สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานโครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2546

เรื่อง

การวิเคราะห์หาการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์

Human Motion Estimation from Video

โดย

ดร.ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์

และ

นาย ดนุวัฒน์ แสวงผล

RCH
TR
880
ธ 247ร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 64452
วัน,เดือน,ปี 11 ก.ย. 2549

b 11649240
i.....

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์

Human Motion Estimation from Video

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์

ชื่อผู้วิจัยร่วม นายดนุวัฒน์ แสวงผล

ชื่อหน่วยงานที่สังกัด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เนื้อเรื่องย่อ

รายงานฉบับนี้กล่าวถึงผลการศึกษาและพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์วิชั่น เพื่อใช้ในการตรวจจับและติดตามการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์ โดยใช้กล้องที่สามารถส่ายก้มเงยและซูมได้ โดยใช้หลักการสร้างรูปแบบฉากหลังแบบพาโนรามา จากนั้นทำการลบฉากหลังเพื่อได้ส่วนของพิกเซลที่เป็นฉากหน้าซึ่งก็คือวัตถุที่เคลื่อนที่นั่นเอง ในการตรวจจับว่าวัตถุนั้นเป็นบุคคลหรือไม่ รวมถึงการแยกแยะอวัยวะต่างๆ ในกรณีที่พบว่าวัตถุที่เคลื่อนที่นั้นเป็นบุคคล จะใช้รูปแบบมนุษย์แบบ cardboard เป็นแบบจำลองในการเทียบ ซึ่งง่ายและได้ผลดีในกรณีที่บุคคลอยู่ในท่ายืนหรือเดิน หลังจากตรวจจับและวิเคราะห์แล้วพบว่าเป็นบุคคล ระบบสามารถควบคุมให้กล้องเคลื่อนที่เพื่อติดตามบุคคลนั้นๆ แบบทันทีได้

Abstract

This report describes the study and development of a computer vision system for human motion detection and tracking from video. In this research, we use a pan-tilt-zoom which is connected to a PC for video capturing. The moving target is detected and segmented from the background scene using an extended version of background subtraction technique. First, the panorama of the background scene is captured and built while panning the PTZ cameras. Then, the input video is subtracted from the built background model to extract the moving pixel regions. To identify the extracted moving region, we use the human cardboard model which is a simple model suitable for upright position. While identifying the moving region, the system also keeps tracking the moving blob. This continuous identifying while tracking can provide a significant benefit as mentioned in [18] as *continuity of identity*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

การตรวจจับ ติดตาม และวิเคราะห์ การเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิชั่น (computer vision) เพื่อเลียนแบบความสามารถในการมองเห็นและการตีความของมนุษย์เป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจในแวดวงวิชาการมาช้านาน มีนักวิจัยหลายกลุ่มได้พยายามที่จะพัฒนาอัลกอริทึมและระบบที่สามารถเข้าใจการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ดังที่ได้รวบรวมไว้ในหัวข้อถัดไป อย่างไรก็ดี ผลที่ได้ณปัจจุบันยังไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ในหลายๆกรณี ปัญหานี้จึงจัดเป็นปัญหาที่ยากและท้าทาย ส่วนหนึ่งเนื่องจากการเคลื่อนที่ของมนุษย์เป็นแบบพลวัตและมีลักษณะเป็นการเชื่อมต่อของอวัยวะ (dynamics of articulated human body) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยต่างๆที่ทำให้ปัญหานี้ยากและท้าทายยิ่งขึ้น เช่น การมองไม่เห็นอวัยวะทุกส่วนของร่างกายจากรูปภาพหรือวีดิทัศน์ (partial occlusion) การสวมใส่เสื้อผ้าที่หลากหลายรูปแบบ (non-rigid clothing) เป็นต้น

การเพิ่มขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการรับรู้และเข้าใจเหตุการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจพบ ติดตาม และเข้าใจการเคลื่อนไหวของผู้คนจากรูปภาพหรือวีดิทัศน์ เป็นงานพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างมาก สามารถถูกนำมาประยุกต์ใช้ได้ในหลายระบบ เช่น ระบบลาดตระเวนหรือระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติ (surveillance systems) [1, 2] ระบบการใช้การรับรู้ของคอมพิวเตอร์เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (PUI - Perceptual User Interface) ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเหลือคนพิการ (computer aid for disabilities) และการเข้ารหัสโดยการใช้รูปแบบ (model-based coding) ในเทคโนโลยีการสื่อสาร เป็นต้น

โครงการนี้แต่เดิมมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ ที่มีความสามารถในการมองเห็นและเข้าใจการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์ ซึ่งองค์ความรู้ที่จะใช้และพัฒนาในการวิจัยนี้ครอบคลุมตั้งแต่ความรู้พื้นฐานในการประมวลผลจากรูปภาพ (low-level Image processing) จนถึงความรู้ชั้นสูงเกี่ยวกับการกำหนดรูปแบบ วิเคราะห์ และการให้เหตุผล (high-level modeling and reasoning) อัตโนมัติโดยคอมพิวเตอร์ โดยในแบบเสนอโครงการวิจัย ได้วางแผนแบ่งช่วงเวลาในการทำวิจัยออกเป็นสองเฟส โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการทำวิจัยในเฟสแรก ที่ได้รับเงินสนับสนุนทุนวิจัยในปีงบประมาณ 2546 ซึ่งครอบคลุมถึงการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์วิชั่น เพื่อใช้ในการตรวจจับและติดตาม การเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์ โดยใช้กล้องที่สามารถส่ายก้มเงยและซูมได้ และสามารถประมวลผลแบบทันที (real-time vision system)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจพบว่า มีผลงานตีพิมพ์ที่ได้รวบรวมสำรวจงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับติดตาม วิเคราะห์ การเคลื่อนไหวของมนุษย์อยู่บ้าง ได้แก่ [3,4,5] ในบทนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับและติดตามบุคคลและได้จัดทำสรุป โดยแบ่งวิธีการต่างๆ ที่นักวิจัยได้ตีพิมพ์และนำเสนอ ออกเป็น 2 กลุ่มวิธีการ แยกตามลักษณะการใช้แบบจำลองหรือโมเดลในการตรวจจับและติดตาม ดังนี้

1) Model-based Approaches วิธีการนี้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบหรือหุ่นจำลองของมนุษย์ เพื่อช่วยในการตรวจจับและ ติดตาม การเคลื่อนไหวของร่างกายและอวัยวะภายนอกส่วนต่างๆ ผลงานวิจัยชิ้นแรกๆ ได้แก่ งานวิจัยของ O'Rourke and Badler [6] ซึ่งใช้ overlapping sphere human model และ constraint propagation ในการติดตามร่างกายและ อวัยวะภายนอกของมนุษย์ และงานวิจัยของ Hogg [7] ซึ่งใช้วิธีการสร้างรูปแบบการเดินของมนุษย์จากตัวอย่างก่อน จากนั้นนำรูปแบบที่สร้างขึ้นมาใช้ ช่วยในการติดตาม โดยใช้หลักการ iterative search เพื่อหาความเหมือนระหว่างเส้นขอบของรูปแบบกับเส้นขอบของรูปภาพที่สังเกตุ จากนั้น มีงานวิจัยของ Rohr [8] ซึ่งคล้ายกับ Hogg คือการสร้าง รูปแบบการเดินของมนุษย์ล่วงหน้า ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ โดยการใช้ cylindrical body model ซึ่งเสนอโดย Marr and Nishihara [9] ต่อมามีงานวิจัยของ Ju et al [10] ซึ่งใช้ parameterized model ของ optical flow ในการติดตามการ เคลื่อนที่ของขามนุษย์ โดยขานั้นถูกสร้างแบบโดยใช้การเชื่อมต่อของแผ่นราบ (connected planar patches) ซึ่งเป็นตัวแทนของข้อต่อต่างๆ และการเคลื่อนที่ของแต่ละแผ่นก็ถูกจำกัด ด้วยแผ่นอื่นๆและข้อต่อระหว่างแผ่น อีกงานวิจัยหนึ่ง ของ Gavrila and Davis [11] ได้นำรูปแบบร่างกายของมนุษย์ที่ซับซ้อนกว่างานวิจัยที่ผ่านๆมามาใช้ รูปแบบที่ว่านั้นคือ รูปแบบที่ใช้ super-quadrics มาเป็นตัวแทนอวัยวะส่วนต่างๆ รูปแบบของเป้าหมายจะถูกสร้างขึ้นแบบกึ่งอัตโนมัติ ในเบื้องต้นงานชิ้นนี้ ได้ใช้กล้องหลายตัวในการตรวจจับและติดตามร่างกายและอวัยวะภายนอกของเป้าหมาย เพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องการบดบังอวัยวะบางส่วนจากบางมุมมองด้วย และเมื่อเร็วๆนี้ ในผลงานตีพิมพ์ของ Sidenbladh and Black [12] ได้กล่าวถึงวิธีการในการเรียนรู้ในการสร้างแบบของวัตถุและสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการความน่าจะเป็น (learning probabilistic models of objects and scenes) และวิธีการที่เสนอนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการตรวจจับและติดตาม ร่างกายมนุษย์ในสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน

2) Non model-based Approaches วิธีการนี้ ไม่ได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบหรือหุ่นจำลองของมนุษย์ เพื่อช่วยในการตรวจจับและติดตามการเคลื่อนไหวของร่างกายและอวัยวะภายนอกส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Polona and Nelson [13] ได้กล่าวถึง วิธีการประมาณการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยไม่ต้องแยกหาการเคลื่อนไหวของอวัยวะส่วนต่างๆ Motoin field ที่คำนวณได้จากเฟรมที่อยู่ติดกันในวีดิทัศน์ถูกนำมาใช้เพื่อแยกแยะ และตรวจจับเป้าหมาย (ในงานวิจัยชิ้นนี้ เป้าหมายคือคนที่เดินผ่านหน้ากล้องเท่านั้น) และนำมาหาความคล้ายคลึงกับแม่แบบการเคลื่อนที่เชิงเวลาและพื้นที่ (spatio-temporal motion template) ต่อมา Cai and Aggawal [14] ได้เสนอวิธีการตรวจจับและติดตามการเคลื่อนไหวของมนุษย์ในอาคาร โดยใช้ข้อมูลจากวีดิทัศน์ขาว-ดำจากกล้องหลายตัว ขั้นแรก ร่างกายของมนุษย์ถูกแยกแยะและตรวจจับ โดยใช้เทคนิค frame differencing และ thresholding process หลังจากนั้นได้เลือกที่จะติดตามจุดต่างๆ ที่เลือกจาก แกนกลางของร่างกายส่วนบน (medial axis of the human upper body) วิธีการที่ใช้ในการติดตามจุด ต่างๆ ก็โดยการเปรียบเทียบหาความคล้ายคลึงระหว่างเฟรมที่อยู่ติดกัน โดยดูจากตำแหน่งและความเข้มข้นของสีในรูปภาพ อีกผลงานวิจัยของ Bregler and Malik [15] ได้ใช้หลักการของการแยกแยะในเชิงความน่าจะเป็นของการเคลื่อนที่แบบ พลวัติของมนุษย์ (probabilistic decompostion of human dynamics) ในระดับต่างๆซึ่งประกอบด้วย low-level image layer representation, mid-level dynamics catagory และ high-level complex movement recognition งานวิจัยชิ้นนี้ได้รวบรวมเอาเทคนิคต่างๆ เช่น EM clustering, Gaussian mixture model, Kalman filter, linear dynamics model, dynamic programming และ HMM เพื่อใช้ในการติดตามและจดจำการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เนื่องจากวิธีการนี้มีความซับซ้อนมาก และใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างนาน จึงไม่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้มากนัก

3. ระบบตรวจจับและติดตามการเคลื่อนไหวของบุคคลแบบอัตโนมัติ

ระบบที่ทีมผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ใช้กล้องที่มีสามารถส่ายก้มเงยและซูมโดยการควบคุมผ่านสายอนุกรมซึ่งต่อเชื่อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในงานวิจัยนี้ได้จำลองสถานการณ์สำหรับประยุกต์ใช้ระบบตรวจจับ และติดตามบุคคลเพื่อการรักษาความปลอดภัย โดยตัวกล้องได้ถูกติดตั้งและหันหน้าไปยังประตูทางเข้าห้องวิจัย เพื่อคอยตรวจจับการเคลื่อนไหวบริเวณทางเข้าพื้นที่เฝ้าระวัง เมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นกล้องจะทำการติดตามและตรวจสอบว่าวัตถุที่เคลื่อนไหวเป็นบุคคลหรือไม่ โดยกระบวนการในการทำงานแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการหลักได้แก่ กระบวนการเตรียมการ และ กระบวนการตรวจจับและติดตาม

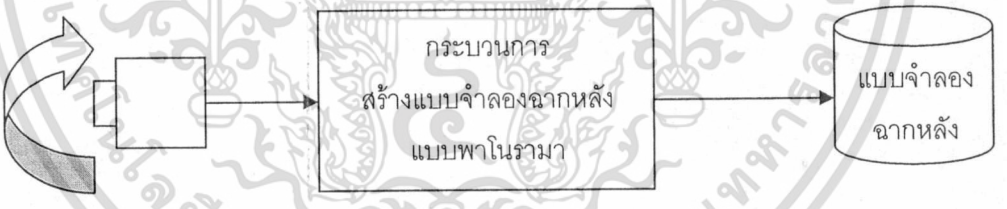
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 กระบวนการเตรียมการ

ในขั้นตอนนี้ เราจะทำการเก็บวีดิทัศน์แบบพาโนรามาของฉากหลัง โดยกล้องจะทำส่ายประมาณ 120 องศา จากซ้ายไปขวาเพื่อเก็บวีดิทัศน์ในแต่ละมุมมอง เพื่อให้ครอบคลุมบริเวณห้องปฏิบัติการที่ทำการทดลอง ในการสร้างแบบจำลองฉากหลัง สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้อัลกอริทึม ที่นำเสนอโดย Horprasert etal. [16] ซึ่งเป็นวิธีที่ทำงานได้ดี ในสภาพภายในอาคารที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงเงา และเป็นวิธีที่ความซับซ้อนในการคำนวณไม่สูงนัก เหมาะกับระบบที่ต้องทำงานแบบทันที (real-time system) ดูรูปที่ 1

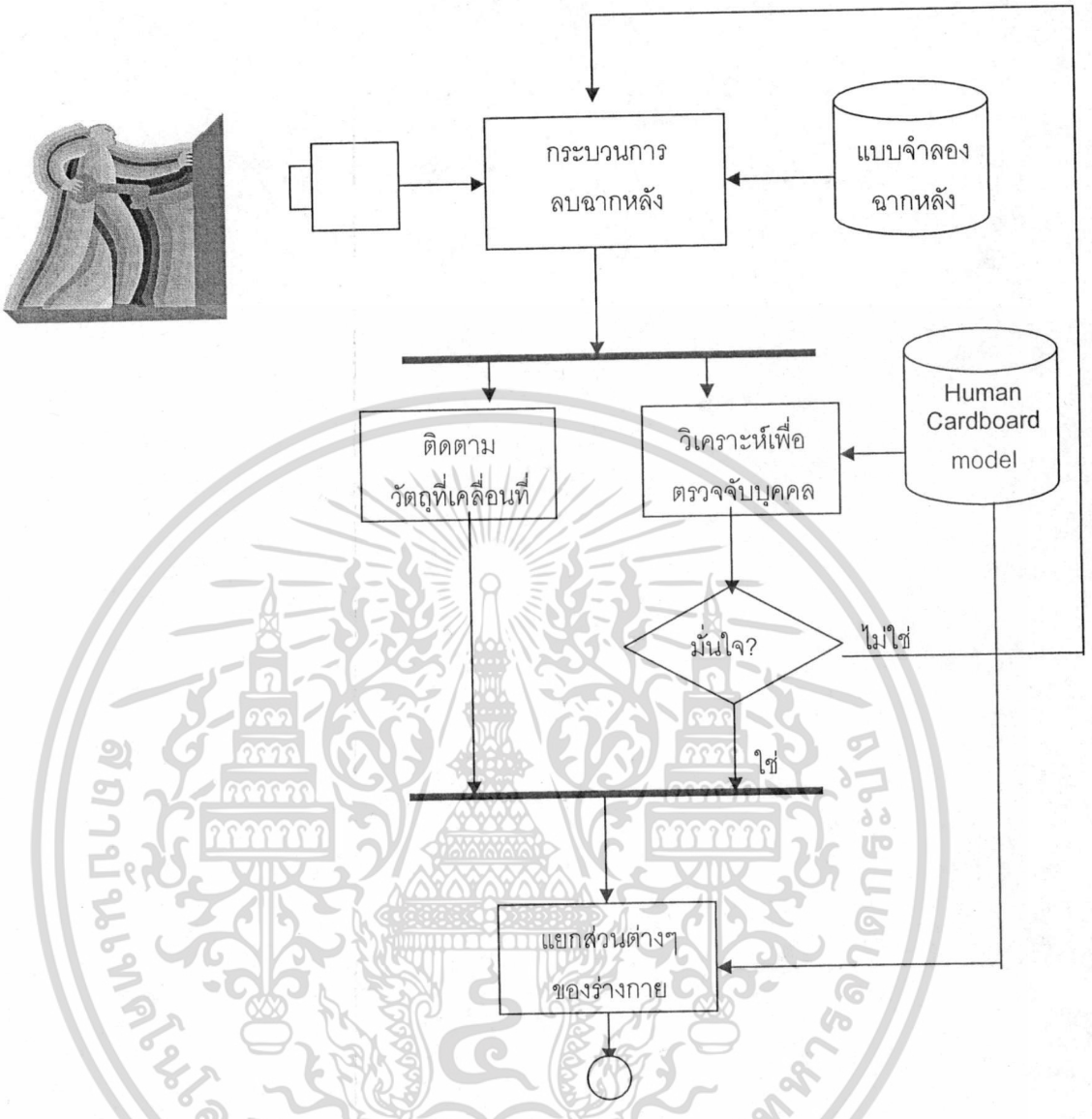
3.2 กระบวนการตรวจจับและติดตาม

ในกระบวนการตรวจจับและติดตามนี้ ระบบจะทการตรวจจับเพื่อหาพิกเซลที่มีการเคลื่อนไหวแล้ววิเคราะห์ดูว่าเป็นบุคคลหรือไม่ โดยระหว่างที่วิเคราะห์เพื่อหาคำตอบก็จะทำการติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุไปด้วย เทคนิคนี้นักวิจัยหลายกลุ่มเชื่อว่าเป็นเทคนิคที่ให้ผลดีกว่าการตรวจจับและติดตามแบบแยกส่วนกันทำ รูปที่ 2 แสดงโครงร่างของระบบสำหรับกระบวนการตรวจจับและติดตามบุคคลจากวีดิทัศน์



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการในขั้นเตรียมการ
ซึ่งเป็นขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองฉากหลังของห้องขณะที่ไม่มีบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



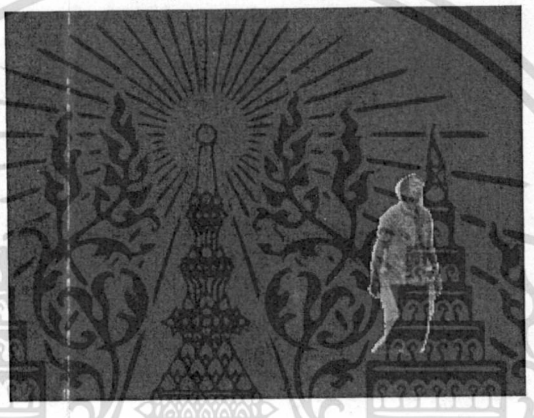
รูปที่ 2 แสดงโครงร่างของระบบสำหรับกระบวนการตรวจจับและติดตามบุคคล

จากรูปที่ 2 ตอนเริ่มต้นกล้องจะถูกตั้งไว้ที่มุมที่หันไปทางพื้นที่ที่เฝ้าระวัง เช่น ที่ประตูทางเข้าห้อง สัญญาณวีดิทัศน์จากกล้องจะถูกส่งมาประมวลผล จากการที่เราทราบค่ามุมสายของกล้อง เราสามารถทำการการลบฉากหลัง เพื่อตัดแยกพิกเซลของฉากหน้า หากมีการเคลื่อนไหวในฉากเกิดขึ้น ผลลัพธ์จากการลบฉากหลังจะถูกนำไปขจัด ความผิดพลาดโดยกระบวนการ spatial filtering ถ้าพบว่าพื้นที่ของฉากหน้ามีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะเป็นบุคคล ระบบจะทำการวิเคราะห์เพื่อ

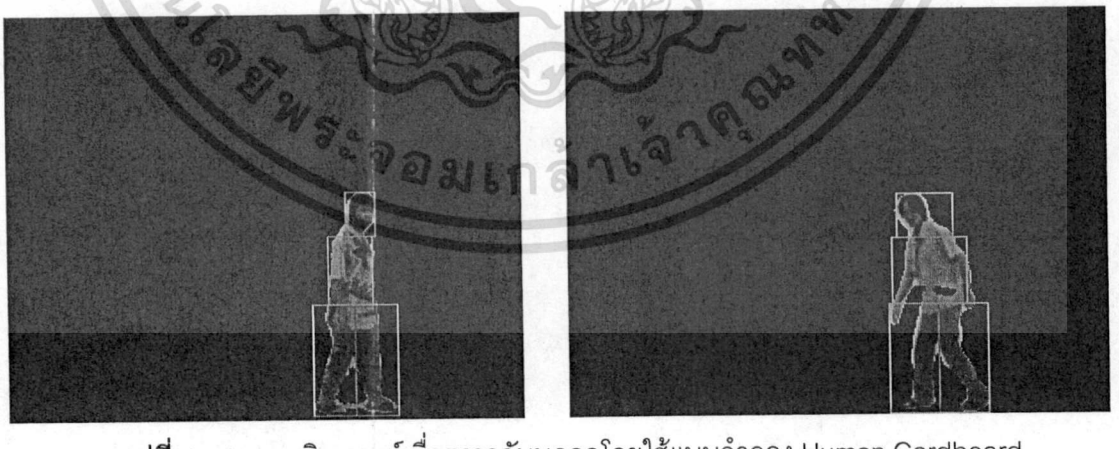
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับว่าเป็นบุคคลหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบกับแบบจำลองมนุษย์แบบการ์ด (Human Cardboard Model) [17] รูปที่ 3 แสดงผลการลบฉากหลัง

ขณะตรวจจับระบบก็จะทำการติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่นั้นไปด้วย โดยใช้ความสามารถในการส่ายก้มเงยของกล้อง เพื่อให้วัตถุนั้นอยู่ในมุมกล้องตลอด วิธีการดังกล่าวนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการตรวจจับ เมื่อพบว่าเป็นมนุษย์ ระบบจะทำการตัดแยกพื้นที่โครงร่างบุคคลออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ส่วนศีรษะ ส่วนลำตัว ส่วนแขนทั้งสองข้าง และส่วนขาทั้งสองข้าง โดยใช้แบบจำลองมนุษย์แบบการ์ดดังกล่าว



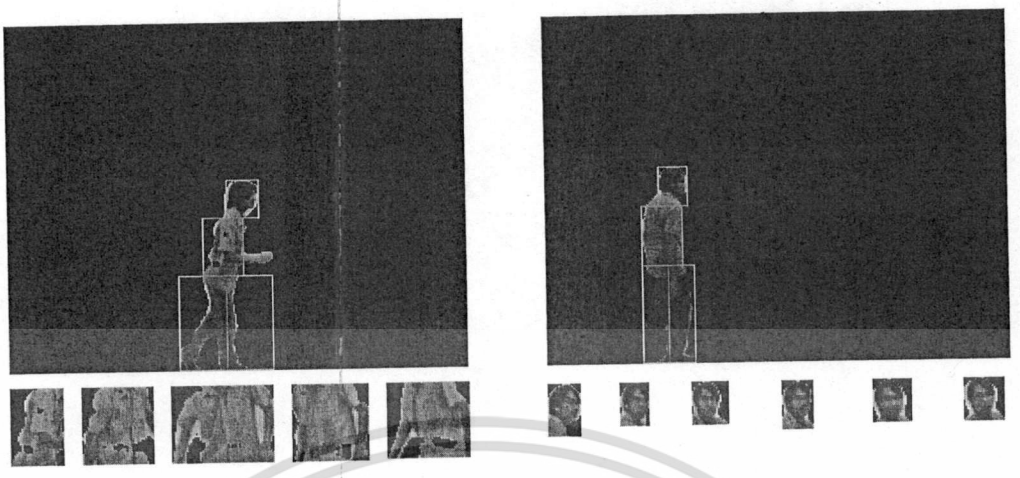
รูปที่ 3 แสดงผลการลบฉากหลังและได้กำจัดความผิดพลาดแล้ว



รูปที่ 4 แสดงการวิเคราะห์เพื่อตรวจจับบุคคลโดยใช้แบบจำลอง Human Cardboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 5 แสดงผลการตัดแยกส่วนต่างๆของบุคคล โดยใช้แบบจำลอง Cardboard ภาพซ้ายแสดงการตัดแยกส่วนลำตัว ส่วนภาพขวา แสดงผลการตัดแยกส่วนศีรษะ

4. **สรุป**

รายงานฉบับนี้กล่าวถึงผลการศึกษาและพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์วิชั่น เพื่อใช้ในการตรวจจับและติดตามการเคลื่อนไหวของมนุษย์จากวีดิทัศน์ โดยใช้กล้องที่สามารถสายก้มเงยและซูมได้ โดยใช้หลักการ สร้างรูปแบบฉากหลังแบบพาโนรามา จากนั้นทำการลบฉากหลังเพื่อได้ส่วนของพิกเซลที่เป็นฉากหน้าซึ่งก็คือวัตถุที่เคลื่อนที่นั่นเอง ในการตรวจจับว่าวัตถุนั้นเป็นบุคคลหรือไม่ และแยกแยะอวัยวะต่างๆ กรณีที่พบว่าเป็นบุคคล จะใช้รูปแบบมนุษย์แบบ cardboard ซึ่งง่ายและได้ผลดีในกรณีที่มนุษย์ ที่อยู่ในท่ายืนหรือเดิน หลังจากตรวจจับและวิเคราะห์แล้วพบว่าเป็นมนุษย์ ระบบสามารถควบคุมให้กล้องสามารถเคลื่อนที่เพื่อติดตามบุคคลนั้นๆแบบทันทีได้

64452

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Pece A E C. People Tracking in Surveillance Applications. *Proc. 2nd IEEE Int'l Workshop OnPerformance Evaluation of Tracking and Surveillance (PETS 2001)* 2001.

[2] Greiffenhagen M, Ramesh V, Niemann H. The Systematic Design and Analysis Cycle of a Vision System: A Case Study in Video Surveillance. *Proc. IEEE Conf. On Computer Vision and Pattern Recognition* 2001, Vol2:704-711.

[3] Aggarwal J K, Cai Q. Human Motion Analysis: A Review. *Proc. IEEE Workshop on Motion of Non-rigid and Articulated Objects* 1997, 90-102.

[4] Gavrila D M. The Visual Analysis of Human Movement: A Survey. *Computer Vision and Image Understanding* 1999, 73(1).

[5] Moeslund T, Granum E. A Survey of Computer Vision-based Human Motion Capture. *Computer Vision and Image Understanding* 2001, 81(3).

[6] O'Rourke J, Badler N I. Model-based Image Analysis of Human Motion using Constraint Propagation. *IEEE Transaction on Pattern Recognition and Machine Intelligence* 1980, 2(6):522-536.

[7] Hogg D. Model-based Vision: A Program to See a Walking Person. *Image and Vision Computing* 1983, 1(1):5-20.

[8] Rohr K. Towards Model-based Recognition of Human Movements in Image Sequences. *CVGIP: Image Understanding* 1994, 59(1):94-115.

[9] Marr D, Nishihara H K. Representation and Recognition of the Spatial Organization of Three-dimensional Shapes. *Proc. R. Soc. London* 1978, B:269-294.

[10] Ju S, Black M J, Yacoob Y. Cardboard People: A Parameterized Model of Articulated Motion. *Proc. Int'l Conf. On Face and Gesture Recognition* 1996, 38-44.

[11] Gavrila D M, Davis L S. Towards 3D Model-based Tracking and Recognition of Human Movement. *Proc. Int'l Workshop on Automatic Faceand Gesture Recognition* 1995.

[12] Sidenbladh H, Black M J. Learning Image Statistics for Bayesian Tracking. *Proc. IEEE Int'l Conf. On Computer Vision* 2001, 706-716.

[13] Polana R, Nelson R. Low Level Recognition of Human Motion. *Proc. IEEE Workshop on Motion of Non-rigid and Articulated Objects* 1994.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] Cai Q, Aggarwal J K. Tracking Human Motion Using Multiple Cameras. *Proc. Int'l Conf. On Pattern Recognition* 1996.

[15] Bregler C, Malik J. Tracking People with Twists and Exponential Maps. *Proc. Computer Vision and Pattern Recognition* 1998, 8-15.

[16] T. Horprasert, D. Harwood, and L. S. Davis, "A Statistical Approach for Real-time Robust Background Subtraction and Shadow Detection", *Proc. IEEE Frame Rate Workshop*, Greece, 1999.

[17] Y. Sugaya and K. Kanatani, "Extracting Moving Objects from a Moving Camera Video Sequence", *Proc. 10th Symposium on Sensing via Image Information (SSII 2004)*, Japan, 2004, pp:279-284.

[18] A. Hampapur, S. Pankanti, A. Senior, Y.L.Tian, L. Brown, and R. Boll, "Face Cataloger: Multi-Scale Imaging for Relating identity to Location", *Proc. IEEE Intl'. Conf. Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS 2003)*, IEEE Press, 2003, pp.13-20.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้