บทที่ 3
ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแอพพลิเคชัน

3.1 หลักการและแนวคิด

ปัจจุบันนี้มีการพัฒนารูปแบบการเล่นเกมให้ก้าวหน้าไปมาก จากเกม 2 มิติเป็น 3 มิติที่เน้นความสมจริงของภาพ หรือเน้นที่มีความสวยงามเป็นแฟนตาซีราวกับโลกในจินตนาการ ซึ่งรูปแบบการเล่นส่วนใหญ่ของเกมนั้น จะเป็นการอินพุตทางคีย์บอร์ดและเมาส์ใช้ในการควบคุมบังคับเกม จึงมีแนวคิดที่ว่า ในเมื่อเกมเน้นความสมจริงของภาพซึ่งมองเห็นด้วยตาแล้ว น่าจะเพิ่มความสมจริงโดยใช้การเคลื่อนไหวร่างกายในการควบคุมเกม จากการศึกษาหลักการและทฤษฎีการประมวลผลภาพต่างๆก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเกม โดยที่ได้นำกล้องเว็บแคมมาเป็นอินพุตในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกาย เนื่องกล้องเว็บแคมมีราคาถูก ส่วนใหญ่จะมีติดมากับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม

ปัญหาพิเศษนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาเกม โดยใช้การตรวจจับและการติดตามการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ที่แสดงผ่านกล้องเว็บแคม ในการควบคุมการเคลื่อนไหวภายในเกม ซึ่งจะนำไลบรารี่ของ OpenCV มาใช้ในส่วนของการประมวลผลภาพ คือการตรวจจับ ติดตามการเคลื่อนไหวของใบหน้าและมือของผู้เล่น โดยที่จะออกแบบเกมโดยใช้เกมเอนจิ้นที่ชื่อว่า Unity ช่วยในสร้างเกมและองค์ประกอบต่างๆภายในเกม เกมนี้จะออกแบบมาเพื่อการใช้งานที่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ที่ใช้ในการควบคุมเกม

โดยหลักการของปัญหาพิเศษนี้คือ การตรวจจับใบหน้าโดยใช้หลักการ Haar-like Feature และการตรวจจับสีผิวโดยวิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้า จากนั้นทำการกำหนดจุดกึ่งกลางบริเวณใบหน้าและบริเวณมือของผู้เล่น เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ท่าทางและส่งไปยังส่วนของเกมเพื่อคุมควบการเคลื่อนไหวของผู้เล่นที่จะแสดงผลภายในเกม

3.1.1 วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวทั้งหมดจากสีผิวใบหน้า

ปัญหาพิเศษนี้ได้นำเสนอวิธีการใหม่ในการกำหนดขอบเขตของสีผิว โดยการนำสีผิวทั้งหมดจากสีผิวใบหน้ามาเป็นตัวกำหนดขอบเขตแทนการกำหนดด้วยค่าคงที่ ซึ่งค่าสีผิวที่ได้มานั้นจะเป็นค่าสีผิวของตัวผู้ใช้เอง และจะปรับเปลี่ยนขอบเขตของพื้นที่สีผิวให้เหมาะสม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับสีผิวและลดระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูลเพื่อหาค่าคงที่ เนื่องจากกำหนดขอบเขตจากโมเดลสีแบบทั่วไป จำเป็นต้องมีการรับข้อมูลจำนวนมากเพื่อวิเคราะห์สีผิวแล้วจึงสามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อกำหนดเป็นกฎ แต่วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้า

สามารถลดระยะเวลาในขั้นตอนดังกล่าว เพราะวิธีนี้จะไม่ใช้การรวบรวมข้อมูล แต่จะเป็นการใช้ข้อมูลจากใบหน้าที่ได้รับมา โดยสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมภาพโดยใช้การตรวจจับใบหน้าด้วยหลักการ Haar-like Feature เพื่อนำข้อมูลสีผิวใบหน้ามาวิเคราะห์ในโมเดลสี HSV จากนั้นทำการพล็อตกราฟแบบ 2 มิติเพื่อนับความถี่สะสมของสีโดยใช้ช่องสี H และ S มาเป็นแกน สุดท้ายนำผลลัพธ์ที่ได้จากการพล็อตกราฟไปสร้างเป็นกฎการกำหนดขอบเขตพื้นที่สีผิว

ขั้นตอนการตรวจจับสีผิวมนุษย์นั้นใช้วิธีการตรวจจับสีภาพ เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการประมวลผลที่รวดเร็ว และผลลัพธ์ออกมาเป็นที่น่าพึงพอใจ งานวิจัยจำนวนมากได้นำเสนอเทคนิคและวิธีการจากโมเดลสี เช่น Peer et al.[7] ใช้โมเดลสี RGB ในการตรวจจับพื้นที่สีผิวของใบหน้า Chai et al.[8] ใช้โมเดลสี YCbCr และ Wang et al.[9] ใช้โมเดลสี HSV ในการตรวจจับพื้นที่สีผิวของใบหน้าจากภาพสี ซึ่งงานวิจัยโมเดลสีส่วนมากในการตรวจจับสีผิวมนุษย์นั้น เกิดจากการรวมรวบข้อมูลสีผิวจำนวนมาก หาค่าเฉลี่ยและนำมากำหนดเป็นค่าคงที่ โดยอุปสรรคของงานวิจัยประเภทนี้คือ เมื่อรวบรวมข้อมูลสีผิวจากหลายเชื้อชาติ จึงทำให้เกิดความต่างของสีผิว ค่าเฉลี่ยที่นำมากำหนดเป็นค่าคงที่นั้นอาจมีความคลาดเคลื่อน เช่น หากข้อมูลสีผิวที่รวบรวมมามีจำนวนข้อมูลของคนผิวสีมากกว่า จะทำให้ค่าคงที่ที่ได้มานั้น อาจจะใช้กับคนเอเชียหรือคนต่างเชื้อชาติไม่ได้ประสิทธิภาพ และอุปสรรคอีกด้านหนึ่งของงานวิจัยประเภทนี้คือขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลสีผิวจะเป็นข้อมูลเฉพาะในสภาพแสงปกติ เมื่อนำไปใช้ในสภาวะแสงผิดปกติ เช่น แสงของสภาพแวดล้อมเป็นสีน้ำเงินหรือสีเขียว จะทำให้ผลที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อน เพราะเมื่อแสงเปลี่ยนไปแต่ค่าคงที่ยังคงเดิม การตรวจจับโดยวิธีการใช้โมเดลสีที่กำหนดค่าไว้แล้วจึงเป็นไปได้ยาก

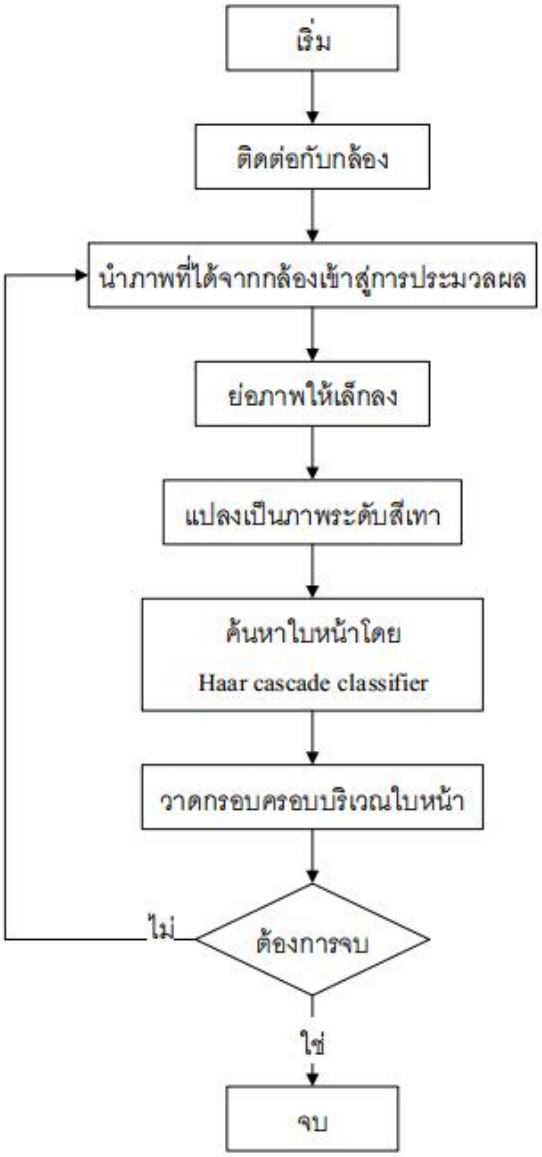
วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้าที่เรานำเสนอ จะทำให้ลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัญหาดังกล่าว และจากผลการทดลอง วิธีนี้ช่วยเพิ่มค่าความถูกต้องของการตรวจจับพิกเซลสีผิวเป็น 92.951%

3.2 การตรวจจับใบหน้า

ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมขั้นแรกเขียนโปรแกรมให้ติดต่อกับกล้องเพื่อนำภาพจากกล้องนำมาประมวลผล โดยการเขียนโปรแกรมให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคม สามารถทำได้ด้วยการเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานภายในไลบรารี่ของ OpenCV เพื่อรับภาพมาประมวลผลภาพที่ได้จาก

กล้องนั้นสามารถเลือกได้ตามความต้องการ ในที่นี้ต้องการภาพสีแบบ RGB เพื่อง่ายต่อการแสดงผล

การตรวจจับใบหน้านั้นทำได้โดยใช้ Haar cascade classifier ซึ่งเป็นฟังก์ชันใน OpenCV มาช่วยในการทำงาน เป็นการนำเอาไฟล์ประเภท XML ที่อยู่ในไลบรารีมาใช้ ซึ่งเป็นไฟล์ที่รวบรวมข้อมูลใบหน้ามนุษย์ที่ได้รับเรียนรู้จากรูปภาพเป็นจำนวนมาก เมื่อได้รับเฟรมภาพจากกล้องเว็บแคมก็จะทำการย่อขนาดของภาพให้เล็กลงและแปลงภาพที่ได้มาเป็นภาพระดับเทาเพื่อให้การวิเคราะห์ได้รวดเร็วขึ้น จากนั้นประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งของใบหน้า แล้ววาดกรอบครอบบริเวณใบหน้า



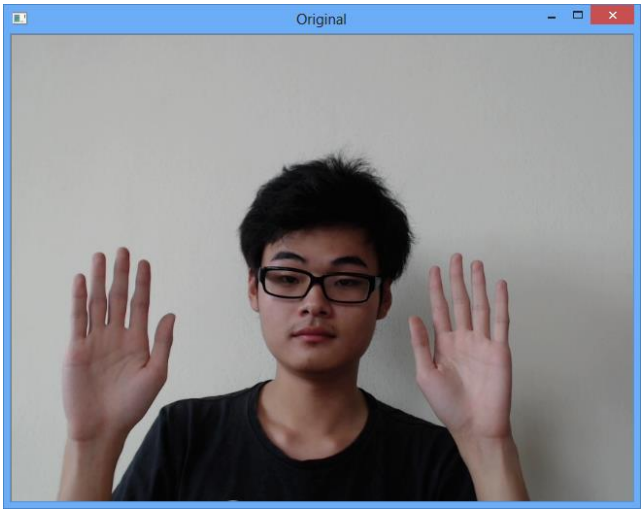
รูปที่ 3.1 แผนภาพการตรวจจับใบหน้า

3.3 ขั้นตอนการแยกสีผิวจากวิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้า

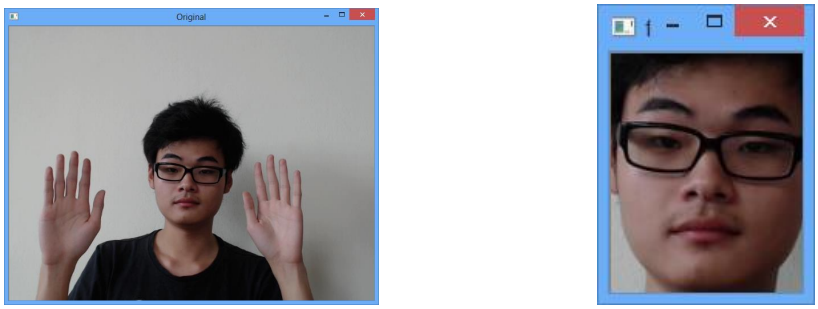
3.3.1 การเตรียมภาพ

หลักการในการแยกสีผิวขั้นตอนแรกนั้น จะคล้ายกับขั้นตอนการแยกใบหน้าดังที่กล่าวข้างต้น โดยเมื่อรับภาพเข้ามาในระบบ ภาพที่รับมาจะทำการย่อขนาดลงดังแสดงในรูปที่ 3.3(ก) ซึ่งคุณภาพของภาพที่ได้จะลดลงตามไปด้วย แต่จะทำให้การประมวลผลของระบบมีการประมวลผลได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำภาพที่ทำการย่อขนาดแล้ว มาตรวจจับใบหน้าจากภาพโดยวิธี Haar-like Feature ซึ่งเป็นฟังก์ชันหนึ่งใน OpenCV ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจจับจะเป็นรูปที่ตัดเอาเฉพาะบริเวณใบหน้ามาเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 3.3(ข) และเป็นการตัดส่วนที่เป็นพื้นหลังของภาพและสิ่งรบกวนต่างๆออกไป เช่น เส้นผม เพื่อการประมวลผลที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น ในส่วนนี้เป็นขั้นตอนการหาภาพใบหน้าและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปวิเคราะห์หาสีผิวในขั้นตอนถัดไป

ภายในเกม เนื่องจากมีการควบคุมตัวละครโดยการใช้มือร่วมด้วย ดังนั้นในส่วนนี้จะมีการวิเคราะห์มือของผู้เล่น โดยเริ่มการแบ่งกึ่งกลางภาพที่ได้รับจากกล้องดังแสดงในรูปที่ 3.2 เพื่อแยกภาพออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกทางฝั่งซ้ายของภาพจะหมายถึงส่วนที่ค้นหามือซ้ายของผู้เล่น และส่วนที่สองทางฝั่งขวาของภาพจะหมายถึงส่วนที่ค้นหามือขวาของผู้เล่น ซึ่งการแบ่งภาพแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องแบ่งเป็นสองส่วนเท่าๆกันเสมอไป แต่จะพิจารณาจากตำแหน่งใบหน้าของผู้เล่นร่วมด้วย



รูปที่ 3.2 ภาพที่ได้รับจากกล้อง



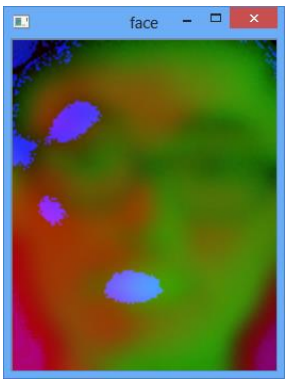
(ก) (ข)

รูปที่ 3.3 (ก) ภาพหลังจากการย่อขนาด

(ข) ภาพใบหน้าที่ได้จากตรวจจับโดยวิธี Haar-like Feature

3.3.2 การแบ่งภาพสีผิว

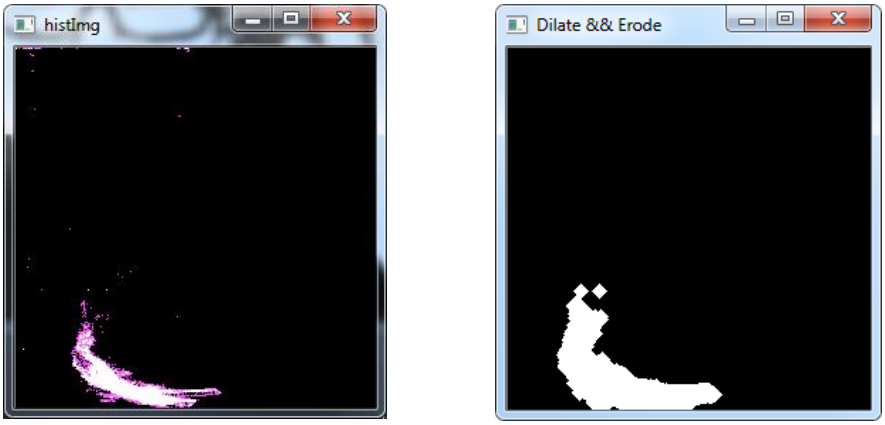
เริ่มต้นจากการนำภาพใบหน้าที่ได้จากการตรวจจับโดยวิธี Haar-like Feature มาทำการเพิ่มขนาดเป็น 2 เท่า เพื่อเพิ่มปริมาณของข้อมูลในการนำไปวิเคราะห์หาสีผิว หลังจากนั้นจึงทำการแปลงภาพสีบริเวณใบหน้าจากสีปกติให้อยู่ในโมเดลสี HSV เนื่องจากงานวิจัยของ Chaves-GonzÃ¡lez[10] ในการเปรียบเทียบการตรวจจับสีผิวของโมเดลสีต่างๆ โมเดลสี HSV นั้นมีอัตราความถูกต้องในการตรวจจับสีผิวได้มากกว่าโมเดลสีอื่นๆ



รูปที่ 3.4 ภาพใบหน้าขยาย 2 เท่าและเปลี่ยนเป็นโมเดลสี HSV

หลังจากแปลงภาพสีของใบหน้าจากโมเดลสีปกติให้อยู่ในโมเดลสี HSV(รูปที่ 3.4) แล้วจากนั้นจึงทำการสร้างตาราง 2 มิติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความถี่สะสมของพิกเซลภายในภาพ โดยให้แกน X แทนช่องสี H ตั้งแต่ 0-255 และแกน Y แทนช่องสี S ตั้งแต่ 0-255 เช่นหากพิกเซลแรกของภาพใบหน้า(รูปที่ 3.4)มีค่า H=20 S=55 ในการเก็บข้อมูลจะเก็บลงในแกน X=20 และ Y=55 เป็นต้น โดยจะเก็บข้อมูลไปเรื่อยๆจากทุกพิกเซลภายในภาพ หลังจากรวบรวมข้อมูลเสร็จเรียบร้อย

แล้ว จะเป็นการพล็อตกราฟของข้อมูล 2 มิติดังแสดงในรูปที่ 3.5(ก) ซึ่งสีที่แสดงในภาพนั้นหมายถึงจำนวนข้อมูลที่มีความถี่สะสมมากน้อยแตกต่างกันไป โดยจะไล่สีตั้งแต่สีชมพูที่แสดงถึงความถี่สะสมของข้อมูลน้อยไปจนถึงสีขาวที่แสดงถึงความถี่สะสมของข้อมูลมาก จากนั้นนำรูปภาพของกราฟข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยเทคนิคไดเลชัน(Dilation)และอีโรชัน(Erosion) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน(Noise)ภายในภาพดังแสดงในรูปที่ 3.5(ข) หลังจากนั้นจะทำการค้นหาช่วงของข้อมูลที่มีข้อมูลรวมตัวกันหนาแน่นมากที่สุด โดยช่วงข้อมูลเหล่านั้นจะนำมากำหนดเป็นขอบเขตช่วงข้อมูลของสีผิว ซึ่งขอบเขตของสีผิวที่ได้ เป็นข้อมูลจากการวิเคราะห์ใบหน้า และจะเปลี่ยนค่าไปตามลักษณะสีผิวใบหน้าของผู้ใช้

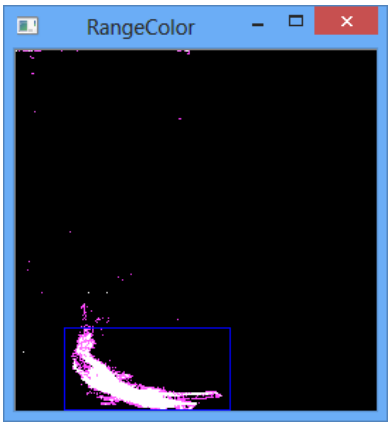


(ก) (ข)

รูปที่ 3.5 (ก) กราฟข้อมูล 2 มิติ H-S

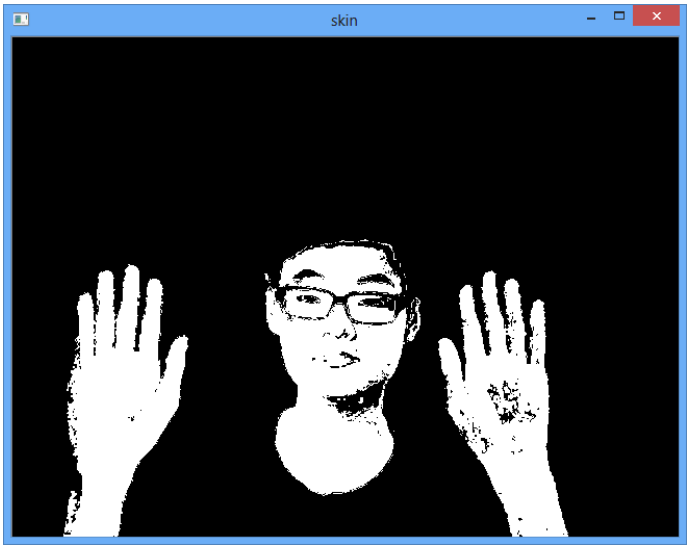
(ข) กราฟข้อมูลหลังการปรับปรุงโดยเทคนิคไดเลชันและอีโรชัน

หลังจากการนำรูปภาพของกราฟข้อมูล ผ่านเทคนิคไดเลชันและอีโรชันดังแสดงในรูปที่ 3.5(ข)แล้ว วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้านี้จะใช้ช่วงข้อมูลที่มีการรวมตัวกันหนาแน่นมากที่สุดมากำหนดเป็นขอบเขตของสีผิวดังกล่าว โดยจะวาดกรอบสี่เหลี่ยมครอบคลุมพื้นที่เหล่านั้น(รูปที่ที่ 3.6) ขอบเขตของสีผิวที่ได้จึงเป็นลักษณะกราฟ 2 มิติ H-S จากนั้นนำภาพที่ได้รับจากกล้องมาเปรียบเทียบกับขอบเขตดังกล่าว โดยจะพิจารณาในแต่ละพิกเซล หากพิกเซลของภาพที่ได้รับจากกล้องมีค่าสีอยู่ในช่วงที่คาดว่าจะเป็นสีผิวมนุษย์ อีกนัยหนึ่งหมายถึง พิกเซลดังกล่าวมีค่าสีอยู่ในขอบเขตของสีผิวที่ได้



รูปที่ 3.6 กรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบข้อมูลที่มีการรวมตัวกันหนาแน่นมากที่สุด

จะทำการเปลี่ยนค่าพิกเซลนั้นให้เป็นสีขาว ถ้าค่าที่นำมาเปรียบเทียบเกินกว่าช่วงของขอบเขตของช่วงสีที่กำหนดไว้ จะถือว่าพิกเซลตำแหน่งนี้เป็นพิกเซลที่ไม่ใช่สีผิว และทำการเปลี่ยนค่าในพิกเซลนั้นให้เป็นสีดำดังแสดงในรูปที่ 3.7

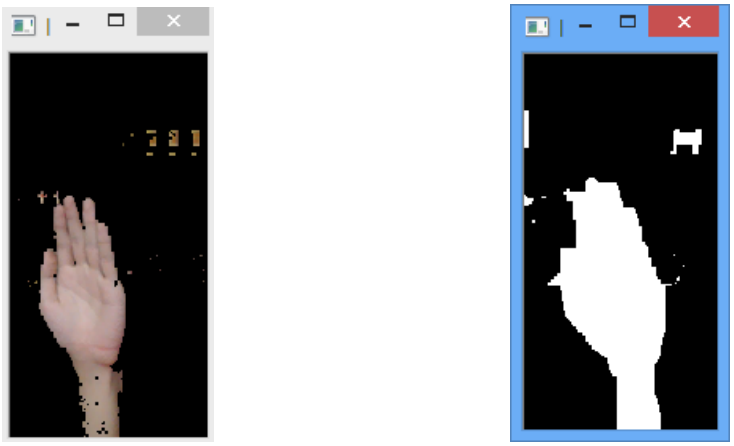


รูปที่ 3.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้า

3.3.3 การปรับภาพให้เรียบโดยใช้มอร์โฟโลยี

ผลลัพธ์จากการแบ่งภาพสีผิวที่ได้นั้น จะมีจุดเล็กๆที่เกิดจากภาพที่มีจุดสีเพี้ยนทำให้การเลือกสีผิวผิดพลาดไป ซึ่งถือว่าเป็นสัญญาณรบกวน(Noise) และมีผลต่อการนำไปวิเคราะห์ผลในขั้นตอนการทำงานต่อไป ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสัญญาณรบกวนเหล่านี้ทิ้งไป โดยนำภาพดังกล่าวมาทำการหลอมมอร์โฟโลยีจากเทคนิคไดเลชันตามด้วยเทคนิคอีโรชัน ซึ่งสามารถเรียกการกระทำ

แบบนี้ว่าโคลสซิง เพื่อให้ภาพใบหน้าและมือที่ได้ราบเรียบยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมต่อเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้การตรวจจับมีความทนทานต่อสภาพแสงมากขึ้น



(ก) (ข)

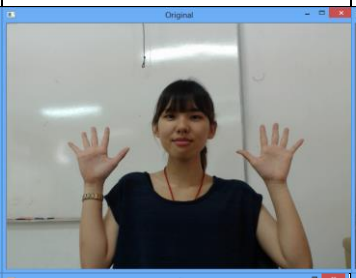
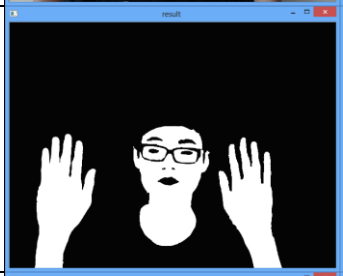
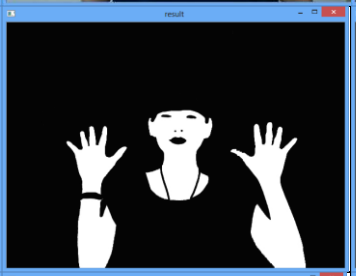
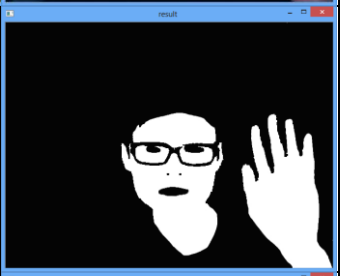
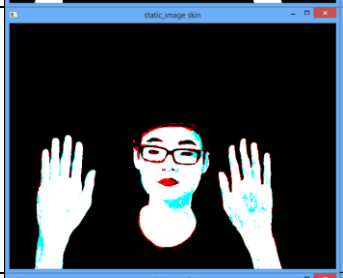
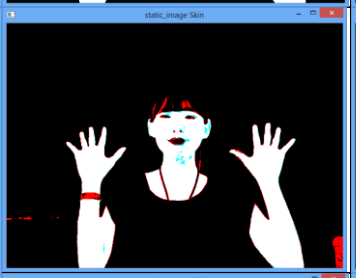
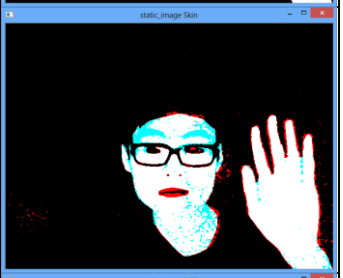
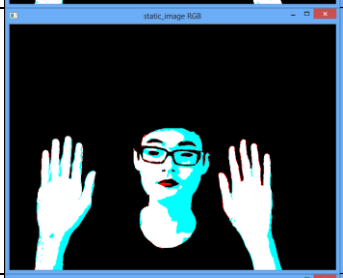
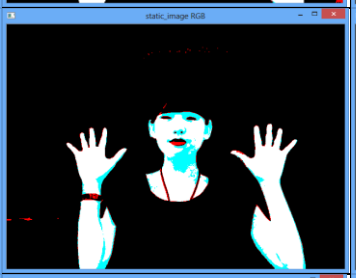
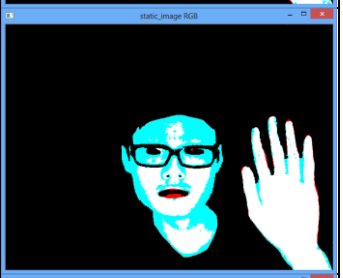
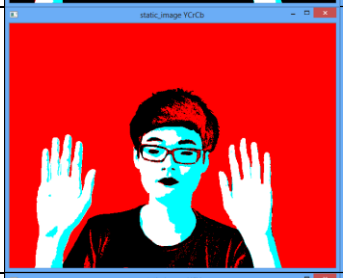
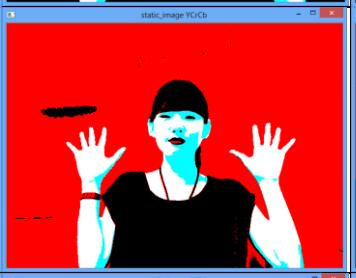
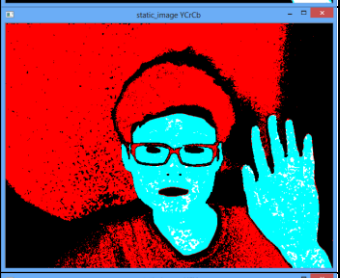
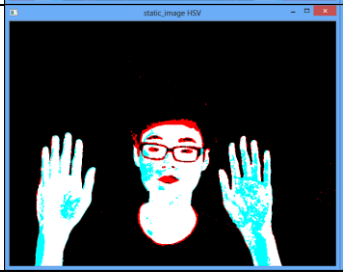
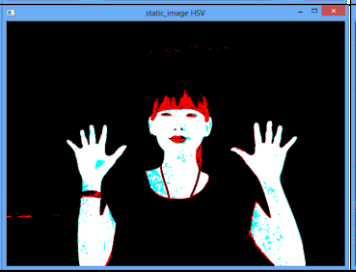
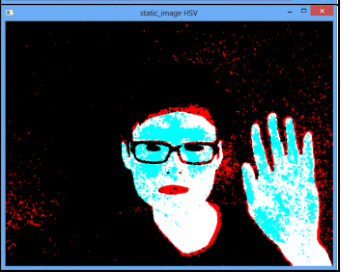
รูปที่ 3.8 ภาพก่อน(ก)และหลัง(ข)การทำมอร์โฟโลยี

การประมวลผลมือของผู้เล่นนั้นจะกำหนดบริเวณที่เราสนใจ ที่คาดไว้ว่าเป็นมือของผู้เล่น (รูปที่ 3.8 (ข)) โดยพื้นที่นั้นจะต้องไม่เล็กกว่าค่าที่กำหนดไว้ เพื่อตัดวัตถุที่มีค่าสีใกล้เคียงกับสีผิวมนุษย์ทิ้งไป แล้วจึงหาจุดศูนย์กลางของบริเวณที่เราสนใจเพื่อกำหนดว่าตำแหน่งภาพที่ได้เป็นตำแหน่งมือของผู้เล่น และนำตำแหน่งที่ได้นี้ไปคำนวณท่าทางของผู้เล่นในการเล่นเกม

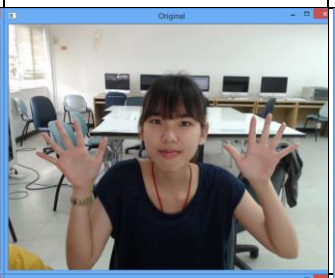
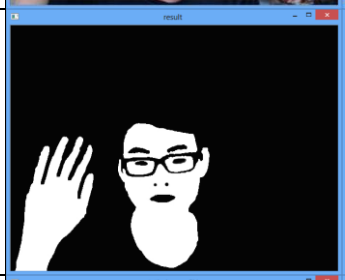
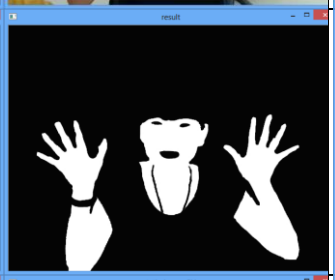
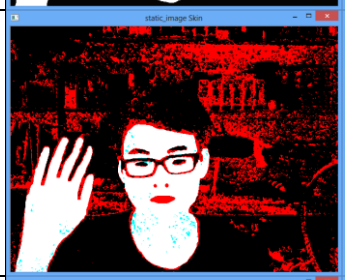
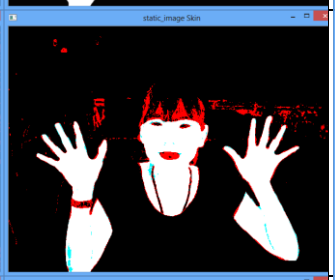
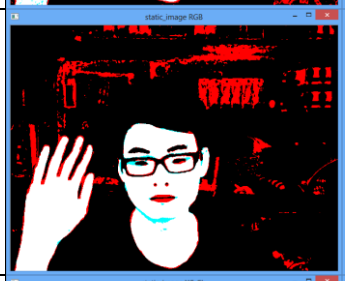
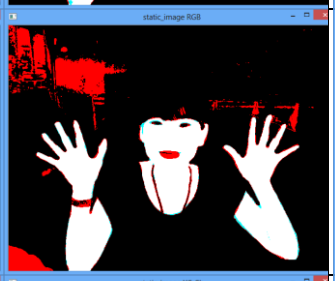
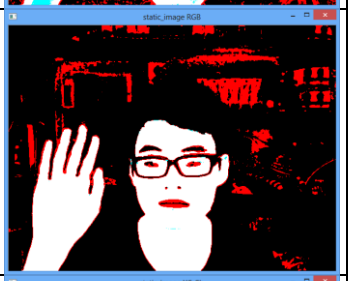
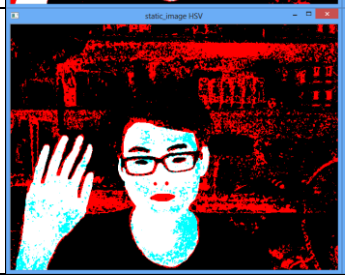
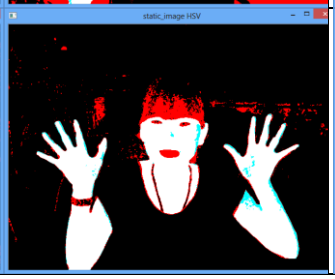
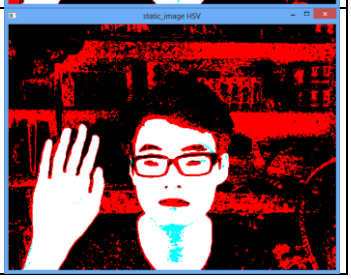
3.4 การทดลอง

รูปภาพที่นำมาใช้ในการทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณีใหญ่ คือการตรวจจับใบหน้าภายในสภาพแวดล้อมและแสงปกติ การตรวจจับใบหน้าภายในสภาพแวดล้อมแสงปกติและพื้นหลังไม่มีวัตถุรบกวน และการตรวจจับใบหน้าภายในสภาพแวดล้อมแสงผิดปกติ ใบหน้าที่นำมาทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 9 ใบหน้า ข้อมูลภาพสีที่นำมาทดสอบเป็นภาพสีที่ถ่ายจากกล้องเว็บแคมและจากอินเตอร์เน็ต ในแต่ละภาพจะมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทั้งความแตกต่างของพื้นหลังและสีที่รบกวนภายในภาพ ซึ่งจะเปรียบเทียบการตรวจจับสีผิวด้วยกัน 4 วิธีคือ 1.วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวทั้งหมดจากสีผิวใบหน้า 2.วิธีการตรวจจับโดยใช้โมเดลสี RGB[7] 3.วิธีการตรวจจับโดยใช้โมเดลสี YCbCr[8] และ4.วิธีการตรวจจับโดยใช้โมเดลสี HSV[9]

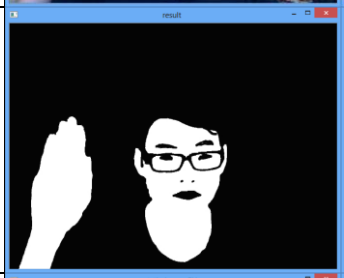
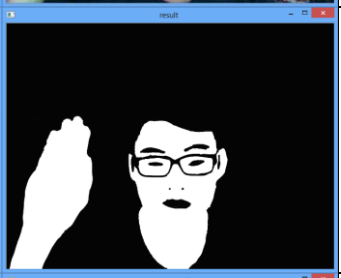
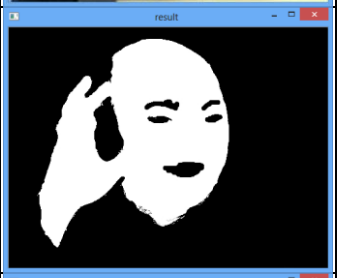
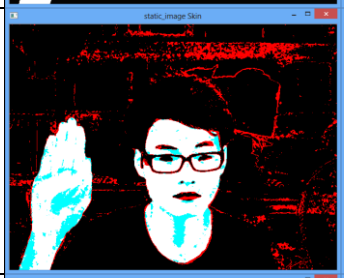
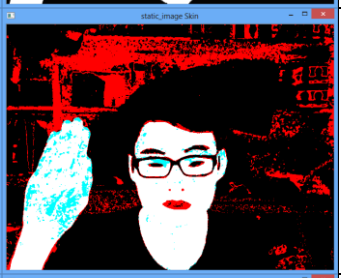
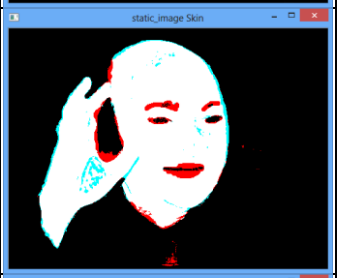
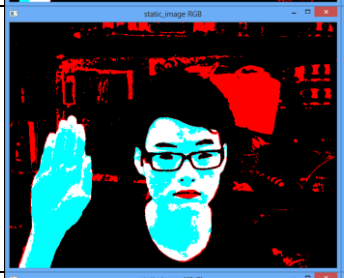
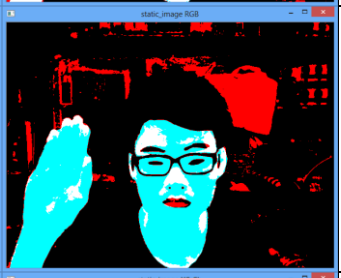
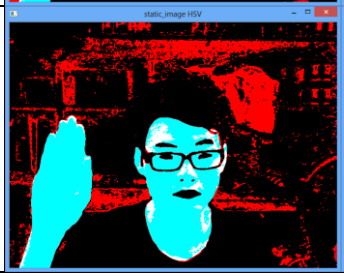
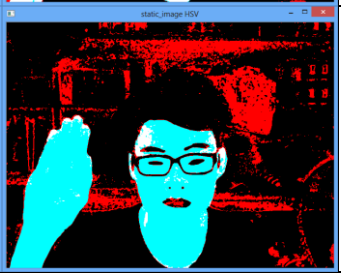
ตารางที่ 3.1 แสดงภาพผลการทดลองการตรวจจับสีผิวในภายสีโดยวิธีการต่างๆ 1

วิธีการ	กรณีที่ 1.1	กรณีที่ 1.2	กรณีที่ 2
ภาพต้นแบบ			
ผลที่คาดหวัง			
วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวทั้งหมดจากสีผิวใบหน้า			
RGB[7]			
YCbCr[8]			
HSV[9]			

ตารางที่ 3.2 แสดงภาพผลการทดลองการตรวจจับสีผิวในภายสีโดยวิธีการต่างๆ 2

วิธีการ	กรณีที่ 3.1	กรณีที่ 3.2	กรณีที่ 4
ภาพต้นแบบ			
ผลที่คาดหวัง			
วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวทั้งหมดจากสีผิวใบหน้า			
RGB[7]			
YCbCr[8]			
HSV[9]			

ตารางที่ 3.3 แสดงภาพผลการทดลองการตรวจจับสีผิวในภายสีโดยวิธีการต่างๆ 3

วิธีการ	กรณีที่ 5	กรณีที่ 6	กรณีที่ 7
ภาพต้นแบบ			
ผลที่คาดหวัง			
วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวทั้งหมดจากสีผิวใบหน้า			
RGB[7]			
YCbCr[8]			
HSV[9]			

3.5 การวัดประสิทธิภาพ

เนื่องจากการนำเสนอวิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้านี้ เป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับสีผิวภายในภาพ การพิจารณาจึงคิดจาก DSR(Detection Success Rate) ค่าความถูกต้องของการตรวจจับพิกเซลสีผิว ซึ่งเป็นอัตราส่วนของจำนวนพิกเซลสีผิวที่ตรวจจับได้ถูกต้องต่อจำนวนพิกเซลสีผิวทั้งหมดที่มีอยู่จริงในภาพ เขียนได้ดังสมการ

$$\text{DSR} = \frac{\text{จำนวนพิกเซลสีผิวที่ตรวจจับได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนพิกเซลสีผิวทั้งหมดที่มีอยู่จริงในภาพ}} \times 100\% \qquad (3.1)$$

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองการตรวจจับสีผิวในภาพสี

กรณี	**วิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้า DSR (%)**	**RGB[7] DSR (%)**	**YCbCr[8] DSR (%)**	**HSV[9] DSR (%)**
1.1	92.463	76.349	71.922	79.865
1.2	97.896	84.975	80.734	91.917
2	90.205	67.487	7.7116	66.108
3.1	97.909	97.729	65.186	84.648
3.2	97.827	97.729	97.508	94.742
4	92.973	99.736	65.789	96.727
5	82.806	36.506	4.740	10.367
6	89.609	16.648	92.279	6.457
7	94.865	89.645	87.261	97.399
ค่าเฉลี่ย	**92.951**	**70.318**	**67.453**	**69.084**

ตารางที่ 3.5 เวลาในการตรวจจับสีผิวในภาพสี

วิธีการ	**วิธีที่นำเสนอ**	**RGB**	**YCbCr**	**HSV**
เวลา(ms)	69.987	64.454	63.896	64.246

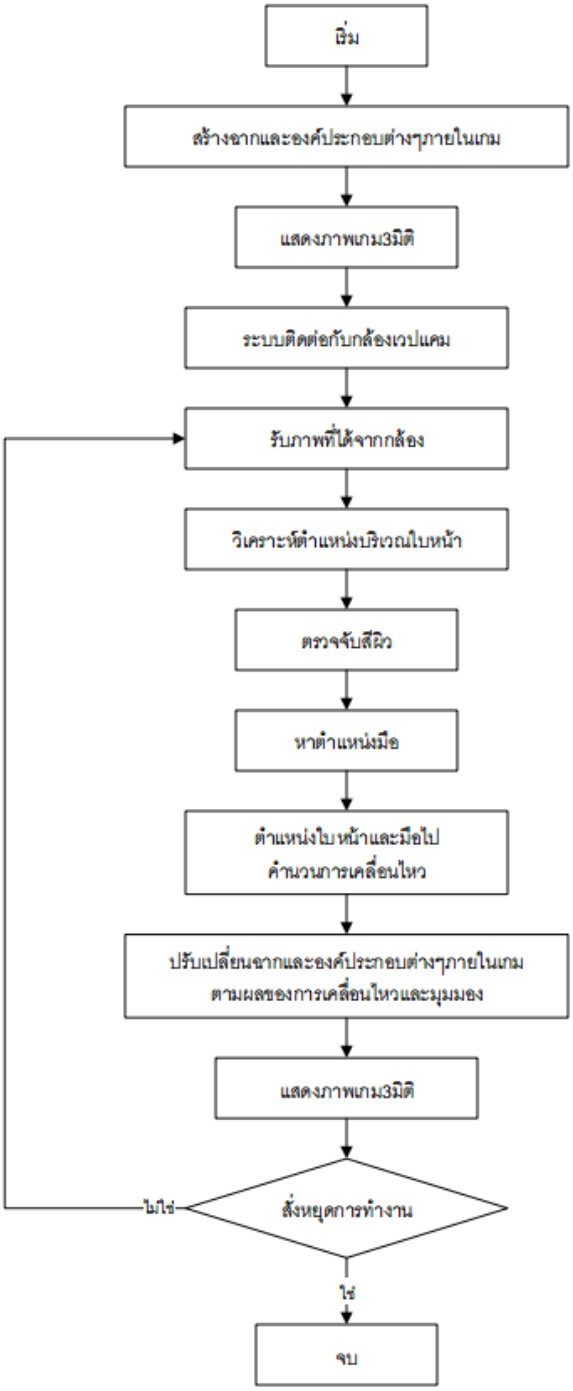
3.6 สรุปผลการทดลอง

จากวิธีที่นำเสนอการกำหนดขอบเขตสีผิวจากใบหน้า ผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการใช้โมเดลสี RGB[7] YCbCr[8] และ HSV[9] ในสภาพแวดล้อมและแสงปกตินั้น ค่า DSR ที่ได้มีค่าสูงกว่างานวิจัยอื่นๆ และจากผลการทดลองดังแสดงในตารางกรณีที่ 2 ซึ่งเป็นกรณีที่สภาพแวดล้อมมีแสงน้อย จากการตรวจจับสีผิวด้วยวิธีที่นำเสนอ ค่าความถูกต้องของการตรวจจับมีค่าสูงกว่าวิธีอื่นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนการตรวจจับสีผิวในสภาพแวดล้อมที่มีแสงปกติ แต่มีวัตถุรบกวนอยู่ภายในภาพ(กรณีที่ 3.1 และ 3.2)ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับวิธีอื่น แต่ในสภาพแวดล้อมแสงผิดปกติ ในกรณีแสงสีน้ำเงินสะท้อนลงบนใบหน้า ค่า DSR ที่ได้จะสูงกว่าวิธีการอื่นๆอย่างเห็นได้ชัดเช่นกัน เพราะวิธีที่นำเสนอได้นำสีใบหน้า ณ ขณะนั้นที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะแสงดังกล่าวไปวิเคราะห์ จึงทำให้ค่ากำหนดขอบเขตของสีผิวเปลี่ยนตาม จากการทดลองกับข้อมูลทั้ง 9 ภาพ ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการตรวจจับพิกเซลสีผิว (DSR) สูงถึง 92.951% ส่วนเวลาในการตรวจจับสีผิวของวิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวทั้งหมดจากใบหน้านั้น จะช้ากว่าประมาณ 8.721% ดังแสดงในตาราง 3.2 เนื่องจากมีการกำหนดขอบเขตของสีผิวใหม่ในทุกเฟรม ดังนั้นจึงทำให้การประมวลผลช้ากว่าวิธีการกำหนดขอบเขตสีผิวด้วยค่าคงที่

3.7 การทำงานของโปรแกรม

เมื่อเกมเริ่มการทำงาน ตัวเกมจะสร้างฉากและองค์ประกอบต่างๆภายในเกมเป็น 3 มิติตามที่ได้ออกแบบสภาพแวดล้อม แสง สี เสียงต่างๆไว้ จากนั้นตัวเกมจะทำงานตามชุดคำสั่งที่ได้ใส่ลงไป คือการติดต่อกับกล้องเว็บแคมเพื่อที่จะรับอินพุตจากกล้องต่อมา ส่วนของการประมวลผลภาพนำภาพมาวิเคราะห์การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธี Haar-like Feature และทำการหาตำแหน่งจุดกึ่งกลางบริเวณใบหน้า เริ่มต้นบริเวณมือของผู้เล่นด้วยวิธีการตรวจจับสีผิว เพื่อหาตำแหน่งของมือจากนั้นเอาตำแหน่งที่ได้ของบริเวณใบหน้าและบริเวณมือไปคำนวณการเคลื่อนไหว ภายในเกมจะมีการเคลื่อนไหวตามผลของการคำนวณ และผลกระทบต่างๆที่เกิดจากเคลื่อนไหวไม่ว่าจะเป็นวัตถุต่างๆในเกม แสง เงา มุมมองของผู้เล่นจะเปลี่ยนไป ตัวเกมจะคำนวณการเคลื่อนไหวและดำเนินต่อไปเรื่อยๆ จนทำภารกิจภายในเกมเสร็จสิ้น หรือล้มเหลว โดยภารกิจในเกมที่ผู้เล่นได้รับมอบหมายนั้นจะเริ่มจากภารกิจระดับง่ายไปจนถึงระดับยาก ซึ่งจะเป็นการพัฒนาความสามารถของผู้เล่นในการเคลื่อนให้ดีขึ้นตามลำดับ และจะเกิดความท้าทายกับภารกิจต่อไปที่ยากขึ้นจึงทำให้การ

ความสนุกในการเล่นเกม เมื่อเกมดำเนินมาจนถึงภารกิจสุดท้ายหรือภารกิจล้มเหลว ตัวเกมจะหยุดลงเพื่อให้ผู้เล่นได้เลือกดำเนินการต่อไปว่าจะกลับไปเล่นใหม่หรือออกจากเกม



รูปที่ 3.9 แผนภาพโดยรวมของระบบ

3.8 ขั้นตอนการประมวลผลท่าทาง

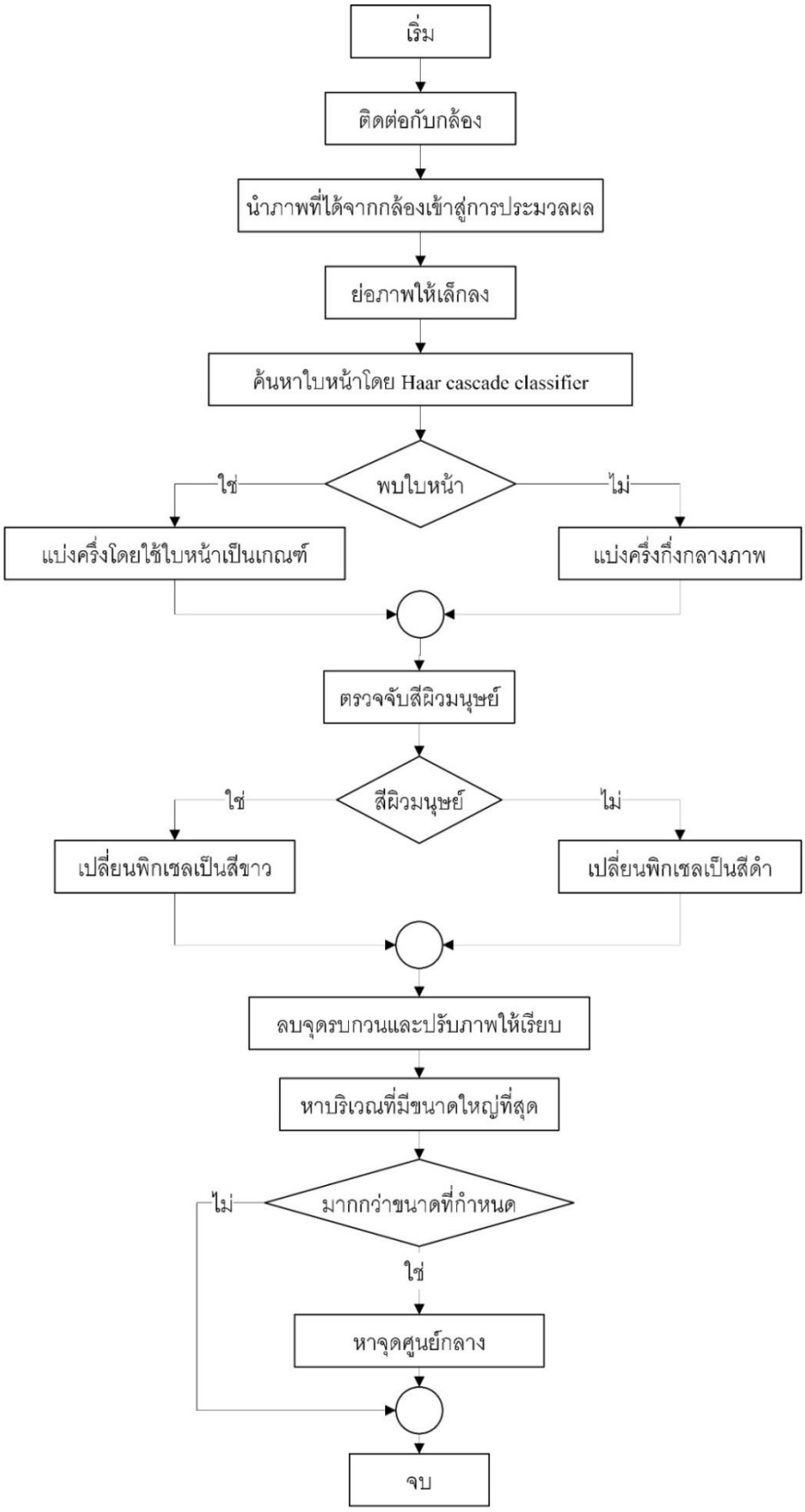
ในขั้นการประมวลผลท่าทางนั้น เริ่มจากการค้นหาใบหน้าของผู้เล่นแล้วจึงแบ่งภาพออกเป็นสองส่วนเพื่อค้นหาตำแหน่งมือ ซึ่งภาพฝั่งซ้ายเป็นการค้นหาตำแหน่งมือซ้ายของผู้เล่นส่วนภาพฝั่งขวาเป็นการค้นหาตำแหน่งมือขวาของผู้เล่น โดยจะนำตำแหน่งใบหน้าและมือที่ได้มาเทียบกับพิกัดของหน้าจอเพื่อกำหนดท่าทางของตัวละครในเกม

ตารางที่ 3.6 พิกัดของหน้าจอ

1	2	3
4	5	6
7	8	9

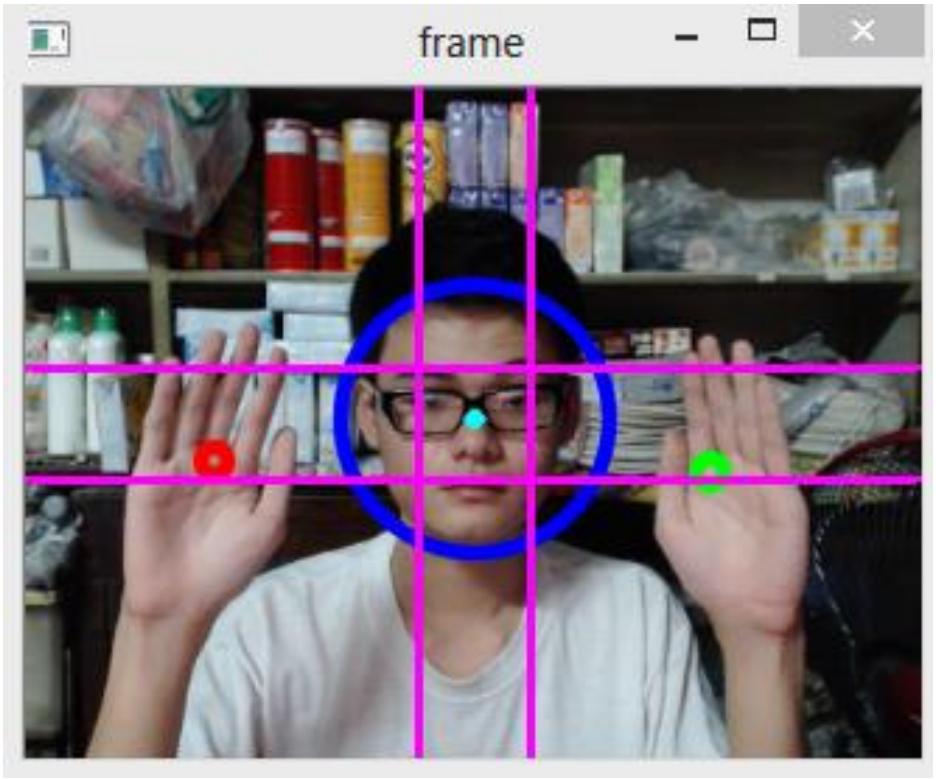
โดยจะแบ่งพิกัดดังภาพข้างต้น มีเงื่อนไขดังนี้

- ถ้าตรวจพบส่วนของศีรษะในส่วนที่ 5 จะหมายถึง การยืนอยู่กับที่
- ถ้าตรวจพบส่วนของศีรษะในส่วนที่ 3,6 และ 9 จะหมายถึง การเลี้ยวขวา
- ถ้าตรวจพบส่วนของศีรษะในส่วนที่ 1,4 และ 7 จะหมายถึง การเลี้ยวซ้าย
- ถ้าตรวจพบส่วนของศีรษะในส่วนที่ 1,2 และ 3 จะหมายถึง การเดินหน้า
- ถ้าตรวจพบส่วนของศีรษะในส่วนที่ 7,8 และ 9 จะหมายถึง การถอยหลัง
- ถ้าตรวจพบส่วนของมือในส่วนที่ 1,4 และ 7 จะหมายถึง การต่อยซ้าย
- ถ้าตรวจพบส่วนของมือในส่วนที่ 3,6 และ 9 จะหมายถึง การต่อยขวา



รูปที่ 3.10 แผนภาพการตรวจจับสีผิว

รูปที่ 3.11 ภาพต้นแบบ



รูปที่ 3.12 ภาพการแบ่งพิกัดของหน้าจอ

3.9 ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรม

- void init()

เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรม ได้แก่ การกำหนด Haar like feature เพื่อใช้ในการตรวจจับใบหน้า การตั้งค่ากล้องเว็บแคม การกำหนดความกว้างและความสูงของภาพ

- void update()

นำรูปภาพที่ได้รับจากกล้องเว็บแคม นำภาพที่ได้มาแสดงผล และนำรูปไปประมวลผลในขั้นตอนถัดไป

- IplImage face(IplImage img)

ประมวลผลภาพแต่ละภาพที่ได้รับจากกล้อง โดยนำภาพมาย่อขนาด แปลงภาพเป็นภาพสีเทา แล้วนำไปปรับปรุงรูปภาพโดยวิธีการ Equalization จากนั้นจะทำการค้นหาใบหน้าด้วยวิธี Haar-like Feature ซึ่งผลลัพธ์ของการค้นหาที่ได้คือกรอบสี่เหลี่ยมที่ล้อมรอบบริเวณใบหน้า นำผลลัพธ์ที่ได้มาตัดขอบ เพื่อตัดส่วนเกินที่อาจจะไม่ใช่ใบหน้าออก นำภาพที่ได้มาปรับให้เรียบขึ้นโดยวิธี Gaussian หลังจากนั้นจึงแปลงภาพให้อยู่ในโมเดลสี HSV แล้วนำตำแหน่งของใบหน้ามาควบคุมการเคลื่อนไหวของตัวละครภายในเกม และแบ่งภาพออกเป็นสองส่วน เพื่อหาตำแหน่งมือในการประมวลผลขั้นตอนถัดไป

- CvPoint hand(IplImage imgHand,IplImage imgOrignal,CvRect hand)

นำภาพที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนมาทำการตรวจหาสีผิว จากนั้นปรับภาพให้เรียบโดยวิธีการโมฟอร์โลยี เสร็จแล้วจึงนำมาผ่านกระบวนการเพื่อหาช่วงข้อมูลที่มีจำนวนมากที่สุดและต้องมีขนาดใหญ่กว่าค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ทำไว้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่ภาพนั้นอาจจะไม่ใช่มือ จากนั้นนำมากำหนดขอบเขตแล้วหาจุดศูนย์กลางของมือ เพื่อนำตำแหน่งมาควบคุมการเคลื่อนไหวของตัวละครภายในเกม

- CvRect cal(IplImage src)

เป็นการนำภาพใบหน้ามาเก็บข้อมูลความถี่สะสมสีของช่องสี H และ S แล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาพลอตกราฟ โดยรูปภาพของกราฟที่ได้จะนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงข้อมูลด้วยวิธีไดเลชันและอีโรชัน

- CvSeq<CvPoint> FindContours(IplImage img, CvMemStorage storage)

ค้นหาช่วงของข้อมูลที่มีจำนวนข้อมูลรวมตัวกันเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุด หลังจากนั้นนำมาตีกรอบสี่เหลี่ยม เพื่อกำหนดเป็นขอบเขตของสีผิวมนุษย์

- IplImage skin(IplImage src, CvRect range)

เอาช่วงข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล มากำหนดค่าสูงสุดและต่ำสุดของช่องสี H และ S จากนั้นนำภาพที่ได้รับจากกล้องเว็บแคม โดยแปลงเป็นภาพจากสีปกติเป็นโมเดลสี HSV แล้วนำมาเปรียบเทียบกับช่วงข้อมูลสีที่กำหนด ซึ่งถ้าหากพิกเซลของภาพจากกล้องมีค่าอยู่ในช่วง แสดงว่าพิกเซลที่พิจารณานั้นเป็นสีผิวมนุษย์ และพิกเซลนั้นจะแสดงผลเป็นสีขาว แต่ถ้าหากไม่อยู่ในช่วงของข้อมูลที่กำหนด แสดงว่าพิกเซลนั้นไม่ใช่สีผิวมนุษย์ และจะแสดงผลของพิกเซลเป็นสีดำ