บทที่ 7

โปรแกรมหลักบนหน่วยควบคุมหลัก

หน่วยควบคุมหลัก (Main Processor Unit - MPU) เป็นหัวใจสำคัญที่จะควบคุมการทำงานของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอลนี้ การทำงานของหน่วยควบคุมหลักก็จะดำเนินการไปตามโปรแกรมหลัก ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของโปรแกรมควบคุม

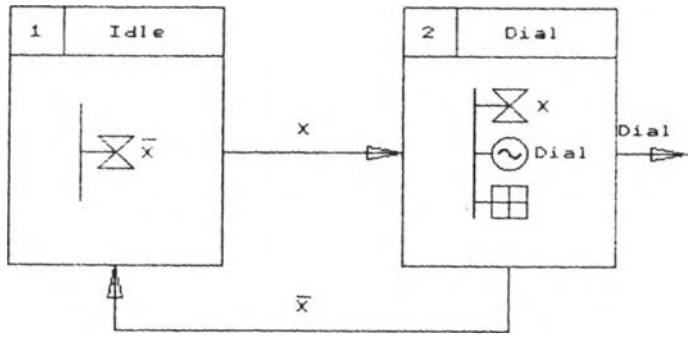
ตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ว่า การทำงานของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ค่อนข้างจะซับซ้อน ดังนั้นโปรแกรมควบคุมที่เขียนขึ้นมาจะต้องมีการวางแผนที่ดี การพัฒนาโปรแกรมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ตนี้ จึงอาศัยหลักการของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

7.1 หลักการทำงานของโปรแกรมหลัก

โปรแกรมหลักบนหน่วยควบคุมหลัก ถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ หน่วยควบคุมจะเห็นอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ อยู่ในสถานะเสถียร (Stable States) สถานะใดสถานะหนึ่ง โดยจะเริ่มต้นอยู่ในสถานะ Idle เมื่อเกิดเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นกับอุปกรณ์สื่อสาร เช่น มีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น หน่วยควบคุมย่อยก็จะตรวจสอบพบได้ ทันทีว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น หน่วยควบคุมย่อยที่ตรวจพบการเปลี่ยนแปลงนี้ ก็จะทำการ รายงานการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไปยังหน่วยควบคุมหลัก โดยการส่งสัญญาณ Request ออกไป

เมื่อหน่วยควบคุมหลักตรวจพบสัญญาณ Request ก็จะทำการติดต่อกับหน่วยควบคุมย่อยหน่วยนี้ โดยการส่งสัญญาณแฮนด์เชค REQ_ACK ออกไป หน่วยควบคุมย่อยหน่วยนี้ก็จะทำการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำร่วม เพื่อให้หน่วยควบคุมมารับข้อมูลที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ไปประมวลผลต่อไป

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ หน่วยควบคุมหลักจะนำมาใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนสถานะ โดยจะอาศัยแนวทางจากไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งจะแสดงไว้ในโปรแกรมภาคผนวก ก เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้น หน่วยควบคุมหลักก็จะมีการสั่งงานฮาร์ดแวร์ให้ทำงานบางอย่างด้วย



รูปที่ 7.1 ตัวอย่างไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะการยกหูขึ้น

ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะในรูปที่ 7.1 เริ่มต้นด้วยเครื่องโทรศัพท์อยู่ในสถานะที่วางหู (Idle) เมื่อมีการยกหูซึ่งเป็นเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงอย่างหนึ่งเกิดขึ้น ก็จะมีการรายงานการเปลี่ยนแปลงนี้ไปยังหน่วยควบคุมหลัก หน่วยควบคุมหลักก็จะนำสถานะเก่าของ โทรศัพท์ คือ สถานะ Idle และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คือ การยกหูขึ้น (X) มาเป็นข้อมูลในการประมวลผล การประมวลผลจะอาศัยไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะในรูปที่ 7.1 ช่วย ผลของการประมวลผลคือ จะเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ 1:Idle เป็นสถานะ 2:Dial การเปลี่ยนสถานะที่เกิดขึ้นนี้จะมีการสั่งงานจากหน่วยควบคุมหลัก ให้ทำการตัดต่อสัญญาณหมุนส่งให้โทรศัพท์ และ จะต่อช่องเวลาของโทรศัพท์เข้ากับอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF เพื่อคอยรับสัญญาณการหมุนหมายเลขที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่มีการวางหูเกิดขึ้นระหว่างสถานะนี้ หน่วยควบคุมหลักก็จะรับทราบการวางหูนั้นได้ทันที และทำการเปลี่ยนสถานะของเครื่องโทรศัพท์จาก 2:Dial กลับไปเป็นสถานะ 1:Idle ตามเดิม โดยจะมีการสั่งงานให้ตัดสัญญาณหมุนและหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกไป แต่ถ้าเกิดการหมุนหมายเลขขึ้น ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะไปเป็นอย่างอื่นต่อไป

หลักการทำงานโดยรวมของโปรแกรมหลักที่ควบคุมการทำงานของหน่วยควบคุมหลักจากที่กล่าวมาแล้วพอจะสรุปได้เป็น 3 ประการคือ

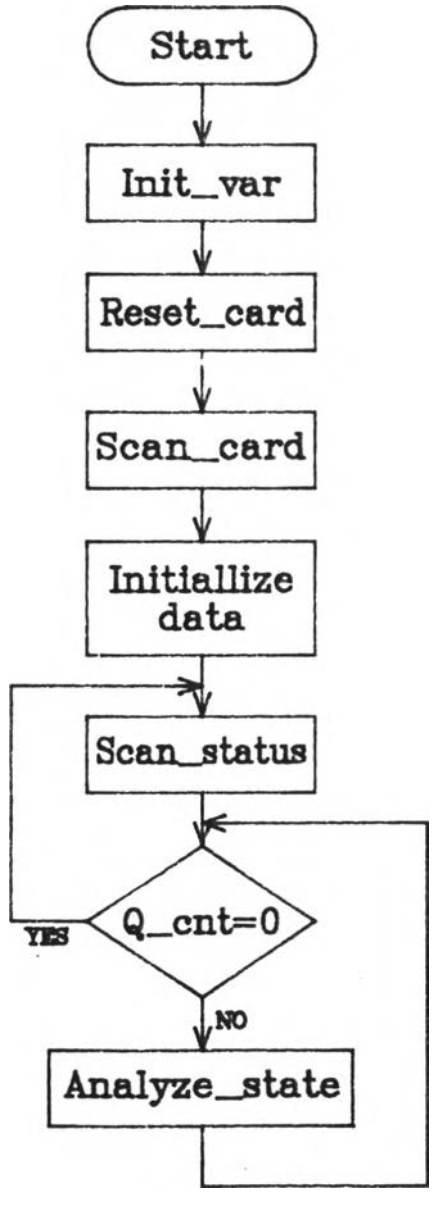
1. การทำงานที่เกิดขึ้นจะอาศัยเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะเกิดขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงสถานะจะเป็นไปตามไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะของระบบ

3. ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสถานะจะเกิดการสั่งงานฮาร์ดแวร์บางอย่างเกิดขึ้น

7.2 ผังงานของโปรแกรมหลัก

หน่วยควบคุมหลักของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอล 256 พอร์ตที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC โปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมหลักจึงถูกพัฒนาขึ้นโดยภาษา C โดยจะแบ่งงานของเป็นชั้น ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว ผังงานของโปรแกรมหลักแสดงในรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 ผังงานของโปรแกรมหลักของหน่วยควบคุมหลัก

เมื่อเริ่มทำงานของโปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ โปรแกรมจะเริ่มการตั้งค่าเริ่มต้นของโปรแกรม โดยจะเริ่มจากการ Initialize ค่าของสัญญาณแฮนด์เชคของหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม จากนั้นจะรีเซ็ตการทำงานของหน่วยควบคุมย่อยทุก ๆ หน่วยที่ต่อกับระบบ เมื่อรีเซ็ตการทำงานแล้วหน่วยควบคุมย่อยต่าง ๆ จะเริ่มการทำงานตามปกติ หน่วยควบคุมหลักจะดำเนินการสอบถามหมายเลขอุปกรณ์ ซึ่งจะบ่งบอกถึงชนิดของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ต่อกับหน่วยควบคุมหลัก หลังจากสอบถามแล้วหน่วยควบคุมหลักจะนำผลที่ได้มาจัดเก็บไว้ในตารางข้อมูลชุดหนึ่ง

ระหว่างการทำงาน โปรแกรมหลักจะมีตารางชื่อ DEV ที่เป็นตารางเก็บข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารทั้ง 256 ชุดไว้ ตารางนี้จะบอกชนิดของอุปกรณ์สื่อสารที่มีข้อมูลในตารางแต่ละชุดนั้น มีข้อมูลเกี่ยวกับสถานะ,สภาวะการทำงาน และข้อมูลที่มีความจำเป็นในการประมวลผลเก็บไว้

