

ระบบคัดแยกขวดเปล่าด้วยวิธีการพีซีเอ

Bottle classify base on PCA

วิทยา ศรีกุล¹ ประจวบ อินระวงศ์¹

Received: June, 2014; Accepted: September, 2014

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการการคัดแยกขวดเปล่าเพื่อการรีไซเคิล ด้วยระบบการรับรู้จดจำวัตถุด้วยพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นตัวจัดการยืนยันความถูกต้องในการแยกแยะ การทำงานของระบบแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนหลักดังนี้ ขั้นตอนการเรียนรู้ ซึ่งจะนำภาพขวดแบบต่างๆ ในท้องตลาดจำนวน 50 รูปทรงมาตรฐาน มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะได้เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ และค่าลักษณะเฉพาะของขวดแต่ละแบบ เป็นตัวแทนในสเปซย่อย ขั้นตอนที่สองการรู้จำแยกแยะ เป็นการวิเคราะห์ภาพขวดที่นำมาทดสอบ ซึ่งภาพที่นำมาทดสอบแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในฐานข้อมูล 50 ภาพและกลุ่มภาพที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล 50 ภาพ การทดสอบความถูกต้องของการรู้จำ และแยกแยะ สำหรับภาพในฐานข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 92 และกลุ่มภาพที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลมีความถูกต้อง 94 %

คำสำคัญ : การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก; เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ; ค่าลักษณะเฉพาะ; การแยกประเภทขวด

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
E - mail : srigul@hotmail.com, p_chaibu@hotmail.com

Abstract

This paper presents a method for classifying empty bottles in recycling process. The Principle Component Analysis (PCA) is used for recognition and classification process. The system is divided into two main steps. First, learning process (Training phase), images of 50 standard bottles were performed PCA to obtain Eigen vector and Eigen value. These values represent the subspace of sample bottles. Second step, recognition and classification stage (Working phase), test images were analyzed for recognizing and classifying. The test images were divided into two groups. Images are in database (sample bottles), 50 images, and other 50 images are not in database (unrecognized images). The test result showed that accuracy of recognition and classification is 92% for images in database and 94% for unrecognized images.

Keywords : PCA; Eigen Space; Bottles Classifying

บทนำ

ในปัจจุบันขวดได้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น การกำจัดขยะประเภทขวดจึงมีความสำคัญ โดยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การนำไปฝัง การนำไปเผา เป็นเชื้อเพลิง และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ประเด็นในการนำบรรจุภัณฑ์นำกลับมาใช้ใหม่ เป็นทางเลือกที่ให้ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดทางหนึ่ง ประเด็นสำคัญอยู่ที่การแยก และกำจัด สิ่งที่ไม่ต้องการก่อนการนำไปรีไซเคิล

ในขั้นตอนการตรวจสอบการคัดขวดเริ่มจากตรวจสอบจากภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ขั้นตอนนี้จะพิจารณาจากตำแหน่ง และขนาดของขวดหลายชนิด ซึ่งอยู่ในรูปแบบภาพขนาด 128 x 128 จุด โดยมีภาพที่อยู่ตรงกลางเท่านั้น วิธีการนี้จะสิ้นเปลืองทรัพยากรคอมพิวเตอร์น้อยมาก จึงมีประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์และนำภาพเทียบกับฐานข้อมูล

ปัญหาของการรู้จำขวดระบุไว้ดังต่อไปนี้ การนำภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ใช้ในการยืนยันขวด รูปแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องตรวจสอบโดยใช้ฐานข้อมูลของรูปทรงขวด (M. Turk and A. Pentland, 1991) ปัญหาหลักของการรู้จำขวด คือ นำข้อมูลใช้อย่างฉับพลัน และขนาดของฐานข้อมูลควรมีขนาดจำกัด ยกเว้นกรณีที่ระบบรู้จำมีหน่วยความจำอย่างเหลือเฟือ และประเด็นที่ทำให้ระบบรู้จำทำงานผิดพลาด คือ ความซับซ้อนของกระบวนการเก็บภาพ ขวด เช่น ขนาด ความสว่าง สี ลายสกรีน และการเอียงของภาพ

บทความนี้สนใจการตรวจจับภาพขวดแบบที่มีอยู่หลากหลายในท้องตลาดภายใต้เงื่อนไข ต้องสะอาดและยังมีรูปทรงเดิม ซึ่งในกระบวนการแรกเตรียมข้อมูลภาพขวดแบบต่าง ๆ เก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อการประมวลผลและกระบวนการถัดไปเก็บภาพวัตถุใด ๆ ที่จะนำมาตรวจจับต้องผ่านกระบวนการเตรียมการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรู้จำ ภาพขวดที่นำมาทดสอบเมื่อเทียบกับภาพในฐานข้อมูล จะสามารถระบุได้ว่าใช่ขวดหรือไม่

ระบบการรู้จำ

ระบบรู้จำเป็นระบบอัตโนมัติในการระบุวัตถุแบบรูปทรงต่างๆ คัดแยกขวดโดยใช้หลักการเอกลักษณ์แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ คือ ส่วนตรวจจับ ส่วนการประมวลผล และส่วนการจดจำ

ในระบบตรวจขวดมีหลายวิธีการดังต่อไปนี้ วิธีการเรียนรู้ วิธีการพิจารณาลักษณะเด่น วิธีการจับคู่ตามแม่แบบ และวิธีการพิจารณาลักษณะที่ปรากฏ

วิธีการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ต้องใช้ฐานความรู้อย่างมาก ในการรับรู้จดจำภาพ ซึ่งใช้เวลาประมวลผลและตรวจสอบยืนยันมาก (Edgar SCAVINO, et al., 2009)

วิธีการพิจารณาลักษณะเด่นในวิธีการนี้จะหาตำแหน่ง และขนาดขวด เช่น ปากขวด รูปทรง ในวิธีการนี้จะสิ้นเปลืองทรัพยากรบนคอมพิวเตอร์น้อยกว่าวิธีการจับคู่ตามแม่แบบ แต่จะใช้เวลาการประมวลผลมากกว่า (Kumar D and Vinu Prasad G, 2012)

วิธีการตรวจจับโดยใช้ชุดอัลตราโซนิกคาร์เรียร์และรับผลจากการสะท้อนกลับของสัญญาณเสียง และนำไปตีความหมาย และเรียนรู้ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีข้อดีคือง่ายในการประมวลผลสัญญาณ เพราะเป็นข้อมูลขนาดหนึ่งมิติ แต่มีข้อสังเกตมีการทดลองเฉพาะขวดเพียงอย่างเดียว (Kozo Ohtani, 2007)

วิธีการพิจารณาลักษณะที่ปรากฏ วิธีการนี้พุ่งประเด็นไปยังโครงสร้างที่มีมิติต่ำ เป็นตัวแทนภาพขวด คือภาพเอกลักษณ์ (Eigen space) เป็นหัวใจหลักของวิธีการนี้ ได้สร้างมาจากวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก กับภาพที่มาจากข้อมูลการสอนการรู้จำให้ระบบนำไปสู่ยืนยันการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เป็นหนึ่งในวิธีการพิจารณาลักษณะที่ปรากฏ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถลดความซับซ้อนของข้อมูล และวิธีการนี้พุ่งเป้าการลดมิติของข้อมูล ระบุตัวแปรพื้นฐานใหม่ที่มีนัยสำคัญกระบวนการ



รูปที่ 1 แบบจำลองระบบคัดแยกขวดระบบการรู้จำ

รับภาพขุดเพื่อการเรียนรู้ขนาด $N \times N$ และแปลงภาพต้นฉบับให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ขนาด $N^2 \times 1$ โดยแสดงลักษณะการทำงานดังรูปที่ 1

จากต่อไปนีสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ คือ $\Gamma_1, ,$

$\Gamma_2, \dots, \Gamma_P$ โดย P คือจำนวนภาพในชุดข้อมูลการสอน

ขั้นตอนต่อไปหาค่าเฉลี่ยไปหน้าจากสูตร

$$\Psi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Gamma_i \quad \Psi \text{ คือ ค่าเฉลี่ยของภาพ } N^2 \times 1 \text{ แสดงผลดังรูปที่ 2}$$



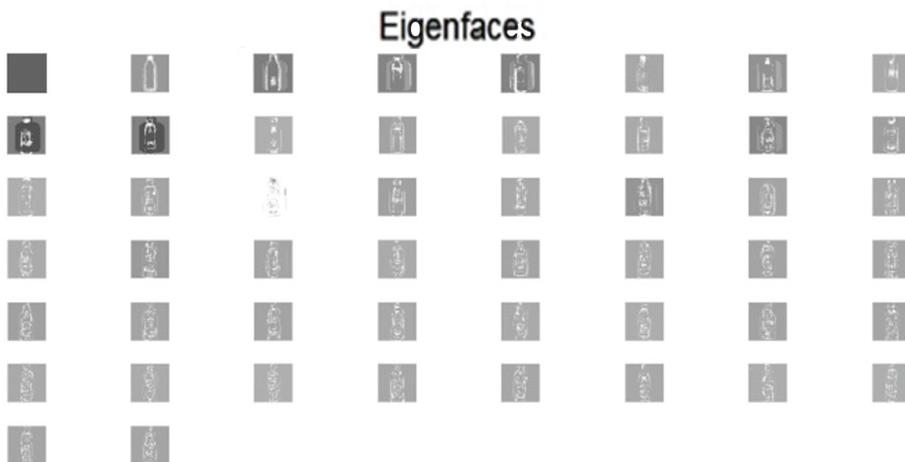
รูปที่ 2 ภาพค่าเฉลี่ยของภาพขุดในฐานข้อมูล

หาค่ากึ่งกลางของภาพหาได้จาก $\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$

โดยที่ $i = 1 \dots N$

หาค่าความแปรปรวนร่วมของเมทริก โดย $C = A \cdot A^T$ โดย $A = [\Phi_1, \Phi_2 \dots \Phi_N]$

จากการหาค่าความแปรปรวนร่วมของเมทริก จะได้เวกเตอร์เอกลักษณะ และค่าของเอกลักษณะดังที่ได้แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงภาพเอกลักษณะในฐานข้อมูล

การทดสอบการทำงานของระบบ

แสดงพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับใช้ในการทดลองตรวจจับภาพขวดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ของการทดลอง

พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ในการทดลอง
ชนิดข้อมูล	ภาพขนาด 128*128 จุด
รูปแบบไฟล์	BMP
หน่วยประมวลผล	Intel core i5 1.7GHz
จำนวนภาพทดลอง	จำนวนภาพทดลอง
หน่วยความจำ	4 GB
ระบบปฏิบัติการ	Windows 8
โปรแกรมประมวลผล	Matlab

นำภาพที่ป้อนให้กับระบบ กำหนดให้ภาพที่นำมาทดสอบต้องมีขนาดแตกต่างกันตามชนิดของขวดและรูปขวดที่ใช้ต้องตั้งฉากอยู่ตรงกลางของภาพ ซึ่งรูปภาพที่ทำการตรวจเช็คจะถูกแปลงเป็นเวกเตอร์ $N^2 \times 1$ แทนโดยสัญลักษณ์ Γ

นำอินพุทเวกเตอร์เข้าสู่ไอเกนสเปซ $\Omega_{input} = V^T \cdot \Phi_{input}$

หาค่า ระยะห่างยูคลิด จากสูตร $\mathcal{E}_i = \|\Omega_{input} - \Omega_i\|^2$

ภาพที่มีระยะห่างยูคลิดน้อยสุดจะมีค่าใกล้เคียงมากที่สุด

ขั้นตอนสุดท้ายแบ่งแยกขวดและสิ่งที่ไม่ใช่ขวดจากค่าเทรซโฮลที่เหมาะสม

ผลการทดลอง

ในผลการทดลองได้มีการนำภาพกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 ภาพ โดยเก็บตัวอย่างจากภาพขวดมาตรฐานและที่มีอยู่ในท้องตลาดรูปทรงปกติตั้งอยู่กึ่งกลางภาพลักษณะตั้งฉาก และแบ่งภาพออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่หนึ่ง เป็นกลุ่มที่อยู่ในฐานข้อมูล ส่วนกลุ่มที่สองกลุ่มนอกฐานข้อมูล การทดลองระบบดังนี้ ทดสอบ 50 ตัวอย่าง เข้าระบบการรู้จำและเก็บเอกลักษณ์ไว้ในฐานข้อมูล ทดสอบระบบด้วยการนำภาพที่ผ่านการรู้จำ ทดสอบการรู้จำ และ 50 ตัวอย่าง ที่ไม่ใช่ภาพขวดและไม่ได้ทำการรู้จำ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลอง

	กลุ่มข้อมูลภาพ	จำนวน	ความถูกต้อง
1	ในฐานข้อมูล	50	92 %
2	นอกฐานข้อมูล	50	94 %

สรุป

การคัดแยกขวดโดยอาศัยกระบวนการ PCA นั้น เป็นระบบรู้จำที่ทำงานได้ผลการทดลองแม่นยำสูง เมื่อมีการกำหนดตำแหน่งขวดตั้งฉากอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางภาพ รวมถึงการประมวลผลที่เร็วและสิ้นเปลืองทรัพยากรน้อยอันเนื่องมาจากข้อมูลที่เก็บ ภาพเป็นเอกลักษณ์ของขวดที่มีขนาดข้อมูลน้อยกว่า ภาพของขวดปกติ

เอกสารอ้างอิง

- Edgar SCAVINO, Dzuraidah Abdul WAHAB, Aini HUSSAIN, Hassan BASRI, Mohd Marzuki MUSTAFA. (2009). Application of automated image analysis to the identification and extraction of recyclable plastic bottles. *Journal of Zhejiang University*. SCIENCE May 2009.
- Kozo Ohtani, Mitsuru Baba. (2007). Shape Recognition for Transparent Objects Using Ultrasonic Sensor Array. Annual Conference Kagawa University. Japan 2007.
- Kumar D and Vinu Prasad G. (2012). Image Processing Techniques to Recognize and Classify Bottle Articles. National Conference on Advances in Computer Science and Applications with International Journal of Computer Applications (NCACSA 2012).
- M. Turk and A. Pentland. (1991). Eigenfaces for Recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*. March 1991.
- M. Turk and A. Pentland. (1991). Face recognition using eigenfaces. In Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition. pages 586-591. IEEE. June 1991.