



ระบบระบุตำแหน่งผู้สอนสำหรับการเรียนการสอนทางไกล

วิศรุต จันทร๊ะ* มนตรี กาญจนะเดชะ* ธเนศ เคารพพงศ์* และ นัทรชัย จันทรพริ้ม*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบระบุตำแหน่งผู้สอนสำหรับการเรียนการสอนทางไกลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพจากภาพบรรยากาศในห้องเรียนซึ่งถูกจับด้วยกล้องเว็บแคม โดยได้พัฒนาอัลกอริธึมสำหรับการลบพื้นหลังและระบุตำแหน่งของวัตถุในภาพ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดมุมกล้องในการถ่ายทอดภาพที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนทางไกล โดยเทคนิคที่ใช้ เริ่มจากการเรียนรู้พื้นหลัง ด้วยวิธีทางสถิติ จากนั้นจะใช้การลบพื้นหลังด้วยค่าเทรชโฮลด์พร้อมการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้ เพื่อแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง นอกจากนี้ระบบมีความสามารถในการปรับปรุงพื้นหลังให้เป็นปัจจุบัน และเมื่อได้วัตถุที่ต้องการ จะทำการระบุตำแหน่งของวัตถุออกมาได้

คำสำคัญ: การเรียนการสอนทางไกล ระบบระบุตำแหน่ง การประมวลผลภาพ การลบพื้นหลัง การเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้

1. บทนำ

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นอย่างมาก และเพื่อต้องการจัดข้อจำกัดทางเวลาและระยะทาง ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลเกิดได้ในทุกเวลาและทุกสถานที่ซึ่งจากวิวัฒนาการนี้เองได้ก่อให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนทางไกล [1,2] ขึ้น การเรียนการสอนทางไกลหมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดขึ้นโดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเข้าชั้นเรียนปกติ แต่จะมีการส่งภาพและเสียงส่งบรรยากาศในชั้นเรียนส่งไปตามระบบสื่อสาร หรือเป็นการเรียนการสอนแบบไม่มีชั้นเรียน แต่อาศัยสื่อต่างๆ ที่เรียกว่า

สื่อประสม ได้แก่ เอกสาร สื่อโสตทัศน์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ รวมไปถึงสื่อบุคคลช่วยที่ในการจัดการเรียนการสอน

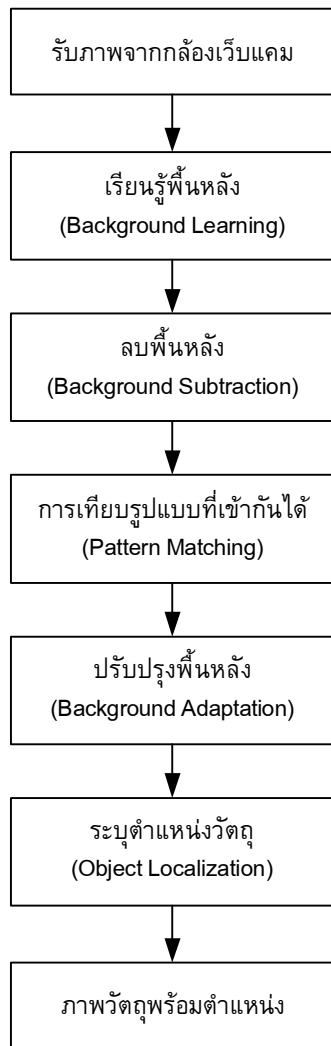
การเรียนการสอนทางไกลในปัจจุบัน จะเป็นการถ่ายทอดบรรยากาศการสอนในห้องเรียน จะต้องมีการถ่ายทอดและมีคนคอยควบคุมกล้องที่ใช้ในการถ่ายทอดภาพ ถ้าหากไม่มีคนคอยควบคุมกล้อง มุมกล้องก็จะถูกตั้งไว้ให้อยู่กับที่ ภาพที่แสดงออกมา เช่น ภาพของผู้สอน ก็จะเป็นภาพของมุมกล้องเพียงมุมกล้องเดียว ไม่เคลื่อนที่ตามตำแหน่งของผู้สอน ทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนเกิดความน่าเบื่อหน่ายและขาดการติดต่อกันระหว่างอาจารย์และนักศึกษา ทำให้นักศึกษาไม่สนใจในเนื้อหาบทเรียน

บทความนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนากระบวนการติดตามวัตถุสำหรับการเรียนการสอนทางไกลขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายทอดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยใช้กระบวนการทางประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบด้วย การเรียนรู้พื้นหลัง (Background Learning) การลบพื้นหลัง (Background Subtraction) [3,4,5,6] พร้อมการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้ (Pattern Matching) การปรับปรุงพื้นหลัง (Background Adaptation) และการระบุตำแหน่งวัตถุจากภาพ (Object Localization) เพื่อหาตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการซึ่งในที่นี้หมายถึงตำแหน่งของผู้สอน จากนั้นระบบจะทำการเลือกมุมกล้องเพื่อถ่ายทอดภาพที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ซึ่งในส่วนการปรับเปลี่ยนมุมกล้องไปยังตำแหน่งต่างๆ จะมีกลไกควบคุมมุมกล้อง ซึ่งจะไม่ขอก้าวถึงในบทความนี้ โดยในบทความนี้จะเน้นในส่วนของการหาตำแหน่งวัตถุเป็นหลัก

2. ขั้นตอนการหาตำแหน่งวัตถุ

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

* ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ภาพที่ 1 ผังงานแสดงขั้นตอนการหาตำแหน่งของวัตถุ

2.1 การเรียนรู้พื้นหลัง

เมื่อรับภาพพื้นหลังเข้ามา ระบบจะทำการเรียนรู้พื้นหลังที่รับมาเพื่อใช้ในการอ้างอิงในขั้นตอนอื่นต่อไป โดยมีขั้นตอนคือ เมื่อพิจารณาภาพเป็นจุดภาพ (i, j) ในระบบสี RGB ที่ได้มาจากกล้องเว็บแคมเพื่อนำเข้าระบบการเรียนรู้พื้นหลัง จะอยู่ในรูปแบบ

$$X_{i,j}[n] = (X_{i,j}^R[n], X_{i,j}^G[n], X_{i,j}^B[n]) \quad (1)$$

โดย

$X_{i,j}^R[n], X_{i,j}^G[n], X_{i,j}^B[n]$ คือ ระบบสี RGB ของแต่ละจุดภาพ

i, j คือ ตำแหน่งของจุดภาพ

n คือ ลำดับภาพ

ภาพที่นำมาเรียนรู้พื้นหลังนี้จะผ่านการกรองภาพแบบเกาส์เซียน [7] จากนั้นจะถูกออกแบบให้อยู่ในรูปของ $\langle E_{i,j}, S_{i,j} \rangle$ โดยที่ $E_{i,j}$ คือค่าเฉลี่ยของพื้นหลัง $S_{i,j}$ คือค่าเบี่ยงเบนของสี

$$E_{i,j} = (\mu_{i,j}^R, \mu_{i,j}^G, \mu_{i,j}^B) \quad (2)$$

เมื่อ $\mu_{i,j}^R, \mu_{i,j}^G, \mu_{i,j}^B$ เป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดภาพของระบบสี RGB ที่พิจารณาพื้นหลังทั้งหมด $(X_{i,j})$ โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละสีหาได้จาก

$$\mu_{i,j} = \sum_{n=1}^N X_{i,j}[n] / N \quad (3)$$

โดย

$\sum_{n=1}^N X_{i,j}[n]$ คือ ผลรวมของจุดภาพจากพื้นหลังทั้งหมด N คือ จำนวนภาพของพื้นหลังที่ใช้ในการเรียนรู้

ค่าเบี่ยงเบนของสี $(S_{i,j})$ จะอยู่ในรูปแบบของ

$$S_{i,j} = (\sigma_{i,j}^R, \sigma_{i,j}^G, \sigma_{i,j}^B) \quad (4)$$

เมื่อ $\sigma_{i,j}^R, \sigma_{i,j}^G, \sigma_{i,j}^B$ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแต่ละจุดภาพในระบบสี RGB ที่พิจารณาจากพื้นหลังทั้งหมด $(X_{i,j})$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละสี หาได้จาก

$$\sigma_{i,j} = \sqrt{(X_{i,j} - E_{i,j})^2 / (N - 1)} \quad (5)$$

โดย

N คือ จำนวนภาพของพื้นหลังที่ใช้ในการเรียนรู้

2.2 การลบพื้นหลัง

เมื่อนำภาพที่รับมาจากกล้องเว็บแคมมาหาความแตกต่างจากภาพพื้นหลังที่ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้พื้นหลัง จะทำให้เราสามารถพิจารณาได้ว่า จุดภาพ (i, j) ใด เป็นพื้นหลัง หรือว่าเป็นวัตถุที่เราสนใจ

ถ้าเป็นไปตามสมการที่ (6) จุดภาพนั้นจะเป็น พื้นหลัง $(B_{i,j})$ และถ้าเป็นไปตามสมการที่ (7) จุดภาพนั้นจะเป็นวัตถุที่สนใจ $(O_{i,j})$

$$|E_{i,j} - X_{i,j}| \leq C_b S_{i,j} \quad (6)$$

$$|E_{i,j} - X_{i,j}| > C_b S_{i,j} \quad (7)$$

โดย

$X_{i,j}$ คือ จุดภาพที่กำลังพิจารณาในเฟรมปัจจุบัน

C_b คือ ค่าเทรชโฮลด์ของพื้นหลัง

เมื่อวัตถุเกิดการหยุดนิ่งไม่เคลื่อนที่เป็นเวลานาน จะถูกติดกลืนเป็นพื้นหลัง เนื่องจากการปรับปรุงพื้นหลัง ซึ่งจะกล่าวในส่วนต่อไป แต่เมื่อมีการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้น จะทำให้เกิดเป็นเงาของวัตถุ ดังนั้นต้องใช้การเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้เพื่อลบเงาของวัตถุที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นแล้ว กระบวนการนี้สามารถลบวัตถุที่ผ่านการลบพื้นหลังแต่มีรูปแบบที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุที่เราสนใจจริงๆ ได้อีกด้วย

การเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้ คือ การจดจำคุณสมบัติต่างๆ ของส่วนหนึ่งของวัตถุที่อยู่ในภาพแล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพทั้งหมด โดยส่วนไหนที่มีคุณสมบัติตรงกันหรือใกล้เคียงก็จะเป็นวัตถุ แต่ถ้าส่วนไหนมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปก็จะกลายเป็นส่วนวัตถุที่ไม่ต้องการหรือพื้นหลัง มีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าของ $\langle O(E_{i,j}), O(S_{i,j}) \rangle$ บนส่วนย่อยของวัตถุที่อยู่ในภาพที่เราพิจารณา
2. พิจารณาภาพแต่ละจุดภาพ
3. นำค่า $O(E_{i,j})$ มาเปรียบเทียบกับ $O_{i,j}$ ดังสมการ

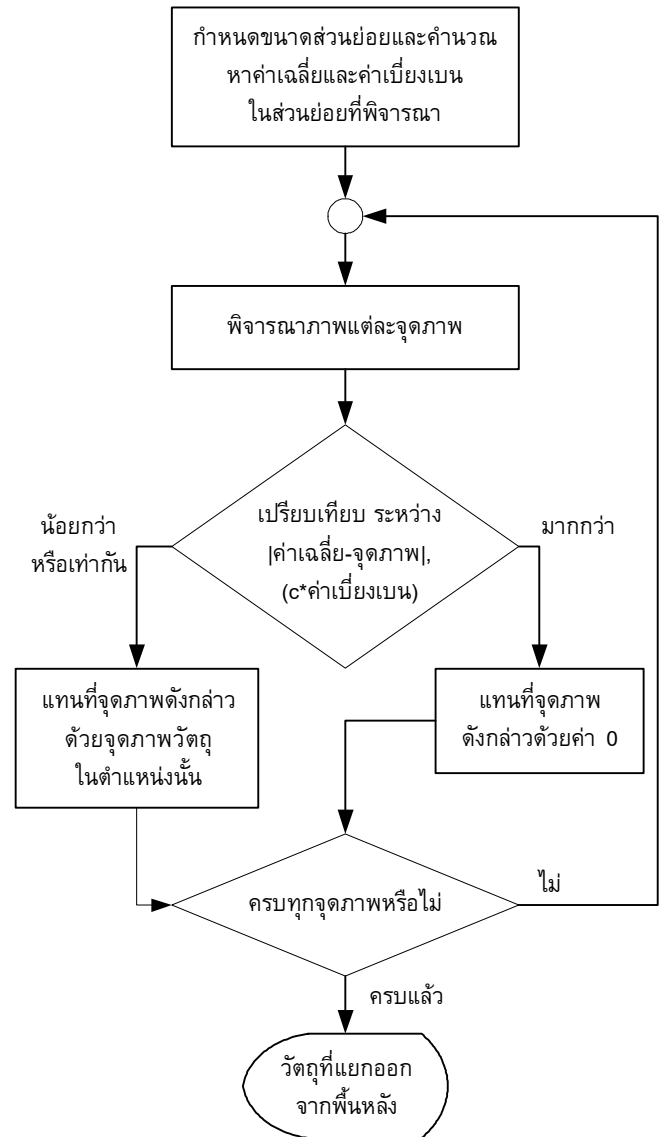
$$|O(E_{i,j}) - O_{i,j}| \leq C_o O(S_{i,j}) \quad (8)$$

$$|O(E_{i,j}) - O_{i,j}| > C_o O(S_{i,j}) \quad (9)$$

เมื่อ C_o คือ ค่าเทรชโฮลด์ของวัตถุ

ถ้าผลต่างสัมบูรณ์เป็นไปตามสมการที่ (8) แสดงว่าจุดภาพดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของวัตถุที่สนใจ ให้แทนด้วยจุดภาพวัตถุตำแหน่งนั้น แต่ถ้าผลต่างสัมบูรณ์เป็นไปตามสมการที่ (9) แสดงว่า จุดภาพนั้นไม่เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุที่สนใจ ให้แทนจุดภาพดังกล่าวด้วยค่า 0

4. พิจารณาจุดภาพตำแหน่งถัดไปของภาพ แล้วทำซ้ำข้อ 3 จนกระทั่งครบทุกจุดภาพ
5. จะได้วัตถุที่ต้องการออกมาจากพื้นหลัง



ภาพที่ 2 ผังงานการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้

2.3 การปรับปรุงพื้นหลัง

ในบางครั้งสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง เช่น สภาพแสงเปลี่ยนหรือมีวัตถุชิ้นใหม่เพิ่มเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของพื้นหลัง ซึ่งการมีวัตถุใหม่เข้ามาในช่วงแรก ระบบจะมองว่าเป็นวัตถุ (ไม่ใช่พื้นหลัง) แต่เมื่อเวลาผ่านไป วัตถุชิ้นนั้นก็จะกลายเป็นพื้นหลัง ด้วยการปรับปรุงพื้นหลังนี้ การปรับปรุงพื้นหลังมีสมการเป็นดังนี้

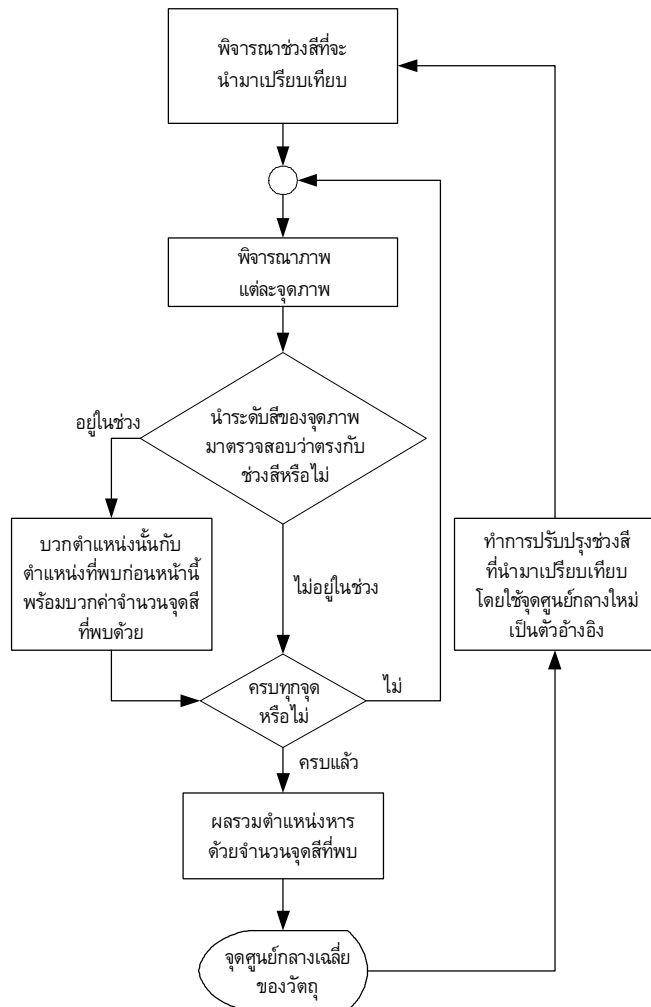
$$E(new)_{i,j}[n] = (1 - \lambda)E_{i,j}[n] + \lambda X_{i,j}[n] \quad (10)$$

โดย λ คือ อัตราการเรียนรู้การปรับปรุงพื้นหลัง

2.4 การระบุตำแหน่งของวัตถุ

การระบุตำแหน่งวัตถุ คือ การหาจุดศูนย์กลางเฉลี่ยของวัตถุที่เกิดขึ้นจากวัตถุที่ดึงออกมาจากพื้นหลังแล้วมองวัตถุเป็นภาพรวม ไม่สนใจจำนวนชิ้นวัตถุที่แยกออกมา อาจมีสิ่งรบกวน แต่มีค่าน้อยมาก มีขั้นตอนดังนี้

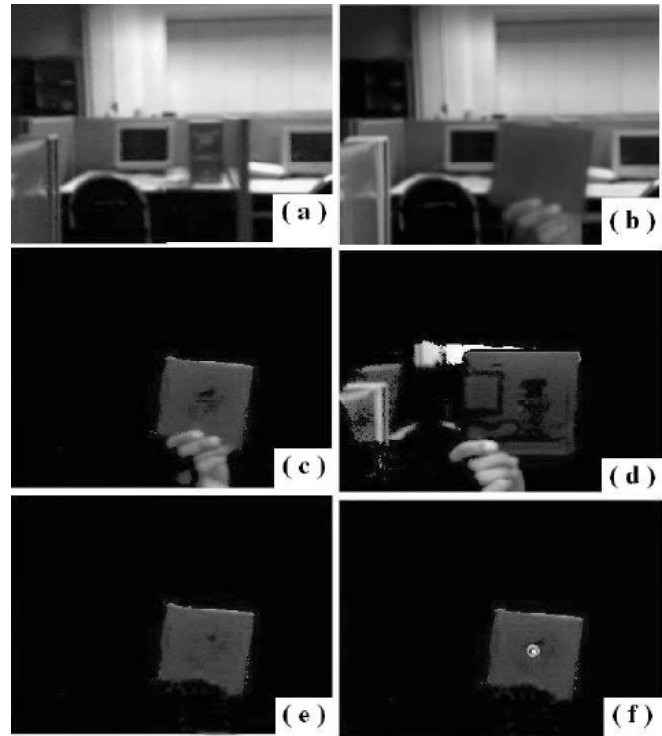
เมื่อได้วัตถุที่ผ่านการลบพื้นหลัง เราจะรู้ระดับสีของวัตถุที่ต้องการ จากขั้นตอนการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้ นำค่าระดับสีของแต่ละจุดภาพ มาทำการตรวจสอบว่าตรงกับช่วงสีที่ต้องการหรือไม่ ถ้าตรงก็ทำการบวกค่าตำแหน่งนั้นเข้ากับตำแหน่งที่พบก่อนหน้านี้ด้วย พร้อมกับบวกค่าตัวนับเพิ่ม 1 ค่า หลังจากตรวจสอบครบทุกจุดในภาพ ก็เอาค่าผลรวมตำแหน่งที่ได้หารด้วยตัวนับก็จะได้จุดเฉลี่ยซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางของตำแหน่งวัตถุที่เราต้องการหา



ภาพที่ 3 ผังงานแสดงการระบุตำแหน่งของวัตถุ

3. ผลการดำเนินงาน

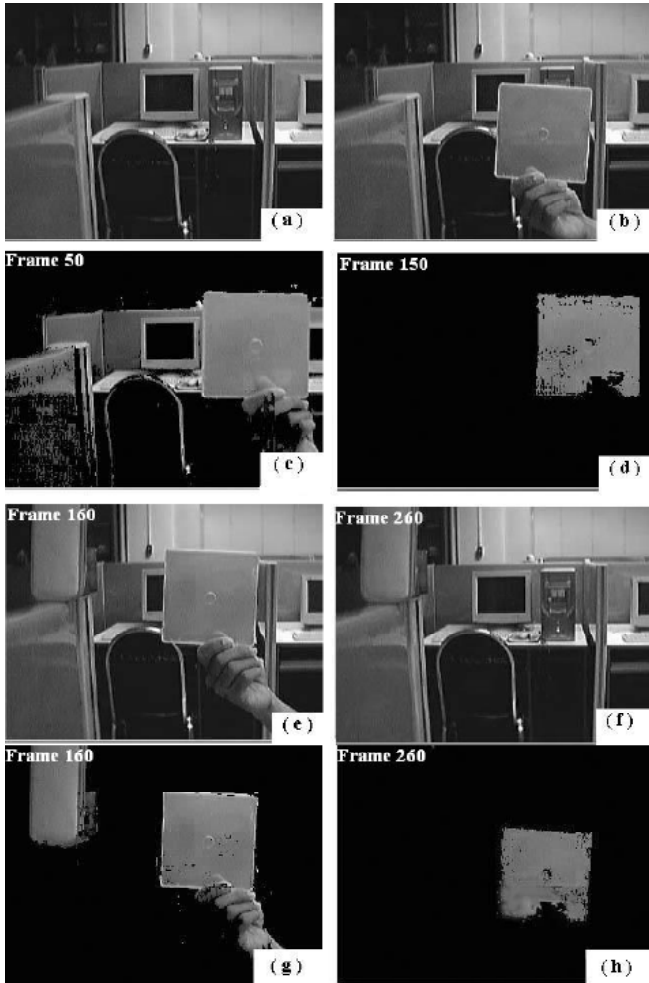
ในส่วนนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอ ใน 2 กรณี คือกรณีที่ 1 แสดงไว้ในภาพที่ 4 (a – f) เป็นผลการทดลองในสภาวะปกติ โดย (a) คือภาพพื้นหลัง (b) คือ ภาพวัตถุ (c) คือภาพเมื่อผ่านการลบพื้นหลัง (d) คือภาพเมื่อวัตถุเกิดเงาจากการเคลื่อนที่ (e) คือภาพเมื่อผ่านการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้และการปรับปรุงพื้นหลัง (f) คือภาพตำแหน่งวัตถุ



ภาพที่ 4 ผลการทดลองในสภาวะปกติ

กรณีที่ 2 แสดงไว้ในภาพที่ 5 (a – h) เป็นผลการทดลองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม โดย (a) คือภาพพื้นหลัง (b) คือภาพวัตถุ (c) คือภาพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแสง (d) คือภาพเมื่อผ่านการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้และการปรับปรุงพื้นหลัง (e) คือภาพเมื่อมีวัตถุอื่นเข้ามาในระบบ (f) คือภาพพื้นหลังใหม่เมื่อผ่านการปรับปรุงพื้นหลัง (g) คือภาพวัตถุที่ผ่านการลบพื้นหลังก่อนผ่านการปรับปรุงพื้นหลัง (h) คือภาพเมื่อผ่านการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้และการปรับปรุงพื้นหลัง ทำให้เกิดการดูดกลืนวัตถุอื่นให้กลายเป็นพื้นหลัง

จากการทดลองเห็นได้ว่า วัตถุที่ต้องการ คือ กล่องพลาสติกพร้อมกับการระบุตำแหน่งของวัตถุภายในภาพ เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมมุมกล้องอัตโนมัติต่อไป โดยในการทดลอง ภาพวัตถุที่เกิดขึ้นเมื่อผ่านการลบพื้นหลัง คือ ภาพ



ภาพที่ 5 ผลการทดลองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม

กล่องพลาสติกและส่วนของมือ แต่เมื่อระบบผ่านการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้ ส่วนของมือซึ่งเป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไป จะถูกพิจารณาว่าไม่ใช่ส่วนวัตถุที่ต้องการในระบบ

ในการทดลองกล่องเว็บแคมมีอัตราความเร็วในการแสดงผลของภาพเป็น 25 เฟรมต่อวินาที และจากการทดลองพบว่าค่า $\lambda = 0.035$, $C_b = 40$, $C_o = 15$ เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง

4. บทสรุป

ในบทความนี้ได้เสนอระบบระบุตำแหน่งผู้สอนสำหรับการเรียนการสอนทางไกล ด้วยกระบวนการทางประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งวัตถุจากพื้นหลัง ซึ่งมีวัตถุเป็นผู้สอนระบบมีความสามารถในการเรียนรู้พื้นหลัง การแยกวัตถุออกมาจากพื้นหลัง ซึ่งใช้การลบพื้นหลังและการเทียบรูปแบบที่เข้ากันได้โดยขั้นตอนนี้จะกำจัดเงาหรือวัตถุ

ที่ไม่ต้องการที่อาจจะเกิดขึ้นกับวัตถุที่กำลังสนใจ พร้อมทั้งมีการปรับปรุงพื้นหลังเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรือมีวัตถุใหม่เข้ามาเป็นพื้นหลังในระบบ ทำให้ได้ภาพที่ไม่มีข้อผิดพลาดในการหาตำแหน่งของผู้สอนจากกระบวนการระบุตำแหน่งวัตถุ นั่นคือ จะได้ตำแหน่งผู้สอนที่ถูกต้องของระบบควบคุมมุกกล้องอัตโนมัติสำหรับการถ่ายทอดการสอนในห้องเรียน ส่วนระบบกลไกที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนมุกกล้องอยู่ระหว่างการดำเนินงาน

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไพรัช รัชพงษ์, ฤกษ์ ช่างกล่อม. “โครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศเพื่อการศึกษา”, <http://www.onec.go.th/Act/6.41/chapter4.htm>, Date accessed :17 July 2004.
- [2] บวร เทศารินทร์. “นวัตกรรมการศึกษาและเทคโนโลยีการศึกษา-การศึกษาทางไกล (Distance Learning)” http://school.obec.go.th/sup_br3/t_1.htm, Date accessed: 15 July 2004.
- [3] T. Horprasert, D. Harwood, and L.S. Davis, “A Robust Background Subtraction and Shadow Detection”, *Proc. ACCV'2000*, Taipei, Taiwan, January 2000.
- [4] T. Horprasert, D. Harwood, and L.S. Davis, “A Statistical Approach for Real-time Robust Background Subtraction and Shadow Detection”, *Proc. IEEE ICCV'99 FRAMERATE Workshop*, Kerkira, Greece, September 1999.
- [5] T. Thongkamwitoon, S. Aramvith, and T. H. Chalidabhongse, “An Adaptive Real-time Background Subtraction and Moving Shadows Detection”, *Proc. IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME'04)*, Taipei, Taiwan, June 2004.
- [6] P. Amnuaykanchanasin, T. Thongkamwitoon, N. Srisawaiwilai, S. Aramvith, and T. H. Chalidabhongse, “Adaptive parametric statistical background subtraction for video segmentation”, *Proceedings of the third ACM international workshop on Video surveillance & sensor networks VSSN '05*, November 2005, Pages: 63 - 66.
- [7] OpenCV, <http://sourceforge.net/projects/opencv-library/>, Date accessed: 1 November 2004.