หลังจากที่ได้หมายเลขอุปกรณ์มาแล้ว หน่วยควบคุมหลักจะทราบถึงตำแหน่งหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารภายในระบบ ซึ่งจะบอกได้ว่า ตำแหน่งใดว่าง ตำแหน่งใดมีหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารชนิดใดเสียบอยู่ หน่วยควบคุมหลักจะอาศัยข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ และข้อมูลที่อ่านได้จากไฟล์เก็บข้อมูลที่มาจากโปรแกรม Maintenance และ Administration มาช่วยในการจัดตำแหน่งเก็บข้อมูลในตาราง DEV นอกจากนี้หน่วยควบคุมหลักจะทราบถึงจำนวนและตำแหน่งทรัพยากรส่วนกลางที่มี (อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้งานร่วมกัน ได้แก่ หน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF, สายภายนอก) ตำแหน่งของทรัพยากรส่วนกลางหรืออุปกรณ์สื่อสารที่ใช้งานร่วมกันเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในตารางที่สะดวกต่อการค้นหา การค้นหาข้อมูลต่างๆเหล่านี้กระทำผ่านฟังก์ชันบริการอีกทีหนึ่ง ข้อมูลของการใช้งานเส้นสัญญาณร่วมและช่องเวลาของอุปกรณ์สื่อสารแต่ละอุปกรณ์จะถูกจัดสรรภายในขั้นตอนนี้เอง โดยการจัดสรรจะอิสระไม่ขึ้นกับตำแหน่งสล็อตที่เสียบอุปกรณ์

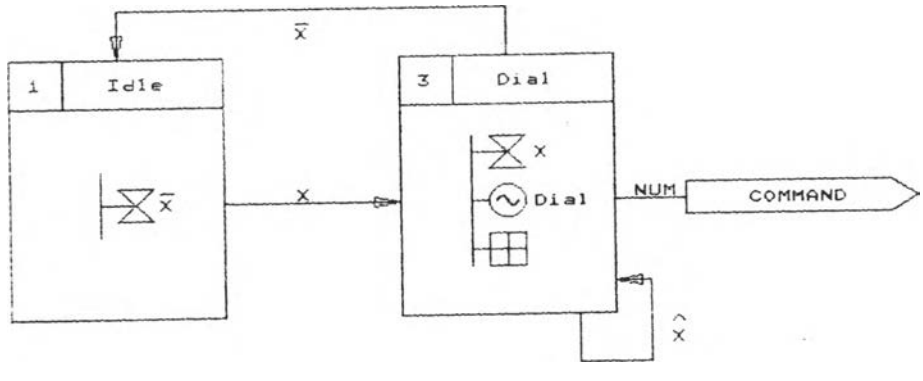
หลังจากที่จัดสรรตารางข้อมูลเริ่มต้นต่าง ๆ เสร็จแล้ว หน่วยควบคุมหลักจะมาตรวจสอบสภาวะความต้องการส่งข้อมูลของหน่วยควบคุมย่อย (ที่แสดงโดยสัญญาณ Request ที่ส่งออกมา) โดยอาศัยโปรแกรมย่อย Scan_Status การส่งข้อมูลจากหน่วยควบคุมย่อยจะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์สื่อสารเกิดขึ้นนั่นเอง ข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์สื่อสารจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำส่วนหนึ่ง โดยจะมีคิว (Queue) ชื่อ Qdev สำหรับเก็บตำแหน่งของอุปกรณ์สื่อสารที่มีการเปลี่ยนแปลง และมีตัวแปร Q_cnt เป็นที่เก็บจำนวนของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

ถ้า Q_cnt ไม่เป็นศูนย์ (มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น) จะมีการเรียกโปรแกรมย่อย analyze_state มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เก็บไว้ โดยจะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ที่เก็บค่าตำแหน่งไว้ใน Q_dev การวิเคราะห์ข้อมูลจะอาศัยข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และข้อมูลสถานะเดิมที่เก็บไว้ หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ ก็จะสามารถสรุปการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์นั้นได้ โดย ระหว่างการเปลี่ยนสถานะก็จะเกิดการทำงานบางอย่างขึ้นตามที่กล่าวมาแล้ว

การวิเคราะห์ข้อมูลจะกระทำจนกว่าจะสิ้นสุดข้อมูลการเปลี่ยนแปลง เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ในวงรอบนี้แล้ว โปรแกรมหลักจะเริ่มต้นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงวงรอบใหม่ขึ้นแล้วจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานในวงรอบใหม่นี้ การทำงานจะกระทำเป็นวงรอบไปเรื่อย ๆ โดยไม่สิ้นสุด

7.3 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหลัก

เพื่อความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมหลัก ขอยกตัวอย่างบางส่วนของโปรแกรมหลักประกอบกับไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะที่แสดงในรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 ตัวอย่างของไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะของโปรแกรมหลัก

รูปที่ 7.3 เป็นสถานะเริ่มต้นของโทรศัพท์โดยทั่ว ๆ ไป เริ่มมีสถานะ 1:Idle เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สถานะของเครื่องโทรศัพท์จะถูกเปลี่ยนจากสถานะ 1:Idle ไปเป็นสถานะ 3:DIAL งานที่เกิดขึ้นคือการต่อหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF และต่อสัญญาณหมุนเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ เมื่อมีการหมุนหมายเลขแบบพัลส์ หรือกดปุ่มสัญญาณ DTMF สถานะ

ของเครื่องโทรศัพท์จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสถานะ 4:COMMAND แต่หากมีการวางหูลงก่อนการหมุนสถานะจะเปลี่ยนไปเป็นสถานะ 1:Idle ทันที และจะมีการปลดหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF และสัญญาณหมุนออก ถ้ามีการแฟลชเกิดขึ้นในสถานะ 2:DIAL นี้ จะเห็นว่าไม่มีการเปลี่ยนสถานะหรือไม่มีการทำงานใดๆ ทั้งสิ้น

```
void STATE3()
/*  DIAL  */
{
    unsigned char digit;

    /* ONHOOK */
    if (pdev->ssi_hook==ONHOOK) {
        pdev->state = IDLE;
        pdtmf->state  =IDLE;
        pdev->dev_dtmf=0xff;
        ENTONE(*pQ,tone_null);
        /* Check Call Back */
    }

    /* FLASH */
    if (pdev->ssi_flash==ON){
        pdev->ssi_flash=OFF;
    }

    /* DIAL DIGIT */
    if (pdev->state==DIAL && (digit=GET_DIGIT(*pQ))!=0xff) {
        *(pdev->pdial++)=digit;      /* save digit to dial array */
        (pdev->dial_cnt)++;
        ENTONE(*pQ,tone_null);
        STATE4();
    }
}
```

รูปที่ 7.4 โปรแกรมย่อยที่ประมวลผลในสถานะ 3:DIAL

โปรแกรมย่อยที่แสดงในรูป 7.4 เป็นโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลการทำงานในสถานะที่ 3:Dial ถ้าโทรศัพท์เริ่มต้นการทำงานในสถานะ 1:Idle เมื่อมีการยกหูขึ้นมาก็จะมีการเปลี่ยนสถานะเป็นสถานะที่ 3:Dial

ถ้าโทรศัพท์ X อยู่ในสภาวะที่ 3:Dial แล้ว หากมีการวางหูโทรศัพท์ลง จากไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะในรูปที่ 7.3 สถานะของโทรศัพท์จะถูกเปลี่ยนจากสถานะ 3:Dial เป็นสถานะ 1:Idle การวางหูโทรศัพท์นี้จะถูกรายงานจากหน่วยควบคุมย่อยมาหน่วยควบคุมหลัก โปรแกรมหลักจะตีความการเปลี่ยนแปลงสภาวะของโทรศัพท์โดยอาศัยโปรแกรมย่อย analyze_state เมื่อตีความแล้วโปรแกรมจะเรียกใช้โปรแกรมชื่อ state 3 ที่แสดงในรูป 7.4 จากโปรแกรมย่อยนี้ถ้ามีการวางหูเกิดขึ้น โปรแกรมจะทำการเปลี่ยนสถานะของโทรศัพท์เป็นสถานะ 1:Idle (pdev->state=IDLE) การทำงานที่เกิดขึ้นคือการตัดหน่วยถอดรหัส DTMF ออกไป (pdtmf->state=IDLE) พร้อมทั้งเปลี่ยนสถานะของหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากเดิม Busy เป็น Idle และจะมีการปลดช่องสัญญาณออกไป (ENTONE (*pQ, tone_null))

ถ้าโทรศัพท์ X มีการหมุนหมายเลข หรือกดปุ่มส่งสัญญาณ DTMF ออกไป ขณะที่อยู่ในสถานะ 3 นี้ โปรแกรมย่อยนี้ก็จะทำการอ่านค่าหมายเลขที่ส่งออกมา (โดยอาศัยข้อมูลจากการรายงานของหน่วยควบคุมหลักที่ควบคุมหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF) เมื่ออ่านหมายเลขได้แล้วจะนำค่านี้ไปเก็บไว้ และทำการยกเลิกสัญญาณหมุนโดยอาศัยฟังชันบริการ ENTONE ช่วย และจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะ 3:Dial เป็นสถานะ 4:Command ถ้าหากมีการแฟลชก็จะไม่มีการทำงานใด ๆ เกิดขึ้น และจะมีการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้น

สำหรับสถานะอื่น ๆ ก็อาศัยหลักการเดียวกัน ในการอธิบายการทำงาน การทำงานทั้งหมดจะอาศัยไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะในการช่วยตัดสินการเปลี่ยนสถานะและงานที่จะต้องกระทำ