บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสกัดคุณลักษณะของภาพ โดยใช้เทคนิคโซเบลสำหรับการแทนรูปภาพอักษรเบรลล์ โดยกล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยว่ามีทฤษฎีใดกล่าวไว้ว่า วิธีการและผลการวิจัยอย่างไร โดยอธิบายในแต่ละส่วนดังนี้

2.1 งานวิจัยก่อนหน้าที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพทั่วไปนั้นมีมากมาย แต่สำหรับงานวิจัยที่จะทำการแปลงภาพกราฟิกให้เป็นภาพเป็นภาพอักษรเบรลล์ซึ่งเป็นการแปลงภาพที่เฉพาะเจาะจงทางด้านอักษรเบรลล์นั้นยังมีน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาขั้นตอนวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การวิจัย เช่น ขั้นตอนวิธีในการแปลงรูปภาพ ขั้นตอนวิธีในการกำจัดสิ่งรบกวน ขั้นตอนวิธีในการหาขอบเขตของภาพ ขั้นตอนในการแม็บกับอักษรเบรลล์ เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านี้จะต้องเหมาะสมกับปัญหาและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นขอยกตัวอย่างงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ เพื่อนำไปสู่การทำงานวิจัยเรื่อง การสกัดคุณลักษณะของภาพโดยใช้เทคนิคโซเบลสำหรับการแทนรูปภาพอักษรเบรลล์ ดังต่อไปนี้

งานวิจัย ทางด้านการแปลงภาพกราฟิกให้เป็นภาพอักษรเบรลล์นี้ยังไม่มีนักวิจัยให้ความสนใจมากนัก และงานวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการรองรับการแปลภาษาให้เป็นภาษาใดภาษาหนึ่งเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติสำหรับภาษาไทย นอกจากการแปลงอักษรแล้วยังมีการคิดค้นอุปกรณ์ การวิจัยในการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่อผู้พิการ อาทิ เช่น การสร้างโทรศัพท์มือถือของบริษัทซัมซุง ที่กล่าวไว้ว่า จากผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ “มือถือรับ-ส่งข้อความด้วยภาษาเบรลล์” (Touch Messenger Braille mobile phone) ได้รับรางวัลชนะเลิศ (Gold Award) ในงาน Industrial Design Excellence Awards (IDEA)โดยความสามารถของมือถือรุ่นนี้ก็คือ ผู้ใช้ที่พิการทางสายตาจะสามารถส่ง และรับข้อความในรูปแบบของอักษรเบรลล์ (Braille text) ผู้ใช้จะสามารถใช้ 2 แป้นพิมพ์อักษรเบรลล์บนมือถือ เพื่อส่งข้อความ ในขณะที่ส่วนแสดงผลภาษาเบรลล์ที่อยู่ด้านล่างจะแสดงอักษรเบรลล์ของข้อความที่ ส่งเข้ามา เพื่อให้ผู้ใช้สัมผัส และอ่านข้อความที่รับเข้ามาได้ นวัตกรรมดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามของซัมซุงที่ต้องการเข้าไปในกลุ่มผู้ใช้ที่มีความบกพร่องในการมองเห็น

(กองบรรณาธิการเว็บไซต์ ARiPco.th, 5 กรกฎาคม 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์สำหรับผู้พิการทางสายตา ได้มีโครงการวิจัยพัฒนาต้นแบบคอมพิวเตอร์พกพาที่มีคีย์บอร์ด และหน่วยแสดงแบบอักษรเบรลล์ภาษาภาษาไทยและภาษาอังกฤษสำหรับผู้พิการทางสายตา ซึ่งถ้าโครงการนี้เสร็จจะทำให้ผู้พิการทางสายตาสามารถที่จะมีทางเลือกเพิ่มขึ้นและใช้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ดีกว่าเดิม สำหรับงานวิจัยนี้ ดร.พิชญา พัณฑัยย์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ในการสนับสนุนโครงการ โดยโครงการนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การผลิตอุปกรณ์ต้นแบบเช่น คีย์บอร์ดรับข้อมูลจากผู้ใช้ ส่วนแสดงผลเบรลล์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ครบชุด สำหรับผู้พิการทางสายตา รวมถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้

(NOL-New, มติชน 4 ธันวาคม 2549)

งานวิจัยในเรื่อง การตรวจหาป้ายจราจรโดยใช้เทคนิค Hausdorff Distance เป็นการตรวจหาป้ายจราจรเป็นรูปแบบการตรวจหาวิธีหนึ่ง โดยใช้คุณลักษณะเฉพาะของป้ายจราจรจากภาพถ่ายดิจิตอลหรือภาพจากวีดีโอมาประมวลผล ขั้นตอนสำหรับการตรวจหาป้ายจราจรนั้นจะประกอบไปด้วย การแบ่งแยกภาพโดยใช้สีซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้ได้ภาพที่ใกล้เคียงวงกลมเพื่อใช้ในการหาป้ายต่อไป ซึ่งวิธีนี้จะหาส่วนที่เป็นวงกลมของป้ายซึ่งเป็นส่วนที่มีสีแดง จากนั้นนำภาพที่ได้ไปทำการปรับปรุงเพื่อทำให้ภาพสนบูรณ์ขึ้น โดยใช้วิธีการ closing ซึ่งวิธีการนี้เป็นการเติมช่องว่างของภาพที่ขาดหายไปของป้ายทำให้ภาพมีความสมบูรณ์มากขึ้นกว่าเดิม จากนั้นจึงทำการหาขอบภาพด้วยวิธีโซเบลซึ่งวิธีนี้มีจะหาได้รวดเร็วเนื่องจากเป็นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง ซึ่งการหาด้วยวิธีนี้อาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบโดยใช้วิธี Hausdorff Distance เพื่อวัดความคล้ายระหว่างป้ายจราจรต้นแบบกับป้ายจราจรที่หาได้ ว่าใช่ป้ายจราจรหรือไม่

(ศิวพัชร รัตนสิงห์ และคณะ. 2009 : IP107 – IP124)

งานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มความเร็วในการค้นหาภาพใบหน้าอัตโนมัติ เป็นงานวิจัยนำเสนอวิธีการใหม่ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการเพิ่มความเร็วในการค้นหาภาพใบหน้าอัตโนมัติ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาสีผิวมนุษย์เพื่อกำหนดขอบเขตในการค้นหาภาพใบหน้า จากนั้นจึงค้นหาภาพใบหน้าเฉพาะบริเวณที่ถูกกำหนดขอบเขตโดยใช้ AMHD การหาขอบภาพในบทความนี้ได้ใช้วิธี Canny Edge Detection ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถให้รายละเอียดของขอบภาพได้อย่างชัดเจน

