

## การรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตา

### Lottery Digit Recognition for the Visually Impaired

เทวฤทธิ์ ชมภู

ศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์

สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Email: thewarit1513@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การประกอบอาชีพของผู้พิการทางสายตานั้นมีทางเลือกไม่มากนัก ซึ่งส่วนมากจะประกอบอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล โดยการทราบหมายเลขบนสลากนั้นเป็นเรื่องยากสำหรับผู้พิการทางสายตา งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาล และพัฒนาระบบในการอ่านหมายเลข โดยนำเอา Tesseract OCR Engine มาประยุกต์ใช้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ (1) การประมวลผลขั้นต้น (Pre-process) เช่น การปรับแต่งขนาดของภาพ (Normalization) การตัดเลือกพื้นที่ที่ต้องการ (Cropping) และการสกัดลักษณะสำคัญ (Feature Extraction) (2) การรู้จำ (Recognition) เช่น วิธีการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง (Structural Analysis) วิธีทางโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) (3) การประมวลผลขั้นปลาย (Post-Processing) ส่วนนี้มักจะทำงานเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำและไวยากรณ์ภาษา โดยมักจะใช้พจนานุกรมมาช่วยในการตรวจสอบคำผิด การทำงานของระบบเป็นการสแกนหมายเลขของสลาก จากนั้นทำการรู้จำหมายเลข และแสดงผลการรู้จำผ่านเสียง ทำการทดสอบระบบโดยผ่านทางอุปกรณ์หลักคือ raspberry pi โดยทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ที่ถูกออกแบบไว้เนื่องจากผู้พิการทางสายตาไม่สามารถทราบได้ว่าด้านไหนที่มีหมายเลขจึงต้องมีการออกแบบฮาร์ดแวร์ที่ช่วยให้ทราบหมายเลขสลากได้ง่ายขึ้น ใช้สลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทย เป็นข้อมูลในการทดสอบผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

**คำสำคัญ :** ล็อตเตอรี่, การรู้จำ, ผู้พิการทางสายตา, Tesseract OCR

#### Abstract

The career of the visually impaired has little choice. The Most of them are in the lottery industry. By knowing the number on the lottery it is difficult for the visually impaired. This research presents the lottery number recognition algorithm and develop a system to read numbers by taking Tesseract OCR Engine to apply. It consists of the following main steps: 1. Primary processing Such as the size of the image, Cropping and Feature Extraction. Step: 2. Recognition Such as Structural Analysis and Neural Network. Step: 3. Post-Processing This section usually works on verifying the accuracy of spelling and grammar of the language. The dictionary is often used to help diagnose mistakes. The system works as a lottery number scan. Then recognize the number. And display speech recognition. System testing through the main device is: raspberry pi. Working with hardware designed because the visually impaired cannot know where the number is, so there must be a hardware design that makes it easier to check the lottery numbers and use the lottery system. The information in the test results of the system performance evaluation.

**Keyword:** Lottery, Recognition, The visually impaired, Tesseract OCR engine.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันผู้พิการทางสายตาจำนวนมากยึดอาชีพขายสลากกินแบ่งรัฐบาล เนื่องจากไม่สามารถประกอบอาชีพอื่นได้ ผู้พิการบางส่วนจึงต้องรับสลากกินแบ่งรัฐบาลจากผู้ค้าคนกลางมาขาย โดยสลากที่รับมานั้นจะต้องอาศัยผู้ที่สายตาปกติในการช่วยอ่านหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลหรือใช้วิธีการแนบอักษรเบลไว้ใต้สลากกินแบ่งรัฐบาล เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาทราบหมายเลขของสลากกินแบ่งรัฐบาลที่ผู้ซื้อต้องการ

จากองค์ความรู้เกี่ยวกับการรู้จำ(Recognition) มีการรู้จำหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรู้จำวัตถุ การรู้จำเสียง การรู้จำภาพ หรือการรู้จำตัวอักษร ในการรู้จำตัวอักษรจะใช้เทคโนโลยี (Optical Character Recognition) OCRซึ่งได้รับความนิยมในหลายงานวิจัย งานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยใช้เทคโนโลยี OCR พัฒนาระบบรู้จำหมายเลขและประเมินประสิทธิภาพการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลขึ้นมา โดยยึดสลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทยเป็นพื้นฐานในการพัฒนา

