บทที่ 3

ทฤษฎีพื้นฐาน

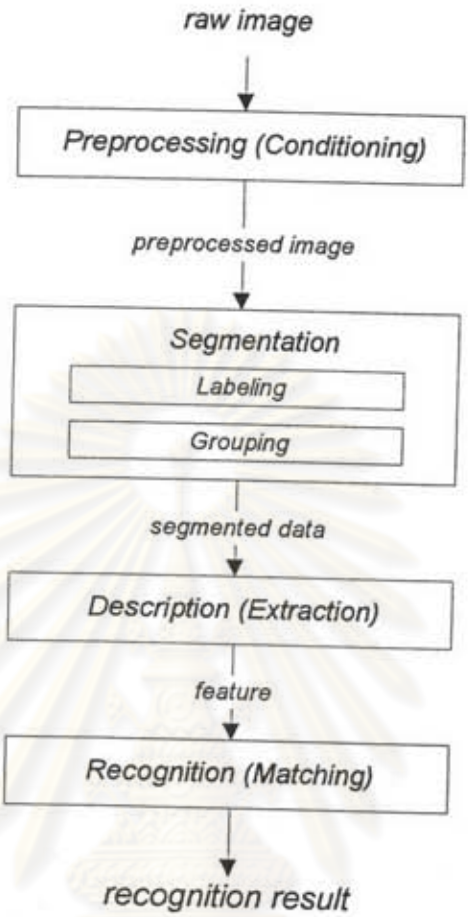
3.1 ขบวนการประมวลผลและรู้จำภาพ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขบวนการต่างๆในการประมวลผลและรู้จำภาพเพื่อที่จะทำให้ระบบมีความสามารถในการจดจำและตรวจสอบวัตถุต่างๆหรือชิ้นงานใดๆ โดยทั่วไปแล้วขบวนการเหล่านี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆที่ทำงานต่อเนื่องกัน โดยในแต่ละขั้นตอนพยายามที่จะเปลี่ยนข้อมูลภาพ (iconic data) ให้เป็นข้อมูลที่สามารถรู้จำได้ (recognition data) สำหรับในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีและอัลกอริทึมต่างๆที่พัฒนาขึ้นทางด้านการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision),การประมวลผลข้อมูลภาพ (Image Processing) และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ยังไม่สามารถที่จะจัดการกับสภาพแวดล้อมที่ไม่จำกัด (unconstrained environment) ของวัตถุได้ เพราะอัลกอริทึมต่างๆที่ทำการพัฒนาขึ้นมานั้นส่วนใหญ่จะเป็นอัลกอริทึมแบบเฉพาะงาน สำหรับงานประยุกต์นั้นๆเป็นหลัก

สำหรับขบวนการในการประมวลผลการรู้จำโดยทั่วไปจะสามารถแบ่งได้เป็นหลายขั้นตอนขึ้นอยู่กับการใช้งานและมุมมองว่าจะมองขั้นตอนต่างๆเหล่านั้นอย่างไร ซึ่งในวิทยานิพนธ์ที่ได้นำเสนอโดยสรุปรวบรวมตามแนวความคิดที่กล่าวไว้ใน Haralick,R.M. and Shapiro,L.G. 1992 และ Gonzalez,R.C. and Safabakhsh,R. 1982 สามารถสรุปได้ว่าขบวนการในการประมวลผลและการรู้จำภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ ดังบล็อกไดอะแกรม รูปที่ 3.1 ในแต่ละขั้นตอนจะทำการแปลงข้อมูลในทางที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนถัดไป และโดยทั่วไปแล้วลำดับของแต่ละขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับการใช้งานว่าจะต้องทำสิ่งใดก่อนหรือหลังบ้าง แต่ส่วนใหญ่แล้วก็จะเรียงตามลำดับเช่นนี้และนอกจากนี้ในบางอัลกอริทึมอาจจะไม่ใช้บางขั้นตอนหรือใช้อย่างไม่เด่นชัด สำหรับรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนสามารถอธิบายดังต่อไปนี้

1.การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing),การปรับสภาพข้อมูลภาพ (Conditioning)

เนื่องจากในทางปฏิบัติของการประมวลผลข้อมูลภาพนั้น ข้อมูลภาพที่ถ่ายเข้ามาได้จะไม่ได้มีแต่ข้อมูลภาพที่เราสนใจเท่านั้น แต่อาจจะมีข้อมูลส่วนอื่นที่ไม่ต้องการเพิ่มเข้ามาได้ ซึ่งเป็น



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของขบวนการประมวลผลและรู้จำภาพ

ข้อมูลที่ไม่แน่นอน (random unpattern) และจะมีผลทำให้การประมวลผลในขั้นตอนอื่นทำงานผิดพลาดไปได้ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของขั้นตอนนี้ที่จะทำการลดและกำจัดข้อมูลส่วนที่ไม่ต้องการนี้ออกไปหรือทำการแก้ไขให้ข้อมูลภาพมีคุณภาพดีก่อนที่จะนำไปผ่านขบวนการในขั้นถัดไป สำหรับตัวอย่างของฟังก์ชันในขั้นตอนนี้ ได้แก่

- การเน้นภาพ (Image Enhancement) ซึ่งหน้าที่ของฟังก์ชันนี้จะทำการประมวลผลภาพเพื่อทำให้ข้อมูลภาพนั้นคุณภาพดีกว่าเดิมและเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานต่อไป เช่น การกำจัดสัญญาณรบกวน (noise reduction) , การทำภาพให้คมชัดขึ้น (sharpening) เป็นต้น

- การสร้างภาพขึ้นใหม่ (Image Restoration) ลักษณะหน้าที่ของฟังก์ชันนี้จะคล้ายกับการเน้นภาพต่างกันตรงที่ขบวนการนี้จะพยายามที่จะสร้างภาพใหม่หรือนำข้อมูลกลับมาจากภาพเดิมซึ่งถูกทำให้ข้อมูลเสื่อมลงโดยใช้ความรู้พื้นฐานของปรากฏการณ์ที่ทำให้ภาพนั้นเสื่อมลง หรืออาจกล่าวได้ว่าเทคนิคทางด้านการสร้างภาพขึ้นใหม่ก็คือพยายามที่จะคำนวนหารูปแบบของการทำให้

เสื่อมสภาพของข้อมูล (degradation model) และใช้ขบวนการในทางตรงกันข้ามเพื่อที่จะนำข้อมูลเดิมกลับมา เช่น ในกรณีที่ข้อมูลภาพที่ถ่ายเข้ามาได้มีการเลือนเนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ (Motion Blurr) ดังนั้นส่วนนี้ก็จะทำการคำนวนรูปแบบของการเลือนว่ามีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร แล้วพยายามที่จะทำให้ข้อมูลส่วนที่เลือนนี้หายไป โดยยังคงข้อมูลเดิมอยู่

2. การแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ (Segmentation)

หน้าที่ของขั้นตอนนี้ก็คือพยายามที่จะแยกข้อมูลภาพที่ผ่านขบวนการในขั้นตอนที่ 1 (หรืออาจจะไม่ผ่านก็ได้) ให้เป็นส่วนย่อยๆของภาพวัตถุนั้น ซึ่งอัลกอริทึมในการแบ่งภาพก็ยังมีการพัฒนาจนกระทั่งปัจจุบันนี้ เพราะว่าส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญและเป็นขั้นตอนแรกที่จะทำการดึงข้อมูลออกมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป สำหรับขั้นตอนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 การกำหนดค่า (Labeling)

ส่วนนี้จะเป็นการกำหนดค่ากับจุดพิกเซลต่างๆในภาพ ซึ่งการที่จะกำหนดค่าใดให้กับแต่ละพิกเซลนั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่เราสนใจ เช่น ในกรณีที่คุณสมบัติที่สนใจคือค่าความสว่างของแต่ละพิกเซล ขั้นตอนนี้ก็อาจจะเป็นการแปลงภาพสองระดับ (Thresholding) ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าพิกเซล 2 ค่า คือ 0 (ดำ) และ 1 (ขาว) แต่ถ้าในกรณีคุณสมบัติที่เราสนใจ คือข้อมูลขอบภาพ (edge) ดังนั้นขบวนการหาขอบภาพ (Edge Detection) ก็จะถูกนำมาใช้ในขบวนการนี้เพื่อจะทำการกำหนดค่าให้กับแต่ละพิกเซลที่เป็นส่วนของขอบภาพกับพิกเซลที่ไม่ใช่ส่วนของขอบภาพ

2.2 การจัดกลุ่ม (Grouping)

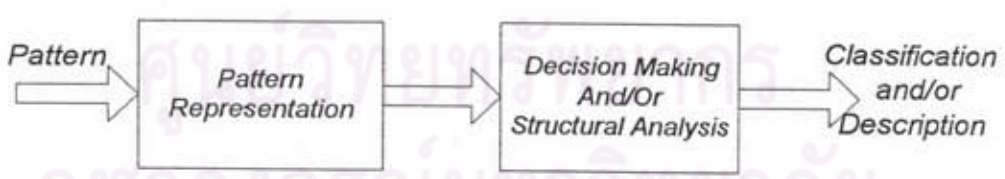
การจัดกลุ่มจะเป็นการรวบรวมหาเซตของพิกเซลที่ผ่านการกำหนดค่าจากขั้นตอนที่แล้วที่มีค่าเดียวกันและอยู่ติดกันหรือพูดอีกในทางก็คือเป็นการพยายามจับกลุ่มของพิกเซลที่มีคุณสมบัติเดียวกันและอยู่ติดกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าขบวนการในการให้ค่าคือการแปลงภาพสองระดับในส่วนของขั้นตอนนี้ก็จะคือ ขบวนการ Connected Compenent Labeling ซึ่งจะเป็นการหากลุ่มพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 และอยู่ติดกันให้รวมเป็นอาณาบริเวณหรือส่วนเดียวกัน แต่ถ้าในกรณีของข้อมูลภาพที่ผ่านการกำหนดค่ามาเป็นข้อมูลขอบภาพในส่วนของการจัดกลุ่มก็จะเป็นการเชื่อมต่อขอบภาพ (Edge Linking) ซึ่งจะทำการรวบรวมพิกเซลที่เป็นขอบภาพให้อยู่ในรูปของคู่ลำดับของตำแหน่งพิกเซลที่รวมกันเป็นขอบภาพ สำหรับขบวนการในการจัดกลุ่มนี้จะเป็นการแปลงข้อมูลจากข้อมูลภาพให้เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของเซตของตำแหน่งพิกเซลที่มีคุณสมบัติที่เราสนใจ ส่วนข้อมูลที่ผ่านการปรับสภาพข้อมูลในข้อ 1 และการให้ค่าในข้อ 2.1 นั้น ยังอยู่ในรูปข้อมูลภาพ

3. การดึงคุณลักษณะสำคัญ (Extraction) , การให้คำอธิบาย (Description)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของการประมวลผลเพราะจะเป็นส่วนที่จะดึงหรือวัดค่าคุณสมบัติจากข้อมูลที่ได้มาจากขบวนการแยกภาพในข้อ 2 ซึ่งข้อมูลที่จะทำการดึงออกมานี้โดยทั่วไปจะเรียกว่า คุณลักษณะสำคัญ (feature) ในทางอุดมคติแล้วคุณลักษณะสำคัญที่ดีไม่ควรจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ (location) และการวางตัวของวัตถุ (orientaion) ในภาพ และควรจะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เพียงพอที่จะสามารถแยกแยะวัตถุหนึ่งออกจากวัตถุอื่นๆได้ โดยทั่วไปแล้วคุณลักษณะสำคัญที่ใช้ในงานด้านการประมวลผลและการรู้จำภาพในงานอุตสาหกรรม จะมาจากข้อมูลทางด้านรูปร่าง (shape) และความสว่าง (intensity) ของวัตถุ สำหรับตัวอย่างของคุณลักษณะสำคัญต่างๆ ที่ใช้งานกัน เช่น ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง (centroid) ของวัตถุ , พื้นที่ของวัตถุ , การวางตัวของวัตถุ , เส้นรอบวงของวัตถุ เป็นต้น โดยที่คุณลักษณะสำคัญใดที่จะเหมาะสมกับการใช้งานนั้นจะขึ้นอยู่ผู้ออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมนั้นๆ ที่จะเลือกใช้คุณลักษณะสำคัญที่ทำให้สามารถรู้จำภาพนั้นได้

4. การรู้จำ (Recognition) , การเปรียบเทียบ (Matching)

จากค่าคุณลักษณะสำคัญต่างๆที่วัดและดึงออกมาได้จากขั้นตอนที่แล้ว จะถูกนำมาผ่านขบวนการนี้เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าภาพของวัตถุที่กำลังวิเคราะห์นั้นเป็นวัตถุประเภทใดหรือวิเคราะห์ว่าวัตถุนั้นดีหรือเสียอย่างไร โดยมุมมองที่กล่าวไว้ใน Fu,K.S. ,1982 สรุปไว้ว่าส่วนประกอบของระบบการรู้จำรูปแบบนี้สามารถจะแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของระบบการรู้จำ

ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการแทนรูปแบบ (Pattern Representation) และส่วนของขบวนการตัดสินใจ (Decision Making) ในส่วนของการแทนรูปแบบนี้จะเป็นขบวนการต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วตั้งแต่ข้อ 1-3 ที่จะพยายามแทนรูปแบบ (Pattern) ที่ต้องการรู้จำให้อยู่ในข้อมูลที่สามารถรู้จำได้ สำหรับขั้นตอนของขบวนการตัดสินใจจะเกี่ยวข้องกับการเลือกเกณฑ์ในการตัดสินหรือการวัด

ค่าความคล้ายคลึง (Similarity Measure) ที่ใช้ในการตัดสินว่ารูปแบบนี้เป็นชนิดใด โดยทั่วไปแล้วเทคนิคทางด้านการรู้จำนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

4.1 การเปรียบเทียบต้นแบบ (Template Matching)

เทคนิคนี้จะมีการเก็บเซตของต้นแบบ (template) โดยที่แต่ละต้นแบบก็จะเป็นตัวแทนของแต่ละชนิดของวัตถุที่จะทำการรู้จำ หลังจากนั้นรูปแบบที่ได้มาจากภาพที่กำลังวิเคราะห์ก็จะนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบของต้นแบบของแต่ละชนิด เพื่อทำการแยกแยะว่าวัตถุที่เรากำลังสนใจในภาพนั้นเป็นวัตถุในชนิดใด สำหรับหลักการที่จะแยกแยะ (classifiacation) จะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ หรือค่าความคล้ายคลึง เช่น ค่าคอร์รีเรชัน (correlation) หรือพูดอย่างง่ายว่า รูปแบบอินพุต (input pattern) จากภาพวัตถุที่กำลังวิเคราะห์จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบต้นแบบของแต่ละชนิด ซึ่งถ้ารูปแบบอินพุทตรงกันกับชนิดใดมากที่สุด ก็จะถือว่าเป็นวัตถุในชนิดนั้น

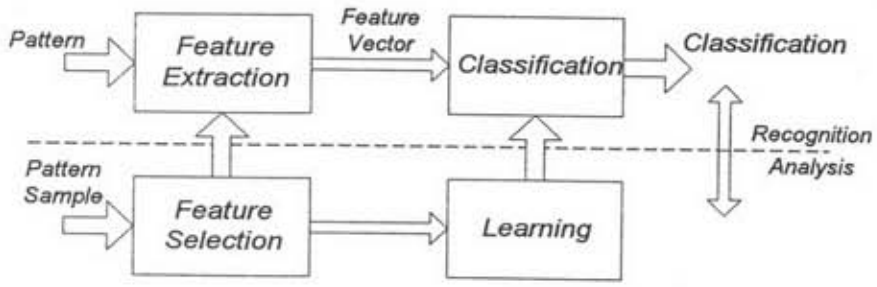
โดยทั่วไปแล้วเทคนิคนี้ส่วนใหญ่รูปแบบอินพุทที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเก็บอยู่ในรูปของข้อมูลภาพ (raw image data) ซึ่งการเปรียบเทียบโดยส่วนใหญ่ก็จะเป็นการเปรียบเทียบภาพ โดยที่ขบวนการในการตัดสินใจนั้นค่อนข้างง่ายเพราะการตัดสินใจจะดูจากค่าความคล้ายคลึงว่าภาพนี้ตรงกันกับภาพต้นแบบ (reference image) ใดมากที่สุด สำหรับตัวอย่างการใช้งานของเทคนิคนี้ เช่น ใช้ในการรู้จำตัวอักษรพิมพ์ (Printed Character Recognition) เป็นต้น สำหรับข้อเสียของเทคนิคนี้คือวิธีการที่จะเลือกต้นแบบที่ดีของแต่ละชนิดและการเลือกเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ (matching criterion) ที่เหมาะสม และนอกจากนี้เมื่อมีส่วนของการผิดเพี้ยน (distortion) ของข้อมูลเข้ามาในรูปแบบที่วิเคราะห์ ก็จะทำให้เทคนิคนี้ใช้งานไม่ได้ผล

4.2 การรู้จำโดยใช้ทฤษฎีทางด้านการตัดสินใจ (Decision Theoretic)

เทคนิควิธีนี้บางที่อาจเรียกว่าการรู้จำทางสถิติ (Statistical Pattern Recognition) โดยที่รูปแบบจะถูกแทนให้อยู่ในรูปของเซตของเวคเตอร์คุณลักษณะสำคัญขนาด N มิติ (N-Dimension Feature Vector) และขบวนการในการตัดสินใจจะใช้หลักการของการวัดค่าความคล้ายหรือฟังก์ชันที่แยกแยะความแตกต่าง (Discriminant Function) โดยที่คุณลักษณะสำคัญของรูปแบบอ้างอิงของแต่ละชนิดจะอยู่ในรูปของความน่าจะเป็นหรืออาจจะอยู่ในรูปของฟัซซี่เซต (Fuzzy Set) และขบวนการในการแยกแยะว่ารูปแบบที่กำลังพิจารณาเป็นของชนิดใดก็จะใช้หลักการในการตัดสินใจทางสถิติ (statistical decision rule) หรืออาจจะอยู่ในรูปของฟังก์ชันสมาชิก (Membership Function) ซึ่งบล็อกไดอะแกรมของวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 3.3

สำหรับเทคนิคการเปรียบเทียบต้นแบบ ที่กล่าวไว้แล้วในข้อ 4.1 อาจจะพิจารณาเป็นกรณีพิเศษของเทคนิคก็ได้ กล่าวคือ แต่ละรูปแบบจะถูกแทนด้วยเวคเตอร์คุณลักษณะสำคัญและ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

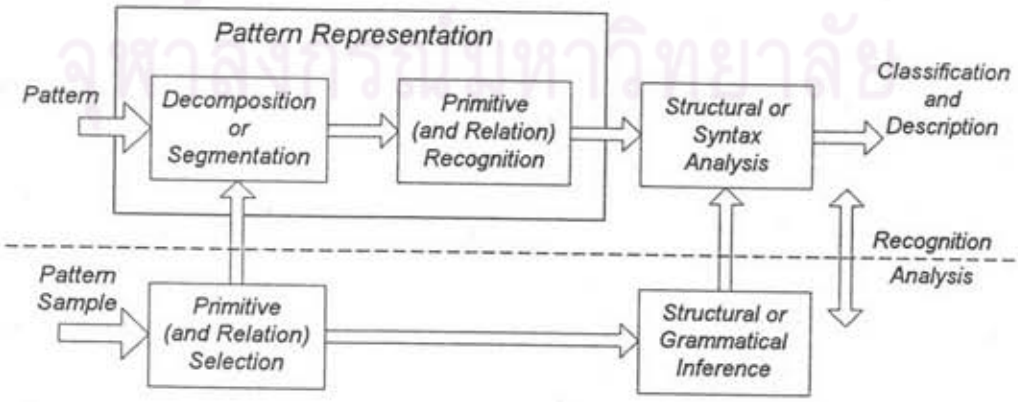


รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของระบบการรู้จำโดยใช้ทฤษฎีทางด้านการตัดสินใจ

ขบวนการต่างๆในการตัดสินใจก็จะใช้การวัดค่าคล้ายคลึงแบบธรรมดา เช่น ค่าคอร์รีเรชัน ตัวอย่างการใช้งานของเทคนิคนี้ เช่น การรู้จำตัวอักษร (Character Recognition) การวิเคราะห์ข้อมูลภาพทางการแพทย์ (Biomedical Image Analysis), การวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ (Remote Sensing), การตรวจสอบและระบุวัตถุเป้าหมาย (Target Detection and Identification) , การตรวจสอบชิ้นงาน (Part Inspection) เป็นต้น

4.3 การรู้จำโดยใช้วิธีทางโครงสร้าง (Structural/Syntatic Pattern Recognition)

สำหรับวิธีนี้รูปแบบจะแสดงอยู่ในรูปของโครงสร้างข้อมูลแบบต่างๆ เช่น สตริง(string), ทรี (tree) , กราฟ (graph) ของรูปแบบพื้นฐาน (primitive) และ ความสัมพันธ์ (relation) ของรูปแบบเหล่านี้ โดยที่ขบวนการในการตัดสินใจ (decision making) จะใช้วิธีการตรวจความถูกต้องของไวยากรณ์ (syntax analyser or parser) นอกจากนี้ในบางกรณียังใช้วิธีการวัดค่าความคล้ายคลึงระหว่าง สตริง, ทรี, กราฟ ที่ได้จากภาพต้นแบบเปรียบเทียบกับที่ได้จากภาพวัตถุที่กำลังพิจารณา ซึ่งบล็อกไดอะแกรมของวิธีนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมของระบบการรู้จำโดยใช้วิธีทางโครงสร้าง

สำหรับเทคนิคทางด้านการเปรียบเทียบต้นแบบ สามารถมองให้อยู่ในรูปของเทคนิคนี้ได้ โดยพิจารณาว่ารูปแบบที่ใช้จะอยู่ในรูปของ สตริง, ทรี, กราฟ ของรูปแบบพื้นฐาน และขบวนการในการตัดสินใจจะใช้หลักการของการวัดค่าความคล้ายหรือระยะห่างระหว่างสตริง, (ทรี, กราฟ) 2 สตริง,(ทรี,กราฟ) ตัวอย่างการใช้งานของเทคนิคนี้ เช่น การรู้จำตัวอักษร , การรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition), การจำแนกลายนิ้วมือ (Fingerprint Classification), การรู้จำวัตถุ (Object Recognition)

3.2 เทคนิคและอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจสอบภาพชิ้นงานอัตโนมัติ (Fu,K.S. 1982)

ในปัจจุบันนี้งานวิจัยทางด้านเทคนิคในการตรวจสอบภาพชิ้นงานในบทความที่ลงตีพิมพ์โดยทั่วไปนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีหลัก ๆ คือ (1) วิธีเปรียบเทียบภาพแบบจุดต่อจุด (Pixel-by-pixel Image Comparison) ระหว่างภาพที่ต้องการตรวจสอบกับภาพอ้างอิง (2) วิธีตรวจสอบคุณลักษณะสำคัญ (Feature Inspection) (3) วิธีตรวจสอบคุณสมบัติ (Generic Property Verification) สำหรับรายละเอียดของแต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 วิธีการเปรียบเทียบภาพแบบจุดต่อจุด

หลักการของวิธีนี้ค่อนข้างง่ายคือจะใช้การเปรียบเทียบแบบจุดต่อจุดของภาพที่ต้องการตรวจสอบกับภาพอ้างอิงที่เก็บไว้เป็นมาตรฐาน โดยจะเก็บภาพอ้างอิงซึ่งไม่มีจุดบกพร่อง (defect-free) และเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ไว้ล่วงหน้า ซึ่งในที่นี้ขอเรียกว่า P(x,y) หลังจากนั้นจะเป็นการถ่ายภาพชิ้นงานที่เข้ามาตรวจสอบ (W(x,y)) โดยก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบนั้นจะต้องทำการปรับตำแหน่ง (alignment) ของภาพทั้งสองให้ตรงกันก่อน แล้วจึงทำการลบภาพ P(x,y) จาก W(x,y) และได้ภาพผลลัพธ์ออกมาเป็น D(x,y) โดยที่ D(x,y) คือ ค่าสัมบูรณ์ (absolute) ของการลบกันของภาพทั้งสอง ถ้า D(x,y) เท่ากับศูนย์ แสดงว่าภาพทั้งสองเหมือนกันมากที่สุด แต่ถ้าค่าในตำแหน่ง x,y ใดของ D(x,y) ที่มีค่าสูงกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold) ที่กำหนด ก็จะถือว่าเป็นตำแหน่งของพิกเซลที่เป็นจุดเสีย (defective pixel) สำหรับตัวอย่างของบทความที่ใช้เทคนิควิธีนี้ เช่น Mehini,B.,1989; Hirot et al.,1994; Waltz ,F.M.,1993; Tanimizu,K, et al.,1990; Sato et al., 1991; Truchelet,F. et al.,1993 เป็นต้น

3.2.2 วิธีตรวจสอบคุณลักษณะสำคัญ

สำหรับวิธีนี้จะไม่ทำการเก็บภาพต้นแบบไว้แต่จะเก็บค่าคุณลักษณะสำคัญ (feature) ที่วัดออกมาได้จากภาพต้นแบบที่ไม่มีจุดบกพร่องและเก็บไว้เป็นค่าเวคเตอร์อ้างอิง F(p) หลังจากนั้น

การตรวจสอบก็จะทำการวัดคุณลักษณะสำคัญออกมาโดยใช้วิธีเดียวกันกับที่ใช้ในการเก็บค่าเวคเตอร์อ้างอิงและคำนวนออกมาได้เท่ากับ F(w) หลังจากนั้นจึงนำมาคำนวนหาค่าแตกต่างของเวคเตอร์ (feature different vector) D(w) = F(w) - F(p) และใช้ค่านี้ในการตรวจสอบตามเกณฑ์ตรวจสอบ (inspection criteria) ที่กำหนดไว้ เพื่อจะตรวจหาจุดบกพร่องที่เกิดขึ้น ตัวอย่างของบทความที่ใช้เทคนิคประเภทนี้ เช่น Chen,Y.H.,1994; Okabe,T. et al.,1993; West,G.A.W. et al.,1991 ; Tech,E.K. et al.,1990 ; Kaufmann,P. et al.,1984; Suresh,B.R. et al.,1983; Hata,S. et al.,1989; Mital,D.P. and Khwang,T.E.,1989; Khotanzad,A. et al,1994 เป็นต้น

3.2.3 วิธีตรวจสอบคุณสมบัติโดยทั่วไป

โดยทั่วไปแล้ววิธีนี้อาจจะเรียกว่า non-reference method เนื่องจากวิธีนี้จะไม่มีการเก็บค่าต่างๆ จากภาพต้นแบบเอาไว้เป็นค่าอ้างอิงอย่าง 2 วิธีแรก แต่วิธีนี้จะใช้ฐานความรู้ (knowledge based) ของคุณสมบัติของชิ้นงานที่จะตรวจสอบ โดยที่ฐานความรู้เหล่านี้จะอยู่ในรูปของเซตของกฎ (rule) ที่กำหนดคุณสมบัติที่ดีของชิ้นงานต่างๆ ส่วนใหญ่แล้ววิธีนี้จะใช้การตรวจสอบคุณสมบัติในพื้นที่เล็กๆของภาพโดยจะใช้กรอบวินโดวส์ขนาดเล็กๆเคลื่อนที่ไปในบริเวณรอบๆภาพชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบ ซึ่งถ้าในขณะใดที่ส่วนของภาพในกรอบวินโดวส์ที่กำลังพิจารณานี้มีคุณสมบัติที่ขัดแย้งกับกฎที่กำหนดไว้ก็จะถือว่าชิ้นงานมีจุดบกพร่องบริเวณนั้น สำหรับตัวอย่างของบทความที่ใช้เทคนิคนี้ เช่น Darwish,A. and Jain,A.K.,1988 ;Perner,P.,1994 เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย