Abstract
Image Processing

Than Sopondisya

This articles concentrates on the new trend and potential direction of computerized development for the present communications, i.e. the image processing. It attempts to explicate what is the image processing or, in other words, the computer graphics which is generated by the Interactive Computer Graphics System. The computerized process for image processing is clarified, and the essential components of the computer graphics' operating system, i.e., the software and the hardware or graphics system, i.e. also examined in-depth. Finally, the article touches on some deficiencies in developing the computer graphic system which should be overcome if Thailand wishes to uplift their computerized development to be the comparable standard to other technological leading countries.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพ (Image Processing)

ธัญ ใสภณดิษย์*

หลังจากที่มีการใช้สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) มาพัฒนาในรูปของอุตสาหกรรมเทคโนโลยี ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของขบวนการสื่อสารมวลชน (Mass Communication) ปัจจุบันการพัฒนานี้ได้เข้าสู่ยุคที่ 5 (Fifth Generation) ของการนำเครื่องช่วยคิด หรือนิยมเรียกกันทั่วไปว่าคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยการทำงาน แม้แต่ประเทศที่กำลังพัฒนาหรือประเทศที่ไม่ใช่ผู้นำด้านเทคโนโลยีก็ได้รับผลกระทบต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้ จะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ของแต่ละประเทศ

การรับอารยธรรมในรูปของเทคโนโลยีมาใช้กับสังคมซึ่งกำลังพัฒนาดังเช่นประเทศไทย ย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้กับการเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต โดยแท้จริงแล้ว พฤติกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะชาวเอเชียหรือชาวตะวันออกมีแบบแผนของการเรียนรู้ (Pattern Cognition) ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของสื่อต่าง ๆ (Mediums Environment) ที่เป็นปัจจัยกำหนดแนวความคิดและพฤติกรรมการติดต่อสื่อสาร ดังนั้นเมื่อนำสื่อสมัยใหม่ในรูปของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการประกอบกิจการหรือเป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิธีการที่จะติดต่อ (Communicate) ควบคุม (Operate) กับสื่อเหล่านั้น เช่น การเรียนภาษาของคอมพิวเตอร์เป็นต้น

แนวโน้มและทิศทางการพัฒนาของคอมพิวเตอร์กับการติดต่อสื่อสารในปัจจุบันที่น่าศึกษาติดตาม คือ การประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพ (Image Processing) จากพัฒนาการของคอมพิวเตอร์ในสาขานี้ เห็นได้ว่าบุคลากรด้านคอมพิวเตอร์ศาสตร์ มีความคุ้นเคยน้อยมาก เมื่อเทียบกับการประยุกต์ใช้ฐานข้อมูลในการจัดการ (Data Base Management) ถึงแม้สังคมเรายังไม่มีความต้องการในการนำการประมวลผลในการสร้างภาพมาใช้ขณะนี้ก็ตาม แต่ไม่ควรละเลยขาดการศึกษาติดตาม เพราะจากอดีตการรับเทคโนโลยีเข้ามาใช้กับสังคมบ้านเรา จะเป็นการรับเข้ามาใช้แบบเบ็ดเสร็จ (Turn Key) บางกรณีไม่มีการพิจารณาผลดี ผลเสีย ปัญหา หรือแนวทางแก้ปัญหา ให้รอบคอบซึ่งเท่ากับเป็นผลเสียมากกว่าผลดี รวมทั้งเกิดช่องว่างระหว่างสื่อ (Medium) กับผู้ใช้ (User) ดังนี้น่าจะมีการศึกษาติดตามแนวโน้มการพัฒนาการ ในประเด็นที่กล่าวข้างต้น เพื่อเป็นพื้นฐานรองรับการที่จะนำพัฒนาการประยุกต์มาใช้ในอนาคต หรือปัจจุบันก็ตาม เพราะขณะนี้ได้มีองค์กรหรือธุรกิจภาคเอกชนในประเทศไทยเริ่มมีการนำการประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพเข้ามาใช้ในธุรกิจที่เกี่ยวข้องบ้างแล้ว

การประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพ

อะไรคือการประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพ จากการประมวลผลที่เราคุ้นเคย คือ ระบบจัดการฐาน

* ธัญ ใสภณดิษย์ Master of Arts, Major Computer graphic.

ข้อมูลที่ส่งผลลัพธ์ไปปรากฏที่จอภาพ ซึ่งแสดงออกในรูปของตัวหนังสือหรือตัวเลข ก็ถือเป็นการสร้างภาพได้เหมือนกัน แต่สำหรับการประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพหรือคอมพิวเตอร์กราฟฟิก (Computer Graphics) ได้ถูกพัฒนาและสร้างระบบ (ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์) เพื่อสร้างภาพหรือวาดภาพ เพราะคอมพิวเตอร์กราฟฟิกจะคำนึงถึงขบวนการสร้างภาพที่ไม่ใช่เพียงแสดงเฉพาะตัวเลขหรือตัวหนังสือ แต่จะอยู่บนพื้นฐานของวัตถุที่มีจริง (Real Objects) และวัตถุที่มนุษย์จินตนาการขึ้น (Imagination Objects) จากแนวความคิดของขบวนการสร้างภาพ ทำให้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกมีบทบาทอย่างมากในการประยุกต์ใช้กับสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น การสร้างตาจำลองสำหรับรับภาพของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot's "EYE") การศึกษาทางดาราศาสตร์ ทางภูมิศาสตร์ ทางการออกแบบและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและทางการพิมพ์ เป็นต้น จากลักษณะการทำงานของคอมพิวเตอร์เช่นนี้ถือว่าเป็นสื่อที่มีการสนองตอบกับผู้ใช้ ซึ่งอาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Interactive Computer Graphics

การทำงานของคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพ

ใน ค.ศ. 1950 เป็นปีเริ่มต้นของการพัฒนาคอมพิวเตอร์กราฟฟิก โดยสถาบันการศึกษาชื่อ Massachusetts Institute of Technology (MIT) ได้ประดิษฐ์จอแสดงภาพ (Carthode Ray Tube–CRT) และกลาง ค.ศ. 1950 กองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา (Sage Air Force) ได้นำจอแสดงภาพ (CRT) ไปพัฒนาใช้กับระบบป้องกันควบคุมโดยใช้ปากกาแสง (Light Pens) เป็นอุปกรณ์ป้อนข้อมูล (Input Devices) แต่การเริ่มเข้าสู่ยุคของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกที่แท้จริงเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1963 โดย Ivan Sutherland ได้ออกแบบระบบโครงสร้างข้อมูล (Data Structure) ใช้บันทึกข้อมูลพื้นฐานอย่างง่าย ๆ เช่น เส้นตรง วงกลม วงรี และเมื่อต้องการใช้ก็นำมาประกอบกันเป็นรูปทรงต่าง ๆ โดยควบคุมผ่านแป้นตัวอักษร (Key Board) และปากกาแสง จากแนวความคิดนี้ได้กลายเป็นรากฐานของการทำงานในระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกในปัจจุบัน

โดยแท้จริงแล้ว ระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกก็ยังใช้ระบบควบคุมการทำงาน (Operating System) หรือหน่วยกลางการควบคุม (Central Processing Unit–CPU) เหมือนกับระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่อุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นฮาร์ดแวร์หรือซอฟท์แวร์ ก็เพื่อมารองรับและสนับสนุนวัตถุประสงค์ของการสร้างภาพให้สมบูรณ์ที่สุด

องค์ประกอบสำคัญในระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามารถแยกประเด็นพิจารณาได้ดังนี้

1. ซอฟท์แวร์

1.1 โครงสร้างข้อมูล (Application Data Structure/Model)

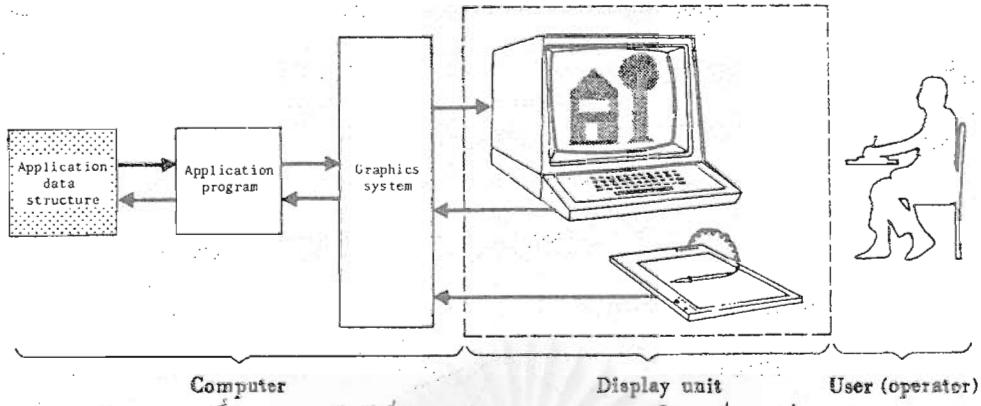
1.2 โปรแกรมที่ประยุกต์ใช้ (Application Program)

2. ฮาร์ดแวร์ หรือระบบกราฟฟิก (Graphics System)

2.1 หน่วยควบคุมและให้กำเนิดภาพ (Display Generator Addressing and Control)

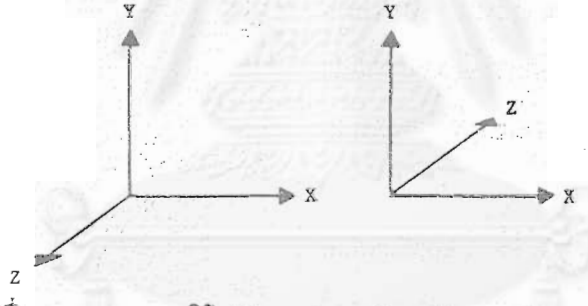
2.2 หน่วยเก็บภาพ (Display Memory)

2.3 จอภาพ (Monitor)



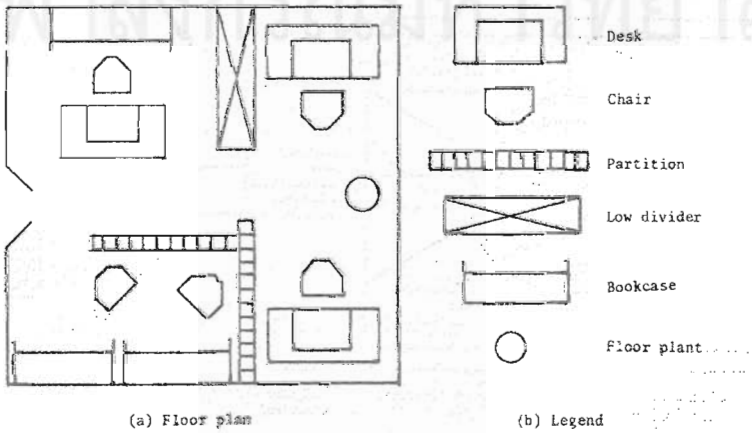
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิก

1.1 โครงสร้างข้อมูล (Application Data Structure/Model) เป็นหน่วยสำหรับบันทึกข้อมูลทุกอย่างของผู้ใช้ที่ป้อนข้อมูลเข้ามา ไม่ว่าจะเป็นวัตถุที่มีจริงหรือไม่จริง เช่น ตึกก่อสร้าง แบบวงจร เครื่องบิน แผนที่ ยานพาหนะ ฯลฯ ข้อมูลของวัตถุทั้งหมดจะถูกบันทึกในระบบแกนสามมิติ (Cartesian Coordinate System) ซึ่งจะถูกแทนค่าโดยแกน X ซึ่งหมายถึงแกนราบ (Horizontal) แกน Y หมายถึงแกนตั้ง (Vertical) และแกน Z หมายถึงระยะลึก (Depth) ระบบการบันทึกข้อมูลนี้เปรียบเสมือนสภาพแวดล้อมของมนุษย์ ซึ่งมีทั้ง 2 มิติ (X,Y) และ 3 มิติ (X,Y,Z)



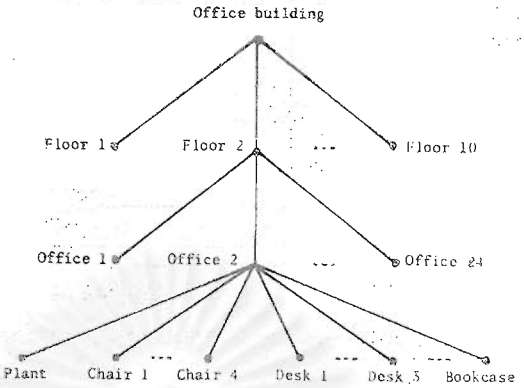
รูปที่ 2 ระบบแกน 3 มิติ (Cartesian Coordinate System)

ข้อมูลของวัตถุต่าง ๆ จะถูกบันทึกในรูปโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น โปรแกรมสำหรับนักตกแต่งสำนักงาน ความต้องการ คือ การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ชนิดต่าง ๆ ที่ ต้องจัดลงในชั้น (Floor) แต่ละชั้นของตึกซึ่งมี 10 ชั้น เฟอร์นิเจอร์ชนิดต่างๆ เช่น เก้าอี้ โต๊ะ ตู้เก็บเอกสารข้อมูลเหล่านี้อาจเรียกว่าสัญลักษณ์ (Symbols) (ดูรูปที่ 3)



รูปที่ 3 สัญลักษณ์ของข้อมูล

(ในแต่ละชั้นก็จะถูกแบ่ง เพื่อจะจัดเฟอร์นิเจอร์ลงไป โครงสร้างของข้อมูลแบบนี้จะออกแบบเป็นผัง 2 มิติ (ดูรูปที่ 4))



รูปที่ 4 ระบบการบันทึกข้อมูลเป็นแบบโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure)

จากตัวอย่าง นักออกแบบสามารถบ่อนข้อมูลในรูปของขนาด (Dimension) กว้างยาว ซึ่งหมายถึงข้อมูลจะถูกบันทึกในระบบ 2 มิติ (X,Y) หรือ 3 มิติ (X,Y,Z) นั่นเอง หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การจำลองข้อมูล (Modeling System) ในการทำงานจริงนั้น เมื่อข้อมูลได้ถูกสั่ง จะถูกส่งผ่านไปยังหน่วยจัดการข้อมูล เพื่อส่งต่อไปถึงระบบกราฟฟิก เพื่อส่งผลลัพธ์ไปยังหน่วยแสดงผลลัพธ์

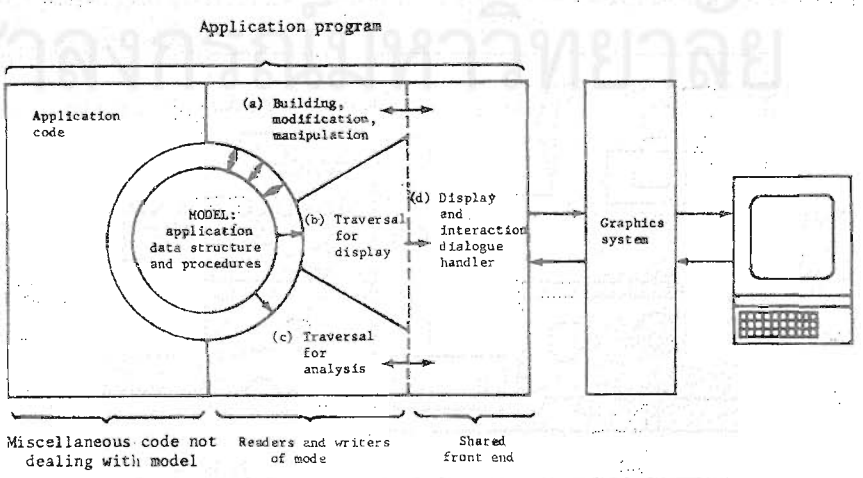
1.2 โปรแกรมที่ประยุกต์ใช้ (Application Program) เป็นหน่วยสำคัญที่จะแปล (Interpret) สัญลักษณ์ ในระบบจำลองข้อมูล โดยแท้จริงนั้น โปรแกรมที่ประยุกต์ใช้ คือ หน่วยกลางที่จะทำการติดต่อระหว่างผู้ใช้ (User) กับการทำงานทั้งระบบให้ครบวงจร หน้าที่หลักของโปรแกรมประยุกต์สามารถสรุปได้ 4ประการ ดังนี้

1.2.1 รวบรวมข้อมูล จัดหมวดหมู่ แยกประเภทข้อมูล เพื่อผู้ใช้สามารถเพิ่มเติม หรือลบข้อมูลเก่า (Building, Modification, Manipulation)

1.2.2 นำเสนอข้อมูลเพื่อการแสดงผล (Traverse for Display)

1.2.3 วิเคราะห์สถานะข้อมูล (Traverse for Analysis)

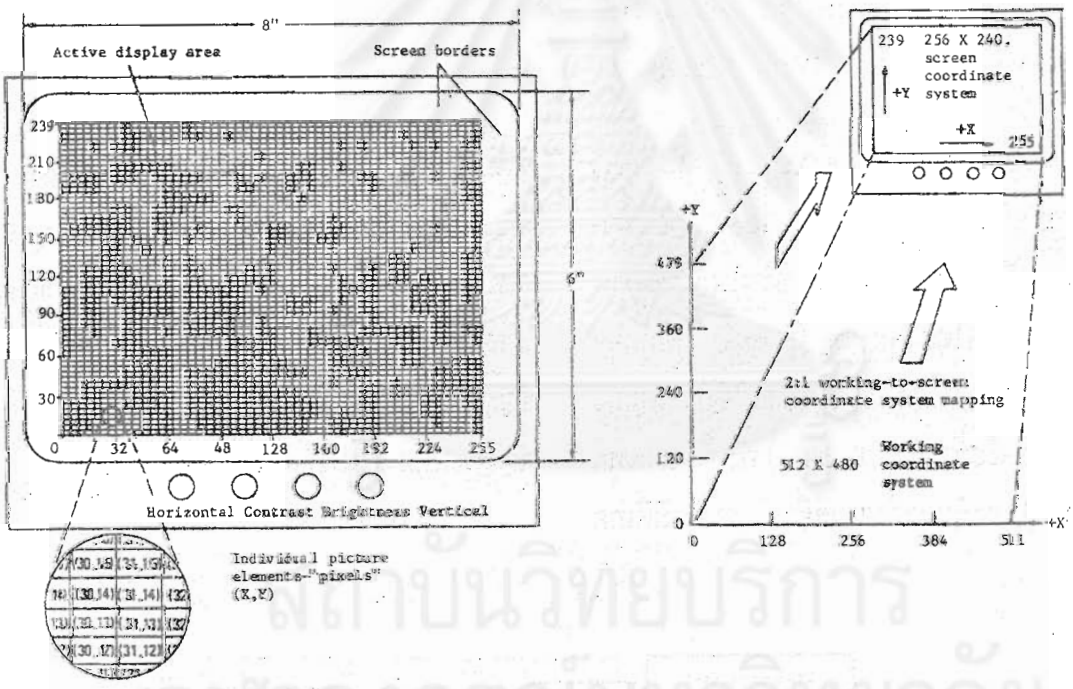
1.2.4 แสดงผลข้อมูลที่ได้วิเคราะห์เพื่อนำเสนอต่อระบบกราฟฟิกและแปลคำส่งจากผู้ใช้ (Display and Interaction Dialogue Handler)



รูปที่ 5 ผังแสดงความสัมพันธ์ของโปรแกรมประยุกต์ใช้กับหน่วยอื่น

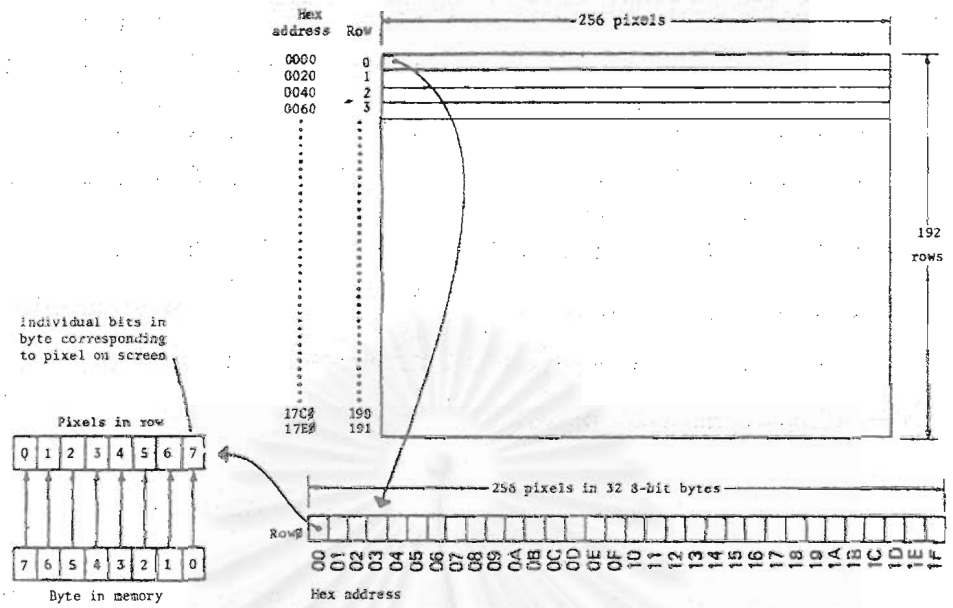
ระบบกราฟฟิกเป็นระบบสุดท้ายที่ควบคุมและนำเสนอผลลัพธ์ ผลลัพธ์ที่ออกมาไม่ว่าจะออกมาในลักษณะใด เช่น การพิมพ์ วิดีโอ หรือฟิล์มก็ตาม ต้องผ่านการตรวจสอบควบคุมจากระบบกราฟฟิกทั้งสิ้น

2.1 หน่วยควบคุม และให้กำเนิดภาพ (Display Generator Addressing and Control) จะเป็นหน่วยสร้างภาพให้เกิดขึ้นบนจอภาพ โดยจะสร้างเป็นจุดสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ (Picture Elements, Pixels) ให้ปรากฏบนจอภาพ แต่ละจุดบนจอภาพจะมีตำแหน่ง (Addressing) ที่แน่นอน ตำแหน่งแต่ละตำแหน่งบนจอภาพ และหน่วยกำเนิดภาพจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (ดูรูปที่ 6) ซึ่งหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บตำแหน่งนี้ เรียกว่า Bit Map จากข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์ใช้ส่งผ่านมาที่หน่วยควบคุมและให้กำเนิดภาพจะเป็นคำสั่งค้นหาตำแหน่งนั้นเอง



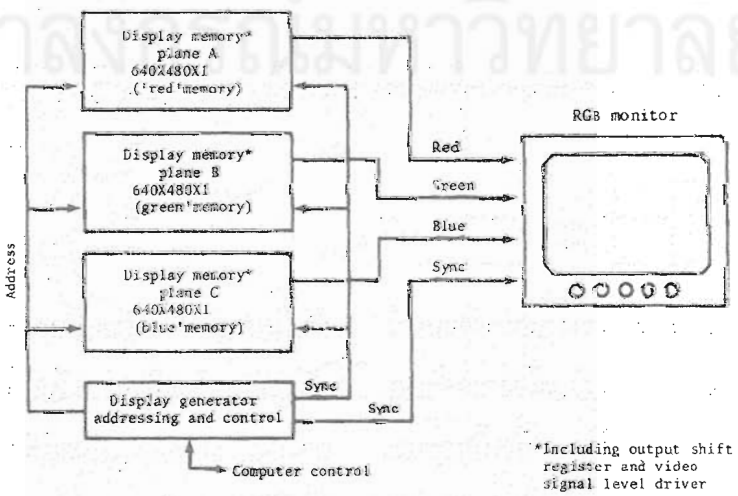
รูปที่ 6 การแสดงตำแหน่งของจอภาพ และระบบ Coordinate System

จากตำแหน่งในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ คือ Hexadecimal Address (ดูรูปที่ 7) เนื่องจากข้อมูลทั้งหมดถูกบันทึกในระบบแกน 3 มิติ ซึ่งเป็นระบบเดียวกับการเก็บความจำ (Memory Map) ของหน่วยกำเนิดภาพ จึงจะเป็นการง่ายในการที่จะจ่ายและรับข้อมูล โดยที่หน่วยโปรแกรมประยุกต์ใช้จะเป็นตัวตัดสินหรือควบคุมให้จุดแต่ละจุดเกิดขึ้นตรงไหน และเมื่อไรบนจอภาพ



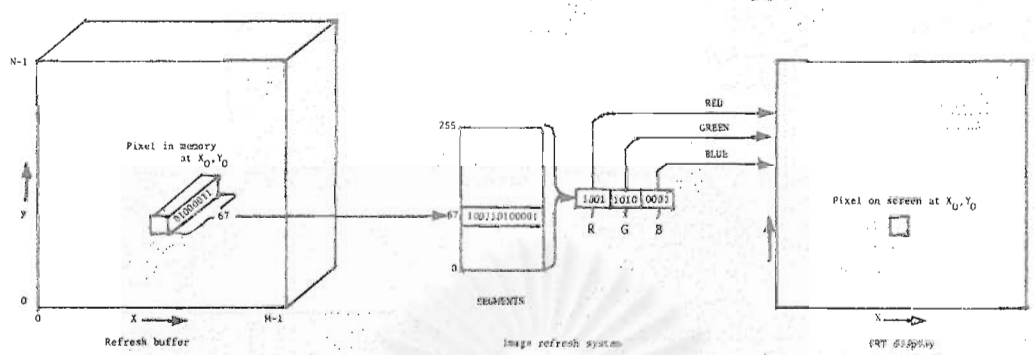
รูปที่ 7 การแสดงตำแหน่งในระบบ (Hexadecimal)

2.2 หน่วยเก็บภาพ (Display Memory) เป็นหน่วยที่รวบรวมตำแหน่งและสี เนื่องจากคอมพิวเตอร์กราฟฟิก ต้องคำนึงถึงความรวดเร็วในการทำงาน นั่นคือ การสร้างภาพโดยแสดงจุด (Pixels) จุดทุกจุดสีทุกสีที่มาจากข้อมูล รวมกันเป็นภาพและให้กำเนิดแสง (Light Source) หรือพื้นผิว (Texture) ดังนั้น ภาพทุกภาพก็คือ การแสดงตำแหน่งของสีที่แน่นอน สีที่เกิดขึ้นมาจากการผสมผสานแม่สีของแสง (Red, Green, Blue–RGB) เมื่อสีต่าง ๆ เกิดจากสีของแสง หน่วยเก็บภาพหรือเรียกว่า Frame Buffer ก็ต้องมีตำแหน่งของสีแต่ละสีด้วยเช่นกัน สีทั้งสามจะถูกส่งไปพร้อมกับสัญญาณควบคุมความถี่ (Sync Signal) ให้คงที่ ซึ่งเป็นสัญญาณเดียวกันที่ใช้กับโทรทัศน์ทั่วไป



รูปที่ 8 การแสดงการทำงานของหน่วยเก็บภาพ

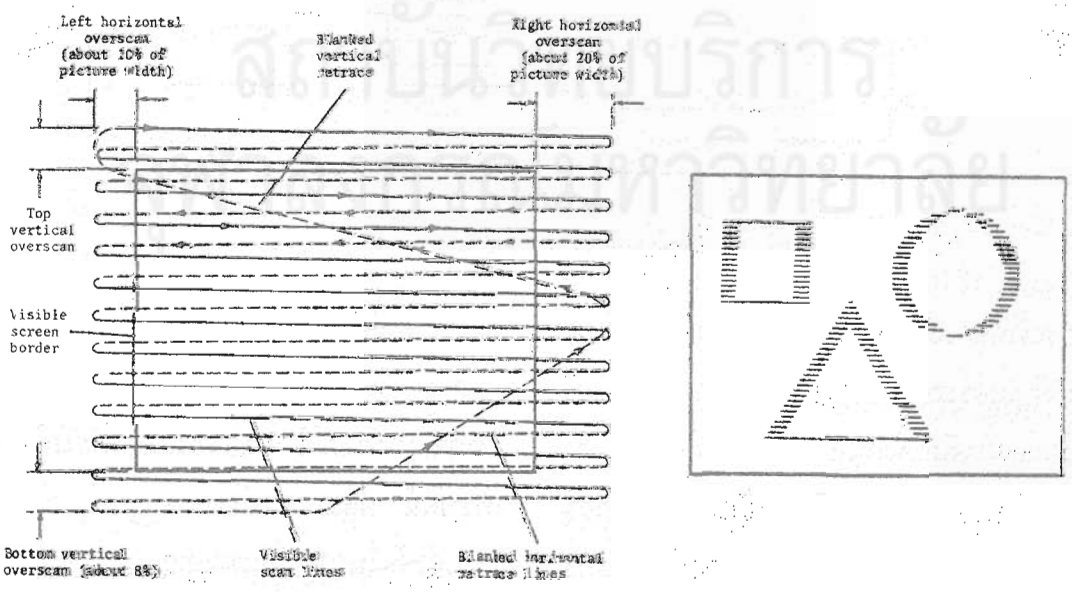
ตำแหน่งของสีจะถูกบันทึกไว้เป็นระบบ Hexadecimal ซึ่งจะแบ่งเป็น (Segments) ใน Frame Buffer หรือ Display Memory ตามหน้าที่ต่าง ๆ ของ Segments นั้น ๆ (ดูรูปที่ 9)



รูปที่ 9 ตำแหน่งของสีหรือจุดในหน่วยเก็บความจำ ซึ่งถูกแบ่งเป็น Segments

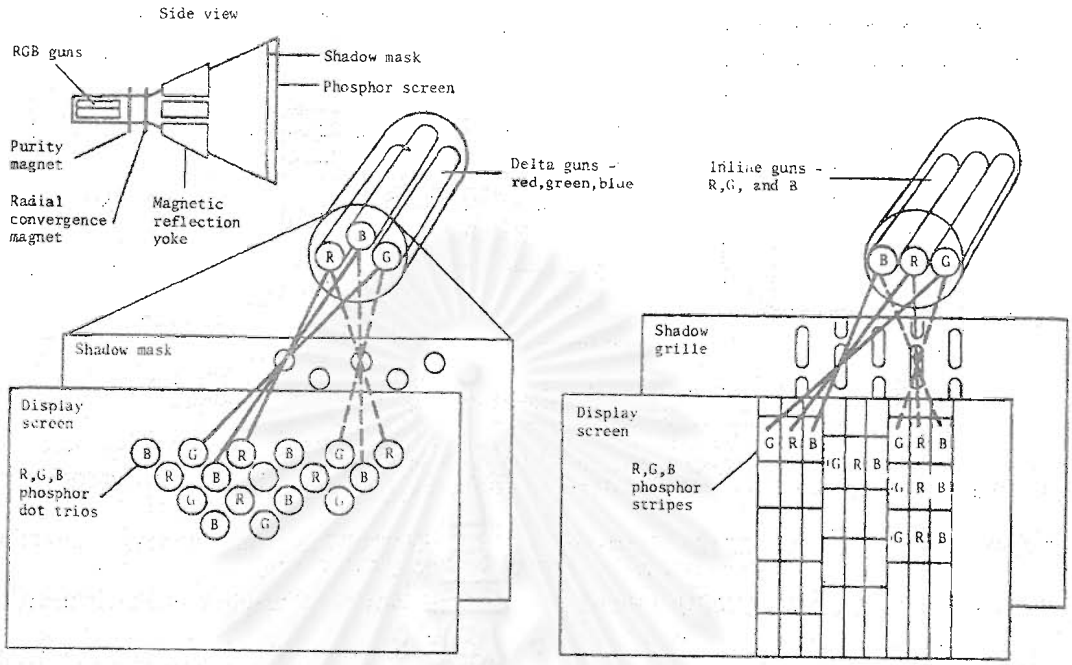
2.3 จอภาพ (Monitor) จอที่ใช้แสดงภาพสำหรับคอมพิวเตอร์กราฟฟิกนั้นได้แก่ระบบ Raster-scan เพราะสามารถใช้กับงานได้หลายระดับ (หยาบ-ละเอียด) และเชื่อถือได้จากการพัฒนามาร่วม 10 ปี ในปัจจุบันยังไม่มีจอภาพระบบอื่นที่เหมาะสมเท่ากับระบบนี้ ไม่ว่าจะเป็น Liquid-Crystal Display หรือ Plasma Panel

ภายในจอภาพจะมีหลอด (Cathode Ray Tube-CRT ที่ประกอบด้วยปืนยิงลำแสงอีก 3 อัน ปืนแต่ละอันจะแทนค่าสีสามสี (แดง เขียว และ น้ำเงิน) ปืนยิงลำแสงจะปล่อยอิเลคตรอนไปกระทบกับจอภาพซึ่งเคลือบไว้ด้วย Phosphor เมื่อลำแสงกระทบ Phosphor ก็จะเกิดความสว่าง (Illuminance) แต่ความสว่างนี้จะสว่างอยู่ไม่นาน (Phosphor's Persistence) และความสว่างนี้จะสว่างมากหรือน้อยในแต่ละจุดขึ้นอยู่กับความเข้ม (Intensity) ของอิเลคตรอน ด้วยเหตุที่ความสว่างของ Phosphor บนผิวจอจะสว่างอยู่ได้ไม่นาน ปืนยิงอิเลคตรอนจึงต้องยิงอยู่ตลอด (Refresh) เพื่อรักษาระดับความเข้มของแสงบนผิวจอให้คงที่ การยิงอิเลคตรอนของปืนยิงจะเริ่มยิงจากมุมบนซ้ายของจอภาพและกวาดจากซ้ายไปขวา (ดูรูปที่ 10)



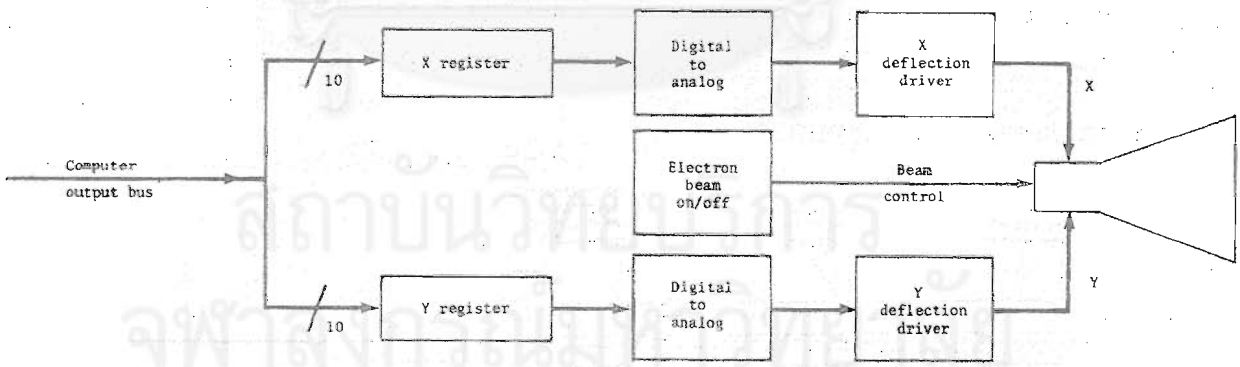
รูปที่ 10 ลักษณะของการยิงอิเลคตรอนแบบ Raster Scan

บีนยิงอิเลคตรอนแต่ละอันคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน (RGB) มีลักษณะการจัดวาง 2 ประเภท คือ แบบสามเหลี่ยม (Delta Guns) และวางเรียงกัน (Inline Guns) (ดูรูปที่ 11)



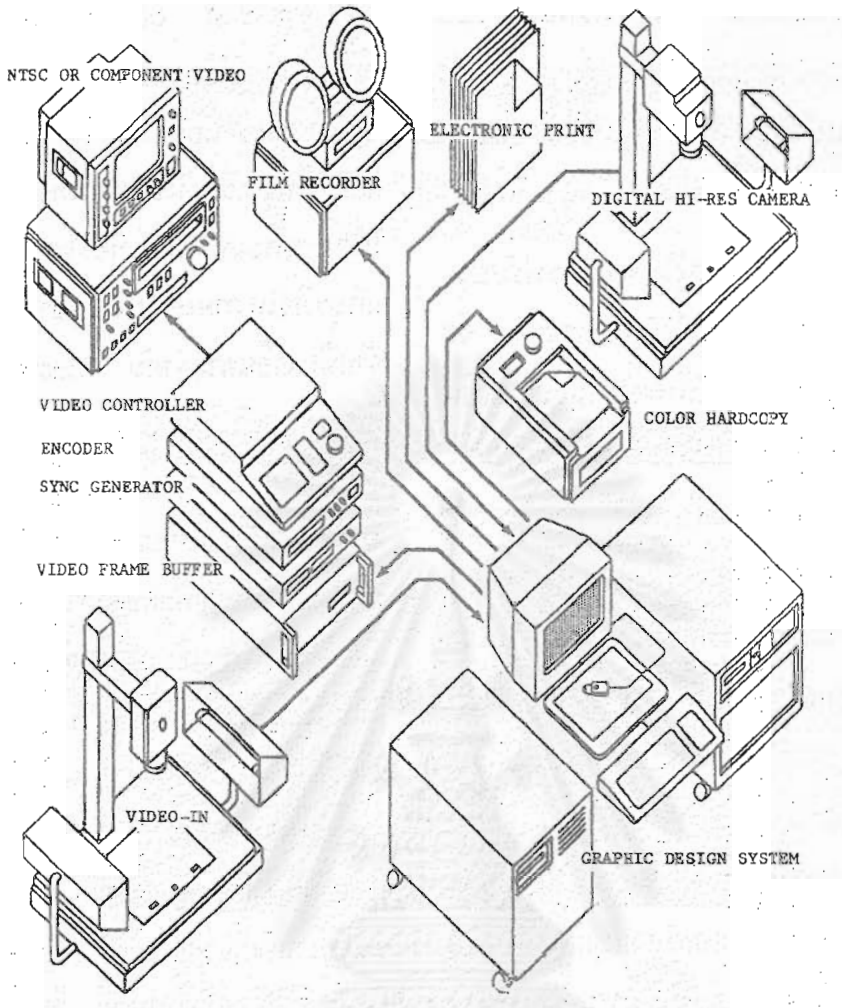
รูปที่ 11 ลักษณะการจัดวางบีนยิงอิเลคตรอน

ภาพที่ปรากฏจากบีนยิงนี้จะปรากฏเป็นจุดดังที่กล่าวแล้ว จุดเหล่านี้จะถูกโปรแกรมประยุกต์ใช้ ควบคุมในลักษณะแกน X (X Deflection Driver) แกน Y (Y Deflection Driver) เพื่อได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง (ดูรูปที่ 12)



รูปที่ 12 การทำงานของ Image Display System

จากหน้าที่ขององค์ประกอบหลักในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกหน้าที่ของทุก ๆ หน่วยมีความสำคัญและสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างชัดเจน ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาของเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิกกล่าวคือ การพัฒนาจึงต้องควบคู่กันไปทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ แต่ความก้าวหน้าของการประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพค่อนข้างก้าวไปช้า ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามารถประยุกต์ใช้กับสื่อได้หลายประเภท เช่น เทปโทรทัศน์ ฟิล์ม การพิมพ์ (ดูรูปที่ 13) จึงทำให้มีการแข่งขันในการพัฒนาและการแข่งขันทางตลาดเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจ



รูปที่ 18 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกกับสื่อต่าง ๆ

ถึงกระนั้นก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการ ซึ่งประเทศที่เป็นผู้นำของวิทยาการชั้นสูงกำลังประสบอยู่ นั่นคือ ปัญหาการพัฒนาของคอมพิวเตอร์และปัจจัยสภาพแวดล้อมของเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถแยกพิจารณาได้ดังนี้

1. ราคาของอุปกรณ์หลักที่ประกอบกันเป็นระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิก และอุปกรณ์ที่ประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์กราฟฟิก เช่น ระบบการพิมพ์ด้วยแสงเลเซอร์ ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์ดังกล่าว ต่างมีราคาค่อนข้างแพง เมื่อคำนึงถึงผลตอบแทนในสัดส่วนของการตลาด

2. ความสามารถของฮาร์ดแวร์ เช่น ในการประมวลผลในการสร้างภาพ ภาพแต่ละภาพจำเป็นต้องมีการคำนวณผลที่รวดเร็ว ภาพที่มีความยุ่งยากมากอาจจะใช้เวลานานนับชั่วโมงในการสร้างภาพ ถึงแม้ว่าจะใช้เครื่องขนาด Super Computer ก็ตาม ซึ่งยังนับว่าต้องการการพัฒนาการด้านฮาร์ดแวร์ โดยเฉพาะ VLSI Graphics Processor

3. การพัฒนาด้านซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมให้มีสภาพเหมาะสมกับการใช้ในลักษณะ Time-Sharing หรือ Batch-Oriented

4. ความสมดุลของการพัฒนาของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ จากการพัฒนาคอมพิวเตอร์กราฟฟิกที่มีรากฐานมาจากการใช้งานเฉพาะบุคคล คอมพิวเตอร์กราฟฟิกเริ่มมีแนวโน้มและความเป็นไปได้ของความจำเป็นที่ต้องทำงานในรูปของเครื่องช่วย (Network

Workstation Environment) ดังนั้น การพัฒนาระบบโครงสร้างทั้งหมดของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ จำต้องควบคู่กันไปในลักษณะที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน เช่น ระบบของ Abel Image Research, System 2000

ขณะที่ประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการปรับปรุงพัฒนาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ให้มีมาตรฐาน ข้อจำกัดข้างต้นของประเทศผู้นำด้านเทคโนโลยีน่าจะเป็นข้อชี้นำ หรือประยุกต์เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ของสังคมเรา ถึงแม้ว่าวัตถุประสงค์ของการพัฒนาจะแตกต่างกันเพราะความเหมาะสมต่าง ๆ เช่น ความต้องการที่แท้จริงของสภาวะแวดล้อมการขาดแคลนบุคลากร เป็นต้น จากอดีตที่ผ่านมาในระยะ 3-5 ปี การดำเนินธุรกิจในสังคมเรามีความคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) น้อยมาก จึงแทบจะไม่รู้จักการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แต่หลังจากที่รับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเข้ามาใช้ในระยะแรกซึ่งยังไม่มีภาษาไทยที่เหมาะสมพอจะเป็นมาตรฐานใช้ได้ ต่อมาเริ่มมีกลุ่มนักวิชาการในสาขาคอมพิวเตอร์ได้รวมตัวเพื่อพัฒนาการใช้ภาษาไทยกับคอมพิวเตอร์ และประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง ซึ่งกลายเป็นจุดเริ่มต้นของความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานให้วงการคอมพิวเตอร์เมืองไทย ความสำเร็จนี้ได้มีกลุ่มนักธุรกิจในภาคเอกชนได้เข้ามาสนับสนุนการพัฒนาด้านนี้มากขึ้นตามลำดับ และพยายามผลักดันให้ไปในทิศทางการค้า โดยไม่คำนึงถึงจุดประสงค์ของการพัฒนาเพื่อยกระดับมาตรฐานในแง่ของวิชาการ ดังนั้น ในสภาพปัจจุบันและอนาคตผู้ซื้อหรือผู้ใช้คอมพิวเตอร์ย่อมเป็นเหยื่อที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาเชิงการค้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะสังคมเราก็ยังไม่มีทิศทางและมาตรฐานที่แน่นอนเป็นของตัวเอง ซึ่งถือเป็นรากฐานรองรับอันสำคัญที่จะนำวิทยาการชั้นสูงเข้ามาประยุกต์ใช้เช่นการประมวลผลข้อมูลในการสร้างภาพ ถ้าผู้รับผิดชอบในปัจจุบัน คือ ภาครัฐบาลไม่ยื่นมือเข้ามาโดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นแกนนำในการพัฒนาอย่างจริงจังและต่อเนื่องเสียแต่บัดนี้ ก็จะน่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Artwick, B.A. *Applied Concepts in Microcomputer Graphics*. N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1984.

Foley, D.J., and Van Dam. A. *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*. Mass. : Addison Wesley, 1982.

Shires, G. "A New VLSI Graphics Coporocesser The Intel 82786", *IEEE CG & A* (October 1986): 49-55.

Peter, N. *The Peter Norten Programmer's Guide to the IBM PC*. Microsoft Press, 1985.

Dowsing, R., and F. *Woodhams. Computer Architecture*. Berkshire : Van Nostrand Reinhold, 1985.