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เกิดแนวความคิดเพื่อส่งเสริมผู้พิการทางสายตา ให้ทราบหมายเลขของสลากกินแบ่งรัฐบาลในรูปแบบของระบบเสียงแทนการสัมผัสอักษรเบลโดยมีความรวดเร็วแม่นยำและลดขั้นตอนในการอ่านหมายเลขสลากกินแบ่งจากวิธีการเดิมได้ดังนี้

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตา ในการศึกษาครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิด หลักการ ทฤษฎี เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และการอภิปรายผลการศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

### 2.1 Optical Character Recognition (OCR)

เป็นกระบวนการของการแปลงสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น กระดาษ นิตยสาร สัญญา หรือข้อมูลอะไรก็ตามที่อยู่ในรูปของเอกสารกระดาษ ให้กลายเป็นเป็นข้อความ ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานหลัก 3 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่1



รูปที่ 1 โครงสร้างระบบของ OCR

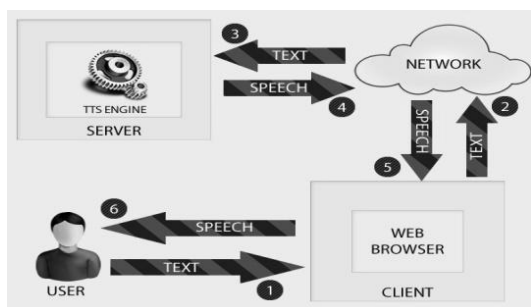
1) ขบวนการประมวลผลขั้นต้น (Pre-Processing) การประมวลผลขั้นต้น เป็นขั้นตอนในการปรับแต่งและจัดเตรียมข้อมูลเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการรู้จำตัวอักษรในขั้นต่อไป โดยขั้นตอนนี้ ประกอบด้วย การกรองสิ่งรบกวน (Noise Filtering) การปรับแต่งขนาดของภาพ (Normalization) การตัดเลือกพื้นที่ที่ต้องการ (Cropping) และการสกัดลักษณะสำคัญ (Feature Extraction) โดยจะดึงโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของตัวอักษรออกมา เพื่อส่งต่อไปยังขั้นการรู้จำตัวอักษร 2) ขั้นตอนการรู้จำ ถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบในการแปลงไฟล์ภาพข้อมูลที่ได้ให้เป็นตัวอักษรภาษาไทยที่มีความถูกต้องเหมือนต้นฉบับ ในการพัฒนาระบบรู้จำ ได้มีการใช้วิธีทางโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ซึ่งเป็นการเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ โดยมีโครงข่ายเชื่อมต่อกันของหน่วยความจำย่อยๆ จำนวนมากที่สะสมความรู้เอาไว้ ทั้งนี้ความรู้และแบบตัวอักษรต่างๆ จะมีการฝึกสอนไว้ให้กับระบบ และเมื่อภาพส่งเข้าสู่ระบบรู้จำ ระบบจะแปลงภาพเป็นข้อความตัวอักษรเพื่อส่งผลลัพธ์ออกสู่กระบวนการประมวลผลขั้นปลาย 3) ขบวนการประมวลผลขั้นปลาย(Post-Processing) หลังจากที่ผ่านมาขั้นตอนการรู้จำแล้ว รูปตัวอักษรที่ถูกส่งเข้าไปจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นรหัสตัวอักษร ซึ่งก็ไม่ได้หมายความว่าเอาท์พุตที่ได้มาจะถูกต้องทั้งหมด ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องให้แก่โปรแกรมจึงได้มีการเสริมส่วนการตรวจสอบและแก้ไขข้อความเข้ามา โปรแกรมส่วนนี้มักจะทำงานเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำและไวยากรณ์ภาษา โดยมักจะใช้พจนานุกรมมาช่วยในการตรวจสอบคำผิด ซึ่งอาจแก้ไขให้โดยอัตโนมัติหรือแสดงเครื่องหมายบางอย่างเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าคำดังกล่าวอาจไม่ถูกต้อง ซึ่งผู้ใช้อาจแก้หรือไม่แก้ก็ขึ้นกับการตัดสินใจของผู้ใช้เอง

### 2.2 OpenCV

โปรแกรม OpenCV เป็น Library ในภาษา C++ และ Python สำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับ Image Processing และ Computer Vision โดยสามารถพัฒนาได้ทั้งในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และ ระบบปฏิบัติการ Linux วิธีใช้งาน OpenCV ใช้ร่วมกับโปรแกรม Visual Studio C++ ในการนำ OpenCV มาใช้งานร่วมกับ Visual Studio C++ เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมนั้น เราจำเป็นต้องตั้งค่าให้กับโปรแกรม Visual Studio C++ ก่อน เพื่อระบุตำแหน่งของ Library ของ OpenCV ตำแหน่งของไฟล์ที่ต้องใช้ในโปรแกรม และตำแหน่งของ Source File ให้ตัวโปรแกรมทราบและสามารถดึงมาใช้ได้

