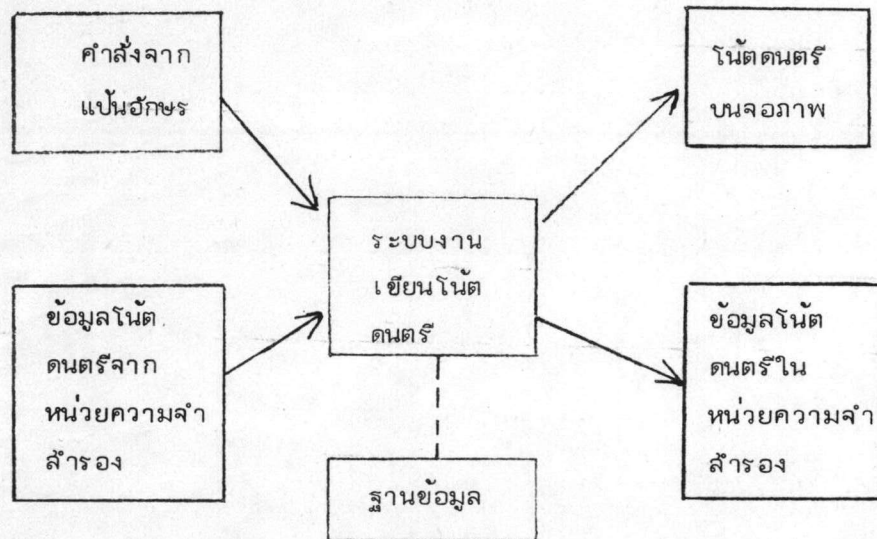


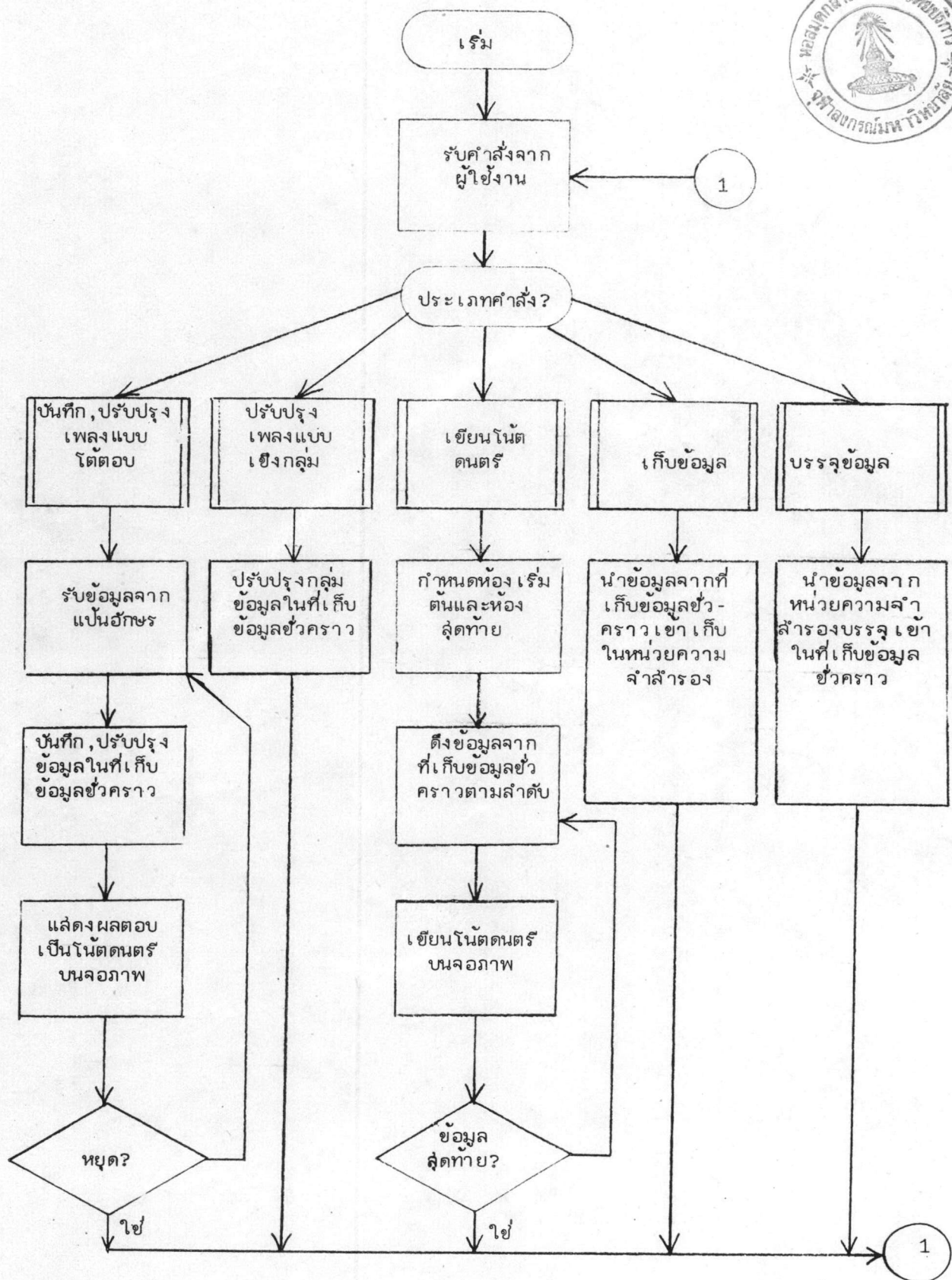
การออกแบบระบบงานเขียนโน้ตดนตรีด้วยคอมพิวเตอร์

ระบบงานเขียนโน้ตดนตรีด้วยคอมพิวเตอร์เป็นระบบซึ่งทำการบันทึก แก้ไข ตัด-
ทอน เพิ่มเติม ข้อมูลโน้ตดนตรี และเขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพ โดยรับรู้ความต้องการของ
ผู้ใช้งาน หรือรับข้อมูลจากผู้ใช้งานทางแป้นอักขระ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะการออกแบบการทำงานของระบบงานเขียนโน้ตดนตรี

ระบบงานเขียนโน้ตดนตรีเป็นระบบที่เลียนแบบการเขียนโน้ตดนตรีด้วยมือโดยอาศัย
แป้นอักขระแทนปากกา และจอภาพแทนกระดาษ แต่สามารถถอยกลับได้ แก้ไข ล้อดแทรก
ลบทิ้ง ตัวโน้ตที่เขียนไปแล้วได้สะดวกกว่าการเขียนด้วยมือ นอกจากนั้น ระบบงานเขียน
โน้ตดนตรียังสามารถ แก้ไข ตัดต่อ โน้ตดนตรี แบบเชิงกลุ่มได้สะดวก เช่น การเปลี่ยน
บรรทัดเสียง อันเป็นการเปลี่ยนระดับเสียงของตัวโน้ตทุกตัวให้สูงขึ้นหรือต่ำลงในระยะคงที่
หรือการย้ายตำแหน่งท่อนของเพลง การตัดท่อนของเพลงออก ซึ่งถ้าทำด้วยมือ จะหมาย-
ถึงการเขียนใหม่ทั้งหมด



รูปที่ 3.2 แสดงผังระบบงานเขียนโน้ตดนตรี

ข้อแตกต่างระหว่างระบบงานเขียนโน้ตดนตรีกับการเขียนด้วยมือ ประการหนึ่งคือ ระบบงานสามารถแสดงให้เห็นโน้ตดนตรีได้เพียง 1 บรรทัด และมีความยาวเท่ากับความยาวของจอภาพ แต่ระบบงานสามารถเริ่มต้นเขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพ ณ ห่องใด ๆ ก็ได้ และเมื่อเขียนไปจนหมดความยาวของจอภาพ ก็จะเลื่อนภาพจากขวาไปซ้าย และเขียนโน้ตต่อได้เรื่อย ๆ ในที่ว่างทางขวาอันเกิดจากการเลื่อนภาพ

ระบบงานเขียนโน้ตดนตรีจะปฏิบัติงานประเภทใดนั้น ขึ้นอยู่กับการที่ผู้ใช้งานระบุความต้องการในรูปของคำสั่ง เข้าทางแป้นอักษร ดังรูปที่ 3.2

การออกแบบระบบได้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การออกแบบขีดความสามารถของระบบ

โดยให้ระบบสามารถทำงานดังต่อไปนี้

- 3.1.1 การรับรู้ความต้องการของผู้ใช้งาน
- 3.1.2 การรับข้อมูลเพลง เข้าทางแป้นอักษร
- 3.1.3 การเขียนสัญลักษณ์ทางดนตรีบนจอภาพ
- 3.1.4 การแก้ไข ตัดทอน ล้อดแทรก เพิ่มเติมเพลง
- 3.1.5 การนำเพลง เข้าและส่ง เพลงออกระหว่างระบบกับหน่วยความจำสำรอง

3.2 การออกแบบประเภทของข้อมูล

การทำงานกับข้อมูลโน้ตดนตรีภายในระบบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกได้แก่การทำงานกับข้อมูลโน้ตดนตรีภายในหน่วยความจำของเครื่อง อันเป็นการทำงานกับข้อมูลโน้ตดนตรีที่ต้องการความรวดเร็วและสะดวก ในด้านการปรับปรุงข้อมูลหรือการแสดงผลข้อมูลออกเป็นสัญลักษณ์ดนตรีบนจอภาพ ซึ่งการทำงานกับข้อมูลภายในหน่วยความจำของเครื่อง ณ ขณะใดขณะหนึ่งจะทำได้เพียง 1 เพลงเท่านั้น ส่วนประเภทที่ 2 เป็นการทำงานกับข้อมูลโน้ตดนตรี ภายในหน่วยความจำสำรองอันได้แก่จานบันทึก ซึ่งอาจเป็นการนำข้อมูลโน้ตดนตรีจากหน่วยความจำของเครื่อง เข้ามาเก็บไว้ในจานบันทึก หรือเป็นการอ่านข้อมูลจากจานบันทึก เข้าไปสู่หน่วยความจำของเครื่อง

ฐานข้อมูลที่ระบบใช้ในการทำงานทั้ง 2 ประเภทแยกกล่าวได้ดังนี้

3.2.1 ฐานข้อมูลภายในหน่วยความจำของเครื่อง แบ่งออกได้เป็นดังนี้

3.2.1.1 คำสั่งของผู้ใช้งานจากแป้นอักษร

คำสั่งของผู้ใช้งานจะเก็บไว้ในตัวแปรตัวหนึ่งซึ่งระบบจะนำไปแปลความหมาย และปฏิบัติงานตอบสนองตามคำสั่ง

3.2.1.2 ตัวแปรชุด (Array) ใช้เก็บข้อมูลโน้ตดนตรีชั่วคราวทางแป้นอักษรหรือจากหน่วยความจำสำรอง ระบบจะนำข้อมูลมาเก็บไว้ในตัวแปรนี้ เพื่อความสะดวกในการปรับปรุงข้อมูลโน้ตดนตรี และการเขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพจำนวนข้อมูลมีได้ไม่เกิน 1000 หน่วย

3.2.1.3 ดัชนีบอกตำแหน่งสุดท้ายของข้อมูล

ใช้ในการบอกจำนวนของข้อมูลโน้ตดนตรีในตัวแปรชุดและบอกตำแหน่งในการเพิ่มข้อมูลโน้ตดนตรีในตัวแปรชุด

3.2.1.4 ตัวนับตำแหน่งข้อมูลของโน้ตดนตรี

เป็นตัวแปรที่ใช้ติดตามการเข้าถึง ข้อมูลโน้ตดนตรีหน่วยใดหน่วยหนึ่งในตัวแปรชุด

3.2.1.5 รายการกำกับเพลง

เป็นตัวแปร เก็บข้อมูลของ เพลงที่มีใช้ข้อมูลโน้ตดนตรี อันได้แก่ ประวัติของเพลง คำอธิบายเพลง

3.2.1.6 ตัวควบคุมจำนวนห้องของเพลง และจำนวนโน้ตในแต่ละห้อง

เมื่อผู้ใช้งานอ้างถึงหมายเลขห้องใด ๆ ของเพลง ระบบจะใช้ตัวแปรนี้ไปคำนวณหาตัวแปรในหัวข้อ 3.2.1.4 เพื่อเข้าถึงข้อมูลโน้ตดนตรีตัวแรกของห้องที่ผู้ใช้งานระบุ

3.2.1.7 ตารางสัญลักษณ์ของภาษาดนตรี

เป็นตาราง เก็บข้อมูลที่ใช้ในการเขียนสัญลักษณ์ทางดนตรีบนจอภาพ

3.2.1.8 ตัวควบคุมจอภาพ

เป็นตัวแปรที่บอกให้ทราบถึงสถานะ ขณะหนึ่ง ๆ ของจอภาพว่ามีสัญลักษณ์อยู่บนจอภาพกี่ตัว แต่ละตัวกินเนื้อที่บนจอภาพเป็นจำนวนเท่าไร

3.2.2 ฐานข้อมูลภายในหน่วยความจำสำรอง

ข้อมูลที่ประกอบเป็นเพลงหนึ่ง ๆ หรือเรียกได้ว่าเป็นแฟ้มข้อมูลหนึ่ง ๆ ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

3.2.2.1 ระเบียบข้อมูลโน้ตดนตรี

เป็นฐานข้อมูลชนิดเดียวกับกับหัวข้อ 3.2.1.2

3.2.2.2 ระเบียบจำนวนข้อมูลโน้ตดนตรี

เป็นตัวบอกถึงจำนวนระเบียบข้อมูลโน้ตดนตรีของ เพลงหนึ่ง ๆ

อันเป็นข้อมูลชนิดเดียวกับหัวข้อ 3.2.1.3

3.2.2.3 ระเบียบรายการกำกับเพลง

เป็นระเบียบที่เก็บข้อมูลอื่น ๆ นอกเหนือไปจากข้อมูลโน้ต

ดนตรี อันเป็นชนิดเดียวกับหัวข้อ 3.2.1.5

3.2.2.4 ระเบียบจำนวนห้องของ เพลงและจำนวนโน้ตในแต่ละห้อง

เป็นระเบียบที่บอกถึงจำนวนห้องทั้งหมดของ เพลงนั้น ๆ และ

จำนวนโน้ตในแต่ละห้อง ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับหัวข้อ 3.2.1.6

3.3 การออกแบบรูปแบบและขนาดของข้อมูล

3.3.1 การออกแบบรูปแบบและขนาดข้อมูลในหน่วยความจำของ เครื่อง อันได้แก่ ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.3.1.1 คำสั่งของผู้ใช้งานทางแป้นอักษร

เมื่อผู้ใช้งานพิมพ์คำสั่งทางแป้นอักษร ระบบจะใช้ตัวแปรสาย อักษรมารองรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน ความยาวของตัวแปรสายอักษรนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของคำสั่ง ที่นั้นมารองรับ ซึ่งจะไม่เกิน 254 ไบต์ รายละเอียดของคำสั่งและวิธีการใช้ได้กล่าวไว้ใน บทที่ 4

รูปแบบของคำสั่งต่าง ๆ แบ่งแยกกล่าวตามประเภทคำสั่งได้ดังต่อไปนี้

3.3.1.1.1 คำสั่งแสดงข้อมูลบนจอภาพ ได้แก่คำสั่งดังต่อไปนี้

3.3.1.1.1.1 คำสั่งเขียนโน้ต มีรูปแบบดังนี้

LIST m,n

หมายถึงสั่งให้ระบบนำข้อมูลโน้ตดนตรีที่เก็บอยู่ใน

ตัวแปรชุดในหน่วยความจำของ เครื่องมา เขียนเป็นโน้ตดนตรีบนจอภาพ โดยระบุหมายเลขห้อง
เริ่มต้น (m) และหมายเลขห้องสิ้นสุดการเขียน (n) โดย m และ n เป็นเลขจำนวนเต็มบวก

3.3.1.1.1.2 คำสั่งรายการชื่อเพลง มีรูปแบบดังนี้

FILES

เป็นคำสั่งให้ระบบนำชื่อเพลงทั้งหมดที่เก็บไว้ใน

หน่วยความจำสำรองมาแสดงบนจอภาพ

3.3.1.1.1.3 คำสั่งรายการกำกับเพลง มีรูปแบบดังนี้

TITLE

รายการกำกับเพลง เป็นรายการที่ผู้เขียนเพลงได้

บันทึกไว้เพื่ออธิบายเพลงนั้น ๆ เช่นประวัติของเพลง ซึ่งคำสั่งนี้จะเรียกรายการกำกับเพลง
ของเพลงที่อยู่ในหน่วยความจำเครื่องขณะนั้นออกมาแสดงบนจอภาพ ซึ่งในขณะเดียวกัน ผู้ใช้
งานสามารถ แก้อไข ตัดทอน เพิ่มเติมรายการกำกับเพลงได้ด้วยคำสั่งนี้

3.3.1.1.2 คำสั่งนำเข้าหรือส่งออกข้อมูลในหน่วยความจำสำรอง

ได้แก่คำสั่งดังต่อไปนี้

3.3.1.1.2.1 คำสั่งเก็บข้อมูล มีรูปแบบดังนี้

SAVE "name"

หมายถึงสั่งให้ระบบนำข้อมูลโน้ตดนตรี และข้อมูลอื่น

ที่ประกอบรวมกันเป็นเพลง ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำของ เครื่อง ในขณะนั้นเข้าไปเก็บในหน่วยความ
จำสำรอง โดยระบุชื่อเพลง (name) เพื่อใช้อ้างถึงข้อมูลชุดนี้

ข้อมูลประกอบเป็นเพลงได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2.2

โดยชื่อเพลงที่ระบุ เป็นสายอักขรที่มีความยาวไม่เกิน 8 ตัวอักษร

3.3.1.1.2.2 คำสั่งบรรจุข้อมูล มีรูปแบบดังนี้

LOAD "name"

หมายถึงสั่งให้ระบบนำเพลงจากหน่วยความจำสำรอง

ตามชื่อที่ระบุ (name) ในเครื่องหมายัญญาประกาศ เข้ามาเก็บในหน่วยความจำของ เครื่อง

อันเป็นการทำงานในทิศทางตรงกันข้ามกับคำสั่งในหัวข้อ 3.3.1.1.2.1

3.3.1.1.3 คำสั่งปรับปรุงข้อมูลเชิงกลุ่ม ได้แก่คำสั่งดังต่อไปนี้

3.3.1.1.3.1 คำสั่งเริ่มใหม่ มีรูปแบบดังนี้

NEW

หมายถึงให้ระบบทำการลบข้อมูลโน้ตดนตรี และข้อมูลอื่นที่ประกอบรวมกันเป็นเพลงที่อยู่ในหน่วยความจำของเครื่องทั้งหมด เพื่อเริ่มต้นใหม่

3.3.1.1.3.2 คำสั่งลอกโน้ต มีรูปแบบดังนี้

COPY m,n TO,r

หมายถึงสั่งให้ระบบลอกข้อมูลโน้ตดนตรีภายในหน่วยความจำของเครื่อง โดยระบุหมายเลขห้องเริ่มต้นการลอก (m) หมายเลขห้องสิ้นสุดการลอก (n) และนำข้อมูลโน้ตดนตรีที่ลอกไปแทรกต่อท้ายหมายเลขห้องที่ต้องการ (r) โดย m,n,r เป็นเลขจำนวนเต็มบวก

3.3.1.1.3.3 คำสั่งลบโน้ต มีรูปแบบดังนี้

DELETE m,n

หมายถึงสั่งให้ระบบตัดทอนข้อมูลโน้ตดนตรีในหน่วยความจำทิ้ง โดยระบุหมายเลขห้องเริ่มต้นการตัดทอน (m) และหมายเลขห้องสุดท้ายของการตัดทอน (n)

3.3.1.1.3.4 คำสั่งเปลี่ยนระดับเสียง มีรูปแบบดังนี้

TRANSPOSE

เป็นคำสั่งที่บอกให้ระบบทราบว่าผู้ใช้งานต้องการเปลี่ยนระดับเสียงของข้อมูลโน้ตดนตรีที่อยู่ในหน่วยความจำของเครื่อง เมื่อสั่งคำสั่งนี้ ระบบจะถามค่าถามดังต่อไปนี้

UP OR DOWN (U/D)? หมายถึงจะเปลี่ยนเป็นเสียงสูงขึ้นหรือต่ำลง ผู้ใช้งานตอบเป็นตัวอักษร "U" หรือ "D"

NO.OF SEMITONES (1-12)? หมายถึงสูงขึ้นหรือต่ำลงเป็นจำนวนกี่ครึ่งเสียง ผู้ใช้งานตอบเป็นเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 12

3.3.1.1.3.5 คำสั่งเชื่อมต่อเพลง มีรูปแบบดังนี้

MEDLEY

เป็นคำสั่งให้เชื่อมต่อเพลงหลายเพลงที่เก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง (เชื่อมต่อเป็นการชั่วคราว) เพื่อให้ผู้ใช้งานได้อ่านเสียงเขียนโน้ต (หัวข้อ 3.3.1.1.1.1) เขียนเพลงที่เชื่อมต่อกันนั้นออกจากจอภาพเสมือนกับเพลงเหล่านั้นถูกรวมเป็นเพลงเดียวกัน และอยู่ในหน่วยความจำของเครื่อง

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่ช่วยให้เพลงที่มีขนาดใหญ่เกินจำนวนหน่วยความจำของเครื่องสามารถแสดงออกเป็นโน้ตดนตรีบนจอภาพได้โดยแบ่งเพลงนั้นออกเป็นท่อน แยกเก็บลงหน่วยความจำสำรองทีละท่อน แล้วใช้คำสั่งนี้เชื่อมต่อกัน ซึ่งระบบจะถามชื่อเพลงที่ต้องการเชื่อมต่อ ซึ่งผู้ใช้งานระบุชื่อเพลงที่ต้องการ และค้นด้วยเครื่องหมายจุลภาค

3.3.1.1.4 คำสั่งปรับปรุงข้อมูลแบบโต้ตอบ

มีอยู่เพียงคำสั่งเดียวคือคำสั่ง เตรียมข้อมูล มีรูปแบบดังนี้

EDIT

เป็นคำสั่งที่บอกให้ระบบทราบว่าผู้ใช้งานต้องการบันทึก แก้ไข ล้อดแทรก ตัดทอน ข้อมูลโน้ตดนตรีในหน่วยความจำของเครื่อง แบบโต้ตอบ โดยนำข้อมูลเข้าทางแป้นอักขร และแสดงผลตอบสนองการทำงานต่อ 1 หน่วย ข้อมูลเป็นโน้ตดนตรีบนจอภาพ

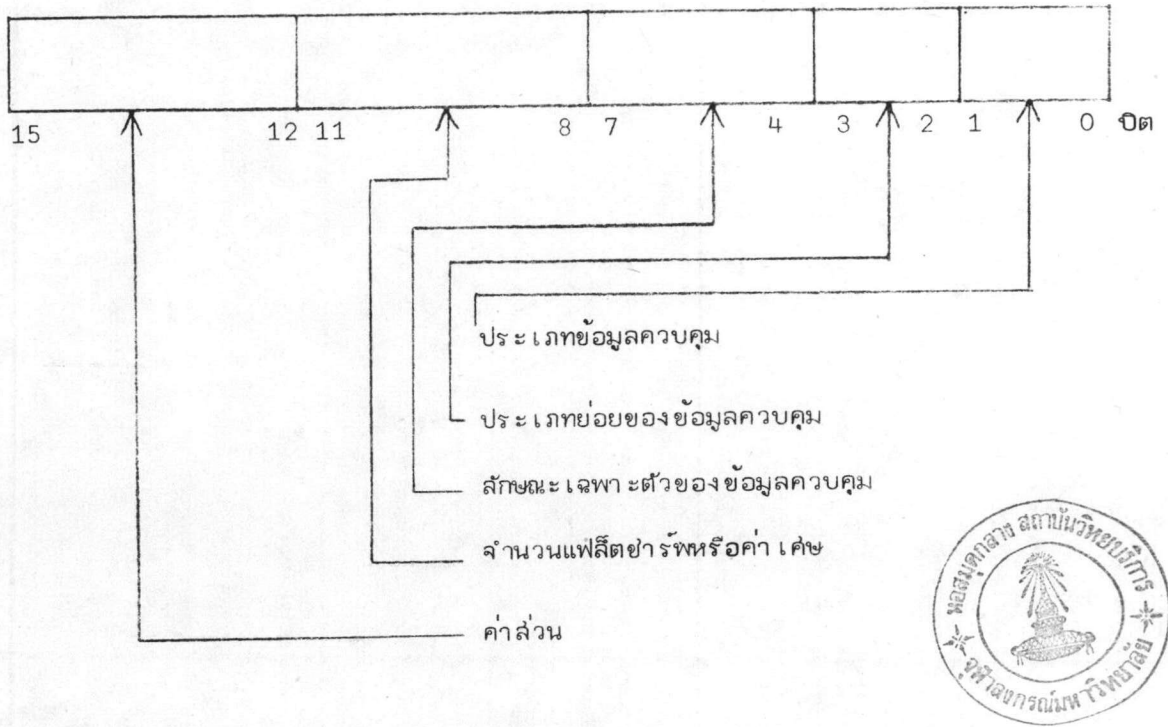
3.3.1.2 ตัวแปรชุดเก็บข้อมูลโน้ตดนตรี

ตัวแปรชุดเก็บข้อมูล ใช้สำหรับเก็บข้อมูลโน้ตดนตรี โดยโน้ตดนตรีแต่ละตัวจะเก็บด้วยความยาว 2 ไบต์ หรือ 16 บิต คือตั้งแต่บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 15 นับจากขวาไปซ้าย ทั้ง 16 บิต แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งแต่ละกลุ่มถือว่าเป็นค่าเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม นับตั้งแต่ 0 ขึ้นไป และแต่ละกลุ่มใช้แทนความหมายของแต่ละองค์ประกอบที่ประกอบกันขึ้นเป็นข้อมูลโน้ตดนตรี

ข้อมูลโน้ตดนตรีที่เก็บในตัวแปรชุดแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

3.3.1.2.1 ข้อมูลควบคุม

เป็นข้อมูลที่ใช้ข้อมูลแทนเสียงดนตรี ซึ่งได้แก่ ฎุญแจเสียง เครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียง เครื่องหมายกำหนดจังหวะ เส้นแบ่งห้อง กลุ่มของบิตที่ได้จากการเอา 2 ไบต์มาต่อกัน แบ่งออกตามรูปที่ 3.3 ดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงรูปแบบของข้อมูลควบคุม

ข้อมูลควบคุมแยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ โดยอาศัยกลุ่มบิตดังนี้

3.3.1.2.1.1 บิตที่ 0-1 แสดงประเภทของข้อมูลควบคุม

ถ้ากลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 0 หมายถึง เป็น เส้นแบ่งห้อง

ถ้ากลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 1 หมายถึง เป็น กุญแจเสียง

ถ้ากลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 2 หมายถึง เป็น เครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียง

ถ้ากลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 3 หมายถึง เป็น เครื่องหมายกำหนดจังหวะ

