษรไทยได้อย่างถูกต้อง แต่ยังคงมีข้อจำกัดตรงที่ไม่มีการจำกัดจำนวนเส้นที่ใช้ในการเขียนอักษรหนึ่งตัว หากอธิบายเทียบเคียงกับการเขียนอักษร “ก” แล้ว ขั้นตอนวิธีดังกล่าว อนุญาตให้ผู้เขียนสามารถยกปากกาได้ ไม่จำกัดจำนวนครั้งจนกว่าจะเขียนอักษรสำเร็จ ในทางกลับกัน การเขียนอักษรจีนมีความเข้มงวดในเรื่องของจำนวนเส้นขีดที่ใช้เพื่อประกอบการสร้างอักษร ด้วยเหตุผลนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่งานวิจัยชิ้นนี้ต้องปรับปรุงขั้นตอนวิธีให้มีคุณสมบัติสำคัญสามประการได้แก่ 1) สามารถตรวจสอบทิศทางการเขียนอักษรที่ถูกต้อง 2) เขียนอักษรโดยใช้จำนวนเส้นขีดเท่าที่จำเป็น และ 3) ตรวจสอบความคล้ายของอักษรที่สร้างขึ้นกับอักษรต้นแบบ โดยขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น มีตัวแปร (Variables) ฟังก์ชัน (Function) และเหตุการณ์ (Event) ที่เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นในการใช้พัฒนารหัสเทียม ดังแสดงในตารางที่ 1 และรหัสเทียมของขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นแสดงในตารางที่ 2 เมื่อวาดอักษรเสร็จแล้วในส่วนของการคำนวณค่าความคล้ายของอักษรที่ผู้ใช้งานวาดขึ้นกับอักษรต้นแบบยังคงใช้ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) ดังแสดงในหัวข้อที่ 3.3 [8]

ตารางที่ 1 ตัวแปรและฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องในรหัสเทียม

วัตถุ	คำอธิบาย
$p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n$	วัตถุนำทางบนอักษรจีนตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n มีค่าเป็นคู่ลำดับพิกัดแกน x และพิกัดแกน y ในระนาบสองมิติบนหน้าจอ
<i>endOfLine</i>	วัตถุนำทางที่อยู่ตำแหน่งปลายเส้นขีดแต่ละเส้น
<i>myShape</i>	อักขระที่ผู้ใช้วาดขึ้น
<i>totalLine</i>	จำนวนเส้นขีดทั้งหมดที่ใช้สร้างอักขระ
<i>numLine</i>	จำนวนเส้นขีดที่ถูกผู้ใช้วาดขึ้น
MOUSEDOWN	เหตุการณ์เมื่อเริ่มการวาด (สัมผัส)
MOUSEMOVE	เหตุการณ์เมื่อวาดอักขระ (ลาก)
MOUSEUP	เหตุการณ์เมื่อยุติการวาด (ปล่อย)
<i>mouseX</i>	พิกัดแกน x ของเมาส์เคอร์เซอร์ หรือพิกัดบนจอภาพที่นิ้วสัมผัสอยู่
<i>mouseY</i>	พิกัดแกน y ของเมาส์เคอร์เซอร์ หรือพิกัดบนจอภาพที่นิ้วสัมผัสอยู่
<i>mousePos</i>	คู่ลำดับพิกัดแกน x และพิกัดแกน y ของเมาส์เคอร์เซอร์ หรือพิกัดบนจอภาพที่นิ้วสัมผัสอยู่
θ	ค่าขีดแบ่ง โดยอาจกำหนดค่าเอง แต่ในงานวิจัยชิ้นนี้ ใช้รหัสเทียมในตารางที่ 4 [8] เพื่อคำนวณหาค่า
<i>startDraw()</i>	ฟังก์ชันเริ่มวาดอักขระ
<i>stopDraw()</i>	ฟังก์ชันหยุดวาดอักขระ
<i>clear()</i>	ฟังก์ชันลบอักขระที่ผู้ใช้วาดไว้
<i>dist()</i>	ค่าระยะทางแบบยูคลิด เพื่อหาคู่ลำดับสองคู่ที่มีระยะทางห่างกันเท่าไรบนปริภูมิสองมิติ

3.4 เครื่องมือวัดประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

นอกเหนือจากสื่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นแล้ว เครื่องมือที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้จากผู้ใช้งานได้แก่

3.4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบจำนวน 40 ข้อ แต่ละข้อมีสามตัวเลือก โดยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะได้รับการสลับข้อให้มีลำดับข้อที่ไม่เหมือนกันเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

3.4.2 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ มีจำนวน 12 ข้อ โดยมุ่งเน้นเพื่อวัดความพึงพอใจในสามด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบสื่อ ด้านเนื้อหา และด้านการใช้งาน

ตารางที่ 2 รหัสเทียมตรวจสอบการเขียนอักขระจีน

Algorithm: Handwriting Direction Detection	
1	numLine = 0
2	IF MOUSEDOWN = true THEN
3	numLine++;
4	IF numLine > totalLine THEN
5	clear(myShape)
6	ELSE
7	startDraw(myShape)
8	END IF
9	END IF
10	
11	IF MOUSEMOVE = true THEN
12	IF startDraw(myShape) = true THEN
13	IF $p_i = \text{endOfLine}$ THEN
14	stopDraw(myShape)
15	ELSE
16	mousePos = (mouseX, mouseY)
17	distance = dist(mousePos, p_i)
18	IF distance > θ THEN
19	clear(myShape)
20	i = 1;
21	ELSE
22	IF pi is reached THEN
23	i++;
24	END IF
25	END IF
26	END IF
27	END IF
28	
29	IF MOUSEUP = true THEN
30	stopDraw(myShape)
31	END IF

โดยแบบทดสอบทั้งสองชนิดได้รับการตรวจสอบความถูกต้องจากคณาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาภาษาจีนจำนวนสามท่าน แต่ละท่านมีคุณวุฒิขั้นต่ำระดับปริญญาโทและมีประสบการณ์สอนในระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่าสามปี เมื่อเครื่องมือเสร็จสมบูรณ์ จึงนำไปทดลองใช้กับผู้ร่วมวิจัยจำนวน 30 คน ที่มีโอกาสศึกษาหรือนำภาษาจีนกลางไปใช้ในชีวิตประจำวันช่วงอายุ 7-40 ปี ซึ่งอยู่ในวัยเด็กถึงวัยผู้ใหญ่ บริเวณตัวเมืองจังหวัดจันทบุรี โดยแบ่งช่วงอายุเป็นหกช่วงได้แก่ ช่วงอายุ 7-12, 13-18, 19-23, 24-29, 30-35 และ 36-40 ปี แต่ละช่วงจะมีผู้ร่วมวิจัยจำนวนห้าคน

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดสอบขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมีเพื่อแก้ปัญหาสองกรณีดังการทดสอบที่แสดงในตารางที่ 3 การทดสอบแรกเป็น

ปัญหาที่ผู้ใช้สามารถวาดเส้นขีดหนึ่งเส้นด้วยการยกปากกามากกว่าหนึ่งครั้ง นับเป็นเรื่องที่เกิดหลักการวาดเส้นของภาษาจีน เนื่องจากการเขียนอักขระจีนจำเป็นต้องสร้างเส้นขีดแต่ละเส้นให้เสร็จโดยที่ไม่ยกปากกาขึ้นเลย การทดสอบที่สองเป็นการปรับขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาของอักขระจีนที่มีเส้นขีดเป็นส่วนประกอบจำนวนมาก เช่น อักขระ 三 ที่ประกอบด้วยเส้นขีดจำนวนสามเส้น ผู้ใช้ต้องวาดทีละเส้นจากบนลงล่างอย่างถูกลำดับ เป็นต้น จากผลการทดลองในตารางที่ 3 ที่แสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมีส่วนของคำสั่งเงื่อนไขที่ป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าว

4.2 สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น

สื่อการสอนแบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ แอนดรอยด์ และไอโอเอส โดยหน้าจอหลักของสื่อแสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งเป็นหน้าจอที่มีปุ่มให้เลือกหกรายการ ได้แก่ หลักการ พินอิน ผสมคำ ตัวอักษรภาษาจีน คำศัพท์ และเกม เมื่อผู้ใช้งานคลิกปุ่มใดจะพบกับหน้าต่างอธิบายเนื้อหาของหัวข้อที่ถูกเลือก เช่น เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม “หลักการ” สื่อจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 เมนูของสื่อการเรียนรู้



ภาพที่ 3 หน้าจอเนื้อหาการออกเสียงตามแหล่งกำเนิด

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลการทดลองที่เกิดจากขั้นตอนวิธีทั้งสอง

การทดสอบ	ตัวแบบที่ใช้วาด	ผลการทดลองที่ได้	
		ขั้นตอนวิธีเดิม [8]	ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น
1) การเขียนตัวอักษรที่มีเส้นขีดหนึ่งเส้นโดยยกปากกามากกว่าหนึ่งครั้ง		สามารถวาดโดยยกปากกามากกว่าหนึ่งครั้ง หากทิศทางการวาดเส้นไม่ไกลจากวัตถุนำทางบนโมเดลต้นแบบมากนัก เช่น 	เมื่อจรดปากกาครั้งที่สอง ระบบจะบังคับให้ผู้ใช้ออกอักขระใหม่ตั้งแต่แรก เนื่องจากมีการจำกัดจำนวนครั้งของการยกปากกาดังแสดงในรหัสเทียมในตารางที่ 2 ในบรรทัดที่ 5-6
2) การเขียนตัวอักษรที่มีจำนวนเส้นขีดมากกว่าหนึ่งเส้น		สามารถลากเส้นตามวัตถุนำทางหมายเลข 1-4 ได้ จากนั้นระบบจะบังคับให้ผู้ใช้ออกอักขระใหม่ตั้งแต่แรกเมื่อผู้ลากเส้นถึงวัตถุนำทางหมายเลข 4 เนื่องจากระบบจะคำนวณค่าระยะทางระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของเมาส์กับวัตถุนำทางหมายเลข 5 ซึ่งเกินกว่าค่า θ (ที่คำนวณจากระยะทางเฉลี่ยของวัตถุนำทางตำแหน่งติดกันทุกจุด) ดังเช่น 	สามารถลากเส้นตามวัตถุนำทางหมายเลข 1-4 และยกปากกาเพื่อวาดเส้นอีกครั้งตามวัตถุนำทางหมายเลข 5-9 เนื่องจากมีคำสั่งให้หยุดวาดเส้นดังแสดงในรหัสเทียมในตารางที่ 2 ในบรรทัดที่ 19-21

ซึ่งเป็นเนื้อหาการจำแนกเสียงตามแหล่งกำเนิดเสียง จากหน้าจอดังกล่าวผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มกราฟิกบริเวณมุมบนขวาเพื่ออ่านเนื้อหาอื่นๆ เกี่ยวกับหลักการ หรือกดปุ่มกราฟิกรูปบ้านบริเวณมุมบนซ้ายของหน้าจอเพื่อกลับสู่เมนูหลัก

จากหน้าเมนูหลักในภาพที่ 2 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูพินอินสื่อจะแสดงหน้าจอที่มีเมนูย่อยสี่เมนู ได้แก่ พยัญชนะ สระเดี่ยว สระผสม และวรรณยุกต์ ให้ผู้ใช้เลือกเมนูที่ต้องการเรียนรู้ หากผู้ใช้เลือกเมนู พยัญชนะ จะแสดงหน้าเมนูพยัญชนะมาให้เลือก 11 รายการ ดังแสดงในภาพที่ 4 หากผู้ใช้เลือกพยัญชนะ “บ” (ปว) สื่อจะแสดงเนื้อหาพินอิน คำอ่าน โดย



ภาพที่ 4 เมนูย่อยให้เลือกพยัญชนะในหมวดพินอิน

หน้าจอดังกล่าวแสดงในภาพที่ 5 หากกดปุ่มลำโพง ผู้ใช้สามารถฟังเสียงพินอินได้ หากกดปุ่มกากบาท จะกลับมายังหน้าจอในภาพที่ 4



ภาพที่ 5 หน้าต่างเนื้อหาพินอิน ของพยัญชนะ “ปว”

จากหน้าเมนูหลักในภาพที่ 2 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูผสมคำสื่อจะแสดงเมนูย่อยพยัญชนะ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการเรียนรู้พยัญชนะตัวใด หากผู้ใช้เลือกการผสมคำพยัญชนะ “บ” (ปว) สื่อจะแสดงหน้าจอในภาพที่ 6 ในหน้าจอนี้ผู้ใช้สามารถคลิกที่เซลล์ของตารางแต่ละเซลล์เพื่อฟังเสียงของการผสมคำแต่ละโทนเสียงเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบโทนเสียงที่ใกล้เคียงกันได้

จากหน้าเมนูหลักในภาพที่ 2 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูตัวอักษรภาษาจีน จะพบหน้าจอเมนูย่อยที่มีเนื้อหาให้เลือกอีกสี่รายการ ได้แก่ 1) เส้นขีดตัวอักษร 32 รูปแบบ 2) ลำดับขีดตัวอักษรแปดรูปแบบ 3) โครงสร้างของตัวอักษรจีน 17 รูปแบบ และ 4) ผีกระชัง หน้าจอตั้งกล่าวแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งปุ่มกราฟิกที่บ้านตำแหน่งกลางจอภาพสามารถใช้เพื่อกลับไปยังเมนูหลัก



เสียง	1	2	3	4
a	bā	bá	bǎ	bà
o	bō	bó	bǒ	bò
e	-	-	-	-
-i	-	-	-	-
er	-	-	-	-
ai	bāi	bái	bǎi	bài

ภาพที่ 6 หน้าจอการผสมคำของพยัญชนะ “ปัว”



ภาพที่ 7 เมนูย่อยของตัวอักษรภาษาจีน

จากหน้าจอในภาพที่ 7 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูเส้นขีดตัวอักษร จะปรากฏหน้าจอตั้งภาพที่ 8 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูลำดับขีดตัวอักษร จะปรากฏหน้าจอตั้งภาพที่ 9 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูโครงสร้างของตัวอักษรจีน จะปรากฏหน้าจอตั้งภาพที่ 10 และเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูผีกระชัง จะปรากฏหน้าจอตั้งภาพที่ 11

จากภาพที่ 8 เนื้อหาที่แสดงในหน้าประกอบด้วย วิธีการเขียนที่แสดงเป็นอนิเมชัน (Animation) ทำให้ผู้ใช้ทราบถึงทิศทางการเขียนที่ถูกต้องว่าเริ่มต้นจากจุดใดและสิ้นสุดที่จุดใด ผู้ใช้สามารถกดที่ลำโพงเพื่อฟังเสียงชื่อเรียกภาษาจีนพินอินได้ นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างตัวอักษรจีนที่มีเส้นขีดนั้นเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย

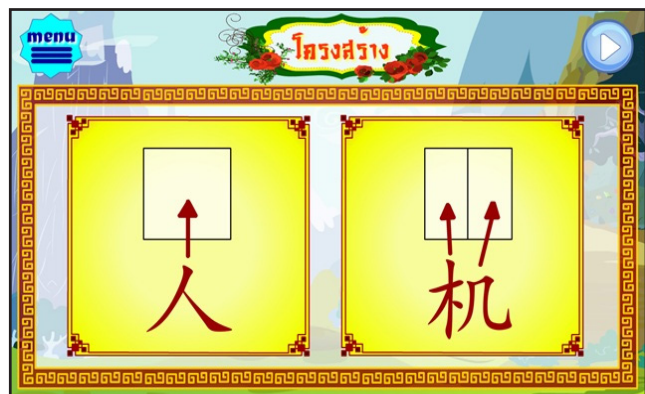


ภาพที่ 8 หน้าจอเนื้อหาเส้นขีดตัวอักษร



ภาพที่ 9 หน้าจอเนื้อหาเมนูลำดับขีด

จากภาพที่ 9 เนื้อหาที่แสดงในหน้าประกอบด้วยพื้นฐานการขีดเส้นต่างๆ โดยจำนวนเส้นขีดทั้งหมดมีอยู่แปดรูปแบบ รวมถึงแสดงเส้นขีดและวิธีการขีดที่แสดงเป็นอนิเมชัน เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงทิศทางการเขียนที่ถูกต้องว่าเริ่มต้นจากจุดใดและสิ้นสุดที่จุดใด



ภาพที่ 10 หน้าจอเนื้อหาเมนูโครงสร้างของตัวอักษร

จากภาพที่ 10 เนื้อหาที่แสดงบนจอประกอบด้วยโครงสร้างของอักขระภาษาจีน ที่มีทั้งหมด 17 รูปแบบ



ภาพที่ 11 หน้าจอเนื้อหาการฝึกเขียน

จากภาพที่ 11 เนื้อหาสำหรับการฝึกเขียนที่ผู้ใช้ต้องเป็นผู้เขียนเส้นขีดอักษรตามวัตถุนำทาง หากมีการลากเส้นออกไกลจากจุดที่กำหนด สื่อจะบังคับให้ผู้ใช้อวดใหม่ เมื่อผู้ใช้อวดอักษรนั้นเสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม “ส่ง” เพื่อให้สื่อคำนวณคะแนนความคล้ายของอักษรที่วาดขึ้นกับอักษรต้นแบบ โดยหน้าจอแสดงคะแนนความคล้ายของอักษรที่วาดขึ้นแสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 หน้าจอแสดงค่าคะแนนความคล้าย

จากเมนูหลักในภาพที่ 2 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูคำศัพท์ สื่อเมนูย่อยให้ผู้ใช้เลือกหมวดคำศัพท์ที่ต้องการศึกษา อันประกอบด้วย 11 หมวด ได้แก่ ผลไม้ สัตว์ ตัวเลข ห้องเรียน อาชีพ ของใช้ในชีวิตประจำวัน ร่างกาย ครอบครัว สี เครื่องแต่งกาย และอื่นๆ (ผัก สถานที่ อาหาร ฤดูกาลและสภาพอากาศ ยานพาหนะ) ตัวอย่างการกดปุ่มกราฟิกเครื่องแต่งกาย และการกดปุ่มกราฟิกอื่นๆ และเลือกเนื้อหาสถานที่ ทำให้สื่อแสดงหน้าจอในภาพที่ 13 และภาพที่ 14 ตามลำดับ

จากภาพที่ 13 เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่มกราฟิกรูปเน็คไท จะแสดงหน้าจอในภาพที่ 15 ในหน้าจอนี้จะแสดงเนื้อหา



ภาพที่ 13 ปุ่มกราฟิกของคำศัพท์หมวดเครื่องแต่งกาย



ภาพที่ 14 ปุ่มกราฟิกของคำศัพท์หมวดสถานที่

เกี่ยวกับคำศัพท์ อันประกอบด้วย รูปภาพ ชื่อภาษาจีน พินอิน คำแปล และผู้ใช้สามารถกดที่ลำโพงเพื่อฟังเสียงการสะกดคำศัพท์



ภาพที่ 15 หน้าต่างเนื้อหาคำศัพท์ “เน็คไท”

จากเมนูหลักในภาพที่ 2 หากผู้ใช้เลือกเมนูเกม สื่อจะแสดงเกมให้เลือกสองรูปแบบ ได้แก่ 1) พินอินหรรษา ซึ่งแสดงในภาพที่ 16 ที่ใช้เพื่อวัดความสามารถในการจดจำการแปลงเสียง ว่าตรงกับสัทศาสตร์แบบพินอินตัวใด โดยคำถามจะเป็นปุ่มให้กดเพื่อฟังเสียง จากนั้นผู้ใช้ต้องเลือก

คำตอบที่ถูกต้องจากสามตัวเลือก และเกมอีกรูปแบบหนึ่งคือ 2) รอยขีดความจำ ซึ่งแสดงในภาพที่ 17 ที่ใช้วัดความเข้าใจถึงลำดับการเขียนเส้นขีดเพื่อสร้างอักขระจีน โดยคำถามจะเป็นรูปร่างอักขระจีน จากนั้นผู้ใช้ต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องหนึ่งตัวเลือกจากสามตัวเลือก ในการเล่นเกมทั้งสองรูปแบบในแต่ละครั้ง ผู้ใช้จะได้รับคำถามที่ไม่เหมือนเดิม เพราะสื่อจะทำการสุ่มคำถามจำนวนสิบคำถามจากจำนวนคำถามในคลังคำถามที่มีทั้งหมด 30 คำถามให้ผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ทำการตอบคำถามครบทั้งสิบข้อแล้ว โปรแกรมจะแสดงคะแนนที่ได้รับออกทางจอภาพ



ภาพที่ 16 หน้าจอเกมพินอินหรรษา



ภาพที่ 17 หน้าจอเกมรอยขีดความจำ

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใช้งาน

งานวิจัยชิ้นนี้ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใช้งานซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปที่มีโอกาสศึกษาหรือนำภาษาจีนกลางไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งแสดงค่าการเปรียบเทียบคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานช่วงอายุ 7-40 ปีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยได้รับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 32.87 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนน

เฉลี่ยก่อนเรียน 16.40 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ	ก่อนเรียน	หลังเรียน
คะแนนเต็ม	40	40
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	16.40	32.87
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.874	2.285
t	26.207	
p	.0000*	

$p^* \leq 0.05$

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้

หลังจากทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน งานวิจัยชิ้นนี้ยังได้ศึกษาความพึงพอใจจากผู้ใช้งานกลุ่มดังกล่าว

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ข้อคำถาม	Mean	S.D.
ด้านการออกแบบ		
1. สีสันสวยงาม เป็นระเบียบเรียบร้อย	4.57	0.504
2. ขนาดตัวอักษรและภาพมีความเหมาะสม	4.43	0.568
3. ปุ่มมีการจัดวางอย่างเหมาะสม	4.50	0.509
ด้านเนื้อหา		
1. เนื้อหาเข้าใจได้ง่าย ไม่สับสน	4.37	0.556
2. เนื้อหาเหมาะกับผู้เริ่มต้นเรียนภาษาจีน	4.67	0.547
3. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4.20	0.761
ด้านการใช้งาน		
1. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้	4.40	0.498
2. ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากใช้งาน	4.77	0.430
3. ใช้งานได้ง่าย	4.60	0.498
4. นำความรู้ที่ได้ไปใช้งานได้จริง	4.50	0.509
5. ได้รับความสนุกสนานและเพลิดเพลิน	4.50	0.509
6. ความพึงพอใจในภาพรวม	4.53	0.507
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.533

ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลจากการประเมินความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้ใช้งานอยู่ที่ 4.50 ซึ่งเปรียบเทียบได้ว่าผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.533 ตามลำดับ

5. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาสื่อการสอนภาษาจีนเบื้องต้นด้วยพินอินที่จัดทำขึ้นสำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วยพินอินทั้งหมด จำนวน 60 ตัว การผสมคำทั้งหมดจำนวน 1,484 คำ จำนวนคำศัพท์ทั้งหมด 207 คำ มีการแบ่งหมวดหมู่ของคำศัพท์เป็น 11 หมวด โดยคำศัพท์แต่ละคำประกอบด้วย รูป ภาพ ชื่อภาษาจีน พินอิน คำแปล พร้อมกับปุ่มกดฟังเสียง เส้นขีดตัวอักษรภาษาจีนทั้งหมดจำนวน 32 รูปแบบ ลำดับขีดตัวอักษรแปดรูปแบบ โครงสร้างของตัวอักษรจีน 17 รูปแบบ และเกมฝึกทักษะแบบสามตัวเลือกจำนวนสองเกม โดยแต่ละเมนูจะมีคำแนะนำก่อนเข้าสู่บทเรียน ทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจและไม่เกิดความสับสนในระหว่างเรียน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความพึงพอใจต่อการใช้งานสื่อในระดับดีมาก อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหลังการใช้งานสื่อการเรียน ผู้เรียนจำนวนหนึ่งต้องการให้พัฒนาเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยค และบทสนทนาในชีวิตประจำวัน เนื่องจากผู้ใช้งานมีสายอาชีพที่จำเป็นต้องพบปะพูดคุยกับคนจีน หากผู้ใช้สนใจนำสื่อการเรียนรู้นี้ไปใช้เป็นสื่อหรืออุปกรณ์ในการเรียนการสอน สามารถติดต่อมาทางคณะผู้จัดทำได้ ทางคณะผู้จัดทำจะแนะนำการใช้งานให้กับผู้ที่สนใจอย่างเต็มที่

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Worldmeters.info. *World Population*. Available Online at www.worldmeters.info/world-population. accessed on 15 March 2016.
- [2] United Nation. *Language on UN's Website*. Available Online at www.un.org. accessed on 15 March 2016.
- [3] ISO. *Romanization of Chinese (ISO7098)*. Available Online at www.iso.org/standard/61420.html. accessed on 30 March 2016.
- [4] Google. *Google Pinyin Input*. Available Online at <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.inputmethod.pinyin>. accessed on 30 March 2016.
- [5] W. Pasakanon and J. Janruang. "Development of White Horse Game to Basic English Learning for Thai Students in Phathom 1-3 on Android." *Proceedings of 10th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2014)*, Phuket, 8-9 May, 2014.
- [6] L. Sheng. "A Development of Thai Language Pronouncing Instructional Model Phonetic Alphabet and Personal Interaction for Chinese Students." *Journal of Administration and Development, Mahasarakham University*, Vol.4, No.1, pp.122-142, 2012.
- [7] R. ChanEiad. *Chinese Wording Spelling using Test*. Classroom Action Research, Theeparat Pittaya School, Samui District, Surat Thani, 2010.
- [8] D. Wanichsan, T. Rattanakom, N. Ninchawee, and P. Kongjuk. "An Algorithm for Handwriting Exercise in Thai Alphabet on the Use of Tablet PC." *Proceedings of 11th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2015)*, Bangkok, 2-3 July, 2015.