บทที่ 2
ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

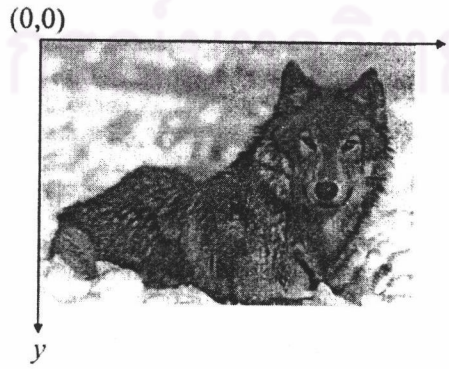
การแก้ปัญหาในวิทยานิพนธ์นี้จำเป็นต้องเข้าใจทฤษฎีที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพและเทคโนโลยีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ดังต่อไปนี้

2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล (DIP: Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image processing) [1] คือขั้นตอนและเทคนิคทั่วไปสำหรับปรับปรุงและแก้ไขภาพ เช่น ช่างภาพและนักฟิสิกส์สามารถทำการประมวลผลภาพโดยใช้เคมีภัณฑ์หรืออุปกรณ์ทางแสง ในวิทยานิพนธ์นี้จะสนใจเฉพาะการประมวลผลภาพดิจิทัลซึ่งหมายถึงการประมวลผลภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งโดยทั่วไปคือการปรับปรุงและแก้ไขภาพเพื่อให้มนุษย์หรือคอมพิวเตอร์สามารถตีความหมายภาพได้ดีขึ้น ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงความหมายของภาพดิจิทัลและวิธีการประมวลผลภาพดังต่อไปนี้

2.1.1 ภาพดิจิทัล (Digital Image)

ภาพคือรูปแบบของความเข้มแสงและสีที่ต่อเนื่องกันใน 2 มิติ และถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยเซนเซอร์เพื่อสร้างเป็น*ภาพดิจิทัล* [1] รูปแบบเหล่านี้ถูกกำหนดขึ้นตามระบบพิกัดบนจอคอมพิวเตอร์โดยมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่มุมบนซ้ายของภาพดังรูปที่ 2.3 รูปแบบนี้สามารถอธิบายได้โดยฟังก์ชัน f(x , y) ซึ่งค่า (x , y) คือคู่ลำดับที่ระบุถึงตำแหน่งพิกัดของภาพ สำหรับภาพขาวดำ ค่าของฟังก์ชันที่ตำแหน่งพิกัดคู่ลำดับ (x , y) ใดๆ คือค่าความเข้มแสง สำหรับภาพสี ค่าของฟังก์ชันที่ตำแหน่งพิกัดคู่ลำดับ (x , y) ใดๆ คือค่าเวคเตอร์แม่สีแสง



รูปที่ 2.1 ระบบพิกัดของภาพ

การแปลงภาพเป็นภาพดิจิทัลนั้น ฟังก์ชัน f(x , y) จะถูกแปลงเป็นข้อมูลตัวเลขแบบไม่ต่อเนื่อง ภาพดิจิทัลจึงเป็นเพียงค่าประมาณจากภาพต้นฉบับ ซึ่งการแปลงภาพเป็นดิจิทัลจะต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า *การแซมปลิง* (Sampling) และ*การควอนไทซ์* (Quantization) โดยการแซมปลิงคือการวัดค่าแบบไม่ต่อเนื่องโดยการสุ่มตัวอย่างเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ภายในภาพต้นฉบับ ซึ่งเรียกว่า*จุดภาพ* (Pixel) โดยภาพดิจิทัลที่ได้จะเป็นแถวลำดับ 2 มิติของจุดภาพ และจุดภาพเหล่านี้สามารถอ้างตำแหน่งพิกัดโดยคู่ลำดับ (x , y) ที่เป็นเลขจำนวนเต็ม ส่วนกระบวนการควอนไทซ์คือการแทนที่ค่าของฟังก์ชัน f(x , y) ที่ต่อเนื่องด้วยชุดค่าไม่ต่อเนื่องซึ่งเรียกว่า*ค่าระดับการควอนไทซ์* (Quantization levels) ชุดตัวเลขของค่าระดับการควอนไทซ์ n คือเลขจำนวนเต็มที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง n-1 สำหรับภาพระดับเทา (Grayscale image) ค่าเหล่านี้ใช้แทนความสว่างของแสงดังนั้นค่า 0 จึงหมายถึงไม่มีแสงและถูกแสดงเป็นสีดำและค่า n-1 หมายถึงค่าความสว่างของแสงสูงสุดและถูกแสดงเป็นสีขาว ค่าตัวเลขอื่น ๆ ที่อยู่ระหว่างนี้จะแสดงเป็นระดับของสีเทา ค่าระดับการควอนไทซ์บางครั้งจึงถูกเรียกว่าค่าระดับเทา (Gray level) สำหรับภาพสีจะต่างจากภาพระดับเทาตรงที่ภาพสีจะเก็บค่าเวคเตอร์ความสว่างของแม่สีแสงทั้งสามสีแทนค่าระดับเทา แม่สีแสงทั้งสามได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ความสว่างของแม่สีแสงทั้งสามสามารถแสดงผ่านจอคอมพิวเตอร์เป็นจุดสว่างเล็ก ๆ ของแม่สีแสงสามจุดติดกันเพื่อแสดงจุดภาพหนึ่งจุดบนจอคอมพิวเตอร์ และเนื่องจากจุดสว่างของแม่สีแสงบนจอคอมพิวเตอร์เล็กมากจนตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะได้เมื่อสะท้อนเข้าสู่ตาของมนุษย์จึงเกิดการรวมกันเป็นเฉดสีต่าง ๆ โดยถ้าความเข้มแสงของแม่สีทั้งสามเท่ากันก็จะเกิดเป็นสีระดับเทา

2.1.2 วิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing Methods)

วิธีการประมวลผลภาพ [2] คือ วิธีที่ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขภาพ เช่น การหาขอบภาพ การปรับปรุงภาพ เป็นต้น ซึ่งวิธีการประมวลผลภาพสามารถอธิบายได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงหรือการแก้ไขจุดภาพ และเมื่อนำวิธีการประมวลผลภาพไปเขียนโปรแกรมเป็นฟังก์ชันจะเรียกว่าฟังก์ชันประมวลผลภาพ วิธีการประมวลผลภาพสามารถแบ่งประเภทได้เป็น 2 ประเภท โดยแบ่งตามผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการประมวลผลภาพ (ดังแสดงในตารางที่ 2.1) ได้แก่ วิธีการประมวลผลภาพที่ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นภาพ เช่น วิธีการประมวลผลภาพประเภทการปรับเปลี่ยนภาพ (Image enhancement) และวิธีการประมวลผลภาพที่ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นลักษณะประจำภาพ (Image attribute) เช่น วิธีการประมวลผลภาพประเภทการแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 กลุ่มวิธีการประมวลผลภาพ

วิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing Methods)	
ผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพ (Outputs are images)	ผลลัพธ์ที่ได้เป็นลักษณะประจำภาพ (Outputs are image attributes)
• Image Enhancement • Image Restoration • Color Image Processing • etc.	• Image Segmentation • Image Representation & Description • Object Recognition • etc.

จากตารางที่ 2.1 ประเภทวิธีการประมวลผลภาพที่ได้ผลลัพธ์เป็นภาพได้แก่

- Image Enhancement คือประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนภาพเพื่อให้คนหรือคอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์ภาพได้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิมเช่น การทำฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น (Histogram Equalization) เป็นการทำให้ภาพมีความเปรียบต่าง (Contrast) มากขึ้นเพื่อสามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ในภาพได้ดียิ่งขึ้น

- Image Restoration คือประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมภาพ เช่น ภาพตัวอักษรที่ได้จากการกวาดภาพมาจากหนังสือหรือเอกสารแล้วตัวหนังสือแหว่งหรือขาดสามารถใช้วิธีประมวลผลภาพประเภทนี้เพื่อทำให้ภาพตัวหนังสือกลับคืนมาดังเดิมมากขึ้น

- Color Image Processing คือประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพสี เช่น Color Image Enhancement เป็นต้น

จากตารางที่ 2.1 ประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่ได้ผลลัพธ์เป็นลักษณะประจำภาพได้แก่

- Image Segmentation คือประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับการแบ่งส่วนภาพเพื่อหาสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจในภาพต้นฉบับออกมา เช่น การแบ่งส่วนเม็ดเลือดแดงที่อยู่ในภาพออกจากพื้นหลังเป็นต้น

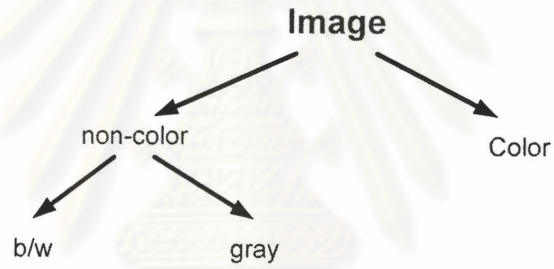
- Image Representation & Description คือประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับการให้ความหมายหรือตีความหมายของภาพ เช่น การแบ่งชนิดของภาพ

- Object Recognition คือประเภทของวิธีการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับการรู้จำสิ่งต่าง ๆ ในภาพ เช่นการรู้จำตัวหนังสือในภาพเป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 ชนิดของภาพดิจิทัล

วิทยานิพนธ์นี้แบ่งชนิดของภาพดิจิทัลตามชนิดข้อมูลที่นำเข้าและนำออกจากวิธีการประมวลผลภาพซึ่งมีหลากหลายชนิด โดยจัดแบ่งชนิดของภาพออกเป็น 3 ชนิดหลักดังรูปที่ 2.4 ได้แก่ ภาพขาวดำ (B/W หรือ Black and white image) ภาพระดับเทา (Grayscale image) และภาพสี (Color image) นอกจากนี้ภาพแต่ละชนิดยังกำหนดความละเอียด (Resolution) ของข้อมูลซึ่งได้มาจากกระบวนการควอนไทซ์ (Quantization processed) เพื่อบ่งบอกถึงความละเอียดของความสว่างหรือเฉดสีของจุดภาพ เช่น ข้อมูลภาพชนิด "Grayscale 16 bit" หมายความว่าเป็นภาพระดับเทาที่มีความละเอียดของค่าระดับเทา 16 บิตต่อข้อมูล 1 จุดภาพ โดยภาพที่มีความละเอียดของค่าระดับเทาต่ำจะสามารถแสดงเฉดสีได้น้อยกว่าภาพที่มีความละเอียดของค่าระดับเทาสูง บางครั้งความละเอียดของค่าระดับเทานี้เรียกว่าความลึกของจุดภาพ (Pixel depth)



รูปที่ 2.2 ลำดับชั้นของชนิดภาพ (Image type hierarchy) [3]

2.2 ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ (Software Component)

แนวคิดใหม่ของระบบการสร้างซอฟต์แวร์คือการสร้างซอฟต์แวร์จากหน่วยซอฟต์แวร์ (Software units) ที่มีอยู่แล้ว หน่วยซอฟต์แวร์เหล่านี้เรียกว่าส่วนประกอบซอฟต์แวร์ [4] รายละเอียดการพัฒนาส่วนประกอบซอฟต์แวร์จะถูกซ่อนอยู่หลังส่วนต่อประสาน (Interface) กล่าวคือผู้ที่นำส่วนประกอบซอฟต์แวร์ไปใช้งานไม่สามารถรู้วิธีการทำงานภายในได้ การใช้งานหรือการเข้าถึงส่วนประกอบซอฟต์แวร์จึงต้องติดต่อผ่านทางส่วนต่อประสานที่ส่วนประกอบซอฟต์แวร์จัดเตรียมไว้ให้เท่านั้น

งานวิจัยหลายงานให้ความหมายของส่วนประกอบซอฟต์แวร์แตกต่างกันไปดังนั้นการนำส่วนประกอบมาใช้ในวิทยานิพนธ์นี้จึงขึ้นกับการเลือกนิยามให้ครอบคลุมเพียงใด วิทยานิพนธ์นี้จึงได้นิยามความหมายของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ว่า ส่วนประกอบซอฟต์แวร์คือหน่วยย่อยที่

สามารถทำงานอย่างเป็นอิสระต่อกันและสามารถทำงานร่วมกับส่วนประกอบอื่นเป็นระบบที่สมบูรณ์ได้

2.3 **ดีแอลแอล** (DLL: Dynamic-Link Library)

ดีแอลแอล [5] คือ แฟ้มที่บรรจุทรัพยากรต่าง ๆ เช่น ฟังก์ชัน สัญรูป (Icon) เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมประยุกต์สามารถเรียกใช้ทรัพยากรในดีแอลแอลขณะทำงาน (Run time) ได้ซึ่งเป็นข้อดีของดีแอลแอล การเรียกใช้งานฟังก์ชันในดีแอลแอลทำได้สองวิธี คือ

1) *Load-time dynamic linking* คือการใช้งานฟังก์ชันในดีแอลแอลโดยจัดเตรียมการเรียกใช้ฟังก์ชันอย่างชัดเจน ฟังชันที่จัดเตรียมไว้สามารถเรียกใช้ได้เหมือนกับฟังก์ชันที่สร้างขึ้นปกติเพียงแต่ไม่สามารถดูรหัสโปรแกรม (Source code) ของฟังก์ชันนั้นได้เนื่องจาก DLL เป็นแฟ้มรหัสฐานสอง (Binary code) การจัดเตรียมฟังก์ชันจะต้องทำขณะออกแบบ (Design time) โดยการประกาศฟังก์ชันให้ตรงกับที่มีในแฟ้มดีแอลแอลที่บรรจุฟังก์ชันนั้นหรือโดยการนำเข้าคลังโปรแกรม (Import Library) เมื่อมีการเรียกใช้งานฟังก์ชัน ดีแอลแอลจะถูกโหลดสู่หน่วยความจำและหาตำแหน่งฟังก์ชันในหน่วยความให้โดยอัตโนมัติ

2) *Run-time dynamic linking* คือการใช้งานฟังก์ชันในดีแอลแอลโดยไม่ได้เตรียมการไว้ล่วงหน้า การใช้งานด้วยวิธีนี้จะเรียกใช้ฟังก์ชัน LoadLibrary หรือฟังก์ชัน LoadLibraryEx เพื่อโหลดดีแอลแอลเข้าสู่หน่วยความจำ จากนั้นต้องเรียกฟังก์ชัน GetProcAddress เพื่อหาตำแหน่งของฟังก์ชันในหน่วยความจำจึงจะใช้งานฟังก์ชันนั้นได้ วิธีนี้ทำให้สามารถเรียกใช้งานฟังก์ชันในขณะทำงาน (Run-time) ได้โดยไม่ต้องเตรียมการล่วงหน้าแต่จำเป็นต้องรู้ชื่อแฟ้มดีแอลแอลและชื่อฟังก์ชันที่อยู่ในดีแอลแอล

ด้วยความสามารถในการเรียกใช้งานในขณะทำงาน (Run-time) ได้ วิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำดีแอลแอลมาใช้สำหรับสร้างส่วนประกอบซอฟต์แวร์เพื่อใช้เพิ่มฟังก์ชันประมวลผลภาพให้กับเครื่องมือในวิทยานิพนธ์นี้ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องแปลโปรแกรม (Compile) เครื่องมือซอฟต์แวร์ใหม่ทุกครั้งที่มีการเพิ่มฟังก์ชัน โดยได้นำดีแอลแอลมาใช้งานแบบ Run-time dynamic linking ซึ่งจำเป็นต้องรู้ชื่อของฟังก์ชันและพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน เนื่องจากแฟ้มดีแอลแอลไม่มีส่วนที่บอกรายละเอียดของพารามิเตอร์ของฟังก์ชัน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้กำหนดฟังก์ชันพื้นฐานจำนวนหนึ่งเพื่อใช้ค้นหารายละเอียดของฟังก์ชันต่าง ๆ ในดีแอลแอลเรียกว่า *โครงแบบ (Configuration)* ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดอีกครั้งในบทที่ 4 ต่อไป