หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
แนวทางการพัฒนาโปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ระบบดิจิตอล 256 พอร์ต

3.1 แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

การทำงานของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ค่อนข้างจะซับซ้อน เนื่องจากจะต้องมีการควบคุมอุปกรณ์สื่อสารที่ต่อพ่วงเข้ากับระบบ อุปกรณ์สื่อสารแต่ละตัวที่ต่อพ่วงอยู่นี้ ณ เวลาใด ๆ จะอยู่ในสถานะ (State) ที่แตกต่างกันแล้วแต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงสถานะของแต่ละอุปกรณ์จะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ (Event) ที่เกิดขึ้น ในเวลานั้น ๆ ยิ่งมีอุปกรณ์มากขึ้นเท่าไหร่ ก็จะยิ่งเพิ่มความซับซ้อนของการทำงานมากขึ้นเท่านั้น

การติดต่อสื่อสารที่เกิดขึ้นระหว่างอุปกรณ์สื่อสารตั้งแต่สองอุปกรณ์ขึ้นไป เช่น โทรศัพท์แต่ละคู่นั้น หน่วยควบคุมระบบจะต้องทำหน้าที่ตัดต่อ-ส่งสัญญาณต่าง ๆ เพื่อเป็นการสื่อความหมายกับผู้ใช้อุปกรณ์สื่อสารนั้น เพื่อบอกผู้ใช้ทราบว่าขั้นตอนการติดต่อสื่อสารดำเนินไปถึงขั้นตอนใดแล้ว ทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์สื่อสารนั้นสามารถทำตามขั้นตอนการติดต่อสื่อสารขั้นต่อไปได้อย่างถูกต้องที่กำหนดไว้ เช่น ในขั้นตอนการเริ่มยกหูจะต้องส่งสัญญาณการหมุน (Dial Tone) ไปให้เครื่องโทรศัพท์ที่เริ่มยกหู เพื่อเป็นการบอกแก่ผู้ใช้ว่า ให้เริ่มหมุนหมายเลขโทรศัพท์ได้แล้ว เป็นต้น

การพัฒนาโปรแกรมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ ๆ จะต้องมีการวางแผนการพัฒนาโปรแกรม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมขึ้น และจะทำให้งานพัฒนาโปรแกรมดำเนินไปอย่างเรียบร้อยและถูกต้อง การพัฒนาโปรแกรมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ตในงานวิจัยนี้ อาศัยหลักการของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ หรือ State Transition Diagram [3] เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม ในหน่วยควบคุมหลักที่เป็นส่วนโปรแกรมหลัก เพื่อจะทำให้ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถควบคุมการทำงานของหน่วยควบคุมหลัก และนอกจากนี้จะทำให้ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม (Debug) ว่ามีการทำงานถูกต้องตามขั้นตอนในการติดต่อสื่อสารถูกต้องตามที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

017511

3.2 ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ (State Transition Diagram)

การประยุกต์ใช้หลักการของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ ในการควบคุมระบบชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบ SPC พัฒนาขึ้นโดย NTT [3] และได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลการเรียกสาย (Call Processing) ในระบบชุมสายโทรศัพท์ D-10 ด้วย

ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะที่นำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาโปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายนี้ ได้ถูกดัดแปลงบางส่วนไปบ้างตามความเหมาะสม เพื่อให้ใช้ได้ในงานในการพัฒนาโปรแกรมที่มีขึ้น ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะต่อไปในภายหลัง

การติดต่อสื่อสารที่เกิดขึ้นระหว่างอุปกรณ์สื่อสารแต่ละคู่ (ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างอุปกรณ์สื่อสารที่เป็นโทรศัพท์เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ) ระหว่างการติดต่อสื่อสารจะมีการรับส่งสัญญาณเกิดขึ้น เพื่อบอกผู้ใช้ให้ทราบว่าการติดต่อสื่อสารถึงขั้นตอนใดแล้ว เพื่อให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการติดต่อสื่อสารต่อไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง

อาศัยหลักการของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ ทางหน่วยควบคุมหลักจะมองอุปกรณ์สื่อสารแต่ละตัวว่าอยู่ในสถานะเสถียร (Stable States) สถานะใดสถานะหนึ่ง[3] โดยแต่ละสถานะจะมีชื่อบรรยายสถานะการทำงานแต่ละสถานะไว้ด้วย เช่น สถานะ Idle (Idle State), สถานะการหมุน (Dial State) เป็นต้น จะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่งเกิดขึ้น เมื่อมีเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ตัวอย่างเช่น มีการเปลี่ยนแปลงจากการมีสัญญาณหมุน (Dial Tone) ไปยังการไม่มีสัญญาณหมุน เมื่อผู้ใช้เริ่มหมุนหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรก เป็นต้น ตัวอย่างของไดอะแกรมสถานะ แสดงดังรูป 3.1

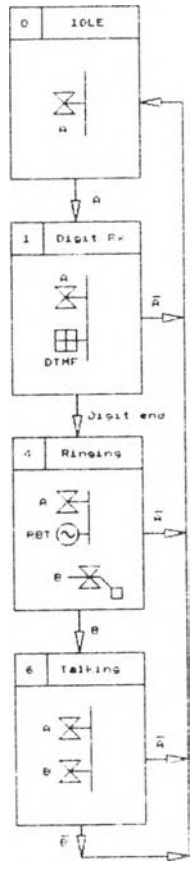
รูปที่ 3.1 เป็นไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะอย่างง่ายของการติดต่อโทรศัพท์ โดยจะสังเกตว่าจะเป็นสถานะของเครื่องโทรศัพท์ที่เรียกสาย (Calling Subscriber) ออกเป็น 4 สถานะ ดังแสดงในกรอบสี่เหลี่ยม 4 อัน ดังรูป คือ

สถานะ 0 : Idle

สถานะ 1 : Digit receiving

สถานะ 2 : Ringing

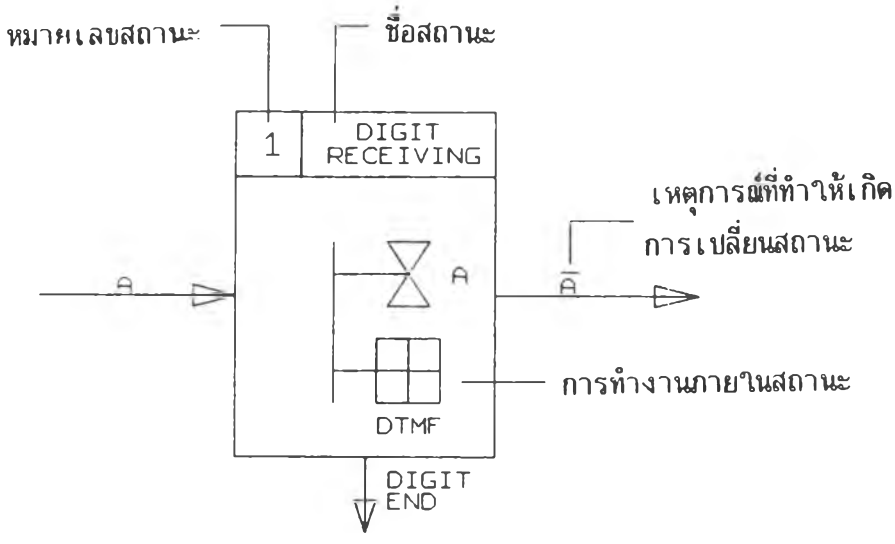
สถานะ 3 : Talking



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะของการติดต่อ [2]

ในไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะนี้ สถานะแต่ละสถานะจะมีหมายเลขและคำบรรยายชื่อสถานะสั้น ๆ กำกับไว้ดังแสดงในรูป 3.2 ภายในกรอบแสดงสถานะ (State Box) จะมีการทำงานของระบบอย่างย่อ ๆ แสดงไว้ เช่น สถานะที่ 2 ในรูปที่ 3.1 สถานะนี้มีชื่อว่าสถานะ Digit Receiving การทำงานโดยย่อที่แสดงไว้ในสถานะนี้ คือ มีการต่อเครื่องผ่านทาง A กับอุปกรณ์ถอดรหัส DTMF เป็นต้น

ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะจะมีทางเข้า (ปลายลูกศรที่ชี้มายังกรอบแสดงสถานะ) และทางออก (ลูกศรที่ชี้ออกไปจากกรอบแสดงสถานะ) ได้มากกว่าหนึ่งทาง แล้วแต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ในรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าในสถานะนี้มีทางเข้ามายังสถานะเพียงหนึ่งทาง แต่มีทางออกจากสถานะถึงสองทาง



รูปที่ 3.2 ส่วนต่าง ๆ ของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ

ทางเข้าสถานะก็คือ การเปลี่ยนสถานะจากสถานะอื่นมายังสถานะที่พิจารณาอยู่ ส่วนทางออกก็คือ การเปลี่ยนสถานะจากสถานะที่พิจารณาอยู่ไปยังสถานะอื่นต่อไป ตามที่กล่าวมาแล้วการเปลี่ยนสถานะจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้น พิจารณาสถานะที่ 1 ในรูปที่ 3.1 สถานะที่ 1 จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสถานะจากสถานะที่ 0 โดยการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 0:Idle เป็นสถานะที่ 1 Digit Receiving เกิดขึ้นเมื่อมีการยกหูของโทรศัพท์ A (A-Offhook) จากสถานะที่ 1 จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ทิศทางหรือมีทางออก 2 ทาง คือ ทางแรกเปลี่ยนเป็นสถานะที่ 0:Idle และทางที่สองเปลี่ยนสถานะเป็นสถานะที่ 4:Ringing โดยการเปลี่ยนสถานะนี้จะเปลี่ยนไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คือ ถ้าเครื่องโทรศัพท์ A วางหู (A-Onhook) สถานะจะเปลี่ยนจากสถานะที่ 1 ไปยังสถานะที่ 0:Idle แต่ถ้าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คือ ผู้ใช้หมุนหมายเลขปลายทางจนครบ (Digit End) สถานะก็จะเปลี่ยนจากสถานะที่ 1 ไปยังสถานะที่ 4:Ringing แทน

ดังนั้นพอจะสรุปการทำงานของ State Transition Diagram หรือไดอะแกรมสถานะได้ดังนี้

1. ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ จะประกอบไปด้วยสถานะเสถียร (Stable State) หลาย ๆ สถานะอยู่รวม ๆ กัน โดยแต่ละสถานะจะมีชื่อและหมายเลขกำกับไว้

2. ภายในไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะจะบรรยายการทำงานของระบบโดยย่อ ๆ ไว้ โดยใช้สัญลักษณ์บางอย่างตามที่กำหนดไว้ เพื่อสื่อความเข้าใจ

3. สถานะแต่ละสถานะจะมีทางเข้าสถานะและทางออกสถานะกำกับไว้ โดยใช้ลูกศรที่มีทิศทางของลูกศรบ่งบอกถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทางเข้าและทางออกจากสถานะนี้จะมีคำอธิบายการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

4. การเปลี่ยนแปลงสถานะจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีเหตุการณ์อย่างหนึ่งอย่างใดเกิดขึ้นในระบบ ซึ่งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นตัวกำหนดทิศทางการเปลี่ยนแปลงของระบบ

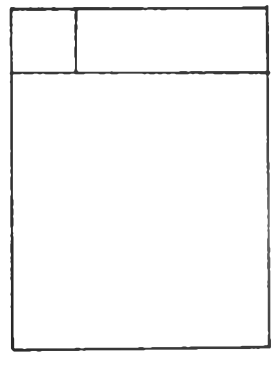
การนำไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะมาใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมระบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ 256 พอร์ต จะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมทำได้อย่างเป็นขั้นตอนขึ้น ทั้งยังอำนวยความสะดวกในการพัฒนา ทำให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

3.3 สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ

ตามที่กล่าวมาแล้วว่า ภายในกรอบแสดงสถานะจะบรรยายถึงการทำงานโดยย่อของระบบเอาไว้ การบรรยายการทำงานโดยย่อนี้ สัญลักษณ์ต่าง ๆ จะเป็นตัวสื่อความหมายแสดงการทำงานโดยย่อ ๆ ของระบบแทนที่จะบรรยายโดยคำพูดหรือตัวอักษร

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะในที่นี้ได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับการพัฒนาปรแกรมที่มีขึ้น และเหมาะสมกับโครงสร้างโดยทั่ว ๆ ไปของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ต ซึ่งจะมีรูปลักษณะและคำบรรยายต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1. กรอบแสดงสถานะ (State Box) เป็นกรอบสี่เหลี่ยมแสดงสถานะมีชื่อและหมายเลขสถานะกำกับไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กรอบแสดงสถานะ (State Box)

3.3.2. <u>เครื่องโทรศัพท์</u> เป็นสัญลักษณ์แสดงความหมายเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งจะมีตัวอักษรกำกับไว้ว่าเป็นต้นทางหรือปลายทาง โดยกำหนดไว้ด้วยว่าขณะนั้นทำการยกหูหรือวางหูอยู่ ถ้าตัวอักษรมีเครื่องหมายบาร์ "-" กำกับด้านบน หมายถึงขณะนั้นเครื่องโทรศัพท์วางหู (Onhook) อยู่ ถ้าไม่มีเครื่องหมายบาร์กำกับไว้หมายความว่า เครื่องโทรศัพท์ยังยกหู (Offhook) อยู่

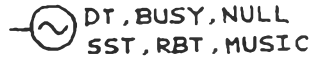
$\bar{X}$ วางหู X ยกหู

$\bar{X}$ Onhook X Offhook

รูปที่ 3.4 สัญลักษณ์แทนเครื่องโทรศัพท์

3.3.3. <u>หน่วยกำเนิดสัญญาณเสียงต่าง ๆ</u> เป็นส่วนที่กำเนิดสัญญาณเสียงที่จะใช้ระหว่างการติดต่อ โดยจะมีสัญลักษณ์ดังแสดงในรูปที่ 3.5 สัญลักษณ์จะมีอักษรย่อกำกับไว้ว่าเป็นสัญญาณโทนเสียงแบบใดบ้าง สัญญาณโทนเสียงต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อจะมีอักษรย่อดังต่อไปนี้

- DT : สัญญาณหมุน (Dial tone)
- BUSY : สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy tone)
- Ringb : สัญญาณเรียกสาย (Ring Back tone)
- SDT : สัญญาณหมุนพิเศษ (Special Dial tone)
- SST : สัญญาณตั้งบริการพิเศษ (Service Set tone)
- MUS : เสียงเพลง (Music on hold)
- NULL : สัญญาณเงียบ (Null tone)

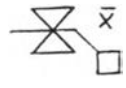


รูปที่ 3.5 หน่วยกำเนิดสัญญาณเสียง

3.3.4. <u>หน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF</u> (DTMF Decoder) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF ซึ่งจะถูกเลือกมาให้ต่อในขณะทำการหมุนหมายเลข

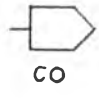
รูปที่ 3.6 หน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF

3.3.5. <u>เครื่องโทรศัพท์ถูกเรียกสาย</u> (Ringing Telephone) สัญลักษณ์นี้ใช้แทนเครื่องโทรศัพท์ที่กำลังถูกเรียกสาย คือกำลังมีสัญญาณกระดิ่ง (Ringing) ดังอยู่ จะมีตัวอักษรกำกับว่าเป็นเครื่องโทรศัพท์ใดด้วย



รูปที่ 3.7 สัญลักษณ์แทนเครื่องโทรศัพท์ที่ถูกเรียกสาย

3.3.6. <u>สายภายนอก</u> (Central Office Trunk) สัญลักษณ์นี้จะใช้แทนสายภายนอกที่ต่อเข้ากับระบบ



รูปที่ 3.8 สัญลักษณ์แทนสายภายนอก

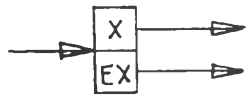
3.3.7. <u>ลูกศร</u> ลูกศรจะใช้เป็นตัวกำหนดทิศทางการเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะ โดยจะมีคำบรรยายโดยย่อกำกับไว้ด้านบนหรือด้านล่างของลูกศร เพื่ออธิบายเหตุการณ์ที่ทำให้เปลี่ยนสถานะ เช่น

โทรศัพท์ยกหู X

โทรศัพท์วางหู $\bar{X}$

โทรศัพท์ทำการแฟลช $\hat{X}$ เป็นต้น

3.3.8. สัญลักษณ์ที่กำหนดการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์มากกว่า 1 อุปกรณ์



รูปที่ 3.9 สัญลักษณ์กำหนดการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์มากกว่า 1 อุปกรณ์

บางเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับระบบจะทำให้สถานะของอุปกรณ์ภายในระบบเปลี่ยนแปลงไปมากกว่า 1 อุปกรณ์ได้ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 3.1 ในสถานะที่ 6 Talking เมื่อมีการวางหูของโทรศัพท์ A หรือ B ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของ A และ B พร้อม ๆ กัน คือ A และ B จะเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 6 Talking เป็นสถานะ 0 Idle ทั้งสองอุปกรณ์

โปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ต ที่พัฒนาขึ้นอาศัยหลักการของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมขึ้น สำหรับไดอะแกรมสถานะที่ใช้พัฒนาโปรแกรมนั้น มีรายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก.

3.4 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมควบคุม

เนื่องจากโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ประกอบด้วยหน่วยควบคุมย่อยและหน่วยควบคุมหลัก หน่วยควบคุมย่อยประกอบอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์เดียวกับหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร หน่วยควบคุมย่อยนี้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 มีหน่วยความจำ ROM 8 กิโลไบต์ และหน่วยความจำ RAM 8 กิโลไบต์ ดังนั้นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมในหน่วยควบคุมย่อยนี้จะใช้ภาษาแอสเซมบลี (Z-80 Assembly Language) ของ Z-80 เอง

โปรแกรมในหน่วยควบคุมย่อยนี้ จะมีโครงสร้างแบ่งออกเป็นชั้น ๆ คือแบ่งเป็นไบออส, ฟังก์ชันบริการ, โปรแกรมหลักตามที่ได้กล่าวมาแล้ว โปรแกรมในหน่วยควบคุมย่อยจะทำหน้าที่คอยตรวจสอบ (Polling) สภาวะของอุปกรณ์สื่อสารที่ต่ออยู่ ตัวอย่างเช่น ตรวจสอบสภาวะการยกหู วางหูของเครื่องโทรศัพท์ภายใน หากมีการเปลี่ยนสภาวะของอุปกรณ์สื่อสารขึ้นภายในหน่วยนั้น ๆ หน่วยควบคุมย่อยก็จะทำการรายงานสภาวะการเปลี่ยนแปลงมายังหน่วยควบคุมหลักผ่านทางหน่วยเชื่อมโยง ข้อมูลที่ถูกรายงานมานี้หน่วยควบคุมหลักจะนำไปประมวลผลต่อไป

หน่วยควบคุมหลักที่มีหน้าที่ในการประมวลผลการติดต่อ หรือ Call Processing นี้ ใช้ภาษา C หรือ Turbo C Version 2.0 ของบริษัท Borland International,INC การที่เลือกใช้ภาษา C ในการพัฒนาโปรแกรมเนื่องจากโปรแกรมควบคุมในหน่วยควบคุมหลักต้องการความเร็วในการประมวลผลและการสั่งงานไปให้หน่วยควบคุมย่อยต่าง ๆ ภาษา C มีลักษณะเป็นภาษาชั้นสูง แต่สามารถนำมาใช้พัฒนาโปรแกรมส่วนสั่งงานติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้โดยง่าย, สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างที่ทำให้จัดการกับข้อมูลได้ดีด้วย

Turbo C เป็นคอมไพล์เลอร์ภาษา C ที่ให้ความสะดวกในการเขียนโปรแกรม, การคอมไพล์โปรแกรม และการตรวจสอบการทำงาน (Debug) โปรแกรมด้วย เนื่องจากในตัวซอฟต์แวร์จะมีโหมดการทำงานที่จะอำนวยความสะดวกในการ Debug โปรแกรมด้วย การคอมไพล์โปรแกรม Turbo C มีความเร็วสูง และยังให้ความเร็วในการทำงานอีกด้วย

3.5 รายละเอียดของฮาร์ดแวร์บางส่วน

จากบทที่ 2 ได้กล่าวถึง โครงสร้างโดยทั่วไปของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ตไปแล้ว ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงรายละเอียดของฮาร์ดแวร์บางส่วน

ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ต ที่พัฒนาขึ้นจะประกอบอยู่ในโครงสำหรับเสียบการ์ดแผ่นวงจรพิมพ์ ภายในโครงสำหรับเสียบแผ่นวงจรพิมพ์แต่ละโครงจะเสียบอินเตอร์เฟสการ์ด หรือ การ์ดหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารได้พร้อมกันจำนวน 16 การ์ด คือ ตำแหน่งสล็อตที่ 0 ถึงสล็อตที่ 15 แต่สำหรับสล็อตที่ 7 จะเว้นไว้สำหรับเสียบการ์ดอินเตอร์เฟสระหว่างหน่วยควบคุมหลัก (ในที่นี้คือ IBM PC) กับหน่วยควบคุมย่อยที่ประกอบอยู่บนหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละการ์ด

การ์ดหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร (Telecommunication Interface Card) และการ์ดชนิดอื่น ๆ ในตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ตนี้มีอยู่ทั้งหมด 6 ชนิดด้วยกัน การ์ดแต่ละชนิดจะมีหน้าที่ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

3.5.1 <u>หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายใน</u> (Standard Subscriber Interface - SSI) การ์ดนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงกับโทรศัพท์สายภายในเข้ากับระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติแต่ละการ์ดจะเชื่อมโยงกับโทรศัพท์สายภายในได้ 8 เครื่อง หน้าที่ของการ์ด SSI จะมีดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบสภาวะการยกหู, การวางหู, การแฟลช,การหมุนหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้แล้วรายงานไปยังหน่วยควบคุมหลัก

2. ทำการสั่งงานเปิด / ปิดสัญญาณกระดิ่งไปยัง เครื่องโทรศัพท์ภายในที่อยู่ในความควบคุม

3. ทำหน้าที่จัดช่องสัญญาณของเสียงตามที่กำหนดมาจากหน่วยควบคุมหลัก

4. รายงานชนิดของการ์ดไปยังหน่วยควบคุมหลัก เมื่อได้รับการสอบถาม

3.5.2 หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายนอก (Central Office Trunk Interface - COI) การ์ดนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงคู่สายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์เข้ากับระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ แต่ละการ์ดจะเชื่อมโยงกับสายภายนอกได้ 8 สาย หน้าที่ของการ์ด COI มีดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการเรียกสาย (Ringing Signal) จากคู่สายองค์การโทรศัพท์ แล้วรายงานผลไปให้หน่วยควบคุมหลัก

2. ทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณ เพื่อให้เกิดพัลส์การหมุนหมายเลขส่งไปยังคู่สายขององค์การโทรศัพท์

3. รายงานชนิดของการ์ดไปยังหน่วยควบคุมหลัก เมื่อได้รับการสอบถามมา

3.5.3 หน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decorder - DTMF) การ์ดนี้จะทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF แต่ละการ์ดจะมีหน่วยถอดรหัส 8 ชุด หน้าที่คือ

1. รับสัญญาณ DTMF จากเครื่องโทรศัพท์สายภายในนำมาถอดรหัสและส่งผลการถอดรหัสไปให้หน่วยควบคุมหลัก

2. รายงานชนิดของการ์ดไปยังหน่วยควบคุมหลัก เมื่อได้รับการสอบถามมา

3.5.4. หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา (Time Slot Interchange Circuit - TSI) การ์ดนี้นอกจากจะมีหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาแล้ว ยังประกอบด้วยหน่วยกำเนิดสัญญาณโทนเสียง และหน่วยกำเนิดสัญญาณเสียง DTMF อีกด้วย หน้าที่ของการ์ดนี้คือ

1. ทำหน้าที่ตัดต่อช่องสัญญาณเวลา (Time Slot) ของเสียง เพื่อทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารขึ้น

2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณโทนเสียงไปยังช่องเวลาที่กำหนด

3. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียง DTMF ไปยังช่องเวลาที่กำหนด

4. รายงานชนิดของการ์อไปยังหน่วยควบคุมหลักเมื่อได้รับการสอบถามมา

3.5.5. หน่วยเชื่อมโยงกับโอเปอเรเตอร์ (Operator Console Interface - OPI) การ์ดนี้จะเชื่อมโยงการติดต่อกับโอเปอเรเตอร์คอนโซล หน้าที่การทำงานคือ

1. ตรวจสอบผลการยกหู/วางหู, การหมุนหมายเลขของโอเปอเรเตอร์
2. ส่งสัญญาณกระดิ่ง (Ringing) ไปยังโอเปอเรเตอร์คอนโซล
3. ส่งหมายเลขแสดงการหมุนไปแสดงผลบนโอเปอเรเตอร์คอนโซล
4. รายงานชนิดของการ์ดไปยังหน่วยควบคุมหลักเมื่อมีการสอบถามมา

3.5.6. หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Data Communication Interface - DCI) การ์ดนี้ทำหน้าที่เชื่อมโยงกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ 2 เครื่อง หน้าที่หลักคือ

1. เชื่อมโยงรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์แปลงรูปแบบแล้วส่งไปในช่องสัญญาณที่กำหนดให้
2. รายงานชนิดของการ์ดไปยังหน่วยควบคุมหลักเมื่อมีการสอบถามมา

การ์ดแต่ละการ์ดตามที่กล่าวมาแล้วนี้ จะติดต่อกับหน่วยควบคุมหลักผ่านทางวงจรอินเตอร์เฟส ที่เรียกว่า วงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุม

3.6 วงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุม

ในระหว่างการทำงานของระบบ จะมีการติดต่อสื่อสารเกิดขึ้นระหว่างหน่วยควบคุมหลักกับหน่วยควบคุมย่อยตลอดเวลา โดยขณะใดขณะหนึ่งหน่วยควบคุมหลักจะติดต่อกับหน่วยควบคุมย่อยเพียวตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น

ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ตนี้ การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุมได้อาศัยหลักการของหน่วยความจำร่วม โดยวงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุมจะมีหน่วยความจำร่วมกันระหว่างหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อย หน่วยควบคุมหลักจะเป็นตัวกำหนดการใช้งานของหน่วยความจำส่วนนี้ การอ่านและเขียนหน่วยความจำส่วนนี้หน่วยควบคุมหลักสามารถอ่านและเขียนหน่วยความจำส่วนนี้ได้ตลอดเวลา แต่หน่วยความจำย่อยนั้นจะมีหน่วยใดหน่วยหนึ่งที่ถูกเลือกโดยหน่วยควบคุมหลักเท่านั้น ที่สามารถอ่านเขียนหน่วยความจำร่วมได้ หน่วยความจำนี้จะเป็นทางผ่านของข้อมูลจากหน่วยควบคุมหลักไปยังหน่วยควบคุมย่อย โดยจะมีสายสัญญาณแฮนด์เชคระหว่างหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อยในการช่วยควบคุมการติดต่อที่เกิดขึ้น

วงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่อยู่บนหน่วยควบคุมหลักและส่วนที่อยู่บนหน่วยควบคุมย่อย

3.6.1. วงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุมบนหน่วยควบคุมหลัก วงจรนี้ส่วนหนึ่งถูกออกแบบให้อยู่บนแผงวงจรเอนกประสงค์สำหรับเสียบลงบน IBM PC และจะมีสายสัญญาณแบบขนานเชื่อมจากการ์ดนี้ มาต่อยังอีกส่วนหนึ่งบนการ์ดอีกการ์ดหนึ่งซึ่งอยู่บนโครงสำหรับเสียบการ์ดอีกที่หนึ่ง วงจรนี้จะมีส่วนหน่วยความจำร่วม ส่วนสายบัสข้อมูล และสายบัสแอดเดรสสำหรับเลือกหน่วยควบคุมย่อยที่จะติดต่อด้วย และจะมีสายแฮนด์เชคที่ใช้ช่วยควบคุมการติดต่ออีกชุดหนึ่ง

3.6.2. วงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุมบนหน่วยควบคุมย่อย วงจรนี้จะมีประกอบอยู่ในการ์ดหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารทุกหน่วยและการ์ดชนิดอื่น ๆ ด้วย ภายในวงจรนี้จะมีสายบัสข้อมูลสำหรับติดต่อกับหน่วยควบคุมหลัก และสายแฮนด์เชคของสัญญาณ วงจรเชื่อมโยงส่วนนี้จะต่อกับหน่วยควบคุมย่อยโดยตรง เมื่อหน่วยควบคุมย่อยต้องการติดต่อกับหน่วยควบคุมหลักก็จะส่งสัญญาณแสดงความต้องการติดต่อ (สัญญาณ Request) ไปยังหน่วยควบคุมหลัก หลังจากหน่วยควบคุมหลักพบว่ามีความต้องการการติดต่อเกิดขึ้น ก็จะอนุญาตให้หน่วยควบคุมย่อยนั้นส่งข้อมูลมาได้ โดยการส่งสัญญาณแฮนด์เชคไปบอก

3.7 การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุมหลักกับหน่วยควบคุมย่อย

ในการทำงานของระบบ จะมีการติดต่อสื่อสารเกิดขึ้นระหว่างหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อยผ่านวงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุมเกิดขึ้นตลอดเวลา เพื่อเป็นการควบคุมการทำงานนั่นเอง การติดต่อระหว่างหน่วยควบคุมหลัก และหน่วยควบคุมย่อยนี้ แบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1. การหาหมายเลขของอุปกรณ์ (Device Number) หรือชนิดของการ์ด
2. หน่วยควบคุมหลักรับข้อมูลจากหน่วยควบคุมย่อย
3. หน่วยควบคุมหลักสั่งงานมายังหน่วยควบคุมย่อย

รายละเอียดการติดต่อสื่อสารมีดังต่อไปนี้

3.7.1 การหาหมายเลขอุปกรณ์ (Device Number) เมื่อเริ่มการทำงานของระบบ หน่วยควบคุมหลักจะตรวจสอบอุปกรณ์ที่เสียบอยู่บนโครงสำหรับเสียบการ์ด ว่าแต่ละการ์ดที่เสียบอยู่เป็นชนิดอะไรบ้าง โดยหน่วยควบคุมหลักจะส่งหมายเลขสล็อตออกไปบนหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม พร้อมส่งคำสั่งสอบถามหมายเลขอุปกรณ์ (Check device number

- Chk_Dev) ออกไป หากมีการ์ดเสียบอยู่บนสล็อตนั้น หน่วยควบคุมย่อยที่อยู่บนการ์ดจะได้รับคำสั่งสอบถามหมายเลขอุปกรณ์ไป และจะทำการตอบหมายเลขอุปกรณ์กลับไปยังหน่วยควบคุมหลักที่รอรับคำตอบอยู่

3.7.2 <u>หน่วยควบคุมหลักรับข้อมูลจากหน่วยควบคุมย่อย</u> ในระหว่างการทำงานอยู่ หน่วยควบคุมย่อยจะทำการตรวจสอบอินพุตจากอุปกรณ์สื่อสาร หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะเกิดขึ้น หน่วยควบคุมย่อยจะทำการส่งข้อมูลเหล่านี้มาให้หน่วยควบคุมหลักทำการประมวลผล ในการรับข้อมูลจากหน่วยควบคุมย่อยเหล่านี้ หน่วยควบคุมหลักจะทำการตรวจสอบ (polling) หน่วยควบคุมย่อยในแต่ละสล็อต หากมีหน่วยควบคุมย่อยใดต้องการส่งข้อมูล หน่วยควบคุมหลักจะทำการอนุญาตให้หน่วยควบคุมย่อยเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำร่วมได้ จากนั้นหน่วยควบคุมหลักจะมาอ่านข้อมูลไปทำการประมวลผลต่อไป

3.7.3 <u>หน่วยควบคุมหลักสั่งงานมายังหน่วยควบคุมย่อย</u> หลังจากประมวลผลงานแล้วหน่วยควบคุมหลักจะสั่งงานมายังหน่วยควบคุมย่อย เพื่อให้เกิดเอาท์พุตบางประการ เช่น การส่งเสียงกระดิ่ง เป็นต้น หน่วยควบคุมหลักจะเขียนคำสั่งลงในความจำร่วม จากนั้นจะส่งหมายเลขสล็อตพร้อมกับแฮนด์เชคออกไป เพื่อบอกกับหน่วยควบคุมย่อย หน่วยควบคุมย่อยที่มีหมายเลขตรงกันก็จะมารับข้อมูลจากหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมไป เมื่ออ่านข้อมูลเสร็จแล้ว หน่วยควบคุมย่อยก็จะส่งสัญญาณแฮนด์เชคกับมาบอกยังหน่วยควบคุมหลักว่าได้อ่านข้อมูลไปเรียบร้อยแล้ว เป็นการเสร็จขั้นตอนการส่งคำสั่ง

ขั้นตอนการติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุม จะเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานของระบบ เพราะจะทำให้หน่วยควบคุมหลักสามารถรับรู้สภาวะต่าง ๆ ของอุปกรณ์สื่อสารที่ต่อพ่วงเข้ามา และทำให้หน่วยควบคุมหลักสามารถควบคุมสั่งงานหน่วยควบคุมย่อยได้