(สนั่น ศรีสุข.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยเกี่ยวกับการนำเสนอระบบการรู้จำภาพอักษรเบรลล์ จากการสแกนภาพเอกสารอักษรเบรลล์ โดยลักษณะพิเศษของระบบนี้ จะใช้บริบทในระดับที่แตกต่างกันออกไป จากขั้นตอนของการประมวลผลภาพเบื้องต้น (Pre-Processing) ไปยังการประมวลผลชั้นปลาย (Post-Processing) จนได้ผลลัพธ์ของการรู้จำโดยเพิ่มความเข้ม (Robustness)เข้าไปซึ่งจุดนูนของอักษรเบรลล์ที่ประกอบกันเป็นตัวอักษรนั้น ๆ จะต้องมีการบ่งชี้ทั้งสองด้าน คือด้านที่เป็น Single และ Double ของเอกสาร โดยการประเมินประสิทธิภาพของการบ่งชี้เอกสารทั้งสองด้าน

(Antonacopoulos and D. Bridson., 2004)

2.1.1 การแยกคุณลักษณะ (Feature extraction)

ขั้นตอนในการแยกลักษณะต่างๆ ออกจากรูปเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะนำไปสู่การดึงข้อมูลออกมาจากภาพ ดังนั้นการพิจารณาในแต่ละลักษณะที่เป็นไปได้จึงมีความแตกต่างกันออกไปดังนี้

สี (Color) เป็นลักษณะที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดเนื่องจากสามารถทำได้ง่ายและมีความแน่นอนในระดับหนึ่ง โดยจะกล่าวถึงการพิจารณาสีและขอบเขตการพิจารณา (Smeulders et al. 2000) การเขียนแผนภูมิสี (Color Histogram) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการแทนลักษณะของสี เทคนิคนี้ใช้หลักของสถิติในการอธิบายคุณสมบัติของสีรูปร่าง (Shape) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เส้นขอบ (Boundary-based) และบริเวณ (Region-based) เส้นขอบจะพิจารณาเฉพาะเส้นล้อมรอบวัตถุ ส่วนบริเวณจะพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ในเส้นล้อมรอบวัตถุ คุณลักษณะของรูปร่างที่ต้องการจะต้องไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนตำแหน่ง การหมุน และการเปลี่ยนขนาด วิธีหนึ่งที่มีคุณสมบัตินี้คือ anglogram (Tao and Grosky 1999 : 631 - 642) เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากวิธีการทำสามเหลี่ยมที่ชื่อว่า Delauney triangulation

วิธีแยกลักษณะของรูปภาพได้อย่างถูกต้องหรืออัตโนมัติเป็นเรื่องที่ต้องค้นคว้าอีกพอสมควร เนื่องจากรูปภาพมีความแตกต่างกันมากในหลายเรื่องเช่น มุมมอง สถานการณ์และการแปรรูป เป็นต้น มีบางวิธีที่ลดความยากของปัญหาต่างๆเหล่านี้โดยการประมาณขอบเขตที่สนใจ ในบทความ (Ooi et al. 1997 : 115 - 128) วิเคราะห์ให้เห็นว่าประสิทธิภาพการค้นหาข้อมูลที่พิจารณาจากค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าในการเรียกกลับ(Recall) (Witten, Moffat, and T.C. Bell 1994) สามารถทำได้ดีโดยกำหนดเพียงสี่บริเวณในรูปภาพ เทคนิคชื่อว่า color - set back projection(Smith and Chang 1998) ใช้ในการแยกบริเวณของสี เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการคำนวณเทคนิคนี้จะกำหนดดัชนีไปยังคุณสมบัติของแต่ละบริเวณ (ขนาด ตำแหน่ง กลุ่มของสี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 การหาขอบภาพ (Edge detection)

การหาขอบภาพ เป็นเทคนิคในทางอิมเมจโพรเซสซิ่ง ที่มีจุดประสงค์เพื่อทำการหาขอบ ในภาพ เพื่อทำให้ส่วนที่เป็นขอบของภาพมีความเด่น หรือชัดขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถดูได้ว่าส่วนไหนเป็นขอบเขตของออบเจ็กต์ต่าง ๆ ในภาพได้อย่างชัดเจน

(Milan Sonka et al,1993:76)

ราฟาเอล และริชาด ได้กล่าวถึงเรื่องการหาขอบภาพคือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักๆคือ เกรเดียนต์เมทธอด(Gradient method) และ ลาปาเซียนเมทธอด(Laplacian method) โดยในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(Rafael C. and Richard E. 2002 : 572 – 581)

การหาขอบเขตของวัตถุในภาพสีโดยอาศัยการจำแนกกลุ่มข้อมูล บทความงานวิจัยเสนอวิธีการหาขอบเขตของวัตถุในภาพสีโดยอาศัยข้อมูลจากการจำแนกกลุ่มข้อมูลมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยมีแนวคิดที่จะนำข้อมูลสีของภาพในแต่ละแบนด์ มาช่วยในการคำนวณค่าเกรเดียนต์เมทธอดที่ดีที่สุด โดยขั้นตอนแรกจะทำการวิเคราะห์คลัสเตอร์ภาพสีต้นแบบและเก็บค่าสีหลัก ๆ หรือค่าสีเฉลี่ยของแต่ละ คลัสเตอร์เอาไว้เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาโปรเจคชั่นเวคเตอร์ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการหาค่าเกรเดียนต์สูงสุด ทุกๆ จุดภาพ (Pixels) ในภาพจะถูกจัดให้อยู่คลัสเตอร์ใดคลัสเตอร์หนึ่งที่เหมาะสมและจากวิธีดังกล่าวเส้นขอบเขตวัตถุจะเกิดขึ้นบนบริเวณจุดภาพ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากคลัสเตอร์หนึ่งไปยังอีกคลัสเตอร์หนึ่ง พร้อมกันนั้นจะทำการหาเกรเดียนต์เวคเตอร์เหมาะสมจะทำให้เราสามารถคำนวณหาค่าเกรเดียนต์ที่ดีที่สุดของภาพได้ วิธีดังกล่าวได้นำมาทดสอบกับภาพสีและผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลคลัสเตอร์มีประโยชน์สำหรับการหาขอบเขตของวัตถุในภาพสีและภาพหลายแบนด์ ในการคำนวณค่าเกรเดียนต์ของภาพในแต่ละแบนด์ด้วยวิธีของโซเบล โดยค่าเกรเดียนต์ในแต่ละแบนด์จะคำนวณได้จากการคอนโวลูชั่นภาพอินพุทด้วยหน้าต่างขนาด 3 * 3 โดยค่าเกรเดียนต์ในแต่ละแบนด์ที่หาได้จากวิธีการของโซเบลนี้จะถูกนำไปใช้คำนวณร่วมกับค่าโปรเจคชั่นเวคเตอร์ที่เหมาะสมซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คลัสเตอร์ เพื่อหาค่าเกรเดียนต์สูงสุดของภาพสีต้นแบบ

(อุทัย แสงทองพราวและคณะ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543)

การหาขอบภาพจะมีวิธีการคือ การใช้ โอเปอเรเตอร์(Operator) หรือที่เกรเดียนต์เมทธอด โดยที่โอเปอเรเตอร์เป็นชุดของเมตริกซ์ที่นำไป Mask กับค่าในเมตริกซ์ของภาพ (การ Mask เรียกอีกอย่างว่าเป็นการให้ค่าน้ำหนัก) ซึ่งจะทำให้ส่วนที่เป็นขอบในเมตริกซ์ ต้นแบบเด่นหรือมีค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากกว่าส่วนอื่นขึ้นมาได้ การใช้งานโอเปอเรเตอร์จะทำโดยนำชุดเมตริกซ์ที่เป็นโอเปอเรเตอร์เข้าไปคูณแบบครอสคอร์รีเลชั่น กับค่าในเมตริกซ์ของเม็ดสี แต่ละตำแหน่งซึ่งอาจทำการใช้ Mask ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยที่จุดประสงค์ของการใช้โอเปอเรเตอร์ก็เพื่อนำค่าสีรอบ ๆ เม็ดสีแต่ละเม็ดมาใช้ในการคำนวณ เพื่อประมาณค่าความเข้มของขอบและทิศทาง หรือความชันของขอบจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ลักษณะการคูณแบบ ครอสคอร์รีเลชัน อย่างเช่น มีเมตริกซ์ 2 ชุดดังต่อไปนี้

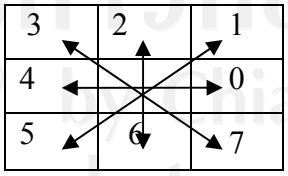
$$\begin{matrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{matrix} \quad \text{และ} \quad \begin{matrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{matrix}$$

โดยที่ชุดแรกเป็นค่าของเม็ดสี และชุดที่ 2 เป็น Mask เมตริกซ์สามารถคำนวณค่าความเข้มของขอบได้ดังนี้ (-1x0)+ (-1x0)+ (-1x0)+2x1+2x1+2x1+(-1x1)+(-1x1)+(-1x1)= 3 ค่า 3 ที่ได้คือค่าที่จะเป็นค่าความเข้มของขอบที่ได้จากการทำครอสเตอร์รีเลชันซึ่งสามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$Y(n1,n2) = \sum_{k1=-1}^{1} \sum_{k2=-1}^{1} h(k1,k2)I(n1 + k1,n2 + k2)$$

ต่อมาได้มีการพัฒนา Mask ใหม่เป็นคอมพาสเกรเดียนมาสก์(Compass Gradient Mask) โดยคอมพาสเกรเดียนมาสก์ ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยพิจารณาความเป็นไปได้ทั้งหมดของการกำหนดทิศทางขอบในภาพโดยจะมีการใช้ 8 Mask ซึ่งเป็นผลมาจากการคิดความเป็นไปได้ใน 8 ทิศทาง

ตาราง 2.1 แสดงทิศทางต่าง ๆ ของคอมพาสก์เกรเดียนมาสก์



(Maher A et al, 1995:83)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2.1 เกรเดียนต์เมทธอด(Gradient method)

สำหรับวิธีนี้จะทำการหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่าเทรสโฮลด์ (Threshold) จึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบภาพของกลุ่มนี้ เช่น โซเบล(Sobel) พรีวิท (Prewitt) แคนนี่ (Canny) โรเบิร์ต (Robert) เป็นต้น

การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)

การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล เป็นการหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (Xdiff) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Ydiff) ดังแสดง

$$X_{diff} = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \qquad Y_{diff} = \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix}$$

ตัวอย่างการหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล

ภาพ									
0	0	0	0	0	0	2	0	3	3
0	0	0	1	0	0	0	2	4	2
0	0	2	0	2	4	3	3	2	3
0	0	1	3	3	4	3	3	3	3
0	1	0	4	3	3	2	4	3	2
0	0	1	2	3	3	4	4	4	3

$\lvert X_{diff} \rvert + \lvert Y_{diff} \rvert$							
4	6	4	10	14	12	14	4
6	8	10	20	16	12	6	0
4	10	14	10	2	4	2	4
2	12	12	2	2	4	6	8

เทรสโฮลด์ด้วยค่า 12							
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0

แสดงตัวอย่างการหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล ภาพสุดท้ายได้จากการทำ เทรสโฮลด์ด้วยค่า 12 แล้วปรับความเข้มแสงให้อยู่ในช่วง 0-1 เราสามารถสร้างเทมเพลตโซเบลที่มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 เพื่อที่จะให้มีการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นได้

การหาขอบภาพเทมเพลตดีกรีสอง

หากภาพที่ต้องการหาขอบมีการไล่ระดับความเข้มแสงแบบเป็นเชิงเส้น การใช้เทมเพลตโซเบลในการหาขอบภาพจะไม่สามารถทำได้ ตัวอย่างเช่น ภาพต่อไปนี้

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อหาขอบภาพตามแกนตั้งด้วยเทมเพลตขนาด 3 x 3 จะได้

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\begin{matrix} 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \end{matrix}$$

เมื่อทำการ Convolution ด้วยเทมเพลตเดิมอีกครั้งจะได้

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

การกระทำ ดังกล่าวจะคล้ายกับการดิฟเฟอเรนทีเอทสมการเส้นตรงแล้วได้ค่าคงที่ และเมื่อดิฟเฟอเรนทิเอทค่าคงที่ก็จะได้ศูนย์

การใช้เทมเพลตดีกรีสองเช่น เทมเพลตลาบลาเซียนในการหาขอบของภาพที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะสามารถแก้ปัญหาได้ ต่อไปนี้คือ ตัวอย่างของเทมเพลตลาบลาเซียน

$$\begin{matrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{matrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix}$$

เทมเพลตลาบลาเซียนเป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถกำจัดไล่โทนสีหรือโทนความเข้มของแสงได้ และยังสามารถเน้นความเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าวิธีโซเบล แต่จะไม่ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทิศทางของขอบ

การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้น

ปัญหาในการหาขอบภาพโดยทั่วไปส่วนหนึ่งมักเกิดจากการเน้นขอบภาพที่ไม่ชัดเจนและขอบภาพสั้นๆ ที่ไม่ปะติดปะต่อกัน ขอบภาพเหล่านี้คือสิ่งที่ไม่ต้องการแต่การใช้วิธีการหาขอบภาพธรรมดาจะไม่สามารถกำจัดขอบภาพลักษณะนั้นได้ วิธีการแก้ไข คือ ใช้การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้นซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

