กล้องติดตามบุคคลโดยใช้การรู้จำใบหน้าในค่ายทหาร

Tracking Camera by Using Face Recognition in The Barracks

จิระภัทร อุดคำเที่ยง และณัฐสิทธิ์ ปริสุทธิ์สุนทร

กษิตินาถ บุญพันธ์ และพิศณุ คูมีชัย

Jirapat Utkamtiang Nattasit Prisutsuntorn Kasitinart Bunpan and Pisanu Kumeechai

กองวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

จังหวัด สมุทรปราการ 10270

E-mail: pisanu41984198@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีสำหรับการใช้กล้องติดตามใบหน้าด้วยการรู้จำใบหน้า วิธีการใช้กล้องติดตามใบหน้าด้วยการรู้จำใบหน้าในเอกสารนี้จะทำงานกับภาพใบหน้าระดับสีเทาขนาดสองมิติ ในขั้นตอนแรกทำการตรวจจับใบหน้าด้วยฮาร์ไลค์ฟีเจอร์ ในขั้นตอนที่สองทำการรู้จำใบหน้าเพื่อให้กล้องติดตามใบหน้าที่รู้จักเท่านั้น โดยใช้หลักการไอเก็นเฟส หลังจากนั้นนำไอเก็นเวกเตอร์ ของทั้งภาพทดลองและภาพทดสอบทั้งหมดมาทำรู้จำด้วยโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับวิธีการทดลองจะนำ ไอเก็นเฟสมาเปรียบเทียบกับ 3 วิธีคือ การวิเคราะห์การจำแนกประเภทเชิงเส้น การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบอิสระ และ โลคอลไบนารีแพทเทิร์น โดยที่นำเสนอสำหรับวิธีการรู้จำหน้าใบหน้าได้ความถูกต้อง 89.4 เปอร์เซ็นต์ และใช้ การวิเคราะห์การจำแนกประเภทเชิงเส้น ได้ความถูกต้อง 68.7 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบอิสระ ได้ความถูกต้อง 79.8 เปอร์เซ็นต์ และ โลคอลไบนารีแพทเทิร์นได้ความถูกต้อง 86.5 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ไอเก็นเฟส ไอเก็นเวกเตอร์ รู้จำหน้าใบหน้า การวิเคราะห์การจำแนกประเภทเชิงเส้น การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบอิสระ โลคอลไบนารีแพทเทิร์น

Abstract

This paper presents methods for using face tracking cameras with face recognition. The method of using a face tracking camera with face recognition in this document will work with two-dimensional gray scale faces. The first step is to detect the face with the haar like feature. In the second step, face recognition is only for the camera to track the recognized face by using the Eigenface principle. After that, the experimental and test images to be recognized by artificial neural networks For the experimental method, Eigenface is compared with 3 methods, Linear Discriminant Analysis (LDA), Independent Component Analysis (ICA), and Local Binary Patterns (LBP), which provides for facial recognition methods with 89.4 percent accuracy. And using Linear Discriminant Analysis (LDA) with 68.7 percent accuracy, Independent Component Analysis (ICA) achieving 79.8 percent accuracy, and Local Binary Patterns (LBP) 86.5 percent accuracy.

Keywords: Eigenface, Eigenvector, Face Recognition, Linear Discriminant Analysis, Independent Component Analysis, Local Binary Patterns

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจส่งผลให้ระบบรักษาความปลอดภัยของหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ต้องมีมาตรการเพิ่มระบบรักษาความปลอดภัยจากเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเช่น ไฟไหม้ การก่ออาชญากรรมจากผู้ไม่หวังดี ระบบรักษาความปลอดภัยกลายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในหน่วยองค์กรภาครัฐ และเอกชน ซึ่งแม้ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้ถูกนำมาพัฒนาและใช้ในการรักษาความปลอดภัยในหลายรูปแบบ แต่เทคโนโลยีการรักษาความปลอดภัยที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากก็คือ “ระบบกล้องวงจรปิด CCTV (Closed-Circuit Television Systems)” สาเหตุที่ทำให้กล้องวงจรปิดเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากในการนำมาติดตั้งเพื่อรักษาความปลอดภัยก็คือความสะดวกในการติดตั้ง ง่ายต่อการใช้งานและมีวงจรที่ไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามกล้องวงจรปิดยังมีข้อจำกัดในการทำงาน คือ อาจใช้ในการบันทึกภาพเหตุการณ์และกลับมาตรวจสอบเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขึ้น หรือการใช้คนในการตรวจสอบสถานการณ์ที่ผิดปกติจากจอรับภาพ (Monitor) อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งหลายเหตุการณ์พบว่าเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของมนุษย์ (Human Error) ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสิ่งผิดปกติ หรืออาจจะก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่มีความไม่ปลอดภัยขึ้นได้ อีกทั้งการติดกล้องอยู่กับที่เมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติขึ้นก็กินระยะเวลานานเกินไปกว่าจะส่งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าควบคุมสถานการณ์ หรือเข้าจับกุมบุคคลได้ทันท่วงที ในการระบุตัวตนของบุคคลก็อาจไม่มีความแม่นยำเท่าที่ควร

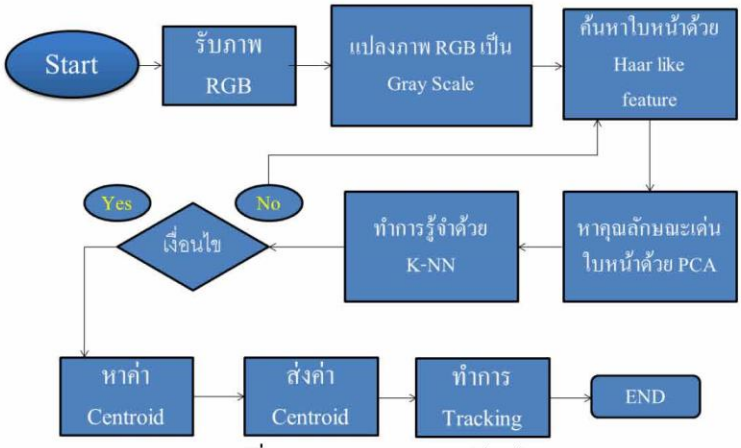
จากเหตุผลดังกล่าวทำให้เกิดแนวความคิดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพดิจิตอลมาพัฒนาเทคโนโลยีกล้องต้นแบบในการตรวจจับและติดตามใบหน้าของบุคคล กล้องจะสามารถทำงานได้อัตโนมัติโดยจะระบุตัวตนของบุคคล และเพิ่มระยะในการติดตามเข้ามา เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการตรวจสอบและติดตามบุคคลให้มากยิ่งขึ้น และเพื่อให้มีเกิดประสิทธิภาพและมีความผิดพลาดน้อยที่สุด และในอนาคตจะสามารถนำเอาองค์ความรู้มาต่อยอดผลงานเกี่ยวกับการดูแลรักษาความปลอดภัย ชีวิตและทรัพย์สินได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ในงานวิจัยเก่าๆ ของงานรู้จำใบหน้ามีดังนี้ รูปแบบไบนารีท้องถิ่น (LBP) ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในปี 2002 กับงานของ Ojala และคณะเสนอเป็นชุดคุณลักษณะที่แยกพื้นผิวโดยตรงบนภาพระดับสีเทา และใช้ฮิสโตแกรมและรูปแบบไบ นารี Ahonen และคณะได้ใช้ LBP ประสบความสำเร็จในการจดจำใบหน้า ในปี Zhao และคณะพัฒนางานเป็น LBP เวอร์ชัน 2 มิติพร้อมเวลาของ LBP เรียกว่า VLBP และพวกเขาประสบความสำเร็จสำหรับท่าทางใบหน้าในลักษณะต่าง ๆ กัน Whang และคณะ เสนอการรวมคุณสมบัติของ LBP ด้วยคุณสมบัติ HOG เพื่อแก้ไขปัญหาการปิดบังบางส่วนในปัญหาการตรวจจับของมนุษย์

PCA หรือ Principal Component Analysis หรือภาษาไทยเรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก คือเทคนิคในการผสมลักษณะเด่นในเวคเตอร์นำเข้าเพื่อสร้างเวคเตอร์ใหม่ที่อยู่ในปริภูมิ (subspace) ที่มีมิติน้อยกว่าเวคเตอร์เดิม โดยการผสมที่เป็นการผสมเชิงเส้นตรงหรือ linear combination คือการนำลักษณะเด่นมาคูณค่าคงที่บางอย่างแล้วบวกค่าเพิ่มเติม การนำ PCA มาใช้ในการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าจะทำได้โดยการแปลงภาพถ่ายใบหน้าบุคคลสองมิติไปเป็นเวคเตอร์หนึ่งมิติและเก็บไว้ในฐานข้อมูล และเมื่อต้องการนำรูปภาพใบหน้าบุคคลที่สนใจมาเปรียบเทียบก็จะทำการแปลงภาพใบหน้านั้นเป็นเวคเตอร์หนึ่งมิติแล้วนำเวคเตอร์ไปเปรียบเทียบ กับภาพในฐานข้อมูลเพื่อหาผลลัพธ์ โดยที่ Rala M. Ebied อธิบายวิธีการสกัดคุณสมบัติโดยใช้ PCA และ Kernel-PCA สำหรับการจดจำใบหน้าที่พวกเขาตรวจสอบฟังก์ชันเคอร์เนลไม่เชิงเส้นเพื่อปรับปรุงหลักการการวิเคราะห์องค์ประกอบ (PCA) สำหรับ

การแยกคุณลักษณะการทดลองดำเนินการเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของ Kernel-PCA Yullie และ Cohen ใช้เทมเพลตที่เปลี่ยนรูปได้ในการแยกส่วนของภาพใบหน้า LDA มีวิธีการทำงานที่คล้ายกับ PCA ซึ่งใน PCA ต้องหาปริภูมิย่อยที่เมื่อป้อนข้อมูลลงไป แล้ว มีการกระจายตัวสูงสุด แต่ใน LDA ต้องการปริภูมิย่อยที่เมื่อป้อนข้อมูลลงไปแล้วข้อมูลจาก class เดียวกันจะเข้าใกล้กันมากขึ้น และข้อมูลจากต่าง class กันจะอยู่ห่างกันมากขึ้น Yang และคณะเสนอสองวิธีชื่อ 2-D PCA และ 2-D LDA1 เพื่อดำเนิน PCA และ LDAตามลำดับโดยเพียงแค่แทนที่เวกเตอร์ภาพด้วยภาพเมทริกซ์ในการคำนวณเมทริกซ์ความแปรปรวนที่สอดคล้องกัน Ye และคณะนำเสนอรูปแบบทั่วไปมากขึ้นของ 2-D PCA และ 2-D LDA โดยการคำนวณสองตัวพร้อมกัน subspaces

สำหรับระบบติดตามที่ใช้การประมวลผลภาพนั้นประกอบด้วยกล้องที่ติดตั้งในแนวนอนที่ด้านบนของมอเตอร์กล้องจะติดตามบุคคลในแบบเรียลไทม์และปรับตามทิศทางของเป้าหมาย นอกจากนี้การติดตามร่างกายมนุษย์ยังขึ้นอยู่กับการตรวจจับว่าเป็นขั้นตอนแรกโดยการแยกคุณสมบัติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ต้องติดตาม งานวิจัยจำนวนมากเพื่อให้ได้เป้าหมายของเป้าหมายและติดตามใบหน้าบุคคลโดยใช้รูปภาพที่มาจากกล้องซึ่งมีการรายงานตามลักษณะของมนุษย์เช่นใบหน้ารูปร่างใบหน้ามนุษย์

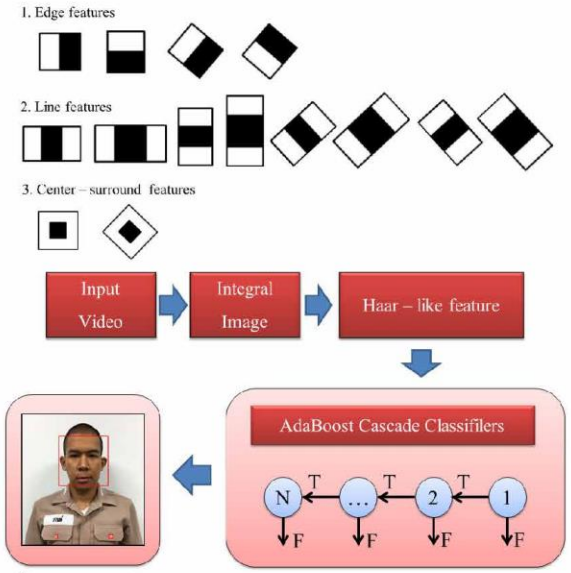


รูปที่ 1 กระบวนการของซอฟต์แวร์

วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Methods)

การตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยการใช้วิธี Haar like-feature

ในขั้นตอนนี้ในกล้อง webcam ในทำการตรวจจับใบหน้าบุคคลโดยการใช้ Haar like-Features ตามวิธีของ Viola และ Jones ซึ่งเป็นวิธีการตรวจจับและตีความวัตถุภายในภาพ ด้วยการสร้าง Feature ที่แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ส่วนสีขาว และส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่ง Feature สามารถเปลี่ยนแปลงขนาด และตำแหน่งได้ ใช้สำหรับการตรงจับลักษณะบนภาพแบบต่าง เช่น เส้นตรง วงกลม เป็นต้น

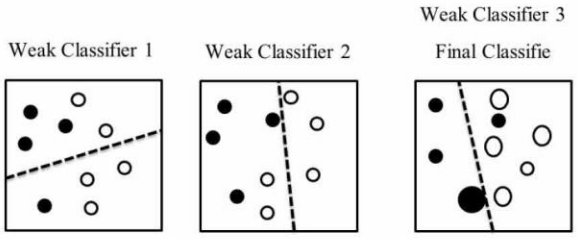


รูปที่ 2 รูปแบบของ Features และตัวอย่างภาพในการตรวจจับใบหน้า

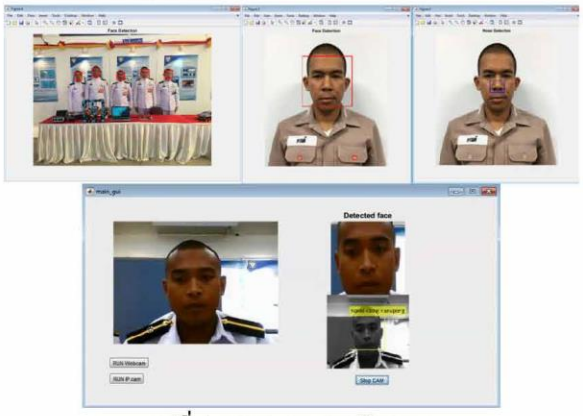
การทำ Haar like-Feature นั้นจำเป็นต้องมีภาพตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งมีสองลักษณะคือ Positive Image คือรูปที่มี Object นั้น ๆ ประกอบอยู่ภายในภาพ และ Negative Image คือภาพใด ๆ ที่ไม่มี Object ที่เราต้องการอยู่ภายในภาพ ด้วยหลักการของ AdaBoost (Adaptive Boost) ซึ่งเป็นกระบวนการหา Feature ที่มีลักษณะใกล้เคียง และแตกต่างกับภาพนำเข้า สำหรับการจัดประเภทของภาพ มีกระบวนการดังนี้

- เริ่มแรกกำหนด ค่าน้ำหนักให้กับ Feature ที่วิ่งหาภายในภาพตัวอย่าง
- หาบริเวณที่ประกอบด้วย ส่วนที่เราต้องการ
- เพิ่มค่า น้ำหนักให้กับส่วนที่เหลือ เฉพาะลักษณะที่เราต้องการ ที่ยังไม่ได้ แบ่งลักษณะไว้
- ทำวนเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนสุดท้าย นำบริเวณที่ได้ทั้งหมดมารวมกัน จะได้บริเวณของ Object ที่เราต้องการหา และลักษณะในส่วนต่าง ๆ ภายใน Object นั้น

Cascade Classifiers เป็นการตีความหมายของภาพ ตามลักษณะภายในภาพ โดยตัดส่วนของ Sub window ที่เป็น Negative ออกไปก่อน แล้วใช้ส่วนที่เป็น Positive วิ่งวนภายในภาพ โดยเปลี่ยนลักษณะการตรวจจับไปเรื่อย ๆ จนสามารถระบุได้ว่าภาพดังกล่าวเป็นภาพอะไร



รูปที่ 3 การทำงานของ Ada-boost



รูปที่ 4 การทดสอบระบุตัวบุคคล

ผลและอภิปรายผล (Results and Discussion)

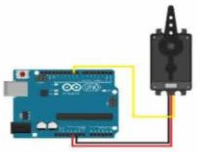
ฐานข้อมูลบุคคลประกอบไปด้วยภาพใบหน้าบุคคลจำนวน 50 คน คนละ 10 ภาพ รวมทั้งสิ้น 500 ภาพ มีการให้แสงในตำแหน่งที่ต่างกัน เป็นภาพระดับสีเทา นำมาปรับขนาดเป็น 96x96 พิกเซล ระบบการสอนมีส่วนประกอบของภาพหน้าใบหน้าบุคคล 500 ภาพ สำหรับข้อมูลการสอน การทดลองเป็นการพิจารณาการดึงเวกเตอร์คุณลักษณะเด่นโดย ใช้วิธี Eigenface และข้อมูลทดสอบมีภาพหน้าใบหน้าบุคคล 100 ภาพ ในการทำการตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้าบุคคลในเอกสารนี้ใช้โปรแกรม Matlab 2016b ในการดำเนินการ ส่วนการรู้จำใบหน้าบุคคลในเอกสารนี้ใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และการปรับค่าน้ำหนักใช้การหาค่าความผิดพลาดจากรอบการวนซ้ำก่อนหน้าด้วยวิธี Root mean square error (MSE) และสำหรับวิธีการหาอัตราความถูกต้องในเอกสารนี้ใช้สมการตามข้างล่าง และในเอกสารนี้ใช้ Arduino Uno r3 ในการหมุนเซอร์โวมอเตอร์โดยที่ เซอร์โวมอเตอร์ในงานวิจัยนี้ใช้รุ่น SG90 หมุนติดตามใบหน้าได้ตั้งแต่ 0-180 องศาและยังเป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุนโดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) สำหรับวิธีการหาอัตราความถูกต้อง ในเอกสารนี้ใช้สมการตามข้างล่าง

$$Accuracy(\%) = \left(\frac{In - Out}{Total}\right) \times 100 \quad (1)$$

In คือ จำนวนของภาพทดสอบทั้งหมดและ Out คือ จำนวนของภาพทดสอบที่ตอบผิดและ total คือจำนวนของภาพทดสอบทั้งหมด

รูปที่ 5 เซอร์โวมอเตอร์

รูปที่ 6 Arduino uno r3



รูปที่ 7 การต่อ Arduino กับ servo motor

ในตารางที่ 1 อธิบายผลการทดลองโดยการเปรียบเทียบวิธีที่นำเสนอกับวิธี Linear Discriminant Analysis (LDA), Independent Component Analysis (ICA) และ Local Binary Patterns (LBP)

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

วิธีการ	เวลาประมวลผลต่อ 1 ภาพ (วินาที)	ความถูกต้อง
Linear Discriminant Analysis (LDA)	2.403	68.7%
Independent Component Analysis (ICA)	2.745	79.8%
Local Binary Patterns (LBP)	3.689	86.5%
Eigenface ที่นำเสนอ	2.511	89.4%

สรุปผล (Conclusions)

การรู้จำหน้าใบหน้าบุคคลเป็นงานที่ไม่ง่ายต่อการจดจำรูปแบบ งานวิจัยนี้มีการนำเสนอวิธีการรู้จำใบหน้าบุคคล โดยการแยกบริเวณใบหน้าบุคคลโดยใช้ Haar like feature และดึงเวกเตอร์คุณลักษณะเด่นโดยใช้ ไอเก้นเฟส และตัดสินใจโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม ในการทดสอบลักษณะของภาพในหลาย ๆ รูปแบบโปรแกรมจะสามารถระบุใบหน้าบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้วิธีไอเก็นเฟส ซึ่งผลการทดลองดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ การค้นคว้าในอนาคต ในงานวิจัยนี้ต้องการค้นคว้าการดึงคุณลักษณะเด่นของภาพใบหน้าผู้บุกรุกให้มีความคล้ายคลึงกับเนื้อหาสาระของภาพใบหน้าบุคคลให้มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำกองวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้ และให้กำลังใจคณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา คอยส่งเสริมให้กำลังใจเป็นที่ปรึกษาที่ดี ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่คอยช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

T. Ojala, M. Pietikainen, and T. Maenpaa. (2002). Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns. Pattern Analysis and Machine Intelligence. *IEEE Transactions*. 24(7). pp. 971–987.

T. Ahonen, A. Hadid, and M. Pietikainen. (2004). *Face recognition with local binary patterns*. in Computer Vision-ECCV 2004. Springer. pp. 469–481.

G. Zhao and M. Pietikainen. (2007). Dynamic texture recognition using local binary patterns with an application to facial expressions. Pattern Analysis and Machine Intelligence. *IEEE Transactions on*, 29(6), pp. 915–928.

X. Wang, T. X. Han, and S. Yan, (2009). *A hog lbp human detector with partial occlusion handling, in Computer Vision*. IEEE 12th International Conference. pp. 32–39.

Rala M. Ebied. (2012). *Feature Extraction using PCA and Kernel-PCA for Face Recognition*. in The 8th International Conference on Informatics and Systems Computational Intelligence and Multimedia Computing Track.

Yuille, Alan L., Peter W. Hallinan, and David S. Cohen. (1992). Feature extraction from faces using deformable templates. *International journal of computer vision*, 8(2), pp. 99-111

J. Yang, D. Zhang, A. Frangi, and J. Yang. (2004,). Two-dimensional PCA: A new approach to appearance-based face representation and recognition. IEEE Trans. *Pattern Anal. Mach. Intel*, 26(1), pp. 131–137

K. Liu, Y. Cheng, and J. Yang. (1993). Algebraic feature extraction for image recognition based on an optimal discriminant criterion, *Pattern Recognition*, 26(6), pp. 903–911.

J. Ye. (2005). *Generalized low rank approximations of matrices*. presented at the ICML.

J. Ye, R. Janardan and Q. Li. (2005). Two-dimensional linear discriminant analysis. Adv. Neural Inf. *Process. Syst*, 17, pp. 1569–1576.

Modesto Castrillo´n et al. (2011). *A comparison of face and facial feature detectors based on the Viola–Jones general object detection framework*. In: Machine Vision and Applications.

Nadir Nourain Dawoud, Brahim Belhaouari Samir, and Josefina Janier. (2011). *Fast template matching method based optimized sum of absolute difference algorithm for face localization*.

CE Erdem et al. (2011). *Combining Haar feature and skin color based classifiers for face detection. In: Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. IEEE International Conference.

Pedro F Felzenszwalb et al. (2010). *Object detection with discriminatively trained part-based models*. In: IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence.

Oliver Jesorsky, Klaus J Kirchberg, and Robert W Frischholz. (2001). *Robust face detection using the hausdorff distance*. In: International conference on audio and video-based biometric person authentication. Springer.