

กระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด TOUCH SCREEN VIRTUAL WHITEBOARD WITH INFRARED LIGHT PEN

อุดม โตนอดทอง¹, ณัฐพงษ์ ไจรักษ์¹, เอกลักษณ์ สุนนพันธ์² และ ประมูล บัวน้อย³

¹นักศึกษา, วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

41 ม.7 ถ.พหลโยธิน อ.เมือง จ.ตาก 63000

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

41 ม.7 ถ.พหลโยธิน อ.เมือง จ.ตาก 63000

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์, วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

41 ม.7 ถ.พหลโยธิน อ.เมือง จ.ตาก 63000

Udom Tanodtong¹, Nuttapong Jailuk¹, Ekkalak Sumonphan² and Pramool Buanoi³

¹Student, Computer Engineering in Rajamangala University of Technology Lanna Tak

41 M.7, Phahonyotin Road, Amphur Mueang, Tak 63000

²Assistant Professor, Computer Engineering in Rajamangala University of Technology

Lanna Tak 41 M.7, Phahonyotin Road, Amphur Mueang, Tak 63000

³Assistant Professor, Industrial Engineering in Rajamangala University of Technology

Lanna Tak 41 M.7, Phahonyotin Road, Amphur Mueang, Tak 63000

บทคัดย่อ

การเรียนการสอนแบบใช้เครื่องฉายทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเขียนหรือวาดภาพบนฉากรับภาพ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระดานหน้าจอสัมผัสทำงานผ่านปากกาแสงอินฟราเรดมาประยุกต์ใช้งานกับเครื่องฉาย โดยการออกแบบปากกาแสงอินฟราเรดเป็นตัวระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ผ่านหลักการประมวลผลภาพที่มีการใช้กล้องเว็บแคม ตรวจจับแสงอินฟราเรดสำหรับระบุพิกัดจุดเซนทรอยด์ของตำแหน่งแสงอินฟราเรด เพื่อควบคุมเมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการบนระบบปฏิบัติการอูบุนตุ จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำปากกาแสงอินฟราเรดมาทำการวาดรูปทรงพื้นฐานจำนวน 5 รูปทรง เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 13.74 วินาที เทียบกับการใช้เมาส์อยู่ที่ 12.02 วินาที เวลาจะแตกต่างกันเล็กน้อย แต่การระบุพิกัดจากปากกาแสงอินฟราเรดทำได้ง่ายกว่า นอกจากนี้การวางปากกาแสงอินฟราเรดในลักษณะตั้งฉากที่ 90 องศา ทำให้แสงอินฟราเรดชัดเจน ส่งผลให้หลักการประมวลผลภาพตรวจจับแสงอินฟราเรดได้แม่นยำมากที่สุด

คำสำคัญ: แสงอินฟราเรด, หน้าจอสัมผัส, การประมวลผลภาพ, ระบบปฏิบัติการอูบุนตุ

ABSTRACT

Teaching used the projector which incurred inconvenience writing or drawing on the screen. This research decided to adopt of the touch screen board via infrared light pen which was applied to the projector by designing an infrared pen in order to specifying the movement via the image processing. This system had a web camera to detect infrared light for specifying the centroid coordinate of the light spectrum to control the mouse in the desired position on the Ubuntu operating system. The result found that when the infrared pen drew the five basic shapes which average time was 13.74 seconds, while compare with using a mouse was 12.02 seconds. The time was slightly difference. The specifying coordinates of the infrared pen was easier to use. Furthermore infrared pen was placed perpendicular at 90° In order to make clear infrared. This result in the detection of infrared image processing was most accurate.

KEYWORDS: Infrared Light, Touch Screen, Image Processing, Ubuntu Operating System

1. บทนำ

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเริ่มมีบทบาทสำคัญ โดยการนำเสนอผ่านเครื่องฉาย แต่การเรียนการสอนแบบใช้เครื่องฉายนั้น ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเขียนหรือการวาดบนฉากรับภาพ ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีกระดานอัจฉริยะ (Interactive Whiteboard) [1] โดยใช้ปลายนิ้วสัมผัสเพื่อนำเสนอสื่อการสอน [2] โดยเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบเดิมทำให้เกิดประโยชน์ [3] ในการนำเสนอสื่อของผู้สอน แต่ด้วยราคาที่แพงจึงทำให้การใช้งานยังมีข้อจำกัด [4] ได้พัฒนากระดานอัจฉริยะที่มีราคาถูกแต่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์นินเทนโดวีรีโมท (Nintendo Wii Remote) ร่วมประมวลผลกับกระดานอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น [5, 6] โดยใช้ปากกาแสงอินฟราเรดร่วมกับกล้องอินฟราเรดที่ใช้ในการตรวจจับแสงอินฟราเรดจากปากกาในการระบุตำแหน่งเคลื่อนที่ของเมาส์ วิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้กล้องนินเทนโดวีรีโมทเพื่อใช้ตรวจจับแสงอินฟราเรด [7] สำหรับการพัฒนาระบบการตรวจจับแสงจากปากกาเพื่อใช้ควบคุมสื่อการสอนบนกระดานอัจฉริยะ เนื่องจากระบบดังกล่าวต้องใช้กล้องไคเนกซ์ (Kinect) ในการประมวลผลท่าทางจากค่าความลึกของภาพร่วมกับแสงอินฟราเรดจากปากกา เพื่อลดข้อจำกัดของอุปกรณ์พกพา [8] เสนอการรู้จำท่าทางของมือ โดยวางโปรเจกเตอร์ไว้ด้านหลังเพื่อเก็บภาพการเคลื่อนไหวของมือ วิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องมีอัลกอริทึมในการรู้จำท่าทางของมือร่วมประมวลผลด้วย เพื่อลดข้อจำกัดของระบบรู้จำดังกล่าว [9] ได้นำเสนอกระดานอัจฉริยะที่ร่วมกับการระบุตำแหน่งของแสงอินฟราเรดผ่านการตรวจจับด้วยหลักการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับวัตถุที่เป็น

แสงอินฟราเรดจากค่าการกระจายตัวของค่าพิกเซลแสงสว่างที่ได้จากฮิสโตแกรม (Histogram) วิธีการดังกล่าวเมื่อสภาพแสงเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนตำแหน่งของชุดกระดานอัจฉริยะที่ออกแบบจำเป็นต้องทำการปรับปรุงภาพพื้นหลังเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการลบภาพพื้นหลัง (Background Subtraction) ในการยืนยันวัตถุที่เป็นแสงอินฟราเรด กรณีที่ต้องการสั่งงานของการตรวจจับแสงอินฟราเรดแทนคำสั่งของเมาส์ [10] ด้วยหลักการประมวลผลภาพ แต่จำเป็นต้องใช้ปากกาแสงอินฟราเรด 2 ด้าม เพื่อระบุตำแหน่งแสงอินฟราเรดติดต่อกันแทนคำสั่งเมาส์ นอกจากนี้ยังพบว่าปากกาแสงอินฟราเรดรวมกับการตรวจจับตำแหน่งแสงผ่านการประมวลผลภาพสามารถนำมาใช้ปรับปรุงระบบกระดานอัจฉริยะเพื่อช่วยให้ผู้สอนนำเสนอข้อมูลสื่อได้บนตัวกระดาน

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรดที่ได้นำเสนอเทคโนโลยีของระบบหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรดมาประยุกต์ใช้งานกับเครื่องฉาย ซึ่งจะใช้ปากกาแสงอินฟราเรดเป็นตัวระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเมาส์ผ่านหลักการประมวลผลภาพด้วยไลบรารีโอเพ่นซีวี (OpenCV: Open Source Computer Vision) [11] ทำงานบนระบบปฏิบัติการอุบุนตุ (Ubuntu Operating System) [12] เพื่อแทนการใช้เมาส์ของคอมพิวเตอร์และจากรับเครื่องฉายที่ใช้เป็นกระดานสามารถเขียนหรือวาดผ่านปากกาแสงอินฟราเรดได้ โดยใช้กล้องเว็บแคม (Web Camera) ราคาถูกที่หาได้ทั่วไปทำการถอดกระจกฟิลเตอร์กันแสงอินฟราเรดออกไป ทำให้สามารถตรวจจับแสงอินฟราเรดจากหลอดแอลอีดีอินฟราเรด เพื่อหาตำแหน่งปากกาแสงอินฟราเรด ที่สัมผัสลงบนกระดานที่เกิดจุดแสงอินฟราเรดของหลอดแอลอีดีอินฟราเรด ในแนวแกน X และ Y สำหรับการตรวจสอบจุดที่ปากกาแสงอินฟราเรดสัมผัสลงบนกระดาน เนื่องจากกล้องอินฟราเรดสามารถรับภาพตำแหน่งที่เกิดจุดตัดในแนวแกน X และ Y ได้ในการสร้างกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรดที่ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์และเครื่องฉายภาพ เพื่อให้การนำเสนอสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการเรียนการสอน เกิดความสะดวกสบายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในการนำเสนอสื่อต่าง ๆ ที่ต้องเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์และแสดงผลออกทางเครื่องฉายภาพลงสู่จากรับภาพผู้นำเสนอจะต้องมีสลับการใช้งานระหว่างเมาส์กับการเปลี่ยนแปลงสื่อที่นำเสนออยู่ จึงทำให้เสียเวลา แต่กระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรดนี้ สามารถเปลี่ยนแปลงสื่อที่นำเสนออยู่ได้ทันที เพียงแค่ผู้นำเสนอใช้ปากกาแสงอินฟราเรดสัมผัสลงบนกระดานแทนการใช้เมาส์ จึงทำให้ผู้นำเสนอประหยัดเวลา และยังดึงดูดความสนใจต่อผู้ที่กำลังรับชมการนำเสนอสื่อต่าง ๆ อีกด้วย

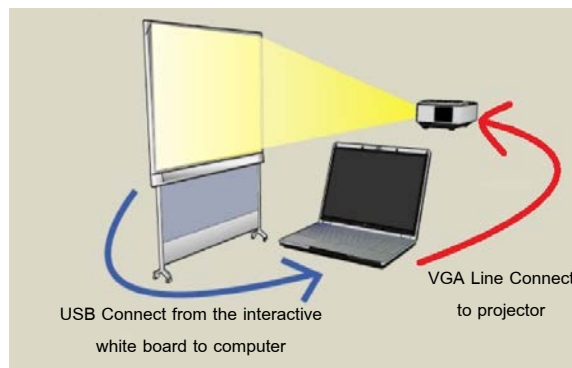
2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ ปากกาแสงอินฟราเรดกล้องเว็บแคม กระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัส และโปรแกรมประมวลผลภาพเพื่อแปลค่าพิกัดจุดแสงอินฟราเรดเป็นตำแหน่งการ

เคลื่อนที่ของเมาส์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา ขั้นตอนแรกทำการออกแบบระบบการทำงานและฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัย ในการออกแบบกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรดนี้สร้างขึ้นจากวัสดุแผ่นอะคริลิก (Acrylic) สีและกระดาษไข มีขนาดกว้าง×สูงเท่ากับ 60×47 นิ้ว และปากกาแสงอินฟราเรดมีความยาว 15 เซนติเมตร เพื่อสะดวกต่อการใช้งานในการนำเสนอสื่อต่างๆ ของการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ในการออกแบบโปรแกรม จะต้องทำการศึกษาหลักการการทำงานของโปรแกรมจากไลบรารีของโอเพนซีวีบนระบบปฏิบัติการอุบนตุ เพื่อจะช่วยให้การทำงานของโปรแกรมมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาข้อมูลกระดานอัจฉริยะเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ประกอบการเรียนการสอนอีกประเภทหนึ่งที่มีความทันสมัย อุปกรณ์ดังกล่าวเมื่อเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมต่างๆ ที่เป็นสื่อการเรียนการสอนและเมื่อสัมผัสที่หน้าจอ ก็จะสามารถออกคำสั่งตามที่ต้องการได้เหมือนคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง แต่มีความละเอียดและการใช้ได้หลากหลาย เหมาะสำหรับการเรียนรู้ทั้งห้องเรียน และให้นักเรียนหลายคนเข้ามามีส่วนร่วม การทำงานจะคล้ายๆ กับโทรศัพท์ระบบสัมผัส ในปัจจุบันนี้ต้องยอมรับว่ากระดานอัจฉริยะ นั้นได้มีการนำเข้ามาใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งก็จะมีหลายยี่ห้อ หลายเทคโนโลยี การทำงานของกระดานอัจฉริยะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังต่อไปนี้

- 1) กระดานอัจฉริยะ
- 2) โปรเจคเตอร์ (Projector)
- 3) คอมพิวเตอร์ (Computer)



รูปที่ 1 องค์ประกอบของระบบกระดานอัจฉริยะ

ที่มา: (<http://www.acn.ac.th/2011/training/class.html>, 2011)

จากรูปที่ 1 เป็นส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน ซึ่งกระดานอัจฉริยะนั้นจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะควบคุมหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้ ปากกา นิ้วมือ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ สัมผัสไปที่กระดานอัจฉริยะ

ซึ่งจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานคือไม่ต้องเดินไปที่คอมพิวเตอร์ ในการที่จะเลื่อนเมาส์ เพื่อเลือกหรือพิมพ์ข้อความลงบนกระดาน โดยสามารถสั่งงานผ่านหน่วยประมวลผลที่ได้ออกแบบไว้ สำหรับขั้นตอนการออกแบบระบบการทำงานจะรวมไปถึงการประมวลผลภาพเพื่อแปลค่าพิกัดแสงอินฟราเรดเป็นตำแหน่งของเมาส์เพื่อสั่งงานบนจอภาพ

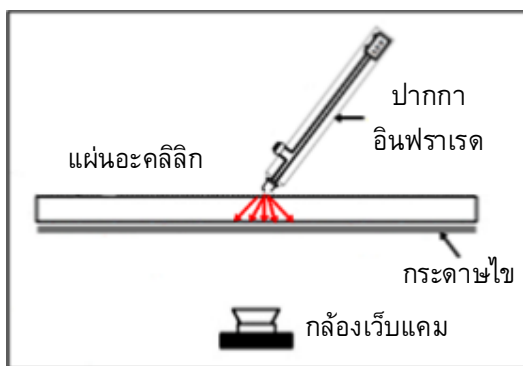
2.1 การออกแบบกระดานไวท์บอร์ด

ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนของหน้าจอกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด ดังรูปที่ 2 จะมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่

1) แผ่นอะคลิลิกใส ที่มีขนาดกว้าง×สูง เท่ากับ 150×120 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นจอในการรับภาพจากเครื่องฉายภาพ และให้ปากกาแสงอินฟราเรดสัมผัสลงบนแผ่นอะคลิลิกใส

2) กระดาษไข เพื่อช่วยให้การมองเห็นภาพที่ได้จากเครื่องฉายภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น จะมีขนาดกว้าง×สูง เท่ากับ 150×120 เซนติเมตร

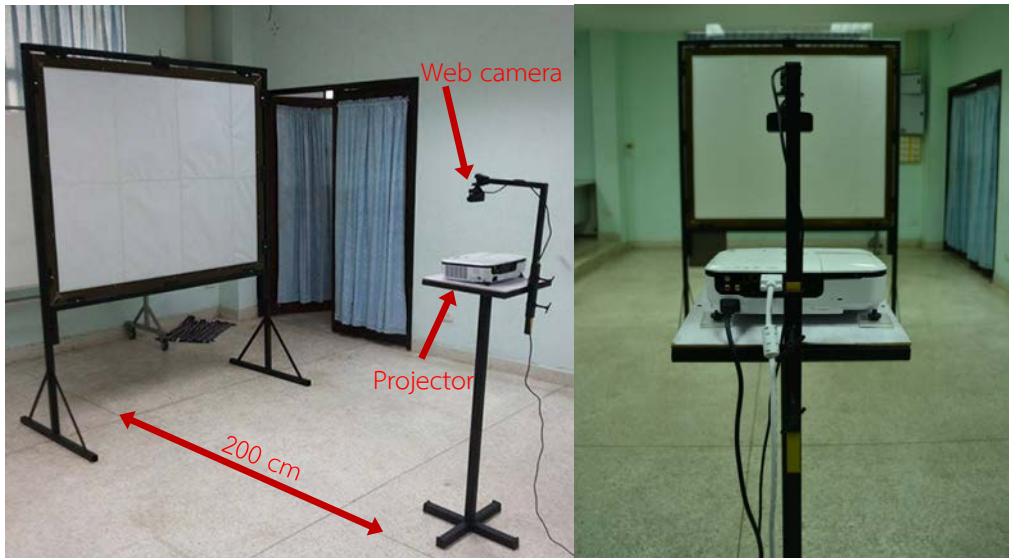
การออกแบบโครงสร้างของกระดานไวท์บอร์ด ดังรูปที่ 3 เป็นด้านหลังของกระดานมีโครงสร้างทำขึ้นมาจากเหล็ก โดยมีความสูง 200 เซนติเมตร ความกว้าง 160 เซนติเมตร และความกว้างของฐาน 80 เซนติเมตร ส่วนของจอรับภาพจากเครื่องโปรเจคเตอร์ทำมาจากแผ่นอะคลิลิกใสมีความกว้าง 150 เซนติเมตร และความสูง 120 เซนติเมตร ถ้าวัดตามแนวทแยงมุมหน้าจอมีขนาด 180 เซนติเมตร



รูปที่ 2 ภาพรวมอุปกรณ์กระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด

ในการประมวลผลต้องทำงานร่วมกับขาตั้งกล่องเว็บแคมที่ยึดติดกับที่วางเครื่องโปรเจคเตอร์ โดยขาตั้งกล่องเว็บแคมสามารถปรับระดับความสูงต่ำได้ 55 เซนติเมตร และความยาว 25 เซนติเมตร เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งกล่องเว็บแคมให้มองเห็นภาพที่รับมาได้ทั่วทั้งกระดาน จะต้องวางตำแหน่งเครื่องโปรเจคเตอร์รุ่น Epson EB-S012 ปรับความคมชัดของโฟกัสด้วยมือ

พร้อมกับยึดตำแหน่งกล้องเว็บแคมไว้ด้านบนให้ได้ระยะห่างประมาณ 200 เซนติเมตร ทำให้ภาพที่ฉายจากเครื่องโปรเจคเตอร์จะเต็มจอบนฉากรับภาพพอดี



รูปที่ 3 กระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด

2.2 การออกแบบปากกาแสงอินฟราเรด

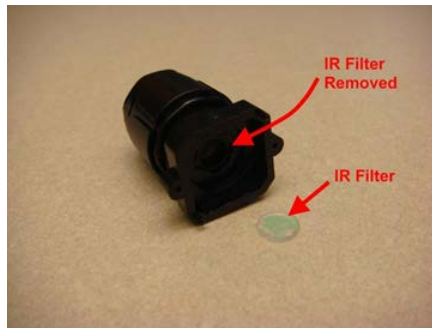
อุปกรณ์ที่ใช้ทำปากกาแสงอินฟราเรดประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักๆ เช่น หลอดแอลอีดีอินฟราเรด สวิตช์กดติดปล่อยดับ และแบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ 1 ก้อน ดังรูปที่ 4 ปากกาแสงอินฟราเรดนี้มีหน้าที่ส่งแสงอินฟราเรดไปให้กล้องเว็บแคมที่ทำการติดตั้งไว้ เมื่อผู้ใช้งานกดปากกาแสงอินฟราเรดลงบนกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด กล้องเว็บแคมจะมองเห็นจุดเป็นแสงอินฟราเรดและส่งข้อมูลไปให้โปรแกรมประมวลผลภาพต่อไป



รูปที่ 4 โครงสร้างภายในและอุปกรณ์ที่ใช้ทำปากกาแสงอินฟราเรด

2.3 การออกแบบกล่องสำหรับกรองแสงอินฟราเรด

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้กล่องเว็บแคมรุ่นเพลย์สเตชันอาย (Playstation Eye) ความกว้างเลนส์กล่องทำให้มองเห็นภาพที่สามารถชมได้ 2 ระดับ โดยถอดกระจกฟิลเตอร์ออกจากเลนส์ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ถอดฟิลเตอร์จากเลนส์กล้อง

ที่มา: (<https://codelaboratories.com/research/view/ps3-eye-disassembly>, 2009)

ซึ่งกระจกฟิลเตอร์ทำหน้าที่กันแสงอินฟราเรดไม่ให้เข้าไปในกล่องเว็บแคม จากนั้นนำแผ่นฟิล์มในแผ่นบันทึกดิสก์ (Floppy Disk) มาใส่แทน ซึ่งจะถูกติดตั้งอยู่ด้านหลังของจอร์รับภาพ เพื่อให้กล่องเว็บแคมสามารถกรองเฉพาะแสงอินฟราเรดทำให้เห็นจุดของแสงอินฟราเรด ตามที่ผู้ใช้งานได้สัมผัสปลายปากกาลงบนด้านหน้าของจอภาพ จากนั้นโปรแกรมที่ทำการพัฒนาจะประมวลผลภาพได้ข้อมูลออกมาเพื่อแทนการเคลื่อนที่ของเมาส์จากคอมพิวเตอร์ลงบนจอภาพ

2.4 การออกแบบโปรแกรมประมวลผลภาพ

เริ่มจากการติดต่อกับกล่องเว็บแคม เมื่อกล่องไม่พบวัตถุที่เป็นจุดแสงอินฟราเรดจะไม่บันทึกภาพ แต่ถ้าตรวจสอบวัตถุที่จับภาพได้เป็นแสงอินฟราเรดจะบันทึกภาพ ตามรูปที่ 6 (ก) และทำการตัดแยกภาพด้วยการกำหนดค่าแบ่งระดับที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Threshold) [13] ด้วยวิธีการของโอตสึ (Otsu's Method) แล้วหาจุดเซนทรอยด์ (Centroid) ของวัตถุจากค่าโมเมนต์ (Moment) [14] ของภาพ ตามสมการที่ (1) และ (2)

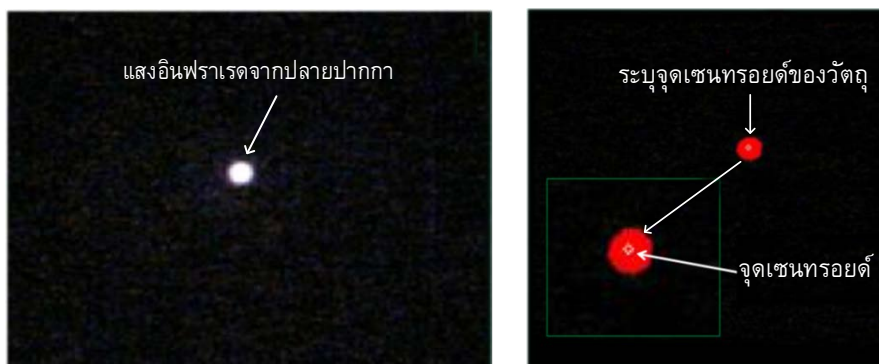
$$B_{kl} = \sum_x \sum_y x^k y^l B(x, y) \quad (1)$$

โดยที่ B_{kl} คือ โมเมนต์อันดับของภาพ
 $B(x, y)$ คือ ค่าจุดสีของภาพ

จากสมการที่ (1) เมื่อค่าโมเมนต์อันดับศูนย์ (Zero Order Moment) B_{00} หมายถึงการหาพื้นที่ของวัตถุในไฟล์ภาพที่กำหนด นำค่าพื้นที่ของวัตถุภาพดังกล่าวไปหารด้วยค่าของโมเมนต์อันดับที่หนึ่ง (First Order Moment) ตามแกน x และ y ในสมการที่ (2) ทำให้ได้จุดเซนทรอยด์ของวัตถุภาพที่สนใจ

$$\begin{aligned} B_{10} &= \sum \sum xB(x, y) / B_{00} \\ B_{01} &= \sum \sum yB(x, y) / B_{00} \end{aligned} \quad (2)$$

เมื่อกล้องรับค่าภาพจุดแสงอินฟราเรดแปลค่าตามแนวแกน x และ y ตามจุดเซนทรอยด์ที่ได้มาเป็นตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเมาส์ ตามรูปที่ 6 (ข) ซึ่งในส่วนของเมาส์จะมีฟังก์ชันการทำงานอยู่ ถ้าหากผู้ใช้งานสัมผัสหรือกดปากกาหนึ่งจุด จะแทนการกดซ้ายของเมาส์ ถ้าผู้ใช้กดปากกาค้างไว้พร้อมกับเคลื่อนตำแหน่งจะกลายเป็นการสั่งงานให้เมาส์ เลื่อนลง เลื่อนขึ้น และเคลื่อนย้าย เมื่อรับฟังก์ชันเมาส์มาเรียบร้อยตำแหน่งของเมาส์ที่อยู่บนหน้าจอกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยแสงอินฟราเรด จะเคลื่อนที่ไปตามที่ผู้ใช้เลือก ถ้าไม่ต้องการงานให้กด ESC เพื่อจบการทำงาน



(ก) แสงอินฟราเรดจากปลายปากกา (ข) กำหนดจุดเซนทรอยด์จากแสงอินฟราเรด

รูปที่ 6 การประมวลผลภาพเพื่อระบุพิกัดแสงอินฟราเรดสำหรับควบคุมเมาส์

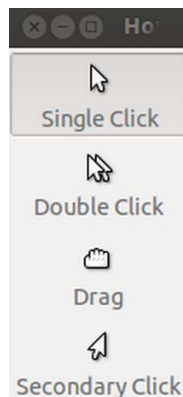
การใช้ปากกาแสงอินฟราเรดตรวจสอบตำแหน่งเมาส์บนกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ปากกาแสงอินฟราเรดตรวจสอบตำแหน่งของตำแหน่งเมาส์

ถ้าหากตำแหน่งเมาส์เคลื่อนที่ตรงตามตำแหน่งของปากกาแสงอินฟราเรดแสดงว่ากล้องเว็บแคมมองเห็นพื้นที่ทั้งหมดของกระดาน แต่ถ้าหากเมาส์เคลื่อนที่ไม่ตรงตามปากกาแสงอินฟราเรดเป็นเพราะว่าตั้งกล้องเว็บแคมไม่ตรงจึงทำให้การมองเห็นตำแหน่งของแสงอินฟราเรดผิดพลาดในการใช้งานกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด จำเป็นจะต้องใช้ฟังก์ชันโฮเวอร์คลิก (Hover Click) บนระบบปฏิบัติการอุบนตุ เป็นตัวช่วยเสริมร่วมกับปากกาแสงอินฟราเรด เพื่อให้การใช้งานครบถ้วนมีประสิทธิภาพได้มากขึ้น โดยฟังก์ชันโฮเวอร์คลิก ตามรูปที่ 8 คือฟังก์ชันการทำงานของเมาส์ ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานร่วมกับระบบจอสัมผัสบนระบบปฏิบัติการอุบนตุ ซึ่งจะมีฟังก์ชันให้เลือกในการใช้งาน ดังนี้

- 1) เมนู Single Click คือ คลิกซ้าย 1 ครั้ง
- 2) เมนู Double Click คือ คลิกซ้าย 2 ครั้ง
- 3) เมนู Drag คือ ลากสัญลักษณ์เมาส์
- 4) เมนู Secondary Click คือ คลิกขวา



รูปที่ 8 ฟังก์ชันโฮเวอร์คลิก

3. ผลการวิจัย

3.1 ทดสอบภาวะแสงสว่างที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน

หลักการประมวลผลภาพปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงจะเป็นเรื่องของสภาพแสงสว่างของข้อมูลภาพที่ประมวลผล ดังนั้นการทดสอบวัดค่าแสงสว่างที่มีผลต่อการทำงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น ขั้นตอนดังกล่าวจะใช้หาสภาวะแสงสว่างที่เหมาะสมที่สุดในการประมวลผล ลักษณะของสถานที่ทดสอบเป็นห้องเรียนแบบปิดใช้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ดังรูปที่ 9 (ก) ทั้งหมด 12 หลอด ปรับความสว่าง 5 ระดับ มีขั้นตอนดังนี้ ระดับแสงสว่างมากเป็นการใช้แฟลชจากโทรศัพท์มือถือส่องตรงไปที่โฟกัสของตำแหน่งเลนส์กล้องเว็บแคม ระดับแสงสว่างปกติเปิดครบทั้ง 12 หลอด ระดับแสงสว่างปานกลางทำการปิดหลอดไฟเปิดหน้าต่างรับแสงสว่างจากภายนอกช่วงเวลากลางวัน ระดับแสงสว่างค่อนข้างมืดทำการปิดหลอดไฟเปิดหน้าต่างรับแสงสว่างจากภายนอกช่วงเวลากลางคืน และระดับแสงสว่างมืดทำการปิดหลอดไฟและหน้าต่างไม่ให้เกิดแสงสว่างภายในห้อง จากนั้นหาค่าระดับแสงสว่างที่มีผลกระทบต่อการทำงานของกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด ที่กล้องเว็บแคมสามารถมองเห็นแสงอินฟราเรด โดยใช้มิเตอร์ลักซ์ดิจิตอลรุ่น LX-10108 ดังรูปที่ 9 (ข) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าแสงสว่าง มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)



(ก) ห้องทดสอบภาพแสงจากฟลูออเรสเซนต์



(ข) มิเตอร์ลักซ์ดิจิตอล LX-10108

รูปที่ 9 สถานที่ทดสอบพร้อมอุปกรณ์ในการวัดค่าแสง

เมื่อกำหนดช่วงระดับแสงสว่างแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการทดสอบโดยการอ่านค่าความเข้มแสงผ่านอุปกรณ์มิเตอร์ลักซ์ดิจิตอล พร้อมกับตรวจสอบการเคลื่อนย้ายตำแหน่งเมาส์ไปตามปลายปากกาที่ปล่อยแสงอินฟราเรดบนหน้าจอ สังเกตพร้อมกับบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1

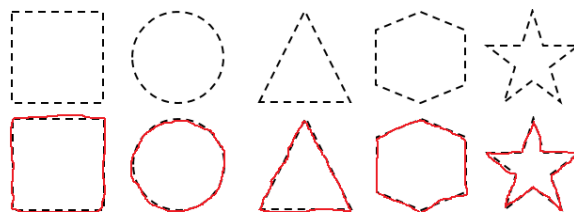
ตารางที่ 1 การวัดค่าแสงสว่างที่มีผลกระทบต่อการทำงานของกระดานไวท์บอร์ด

ลำดับที่	สภาพแสงสว่างที่กำหนด	ค่าที่วัดได้ (ลักซ์)	ผลการทดสอบ
			ผ่าน (✓) / ไม่ผ่าน (X)
1	มาก	1,500	X
2	ปกติ	181	✓
3	ปานกลาง	23	✓
4	ค่อนข้างมืด	14	✓
5	มืด	0	✓

จากตารางที่ 1 การทดสอบการวัดค่าแสงสว่างที่มีผลกระทบต่อการทำงานของกระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด มีทั้งหมด 1 ระดับ ซึ่งจากการทดสอบกระดานไวท์บอร์ดสามารถทำงานได้ในสภาวะแสงปกติจนไม่มีแสงสว่าง เนื่องจากกล้องเว็บแคมถูกสร้างขึ้นให้มองเห็นแต่แสงอินฟราเรดจากปากกาแสงอินฟราเรดอย่างเดียวเท่านั้น จึงไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของหลักการประมวลผลภาพ แต่ถ้าหากจะมีผลกระทบต่อการทำงานของกล้องเว็บแคมค่าแสงสว่างที่จะมีผลกระทบ ต้องมีค่ามากกว่า 1,500 ลักซ์ ขึ้นไปและส่องเข้าเลนส์กล้องเว็บแคมโดยตรง เพราะทำให้ค่าแบ่งระดับไม่สามารถกำหนดจุดของแสงอินฟราเรดได้

3.2 ทดสอบการควบคุมตำแหน่งเคอร์เซอร์ปากกาแสงอินฟราเรดเทียบกับเมาส์

การทดสอบเวลาในการประมวลผลควบคุมตำแหน่งเคอร์เซอร์ระหว่างใช้ปากกาแสงอินฟราเรดและการใช้เมาส์ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพระหว่างการใช้ปากกาแสงอินฟราเรดเทียบกับการใช้เมาส์ โดยวิธีการวาดภาพตามรูปภาพต้นฉบับที่เป็นรูปทรงพื้นฐาน 5 รูปทรง ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ลักษณะการวาดรูปทรงพื้นฐานด้วยเมาส์เทียบกับปากกาแสงอินฟราเรด

งานวิจัยนี้ได้ใช้การวาดรูปบนโปรแกรมเพนท์ (Paint) ในระบบปฏิบัติการอุบนทุเพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ย ในการใช้ปากกาแสงอินฟราเรดเทียบกับเมาส์วาดภาพละ 5 ครั้ง จากผลการทดสอบตามตารางที่ 2 หาค่าเวลาเฉลี่ยในการใช้ปากกาแสงอินฟราเรดวาดภาพทั้ง 5 ภาพเวลาเฉลี่ยประมาณ 13.74 วินาที และค่าเวลาเฉลี่ยในการใช้เมาส์วาดภาพทั้ง 5 ภาพ เวลาเฉลี่ยประมาณ 12.02 วินาที จากผลการทดสอบนั้นจะเห็นได้หาค่าเวลาเฉลี่ยในการทำงานของเมาส์ใช้เวลาน้อยกว่าปากกาแสงอินฟราเรด เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมาส์ใช้พื้นที่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 19 นิ้ว ในการวาดภาพน้อยกว่าปากกาแสงอินฟราเรดที่ใช้พื้นที่บนกระดานไวท์บอร์ดในการวาดภาพ

กรณีของการวาดรูปทรงพื้นฐานที่มีความซับซ้อนหรือจุดต่อหักมุมหลายจุด เช่น รูปดาว ปากกาแสงอินฟราเรดสามารถวาดรูปภาพได้ดีกว่า เนื่องจากการจับปากกาวาดภาพสามารถควบคุมการวาดลายเส้นที่ซับซ้อนได้ง่ายกว่าการใช้เมาส์ควบคุมเพื่อวาดภาพ โดยภาพรวมอัลกอริทึมสามารถประมวลผลตำแหน่งแสงอินฟราเรดจากปากกาควบคุมตำแหน่งเมาส์ได้อย่างแม่นยำ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการวาดรูปทรงเรขาคณิตระหว่างเมาส์และปากกาแสงอินฟราเรด 5 รูปทรง

รูปที่	รูปต้นฉบับ	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	
		ปากกาแสงอินฟราเรด	เมาส์
1		14.18	10.82
2		12.2	8.72
3		12.82	10.48
4		13.24	11.6
5		16.26	18.5
เวลาเฉลี่ย		13.74	12.02

3.3 ทดสอบการมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปลายปากกาที่ทำมุมต่างกันบนกระดาน

การทดสอบการมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปลายปากกาผ่านกล้องเว็บแคม ขั้นตอนนี้เป็น การทดสอบประสิทธิภาพในการมองเห็นแสงอินฟราเรดของกล้องเว็บแคม ในการทดสอบจะใช้ปากกา แสงอินฟราเรดเป็นอุปกรณ์ในการทดสอบ โดยจะให้ผู้ทดสอบทำมือเอียงตามมุม 45 องศา และ 90 องศา โดยใช้ไมโครเมตรเตอร์เป็นตัววัดบนกระดานไวท์บอร์ดเพื่อหาความแตกต่างในการมองเห็น แสงอินฟราเรดจากปากกาแสงอินฟราเรด ที่กล้องเว็บแคมมองเห็นเพื่อนำภาพที่ได้ไปแทนการ เคลื่อนที่ของตำแหน่งเมาส์ จะทำการทดสอบ 10 ครั้ง ตามรูปแบบและผลการทดลองในตารางที่ 3 การทดสอบการมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปลายปากกาผ่านกล้องเว็บแคม จากการวางมือทำมุม กับกระดานในแนว 45 และ 90 องศา จำนวน 10 ครั้ง บนตำแหน่งต่างๆตามหน้าจอ ผลการทดสอบ พบว่าการมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปากกาแสงอินฟราเรดของกล้องเว็บแคมให้ค่าการระบุพิกัด ตำแหน่งที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมาจากการทดสอบมีความผิดพลาดจากการวางมือเอียง 45 องศา ระบุ เป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแสงอินฟราเรดที่ได้จากปากกาแสง อินฟราเรดไม่ได้เปล่งแสงออกมาในแนวตรง จากตำแหน่งการมองเห็นของกล้องเว็บแคมผ่าน หลักการประมวลผลภาพไม่สามารถตรวจพบวัตถุที่ต้องประมวลผล ทำให้ไม่สามารถระบุพิกัดซึ่ง เป็นจุดเซนทรอยด์ของแสงอินฟราเรดได้ ส่งผลให้ไม่เกิดการส่งคำสั่งเพื่อการเคลื่อนตำแหน่งเมาส์ บนหน้าจอ แต่จากค่าที่ตรวจจับได้จะเป็นตำแหน่งด้านล่างจอภาพ เนื่องจากการตรวจจับค่าแสงทำ มุมตรงกับโฟกัสกล้องเว็บแคมที่โฟกัสโดยตรงอยู่บริเวณครึ่งด้านล่างจอภาพ ขั้นตอนต่อไปจะ ทำ การทดสอบการมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปากกาแสงอินฟราเรดของกล้องเว็บแคมที่มีมือทำมุม 90 องศา สำหรับรูปแบบการทดลองและผลการทดลอง แสดงตามตารางที่ 3 โดยมีการคำนวณ เปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบการมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปากกาแสงอินฟราเรดของกล้องเว็บแคม การมองเห็นแสงอินฟราเรดจากปากกาแสงอินฟราเรดของกล้องเว็บแคมที่มีมือวางทำมุม 90 องศา กับตัวกระดานทำได้สมบูรณ์แบบ เพราะจากการทดสอบไม่พบข้อผิดพลาดจากการมองเห็นแสง อินฟราเรดจากปลายปากกาผ่านทางกล้องเว็บแคม แสงอินฟราเรดที่ได้จากปากกาแสงอินฟราเรด ได้เปล่งแสงออกมาในแนวตรง จึงทำให้กล้องเว็บแคมมองเห็นแสงอินฟราเรดได้อย่างชัดเจน เมื่อ ผ่านการประมวลผล ทำให้สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุและตรวจจับจุดเซนทรอยด์ของวัตถุ แปล ค่าเป็นตำแหน่งพิกัดของเมาส์ส่งชุดคำสั่งไปควบคุมตำแหน่งเมาส์เคลื่อนไปตามตำแหน่งของแสง อินฟราเรดบนปลายปากกาได้อย่างแม่นยำ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบวางปากกาแสงอินฟราเรดที่มุม 45 และ 90 องศา จำนวน 10 ครั้ง

ตำแหน่งทดสอบ	จับปากกาแสงอินฟราเรดทำมุม (องศา)			
	45°	ทำงาน	90°	ทำงาน
ซ้ายบน		X		✓
ขวาบน		X		✓
ซ้ายล่าง		✓		✓
ขวาล่าง		✓		✓
ขอบซ้าย		X		✓
ขอบขวา		X		✓
ขอบบน		X		✓
ขอบล่าง		✓		✓
กลางจอ		X		✓
ตำแหน่งใดๆ		X		✓
ความแม่นยำ (%)		30%		100%

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 กระดานไวท์บอร์ดเสมือนจริงหน้าจอสัมผัสด้วยปากกาแสงอินฟราเรด สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างปกติหรือแสงน้อย

4.2 ความแม่นยำในตำแหน่งของเมาส์สัมพันธ์กับปากกาแสงอินฟราเรดทำงานได้อย่างถูกต้อง

4.3 ในการนำเสนอสื่อที่มีความซับซ้อนปากกาแสงอินฟราเรดสามารถทำงานได้ดีกว่าการใช้เมาส์

4.4 การมองเห็นแสงอินฟราเรดจากการปากกาแสงอินฟราเรดของกล้องเว็บแคมจะมองเห็นแสงอินฟราเรดได้ดี เมื่อใช้ปากกาแสงอินฟราเรดในการวางมือ 90 องศา จะทำให้ตำแหน่งเมาส์เคลื่อนที่ได้แม่นยำดีกว่า การวางมือ 45 องศา

4.5 โปรแกรมสามารถใช้งานร่วมกับฟังก์ชันไฮเวอร์คลิกบนระบบปฏิบัติการอุบนตุได้ เพื่อให้การนำเสนอสื่อต่างๆ มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของสถานที่เก็บผลการทดลอง

References

- [1] Z.Lingju, Z.Mingzhang and L.Xiangli. (2010). "Research into application of interactive whiteboard to interactive educational mode" **International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering (CiSE)**. 10-12 Dec 2010 pp 1-4.
- [2] D.Yuanmei. (2010). "Teaching interactively with Interactive Whiteboard" **International Conference on Networking and Digital Society**. pp 144-147.
- [3] D.S.Athanasios and P.George. (2015). "Interactive White Boards' Added Value in Special Education" **International Journal of Online Engineering (IJOE)**. Vol.10 (6): 58-62.
- [4] D.Singh, R.Omar and A.Anuar. (2010). "Low Cost Interactive Electronic Whiteboard Using Nintendo Wii Remote" **American Journal**. Vol.7 (11): 458-1463.
- [5] Z.Wang and J.Louey. (2008). "Economical Solution for an Easy to Use Interactive Whiteboard" IEEE. **Frontier of Computer Science and Technology**. Dec 27-28. pp 197-203.
- [6] Y.Koray, O.Nevzat, M.Gizem, B.Gozde and S.G.Yasar. (2010). "An Improved Interactive Whiteboard System: A New Design and an Ergonomic Stylus" IEEE. **International Conference on Education Technology and Computer (ICETC)**. pp 148-152.
- [7] S.Zhang, W.He, Q.Yu and X.Zheng. (2012). "Low-Cost Interactive Whiteboard Using the Kinect" IEEE. **Image Analysis and Signal Processing**. 9-11 Nov 2012. pp 1-5.
- [8] P.Brandl, M.Haller, M.Hurnaus, V.Lugmayr, J.Oberngruber, C.Ostar, C.Schafleitner and M.Billinghurst. (2007). "An Adaptable Rear-Projection Screen Using Digital Pens and Hand Gestures" IEEE. **Proceeding of the 17th Artificial Reality and Telexistence**. 28-30 Nov 2007. pp 49-54.
- [9] X.Wang, Y.Wang, H.He, M.Long and H.Li. (2011). "A Target Identification Method in Electronic Whiteboard System" IEEE. **International Conference on Computational Problem-Solving (ICCP)**. 21-23 Oct 2011. pp 51-54.

- [10] K.E.Hosseini and T.Meysam. (2009). "DESIGN OF AN INTERACTIVE WHITEBOARD SYSTEM USING COMPUTER VISION TECHNIQUES" IEEE. **Proceeding of the 6th International Symposium on Mechatronics and its Applications (ISMA09)**. 24-26 March 2009. pp ISMA09-1 - ISMA09-4.
- [11] I.Culjak, D.Abram, T.Pribanic, H.Dzapo and M.Cifrek. (2012). "A brief introduction to OpenCV" **MIPRO, 2012 Proceedings of the 35th International Convention**. 21-25 May 2012. pp 1725-1730.
- [12] B.A.Housani, B.Mutrib and H.Jaradi. (2009). "The Linux review - Ubuntu desktop edition version 8.10" **International Conference on the Current Trends in Information Technology**. 15-16 Dec 2009. pp 1-6.
- [13] O.Nobuyuki. (1979). "A threshold selection method from gray-level histograms" **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**. Vol.9 (1): pp 62-66.
- [14] C.Fosu, G.W.Hein and B.Eissfeller. (2004). "Determination of centroid of ccd star images" **International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) Congress**. Vol.35 Part B3. July 12-23. pp 612-620.

ประวัติผู้เขียนบทความ



อุดม โตนดทอง นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่อยู่ 180/1 หมู่ 1 ตำบลบ้านน้ำพุ อำเภอศรีมามะ จังหวัดสุโขทัย 64160 E-mail: udom_tanodtong_@hotmail.com มีความสนใจในเรื่องของการประมวลผลและรับรู้ภาพของคอมพิวเตอร์ (Image and Computer vision processing)



ณัฐพงษ์ ใจรักษ์ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่อยู่ 2/2 หมู่ 4 ตำบลท่านางงาม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก 65140 E-mail: jig4843@hotmail.com มีความสนใจในเรื่องของการประมวลผลและรับรู้ภาพของคอมพิวเตอร์ (Image and Computer vision processing)



เอกลักษณ์ สุ่มพันธุ์ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก อ.เมือง จ.ตาก 63000 โทรศัพท์ 055515900-254 โทรสาร 055511833 E-mail: Ekkalak@rmutl.ac.th มีความสนใจในเรื่องของการประมวลผลและรับรู้ภาพของคอมพิวเตอร์ (Image and Computer vision processing) ร่วมกับระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System)



ประมool บัวน้อย สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก อ.เมือง จ.ตาก 63000 โทรศัพท์ 055515900-254 โทรสาร 055511833 E-mail: Pramoolb@yahoo.com มีความสนใจในเรื่องของระบบอัตโนมัติ (Automation) งานตัดพลาสติก และเครื่องซีเอ็นซี