บทที่ 2

การศึกษาโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล 3278

<u>องค์ประกอบหลักของการทำงานเลียนแบบเทอร์มินัล</u>

ในการที่จะใช้งานเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อเลียนแบบการทำงานของเทอร์มินัล 3278 ได้นั้น บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จะต้องมีส่วนสำคัญ 2 ส่วนดังนี้

- บอร์ดสื่อสาร 3270
- โปรแกรมเลียนแบบการทำงานของเทอร์มินัล 3278

ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบดังกล่าว ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.1 โดยแต่ละส่วนจะมีหน้าที่ดังนี้ (Yochelson,1989)

1. บอร์ดสื่อสาร 3270

บอร์ดสื่อสาร 3270 จะเชื่อมต่อกับเครื่องเมนเฟรม ผ่านหน่วยควบคุมเทอร์มินัล 3274 โดยสายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) มีหน้าที่

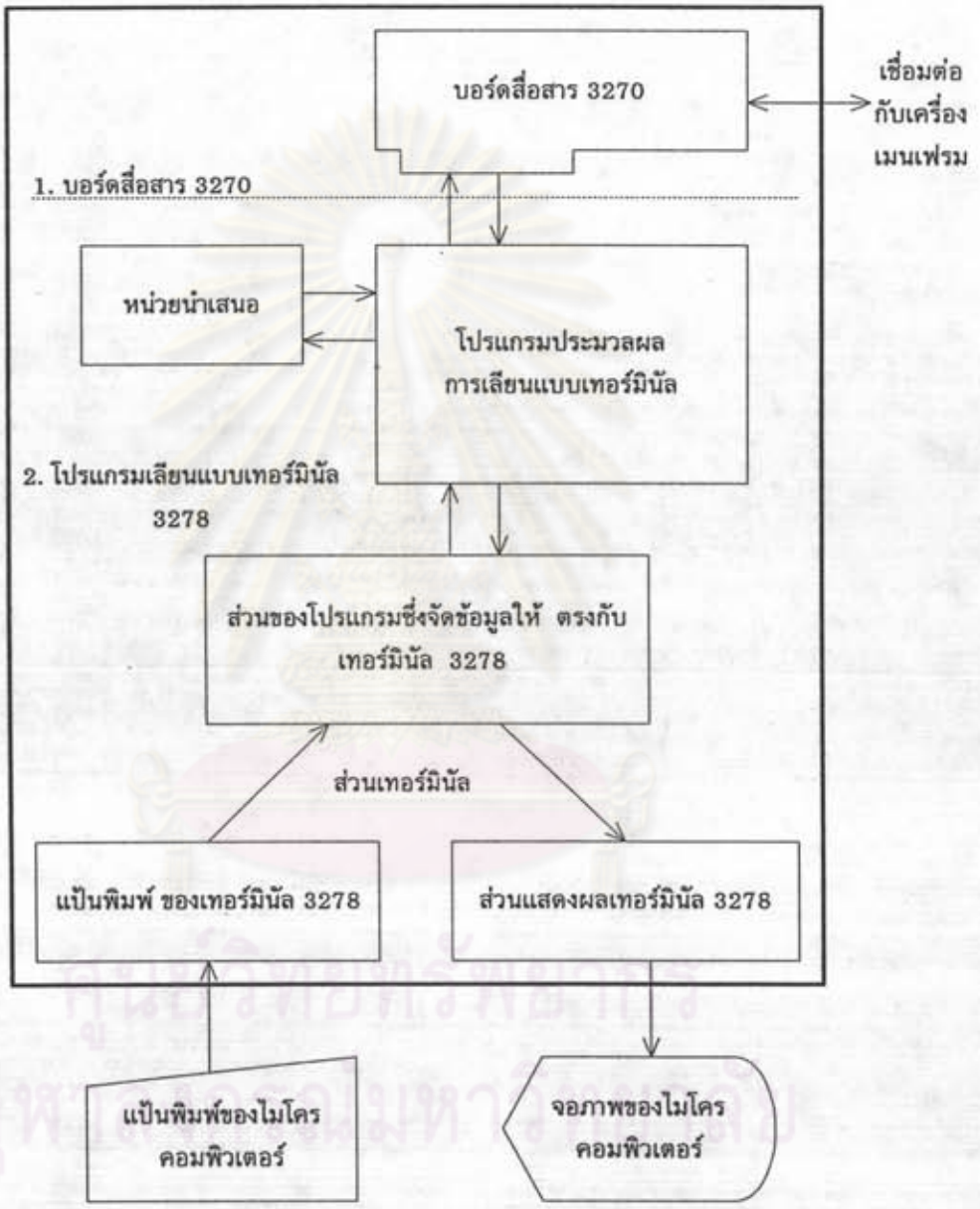
1.1 รับและตอบสัญญาณในรูปแบบกรอบข้อมูล (data frame) ซึ่งส่งมาจากเครื่องเมนเฟรม

1.2 เชื่อมประสานกับโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล โดยโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัลสามารถเรียกใช้บริการ เช่น บอกสถานภาพของสายสื่อสาร หรือ การได้รับกรอบข้อมูล

2. โปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล 3278

มีหน้าที่เชื่อมประสานกับบอร์ดสื่อสาร 3270 รับสัญญาณซึ่งส่งมาจากเครื่องเมนเฟรม ในรูปแบบรหัสกวาดตรวจ 3270 และแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่จะแสดงผลบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผู้ผลิตบอร์ดส่วนใหญ่ ได้ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการหลายประเภท จึงแยกโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัลออกเป็นส่วนๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบเบื้องต้นของโปรแกรมเลียนแบบการทำงานเทอร์มินัล 3278

2.1 โปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัล มีหน้าที่ดังนี้

2.1.1 รับกรอบข้อมูลจากบอร์ดสื่อสาร 3270 มาเชื่อมต่อกันตามลำดับของการส่ง และแปลงให้อยู่ในรูปการแสดงผลของ เทอร์มินัล 3278

2.1.2 ให้บริการส่วนติดต่อตัวแปลภาษา และส่วนของโปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล ในด้านการคัดลอกหน้าจอภาพ 3278 จากหน่วยนำเสนอ

2.2 หน่วยนำเสนอ (Presentation Space) ใช้เก็บกรอบข้อมูล (Data Frame) ที่ส่งมาจากบอร์ดสื่อสาร 3270 ไว้ชั่วคราว เพื่อให้โปรแกรมต่างๆ เรียกเข้ามาคัดลอกหรือปรับปรุงข้อมูลได้ ซึ่งจะต้องผ่านทางโปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัล ข้อมูลซึ่งอยู่ในในหน่วยนำเสนอนี้ เป็นข้อมูลซึ่งอยู่ในแบบของสายข้อมูล 3270 (3270 Data Streams) ซึ่งจะมี 2 ส่วนดังนี้

2.2.1 ส่วนของข้อมูลตัวอักษร ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะไปแสดงบนเทอร์มินัล จะอยู่ในรูปรหัสกวาดตรวจ 3270 (3270 Scancode) จะต้องผ่านการแปลงให้เป็นรหัสแอสกี (ASCII) หรือ เอบซีดิก (EBCDIC) อีกทีตามรหัสของจอภาพ

2.2.2 ส่วนขยายลักษณะประจำของข้อมูล เช่น เขตข้อมูลซึ่งมีการแสดงผลแบบสีเข้ม สีปกติ หรือมองไม่เห็นเป็นต้น และบอกลักษณะประจำของตัวอักษรซึ่งเป็นข้อมูลว่ามีสีอะไร มีการขีดเส้นใต้หรือไม่ เป็นต้น

ตัวอักษรทั้ง 2 ประเภทจะอยู่ติดกันเป็นคู่ๆ เรียงติดกันไป โดยตัวอักษรขยายลักษณะประจำจะอยู่นำหน้าตัวอักษรซึ่งเป็นข้อมูลตัวอักษร

2.3 ส่วนของโปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล มีหน้าที่

2.3.1 คัดลอก และปรับปรุงข้อมูลในหน่วยนำเสนอ ผ่านทางโปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัล

2.3.2 แปลงรหัสข้อมูลจากสายข้อมูล 3270 ให้อยู่ในรหัสซึ่งสามารถแสดงบนจอภาพได้ และนำตัวอักษรขยายลักษณะประจำมาตกแต่งการแสดงผล รวมถึงตรวจสอบการป้อนข้อมูลลงในเขตข้อมูลต่างๆ ตามลักษณะประจำของเขตข้อมูล

2.3.3 ดักรับตัวอักษรที่พิมพ์เข้ามาทางแป้นพิมพ์และส่งไปยังหน่วยนำเสนอ

2.3.4 นำข้อมูลพร้อมลักษณะประจำซึ่งตกแต่งแล้วขึ้นไปแสดงบนจอภาพ

การทำงานของโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล

1. เมื่อเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ขึ้นมา จะมีการจ่ายไฟฟ้าให้กับบอร์ดสื่อสาร 3270 ซึ่งบอร์ดสื่อสาร 3270 ก็จะตอบสัญญาณเรียกหาจากเครื่องเมนเฟรม (ซึ่งถ้าเครื่องเมนเฟรมรู้จักอุปกรณ์ตัวนี้ ก็จะส่งสัญญาณเรียกค้างไว้) และรอรับคำสั่งจากโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล

2. เมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล จากเครื่องหมายตัวพร้อม (Prompt) ของระบบปฏิบัติการ โปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบ ก็จะสร้างหน่วยนำเสนอ และ อ่านเอาส่วนของ โปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล เข้ามาไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์

3. โปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัล จะส่งสัญญาณว่าพร้อมทำงานให้บอร์ดสื่อสาร 3270 ซึ่งบอร์ดสื่อสาร 3270 จะนำข้อมูลภาพแรกของเครื่องเมนเฟรมมา (โดยทั่วไปจะเป็นเครื่องหมายของแต่ละองค์กร) และจะส่งให้โปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัลซึ่งจะนำมาปรับปรุงเก็บไว้ในหน่วยนำเสนออีกที (ข้อมูลที่มาจากเครื่องเมนเฟรมอาจไม่ได้มาทีละทั้งจอภาพ โปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัลจะเป็นตัวนำมาต่อกัน) และส่งสัญญาณให้ส่วนของโปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัลรู้ว่าได้รับข้อมูลจากเครื่องเมนเฟรมแล้ว

4. ส่วนของโปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล ก็จะใช้คำสั่งคัดลอกข้อมูลในหน่วยนำเสนอ ผ่านทางโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล นำไปแปลงรหัสตกแต่งตามลักษณะประจำและนำแสดงผลทางจอภาพ และรอรับคำสั่งของผู้ใช้จากแป้นพิมพ์

5. เมื่อผู้ใช้พิมพ์ข้อความเข้ามาทางแป้นพิมพ์ ส่วนของโปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล ก็จะนำข้อความนั้นไปปรับปรุงในหน่วยนำเสนอ และสะท้อนตัวอักษรกลับมาทางจอภาพ ตามลักษณะประจำของตำแหน่งตัวอักษรนั้นบนจอภาพ

ในกรณีที่ผู้ใช้กดแป้นพิมพ์ ซึ่งได้กำหนดตรงกับแป้นเรียกความสนใจจากเครื่องเมนเฟรม (Host Attention Keys) หรือแป้นเอ็นเทอร์ (Enter) หรือแป้นกำหนดหน้าที่ (Function Keys) ส่วนของโปรแกรมซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล จะใช้คำสั่งส่งสัญญาณเคาะแป้น (Send key stroke command) ซึ่งมีผลให้โปรแกรมประมวลผลการเลียนแบบเทอร์มินัล คัดลอกข้อมูลในหน่วยนำเสนอ ส่งไปยังเครื่องเมนเฟรมผ่านทางบอร์ดสื่อสาร 3270 พร้อมกับส่งสัญญาณรอและยับยั้งข้อมูลเข้า (Input Inhibit) ไปยังส่วนของโปรแกรม ซึ่งจัดข้อมูลให้ตรงกับ 3278 เทอร์มินัล ซึ่งก็จะไปแสดงผลเป็นรูป

นาฬิกา หรืออักษร X บนแถวข้อมูลแสดงสถานะ (โดยทั่วไปจะเป็นแถวที่ 25 ของจอภาพ) ซึ่งจะรอจนกว่า เครื่องเมนเฟรมส่งข้อมูลมา และโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัลส่งสัญญาณว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลต่อไป

เป็นการจบ 1 รอบของการโต้ตอบระหว่างเครื่องเมนเฟรม และ ผู้ใช้ โดยชุดโปรแกรมเลียนแบบการทำงานของเทอร์มินัล 3278

ในขณะโปรแกรมส่วนต่างๆ ทำงานอยู่ บอร์ดสื่อสารจะตรวจสอบสถานะของเครื่องเมนเฟรม คำสั่งด่วนจากเครื่องเมนเฟรม และสถานะของสายสัญญาณตลอดเวลา ถ้าเกิดปัญหาซึ่งไม่สามารถแก้ไขได้ เช่นการสื่อสารขัดข้อง ก็จะส่งสัญญาณบอกโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัลอีกที เพื่อให้ทราบถึงการขาดการติดต่อจากเครื่องเมนเฟรม

<u>โปรแกรมเชื่อมประสานอุปกรณ์ 3270</u>

1. ความหมาย

โปรแกรมเชื่อมประสานอุปกรณ์ 3270 คือการพัฒนาโปรแกรมใช้งานบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะเป็น ไมโครคอมพิวเตอร์ มินิคอมพิวเตอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับส่วนของโปรแกรม ซึ่งทำหน้าที่เลียนแบบการทำงานของอุปกรณ์ 3270 ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ จะทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน ทำให้สามารถทำงานต่างๆ ที่คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นสามารถทำได้ และนอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมประสานเครื่องเมนเฟรม เพื่อเรียกใช้ข้อมูลจากเครื่องเมนเฟรมเสมือนกับเป็นเทอร์มินัล 3278 ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ หรือ โปรแกรมอรรถประโยชน์ บนเครื่องเมนเฟรมได้เช่นกัน (Yochelson,1989)

2. ประวัติของโปรแกรมเชื่อมประสานอุปกรณ์ 3270

โปรแกรมเชื่อมประสานอุปกรณ์ 3270 เริ่มต้นมาจากโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล 3278 ซึ่งก่อนหน้านี้จะเป็นชุดคำสั่งถาวร (Firmware) ที่ใช้งานเฉพาะด้านในเทอร์มินัล เมื่อมาถึงยุคของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น ชุดคำสั่งถาวรเหล่านี้ ก็ได้ถูกพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ และได้มีการจัดทำบอร์ดสื่อสาร 3270 ซึ่งจะทำงานร่วมกับโปรแกรมเลียนแบบการทำงานของเทอร์มินัล

ในขั้นแรกโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัลบนไมโครคอมพิวเตอร์ จะทำหน้าที่เพียงเป็นอุปกรณ์แสดงผล 3278 โปรแกรมเลียนแบบแป้นพิมพ์ และบางส่วนจะเลียนแบบเครื่องพิมพ์ 3287 แผ่นวงจรสื่อสารโดยทั่วไปจะต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์โดยสายโคแอกเชียล ไปยังเครื่องควบคุมเทอร์มินัลแบบ 3274 โดยผู้ใช้งานไม่สามารถเขียนโปรแกรม เพื่อใช้งานมันได้เลยนอกจากแป้นหลีก (Escape key) ซึ่งผู้ใช้สามารถกด เพื่อออกมายังระบบปฏิบัติการดอส

โปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล 3278 ได้ถูกพัฒนาสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ และระบบปฏิบัติการหลายประเภท จึงต้องสามารถแปลงแป้นพิมพ์ และพื้นฐานการแสดงผลของระบบปฏิบัติการแต่ละประเภท ให้มีรูปแบบตามลักษณะของแป้นพิมพ์ และหน่วยแสดงผลของเทอร์มินัล 3278 ผู้พัฒนาโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล จึงได้จัดโครงสร้างของซอฟต์แวร์ของตนให้เป็นองค์ประกอบ ซึ่งแยกส่วนที่ทำงานเป็นเทอร์มินัล ออกจากหน้าที่ของส่วนสื่อสารกับเครื่องเมนเฟรม ซึ่งรวมกันเป็นแนวความคิดของหน่วยนำเสนอ (Presentation Space) และพื้นที่ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเก็บข้อมูลที่จะใช้เพื่อนำเสนอภาคแสดงผลแบบ 3278

เนื่องจากชุดหน้าที่ของอุปกรณ์ 3270 ถูกกำหนดไว้ตายตัว ผู้ผลิตโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล จึงได้รวมหน้าที่เหล่านี้ไว้เป็นโปรแกรมย่อย เพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายในการที่จะพัฒนาส่วนของโปรแกรมเพิ่มเติม สำหรับการวางผังเทอร์มินัลแต่ละประเภท ซึ่งโปรแกรมย่อยเหล่านี้ จะเข้าใช้และจัดการทำงานกับหน่วยนำเสนอ และกระทำหน้าที่ต่างๆ ของ 3270 โปรแกรมย่อยเหล่านี้ เมื่อได้ถูกพัฒนาเพิ่มเติมเล็กน้อยเพื่อให้มีรูปแบบมาตรฐาน ก็ได้เกิดเป็นโปรแกรมเชื่อมประสานอุปกรณ์ 3270 ขึ้น ซึ่งนักพัฒนาโปรแกรม สามารถนำแนวทางของการพัฒนาโปรแกรมเชื่อมประสานอุปกรณ์ 3270 มาพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานได้ซับซ้อนกว่าที่จะเป็นเทอร์มินัลธรรมดา โดยเพิ่มหน้าที่ในการกลั่นกรอง จัดการกับข้อมูลที่นำเข้ายังเทอร์มินัล หรือเพิ่มข่าวสารเข้าไปในหน่วยแสดงผล ของเทอร์มินัลบนไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น และประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องเมนเฟรม ปรับแต่งรูปแบบการนำเสนอข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ให้สวยงามและมีความหมาย ที่ผู้ใช้จะเข้าใจได้มากกว่าการแสดงผลของเทอร์มินัล 3278 ได้

การพัฒนาโปรแกรมเพื่อเรียกใช้ 3270 เอพีไอ ในช่วงแรกๆ ผู้พัฒนายังมีความจำเป็นต้องใช้ภาษาแอสเซมบลี ซึ่งพัฒนาได้ลำบาก และการนำไปใช้กับเครื่องประเภทอื่นไม่ได้

ในปี 1986 บริษัทไอบีเอ็ม ได้กำหนดลักษณะของการพัฒนาโปรแกรมเชื่อมประสาน

อุปกรณ์ 3270 สำหรับภาษาระดับสูง หรือฮะลาปี (HLLAPI High Level Language Application Programming Interface) ที่ได้วางแนวทางฟังก์ชั่นสำหรับตัวแปลภาษาเพื่อใช้ติดต่อกับโปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล ซึ่งได้ถูกใช้เป็นมาตรฐานต่อมาในปัจจุบัน (Yochelson,1989)

บอร์ดสื่อสาร 3270 เออร์มา

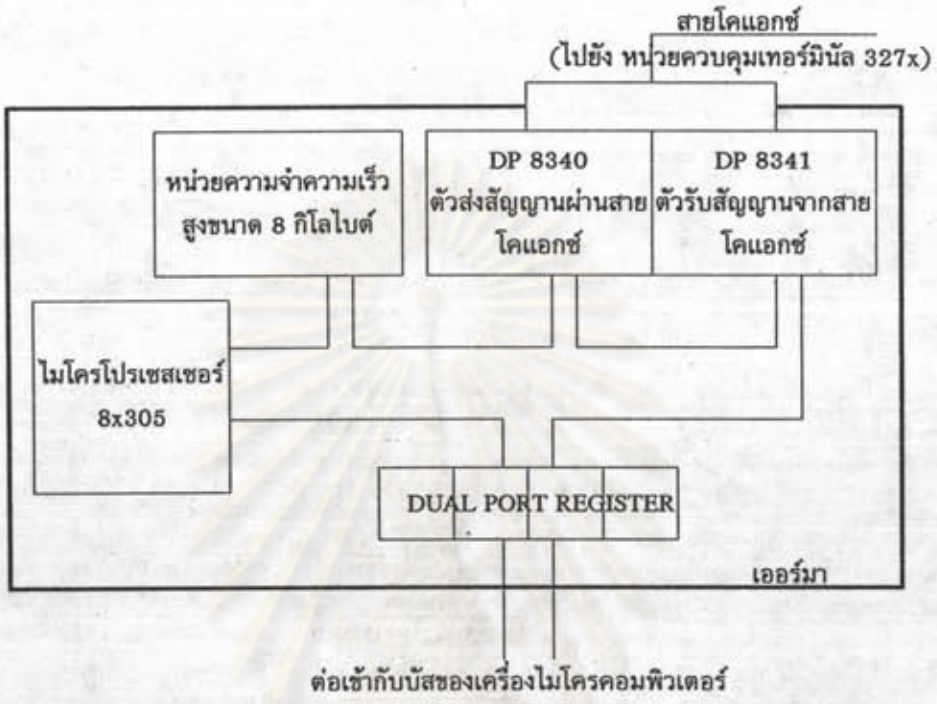
ดิจิตัล คอมมิวนิเคชันส์ แอสโซซิเอทส์ อิงค์ หรือดีซีเอ (Digital Communications Associates, Inc. หรือ DCA) เป็นบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์สื่อสารบริษัทหนึ่ง ซึ่งได้ผลิตบอร์ดสื่อสาร 3270 และได้มีการใช้งานอย่างกว้างขวางทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย มีชื่อเรียกว่า เออร์มา (Digital Communications Associates,Inc [DCA],1986)

เออร์มา เป็นบอร์ดพิมพ์วงจร ซึ่งใช้ติดตั้งเข้ากับช่องขยายระบบ บนแผงวงจรหลักของไมโครคอมพิวเตอร์ และจะมีหัวต่อบีเอ็นซี (BNC) ด้านหลัง เพื่อต่อเข้ากับสายโคแอกเชียลไปยังหน่วยควบคุมเทอร์มินัล 3274 ของเครื่องเมนเฟรม

เออร์มา จะทำตัวเองเสมือนกับเป็นอุปกรณ์เทอร์มินัล 3278 และอนุญาตให้โปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานได้ เช่น สามารถคัดลอกข้อความและลักษณะประจำบนจอ 3278 หรือ สามารถส่งข้อความ เป็นต้น

1. การทำงานของเออร์มา

เออร์มาทำงานในภาวะอิสระ โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์บนบอร์ด เพื่อรองรับการทำงานตามพิธีการ 3270 เมื่อมีการจ่ายไฟฟ้าให้ เออร์มาก็จะตอบสนองคำสั่งที่มาจากหน่วยตัวควบคุมเทอร์มินัล เสมือนกับว่าเป็นเทอร์มินัล 3278 ที่ต่ออยู่กับสายโคแอกเชียล ที่พักข้อมูลจอภาพของเออร์มา จะถูกเรียกใช้ โดยระบบของไมโครคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับเป็นอุปกรณ์นำข้อมูลเข้าหรือแสดงผล (I/O Device) โดยตำแหน่งอุปกรณ์เหล่านี้จะมีค่าตั้งแต่ 220H จนถึง 227H (ในเลขฐานสิบหก)



ภาพที่ 2.2 ผังแสดงองค์ประกอบหลักของเออร์มา

เออร์มา จะใช้ตำแหน่งของอุปกรณ์ตั้งแต่ 220H จนถึง 227H จำนวน 8 ไบต์ ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และบอร์ด เออร์มา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะได้แก่คำสั่ง, ตัวแปล และสถานะต่างๆ ซึ่งเออร์มาจะใช้เป็นข้อตกลงในการสื่อสารกับโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2. องค์ประกอบหลักของเออร์มา

องค์ประกอบหลักของเออร์มา ได้แสดงในภาพที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1. ไมโครโปรเซสเซอร์ 8X305 มีหน้าที่ในการจัดการตามพิธีการ 3270

2.2. ไมโครโปรเซสเซอร์ DP8340 และ DP8341 มีหน้าที่รับและส่งสัญญาณผ่านทางสายโคแอกเชียล

2.3. หน่วยความจำความเร็วสูงขนาด 8 กิโลไบต์ ใช้เก็บตัวอักษรบนจอภาพ

019670

3278 และ ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ อย่างละ 3 กิโลไบต์ และใช้สำหรับเก็บข้อมูลในการประมวลผลของ 8X305 อีก 2 กิโลไบต์

2.4. ชุดรีจิสเตอร์สองทาง (Dual Port Register) ขนาด 4 ไบต์ ถูกใช้ร่วมกันโดย 8X305 และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยรีจิสเตอร์เหล่านี้จะถูกใช้เพื่อการสื่อสารระหว่าง เออร์มา และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่จะถูกส่งไปมาจะถูกเขียนลงอุปกรณ์ไอโอในตำแหน่ง 220H ถึง 223H และตัวบ่งชี้ที่ใช้แสดงว่ามีการเรียกใช้คำสั่งจะถูกตั้งค่า โดยอยู่ในตำแหน่ง 226H เมื่อเออร์มา หรือไมโครคอมพิวเตอร์ที่เป็นผู้รับอ่านรีจิสเตอร์นั้นแล้ว ตัวบ่งชี้นี้ก็จะถูกลบค่า ดังนั้น ไมโครโพรเซสเซอร์บนเออร์มา และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละตัว จะทดสอบสถานะของตัวบ่งชี้ (Flag) นี้ เพื่อพิจารณาว่า จะเริ่มส่งข้อมูลได้หรือไม่ และ เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลได้ถูกส่งไปเรียบร้อยหรือยัง

3. คำสั่งต่างๆ ที่โปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถเรียกใช้ได้ มีดังนี้

รหัสคำสั่ง	ความหมาย
0	อ่านข้อมูลจากที่พักข้อมูลของเออร์มา
1	เขียนข้อมูลลงในที่พักข้อมูลของเออร์มา
2	อ่านสถานะ และตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor)
3	ลบบิตในสถานะหลัก
4	ส่งรหัสเคาะแป้น
5	ส่งตำแหน่งตัวเลือกปากกาแสง (Light Pen)
6	ประมวลผลการตั้งค่าเริ่มต้นทำงานใหม่
7	บรรจุข้อมูลตัวกระตุ้น และทำเครื่องหมาย
8	บรรจุตำแหน่งของตัวกระตุ้น (Trigger)
9	บรรจุเครื่องหมายเตือนให้ตรวจสอบ
10	ตั้งค่า (Set) ประเภทเทอร์มินัล
11	ตั้งค่าให้เออร์มาช่วยการทำงานของเออร์มาไลน์ (เออร์มาไลน์ คืออุปกรณ์ประเภทหนึ่งของดีซีเอ ซึ่งช่วยให้เออร์มา ทำงานแบบระยะไกลได้ โดยผ่านโมเด็ม)

12	อ่านข้อมูลข่าวสารของเทอร์มินัล
13	ไม่มีการปฏิบัติงานใดๆ
14	ให้ค่ารหัสที่จำเป็นของเออร์มา
15	สำรองไว้ ห้ามใช้

