บรรณานุกรม

หวีศักดิ์ กออนันตกูล, "แอปเปิลพูดไทยได้อย่างไร," คอมพิวเตอร์รีวิว, 18, 94-106, 2528.

บุญเลิศ เอี่ยมทัศนา, "สอนแอปเปิลเขียนไทย ตอน 1," ไมโครคอมพิวเตอร์, 14, 140-144, 2528.

_____, "สอนแอปเปิลเขียนไทย ตอน 2," ไมโครคอมพิวเตอร์, 15, 123-128, 2528.

ยงยุทธ ยอดอินล้อม, "แอปเปิลพูดได้," ไมโครอีเลคโทรนิค, 11, 124-132, 2527.

ยืน ภู่วรวรรณ, "เมื่ออยากให้คอมพิวเตอร์พูดได้," ไมโครคอมพิวเตอร์, 5, 99-103, 2526.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. หนังสือวิชาเคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม. 4). กรุงเทพมหานคร:องค์การค้าคุรุสภา, 2524.

____. ____. หนังสือวิชาเคมีเล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม. 4). กรุงเทพมหานคร:องค์การค้าคุรุสภา, 2524.

David Fox and Mitchell Waite. Computer Animation Primer. New York:McGraw-Hill Book Company, 1984.

Donald Hearn and M. Pauline Baker. Microcomputer Graphics Techniques and Applications. New Jerssey:Prentice-Hall, Inc., 1983.

James D. Foley and Andries Van Dam. Fundamental of Interactive Computer Graphics. Philippins: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1982.

Lon Poole and Martin Mcniff and Steven Cook. Apple II User's Guide. California:McGraw-Hill, Inc., 1981.

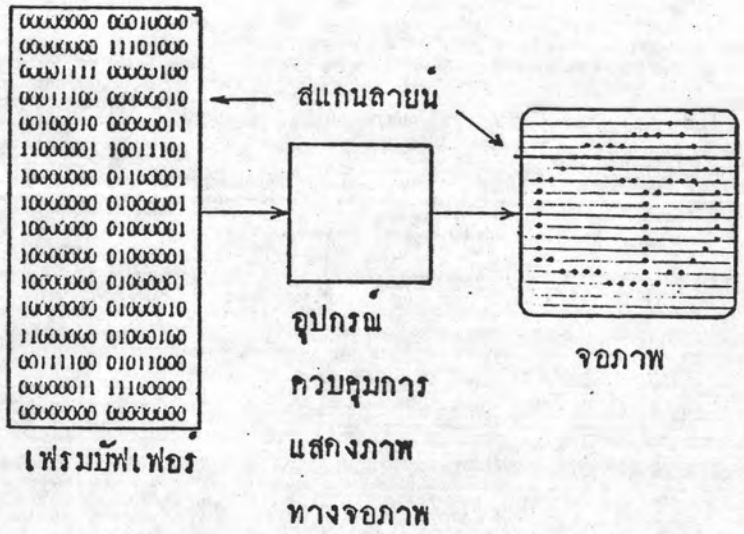
Roy E. Mayer. Microcomputer Graphics. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1982.

Steven Harrington. Computer Graphics : A Programming Approach. Tokyo:Mcgraw-Hill Book Company Japan, Ltd., 1983.

William M. Newman and Robert I. Sproull. Principles of Interactive Computer Graphics. 2d ed. Tokyo:McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ระบบการแสดงภาพแบบราสเตอร์

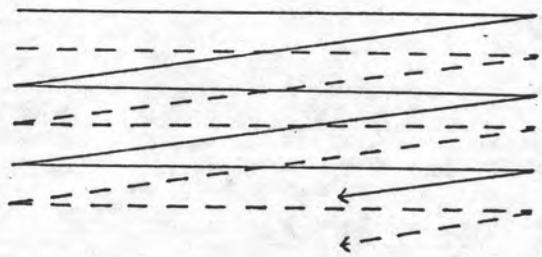


รูปที่ ก.1 แสดงภาพการอ่านค่าบนเฟรมบัฟเฟอร์และส่งข้อมูล
ไปแสดงบนจอภาพ

องค์ประกอบการแสดงภาพบนจอภาพที่สำคัญมี 3 ส่วน คือ เฟรมบัฟเฟอร์ จอภาพ และอุปกรณ์ควบคุมการแสดงภาพทางจอภาพ

ในรูปที่ ก.1 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการแสดงภาพทางจอภาพระบบง่ายๆ โดยที่อุปกรณ์ควบคุมการแสดงภาพทางจอภาพเป็นตัวคอยอ่านค่าที่เก็บอยู่บนเฟรมบัฟ-เฟอร์ ซึ่งเก็บข้อมูลอยู่ในรูประบบเลขฐานสอง ตัวเลขแต่ละตัวแทนจุดภาพที่แสดงบนจอภาพ 1 จุด วิธีการอ่านค่าที่เก็บอยู่บนเฟรมบัฟเฟอร์ จะอ่านทีละหนึ่งบรรทัด ตามแนวนอนจากบนลงล่าง บรรทัดการอ่านนี้เรียกว่า สแกนลายน์ (Scan Line)หรือ ราสเตอร์ลายน์ แล้วนำข้อมูลตัวเลขระบบฐานสองนี้มาแปลงให้เป็นสัญญาณภาพ นำไปแสดงบนจอภาพ ในรูปที่ ก.1 นี้ เนื่องจากการแสดงภาพอยู่ในรูปจุดดำบนพื้นขาว จึงแทนเลข "0" ด้วยจุดภาพสว่าง และแทนเลข "1" ด้วยจุดภาพมืด

ในการแสดงภาพบนจอภาพด้วยระบบราสเตอร์ที่ซับซ้อน จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากรูปที่ ก.1 โดยที่การอ่านค่าข้อมูลบนเฟรมบัฟเฟอร์มีลักษณะ 2 แบบ คือ แบบอ่านค่าเฉพาะบรรทัดคี่ (Odd Scan Line) และแบบอ่านค่าเฉพาะบรรทัดคู่ (Even Scan Line) โดยจะทำการอ่านทั้งสองแบบสลับกันไปเสมอ ดังรูปที่ ก.2

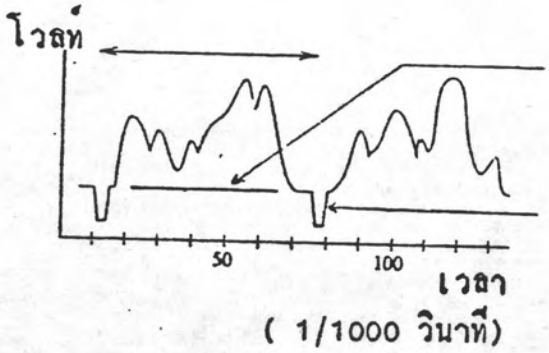


รูปที่ ก.2 แสดงลำดับการอ่านข้อมูลบนเฟรมบัฟเฟอร์

———— อ่านข้อมูลเฉพาะบรรทัดคู่

– – – – – อ่านข้อมูลเฉพาะบรรทัดคี่

ทั้งนี้เนื่องจาก ถ้าอุปกรณ์ควบคุมการแสดงภาพทางจอภาพอ่านค่าข้อมูลบนเฟรมบัฟเฟอร์แล้วแปลงค่าตัวเลขเป็นสัญญาณภาพเพื่อส่งไปแสดงบนจอภาพ ตั้งแต่บรรทัดแรกลงไปถึงบรรทัดล่างสุด หลังจากนั้นจึงกลับมาอ่านค่าในบรรทัดแรกของเฟรมบัฟเฟอร์ซ้ำอีกเรื่อยๆ (เพราะได้กล่าวแล้วว่า อุปกรณ์ควบคุมการแสดงภาพทางจอภาพเป็นตัวคอยอ่านค่าในเฟรมบัฟเฟอร์ซ้ำไปมาจากบรรทัดบนสู่บรรทัดล่าง ประมาณ 30 ครั้งต่อวินาทีหรือมากกว่า จึงจะทำให้ภาพบนจอภาพดูคงที่อยู่เสมอ) ซึ่งวิธีการอ่านค่าในเฟรมบัฟเฟอร์แบบนี้ ในการอ่านแต่ละรอบใช้เวลานานมากจนกระทั่งสัญญาณภาพที่เคยส่งไปแสดงบนจอภาพครั้งที่แล้ว (คือ ทำการอ่านค่าในบรรทัดที่ 1 ของเฟรมบัฟเฟอร์และแปลงค่าเป็นสัญญาณภาพส่งไปแสดงบนจอภาพ หลังจากนั้นอ่านค่าในบรรทัดต่อไป จนกระทั่งกลับมาอ่านในบรรทัดที่ 1 ใหม่อีกครั้ง) สัญญาณอ่อนลงไปมากจนไม่สามารถมองเห็นบนจอภาพได้ (แสดง รูปที่ ก.3) ภาพจึงมืดก่อนที่สัญญาณจะสั่งมาอีกครั้งหนึ่ง จึงทำให้ภาพที่ได้บนจอภาพมีลักษณะกระพริบเป็นช่วงๆ



ช่วงเวลา 1 คลื่นสัญญาณภาพ

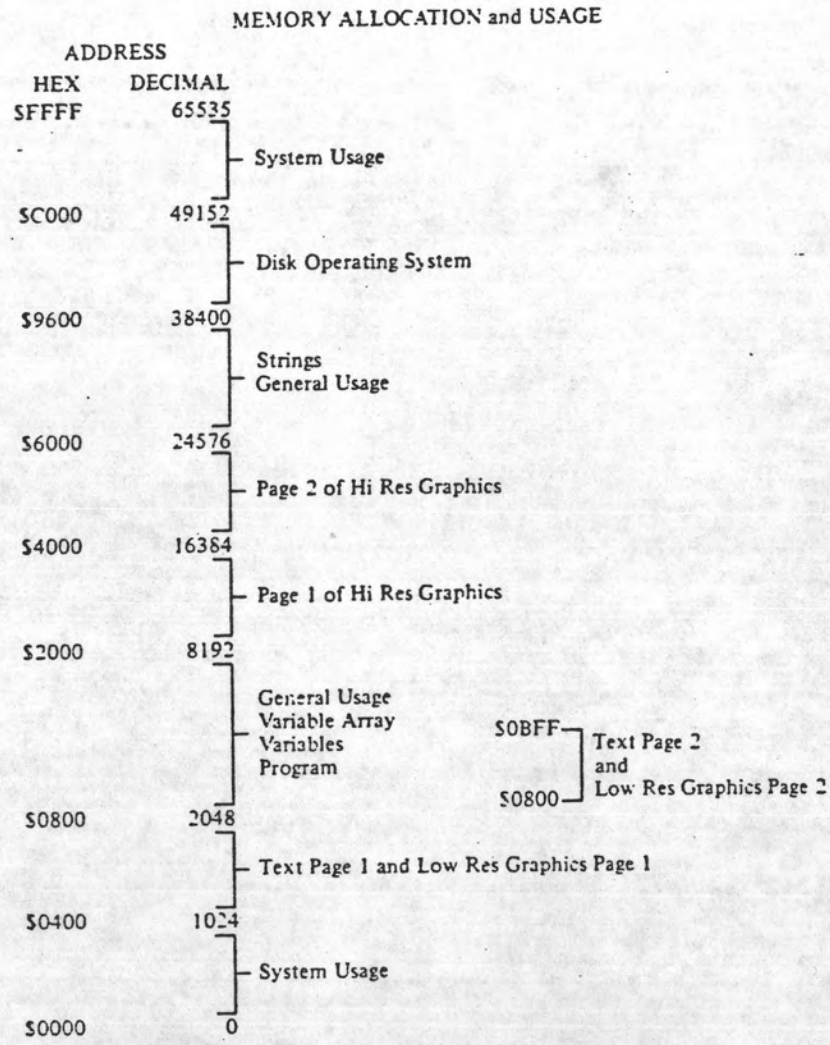
ระดับศักยภาพของคลื่นสัญญาณภาพที่สามารถมองเห็นได้

ช่วงเวลาห่าง ระหว่างการส่งสัญญาณแต่ละครั้ง

รูปที่ ก.3 แสดงภาพระดับศักยภาพของคลื่นสัญญาณภาพ ระหว่างทำการอ่านข้อมูลบนเฟรมบัฟเฟอร์แต่ละครั้ง

ดังนั้นทางแก้ไขจึงทำการอ่านค่าบนเฟรมบัฟเฟอร์เป็น 2 แบบ คือ อ่านเฉพาะบรรทัดคี่ และอ่านเฉพาะบรรทัดคู่ (แสดงในรูปที่ ก.2) ผลที่ได้ เมื่อทำการอ่านข้อมูลแบบที่หนึ่งและเปลี่ยนมาอ่านแบบที่สอง แล้วจึงกลับไปอ่านแบบที่หนึ่งใหม่อีกครั้ง ซึ่งสัญญาณที่ส่งไปแสดงบนจอภาพในการอ่านค่าแบบแบบที่หนึ่งครั้งที่แล้วอาจอ่อนลงไปแล้ว แต่สัญญาณภาพที่ส่งไป ในการอ่านแบบที่สองยังคงอยู่ จึงทำให้ลดการกระพริบบนจอภาพได้

ภาคผนวก ข. แสดงการจัดหน่วยความจำบนหน่วยความจำไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ ข.1 แสดงภาพการจัดหน่วยความจำบนหน่วยความจำไมโครคอมพิวเตอร์

ภาคผนวก ค. คำสั่งสร้างภาพบนจอภาพในโมดของรูปภาพแบบละเอียด

ลักษณะจอภาพชนิดโมดรูปภาพแบบละเอียด เป็นจอภาพขนาดกว้าง 192 จุดภาพ ขนาดยาว 279 จุดภาพ กำหนดจุดพิกัดตามแนวแกนนอนเริ่มต้นนับจุด 0 ที่จุดซ้ายสุดของจอภาพ และจุดสุดท้าย จุด 279 ที่จุดขวาสุดของจอภาพ ในทำนองเดียวกันกำหนดจุดพิกัดตามแนวแกนตั้ง เริ่มต้นนับ 0 ที่จุดบนสุดของจอภาพ และจุดที่ 191 ที่จุดภาพล่างสุดของจอภาพ

คำสั่งที่ใช้ในการสร้างภาพบนจอภาพในโมดของรูปภาพแบบละเอียด มีดังนี้

ค.1 HGR

ใช้คำสั่งเพื่อลบภาพบนจอภาพทั้งหมด และนำข้อมูลจากกราฟฟิคเพจที่ 1 มาแสดงบนจอภาพ

ค.2 HGR2

ใช้กำหนดจุดภาพบนจอภาพที่ตำแหน่งพิกัด (X,Y) โดยกำหนดสีตามสีที่กำหนดบนจอภาพหลังสุด หรือตามคำสั่ง HCOLOR ครั้งหลังสุด แล้วแต่ว่าคำสั่งใดเปลี่ยนแปลงสีหลังสุด

ค.3 HPLOT X,Y TO X_1,Y_1

ใช้กำหนดเส้นบนจอภาพ เริ่มตั้งแต่จุดพิกัด (X,Y) ถึงจุดพิกัด (X_1,Y_1) และกำหนดสีแบบเดียวกับคำสั่ง HPLOT X,Y

ค.4 HCOLOR N

ใช้กำหนดสีสำหรับจุดภาพที่กำหนดบนจอภาพ โดยที่ N มีค่าตั้งแต่ 1-7 ซึ่งมีความหมายดังนี้

0	หมายถึง สีดำ	4	หมายถึง สีดำ
1	หมายถึง สีเขียว	5	หมายถึง สีส้ม
2	หมายถึง สีม่วง	6	หมายถึง สีน้ำเงิน

3 หมายถึง สีขาว 7 หมายถึง สีขาว

ก.5 HGR2

ใช้คำสั่งเพื่อลบภาพบนจอภาพทั้งหมด และนำข้อมูลจากกราฟฟิคเพจที่ 2 มาแสดงบนจอภาพ

ก.6 TEXT

ใช้คำสั่งเพื่อให้จอภาพออกจากโหมดของรูปภาพ มาแสดงโหมดของตัวอักษรแทน โดยนำข้อมูลจากข้อมูลหน้า 1 (Text Page 1) มาแสดงบนจอภาพ ซึ่งจะแสดงด้วยขนาดจอภาพ 960 ตัวอักษร โดยแบ่งออกเป็น 40 บรรทัด บรรทัดละ 24 ตัวอักษร

ก.7 คำสั่งเกี่ยวกับเชพเทเบิล (Shape Table)

หลังจากกำหนดเชพเทเบิลลงในหน่วยความจำเรียบร้อยแล้ว สามารถใช้คำสั่งดังต่อไปนี้

ก.7.1 DRAW $AEXPR_1$ AT $AEXPR_2$,$AEXPR_3$

ใช้สั่งให้วาดรูปเชพเทเบิลรูปลำดับที่ $AEXPR_1$ ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-255 ที่จุดพิกัด ($AEXPR_2$,$AEXPR_3$) โดยแสดงสีตามที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

ก.7.2 XDRAW $AEXPR_1$ AT $AEXPR_2$,$AEXPR_3$

ทำงานเช่นเดียวกับข้อ ก.7.1 แต่กำหนดให้แสดงสีคู่ตรงข้ามของสีที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ คู่ตรงข้ามของสีมีดังนี้

สีดำ คู่ตรงข้ามกับ สีขาว
สีน้ำเงิน คู่ตรงข้ามกับ สีเขียว

ก.7.3 ROT = AEXPR

ใช้กำหนดทิศทางของรูปภาพที่วาดตามเชพเทเบิล โดยภาพที่ได้หมุนไปจากทิศทางเดิมจากครั้งแรกตอนสร้างภาพ ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จำนวนองศากำหนดจาก AEXPR ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-255

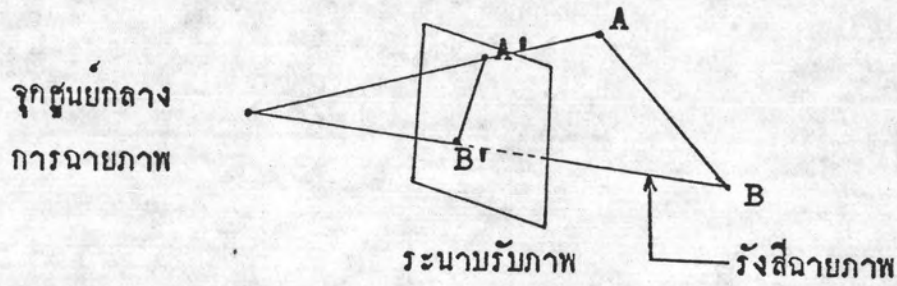
ก.7.4 SCALE = AEXPR

ใช้กำหนดขนาดรูปร่างของรูปภาพที่วาดตามเซพเทเบิล โดยภาพที่ได้มีขนาดสัมพัทธ์เป็นจำนวนเท่าของขนาดภาพจากครั้งแรกตอนสร้าง ซึ่งกำหนดขนาดโดย AEXPR ที่มีค่าระหว่าง 0-255

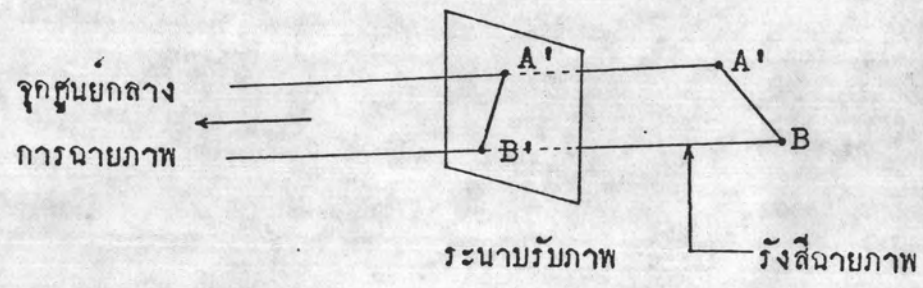
ภาคผนวก ง. การฉายภาพ

การฉายภาพ คือ การเปลี่ยนรูปของชุดจุดพิกัดในระบบระนาบ N มิติ ให้เป็นชุดของจุดพิกัดในระบบระนาบน้อยกว่า N มิติ สำหรับในเรื่องการสร้างภาพเหมือนวัตถุจริง เป็นการฉายภาพจากจุดพิกัดในระบบ 3 มิติ ไปเป็นภาพในระบบจุดพิกัด 2 มิติ

การฉายภาพในระบบจุดพิกัด 3 มิติ กำหนดโดยฉายรังสีฉายภาพจากจุดศูนย์กลางของการฉายภาพ ผ่านจุดทุกจุดบนวัตถุ ไปตัดกับระนาบรับภาพเป็นภาพที่ต้องการ



รูปที่ ง.1 แสดงการฉายภาพเส้นตรงที่กำหนดจุดศูนย์กลางการฉายภาพ

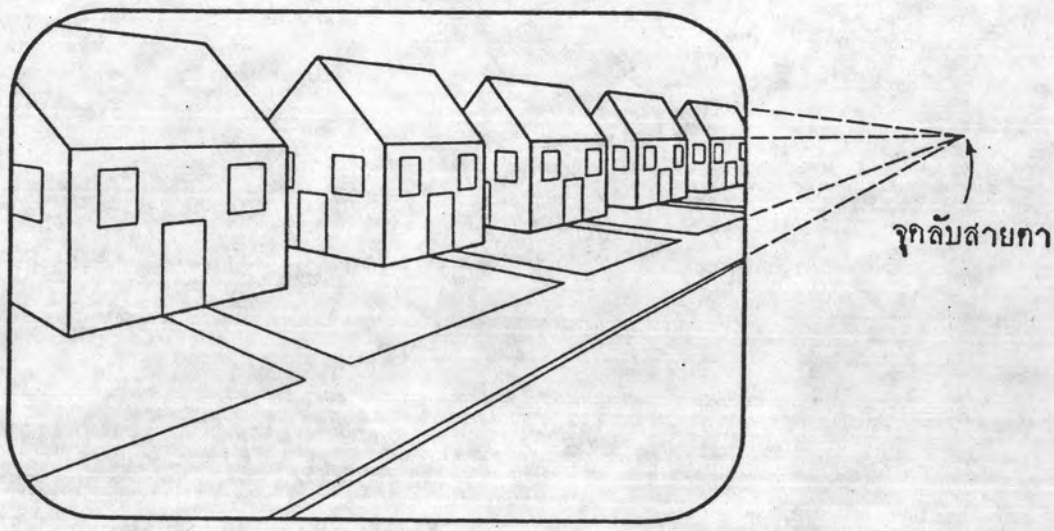


รูปที่ ง.2 แสดงการฉายภาพเส้นตรง ที่จุดศูนย์กลางการฉายภาพอยู่ที่จุดอนันต์

การฉายภาพ สามารถแบ่งตามระนาบเรขาคณิตของการฉายภาพ (Planar Geometric Projection) ได้ 2 ประเภท คือ

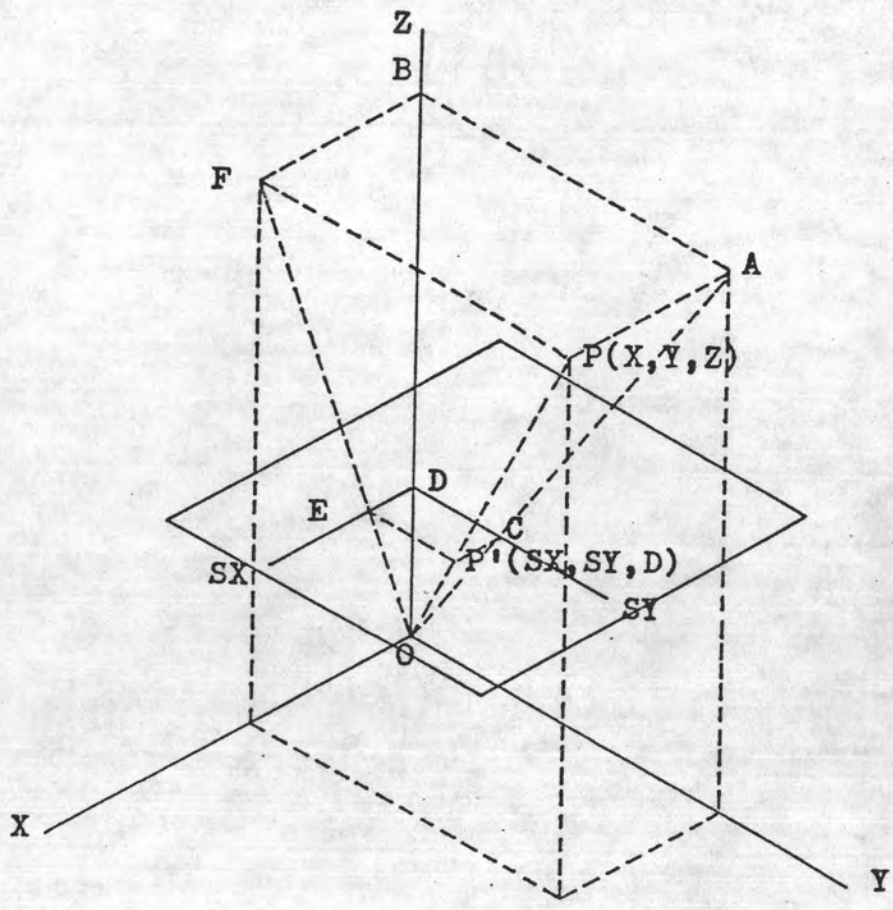
ง.1 การฉายภาพแบบเปอร์สเปคทีฟ (Perspective Projection)

การฉายภาพแบบเปอร์สเปคทีฟ จุดศูนย์กลางการฉายภาพสามารถกำหนดตำแหน่งได้ และภาพที่สร้างได้สามารถแสดงผลกระทบจากจุดมองภาพ เหมือนกับภาพวัตถุจริงที่มองด้วยสายตามนุษย์ ผลกระทบจากจุดมองภาพนี้เรียกว่า เปอร์สเปคทีฟฟอร์ชอร์เทนนิ่ง (Perspective Foreshortening) ซึ่งหมายความว่า ขนาดภาพวัตถุที่เกิดจากการฉายภาพแบบเปอร์สเปคทีฟ แปรไปตามระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของการฉายภาพและวัตถุ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ขนาดของภาพมีขนาดใหญ่เมื่อเข้าใกล้วัตถุ และขนาดของภาพมีขนาดเล็กเมื่ออยู่ไกลวัตถุ ดังนั้น ภาพที่ได้จากการฉายภาพแบบเปอร์สเปคทีฟ การวัดขนาดวัตถุจากภาพอาจไม่ได้ขนาดและรูปร่างเหมือนวัตถุจริง

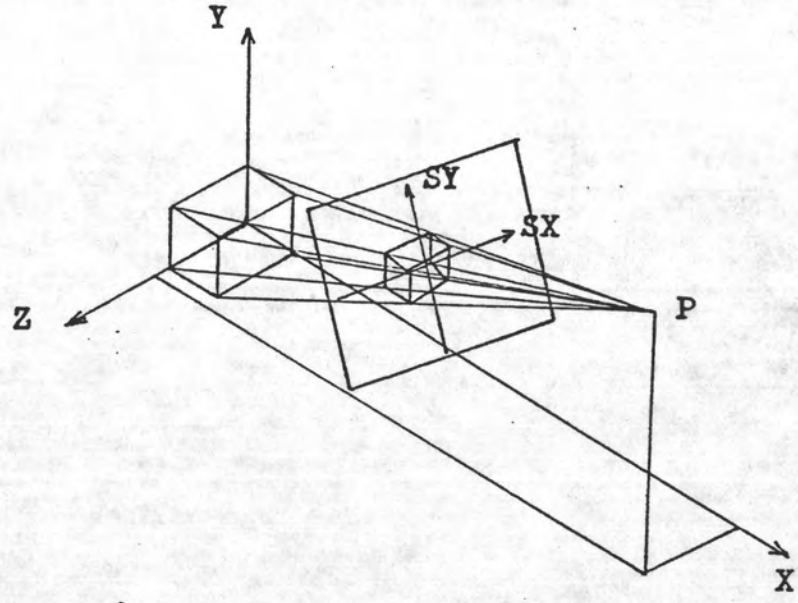


รูปที่ ง.3 แสดงภาพที่แสดงเปอร์สเปคทีฟฟอร์ชอร์เทนนิ่ง

ในการสร้างภาพวัตถุจริงบนจอภาพ กระทำโดยการฉายภาพเปอร์สเปคทีฟ ซึ่งแต่ละจุดทุกจุดของภาพวัตถุจะถูกฉายลงบนระนาบรับภาพ (หรือจอภาพ) ดังในรูปที่ ง.4 ระนาบรับภาพอยู่ห่างจากระนาบ XY เป็นระยะทาง D กำหนดให้แกน SX ของระนาบรับภาพ ขนานกับแกน X , แกน SY ของระนาบรับภาพ ขนานกับแกน Y โดยมีขนาดมาตราส่วนเดียวกัน และกำหนดให้จุดพิกัดบนระนาบรับภาพ มีจุดพิกัดเป็นคู่ลำดับ (SX,SY) ซึ่งเป็นจุดพิกัดที่ได้รับการฉายภาพจากจุดพิกัด (X,Y,Z) โดยมีจุดศูนย์กลางการฉายภาพอยู่ที่จุดกำเนิด (0,0,0) และจากรูป จุด P(X,Y,Z) ได้รับการฉายภาพตามเส้น OP ตกลงบนระนาบรับภาพที่จุด P'(SX,SY) ตามระบบพิกัดแกน 2 แกน (ซึ่งถ้าเขียนจุดพิกัด P'(SX,SY) ด้วยระบบพิกัดแกน 3 แกน ได้ใหม่ในรูปจุดพิกัด P'(SX,SY,D) เมื่อ D คือ ค่าระยะระหว่างระนาบรับภาพกับระนาบ XY)



รูปที่ ง.4 แสดงภาพการฉายภาพลงบนระนาบรับภาพที่อยู่ห่างจากระนาบ XY เป็นระยะทาง D



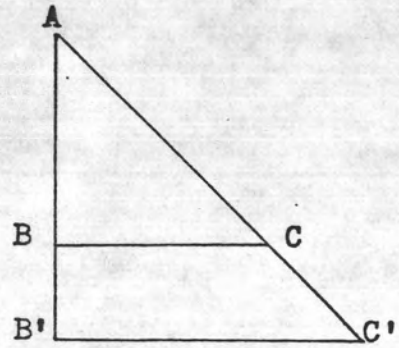
รูปที่ ง.5 แสดงการฉายภาพวัตถุ 3 มิติบนระนาบรับภาพ

ในการกำหนดจุดพิกัด P(SX,SY) บนระนาบรับภาพตามระบบพิกัดแกน 2 แกน ให้สัมพันธ์กับจุดพิกัด P(X,Y,Z) ตามระบบพิกัดแกน 3 แกน สามารถหาความสัมพันธ์ได้จากทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย ว่า

ถ้าสามเหลี่ยม 2 รูป มีมุมที่สมนัยกันเท่ากัน 2 มุม มุมต่อมุม จะได้ว่า สามเหลี่ยม 2 รูปนั้นคล้ายกัน

จากรูปที่ ง.6 $\triangle ABC \sim \triangle A'B'C'$ ได้ว่า

$$\frac{AC}{A\,C'} = \frac{AB}{A\,B'} = \frac{BC}{B'C'}$$



รูปที่ ง.6 แสดงภาพสามเหลี่ยมคล้าย

จากรูปที่ ง.4 พบว่า สามเหลี่ยมมุมฉาก OBA คล้ายกับสามเหลี่ยมมุมฉาก ODC มีผลว่า

$$\frac{DC}{OD} = \frac{BA}{OB}$$

เมื่อแทนค่าแล้วได้

$$\frac{SY}{D} = \frac{Y}{Z}$$

ดังนั้น $SY = D(Y/Z)$

และในทำนองเดียวกันพบว่า สามเหลี่ยมมุมฉาก OBF คล้ายกับสามเหลี่ยมมุมฉาก ODE ซึ่งจะได้ว่า

$$\frac{DE}{OD} = \frac{BF}{OB}$$

เมื่อแทนค่าแล้วได้

$$\frac{SX}{D} = \frac{X}{Z}$$

ดังนั้น $SX = D(X/Z)$

สรุปได้ว่า สามารถทำการฉายภาพวัตถุ 3 มิติในระบบจุดพิกัด 3 แกน (คือ แกน X แกน Y และแกน Z) มากระทบบนระนาบรับภาพได้จุดพิกัดในระบบจุดพิกัด 2 แกน (คือ แกน SX และแกน SY โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$SX = D(X/Z)$$

$$SY = D(Y/Z)$$

เมื่อ

D คือ ค่าระยะห่างระหว่างระนาบรับภาพกับระนาบ XY

ง.2 การฉายภาพแบบขนาน (Pararell Projection)

การฉายภาพแบบขนาน จุดศูนย์กลางการฉายภาพอยู่ที่จุดอนันต์ ลักษณะของการฉายภาพกำหนดที่ทิศทางของการฉายภาพ ภาพที่เกิดจากการฉายภาพแบบนี้ มีรูปร่างไม่เหมือนจริงตามที่ตามองเห็น เนื่องจากขาดเปอร์สเปคทีฟฟอร์ชอตเทนนิ่ง แต่ขนาดภาพวัตถุที่ได้มีขนาดใกล้เคียงกับรูปร่างวัตถุจริง

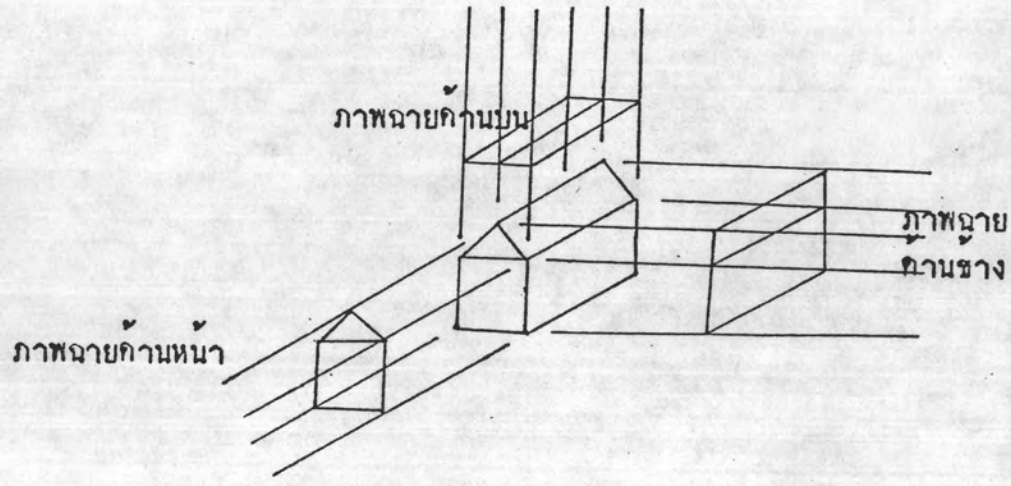
การฉายภาพแบบขนานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ง.2.1 ออร์ธฉายภาพแบบออโธกราฟฟิคพาราเรล (Orthographic Pararell Projection)การฉายภาพแบบนี้ รังสีการฉายภาพตั้งฉากกับระนาบรับภาพ โดยทั่วไป การฉายภาพแบบนี้มี 3 แบบ คือ

ก. แบบด้านหน้า (Front View)

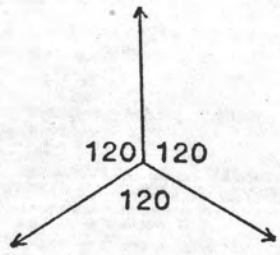
ข. แบบด้านข้าง (Side View)

ค. แบบด้านบน (Top View)

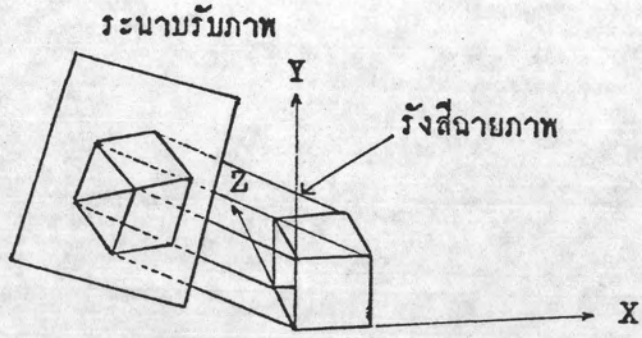


รูปที่ ง.7 แสดงการฉายภาพแบบขนาน

ง.2.2 การฉายภาพแบบไอโซเมติค (Isometric Projection) การฉายภาพแบบนี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ ทั้งแกน X แกน Y และแกน Z มีขนาดมาตราส่วนเท่ากัน และทั้ง 3 แกนทำมุมเท่ากัน (120 องศา) ดังรูป



รูปที่ ง.8 แสดงภาพแกนของแกนฉายภาพแบบไอโซเมติค



รูปที่ ง.9 แสดงการฉายภาพแบบไอโซเมติค

ภาคผนวก จ. ทฤษฎีและนิยามคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

จ.1 ระบบจำนวน

จ.1.1 จำนวนเต็ม คือจำนวนที่ไม่มีเศษ ยกเว้นจำนวนศูนย์ และมีเครื่องหมาย + หรือ - กำกับอยู่ แต่โดยทั่วไปเขียนจำนวนเต็มบวกไม่มีเครื่องหมายบวกนำหน้า

จำนวนศูนย์ มีคุณสมบัติพิเศษ ดังนี้

- สำหรับจำนวน A ใดๆ

$$A + 0 = A$$

- ถ้า $AxB = 0$ แล้ว $A = 0$ หรือ $B = 0$

ดังนั้นถ้า $(X - A)(X - B) = 0$ จะได้ว่า

$$X - A = 0$$

$$X - B = 0$$

จ.1.2 จำนวนธรรมชาติ คือจำนวนที่ใช้ในการนับ เช่น จำนวน 1,2,3,.. หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า จำนวนเต็มบวก

จ.1.3 จำนวนทักยะ คือจำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วน หรืออยู่ในรูป A/B เมื่อ A และ B เป็นจำนวนเต็ม และ $B \neq 0$

จ.1.4 จำนวนอทักยะ คือจำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปจำนวนทักยะ

จ.1.5 จำนวนจริง คือเลขจำนวนที่สมนัยกับจำนวนทศนิยมรู้จบ หรือจำนวนทศนิยมไม่รู้จบ

จ.1.6 จำนวนจินตภาพ คือจำนวนที่กำหนดขึ้นใหม่ ซึ่งมีนิยามว่า

$$i = \sqrt{-1}$$

หรือ i แทนจำนวนที่ยกกำลังสองแล้วมีค่าเท่ากับ -1 และจำนวนใดๆที่เขียนอยู่ในรูปแบบ Bi จะเรียกว่า จำนวนจินตภาพ (เมื่อ B เป็นจำนวนจริงใดๆ)

จ.1.7 จำนวนเชิงซ้อน คือจำนวนที่มีนิยามว่า

ถ้า A และ B เป็นจำนวนจริงแล้ว

A + Bi เป็นจำนวนเชิงซ้อน

A เรียกว่า ส่วนจริง (Real Part)

Bi เรียกว่า ส่วนจินตภาพ (Imaginary Part)

จ.2 เซท (Set)

หมายถึง กลุ่มสิ่งของต่างๆ ในภาษาไทยใช้กันบ่อยว่า ฝูง หมู่ โขลง คณะ ฯ การเขียนเซทเขียนได้ 2 แบบ คือ

จ.2.1 เขียนเซทแบบแจงสมาชิก ได้แก่

$$A = \{a, b, c\}$$

อ่านว่า เซท A มีสมาชิกคือ a, b และ c

จ.2.2 เขียนเซทแบบรูปของตัวแปรโดยบอกเงื่อนไขของสมาชิกในเซท ได้แก่ กำหนดให้ M เป็นเซทของเดือนในหนึ่งปี เขียนดังนี้

$$M = \{x \mid x \text{ เป็นเดือนในหนึ่งปี}\}$$

อ่านว่า M เป็นเซทซึ่งประกอบด้วยสมาชิก x โดยที่ x เป็นเดือนหนึ่งในหนึ่งปี

จ.3 ระบบคาร์ทีเซียนคอร์ออดิเนท

จ.3.1 คู่ลำดับ มีนิยามว่า ถ้ามี a และ b เป็นสมาชิกของเซทหนึ่งแล้ว (a,b) จะเรียกว่า คู่ลำดับ โดย a เรียกว่า พิกัดแรก และ b เรียกว่า พิกัดหลัง มีรูปนิยามดังนี้

$$(a,b) = \{\{a\}, \{a,b\}\}$$

จ.3.2 เซทของผลคูณคาร์ทีเซียน

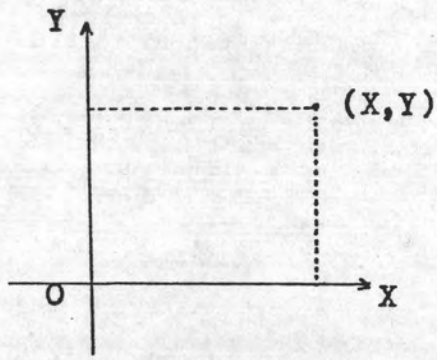
มีนิยามว่า

$$AxBxC = \left\{ (a,b,c) \,\middle|\, a \in A,\ b \in B,\ c \in C \right\}$$

หมายความว่า เมื่อนำเซทสองเซทใดๆ มาเขียนเป็นเซทของคู่ลำดับ โดยให้พิกัดแรกอยู่ในเซทหนึ่ง และพิกัดหลังอยู่ในอีกเซทหนึ่ง แล้วเซทของคู่ลำดับทั้งหมดนั้นเรียกว่า เซทผลคูณคาร์ทีเซียนของเซททั้งสองนั้น

จ.3.3 การแปลความหมายเชิงเรขาคณิต

ระบบพิกัดแกนเรขาคณิต ได้จากการใช้เส้นจำนวนสองเส้นตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยตัดกันที่จุดศูนย์



รูปที่ จ.1 แสดงภาพระบบพิกัดแกนเรขาคณิต

โดยที่ X เป็นจำนวนแรกของจุด (X,Y) วัดขนานกับแกนนอน เรียกว่า แอบซิสสา (Abscissa) และ Y เป็นจำนวนที่สอง วัดขนานกับแกนตั้ง เรียกว่า ออดิเนท (Ordinate)

ดังนั้น เซทของผลคูณคาร์ทีเซียน RxR สอดคล้องกับระบบพิกัดแกนเรขาคณิต โดยที่แต่ละคู่ลำดับสอดคล้องกับจุดพิกัด (X,Y) ซึ่งอาจเรียกระบบพิกัดแกนเรขาคณิตนี้ว่า ระบบพิกัดคาร์ทีเซียน

จ.4 ระบบพิกัดโฮโมจีเนียส (Homogeneous Co-ordinate)

จุดพิกัดในระบบพิกัดโฮโมจีเนียส คือจุดพิกัดที่มีคู่ลำดับแบบคู่ 3 ลำดับ (X_1,X_2,X_3) โดยที่ X_1,X_2,X_3 เป็นจำนวนจริง และมีคุณสมบัติดังนี้

1. $(X_1,X_2,X_3) \neq (0,0,0)$
2. $(X_1,X_2,X_3) = (kX_1,kX_2,kX_3)$

สำหรับทุกจำนวนจริง k ที่ไม่เท่ากับศูนย์

โดยทั่วไปเพื่อความเข้าใจ ใช้อักษร (X_1,X_2,X_3) ที่มีหน่วยย่อยในระบบพิกัดโฮโมจีเนียส และใช้อักษร (X,Y) ที่ไม่มีหน่วยย่อยในระบบพิกัดนอนโฮโมจีเนียส (Nonhomogeneous Co-ordinate)

แต่เนื่องจากจุดพิกัดทั้งสองระบบมีค่าเท่ากัน ดังนั้น

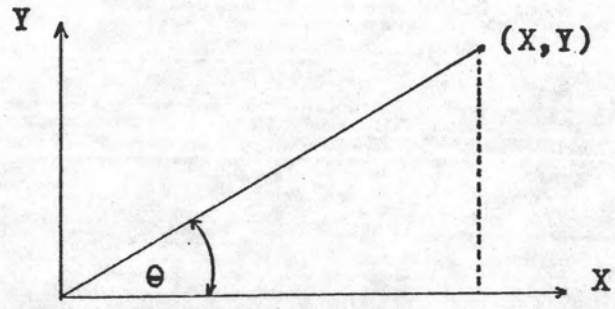
$$X = \frac{X_1}{X_3}, \quad Y = \frac{X_2}{X_3}$$

ตัวอย่างการเขียนจุดพิกัดในระบบพิกัดนอนโฮโมจีเนียส เช่น จุดพิกัด (3,5) และจุดพิกัดเดียวกันนี้ เมื่อเขียนในระบบพิกัดโฮโมจีเนียสได้ว่า (3,5,1)

ภาคผนวก ฉ. ทฤษฎีการหมุน

ฉ.1 ทฤษฎี SINE และ COSINE

ให้จุด (X,Y) เป็นจุดในระนาบพิกัดคาร์ทีเซียน (ตามรูป) และให้ความยาวเส้นตรงตั้งแต่จุดกำเนิด (0,0) ถึงจุด (X,Y) เท่ากับ L



รูปที่ ฉ.1 แสดงภาพการกำหนดมุม ในระนาบพิกัดคาร์ทีเซียน

จากทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$L = (X^2 + Y^2)^{\frac{1}{2}}$$

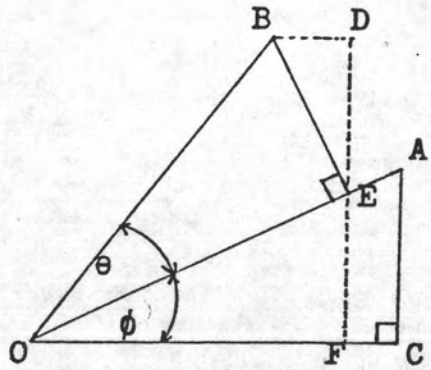
และ

$$\text{SIN}\theta = \frac{Y}{(X^2 + Y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{COS}\theta = \frac{X}{(X^2 + Y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

ฉ.2 ค่า SINE และ COSINE เมื่อจุดพิกัดหมุนจากตำแหน่งเดิมด้วยมุม ϕ

พิจารณาจุดที่เคลื่อนที่ไปเป็นมุม ϕ ดังรูปที่ ฉ.2



รูปที่ ฉ.2 แสดงภาพเส้นตรง OA หมุนไปเป็นมุม θ

เนื่องจากจุด A หมุนรอบจุดกำเนิด O ดังนั้นความยาว OA = OB

พิจารณา $\angle$ AOC ได้ว่า

$$\frac{CA}{OA} = SIN\phi$$

$$\frac{OC}{OA} = COS\phi$$

พิจารณา $\angle$ OBE ได้ว่า

$$\frac{EB}{OB} = SIN\phi$$

$$\frac{OE}{OB} = COS\phi$$

จากคุณสมบัติ $\angle$ OEF คล้ายกับ $\angle$ OAC

$$\frac{OE}{OA} = \frac{FE}{CA} = \frac{OF}{OC}$$

$$FE = \frac{OE}{OB} \cdot \frac{CA}{OA} \cdot OB$$

$$= COS\theta SIN\theta OB$$

$$OF = \frac{OE}{OB} \cdot \frac{OC}{OA} \cdot OB$$

$$= COS\phi COS\theta OB$$

$\angle EBD$ $\qquad$ $\angle OAC$

$$\frac{EB}{OA} = \frac{DB}{CA} = \frac{ED}{OC}$$

$$DB = \frac{EB}{OB} \cdot \frac{CA}{OA} \cdot OB$$

$$= SIN\phi SIN\theta OB$$

$$ED = \frac{EB}{OB} \cdot \frac{OC}{OA} \cdot OB$$

$$= SIN\phi COS\theta OB$$

$$SIN(\theta + \phi) = \frac{FD}{OB}$$

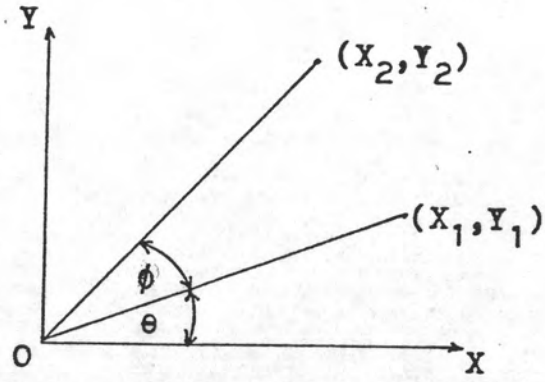
$$= \frac{FE}{OB} + \frac{ED}{OB}$$

$$= COS\phi SIN\theta + SIN\phi COS\theta$$

$$COS(\theta + \phi) = \frac{OF}{OB} - \frac{DB}{OB}$$

$$= COS\phi COS\theta - SIN\phi SIN\theta$$

ฉ.3 รูปเมทริกซ์การหมุน



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ฉ.3 แสดงภาพการหมุนจุดรอบจุดกำเนิด

จากรูป ให้จุด A มีจุดพิกัดที่ (X_1,Y_1) และระยะทางจากจุดพิกัด A ถึงจุดกำเนิด o เท่ากับ L ดังนั้น

$$L = (X_1^2 + Y_1^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$SIN\theta = \frac{Y_1}{L}$$

$$COS\theta = \frac{X_1}{L}$$

เมื่อหมุนแกน จากจุดพิกัด (X_1,Y_1) เป็นจุดพิกัด (X_2,Y_2) ด้วยมุม ø ดังนั้น

$$SIN(\theta + \emptyset) = \frac{Y_2}{L}$$

$$= COS\emptyset SIN\theta + SIN\emptyset COS\theta$$

$$Y_2 = COS\emptyset SIN\theta L + SIN\emptyset COS\theta L$$

$$= COS\emptyset Y_1 + SIN\emptyset X_1 \qquad ....(1)$$

$$\cos(\theta + \phi) = \frac{X_2}{L}$$

$$= \cos\phi\cos\theta - \sin\phi\sin\theta$$

$$X_2 = \cos\phi\cos\theta L - \sin\phi\sin\theta L$$

$$= \cos\phi X_1 - \sin\phi Y_1 \qquad \ldots.(2)$$

สามารถเขียนเมทริกซ์เปลี่ยนรูปให้สอดคล้องกับสมการ (1) และสมการ (2) ดังนี้

$$\begin{bmatrix} X_2 & Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & Y_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi \\ -\sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix}$$

ดังนั้น เมทริกซ์เปลี่ยนรูปสำหรับการหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกาด้วยมุม ϕ มีรูปดังนี้

$$R = \begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi \\ -\sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix}$$

และจากการหมุนจุดพิกัดรอบจุดกำเนิดนี้ สามารถขยายความเป็นหมุนเส้นทั้งเส้น แทนที่จะหมุนเพียงปลายเส้นเพียงด้านเดียว ได้โดยการหมุนทั้งสองปลายของเส้น ทีละด้าน

ในกรณีที่ต้องการหมุนจุดพิกัดรอบจุดกำเนิด ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาด้วยมุม ϕ สามารถใช้ทฤษฎีการหมุนจุดพิกัดแบบทวนเข็มนาฬิกาได้ โดยใช้มุมด้านลบแทน ซึ่งมีรูปเมทริกซ์ดังนี้

$$R = \begin{bmatrix} \cos(-\phi) & \sin(-\phi) \\ -\sin(-\phi) & \cos(-\phi) \end{bmatrix}$$

แต่เนื่องจาก

$$\cos(-\phi) = \cos(\phi)$$

$$\sin(-\phi) = -\sin(\phi)$$

ดังนั้น เมตริกซ์เปลี่ยนรูปสำหรับการหมุนแบบตามเข็มนาฬิกาด้วยมุม ϕ มีรูปดังนี้

$$R = \begin{bmatrix} \cos\phi & -\sin\phi \\ \sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix}$$

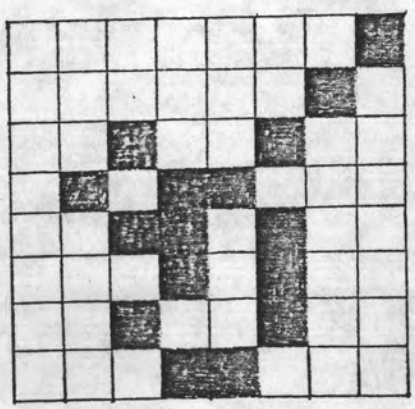
<u>หมายเหตุ</u> ϕ มีหน่วยเป็น π เรเดียน

ภาคผนวก ช. การแสดงอักษรไทยบนจอภาพ

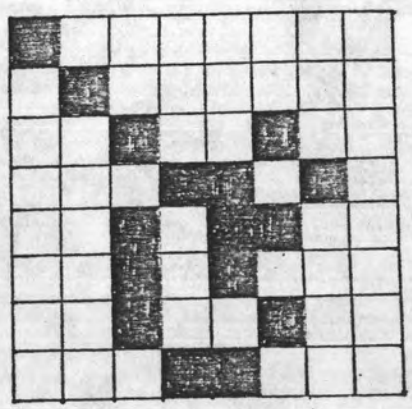
ช.1 ภาพอักษร

รูปแบบตัวอักษรบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แสดงด้วยเมตริกซ์ ขนาด 8 x 8 จุดภาพ โดยใช้หน่วยความจำ 8 x 8 บิท หรือคิดเป็นหน่วยความจำเท่ากับ 8 ไบต์ ข้อมูลในหน่วยความจำ 1 บิท จะให้จุดภาพบนจอภาพ 1 จุด โดยที่ข้อมูลในบิทมีค่าเป็น 1 จะให้จุดภาพสีขาว และถ้าข้อมูลในบิทมีค่าเป็น 0 จะให้จุดภาพสีดำ โดยปกติการแสดงภาพบนจอภาพเป็นการแสดงภาพจุดขาวบนพื้นดำ ดังนั้นในส่วนข้อมูลที่เป็นอักษรจะมีค่าข้อมูลเป็น 1 ส่วนที่เหลือมีค่าเป็น 0

ในการสร้างรูปภาพอักษร สร้างเป็นภาพอักษรแบบกลับหลังหัน(ภาพซ้อน) เก็บในหน่วยความจำ โดยกำหนดให้ 7 บิทแรกของแต่ละไบต์ ใช้เก็บค่าอักษร และบิทสุดท้ายของไบต์ใช้กำหนดรหัสสีของไบต์นั้น



(ก)



(ข)

1 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 1 0 0
0 0 0 1 1 0 1 0
0 0 1 0 1 1 0 0
0 0 1 0 1 0 0 0
0 0 1 0 0 1 0 0
0 0 0 1 1 0 0 0

(ค)

รูปที่ ช.1 แสดงภาพอักษรและวิธีการเก็บค่าข้อมูลในหน่วยความจำ

ก. รูปภาพอักษรที่ต้องการแสดง

ข. รูปภาพอักษรแบบกลับหลังหัน

ค. แทนค่าข้อมูลภาพด้วย 0 และ 1

ช.2 วิธีการแสดงภาพอักษรไทยบนจอภาพ

การแสดงภาพอักษรบนจอภาพทั่วไป สามารถกระทำได้ 2 แบบ คือ แสดงภาพอักษรบนจอภาพในโมดของตัวอักษร และแสดงภาพอักษรบนจอภาพในโมดของรูปภาพอย่างละเอียด ซึ่งการแสดงภาพอักษรไทยบนจอภาพในการวิจัยนี้ กระทำแบบแสดงภาพอักษรบนจอภาพในโมดของรูปภาพอย่างละเอียด

การแสดงภาพอักษรบนจอภาพในโมดของรูปภาพแบบละเอียด ใช้หลักการแสดงผลลัพธ์ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์(แอปเปิล)นี้ว่า โดยปกติเมื่อใช้คำสั่ง "PRINT" คำสั่งที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอม(ROM)ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะกระโดดไปตำแหน่งหน่วยความจำที่มีชื่อว่า CSWL-CSWS ($36-$37) ซึ่งเป็นตำแหน่งแสดงผลลัพธ์ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นี้ โดยปกติกำหนดให้กระโดดไปที่ตำแหน่งหน่วยความจำ $FDF0 เพื่อแสดงตัวหนังสือขึ้นบนจอภาพในโมดของตัวอักษร แต่ถ้ามีการ์ด(Card)เสียบอยู่ที่สลอต(Slot) และมีคำสั่ง PR# หรือคำสั่งในเครือเดียวกันสำหรับสลอตนั้น ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บใน CSWL-CSWH จะเปลี่ยนไปอยู่ที่ตำแหน่งหน่วยความจำ $C500 แทน (โปรแกรมที่ตำแหน่งหน่วยความจำนี้ซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำรอมของการ์ดที่เสียบอยู่ อาจเปลี่ยนค่าในตำแหน่งหน่วยความจำ CSWL-CSWH เป็นเท่าใดแล้วแต่ตัวโปรแกรมนั้น)

ดังนั้นถ้ากำหนดค่าในตำแหน่งหน่วยความจำผลลัพธ์($FDF0) ให้กระโดดไปที่ตำแหน่งของโปรแกรมภาษาเครื่องที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อโปรแกรมทำงานจะคำนวณตำแหน่งของเคอร์เซอร์(Cursor) ว่าตรงกับตำแหน่งใดของจอภาพในโมดของรูปภาพแบบละเอียด แล้วนำค่าอักษรที่กำหนดเรียบร้อยแล้วไปแสดงบนจอภาพ แล้วกลับมาทำงานตามปกติ

ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภาษาเครื่อง เพื่อแสดงอักษรภาษาอังกฤษ คือ $0C14

ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภาษาเครื่อง เพื่อแสดงอักษรภาษาไทย คือ $1014

ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภาษาเครื่อง เพื่อแสดงอักษรภาษาอังกฤษผกผัน คือ $1414

ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภาษาเครื่อง เพื่อแสดงอักษรภาษาไทยผกผัน คือ $1814

ช.3 การกำหนดแป้นพิมพ์อักษรภาษาไทย

รูปที่ ข.2 แสดงภาพแป้นพิมพ์อักษรไทย

ประวัติผู้เขียน

นายสมศักดิ์ กิจสุขจิต เกิดวันที่ 20 เมษายน 2502 ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษา การศึกษาบัณฑิต(กศ.บ.) จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางแสน ในปี พ.ศ. 2524