### 2.3 gTTS (Google Text-to-Speech)

เป็นโมดูลที่ดึง Google TTS (Text-to-Speech) API เข้ามาใช้งาน โดยจะสร้างไฟล์เสียงสังเคราะห์ขึ้นมาในรูปแบบ mp3 ไม่จำกัดความยาว รองรับภาษาต่าง ๆ รวมถึงภาษาไทย (เวลาใช้งานอาจจะต้องเรียกใช้อินเทอร์เน็ต) ใช้ License: MIT รองรับทั้ง Python 2.7 และ Python 3



รูปที่ 2 รูปแบบการทำงานของ gTTS

### 2.4 Raspberry Pi

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่ง E-mail หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วิดีโอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย บอร์ด Raspberry Pi รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card บอร์ด Raspberry Pi นี้

ถูกออกแบบมาให้มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้



รูปที่ 3 บอร์ด Raspberry pi

## 3. วิธีการดำเนินงาน

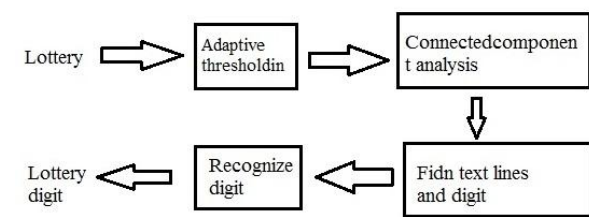
การดำเนินงานวิจัย เพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาระบบ โดยเริ่มต้นจากการศึกษาผลงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้โดยนำแนวคิด และปัญหาของผลงานวิจัยนั้น เพื่อมาแก้ไขหรือพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและการทดลองที่แม่นยำในการทำงาน และให้ระบบสามารถอ่านตัวเลขของสลากกินแบ่งรัฐบาลในรูปแบบของระบบเสียงได้ การออกแบบและการสร้างระบบต้องคำนึงถึงงบประมาณค่าใช้จ่าย และที่สำคัญระยะเวลาการทำงานเพื่อให้ได้ระบบที่สามารถเสร็จตามเวลาที่กำหนด ซึ่งได้มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

### 3.1 ศึกษาความเป็นไปได้

ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำ ตัวอักษรที่ใช้เทคโนโลยี OCR ในลักษณะต่างๆ เช่น ลายมือเขียน แผ่นป้ายทะเบียน ไฟล์ภาพ ตัวอักษร จาหน้าซองจดหมาย กระดาษคำตอบของข้อสอบแบบปรนัย เป็นต้น โดยทำการศึกษางานวิจัยทั้ง ไทยและต่างประเทศย้อนหลัง ผลการศึกษาพบว่างานวิจัยที่นำ เทคโนโลยี OCR มาใช้ในการรู้จำ วัตถุลักษณะต่างๆให้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับสูงงานวิจัยจึงได้นำ มาใช้กับสลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทย และทำการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเพิ่มเติม

### 3.2 วิเคราะห์ระบบ

การรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตาที่พัฒนาขึ้นได้นำ Tesseract OCR engine มาประยุกต์ใช้ โดยมีขั้นตอนหลักๆ 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกคือการปรับแต่งภาพสีให้เป็นภาพสองระดับ ขั้นตอนที่ 2 คือการวิเคราะห์องค์ประกอบ ในขั้นตอนนี้จะได้โครงร่างของหมายเลข ขั้นตอนที่ 3 คือการหาเส้นข้อความและหมายเลข หมายเลขจะถูกจัดเป็นกลุ่มของหมายเลข 6 หลักและขั้นตอนที่ 4 คือการรู้จำครั้งที่ 1 หมายเลขจะถูกนำไปจำแนกแบบ static เพื่อนำ output ที่ได้แปลงเป็นไฟล์ audio ในขั้นตอนต่อไป แสดงดังไดอะแกรม ใน



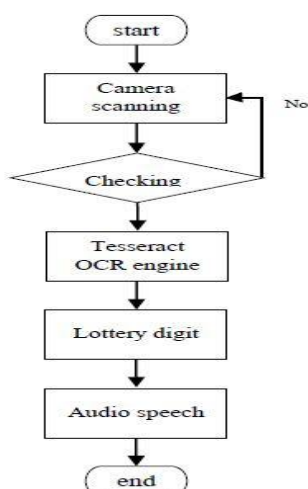
รูปที่1

รูปที่4 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนของ Tesseract OCR engine

### 3.3 พัฒนาระบบ

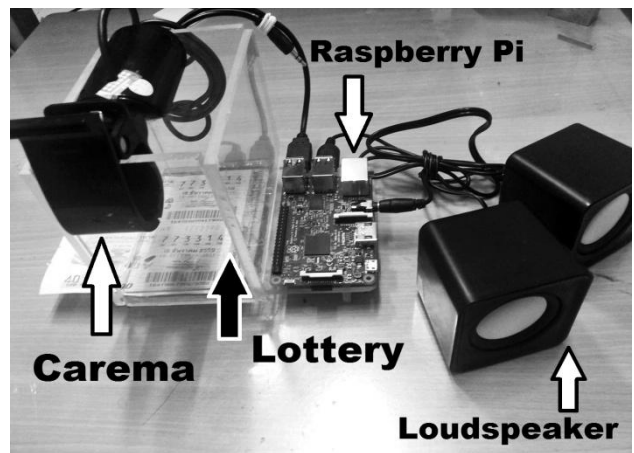
ระบบรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยหลักๆ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการทำงานของระบบ แบ่งออกได้ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1) ระบบทำการรับข้อมูลภาพจากกระบวนการทำงานของ OpenCV จาก Camera จากนั้นทำการบันทึกภาพเป็นไฟล์ภาพ JPG ขั้นตอนที่ 2) ส่วนหลักของระบบจะทำการดึงไฟล์ภาพที่บันทึกไว้มาแปลงเป็นไฟล์ตัวอักษรแล้วเก็บค่าที่ได้ไว้เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนที่ 3) นำไฟล์ตัวอักษรที่ได้มาบันทึกเป็นไฟล์เสียงแล้วทำการอ่านไฟล์เสียงที่บันทึกไว้ดังไดอะแกรมรูปที่5



รูปที่ 5 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

ส่วนที่ 2 คือส่วนของฮาร์ดแวร์ เนื่องจากในสลากกินแบ่งรัฐบาลมีตัวอักษรที่เราไม่ต้องการอ่านอยู่มาก ระบบจึงต้องมีตัวฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบมาให้กล้องที่จับภาพสามารถจับภาพเฉพาะตัวเลขของสลากกินแบ่งรัฐบาลเท่านั้น เพื่อป้องกันไม่ให้กล้องจับภาพตัวอักษรหรือตัวเลขที่ไม่ต้องการดังรูปที่6



รูปที่ 6 อุปกรณ์ในส่วนของฮาร์ดแวร์

### 3.4 ทดสอบระบบ

มีการทดสอบทดสอบความถูกต้องของการใช้งานระบบ โดยให้ระบบทดลองอ่านสลากกินแบ่งรัฐบาล ใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ และภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงข้อมูลจริงที่ใช้ในการทดสอบ คือ สลากกินแบ่งรัฐบาลประเทศไทย ในสภาพสมบูรณ์ เงื่อนไขในการทดสอบ คือ ระบบสามารถอ่านหมายเลขถูกต้องทั้งหมด 6 หลักต่อสลาก 1 ใบ ให้ถือว่าถูกต้อง หากระบบอ่านหมายเลขถูกต้องน้อยกว่า 6 หลักต่อสลาก 1 ใบ ให้ถือว่าไม่ถูกต้อง โดยทดสอบ 2 ครั้ง จำนวน 10 หมายเลข

### 4. ผลการทดลอง

สถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพระบบ ใช้หาค่าร้อยละความถูกต้อง ซึ่งมีสมการแสดงดังนี้

สมการหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการอ่านต่อสลากกินแบ่งรัฐบาล 1 ใบ

$$\text{เวลาเฉลี่ย} = \frac{Ta}{Nt} \quad (1)$$

เมื่อ

Ta คือ เวลารวมทั้งหมด

Nt คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

สมการหาร้อยละที่ระบบสามารถอ่านได้อ่านหมายเลขได้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่อ่านได้} = \frac{NL}{NL_a} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

NL คือ จำนวนสลากกินแบ่งรัฐบาลที่อ่านได้

NLa คือ จำนวนสลากกินแบ่งรัฐบาลทั้งหมดที่

ทดลอง

สมการหาร้อยละที่ระบบอ่านหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลถูกต้อง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่อ่านถูก} = \frac{NL_c}{NL_a} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

NLc คือ จำนวนสลากกินแบ่งรัฐบาลที่อ่านถูกต้อง

NLa คือ จำนวนสลากกินแบ่งรัฐบาลทั้งหมดที่ทดลอง

ในการทดสอบระบบใช้สลากกินแบ่งรัฐบาลทั้งหมด 10 ใบ และทำการทดลอง 2 ครั้ง ดังตารางผลการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1: ผลการประเมินการอ่านหมายเลข ครั้งที่ 1

ฉลากใบ ที่	ผลการอ่าน		เวลา ที่ใช้	ชุด ตัวเลข	ชุดตัว เลขที่อ่าน ได้
	ได้	ไม่ได้			
1			7.02	813180	813180
2			6.02	817621	817621
3			14.03	158018	-
4			6.01	773314	773314
5			4.79	011314	011314
6			5.94	344977	344977
7			4.01	498077	498077
8			6.48	606977	606977
9			5.33	921577	921577
10			4.68	520102	520102

ตารางที่ 4.2: ผลการประเมินการอ่านหมายเลข ครั้งที่ 2

ฉลากใบ ที่	ผลการอ่าน		เวลา ที่ใช้	ชุด ตัวเลข	ชุดตัวเลขที่ อ่านได้
	ได้	ไม่ได้			
1			6.28	813180	813180
2			4.64	817621	817621
3			7.85	158018	158018
4			7.92	773314	773314
5			10.97	011314	-
6			5.87	344977	344977
7			7.45	498077	498077
8			7.92	606977	606977
9			11.84	921577	921571
10			6.02	520102	520102

จากตารางการทดสอบระบบสามารถหาค่าเฉลี่ยจากสมการ การอ่านหมายเลขต่อฉลาก 1 ใบ ได้ 7.05 วินาที อ่านหมายเลขได้ร้อยละ 90 เปอร์เซนต์และอ่านหมายเลขได้ถูกต้องร้อยละ 85 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

## 5. สรุป

จากการพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยใช้ Tesseract OCR engine ทำงานบน raspberry pi ใช้เวลาเฉลี่ยในการอ่านเท่ากับ 7.05 วินาทีต่อการอ่านสลาก 1 ใบ การพัฒนาขั้นตอนวิธีการรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยระบบจะทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่องานวิจัยนี้โดยเฉพาะจากการทดสอบการทำงานของระบบแบบ ผลการอ่านที่ระบบสามารถอ่านได้มีเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 90 และผลของการอ่านหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลที่ถูกต้องมีเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 85 ตามลำดับ ปัญหาและอุปสรรคที่พบคือ เนื่องจากความคมชัดของภาพและแสงมีผลต่อการอ่านหมายเลขจึงต้องมีการปรับโฟกัสภาพค่อนข้างบ่อย

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยการพัฒนาระบบรู้จำหมายเลขสลากกินแบ่งรัฐบาลควรมีการจัดอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องที่สูงกว่าและในอนาคตคาดว่าจะ มี

การพัฒนาในส่วนของการสร้างแอปพลิเคชันและนำไป  
ประยุกต์ใช้กับระบบอื่นๆด้วย

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] RAY SMITH, “AN OVERVIEW OF THE TESSERACT OCR ENGINE”, IEEE TRANS. ON DOCUMENT ANALYSIS AND RECOGNITION, VOL 2, NO. 9, PP. 629-633, 2007.
- [2] จันทร์จิรา สิ้นทนะโยธิน, “การประมวลผลภาพด้วย C++ BUILDER” สาร NECTEC ฉบับ กันยายน – ตุลาคม, หน้า 45-52, 2545.
- [3] ไพศาล สุธีบรรเจิด, “THAI OCR FOR CAR LICENSE PLATE RECOGNITION” การประชุมวิชาการ ECTI-CARD RMUTT ครั้งที่ 4 2122 มิถุนายน 2555.
- [4] นุชนาฏ สัตยาภิ และคณะ. “HANDWRITTEN DIGITS OCR FOR IDENTIFYING EXAMINEE NUMBER ON OBJECTIVE TEST ANSWER SHEET”, NARESUAN UNIVERSITY JOURNAL: SCIENCE AND TECHNOLOGY 2014.
- [5] RENUKA DEVI D AND KANAGAPUSHPAVALLI D, “AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION”, IEEE TRANS. ON TRENDS IN INFORMATION SCIENCES AND COMPUTING, NO.3, PP. 75-78, 2011.
- [6] BOUAZIZI I, BOURISS F AND SALIH-ALJ Y, “ARABIC READING MACHINE FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE USING TTS AND OCR”, IEEE TRANS. ON INTELLIGENT SYSTEMS MODELING & SIMULATION, NO.4, PP225-229, 2013.