

### บทที่ 3

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Input and output)

วัตถุประสงค์ในบทนี้ เพื่อให้เข้าใจถึง

- แนวความคิดของการป้อนข้อมูล (data entry) และความแตกต่างระหว่างการประมวลผลเป็นกลุ่ม (batch) และการประมวลผลแบบเชื่อมโดยตรง (online)
- อุปกรณ์ในการรับ-ส่งข้อมูล ที่ใช้ได้ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- คุณลักษณะของจอแสดงผลสีเดียว (monochrome monitor) และจอสี (color display screen)
- ข้อดีและข้อเสียของเครื่องพิมพ์ชนิดต่างๆ

จากบทที่แล้ว ทำให้เรารู้ว่า เครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น ตัวประมวลผล (PROCESSOR), RAM, ROM, ตัวเชื่อมโยง (interfaces) และ บอร์ด (boards) นอกจากนี้ ยังต้องมีอุปกรณ์ภายนอกที่จำเป็นสำหรับการติดต่อในการ รับ-ส่งข้อมูล เช่น คีย์บอร์ด เครื่องอ่านบัตร (card reader) เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงาน ช่วยให้การดำเนินงานของธุรกิจ มีประสิทธิภาพดี ยิ่งขึ้น

### 3.1 แนวความคิดของการป้อนข้อมูล (DATA ENTRY CONCEPTS)

การป้อนข้อมูล คือ การนำข้อมูลเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเก็บไว้สำหรับ ประมวลผล โดยปกติที่ใช้โดยทั่วๆ ไป จะป้อนข้อมูลผ่านทางคีย์บอร์ด ตัวอักษรที่กดที่เป็น พิมพ์ จะปรากฏอยู่บนจอภาพ โดยเราสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้จนกระทั่งเป็นข้อมูล ที่ถูกต้อง

#### ฟิลด์และระเบียน (Fields and Records)

ฟิลด์ คือ รายการของข้อมูล ซึ่งอาจเป็น รหัสของลูกค้า หรือรายละเอียดต่างๆ ระเบียน คือ กลุ่มของรายการข้อมูล ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ระเบียนประวัติ ลูกค้า ซึ่งประกอบด้วย ฟิลด์ชื่อ ฟิลด์ที่อยู่ ฟิลด์โทรศัพท์ เป็นต้น

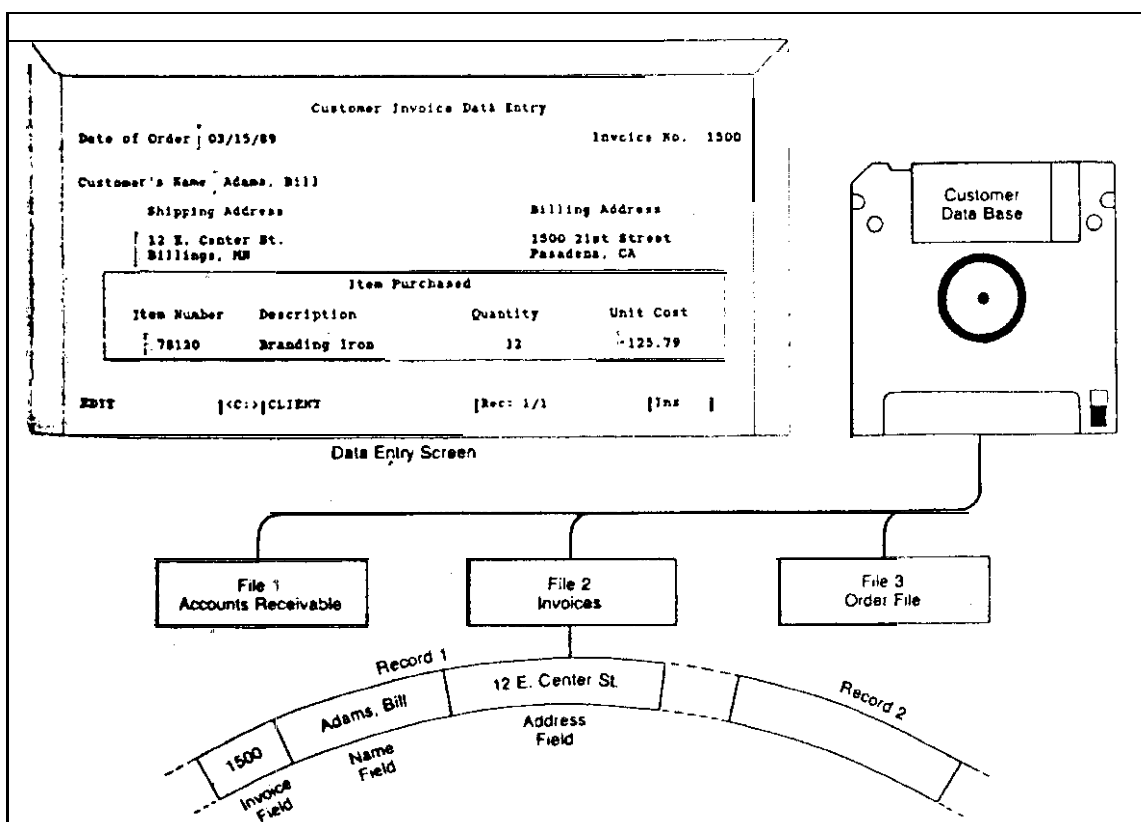
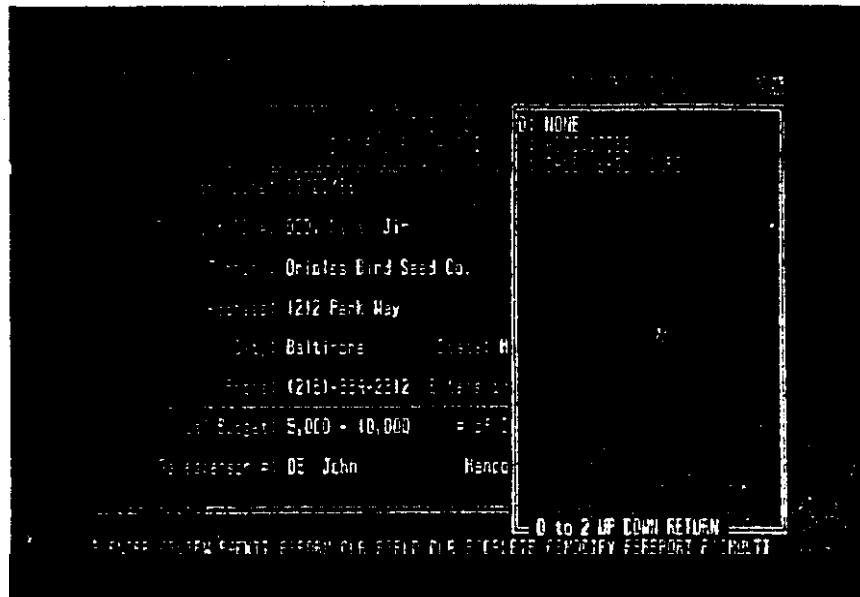
รูปที่ 3.1 แสดงการป้อนข้อมูล โดยหน้าจอแสดงรูปแบบของระเบียนซึ่งประกอบด้วยฟิลด์ต่างๆ การป้อนข้อมูล ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้ครั้งละ 1 ฟิลด์ โดยเมื่อกดแป้น enter เคอร์เซอร์จะเลื่อนตำแหน่ง ไปยังฟิลด์ถัดๆ ไป จนครบข้อมูลในระเบียน

#### วิธีการป้อนข้อมูล

คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้ มีวิธีการป้อนข้อมูล 2 ลักษณะคือ การประมวลผลเป็นกลุ่ม (batch) และการประมวลผลแบบเชื่อมโยงโดยตรง (online)

การประมวลผลเป็นกลุ่ม นั้น เป็นวิธีการป้อนข้อมูลที่มีการรวบรวมข้อมูลไว้ก่อนในช่วงเวลาหนึ่ง เป็นกลุ่มของระเบียนข้อมูล ต่อจากนั้นจึงนำไปเก็บในคอมพิวเตอร์ สำหรับการประมวลผลแบบเชื่อมโยง โดยตรงนั้น เมื่อมีการป้อนข้อมูลเกิดขึ้น ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกนำไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ทันที

**FIGURE 3-1**  
**A data entry screen.**  
© 1990 courtesy of Software Solutions.

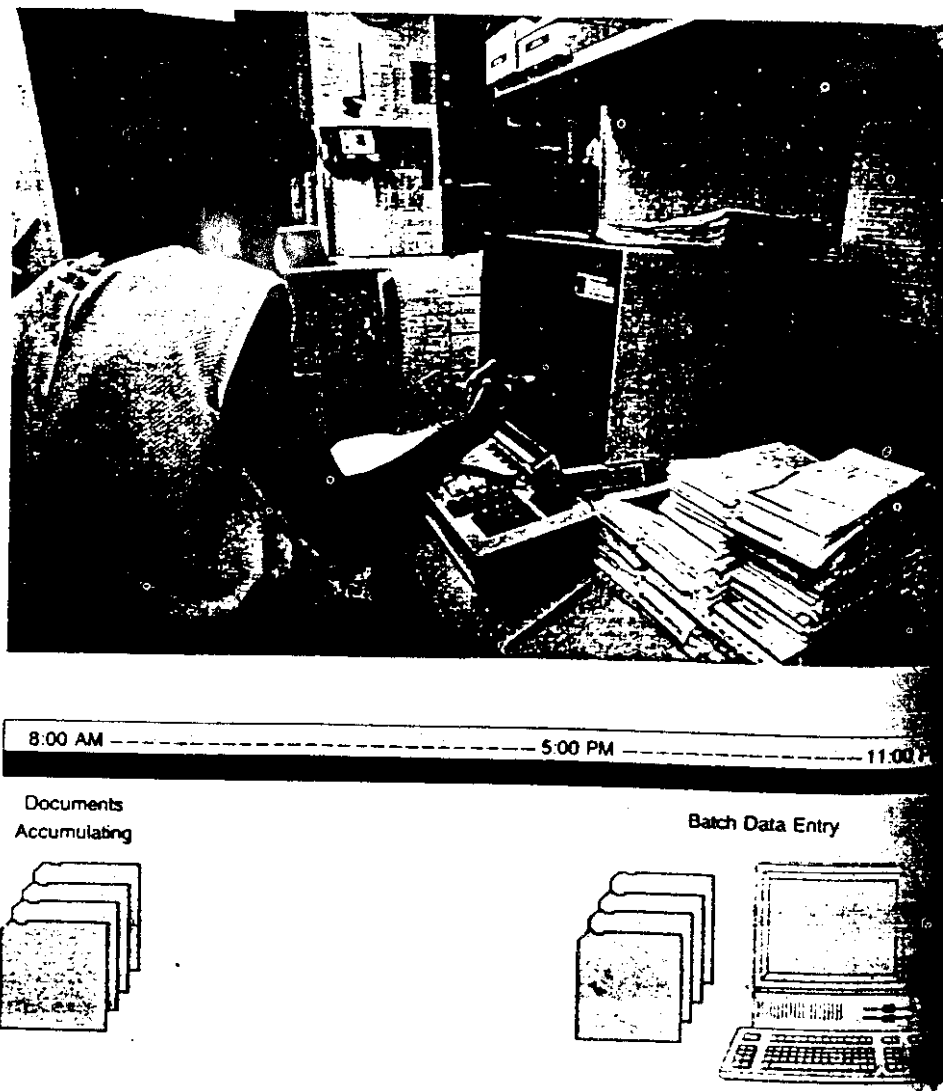


### ป้อนข้อมูลที่มีการประมวลผลเป็นกลุ่ม (Batch Entry)

เป็นลักษณะงานที่ บริษัทมีแผนสำหรับรับใบสั่งซื้อจากลูกค้า ซึ่งอาจจะมาสั่งซื้อด้วยตนเอง หรือ สั่งซื้อทางไปรษณีย์ หรือโทรศัพท์ก็ได้ ทางแผนกจะเก็บเอกสารใบสั่งซื้อของลูกค้าในวันหนึ่งๆ ไว้ตามลำดับ จนถึงเวลากลางคืนจึงป้อนข้อมูลต่างๆ เหล่านี้เพื่อประมวลผลในคอมพิวเตอร์

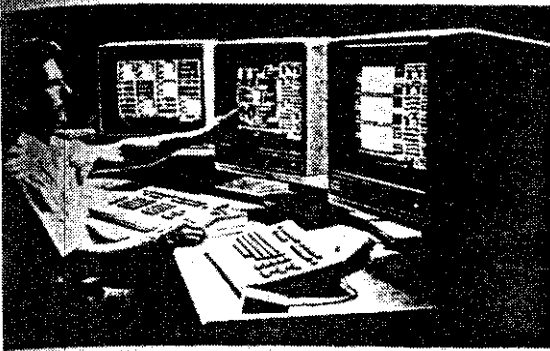
ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้การป้อนข้อมูลที่มีการประมวลผลเป็นกลุ่ม คือ

1. พนักงานแต่ละคนสามารถรับใบสั่งซื้อจากลูกค้าได้ทันที โดยลดค่าใช้จ่ายในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่จะต้องเชื่อมโยงกับระบบคอมพิวเตอร์
2. ผู้ที่ทำหน้าที่ป้อนข้อมูล สามารถป้อนข้อมูลมีประสิทธิภาพมากกว่าพนักงานรับใบสั่งซื้อ
3. คอมพิวเตอร์ ประมวลผลข้อมูลเป็นกลุ่ม ได้ดีกว่า ประมวลผลครั้งละ 1 รายการตลอดวัน



รูปที่ 3-2 แสดงการป้อนข้อมูลที่มีการประมวลผลเป็นกลุ่ม

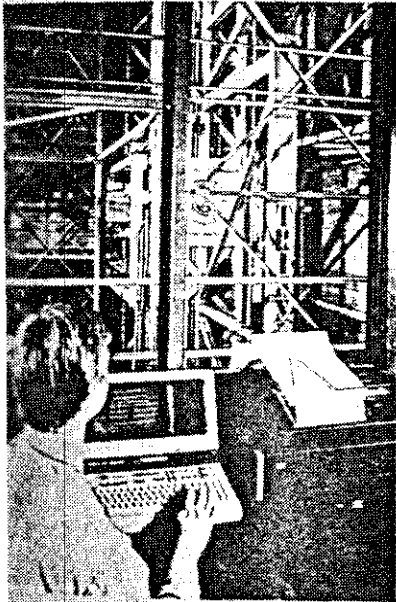
Approaches to data entry



Courtesy of Amp, Inc.



Courtesy of NCR Corporation.



Courtesy of James R. Webb Company.



Courtesy of Federal Express



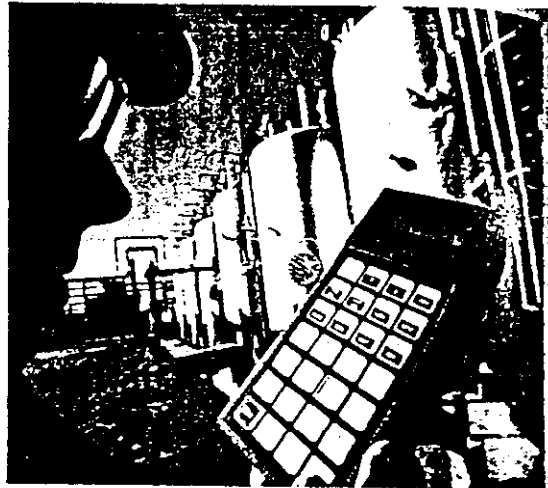
Courtesy of Honeywell, Inc.



Courtesy of Diebold, Inc.



Courtesy of Intermecc Corporation.



Courtesy of Eastman Kodak Company.

### ข้อเสียของการประมวลผลข้อมูลเป็นกลุ่ม

1. การตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งหมดต้องทำด้วยมือ เพราะไม่มีคอมพิวเตอร์ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของใบสั่งซื้อที่ได้รับจากลูกค้า
2. ไม่สามารถตรวจสอบสินค้าตามใบสั่งซื้อ หรือ ทราบประวัติของลูกค้าสำหรับการให้วงเงินเครดิต
3. บริษัทไม่สามารถให้คำยืนยันได้จนกว่าใบสั่งซื้อจะถูกประมวลผล

### การประมวลผลแบบเชื่อมโยงโดยตรง (Online Entry)

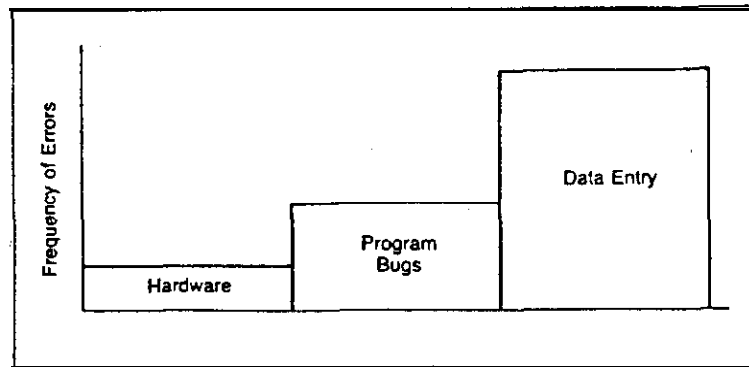
เป็นลักษณะการประมวลผล เมื่อทางบริษัทได้รับใบสั่งซื้อจากลูกค้าแล้ว รายการต่างๆ ในใบสั่งซื้อจะถูกป้อนเข้าไปในคอมพิวเตอร์โดยทันที โปรแกรมสามารถตรวจสอบสินค้าในคลัง กรณีมีไม่เพียงพอ คอมพิวเตอร์จะไม่ยอมรับใบสั่งซื้อสินค้านั้น และแจ้งให้ลูกค้าทราบทันที ในกรณีที่ถ้าคอมพิวเตอร์ยอมรับใบสั่งซื้อสินค้า ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับรายการสินค้า จะถูกเก็บเป็นระเบียบไว้ในแฟ้มข้อมูลสินค้าคงคลัง (inventory file) ระเบียบข้อมูลจะถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลง และเก็บเป็นระเบียบปัจจุบัน (current record) ทุกครั้งที่ทำการประมวลผล

### ประโยชน์ของการประมวลผลแบบเชื่อมโยงโดยตรง

1. ข้อมูลถูกป้อนโดยตรง ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดและความถูกต้องของใบสั่งสินค้าได้ทันทีทันใด ถ้าเกิดข้อผิดพลาด มีผลให้ลูกค้าสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ เหล่านี้ได้ในทันทีทันใดเช่นกัน
2. เมื่อได้รับข้อมูล แน้มข้อมูลจะถูกแก้ไขให้เป็นปัจจุบันทันที
3. บริษัทสามารถให้คำยืนยันต่อลูกค้าได้ในทันทีทันใด
4. เหมาะกับงานทางด้านธุรกิจที่มีการแข่งขันกัน เนื่องจากช่วยให้การประมวลผลรวดเร็วและมีประสิทธิภาพดี

### การตรวจสอบความผิดพลาดในการป้อนข้อมูล

คนเป็นทรัพยากรหลักในการป้อนข้อมูล และเป็นทรัพยากรหลักที่ทำให้เกิดความผิดพลาดต่างๆ ในระบบคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3-3 แสดงถึงทรัพยากรต่างๆ ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในระบบคอม

### ชนิดของการตรวจสอบความผิดพลาด

ถ้าข้อมูลที่ใช้ในคอมพิวเตอร์มีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่มาก ย่อมมีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้สูงตามไปด้วย ระบบที่ดีควรมีการออกแบบเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยใช้เทคนิคหรือวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. Field missing test เป็นการตรวจสอบฟิลด์ต่างๆ ที่ใช้ในระบบ เช่น ในระบบ



รับ-จ่ายเงิน ต้องมีการป้อนฟิลด์ชื่อ ฟิลด์หมายเลขลูกค้า เป็นต้น

2. **Limit test** เป็นวิธีการในการตรวจสอบค่าที่ใช้ได้ในระบบ หากค่าที่ป้อนเข้าไปเกินค่าสูงสุด หรือเป็นค่าที่เป็นไปไม่ได้ ระบบจะมีข่าวสาร (message) โต้ตอบกลับมา โดยปรากฏบนจอภาพเพื่อให้ผู้ป้อนข้อมูลทราบ
3. **Contexts test** เป็นการตรวจสอบข้อมูลในฟิลด์ เช่น ฟิลด์หมายเลขลูกค้า ข้อมูลที่ป้อนต้องเป็นตัวเลข ได้เท่านั้น หากมีการป้อนตัวอักษรอื่นๆ ระบบต้องไม่ยอมรับ
4. **Range test** ต้องมีการตรวจสอบช่วงของข้อมูล เช่น กรณีป้อนค่าของเดือน ต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 01 ถึง 12 เท่านั้น
5. **Transposition error** ในบางครั้งผู้ป้อนข้อมูลอาจป้อนข้อมูลผิดพลาดได้ ในกรณีข้อมูลที่ถูกต้องในฟิลด์หนึ่งๆ ควรเป็น 43415 แต่ป้อนเป็น 43145 แทน ความผิดพลาดเช่นนี้สามารถป้องกันได้โดยทำการป้อนข้อมูลซ้ำเพื่อตรวจสอบ ตามหลักการนี้ผู้ป้อนข้อมูลจะไม่ป้อนข้อมูลผิดเหมือนกันทั้งสองครั้ง ทำให้เราสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้

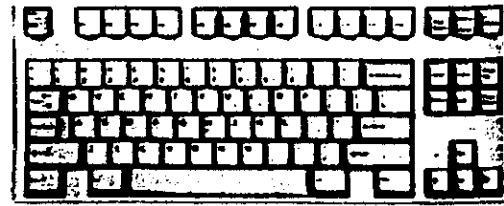
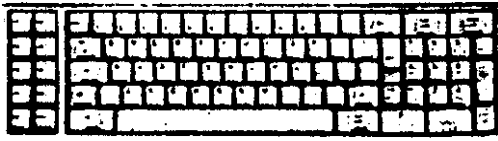
จริงๆ แล้ว ความผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบนั้น นอกเหนือจากการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีก เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ แต่ที่เน้นเรื่องการป้อนข้อมูลที่ถูกต้อง เพราะข้อมูลต่างๆ จะถูกเก็บเป็นระเบียบถาวร เพื่อใช้ในการประมวลผลในระบบต่อไป

### 3.2 การโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Interacting with the Computer)

ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่ ใช้คีย์บอร์ดและจอภาพสำหรับโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ บางแห่งมีการโต้ตอบโดยใช้เครื่องเทอร์มินัล (terminal) เป็นอุปกรณ์ในการรับ-ส่งข้อมูล

#### คีย์บอร์ด (Keyboards)

เป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนข้อมูลต่างๆ อาจเป็น คำสั่ง หรือ โปรแกรม การทำงานส่วนมากจำเป็นต้องใช้คีย์บอร์ด ถ้าผู้ใช้เคยพิมพ์ดีดมาก่อน การใช้คีย์บอร์ดจะง่ายขึ้นมาก เพราะตำแหน่งของตัวอักษรต่างๆ จะคล้ายกัน คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ต่างชนิดกัน จะมีลักษณะและคีย์ส่วนมากที่เหมือนกัน แต่แตกต่างที่ขนาด และคีย์บางตัวเท่านั้นที่เปลี่ยนตำแหน่งไป



รูปที่ 3-4 แสดงถึงคีย์บอร์ดที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ IBM PC และคอมพิวเตอร์ PS/2

### การเลือกคีย์บอร์ด

โดยปกติ คีย์บอร์ดเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีการซื้อขาย แต่จะเป็นอุปกรณ์ที่ติดมากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันสามารถแยกซื้อเฉพาะคีย์บอร์ดได้ เนื่องจากผู้ผลิตมีการปรับปรุงพัฒนาให้สะดวกต่อผู้ใช้งานมากขึ้น โดยเพิ่มลักษณะเด่น คือ แยกแป้นตัวเลข และแป้นเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ จัดเอาไว้รวมกันบริเวณทางขวาของแป้นพิมพ์ใหญ่ ซึ่งสะดวกต่อผู้ใช้งานที่ป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขมากๆ คีย์บอร์ดที่ผลิตขึ้นมาในตลาดปัจจุบัน มีตำแหน่ง แป้นตัวอักษร และแป้นตัวเลขเหมือนกันหมด ยกเว้น แป้นฟังก์ชัน แป้นควบคุม และแป้นเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ที่อาจอยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น เครื่อง IBM PC นั้น ผู้ใช้ส่วนมาก ไม่คุ้นเคยกับตำแหน่งและขนาดของแป้น shift และแป้น Return เพราะมีขนาดเล็ก ต่อมามีการพัฒนาคีย์บอร์ดเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ ให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น เป็นคีย์บอร์ดที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในรุ่นต่อมา มาคือ AT และ PS/2

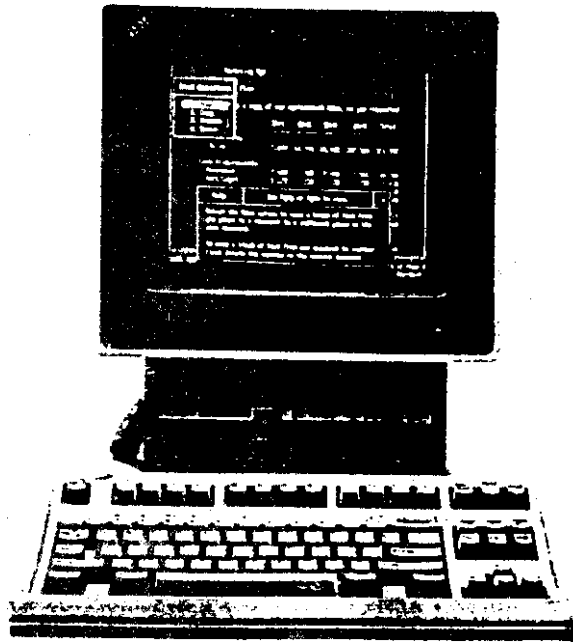
การจะบอกได้ว่าคีย์บอร์ดดีหรือไม่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับความรู้สึกของการใช้แป้นและการออกแรงกดแป้น ผู้ออกแบบจึงมีการออกแบบผิวหน้าของแป้นเป็นส่วนโค้ง ซึ่งจะทำงานได้ดีกว่า แป้นที่มีผิวหน้าที่อยู่ในระดับเดียวกัน รวมทั้งออกแบบให้ใช้แรงกดที่แป้นเป็นลักษณะของการสัมผัสเบาๆ ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่เหน็ดเหนื่อยมาก ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานดีขึ้นตามไปด้วย

## จอแสดงผล (DISPLAY SCREEN)

จอแสดงผลเป็นอุปกรณ์แสดงผล ที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์สามารถใช้สำหรับดูผลลัพธ์จากการประมวลผล โดยอาจเป็นผลจากการสอบถาม (inquiry) แสดงเงินงบประมาณ (budget) แสดงฐานะของบัญชีเงินกระแสรายวัน หรือข้อมูลอื่นๆ จอแสดงผล (Display screen) สามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า มอนิเตอร์ (Monitor)

เมื่อเราเริ่มปฏิบัติงาน หน้าจอของจอแสดงผลจะปรากฏเป็นเมนูเพื่อให้เลือกการทำงาน เราสามารถเลือกการทำงาน โดยป้อนข้อมูลทางแป้นพิมพ์ ผลของการเลือกการทำงานจะปรากฏบนหน้าจอ ซึ่งอาจจะเป็นหน้าจอการรับข้อมูลของลูกค้า หรือปรากฏเป็นข้อมูลต่างๆ ที่อ่านจากแฟ้มข้อมูลที่เก็บไว้ในจานแม่เหล็ก หรือแสดงการทำงานของคำสั่งใดๆ ดังนั้น จอแสดงผลเป็นอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากในระบบคอมพิวเตอร์

จอแสดงผล คล้ายๆ กับจอโทรทัศน์ แต่ใช้สำหรับแสดงข้อความ หรือ กราฟิกส์ตามความต้องการของ โปรแกรม ผู้ใช้คอมพิวเตอร์สามารถเลือกใช้จอแสดงผลสีเดียว (mono chrome) สำหรับแสดงข้อความ หรือ จอสี สำหรับแสดงเป็นรูปภาพ แผนผัง หรือ เส้นกราฟ ปัจจุบันจอแสดงผลสีเดียว ได้พัฒนาให้มีความสามารถแสดงกราฟิกส์ได้แล้วเช่นเดียวกัน



รูป 3-9 แสดงจอแสดงผลสีเดียวของเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM PS/2

#### จอแสดงผลสีเดียว (Monochrome Displays)

เป็นชนิดของจอแสดงผลซึ่งแสดงผลได้สีเดียว โดยมากสีที่ใช้สำหรับจอแสดงผลชนิดนี้คือ สีเขียว กล่าวคือ ตัวอักษรที่ปรากฏบนจอภาพเป็นสีเขียว โดยพื้นรอบๆ หรือพื้นหลัง (background) เป็นสีดำ สำหรับจอแสดงผลสีเดียวบางยี่ห้อ ตัวอักษรเป็นสีขาว มีพื้นหลังสีดำ แต่ก็มีผลต่อสายตามากกว่าจอสีเขียว ทางยุโรปใช้ amber เป็นโทนสีเหลือง ซึ่งมีผลกระทบต่อสายตายน้อยกว่าสีเขียว ต่อมา amber ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในอเมริกาเหนือ และผู้ผลิตชั้นนำที่ผลิต amber monitors เพื่อแข่งขันในตลาด คือบริษัท Panasonic เป็นต้น

จอแสดงผลสีเดียว ราคาถูกกว่า จอแสดงผลสี ซึ่งเหมาะกับการแสดงผลเป็นข้อความ เช่น งานประมวลผลคำ (word processing) งานฐานข้อมูล (data base)

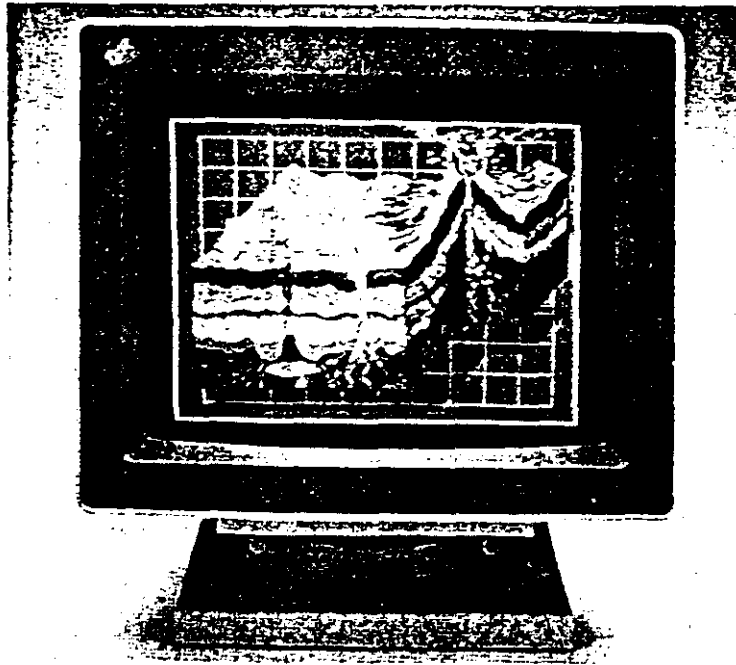
งานทางด้านกราฟิกส์ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้บ่อยนัก เนื่องจากการออกแบบการแสดงผลของจอแสดงผลเดี่ยวนี้ ใช้พื้นฐานการกำหนดเป็นรหัสแอสกี ซึ่งไม่ได้ออกแบบสำหรับแสดงกราฟิกส์แต่อย่างใดก็ตาม บริษัท IBM ได้แก้ปัญหาโดยพัฒนา Hercules card ซึ่งเป็น special adapter ช่วยให้สามารถแสดงผลกราฟิกส์ได้ ซึ่งช่วยยืดความสามารถของจอภาพให้สูงขึ้น

### จอแสดงผลสี (Color Display)

จอแสดงผลสี เป็นจอภาพที่สร้างความพอใจให้แก่ผู้ใช้มาก เพราะสวยงามโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เป็นรูปภาพ แพนดิ่ง หรือเล่นกราฟ โดยพื้นฐานจอแสดงผลสีของเครื่อง IBM หรือ IBM-compatible PC สามารถแสดงสีได้ตั้งแต่ 4 ถึง 16 สี โดยจำนวนของสีขึ้นอยู่กับความละเอียดของการแสดง ถ้าความละเอียดต่ำ จะสามารถแสดงสีที่แตกต่างกันได้มาก โดยทั่วไปจอแสดงผลสีแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ Composite และ RGB



แสดงภาพของจอภาพสีของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล



แสดงภาพกราฟิกส์ที่ใช้บนเครื่อง IBM PS/2 ซึ่งสามารถแยกได้เป็นสีต่างๆ  
ได้ถึง 256 สี ด้วยความละเอียด 320 x 200 จุด หรือ แยกสีได้ 16 สี โดย  
ใช้ความละเอียด 640 x 480 จุด

#### จอภาพ Composite

เป็นจอแสดงภาพที่มีหลักการปฏิบัติการเหมือนจอโทรทัศน์ กล่าวคือ จอแสดงภาพ  
จะแสดงข่าวสารต่างๆ จากสัญญาณที่ผสมขึ้น (Composite signal) ผ่านทางช่องสัญญาณ  
เพียงช่องเดียว (channel) การที่เราไม่ใช้จอโทรทัศน์แสดงผลเนื่องมาจากขาดความ  
แจ่มชัดในการแสดงข่าวสารทางด้านกราฟิกส์ จอแสดงภาพชนิดนี้ สามารถแยกตัวอักษร  
ได้ 40 คอลัมน์ต่อหนึ่งบรรทัด เหมาะสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ประจำบ้าน (home  
computer)

#### จอภาพ RGB (แดง, เขียว, น้ำเงิน)

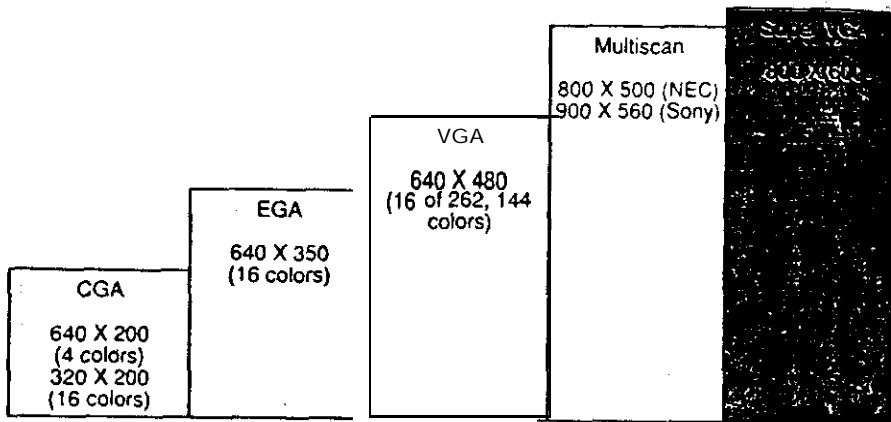
เป็นจอแสดงภาพที่ได้รับข่าวสารต่างๆ เกิดจากสัญญาณที่แตกต่างกันจำนวน 3  
สัญญาณด้วยกัน ภาพที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการแตกแยกของสีต่างๆ ออกเป็นส่วนๆ (color

spectrums) จอภาพชนิดนี้ให้ความแจ่มชัดมากกว่าจอภาพ Composite ซึ่งเราสามารถเลือกใช้สีต่างๆ ได้ แต่ต้องขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ และบอร์ดสีสำหรับปรับการทำงาน (color adaptor board)

Adaptor board ที่ใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM PC มาตรฐานโดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 ระดับคือ

1. CGA (color/graphics adaptor) เป็นบอร์ดจอแสดงผลภาพสีพื้นฐาน ให้ความละเอียดของภาพ 320x200 จุด แสดงสีได้แตกต่างกัน 16 สี ส่วนมากใช้สำหรับงานทางด้านธุรกิจ เช่น งานประมวลผลคำ (word processing) งานฐานข้อมูล (data base) และงานที่มีการคำนวณในรูปแบบของตาราง (spreadsheets)
2. EGA (enhanced graphics adaptor) เป็น adaptor board ที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1984 โดยพัฒนาให้ความละเอียดของการแสดงผลกราฟิกส์มากขึ้นถึง 640x350 จุด โดยแสดงสีได้ 16 สี
3. PGC (professional graphic controller) พัฒนาต่อจาก บอร์ด EGA โดยเพิ่มความละเอียดของการแสดงผลถึง 640x480 จุด และแสดงสีที่แตกต่างกันได้มากถึง 256 สี บอร์ดชนิดนี้ใช้สำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (computer-aided design) จอภาพ PGC ไม่เป็นที่นิยมมากเท่าจอภาพ EGA เพราะราคาแพง
4. Multiscan เป็นบอร์ดกราฟิกส์สีซึ่งเตรียมไว้ให้มีความสามารถในการทำงานแทนบอร์ดมาตรฐานทั้ง 3 ระดับข้างต้น ผู้ผลิตบางบริษัทได้พัฒนาให้มีความละเอียดของการแสดงผลสูงถึง 900x560 จุด ซึ่งมากกว่าบอร์ดมาตรฐาน PGC

นอกจากนี้ ทางบริษัท IBM ได้ผลิตบอร์ดกราฟิกส์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM PS/2 models 50, 60 และ 80 เป็น video graphic adaptor หรือ VGA ซึ่งบอร์ดกราฟิกส์ VGA นี้ มีความละเอียดในการแสดงผล 640x480 จุด แสดงสีได้สูงสุด 144 สี เมื่อไม่นานนี้ พัฒนา Super VGA board ซึ่งให้ความละเอียดสูงถึง 800x600 จุด

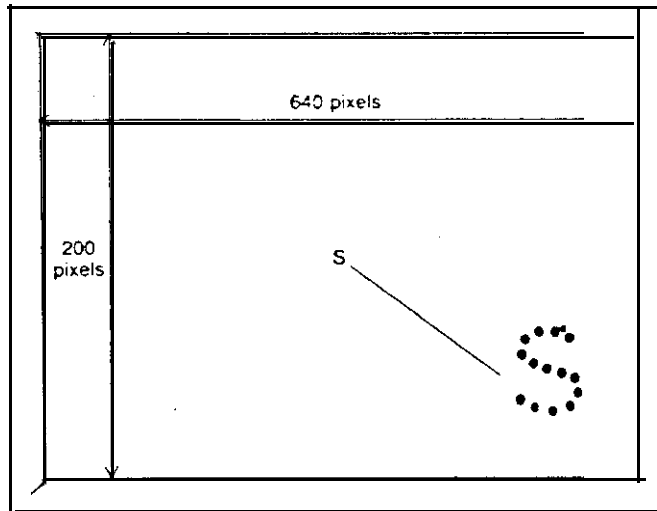


รูป 3-10 เป็นภาพแสดงการเปรียบเทียบของ Color graphic adapter ของเครื่อง IBM PC และเครื่องคอมพิวเตอร์ PS/2

#### ความละเอียดของจอภาพ (screen resolution)

ความละเอียดของจอภาพที่แสดงนั้น เราดูได้จากความชัดเจนของข้อความ และรูปภาพทางกราฟิกส์ที่ปรากฏบนจอภาพ ถ้าจอภาพมีความละเอียดสูง จะทำให้เราอ่านข้อความบนจอภาพได้ง่าย ส่งผลกระทบต่อระบบสายตาน้อยลง ความละเอียดของจอภาพขึ้นอยู่กับจำนวนจุดของการกำเนิดภาพบนจอภาพ จุดต่างๆ นี้เรียกว่า pixels เช่นความละเอียดของจอภาพ 640x200 pixels หมายความว่าบนจอภาพจะประกอบด้วยจุดต่างๆ ทั้งหมด 128,000 จุด ในกรณีที่มีความละเอียด 640x350 pixels บนจอภาพจะประกอบด้วยจุดต่างๆ มากถึง 224,000 จุด





ภาพแสดงความละเอียดของการแสดงข้อมูลบนจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ color graphic adapter (CGA)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบความละเอียดของจอภาพ

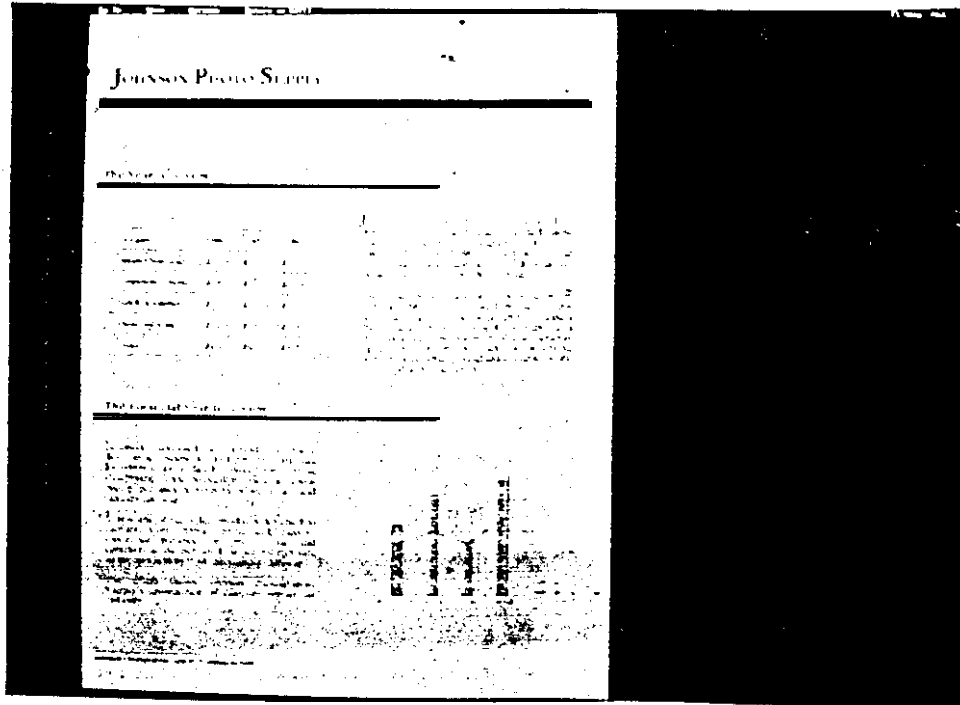
Resolution	Pixels	Line x Column
LOW	64,000	320 x 200
Medium	128,000	640 x 200
High	224,000	640 x 350
Very high	307,200	640 x 480
Super High	540,700	900 x 560

จุดเด่นของการแสดงผล (Display Features)

จอภาพโดยทั่วไป มีจุดเด่นในการทำงานเหมือนกัน กล่าวคือ สามารถใช้เคอร์เซอร์เพื่อเลื่อนผลลัพธ์ที่แสดงบนจอภาพได้สะดวก

ผู้ใช้สามารถเลื่อนภาพบนจอภาพขึ้นลงในแนวดิ่ง หรือซ้ายขวาในแนวระดับ ข้อมูลต่างๆ ที่ถูกป้อนเข้าไปจะปรากฏเรียงลำดับเป็นบรรทัดๆ ไป กรณีป้อนข้อมูลเต็มหน้าจอ ทุกๆ

บรรทัดจะเลื่อนขึ้น 1 บรรทัด มีผลให้บรรทัดบนสุดหายไปจากจอภาพ ซึ่งในการปฏิบัติการ เราสามารถเลื่อนข้อมูลได้ ขึ้นหรือลงได้ที่ละหน้า โดยใช้ แป้น Page Up หรือ แป้น Page Down ซึ่งเป็นแป้นที่อยู่บนคีย์บอร์ด โดยปกติ 1 หน้าบนจอภาพจะแสดงข้อมูลได้ 23 บรรทัด คือตั้งแต่บรรทัดที่ 1 ถึงบรรทัดที่ 23 ดังนั้นหน้าต่อไป จะแสดงข้อมูลตั้งแต่บรรทัดที่ 24 ถึง บรรทัดที่ 46

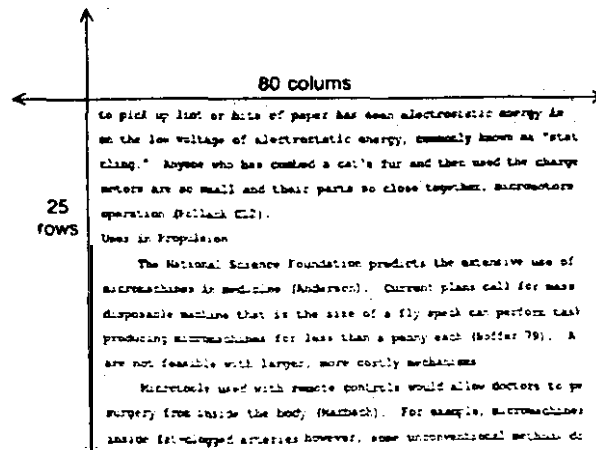


รูปที่ 3-11 แสดงตัวพิมพ์แบบต่างๆ ของโปรแกรมประมวลผลคำ

#### การแสดงผลตัวอักษร (Text display)

เมื่อตัวอักษรปรากฏบนจอภาพ เราจะแทนตำแหน่งของตัวอักษรบนจอภาพในรูปของแถว (row) และคอลัมน์ (column)

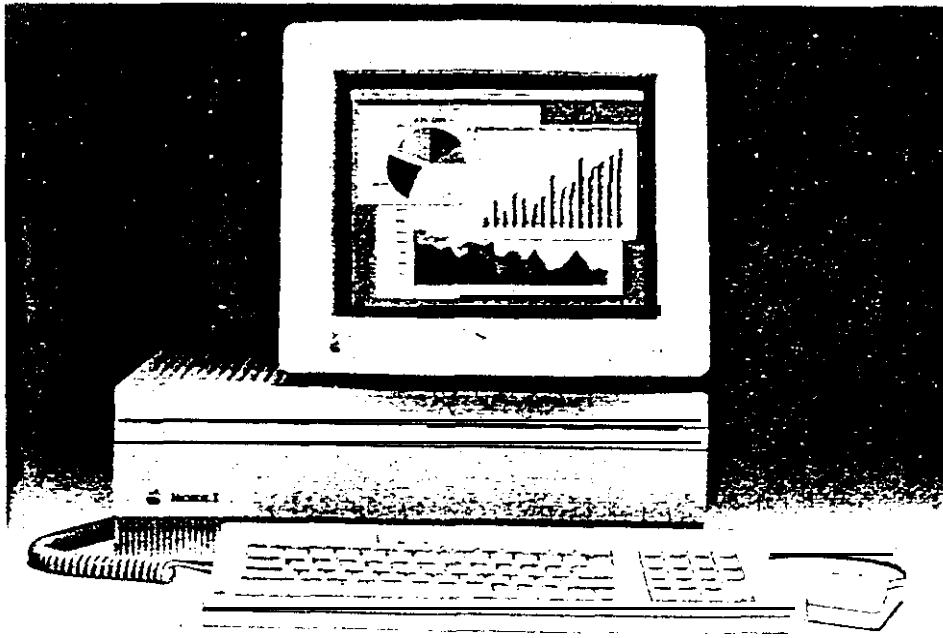
หน้าจอโดยทั่วๆ ไป มี 25 แถว 80 คอลัมน์ สำหรับงานประมวลผลคำ อาจจะ มีน้อยกว่า 25 แถว เพราะว่าโปรแกรมจะใช้แถวเหล่านั้นสำหรับข่าวสารต่างๆ เช่น Word Perfect ใช้ 1 บรรทัด สำหรับสถานะของข้อมูล ซึ่งสามารถให้แสดงข้อความได้เพียง 24 บรรทัดเท่านั้น



รูป 3-12 แสดงการจัดสรรของแถวและคอลัมน์บนจอแสดงผล

### เครื่อง Macintosh

จอภาพชนิดต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นใช้งานสำหรับเครื่อง IBM PC หรือ เครื่อง IBM-compatible ซึ่งออกแบบเป็นสถาปัตยกรรมเปิด (open architecture) คือยอมรับจอภาพ และ adaptor boards อื่นๆ เพื่อใช้งานได้ แต่สำหรับเครื่อง Apple Macintosh ในระยะแรก เป็นคอมพิวเตอร์ซึ่งออกแบบเป็นสถาปัตยกรรมปิด (close architecture) โดยออกแบบจอแสดงผลภาพกราฟิกส์มีความละเอียดมาตรฐาน 175,104 จุด ซึ่งเป็นการยากที่จะพัฒนาผลจจอภาพให้มีความละเอียดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ในปี ค.ศ. 1986 หลายๆ บริษัท ได้ผลิตจอแสดงผลขนาดใหญ่ สำหรับเครื่อง Macintosh ซึ่งให้ความละเอียดสูงขึ้น ผู้ผลิตรายหนึ่งได้แก่ บริษัท E-Machines พัฒนาจอภาพที่ให้ความละเอียด 1,024 x 808 หรือ 827,392 จุด โดยมีการเพิ่มซอฟต์แวร์บางอย่างเข้าไปในเครื่อง ส่วนบริษัทอื่นๆ มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทางฮาร์ดแวร์ เช่น บริษัท Radius มีการพัฒนาโดยเปลี่ยนแปลงไมโครโปรเซสเซอร์ ของ Macintosh และเพิ่มบอร์ดวงจรเล็กๆ ติดตั้งในเครื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน จนกระทั่งต้นปี ค.ศ. 1987 ได้พัฒนาเครื่อง Macintosh II เป็นคอมพิวเตอร์ซึ่งออกแบบเป็นสถาปัตยกรรมเปิด โดยมีความละเอียดในการแสดงผลทางจอภาพ 640 x 480 จุด



ภาพแสดงเครื่อง Apple Macintosh II

#### การแสดงผลที่ปรากฏขึ้นจากจุดเล็กๆ จำนวนมาก (Bit mapping)

คอมพิวเตอร์ส่วนมากแสดงผลออกทางจอภาพ โดยเฉพาะตัวอักษรต่างๆ ที่ปรากฏนั้น เกิดจากจุดที่เรียงต่อกัน โดยมีรูปแบบที่กำหนดไว้ด้วยเช่นกัน แต่ในการแสดงตัวอักษรต่างๆ บนจอภาพนั้นยังมีเทคนิคอีกลักษณะหนึ่งที่แต่ละจุดบนจอภาพถูกควบคุมโดยโปรแกรม ซึ่งกำหนดรูปแบบสำหรับตัวอักษรในแต่ละตัว เรียกว่า Bit mapping โปรแกรมที่ใช้เทคนิคนี้คือ Microsoft word เป็นโปรแกรมที่สามารถแสดงรูปแบบอักษรพิเศษโดยใช้กราฟิกส์ bit mapped บนหน้าต่างจอภาพ (window)

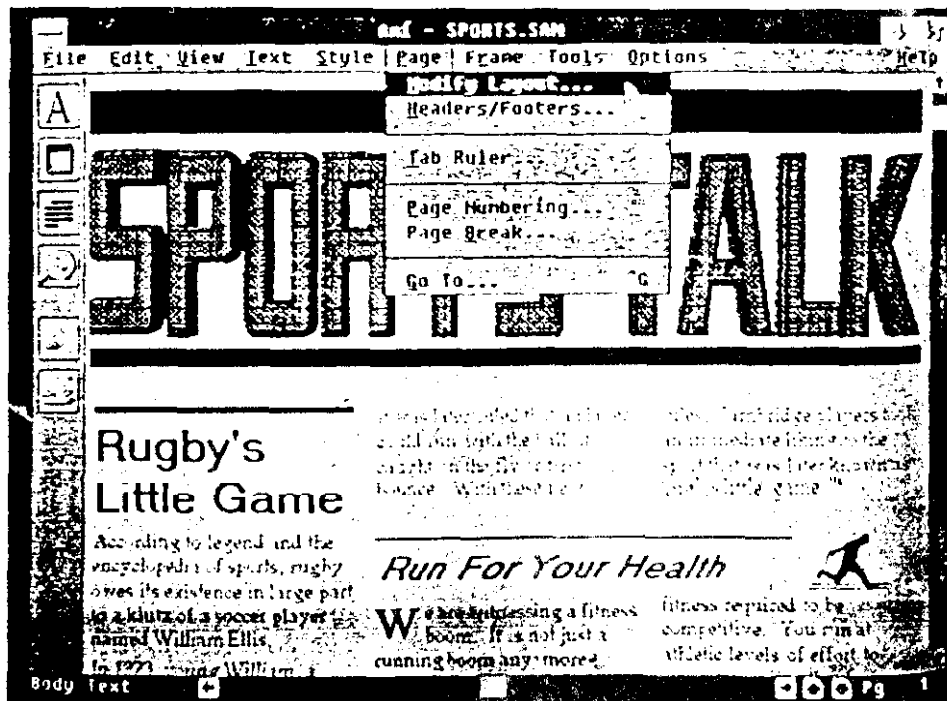
ข้อเสียของการแสดงผล bit mapping

1. ค่าใช้จ่ายสูง
2. ทำงานช้ากว่าโปรแกรมอื่นๆ

ข้อดีของการแสดงผลภาพ bit mapping

1. สามารถแสดงผลกราฟได้ทุกชนิด และสามารถแสดงเป็นภาพ 3 มิติได้ด้วย
2. สามารถแสดงตัวอักษรได้หลายชนิด เช่น ตัวอักษรใหญ่กว่าปกติ ตัวอักษรเอียง ตัวอักษรยกขึ้น ตัวอักษรขีดเส้นใต้ และตัวอักษรพิเศษอื่นๆ

ในปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปใหม่ๆ ที่ใช้ bit mapping ในการแสดงข้อความและกราฟิกส์ ซึ่งอาจจะทำงานบนวินโดว (Window) เช่น Microsoft Windows แต่บางโปรแกรม เช่น Framework II เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนวินโดว แต่ไม่ใช่เทคนิค bit mapping ซึ่งสามารถแสดงข้อความและกราฟิกส์ได้เหมือนกัน



รูป 3-13 เป็นหน้าจอการใช้ bit mapping ของ Microsoft Word

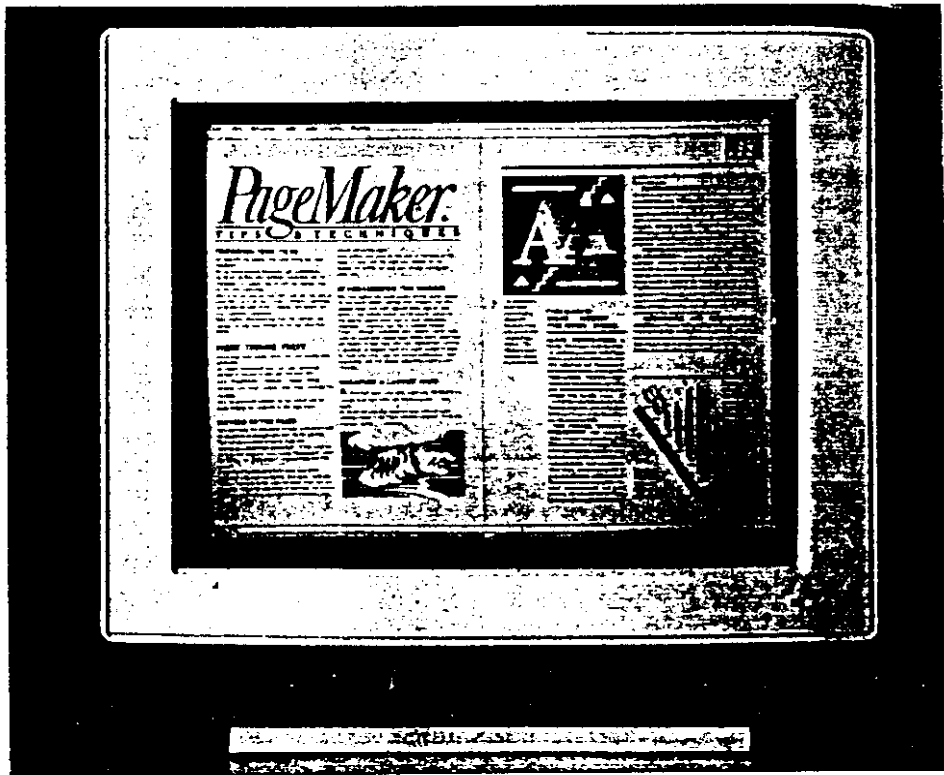
การเลือกจอภาพแสดงผล

คอมพิวเตอร์ส่วนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้เหมือน

กับเครื่องที่ไปเลียนแบบมา (clone) จะมีจอภาพให้มาด้วยพร้อม การเลือกใช้จอภาพเป็นสิ่งสำคัญ ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ทำ รวมทั้งขึ้นอยู่กับโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ บางครั้งเราต้องยอมเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้จอภาพที่มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

### **Full-Page Displays**

ในการพิมพ์งานต่างๆ โดยใช้ โปรแกรมประมวลผลคำ (word processing) ความสามารถในการแสดงข้อความบนจอภาพ ได้สูงสุด 25 บรรทัด ใน 1 หน้า ถ้าหากพิมพ์มีความยาวถึง 3 หน้า เราต้องกดแป้น Page downs และ Page Ups เพื่อตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด เป็นการไม่สะดวก จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาใหม่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น Xerox's Ventura และ Harvard Professional Publisher ซึ่ง เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป สามารถแสดงข้อมูลทั้งหมดบนจอภาพได้ เรียกว่า full-page display screens



รูปที่ 3-14 แสดง full-screen display ของโปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้ความสามารถ  
ทางด้านกราฟิก

### Flat Displays

เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาการแสดงผลบนจอภาพโดยใช้ผลึกเหลว (liquid crystal display หรือ LCD) ซึ่งเทคโนโลยีนี้ใช้หลักการเดียวกันกับการสร้างเครื่องคำนวณ

(calculators) และนาฬิกาแบบดิจิทัล (digital watches) ซึ่งมีผลให้ flat Displays มีขนาดกะทัดรัด

หลักการของเทคโนโลยีผลึกเหลว เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างวัตถุที่ทำให้เกิดขั้วบวกและขั้วลบ ซึ่งบรรจุอยู่ในแผ่นแก้ว 2 แผ่น นำมาต่อกับขั้วแบตเตอรี่ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า โดยปกติแสงสามารถผ่านวัตถุที่ทำให้เกิดขั้วบวกและขั้วลบ (polarizing material) นี้ได้ และจะสะท้อนกลับเกิดเป็นภาพ แต่ถ้าแบตเตอรี่ถูกอัด (charged) มีผลให้ผลึกเหลวถูกจัดเป็นแถวตรง แสงไม่สามารถผ่านได้ ซึ่งมีผลให้เป็นจุดดำ (dark pixel) ดังนั้นภาพที่ปรากฏบนจอภาพ เกิดจากการควบคุมพื้นที่ของการอัดแบตเตอรี่นั่นเอง

จอภาพ LCD พัฒนาเพื่อให้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวชนิดเคลื่อนย้ายเป็นชุด (portable computer) ซึ่งมีขนาดกะทัดรัดที่สามารถถือติดตัวไปได้ ทั้งยังใช้ไฟน้อยกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นๆ เช่น เครื่อง Toshiba T1200 สามารถปฏิบัติการโดยใช้ไฟจากแบตเตอรี่ ทั้งยังไม่มีแผงของแสง ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ แต่จอภาพ LCD มีข้อเสียอยู่เหมือนกัน คือ การแสดงผลทางจอภาพโดยเฉพาะกราฟิกส์ไม่ละเอียดพอ เช่น การแสดงภาพวงกลม ผลปรากฏบนจอภาพไม่ใช่วงกลมแต่เป็นวงรีแทน รวมทั้งปัญหาการมองเห็นข้อมูลต่างๆ บนจอภาพไม่ชัดเจนเพียงพอ ความเหมาะสมของแสงบนจอภาพอยู่ในระดับต่ำ ต่อมาผู้ผลิตบางรายได้นำเอา backlight เป็นอุปกรณ์เพื่อช่วยขจัดปัญหาทำให้แสงเข้มข้นแต่ก็ส่งผลให้เครื่องคอมพิวเตอร์กินไฟเพิ่มขึ้นไปด้วย มีผู้ผลิตอีกบริษัทหนึ่ง คือ GridCase 3 Plus Computer แก้ปัญหาในการมองภาพโดยใช้ glass plasma display แทน backlight ซึ่งช่วยทำให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น





รูปที่ 3-15 เป็นภาพของ flat screen display ที่ใช้สำหรับ portable Computer

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการเลือกใช้อจอแสดงผล

- ถ้าลักษณะงานมีการแสดงผลทางจอภาพเป็นข้อความอย่างเดียว การเลือกจอภาพเพื่อใช้งานควรเป็นจอแสดงผลสีเดียว (monochrome) เหมาะสมที่สุด และควรตรวจสอบถึงความแจ่มชัดของตัวอักษร ระบบควบคุมแสงสว่างของจอภาพ โดยทดลองทำงานกับซอฟต์แวร์ที่ใช้งานจริง
- ถ้าลักษณะงานมีการแสดงผลกราฟิกส์ หรือใช้ซอฟต์แวร์ที่ต้องการสีสันทัน ควรเลือกใช้อจอแสดงผลสี
- ถ้าเลือกใช้อจอแสดงผลภาพสี ต้องตัดสินใจว่าจะใช้แบบ Composite หรือ RGB ดี โดย

พิจารณาจากการแสดงสีที่แตกต่างกันของจอภาพว่าอยู่ในช่วงที่เรายอมรับได้หรือไม่ โดยการเลื่อนภาพขึ้นลง ตรวจสอบสีที่ปรากฏบนจอภาพ

- ความละเอียดของจอภาพสีที่ใช้ นั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของซอฟต์แวร์ที่ปฏิบัติการ ถ้างานที่วางแผนไว้เป็นงานทางด้านสเปรดชีต (spreadsheet) หรืองานประมวลผลค่า ควรใช้จอแสดงผลที่มีความละเอียดมาตรฐานก็พอ แต่ถ้าเป็นงานทางด้านกราฟิกส์พิเศษ งานในโรงพิมพ์ (desktop publishing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ ควรเลือกจอภาพแสดงผลที่มีความละเอียดสูง
- ตรวจสอบการแสดงผลของตัวอักษรพิเศษต่างๆ เช่น ตัวอักษรขีดเส้นใต้ ตัวอักษรเอียง ตัวยกขึ้น ตัวห้อย ฯลฯ
- ควรตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของจอแสดงผลในสำนักงานด้วยว่า มีผลกระทบมากนักหรือไม่ โต๊ะไม่ควรวางในตำแหน่งที่แสงสว่างมากจนทำให้ตาพร่า มองเห็นไม่ชัดเจน ควรมีแสงสว่างพอดีเพื่อช่วยต่อการอ่าน
- ตรวจสอบความชัดเจนของตัวอักษรทั้งหมดบนจอแสดงผล รวมทั้งมุมและขอบของจอภาพ ต้องไม่มีการบิดเบี้ยว
- จอแสดงผลควรวางบนโต๊ะหรือไว้บนตัวประมวลผล (processor) ตามความเหมาะสมกับผู้ใช้
- สำหรับงานที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้ความสามารถทางด้านกราฟิกส์เช่นเดียวกับการพิมพ์จากโรงพิมพ์ ควรใช้ full-page screen

### 3.3 อุปกรณ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม

#### อุปกรณ์แสดงสัญญาณภาพ (Video Display Terminals)

เครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม และเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ใช้อุปกรณ์แสดงสัญญาณภาพ (Video Display Terminals หรือ VDTs) สำหรับโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องเทอร์มินัลเหล่านี้ประกอบด้วย หลอดรังสีแคโทด (cathode ray tube หรือ CRT) และมีคีย์บอร์ด รวมทั้งวงจรรีเลย์และทรานซิสเตอร์ภายใน เครื่อง VDT นี้คล้ายๆ กับจอแสดงผลและคีย์บอร์ดที่ใช้บนเครื่อง PC แต่แตกต่างกันที่เครื่อง PC มีหน่วยความจำและไมโครโพรเซสเซอร์ ส่วน VDT ต้องอาศัยการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรมในการประมวลผล

ข้อกำหนดรายละเอียดของ VDT คล้ายๆ กับจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์

PC คือสามารถเลื่อนข้อมูลขึ้นหรือลงได้ ทีละบรรทัด หรือทีละหน้า เลื่อนข้อมูลไปทางซ้ายหรือทางขวาได้ รวมทั้งสามารถแสดงการพิมพ์ลักษณะพิเศษ เช่น ตัวอักษรหนา ตัวอักษรเอียง ตัวอักษรขีดเส้นใต้ และอื่นๆ ซึ่งจอภาพแสดงผลทั้งเป็นจอภาพแสดงผลเดี่ยว และเป็นจอแสดงผลสี ให้ผู้ใช้เลือกทำงานได้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

เครื่องเทอร์มินัลส่วนมากเป็นเครื่องเทอร์มินัลที่ไม่มีหน่วยประมวลผลกลาง เรียกว่า dumb terminals ใช้สำหรับป้อนข้อมูลโดยเฉพาะ แต่สำหรับงานประยุกต์ในบางลักษณะข้อมูลต่างๆ จำเป็นต้องตรวจสอบข้อผิดพลาดก่อนที่จะป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ ดังนั้นจึงมีเครื่องเทอร์มินัลอีกชนิดที่เรียกว่า smart terminals หรือ intelligent terminals เป็นเครื่องเทอร์มินัลที่มีทั้งหน่วยความจำหลักและหน่วยความจำสำรอง ตลอดจนอุปกรณ์บางส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดย smart terminal สามารถทำการแก้ไข เรียบเรียง หรือจัดรูปแบบของข้อมูลได้ ส่วน intelligent terminal สามารถประมวลผลข้อมูลบางประการได้ด้วยตัวเองก่อนที่จะส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง สภาพแวดล้อมดังกล่าวเป็นการประมวลผลข้อมูลแบบกระจายจากศูนย์กลาง หรือเรียกว่า distributed processing

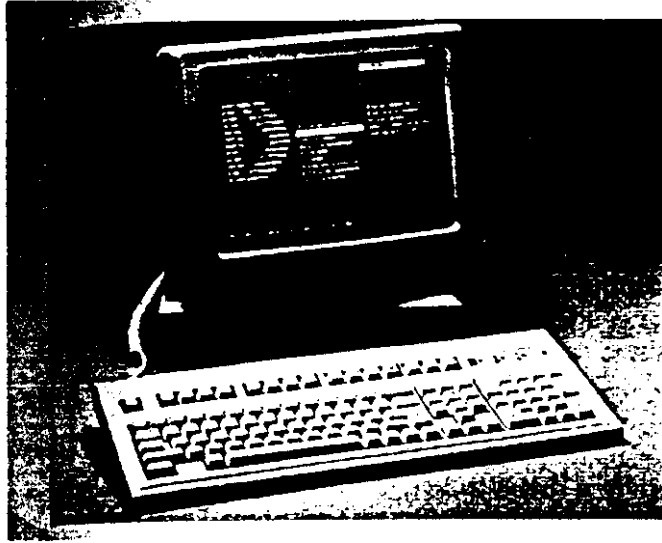
เครื่องเทอร์มินัลสำหรับแสดงกราฟิกส์ (Graphics display terminals) ใช้สำหรับการแสดงเป็นรูปภาพ แผนผัง หรือเส้นกราฟ ทางด้านการธุรกิจและการออกแบบที่จำเป็น เครื่องเทอร์มินอลกราฟิกส์ VDT สามารถแสดงกราฟแท่งเพื่อแสดงประสิทธิภาพของการขาย การออกแบบโครงสร้างของตึกหรือออกแบบโครงสร้างของเครื่องบิน เพื่อแสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ในขั้นตอนสุดท้ายต่อไป



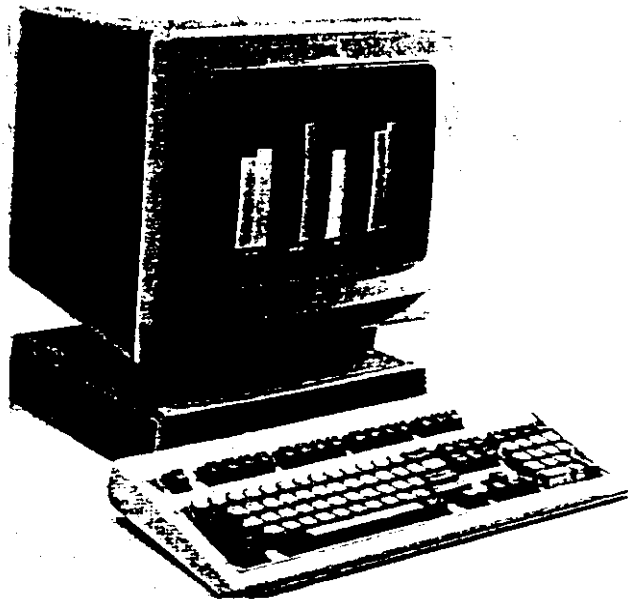
รูปแสดงอุปกรณ์แสดงสัญญาณภาพชนิดสีเดียว



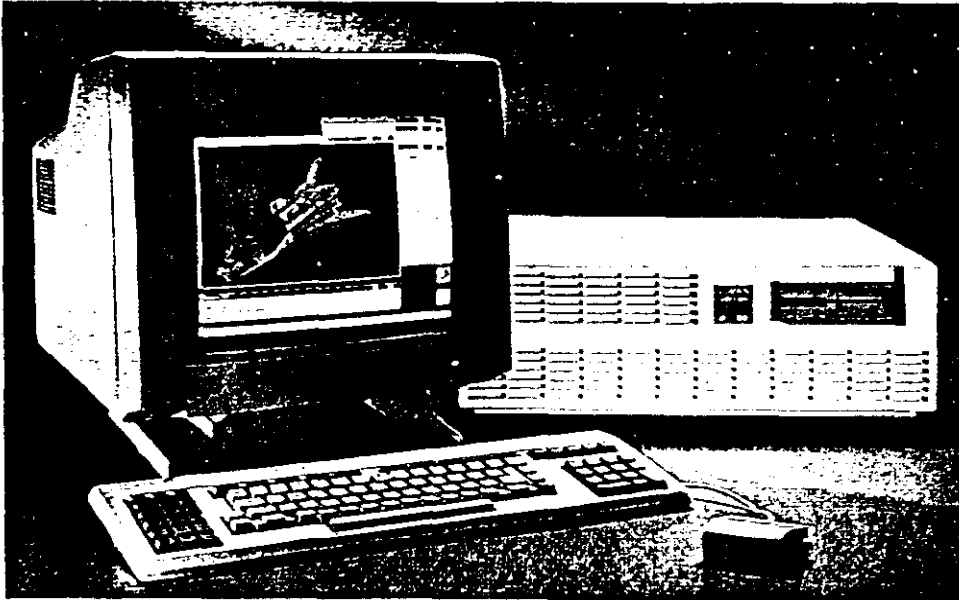
รูปแสดงอุปกรณ์แสดงสัญญาณภาพชนิดสี



รูปแสดง intelligent terminal ใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีการประมวลข้อมูลแบบกระจาย



ภาพ graphics terminal แสดงรูปภาพแท่งในงานด้านธุรกิจ



### ภาพการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

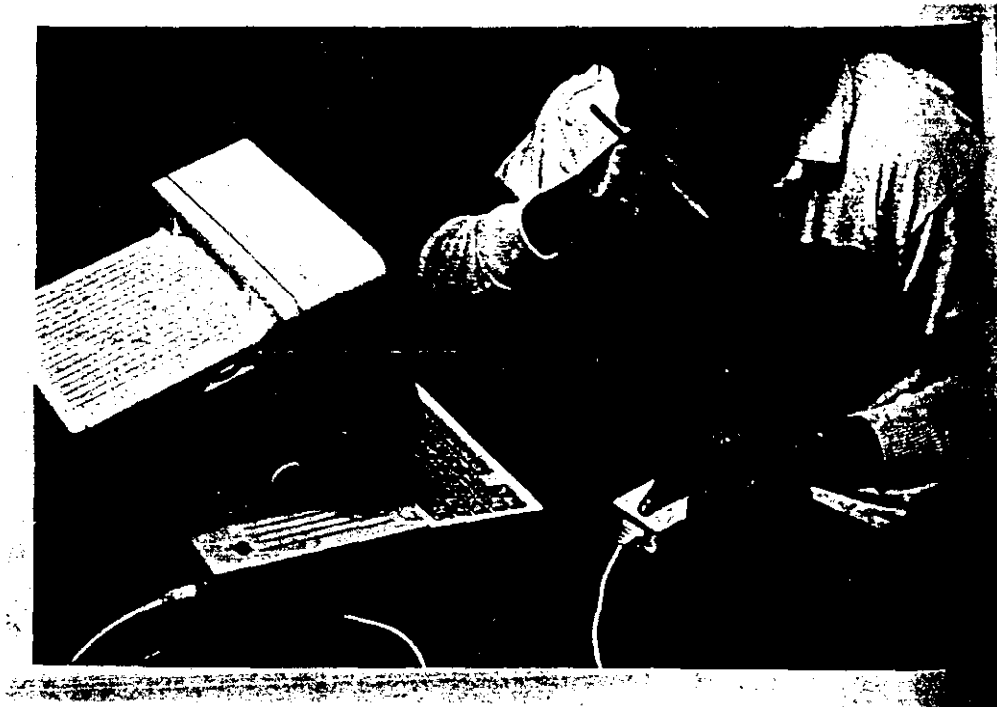
Graphics VDT terminal เป็นเครื่องเทอร์มินัลสำหรับใช้สำหรับงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer-aided design หรือ CAD) ซึ่งอาจเป็นการออกแบบรถยนต์ เครื่องบิน หรือเรือ ซึ่งช่วยให้การพัฒนาง่ายต่อการออกแบบ แก้ไข และทดสอบ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการออกแบบด้วยมือ ซึ่งผลที่ได้จากการออกแบบนำไปรวมในขั้นตอนของการใช้คอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการผลิต (Computer aids manufacturing หรือ CAM) เพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานต่อไป

### 3.4 อุปกรณ์เฉพาะกิจ (Special-Purpose Device)

ซอฟต์แวร์ส่วนมากพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถใช้คีย์บอร์ดและจอภาพเพื่อโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยหน้าจอแสดงทางเลือกในการทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูล หรือคำสั่งต่างๆ โดยใช้คีย์บอร์ด การเคลื่อนไหวของหน้าต่างหรือตัวชี้บนหน้าจอ ซึ่งใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชนิดที่มีการคำนวณในรูปแบบของตาราง จะมีการใช้แป้นควบคุม (Control Keys) ต่างๆ บ่อยครั้ง ซึ่งการใช้อุปกรณ์คีย์บอร์ด อาจไม่สะดวกเท่าที่ควร ดังนั้นจึงมีอุปกรณ์อื่นๆ ที่เหมาะสมกว่า ซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลาย ดังจะกล่าวถึงต่อไปดังนี้

## เมาส์ (Mouse)

เมาส์เป็นอุปกรณ์ที่ติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบอนุกรม (serial communication) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แทนการทำงานของเคอร์เซอร์ และแป้น Enter ของคีย์บอร์ด การใช้งานของเมาส์นั้น ใช้โดยเลื่อนไปมาบนผิวหน้าของโต๊ะ ซึ่งการเคลื่อนย้ายไปมาส่งผลให้ตัวชี้ตำแหน่งบนจอภาพเลื่อนไปตามด้วย อุปกรณ์เมาส์นี้จะประกอบด้วยปุ่มสำหรับกดอย่างน้อย 1 ปุ่ม บางรุ่นอาจมีถึง 3 ปุ่ม กรณีถ้าตัวชี้บนจอภาพขี้อยู่ทางเลือกใดๆ การกดปุ่ม หมายถึง การเลือกการทำงานนั้นๆ นั้นเอง อย่างเช่น ใน Microsoft Windows มีซอฟต์แวร์ให้เลือกการทำงานมากมาย เช่น โปรแกรมสเปรดชีต โปรแกรมประมวลผลคำ โปรแกรมในการติดต่อสื่อสาร หรือระบบแฟ้มข้อมูลต่างๆ เราสามารถเลื่อนเมาส์เพื่อชี้ไปยังการทำงานที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม (button) เพื่อเลือกปฏิบัติการกับซอฟต์แวร์นั้นๆ เมาส์มีความสามารถในการขยายหน้าต่าง หรือ ทำให้หน้าต่างเล็กลงได้ โดยใช้เมาส์เลื่อนจุดชี้ไปยังมุมของหน้าต่าง ต่อจากนั้นลากหน้าต่างไปยังทิศทางที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้หน้าต่างใหญ่หรือเล็กลงได้ตามความต้องการ ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดจากการใช้เมาส์ดีกว่าการใช้คีย์บอร์ดคือ ในเรื่องของการใช้แป้นการเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ต่างๆ ที่ทำงานได้สะดวกกว่าการกดแป้นที่คีย์บอร์ด สำหรับซอฟต์แวร์บางตัว เช่น Lotus 1-2-3, Microsoft Word หรือ dBASE III Plus ต้องเตรียมตัวขับซอฟต์แวร์พิเศษ (special software driver) เพื่อให้โปรแกรมทำงานสามารถใช้เมาส์ได้



รูปที่ 3-16 เป็นภาพแสดงการใช้เมาส์ในโปรแกรมประยุกต์

### Touch Screens

คอมพิวเตอร์บางเครื่องใช้ touch-sensitive screen เป็นอุปกรณ์ในการทำงาน แทนเคย์บอร์ดและเมาส์ การใช้งานเพียงแต่ใช้นิ้วไปสัมผัสกับจอภาพตรงตำแหน่งการทำงานที่ต้องการ โดยปกติจะเป็นการเลือกใช้งานกรณีมีทางเลือกหลายๆ ทาง

วิธีการทำงานของ Touch screens มีด้วยกันหลายลักษณะ คือ

1. Infrared light ลักษณะทางเดินของแสงอินฟราเรดที่บริเวณผิวหน้าของจอภาพ ถ้านิ้วไปสัมผัส ณ ตำแหน่งใดๆ บนจอภาพ มีผลให้มีเส้นขวาง หรือแสงขาดหายไปบางส่วน ซึ่งการทำงานนี้จะถูกตรวจพบโดยวงจรในเครื่องคอมพิวเตอร์ เกิดเป็นสัญญาณการเลือกการทำงาน มีผลให้เกิดการโต้ตอบของเครื่องคอมพิวเตอร์กลับมา

2. Capacitance วิธีนี้เป็นเทคนิคที่สัญญาณการทำงานเกิดจากความเปลี่ยนแปลงของประจุไฟฟ้า (electrical capacitance) ที่เรานิ้วไปสัมผัสบนจอภาพ

3. Pressure sensitive จอภาพในลักษณะนี้จะประกอบด้วยเส้นลวดเป็น

แถวๆ บนแผ่นไมลาร์ อยู่ภายใน เมื่อเรากดบนหน้าจอ เส้นลวดที่ใกล้ๆ กันจะสัมผัสกัน เกิดเป็นสัญญาณ ณ ตำแหน่งที่เราสัมผัสบนจอภาพนั่นเอง



รูปที่ 3-17 แสดงการใช้ touch-sensitive display screen

#### Light Pens

เป็นอุปกรณ์ที่สัมผัสกับหน้าจออีกชนิดหนึ่ง โดยสัญญาณ (signal) เกิดโดยแสงที่จอส่องไปยังจุดที่ต้องการบนจอภาพ Light pens เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในระบบเมนเฟรม ไม่นิยมใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

#### Joy Stick

ทุกๆ คน ดูเหมือนว่าจะคุ้นเคยกับอุปกรณ์ชนิดนี้ดี เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับเคลื่อนย้ายตำแหน่งบนจอภาพ โดยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับเล่นวิดีโอเกมส์ (video games) โดยเฉพาะ



## การรู้จำเสียงพูด (Voice Recognition)

เป็นระบบที่ใช้เสียงพูดเป็นอุปกรณ์ในการรับข้อมูล ผู้ใช้ระบบพูดผ่านไมโครโฟน เสียงพูดจะถูกรวบรวมไว้ที่ electronic converter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการเปลี่ยนแรงดันของเสียงจาก อนุาลอก (analog) ให้เป็น ดิจิตอล (ditigal) ซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์สามารถแปลแรงดันดิจิตอลนี้ ในความหมายของคำหรือประโยคนั้นๆ เพื่อปฏิบัติการต่อไป

ระบบการรู้จำเสียงพูดนี้ ระบบจะจำเสียงพูดของบุคคลเพียงคนเดียวเท่านั้น ซึ่งข้อจำกัดนี้เองมีประโยชน์สำหรับการป้องกันมิให้เข้าถึงข้อมูลที่สำคัญของระบบได้ (security)

ระบบที่ใช้การรู้จำเสียงพูดในปัจจุบัน จะยอมรับเฉพาะคำสั่งเท่านั้น แต่ไม่สามารถใช้กับการป้อนข้อมูลจำนวนมากๆ ได้ เช่น ยอมรับคำสั่ง copy, print, sum, move แต่ไม่ยอมรับจดหมาย ที่พิมพ์ด้วยโปรแกรมประมวลผลคำ เป็นต้น

## 3.5 เครื่องพิมพ์และการพิมพ์ผล (Printer and Printed Output)

การที่ระบบคอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลลัพท์จากการทำงานทางจอภาพได้ดี มีผลให้การพิมพ์ผลลัพท์ทางกระดาษต่อเนื่องมีปริมาณลดลง แต่อย่างไรก็ตาม การพิมพ์ผลทางกระดาษต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นรายงานต่างๆ ยังมีความจำเป็นต่อระบบสารสนเทศ (information systems)

เครื่องพิมพ์โดยทั่วๆ ไป เชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์เพื่อรับส่งข้อมูลแบบขนาน (parallel port) มีเครื่องพิมพ์บางรุ่นรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (serial port) ถ้าเปรียบเทียบความเร็วในการทำงานกับอุปกรณ์แสดงผลชนิดอื่นๆ เช่น จอภาพ หรือจางานแม่เหล็ก เครื่องพิมพ์มีความเร็วในการทำงานช้าที่สุด โดยปกติความเร็วในการพิมพ์เฉลี่ยเพียง 100 ถึง 200 ตัวอักษรต่อวินาที (cps) . ซึ่งบางรุ่นอาจมีความเร็วได้มากที่สุด 700 cps

Report Heading Page Heading

WIDGET PRODUCTION REPORT						
DIVISION	DEPT.	ITEM NUMBER	QUANTITY PRODUCED	MATERIAL COST	LABOR COST	PRODUCTION COST
1	10	1234	5	127.50	36.25	163.75
		1244	10	120.00	80.00	200.00
		DEPARTMENT TOTALS			247.50	116.25
1	20	1250	25	502.50	237.50	740.00
		1255	12	150.84	144.00	294.84
		1263	100	5,000.00	1,525.00	6,525.00
		1275	50	425.00	700.00	1,125.00
DEPARTMENT TOTALS			6,078.34	2,606.50	8,684.84 *	
1	21	1234	5	127.50	36.25	163.75
		1244	10	120.00	80.00	200.00
		1250	25	502.50	237.50	740.00
		1255	12	150.84	144.00	294.84
DEPARTMENT TOTALS			900.84	497.75	1,398.59 *	
DIVISION TOTALS			7,226.68	3,220.50	10,447.18 **	
2	11	1234	5	127.50	36.25	163.75
		1244	10	120.00	80.00	200.00
DEPARTMENT TOTALS			247.50	116.25	363.75 *	
2	13	1250	25	502.50	237.50	740.00
		1255	12	150.84	144.00	294.84
		1263	100	5,000.00	1,525.00	6,525.00
		1275	50	425.00	700.00	1,125.00
		2234	3	73.50	36.75	110.25
DEPARTMENT TOTALS			6,151.84	2,643.25	8,795.09 *	
2	19	1244	10	120.00	80.00	200.00
		1250	25	502.50	237.50	740.00
DEPARTMENT TOTALS			622.50	317.50	940.00 *	
DIVISION TOTALS			7,021.84	3,077.00	10,098.84 **	
COMPANY TOTALS			14,248.52	6,297.50	20,546.02 ***	

Group Printing, Control Breaks, Group Printing, Minor Total, Detail Lines, Intermediate Total, Major Total

ภาพแสดงการวิเคราะห์รายงานการผลิตสินค้า

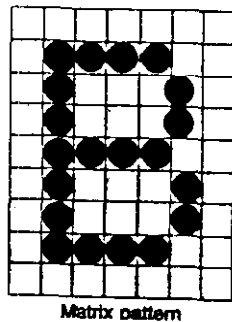
เครื่องพิมพ์ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. Dot matrix ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างอักขระโดยการใช้จุดในแนวตั้งและแนวนอนมาเรียงต่อกัน
2. Daisy wheel เป็นเครื่องพิมพ์ชนิดหนึ่งที่ใช้หัวพิมพ์แบบจานวงล้อ
3. Laser เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคโนโลยีคล้ายๆกับการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร โดยสามารถพิมพ์ข้อมูลต่างๆ ได้ทีละหนึ่งหน้า
4. ink jet เป็นเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก ซึ่งนิยมใช้ในระบบมัลติคอมพิวเตอร์ และระบบเมนเฟรม

ในขณะที่เครื่องพิมพ์กำลังทำการพิมพ์รายงานหรือข้อมูลต่างๆ อยู่ นั้น จะไม่มีการปฏิบัติการใดๆ เกิดขึ้น จนกว่าจะพิมพ์งานให้เสร็จสมบูรณ์ก่อน ซึ่งทำให้เสียเวลาเนื่องจากเครื่องพิมพ์มีความเร็วต่ำ รวมทั้งประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรต่างๆ ของระบบต่ำลงด้วย ดังนั้นจึงมีหนทางแก้ไขปัญหานี้เกิดขึ้นหลายๆ ลักษณะ เช่นพัฒนาซอฟต์แวร์ใหม่ๆ โดยเพิ่มขีดความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น WordStar หรือ WordPerfect ซึ่งยอมให้ผู้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมประมวลผลเหล่านี้ได้ ในขณะที่เครื่องพิมพ์กำลังพิมพ์รายงานอยู่ หรือแก้ปัญหาโดยใช้ buffer ซึ่งเป็นหน่วยความจำชั่วคราวเพื่อช่วยเก็บข้อมูลสำหรับในกรณีที่อัตราการส่งข้อมูลเข้ามาสูงกว่าอัตราการส่งข้อมูลออกไป โดยเก็บข้อมูลบางส่วนไว้ที่หน่วยความจำก่อนต่อจากนั้นจึงส่งต่อไปพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ หรือทางแก้ปัญห่อีกทางหนึ่งโดยพัฒนาระบบการจัดการ (Operating system) ใหม่ เช่น UNIX และ OS/2 เพื่อให้มีความสามารถปฏิบัติการต่อโปรแกรมตั้งแต่ 2 โปรแกรมขึ้นไป พร้อมกัน

### Dot Matrix Printer

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้ นิยมใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วๆ ไป มีคุณภาพดีและราคาถูก เป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างอักขระต่างๆ โดยการจุดในแนวตั้งและแนวนอนมาเรียงต่อกัน โดยบรรจุไว้ที่ หัวพิมพ์ (print head) การพิมพ์ตัวอักขระบนกระดาษ เกิดจากกรณีที่หัวพิมพ์ของอักขระต่างๆ กระแทกกับผ้าริบบอน (fabric ribbon) เกิดเป็นตัวอักขระต่างๆ ซึ่ง ถ้าจำนวนจุดที่ประกอบกันขึ้นเป็นตัวอักษรนั้นมีจำนวนมากเท่าไร คุณภาพของการพิมพ์จะดีมากเท่านั้น



รูปที่ 3-19 แสดงถึงหัวพิมพ์ของตัวอักษร B

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้ปกติเสียงดัง ความกว้างของหน้ากระดาษสามารถใช้งานได้สูงสุด 9.5 นิ้ว ซึ่งปกติพิมพ์ได้ 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด โดยใช้ความหนาแน่น 10 ตัวอักษรต่อนิ้ว

แต่ก็มีเครื่องพิมพ์ชนิดนี้บางรุ่นที่สามารถพิมพ์ตัวอักษรได้มากกว่านี้ โดยสามารถพิมพ์ได้กว้างถึง 19.5 นิ้ว ซึ่งที่เราเรียกว่า เครื่องพิมพ์แคร์ยาวนั่นเอง ความเร็วในการพิมพ์ขึ้นอยู่กับแบบ (mode) ของการปฏิบัติงาน แบบที่ใช้พิมพ์โดยทั่วๆ ไป คือ draft และ near letter quality (NLQ) การพิมพ์แบบ draft จะใช้ในกรณีต้องการความเร็วในการพิมพ์สูง ตัวอักษรที่พิมพ์พออ่านได้ ซึ่งอาจไม่สวยงามเท่าที่ควร คุณภาพของการพิมพ์ต่ำกว่าแบบ NLQ ซึ่งมีความละเอียดและสวยงามมากกว่า เครื่องพิมพ์ชนิดนี้บางรุ่นสามารถพิมพ์กราฟิกส์ได้ รวมทั้งรูปแบบอักขระ ขนาดและรูปร่างอื่นได้ โดยปัจจุบันนี้ เครื่องพิมพ์ที่ได้มาตรฐานเป็นที่ ยอมรับคือ Epson และ IBM

Printer	Price	Print Head Pins	Rated speed (characters per second)	Type Pitch (characters per inch)
Seikosha SP-1000	\$ 299	9	100 draft 15 NLO	10.0, 12.0, 15.0
Olivetti DM 280	595	9	160 draft 27 NLO	10.0, 12.0, 17.1
Epson EX-800	749	9	300 draft 43 NLQ	10.0, 12.0, 17.0 20.0
IBM Proprinter XL	799	9	200 draft 65 NLO	5.0, 6.0, 8.6 10.0, 12.0, 17.1
Tandy DMP-2110	1,295	24	240 draft 62 NLQ	5.0, 6.0, 8.3 10.0, 12.0, 16.7
Mannesmann Tally 490	2,199	18	400 draft 123 NLO	5.0, 6.0, 7.5 8.6, 10.0, 12.0 15.0, 17.1

ตารางที่ 3-1 แสดงถึงการเปรียบเทียบ ราคาและจุดเด่นของ Dot matrix printer ชนิดต่างๆ

### Daisy Wheel Printer

เป็นเครื่องพิมพ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับพิมพ์ตัวอักษร โดยตัวอักษรทั้งหมดจะถูกบรรจุรวมอยู่ในจานวงล้อ (daisy wheel) เป็นเครื่องพิมพ์ที่พัฒนามาจากเครื่องพิมพ์ดีด ไม่เหมือนกับเครื่องพิมพ์ dot matrix โดยเครื่องพิมพ์ชนิดนี้ มีคุณภาพในการพิมพ์ดีกว่าคือ

สวยงาม คมชัดกว่า แต่ความเร็วช้ากว่าเครื่องพิมพ์ dot matrix โดยปกติความเร็วในการพิมพ์ ไม่เกิน 100 ตัวอักษรต่อวินาที โดยเฉลี่ยเพียง 45 ตัวอักษรต่อวินาทีเท่านั้น และส่วนมากไม่สามารถพิมพ์กราฟิกส์ได้ รวมทั้งรูปแบบอักษร ขนาดและรูปร่างที่ใช้ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จะเหมือนตัวอักษรที่พิมพ์โดยใช้เครื่องพิมพ์ดีด ในการปฏิบัติงาน ผู้ที่กระทำบนเครื่อง (operator) จะต้องคอยใส่แผ่นกระดาษใหม่เมื่อโปรแกรมหยุดที่จุดจบของหน้าเสมอ เครื่องพิมพ์บางรุ่นจะมีที่ใส่กระดาษ และทางเลือกในการปฏิบัติงาน โดยที่กระดาษสามารถเลื่อนไปได้เองโดยอัตโนมัติ และสามารถพิมพ์ได้หลายๆ หน้าด้วย ในปัจจุบันเครื่องพิมพ์ Daisy Wheel Printer ไม่ค่อยเป็นที่นิยมสำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

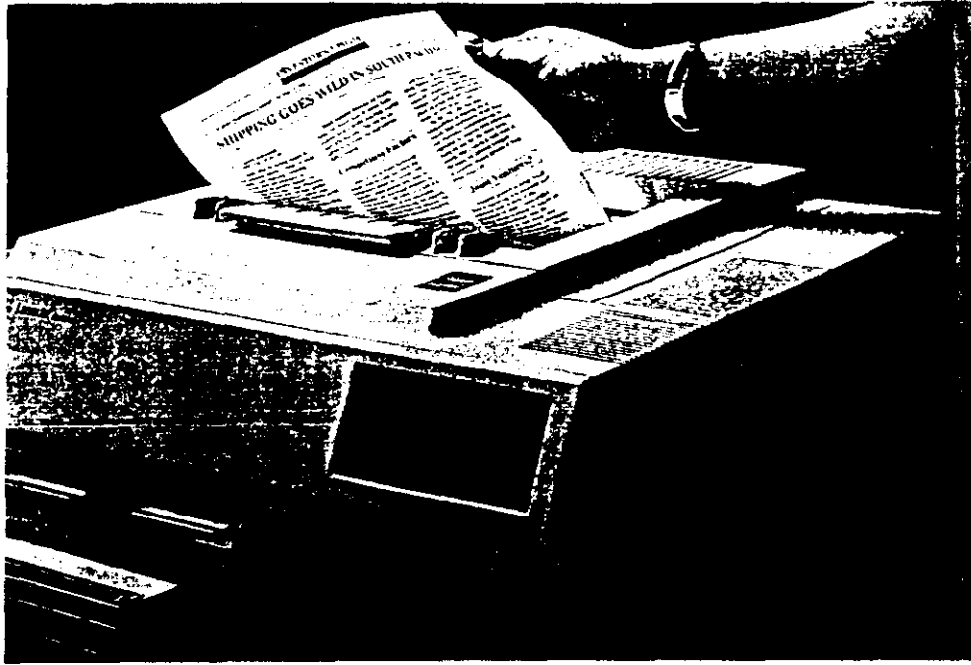


รูปที่ 3-20 แสดงภาพของ daisy wheel printer ที่ใช้ในการพิมพ์

### Laser Printers

ในสมัยก่อนเครื่องพิมพ์ความเร็วสูงที่สร้างตัวอักษรโดยใช้แสงเลเซอร์เป็นอุปกรณ์แสดงผล ใช้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์เมนเฟรมเท่านั้น เนื่องจากราคาสูงมาก แต่ปัจจุบันนี้ราคาของเครื่องถูกลงเรื่อยๆ และเครื่องพิมพ์ชนิดนี้มีความเร็วในการทำงานสูง คุณภาพการพิมพ์ดี จึงทำให้ได้รับความนิยมอย่างมาก การปฏิบัติงานของเครื่องพิมพ์ชนิดนี้เหมือนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร ซึ่งสามารถพิมพ์ข้อมูลได้ครั้งละ 1 หน้า ความเร็ววัดเป็นจำนวนหน้าต่อนาที (pages per minute หรือ ppm) โดยทั่วไป มีความเร็วในการพิมพ์ 8 หน้าต่อนาที ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบอักษร ขนาดและรูปร่าง รวมทั้งกราฟิกส์ต่างๆ ได้ การพิมพ์ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ไม่มีเสียงรบกวน ได้ยินเสียงเฉพาะเวลาที่กระดาษ

เคลื่อนที่ผ่านเครื่องจักร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ Hewlett Packard laser jet printer



รูปที่ 3-21 ภาพแสดงเครื่องพิมพ์เลเซอร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการเลือกเครื่องพิมพ์

- ถ้าต้องการพิมพ์ได้ทั้งแบบหยาบ (draft mode) หรือ near letter quality (NLQ) ควรเลือกเครื่องพิมพ์ชนิด dot matrix
- ถ้าต้องการพิมพ์ ตัวพิมพ์ที่มีคุณภาพ ควรเลือกเครื่องพิมพ์ daisy wheel หรือ Laser printer
- ปริมาณการพิมพ์มากน้อยเท่าใด ถ้าเป็น dot matrix printer พิมพ์ได้ 400 คำต่อหน้า หรือพิมพ์ได้ 100 อักษรต่อวินาที หรือพิมพ์ได้ 3 หน้าต่อนาที หรือพิมพ์ได้ 180 หน้าต่อชั่วโมง ถ้าเป็นแบบ NLQ สามารถมีความเร็วในการพิมพ์ได้ 20 ตัวอักษรต่อวินาทีหรือพิมพ์ได้ 36 หน้าต่อชั่วโมง
- ถ้าต้องการพิมพ์กราฟิกส์ ต้องตรวจสอบซอฟต์แวร์ที่ใช้ด้วยว่า สามารถใช้กับเครื่องพิมพ์อะไรได้บ้าง แล้วจึงเลือกเครื่องพิมพ์จากกลุ่มนั้นๆ
- ถ้าต้องการพิมพ์เอกสาร หรือ แผนภาพ หรือ สเปรดชีต ที่มีความกว้างมากๆ ควรเลือกใช้เครื่องพิมพ์ชนิด dot matrix

- ถ้าสภาพแวดล้อมในการทำงานต้องการความเงียบ ควรเลือกใช้เครื่องพิมพ์เลเซอร์
- ถ้าใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้ความสามารถทางการพิมพ์ (desktop publishing) ควรเลือกใช้เครื่องพิมพ์ matrix หรือ laser printer

### MAINFRAME PRINTER

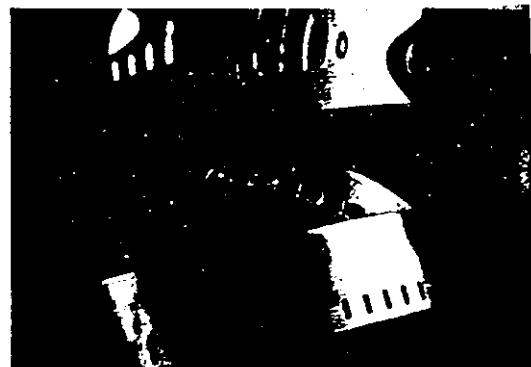
เครื่องพิมพ์ที่ใช้บนเครื่องเมนเฟรม มีวัตถุประสงค์ของการใช้งานเหมือนกับเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คือ ผลิตสำเนาถาวร (hard copy) สำหรับผู้ใช้ต่างๆ ของระบบ สิ่งที่แตกต่างกันบ้างก็คือ งานพิมพ์บนเครื่องเมนเฟรมจะมีจำนวนมากกว่างานพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ดังนั้น เครื่องพิมพ์ที่ทำงานบนเครื่องเมนเฟรมต้องมีความเร็วสูงและมีคุณภาพการพิมพ์ดีกว่า เครื่องพิมพ์ที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

เครื่องพิมพ์ที่ใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม โดยทั่วไป ส่วนมากเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือ chain หรือ band ซึ่งขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้ ส่วนมากใช้เฉพาะกิจ (special-purpose)



Courtesy of Unisys Corporation.

แสดงภาพเครื่องพิมพ์แบบสายโซ่



Courtesy of DataProducts Corporation.

แสดงภาพการใช้ band printer



ภาพ แสดงระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้ เครื่องพิมพ์ที่มีความเร็วในการทำงานสูง

### Chain and Band Printers

เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์แสดงผลสำหรับเครื่องเมนเฟรม มีลักษณะการทำงานเหมือนกัน โดยสามารถเลือกชนิดของการพิมพ์ตัวอักษร ได้ 5 ชนิดแตกต่างกัน เป็น

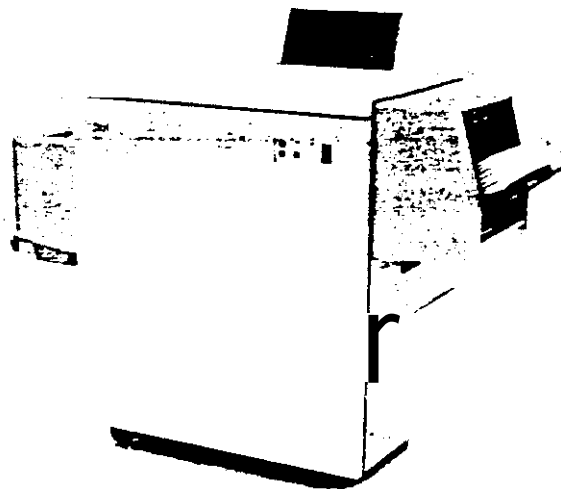


เครื่องพิมพ์ชนิดที่ให้หัวพิมพ์ตีอัดลงบนแถบผ้าหมึกเพื่อให้ปรากฏเป็นตัวอักษร (impact printer) โดยใช้สายโซ่ (chain) หมุนไปพร้อมกับกระดาษด้วยความเร็วสูง การพิมพ์ข้อความจะพิมพ์ทีละบรรทัด บางครั้งเรียกเครื่องพิมพ์ลักษณะนี้ว่า line printer ความกว้างสูงสุดที่พิมพ์ได้คือ 132 ตัวอักษร ความเร็วของการพิมพ์อยู่ระหว่าง 600 ถึง 3000 บรรทัดต่อนาที

### Page Printers

ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการใช้เครื่องพิมพ์ คือ พิมพ์ช้า เป็นอุปกรณ์ที่มีความเร็วในการปฏิบัติการต่ำกว่า จานแม่เหล็ก หรือเทปแม่เหล็ก ต่อมาจึงมีการนำเทคโนโลยีเลเซอร์ (laser technology) และเครื่องกำเนิดรูปภาพ (electrophotographic) ทำให้สามารถพิมพ์ข้อความได้ครั้งละ 1 หน้า หรือ ประมาณ 20,000 บรรทัดต่อนาที

Page Printers ใช้กระดาษในการพิมพ์เหมือนกับกระดาษที่ใช้สำหรับถ่ายเอกสาร ขนาด 8.5 x 11 นิ้ว ซึ่งราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย กว่ากระดาษต่อเนื่อง และยังสามารถพิมพ์ได้ทั้ง 2 ด้านอีกด้วย ตัวอย่างของเครื่องพิมพ์ชนิดนี้คือ Honeywell page-printer system สามารถพิมพ์ข้อความได้ถึง 600 หน้าต่อนาที

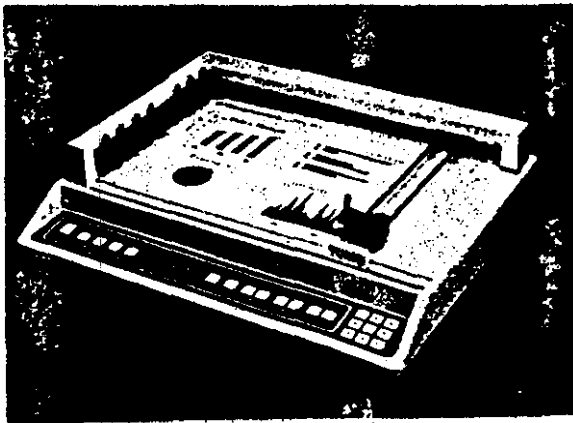


แสดงภาพของ laser page printer system

### Plotters (พล็อตเตอร์)

เป็นอุปกรณ์เขียนภาพชนิดหนึ่งที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยสามารถวาดกราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม และภาพกราฟิกส์อื่นๆ โดยสามารถวาดภาพต่างๆ ได้อย่างน้อย 4 สีแตกต่างกัน สามารถปฏิบัติการร่วมกับโปรแกรมสเปรดชีต หรือโปรแกรมกราฟิกส์ เพื่อผลิตรูปที่มีคุณภาพสูง

การใช้งานต้องมีปากกาซึ่งเป็นหมึกสี โดยคำสั่งในการทำงานจะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์ เพื่อเลือกสีและวาดภาพ พล็อตเตอร์จะวาดภาพต่างๆ โดยการลากเส้นซึ่งคมชัดกว่าใช้เครื่องพิมพ์ที่เป็น dot matrix เครื่องพล็อตเตอร์สามารถวาดภาพได้ทั้งบนกระดาษหรือแผ่นใสก็ได้

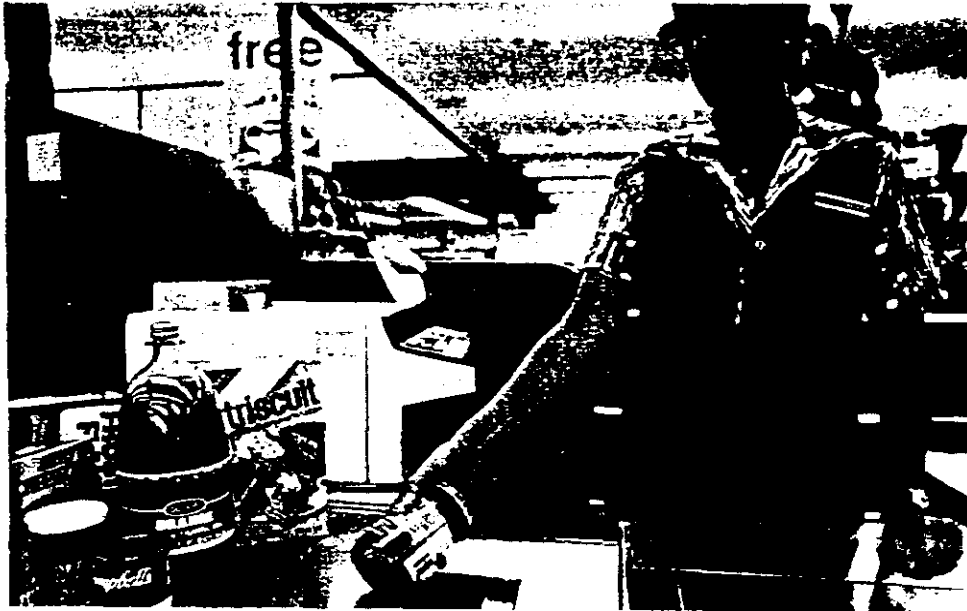


รูปที่ 3-22 เป็นภาพแสดงการใช้พล็อตเตอร์เพื่อเตรียมสำหรับแสดงกราฟิกส์ต่างๆ

### 3.6 อุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องเมนเฟรม (Mainframe Devices)

#### Point-of-Sale (POS) Terminals

เป็นอุปกรณ์ในการรับข้อมูลอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในแผนกซูเปอร์มาร์เก็ต ของห้างสรรพสินค้าโดยทั่วไป โดยอุปกรณ์ชนิดนี้จะทำการอ่านข้อมูลจากรหัสสินค้า (Universal Product Code) ที่ติดไว้กับสินค้า ข้อมูลที่อ่านได้จะถูกนำไปค้นหาราคาของสินค้าชนิดนั้นที่ศูนย์กลางของข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อคิดยอดซื้อสินค้าของลูกค้า วิธีการคิดเงินจะกระทำโดยแคชเชียร์ ซึ่งทำให้การดำเนินงานเป็นไปโดยรวดเร็วและง่ายต่อการแก้ไข กรณีถ้าสินค้าเกิดการเปลี่ยนแปลง



แสดงภาพของเครื่อง POS Terminal ที่ใช้ในแผนกซูเปอร์มาร์เก็ต

#### Universal Product Code (UPC) หรือ bar code

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในร้านขายของ ซึ่งเป็นอุปกรณ์รับข้อมูลโดยอ่านรหัสที่สร้างขึ้นจากการใช้แถบหรือแท่งที่มีความกว้างต่างๆ กัน เพื่อคิดราคาของสินค้า รายละเอียดต่างๆ ของสินค้าที่ลูกค้าซื้อจะถูกพิมพ์เป็นใบชื่อสินค้าของลูกค้า ประกอบด้วย จำนวนที่ซื้อ ชื่อสินค้า ราคา คิดจำนวนเงินของสินค้า ภาษี เป็นยอดเงินที่ต้องชำระ ซึ่งสะดวกและรวดเร็ว

#### Wand Readers

เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลที่ใช้สำหรับอ่านราคาของสินค้าที่จำเป็นสำหรับชีวิตครอบครัวที่มีสลากราคาสินค้าห้อยอยู่ (price tag) เช่น เลือ้ใช้ติ รองเท้า กระเป๋าเดินทาง เป็นต้น



แสดงภาพการใช้ Wand Readers ในห้างสรรพสินค้า

#### Automated Teller Machine

เป็นเครื่องรับจ่ายเงินอัตโนมัติที่เรารู้จักกันดีว่า ATM นั้นเอง ใช้งานเพียงแต่ลูกค้านำเครดิตการ์ด หรือบัตรที่ทางธนาคารจัดทำขึ้น ป้อนรหัส และเลือกการดำเนินงานต่างๆ ตามต้องการ ระบบใช้ electronic funds transfer (EFT) เพื่อแก้ไข (update) ข้อมูลในระเบียนของลูกค้าทันที ดังนั้น บัญชีเงินฝากของลูกค้าจะมียอดเงินคงเหลือปัจจุบัน



ภาพแสดงการใช้เครื่อง ATM เพื่อใช้ฝาก-ถอนเงินของลูกค้า

### Optical Recognition

- เครื่อง optical character recognition หรือ OCR เป็นอุปกรณ์สำหรับกวาดตรวจลักษณะโดยใช้แสง (optical scanning) สำหรับจำคำสั่งพิเศษ หรือ ตัวอักษรต่างๆ ของเอกสาร เช่น รหัสที่สร้างขึ้นจากการใช้แถบหรือแท่งที่มีความกว้างต่างๆ กัน ตัวอักษรที่เขียนด้วยมือซึ่งไม่มีรูปแบบที่แน่นอน หรือเป็นตัวอักษรที่พิมพ์ด้วยเครื่องจักร เครื่อง OCR นี้สามารถใช้ในการประยุกต์ต่างๆ ได้มากมาย เนื่องจากราคาค่อนข้างต่ำ ปัจจุบันสามารถนำมาใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

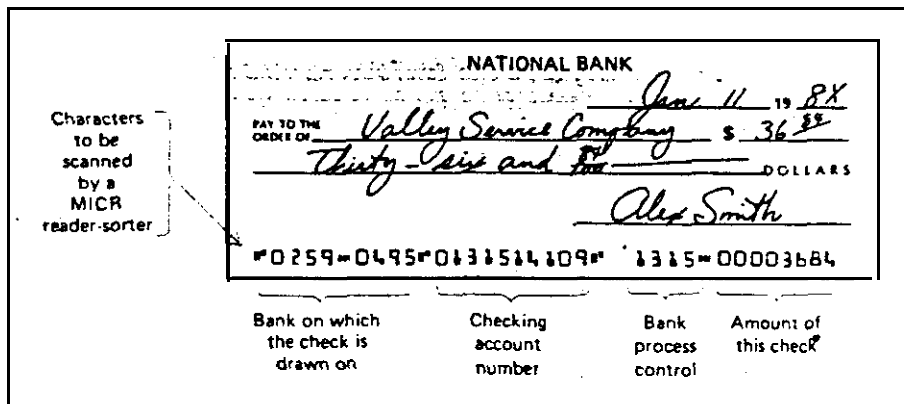
### Mark sensing

เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจคะแนนสอบในวงการศึกษา โดยนักศึกษาต้องฝนดินสอลงบนกระดาษตอบคำถามชนิดพิเศษ เครื่อง mark sensing จะทำการอ่านคำตอบในกระดาษ

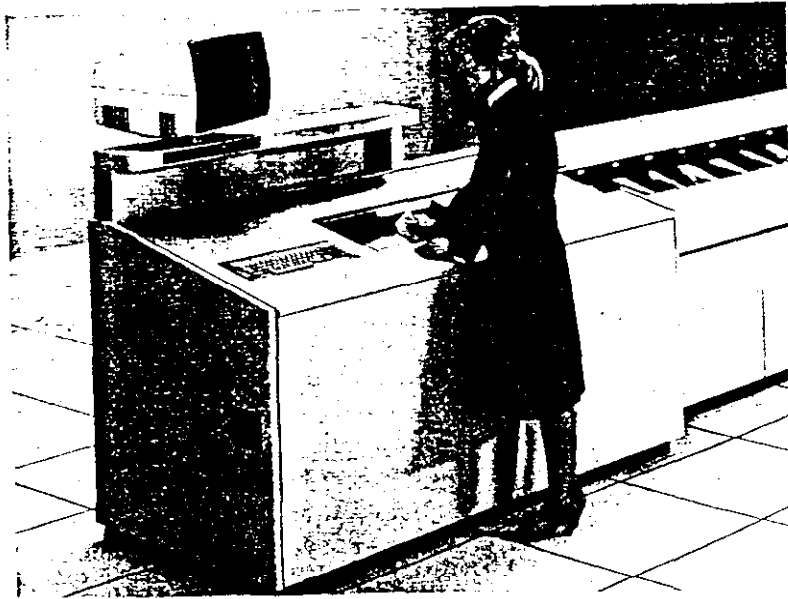
คำตอบของนักศึกษา และเปลี่ยนเป็นรหัสดิจิทัล เพื่อส่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์นับคะแนนต่อไป

### Magnetic Ink Character Reader หรือ MICR

เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับงานธนาคาร เพื่อตรวจสอบตัวอักษรที่อยู่ตำแหน่งล่างสุดของเช็ค โดยแบ่งเป็น ชื่อของธนาคาร หมายเลขบัญชี สาขา หมายเลขของเช็ค เครื่อง MICR จะทำการเรียงลำดับตามเลขที่บัญชี และสาขา ซึ่งบางครั้งการตรวจสอบด้วยคนอาจผิดพลาดได้ง่าย อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำให้การดำเนินงานของธนาคารรวดเร็ว และคล่องตัวมากขึ้น



ภาพแสดงตำแหน่งข้อมูลที่เครื่อง MICR ตรวจสอบ



ภาพเครื่อง MICR ที่ให้อ่านและเรียงลำดับเช็คในระบบธุรกิจธนาคาร

ในบทนี้ ทำให้เรารู้จักอุปกรณ์ซึ่งใช้ในการนำข้อมูลเข้าและรับข้อมูลออกจากระบบประมวลผลข้อมูล อย่างเช่น คีย์บอร์ด จอแสดงผล และเครื่องพิมพ์ ที่ใช้สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เราจะเห็นว่าไม่ว่าจอแสดงผลหรือเครื่องพิมพ์ก็ แบ่งออกเป็นหลายๆ ชนิด ดังนั้นในการเลือกอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้เพื่อใช้งาน จำเป็นต้องให้เหมาะสมกับซอฟต์แวร์หรือสอดคล้องกับลักษณะงานที่จะทำด้วย นอกจากนี้ มีอุปกรณ์บางอย่างที่สามารถเป็นอุปกรณ์ในการนำข้อมูลเข้าได้อีกหลายชนิด เช่น เมาส์ และ touch screens

สำหรับเครื่องเมนเฟรม ใช้เครื่องเทอร์มินอลในการแสดงผล ซึ่งรวมทั้งคีย์บอร์ดและจอแสดงผลไว้ด้วยกัน นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้บนเครื่องเมนเฟรม ยังมีอีกหลายชนิดที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ใช้งานเฉพาะกิจ เช่น ใช้ในห้างสรรพสินค้า หรือในงานธุรกิจธนาคาร เป็นต้น

## บทสรุป

1. การป้อนข้อมูล คือการนำข้อมูลเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยคีย์บอร์ดหรืออุปกรณ์นำข้อมูลเข้าอื่นๆ สำหรับเก็บและประมวลผล
2. ฟิลด์ คือ รายการของข้อมูล ซึ่งอาจเป็นรหัสลูกค้า  
ระเบียบ คือ การรวมฟิลด์หลายๆ ฟิลด์ ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน
3. Batch เป็นวิธีหนึ่งที่ทำกรรวบรวมข้อมูลไว้ในช่วงเวลาหนึ่งก่อนแล้วจึงนำข้อมูลกลุ่มนั้นเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์

Online เป็นวิธีการป้อนข้อมูลที่ข้อมูลจะถูกนำเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ทันที

4. การป้อนข้อมูลนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ก่อนที่นำเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ชนิดของการตรวจสอบความผิดพลาดมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี คือ field missing, limit test, Context test, range test และ transposition test
5. คีย์บอร์ดเป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับป้อนข้อมูล ซึ่งอาจเป็น คำสั่ง หรือโปรแกรมต่างๆ คีย์บอร์ดประกอบด้วยแป้นตัวอักษรภาษาอังกฤษ แป้นตัวเลข สำหรับการพิมพ์เหมือนเครื่องพิมพ์ดีด นอกจากนี้มีแป้นพิเศษสำหรับควบคุมเคอร์เซอร์ การแทรกข้อความ การลบข้อความ และฟังก์ชันคีย์ต่างๆ
6. จอแสดงผล (display screen) เป็นอุปกรณ์ที่คล้ายจอทีวี ใช้สำหรับแสดงข้อความหรือกราฟิกส์ตามความต้องการของโปรแกรม จอแสดงผลมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ จอแสดงผลสีเดียว (monochrome) และจอแสดงผลภาพสี (Color) จอแสดงผลภาพสีเหมาะสำหรับแสดงภาพกราฟิกส์ แต่ราคาแพงกว่าจอแสดงผลสีเดียว
7. จอแสดงผลภาพสี แบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 2 ชนิดคือ Composite และ RGB จอภาพ Composite มีการแสดงเหมือนจอทีวี ขณะที่จอภาพ RGB ให้ผลชัดเจนดีกว่า จอแสดงผลภาพสีนี้จะต้องใช้กับ Color board ซึ่งบอร์ดสีต่างๆ นี้แบ่งเป็น 5 ระดับคือ CGA, EGA, PGC, multiscan และ VGA
8. ความละเอียดของจอภาพ ดูจากความแจ่มชัดของตัวอักษรและภาพกราฟิกส์ที่ปรากฏบนจอภาพ ความละเอียดของจอภาพขึ้นอยู่กับจำนวนของจุด เรียกว่า pixel บนจอภาพ
9. Bit Mapping เป็นเทคนิคสำหรับแสดงตัวอักษรต่างๆ บนจอภาพโดยควบคุมจุดต่างๆ โดยใช้โปรแกรม ซึ่งทำให้สามารถแสดงตัวอักษรพิเศษและกราฟิกส์ได้



10. Full-page display มีประโยชน์สำหรับงานประยุกต์ที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้ความสามารถทางด้านการพิมพ์บนเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ (desktop publishing applications)
11. Flat display screens ใช้เทคโนโลยีการแสดงผลผลึกเหลว (liquid crystal display) เป็นจอภาพที่ใช้เป็นอุปกรณ์แสดงผลสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนตัวชนิดเคลื่อนย้ายเป็นชุด (portable computer) จอภาพ LCD มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และกินไฟน้อย
12. เม้าส์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แทนการทำงานของแป้นเคลื่อนย้ายเคอร์เซอร์ การใช้งานโดยการเคลื่อนไปมาบนผิวหน้าของโต๊ะ จะมีผลให้จุดชี้ที่อยู่บนหน้าจอเคลื่อนที่ไปมา การทำงานเพียงกดปุ่ม (button) ของเม้าส์เท่านั้น
13. Touch Screens เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานได้ โดยใช้นิ้วมือกดไปยังตำแหน่งที่ต้องการทำงานที่อยู่บนจอภาพ โดย Touch Screens เป็นจอภาพที่ออกแบบเป็นพิเศษด้วย Infrared light beams, Capacitance-sensitive หรือ pressur-sensitive technology
14. ระบบการรู้จำเสียงพูด (Voice recognition) ใช้สำหรับการป้อนข้อมูลที่จำกัด ระบบเสียงส่วนมากต้องการให้ระบบจำเสียงของผู้ใช้เพียงคนเดียว
15. เครื่องพิมพ์แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ dot matrix, daisy wheel, laser และ ink jet
16. เครื่องพิมพ์ Dot matrix เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้ส่วนมากบนเครื่อง PC และมีจุดเด่นในการทำงานมากมาย เช่น มีความเร็วในการทำงาน สามารถทำงานได้ทั้งแบบหยาบ (draft) และแบบ NLQ แสดงกราฟิกส์ และตัวอักษรชนิดพิเศษต่างๆ ได้ เครื่องพิมพ์ชนิดนี้เป็นเครื่องพิมพ์แบบตีอัด (impact printer) ดังนั้นจึงมีเสียงดัง
17. เครื่องพิมพ์ daisy wheel ใช้สำหรับการพิมพ์ผลลัพธ์ที่ต้องการคุณภาพ ตัวอักษรชัดเจนสวยงาม โดยปกติเครื่องพิมพ์ชนิดนี้ความเร็วช้ากว่า แบบ dot matrix และไม่สามารถพิมพ์กราฟิกส์ได้
18. เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เป็นเครื่องพิมพ์ที่ราคาแพง แต่ทำงานเงียบ และพิมพ์ได้เร็วกว่าเครื่องพิมพ์ daisy wheel เครื่องพิมพ์เลเซอร์ มีรูปแบบอักษร ขนาด และรูปร่างให้ผู้ใช้เลือกได้ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้กับโปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้ความสามารถทางด้านการพิมพ์บนเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ (desktop publishing)

19. พล็อตเตอร์ (Plotters) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานประยุกต์ทางด้านกราฟิกส์ ซึ่งอาจเป็นแผ่นหนัง หรือเส้นกราฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเตรียมวาดกราฟิกส์บนแผ่นใส เพื่อใช้สำหรับแสดง (presentation)