1. สร้างภาพใหม่จากภาพเดิม และมีขนาด ¼ ของภาพเดิม โดยค่าความเข้มของแต่ละจุดในภาพเล็กคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของจุดทั้งสี่ที่ตรงกันในภาพใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. สร้างภาพที่เล็กลงไปอีกด้วยวิธีเดียวกัน จนกระทั่งภาพที่ได้แสดงเฉพาะขอบภาพที่ต้องการเท่านั้น
3. ทำการหาขอบภาพ อาจใช้วิธีโซเบลหรือวิธีอื่นๆ แล้วทำเทรสโฮลด์
4. ณ ตำแหน่งที่เกิดขอบภาพขึ้นให้ทำการหาขอบภาพบริเวณจุดทั้งสี่ของจุดที่ตรงกันในภาพที่ใหญ่กว่าในอันดับถัดไป
5. ทำ ซ้ำจนถึงภาพสุดท้ายซึ่งเป็นภาพเริ่มต้นก็จะได้ขอบภาพที่ต้องการ

การตามขอบภาพ (Edge Following)

หากทราบจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพจะสามารถหาจุดข้างเคียงที่เป็นขอบภาพ และสามารถวนไปตามขอบภาพจนกลับมายังจุดเริ่มต้นได้ วิธีการตามขอบภาพอย่างง่าย ดังต่อไปนี้

1. สมมุติให้จุด (x,y) เป็นจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพ
2. ตั้งค่าแฟลกให้จุด (x,y) ว่าเคยผ่านมาแล้ว
3. คำนวณหาค่าความเข้มของขอบเขตภาพของจุดทั้งแปดที่อยู่รอบจุด (x,y)
4. เลือกจุด 3 จุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วใส่ไว้ในอะเรย์ (Array) แบบจุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วใส่ไว้ในอะเรย์แบบ คอลัมน์ โดยเรียงตามลำดับความแรงของขอบ
5. เลือกจุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วพิจารณาว่าตำแหน่งของจุดอยู่อยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกับจุด (x,y) โดยกำหนดให้ทิศต่าง ๆ มีค่าดังนี้

0 1 2
7 * 3
6 5 4

โดยที่ * แทนตำแหน่งของจุด (x,y) หากจุดที่มีค่าความแรงของขอบอยู่ด้านบนเมื่อเทียบกับจุด (x,y) ดังนั้นทิศทางที่กำหนดให้คือ 1

6. กำหนดให้ค่าทิศทางคือ d
7. ทำซ้ำในข้อ 3 แต่พิจารณาเฉพาะจุดที่อยู่ใน 3 ทิศทาง คือทิศทาง d ทิศทาง (d+1)mod 8 และทิศทาง (d-1)mod 8
8. หากไม่พบจุดใดเลยที่มีค่าความแรงของขอบสูงพอในทิศทางที่เคลื่อนที่ไป ให้ลบจุดนั้นออกจากอะเรย์ และเลือกจุดที่มีความแรงของขอบน้อยกว่าในอันดับถัดไป แล้วทำซ้ำในข้อที่ 3 หากทั้ง 3 จุดในแถวถูกลบออกหมด ให้ถอยกลับไปใช้จุดที่เหลือในแถวถัดไป
9. หยุดเมื่อวนกลับมายังจุดเดิม หรือเมื่อมีการใช้เวลาตามขอบเขตภาพนานเกินไป

วิธีที่กล่าวมาเป็นวิธีอย่างง่ายซึ่งอาจมีปัญหาบ้างในการใช้งานจริง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาขอบเขตภาพด้วยโรเบิร์ต

การหาขอบเขตภาพด้วยวิธีโรเบิร์ต จะมีลักษณะของการปรับปรุงขอบเขตภาพแบบไม่ต่อเนื่องโดยกำหนดให้ a ϵ R^x เป็นภาพต้นฉบับ และกำหนดขอบเขตภาพที่ได้เป็น b ϵ R^x ซึ่งเทคนิคนี้เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการหาขอบเขตภาพ และมีลักษณะของ Algorithm ดังสมการ

$$b(i,j) = \sqrt{((a(i,j) - a(i+1,j+1))^2 + (a(i,j+1) - a(i+1,j))^2}$$

สำหรับวิธีนี้จะได้เทมเพลตที่มีขนาดของ 2 x 2 เทมเพลต สองเทมเพลตโดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (X) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Y) ดังแสดง

$$S = \begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad T = \begin{bmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

เมื่อกำหนดให้

S คือ Mask ของแนวแกน X

T คือ Mask ของแนวแกน Y

เมื่อทำการคำนวณหาขอบเขตภาพของทุกจุดภาพของทั้งภาพแล้วจะได้ภาพของขอบเขตที่ออกมาเป็นสีขาว

การหาขอบเขตภาพด้วยพริวิท

การหาขอบเขตภาพด้วยวิธีพริวิท จะเป็นการคำนวณหาขอบเขตภาพแบบเกรเดียนต์เวคเตอร์ของทุกจุดภาพที่เป็นภาพต้นฉบับ ซึ่งขอบเขตภาพที่ผ่านการปรับปรุงแล้วจะมีขนาดของเกรเดียนต์เวคเตอร์ที่มี Mask ที่ใช้แทนอนุพันธ์ของ X และ Y โดยกำหนดให้ a ϵ R^x เป็นภาพต้นฉบับและ a1, a2,…,a7 เป็นค่าของแต่ละจุดภาพทั้ง 8 จุดที่ตำแหน่ง (i,j) ตามทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ดังรูป 2.1 และกำหนดขอบเขตภาพที่ได้เป็น b ϵ R^x โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$b(i,j) = \sqrt{u^2 + v^2}$$

และให้ทิศทางของขอบเขตภาพ d ϵ R^x คือ $d(i,j) = \arctan\left(\frac{v}{u}\right)$

เมื่อกำหนดให้

$$u = (a_5 + a_6 + a_7) - (a_1 + a_2 + a_3)$$

$$v = (a_0 + a_1 + a_7) - (a_3 + a_4 + a_5)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

a_3	a_2	a_1
a_4	I(I,j)	a_0
a_5	a_6	a_7

รูป 2.1 แสดงตำแหน่งของตัวแปรด้วยวิธีพริวิท

สำหรับวิธีนี้จะได้เทมเพลตที่มีขนาดของ 3 x 3 เทมเพลต สองเทมเพลตโดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (X) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Y) ดังแสดง

$$S = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad T = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}$$

เมื่อกำหนดให้

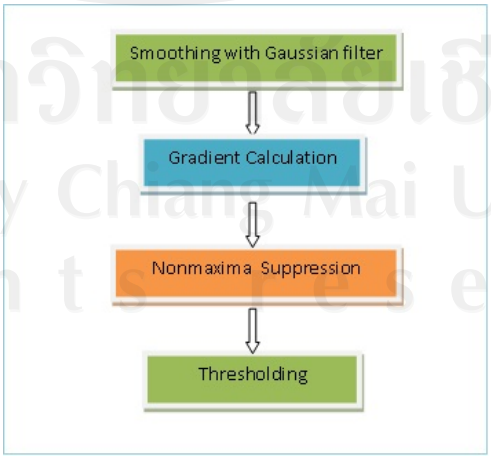
S คือ Mask ของแนวแกน X

T คือ Mask ของแนวแกน Y

เมื่อทำการคำนวณหาขอบเขตภาพของทุกจุดภาพของทั้งภาพแล้วจะได้ภาพของขอบเขตที่ออกมาเป็นสีขาว

การหาขอบเขตภาพด้วยแคนนี่

การหาขอบเขตภาพด้วยวิธีแคนนี่ จะเป็นการหาขอบเขตภาพที่มีความซับซ้อนมากกว่าวิธีการอื่น ๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเมื่อทำการหาขอบเขตภาพได้จึงมีความเด่นชัดมากกว่าวิธีพริวิท และโรเบิร์ต โดยขั้นตอนของการหาขอบด้วยแคนนี้สามารถเขียนได้ดังรูป 2.2



รูป 2.2 แสดงขั้นตอนการหาขอบเขตภาพด้วยวิธีแคนนี่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาขอบเขตภาพด้วยวิธีแคนนี่ เริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยวิธีการเกาเซียน(Gaussian filter) เพื่อทำการกำจัดสัญญาณรบกวนหรือสิ่งสกปรกออกจากภาพ เมื่อได้ภาพที่ผ่านกระบวนการเกาเซียนแล้วทำการคำนวณหาค่าขนาด(magnitude)และทิศทาง (orientation) ของเกรเดียนต์ โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง เมื่อได้ผลลัพธ์ออกมาทำการหาขอบภาพให้มีความบางด้วยการกับ nonmaxima suppression กับ gradient magnitude ซึ่งจะทำให้ขอบเขตภาพที่ได้ออกมามีความบางลงและในขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ double thresholding algorithm เพื่อทำการระบุพิกเซลที่เป็นขอบเขตและช่วยเชื่อมต่อขอบ (Green, Bill 2002 ; ION528 – Image processing algorithms 2005 ; Canny Operator Links 2005 ; Rubino, Matthew 2005)

2.1.2.2 ลาปาเซียนเมทธอด (Laplacian Method)

วิธีนี้จะหาขอบเขตภาพโดยใช้หลักการหาอนุพันธ์อับดับ 2 โดยใช้จุดที่เป็น 0 (Zero crossing) ตัวอย่างการหาขอบเขตภาพกลุ่มนี้ เช่น Laplacian of Gaussian , Marrs-Hildreth เป็นต้น

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรื Std dev หรือ SD)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ ค่าการกระจาย ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลรวม ระหว่างผลต่างกำลังสองของค่าตัวเลขแต่ละตัวในข้อมูลชุดหนึ่งๆ กับค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - N\bar{x}^2}{N-1}}$$

2.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดีทัศน์ และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย (Wikipedia, 2552:ระบบออนไลน์)

แนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณ สำหรับสัญญาณ 1 มิตินั้น สามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยาก แต่นอกเหนือจาก เทคนิคจากการประมวลผลสัญญาณแล้ว การประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะ (เช่น connectivity และ rotation invariance) ซึ่งจะมีความหมายกับสัญญาณ 2 มิติเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคบางอย่าง จากการประมวลผลสัญญาณใน 1 มิติ จะค่อนข้างซับซ้อนเมื่อนำมาใช้กับ 2 มิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว การประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณอนาล็อก (analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญ หรือเลิกใช้ไป ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญ สำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟี (Holography) แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ราคาถูกลง และเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) จึงได้รับความนิยมมากกว่า เพราะการประมวลผลที่ทำได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายในการลงมือปฏิบัติ

2.2.1 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอะเรย์โดยค่าในแต่ละช่องของอะเรย์แสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ และตำแหน่งของช่องอะเรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพสมมุติให้ภาพเป็นตัวแปรแบบอะเรย์ขนาด M X N (M แถว และ N คอลัมน์) ที่ใช้เก็บภาพขนาด13 M x N จุด (M จุดในแนวนอน และ N จุดในแนวตั้ง) ค่าสี (หรือความสว่าง ในกรณีที่เป็นภาพ greylevel) ของจุดภาพในแถวที่ 5 คอลัมน์ที่ 4 จะตรงกับค่าของ Image(5,4) จะเห็นว่าเราใช้ตำแหน่งของจุดภาพทั้งสองแกนเป็นตัวชี้ค่าข้อมูลในอะเรย์ จากการใช้หน่วยความจำเพื่อการเก็บภาพในลักษณะที่กล่าวมา เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก M x N x g เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิต เราจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในระบบ VGA (Video Graphic Array) จะมีขนาด 640x480 , 800x600 และ 1024x768 จุด เป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30x50 จุด ก็พอแล้ว แต่ในงานบางชนิดใช้ความละเอียดถึง 1000x1000 จุด ก็ยังไม่พอ ปกติแล้วในการเก็บข้อมูลภาพโดยเครื่องมือต่าง ๆ จะเก็บตามมาตรฐานของโทรทัศน์ซึ่งมีอัตราส่วน x ต่อ y เท่ากับ 4 :3 สำหรับเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพที่ไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 4 : 3 เมื่อนำภาพนี้ไปแสดงในจอภาพมาตรฐานจะทำให้ภาพที่แสดงนั้นมีขนาดของจุดภาพไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เช่น ในบางระบบอาจจะใช้ความละเอียดในการแสดงเท่ากับ 640x512 ซึ่งจะทำให้ขนาดของจุดภาพที่ได้มีขนาดของด้านกว้างมีความยาวมากกว่าด้านสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นหัวข้อที่ต้องสนใจสำหรับการเขียนโปรแกรมทางด้านกราฟิกและการจัดการข้อมูลจำนวนสีสูงสุด ที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุดมากขึ้นจะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีการทำงานที่จะใกล้เคียงกันเนื่องจากหน่วยประมวล ผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดี่ยว ๆ ได้ดังนั้นในการแสดงข้อมูลออกทางจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการคัดลอกข้อมูลทั้ง 8 บิต (1 Byte) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่จุดภาพมีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการคัดลอกข้อมูลชุดใหม่ทันที่โดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก7 บิตที่เหลือส่วนในกรณีจุดภาพที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการคัดลอกข้อมูลจุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้ว ตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800x600 และมีขนาด 16 บิตต่อจุดภาพจะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65,536 ระดับและต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800x600x16 บิต

2.2.2 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปส 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปสซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่น ในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงินในระบบ HLS จะมีแกนเป็น ค่าสี (hue) 14 ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (saturation) ตัวอย่างระบบสีที่นิยมใช้กันได้แก่ระบบ RGB HSV (Hue Saturation Value) และ HLS (Hue Lightness Saturation)

จำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุด มากขึ้นจะทำ ให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

1 บิต = 2^1 = 4 สี

2 บิต = 2^2 = 4 สี

4 บิต = 2^4 = 16 สี

8 บิต = 2^8 = 256 สี

16 บิต = 2^{16} = 65536 สี เป็นต้น

2.2.2.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงินโดยมีการรวมเข้าด้วยกัน ซึ่งโดยปกติจะนำ ไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แต่ RGBCIE และ RGBNTSC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2.2 ระบบสีแบบ RGB ของ CIE

เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นโดย CIE (Commission International l ‘Eclairage) ซึ่งอ้างอิงสีด้วยสีแดงที่ 700 nm สีเขียวเท่ากับ 546.1 nm และสีน้ำเงิน 435.8 nm

2.2.2.3 ระบบสีแบบ RGB ของ NTSC

เป็นระบบที่พัฒนาโดย NTSC (National Television System Committee) เพื่อใช้สำหรับการแสดงภาพของจอภาพแบบ CRT เป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตแบบ CRT ให้มีลักษณะเดียวกัน

2.2.2.4 ระบบสี HSV

ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือ ค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้งซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240องศา Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

red h = red- min(red, green,blue)
green h = green - min(red, green,blue)
blue h = blue - min(red, green,blue)

โปรแกรม ImageJ

ImageJ คือ โปรแกรมในการวิเคราะห์ภาพถ่าย ได้รับการพัฒนาจากสำนักวิจัยของสถาบัน National Institute of Mental Health (NIMH) ประเทศสหรัฐอเมริกา ความสามารถของโปรแกรมสามารถทำการ Analyze , Process และคำสั่งอื่น และสามารถบันทึกไฟล์ในรูปแบบ 8 – bit , 16-bit โดยโปรแกรมสามารถที่จะทำการบันทึกด้วยนามสกุล TIFF, GIF, JPEG, BMP และโปรแกรมสามารถที่จะทำการวิเคราะห์พร้อมๆ กันหลายภาพได้เวลาเดียวกันนอกจากนี้ ImageJ สามารถคำนวณหาสัดส่วนพื้นที่ และสามารถหาพื้นที่ในการวัดได้ เช่น ค่าในหน่วย pixel ของรูปนั้น สามารถจัดทำค่าต่าง ๆ ในรูปสถิติได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรม ImageJ มาช่วยในการวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพที่ได้จากการหาขอบเขตจากเทคนิคต่างๆ ที่นำมาทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอักษรเบรลล์

อักษรเบรลล์ (The braille Code) ถูกคิดค้นขึ้นในปี พ.ศ. 2367 โดย หลุยส์ เบรลล์ ผู้พิการทางสายตาชาวฝรั่งเศส โดยสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับผู้พิการทางสายตา ซึ่งใช้วิธีการอ่านโดยการใช้นิ้วสัมผัส อักษรเบรลล์มีลักษณะเป็นกลุ่มจุดนูนบนกระดาษ ซึ่งมีลักษณะเป็นจุดนูน 6 จุด หรือ เรียกว่า 1 เซลล์ และภายใน 1 เซลล์จะถูกจัดกลุ่มเรียงกันอย่างเป็นรหัส ซึ่งเป็นการคอมบิเนชั่น (Combination) ได้เป็น 63 กลุ่ม ที่จะสามารถนำไปแทนตัวอักษรภาษาต่าง ๆ ตัวเลข หรือ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และทางการดนตรี เป็นต้น การเขียนอักษรเบรลล์จะใช้เครื่องมือเฉพาะเรียกว่า สเลท (Slate) และดินสอ (Stylus) การพิมพ์ใช้เครื่องพิมพ์ เรียก เบรลเลอร์ (Brailler)

ส่วนประกอบ ตัวอักษรเบรลล์จะมีจุดทั้งหมด 6 จุด เรียงกันเป็น 2 แถวในแนวตั้ง นับจากด้านซ้าย จากบนลงล่าง เป็น 1-3 และด้านขวา จากบนลงล่าง เป็น 4-6 โดยใช้การมีจุดและไม่มีจุดเป็นรหัส กล่าวคือวงกลมทึบ ● หมายถึงจุดนูนที่มีการใช้ และวงกลมโปร่ง ○ หมายถึงจุดที่ไม่ใช้ วิธีนี้สามารถทำได้ถึง 63 ตัวอักษร (มาจาก (2^6 -1)) การกำหนดรหัสตัวอักษร 10 ตัวแรก A-J จะใช้จุด 1 2 4 และ 5 สลับกันไป 10 ตัวต่อมา K-T จะเติมจุดที่ 3 ลงไปในอักษร 10 ตัวแรก และ 5 ตัวสุดท้าย (ไม่นับ W เพราะ ณ เวลานั้นภาษาฝรั่งเศสไม่ใช้ W) เติมจุดที่ 3 และ 6 ลงไปในอักษร 5 ตัวแรก

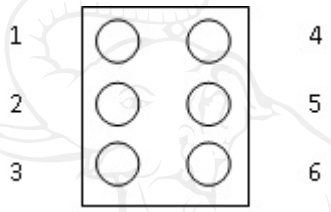
สำหรับในประเทศไทย อักษรเบรลล์ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย มิส เยเนวีฟ คอลฟิลด์ สุภาพสตรีตาบอดชาวอเมริกัน ซึ่งกำลังสอนหนังสืออยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น ได้ปรึกษากับนายแพทย์ฝน แสงสิงแก้ว (ผู้ได้รับรางวัลแมกไซไซ สาขาบริการรัฐกิจ ในปี ค.ศ.1966) ขณะศึกษาอยู่ในประเทศญี่ปุ่นถึงลู่ทางการสอนผู้พิการทางสายตาในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2482 และต่อมาได้ตั้งโรงเรียนร่วมกับคณะกรรมการฝ่ายไทยกำหนดรหัสอักษรเบรลล์ภาษาไทยขึ้นโดยส่วนใหญ่ใช้เทียบเคียงกับเสียงในภาษาอังกฤษ

(Wikipedia online:2553)

สมทรง พันธ์สุวรรณ(2538) อธิบายไว้ว่าอักษรเบรลล์ถูกประดิษฐ์โดย หลุยส์ เบรลล์ ชาวฝรั่งเศส เกิดในปีคริสต์ศักราช 1809 ที่เมืองคูร์ ประเทศฝรั่งเศส เป็นลูกชายนายช่างซ่อมรองเท้าและเครื่องหนัง ซึ่งตาบอดแต่เด็กเพราะอุบัติเหตุจากเครื่องมือของบิดา แล้วได้รับการศึกษาจากโรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่กรุงปารีส (L'Institution National des Jeunes Aveugles) ที่สร้างขึ้นโดย นายวาเลนไทน์ ฮิว เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วได้เข้าทำงานเป็นครูสอนคนตาบอดสืบต่อมา ณ ที่นั้น โดยได้ศึกษาระบบการอ่านสระ – พยัญชนะ สัมผัสด้วยปลายนิ้วมือตามแบบของนายวาเลนไทน์ ฮิว ซึ่งได้แนวบันดาลใจมาจากการส่งข่าวสารทางทหารในเวลากลางคืนของกัปตัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

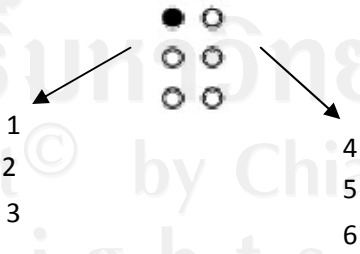
ชาร์ลส์ บาร์ปิเอร์ ซึ่งใช้กระดาษแข็งปั้มเป็นรหัสจุด – ขีด ต่อมาได้มีการพัฒนามาเป็นระบบ 6 จุด ดังรูป 2.3 ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของจุดได้ถึง 63 แบบ ใช้แทนอักษรตาดีและได้คิดสร้างรหัสเพิ่มขึ้นสำหรับสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ โน๊ตดนตรี และเครื่องหมายวรรคตอน เมื่ออายุได้ 26 ปี ได้ทดลองทำเอกสารสรุปย่อฉบับหนึ่งเกี่ยวกับการอ่าน – เขียนอักษรเบรลล์ แต่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก จนกระทั่งในปีคริสต์ศักราช 1843 หลุยส์ เบรลล์ ได้คิดระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ นับเป็นผลงานที่สมบูรณ์แบบครบถ้วนยิ่งกว่าระบบใด ๆ ทั้งสิ้น และเรียกตามชื่อของหลุยส์ เบรลล์ว่าอักษรเบรลล์ เป็นที่นิยมและยอมรับกันทั่วโลกว่าเป็นอักษรสำหรับคนตาบอด ใช้อ่านและเขียนตามระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้ว สำหรับในประเทศไทย มิสเจเนวีฟ คอลฟิลด์ เป็นผู้ให้กำเนิดการศึกษาแก่คนตาบอดในประเทศไทยเป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2482



รูป 2.3 แสดงตำแหน่งจุด 6 จุดของอักษรเบรลล์

2.3.1 หลักการอ่านอักษรเบรลล์

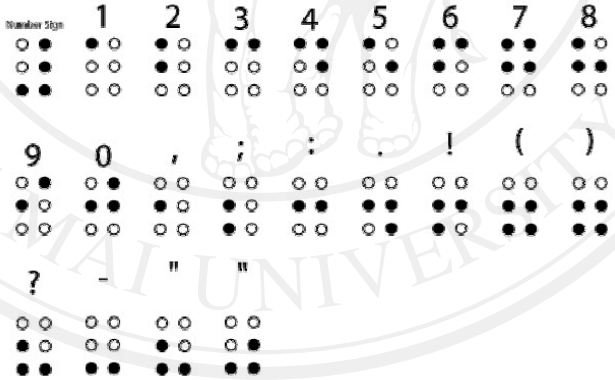
หลักการอ่านอักษรเบรลล์นั้น จะอ่านโดยเริ่มจากตำแหน่งทางด้านซ้ายไปขวาเหมือนกับอักษรปกติ กล่าวคืออ่านจากตำแหน่งที่ 1 2 3 4 5 6 แต่การเขียนจะเขียนจากขวามาซ้าย คือเริ่มเขียนจากตำแหน่งที่ 6 5 4 3 2 1 ซึ่งตัวเลขประจำตำแหน่งก็คือ รหัสเบรลล์ โดยจะพลิกกลับด้านเมื่อต้องการอ่านสามารถดูตัวอย่างได้ดังตัวอย่าง



ลักษณะของอักษรเบรลล์ที่มีใช้ในปัจจุบันซึ่งนำมาแทนในโปรแกรมจะเป็นตัวอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ ดังรูป 2.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.4 แสดงตัวอักษรภาษาอังกฤษเทียบอักษรเบรลล์



รูป 2.5 แสดงตัวเลขอักษรเบรลล์

2.3.2 การบันทึกอักษรเบรลล์

การบันทึกจะมีอุปกรณ์ด้วยกัน 3 ชนิด ที่ใช้ในการบันทึกเอกสารอักษรเบรลล์ในปัจจุบัน ได้แก่ สเลทและสไตลัส, เครื่องพิมพ์ดีดอักษรเบรลล์ และ เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2.1 สเลทและสไตลัส

อุปกรณ์ชนิดนี้ประกอบด้วนสองส่วน คือ สเลทจะประกอบด้วยแผ่นเหล็กหรือพลาสติก 2 แผ่นประกบติดกัน และเชื่อมกันด้วยบานพับ มีขนาดความยาวประมาณ 1 ฟุต แผ่นด้านบนจะทำหน้าที่เจาะเป็นช่องเรียงเป็นแถว แบบที่นิยมใช้กันมี 4 แถว แต่ละแถวมี 19 หรือ 24 ช่อง ส่วนแผ่นล่างจะเป็นหลุมเล็กคล้ายเตาขนมครกอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม ขนาดเท่ากับขนาดช่องของแผ่นบนวางซ้อนบนกลุ่มหลุมของแผ่นล่างกลุ่มละ 6 หลุม เพื่อใช้สร้างรอยนูน สำหรับตัวอักษรเบรลล์หนึ่งตัวอักษร ที่มุมทั้งสี่ของสเลทมีหมุดนูนขนาดเล็กเพื่อยึดกระดาษให้แน่นและช่วยให้แนวบรรทัดตรงกันเมื่อมีการเลื่อนกระดาษขึ้นไปด้วย สไตลัส หรือที่เรียกกันว่าดินสอหรือปากกาของผู้พิการทางสายตา มีลักษณะคล้ายลูกข่างแต่เล็กกว่า ส่วนปลายของสไตลัสมีลักษณะคล้ายตะปูทำด้วยเหล็ก ใช้สำหรับเขียนจึงเปรียบได้กับดินสอหรือปากกา เมื่อกดส่วนปลายลงไปที่กระดาษแล้ว จะปรากฏรอยนูนขึ้นมาทางด้านหลังของกระดาษ ดังรูป 2.6

รูป 2.6 แสดงสเลทและสไตลัส

การใช้งานสเลทและสไตลัสทำได้โดยสอดกระดาษไว้ระหว่างสเลทโดยให้บานพับอยู่ทางซ้ายมือ ขอบซ้ายของกระดาษอยู่เกือบติดบานพับซึ่งอยู่กับขอบสเลท เมื่อปิดสเลทแผ่นบนลงจะต้องกดลงที่มุมทั้ง 4 ของสเลทพื่อยึดให้กระดาษติดกับที่ในขณะที่เขียน แล้วจึงใช้สไตลัสกดไปที่กระดาษในสเลทเพื่อให้เกิดรอยนูนขึ้นตามตำแหน่งของอักษรแต่กลับหลังเป็นหน้า เพราะการใช้งานสเลทกับสไตลัสเป็นการกดกระดาษให้เป็นรอยและเห็นเป็นรอยนูนทางด้านหลัง

2.3.2.2 เครื่องพิมพ์ดีดอักษรเบรลล์

เครื่องพิมพ์ดีดอักษรเบรลล์ มีลักษณะคล้ายกับเครื่องพิมพ์ดีดในอดีต ดังรูป 2.7 หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์ดีดอักษรเบรลล์คือ เครื่องพิมพ์จะมีปุ่มพิมพ์ 6 ปุ่มแทนจุด ตำแหน่งรอยนูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ประกอบกันเป็นตัวอักษรเบรลล์หนึ่งตัว โดยอาศัยแรงของนิ้วที่กดไปที่ปุ่มทำให้เกิดรอยนูนที่ตำแหน่งที่ต้องการขึ้นบนกระดาษ การพิมพ์โดยใช้เครื่องพิมพ์ตัวอักษรเบรลล์นี้จะให้รอยนูนที่ปรากฏบนกระดาษชัดเจน ดังรูป 2.7

รูป 2.7 เครื่องพิมพ์ดีดอักษรเบรลล์

2.3.2.3 เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์

เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ ใช้พิมพ์อักษรเบรลล์ลงบนกระดาษตามข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์แบบนี้สามารถพิมพ์เอกสารได้ทั้งแบบหน้าเดียวและแบบสองหน้าอักษรเบรลล์ที่ได้จะมีคุณภาพดี มีรอยนูนที่สม่ำเสมอ ระยะความห่างของแต่ละตัวอักษรในแต่ละบรรทัดเท่ากัน การบันทึกแบบนี้มักจะใช้เพื่อบันทึกเป็นหนังสือสำหรับผู้พิการทางสายตา ดังรูป 2.8

รูป 2.8 แสดงเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อคนพิการทางการมองเห็น

ประเทศไทยมีองค์กรหลาย ๆ องค์กรที่พยายามพัฒนางานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อผู้ด้อยโอกาสที่เป็นคนพิการทางการมองเห็นแยกเป็นชิ้นงานที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นได้มีการจัดแสดงใน

งานการสัมนาและนิทรรศการเรื่อง “เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อคนพิการ (ครั้งที่ 1) “ ระหว่างวันที่ 23 – 27 พฤษภาคม 2539 (1)

1. เทคโนโลยีผลิตหนังสือเบรลล์และหนังสือแถบบันทึกเสียงเพื่อคนตาบอด พัฒนาโดย มูลนิธิช่วยคนตาบอดแห่งประเทศไทย ปากเกร็ด
2. โปรแกรมการอ่านออกเสียงภาษาไทยจากจอภาพสำหรับคนตาบอด พัฒนาโดยทุนวิจัย ทางภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. โปรแกรมเปลี่ยนอักษรไทยบนจอภาพให้เป็นสัญลักษณ์อักษรเบรลล์ ที่คิดค้นเองโดย บุคลากรของโรงเรียน (อ.พรรณา) การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของคนตาบอด Closed Circuit Television: CCTV) และ Scanner ที่อ่านออกเสียง พัฒนาโดย โรงเรียนสอนคน ตาบอด กรุงเทพฯ
4. เทคโนโลยีสารสนเทศเชื่อมคนตาบอดกับโลกกว้างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ Braille Display, Juleius’s Printer, Scanner ช่วยอ่านออกเสียงภาษาอังกฤษให้คนตาบอดฟัง พัฒนาโดยศูนย์บริการการศึกษาคนตาบอด นครราชสีมา
5. ผลงานการวิจัยเครื่องพิมพ์สัญลักษณ์อักษรเบรลล์และโปรแกรมช่วยอ่านออกเสียง ภาษาอังกฤษ พัฒนาโดยงานวิจัยของนักศึกษา (นายกิติพงษ์ กลมกล่อม) สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
6. เครื่องช่วยคนพิการตาบอดแขนขาพิการ ที่เสียงพูดสั่งการให้คอมพิวเตอร์ทำงานแทนการ ใช้ Keyboard(Voice Recognition Software) พัฒนาโดยบริษัท สหวิริยาซิสเต็ม จำกัด
7. เครื่องอ่านหนังสือสัญลักษณ์อักษรเบรลล์ (Braille Lite) พัฒนาโดยวิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
8. เครื่องอ่านหนังสือขยายภาพ (Closed Circuit Television: CCTV) สำหรับคนสายตา เลือนรางให้อ่านหนังสือได้สะดวก พัฒนาโดยวิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
9. เครื่องทำแผนที่ด้วยความร้อน (Map Making Thermoform) สำหรับให้คนตาบอดเรียน รู้แผนผังหรือแผนที่บอกทิศทาง พัฒนาโดย วิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
10. คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำหรับเปลี่ยนข้อความภาษาอังกฤษให้เป็นสัญลักษณ์อักษรเบรลล์ ภาษาอังกฤษ สามารถอ่านข้อความภาษาอังกฤษออกมาเป็นเสียงพูดได้ พัฒนาโดย วิทยาลัย ราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา
11. คอมพิวเตอร์โปรแกรมที่ใช้เปลี่ยนภาษาไทยบนจอให้เป็นสัญลักษณ์อักษรเบรลล์ภาษาไทย พัฒนาโดยนายวีระแมน นิยมพล พัฒนาโดยวิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved