# การตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์

## Cataract Detection using Machine Learning and Neural Network

**ปริญญา นาโท[1*] สาลินันท์ บุญมี[2] และ แสงทอง บุญยิ่ง[3]**

**Parinya Natho[1*] Salinun Boonmee[2] and Sangtong Boonying[3]**

สาขาวิชาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ[1,2,3]

Department of Information System and Business Computer, Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi[1,2,3]

E-Mail parinya.n@rmutsb.ac.th[*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ 2) ประเมินผลการทดลองใช้ระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนษย์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาแบ่งเป็นด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ บอร์ด Raspberry Pi ที่เชื่อมต่อกับกล้อง ส่วนกลุ่มซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Python IDE เพื่อใช้ในการเขียนคำสั่งภาษา Python สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ การประเมินผลใช้แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพกับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ระบบ สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ได้อุปกรณ์ต้นแบบไอโอที Raspberry Pi Model B เชื่อมต่อกล้องที่พัฒนาด้วยภาษา Python สำหรับการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.62, SD. = 0.52) และผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.82, SD. = 0.50) สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ พบว่า ระบบมีความถูกต้องในการตรวจหาต้อกระจกอยู่ที่ 97.50%

**คำสำคัญ:** ระบบตรวจต้อกระจก, การเรียนรู้ของเครื่อง, เครือข่ายประสาทมนุษย์

## ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop the cataract detection using machine learning and neural network, 2) to evaluate the result of cataract detection using machine learning and neural network. The equipment used to develop was divided into hardware groups: Raspberry Pi board which was connected to the camera while software segments were Python IDE programs in order to write commands for Python language in order to control the system. The assessment was used a questionnaire by experts and system users. The statistics used to analyze the data were percentage, mean and standard deviation.

The results of the research showed that there was IOT Raspberry Pi Model B prototype connected to camera which was developed using Python language for cataract detection using machine learning and neural network. The study showed that the experts had opined at the highest level ($\bar{X}$ = 4.62, SD. = 0.52) as a whole and also the satisfaction of system users was rated at the highest level ($\bar{X}$ = 4.82, SD. = 0.50). For the efficiency test of this a cataract detection using machine learning and neural network, it was found that the system had an average for cataract detection accuracy at 97.50%.

**Keywords:** Cataract Detection, Machine Learning, Neural Network

## บทนำ

ในประเทศไทยมีประชากรสูงอายุ (ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป) เพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่เร็วมากคือ เริ่มจากร้อยละ 5.7 ในปี พ.ศ. 2527 เพิ่มเป็นร้อยละ 9.6 ในปี พ.ศ. 2546 และคาดว่าเพิ่มเป็นร้อยละ 14.7 ในปี พ.ศ. 2562 [1] ทำให้โครงสร้างของ ประชากรไทยเปลี่ยนเป็นประชากรสูงอายุตามเกณฑ์ของสหประชาชาติที่กำหนดไว้ว่า การเข้าสู่ภาวะประชากรผู้สูงอายุเมื่อประเทศนั้นมีสัดส่วนของประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 7 ของประชากรทั้งหมด [2] เมื่อมีจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น โรคที่เกี่ยวกับตาในกลุ่มผู้สูงอายุจะมีเพิ่มตามมา [3] การที่ผู้ป่วยต้อกระจกส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ เนื่องจากการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ลดลงระบบภูมิคุ้มกันก็ลดลงตามอายุจากภาวะดังกล่าว ผู้สูงอายุจึงมีแนวโน้มของการเกิดโรคมากขึ้น [4] การรักษาให้ได้ผลดีที่สุดสำหรับโรคต้อกระจกนั่นคือการผ่าตัด [5]

โรคต้อกระจก (Cataract) เป็นโรคที่เกิดจากเลนส์แก้วตาขุ่นทำให้แสงผ่านเข้าไปในลูกตาไม่ได้ส่งผลให้การมองเห็นลดลงมักเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ สาเหตุของต้อกระจกประมาณร้อยละ 95 เกิดจากการเสื่อมตามวัยและมีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เป็นต้อกระจก เช่น การมีคลอเลสเตอรอลสูง โรคเบาหวานและการขาดสารอาหารบางอย่าง [6] ทั้งนี้ต้อกระจกเป็นปัญหาทางตาที่สำคัญของประเทศไทย และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ตาบอดมากที่สุดทั้ง ๆ ที่เป็นสาเหตุที่รักษาได้โดยไม่ทำให้ตาบอด รวมทั้งแนวโน้มของสถานการณ์ปัจจุบันพบว่า ต้อกระจกเป็นปัญหาโรคตาที่พบมากที่สุด พบผู้ป่วยต้อกระจก 120,000 คน/ปี [5] ต้อกระจกมีชนิดและสาเหตุของการเกิดประกอบด้วย 1) ต้อกระจกโดยกำเนิด (Congenital Cataract) คือต้อกระจกที่เลนส์แก้วตาขุ่นมาตั้งแต่กำเนิด เกิดขึ้นได้กับทุกเพศ เกิดได้ทั้งตาข้างเดียวและสองข้าง 2) ต้อกระจกในผู้สูงอายุ (Senile Cataract) คือต้อกระจกที่พบในวัยกลางคนขึ้นไปไม่จำกัดเพศ เป็นต้อกระจกที่พบมากเป็นอันดับหนึ่งสาเหตุเกิดจากความเสื่อมของโปรตีนในเลนส์แก้วตา 3) ต้อกระจกแทรกซ้อน (Complication Cataract) คือต้อกระจกที่เกิดแทรกซ้อนตามหลังโรคของดวงตา 4) ต้อกระจกร่วม (Secondary Cataract) คือโรคต้อกระจกที่เกิดร่วมกับโรคอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โรคที่เกี่ยวกับดวงตา เช่น โรคเบาหวาน 5) ต้อกระจกจากอันตราย คือต้อกระจกที่เป็นผลจากการได้รับอุบัติเหตุของดวงตาหรือบริเวณใกล้ดวงตา เช่น แรงกระแทกจากการชกต่อย ถูกของแหลมคมแทงทะลุถูกเลนส์แก้วตาหรือเกิดจากการได้รับรังสี 6) ต้อกระจกที่เกิดจากพิษของยา เช่น ผู้ป่วยที่รับประทานยากลุ่มสเตียรอยด์ เป็นประจำ 7) ต้อกระจกเกิดซ้ำ (After Cataract) คือต้อกระจกที่เกิดขึ้นใหม่หลังจากผ่าตัดต้อกระจกในครั้งแรก

จากสถิติจะเห็นว่ามีแนวโน้มของจำนวนผู้ป่วยเป็นต้อกระจกเพิ่มสูงขึ้นและจำนวนผู้ป่วยที่ทำผ่าตัดต้อกระจกมีมากขึ้น ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีพัฒนาไปไกลการผ่าตัดทำให้เกิดแผลเล็กหลังจากใส่เลนส์เทียมเข้าแทนที่ส่งผลให้ร่างกายกลับคืนสู่ภาวะปกติได้เร็วและผู้ป่วยมีความพอใจ แต่ถ้าผู้ป่วยเตรียมตัวสำหรับการผ่าตัดและการปฏิบัติตัวหลังผ่าตัดไม่ถูกต้องจะส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนขึ้น เช่น ภาวะเลือดออก แผลแยก แก้วตาเทียมเลื่อน และการติดเชื้อ ซึ่งทำให้ผู้ป่วยต้องกลับเข้ารับการรักษาต่ออาจมีปัญหารุนแรงทำให้สูญเสียการมองเห็นเสียเวลาและมีผลต่อเศรษฐกิจภาระครอบครัว รวมถึงคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยอีกด้วย ซึ่งผู้ป่วยบางรายอาจจะไม่ทราบว่าตนเองเป็นผู้ที่เข้าข่ายในการเป็นโรคต้อกระจก โดยหากผู้สูงอายุสงสัยหรือต้องการตรวจรักษาอาจต้องเดินทางไปยังโรงพยาบาลที่มีเครื่องมือสำหรับการตรวจต้อกระจก ทำให้การตรวจรักษาเข้าไปไม่ถึงผู้อายุที่อยู่ในชุมชนที่ห่างไกลจากโรงพยาบาล ซึ่งเมื่อรู้ตัวอาจจะถึงขั้นตาอาจบอดแล้วอาจทำให้การรักษาค่อนข้างที่จะใช้เวลาค่อนข้างมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดที่จะพัฒนาระบบการตรวจคัดกรองเบื้องต้นเพื่อประเมินว่า ผู้สูงอายุท่านใดที่เข้าข่ายในการที่จะเกิดโรคต้อกระจกได้บ้าง โดยอาศัยจากการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ร่วมกับอัลกอรทึมระบบโครงข่ายประสาทมนุษย์ (Neural Network) เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของดวงตาว่า มีโอกาสที่จะเป็นโรคต้อกระจกมากน้อยเพียงใด อีกทั้งยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจประเมินเบื้องต้น เนื่องจากหากต้องไปตรวจรักษาที่โรงพยาบาลที่ให้บริการอาจมีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ทั้งค่าเวลาในการเดินทาง รวมถึงการใช้เวลาค่อนข้างนานในการติดต่อ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนเข้ารับการรักษาต่อไป

**1. วัตถุประสงค์การวิจัย**

1.1 เพื่อพัฒนาระบบการตรวจต้อกระจกโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอัลกอริทึมระบบโครงข่ายประสาทมนุษย์

1.2 เพื่อประเมินผลการทดลองใช้ระบบการตรวจต้อกระจกโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอัลกอริทึมระบบโครงข่ายประสาทมนุษย์

**2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 โรคต้อกระจก

โรคต้อกระจก เป็นโรคที่เกิดจากเลนส์แก้วตาขุ่น ทำให้แสงผ่านเข้าไปในลูกตาไม่ได้ ส่งผลต่อการมองเห็นลดลงมักเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ สาเหตุของต้อกระจกประมาณร้อยละ 95 เกิดจากการเสื่อมตามวัย และมีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เป็นต้อกระจก เช่น การมีคลอเลสเตอรอลสูง โรคเบาหวาน และการขาด สารอาหารบางอย่าง [6] ต้อกระจกมีชนิดและสาเหตุของการเกิดต้อกระจกแบ่งได้ 7 ลักษณะได้แก่ 1) ต้อกระจกโดยกำเนิด (Congenital Cataract) คือต้อกระจกที่เลนส์แก้วตาขุ่นมาตั้งแต่กำเนิด เกิดขึ้นได้กับทุกเพศ เกิดได้ทั้งตาข้างเดียวและสองข้าง เช่น มารดาติดเชื้อซิฟิลิส หัดเยอรมัน หรือขาดสารอาหารในระยะ 3 เดือนแรกของการตั้งครรภ์ หรือเกิดจากพันธุกรรมและบางครั้งไม่ทราบสาเหตุ 2) ต้อกระจกในผู้สูงอายุ (Senile Cataract) คือต้อกระจกที่พบในวัยกลางคนขึ้นไป ไม่จำกัดเพศ เป็นต้อกระจกที่พบมากเป็นอันดับหนึ่ง สาเหตุเกิดจากความเสื่อมของโปรตีนในเลนส์แก้วตา 3) ต้อกระจกแทรกซ้อน (Complication Cataract) คือต้อกระจกที่เกิดแทรกซ้อนตามหลังโรคของดวงตา เช่น ม่านตาอักเสบ ต้อหิน เรื้อรัง จอประสาทตาอักเสบหรือเสื่อม จอประสาทตาลอก เนื้องอกในดวงตา ดวงตาขาดเลือด สายตาสั้นมาก 4) ต้อกระจกร่วม (Secondary Cataract) คือโรคต้อกระจกที่เกิดร่วมกับโรคอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โรคที่เกี่ยวกับดวงตา เช่น โรคเบาหวาน โรคพาราธัยรอยด์ โรคต่อมธัยรอยด์เป็นพิษ โรคระบบประสาทบางชนิด โรคจากสารเคมี 5) ต้อกระจกจากอันตราย คือต้อกระจกที่เป็นผลาจากการได้รับอุบัติเหตุของดวงตาหรือบริเวณใกล้ดวงตา เช่น แรงกระแทกจากการชกต่อย ถูกของแหลมคมแทงทะลุถูกเลนส์แก้วตาหรือเกิดจากการได้รับรังสี 6) ต้อกระจกที่เกิดจากพิษของยา เช่น ผู้ป่วยที่รับประทานยากลุ่มสเตียรอยด์ เป็นประจำ 7) ต้อกระจกเกิดซ้ำ (After Cataract) คือต้อกระจกที่เกิดขึ้นใหม่หลังจากผ่าตัดต้อกระจกในครั้งแรก

2.2 การเรียนรู้ของเครื่อง

การเรียนรู้ของเครื่องจักร หรือ Machine Learning (ML) คือศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาและสร้างอัลกอริทึมที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลและทำนายข้อมูลได้ [7,9] โดยอัลกอริทึมอาศัยการเรียนรู้จากโมเดลของข้อมูลนำเข้าเป็นตัวอย่างทำให้เครื่องจักรกลสามารถเรียนรู้ เข้าใจ และเครื่องจักรจะสามารถทำนายข้อมูลได้ ทั้งนี้ Mitchell ได้ให้นิยามของการเรียนรู้ของเครื่องจักรไว้ว่า เราจะเรียกคอมพิวเตอร์โปรแกรมว่าได้เรียนรู้จากประสบการณ์ E เพื่อทำงาน T ได้โดยมีประสิทธิผล P เมื่อโปรแกรมนั้นสามารถทำงาน T ที่วัดผลด้วย P แล้วพัฒนาขึ้นจากประสบการณ์ E ซึ่งคำนิยามที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับมากในแง่มุมของการดำเนินการมากกว่าความรู้สึก ทำให้เข้าใจความหมายของการเรียนรู้ของเครื่องจักรในแง่มุมที่ว่า เครื่องจักรจะสามารถทำงานที่มนุษย์ทำได้หรือไม่มากกว่าแค่เครื่องจักรคิดได้หรือไม่

2.3 เครือข่ายประสาทมนุษย์

เครือข่ายประสาทมนุษย์ หรือโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เป็นสาขาหนึ่งของเทคโนโลยี Artificial Intelligence [10] คือ การพัฒนาเครือข่ายของอัลกอริทึมให้ทำงานแบบเดียวกับเครือข่ายระบบประสาทของมนุษย์หรือเฉพาะเจาะจงกว่านั้น คือลอกการทำงานของสมองมนุษย์ไปเลยนั่นเอง Neural Network จะอาศัยอัลกอริทึมหลายตัวทำงานพร้อมกันเป็นเครือข่ายทำให้ทำงานได้หลากหลายกว่า ซึ่งคุณสมบัติจากสมองมนุษย์ที่เป็นแรงบันดาลใจให้ Neural Network มีด้วยกัน 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) ระลึกถึงสิ่งที่เห็นบางส่วนในเวลาระดับมิลลิวินาที

มนุษย์สามารถเห็นภาพบางส่วนแล้วเข้าใจได้ว่า สิ่งนั้นคืออะไร ด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ในสมอง เช่น หากเห็นภาพเงาดำของนก ก็จะเข้าใจว่าสิ่งนี้คือนก คุณสมบัตินี้ทำให้มนุษย์ดำเนินการต่าง ๆ ได้รวดเร็วและถูกต้องตามวัตถุประสงค์มากขึ้น 2) เข้าใจทักษะหลากหลายและไม่เกี่ยวข้องกันได้ มนุษย์คนหนึ่งสามารถพัฒนาทักษะในหลายๆ สาขาไปพร้อมกันได้ เช่น สามารถเล่นดนตรีได้หลายชนิดไป พร้อมกับมีทักษะด้านการโค้ดดิ้ง หรืออาจมีทักษะด้านการทำอาหาร งานฝีมือ เข้าใจแคลคูลัส หรือเก่งกีฬาไปพร้อมกันได้ การมีทักษะหลากหลายช่วยให้เกิดความสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ 3) เข้าใจตรรกะและกติกา เป็นเรื่องนามธรรมที่มนุษย์สามารถเข้าใจแม้ไม่เคยเห็นหรือสัมผัส ซึ่งเรื่องเหล่านี้จำเป็นมากในการอยู่ร่วมกันและทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์ การที่มนุษย์มีระบบประสาทที่ซับซ้อน ช่วยให้เราเข้าใจตรรกะของคนอื่นและยอมรับกติกาที่หลากหลายได้ และ 4) เชื่อมโยงหน่วยประมวลผลเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน บางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้นมีความซับซ้อนมากจนต้อง “เค้น” สมองเพื่อทำความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ishitaa Jindal, Palak Gupta และ Anmolika Goyal [11] นำเสนอการประมวลผลภาพดิจิทัลนำมาใช้กับภาพตา เพื่อตรวจสอบการเกิดต้อกระจกพร้อมกับความรุนแรง โดยใช้อัลกอริทึมการประมวลผลภาพสองแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งถูกนำไปใช้กับชุดข้อมูลที่ประกอบด้วยภาพของดวงตาที่มีระดับต้อกระจกแตกต่างกันไป วิธีแรกใช้อัลกอริทึมการตรวจจับอัตโนมัติที่ใช้การแยกคุณลักษณะ วิธีที่สองกำหนดระดับของต้อกระจกโดยใช้วิธีการตามพื้นที่ Hough transform และ Contour Detection ใช้ในการตรวจจับรูปร่างในภาพการผกผันโดยใช้การดำเนินการทางตรรกะและคำนวณเปอร์เซ็นต์ของต้อกระจก

Musa Yusuf, Samuel Theophilous และ Jadesola Adejoke [12] นำเสนอการวินิจฉัยต้อกระจกโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยทางเว็บสำหรับระบบตรวจจับต้อกระจกโดยใช้ Convolutional Neural Network แบบจำลองระบบได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับชุดข้อมูลภาพ 100 ภาพ โดยใช้การเรียนรู้การถ่ายโอนซึ่งดึงมาจากผลการค้นหาภาพ google ของ "ดวงตามนุษย์ปกติ" และ "ต้อกระจกตามนุษย์" ใช้โมเดล ImageNet ที่พัฒนาใน ILSVRC2012 โดยใช้ตัวจำแนกโครงข่ายประสาทเทียม Convolutional และถ่ายโอนความรู้โดยใช้การเรียนรู้การถ่ายโอนเพื่อฝึกอบรมรูปแบบใหม่

Vaibhav Agarwal, Vaibhav Gupta, Vivasvan Manasvi Vashisht, Kiran Sharma และ Neetu Sharma [13] นำเสนอและดำเนินการตามวิธีการซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่น Android ที่ใช้สมาร์ตโฟนได้รับการพัฒนาโดยใช้วิธีการที่เสนอ ซึ่งสามารถใช้ในการตรวจสอบการเกิดของต้อกระจกในสายตาของแต่ละบุคคล แอปพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรม Android และสามารถใช้งานได้บนโทรศัพท์ Android เท่านั้น การเรียนรู้ด้วยเครื่องและเทคนิคการประมวลผลภาพถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาวิธีการที่นำเสนอ ระบบนี้ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับชุดข้อมูลจำนวนหนึ่งเพื่อปรับปรุงความแม่นยำ

Juyel Rana และ Syed Md. Galib [14] เสนอวิธีการที่จะนำมาใช้กับสมาร์ตโฟน (Android, iOS, Windows) งานวิจัยนี้นำเสนอการตรวจต้อกระจกด้วยตนเองในโปรแกรมมือถือ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจจับได้เร็วขึ้นโดยใช้สมาร์ตโฟนที่มีกล้องด้านหน้าที่โฟกัสได้ดี ซึ่งช่วยให้สามารถทำการคัดกรองตัวเองได้แทบทุกคนทุกเวลา

Cheawchan Yangsila [15] ได้นำเสนอการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะต้นทุนต่ำด้วยราสเบอร์รี่พายและเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสำเนาไฟล์ผ่านเครือข่ายเพาเวอร์ไลน์ระหว่าง NFS กับ FTP โดยการบันทึกไฟล์วิดีโอ จำนวน 48 วัน (ความยาวของไฟล์ 1 นาทีบันทึก 12 วัน, 2 นาทีบันทึก 12 วัน, 4 นาทีบันทึก 12 วัน และ 6 นาที บันทึก 12 วัน) ความละเอียดของภาพขนาด 1,920 × 1,080 จุด โดยได้ติดตั้งกล้องในห้องพักของผู้วิจัย ณ ชั้น 1 อาคารศูนย์ ภาษาและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ซึ่งเวลา 23.56 น. ของแต่ละวันระบบจะทำการอัพโหลดไฟล์วิดีโอไป จัดเก็บในบอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Server) และบันทึกสถิติจากการทดลองพบว่า ระบบสามารถใช้งานได้จริง สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน line notify เมื่อบอร์ดราสเบอร์รี่พายทั้งสองตัวไม่สามารถสื่อสารกันได้จากการวัดประสิทธิภาพ พบว่า NFS มีประสิทธิภาพในการสำเนาไฟล์ผ่าน

เครือข่ายเพาเวอร์ไลน์ได้ดีกว่า FTP และถ้าขนาดของไฟล์วิดีโอมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนต่างของเวลาในการสำเนาไฟล์ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

## วิธีดำเนินการวิจัย

**1. เครื่องมือการวิจัย**

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเครื่องมือวิจัยที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์

1.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์

**2. กลุ่มเป้าหมาย**

2.1 ประชากรเป็นผู้สูงอายุในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกจากประชากร เป็นผู้สูงอายุในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการสุ่มจำนวน 10 คน

**3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย**

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา เป็นการพัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ แบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของดวงตาที่เป็นข้อมูลดวงตาตัวอย่าง จะประกอบด้วยชุดข้อมูลของดวงตาที่เกิดโรคต้อกระจก โดยทำการเก็บรวบรวมจำนวน 200 ชุดข้อมูลตัวอย่าง เพื่อเป็นชุดข้อมูลสำหรับให้เครื่องเรียนรู้

3.2 พัฒนาระบบ

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบโดยใช้อุปกรณ์ไอโอที Raspberry Pi Model B เพื่อเป็นต้นแบบในการเชื่อมต่อกับกล้องเพื่อใช้สำหรับการตรวจจับดวงตา โดยใช้ภาษา Python ในการพัฒนาระบบเพื่อทำการประมวลผลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลการประมวลผล

**4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) [16] โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

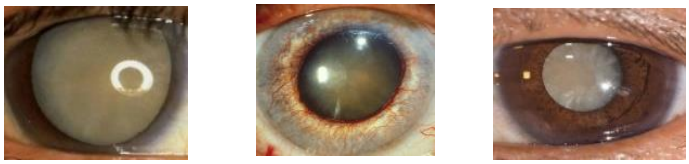
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

## ผลการวิจัย

**1. ผลการพัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดวงตาสำหรับระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ตามขั้นตอนการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 โดยนำข้อมูลดวงตาจากการจัดเก็บชุดข้อมูลตัวอย่างที่เป็นโรคต้อกระจกจำนวน 200 ชุดข้อมูล ดังภาพที่ 1 (a) และชุดข้อมูลดวงตาที่ไม่เป็นโรคต้อกระจก

ดังภาพที่ 1 (b) จำนวน 200 ชุดข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Train Model) จำนวน 7 เปอร์เซ็นต์ และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test Model) จำนวน 30 เปอร์เซ็นต์

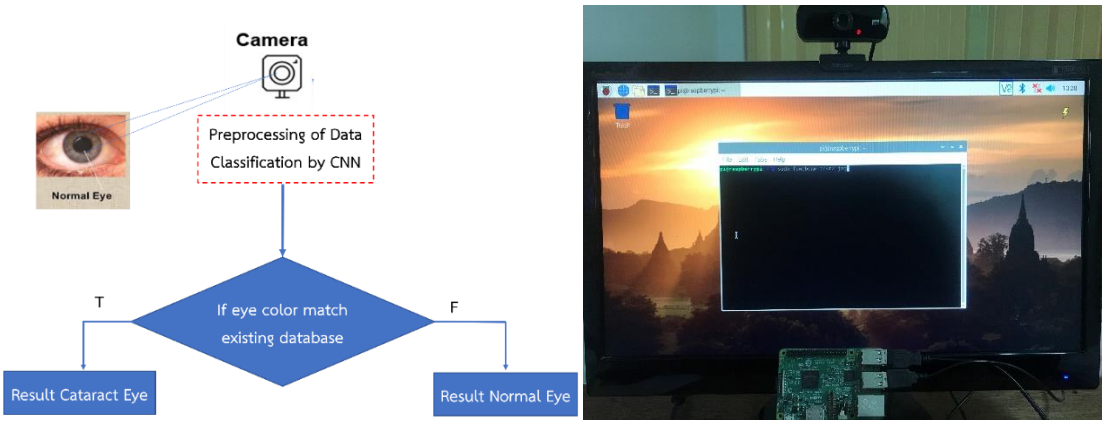


(a)

(b)

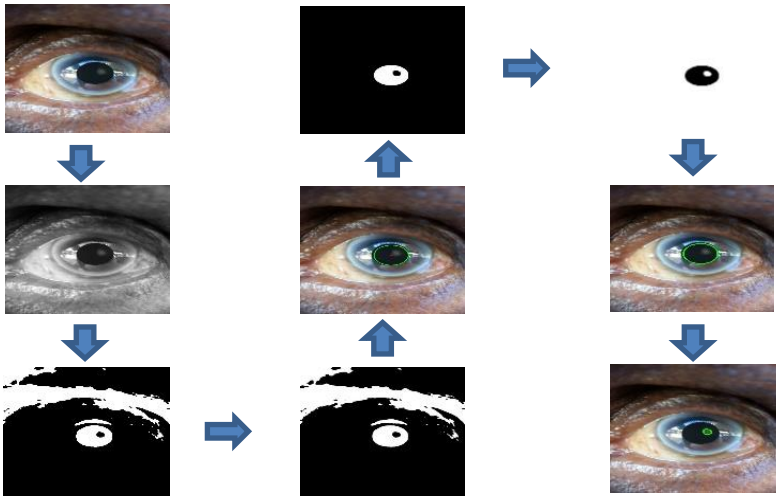
**ภาพที่ 1** ชุดข้อมูลดวงตา

เมื่อได้ชุดตัวอย่างข้อมูลดวงตาที่เป็นโรคต้อกระจกและไม่เป็นโรคต้อกระจกเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ตามขั้นตอนการวิจัยเพื่อให้เครื่องทำการเรียนรู้ตามรูปแบบการทำงานของระบบและได้ชุดต้นแบบของระบบ แสดงดังภาพที่ 2




**ภาพที่ 2** การทำงานของระบบและต้นแบบระบบ

จากภาพที่ 2 เมื่อได้ชุดต้นแบบแล้วผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้ระบบทำการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการประมวลผลประกอบด้วย 1) คำนวณหาจุดตาดำของดวงตา 2) ทำการปรับค่าสีดวงตาให้เป็นลักษณะของ Grayscale 3) ทำการปรับ ภาพให้เป็น 2D Filtering 4) ทำการกำหนดเกณฑ์ (Thresholding) ของภาพ 5) ทำการหาจุดศูนย์กลางของดวงตา 6) ทำการแยกรูปร่างม่านตาออกจากกัน 7) ทำการ Invert ภาพรูปดวงตาออกมา 8) ทำการตรวจจับม่านตา และ 9) ทำการตรวจจับต้อกระจก ดังภาพที่ 3 โดยทำการแบ่งชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Train Model) จำนวน 70 ภาพ และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test Model) จำนวน 30 ภาพ



**ภาพที่ 3** ขั้นตอนการประมวลผลหาต้อกระจก

**2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานการทำงานของระบบ**

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบการตรวจหาต้อกระจกโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ และ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบการตรวจหาต้อกระจกโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องร่วมโครงข่ายประสาทมนุษย์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยที่นำเสนอได้ดังนี้

2.1 ผลการประเมินการพัฒนาระบบการตรวจหาต้อกระจกโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบและทดลองใช้ระบบตามกระบวนการตรวจหาต้อกระจกที่พัฒนาพร้อมทั้งตอบแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจหาต้อกระจกที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินแสดงได้ดังนี้

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินการพัฒนาระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ของผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | $\bar{X}$ | SD. | ระดับความเห็น |
|---|---|---|---|
| 1. กระบวนการตรวจหาต้อกระจกมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โครงการ | 4.72 | 0.55 | มากที่สุด |
| 2. กระบวนการตรวจหาต้อกระจกกำหนดขั้นตอนการทำงานได้เหมาะสม | 4.47 | 0.47 | มาก |
| 3. กระบวนการตรวจหาต้อกระจกสามารถแก้ปัญหาได้เหมาะสม | 4.48 | 0.44 | มาก |
| 4. กระบวนการตรวจหาต้อกระจกสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบต่อได้ในอนาคต | 4.79 | 0.62 | มากที่สุด |
| **รวม** | **4.62** | **0.52** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินการพัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมมีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52) โดยประเด็นที่มีระดับประสิทธิภาพสูงสุด คือ กระบวนการตรวจหาต้อกระจกสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบต่อได้ในอนาคต มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62) รองลงมา คือ กระบวนการตรวจหาต้อกระจกมี

ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โครงการ มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.72 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55) รองลงมา คือ กระบวนการตรวจหาต้อกระจกสามารถแก้ปัญหาได้เหมาะสม มีระบบประสิทธิภาพในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.48 และส่วนเบ่งเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44) และลำดับสุดท้าย คือ กระบวนการตรวจหาต้อกระจกกำหนดขั้นตอนการทำงานได้เหมาะสม มีระดับประสิทธิภาพในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.47 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.47)

2.2 ผลการประเมินการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไปทุกข้อ โดยแบบสัมภาษณ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 - 1.00 แบบสอบถาม มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 – 1.00 และแบบประเมิน ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 – 1.00 สามารถสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้ง 4 ด้าน ของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในแต่ละด้าน

| รายการ | $\bar{X}$ | SD. | ระดับความคิดเห็น |
|---|---|---|---|
| 1. การประเมินด้านการทำงานได้ตรงตามความต้องการของระบบ (Functional Requirement Test) | 4.82 | 0.51 | มากที่สุด |
| 2. การประเมินด้านการทำงานของระบบ (Functional Test) | 4.82 | 0.51 | มากที่สุด |
| 3. การประเมินด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test) | 4.82 | 0.52 | มากที่สุด |
| 4. การประเมินด้านความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้ระบบ (Security Test) | 4.80 | 0.51 | มากที่สุด |
| **รวม** | **4.81** | **0.52** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพของระบบ จากการประเมินผลการทดลองใช้ระบบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมมีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.81และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52) โดยประเด็นที่มีระดับประสิทธิภาพสูงสุด มี 3 ด้าน คือ ด้านการประเมินด้านการทำงานได้ตรงตามความต้องการของระบบ (Functional Requirement Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51) และด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบ (Functional Test) ด้านการประเมินด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52) รองลงมา คือ ด้านการประเมินด้านความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้ระบบ (Security Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51)

2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ที่พัฒนาขึ้นกับผู้สูงอายุในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 10 คน โดยมีการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ จากนั้นนำผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 3

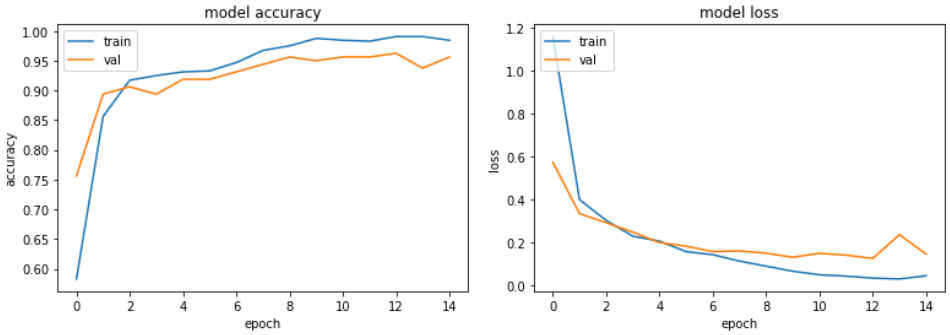
**ตารางที่ 3** ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

| รายการ (n=10) | $\bar{X}$ | SD. | ระดับความคิดเห็น |
|---|---|---|---|
| 1. การประเมินด้านการทำงานได้ตรงตามความต้องการของระบบ (Functional Requirement Test) | 4.82 | 0.49 | มากที่สุด |
| 2. การประเมินด้านการทำงานของระบบ (Functional Test) | 4.82 | 0.49 | มากที่สุด |
| 3. การประเมินด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test) | 4.83 | 0.51 | มากที่สุด |
| 4. การประเมินด้านความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้ระบบ (Security Test) | 4.81 | 0.50 | มากที่สุด |
| **รวม** | **4.82** | **0.50** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพของระบบ จากการประเมินผลการทดลองใช้ระบบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมมีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50) โดยประเด็นที่มีระดับประสิทธิภาพสูงสุด คือ ด้านการประเมินด้านการใช้งานของระบบ (Usability Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51) รองลงมา มี 2 ด้าน คือ การประเมินด้านการทำงานได้ตรงตามความต้องการของระบบ (Functional Requirement Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49) และด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบ (Functional Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.51) และลำดับสุดท้าย คือ ด้านการประเมินด้านความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องในการเข้าใช้ระบบ (Security Test) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50)

2.4 ผลการประเมินความถูกต้องของโมเดลในการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์

ในการประเมินความถูกต้องของระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์โดยการเขียนทดสอบด้วยภาษา Python ผลของการทดสอบความถูกต้องแสดงดังภาพที่ 4




```
score = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=1)
print ("Test Score :", score[0])
print ("Test accuracy: ", score[1])
print (model.predict_classes(X_test[1:5]))
print (y_test[1:5])
```

```
200/200 [==============================] - 5s 24ms/step
Test Score : 0.09597467705607414
Test accuracy:  0.975
```

**ภาพที่ 4** ผลการประเมินโมเดลระบบ

จากภาพที่ 4 เมื่อวิเคราะห์ความถูกต้องของระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ พบว่า ระบบสามารถตรวจหาต้อกระจกจากชุดข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 97.50%

2.5 ผลการยอมรับระบบของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์

ผลการยอมรับระบบตามทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Mode: TAM) [17] ประกอบด้วย การรับรู้ว่ามีประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ความตั้งใจที่จะกระทำ (Behavior Intention) เจตคติต่อการใช้ (Attitude Toward Using) และพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์จริง (Actual Use) จากการวิเคราะห์การยอมรับเทคโนโลยีของผู้ตอบแบบสอบถาม เกี่ยวกับระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 4** ผลการยอมรับระบบของผู้ใช้ระบบ

| รายการ (n=10) | $\bar{X}$ | SD. | ระดับความคิดเห็น |
|---|---|---|---|
| 1. การรับรู้ว่ามีประโยชน์ | 4.81 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2. การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้งาน | 4.83 | 0.39 | มากที่สุด |
| 3. ความตั้งใจที่จะกระทำ | 4.80 | 0.47 | มากที่สุด |
| 4. เจตคติต่อการใช้งาน | 4.78 | 0.50 | มากที่สุด |
| 5. พฤติกรรมการใช้งานจริง | 4.79 | 0.49 | มากที่สุด |
| **รวม** | **4.80** | **0.46** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 4 เมื่อวิเคราะห์การยอมรับระบบด้วยทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับระบบโดยรวมพบว่า กลุ่มตัวอย่างให้การยอมรับระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ ซึ่งจากตารางพบว่า การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ยสูงสุด สอดคล้องงานวิจัยของ Davis [18] พบว่า การรับรู้ว่าง่ายการใช้ มีอิทธิพลทางตรงต่อการรับรู้ว่ามีประโยชน์ นั่นหมายความว่างานวิจัยนี้มีการยอมรับระบบ

## อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ พบว่า ผลการประเมินความพึงพอด้านการพัฒนาระบบของผู้เชี่ยวชาญ มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ผลการประเมินความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ มีระดับความพึงใจมากที่สุด ผลการประเมินความพึงใจของผู้ใช้งานระบบ มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ผลการทดสอบโมเดลของระบบสามารถตรวจหาต้อกระจกจากชุดข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทดสอบได้ถูกต้องมีค่าถูกต้องอยู่ที่ 97.50% และผลจากการยอมรับระบบมีระดับมากที่สุด จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้ทราบว่า ระบบการตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์นั้นสามารถนำมาใช้งานได้จริง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น สภาพแสงจริงขณะทำการทดสอบไม่ใกล้เคียงกับสภาพแสงที่ได้จากรูปภาพดวงตากลุ่มชุดเรียนรู้ ความละเอียดของกล้องที่ใช้ในการทำระบบตรวจหาต้อกระจก และจำนวนชุดตัวอย่างข้อมูลดวงตาที่ยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสามารถเป็นต้นแบบแนวคิดและวิธีการทำงานของระบบตรวจหาต้อกระจกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับโครงข่ายประสาทมนุษย์ อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดระบบและกลไกการคาดคะเนหรือโอกาสที่จะเกิดโรคต้อกระจก เพื่อเป็นแนวทางการป้องกันความเสี่ยงของการเกิดโรคต้อกระจกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการสร้างระบบการทำงานที่นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อ

สนองความต้องการ (Want) และข้อข้องใจ (Complain) นอกจากนี้ภายใต้กระบวนการทำงานดังกล่าวทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องได้เรียนรู้รูปแบบการทำงานร่วมกันบนระบบปฏิบัติการออนไลน์ และมีผลการดำเนินงานที่สามารถส่งมอบข้อมูลสารสนเทศ เพื่อตอบโต้ความเสี่ยงสร้างความรอบรู้ให้ประชาชนป้องกันตนเองและชุมชน สอดคล้องกับงานวิจัย Juyel Rana และ Syed Md. Galib [13] และ Vaibhav Agarwal, Vaibhav Gupta, Vivasvan Manasvi Vashisht, Kiran Sharma และ Neetu Sharma [14] ได้วิจัยเรื่อง การตรวจต้อกระจกโดยใช้โปรแกรมมือถือ พบว่า การตรวจต้อกระจกด้วยตนเองในโปรแกรมมือถือ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจจับได้เร็วขึ้นโดยใช้สมาร์ตโฟนที่มีกล้องด้านหน้าที่โฟกัสได้ดีซึ่งช่วยให้สามารถทำการคัดกรองตัวเองได้แทบทุกคนทุกเวลา

## ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งต่อไปควรทำการจัดเก็บข้อมูลชุดตัวอย่างดวงตาของการเกิดโรคต้อกระจกและดวงตาที่ไม่เกิดโรคต้อกระจกให้มีปริมาณหรือจำนวนให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เครื่องทำการเรียนรู้มากขึ้นซึ่งหากมีชุดตัวอย่างข้อมูลสำหรับให้เครื่องเรียนรู้ได้มาก จะทำให้การทดสอบความถูกต้องในการตรวจหาต้อกระจกได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดเก็บชุดตัวอย่างการทดลองได้ไม่มากและประสิทธิภาพของกล้องที่ใช้ในงานวิจัยนี้ อาจทำให้ผลการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนในการตรวจหาต้อกระจกแต่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติมที่จะช่วยผู้วิจัยเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


[1] ทองคูณ ยุบัวภา. (2551). *คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่เป็นต้อกระจกระยะก่อนและภายหลังผ่าตัดต้อกระจก. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น].* doi: https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/KKU.the.2008.270

[2] สุทธิชัย จิตะพันธุ์กุล. (2542). *หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] วัฒนีย์ เย็นจิตร. (2546, 27 พฤษภาคม). Elimination of avoidable blindness (vision 2020a56/26).*ใน* World Health Assembly ครั้งที่ 56. (น. 137-144).

[4] เพ็ญแข ชีวยะพันธ์. (2545). *คุณภาพการดูแลผู้สูงอายุที่อยู่ในภาวะพึ่งพา: กรณีศึกษาในเขตอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. doi: https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=

[5] ศิริลักษณ์ กิจศรีไพศาล. (2545). *การพยาบาลผู้รับบริการที่ผิดปกติทางตา*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[6] วัลลภ เอี่ยมสมบุญ. (2545). *การดูแลดวงตาของผู้สูงอายุ*. บียอนด์เอ็นไพรซ์.

[7] Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of machine learning*. MIT press.

[8] E. Alpaydin. (2009). *Introduction to machine learning*. MIT press.

[9] Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A. & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.

[10] Garson, G. D. (1998). *Neural networks: An introductory guide for social scientists*. SAGE.

[11] Jindal, I., Gupta, P., & Goyal, A. (2019). Cataract detection using digital image processing. in *2019 Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*. (pp. 1-4). IEEE.

[12] Yusuf, M., Theophilous, S., Adejoke, J. & Hassan, A. B. (2019). Web-Based Cataract Detection System Using Deep Convolutional Neural Network. in *2019 2nd International Conference of the IEEE Nigeria Computer Chapter (NigeriaComputConf)*. (pp. 1-7). Zaria, Nigeria,

[13] Agarwal, V., Gupta, V., Vashisht, V. M., Sharma, K. & Sharma, N. (2019). Mobile Application Based Cataract Detection System, in *2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*. (pp. 780-787). Tirunelveli, India.

[14] J. Rana & S. M. Galib (2017). Cataract detection using smartphone, in *2017 3rd International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT),* (pp. 1-4). Khulna.

[15] Cheawachan, Y. (2020). Comparing Efficiency in Copying Video Files through Powerline between NFS and FTP: A Case Study of Developing a Low-cost Smart CCTV System through Raspberry Pi, *Journal of Information Science and Technology,* 10 (1), 30-38.

[16] Best, J. W. & Kahn, J. V. (2005). *Research in Education* (10th ed.). Allyn and Bacon.

[17] Rauniar, R., Rawski, G., Yang, J., & Johnson, B. (2014). Technology acceptance model (TAM) and social media usage: An empirical study on Facebook. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(1), 6-30. https://doi.org/10.1108/JEIM-04-2012-0011

[18] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13 (3), 319–340.