3.3.1.2.1.2 บิตที่ 2-3 แสดงประเภทย่อยของข้อมูลควบคุม

- | | |
|-----------------------------|--|
| เส้นแบ่งห้อง | ที่กลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 0 หมายถึง เส้นแบ่งห้องเดี่ยว |
| เส้นแบ่งห้อง | ที่กลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 1 หมายถึง เส้นแบ่งห้องคู่ |
| กุญแจเสียง | ที่กลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 0 หมายถึง กุญแจซอล |
| กุญแจเสียง | ที่กลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 1 หมายถึง กุญแจฟา |
| เครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียง | ที่กลุ่มบิตนี้มีค่า เป็น 1 หมายถึง บรรทัดเสียงทางแฟล็ต |

เครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียง ที่กลุ่มบิตนี้มีค่าเป็น 2 หมายถึง บรรทัดเสียงทางซาร์ฟ
 เครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียง ที่กลุ่มบิตนี้มีค่าเป็น 3 หมายถึง บรรทัดเสียงทางเนเลอรัล

3.3.1.2.1.3 บิตที่ 4-7 แสดงลักษณะเฉพาะตัวของข้อมูลควบคุม

หน่วยข้อมูลที่เป็นข้อมูลควบคุม กลุ่มบิตนี้จะมีค่าเท่ากับ 0 เสมอ
 ระบบจะใช้กลุ่มบิตนี้ในการแยกแยะข้อมูลควบคุมออกจากข้อมูลโน้ตดนตรีจริงซึ่งจะมีค่าไม่เท่ากับ
 0

3.3.1.2.1.4 บิตที่ 8-11 แสดงจำนวนแฟล็ต ซาร์ฟของบรรทัดเสียงหรือค่า เศษ ของเครื่องหมายกำหนดจังหวะ

ถ้าข้อมูลควบคุมนี้เป็นเครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียงทางซาร์ฟกลุ่มบิตนี้บอกจำนวนซาร์ฟ
 ถ้าข้อมูลควบคุมนี้เป็นเครื่องหมายกำกับบรรทัดเสียงทางแฟล็ตกลุ่มบิตนี้บอกจำนวนแฟล็ต
 ถ้าข้อมูลควบคุมนี้เป็นเครื่องหมายกำหนดจังหวะกลุ่มบิตนี้จะบอกค่า เศษซึ่งมีค่า เป็น 2 ถึง 6

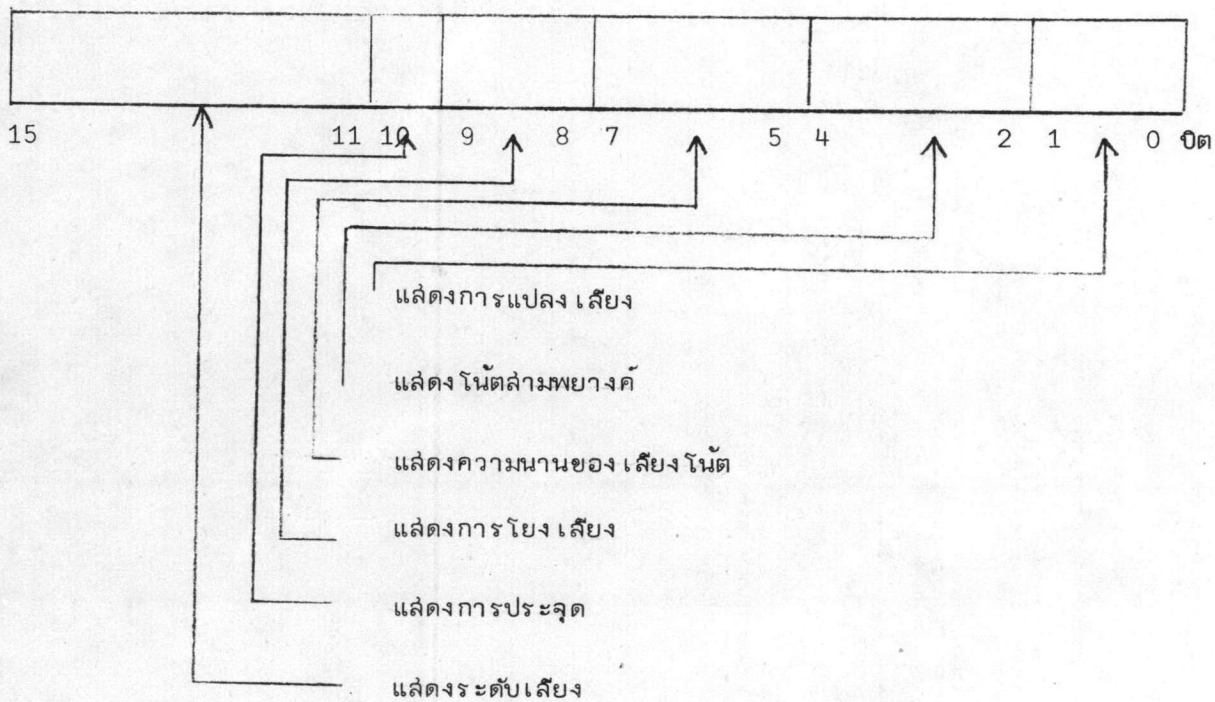
3.3.1.2.1.5 บิตที่ 12-15 แสดงค่าส่วน

ถ้าข้อมูลควบคุมตัวนี้เป็นเครื่องหมายกำหนดจังหวะกลุ่มบิตนี้จะบอก
 ค่าส่วนซึ่งมีค่าเป็น 4 หรือ 8

3.3.1.2.2 ข้อมูลโน้ตดนตรีจริง

เป็นข้อมูลที่แทน เสียงดนตรีหรือตัวหยุดโดยใช้

2 ไบต์ มาต่อกัน และแบ่งแยกกลุ่มของบิตออกตามรูปที่ 3.4 ดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงรูปแบบข้อมูลโน้ตดนตรีจริง

3.3.1.2.2.1 วัตถุประสงค์ 0-1 แสดงการแปลงเสียง

ใช้บอกสถานะของ เครื่องหมายแปลงเสียงที่มีต่อตัวโน้ตโดย ถ้าเท่ากับ 0 หมายถึงไม่มีเครื่องหมายแปลงเสียง ถ้าเท่ากับ 1,2,3, หมายถึงมีเครื่องหมายแปลงเสียงเป็นแฟล็ต ชาร์ป เนเจอร์ล ตามลำดับ

3.3.1.2.2.2 วัตถุประสงค์ 2-4 แสดงโน้ตสามพยางค์

ใช้บอกสถานะความเป็นโน้ตสามพยางค์ ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงโน้ตธรรมดา ถ้ามีค่าเท่ากับ 1,2,...,5 หมายถึงโน้ตสามพยางค์ซึ่งมีความนานของกลุ่มสามพยางค์ทั้งกลุ่มเท่ากับตัวกลม ตัวขาว.....ตัวเข้บิต 2ชั้น ตามลำดับ

3.3.1.2.2.3 วัตถุประสงค์ 5-7 แสดงความนานของโน้ต

ใช้บอกความนานของเสียงหรือตัวหยุดโดยมีค่า 1,2,...,6 ซึ่งแต่ละค่าจะหมายถึงความนานที่มีค่าเท่ากับตัวกลม ตัวขาว.....ตัวเข้บิต 3 ชั้นตามลำดับ

3.3.1.2.2.4 วัตถุประสงค์ 8-9 แสดงการโยงเสียง

ใช้บอกสถานะของการโยงเสียงโดยถ้ามีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงโน้ตตัวนี้ไม่ได้เป็นตัวการในการโยงเสียง ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงโน้ตตัวนี้เป็นตัวเริ่มต้นของเครื่องหมายโยงเสียง ถ้ามีค่าเท่ากับ 2 หมายถึงโน้ตตัวนี้เป็นตัวสิ้นสุดของเครื่องหมายโยงเสียง และให้ลากเครื่องหมายโยงเสียงทางด้านบน ถ้ามีค่าเท่ากับ 3 หมายถึงโน้ตตัวนี้เป็นตัวสิ้นสุดของเครื่องหมายโยงเสียง และให้ลากเครื่องหมายโยงเสียงทางด้านล่าง

3.3.1.2.2.5 วัตถุประสงค์ 10 แสดงการประจุ

ถ้าวัตถุประสงค์ 10 มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงโน้ตตัวนี้มีประจุ ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงโน้ตตัวนี้ไม่มีประจุ

3.3.1.2.2.6 วัตถุประสงค์ 11-15 แสดงระดับเสียง

ใช้บอกค่าความสูงต่ำของตัวโน้ตโดยยึดบรรทัดห้าเส้นเป็นหลัก ถ้ากลุ่มวัตถุประสงค์นี้มีค่าเท่ากับ 0 จะหมายถึงตัวหยุด ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 จะเป็นตัวโน้ตมีตำแหน่ง ๓ ใต้เส้นน้อยที่ 5 ใต้บรรทัด 5 เส้น ถ้ามีค่ามากกว่า 1 ก็จะเป็นตัวโน้ตสูงขึ้นมาเรื่อย ๆ สลับกันระหว่างตำแหน่งบนเส้นและในช่องของบรรทัด 5 เส้น ค่าสูงสุดคือ 31

3.3.1.3 ดัชนีบอกตำแหน่งสุดท้ายของข้อมูลโน้ตดนตรี

เป็นตัวแปรขนาด 2 ไบต์มีค่าเป็นเลขจำนวนเต็ม มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 950

3.3.1.4 ส่วนนับตำแหน่งข้อมูลโน้ตดนตรี

มีรูปแบบเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.1.3.

3.3.1.5 รายการกำกับเพลง

เป็นสายอักขรที่มีความยาวไม่เกิน 254 ไบต์

โดยอาจประกอบด้วยชื่อเพลง หรือผู้ใช้งานอาจกำหนดข้อมูลใดเพิ่มภายใน 254 ไบต์ โดยขึ้นอยู่กับผู้ที่ค้นหาเอาไปใช้

3.3.1.6 ตัวควบคุมจำนวนห้องของ เพลงและจำนวนโน้ตในแต่ละห้อง

เป็นตัวแปรสายอักขรที่มีความยาวไม่เกิน 254 ไบต์

โดยทุก ๆ 2 ไบต์ที่อยู่ต่อเนื่องกันจะเก็บอักขรตัวเลขที่บอกถึงจำนวนสัญลักษณ์ดนตรีในห้องหนึ่ง ๆ ซึ่งเห็นได้ว่าจำนวนห้องของ เพลงจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวของตัวแปรนี้ พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้

05031706

จะหมายถึงห้องแรกของ เพลงมีสัญลักษณ์ 5 ตัว

ห้องที่สองของ เพลงมีสัญลักษณ์ 3 ตัว

ห้องที่สามของ เพลงมีสัญลักษณ์ 17 ตัว

ห้องที่สี่ของ เพลงมีสัญลักษณ์ 6 ตัว

เพลงมีทั้งหมด 4 ห้อง

3.3.1.7 ตารางสัญลักษณ์ของภาษาดนตรี

แต่ละระเบียนของตารางจะบอกถึงการเปิดหรือ

ปิดสวิตช์ของพิกเซล (Pixel) (1) เพื่อให้เกิดเป็นภาพสัญลักษณ์ดนตรี แต่ละตัวบนจอภาพ โดยไบต์แรกของระเบียนบอกจำนวนลิตมภ์ของจอภาพที่ใช้เขียนสัญลักษณ์ ไบต์ที่สองบอกจำนวนแถวของจอภาพที่ใช้เขียนสัญลักษณ์ ไบต์ต่อ ๆ ไป เป็นสายปิดที่ใช้ควบคุมการเปิดปิดสวิตช์ของพิกเซลซึ่งมีความยาวเป็นจำนวนไบต์เท่ากับ ไบต์แรกคูณไบต์ที่สอง ตัวอย่างเช่น ภาพเส้นขวางสั้น ๆ ที่ปรากฏบนจอภาพ จะมีรูปแบบของพิกเซลดังนี้

00001000

00001000

00001000

00001000

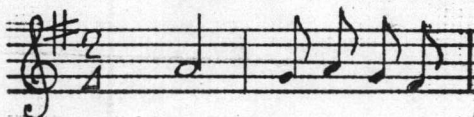
โดย 0 เท่ากับปิดสวิทช์ 1 เท่ากับเปิดสวิทช์ ซึ่งจะมีเนื้อหาของระเบียบแสดง
เป็นเลขฐาน 16 ดังต่อไปนี้

010408080808

ดังนั้นเมื่อต้องการเขียนสัญลักษณ์โบนจอกภาพ ต้องคำนวณตำแหน่งระเบียบข้อมูล
ในตารางที่ต้องการเสียก่อน

3.3.1.8 ตัวควบคุมจอกภาพ

ตัวแปรที่ใช้ควบคุมจอกภาพเป็นตัวแปรสายตัวอักษร
มีความยาวตั้งแต่ 0 ถึง 80 ไบต์ เมื่อมีการเขียนสัญลักษณ์โบนจอกภาพเรียงต่อเนื่องกันระบบ
จะเก็บจำนวนลำดับที่สัญลักษณ์แต่ละตัวเข้าไปไว้ใน 1 ไบต์ต่อสัญลักษณ์ 1 ตัว เรียงต่อเนื่อง
กันในตัวแปรสายอักษร เช่นโบนจอกภาพมีสัญลักษณ์ดังนี้



สมมุติว่า	จำนวนลำดับของจอกภาพที่กุญแจซอล	ใช้เท่ากับ	11	ลำดับ
	จำนวนลำดับของจอกภาพที่ซาร์ฟ	ใช้เท่ากับ	3	ลำดับ
	จำนวนลำดับของจอกภาพที่เครื่องหมายกำหนดจังหวะ	ใช้เท่ากับ	7	ลำดับ
	จำนวนลำดับของจอกภาพที่ตัวขาว	ใช้เท่ากับ	5	ลำดับ
	จำนวนลำดับของจอกภาพเส้นแบ่งห้อง	ใช้เท่ากับ	2	ลำดับ
	จำนวนลำดับของจอกภาพตัวเขบีต 1 ขึ้น	ใช้เท่ากับ	4	ลำดับ

ดังนั้นตัวแปรสายอักษรที่ใช้ควบคุมจอกภาพจะเก็บจำนวนลำดับที่สัญลักษณ์ ใช้เป็น
รูปตัวอักษรของเลขฐาน 16 ดังนี้

B375244442

3.3.2 การออกแบบรูปแบบข้อมูลภายในหน่วยความจำสำรอง

การเก็บเพลงไว้ในหน่วยความจำสำรองแต่ละเพลงถือเป็น 1 แฟ้มข้อมูล อันเป็นแฟ้มข้อมูลแบบเรียงลำดับ โดยมีความยาวของระเบียนแบบแปรผัน ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ระเบียนรายการกำกับเพลง

เป็นระเบียนแรกของแฟ้มข้อมูล ซึ่งมีรูปแบบเช่นเดียวกับรายการกำกับเพลงในหัวข้อ 3.3.1.5

3.3.2.2 ระเบียนบอกจำนวนข้อมูลโน้ตดนตรี

เป็นระเบียนที่ 2 ของแฟ้มข้อมูลใช้เก็บจำนวนข้อมูลโน้ตดนตรีทั้งหมดของแฟ้มข้อมูลนั้น ซึ่งมีรูปแบบเช่นเดียวกันกับหัวข้อ 3.3.1.3

3.3.2.3 ระเบียนบอกจำนวนห้องและจำนวนโน้ตในห้อง

เป็นระเบียนที่ 3 ของแฟ้มข้อมูล มีหน้าที่และรูปแบบของระเบียนเช่นเดียวกันกับหัวข้อ 3.3.1.6

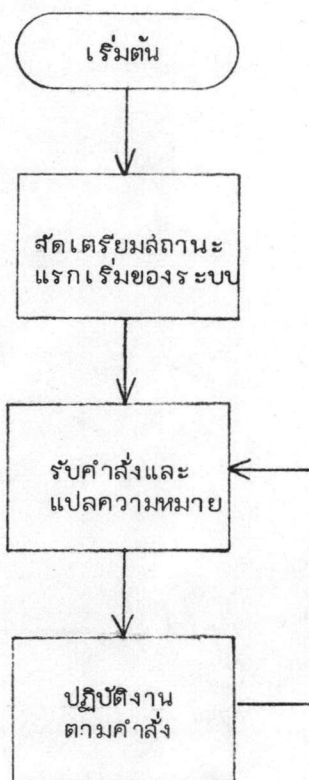
3.3.2.4 ระเบียนข้อมูลโน้ตดนตรี

เป็นระเบียนตั้งแต่ระเบียนที่ 5 เป็นต้นไป จนถึงระเบียนสุดท้ายของข้อมูล ซึ่งระเบียนชุดนี้มีรูปแบบข้อมูลเช่นเดียวกันกับตัวแปรชุดเก็บข้อมูลโน้ตดนตรีในหัวข้อ 3.3.1.2

3.4 การกำหนดขั้นตอนการทำงาน

3.4.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบโดยสรุป

ระบบงานเขียนโน้ตดนตรีประกอบด้วยการทำงาน 3 ขั้นตอนใหญ่คือการจัดเตรียมสถานที่แรกเริ่มของระบบงาน การรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน และแปลความหมาย การปฏิบัติงานตามคำสั่ง ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนได้แสดงไว้ดังรูป 3.5



รูป 3.5 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.4.1.1 การจัดเตรียมสถานะแรกเริ่มของระบบ

เมื่อระบบเริ่มต้นทำงาน จะต้องมีการจัดเตรียมสถานะต่าง ๆ เพื่อรองรับการทำงานของขั้นตอนต่อไป การเตรียมสถานะดังกล่าวได้แก่ การบรรจุตารางสัญลักษณ์เข้าหน่วยความจำ การจัดตำแหน่งเริ่มต้นของ โปรแกรมระบบงาน ฯลฯ ซึ่งการจัดเตรียมสถานะดังกล่าวจะกระทำเพียงครั้งเดียว เมื่อระบบเริ่มต้นทำงานเท่านั้น โดยผู้ใช้งานไม่ต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย

3.4.1.2 การรับคำสั่งและแปลความหมาย

เมื่อระบบพร้อมที่จะรับคำสั่งจากผู้ใช้งานระบบจะแจ้งสัญญาณให้ทราบทางจอภาพ ณ จุดนี้ผู้ใช้งานสามารถกรอห้คำสั่งต่าง ๆ (หัวข้อ 3.3.1) เข้าทางแป้นอักขรระบบจะนำสายอักขรของคำสั่งที่ได้มาเปรียบเทียบกับเป็นคำสั่งอะไร (อันบอกถึงความต้องการของผู้ใช้งาน) และหาค่าของตัวแปรผ่นคำสั่ง (อันบอกถึงขอบเขตการทำงาน)

3.4.1.3 การปฏิบัติงานตามคำสั่ง

เมื่อระบบได้ข้อมูลของการปฏิบัติงานจากหัวข้อ 3.4.1.2 แล้วก็จะทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งานภายในขอบเขตที่กำหนดในขั้นตอนที่ผู้ใช้งานอาจเข้าไปยุ่งเกี่ยวหรือโต้ตอบกับระบบโดยผ่านทางแป้นอักขระตามลักษณะของงาน เมื่อการทำงานตามคำสั่งสิ้นสุดลงระบบจะเข้าไปสู่ขั้นตอนการรับคำสั่ง และแปลความหมายต่อไป

ขั้นตอนการทำงานของระบบทั้งหมดได้แสดงเป็นผังงานไว้ในภาคผนวก ก. และอธิบายความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้ในหน้าแรกของภาคผนวก ก.

3.4.2 ขั้นตอนการทำงานตามคำสั่งประเภทต่าง ๆ

เมื่อระบบรู้ว่าต้องปฏิบัติงานตามคำสั่งไหน ระบบจะโอนการควบคุมไปสู่ส่วนการทำงานที่รับรองคำสั่งนั้น โดยขั้นตอนการทำงานตามคำสั่งต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ดังนี้

คำสั่ง	ภาคผนวก ก. หน้า
เขียนโน้ต (LIST)	2
ลอกโน้ต (COPY)	5
ลบโน้ต (DELETE)	6
เก็บข้อมูล (SAVE)	4
บรรจุข้อมูล (LOAD)	4
เริ่มใหม่ (NEW)	1
เตรียมข้อมูล (EDIT)	3
เปลี่ยนระดับเสียง (TRANSPOSE)	6
รายการชื่อเพลง (FILES)	1
รายการกำกับเพลง (TITLE)	1

3.4.3 ขั้นตอนการทำงานเขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพ

การเขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพจากข้อมูล 1 หน่วย ในที่เก็บข้อมูลชั่วคราว เป็นส่วนการทำงานที่ไฮ้แสดงผลโน้ตดนตรีบนจอภาพ ได้แสดงผังขั้นตอนการทำงานไว้ในภาคผนวก ก. หน้า 8



3.4.4 ขั้นตอนการทำงานปรับปรุงข้อมูลในตัวแปรชุด

การทำงานของระบบภายใต้คำสั่งเตรียมข้อมูล จะมีการปรับปรุง ข้อมูลในตัวแปรชุดที่ใช้เก็บข้อมูลโน้ตดนตรีชั่วคราว ครั้งละ 1 หน่วยข้อมูล ซึ่งการปรับปรุงหมายถึงการเพิ่ม ต่อกำย ตัดทอน ลอดแทรก แก้ไขข้อมูลหน่วยใดหน่วยหนึ่งในตัวแปรชุด จึงได้แยกแสดงผัง ขั้นตอนการทำงานของส่วนนี้ไว้ในหน้า 9 ของภาคผนวก ก.

3.5 การแบ่งแยกส่วนการทำงาน

ในการติดตั้งระบบงานเขียนโน้ตดนตรีเข้าในไมโครคอมพิวเตอร์ NEC รุ่น PC-8000 ได้แบ่งแยกส่วนการทำงานต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นระบบออกเป็นโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยหลายโปรแกรม ผัสต์เวียกันเข้ามาทำงานในหน่วยความจำของ เครื่องตามความต้องการของงาน

โปรแกรมเกือบทั้งหมดเขียนด้วยภาษา เบสิก และโปรแกรมย่อยบางตัว เขียนด้วยภาษา เครื่อง เพื่อความรวดเร็วในการทำงานหรือเพื่อทำงานที่ภาษา เบสิกทำไม่สะดวก ภาษา เครื่องที่ใช้เป็นภาษาของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8-80

รายละเอียดของโปรแกรมทั้งหมดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข. และชื่อของ โปรแกรมย่อย ที่ได้อ้างถึงในหัวข้อนี้ เป็นชื่อที่จัดระบุไว้ในภาคผนวก ค. แล้ว

โปรแกรมของระบบแบ่งออกได้เป็น 2 ชุดดังนี้

3.5.1 ชุดโปรแกรมจัดเตรียมสถานะแรกเริ่มของระบบงาน โปรแกรมชุดนี้ ประกอบด้วยโปรแกรมต่อไปนี้

3.5.1.1 โปรแกรม "MUSIC"

เป็นโปรแกรมเริ่มต้นการทำงานของระบบงาน มีหน้าที่นำ ข้อมูล "symb-dat" มาสร้างตารางสัญลักษณ์ของภาษาดนตรี และสั่งให้โปรแกรม "set-key" เข้ามาทำงานแทน

3.5.1.2 โปรแกรม "set-key"

โปรแกรมนี้มีหน้าที่จัดการทำงานของแป้นอักษร "f1" ถึง "f5" อันเป็นแป้นอักษรพิเศษ เพื่อให้ลัดคอลลังและเหมาะสมกับการทำงานของโปรแกรมหลักและสั่งให้โปรแกรม "load-obj" เข้ามาทำงานแทน

3.5.1.3 โปรแกรม "load-obj"

โปรแกรมนี้จะสร้างภาพตัวอักษรวิ่ง เป็นชื่อเรียกโปรแกรมของระบบงานเขียนโน้ตดนตรี พร้อมทั้งนำโปรแกรมย่อยภาษาเครื่องเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องเพื่อให้โปรแกรมหลักเรียกใช้ แล้วสั่งให้โปรแกรม "lod-add" เข้ามาทำงานแทน

3.5.1.4 โปรแกรม "load-add"

โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนตำแหน่ง เริ่มต้นของ โปรแกรมในหน่วยความจำของเครื่อง (Load address) เพื่อขยายเนื้อที่ในหน่วยความจำของเครื่องที่เป็นที่อยู่ของโปรแกรมทำงาน ให้เพิ่มมากขึ้น พอเพียงที่โปรแกรมหลักซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า เนื้อที่อันเป็นที่อยู่ของโปรแกรมทำงานเดิม สามารถลงไปได้ จากนั้นจะสั่งให้โปรแกรม "MAIN" อันเป็นโปรแกรมหนึ่งในชุดของโปรแกรมหลักเข้ามาทำงาน

3.5.2 ชุดของโปรแกรมหลัก

เป็นโปรแกรมที่ปฏิบัติ เกี่ยวกับข้อมูลโน้ตดนตรีอย่างแท้จริง โปรแกรมชุดนี้ประกอบด้วย โปรแกรมใหญ่ 3 โปรแกรม ณ ขณะใดขณะหนึ่งจะมีเพียงโปรแกรมเดียวเท่านั้นที่อยู่ในหน่วยความจำของเครื่องซึ่งประเภทของงานที่ทำจะเป็นตัวกำหนดว่าเป็นโปรแกรมใดเข้ามาทำงาน แต่ละโปรแกรมอาจประกอบด้วยหลายโปรแกรมย่อย ดังจะได้กล่าวต่อไปนี้

3.5.2.1 โปรแกรมหลัก "MAIN"

เป็นโปรแกรมหลักโปรแกรมแรกที่เข้ามาทำงานหลังจากที่โปรแกรมชุดเปลี่ยนแปลงสถานะของเครื่องได้ทำงานเสร็จสิ้นลงแล้ว โปรแกรมนี้ทำหน้าที่รับคำสั่งทุกคำสั่งจากผู้ใช้งาน และแจกจ่ายงาน ซึ่งจะต้องทำตามคำสั่งไปยังโปรแกรมย่อยซึ่งอยู่ในโปรแกรม "MAIN" เอง หรือสั่งให้โปรแกรมหลักอื่นเข้ามาทำงานแทน

ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงแต่ละโปรแกรมย่อย ซึ่งประกอบอยู่ในโปรแกรม ตามหน้าที่และการทำงานดังนี้

3.5.2.1.1 โปรแกรมย่อย "Edit"

มีหน้าที่บันทึก เปลี่ยนแปลง ตัดทอน ล้อด-แทรกข้อมูลโน้ตดนตรี ในตัวแปรชุดเก็บข้อมูลโน้ตดนตรี โดยรับสัญญาณจากแป้นอักษร โปรแกรมย่อย "Edit" ถูกเรียกใช้โดยคำสั่งเตรียมข้อมูล

3.5.2.1.2 โปรแกรมย่อย "Input"

เป็นโปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Edit"

ทำหน้าที่รับการกรอกข้อมูลโน้ตดนตรี ลงในช่องกรอกข้อมูล และจัดการผืนกองค์ประกอบข้อมูล เข้าเป็นหน่วยข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบอันเหมาะสมเก็บเข้าในตัวแปรชุดข้อมูลโน้ตดนตรี

3.5.2.1.3 โปรแกรมย่อย "Keyboard"

เป็นโปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Edit"

ทำหน้าที่รับสัญญาณจากแผงแป้นอักษร และแปลความหมายเองสัญญาณนั้น ทั้งยังทำหน้าที่ควบคุม ตำแหน่งของเคอเชอร์ การเคลื่อนที่ของเคอเชอร์ และความล่อตล้องระหว่างตำแหน่งของ เคอเชอร์ และตำแหน่งของข้อมูลโน้ตดนตรีในตัวแปรชุด

3.5.2.1.4 โปรแกรมย่อย "Interpret"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกจากส่วนการทำงานใด ๆ

ก็ตามภายในโปรแกรม "MAIN" ที่ต้องการแปลความหมายของข้อมูลโน้ตดนตรี เพื่อให้ทราบว่า จะต้องเขียนสัญลักษณ์อะไรบนจอภาพ

3.5.2.1.5 โปรแกรมย่อย "Note"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย

"Interpret" เมื่อต้องการเขียน การเขียนตัวโน้ต โปรแกรมย่อยนี้จะเขียนรูปโน้ตออกมา ในขนาดความนานต่าง ๆ หางขึ้นหรือลง ซึ่งแล้วแต่ข้อมูลโน้ตดนตรีจะถูกแปลความหมายออกมาอย่างไร

3.5.2.1.6 โปรแกรมย่อย "Time-sign"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย

"Interpret" เมื่อต้องการเขียนเครื่องหมายกำหนดจังหวะ ซึ่งอาจจะเป็น 2/4 3/4 4/4 3/8 6/8

3.5.2.1.7 โปรแกรมย่อย "Clef"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย

"Interpret" เมื่อต้องการเขียนกุญแจเสียง ซึ่งอาจเป็นกุญแจซอล หรือกุญแจฟา

3.5.2.1.8 โปรแกรมย่อย "Accidental"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย

"Interpret" หรือโปรแกรมย่อย "Key-sign" เมื่อต้องการเขียนเครื่องหมายแปลงเสียง ซึ่งอาจเป็นแฟล็ต ชาร์ป หรือเนเจอร์ล

3.5.2.1.9 โปรแกรมย่อย "Rest"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย

"Interpret" เมื่อต้องการเขียนตัวหยุด ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ กันตามความนานของตัวหยุดนั้น ๆ

3.5.2.1.10 โปรแกรมย่อย "Stave"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่ลากบรรทัด 5 เส้น ซึ่ง

ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Lest" หรือโปรแกรมย่อย "Leger Line"

3.5.2.1.11 โปรแกรมย่อย "CRT-management"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่จัดการและควบคุมสถานการณ์

ของจอภาพ ในที่นี้จะถือว่าจอภาพถูกแบ่งออกเป็น 80 สลตมภ์ ซึ่งโปรแกรมย่อย "CRT-management" จะต้องคอยบันทึกว่าจำนวนสลตมภ์บนจอภาพได้ถูกใช้ไปในการเขียนโน้ตดนตรี แล้วที่สลตมภ์ โน้ตดนตรีหรือสัญลักษณ์ที่เขียนโน้ตแต่ละตัว ใช้เนื้อที่บนจอภาพไปที่สลตมภ์ และแต่ละตัวมีตำแหน่งอยู่ ณ สลตมภ์ไหน นอกจากนั้น จะต้องคอยปรับปรุงข้อมูลดังกล่าวให้ถูกเล่มม่อทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง เกิดขึ้นบนจอภาพ

โปรแกรมย่อยซึ่งมีหน้าที่เขียนสัญลักษณ์ใด ๆ บนจอภาพ จะอาศัยโปรแกรมย่อย "CRT-management" ช่วยจัดจอภาพให้ และคำนวณตำแหน่งทางสลตมภ์ของจอภาพที่จะใช้เขียนสัญลักษณ์ ซึ่งอาจมีการเลื่อนภาพบนจอไปทางซ้าย ถ้าไม่มีที่ว่างพอสำหรับการเขียนสัญลักษณ์ตัวใหม่

โปรแกรมย่อย "CRT-management" ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Interpret" ก่อนที่จะมีการเขียนสัญลักษณ์ใด ๆ หรืออาจถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Cusor" เพื่อวางตำแหน่งเคอเซอร์บนจอภาพ

3.5.2.1.12 โปรแกรมย่อย "Leger line"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งมีหน้าที่เขียนเส้นน้อย เมื่อโน้ตที่

เขียนขึ้นจำเป็นต้งต้องใช้เส้นน้อย ซึ่งจะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Interpret"

3.5.2.1.13 โปรแกรมย่อย "Key-sign"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งมีหน้าที่เขียนเครื่องหมายกำกับบันได

เสียง ซึ่งจะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Interpret"

3.5.2.1.14 โปรแกรมย่อย "Duration"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่คำนวณหาจำนวนจังหวะของตัวโน้ตหรือตัวหยุดจากค่าความนาน ซึ่งจะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมย่อย "Interpret" หรือโปรแกรมย่อย "Edit" และอาจถูกเรียกจากหลาย ๆ จุด ด้วยจุดประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกัน

3.5.2.1.15 โปรแกรมย่อย "Get Key"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งมีหน้าที่รับข้อมูลที่เป็นกุญแจเสียง เครื่องหมายกำกับบันไดเสียง และเครื่องหมายกำหนดจังหวะ จากแป้นอักษรซึ่งจะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Edit" เมื่อไม่มีข้อมูลโน้ตดนตรีในหน่วยความจำของเครื่อง หรือมีการกดแป้นอักษร "CTRL" + "K" ในขณะที่กำลังทำงานตามคำสั่ง เตรียมข้อมูล

3.5.2.1.16 โปรแกรมย่อย "Write data"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งมีหน้าที่บันทึกข้อมูลโน้ตดนตรีเข้าตัวแปรชุดแบบต่อท้าย หรือแบบลัดแทรก และคอยติดตามสถานะของหน่วยความจำของเครื่อง ล้วนที่ใช่เก็บข้อมูลโน้ตดนตรี ซึ่งจะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Edit"

3.5.2.1.17 โปรแกรมย่อย "Clear"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่จัดสถานะภาพของจอภาพ และการเขียนภาพบนจอภาพให้เข้าสู่จุดเริ่มต้น ซึ่งอาจถูกเรียกจากหลายจุดของระบบงาน เมื่อใดก็ตามที่ภาพโน้ตดนตรีบนจอภาพไม่ลัดคลั่งกับข้อมูลโน้ตดนตรีในหน่วยความจำของเครื่อง หรือเมื่อมีการลบจอภาพเพื่อเขียนโน้ตดนตรีใหม่

3.5.2.1.18 โปรแกรมย่อย "Byte of Rest"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่คำนวณหาจำนวนลัดมภ์ที่ใช้บนจอภาพของตัวหยุดจากค่าความนานของตัวหยุดนั้น ๆ โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Interpret"

3.5.2.1.19 โปรแกรมย่อย "Byte of Note"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่คำนวณหาจำนวนลัดมภ์ที่ใช้บนจอภาพของตัวโน้ตจากค่าความนานของตัวโน้ตนั้น ๆ โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Interpret"

3.5.2.1.20 โปรแกรมย่อย "Bar locate"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนค่าหมายเลขห้องให้เป็นค่าตรรกษณ์ซึ่งชี้ไปยังข้อมูลโน้ตดนตรีในหน่วยความจำของ เครื่องที่เป็นข้อมูลโน้ตดนตรีตัวแรกของห้องนั้น ซึ่งจะถูกเรียกจากหลาย ๆ จุดในระบบงาน เมื่อต้องการทราบค่าตรรกษณ์ดังกล่าวจากหมายเลขห้อง

3.5.2.1.21 โปรแกรมย่อย "List"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่เขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพอย่างต่อเนื่อง จากค่าตรรกษณ์เริ่มต้นจนถึงตรรกษณ์ที่สิ้นสุด โปรแกรมย่อยส่วนนี้ถูกเรียกโดยคำสั่งเขียนโน้ต หรือโปรแกรมย่อย "Edit"

3.5.2.1.22 โปรแกรมย่อย "Display data"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่พิมพ์องค์ประกอบของข้อมูลโน้ตดนตรีตัวที่บอกตำแหน่งโดยเคอเซอร์ลงในช่องกรอกข้อมูลบนจอภาพเมื่อมีการ เปลี่ยนตำแหน่งเคอเซอร์ โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Edit"

3.5.2.1.23 โปรแกรมย่อย "Beat Check"

ก่อนที่จะมีการบันทึกข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำของเครื่องซึ่งอาจเป็นการล่อตแทรก ต่อท้าย หรือแก้ไขข้อมูล โปรแกรมย่อยนี้จะมีหน้าที่ตรวจสอบ เพื่อป้องกันมิให้จำนวนจังหวะรวมของข้อมูลโน้ตดนตรีในห้องนั้น ๆ เกินไปจากที่เครื่องหม่ายกำหนดจังหวะกำหนดเอาไว้ ซึ่งจะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Edit"

3.5.2.1.24 โปรแกรมย่อย "Cusor"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่คำนวณตำแหน่งของ เคอเซอร์บนจอภาพ ซึ่งจะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมย่อย "Keyboard"

3.5.2.1.25 โปรแกรมย่อย "Address"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนตำแหน่งของการเขียนสัญญาณบนจอภาพที่ได้จากโปรแกรมย่อย "CRT-management" ให้เป็นตำแหน่งจริงภายในพื้นที่หน่วยความจำสำรองสำหรับจอภาพ ซึ่งจะถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย "Interpret"

3.5.2.1.26 โปรแกรมย่อย "Top & Bottom"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่คำนวณตำแหน่งสูงสุดและ -

สัญลักษณ์ลักษณะแต่ละตัววางตำแหน่งอยู่บนจอภาพ ซึ่ง โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกโดย โปรแกรมย่อย "Tie" หรือโปรแกรมย่อย "Triplet" เมื่อต้องการคำนวณตำแหน่งการ ลากเครื่องหมายโยง เสียงหรือเครื่องหมายสามพยางค์

3.5.2.1.27 โปรแกรมย่อย "Tie"

โปรแกรมย่อยนี้ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย"Interpret"

เมื่อต้องการลากเครื่องหมายโยง เสียง

3.5.2.1.28 โปรแกรมย่อย "Triplet"

โปรแกรมย่อยนี้ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย"Interpret"

เมื่อต้องการลากเครื่องหมาย 3 พยางค์

3.5.2.1.29 โปรแกรมย่อย "Search Clef", "Search Key-

Sign", "Search Time-Sign"

เป็นชุดโปรแกรมย่อยซึ่งมีหน้าที่ตรวจหาสัญญาณ เสียง

เครื่องหมายกำกับบันไดเสียง และ เครื่องหมายกำหนดจังหวะ ซึ่งควบคุมข้อมูลโน้ตดนตรี ตัวหนึ่ง ๆ อยู่

3.5.2.1.30 โปรแกรมย่อย "Token"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยส่วนรับคำสั่ง เพื่อ

ทำหน้าที่หาค่าตัวแปรของคำสั่ง

3.5.2.1.31 โปรแกรมย่อย "Delete"

เป็นโปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกโดยโปรแกรมย่อย

"Keyboard" เมื่อกดแป้นอักษร "DEL" ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดทอนข้อมูลโน้ตดนตรีตัวที่บอกตำแหน่ง โดยเคอเชอร์

3.5.2.1.32 โปรแกรมย่อย "Shift"

เมื่อโปรแกรมย่อย "Delete" คำนวณตำแหน่งของข้อมูล

โน้ตดนตรีที่จะตัดทอน และปรับปรุงข้อมูลที่กำหนดสถานะของเพลง แล้วก็จะเรียกโปรแกรมย่อย "Shift" มาทำการเลื่อนข้อมูลโน้ตดนตรี ตั้งแต่ตัวหลังตัวที่ถูกตัดทอนจนถึงตัวสุดท้ายไปทาง ซ้าย 1 หน่วย ข้อมูล

3.5.2.1.33 โปรแกรมย่อย "Copy"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งถูกเรียกโดยคำสั่ง "Copy" ซึ่งมีหน้าที่ลอกส่วนของข้อมูลโน้ตดนตรีและนำไปแทรก ณ จุดที่กำหนด หรือนำไปต่อท้ายของตัวแปรชุด

3.5.2.1.34 โปรแกรมย่อย "Bar delete"

เป็นโปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกโดยคำสั่งลบโน้ตซึ่งจะทำหน้าที่ตัดทอนกลุ่มข้อมูลโน้ตดนตรีออกเป็นจำนวนห้อง

3.5.2.1.35 โปรแกรมย่อยภาษา เครื่อง

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งใช้ทำงานที่ต้องการความรวดเร็วหรืองานชนิดที่ภาษาเบสิกไม่สามารถทำได้ ซึ่งได้แก่โปรแกรมย่อยดังต่อไปนี้

3.5.2.1.35.1 โปรแกรมย่อย "USRØ"

เมื่อโปรแกรมย่อย "Stave" คำนวณความยาวและตำแหน่งของบรรทัดห้าเส้นที่ต้องการเขียนแล้ว ก็จะเรียกโปรแกรมย่อย "USRØ" มาเขียนบรรทัดห้าเส้น

3.5.2.1.35.2 โปรแกรมย่อย "USR1"

เมื่อโปรแกรมย่อย "CRT-management" คำนวณจำนวนลีดของจอภาพที่จะต้องเลื่อนแล้วจะเรียกโปรแกรมย่อย "USR1" มาทำการเลื่อนจอภาพจากขวาไปซ้าย

3.5.2.1.35.3 โปรแกรมย่อย "USR2"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่ลบจอภาพส่วนที่ใช้เขียนโน้ตดนตรี และจะถูกเรียกเมื่อระบบงานต้องการลบโน้ตดนตรีเพื่อเขียนใหม่

3.5.2.1.35.4 โปรแกรมย่อย "USR3"

เมื่อจะมีการเขียนสัญลักษณ์ใด ๆ บนจอภาพ โปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่เขียนสัญลักษณ์นั้น จะคำนวณตำแหน่งบนจอภาพที่จะเขียนสัญลักษณ์ และกำหนดตำแหน่งของข้อมูลในตารางสัญลักษณ์แล้ว เรียกโปรแกรมย่อย "USR3" มาทำงานโดยนำข้อมูลที่ใช้ในการเขียนสัญลักษณ์จากตารางไปเขียนสัญลักษณ์นั้น บนจอภาพ ณ ตำแหน่งที่กำหนด

3.5.2.1.35.5 โปรแกรมย่อย "USR4"

เป็นโปรแกรมย่อยที่ทำการลบจอภาพทั้งจอ ซึ่งจะถูกระบุไว้ เมื่อระบบเริ่มทำงาน เพื่อทำการลบภาพที่ค้างอยู่บนจอภาพ

3.5.2.1.35.6 โปรแกรมย่อย "USR5"

เป็นโปรแกรมย่อยซึ่งทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลจากตรรกะที่มีกำหนดถอยหลังไปเรื่อย ๆ จนพบข้อมูลที่เป็นกุญแจเสียง ซึ่งจะถูกระบุไว้โดยโปรแกรมย่อย "Search Clet", "Search. Key-Sign", "Search Time-Sign"

3.5.2.2 โปรแกรมหลัก "transpos"

เมื่อส่วนรับคำสั่งของโปรแกรมหลัก "MAIN" ได้รับคำสั่งเปลี่ยนระดับเสียง จากผู้ใช้งานโปรแกรมหลัก "MAIN" จะนำข้อมูลโน้ตดนตรีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำของเครื่อง เข้าไปเก็บในแฟ้มข้อมูล "wrk-file" อันเป็นแฟ้มข้อมูลชั่วคราวที่อยู่ในจานบันทึก แล้วส่งให้โปรแกรม "transpos" เข้ามาทำงานแทน

โปรแกรม "transpos" มีหน้าที่เปลี่ยนบรรทัดเสียงข้อมูลโน้ตดนตรีที่เก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูล "wrk-file" และบันทึก ข้อมูลที่ได้จากการเปลี่ยนบันไดเสียง กลับเข้าไปในแฟ้มข้อมูล "wrk-file" แล้วส่งให้โปรแกรม "MAIN" กลับเข้ามาทำงานดังเดิม

3.5.2.3 โปรแกรมหลัก "medley"

เมื่อส่วนรับคำสั่งของโปรแกรมหลัก "MAIN" ได้รับคำสั่งเชื่อมต่อเพลง จากผู้ใช้งาน โปรแกรมหลัก "MAIN" จะนำข้อมูลโน้ตดนตรีที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำของเครื่อง เข้าไปเก็บในแฟ้มข้อมูล "wrk-file" อันเป็นแฟ้มข้อมูลชั่วคราวที่เก็บอยู่ในจานบันทึกแบบอ่อน แล้วส่งให้โปรแกรม "medley" เข้ามาทำงานแทน

โปรแกรมหลัก "medley" มีหน้าที่เชื่อมต่อเพลงหลาย ๆ เพลงที่แยกเก็บไว้คนละแฟ้มข้อมูลภายในจานบันทึกข้อมูลแบบอ่อนเดียวกัน ซึ่งจะเป็นการเชื่อมแบบชั่วคราว โดยมีจุดประสงค์เพื่อสามารถนำข้อมูลโน้ตดนตรีจากแฟ้มข้อมูล หรือเพลง เหล่านั้นมาเขียนโน้ตดนตรีบนจอภาพได้อย่างต่อเนื่อง เสมือนเป็นเพลงเดียวกัน

ชุดของโปรแกรมย่อยที่ประกอบเข้ากับโปรแกรมหลัก "medley" เกือบทั้งหมดจะคล้ายคลึงกับโปรแกรมหลัก "MAIN" เพียงแต่ไม่มีส่วนซึ่งทำหน้าที่ตัดทอน เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อมูลโน้ตดนตรี และยังมีส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามาคือส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเพลง เข้าด้วยกัน