การใช้งานคำสั่ง จะมีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก. หัวข้อ "รายละเอียดของคำสั่งเพื่อเรียกใช้งานเออร์มา"

4. ข้อพิจารณาของการเขียนโปรแกรม

โปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถเรียกใช้เออร์มา เหมือนกับเป็นอุปกรณ์ไอโอซึ่งอยู่ตำแหน่งตั้งแต่ 220H จนถึง 227H ซึ่งแต่ละตำแหน่งมีความหมายดังนี้

ไบต์ที่ 0 ใช้เพื่อผ่านคำสั่งซึ่งมีรหัสตั้งแต่ 0 ถึง 16 จากไมโครคอมพิวเตอร์ ไปเออร์มา และรับสถานะการทำงานหลักของคำสั่งนั้น

ไบต์ที่ 1 ถึง 3 ใช้เพื่อผ่านข้อมูลของคำสั่ง และรับผลรับของการประมวลผลคำสั่ง

ไบต์ที่ 4 และ 5 ไม่ได้ถูกใช้

ไบต์ที่ 6 ใช้เพื่อบอกเออร์มาให้รู้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง

ไบต์ที่ 7 ใช้เพื่อรับการเตือนให้ตรวจสอบจากเออร์มา

เมื่อโปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีการใช้คำสั่ง เพื่อส่งคำสั่งไปยังเครื่องเมนเฟรม เทอร์มินัลจะอยู่ในสถานะของการรอจนกว่าคำสั่งจะถูกประมวลผลเสร็จ และถูกส่งกลับมายังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในช่วงการรอนี้ เออร์มาจะใส่ตัวอักษรเอ็กซ์ (X) บนบรรทัดแสดงสถานะ ที่ตำแหน่งแถว 0 สดมภ์ที่ 8 ของที่พักข้อมูลจอภาพและ "X" นี้จะยังคงค้างอยู่ จนกระทั่งคำสั่งถูกประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ ในบางครั้งระบบต้องเขียนค่าในตำแหน่ง "X" ซ้ำๆ เป็นจำนวนหลายครั้ง ก่อนที่คำสั่งจะเสร็จสมบูรณ์ ในช่วงเวลานี้ "X" จะกระพริบ และจะปรากฏขึ้นมาอีกในเวลาที่ถูกลบ แม้ว่าระบบยังประมวลผลคำสั่งไม่เสร็จก็ตาม

ถ้าเราส่งคำสั่งผ่านทางโปรแกรม แทนที่จะผ่านโดยตรงทางแป้นพิมพ์ โปรแกรมจะต้องรวมกระบวนการตรวจสอบ "X" เหล่านี้ไว้ด้วย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นค่าตัวนับ 1/1000 วินาที

ขั้นตอนที่ 2 ลบบิตซึ่งแสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่พักข้อมูลในสถานะหลัก

ขั้นตอนที่ 3 ถ้าบิตซึ่งแสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่พักข้อมูลถูกตั้งค่า ตรวจสอบว่ามีการยกเลิกคำสั่งจากผู้ใช้หรือไม่ และกลับไปทำขั้นที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 ถ้า "X" ถูกแสดง ให้เริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 1 ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบว่ามีการยกเลิกคำสั่งจากผู้ใช้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 6 ลดค่าตัวนับและไปทำขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 1 ระบุว่า ค่าตัวนับจะถูกตั้ง ซึ่งมีผลให้การวนช้านั้น มีคาบเวลาเกิดขึ้นเป็นเวลา 1/1000 วินาที ซึ่งที่จริงแล้วจะไม่มีค่าที่แน่นอนกำหนดไว้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการประมวลผลการวนซ้ำ ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่จะใช้ ตัวแปลภาษา ความเร็วในการประมวลผลของแต่ละเครื่อง และ เวลา ยังมีผลกระทบกับการรวมส่วนของการตรวจสอบการยกเลิกคำสั่งจากผู้ใช้เข้าด้วย

5. ความหมายต่างๆ ของบิตแสดงสถานะ

ในขณะใดๆ ที่ใช้คำสั่งเพื่อให้เออร์มาประมวลผล จะได้บิตแสดงสถานะหลักกลับมาในไบต์ที่ 0 (ตำแหน่ง 220H) ซึ่งแต่ละบิตเมื่อถูกตั้งค่าให้ จะมีความหมายดังนี้

บิตที่ 7 มีการเปลี่ยนแปลงสถานะรอง

บิตที่ 6 มีการกระตุ้นเกิดขึ้น (ดูในคำสั่งที่ 7)

บิตที่ 5 เนื้อที่พักรหัสกวาดตรวจว่าง (ดูคำสั่งที่ 4)

บิตที่ 4 มีการผิดพลาดที่ร้ายแรงทางฮาร์ดแวร์ของเออร์มา

บิตที่ 3 ถูกตั้งค่าใหม่จากหน่วยควบคุมเทอร์มินัล

บิตที่ 2 มีคำสั่งการขัดจังหวะ เกิดขึ้น

บิตที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงที่พักข้อมูลจอภาพในเออร์มา

บิตที่ 0 ตำแหน่งของตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) ถูกตั้งค่า หรือมีการค้นกลับ

ในกรณีที่ใช้คำสั่งรหัส 2 จะได้ค่าสถานะรองกลับมาในไบต์ที่ 3 (ตำแหน่ง 223H) ซึ่งแต่ละบิตเมื่อถูกตั้งค่า จะมีความหมายดังนี้

บิตที่ 7 ไม่ได้ใช้

บิตที่ 6 ได้รับคำสั่งเรียกจากหน่วยควบคุมเทอร์มินัล

บิตที่ 5 สัญญาณให้ส่งเสียง

บิตที่ 4 การแสดงผลถูกสกัดกั้น

บิตที่ 3 เคอร์เซอร์ถูกสกัดกั้น

บิตที่ 2 แสดงเคอร์เซอร์แบบกลับสี

บิตที่ 1 แสดงเคอร์เซอร์แบบกระพริบ

บิตที่ 0 ให้มีการส่งเสียงเมื่อพิมพ์แป้นพิมพ์

ค่าในบิตที่ 0 ถึง 5 จะเป็นไปตามพิธีการ 3270

6. ตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง และ การเตือนให้ตรวจสอบ

(Command Request และ Attention Request Flags)

เครื่องหมายสองตัวซึ่งไมโครโพรเซสเซอร์ 8x305 และ 80x86 (บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์) ใช้ในการจับมือ (Handshaking) กันทำงานได้แก่ ตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง และตัวบ่งชี้ว่า มีการเตือนให้ตรวจสอบโดย 80x86 จะตั้งค่าตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง เพื่อระบุว่าคำสั่ง ใหม่ได้ถูกนำมาใส่ในเนื้อที่ 220H ถึง 223H แล้ว 8x305 ก็จะอ่านไปเพื่อประมวลผล และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเออร์มา 8x305 จะตั้งค่าตัวบ่งชี้ว่ามีการเตือนให้ตรวจสอบ

คำสั่งในการอ่านตัวบ่งชี้สถานะก็คือไอโออ่าน (I/O Read ใช้ฟังก์ชัน inp() ของภาษา ซี) ที่ตำแหน่ง 227H ซึ่งจะได้ค่าตัวบ่งชี้ขนาด 8 บิตซึ่งจะมีค่าดังนี้

บิตที่ 7 ตัวบ่งชี้ว่ามีการเตือนให้ตรวจสอบถูกตั้งค่าโดย 8x305 และลบโดยโปรแกรม

บิตที่ 6 ตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง ถูกตั้งค่าให้โดยโปรแกรม เพื่อระบุว่ามีคำสั่งใหม่ และถูกลบโดย 8x305

บิตที่ 5-0 ไม่ได้ใช้

ในการตั้งค่าตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง โปรแกรมของผู้ใช้จะประมวลผล คำสั่งไอโอเขียน (I/O Write ใช้ฟังก์ชัน outp() ในภาษาซี) ไปยังตำแหน่ง 226H ซึ่งจะมีผลให้บิตที่ 6 ของ 227H ถูกตั้งค่า และในการลบตัวบ่งชี้ว่ามีการเตือนให้ตรวจสอบ โปรแกรมจะประมวลผลคำสั่ง ไอโอเขียน ในตำแหน่ง 227H โดยในทั้งสองกรณีข้อมูลที่ถูกเขียนจะเป็นอะไรก็ได้

การเรียกใช้ตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง และการเตือนให้ตรวจสอบสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 2.1

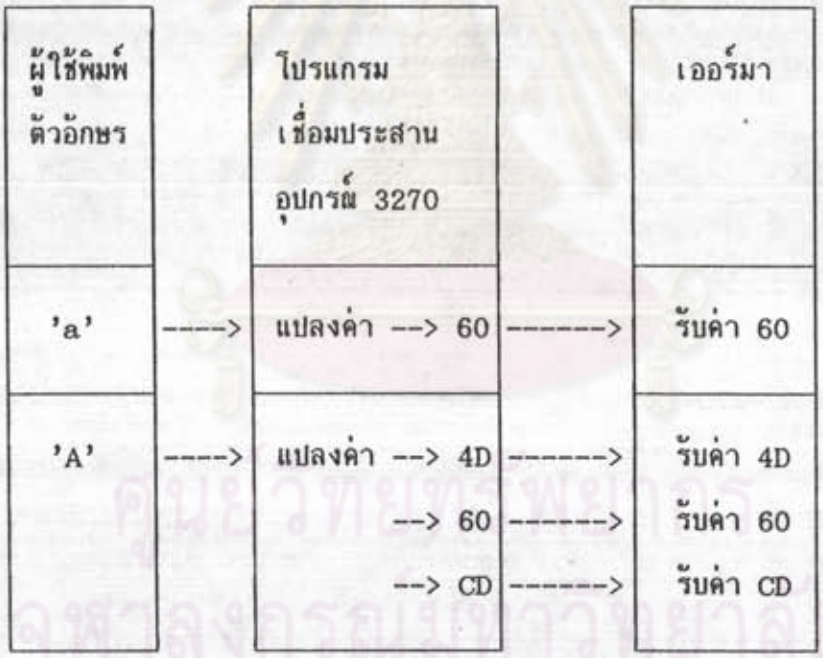
รหัสอุปกรณ์	คำสั่ง	ใช้เพื่อ
226H	ไอโอ เขียน	ตั้งค่าตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง
227H	ไอโอ เขียน	ลบค่าตัวบ่งชี้ว่ามีการเตือนให้ตรวจสอบ
227H	ไอโอ อ่าน	อ่านค่าตัวบ่งชี้ในขณะใดๆ

ตารางที่ 2.1 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ และการเรียกใช้ ของตัวบ่งชี้ว่ามีการเรียกใช้คำสั่ง และการเตือนให้ตรวจสอบ

7. รหัสกวาดตรวจแป้น 3270 (3270 Key Scan Code)

ในการปฏิบัติการทั่วไปของเทอร์มินัล 3270 แต่ละสัญญาณเคาะแป้น จะถูกส่งไปในรูปแบบของรหัสกวาดตรวจแป้นแบบพิเศษ ไปยังหน่วยควบคุมเทอร์มินัล ซึ่งหน่วยควบคุม ก็จะตอบสนองโดยการปรับปรุงจอภาพ (หรือที่พักจอภาพ) เพื่อสะท้อนสัญญาณเคาะแป้นใหม่นี้ สัญญาณเคาะแป้น จะถูกส่งไปยังหน่วยควบคุมเทอร์มินัล ผ่านทางคำสั่งส่งสัญญาณเคาะแป้นในรูปแบบรหัสกวาดตรวจซึ่งตัวอักษรบางตัว จะถูกสร้างขึ้น จากชุดของรหัสกวาดตรวจ เช่น รหัสยกแคร่ รหัสตัวอักษร และรหัสวางแคร่ เป็นต้น ดังจะสามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 2.3

ตัวอักษร	รหัสแอสกี (ฐาน 16)	รหัสกวาดตรวจแป้น 3270 (ฐาน 16)
รหัสยกแคร่พิมพ์	-	4D
รหัสวางแคร่พิมพ์	-	CD
a	61	60
A	41	4D,60,CD
		(ยกแคร่พิมพ์ พิมพ์ตัวอักษร 'a' และวางแคร่พิมพ์)



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการแปลงค่าตัวอักษรเพื่อส่งให้เออร์มา

รหัสกวาดตรวจแป้น เป็นค่าเฉพาะของระบบ 3270 ซึ่งไม่ใช่รหัสแอสกี หรือ เอบซีดิก ตารางแสดงรหัสกวาดตรวจแป้น พิจารณาได้จากภาคผนวก ข.

8. ที่พักจอภาพของเออร์มา (IRMA Screen Buffer)

โปรแกรมของผู้ใช้ สามารถอ่านข้อมูลจากที่พักจอภาพในเออร์มา โดยใช้คำสั่งอ่านข้อมูล โดยโปรแกรมจะต้องกำหนดตำแหน่งในที่พักจอภาพ โดยที่พักจอภาพนี้ จะเก็บค่าตัวอักษรจำนวนมาก ซึ่งตามปกติจะถูกนำขึ้นแสดงบนจอภาพของเทอร์มินัลแต่ละประเภท โดยบรรทัดแรกของจอภาพจะอยู่ในตำแหน่ง 50H และบรรทัดแสดงสถานะของเทอร์มินัล จะอยู่ที่ในตำแหน่งที่ 0H ถึง 4FH ตัวอักษรต่างๆ ที่ถูกอ่านจากที่พักจอภาพ หรือถูกเขียนลงในที่พักจอภาพ จะต้องถูกแปลงเพื่อเป็นรหัสแอสกี หรือรหัสกวาดตรวจ 3270 โดยใช้ตารางที่ 2.2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	nul	sp	0	&	à	ä	À	Ä	a	q	A	Q		P		
1	em	=	1	-	è	ë	È	Ë	b	r	B	R		S		
2	ff	'	2	.	ì	ï	Ì	Ï	c	s	C	S				Z
3	nl	"	3	,	ò	ö	Ò	Ö	d	t	D	T				
4	stp	/	4	:	ù	ü	Ù	Ü	e	u	E	U				
5	cr	\	5	+	ã	â	Ã	Â	f	v	F	V				
6		¸	6	¬	õ	ê	Õ	Ê	g	w	G	W				X
7		¦	7	-	ÿ	î	Y	Î	h	x	H	X				
8	>	?	8	°	à	ô	A	Ô	i	y	I	Y				
9	<	!	9		è	û	E	Û	j	z	J	Z				
A	[	Ş	ß	^	é	á	E	Á	k	æ	K	Æ				
B	]	ç	ϕ	~	ì	é	I	É	l	ø	L	Ø				
C	)	£	#	¨	ò	í	O	Í	m	å	M	Å				
D	(	¥	@	`	ù	ó	U	Ó	n	ç	N	Ç				
E	}	Pts	%	´	ü	ú	Y	Ú	o	¯	O	;				
F	{	¤	_	↖	ş	ñ	C	Ñ	p	¯	P	*		■		

ตารางที่ 2.2 ตารางแปลงตัวอักษรในที่พักจอภาพของเออร์มา เป็นรหัสแอสกี

9. ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ และตัวอักษรขยายลักษณะประจำของที่พักข้อมูล (Attribute and Extended Attribute Buffer)

ข้อมูลที่อยู่ในที่พักข้อมูลจอภาพของเออร์มา จะประกอบด้วยส่วนขยายลักษณะประจำข้อมูล และส่วนข้อมูลตัวอักษรอยู่คู่กันไป โดยส่วนข้อมูลตัวอักษรจะประกอบไปด้วยตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ และตัวอักษรข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ (Attribute Character) คือ ตัวอักษรที่ใช้กำหนดประเภทของข้อมูลที่ถูกนำเข้าในแต่ละเขตข้อมูล โดยตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ จะส่งสัญญาณไปยังหน่วยควบคุม และแสดงลักษณะประจำของข้อมูลทั้งหมด ที่อยู่ระหว่างตัวอักษรนั้น และตัวที่ถัดไป (ซึ่งระบุจุดเริ่มต้นของเขตข้อมูลต่อมา) ซึ่งจะถูกพิจารณาว่าเป็นส่วนของเขตข้อมูล

โดยทั่วไป ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ จะถูกแสดงผลในรูปของตัวอักษรว่าง (Blank Character) และถ้า ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำนั้น กำหนดเขตข้อมูลว่าเป็นทั้งเขตข้อมูลที่ถูกป้องกันการเขียน และเป็นตัวเลข จะทำให้ตัวชี้ตำแหน่งข้ามตำแหน่งของเขตข้อมูลนี้ไปโดยอัตโนมัติ (Auto Skip)

ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำกำหนดลักษณะประจำของเขตข้อมูลดังนี้

- จุดเริ่มต้นของเขตข้อมูล
- เป็นเขตข้อมูลซึ่งถูกอารักขา (แก้ไขได้) หรือไม่ถูกอารักขา (แก้ไขไม่ได้)
- เขตข้อมูลนี้สามารถรับข้อมูลซึ่งเป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือทั้งสองแบบ (ในกรณีที่เป็นเขตข้อมูลซึ่งไม่ถูกอารักขา)
- เขตข้อมูลนั้นสามารถแสดงผล, ไม่แสดงผล, หรือแสดงผลในแบบเข้ม
- เขตข้อมูลนั้นสามารถตรวจพบโดยปากกาแสงหรือไม่
- จุดหยุดของแป้นตั้งระยะ จะตรงกับตัวอักษรแรกของเขตข้อมูลที่ไม่ถูกอารักขา (ข้ามไปโดยอัตโนมัติ) หรือไม่
- เป็นเครื่องหมายบอกว่าข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลง ถ้าเขตข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลง บิต 0 ของตัวอักษรแสดงลักษณะประจำจะถูกตั้งค่าเป็น 1 โดยหน่วยควบคุมเทอร์มินัล

ตัวอักษรขยายลักษณะประจำของที่พักข้อมูล หรือ อีเอบี (Extended Attribute Buffer หรือ EAB) จะใช้กำหนดลักษณะประจำของเขตข้อมูลดังนี้

- แบบของตัวอักษร (ปกติ กระพริบ กลับแสง หรือขีดเส้นใต้)
- สีของตัวอักษร
- ชุดของตัวอักษร

เออร์มา สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมระบบข้อมูลสารสนเทศ สำหรับอุปกรณ์ 3270 ทั้งหมด ซึ่งได้แก่ลักษณะประจำของตัวอักษร การทำงานของแป้นพิมพ์อักขระ เช่นแป้นล้าง (Clear Key) แป้นป้อนเข้า (Enter Key) ซึ่งให้ความหมายเช่นเดียวกับ เทอร์มินัล 3278/79

ในขณะที่โปรแกรมเลียนแบบเทอร์มินัล 3278 จัดการกับการแปลงรหัสกวาดตรวจไมโครโปรเซสเซอร์ 8x305 ของเออร์มาก็จะจัดการกับพิธีการ 3270 ของหน่วยควบคุมเทอร์มินัล การส่งผ่านข้อมูล การจับมือ (Handshaking) และบำรุงรักษาข้อมูลในที่พักข้อมูลจอภาพ ตัว 8x305 จะทำตัวเสมือนเป็นผู้คุมงาน กำหนดข้อมูลที่จะเข้ามาและจัดสรรตำแหน่ง และหน้าที่ที่เหมาะสม ต่อมา 8x305 ก็จะส่งข้อมูลที่ถูกจัดลำดับแล้วนั้น ไปยังหน่วยควบคุมเทอร์มินัล และเมื่อได้รับค่ากลับมา ก็จะส่งคำตอบเหล่านั้นไปยังแหล่งที่เหมาะสมอีกที

การตีความข้อมูลที่เหมาะสมจากที่พักข้อมูลจอภาพ จำเป็นที่จะต้องเข้าใจ ไบต์แสดงลักษณะประจำเขตข้อมูล (ชุดของตัวอักษรจากตารางแปลงค่า 4 สตมภ์สุดท้าย รหัส C0 ถึง FF) ซึ่งโดยปกติแล้ว จะเป็นตัวอักษรนำหน้าและตามหลัง ในแต่ละเขตข้อมูลบนจอภาพ โดยไบต์นี้ จะนำหน้าเขตข้อมูลซึ่งมันกำหนดลักษณะประจำ ว่าจะจัดการเขตข้อมูลนี้อย่างไร ซึ่งแต่ละบิตข้อมูลของตัวอักษรแสดงลักษณะประจำได้ถูกกำหนดไว้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลขบิต	7 6 5 4 3 2 1 0
ตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ	1 1 2 3 4 4 5 6

1,1 = ระบุว่าเป็นตัวอักษรแสดงลักษณะประจำ

2 = มีค่าเป็น 0 แสดงว่าเป็นเขตข้อมูลซึ่งแก้ไข หรือเขียนทับได้

มีค่าเป็น 1 แสดงว่าเป็นเขตข้อมูลซึ่งแก้ไข หรือเขียนทับไม่ได้

3 = มีค่าเป็น 0 แสดงว่าเป็นตัวอักษรเลข

มีค่าเป็น 1 แสดงว่าเป็นตัวเลข

4,4 = มีค่าเป็น 00 แสดงผลปกติ ตรวจสอบโดยปากกาแสงไม่พบ

มีค่าเป็น 01 แสดงผลปกติ ตรวจสอบพบโดยปากกาแสง

มีค่าเป็น 10 แสดงผลสว่าง ตรวจสอบพบโดยปากกาแสง

มีค่าเป็น 11 ไม่แสดงผล ตรวจสอบโดยปากกาแสงไม่พบ

5 = สำรองไว้ จะต้องเป็น 0 เท่านั้น

6 = แสดงสถานะการแก้ไขเขตข้อมูล

มีค่าเป็น 0 เขตข้อมูลยังไม่ได้ถูกแก้ไข

มีค่าเป็น 1 เขตข้อมูลได้ถูกแก้ไข

ส่วนขยายลักษณะประจำของที่พักข้อมูล ถูกแบ่งออกเป็น ส่วนย่อย 2 ประเภท คือ ขยายลักษณะประจำเขตข้อมูล หรืออีเอฟเอ (Extended Field Attribute หรือ EFA) และ ขยายลักษณะประจำตัวอักษร หรือ อีซีเอ (Extended Character Attribute หรือ ECA) อีเอฟเอ กำหนดลักษณะประจำเขตข้อมูล ในขณะที่ อีซีเอ กำหนดแต่ละตัวอักษร และอีซีเอ ขึ้นอยู่กับอีเอฟเอล่าสุด เมื่อ อีซีเอ มีค่าเป็น 0 ค่าลักษณะประจำที่กำหนดโดย อีเอฟเอค่าล่าสุด จะยังคงมีผลอยู่ ดังภาพ 2.3

ส่วนขยายลักษณะประจำตัวอักษร	อีเอฟเอ	อีซีเอ	อีซีเอ	อีซีเอ	อีซีเอ	อีเอฟเอ	อีซีเอ
	เขียว	0	0	น้ำเงิน	0	แดง	0
ส่วนตัวอักษร	ไม่ป้องกัน	ก	ข	ค	ง	ป้องกัน	จ

ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างของชุดข้อมูลส่วนขยายลักษณะประจำ และส่วนตัวอักษรในที่พักข้อมูลจอภาพของเออร์มา

ภาพที่ 2.4 แสดงเนื้อที่ส่วนหนึ่งภายในที่พักข้อมูลจอภาพของเออร์มา โดยตัวอักษร 'ก' 'ข' 'ค' 'ง' และ 'จ' อาจจะเป็นตัวอักษรอื่นก็ได้ ตามที่เครื่องเมนเฟรมจะส่งมา โดยช่วงของ อีเอฟเอตัวหนึ่ง จนก่อนถึงอีเอฟเออีกตัวหนึ่ง จะนับเป็นหนึ่งเขตข้อมูล ซึ่งมีความหมายดังนี้

ตัวอักษร 'ก' และ 'ข' ถูกกำหนดเป็นสีเขียว และอยู่ในเขตข้อมูลซึ่งไม่ป้องกันการเขียนทับ ตัวอักษร 'ค' ก็ยังคงอยู่ในเขตข้อมูลซึ่งไม่ป้องกันการเขียนทับเดียวกันแต่ได้ถูกกำหนดใหม่เป็นสีน้ำเงิน (กำหนดชั่วคราวเฉพาะตัวนี้เท่านั้น) ตัวอักษร 'จ' อยู่ในเขตข้อมูลซึ่งป้องกันการเขียนทับ และ ถูกกำหนดเป็นสีแดง ตัวอักษร 'ก' และ 'ข' มีค่าอีซีเอเป็น 0 และตัวอักษรขยายลักษณะประจำเป็นไปตามอีเอฟเอล่าสุด คือสีเขียว ตัวอักษร 'ง' ก็ยังคงมีค่าอีซีเอ เป็น 0 ลักษณะประจำของมันก็ยังขึ้นกับ อีเอฟเอ ล่าสุด ซึ่งมีสีเขียว ค่าอีซีเอ ที่ไม่เป็น 0 เป็นการกำหนดค่าลักษณะประจำชั่วคราว ไม่มีผลกับทั้งชุดของตัวอักษร

ตัวอักษรขยายลักษณะประจำของเขตข้อมูล แต่ละบิตมีความหมายดังนี้

หมายเลขบิต	7 6 5 4 3 2 1 0
ตัวอักษรขยายลักษณะประจำของเขตข้อมูล	1 1 2 2 2 3 3 3

บิตที่ 1,1 = 00 ภาวะปกติ
01 ตัวอักษรกระพริบ
10 ตัวอักษรแสดงกลับแสง
11 ตัวอักษรขีดเส้นใต้

บิตที่ 2,2,2 = 000 กำหนดเป็นสีพื้นฐานของจอภาพ
001 สีน้ำเงิน
010 สีแดง
011 สีม่วง
100 สีเขียว
101 สีชมพู
110 สีเหลือง
111 สีขาว

บิตที่ 3,3,3 = 000 กำหนดเป็นตัวอักษรพื้นฐาน
001 กำหนดเป็นตัวอักษรประเภท เอพีแอล
ค่าอื่น ไม่ได้ใช้สำหรับเออร์มา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอักษรขยายลักษณะประจำของตัวอักษร แต่ละบิตมีความหมายดังนี้

หมายเลขบิต	7 6 5 4 3 2 1 0
ตัวอักษรขยายลักษณะประจำของตัวอักษร	1 1 2 2 2 3 3 3

บิตที่ 1,1 = 00 ลักษณะประจำเป็นไปตามอีเอเอฟล่าสุด
01 ตัวอักษรกระพริบ
10 ตัวอักษรแสดงกลับแสง
11 ตัวอักษรขีดเส้นใต้

บิตที่ 2,2,2 = 000 กำหนดเป็นสีตามอีเอเอฟล่าสุด
001 สีน้ำเงิน
010 สีแดง
011 สีม่วง
100 สีเขียว
101 สีชมพู
110 สีเหลือง
111 สีขาว

บิตที่ 3,3,3 = 000 เป็นไปตามอีเอเอฟล่าสุด
001 กำหนดเป็นตัวอักษรประเภท เอฟีแอล
ค่าอื่น ไม่ได้ใช้สำหรับเออร์มา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย