

ประวัติความเป็นมาของ Computer Graphics

ในปี ค.ศ. 1940 คอมพิวเตอร์จะแสดงภาพกราฟฟิกส์โดยใช้เครื่องพิมพ์ โดยรูปภาพที่ได้จะเป็นภาพที่เกิดจากการใช้ตัวอักษรประกอบกันในปี ค.ศ.1950 สถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute Technology : MIT) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีหลอดภาพ CRT (Cathode Ray Tube) เป็นส่วนแสดงผลแทนเครื่องพิมพ์ เนื่องจากมีความต้องการที่จะให้การติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มีความเร็วยิ่งขึ้นในปี ค.ศ. 1950 ระบบ SAGE (Semi – Automatic Ground Environment) ของกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาสามารถแปลงสัญญาณจากเรดาร์ให้เป็นภาพบนจอคอมพิวเตอร์ได้ ระบบนี้เป็นระบบกราฟฟิกส์เครื่องแรกที่ใช้ปากกาแสง (Light Pen : เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูล ชนิดหนึ่ง) สำหรับการเลือกสัญญาณบนจอภาพได้ในปี ค.ศ.1950มีการทำวิจัยเรื่องเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมากซึ่งต่อมาได้กลายเป็นต้นแบบของระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์สมัยใหม่ ตัวอย่างเช่น ในปี ค.ศ.1963 วิทยานิพนธ์ ปริญญาเอกของ อีวาน ซูเธอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) เป็นการพัฒนาระบบการวาดเส้น ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดจุดบนจอภาพได้โดยตรง โดยการใช้ปากกาแสงจากนั้นระบบ กราฟฟิกส์จะสามารถลากเส้นเชื่อมจุดต่าง ๆ เหล่านี้เข้าด้วยกันกลายเป็นภาพโครงสร้างรูปหลายเหลี่ยม ระบบนี้ได้กลายเป็นหลักการพื้นฐานของโปรแกรมช่วยในการออกแบบระบบงานต่าง ๆ เช่น การออกแบบระบบไฟฟ้า และการออกแบบเครื่องจักรเป็นต้น ในระบบหลอดภาพ CRT สมัยแรกนั้น เราสามารถวาดเส้นตรงระหว่างจุดสองจุดบนจอภาพได้ แต่ภาพเส้นที่วาดจะจางหายไปจากจอภาพอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการวาดซ้ำลงที่เดิมหลาย ๆ ครั้ง ในหนึ่งวินาที เพื่อให้เราสามารถมองเห็นว่าเส้นไม่จางหายไป ซึ่งระบบแบบนี้มีราคาแพงมากในช่วงต้นปี ค.ศ. 1960 แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1965 จึงมีราคาถูกลงเนื่องจากบริษัท ไอบีเอ็ม (IBM) ได้ผลิตออกมาขายเป็นจำนวนมากในราคาเครื่องละ 100,000 ดอลลาร์ จากการที่ราคาของจอภาพถูกลงมากนี้เองทำให้สาขาคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์เริ่มเป็นที่สนใจของคนทั่วไปในปี ค.ศ. 1968 บริษัทเทคโนนิคส์ (Tektronix) ได้ผลิตจอภาพแบบเก็บภาพไว้ได้จนกว่าต้องการจะลบ (Storage-Tube CRT) ซึ่งระบบนี้ไม่ต้องการหน่วยความจำและระบบการวาดซ้ำ จึงทำให้ราคาถูกลงมาก บริษัทตั้งราคาขายไว้เพียง 15,000 ดอลลาร์ เท่านั้น จอภาพแบบนี้จึงเป็นที่นิยมกันมากในช่วงเวลา 5 ปี ต่อมากลางปี ค.ศ. 1970 เป็นช่วงเวลาที่อุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์เริ่มมีราคาลดลงมาก ทำให้ฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์มีราคาถูกลงตามไปด้วยผู้ใช้ทั่วไปจึงสามารถนำมาใช้ในงานของตนได้ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์เริ่มแพร่หลายไปในงานด้านต่าง ๆ มากขึ้นสำหรับซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟฟิกส์ก็ได้มีการพัฒนาควบคู่กับฮาร์ดแวร์เช่นกัน ซึ่งมีการเริ่มต้นจาก อีวาน ซูเธอร์แลนด์ ผู้ซึ่งได้ออกแบบวิธีการหลัก ๆ รวมทั้งโครงสร้างข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ ต่อมาก็มี สตีเฟน คูน (Steven Coons, 1966) และ ปีแอร์ เบเซียร์ (Pierre Bazier, 1972) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเส้น

โค้งและภาพพื้นผิว ทำให้ปัจจุบันเราสามารถสร้างภาพ 3 มิติได้ สมจริงสมจังมากขึ้น ในช่วง 10 ปี ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการสร้างภาพมากมาย สำหรับใช้ในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ และ ปัจจุบันเราก็ได้เห็นผลงานที่สวยงามและแปลกตา ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ในอดีตนั่นเอง

ประเภทของภาพกราฟิกส์

การสร้างภาพกราฟิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ มีวิธีการสร้าง 2 แบบ คือ แบบบิตแมป(Bit Mapped) และแบบเวกเตอร์ (Vector) หรือ สโตรก (Stroked) แต่ละแบบวิธีการสร้างภาพ ดังต่อไปนี้

- **กราฟิกส์แบบบิตแมป** กราฟิกส์แบบบิตแมปความหมายที่ค่อนข้างจะตรงไปตรงมา คือมีลักษณะเป็นช่องๆ เหมือนตารางแต่ละบิตก็คือส่วนหนึ่งของข้อมูลคอมพิวเตอร์ (ซึ่งก็คือสวิตช์ปิดเปิดในหน่วยความจำ “1” หมายถึง เปิด และ “0” หมายถึงปิด) และสวิตช์ปิดเปิดนี้ก็ยิ่งหมายถึงสีดำและขาวเหล่านี้ได้ กราฟิกส์แบบบิตแมปทุกชนิดมีลักษณะที่เหมือนกันอยู่บางประการ ถ้าทำความเข้าใจส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เราสามารถที่จะหลีกเลี่ยงหรือป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้

พิกเซล (Pixel)

พิกเซล (เป็นคำที่ใช้แทนองค์ประกอบของภาษา เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของภาพบิตแมป ซึ่งองค์ประกอบย่อย เหล่านี้ถูกรวมกันเข้าทำให้เกิดภาพ เราคงคุ้นเคยกับการที่ส่วนประกอบย่อย ๆ มารวมกันเพื่อประกอบเป็นรายการสิ่งของต่าง ๆ เป็นต้น ว่าเอาแต่ละชิ้นของบล็อกรวมกันประกอบกันเป็นหน้าต่าง แต่ละชิ้นของการเย็บปักถักร้อยประกอบกันเป็นผลงานทางด้านเย็บปักถักร้อย 1 ชิ้นหรือแต่ละจุดของโลหะเงินประกอบกันเป็นรูปภาพ 1 รูป นั่นคือองค์ประกอบอาจจะเป็นแก้วชิ้นใหญ่บนหน้าต่าง หรือจุดโลหะเงินเล็ก ๆ บนแผ่นฟิล์มก็ได้ โดยแต่ละชิ้นเป็นองค์ประกอบที่แยกจากกันเปรียบเทียบกับพิกเซลซึ่งถือเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของรูปภาพ พิกเซลมีความสำคัญต่อการสร้างกราฟิกส์ของคอมพิวเตอร์มาก เพราะทุก ๆ ส่วนของกราฟิกส์ เช่น จุดเส้นแบบลายและสีของภาพ ล้วนเริ่มจากพิกเซลทั้งสิ้น พิกเซลหนึ่ง ๆ อาจจะมีขนาดความเข้มและสีแตกต่างกันได้ ในโลกแห่งจิตติออลของรูปภาพคอมพิวเตอร์

พิกเซลได้ถูกใช้สำหรับสิ่งต่าง ๆ เป็นต้นว่าจุดแต่ละจุดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จุดแสดงความละเอียดของเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผลประเภทกราฟิกส์อื่น ๆ

ของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งบางครั้งอาจทำให้เราสับสนได้เพื่อให้เกิดความชัดเจน ขอให้คำจำกัดความดังต่อไปนี้

- พิกเซล หมายถึง องค์ประกอบย่อยในไฟล์กราฟิกส์แบบบิตแมป
- วิดีโอพิกเซล หมายถึง องค์ประกอบย่อยของภาพในหน้าจอคอมพิวเตอร์
- จุดหรือดอต หมายถึง ความละเอียดของภาพที่พิมพ์โดยเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์

แอสเป็กรโษของภาพ (Image Aspect Ratio)

แอสเป็กรโษของภาพ คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนพิกเซลทางแนวนอน และจำนวนพิกเซลทางแนวตั้งที่ใช้ในการสร้างภาพ หากจะยกตัวอย่างเปรียบเทียบกับกระดาษกราฟ จะเห็นได้ว่าภาพบิตแมปใด ๆ ก็ตามจะมีจำนวนพิกเซลคงที่ในมิติแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งอัตราส่วนมีไว้อ้างอิงขนาดของภาพและมักจะเขียนในรูปของ 800x600 (ซึ่งหมายถึงรูปภาพที่มี 800 พิกเซล ในแนวนอน และ 600 บรรทัดของพิกเซลในแนวตั้ง) เราสามารถคำนวณหาจำนวนพิกเซลทั้งหมดในรูปภาพได้โดยการคูณตัวเลขทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน นั่นคือรูปภาพที่มีแอสเป็กรโษ 800x600 จะมีทั้งหมด 480,000 พิกเซล ซึ่งจำนวนดังกล่าวไม่ได้หมายถึงขนาดของไฟล์ของภาพนั้น ๆ

รีโซลูชัน (Resolution)

รีโซลูชัน (Resolution) หมายถึง รายละเอียดที่อุปกรณ์แสดงกราฟิกส์ชนิดหนึ่งมีอยู่ ค่ารีโซลูชันมักระบุเป็นจำนวนพิกเซลแนวนอน คือ แกน x และจำนวนพิกเซลในแนวตั้ง คือ แกน Y ดังนั้น รีโซลูชัน 720 x 348 จึงหมายความว่าอุปกรณ์แสดงกราฟิกส์ชนิดนี้สามารถแสดงพิกเซลในแนวนอนได้ไม่เกิน 720 พิกเซล และแสดงพิกเซลในแนวตั้งได้ไม่เกิน 348 พิกเซล ผู้ผลิตอุปกรณ์แสดงกราฟิกส์บางรายจะระบุค่ารีโซลูชันเป็นระดับสูง (High Resolution) ปานกลาง (Medium Resolution) และระดับต่ำ (Low Resolution) โดยพิจารณาจากจำนวนพิกเซลในแนวนอนเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีหลักว่า ถ้าค่าน้อยกว่า 128 เป็นระดับต่ำ ค่าระหว่าง 128 ถึง 512 เป็นระดับกลาง ค่าสูงกว่า 512 เป็นระดับสูง สำหรับจอภาพขนาดปกติ ถ้ามีค่ารีโซลูชันมากกว่า 1500 ตาจะมองไม่เห็นแต่ละพิกเซลคือ จะมองเห็นเป็นภาพที่มีความละเอียดคมชัดสูงมาก คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ที่ใช้กับฟิล์มถ่ายรูปในระดับมืออาชีพจะต้องใช้ค่ารีโซลูชันสูงถึง 3000

● กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์

กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์ต่างจากบิตแมปตรงที่บิตแมปนั้นประกอบไปด้วย จุดต่าง ๆ มากมาย แต่กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นตัวสร้างภาพ เช่น วงกลม หรือเส้นตรง เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะฟังดูซับซ้อนสักเล็กน้อยแต่ภาพบางชนิดก็ถูกสร้างได้ง่าย หลักที่จะนำไปสู่กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์ก็คือ การรวมเอาคำสั่งทางคอมพิวเตอร์และสูตรทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายเกี่ยวกับออบเจกต์ ซึ่งจะปล่อยให้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น จอภาพ หรือเครื่องพิมพ์เป็นตัวกำหนดว่าจะวางจุดจริง ๆ ไว้ที่ตำแหน่งใดในการสร้างภาพ คุณลักษณะเด่นเหล่านี้ทำให้กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์มีข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบมากมายกับกราฟฟิกส์แบบบิตแมป

ออบเจกต์ (Object)

ออบเจกต์ง่าย ๆ (เช่น วงกลม ทรงกลม และอื่น ๆ เรียกว่า รูปทรงพื้นฐาน) สามารถใช้ในการสร้างออบเจกต์ที่ซับซ้อนขึ้น กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์สามารถสร้างรูปภาพโดยการรวมเอาออบเจกต์หลาย ๆ ชนิดมาผสมกันเราสามารถผสมออบเจกต์ต่างชนิดกัน(เช่น วงกลมและเส้นตรง) เพื่อสร้างภาพที่แตกต่างกัน กราฟฟิกส์แบบเวกเตอร์ใช้คำสั่งง่าย ๆ เพื่อสร้างออบเจกต์พื้นฐาน ถ้าเขียนเป็นภาษาคำพูดแบบธรรมดา คำสั่งอาจจะอ่านได้ว่า “ลากเส้นตรงจากจุด A ไปยังจุด B หรือ ลากวงกลมรัศมี R โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด P”เปรียบเทียบคุณสมบัติของกราฟฟิกส์แบบบิตแมปและภาพแบบเวกเตอร์ในด้านความเร็วของการแสดงภาพที่จอภาพและความสามารถในการเปลี่ยนขนาดภาพจะได้ผลดังนี้

- กราฟฟิกส์แบบบิตแมปสามารถแสดงให้เห็นที่จอภาพได้เร็วกว่าภาพ แบบเวกเตอร์ เช่น การแสดงภาพแบบบิตแมป ขนาด 1000 ไบต์ จะทำโดยการใช้คำสั่งย้ายข้อมูลขนาด 1000 ไบต์ จากหน่วยความจำที่เก็บภาพไปยังหน่วยความจำของจอภาพ (คือ Video Display Buffer) ภาพนั้นก็จะปรากฏบนจอภาพทันที การแสดงภาพแบบเวกเตอร์คอมพิวเตอร์จะใช้เวลามากกว่าเนื่องจากคอมพิวเตอร์ต้องทำตามคำสั่งที่มีจำนวนมากกว่า
- การเปลี่ยนแปลงขนาดภาพให้โตขึ้นหรือเล็กลงกว่าภาพเดิม กรณีภาพแบบบิตแมปจะทำได้ไม่มาก นอกจากนี้ยังอาจจะทำให้ลักษณะของภาพผิดเพี้ยนไปจากเดิมด้วย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดภาพทำโดยวิธีการเพิ่มหรือลดพิกเซลจากที่มีอยู่เดิม ภาพที่ขยายโตขึ้นจะมองเห็นเป็นตารางสี่เหลี่ยมเรียงต่อกัน ทำให้ขาดความสวยงาม แต่ภาพแบบเวกเตอร์จะสามารถย่อและขยายขนาดได้มากกว่า โดยสัดส่วนและลักษณะของภาพยังคงคล้ายเดิม ยิ่งกว่านั้นเราสามารถขยายเฉพาะความกว้างหรือความสูง เพื่อให้มองเห็นเป็นภาพพอมหรืออ้วนกว่าภาพเดิมได้ด้วย

ประเภทของระบบกราฟฟิกส์

คอมพิวเตอร์ในกลุ่ม IBM PC XT AT หรือเครื่องที่ทำงานเหมือนกันจะแบ่งการแสดงผลที่จอภาพเป็น 2 แบบหรือ 2 โหมด (Mode) คือ เท็กซ์โหมด (Text Mode) และกราฟฟิกส์โหมด (Graphic Mode) แต่ละโหมดมีรายละเอียดดังนี้

เท็กซ์โหมด (Text Mode)

คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะแสดงผลในโหมดนี้ได้ โดยการนำตัวอักษร ตัวเลข และเครื่องหมายต่าง ๆ ที่มีอยู่ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มาแสดงที่จอภาพตามคำสั่ง แต่เนื่องจากตัวอักษร ตัวเลข และเครื่องหมายที่มีอยู่ ถูกกำหนดรูปร่างไว้แน่นอนแล้ว และมีจำนวนจำกัด จึงไม่สามารถนำมาประกอบกันให้เกิดเป็นภาพต่าง ๆ ที่ถูกต้องสวยงามได้เท่าที่ควร โดยผลลัพธ์ที่แสดงออกมามีจอภาพนั้น จะมีลักษณะเป็นแถวของตัวอักษร จำนวน 25 แถว แต่ละแถวมีข้อความไม่เกิน 80 ตัวอักษร

กราฟฟิกส์โหมด (Graphic Mode)

เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลเป็นพิกเซลได้จำนวนมาก จึงได้มีการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลที่จอภาพ ซึ่งนิยมเรียกกันว่า ระบบกราฟิกระบบกราฟฟิกส์มีหลายชนิด เช่น ซีจีเอ (CGA) อีจีเอ (EGA) วีจีเอ (VGA) เฮอรัลคิวลิส (Hercules) ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการแสดงพิกเซลได้แตกต่างกันคือตั้งแต่ขนาด 320x200 พิกเซลถึง 1024x786 พิกเซล ระบบกราฟิกสามารถแสดงสีได้ตั้งแต่ 2 สี จนถึง 256 สี สำหรับจอภาพที่แสดงได้ 2 สี จะประกอบด้วยสีพื้นซึ่งเป็นสีมืดและสีขาว ซึ่งเป็นสีเขียว สีขาว หรือสีเหลืองอำพันดังนั้นสีที่เรามองเห็นจากจอภาพชนิดนี้จึงมีเพียงสีเดียวเท่านั้น จึงนิยมเรียกชื่อจอภาพและระบบกราฟิกชนิดนี้ว่า จอภาพโมนโอโครม (Monochrome) ส่วนจอภาพที่สามารถแสดงได้หลายสีเราเรียกว่า จอภาพสี (Color) ไม่ว่าคอมพิวเตอร์จะมีระบบกราฟิกเป็นชนิดใดก็ตาม ถ้าเปิดเครื่องด้วย DOS คอมพิวเตอร์จะเริ่มแสดงผลด้วยเท็กซ์โหมดเสมอ การเปลี่ยนโหมดให้เป็นกราฟฟิกส์จะทำได้ก็โดยการใส่คำสั่งเฉพาะสำหรับระบบกราฟฟิกส์ชนิดนั้น

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบกราฟฟิกส์

ซอฟต์แวร์กราฟฟิกส์เป็นส่วนสำคัญพื้นฐาน ที่ระบบการแสดงผลภาพกราฟฟิกส์ทุก ๆ ระบบจะต้องมี ในสมัยแรกเริ่มซอฟต์แวร์ทางกราฟฟิกส์จะมีราคาแพง ปัจจุบันราคาของซอฟต์แวร์กราฟฟิกส์ถูกลงมากจนใคร ๆ ก็หามาใช้ได้ในปี ค.ศ. 1979 คณะกรรมการวางแผนมาตรฐานซอฟต์แวร์ทางกราฟฟิกส์ (Graphic Standard Planing Committee : GSPC) ได้พยายามจัดการให้เกิดมาตรฐานของซอฟต์แวร์ทางกราฟฟิกส์ขึ้นในอเมริกา ซึ่งระบบCORE (Core Graphic System)ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับระบบการแสดงผลภาพ 3 มิติ และในเวลาใกล้เคียงกัน สถาบันกำหนดมาตรฐานของประเทศเยอรมนี (West German National Standard : DIN) ก็ได้พัฒนามาตรฐานกราฟฟิกส์ของตัวเองขึ้น เรียกว่า GKS (Graphic Kernel System) ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับระบบการแสดงผลภาพ 2 มิติเท่านั้นขาดส่วนที่เป็น 3 มิติ ในปี ค.ศ. 1982 ระบบ GKS ถูกใช้เป็นมาตรฐานนานาชาติของระบบกราฟฟิกส์สมาคมกราฟฟิกส์นานาชาติ (International Graphics Community) ก็เลยพยายามรวมมาตรฐาน CORE กับ GKS เข้าเป็นมาตรฐานเดียวกัน แต่ไม่สำเร็จเนื่องจากระบบมาตรฐานเดิมตัวอย่างเช่น GKS-3D, PHIGS (Programmer's Hierarchical Interface Graphics System) PHIGS+ เป็นต้น

สำหรับปัจจุบันนี้ซอฟต์แวร์หรือ โปรแกรมที่ใช้ในการสั่งในคอมพิวเตอร์ดำเนินการเกี่ยวกับภาพ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- โปรแกรมสำเร็จรูป (Package)เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถใช้คอมพิวเตอร์ดำเนินการเกี่ยวกับภาพได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ปัจจุบันมีผู้ผลิต โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านกราฟฟิกส์ออกจำหน่ายเป็นจำนวนมาก
- โปรแกรมที่เรายืนยันขึ้นเอง เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ เช่นเบสิก ฟอรัทราน ปาสคาล และอื่น ๆ โดยเขียนด้วยคำและหลักการของภาษานั้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์ดำเนินการเกี่ยวกับกราฟฟิกส์ตามที่เรต้องการเนื่องจากคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์เป็นงานที่สิ้นเปลืองเวลา ทั้งยังต้องใช้กำลังสมองและกำลังกายเป็นอย่างมากเพราะฉะนั้นเราจึงต้องพิจารณาว่าโปรแกรมกราฟฟิกส์ที่จะนำมาใช้งานควรจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป หรือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นเอง หรือใช้โปรแกรมทั้งสองชนิดร่วมกันแนวทางการตัดสินใจเลือกใช้โปรแกรมกราฟฟิกส์ อาจจะพิจารณาได้จากข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - โปรแกรมสำเร็จรูปสามารถใช้งานได้ทันที โดยเสียเวลาศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โปรแกรมสำเร็จรูปจึงเหมาะกับงานเร่งด่วน และใช้ในการศึกษาของผู้เริ่มต้น

- โปรแกรมสำเร็จรูปแต่ละโปรแกรม มีจุดมุ่งหมายของการใช้งานแตกต่างกัน เช่น บางโปรแกรมเน้นทางการพิมพ์ภาพ บางโปรแกรมเน้นทางการพิมพ์ตัวอักษร ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจเลือกโปรแกรมมาใช้งานจึงต้องทำการศึกษาและอาจจะต้องทดลองใช้โปรแกรมนั้นดูก่อน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สิ้นเปลืองเวลา และถ้าเลือกโปรแกรมไม่เหมาะสมก็จะยิ่งทำให้เสียทั้งเวลาและทรัพย์สินไปโดยเปล่าประโยชน์
- มีความเป็นไปได้สูงมาก ที่โปรแกรมสำเร็จรูปเพียงโปรแกรมเดียว จะสามารถทำงานให้ตรงกับความต้องการของเราได้ครบถ้วน เช่น โปรแกรมจากต่างประเทศใช้สร้างอักษรไทยไม่ได้ สร้างเสียงที่เราต้องการไม่ได้ จึงอาจจำเป็นต้องใช้โปรแกรมร่วมกันครั้งละหลายโปรแกรม กรณีมีปัญหาดังกล่าวนี้ การเขียนโปรแกรมขึ้นเองจึงเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพราะเราสามารถเขียนโปรแกรมให้ทำทุกอย่างได้ตามที่เราต้องการ
- ในระยะยาว การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทำให้สิ้นเปลืองมากกว่า เนื่องจากจะต้องหาซื้อโปรแกรมรุ่นใหม่มาใช้แทนโปรแกรมรุ่นเก่าอยู่เสมอ โปรแกรมที่เปลี่ยนรุ่นใหม่จะมีผลให้ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเร็วกว่าด้วย ต่างกับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเองซึ่งเราสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับความต้องการ และสมยอมด้วยค่าใช้จ่ายต่ำกว่า
- ผู้ผลิตโปรแกรมสำเร็จรูปมีฐานะเป็นผู้ขายหรือผู้รับเงิน ส่วนผู้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมีฐานะเป็นผู้ซื้อหรือผู้จ่ายเงิน ถ้าผู้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปไม่พยายามพัฒนาความรู้ความสามารถก็คงต้องเป็นผู้ซื้อตลอดไป วิธีการที่เหมาะสมสำหรับระยะยาวก็คือผู้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวันนี้ ควรจะพยายามศึกษาและสร้างโปรแกรมขึ้นใช้เองให้ได้ เพื่อให้สามารถพึ่งตนเองได้ในวันข้างหน้า และอาจจะเปลี่ยนเป็นผู้ขายโปรแกรมสำเร็จรูปในอนาคต
- การเขียนโปรแกรมขึ้นใช้เอง ทำให้เราเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ ที่ใช้งานด้านกราฟิกได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลให้เรามีความมั่นใจและภูมิใจในความรู้ความสามารถของตนเอง

องค์ประกอบระบบกราฟฟิกส์มีอะไรบ้าง

เมื่อเราพิมพ์ภาพกราฟฟิกส์ที่สร้างขึ้น มันไม่จำเป็นนักที่จะต้องให้ภาพนั้นปรากฏทันทีบนกระดาษ กราฟฟิกส์แบบนี้ เรียกว่า กราฟฟิกส์แบบสถิต (Static Graphics) แต่ถ้าเป็นการเล่นวิดีโอเกม ถ้าเวลาในการตอบสนองมากกว่า 1/10 วินาที หลังจาก การเคลื่อนที่ของจอystickก็อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับได้ เนื่องจากในการเล่นนี้เราต้องการการตอบสนองแบบทันทีทันใด ภาพกราฟฟิกส์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาแบบนี้จะต้องเปลี่ยนแปลงได้เร็วพอที่ผู้ใช้จะสามารถควบคุมภาพระบบแบบนี้เรียกว่า ระบบกราฟฟิกส์แบบอินเตอร์แอคทีฟ (Interactive Graphics System) สำหรับระบบแบบนี้ต้องการฮาร์ดแวร์ที่พิเศษซึ่งจะจัดการเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับการแสดงภาพและการตอบสนองผู้ใช้ ยิ่งภาพที่มีความซับซ้อนเหมือนจริงมากขึ้นเท่าใด การที่จะทำให้ภาพมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วก็ทำได้ยากยิ่งขึ้นเท่านั้น ระบบกราฟฟิกส์แบบอินเตอร์แอคทีฟโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ คอมพิวเตอร์ จอภาพสำหรับการแสดงภาพ อุปกรณ์รับคำสั่งและข้อมูลจากผู้ใช้ และ อุปกรณ์สำหรับการพิมพ์ภาพ ซึ่งต่อไปจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของส่วนประกอบ แต่ละส่วน

- **จอภาพสำหรับการแสดงภาพ**

จอภาพส่วนมากที่ใช้กันจะเป็นจอภาพชนิดเดียวกันกับจอภาพของโทรทัศน์ ซึ่งเรียกกันว่า CRT (Cathod Ray Tube) แสดงส่วนประกอบสำคัญของ CRT ซึ่งได้แก่ ปืนอิเล็กตรอน (Electron Gun) ซึ่งเมื่อร้อนจะปล่อยประจุลบออกมา ประจุลบเหล่านี้จะวิ่งไปหาประจุบวกซึ่งอยู่ที่จอภาพที่ฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์ ระหว่างที่ประจุลบวิ่งไปนั้นจะต้องผ่านระบบปรับโฟกัส และระบบเบี่ยงเบนประจุซึ่งเป็นตัวบังคับให้ประจุลบวิ่งไปกระทบจอในตำแหน่งที่ต้องการได้ ระบบปรับโฟกัสจะใช้สำหรับลำประจุลบเพื่อเวลาที่ประจุลบกระทบกับจอภาพแล้วจะทำให้เกิด จุดสว่างเล็ก ๆ บนจอภาพ ส่วนระบบเบี่ยงเบนประจุจะประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 ชุด (สำหรับการเบี่ยงเบนในแนวนอนและการเบี่ยงเบนในแนวตั้ง) ใช้สำหรับปรับทิศทางการวิ่งของประจุลบเพื่อให้กระทบที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทุกตำแหน่งของจอภาพได้ เมื่อประจุลบนี้วิ่งกระทบจอภาพ สารฟอสเฟอร์ที่ฉาบอยู่บนจอภาพก็จะเปล่งแสงที่ตาคนมองเห็นได้ออกมา ความเข้มของแสงจะขึ้นอยู่กับจำนวนประจุลบที่วิ่งมาชน ส่วนที่เป็นสีดำบนจอภาพนั้นก็คือส่วนที่ไม่มีประจุลบหรือมีน้อยมากวิ่งไปชน แสงที่เกิดขึ้นบนจอภาพจะคงอยู่ได้ชั่วระยะเวลาเพียงเศษเสี้ยวของวินาทีเท่านั้นดังนั้นเพื่อให้เราสามารถเห็นภาพได้ต่อเนื่อง

โดยไม่เกิดการกระพริบจะต้องมีการยิงประจุลบซ้ำที่เดิมนี้หลายครั้งใน 1 วินาที เราจะเรียก
จอภาพประเภทนี้ว่า รีเฟรชซีอาร์ที (Refresh CRT)

จอภาพประเภท รีเฟรชซีอาร์ที (Refresh CRT) แบ่งออกเป็น 2 แบบ

- แบบแรสเตอร์สแกน (Raster Scan)
- แบบแรนดอมเวกเตอร์ (Random Vector)

ถึงแม้จะมีการใช้งานจอภาพทั้งสองแบบแต่โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้จอภาพแบบแรสเตอร์
สแกนมากกว่า เนื่องจากเป็นจอภาพที่เราสามารถจัดการเกี่ยวกับการให้สีและแสงเงาได้ง่ายกว่าจอภาพ
แบบแรนดอมเวกเตอร์สำหรับจอภาพสีก็ใช้หลอดภาพ CRT เช่นกัน แต่มีส่วนประกอบเพิ่มเติม
กล่าวคือ จะมีปืนอิเล็กตรอน 3 ชุด สำหรับแม่สีแสงคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน บนจอภาพจะฉาบ
ด้วยสารฟอสเฟอร์สามสีต่อหนึ่งจุด ซึ่งจัดวางเป็นรูปสามเหลี่ยม และจะมีระบบควบคุมอื่น ๆ เพื่อ
จัดการให้จอภาพสามารถแสดงสีต่าง ๆ ได้ตามต้องการจอภาพแบบแรสเตอร์สแกน จอภาพที่ใช้กับ
ไมโครคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะเป็น จอภาพแบบแรสเตอร์สแกน ซึ่งแบ่งจอภาพออกเป็นจุดเล็ก ๆ
จำนวนมาก จุดเหล่านี้จะเป็นส่วนประกอบของภาพที่เล็กเรียกว่า พิกเซล (Pixels หรือ Picture
Element) จุดเหล่านี้จะจัดเรียงกันเป็นแบบตะแกรง โดยที่จุดตัดของเส้นตามแนวนอนกับเส้นตาม
แนวดิ่งก็คือหนึ่งจุดนั่นเอง เส้นตามแนวนอนจะเรียกว่า เส้นแรสเตอร์สแกน (Raster Scan Lines)
ดังนั้นจอภาพแบบนี้จึงเรียกว่าจอภาพแบบแรสเตอร์สแกนด้วยคุณภาพของจอภาพแบบแรสเตอร์
สแกนอธิบายได้โดยความละเอียดของจอภาพ (Resolution) ซึ่งก็คือจำนวนพิกเซลในหนึ่งเส้นสแกน
(Scan Lines) กับจำนวนเส้นสแกนที่มีบนจอภาพทั้งหมด ยิ่งความละเอียดของจอภาพมีมากเท่าใดก็ยิ่ง
แสดงภาพได้ละเอียดมากขึ้นเท่านั้นสำหรับจอภาพที่มีความละเอียดต่ำ (Low-Resolution) จะมีเส้น
สแกนประมาณ 300 เส้น แต่ละเส้นสแกนจะมีพิกเซลประมาณ 400 พิกเซล ส่วนจอภาพที่มีความ
ละเอียดสูง (High-Resolution) จะมีเส้นสแกนอย่างต่ำ 1,000 เส้น และแต่ละเส้นจะมีพิกเซลมากกว่า
1,000 พิกเซล การยิงประจุลบไปยังจอภาพเพื่อให้เกิดเป็นจุดสว่างนั้นจะมีรูปแบบการทำงานที่
แน่นอน คือจุดสว่างจะเริ่มเกิดที่มุมบนซ้ายของจอภาพก่อนเพราะจะมีการยิงประจุลบที่ตำแหน่งนี้เป็น
ตำแหน่งเริ่มต้นเสมอ จากนั้นก็จะยิงประจุลบไปตามแนวของเส้นสแกนจากซ้ายไปขวาจนกระทั่งถึง
จุดขวาสุด และจำทำเช่นนี้ไปจนกว่าจะถึงจุดที่อยู่ตำแหน่งมุมล่างขวาของจอภาพ ซึ่งอยู่บนเส้น
สแกนเส้นสุดท้ายแล้วก็กลับไปเริ่ม กระบวนการยิงประจุลบใหม่ตามรูปเดิม ซึ่งจะกระทำเช่นนี้
หลายครั้งใน 1 วินาทีจำนวนครั้งที่มีการยิงประจุลบได้ครบรอบดังกล่าวมาแล้วในช่วงเวลา 1 วินาที
จะเรียกว่า อัตรา รีเฟรช (Refresh Rate) สำหรับส่วนกลับของอัตรารีเฟรช ซึ่งก็คือเวลาที่ใช้ในการ
แสดงภาพหนึ่งจอภาพจะเรียกว่า เวลาเฟรม (Frame Time)

ถึงแม้ว่าพิกเซลที่เกิดขึ้นจะมีการจางหายไปตลอดเวลา แต่คนเราไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ เนื่องจาก อัตรารีเฟรชมีค่ามากเพียงพอจึงทำให้คนเราเห็นภาพได้อย่างต่อเนื่อง ระบบจอภาพที่มีราคาไม่แพงนั้นมักจะมีอัตรารีเฟรชเท่ากับ 30 ครั้งต่อวินาที สำหรับรูปแบบการทำงานเพื่อสร้างเส้นสแกนนั้นจะไม่ทำตามลำดับเส้นที่ 1, เส้นที่ 2... ดังคำอธิบายข้างต้น เพราะว่าถ้าทำเช่นนั้นจะทำให้จอภาพเกิดการกระพริบเนื่องจากอัตรารีเฟรชต่ำ เส้นสแกนช่วงบนของจอภาพกำลังจะจางหายไป การมาสร้างเส้นสแกนทับเส้นเดิมก็เข้าไปเล็กน้อย ทำให้เรารู้สึกว่าภาพหายและจะทำให้เราเห็นว่าจอภาพกะพริบ การแก้ปัญหาทำได้โดย การเปลี่ยนรูปแบบการสร้างเส้นสแกนไปเล็กน้อย กล่าวคือ แทนที่จะสร้างทีละเส้นตามลำดับก็ให้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกให้สร้างเส้นสแกนที่เป็นเลขคี่คือเส้นที่ 1, เส้นที่ 3, เส้นที่ 5... ก่อนแล้วค่อยมาสร้างเส้นสแกนที่เป็นเลขคู่ก็ยังคงอยู่ ทำให้เรารู้สึกว่าภาพยังไม่ได้จางหายไปนั่นคือไม่เกิดการกระพริบ สำหรับบนจอภาพที่มีราคาแพงขึ้น คุณภาพดีขึ้นจะไม่ใช้วิธีนี้ แต่จะมีอัตรารีเฟรชสูงขึ้น เช่น 60 ครั้ง ต่อวินาที เป็นต้นในการแสดงภาพหนึ่งภาพจะต้องมีพิกเซลบางจุดที่ต้องสว่างและบางจุดต้องมีมืด การที่จะจัดการให้เกิดภาพตามที่ต้องการได้นั้นมี ส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่ใช้ในการจัดการนี้ คือ เฟรมบัฟเฟอร์ (Frame Buffer) ตัวควบคุมการแสดงภาพ (Display Controller) และวิธีการแปลงภาพให้เป็นตำแหน่งของพิกเซลที่เหมาะสมในเฟรมบัฟเฟอร์(Scan Conversion Algorithms)

เฟรมบัฟเฟอร์

พิกเซลหรือจุดแต่ละจุดที่ปรากฏอยู่บนจอภาพจะสอดคล้องกับค่าบิต (Bit) ที่อยู่ในหน่วยความจำ ส่วนหนึ่ง ซึ่งเราเรียกหน่วยความจำส่วนนี้ว่า เฟรมบัฟเฟอร์ หรือบิตแมป (Bit Map) บิตเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในลักษณะตารางหน่วยความจำที่ใช้เป็นเฟรมบัฟเฟอร์ในระบบกราฟิกปัจจุบันมักจะแยกออกจากหน่วยความจำหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะทำให้สามารถแสดงภาพออกทางจอภาพได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น จำนวนแถวของบัฟเฟอร์จะเท่ากับจำนวนเส้นแรสเตอร์ที่จอภาพแสดงได้ และจำนวนหลักของเฟรมบัฟเฟอร์จะเท่ากับจำนวนพิกเซลที่มีได้ในเส้นแรสเตอร์แต่ละเส้น การบอกขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เป็นเฟรมบัฟเฟอร์ อาจจะบอกในรูปของจำนวนพิกเซลที่สามารถแสดงบนจอภาพ หรืออาจจะบอกใน รูปจำนวนพิกเซลในหลักคูณจำนวนพิกเซลในแถวก็ได้ เมื่อมีการใส่บิต 1 ลงในเฟรมบัฟเฟอร์ตรงตำแหน่งใดก็ตาม จะเกิดเป็นจุดสว่างบนจอภาพตรงตำแหน่งที่สอดคล้องกับเฟรมบัฟเฟอร์ แต่ละตำแหน่งพิกเซลบนจอภาพและตำแหน่งในหน่วยความจำที่สอดคล้องกันในเฟรมบัฟเฟอร์จะถูกอ้างถึงได้โดยใช้คู่ลำดับ (X , Y) โดยที่ X จะแทนค่าตำแหน่งของหลัก ส่วน Y จะแทนตำแหน่งของแถว จุด (0,0) ของระบบพิกัดนี้จะอยู่ที่มุมบนซ้ายของจอภาพ ข้อมูลในเฟรมบัฟเฟอร์ซึ่งใช้แทนพิกเซลแต่ละจุดนั้นจะประกอบด้วยบิตจำนวนหนึ่ง

สำหรับจอภาพขาวดำซึ่งมีความเข้มเพียง 2 ระดับ ข้อมูลในเฟรมบัฟเฟอร์จะมีเพียง 1 บิต (1 Bit-Plane-Frame Buffer) ก็พอ ซึ่งต่างกับจอภาพแบบสีหรือภาพแบบขาวดำ ที่มีความเข้มหลายระดับข้อมูล สำหรับ 1 พิกเซล จะต้องมากกว่า 1 บิต เช่น ถ้าเฟรมบัฟเฟอร์ที่ใช้ 3 บิต นั่นคือ ใน 1 พิกเซลจะมีค่าใช้แทนพิกเซลนี้ได้ 8 ค่า (2³) ซึ่งแต่ละค่าจะแทนความเข้ม 1 ระดับ รวมทั้งหมดก็แทนได้ 8 ระดับ จากระดับ 0 ถึงระดับ 23-1-7 สำหรับโทรทัศน์ขาวดำ ถ้าใช้ข้อมูล 8 บิต สำหรับ 1 พิกเซลก็จะสามารถแสดงระดับความเข้มได้ถึง 28 หรือ 256 ระดับและสำหรับระบบจอภาพที่ต้องการข้อมูล 24 บิต (24-Bit-Plane Frame Buffer) โดยที่จะใช้ 8 บิตสำหรับแต่ละแม่สีคือ แดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งตามทฤษฎีสรางสีได้ถึง 224 ซึ่งเท่ากับ 16,777,216 สี สำหรับจอภาพที่มีความละเอียด 512x512 พร้อมทั้งมีสีได้ครบเต็มที่ จะต้องใช้หน่วยความจำถึง $512 \times 512 \times 24 = 6,291,456$ บิต ซึ่งหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ราคาต่ำๆ ไม่สามารถมีหน่วยความจำขนาดนี้ได้ ดังนั้นข้อมูลต่อ 1 พิกเซล ซึ่งมีแค่เพียง 1 ถึง 4 บิตเท่านั้น

ตัวควบคุมการแสดงผลภาพ

ส่วนที่ 2 ของหน่วยการแสดงผลภาพคือ ตัวควบคุมการแสดงผลภาพฮาร์ดแวร์ส่วนนี้จะอ่านค่าที่อยู่ในเฟรมบัฟเฟอร์ไปไว้ในวิดีโอบัฟเฟอร์ (Video Buffer) ซึ่งจะเปลี่ยนค่าบิตเหล่านี้ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลภาพบนจอภาพตัวอย่างเช่น ถ้าตัวควบคุมการแสดงผลภาพพบค่าบิต 1 ในเฟรมบัฟเฟอร์ที่มีข้อมูล 1 บิตต่อพิกเซล ก็จะเกิดการส่งสัญญาณแรงดันสูงไปที่ CRT ซึ่งจะจัดการให้เกิดจุดสว่างบนจอภาพในตำแหน่งที่สอดคล้องกับข้อมูลที่อยู่ในบัฟเฟอร์นั่นเอง

วิธีการแปลงภาพให้เป็นตำแหน่งของพิกเซล

ที่เหมาะสมในเฟรมบัฟเฟอร์ ส่วนนี้เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ในการเปลี่ยนคำสั่ง หรือสมการทางกราฟฟิกส์ให้เป็นค่าที่เหมาะสมซึ่งสามารถใช้แทนภาพที่ได้จากสมการหรือคำสั่งนั้นได้แล้วเก็บลงเฟรมบัฟเฟอร์ สำหรับระบบกราฟฟิกส์แบบแรสเตอร์สแกนที่มีคุณภาพสูงจะมีการโปรเซสเซอร์จัดการการแสดงผลภาพโดยเฉพาะส่วนระบบกราฟฟิกส์ที่เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ราคาไม่แพงนัก จะใช้ CPU ของเครื่องกับโปรแกรมสำหรับจัดการงานต่าง ๆ ซึ่งทำให้การทำงานทำได้ช้ากว่ามาก หากที่จะทำให้ระบบกราฟฟิกส์เป็นแบบอินเตอร์แอคทีฟได้ เนื่องจากในการเปลี่ยนแปลงภาพไปเพียงเล็กน้อยจะต้องมีการคำนวณมากมายตามมาเสมอ

อุปกรณ์รับคำสั่งและข้อมูลจากผู้ใช้

ผู้ใช้ระบบอินเทอร์แอกทีฟกราฟิกสามารถติดต่อกับโปรแกรมกราฟิกส์ได้โดยอาศัยอุปกรณ์รับข้อมูล ในตอนนี้เราจะกล่าวถึงอุปกรณ์รับข้อมูลชนิดที่มีการใช้งานทั่วไปในระบบกราฟิกส์อุปกรณ์รับข้อมูลที่เราจะรู้จักกันดีและมีใช้ในระบบกราฟิกส์เสมอก็คือ แป้นพิมพ์ (Keyboard) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับทั้งโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปในคอมพิวเตอร์ และรหัสแต่ละตัวสามารถใช้แทนการทำงานอย่างหนึ่งในโปรแกรมกราฟิกส์ได้ อุปกรณ์รับข้อมูลอีกชนิดหนึ่งซึ่งปัจจุบันมีการใช้กันมากพอ ๆ กับการใช้แป้นพิมพ์ก็คือ เมาส์(Mouse) เมาส์เป็นอุปกรณ์สำหรับการกำหนดตำแหน่งภาพและเลือกภาพที่ต้องการ ซึ่งปรากฏอยู่บนจอภาพของคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกและแม่นยำ การทำงานของเมาส์จะเป็นดังบนจอภาพจะมีสัญลักษณ์อย่างใดอย่างหนึ่งสำหรับเป็นตัวชี้ เช่น รูปลูกศร หรือรูปเครื่องหมายบวก ตัวชี้นี้จะเคลื่อนที่ไปบนจอภาพได้ตามการเคลื่อนที่ของเมาส์ก็คือการส่งข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเองยังมีอุปกรณ์รับข้อมูลชนิดอื่น ๆ ซึ่งเราไม่ค่อยจะได้เห็นมากนักแต่ก็ยังมีการใช้งานกันในระบบกราฟิกส์รุ่นเก่า ๆ หรือไม่ก็ใช้ในงานเฉพาะอย่าง เช่น แพดเดิล (Paddle) จอยสติ๊ก (Joystick) ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ในการเล่นเกมนคอมพิวเตอร์ ปากกาแสง (Light Pen) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลสมัยแรก ๆ ของระบบกราฟิกส์ ดิจิไตเซอร์ (Digitizer) เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างแพงจึงไม่นิยมนำมาใช้งานทั่วไป ดิจิไตเซอร์จะประกอบด้วยแผ่นรองสำหรับการวาด และอุปกรณ์ประเภทเมาส์ ซึ่งอาจมีรูปร่างเหมือนเมาส์หรือปากกาก็ได้ แผ่นรองจะมีพิคคัลคล้ายกับพิคคัลบนจอภาพดังนั้น เมื่อเราใช้ปากกาของดิจิไตเซอร์ (Stylus) วาดลงบนแผ่นรองก็จะเกิดเป็นภาพปรากฏบนจอภาพได้เหมือนกับภาพที่เราร่างบนแผ่นรองงานที่เหมาะสมกับการใช้ดิจิไตเซอร์ ได้แก่ งานทำแผนที่คอมพิวเตอร์ (GIS) และงานทางด้าน CAD เป็นต้น

อุปกรณ์สำหรับการพิมพ์ภาพ

ในระบบกราฟิกจะมีการใช้อุปกรณ์การแสดงผล 2 แบบ คือ เครื่องพิมพ์ (Printer) กับเครื่องวาด (Plotter) ซึ่งมีลักษณะการทำงานแตกต่างกันเครื่องพิมพ์ที่ใช้กันในปัจจุบันมีหลายชนิดได้แก่ เครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot-Matrix Printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีราคาถูกมาก ภาพที่ได้จากการพิมพ์จึงมีคุณภาพต่ำจนถึงปานกลาง ความละเอียดในการพิมพ์อยู่ในช่วง 10-120 จุดต่อนิ้ว ปัจจุบันคุณภาพในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ชนิดนี้ได้สูงขึ้นมากกว่าเดิมแต่ราคาก็เพิ่มสูงมากขึ้น เช่นกันเครื่องพิมพ์อีกชนิดหนึ่งซึ่งคุณภาพของภาพที่พิมพ์ได้มีคุณภาพดีคือเครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึก (Ink-Jet Printer) เครื่องพิมพ์แบบนี้มีความสามารถในการพิมพ์ภาพสีและภาพที่มีแสงเงาได้เป็นอย่างดี ความละเอียดจะเป็น 200 จุดต่อนิ้ว ขึ้นไปนอกจากนี้ ยังมีเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser Printer) ซึ่งใช้หลักการเดียวกันกับเครื่องถ่ายภาพเอกสาร จะ

ให้ภาพที่มีคุณภาพดีมาก ราคาของอุปกรณ์ชนิดนี้จึงจะสูงตามไปด้วย หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์จะเหมาะกับการพิมพ์ภาพที่เป็นแบบแรสเตอร์สแกนมากกว่าแบบแรนดอมเวกเตอร์ เนื่องจากการพิมพ์จะพิมพ์ในลักษณะลอกภาพบนจอภาพลงบนกระดาษที่ละเส้นสแกนส่วนภาพที่เป็นแบบแรนดอมเวกเตอร์ อุปกรณ์การแสดงผลที่เหมาะสมก็คือเครื่องวาดเครื่องวาดที่มีใช้ในระบบกราฟฟิกส์มีหลายชนิด การแบ่งชนิดจะแบ่งตามลักษณะการทำงาน เช่น เครื่องวาดแบบระนาบ (Flatbed Plotter) การบังคับปากกาของเครื่องวาดจะต้องใช้ 2 แนวคือ แกนกว้างและแกนยาว กระดาษจะวางบนแท่นแล้วลากปากกาไปบนกระดาษ อีกชนิดเรียกว่า เครื่องวาดแบบทรงกระบอก (Drum Plotter) กระดาษจะถูกม้วนอยู่ในแกนหมุนแล้วเคลื่อนที่ เพื่อให้ปากกาลากเส้นได้ถูกตำแหน่ง ส่วนปากกาก็จะเคลื่อนที่ในแกนเดียวกันเท่านั้น เครื่องวาดสามารถให้ผลภาพเส้นที่มีสีได้เป็นอย่างดีและมีคุณภาพของเส้นสูงแต่ภาพที่มีการระบายสีและแสงเงาจะทำได้ไม่ดีนัก เนื่องจากจะช้าและเปลืองหมึกพิมพ์มาก ดังนั้นอุปกรณ์แบบนี้จึงเหมาะกับการแสดงผลภาพที่เป็นแบบแรนดอมเวกเตอร์

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์กราฟิก

- ได้มีการนำคอมพิวเตอร์กราฟิกมาใช้ในงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น
 - ใช้แสดงผลงานด้วยภาพแทนการแสดงด้วยข้อความ ซึ่งช่วยให้เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจมากกว่าหลายหน่วยงานเลือกใช้วิธีนี้สำหรับแนะนำหน่วยงาน เสนอโครงการและแสดงผลงาน
 - ใช้แสดงแผนที่ แผนที่ และภาพของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งภาพเหล่านี้ไม่สามารถแสดงในลักษณะอื่นได้ นอกจากการแสดงด้วยภาพเท่านั้น
 - ใช้ในการออกแบบทางด้านต่าง ๆ เช่น ออกแบบบ้าน รถยนต์ เครื่องจักร เครื่องแต่งกาย การแต่งหน้า และเครื่องมือเครื่องใช้อื่น ๆ ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็วสวยงามและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะงานออกแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดเพื่อเปรียบเทียบแบบที่เหมาะสมที่สุด การใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกจะช่วยให้เกิดความสะดวกและทำได้เร็วมาก
 - ได้มีการนำคอมพิวเตอร์กราฟิกมาช่วยทางการเรียนการสอน โดยเฉพาะในวิชาที่ต้องใช้ภาพ แผนที่ หรือแผนที่ประกอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถแสดงภาพส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องยนต์ หรือเครื่องมือที่มีความซับซ้อนให้เห็นได้ง่ายขึ้น
 - คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ถูกนำมาใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบว่า ถ้าสถานการณ์ เป็นอย่างนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้น เช่น ผู้ผลิตรถยนต์ใช้ทดสอบว่าถ้ารถยนต์รุ่นนี้พุ่งเข้าชนกำแพง

ด้วยความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเกิดความเสียหายที่บริเวณไหน ผู้โดยสารจะเป็นอย่างไร การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์กราฟฟิกช่วยให้ทราบผลได้รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายและไม่ทำให้เกิดอันตราย

- คอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามารถนำมาสร้างภาพนิ่ง ภาพสไลด์ ภาพยนตร์ และรายการวิดีโอ ได้มีภาพยนตร์แนววิทยาศาสตร์หลายเรื่องใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกสร้างฉากและตัวละคร ซึ่งทำให้ดูสมจริงได้ดีกว่าการสร้างด้วยวิธีอื่น
- คอมพิวเตอร์กราฟฟิกที่มีผู้รู้จักและนิยมใช้กันมากคงจะได้แก่ เกมส์คอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันนี้คงมีคนจำนวนน้อยเท่านั้นที่ไม่เคยเห็นหรือรู้จักเกมส์คอมพิวเตอร์ ส่วนประกอบหนึ่งที่ทำให้เกมส์สนุกและน่าสนใจก็คือ ภาพของฉากและตัวละครในเกมส์ซึ่งสร้างโดยคอมพิวเตอร์กราฟฟิก

คอมพิวเตอร์กราฟฟิกกับการประยุกต์ใช้ในงาน

- **คอมพิวเตอร์กราฟฟิกกับการออกแบบ**

คอมพิวเตอร์กราฟฟิกได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบมาเป็นเวลานาน เราคงจะเคยได้ยินคำว่า CAD (Computer-Aided Design) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับช่วยในการออกแบบทางวิศวกรรม โปรแกรมเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ออกแบบหรือวิศวกรออกแบบงานต่าง ๆ ได้สะดวกขึ้น กล่าวคือ ผู้ออกแบบสามารถเขียนเป็นแบบลายเส้นลงสี แสงเงา เพื่อให้ดูคล้ายกับของจริงได้นอกจากนี้แล้วเมื่อผู้ออกแบบกำหนดขนาดของวัตถุลงในระบบ CAD แล้วผู้ออกแบบยังสามารถย่อหรือขยายภาพนั้น หรือ ต้องการหมุนภาพไปในมุมต่างๆได้ด้วย การแก้ไขแบบก็ทำได้ง่ายและสะดวกกว่าการออกแบบบนกระดาษทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์กราฟิกถูกนำมาใช้ในการออกแบบวงจรต่าง ๆ ผู้ออกแบบสามารถแก้ไข ตัดต่อ เพิ่มเติมวงจรได้โดยสะดวก นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมสำหรับออกแบบ PCB (Printed Circuit Board) ซึ่งมีความสามารถจัดการให้แผ่นปริ้นต์มีขนาดที่จะวางอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ได้เหมาะสมที่สุดการออกแบบพาหนะต่าง ๆ เช่น รถยนต์ เครื่องบิน หรือเครื่องจักรต่าง ๆ ในปัจจุบันก็ใช้ระบบ CAD นักออกแบบสามารถจะออกแบบส่วนย่อย ๆ แต่ละส่วนก่อน แล้วนำมาประกอบกันเป็นส่วนใหญ่ขึ้นจนเป็นเครื่องจักรเครื่องยนต์ที่ต้องการได้ นอกจากนี้ในบางระบบยังสามารถที่จะทดสอบแบบจำลองที่ออกแบบไว้ได้ด้วย เช่น อาจจะทำแบบรถยนต์แล้วนำโครงสร้างของรถที่ออกแบบนั้นมาจำลองการวิ่ง โดยให้วิ่งด้วยความเร็วต่าง ๆ กันแล้วตรวจสอบผลที่ได้ ซึ่งการทดลองแบบนี้สามารถทำได้ในระบบ

คอมพิวเตอร์และจะประหยัดกว่าการสร้างจริง ๆ แล้วนำออกมาศึกษาทดสอบการวิ่ง การออกแบบโครงสร้าง เช่น ตึก บ้าน สะพาน หรือ โครงสร้างใด ๆ ทางวิศวกรรมโยธาและสถาปัตยกรรม ก็สามารถทำได้โดยใช้ CAD ช่วยในการออกแบบ หลังจากสถาปนิกออกแบบโครงสร้างในแบบ 2 มิติ เสร็จแล้ว ระบบ CAD สามารถจัดการให้เป็นภาพ 3 มิติ และยังสามารถแสดงภาพที่มุมมอง ต่างๆกัน ได้ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ นอกจากนี้ในบางระบบสามารถแสดงภาพให้ปรากฏต่อผู้ออกแบบราวกับว่าผู้ออกแบบสามารถเดินเข้าไปภายในอาคารที่ออกแบบได้ด้วย

- **กราฟและแผนภาพ**

คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ถูกนำมาใช้ในการแสดงภาพกราฟและแผนภาพของข้อมูลได้เป็นอย่างดี โปรแกรมทางกราฟิกส์ทั่วไปในท้องตลาดจะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพกราฟและแผนภาพโปรแกรมเหล่านี้ยังสามารถสร้างกราฟได้หลายแบบ เช่น กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม นอกจากนี้ยังสามารถแสดงภาพกราฟได้ทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ทำให้ภาพกราฟที่ได้ดูดีและน่าสนใจกราฟและแผนภาพทางธุรกิจ เช่น กราฟหรือแผนภาพแสดงการเงินสถิติและข้อมูลทางเศรษฐกิจ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารหรือผู้จัดการกิจการมาก เนื่องจากสามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเดิม ในงานวิจัยต่าง ๆ เช่น การศึกษาทางฟิสิกส์ กราฟและแผนภาพมีส่วนช่วยให้นักวิจัยทำความเข้าใจกับข้อมูลได้ง่ายขึ้นเมื่อข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์มีจำนวนมาก ระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือ GIS (Geographical Information System) ก็เป็นรูปแบบหนึ่งของการแสดงข้อมูลในทำนองเดียวกับกราฟและแผนภาพ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกเก็บลงในระบบคอมพิวเตอร์ แล้วให้ระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกจัดการแสดงข้อมูลเหล่านั้นออกมาทางจอภาพในรูปแบบของแผนที่ทางภูมิศาสตร์

- **ภาพศิลปะโดยคอมพิวเตอร์กราฟิกส์**

การวาดภาพในปัจจุบันนี้ใครๆก็สามารถวาดได้แล้ว โดยไม่ต้องใช้พู่กันกับจานสี แต่จะใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกส์แทน ภาพที่วาดในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกส์นี้เราสามารถกำหนดสี แสงเงา รูป แบบลายเส้นที่ต้องการได้โดยง่าย ภาพโฆษณาทางโทรทัศน์หลายชิ้นก็เป็นงานจากการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์วาดภาพก็คือ เราสามารถแก้ไขเพิ่มเติมส่วนที่ต้องการได้ง่าย นอกจากนี้เรายังสามารถนำภาพต่าง ๆ เก็บในระบบคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ (SCANNER) แล้วนำภาพเหล่านั้นมาแก้ไข

- **ภาพเคลื่อนไหวโดยใช้คอมพิวเตอร์**

ภาพยนตร์การ์ตูนและภาพยนตร์ประเภทนิยายวิทยาศาสตร์หรือภาพยนตร์ที่ใช้เทคนิคพิเศษต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์กราฟิกเข้ามาช่วยในการออกแบบและสร้างภาพเคลื่อนไหว (Computer Animation) มากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้ภาพที่ได้ยังดูสมจริงมากขึ้น เช่น ภาพยานอวกาศที่ปรากฏในภาพยนตร์ประเภทนิยายวิทยาศาสตร์ เป็นต้น การใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ช่วยให้ภาพที่อยู่ในจินตนาการของมนุษย์สามารถนำออกมาทำให้ปรากฏเป็นจริงได้ ภาพเคลื่อนไหวมีประโยชน์มากทั้งในระบบการศึกษา การอบรม การวิจัยและการจำลองการทำงาน เช่น จำลองการขับรถ การขับเครื่องบิน เป็นต้น เกมคอมพิวเตอร์หรือวิดีโอเกมก็ใช้หลักการทำภาพเคลื่อนไหวในคอมพิวเตอร์ กราฟิกส์เช่นกัน

- **อิมเมจโปรเซสซิงก์**

คำว่าอิมเมจโปรเซสซิงก์ (Image Processing) หมายถึง การแสดงภาพที่เกิดจากการถ่ายรูปหรือจากการสแกนภาพให้ปรากฏบนจอภาพคอมพิวเตอร์ วิธีการทางอิมเมจโปรเซสซิงก์จะต่างกับวิธีการของคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ กล่าวคือ ในระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดรูปแบบของสีและแสงเงาที่มีอยู่แล้วในภาพให้เป็นข้อมูลทางดิจิทัล แล้วอาจจะมีการทำให้ภาพที่รับเข้ามานั้นมีความชัดเจนมากขึ้นก่อน จากนั้นก็จัดการกับข้อมูลดิจิทัลนี้ให้เป็นภาพส่งออกไปที่จอภาพของคอมพิวเตอร์อีกที วิธีการนี้มีประโยชน์ในการแสดงภาพของวัตถุที่เราไม่สามารถจะเห็นได้โดยตรง เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพจากที่วิสแกนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เป็นต้น เมื่อภาพถ่ายถูกทำให้เป็นข้อมูลดิจิทัลแล้ว เราก็สามารถจะจัดการแก้ไขเปลี่ยนแปลงภาพนั้นโดยจัดการกับข้อมูลดิจิทัลของภาพนั่นเอง ซึ่งเราก็จะใช้หลักการของคอมพิวเตอร์กราฟิกส์มาใช้กับข้อมูลเหล่านี้ได้ เช่น ในภาพสำหรับการโฆษณา เราสามารถทำให้ภาพที่เห็นเหมือนภาพถ่ายนั้นแปลกออกไปจากเดิม ได้โดยมีภาพบางอย่างเพิ่มเข้าไปหรือบางส่วนของภาพนั้นหายไป ทำให้เกิดภาพที่ไม่น่าจะเป็นจริงแต่ดูเหมือนกับเกิดขึ้นจริงได้ เป็นต้น เทคนิคของอิมเมจโปรเซสซิงก์สามารถประยุกต์ใช้การแพทย์ได้ เช่น เครื่องเอกซเรย์ โทโมกราฟฟี (X-Ray Tomography) ซึ่งใช้สำหรับแสดงภาพตัดขวางของระบบร่างกายมนุษย์ เป็นต้น จากที่กล่าวมาแล้วเราจะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์กราฟิกนั้นนับวันยังมีความสำคัญในสาขาวิชาต่าง ๆ มากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการดีที่เราควรจะมีความรู้ความเข้าใจในหลักการและเทคนิคเบื้องต้นต่าง ๆ ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์กราฟิกส์

- ภาพยนตร์กับคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์

ความสำเร็จในการพัฒนาการแสดงผลเป็นภาพสี ในช่วงปลายทศวรรษที่ 70 ทำให้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์กลายเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการพัฒนาสื่อประเภทอื่น โดยเฉพาะการสร้างเป็นภาพยนตร์รวมทั้งนำมาใช้สร้างเทคนิคพิเศษ (Special Effect) ในระยะแรก ๆ ภาพเคลื่อนไหวคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ถูกนำมาใช้กับโครงการอวกาศ ก่อน เช่น โครงการวอยเอจเจอร์ (Voyager) ขององค์การบริหารการบินและอวกาศหรือนาซ่า สหรัฐอเมริกา ในปลายทศวรรษที่ 70 ภาพเคลื่อนไหวของโครงการนี้ได้จุดประกายความคิดในการนำคอมพิวเตอร์ กราฟฟิกส์มาใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อแสดงให้เห็นการเดินทางของยานวอยเอจเจอร์ที่โคจรผ่านดาวเสาร์และดาวพฤหัสบดีในระยะใกล้ด้วยความเร็วสูงโดยใช้เวลาจริง 20 ชั่วโมง แต่ภาพที่ปรากฏออกมาในเบื้องต้นไม่เหมาะสมแก่การเผยแพร่หนัก เนื่องจากตำแหน่งที่วอยเอจเจอร์บันทึกภาพอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มาก และเมื่อวอยเอจเจอร์โคจรผ่านดาวเสาร์ไปทำให้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ไปปรากฏอยู่ด้านหลังดาวเคราะห์ ภาพดาวเสาร์จึงแสดงให้เห็นเงามืดเสียเป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากสัญญาณที่วอยเอจเจอร์ส่งกลับมายังโลกเป็นข้อมูลดิจิทัล ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาปรับแต่งสีให้เหมาะสมกับการนำเสนอทางโทรทัศน์ จึงทำให้ได้ภาพที่สวยงามและชัดเจนยิ่งขึ้น ต่อมาความสำเร็จจากภาพยนตร์เรื่องสตาร์วอร์ (Star War) ในปี ค.ศ. 1979 ซึ่งมีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้สร้างเทคนิคพิเศษหลายด้าน โดยเฉพาะเทคนิคควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สร้างภาพยนตร์เล็งเห็นความสำคัญของการนำคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์มาใช้ ในปี ค.ศ. 1984 บริษัท พิกซาร์ สหรัฐอเมริกา โดย John Lasseter ผู้เป็นทั้งศิลปิน นักโปรแกรมและนักวิจัยคอมพิวเตอร์ ได้ผสมผสานศาสตร์ทางศิลปะและวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยสร้างภาพยนตร์เรื่องสั้นคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ที่นำออกฉายเรื่องแรกชื่อ Luxo Jr. โดยตัวละครเป็นโคมไฟตั้งโต๊ะในบทรอบของแม่และลูก ต่อมาบริษัทพิกซาร์ ได้เสนอภาพยนตร์คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์อีกสองเรื่องคือ Red's Dream และ Tim Toy ตัวเอกในเรื่องเป็นของเล่นไกลานนักดนตรี ทำจากสังกะสี ชื่อ Tinny ภาพยนตร์เรื่องนี้ได้รับรางวัลออสการ์ในสาขาเทคนิคพิเศษการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ ในปี ค.ศ. 1986 อย่างไรก็ตามภาพยนตร์คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ ที่ผ่านมายังคงถูกสร้างภาพยนตร์คอมพิวเตอร์สั้น ๆ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1991 บริษัทพิกซาร์และวอลดิสนีย์ได้ร่วมกันสร้างภาพยนตร์คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์เรื่องยาวเป็นครั้งแรก คือ ทอยสตอรี (Toy Story) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์มาเป็นเครื่องมือสำคัญในการใช้สร้างภาพยนตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก ซึ่งภายหลังได้มีการผลิตภาพยนตร์คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ออกมาอีกหลายเรื่อง

- คอมพิวเตอร์กราฟิกกับเทคนิคพิเศษในภาพยนตร์

ถึงแม้ว่าภาพยนตร์คอมพิวเตอร์กราฟิก จากโครงการวอยเอเจอร์จะปรากฏแก่สายตาของผู้ชมในปลายทศวรรษที่ 70 ไปแล้วแต่คอมพิวเตอร์กราฟิกก็ยังไม่นิยมนำมาสร้างเทคนิคพิเศษในภาพยนตร์นัก นอกจากการใช้เป็นเครื่องมือในการตกแต่ง ตัดต่อภาพยนตร์และควบคุมการเคลื่อนกล้อง (Motion Control) ด้วยวิธีนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ควบคุมอุปกรณ์วัดตำแหน่งเพลลาและการหมุนของมอเตอร์ที่ติดตั้งบนแท่นกล้อง ทำให้สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวกล้องภาพยนตร์ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและเสถียรเป็นธรรมชาติภาพที่บันทึกการเคลื่อนไหวที่เกิดจากหุ่นจำลองในทิศทางต่าง ๆ จึงแลดูสมจริงกว่าภาพยนตร์ที่ผ่านมามากคอมพิวเตอร์กราฟิกก็ถูกนำมาใช้สร้างภาพเทคนิคในภาพยนตร์ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 1979 เมื่อบริษัททวอลท์ดีสนีย์ ได้เสนอภาพยนตร์เรื่อง ตรอน (Tron) ซึ่งเป็นเรื่องเป็นราวการผจญภัยของเด็กหนุ่มสาว 2 คน ที่ถูกส่งเข้าไปภายในระบบคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าภาพยนตร์เรื่องนี้จะไม่ได้ประสบความสำเร็จเท่ากับสตาร์วอร์แต่เทคนิคพิเศษ ในภาพยนตร์เรื่องตรอน ก็เป็นจุดเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของการนำคอมพิวเตอร์กราฟิกมาใช้สร้างเทคนิคพิเศษ ที่ทดแทนวิธีการแบบเก่าในอุตสาหกรรมภาพยนตร์ในปี ค.ศ. 1982 บริษัทพาราเมาส์ พิกเจอร์ร่วมกับบริษัทลูคัสฟิล์มได้นำเสนอภาพยนตร์เรื่องสตาร์ทрек 2 (Star Trek II) ในภาพยนตร์เรื่องนี้มีฉากหนึ่งที่นำคอมพิวเตอร์กราฟิกมาสร้างภาพเคลื่อนไหวยาว 20 วินาที คือ ภาพแสดงโครงการเจเนซิส ที่มีวัตถุประสงค์สร้างโลกใหม่ของมนุษย์ จุดเด่นของภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกก็คือ เทคนิคที่แสดงภาพการระเบิดเป็นอนุภาคฝุ่นและกำแพงไฟที่ฉิวควาเคราะห์และขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว จนทั่วทั้งดวงดาว ทำให้เรียกเทคนิคพิเศษที่เป็นอนุภาค (Particle) ในเรื่องนี้ว่า Genesis Demo พัฒนาการของเทคนิคพิเศษได้ก้าวไปอีกขั้นหนึ่งเมื่อ บริษัทไอแอลเอ็ม (Industrial Light & Magic : ILM) ได้สร้างความฉงนให้กับผู้ชมภาพยนตร์ในเวลานั้นด้วยภาพยนตร์เรื่อง Abyss ในปี ค.ศ. 1989 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงเทคนิคพิเศษคอมพิวเตอร์กราฟิกที่ก้าวหน้ามากที่สุด ต่อมาในปี ค.ศ. 1991 บริษัทไอแอลเอ็ม ได้สร้างเทคนิคพิเศษสำหรับภาพยนตร์เรื่อง The Terminator 2 : Judgement Day ความสำเร็จของการใช้เทคนิคพิเศษในภาพยนตร์ทำให้คอมพิวเตอร์กราฟิกกลายเป็นเครื่องมือสำคัญ สำหรับการสร้างสรรค์ภาพจากจินตนาการของผู้ประพันธ์บทให้ปรากฏออกมาในภาพยนตร์ ที่ให้ความสมจริงได้ อาจกล่าวได้ว่าในกลางทศวรรษที่ 90 เป็นต้นมา การพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างเทคนิคพิเศษส่งผลให้เกิดทางเลือกใหม่แก่ผู้ผลิตภาพยนตร์ คือ เนื้อหาของบทภาพยนตร์ไม่ถูกจำกัด การนำคอมพิวเตอร์กราฟิกมาใช้ทำให้เนื้อหาบทภาพยนตร์ไม่ถูกจำกัดด้วยเทคนิคและกระบวนการสร้างภาพยนตร์อีกต่อไป ศิลปินมีความอิสระในการสร้างภาพยนตร์ โดยไม่จำกัดตัวเองให้อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ในธรรมชาติ เช่น

ตำแหน่ง ความเร็ว น้ำหนัก ของวัตถุและกล้องในภาพยนตร์ เครื่องมือชิ้นใหม่สำหรับเทคนิคพิเศษ คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์กลายเป็นเครื่องมือชิ้นหนึ่งสำหรับการสร้างเทคนิคพิเศษ เช่น ภาพการระเบิดเปลวไฟ การลบบางส่วนของภาพออก รวมทั้งการนำไปใช้สร้างตัวละครประกอบในฉากจำนวนมาก ๆ การให้ความสมจริง คุณภาพของภาพที่ปรากฏในฉากภาพยนตร์ ผู้ชมจะไม่สามารถแยกได้ว่าภาพที่ปรากฏเป็นเหตุการณ์จริง หรือเกิดจาเทคนิคพิเศษที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ กราฟฟิกส์ รวมทั้งการพัฒนาระบบที่เสมือนจริงซึ่งสามารถสร้างสิ่งแวดล้อมสามมิติขึ้นมารอบตัวผู้ชม ได้อย่างน่าตื่นตาการลดต้นทุนการผลิต ผู้ผลิตภาพยนตร์สามารถลดขั้นตอนการถ่ายทำลงให้อยู่ภายในฉากเดียวกันได้ โดยเฉพาะในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลายๆ เหตุการณ์ เช่น ฉากการต่อสู้ของยานรบในอวกาศที่สับสนวนววยหรือภาพฝูงไดโนเสาร์ จำนวนหลายสิบตัวที่กำลังวิ่งไล่ล่ากัน การปรับปรุงคุณภาพการผลิต การผลิตภาพยนตร์ในระยะหลังได้พัฒนาทั้งระบบการบันทึกภาพและเสียงที่แต่เดิมกระทำในระบบอนาล็อกได้ถูกเปลี่ยนมาใช้ระบบดิจิทัล ที่ให้ภาพและเสียงคมชัด การใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์ควบคุมการเคลื่อนไหวกล้องบันทึกรวมทั้งกระบวนการหลังถ่ายทำ เช่น การตัดต่อและการบันทึกเสียง เป็นต้น

คอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์เป็นรูปแบบของการสร้างสรรค์งานศิลปะที่ปราศจากข้อจำกัด ซึ่งสามารถขยายพรมแดนการแสดงออกของจินตนาการ ทำให้ศิลปินสามารถสร้างสรรค์ภาพที่ไม่เคยมีผู้ใดเคยเห็นมาก่อน เช่น ภาพวัตถุที่มีขนาดเล็กหรืออยู่ห่างไกลจากความเป็นจริง ด้วยระยะทางและกาลเวลาให้ปรากฏออกมาได้อย่างสมจริง เราจะพบว่าภาพเคลื่อนไหวคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์นอกจากกำลังเป็นสิ่งที่ลบเส้นกั้นระหว่างจินตนาการกับความเป็นจริงที่ผู้ชมไม่อาจแยกออกจากกันได้อีกต่อไป แล้วยังสามารถสนองความรู้สึกและให้ความตื่นตาตื่นใจแก่ผู้ชม ในขณะที่ต้นทุนการนำคอมพิวเตอร์กราฟฟิกส์มาใช้กับอุตสาหกรรมภาพยนตร์จะมีแนวโน้มที่ต่ำลง

สีของกราฟิก

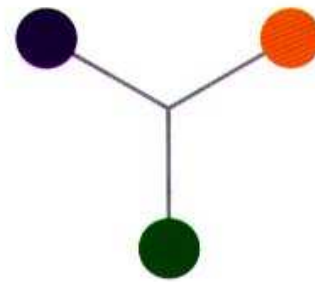
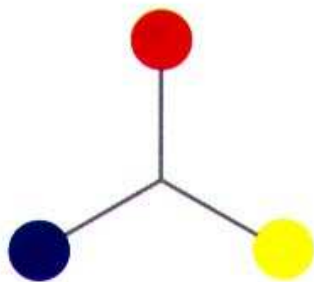
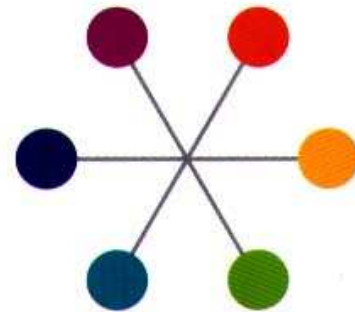
แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแสงสีขาวนั้น ประกอบไปด้วยคลื่นแสง ที่มีขนาดความยาวคลื่นต่างๆ มากมาย คลื่นแสงที่มนุษย์มองเห็นได้ มีลักษณะของสเปกตรัมสีไล่ ตั้งแต่สีแดงจนถึงสีม่วง แบบของสีว่าเป็นสีแดง เหลือง หรือ ม่วง เราเรียกว่า **hues** ซึ่งเราอาจกำหนดให้สีทั้งหมด เกิดจากการผสมของแม่สีคือ แดง เหลือง และ น้ำเงิน (จำเรื่องวงล้อของสีได้ไหม ?) ซึ่งตัวแม่สีนี้เราเรียก **primary hues** แม่สีนี้จะให้กำเนิด **secondary hues** ซึ่งมี 3 สี การผสมระหว่าง primary hues กับ secondary hues ก็จะได้ tertiary hues ออกมาซึ่งมี 6 สี ดูตารางข้างล่าง

Primary hues	Secondary hues	Tertiary hues
	สีม่วง (แดง+น้ำเงิน)	
		สีม่วงแดง (violet)
สีแดง		
		สีส้มแปด
	สีส้ม (แดง+เหลือง)	
		สีน้ำตาลอ่อน
สีเหลือง		
		สีเขียวอ่อน
	สีเขียว (เหลือง+น้ำเงิน)	
		สีเขียวเข้ม
สีน้ำเงิน		
		สีม่วงน้ำเงิน (purple)

จากตารางข้างบนนี้ เราจะเห็นว่ามีการผสมสี 2 ระดับคือ

1. primary hues ผสมกับ primary hues ที่อยู่ติดกัน ในวงล้อสี ได้ secondary hues 3 สี
2. secondary hues ผสมกับ primary hues ที่อยู่ติดกัน ในวงล้อสี ได้ tertiary hues ทั้งหมด 6 สี

ซึ่งก็จะได้ วงล้อสีใหม่ที่มี 12 สี

**SECONDARY****PRIMARY****TERTIARY**

ภาพแสดงวงล้อสี 12 สี แยกให้เห็น primary hues, secondary hues และ tertiary hues

สีแต่ละสี หรือ hues นี้จะมีระดับของความเข้มที่เรียกว่า **saturation** ต่างกัน ซึ่ง hue นี้เมื่อเติมสีดำลงไปผสม ก็จะทำให้ได้สีที่เข้มขึ้น ซึ่งเราเรียกว่า **shades** ถ้าเติมสีขาวลงไป จะได้สีที่จืดจางลงไป ซึ่งเราเรียกว่า **tints** เช่นสีชมพูเป็น tints ของสีแดง ภาพข้างล่างนี้ แสดง saturation ของสี ของวงล้อสี 12 สีที่แสดงก่อนหน้านี้



ภาพแสดง saturation ของสีใน วงล้อสี

- สีบนคอมพิวเตอร์ (Computer Color)

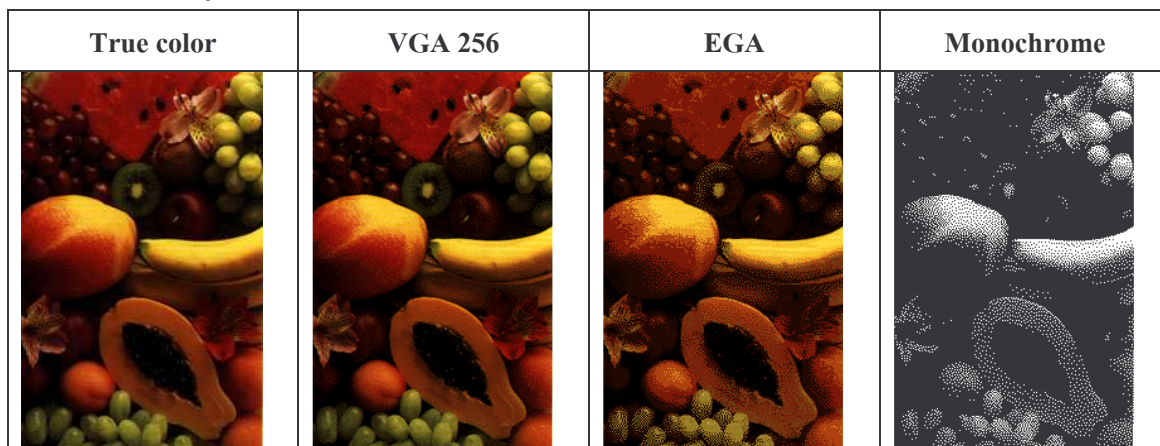
การผสมสีบนคอมพิวเตอร์นั้นอาศัย primary hues 3 สีคือ สีแดง สีเขียว และ น้ำเงิน หรือที่เรา เรียกว่า RGB colors (Red-Green-Blue) นั่นเอง ความเหมือนจริงของสีคอมพิวเตอร์ นั้น ขึ้นอยู่กับในหนึ่งจุด (pixel) ของการแสดงผลนั้นใช้ระดับของสี หรือ color depths ที่มีค่าเท่าไร เช่นถ้าสี RGB มี color depths เป็น 8 planes นั่นคือ เราใช้ 8 บิตเก็บข้อมูลหนึ่งสี หมายความว่า เฉพาะ primary hues เช่น สีแดง สีเขียวก็จะมีความเป็นแดง อยู่ถึง $2^8 = 256$ ระดับ พุดง่าย ๆ ก็คือว่า สมมติเราจะผสมสี หนึ่งสี จาก แดง-เขียว-น้ำเงิน (RGB) เราจะใช้สีแดง ที่ส่วนจาก 0 ถึง 255 ส่วน ใช้เขียว ที่ส่วนจาก 0 ถึง 255 และเช่นเดียวกัน สีน้ำเงินก็ส่วนจาก 0 ถึง 255 สีที่เกิดขึ้นก็จะเกิดจากการผสมของสีทั้งสาม ในอัตราส่วนต่างๆ กัน ตัวอย่าง สีเหลืองธรรมชาติ เกิดจากการผสมสี แดง 255 ส่วน สีเขียว 255 ส่วน และสีน้ำเงิน 0 ส่วน

จากข้างต้น ระดับของสีแดง มีถึง 256 ระดับ สีเขียว 256 ระดับ สีน้ำเงิน 256 ระดับ ดังนั้น RGB ทั้งหมดใช้ 24 บิต (8+8+8) ในการแสดงสี RGB ของหนึ่งจุด (pixel) ซึ่งสามารถแสดงสีได้มากถึง $256 \times 256 \times 256 = 16.7$ ล้านสี ตารางข้างล่างแสดงถึง จำนวนสีที่เป็นไปได้ ซึ่งขึ้นกับจำนวนบิต ที่ใช้กำหนดระดับของสี

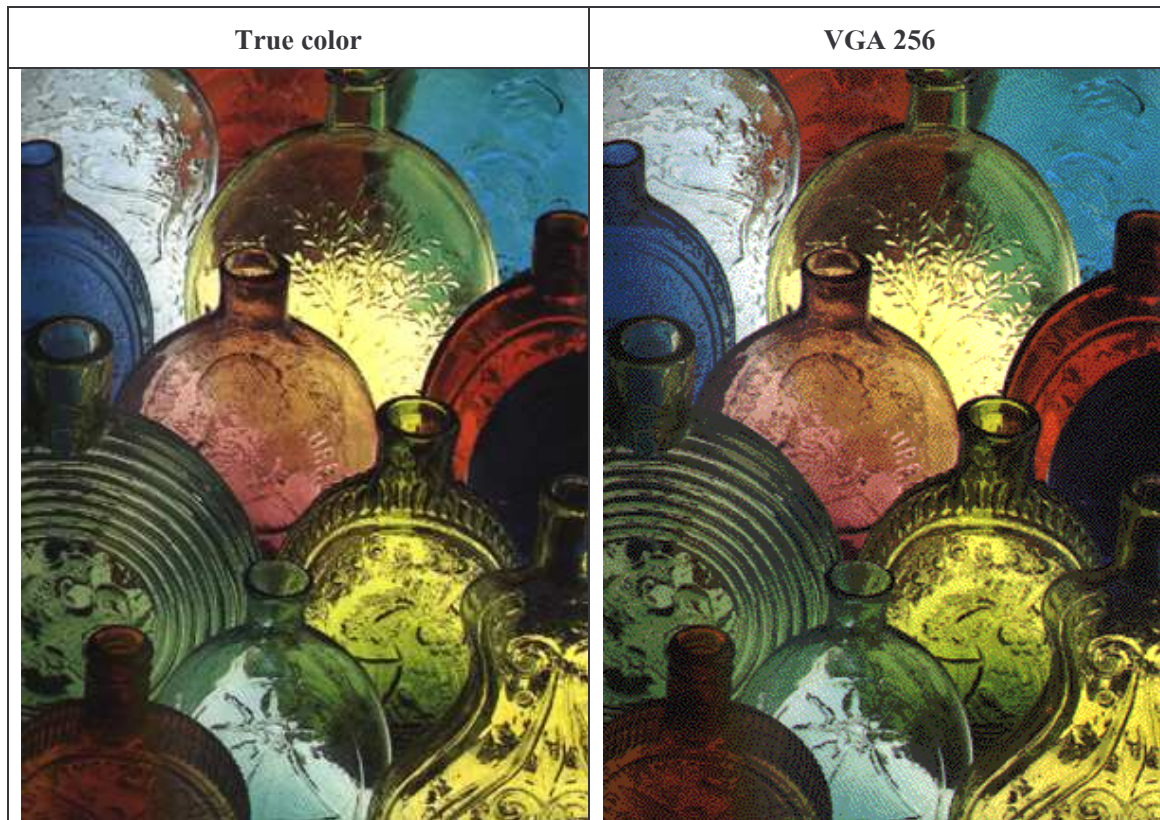
จำนวนบิตที่ใช้เก็บสีต่อหนึ่งจุด	Color Mode Name	จำนวนสีที่แสดงได้
1	Black and White	2
4	16-Color (EGA)	16
8	Pseudo Color	256
16	Hi-Color	65536
24	True Color	16,777,216

ในสมัยเริ่มต้น เรามีส่วนแสดงผล Graphics Display ที่แสดงสีได้เพียง 2 สีเท่านั้น คือ มีด กับ สว่าง ซึ่งเรา เรียก Graphics Display แบบนี้ว่า Monochrome Graphics ซึ่งใน 1 จุด ใช้ข้อมูลเพียง 1 บิต เท่านั้น ต่อมา เราก็เริ่มมีจอภาพ EGA ซึ่งใช้ข้อมูล 4 บิตต่อจุด ทำให้สร้างสีได้ทั้งหมด 16 สี สำหรับ Graphics Display ในปัจจุบันนี้ ใช้ข้อมูล 24 บิตต่อจุดหนึ่งจุด ซึ่งสามารถผลิตสีได้ถึง 16.7 ล้านสี มากพอที่ จะทำให้ตาของเราไม่สามารถแยกแยะ ความไม่ต่อเนื่องของสีได้ได้ เราจึงเรียกสีแบบนี้ว่า สีจริง (**True Color**) จะเห็นได้ว่าการแสดง ภาพแบบ True Color นั้น เราต้องการ Graphics Display ที่ มีความสามารถสูง แต่อย่างไรก็การใช้ Graphics Display ที่มีความสามารถต่ำ อย่างเช่น VGA-256 ซึ่ง แสดงผลได้เพียง 256 สี นั้นก็ยังพบเห็นได้อยู่ทั่วไป ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเนื่องมาจาก ยังมีผู้ที่ไม่รู้จักการ เปลี่ยน mode ของจอภาพจาก 256 สี ไปเป็น 16.7 ล้านสี อยู่มากพอสมควร ทั้งนี้อาจเกิดจากความไม่รู้ ไม่สนใจ หรือแม้กระทั่งมองไม่ออกว่า 256 สี กับ True Color มันต่างกันยังไง แม้ VGA-256 จะ มี ความสามารถแสดงสีได้เพียง 256 สีเท่านั้น แต่มันกลับสามารถเสแสร้งแสดงภาพที่บันทึกแบบ True Color ได้ อย่างค่อนข้างแนบเนียน ทั้งนี้เจ้า VGA-256 อาศัยเทคนิคที่เรียกว่า **dithering** ซึ่งจะนำสีที่มี จำกัดเหล่านั้นนั้นแหละเพียง 256 สี มาผสมกันเอง โดยจะนำจุดสีหลายจุดมาวางใกล้กันบนจอภาพ เพื่อให้ได้สีใหม่ ซึ่งจะหลอกตาของเรา การทำเช่นนี้สูญเสียจำนวนจุด (resolution) ลงไปจากการผสม สี ทำให้ภาพหยาบขึ้น แต่ถ้าเรามองไกลๆ มันก็ยากที่จะแยกความแตกต่าง ระหว่าง True Color ของ จริง กับ VGA-256 แบบ dithering

ภาพข้างล่างนี้ แสดงถึงการนำภาพที่บันทึกแบบ True Color (24 บิต) มาแสดงผลบน จอภาพแบบ True Color 24 บิต แบบ VGA-256 แบบ EGA (16 สี) แบบ Monochrome ตามลำดับ เราสามารถตอบได้ทันทีว่า รูปไหนน่ากินที่สุด



จากรูปข้างบน เราอาจจะคิดว่า VGA-256 นั้นเพียงพอ ที่จะแทน True Color ได้ ก็อาจจะจริง ถ้าภาพนั้นมีสีน้อย และแต่ละสี ก็มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งภาพข้างบน ก็มีลักษณะดังกล่าว แต่ถ้าดูภาพข้างล่าง มีการใช้สีหลายสี และสีก็ต่างกัน ทำให้การนำสี 256 สีมาผสมกัน เพื่อแทนภาพที่แบบ True Color นั้นทำได้ยากขึ้น ภาพจึงมีความเพี้ยนไปบ้าง



ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว Graphics Display ที่มีขีดจำกัดในเรื่องของความสามารถในการแสดงสี หากต้องการเปิดภาพที่มีจำนวนสีในภาพ มากกว่าจำนวนสีที่แสดงได้โดย Graphics Display ก็สามารถใช้เทคนิคของ dithering มาช่วยได้ โดยเอาสีที่มีอยู่จำกัดนั้นมาผสมกันเอง ซึ่งจะหลอกตามนุษย์ ให้เห็นเป็นสีใหม่ ซึ่งทำให้ภาพ GIF บางภาพแสดงผล ได้ใกล้เคียงภาพแบบ JPEG เพื่อให้เห็นเทคนิคการ dithering อย่างชัดเจน จะให้ดูการใช้ แคสิดำกับสีขาวเท่านั้น เพื่อทำ dithering ของภาพ ให้ลอง copy ไฟล์ใดก็ได้ที่เป็นนามสกุล JPG ซึ่งเป็นภาพแบบ Gray Scale (256 ระดับของสี ดำและขาว) จากนั้นให้เปิดภาพดูขึ้นมาด้วย Adobe Photoshop แล้วก็ไปที่เมนูหลัก Image และเมนูรอง Mode เลือก Bitmap ใน Dialog Box ให้เลือก Diffusion Dither เราก็จะได้ ภาพแบบ Black and White ที่มีเพียง 2 สีแต่สามารถแสดงความหมายของภาพได้พอสมควร

- **สีกับความรู้สึก**

สีให้ความรู้สึกต่างๆ แก่มนุษย์ ทำไมเวลาเราไปทะเลจึงรู้สึกเหงา ไปที่เขื่อน้ำตกรู้สึกสดชื่น หัวข้อนี้จะนำความเร้นลับของสี มาเปิดเผยกัน

- **ความร่ำร้อนของสีแดง**



สีแดงให้ความรู้สึกที่ร้อนแรง สีแดงจึงดึงดูดความสนใจได้ดีที่สุด โฆษณาทั้งหลาย จึงมักใช้สีแดงกับข้อความที่เน้นให้อ่าน นอกจากนี้ มันยังแสดงถึงพลัง ทำให้รถสปอร์ตทั้งหลาย มักจะใช้สีแดง สีแดงกระตุ้นอารมณ์ของคนได้ดี ทำให้ความดันสูงขึ้นได้

- **ความเยือกเย็นของสีน้ำเงิน**



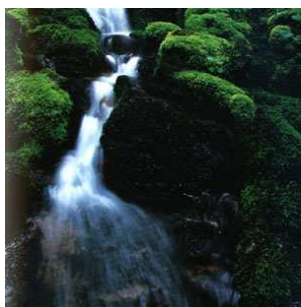
สีน้ำเงิน และ ฟ้ำเข้ม ให้ความรู้สึกเยือกเย็น และแข็งแกร่ง สีน้ำเงิน จึงมักถูกใช้ สำหรับ เรียกความสงบ ดับความร้อนแรงได้

- ความอบอุ่นของแดง-เหลือง



เมื่อเติมสีเหลือง เข้าไปในแดง จะทำให้ความร้อนแรงของสีแดง ทูเลลงไปบ้าง ได้ผลมาเป็นความอบอุ่นทดแทน การผสมแดง-เหลือง แดง-น้ำตาล-เหลือง หรือแดง-ส้ม ให้ความรู้สึก ผ่อนคลาย ได้

- สีเขียวที่เย็นฉ่ำ



หากสีน้ำเงิน ถูกเติมสีเหลือง เข้าไปเจือจางบ้าง ผลที่ได้ก็คือ ความเยือกเย็น ของสีฟ้า จะถูกละลาย กลายเป็นความเย็นฉ่ำแทน ส่วนผสมของ ฟ้า-เขียว หรือ ฟ้า-เขียว-เหลือง จะทำให้ รู้สึกสงบ แต่ไม่ยะเยือกเหมือนสีฟ้าเข้ม ทั้งยังให้ความรู้สึกผ่อนคลายด้วย

- อำนาจของ แดง-น้ำเงิน



สีแดงเข้ม และ น้ำเงินเข้ม เมื่อนำมาอยู่ด้วยกัน จะเสริมพลัง ซึ่งกันและกัน กล่าวคือ ความร้อนแรงของแดง ทำให้มองถึงความตื่นตัว ความเยือกเย็นของน้ำเงิน บ่งบอกถึงการควบคุม สีทั้งสองจึงหมายถึง พลัง ทำให้ถูกใช้ ในการดึงดูดความสนใจ

- ความเป็นมิตรของสีส้ม



สีส้มแสดงถึง ความเป็นมิตร ไม่มีองค์ประกอบของสีแดงที่เด่นชัดจึงดูไม่คุกคาม ความเป็นเหลือง ในองค์ประกอบ ทำให้ดูอบอุ่น ส่วนของน้ำตาล ทำให้ ดูมันใจ

- ขาวซ้ำกับ ฟ้ำ-เขียว ปน แดง-เหลือง



สีฟ้าในบริเวณที่เป็น tints ตันๆ ของวงล้อสี ปะปนกับ แดง-เหลือง ในส่วนของ tints ตันๆ ทำให้รู้สึก สดใส ขาวซ้ำได้มาก

- ความลึกกลับ ของสีม่วง



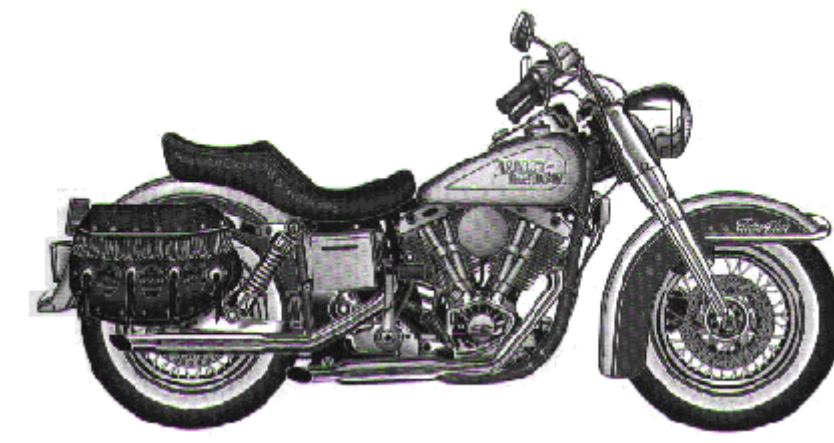
สีม่วง ให้ความรู้สึก ลึกกลับและวังเวง จึงมักถูกเรียกว่า "สี แม่หม้าย" สีม่วงมัก ถูกใช้สื่อ ถึงความไม่แน่นอน ความ ไม่รู้ การปะปนกับ เหลือง-ส้ม ทำให้สีนี้ ลดความวังเวง ลงไป

- แบบของกราฟิกส์

ภาพกราฟิกส์อาจจะแบ่งออก ได้เป็น 2 ประเภทคือ **Vector Graphics** และ **Raster Graphics**

- **Vector Graphics**

ภาพกราฟิกส์แบบเวกเตอร์นั้น ถูกสร้างขึ้นด้วยเส้นตรงและเส้นโค้ง ที่อาศัยสมการ คณิตศาสตร์ กำหนดรูปร่าง ขนาด และ ความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆ ของภาพ ดังนั้นจุดแต่ละ จุด ในภาพแบบเวกเตอร์ จึงสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ภาพแบบนี้จึงสามารถย่อขยายได้ โดย ไม่ทำให้คุณภาพของภาพนั้นด้อยลง (scalable) รายละเอียดของภาพนั้นจะคงเดิมอยู่ตลอด ไม่ ขึ้นกับขนาดของภาพ ฟอรัมของภาพเหล่านี้ได้แก่ Postscript (EPS) Windows Meta File (WMF) AutoCAD drawing (DXF) Micrografx Designer Drawing (DRW) ภาพใน Clip Art ที่มีขายที่พันธทิพย์ ส่วนใหญ่ก็เป็นแบบ Vector นี้



ภาพ Vector Graphics เหมาะกับงานทาง drawing เช่น การออกแบบ การเขียนร่างของ
ผลิตภัณฑ์ การเขียนไดอะแกรม

- **Raster Graphics**

ภาพกราฟิกส์แบบราสเตอร์หรือที่รู้จักในอีกคำหนึ่งว่า Bimapped Graphics สร้างขึ้นโดยการวางจุดสีลงไปบนภาพตรงๆ โดยแต่ละจุด ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์ใด ๆ ยกเว้นในเรื่องของลำดับเท่านั้น (เลยเรียกว่าบิตแมพ หรือแผนที่บิต) ภาพที่สร้างขึ้นมา โดยวิธีการแบบบิตแมพ จะมีรายละเอียดที่เปลี่ยนแปลง ขึ้นกับความสามารถของ Graphics Display หากมีการย่อหรือขยาย ซึ่งจะมีการเพิ่มหรือลดจำนวนจุด ก็จะทำให้คุณภาพของภาพนั้นสูญเสียไป ทั้งนี้เพราะจุดต่างๆ ที่ประกอบเป็นภาพ ไม่ได้มีส่วนรับรู้ถึงความหมายของภาพ ต่างจากภาพแบบเวกเตอร์ ที่องค์ประกอบคือ เส้นตรงและเส้น โค้ง มีความหมายเป็นล้อ หรือ ถังน้ำมัน ดังปรากฏในรูปภาพรถมอเตอร์ไซค์ ข้างบน ฟอ์แมทของภาพแบบบิตแมพได้แก่ PCX JPEG (.JPG) TIFF GIF Windows Bitmap (BMP) ในระหว่างฟอ์แมทของภาพบิตแมพที่เอ่ยมานี้ Windows Bitmap (BMP) ดูเหมือนจะเป็นฟอ์แมท ที่เก็บภาพแบบตรงไปตรงมาที่สุด คือเก็บจุดสีลงไปตามขนาดของ Color Depth เช่นภาพแบบ True Color ขนาด 100x100 จุด ก็จะใช้เนื้อที่ประมาณ 24x100x100 บิต หรือ 300,000 ไบต์ สำหรับฟอ์แมทแบบอื่นๆ ก็จะมี ความแตกต่างกัน ในรายละเอียดเช่น TIFF เก็บภาพแบบแยกสีได้ (color separation) จึงเป็นที่นิยมใน วงการพิมพ์ และจะมีการบีบอัดข้อมูลให้เล็กลง (โดยไม่ได้ทำให้คุณภาพของภาพลดลงไป) ฟอ์แมทแบบ GIF ก็ใช้วิธีบีบอัดข้อมูลได้เหมือน TIFF แต่ ภาพแบบ GIF แสดงสีได้เพียง 256 สี เท่านั้น ซึ่งจะมีตารางสี ที่ดึงเอาเฉพาะ 256 สีออกมาจาก True Color RGB เท่านั้น (ตารางสีนี้เรียกว่า palette) ภาพแบบบิตแมพที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ JPEG เนื่องจากประสิทธิภาพ ในการบีบอัดข้อมูล เช่น ภาพแบบ BMP ที่มีขนาด 1 เมกกาไบต์ อาจมีขนาดเพียง 40 กิโลไบต์ ในฟอ์แมทของ JPEG

วิธีการบีบอัดข้อมูลแบบ JPEG ไม่ได้ใช้ความสัมพันธ์ของเลขฐานสอง ที่เป็นบิตของข้อมูลมาบีบอัดข้อมูล ซึ่งเป็นวิธีการของ TIFF และ GIF แต่ อาศัยความสัมพันธ์เชิงกายภาพของสี (Physical Meaning) ในภาพโดยตรง ซึ่งเป็นวิธีการที่ฉลาดกว่า ซึ่งในภาพทั่วไป บางส่วนของภาพไม่จำเป็นต้องเก็บลงไปทั้งหมด แต่สามารถใช้ข้อมูลตัวแทนขนาดเล็กๆ ได้ ด้วยเหตุนี้การเก็บภาพแบบ JPEG จึงได้ภาพที่คุณภาพไม่คงเดิม อันเนื่องมาจากการบีบอัดข้อมูล

Note: การบีบอัดแบบ TIFF และ GIF เปรียบเทียบได้กับ Digital Compression คล้ายการบีบอัดแบบ ADPCM สำหรับเสียง การบีบอัดของ JPEG เปรียบกับ Analog Compression ที่มองที่ Physical Meaning ของภาพ

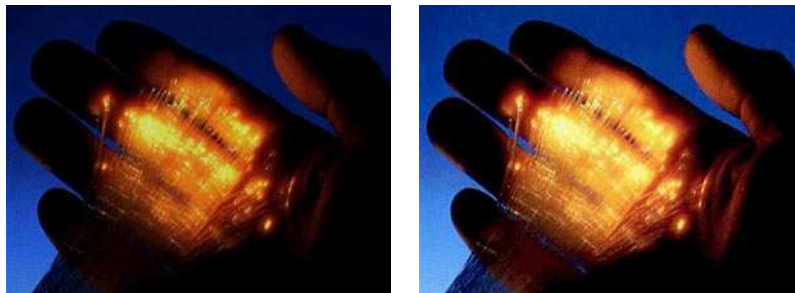
การเปรียบเทียบไฟล์ภาพในสกุลต่าง ๆ

- ให้ลองเปิดไฟล์นามสกุล PSD ซึ่งเป็น ภาพในฟอร์แมตของ Adobe Photoshop ให้ save โดยใช้ Save a Copy ในเมนู FILE โดยให้อยู่ในฟอร์แมตของ TIFF ทั้งแบบที่มีและไม่มี compression ฟอร์แมต BMP และ ฟอร์แมต JPEG เปรียบเทียบขนาด
- ภาพแบบ JPEG เป็นภาพแบบ 24 บิต ซึ่งแสดงสี ได้ถึง 16.7 ล้านสี ในขณะที่ภาพแบบ GIF นั้นเป็นภาพแบบ 8 บิต เก็บสีได้เพียง 256 สี ให้เปิดภาพไฟล์นามสกุล JPG แล้วเปิดด้วย Adobe Photoshop ในขณะนี้ภาพเป็นแบบ RGB เราจึงยังไม่สามารถ save เป็น GIF ได้ ต้องตัดสีออกให้เหลือ 256 สีก่อน ซึ่งทำได้โดยไปที่เมนูหลัก Image และ เมนูรอง Mode จากนั้นเลือก Indexed Color สีจะถูกตัดออกไปเหลือเพียง 256 สี ให้ save เป็น GIF จากนั้น ปิดภาพไปโดยไม่ต้อง save เปิดภาพที่เป็นนามสกุล JPG และ GIF ที่เพิ่ง save เปรียบเทียบคุณภาพของภาพ และขนาดของไฟล์

การใช้ scanner

ภาควิชาฟิสิกส์มีสแกนเนอร์ ที่นักศึกษาสามารถใช้ได้ ความละเอียดของสแกนเนอร์นั้น ระบุด้วยจำนวนของจุด ในความยาวหนึ่งนิ้ว เช่นเครื่องสแกนเนอร์ที่มีความละเอียด 1200 dpi (dot per inch) มีความสามารถในการรับรู้จำนวนจุดถึง 1,440,000 จุดต่อ ภาพหนึ่งตารางนิ้ว ลองคิดดูสิว่า 1 จุดใช้เนื้อที่เก็บ 3 ไบต์ หากเป็นภาพแบบ True Color ซึ่งจะทำให้ภาพ 1 ตารางนิ้วกินเนื้อที่ถึง 4 เมกกาไบต์ จริงๆ แล้วการสแกนภาพ ไม่ต้องการใช้ความละเอียดสูงสุด ของสแกนเนอร์เสมอไป ภาพที่ปรากฏบน Graphics Display โดยทั่วไปนั้นมีความละเอียดที่ 72 dpi เท่านั้น ดังนั้น หากวัตถุประสงค์ในการสแกนภาพก็เพื่อ จะแสดงภาพบนจอคอมพิวเตอร์แล้ว ความละเอียดที่เหมาะสม ก็อาจอยู่

ระหว่าง 100-400 dpi ทั้งนี้ ก็ขึ้นอยู่กับขนาดของภาพ ที่จะสแกนด้วย หากภาพมีขนาดใหญ่ และ ต้องการเก็บทั้งภาพ ก็ควรใช้ความละเอียด ขนาดต่ำๆ แต่หากต้องการบางส่วนของภาพที่มีขนาดเล็ก ก็ ควรใช้ความละเอียดสูงๆ นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่ต้องพิจารณาอื่นๆ อีก เช่น หากภาพที่จะสแกนมีลักษณะ เป็นภาพลายเส้น (line-art image) ก็ควรสแกนแบบใช้ความละเอียดสูงๆ เพื่อที่จะเก็บรายละเอียดให้ ได้มากที่สุด แล้วค่อยไปลดย่อขนาดด้วยซอฟต์แวร์ในภายหลัง ภาพแบบลายเส้นไม่จำเป็นต้องใช้ RGB แบบ 24 บิต จึงควรสแกนแบบ Black and White ซึ่งจะใช้ที่เก็บเพียง 2 บิตต่อหนึ่งจุด ทำให้ ประหยัดเนื้อที่ได้ถึง 12 เท่า ในการ scan ภาพนั้น เราควรจะ scan โดยใช้ ค่าความสว่างแบบ ธรรมชาติ (gamma=1) gamma ก็คือ ความจ้าของสี บนหน้าจอภาพ ซึ่งก็คือ ความสามารถในการให้ความสว่าง ของลำอเล็กตรอนบนจอภาพ ยิ่งสูงก็จะยิ่งสว่างมาก ในการ scan ภาพนั้น บางที ภาพที่จะ scan อาจสี ออกมืดๆ เราไม่ควรไป เพิ่ม gamma ให้เรา scan ด้วย gamma ปรกติ จากนั้น ค่อยใช้ Photoshop แก้ ความสว่างของภาพภายหลัง เช่นรูปข้างล่างนี้



รูปบนซ้าย ผม scan ด้วย gamma=1 แต่ว่ารูปค่อนข้างมืด ผมจึงนำมาเพิ่ม ความสว่าง โดยใน โปรแกรม Photoshop นั้น ที่เมนูหลัก *Image* เมื่อรอง *Adjust* และ เลือก *Curves* ก็จะทำให้เราปรับ ความสว่าง ของภาพได้ ดูรูปทางซ้าย จะเห็นว่ามี เส้นโค้ง กำหนดความสว่าง ปรกติ (default) เส้นโค้ง นี้ จะเป็นเส้นตรงทะแยงมุม ความสูงของเส้น คือ ความสว่าง ซ้ายสุดคือ มืดสุด ขวาสุด คือ สว่างสุด ถ้าเราดึงเส้นทางซ้าย ให้สูงขึ้น ก็เท่ากับ ว่าเราทำให้ ส่วนที่มืด สว่างขึ้นอีก ผลก็คือ รูปบนขวา นั่นเอง

รู้จักกับไฟล์กราฟิกสร้างโดยโปรแกรม PHOTOSHOP

ไฟล์กราฟิกคือ ไฟล์ที่ใช้ในการเก็บรูปภาพบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ไฟล์กราฟิกจะทำหน้าที่ในการเก็บรายละเอียดของภาพ สีต่างๆ ที่ปรากฏ รูปทรงต่างๆ หรือแขนงพิเศษต่างๆ ไฟล์กราฟิกที่สามารถใช้ในการบันทึกงานที่สร้างบนโปรแกรม Photoshop7 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบนั้นจะมีลักษณะการจัดเก็บข้อมูล ลักษณะการบีบอัดไฟล์ และความสามารถในการบรรจุลักษณะพิเศษแตกต่างกันออกไป ซึ่งไฟล์กราฟิกแต่ละชนิดก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป

วิธีการจัดเก็บข้อมูลของไฟล์รูปภาพ

ไฟล์รูปภาพกราฟิกมีวิธีการจัดเก็บข้อมูลด้วยกันสองรูปแบบคือ

การเก็บข้อมูลภาพแบบราสเตอร์ (Raster Image) จะเก็บข้อมูลโดยบันทึกข้อมูลจุดสีของภาพทีละจุดจนครบทั้งภาพ โดยจำนวนจุดสีของภาพจะมีจำนวนคงที่เสมอ ดังนั้นเมื่อภาพมีความละเอียดสูงๆ จำนวนจุดภาพมากขึ้นจะทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้นตามไปด้วย

การเก็บข้อมูลภาพแบบเวกเตอร์ (vector Graphics) จะเก็บข้อมูลของภาพเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น ภาพที่เป็นเส้นตรงก็จะถูกบันทึกเป็นสมการของเส้นตรงแทน โดยไม่สนใจจุดของภาพ ดังนั้นภาพแบบเวกเตอร์จึงไม่ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพ ไม่ว่าจะขยายขนาดอย่างไรก็ยังคงคมชัดอยู่เสมอ

สำหรับการทำงานกับโปรแกรม Photoshop นั้นจะมีการทำงานกับภาพทั้งสองรูปแบบคือแบบราสเตอร์ และ แบบเวกเตอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่คุณเลือกใช้นั่นเอง เมื่อคุณบันทึกงานที่สร้างในโปรแกรม Photoshop ลงเป็นไฟล์ของโปรแกรม Photoshop เอง ไฟล์ดังกล่าวก็จะมีเก็บข้อมูลทั้งภาพแบบราสเตอร์ และภาพแบบเวกเตอร์เอาไว้ด้วยกัน และพร้อมที่จะนำมาใช้งานได้โดยไม่ทำให้ข้อมูลของภาพเสียไป

วิธีการบีบอัดข้อมูลของไฟล์กราฟิก

เนื่องจากภาพบางภาพมีขนาดใหญ่มาก ดังนั้นเมื่อบันทึกเป็นไฟล์จึงทำให้ไฟล์ที่ได้มีขนาดใหญ่เหมือนกัน จึงมีผู้ค้นคิดวิธีการบันทึกไฟล์ภาพขนาดใหญ่ ให้มีขนาดไฟล์ที่เล็กลงด้วยการบีบอัดข้อมูลได้ไม่มากเท่าไร และการบีบอัดข้อมูลแบบยอมเสียรายละเอียดเล็กน้อย แต่บีบอัดข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งวิธีที่สองนี้จะนิยมที่สุด สำหรับการบีบอัดข้อมูลนั้นมีวิธีการให้เลือก 5 วิธีดังนี้คือ

1. **Run length Encoding (RLE)** เป็นการบีบอัดแบบไม่มีการสูญเสียรายละเอียดของภาพ วิธีนี้ถูกใช้ในไฟล์ Photoshop (*.PSD), ไฟล์ TIFF (*.TIF) หรือไฟล์ต่างๆ ไปของ วินโดวส์
2. **Lemple-Zif-Welch (LZW)** เป็นการบีบอัดไฟล์แบบไม่มีการสูญเสียรายละเอียดของภาพ วิธีนี้ถูกใช้ในไฟล์ TIFF, PDF, GIF และ PostScript
3. **Join Photographic Experts Group (PEG)** เป็นการบีบอัดไฟล์แบบมีการสูญเสียรายละเอียดของภาพซึ่งจะแบ่งระดับของการบีบอัดได้ 4 ระดับคือ คุณภาพ ต่ำ คุณภาพปานกลาง คุณภาพสูง คุณภาพดีที่สุด ยิ่งคุณภาพของภาพดีขึ้นเท่าไร การบีบอัดข้อมูลก็จะทำได้น้อยลงไปเท่านั้น การบีบอัดแบบ JPEG จะเหมาะสำหรับรูปภาพที่มีโทนสีแบบต่อเนื่องกัน เช่น ภาพถ่าย
4. **CCITT Encoding** เป็นการบีบอัดไฟล์แบบไม่มีการสูญเสียรายละเอียดของภาพ ใช้กับภาพแบบขาวดำ ใช้กันมากในไฟล์แบบ PDF และ Postscript
5. **Zip Encoding** เป็นการบีบอัดไฟล์แบบไม่มีการสูญเสียรายละเอียดของภาพ ใช้กับไฟล์แบบ PDF

รูปแบบของไฟล์ Photoshop

ไฟล์ภาพแบบ Photoshop (ไฟล์มีนามสกุล .PSD) เป็นไฟล์ภาพมาตรฐานของโปรแกรม Photoshop ที่จะสามารถบันทึกรูปภาพที่สร้างในโปรแกรม Photoshop และความสามารถพิเศษต่างๆ ที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Photoshop เอง ซึ่งไฟล์ภาพแบบ Photoshop นี้สามารถรองรับการทำงานกับภาพในโหมดต่างๆ ได้ทุกโหมด

- ความสามารถทางการผสมสี (blending) แบบใหม่ๆ เช่น Linear Burn, Linear Dodge, Vivid Light, Linear Light และ Pin Light เป็นต้น
- ความสามารถในการซ่อนผลเอฟเฟกต์สำหรับ Mask ของเลเยอร์คือ Layer Mask Hide Effect และ Vector Mask Hide Effect

การบันทึกภาพ

การบันทึกไฟล์ หรือเรียกอีกอย่างว่า การเซฟไฟล์ หมายถึง การจัดเก็บรูปภาพที่สร้างหรือแก้ไขด้วยโปรแกรม Photoshop ลงเป็นไฟล์รูปภาพบนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบที่ต้องการ การบันทึกไฟล์ด้วยโปรแกรม Photoshop นั้นมีวิธีการบันทึกไฟล์อยู่ด้วยกันหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

การบันทึกไฟล์ให้เป็นไฟล์รูปแบบเดิม

หลังจากที่เปิดไฟล์กราฟิกขึ้นมาแก้ไขแล้ว สามารถที่จะบันทึกไฟล์กลับเป็นไฟล์เดิมได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คลิกเลือกเมนู File > save บนเมนูบาร์

การบันทึกไฟล์ให้เป็นไฟล์รูปแบบต่างๆ

นอกจากจะบันทึกไฟล์ลงเป็นไฟล์เดิมทุกๆ ครั้งแล้ว บางครั้งอาจต้องการบันทึกไฟล์ที่กำลังทำงานอยู่ให้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้งานในโปรแกรมกราฟิกอื่นๆ หรือเพื่อจะสร้างสำเนาไฟล์นี้ให้เป็นไฟล์ในรูปแบบต่างๆ วิธีการบันทึกไฟล์ให้ในรูปแบบต่างๆ นั้นทำได้ไม่ยาก ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คลิกเลือกเมนู File > Save as บนเมนูบาร์
2. คลิกเลือกไดเรกทอรีที่ต้องการบรรจุไฟล์ลงไป
3. กรอกชื่อไฟล์ลงในช่อง File name
4. คลิกเลือกรูปแบบไฟล์ที่ต้องการ ในรายการที่มีให้เลือกนั้นปรากฏเฉพาะรูปแบบไฟล์ที่สามารถบันทึกลงไปได้เท่านั้น
5. ในการบันทึกไฟล์เป็นรูปแบบต่างๆ นี้จะมีตัวเลือกที่เป็นลักษณะพิเศษของไฟล์แต่ละชนิดปรากฏขึ้นมาให้เลือกให้คลิกเลือกลักษณะพิเศษต่างๆ เหล่านั้นตามต้องการ

- a. As a Copy เป็นการบันทึกไฟล์เป็นไฟล์ใหม่ที่มีคำว่า Copy ต่อท้าย โดยไฟล์เก่ายังเปิดทำงานอยู่เช่นเดิม (ยังไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลงในไฟล์เก่าจนกว่าจะบันทึกไฟล์ทับไฟล์เก่าลงไป)
- b. Alpha Channels เป็นการบันทึก Alpha Channels ถูกลบทิ้งไป (มีไฟล์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถบันทึก Alpha channels ลงไปในไฟล์ได้)
- c. Layer เป็นการบันทึกไฟล์แบบแยกเลเยอร์แต่ละเลเยอร์เอาไว้เช่นเดิม หากไม่ได้เลือกตัวเลือกนี้ หรือ ไม่สามารถเลือกตัวเลือกนี้ได้ เลเยอร์ต่างๆ จะถูกรวมกันเป็นเลเยอร์เดียว (ตัวเลือกนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไฟล์ที่บันทึก)
- d. Annotations เป็นการบันทึกโน้ต หรือบันทึกย่อที่มีการสร้างขึ้นลงในไฟล์ด้วย

- e. Spot Colors เป็นการบันทึกแซนแนลที่มีข้อมูลของสีพิเศษ (Spot Colors) ลงไปในไฟล์ด้วย
- f. Use Proof Setup เป็นการบันทึกข้อมูลการปรับแต่งสีของหน้าจอใช้งานลงไปด้วย
- g. ICC Profile เป็นการบันทึกข้อมูลของสีที่เลือกใช้ลงไปด้วย
- h. Thumbnail เป็นการบันทึกรูปภาพขนาดเล็กที่ใช้แสดงเป็นภาพตัวอย่างของภาพจริง
- i. Use Lower case Extension เป็นการใช้นามสกุลที่เป็นตัวเล็ก

6.คลิกปุ่ม save เพื่อบันทึกไฟล์

Photoshop บันทึกไฟล์อะไรได้บ้าง

เมื่อสร้างงาน หรือแก้ไขงานด้วยโปรแกรม Photoshop แล้วคุณสามารถที่จะบันทึกภาพดังกล่าวลงเป็นไฟล์กราฟิกได้หลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งไฟล์กราฟิกบางชนิดจะสามารถรองรับการทำงานของโปรแกรม Photoshop ได้ทั้งหมด แต่สำหรับบางชนิดจะรองรับความสามารถเพียงบางอย่างเท่านั้น รูปแบบของไฟล์รูปภาพที่สามารถบันทึกด้วยโปรแกรม Photoshop ได้นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดดังนี้

ไฟล์ภาพแบบ BMP (Bitmap)

BMP (Bitmap) เป็นรูปแบบไฟล์มาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปสำหรับผู้ที่ใช้คอมพิวเตอร์ระบบวินโดวส์ (Windows) หรือ ดอส (Dos) รองรับงานในโหมดสีแบบ RGB, Indexed Color, Grayscale และ Bitmap

ข้อดี : เก็บข้อมูลภาพได้ละเอียด และสามารถใช้ได้บนโปรแกรมที่ใช้งานบนวินโดวส์ทุกโปรแกรม

ข้อเสีย : ไฟล์ภาพมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถทำงานสำหรับงานพิมพ์แบบแยกสีได้ ไม่สามารถใช้งานบนเครื่อง Macintosh ได้ดี

ตัวเลือกสำหรับไฟล์ชนิด BMP

File Format : เป็นตัวเลือกที่ใช้สำหรับระบุรูปแบบการเก็บข้อมูลว่าเป็นไฟล์แบบที่ใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows หรือ OS2

Depth : เป็นตัวเลือกที่ใช้กำหนดความละเอียดของบิตสี ในกรณีภาพแบบ RGB ทั่วไปจะถูกกำหนดให้บันทึกในความละเอียดขนาด 24 บิต แต่เมื่อเป็นภาพในโหมด Grayscale, Indexed Color, Bitmap จะสามารถกำหนดให้ค่าความละเอียดมีขนาด 1 , 4 หรือ 8 บิตได้ และเมื่อต้องการบันทึกภาพแบบมี Alpha Channels ต้องระบุให้เป็นแบบ 32 บิต

Compress (RLE) : เป็นการระบุว่าจะให้บันทึกไฟล์แบบบีบอัดด้วยหรือไม่ ตัวเลือกนี้จะใช้งานได้ต่อเมื่อไฟล์ถูกกำหนดให้มีความละเอียดของสีขนาด 4 หรือ 8 บิตสีเท่านั้น

Flip Row Order : โดยปกติภาพแบบ Bitmap จะบันทึกข้อมูลแบบด้านล่างขึ้นด้านบน แต่เมื่อเลือกตัวเลือกนี้จะเปลี่ยนเป็นบันทึกข้อมูลจากด้านบนลงล่างแทน

ไฟล์ภาพแบบ JPEG (Joint Photographic Experts Group)

JPEG (Joint Photographic Experts Group) เป็นไฟล์กราฟิกที่มีการบีบอัดข้อมูลทำให้ไฟล์มีขนาดเล็กเป็นไฟล์นิยมใช้ในการเก็บบันทึกรูปภาพแบบภาพถ่าย ภาพที่มีการไล่โทนสีแบบต่อเนื่อง และรูปภาพที่ใช้ในเอกสารแบบ HTML ซึ่งใช้สำหรับเว็บไซต์ และงานบริการแบบออนไลน์ต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตเช่นเดียวกันกับไฟล์แบบ GIF ตรงที่การบีบอัดข้อมูลของไฟล์ JPEG รองรับโหมดสีแบบ CMYK, RGB, Grayscale ไม่รองรับการใช้งาน Alpha Channels

ข้อดี : มีขนาดของไฟล์ที่เล็กมาก สามารถดาวน์โหลดผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้รวดเร็ว

ข้อเสีย : บางครั้งการบีบอัดข้อมูลทำให้คุณภาพของภาพลดลงอย่างมาก จึงไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง

ตัวเลือกสำหรับไฟล์ชนิด JPEG Matte : เป็นตัวเลือกสำหรับกำหนดสีที่จะทำให้ระบายในส่วนที่โปร่งใสของภาพ

Quality : เป็นตัวเลือกสำหรับกำหนดคุณภาพของภาพหากตัวเลขมีค่ามาก คุณภาพของภาพจะดี แต่ขนาดไฟล์จะมีขนาดใหญ่ หากตัวเลขมีค่าน้อย ภาพจะด้อยคุณภาพลง แต่ขนาดของไฟล์จะมีขนาดเล็กลง การกำหนดค่าสามารถเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

- กรอกตัวเลขที่ต้องการ(ระหว่าง 1-12)ลงในช่องกรอกตัวเลข
- คลิกเลือกขนาดคุณภาพที่ต้องการในร็อดดาวน์โหลด
- แครกเมาส์ลากแถบเลื่อนไปทางซ้ายหรือขวา

Format Option : เป็นตัวเลือกสำหรับกำหนดรูปแบบการบันทึกสำหรับภาพแบบ JPEG ซึ่งมีตัวเลือกดังนี้

Baseline (“Standard”) เป็นรูปแบบที่สามารถใช้ได้กับเว็บเบราว์เซอร์เกือบทุกชนิด (เป็นแบบมาตรฐาน)

- Baseline Optimized เป็นรูปแบบที่จะลดคุณภาพสีของภาพลงเพื่อให้ได้ไฟล์ที่มีขนาดเล็กลง แต่เว็บเบราว์เซอร์บางชนิดไม่สามารถใช้งานรูปแบบนี้ได้
- Progressive เป็นรูปแบบที่กำหนดให้แสดงผลภาพทีละเล็กทีละน้อย และเว็บเบราว์เซอร์บางชนิดไม่สามารถใช้งานรูปแบบนี้ได้เช่นกัน

ไฟล์ภาพแบบ GIF (Graphics Interchange Format)

GIF (Graphics Interchange Format) เป็นไฟล์ที่นิยมใช้ในการเก็บบันทึกรูปภาพแบบ Indexed Color และรูปภาพที่ใช้ในเอกสารแบบ HTML ซึ่งใช้สำหรับเว็บไซต์ และงานบริการแบบออนไลน์ ต่างๆ บนอินเทอร์เน็ต เนื่องจากไฟล์ชนิดนี้จะใช้วิธีการบีบอัดข้อมูลแบบ LZW ทำให้ไฟล์มีขนาดเล็ก และช่วยประหยัดเวลาในการโหลดข้อมูลผ่านทางเครือข่ายหรืออินเทอร์เน็ต ไฟล์ภาพแบบ GIF นี้สามารถสร้างภาพที่มีพื้นหลังแบบโปร่งใสได้ รองรับการทำงานในโหมด สีแบบ Bitmap, Grayscale และ Indexed Color แต่ไม่รองรับการใช้งาน Alpha Channels

ข้อดี : ไฟล์มีขนาดเล็ก สามารถบันทึกไฟล์แบบมีความโปร่งใสบางส่วนได้ด้วย สามารถบันทึกไฟล์เป็นภาพเคลื่อนไหวได้

ข้อเสีย : ไม่เหมาะสำหรับภาพแบบภาพถ่ายเพราะบีบอัดจะทำให้คุณภาพด้อยลงมาก ไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียด

ตัวเลือกสำหรับไฟล์ชนิด GIF

Palette : เป็นการกำหนดลักษณะการเลือกสีที่จะเปลี่ยนจากภาพโหมดสีแบบต่างๆ ไม่เป็นแบบ Indexed Color เนื่องจากไฟล์แบบ GIF นั้นจะเก็บข้อมูลสีแบบ Indexed Color

- Exact กำหนดให้ใช้สีเดียวกับสีที่ปรากฏ (ใช้ได้ในกรณีที่มี 256 สีเท่านั้น)
- System (Windows) กำหนดให้ใช้สีมาตรฐานของ Windows
- System (Mac OS) กำหนดให้ใช้สีมาตรฐานของ Macintosh
- Web กำหนดให้ใช้สีมาตรฐานสำหรับเว็บไซต์

- Uniform กำหนดให้สร้างภาพเลทสีตามจำนวนสีที่ระบุในช่อง Color โดยสีที่เลือกออกมาสร้างนี้จะใช้วิธีการสุ่มอย่างเป็นระเบียบจากค่าสีของ RGB
- Perceptual กำหนดให้สร้างภาพเลทโดยเลือกสีที่มีความไวต่อการมองเห็นของตามนุษย์มาก่อนสีอื่นๆ
- Selective กำหนดให้สร้างภาพเลทโดยการเลือกสีคล้ายๆ กับวิธี Perceptual แต่สีที่เลือกมาใช้จะเป็นสีที่ใช้สำหรับเว็บไซต์เท่านั้น
- Adaptive กำหนดให้สร้างภาพเลทโดยเลือกสีให้อยู่ในช่วงของสีที่มีมากที่สุดในรูปแบบภาพ เช่น ภาพที่มีสีเขียวมากๆ สีในภาพส่วนใหญ่ก็จะเป็นสีเขียว เป็นต้น
- Custom กำหนดให้ภาพเลทสร้างโดยใช้สีที่คุณสามารถเป็นผู้กำหนดได้ทั้งหมด หรือจะโหลดจากไฟล์ภาพที่สีถูกบันทึกเอาไว้มาใช้งานก็ได้
- Previous กำหนดให้ใช้ภาพเลทแบบเดียวกับการใช้งานครั้งล่าสุด

Colors : เป็นการระบุจำนวนสีที่จะใช้สำหรับรูปภาพดังกล่าว เราจะสามารถกำหนดสีได้เมื่อเลือกภาพเลทเป็นชนิด Uniform, Perceptual, Selective และ Adaptive เท่านั้น

Forced : เป็นการระบุว่าสีใดบ้างที่จะต้องมียกเว้นในภาพเลทสี ตัวเลือกต่าง ๆ มีความหมายดังนี้

- None คือการไม่ระบุสีใดเป็นพิเศษ
- Black and White คือการระบุว่าให้บรรจุสีขาว และสีดำบริสุทธิ์ลงในภาพเลทสี
- Primaries คือ การระบุให้บรรจุสีแดง, เขียว, น้ำเงิน, ฟ้า, บานเย็น, เหลือง, ดำ, และขาว ลงในภาพเลทสี
- Web คือ การระบุให้บรรจุสีที่ใช้งานสำหรับเว็บไซต์ทั้ง 216 สีลงในภาพเลทสี
- Custom คือการระบุสีที่ต้องการให้มีในภาพเลทสีด้วยตัวคุณเอง

Transparency : เป็นตัวเลือกที่ใช้กำหนดว่าให้เว้นส่วนโปร่งใสของรูปภาพเอาไว้ แต่ถ้าไม่เลือกตัวเลือกนี้ ส่วนโปร่งใสของภาพจะถูกระบายด้วยสีขาว หรือสีที่เลือกในตัวเลือก Matte

Matte : เป็นการระบุสีที่จะให้ระบายเอาไว้ตามส่วนที่เป็น Anti - Alias ของขอบภาพที่โปร่งใส

Dither : เป็นการระบุวิธีการจำลองสีทดแทนในกรณีสีที่บรรจุอยู่ในพาเลทสีมีไม่ครบตามจำนวนสีที่มีอยู่ในภาพตัวเลือกต่าง ๆ มีความหมายดังนี้

- None ไม่ต้องมีการจำลองสีทดแทน แต่ให้แทนสีที่หายไปด้วยสีที่ใกล้เคียงแทน
- Diffusion เป็นการจำลองสีทดแทน ด้วยวิธี Error – Diffusion ซึ่งทำให้พื้นที่ส่วนที่สร้างสีทดแทนไม่เกินกินบริเวณกว้างเท่าแบบ Pattern
- Pattern เป็นการจำลองสีทดแทนโดยใช้จุดสีเหลี่ยมเล็ก ๆ ของสีต่าง ๆ วางเรียงกันอย่างเป็นระเบียบ
- Noise เป็นการจำลองสีทดแทนที่ช่วยลดรอยเชื่อมต่อระหว่างขอบภาพที่จะตัด (Slice) ตัวเลือกนี้เหมาะสำหรับภาพที่จะนำไปตัดใช้ในเว็บไซค์

Row Order : เป็นการกำหนดลักษณะการปรากฏตัวของภาพบนเว็บเบราว์เซอร์

- Normal ให้แสดงภาพเมื่อดาวน์โหลดภาพได้ครบทั้งไฟล์แล้วเท่านั้น
- Interlaced ให้แสดงภาพแบบหยาบ ๆ ก่อนในระหว่างดาวน์โหลดภาพเพื่อทำให้เหมือนกับระยะในการดาวน์โหลดภาพสั้นลง

ไฟล์ภาพแบบ PNG (Portable Network Graphics)

PNG (Portable Network Graphics) เป็นรูปแบบไฟล์ที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากไฟล์ภาพแบบ GIF ซึ่งเป็นรูปแบบไฟล์ที่มีการบีบอัดข้อมูลแบบไม่สูญเสียรายละเอียด และสามารถใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้ ไฟล์แบบ PNG แตกต่างจากไฟล์แบบ GIF ตรงที่สามารถบันทึกไฟล์แบบ 24 บิตสีได้ อีกทั้งยังสามารถสร้างภาพจากหลังโปร่งใสแบบขอบภาพไม่หยักได้ด้วย ไฟล์แบบนี้รองรับโหมดสีแบบ RGB, Indexed Color, Grayscale และ Bitmap ที่ไม่มี Alpha Channels

ตัวเลือกสำหรับไฟล์ชนิด PNG Interlace Option : เป็นการกำหนดลักษณะการปรากฏตัวของภาพบนเว็บเบราว์เซอร์

- None ให้แสดงภาพเมื่อดาวน์โหลดภาพได้ครบทั้งไฟล์แล้วเท่านั้น
- Interlaced ให้แสดงภาพแบบหยาบ ๆ ก่อนในระหว่างดาวน์โหลดภาพเพื่อทำให้เหมือนกับระยะในการดาวน์โหลดภาพสั้นลง

ไฟล์ภาพแบบ TIFF (Tagged Image File Format)

TIFF (Tagged Image File Format) เป็นไฟล์ที่นิยมใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างโปรแกรม หรือระหว่างคอมพิวเตอร์ระบบต่าง ๆ เนื่องจากไฟล์ TIFF นี้เป็นไฟล์ที่ยืดหยุ่นมากสามารถนำไปใช้ได้โปรแกรมหลาย ๆ ชนิด ไฟล์แบบ TIFF นี้รองรับโหมดสีแบบ CMYK, RGB, Lab, Indexed Color และ Grayscale ที่มี Alpha Channels หากเป็นโหมดสีแบบ Bitmap สามารถบันทึกได้แต่ไม่มี Alpha Channels ไฟล์ TIFF สามารถบันทึกแบบแยกเลเยอร์ที่สร้างโดย Photoshop ได้ด้วย นอกจากนั้นยังสามารถบันทึก Annotation ความสะดวกโปร่งใสของเลเยอร์ และข้อมูล Multiresolution ได้

ข้อดี : มีความละเอียดสูง สามารถใช้ในงานพิมพ์แยกสีได้เพราะสามารถทำงานในโหมดสีแบบ CMYK ได้สามารถใช้ได้ทั้งเครื่อง PC และ Macintosh สามารถบันทึกภาพที่มี Alpha Channels ได้

ข้อเสีย : ไฟล์ภาพมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้

ตัวเลือกสำหรับไฟล์ชนิด TIFF

Image Compression : เป็นการกำหนดวิธีการบีบอัดไฟล์ดังที่กล่าวไว้ตอนต้นแล้ว

Byte Order : เป็นตัวเลือกเพื่อระบุว่า เป็นไฟล์ที่จะนำไปใช้บนเครื่อง PC หรือ Macintosh

Save Image Pyramid : เป็นการกำหนดให้บันทึกไฟล์ชนิดที่รองรับความสามารถแบบ Pyramid

Save Transparency : เป็นการกำหนดให้คงความโปร่งใสของภาพเอาไว้ด้วย

Layer Compression : เป็นการกำหนดวิธีการบีบอัดข้อมูลที่อยู่ภายในแต่ละเลเยอร์

ไฟล์ภาพแบบ PDF (PostScript Document Format)

PDF (PostScript Document Format) เป็นรูปแบบไฟล์ที่สามารถนำไปใช้งานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์หลายชนิดไม่ว่าจะเป็นเครื่องแบบ PC, Macintosh หรือ UNIX และยังสามารถนำไปใช้บนโปรแกรมได้หลายชนิดด้วย เนื่องจากไม่ว่าจะนำไปใช้งานที่ใด การแสดงผลก็จะยังถูกต้องเหมือนกันทุกที่ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะฟอนต์ การวางตำแหน่งเลย์เอาท์ของรูปภาพ ทั้งรูปภาพแบบเวกเตอร์ และบิตแมป ไฟล์เอกสารแบบ PDF นี้สามารถบรรจุตัวค้นหาข้อมูลภายในไฟล์เอกสารเอาไว้เพื่อค้นหาข้อมูลที่ต้องการในเอกสารได้อีกด้วย

ไฟล์เอกสารแบบ PDF ที่โปรแกรม Photoshop รู้จักนั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิดคือ Photoshop PDF และ Generic PDF แต่สามารถบันทึกลงไปได้เพียงชนิดเดียวคือ Photoshop PDF สามารถเปิดไฟล์เอกสาร PDF ขึ้นมาเป็นรูปภาพ หรือเลือกเปิดเฉพาะรูปภาพที่อยู่ในไฟล์ PDF ขึ้นใช้งานก็ได้

- Photoshop PDF เป็นไฟล์ที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Photoshop โดยใช้คำสั่ง Save As ซึ่งเป็นรูปแบบที่จะเก็บรูปภาพเพียงรูปเดียวเท่านั้น สามารถรองรับโหมดสีได้ทุกโหมดสีใน Photoshop อีกทั้งยังสามารถบีบอัดข้อมูลแบบ JPEG และ ZIP ได้ด้วย
- Generic PDF เป็นไฟล์ที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Photoshop เช่น Adobe Acrobat และ Adobe Illustrator เป็นต้น ไฟล์ PDF ชนิดสามารถบรรจุหน้าเอกสารได้หลายหน้า และบรรจุรูปภาพได้หลายภาพ เมื่อเปิดไฟล์ PDF ชนิดนี้ โปรแกรม Photoshop จะทำการ rasterize ภาพให้กลายเป็นภาพแบบ ราสเตอร์ทั้งหมด

ตัวเลือกสำหรับไฟล์ชนิด PDF

Encoding : เป็นตัวเลือกสำหรับกำหนดลักษณะการบีบอัดไฟล์แบบที่ต้องการ

Save Transparency : เป็นตัวเลือกสำหรับคงส่วนที่โปร่งใสของภาพเอาไว้

Image Interpolation : เป็นตัวเลือกที่ใช้กำหนดให้สร้าง anti – alias สำหรับการพิมพ์ภาพที่มีความละเอียดต่ำ

Downgrade Color Profile : เป็นตัวเลือกที่จะกำหนดให้บันทึก Color Profile เป็นรุ่นเก่า เพื่อให้โปรแกรมรุ่นเก่าสามารถเรียกใช้งานได้

PDF Security : เป็นตัวเลือกที่ใช้สำหรับการกำหนดความปลอดภัยในการเปิดใช้งานไฟล์ เช่น การกำหนดพาสเวิร์ดในการเปิดไฟล์ขึ้นมา เป็นต้น

Include Vector : เป็นตัวเลือกที่กำหนดให้บันทึกข้อมูลโดยยังคงสภาพของวัตถุที่เวกเตอร์เอาไว้ อย่างเช่น วัตถุที่เป็น Shape วัตถุที่เป็นตัวอักษร เป็นต้น ซึ่งมีตัวเลือกเพิ่มเติมดังนี้

- Embed Fonts เป็นการกำหนดให้บรรจุข้อมูลของฟอนต์ตัวอักษรที่ใช้ในภาพด้วย เพื่อป้องกันกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำรูปดังกล่าวไปใช้งานไม่มีฟอนต์ดังกล่าวอยู่
- Use Outlines for Text เป็นการกำหนดให้บันทึกตัวอักษรลงเป็น Path หรือเป็นภาพลายเส้นแทน ใช้สำหรับในกรณีที่การบันทึกแบบ Embed Fonts ทำให้เกิดไฟล์ที่มีขนาดใหญ่เกินไป

ไฟล์ภาพแบบ EPS (Encapsulate PostScript) และ DCS (Desktop Color Separations)

EPS และ DCS เป็นไฟล์รูปภาพที่สามารถเก็บข้อมูลภาพได้ทั้งชนิดเวกเตอร์และบิตแมป และยังสนับสนุนรูปแบบของไฟล์ภาพกราฟิกได้ทุกรูปแบบ รูปแบบ EPS และ DCS สามารถบันทึกได้ 3 แบบคือ

- Photoshop EPS ซึ่งจะรองรับโหมดสีแบบ Lab, CMYK, RGB, Indexed Color, Duotone, Grayscale และ Bitmap ไฟล์ภาพแบบ EPS นี้รองรับการใช้งาน Clipping Path แต่ไม่รองรับการใช้งาน Alpha Channels

- Photoshop DCS 1.0 เป็นรูปแบบมาตรฐานของไฟล์แบบ EPS ที่สามารถบันทึกข้อมูลแบบแยกสีในโหมด CMYK ได้ รองรับโหมดสีแบบ CMYK ที่มี Alpha Channels และรองรับการใช้งาน Clipping Path

- Photoshop DCS 2.0 ไฟล์แบบ DCS 2.0 จะรองรับการทำงานในโหมดสีแบบ Multichannel, CMYK ที่มี Alpha Channels และมี Multi Spot Channels และรองรับการใช้งาน Clipping Path

****หากต้องการพิมพ์ภาพแบบ EPS หรือ DCS นี้ต้องใช้เครื่องพิมพ์แบบที่เป็น PostScript เท่านั้น**

Preview : เป็นตัวเลือกที่ใช้สำหรับไฟล์ที่ต้องการใช้งานร่วมกันระหว่างระบบปฏิบัติการ windows และ Mac Os เพื่อให้ภาพสามารถแสดงบนโปรแกรมที่จะใช้งานได้ตามปกติ

DCS : เป็นตัวเลือกพิเศษสำหรับไฟล์แบบ DCS ดังนี้

- ไฟล์แบบ DCS 1.0 การบันทึกไฟล์แบบ DCS 1.0 นี้จะมีไฟล์ถูกสร้างขึ้นมาทั้งสิ้น 5 ไฟล์ด้วยกัน นั่นคือ สีไฟล์แรกสำหรับบันทึกข้อมูลของเซนแนลสีทั้งสี่ของโหมด CMYK ของภาพ และไฟล์ที่ 5 คือไฟล์หลักสำหรับประกอบไฟล์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ซึ่งมีตัวเลือกดังนี้

- * **No Composition PostScript** เป็นการกำหนดว่าไม่ต้องมีรูปภาพสำหรับไฟล์ภาพหลัก ในกรณีนี้คุณไม่สามารถเปิดไฟล์ขึ้นมาแก้ไขได้ ใช้สำหรับที่จะพิมพ์รูปภาพออกเป็นฟิล์มเลย โดยไม่ต้องการแก้ไขไฟล์

- * **Grayscale Composition** เป็นการกำหนดว่าไฟล์รูปภาพสำหรับไฟล์หลัก เป็นไฟล์รูปในโหมดสีแบบ ขาวดำ เอาไว้สำหรับเปิดขึ้นมาดูรูปตัวอย่าง

- * **Color Composition** เป็นการกำหนดว่าไฟล์รูปภาพสำหรับไฟล์หลักเป็นไฟล์รูปแบบมีสี ขนาดของไฟล์แบบนี้จะมีขนาดใหญ่ที่สุด

- ไฟล์แบบ DCS 2.0 สามารถที่จะเลือกบรรจุไฟล์แบบแยกไฟล์ เหมือนกับ DCS 1.0 หรือ แบบรวมเป็นไฟล์เดียวก็ได้

Encoding : เป็นการระบุวิธีการเข้ารหัสของไฟล์ในกรณีที่จะนำไปพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แบบ PostScript ซึ่งมีตัวอย่างดังนี้

- ASCLL ใช้สำหรับในกรณีที่พิมพ์ภาพจากระบบปฏิบัติการ Windows
- Binary ใช้สำหรับกรณีที่พิมพ์ภาพจากระบบปฏิบัติการ Mac OS
- JPEG ใช้สำหรับในกรณีที่ต้องการการบันทึกแบบรวดเร็วที่สุด แต่คุณภาพของงานจะลดลงเนื่องจากข้อมูลถูกบีบอัดแบบสูญเสียข้อมูลบางส่วนไป

Include Halftone Screen เป็นตัวเลือกสำหรับบันทึกค่า Halftone ที่กำหนดเอาไว้เพื่อนำไปใช้เวลาพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์ที่รับรองค่าดังกล่าว

Include transfer function เป็นตัวเลือกสำหรับบันทึกค่าการปรับขดเซยดี ในโปรแกรม Photoshop เพื่อนำไปปรับค่าสีในเครื่องพิมพ์ที่จะพิมพ์ออกมา

PostScript Color management เป็นตัวเลือกสำหรับการบันทึกไฟล์ในรูปแบบ EPS ใช้กำหนดมณกรณีที่จะให้เครื่องพิมพ์ปรับเปลี่ยนสีให้เข้ากับช่วงสีของเครื่องพิมพ์แบบ PostScript ตัวเลือกลงกล่าวนี้ ไม่ควรเลือกในกรณีที่จะนำภาพดังกล่าวไปใช้ในโปรแกรมอื่น ๆ อีก

Include Vector Data เป็นตัวเลือกที่กำหนดให้บันทึกข้อมูลโดยยังคงสภาพของวัตถุที่เวคเตอร์เอาไว้ เช่น วัตถุเป็น Shape วัตถุที่เป็นตัวอักษร เป็นต้น

Image Interpolation เป็นตัวเลือกที่ใช้กำหนดให้สร้าง anti - alias สำหรับการพิมพ์ภาพที่ความละเอียดต่ำ

ไฟล์ภาพแบบ PCX

PCX เป็นไฟล์ภาพพื้นฐานที่ใช้กับคอมพิวเตอร์แบบ PC ทุกชนิด โปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PC ทั้งหลายจะรองรับการใช้งานไว้ PCX เวอร์ชัน 5 ไฟล์ แบบ PCX จะรองรับโหมดสีแบบ RGB, Indexed Color, Grayscale และ Bitmap แต่ไม่รองรับการใช้งานแบบ Alpha Channels

ข้อดี : ไฟล์ภาพแบบ PCX จะรองรับการบีบอัดข้อมูลแบบ RLE

ข้อเสีย : ไม่สามารถใช้งานกับโปรแกรมบนเครื่อง Macintosh ได้

ไฟล์ภาพแบบ PICT

PICT เป็นไฟล์กราฟิกที่นิยมใช้กันมากในเครื่อง Macintosh และโปรแกรมประเภท Page - layout อย่างเช่น PageMaker ไฟล์ PICT รับรองโหมดสีแบบ Indexed Color, Grayscale และ Bitmap แต่ไม่รองรับการใช้งานแบบ Alpha Channels และ RGB บรรจุ Single Alpha Channels

ไฟล์ภาพแบบ RAW

RAW เป็นรูปแบบไฟล์ซึ่งใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ไฟล์แบบนี้รองรับโหมดสีแบบ CMYK, RGB และ Grayscale ที่มี Alpha Channels และ Multichannels กับ Lab ที่ไม่มี Alpha Channels

ไฟล์ภาพแบบ PIXAR

PIXAR เป็นรูปแบบไฟล์ที่ออกแบบมาสำหรับแลกเปลี่ยนไฟล์ภาพกับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ PIXAR โดยเฉพาะเครื่องแบบ PIXAR นี้ใช้สำหรับทำงานกราฟิกแบบกราฟิกขั้นสูง ต้องการความละเอียดสูง เช่น การกราฟิกแบบสามมิติ รองรับโหมดสีแบบ RGB และ Grayscale ที่มี Alpha Channels เพียงหนึ่งแชนแนลเท่านั้น

ไฟล์ภาพแบบ SCITEX CT (Continuous Tone)

SCITEX CT เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับงานภาพที่ต้องการความละเอียดสูงบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ SCITEX CT ซึ่งรองรับโหมดสีแบบ RGB และ Grayscale ที่ไม่มี Alpha Channels

ไฟล์ภาพแบบ TGA (Targa)

TGA เป็นไฟล์ที่ออกแบบมาสำหรับระบบที่ใช้การ์ดจอของ True vision และโปรแกรมทั้งหลายที่ทำงานบน MS - DOS ไฟล์แบบนี้รองรับโหมดสี RGB แบบ 32 บิต ซึ่งมี Alpha Channels หนึ่ง Channels และรองรับ Indexed Color, Grayscale และ RGB แบบ 24 บิต สี ซึ่งไม่มี Alpha Channels

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

บทนำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ GIS เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการประยุกต์ใช้งานของคอมพิวเตอร์กราฟิก (Computer Graphic) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยม มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ สามารถจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลได้ทั้งแบบแรสเตอร์ และเวกเตอร์ ระบบ GIS สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อรองรับการแก้ไขปัญหา ทั้งปัญหาเฉพาะกิจ หรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึงซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟิกที่มีความสามารถในการเก็บข้อมูลด้านแผนที่ หรือข้อมูลในลักษณะที่เป็นภาพต่าง ๆ เช่น ภาพดาวเทียม (Satellite Images) ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photographs) เป็นต้น ซอฟต์แวร์ดังกล่าวนี้ สามารถนำข้อมูลแผนที่หรือข้อมูลภาพต่าง ๆ ของ พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ซึ่งข้อมูลแต่ละด้านจะถูกจัดเก็บไว้ในโปรแกรมลักษณะของข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Layer) หรือการซ้อนทับข้อมูล (Overlays) หรือชั้นข้อมูล (Coverage) แล้วสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ประมวลผลร่วมกันเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับข้อมูลในพื้นที่ (พิภพ อธิธา, 2540)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ GIS จึงเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ในการจัดการ และบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ (สุรีย์ บุญญานุกพงศ์, 2541)

GIS ประกอบไปด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ระบบโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และบุคลากร ซึ่งมีหน้าที่จัดการในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมสารสนเทศที่ต้องการ เพื่อทำการแปลงเข้าจัดเก็บในระบบ การปรับปรุง การจัดการ การวิเคราะห์ และการแสดงผลสารสนเทศภูมิศาสตร์เหล่านั้นในรูปแบบที่มีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ตามต้องการ (Environmental Systems Research Institute, Inc., 1993)

สรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หรือ GIS เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดการ การจัดการ รวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลออกมาในลักษณะ ข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้

องค์ประกอบของ GIS

GIS มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 5 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ บุคลากร ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และข้อมูลหรือสารสนเทศ

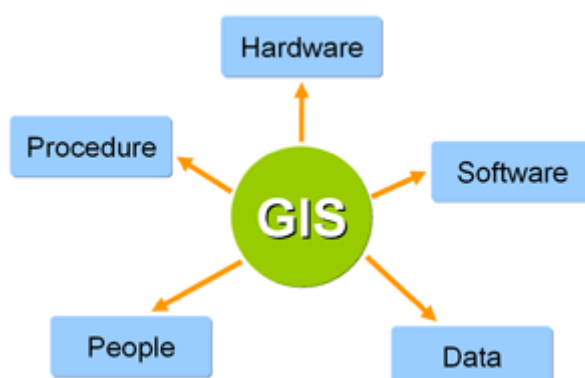
- ฮาร์ดแวร์ (Hardware) หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ในส่วนที่สามารถมองเห็นจับต้องได้ เป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผล รับข้อมูล หรือแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งรวมถึงระบบเครือข่ายด้วย

- ซอฟต์แวร์ (Software) หมายถึง โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

- บุคลากร (Peopleware) ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการพัฒนาระบบ ซึ่งเป็นผู้มีหน้าที่จัดการให้องค์ประกอบต่างๆ ทำงานประสานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา

- ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Procedure หรือ Methodology) คือ ขั้นตอนการทำงานซึ่งผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล

- ข้อมูล (Data) ข้อมูลนับเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบสารสนเทศทุกประเภท ระบบย่อมไม่สามารถสร้างสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ใด ๆ ได้ หากปราศจากข้อมูลที่ครบถ้วนละเอียด ถูกต้อง และทันสมัย



องค์ประกอบของระบบ GIS

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ GIS

เพื่อให้ได้คำตอบของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการจัดทำแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาทำงานร่วมกัน ได้แก่

- วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (Computer Science) ได้แก่ อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์
- การสำรวจและการทำแผนที่ (Survey and Mapping) เป็นศาสตร์ในการทำแผนที่โดยการสำรวจภาคสนาม โดยอาศัยความรู้เชิงวิศวกรรมสำรวจในการใช้เครื่องมือในการสำรวจ

- ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ แต่เน้นถึงการศึกษาโครงสร้างและการจัดเก็บจัดการฐานข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ
- การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) เป็นศาสตร์ในการสำรวจข้อมูลพื้นที่ผิวโลก ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลก โดยใช้อุปกรณ์ในการบันทึกภาพ ซึ่งติดตั้งบนดาวเทียม อาศัยการตรวจวัดการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุเหล่านั้นขึ้นไปกระทบอุปกรณ์ในการบันทึกภาพ
- ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System) เป็นระบบการค้นหาคำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ และนำทางด้วยดาวเทียม โดยใช้คลื่นความถี่สูง ความยาวคลื่นสั้น จึงมีความเที่ยงตรงสูง

ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. **ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)** เป็นข้อมูลในส่วนที่สามารถนำไปใช้ในการอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์หรือตำแหน่งจริงบนพื้นโลกได้ (Geo-referenced) การอ้างอิงสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอ้างอิงโดยใช้พิกัดของกริด x,y หรือการอ้างอิงโดยใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์ ละติจูด ลองจิจูด เป็นต้น

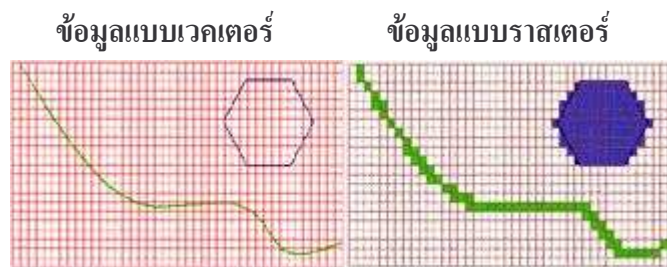
2. **ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-spatial data)** ข้อมูลในส่วนนี้จะส่วนที่ใช้อธิบายถึงคุณลักษณะต่างๆ ของพื้นที่นั้น ข้อมูลในส่วนนี้จะไม่ได้แสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งแต่อย่างใด ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attributes) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่นั้นๆ หรือ ข้อมูลเส้นชั้นระดับความสูง เป็นต้น

ลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่

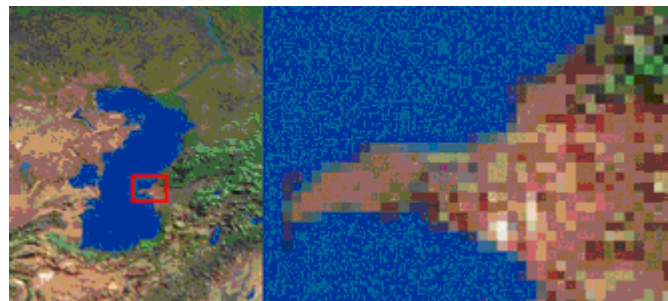
ข้อมูลเชิงพื้นที่ จะเป็นนำเสนอข้อมูลที่มีลักษณะอย่างน้อย 2 มิติ ซึ่งจะเป็นการอ้างอิงตามแนวแกน X และแกน Y การแทนรูปร่างเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลในลักษณะของจุด เส้น หรือขอบเขตบริเวณ ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถแบ่งโครงสร้างการจัดข้อมูลเก็บได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. โครงสร้างข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster or grid representaiton)

ข้อมูลแบบราสเตอร์นั้นมีโครงสร้างเป็นช่องสี่เหลี่ยม เรียกว่า จุดภาพ (Picture element cell) หรือ กริดเซลล์ (Grid cell) เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวตั้ง โดยในแต่ละจุดภาพสามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า ลักษณะข้อมูลแบบราสเตอร์ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลแบบราสเตอร์มีจุดเด่นที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ทำให้การประมวลผลในระดับจุดภาพ การเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพหรือการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ การนำไปใช้งานร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียม การนำไปแทนลักษณะของข้อมูลพื้นผิว (Surface) ที่มีความต่อเนื่องของข้อมูล แต่ข้อด้อยที่สำคัญของข้อมูลราสเตอร์ ก็คือ ขนาดของไฟล์มีขนาดใหญ่ทำให้ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บค่อนข้างมาก



การแปลงข้อมูลเวกเตอร์เป็นราสเตอร์



ตัวอย่างข้อมูลประเภทราสเตอร์

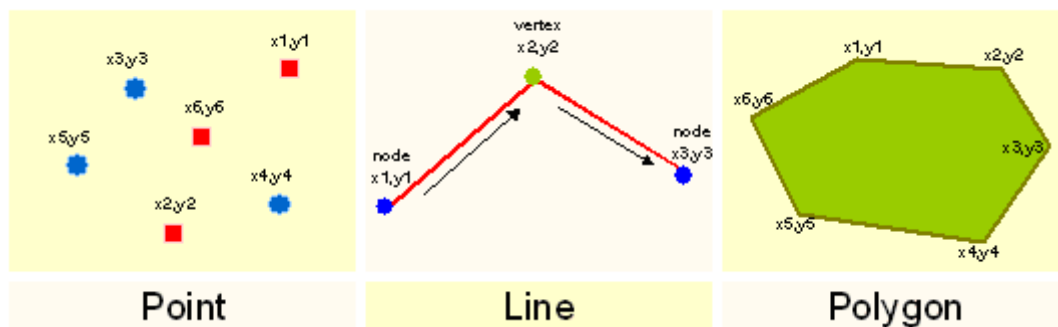
2. โครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector representation)

ข้อมูลในลักษณะนี้จะเป็นการใช้พิกัดตำแหน่งในการอธิบายรูปร่างของจุด เส้น พื้นที่ ข้อมูลที่จัดเก็บในลักษณะเวกเตอร์ตำแหน่งของวัตถุจะถูกบันทึก และถ่ายทอดได้ละเอียดถูกต้องกว่าโครงสร้างแบบราสเตอร์ และใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลน้อยกว่า ตัวอย่างของข้อมูลที่จัดเก็บในประเภทนี้ได้แก่ ข้อมูลแนวถนน แม่น้ำลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

รูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่

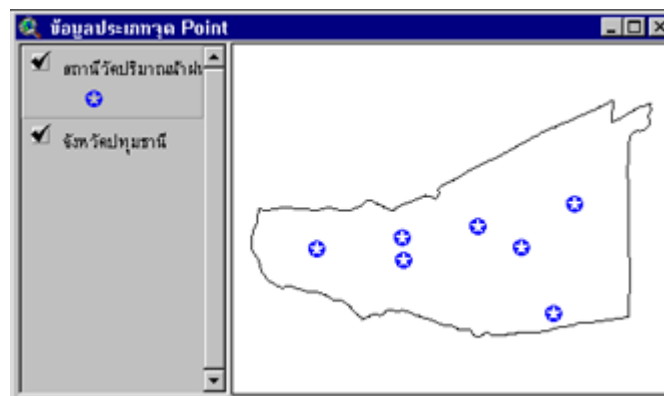
รูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบของเวกเตอร์จะมีลักษณะและรูปแบบ (Spatial Features) ต่าง ๆ ดังนี้

1. จุด (Point features) เป็นหน่วยย่อยที่สุดของเวกเตอร์ จะไม่มีขนาดของพื้นที่ และระยะทาง ไม่มีมิติ แต่มีตำแหน่งเป็นค่าพิกัดของ x,y คู่หนึ่ง โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล ตัวอย่างของข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้จุดเป็นสัญลักษณ์แทนในแผนที่ เช่น ตำแหน่งของเสาไฟฟ้า ตำแหน่งของหม้อแปลงไฟฟ้า ที่ตั้งของสถานีย่อย เป็นต้น

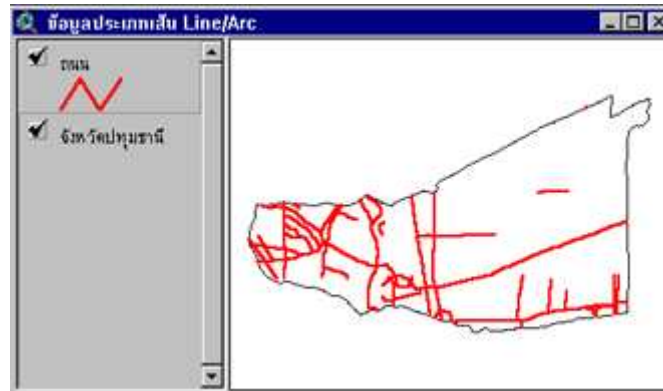


ตัวอย่างข้อมูลประเภทเวกเตอร์

2. เส้น (Line features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง เส้นประกอบด้วยจุดเริ่มต้น (From Node) และจุดสิ้นสุด (To Node) และจุดเปลี่ยนทิศทาง (Vertex) ที่ทำให้เส้นเกิดการเปลี่ยนทิศทางในการวางตัว ซึ่งทำให้เกิดเป็นรูปร่างของเส้น ซึ่งจะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ โดยอาศัยขนาดทั้งความกว้าง และความยาว เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น

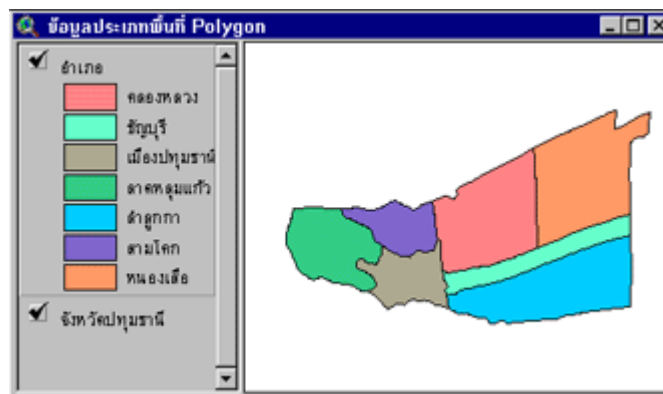


รูปแบบของข้อมูลประเภทจุด



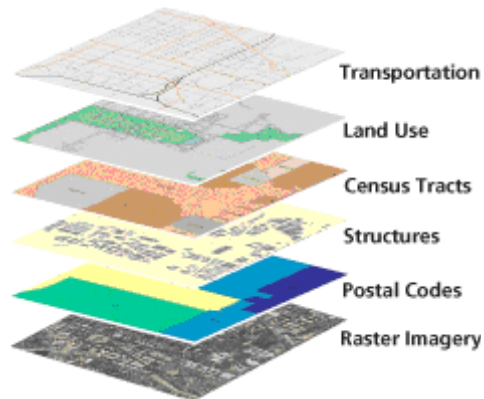
รูปแบบของข้อมูลประเภทเส้น

3. **พื้นที่ (Polygon features)** เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ที่เรียกว่า รูปปิดหลายเหลี่ยม (Polygon) ซึ่งจะต้องประกอบด้วยจุดมากกว่า 4 จุดขึ้นไป สามารถคำนวณขอบเขตเนื้อที่และเส้นรอบวงของรูปปิดหลายเหลี่ยมนั้นได้ ตัวอย่างเช่น ขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ อาณาเขตการปกครอง ขอบเขตการถือครองที่ดิน เป็นต้น



รูปแบบของข้อมูลประเภทพื้นที่

การเก็บข้อมูลในเชิงพื้นที่ที่สามารถออกแบบการจัดเก็บตามประโยชน์การใช้สอย โดยจะแบ่งข้อมูลแต่ละประเภทเป็นชั้นข้อมูล (Layer) เช่น ชั้นข้อมูลถนน ประเภทการใช้ที่ดิน พื้นที่รหัสไปรษณีย์ แม่น้ำ ลักษณะชั้นดิน ฯลฯ เมื่อต้องการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถที่จะเลือกข้อมูลเชิงพื้นที่ชั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการมาซ้อนทับกัน (Overlay)



แสดงแนวความคิดของการแบ่งชั้นข้อมูล (Layer) ในระบบ GIS

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความแตกต่างจากระบบสารสนเทศอื่น ๆ ในแง่ที่สามารถทำงานและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงแผนที่ได้ ข้อมูลหรือผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ที่มีพีคภูมิศาสตร์สามารถอ้างอิงในเชิงตำแหน่งได้ สามารถแสดงผลในรูปแบบแผนที่ ซึ่งช่วยในการอธิบายถึงปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งมีรูปแบบหลัก ๆ ดังนี้

1. การสร้างพื้นที่กันชน (Buffer)

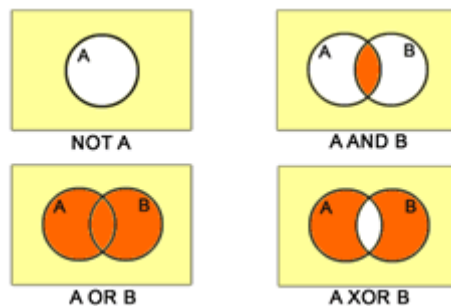
การสร้างพื้นที่กันชน คือ การสร้างแนวพื้นที่รอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นระยะทางตามที่กำหนด เรียกว่า การสร้างพื้นที่กันชน การสร้างพื้นที่กันชนมักจะใช้กับข้อมูลแบบเวกเตอร์ (vector) โดยสามารถสร้างพื้นที่กันชนรอบจุด (point) เส้น (line) และ รูปปิดหลายเหลี่ยม (polygon) ได้ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างพื้นที่กันชน คือ ชั้นข้อมูลแผนที่ใหม่ ที่มีขนาดความกว้างของพื้นที่จากตำแหน่งที่เลือก เท่ากับระยะทางของพื้นที่กันชนที่ได้กำหนด



การสร้างพื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทรูปปิดหลายเหลี่ยม

2. การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Overlay Analysis)

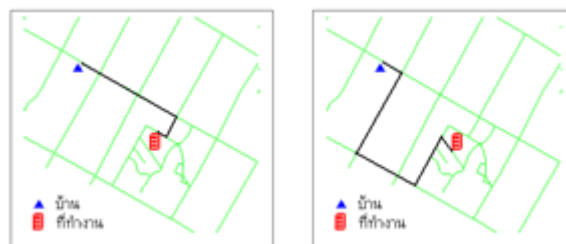
การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายชั้นร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านั้นต้องอยู่ในบริเวณเดียวกันและมีคุณลักษณะต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ในการซ้อนทับข้อมูลมีกระบวนการในการคำนวณโดยใช้หลักพีชคณิตบูลีน (Boolean algebra) ซึ่งมีตัวดำเนินการ คือ NOT, AND, OR และ XOR โดยกำหนดให้มีพื้นที่ A และ B



ผลการการใช้ตัวดำเนินการแบบบูลีน

3. การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

การวิเคราะห์โครงข่ายจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทเส้นเท่านั้น ส่วนใหญ่การวิเคราะห์โครงข่ายจะถูกนำไปประยุกต์ใช้กับเส้นทางคมนาคม เช่น การหาระยะทางที่สั้นที่สุด การหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทาง เป็นต้น การวิเคราะห์เส้นทางคมนาคมอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลที่ทันสมัย ไม่ว่าจะเป็นเส้นทางที่เกิดขึ้นใหม่ สภาพการจราจร วิธีการเดินทางว่าเป็นแบบวันเวย์ หรือทวิเวย์ รวมถึงการนำกฎจราจรเข้ามาร่วมพิจารณาในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ในรูปแบบนี้จึงต้องมีความละเอียดในการกำหนดปัจจัยเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ได้จริง



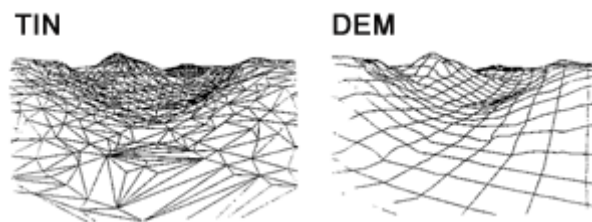
การวิเคราะห์โครงข่ายหาเส้นทางที่สั้นที่สุด และเส้นทางที่ดีที่สุด

4. การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis)

การวิเคราะห์พื้นผิวเป็นการวิเคราะห์การกระจายของค่าตัวแปรหนึ่ง ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมิติที่ 3 ของข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีค่าพิกัดตามแนวแกน X และ Y ส่วนตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่า Z ที่มีการกระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่ ตัวอย่างของค่า Z ได้แก่ ข้อมูลความสูงของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ เป็นต้น ผลจากการวิเคราะห์พื้นผิวสามารถแสดงเป็นภาพ 3 มิติให้เห็นถึงความแปรผันของข้อมูลด้วยลักษณะสูงต่ำของพื้นผิวนั้น การแสดงข้อมูลพื้นผิวสามารถใช้โครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์โดยการใช้ Triangulated Irregular Network (TIN) หรือใช้โครงสร้างแบบแรสเตอร์โดยการใช้ Digital Elevation Model (DEM)

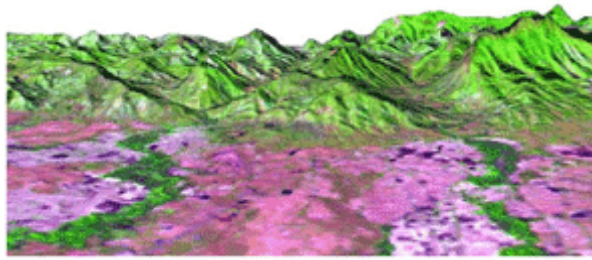
- **TIN** แสดงลักษณะของพื้นผิวโดยการใช้รูปสามเหลี่ยมหลายรูปซึ่งมีด้านประชิดกัน และใช้จุดยอดร่วมกันเรียงต่อเนื่องกันไป โดยค่า Z จัดเก็บอยู่ที่จุดยอดของสามเหลี่ยม จุดเหล่านี้จะกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ โดยพื้นที่ที่มีความแตกต่างของค่า Z มาก ๆ จุดจะอยู่ใกล้ ๆ กัน แต่พื้นที่ที่มีค่า Z ไม่แตกต่างกันนัก จุดจะอยู่ห่างกัน

- **DEM** มีลักษณะเป็นกริดเซลล์ขนาดเท่ากัน เรียงต่อเนื่องกันครอบคลุมทั้งพื้นที่ ค่าประจำกริดเซลล์คือค่า Z ดังนั้นค่า Z ในพื้นที่จึงมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ



ลักษณะของ TIN และ DEM

การวิเคราะห์พื้นผิวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ภาพตัดขวาง การแสดงลักษณะของพื้นผิว การวิเคราะห์ความสามารถในการมองเห็นภูมิประเทศจากมุมมองต่าง ๆ การคำนวณปริมาตรของพื้นที่ และการแสดงลักษณะภูมิประเทศร่วมกับแผนที่ หรือภาพถ่าย



การแสดงผลข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับ DEM

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

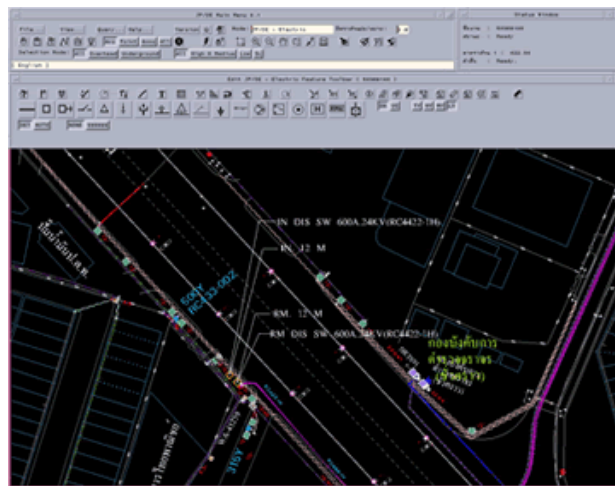
1. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับสาธารณูปโภคพื้นฐาน: ไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวงมีหน้าที่รับผิดชอบในการให้บริการด้านไฟฟ้ากับประชาชนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3,200 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขตชุมชน ซึ่งมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ระบบการจ่ายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทุกวัน ดังนั้นการไฟฟ้านครหลวงจึงได้จัดทำแผนที่ระบบไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาระบบการจ่ายไฟฟ้า รวมทั้งการให้บริการแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งต้องมีการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้อำนวยประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- งานวิศวกรรม ช่วยในการวิเคราะห์และวางแผนการขยายระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อรองรับกับความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า
- การให้บริการ ทำให้การขอใช้ไฟฟ้าใหม่ทำได้รวดเร็วขึ้น สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการดำเนินงานได้ถูกต้องแม่นยำขึ้น
- การบริหาร ช่วยในการบริหารจัดการทรัพย์สินขององค์กร ทำให้องค์กรทราบว่าทรัพย์สินที่เป็นระบบจำหน่ายแยกเป็นอุปกรณ์อะไร และมีจำนวนเท่าใดบ้าง
- สนับสนุนงานแก้ไขไฟฟ้าขัดข้อง เมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าขัดข้องสามารถค้นหาแผนที่ได้ว่าบ้านของผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ตำแหน่งใด วิเคราะห์ถึงอุปกรณ์ที่น่าจะเป็นสาเหตุของไฟฟ้าขัดข้องได้



ตัวอย่างการเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้า



หน้าจอโปรแกรมออกแบบและประมาณราคาสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้า

2. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูล Remote Sensing เพื่อการประเมินผลกระทบเบื้องต้นทางกายภาพในพื้นที่ประสาธรณีพิบัติภัย จากการเกิดคลื่นยักษ์ (Tsunami) เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 บริเวณ จังหวัดพังงา

** Remote Sensing คือ การสำรวจระยะไกล เช่น ภาพถ่ายจากเครื่องบิน ยานอวกาศ หรือดาวเทียม โดยตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ หรือสะท้อนมาจากสิ่งที่ต้องการสำรวจ

ตัวอย่างภาพข้อมูลจากดาวเทียม Ikonos อธิบายลักษณะทางกายภาพในเบื้องต้นของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นยักษ์ (Tsunami) ก่อนและหลังเกิดเหตุการณ์

เป็นภาพที่ถ่ายเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2547



ภาพก่อนเกิดเหตุการณ์

- บริเวณแหลมปะการัง เขาหลัก จ.พังงา
- ในบริเวณนี้ยังเต็มไปด้วยความสมบูรณ์ของพืชพรรณต่างๆ (สีเขียว)
- รูปร่างของแหลมปะการัง (ในกรอบสีแดง)
- แนวหาดทราย (ในกรอบสีน้ำเงิน)
- ท้องทะเลรอบแหลมปะการัง จะมีสีเหลืองอ่อนผสมฟ้าอ่อน ซึ่งแสดงถึงการสะท้อนลักษณะของน้ำทะเลผสมกับสิ่งอื่น ที่อาจจะเป็นแนวปะการัง แนวหิน และตะกอนต่างๆที่จะสะสมตัวให้บริเวณแหลมงอกขึ้น ซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการสลายตัว

เป็นภาพที่ถ่ายเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2547



ภาพหลังเกิดเหตุการณ์ 3 วัน

- บริเวณพื้นที่สีเขียวที่แสดงความสมบูรณ์ของพืชพรรณในรูปบน เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง หลังเกิดเหตุการณ์จะเห็นว่าถูกแทนที่ด้วยโคลนตะกอน (สีน้ำตาล)
- รูปร่างของแหลมปะการัง (ในกรอบสีแดง) จะเห็นว่าหลังเกิดเหตุการณ์ บริเวณปลายสุดของแหลมไม่ปรากฏในภาพถ่าย ซึ่งต้องรอผลจากการสำรวจภาคสนามว่าบริเวณนี้อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลในปัจจุบัน หรือพื้นที่เหนือน้ำทะเลส่วนใหญ่ถูกอิทธิพลของคลื่นยักษ์ทำให้สลายกลายเป็นตะกอนพัดพาเข้าสู่ฝั่ง
- แนวหาดทราย (ในกรอบสีน้ำเงิน) หายไป
- ท้องทะเลรอบแหลมปะการัง จะมีสีครามเข้ม



ภาพข้อมูลจากดาวเทียม Ikonos ซ้อนทับแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศ

บริเวณแหลมปะการัง - เขาหลัก

บันทึกภาพเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2547

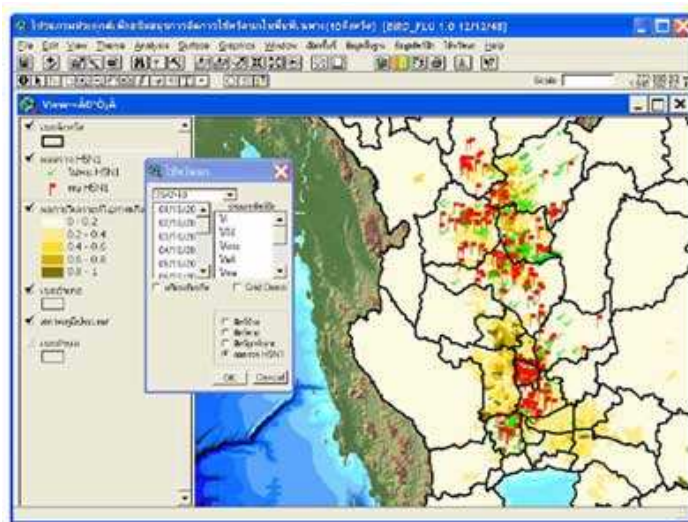
จากการนำภาพถ่ายทางอากาศมาเปรียบเทียบ ช่วยให้การประเมินความเสียหายเบื้องต้นสามารถทราบได้ว่าพื้นที่ใดได้รับผลกระทบมากที่สุดเพียงใด ซึ่งทำให้รวดเร็วต่อการวางแผนเพื่อเข้าไปดำเนินการช่วยเหลือคนในพื้นที่ และฟื้นฟูสภาพแวดล้อมต่อไป

3. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการโรคไข้หวัดนกในประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประยุกต์ (GIS Application) สำหรับใช้เป็นต้นแบบในการสนับสนุนการบริหารจัดการและการตัดสินใจในการควบคุม ป้องกัน และเฝ้าระวังการเกิดไข้หวัดนกในประเทศไทย โดยสามารถสืบค้น วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง จัดทำแบบจำลองการวิเคราะห์ความเสี่ยงในเชิงพื้นที่ ต่อการเกิดโรคไข้หวัดนก ในการดำเนินงานได้มีการรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคไข้หวัดนก รวมทั้งข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพ ประชากร เศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ยังมีการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของ ตำแหน่งพิกัดของ

ฟาร์มหรือสถานที่เลี้ยงสัตว์ปีก รูปแบบของการเลี้ยงสัตว์ปีก ข้อมูลเกี่ยวกับการอพยพของ สัตว์ปีก และข้อมูลทางด้านผลการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในการฉีดพ่นยา

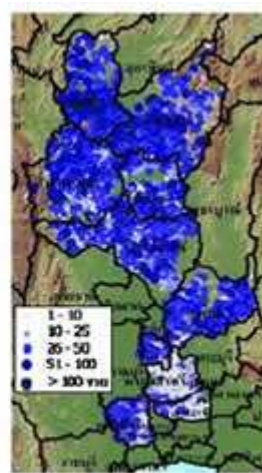
การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ได้มีการศึกษาและจัดทำแบบจำลอง (Model) ในการ คาดการณ์แนวโน้มการเกิดโรคไข้หวัดนกจากผลการศึกษาของ FAO (Food and Agriculture Organization of The United Nations) ในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ (GIS Application) ซึ่งพัฒนาขึ้นบนโปรแกรม ArcView โดยใช้ภาษา Avenue Script



หน้าจอโปรแกรมประยุกต์เพื่อสนับสนุนการจัดการไข้หวัดนก พื้นที่รูปปิดไล่เฉดสีเหลืองเข้ม-อ่อน แสดงระดับความเสี่ยงไข้หวัดนก ธงสีแดง-เขียว แสดงข้อมูลการระบาดของไข้หวัดนก



การสร้างบ่เพื่อรอบหมู่บ้านที่มีการทำลายสัตว์ ปีกในระยะรัศมี 5 กิโลเมตร



ข้อมูลจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปีก จำนวนรายหมู่บ้าน (คน)

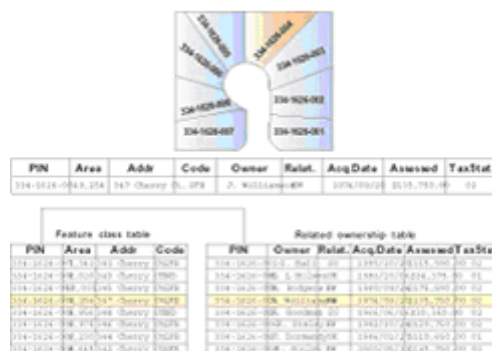
ตัวอย่างการใช้โปรแกรมประยุกต์ GIS ทำการสร้างแนวกันชน (Buffer) ในรัศมี 5 กิโลเมตร รอบหมู่บ้านที่มีการทำลายสัตว์ปีก ซึ่งเป็นจุดตรวจพบโรคหรือสงสัยว่าจะเกิดการระบาดของโรคไข้หวัดนก และนำผลที่ได้ไปซ้อนทับกับข้อมูลจำนวนเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ปีกในพื้นที่ 10 จังหวัดของภาคกลาง การประยุกต์ใช้ GIS ในการสนับสนุนการบริหารจัดการและการตัดสินใจในการควบคุมป้องกัน และเฝ้าระวังการเกิดโรคไข้หวัดนก สามารถทำให้การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การทำความเข้าใจกับสภาพปัญหา การตั้งสมมุติฐาน รวมถึงการวางแผน และการตัดสินใจในการบริหารจัดการปัญหาทั้งในเชิงรุกและเชิงรับสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเช่นกัน

การแสดงผลและนำเสนอข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การแสดงผลข้อมูลเป็นการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการนำเข้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมถึงสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้ รูปแบบการนำเสนอข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เป็นตัวอักษรและตัวเลข (Alpha-Numerical Form) และรูปแบบที่เป็นกราฟฟิก (Graphic Form) ซึ่งทั้งสองรูปแบบนี้สามารถนำข้อมูล GIS ทั้งในแบบที่เป็นข้อมูลเวกเตอร์ และแรสเตอร์ มาแสดงผลพร้อมกันเพื่อใช้ในการอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ได้

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตัวอักษรและตัวเลข (Alpha-Numerical Representation)

การนำเสนอข้อมูลแบบนี้เป็นการแสดงค่าต่าง ๆ เพื่ออธิบายคุณลักษณะทางสถิติ เช่น คุณลักษณะการกระจายของข้อมูล นอกจากนี้ค่าจากตารางอธิบายข้อมูล (Attribute) ในตำแหน่งต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษาจะแสดงโดยใช้รูปแบบตัวอักษรและตัวเลข



การแสดงรายละเอียดข้อมูลของพื้นที่ศึกษาในรูปแบบของตัวอักษร

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟฟิก (Graphical Representation)

การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เป็นกราฟฟิกจะเป็นการแสดงข้อมูลที่ทำให้สามารถมองภาพได้เข้าใจมากขึ้น



การแสดงผลแผนที่ในรูปแบบกราฟฟิก

การแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของแผนที่

แผนที่ หมายถึง การจำลองลักษณะที่สำคัญที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก จำลองไว้บนกระดาษที่แบนราบ ในปัจจุบันแผนที่สามารถจัดทำและผลิตได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แผนที่กระดาษ (Paper map) คือแผนที่ที่จัดพิมพ์บนกระดาษแบนราบ และแผนที่เชิงตัวเลข (Digital map) คือแผนที่ที่เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เป็นลักษณะตัวเลข โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกบันทึกไว้บนเทปแม่เหล็กเก็บข้อมูล เช่น แผ่นดิสก์ หรือ CD-ROM

แผนที่เป็นสื่อในการนำเสนอข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ เพื่อให้การนำเสนอ นั้นเป็นไปอย่างชัดเจน ผู้ใช้งานแผนที่สามารถเข้าใจเนื้อหาในแผนที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังนั้นในการสร้างแผนที่จึงต้องมีการพิจารณาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ความกลมกลืน (Harmony) แผนที่จะต้องแสดงถึงความกลมกลืนของข้อมูลที่จะนำเสนอ ในแผนที่ เช่น ถ้าต้องการทำแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตการปกครอง การนำข้อมูลที่ตั้งของสถานีวิัด ปริมาณน้ำฝนมาแสดงบนแผนที่ด้วยอาจจะไม่เหมาะสม

2. องค์ประกอบของแผนที่ (Composition) แผนที่ที่ดีและสวยงาม ควรประกอบด้วย หัวข้อเรื่อง (Title and Sub-title) สัญลักษณ์ (Map legend) มาตราส่วน (Map scale) แหล่งข้อมูล และวันที่ (Credits-source) เครื่องหมายบนแผนที่ (Map symbol) ควรมีเครื่องหมายที่เป็นมาตรฐาน เช่น แม่น้ำ ใช้สีฟ้า ป่าไม้ใช้สีเขียว พื้นที่เกษตรใช้สีเหลือง เป็นต้น ชื่อสถานที่และคำอธิบาย (Place names and

labeling) ควรใส่ชื่อของสถานที่สำคัญ ในกรณีที่พื้นที่นั้นเป็นที่สนใจลงไปในพื้นที่ จะทำให้แผนที่ นั้นดูได้ง่ายและสื่อความหมายมากขึ้น

3. ความชัดเจน (Clarify) และความแตกต่าง (Contrast) แผนที่ที่ดีควรมีความชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่สนใจ จุดที่สนใจควรมีความเด่น และแตกต่างจากพื้นที่อื่น

4. กราฟฟิก (Graphic) ซอฟต์แวร์สนับสนุนให้ผู้ผลิตแผนที่สามารถสร้างแผนที่ให้มีสี จำนวน 16 ล้านสีบนจอเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ผู้อ่านแผนที่สามารถแยกแยะสีได้อย่างจำกัด จากผลงานของนักวิจัยได้สรุปว่าสายตามนุษย์สามารถแยกสีได้จำนวน 12 สีเท่านั้น ดังนั้นหากจำเป็นต้อง แสดงสัญลักษณ์มากกว่า 12 สีควรเพิ่มสัญลักษณ์อื่นไปช่วย เช่น เส้นทแยงมุม

สรุป

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ GIS เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บ การจัดการ รวบรวม วิเคราะห์ และแสดงผลออกมาในลักษณะ ข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ได้ กำหนดไว้ โดยสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้งแบบที่เป็นแรสเตอร์ และเวกเตอร์ รูปแบบของข้อมูลเชิง พื้นที่ที่เป็นเวกเตอร์มีด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ จุด (point) เส้น (line) และ พื้นที่ (polygon) ในการ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบ GIS มีรูปแบบหลัก ๆ อยู่ 4 รูปแบบ คือ การสร้างพื้นที่กันชน การซ้อนทับ ข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์โครงข่าย และการวิเคราะห์พื้นที่ผิว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถ นำไปประยุกต์ได้กับงานหลายประเภท เช่น งานปฏิรูปที่ดิน การวางแผนการใช้ที่ดิน การวางผังและ จัดทำผังเมือง การขนส่ง สาธารณสุข สาธารณูปโภคพื้นฐานต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ การ จัดการทรัพยากรธรรมชาติ การประเมินสิ่งแวดล้อม การจัดการพื้นที่เสี่ยงภัย การจัดการภาวะฉุกเฉิน และภัยพิบัติ ฯลฯ การแสดงผลข้อมูลในระบบ GIS มี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เป็นตัวอักษรและตัวเลข (Alpha-Numerical Form) และรูปแบบที่เป็นกราฟฟิก (Graphic Form) โดยในการออกแบบแผนที่ ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ กลุ่มผู้ใช้งาน จะต้องคำนึงถึงสี ความสว่าง ของสี ซึ่งสายตาของมนุษย์สามารถแยกสีได้จำนวน 12 สีเท่านั้น ดังนั้นในการแสดงผลควรใช้ สัญลักษณ์ต่าง ๆ เข้ามาช่วย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยและสนับสนุนการทำงาน ในการ รวบรวม คั่นคืน และวิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา หรือวางแผนต่อไป ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไม่สามารถทดแทนความรู้ความสามารถของ ผู้เชี่ยวชาญ ไม่สามารถตอบคำถามได้เองว่าพื้นที่ที่เลือกนั้นเหมาะสมหรือไม่ แต่ต้องอาศัยบุคลากร หรือผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านที่จะตอบได้ว่า การวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ นั้นได้คำตอบถูกต้อง ตามหลักวิชาการมากน้อยเพียงใด ดังนั้นผู้ปฏิบัติต้องเข้าใจถึงสาเหตุของปัญหาอย่างแท้จริง เพื่อที่จะ

ได้รวบรวมข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของปัญหาได้อย่างครบถ้วน รวมทั้งสามารถสร้างแบบจำลอง เพื่อที่จะแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง