

โปรแกรมรูปภาพสำหรับคนตาบอดสี

สมชาย ปรากฏการเจริญ*, สุภชัย ดอนนาม** และ ศศกร อัมพรสิริรัตน์***

บทคัดย่อ

การมองเห็นของคนเรานั้นถือเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต บุคคลที่มองไม่เห็นหรือเห็นได้ไม่ชัดเจนก็จะทำให้การดำเนินชีวิตเป็นไปได้อย่างลำบาก อาการตาบอดสี เป็นอาการผิดปกติชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นกับดวงตา อาการนี้อาจจะไม่ร้ายแรงถึงกับชีวิตแต่ก็ส่งผลกระทบต่อการทำงานประจำวันได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ที่มีการตาบอดสีก็คือจะมองเห็นสีบางสีคล้ายกันแต่ในความเป็นจริงแล้วเป็นสีที่แตกต่างกัน และผู้ที่มีการตาบอดสีสามารถแยกแยะออกได้อย่างชัดเจน ดังนั้นปัญหานี้อาจจะทำให้ผู้ที่มีการตาบอดสีตีความหมายของภาพผิดเพี้ยนไปได้

ด้วยเหตุผลนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมรูปภาพให้สามารถตรวจสอบ และเปลี่ยนสีของรูปภาพให้มีสีที่เหมาะสมต่อการมองเห็นของผู้ที่มีการตาบอดสีในลักษณะต่าง ๆ อีกทั้งมีการรวบรวมส่วนที่ใช้ในการทดสอบอาการตาบอดสีไว้ในโปรแกรม ซึ่งสามารถบอกถึงลักษณะอาการตาบอดสีของผู้ใช้งานโปรแกรมได้

สำหรับงานวิจัยนี้ไม่ได้คาดหวังว่าจะทำให้ผู้ที่ตาบอดสีจะสามารถมองเห็นสีได้ แต่จะทำให้ผู้ที่มีการตาบอดสีสามารถแยกแยะสีบางสีให้แตกต่างกันได้ และช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมทราบถึงอาการตาบอดสีของตนเองได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ตาบอดสี, แยกแยะสี, เปลี่ยนแปลงสี, โปรแกรม

1. บทนำ

โรคตาบอดสีนั้นพบได้ประมาณ 8% ของประชากร แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่เป็นตั้งแต่กำเนิด (congenital color vision defects) และกลุ่มที่เป็นภายหลัง (acquired color vision defects) ซึ่งมักพบกลุ่มที่เป็นตั้งแต่กำเนิดบ่อยกว่ากลุ่มที่เป็นภายหลัง เมื่อพิจารณาในกลุ่มที่เป็นตั้งแต่กำเนิด กลุ่มย่อยที่พบได้บ่อยที่สุด คือ กลุ่มที่บอดสีเขียว-แดง จะพบได้ประมาณ 5-8% ในผู้ชาย และพบเพียง 0.5% ในผู้หญิง ส่วนในกลุ่มที่เป็นภายหลัง มักพบเป็นการบอดสีน้ำเงิน-เหลือง

และพบได้พอ ๆ กันทั้งชายและหญิง ซึ่งจำนวนคนที่เป็นในกลุ่มนี้น้อยกว่ากลุ่มที่เป็นแต่กำเนิดมาก ผู้ที่มีการตาบอดสีมักจะประสบปัญหาในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสี เช่น การดูภาพ ภาพบางภาพจะมีโทนสีที่ทำให้ผู้ที่มีการตาบอดสีไม่สามารถแยกแยะสีได้ มองเห็นเป็นสีเดียวกัน ทำให้เกิดความเข้าใจผิด และตีความหมายของภาพหรือข้อความผิดไปจากความเป็นจริงทำให้ไม่สามารถทำงานได้ ยิ่งคนปกติ

ดังนั้น การพัฒนาโปรแกรมที่สามารถแยกแยะประเภทของผู้ที่มีการตาบอดสี ทำให้ผู้ที่มีการตาบอดสีประเภทต่าง ๆ สามารถมองเห็นและแยกแยะความแตกต่างของสีในภาพได้ จะช่วยแก้ไขผู้ที่มีความผิดปกติทางสายตาให้เข้าใจและรับรู้ภาพซึ่งแสดงบนจอภาพได้อย่างถูกต้อง

2. ตาบอดสี [5]

ตาบอดสี คือ ภาวะที่ตาไม่สามารถแยกสีต่าง ๆ ออกจากกันได้ คนที่ตาบอดสีมักจะแยกสีแดงและสีเขียวค่อนข้างลำบากโดยเฉพาะเวลาที่แสงไม่สว่างนัก ส่วนน้อยลงมาของคนที่ตาบอดสี คือ พวกที่ไม่สามารถแยกสีน้ำเงิน ฟ้ำกับสีเหลือง และจะมีบ้างเหมือนกันที่เป็นโรคตาบอดสีทุกสีเลย แต่เป็นส่วนน้อยมาก

โดยปกติในชีวิตประจำวันอาชีพที่คนตาบอดสีไม่ควรทำ มีอยู่เพียงไม่กี่อาชีพ เช่น นักเคมีที่ต้องทำงานกับสีหรือจิตรกร นอกจากนี้อาชีพที่ไม่ควรรับคนตาบอดสีทำงานก็คือ อาชีพที่ต้องมีการใช้สีเป็นตัวแสดงถึงสิ่งต่าง ๆ เช่น ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ห้องนักบิน เป็นต้น

ตาบอดสีไม่ใช่จะมีแต่ข้อเสียเท่านั้น แต่พบว่าคนตาบอดสีสับสนในเรื่องของสี แต่มีความสามารถในการแยกสีเฉดเดียวกันที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยได้ดีกว่าคนปกติ เช่น คนตาบอดสีเขียวจะแยกสีที่คล้ายกัน เช่น เขียวอ่อน เขียวอมเหลือง ได้ดี และในบางประเทศ เช่น อิสราเอล มีการรับคนตาบอดสีเข้าประจำในกองทัพบก เพราะคนเหล่านี้จะมองเห็นรถถังที่ทาสีพรางตัวอยู่ในภูมิประเทศได้ดีกว่าคนธรรมดา

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สจพ.

** คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สจพ.

*** คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สจพ.



3. ประเภทของตาบอดสี [5,7]

ตาบอดสีสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.1 ตาบอดสีแดง (Protanopia)

ตาบอดสีแดงเป็นการบกพร่องตรงเซลล์รูปโคนที่เป็นเซลล์รับแสงสีแดงหรือมีสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นที่ยาว ในที่นี้ก็คือ แสงสีแดง ความสว่างของสีแดง สีส้ม และสีเหลืองจะลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับภาวะปกติ ผู้ที่มีอาการตาบอดสีแดงนี้จะสับสนในเรื่องสีระหว่างสีแดงและสีน้ำตาลหรือสีเทาเข้ม ซึ่งจะทำให้มองไม่เห็นสีแดงของไฟจราจร โดยที่ยังสามารถแยกสีแดงออกจากสีเขียวและสีเหลืองได้โดยอาศัยความสว่างของสีแต่ก็ไม่สามารถแยกได้ทุกสี เช่น สีม่วง (สีไวโอเล็ต) สีม่วงอ่อน (สีลาเวนเดอร์) และสีม่วงเข้ม (สีเพอร์เพิล) ไม่สามารถแยกโดยใช้ความสว่างของสีได้เพราะมีส่วนประกอบของสีแดงเรื่อ ๆ หรือตัวอย่างเช่น ดอกไม้สีชมพูจะสะท้อนทั้งแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินทำให้มองเห็นเป็นสีน้ำเงิน

3.2 ตาบอดสีเขียว (Deuteranopia)

ตาบอดสีเขียวเป็นการบกพร่องตรงเซลล์รูปโคนที่เป็นเซลล์รับแสงสีเขียวหรือมีสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นกลาง ๆ ในที่นี้ก็คือ แสงสีเขียว ตาบอดสีเขียวจะยากในการหาลักษณะเด่นที่ต่างกันระหว่างสีเขียวกับสีแดงที่มีสีน้ำเงินปนเข้าไปด้วย (ในเงื่อนไขนี้บางครั้งอาจจะอ้างถึงข้อบกพร่องในการมองเห็นสีเขียว/แดง) ผู้ที่มีอาการตาบอดสีเขียว จะมีปัญหาในการแบ่งแยกสีเหมือนกับผู้ที่มีการตาบอดสีแดง แต่ไม่มี ความผิดปกติทางด้านความสว่างของสี ชื่อของสีแดง สีส้ม สีเหลือง และสีเขียว ในที่นี้หมายถึงจะมีสีต่างไปเล็กน้อยจากสีจริง ๆ โดยที่แต่ละคนอาจจะเห็นสีแตกต่างกันไป ซึ่งในทำนองเดียวกับสีม่วง (สีไวโอเล็ต) สีม่วงอ่อน (สีลาเวนเดอร์) สีม่วงเข้ม (สีเพอร์เพิล) และสีน้ำเงิน ที่มีชื่อเพิ่มขึ้นมามากมายนั้นจะสอดคล้องกับสีที่ดูคล้าย ๆ กันกับที่เห็น

3.3 ตาบอดสีน้ำเงิน (Tritanopia)

ตาบอดสีน้ำเงินเป็นโรคโครโมโซมชนิดหนึ่งที่บกพร่องตรงเซลล์รูปโคนที่เป็นเซลล์รับแสงสีน้ำเงินหรือมีสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นสั้น ๆ ในที่นี้ก็คือ แสงสีน้ำเงิน ตาบอดสีน้ำเงินเป็นชนิดของตาบอดสีที่พบเจอได้ยากมากที่สุด

4. การทดสอบตาบอดสี [1,4,6]

ผู้จัดทำได้ใช้วิธีทดสอบตาบอดสีที่เรียกว่า The Farnsworth D-15 test ซึ่งเป็นการทดสอบตาบอดสีโดยการเรียงเม็ดสีใหม่

ตารางที่ 1 แสดงค่าสีที่ใช้เป็นหลักในการแบ่งสีออกเป็น 16 สี จากคอลัมน์ซ้ายไปขวาแสดงสีที่มีสายตาปกติ บอดสีแดง บอดสีเขียว และบอดสีน้ำเงินมองเห็นตามลำดับ

Normal ปกติ	Protanopia บอดสีแดง	Deuteranopia บอดสีเขียว	Tritanopia บอดสีน้ำเงิน
000 000 000	000 000 000	000 000 000	000 000 000
255 255 255	255 250 250	255 232 239	244 240 255
153 153 153	155 152 153	166 148 154	154 151 163
204 204 204	207 203 203	222 198 205	206 202 217
153 153 000	166 149 000	166 149 000	162 143 153
255 255 000	255 232 113	255 213 146	255 228 242
153 000 153	000 103 208	056 091 144	144 064 088
255 000 255	150 177 255	094 152 241	240 106 113
000 153 153	138 137 143	141 134 157	031 151 163
000 255 255	230 228 238	230 220 255	110 239 255
153 000 000	090 081 023	103 079 000	153 017 000
255 000 000	150 135 038	169 130 000	254 028 000
000 153 000	148 133 000	163 126 037	068 143 154
000 255 000	246 220 000	255 205 114	115 237 255
000 000 153	000 096 193	000 094 151	000 081 085
000 000 255	113 156 255	000 139 223	000 127 133

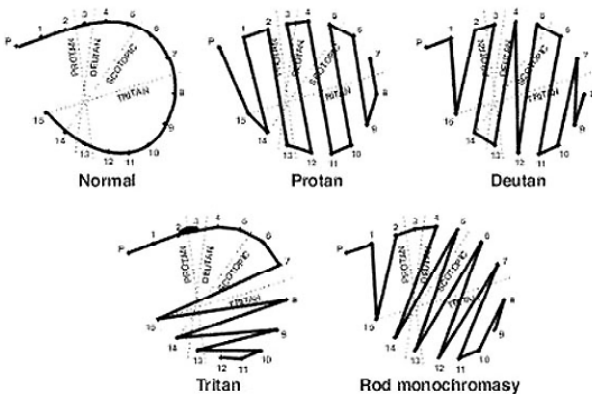
ตามเจดสีที่ใกล้เคียงลงในแถวที่กำหนดมาให้ โดยที่จุดเริ่มต้นจะมีเม็ดสีที่เป็นเม็ดสีเริ่มต้นของแถว มีเม็ดสีที่มีตัวเลขทดสอบ 15 เม็ดซึ่งแต่ละเม็ดมีสีที่แตกต่างกันหมด และกล่องวางเม็ดสีที่เป็นสีเทานั้นจะทำให้สิ่งแวดล้อมรอบนอกมีผลต่อการทดสอบน้อยลง ในการทดสอบนี้มีสิ่งสำคัญก็คือ จะให้ผู้ทดสอบเลือกปุ่มสีมาวางต่อจากปุ่มสีเริ่มต้นโดยที่นำปุ่มสีที่มีสีใกล้เคียงกันมาวางเรียงต่อกัน ผู้ทดสอบอาจจะมีการเปลี่ยนลำดับการวางปุ่มสีได้ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ประมาณ 1-2 นาที ต่อมาก็ทำการบันทึกตัวเลขบนปุ่มสีที่ผู้ทดสอบเรียงมาให้ครบ 15 ตัวเลข เพื่อนำมาแยกคนสายตาปกติออกจากคนตาบอดสีโดยใช้แกนสีของโปรแทน (Protan) ดีวแทน (Deutan) และไทรแทน (Tritan) มาทำการแบ่งแยกประเภทออกจากกัน เกณฑ์สำหรับการหาข้อผิดพลาดในการทดสอบ Farnsworth Panel D-15 จะเป็นเส้นที่ไขว้กัน 2 เส้นหรือมากกว่านั้น ซึ่งในโปรแทน ดีวแทน และไทรแทนจะสามารถหาข้อผิดพลาดได้โดยตรวจสอบจากเส้นแกนที่ผิดปกติ (ดูจากเส้นที่ไขว้กัน)

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

โปรแกรมนี้เป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งสามารถตรวจสอบอาการตาบอดสีของผู้ใช้ สามารถเปิดรูปภาพและกระทำการเกี่ยวกับภาพได้เช่น เปลี่ยนภาพให้เป็นสีขาว-ดำ หมุนรูปภาพไปในองศาที่ต้องการ และสามารถเปลี่ยนสีของภาพให้เหมาะสมกับอาการตาบอดสีที่ผู้ใช้โปรแกรมเลือก โดยโปรแกรมจะทำงานก็ต่อเมื่อผู้ใช้เปิด



โปรแกรม ในส่วนของการทดสอบตาบอดสีจะเปิดขึ้นมาพร้อมกับโปรแกรมหลัก ถ้าผู้ใช้ไม่ต้องการใช้งานในส่วนของการทดสอบตาบอดสีก็สามารถปิดหน้าต่างการทดสอบตาบอดสีไปได้ หลังจากนั้นผู้ใช้ก็สามารถเปิดไฟล์ภาพขึ้นมาและกระทำการเกี่ยวกับภาพได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ



ภาพที่ 1 แสดงผลจากการตรวจคนไข้ที่เป็นตาบอดสีโดยใช้ Farnsworth Panel D-15

6. การออกแบบวิธีเปลี่ยนสีของภาพ

การออกแบบวิธีเปลี่ยนสีของภาพเป็นการตรวจสอบหาสีที่อาจก่อให้เกิดการกำกวมสำหรับผู้ที่มีอาการตาบอดสี ในการตรวจสอบแต่ละครั้งจะดูค่าสีของฟิกเซลปัจจุบันเปรียบเทียบกับค่าสีของฟิกเซลรอบ ๆ ดังภาพ

1	2	3
4	0	5
6	7	8

ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งฟิกเซลปัจจุบันและฟิกเซลรอบ ๆ

สำหรับการตรวจสอบรอบแรกและรอบสุดท้าย

ฟิกเซล 0 คือฟิกเซลปัจจุบัน

ฟิกเซล 1, 2, 3 และ 4 คือฟิกเซลที่ผ่านมาแล้ว

ฟิกเซล 5, 6, 7 และ 8 คือฟิกเซลถัดไป

สำหรับการตรวจสอบรอบสอง

ฟิกเซล 0 คือฟิกเซลปัจจุบัน

ฟิกเซล 5, 6, 7 และ 8 คือฟิกเซลที่ผ่านมาแล้ว

ฟิกเซล 1, 2, 3 และ 4 คือฟิกเซลถัดไป

การตรวจสอบแบ่งออกเป็น 3 รอบ รอบแรก (ภาพที่ 3) ตรวจสอบตั้งแต่ฟิกเซลแรกของภาพไปจนถึงฟิกเซลสุดท้าย ถ้าค่าของสีของฟิกเซลนั้น ๆ เป็นสีที่อาจก่อให้เกิดการกำกวม จะเริ่มตรวจสอบดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าสีเก่าของฟิกเซลที่ผ่านมากับค่าสีในฟิกเซลปัจจุบัน

- ถ้าค่าสีเหมือนกัน และฟิกเซลที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงค่าสี ฟิกเซลปัจจุบันก็ต้องเปลี่ยนค่าสีให้สอดคล้องกับฟิกเซลที่ผ่านมา

2. เปรียบเทียบค่าสีของฟิกเซลที่ผ่านมากับค่าสีในฟิกเซลปัจจุบัน

- ถ้าค่าสีกำกวมกันก็เลือกสีมาแทนค่าสีของฟิกเซลปัจจุบันโดยตรวจสอบไม่ให้ซ้ำกับฟิกเซลรอบ ๆ

ถ้าค่าสีของฟิกเซลนั้น ๆ ไม่ใช่สีที่จะก่อให้เกิดการกำกวม จะเริ่มตรวจสอบดังนี้

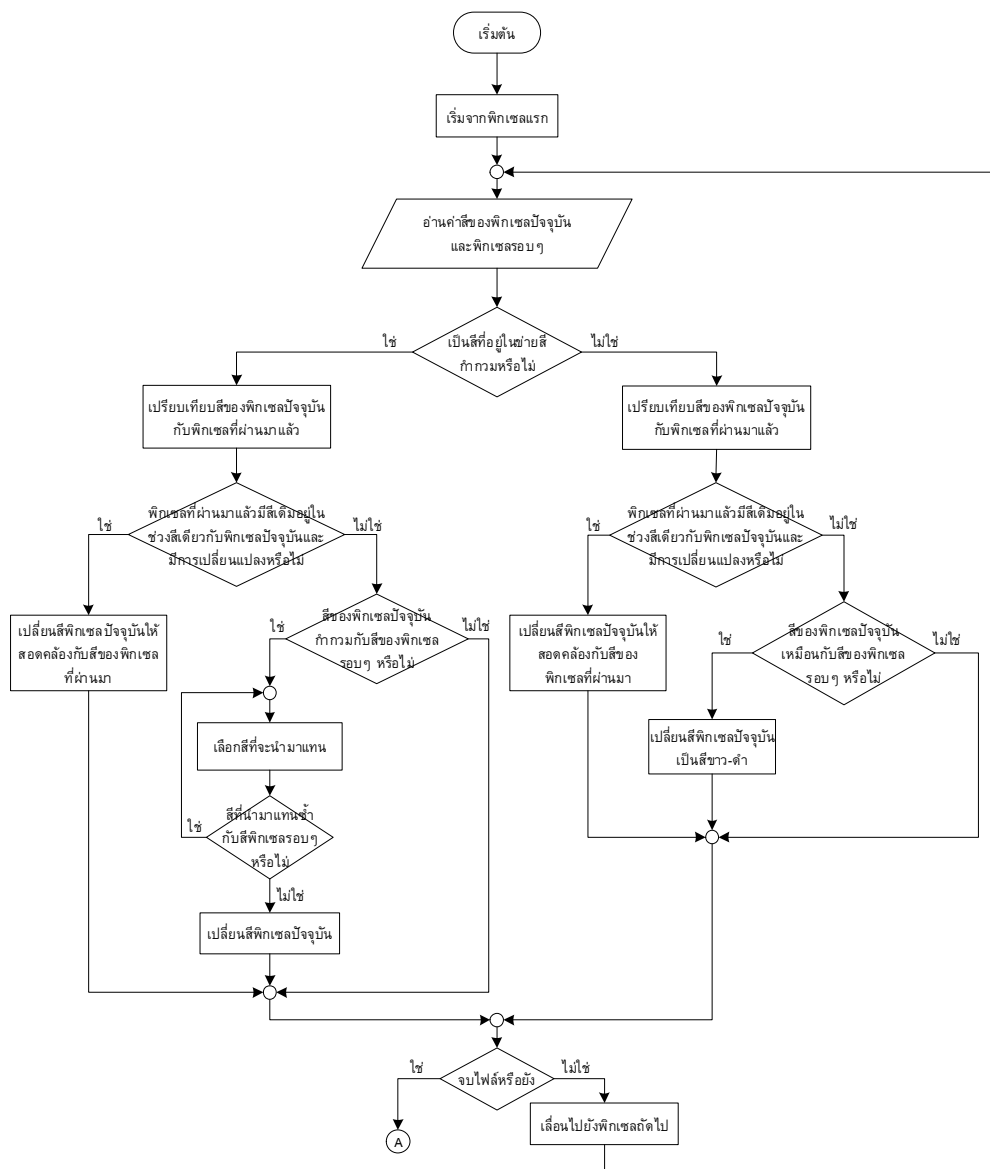
1. เปรียบเทียบค่าสีเก่าของฟิกเซลที่ผ่านมากับค่าสีในฟิกเซลปัจจุบัน

- ถ้าค่าสีเหมือนกัน และฟิกเซลที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงค่าสี ฟิกเซลปัจจุบันก็ต้องเปลี่ยนค่าสีให้สอดคล้องกับฟิกเซลที่ผ่านมา

2. เปรียบเทียบค่าสีของฟิกเซลที่ผ่านมากับค่าสีในฟิกเซลปัจจุบัน

- ถ้าค่าสีของฟิกเซลปัจจุบันซ้ำกับค่าสีของฟิกเซลที่ผ่านมา (ในกรณีที่ฟิกเซลที่ผ่านมามีการเปลี่ยนสี) ก็เปลี่ยนสีของฟิกเซลปัจจุบันเป็นสีขาว-ดำ

สำหรับการตรวจสอบรอบที่สอง (ภาพที่ 4) ตรวจสอบตั้งแต่ฟิกเซลสุดท้ายของภาพไปจนถึงฟิกเซลแรก รายละเอียดในการตรวจสอบคล้ายกับการตรวจสอบรอบแรกแต่ไม่มีการตรวจสอบหาสีที่อาจก่อให้เกิดการกำกวม และในการตรวจสอบรอบสุดท้าย (ภาพที่ 5) ตรวจสอบตั้งแต่ฟิกเซลแรกอีกครั้ง รายละเอียดในการตรวจสอบจะเหมือนกับการตรวจสอบรอบสอง

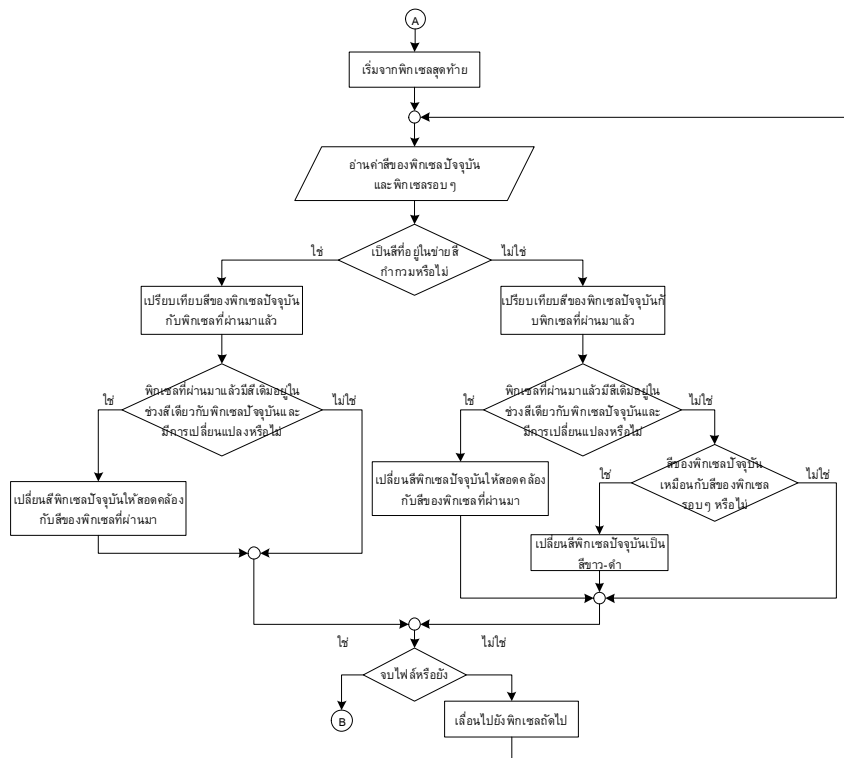


ภาพที่ 3 Flowchart ขั้นตอนในการออกแบบวิธีเปลี่ยนสี (ตรวจสอบรอบแรก)

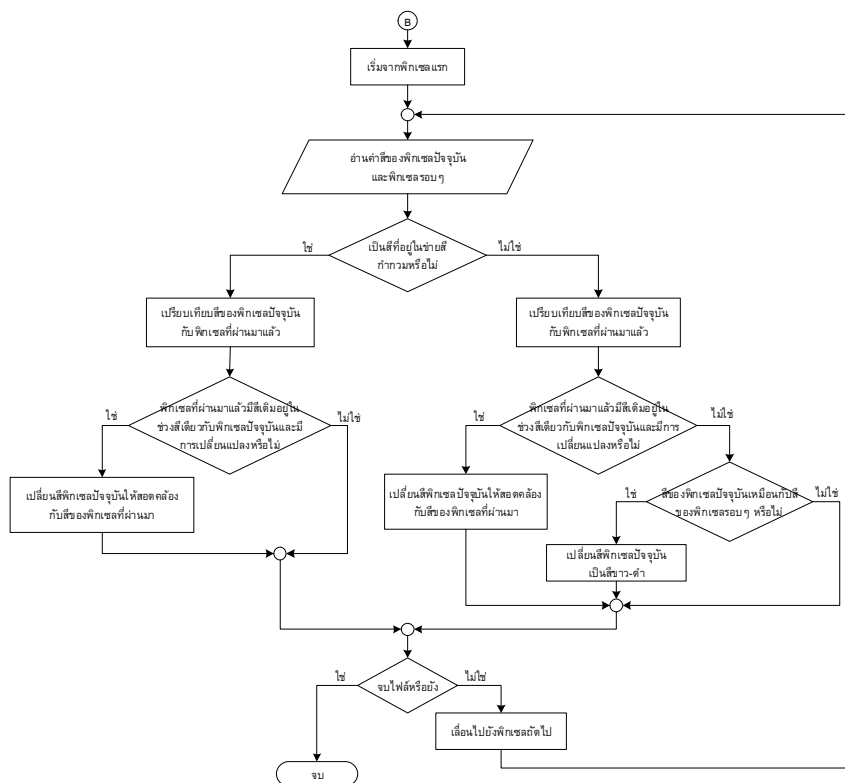
7. การทดสอบและประเมินผลระบบ

ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบและประเมินผลระบบกับกลุ่มตัวอย่างของผู้ที่มีอาการตาบอดสีจำนวน 10 คน โดยขั้นแรกเป็นการทดสอบเพื่อระบุลักษณะอาการตาบอดสีของผู้ทดสอบ และทำการทดสอบขั้นต่อไปโดยใช้แผ่นภาพทั้งหมด 12 ภาพ ซึ่งแบ่งเป็นภาพสำหรับทดสอบผู้ที่มีอาการตาบอดสีแดงและสีเขียว 2 ชุด ชุดละ 3 ภาพ และสำหรับทดสอบผู้ที่มีอาการตาบอดสีน้ำเงิน 2 ชุด ชุดละ 3 ภาพเช่นเดียวกัน โดยภาพที่ 1 ในชุดการทดสอบแต่ละชุดเป็นภาพที่ผู้ที่มีอาการตาบอดสี

ประเภทนั้น ๆ สามารถมองเห็นได้โดยไม่เกิดความกำกวม ภาพที่ 2 ในชุดการทดสอบแต่ละชุดเป็นภาพที่ทำให้เกิดความกำกวมในการมองเห็นแก่ผู้ที่มีอาการตาบอดสีแต่ละประเภท และภาพที่ 3 ในชุดการทดสอบแต่ละชุดเป็นภาพที่แก้ไขจากภาพที่ 2 โดยใช้โปรแกรมที่ผู้จัดทำได้สร้างขึ้น ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถตรวจสอบและแยกแยะอาการตาบอดสีของผู้ใช้ได้ และสามารถเปลี่ยนสีของรูปภาพที่มีปัญหาให้ผู้ที่มีอาการตาบอดสีสามารถรับชมภาพได้อย่างถูกต้องมากขึ้น



ภาพที่ 4 Flowchart ขั้นตอนในการออกแบบวิธีเปลี่ยนสี (ตรวจสอบรอบสอง)



ภาพที่ 5 Flowchart ขั้นตอนในการออกแบบวิธีเปลี่ยนสี (ตรวจสอบรอบสุดท้าย)



8. สรุปผลของโครงการ

โปรแกรมรูปภาพสำหรับคนตาบอดสี สามารถช่วยให้ผู้ที่มีอาการตาบอดสีตรวจสอบอาการตาบอดสีอย่างคร่าว ๆ ได้ด้วยตัวเอง และทำการตรวจสอบแยกประเภทของอาการตาบอดสีเพื่อแจ้งให้ผู้ทดสอบทราบผลได้ ในส่วนของการเปลี่ยนสีภาพ โปรแกรมสามารถเปลี่ยนสีของภาพให้เหมาะสมกับลักษณะอาการตาบอดสีประเภทนั้น ๆ ได้ ซึ่งการเปลี่ยนสีของภาพจะใช้การสลับค่าของสี (ค่า R, G และ B) เช่น การเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน จะใช้การสลับค่า G และค่า B โดยที่ค่า R คงเดิม ซึ่งทำให้สีใหม่ของภาพเกิดความเหลื่อมล้ำและมีการไล่โทนสีจึงทำให้ภาพยังคงความสมจริงอยู่บ้าง

9. ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

9.1 ผู้จัดทำไม่สามารถทำให้ผู้ที่มีอาการตาบอดสีที่บกพร่องสั้น ๆ ให้สามารถเห็นสีเหมือนผู้ที่ไม่มีสายตาปกติ แต่สามารถทำให้ผู้ที่มีอาการตาบอดสีสามารถแยกแยะสีในภาพนั้นออก

9.2 ในทางการแพทย์ยังไม่มีวิธีทดสอบที่สามารถแยกแยะประเภทของตาบอดสีออกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ทางผู้จัดทำได้เลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่นำมาใช้ตรวจสอบผู้ที่มีอาการตาบอดสีตามที่แพทย์แนะนำ

9.3 เนื่องจากจอมอนิเตอร์แต่ละเครื่อง จะแสดงสีออกมาไม่เหมือนกัน อาจทำให้สีของภาพที่แสดงผลออกมาไม่เหมือนกัน หรือผิดเพี้ยนไปได้

9.4 ผู้จัดทำมีความจำเป็นต้องแบ่งช่วงสีออกเป็น 16 ช่วง เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบสีเพื่อหาสีที่อาจก่อให้เกิดการกำกวมแก่ผู้ที่มีอาการตาบอดสี ทำให้อาจมีบางสีตกอยู่ในช่วงสีที่ไม่เหมาะสม

10. ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ

10.1 สามารถพัฒนาโปรแกรมไปใช้ในทางการแพทย์ได้

10.2 โครงการนี้ ใช้ในการทดสอบตาบอดสีแบบ Farnsworth Panel D-15 แต่ยังมีทดสอบแบบอื่น ๆ ซึ่งอาจจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการทดสอบตาบอดสีแบบ Farnsworth Panel D-15

10.3 อัลกอริทึมในการเปลี่ยนสีของภาพให้เหมาะสมกับผู้ที่มีอาการตาบอดสีที่ใช้ในโครงการนี้ ผู้จัดทำไม่สามารถหาอัลกอริทึมที่เป็นมาตรฐานมาใช้ได้ ผู้จัดทำจึงได้คิดอัลกอริทึม

ขึ้นมาเอง ถ้าในอนาคตมีผู้ที่คิดอัลกอริทึมที่เป็นมาตรฐานได้ ก็สมควรที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาต่อ

10.4 โครงการนี้ได้แบ่งช่วงสีออกเป็น 16 ช่วง ในการพัฒนาต่อสามารถแบ่งช่วงของสีเพิ่มได้อีกเป็น 32 หรือ 64 ช่วงได้

10.5 ใช้วิธีเพิ่มหรือลดค่าความสว่างของสีบางสีซึ่งเป็นสีที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสำหรับผู้ที่มีอาการตาบอดสีแต่ละประเภท เช่น สำหรับผู้ที่มีอาการตาบอดสีเขียว ก็จะเพิ่มหรือลดค่าความสว่างของสีเขียว (ค่า G) เพื่อให้เกิดความแตกต่างของสีโดยที่ไม่ต้องเปรียบเทียบสีของพิกเซลที่อยู่ติดกัน วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องแบ่งช่วงสีเพียงแค่ตรวจสอบว่าพิกเซลใดบ้างที่มีค่า G (สำหรับผู้ที่มีอาการตาบอดสีเขียว) มากกว่าค่า R และ B และเพิ่มหรือลดค่า G เพื่อขจัดความกำกวมของสีในภาพ และเนื่องจากวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบสีจึงทำให้ไม่จำเป็นต้องแบ่งช่วงสีด้วย ก็จะสามารถกำจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแบ่งช่วงสีได้ด้วย

10.6 การตรวจสอบแต่ละพิกเซลควรขยายรัศมีออกไปเป็น 2-3 พิกเซล เพื่อขจัดปัญหาในการเปลี่ยนสีภาพที่องค์ประกอบของภาพมีเส้นขอบ

10.7 ควรจะพัฒนาให้โปรแกรมสามารถเปลี่ยนสีของภาพที่เป็นบุคคลจริง หรือภาพที่เป็นธรรมชาติได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Diana H. Heath, "Clinical information about color blindness", Morton plant medical, USA, 1999.
- [2] Eric W. Weisstein, "Eric Weisstein's world of scientific biography: Thomas young", Wolfram research, USA, 2002.
- [3] Gernot Hoffmann, "CIE color space", emden laboratory, Germany, 1998.
- [4] Nathan J., Piantanida T. P., "Molecular genetics of inherited variation in human color vision", Medline, USA, 1986.
- [5] Rushton, W.A.H., "Pigments and signals in color vision", Journal of Physiology, London-UK, 220, pp.1-31, 1972.
- [6] Terrace L, Waggoner, "How about blindness work", Naval hospital, USA, 1998.
- [7] Toledo Bend, "Color blindness", Epson press (Texas), USA, 2000.