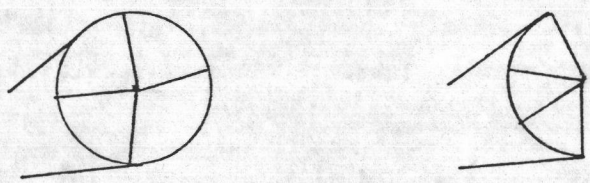
# บทที่ 4

# หฤษฎีเสียง

## 4.1 ลักษณะเสียงและการกำเนิดเสียง

เสียงมีลักษณะเป็นคลื่นอันเกิดจากต้นกำเนิดเสียง เสียงที่ไมโครคอมพิวเตอร์สร้างขึ้น มีลำโพงเป็นต้นกำเนิดเสียง โดยการสั่นสะเทือนของกรวยกระดาษลำโพง เป็นความถี่คลื่นออกมา

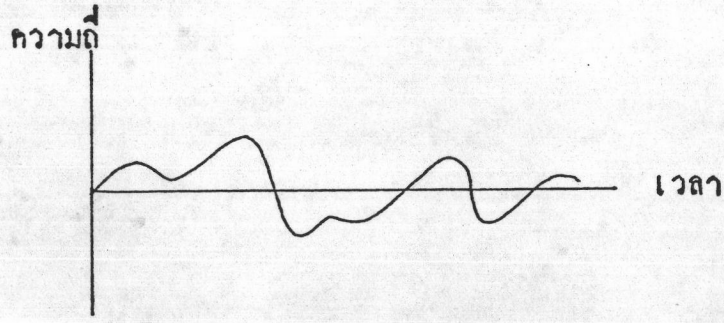


รูปที่ 4.1 แสดงภาพการสั่นสะเทือนของกรวยกระดาษลำโพง

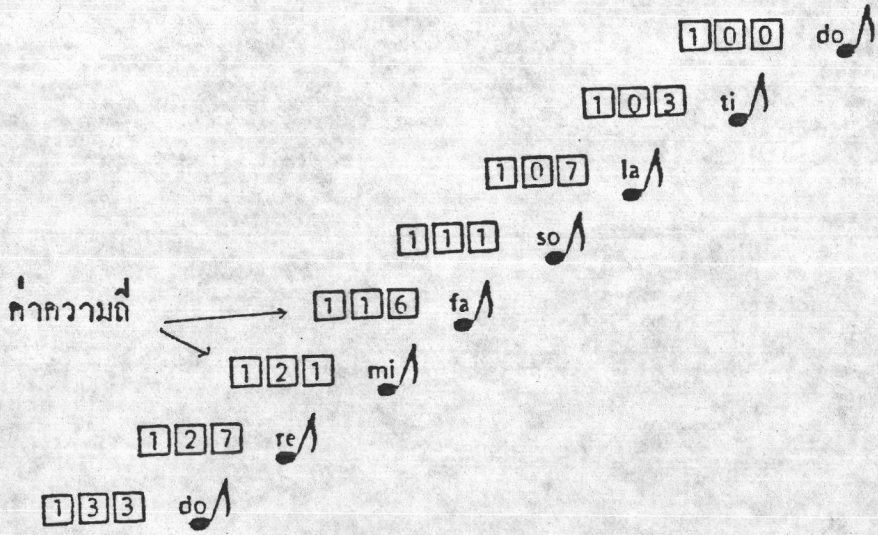
ในการใช้โปรแกรมควบคุมการสั่นสะเทือนของกรวยกระดาษลำโพงแต่ละครั้ง โปรแกรมจะอ้างถึงหน่วยความจำเฉพาะที่หนึ่ง ในลักษณะเหมือนกับการสั่งเปิดสวิทช์เพื่อให้เกิดการสั่นสะเทือนของกรวยกระดาษลำโพง เป็นคลื่นเสียงดังกิกสั่นๆ ออกมาหนึ่งครั้ง อันเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ และรอการปรุงแต่งให้เป็นระดับเสียงที่ต้องการ (ตำแหน่งเฉพาะของหน่วยความจำนี้ เฉพาะเครื่องไมโครแอปเปิลอยู่ที่ตำแหน่ง $C030 (เลขฐานสิบหก) หรือที่ตำแหน่งหน่วยความจำ 49200 (เลขฐานสิบ) และถ้าเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ระดูลอื่น ตำแหน่งเฉพาะของหน่วยความจำนี้จะแตกต่างออกไป ควรศึกษาจากคู่มือการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ประจำเครื่องนั้นๆ)

## 4.2 การสร้างเสียงธรรมชาติและเสียงดนตรี

การสร้างเสียงธรรมชาติโดยการอ้างถึงหน่วยความจำเฉพาะที่ ที่ใช้ควบคุมการออกเสียงของลำโพง ถ้ากระทำด้วยความถี่ต่างกัน ผลเสียงที่ได้มีลักษณะสูงต่ำต่างกันและถ้าทำให้กรวยกระดาษลำโพงสั่นด้วยความถี่เดียวกัน แต่ช่วงระยะความนานต่างกัน ผลเสียงที่ได้มีลักษณะสั้นยาวต่างกัน ดังนั้นเมื่อผู้ใช้ต้องการเสียงในระดับต่างๆ ทั้งเสียงธรรมชาติและเสียงดนตรี สามารถกระทำได้โดยการควบคุมทั้งความถี่และความนานในการสั่นสะเทือนของกรวยกระดาษลำโพง




รูปที่ 4.2 แสดงภาพเส้นเสียงธรรมชาติ



รูปที่ 4.3 แสดงภาพแป้นเปียโนและค่าความถี่เสียงประจำแป้น

### 4.2.1 การสร้างเสียงธรรมชาติโดยวิธีการบันทึกเสียง

เนื่องจากลักษณะเสียงตามธรรมชาติมีความถี่ ที่มีลักษณะซับซ้อนและไม่เป็นระเบียบ ดังนั้น การกำหนดข้อมูลเองเพื่อสร้างเสียงธรรมชาติที่ต้องการนั้น ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ วิธีการแก้ปัญหาวิธีการหนึ่ง คือ บันทึกเสียงที่ต้องการเป็นข้อมูลโดยตรง

ลักษณะการทำงาน มีโปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยโปรแกรมนี้จะจำลองหน้าที่ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องบันทึกเสียงระบบตัวเลข สัญญาณต่างๆ จากแหล่งกำเนิดถูกส่งเข้าไปในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทางจุดต่อสัญญาณเข้ากับเครื่องบันทึกเสียง (Cassette In) สัญญาณนี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลตัวเลข แล้วเก็บไว้ในความจำส่วนหนึ่ง

การให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ออกเสียงตามธรรมชาติ ทำโดยใช้โปรแกรมสุ่ม (Sampling) สัญญาณเสียงที่ส่งเข้ามา ในช่วงเวลาคงที่ เก็บเป็นข้อมูลไว้ เมื่อต้องการออกเสียง ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นี้เปลี่ยนข้อมูลนี้เป็นสัญญาณเสียงออกมา โดยระบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์มีอยู่ในช่วงเวลาเท่ากับตอนที่สุ่มสัญญาณ จะได้เสียงเหมือนกับที่บันทึกเอาไว้

ความถูกต้องชัดเจนของเสียงที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นนี้ สามารถทำให้มีลักษณะเสียงใกล้เคียงกับต้นกำเนิดเสียงได้ โดยลดช่วงเวลาที่ใช้สุ่มสัญญาณเสียงแต่ละครั้งลง ทำให้การสุ่มสัญญาณทำได้ละเอียดขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องทำบ่อยครั้งจึงจะสุ่มได้สัญญาณเสียงที่มีปริมาณเท่ากับการสุ่มสัญญาณด้วยช่วงเวลาที่ยาวกว่า ถ้าหากการสุ่มสัญญาณทำได้ดี คือ มีการสุ่มสัญญาณในช่วงเวลาที่สั้นมากถึงระดับหนึ่ง สัญญาณเสียงระบบตัวเลขที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สร้างขึ้น จะไม่มีความแตกต่างจากสัญญาณต้นกำเนิดเลย ทั้งนี้โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับความสามารถการได้ยินของมนุษย์ปรกติเป็นเกณฑ์

ในการบันทึกข้อมูลเสียงสู่หน่วยความจำ พบว่าเสียงเป็นความสั่นสะเทือนหรือความเปลี่ยนแปลงของแรงอัดอากาศอย่างต่อเนื่องกัน แสดงในรูปที่ 4.4 (ก) ส่วนระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานด้วยระบบตัวเลข ใช้วิธีประมาณสิ่งที่ต่อเนื่องด้วยตัวเลข "0" และ "1" ซึ่งจัดเป็นสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาแต่ไม่ต่อเนื่องทางระดับ เรียกลักษณะดังนี้ว่า การประมาณค่าจำนวน (Quantitation) ดังนั้นเสียงอาจถูกจัดใหม่ให้อยู่ใน

สภาพสัญญาณ 2 ระดับ ที่ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถรับได้ ดังรูปที่ 4.4 (ข) ซึ่งลักษณะสัญญาณแบบนี้ เมื่อฟังทางลำโพงแล้วพบว่า เป็นเสียงที่แตกพร่าแต่ฟังรู้เรื่อง การบันทึกข้อมูลเสียงลงสู่หน่วยความจำ ทำโดยสุ่มข้อมูลเสียงที่ส่งเข้าไปตามจังหวะที่คงที่ ดังรูปที่ 4.4 (ค) ผลจะได้ข้อมูลเสียงออกมา ดังรูปที่ 4.4 (ง) และรูปที่ 4.4 (จ) ซึ่งจะพบว่า สัญญาณเสียงในรูปที่ 4.4 (ง) คล้ายกับสัญญาณเสียงในรูปที่ 4.4 (ข) มาก แต่มีข้อแตกต่างกัน คือ

ก. สัญญาณเสียงที่ถูกสุ่มในรูปที่ 4.4 (ง) ล้าหลังสัญญาณเสียงในรูปที่ 4.4 (ข) เสมอ บางครั้งอาจช้าเกือบ 1 ช่วงคาบจังหวะการสุ่ม

ข. หากสัญญาณเสียงในรูปที่ 4.4 (ข) มีลักษณะเป็นพัลส์ (Pulse) ที่แคบกว่าคาบจังหวะการสุ่ม ดังเช่นด้านขวาของรูป สัญญาณที่สุ่มออกมาจะไม่สามารถเก็บรายละเอียดอันนี้ไว้ได้ เพราะการเก็บค่าที่เกิดขึ้นจะกระทำเฉพาะจังหวะถูกศร (↑) เท่านั้น

ค. การเปลี่ยนแปลงสัญญาณในรูปที่ 4.4 (ง) จะเกิดขึ้นเฉพาะช่วงคาบเวลาการสุ่มเท่านั้น ดังคลื่นรูปเหลี่ยมในรูปที่ 4.4 (ง) แต่ละรูปมีความกว้างเป็น nT โดยที่

T คือ คาบเวลาการสุ่ม

n คือ เลขจำนวนเต็ม

ปัญหาความเพี้ยนของสัญญาณเสียงในรูปที่ 4.4 (ง) จะส่งผลออกมาในรูปของเสียงที่ไม่ชัดเจนจนอาจฟังไม่รู้เรื่อง และจากผลการทดลองพบว่า ถ้าค่าคาบเวลามากเกินกว่า 1/4000 วินาที แล้วจะเริ่มรู้สึกว่าเสียงเพี้ยนมากขึ้น ดังนั้น เพื่อลดปัญหาความเพี้ยนของสัญญาณเสียง จะต้องลดค่าคาบเวลาให้เหลือน้อยๆ โดยการเพิ่มความถี่อัตราการสุ่มตัวอย่าง (ค่าความถี่ มีค่าเท่ากับ 1/ค่าคาบเวลา มีหน่วยเป็นบิทต่อวินาที)

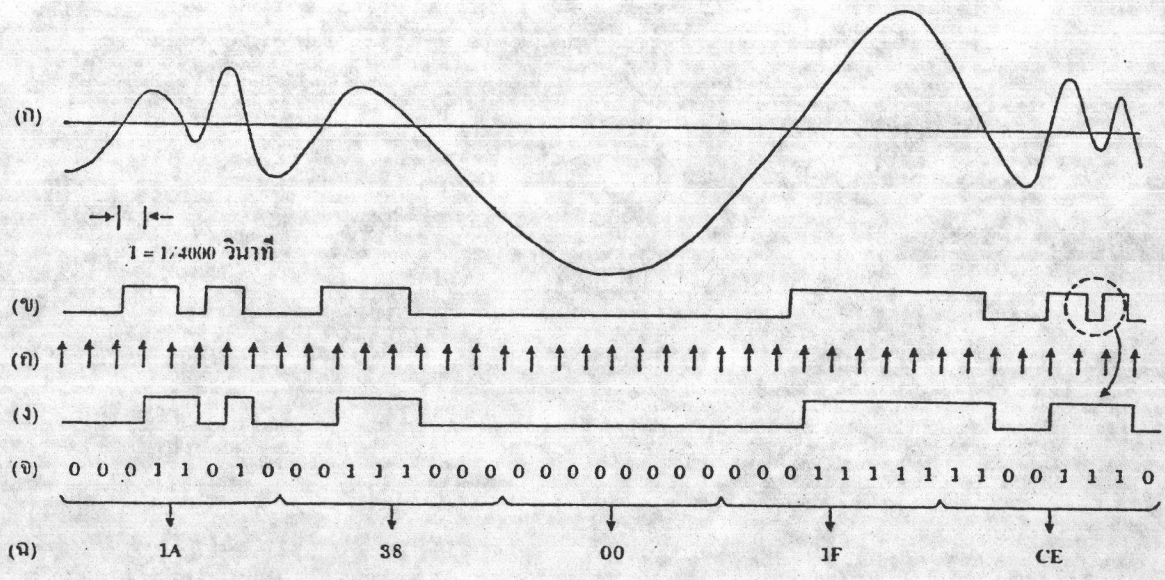
โดยวิธีการดังกล่าว ได้ข้อมูลเสียงเป็นเลขฐานสอง เมื่อนำเข้าไปเก็บในหน่วยความจำจักเก็บข้อมูลได้ครั้งละ 8 บิท ดังนั้นหน่วยความจำแต่ละตำแหน่งจึงใช้เก็บเสียงได้ 8 คาบเวลา

ในการนำข้อมูลจากหน่วยความจำเพื่อเปลี่ยนเป็นเสียงออกสู่ลำโพง ทำโดยนำข้อมูลเสียงออกมาทีละ 1 ไบท์ และข้อมูลแต่ละไบท์ โปรแกรมจะต้องทำสิ่งต่อไปนี้ 8 ครั้ง คือ

ก. ดูค่าบิทที่มีนัยสำคัญที่สุด ถ้ามีค่า "1" ให้เปิดไฟไปที่ลำโพง และถ้ามีค่า "0" ให้ปิดไฟที่ส่งไปที่ลำโพง

ข. หน่วงเวลาเท่ากับ 1 คาบเวลา

ค. เลื่อนข้อมูลส่วนที่เหลือทางขวาของไบท์ ไปทางซ้าย 1 ตำแหน่ง (เช่นเดิมมีข้อมูลเป็น 00000111 กลายเป็น 00001110) แล้วกลับไปทำข้อ ก. ใหม่




(ก) สัญญาณเสียงจากไมโครโฟน

(ข) สัญญาณเสียงที่ถูกจัดเป็น 2 ระดับ

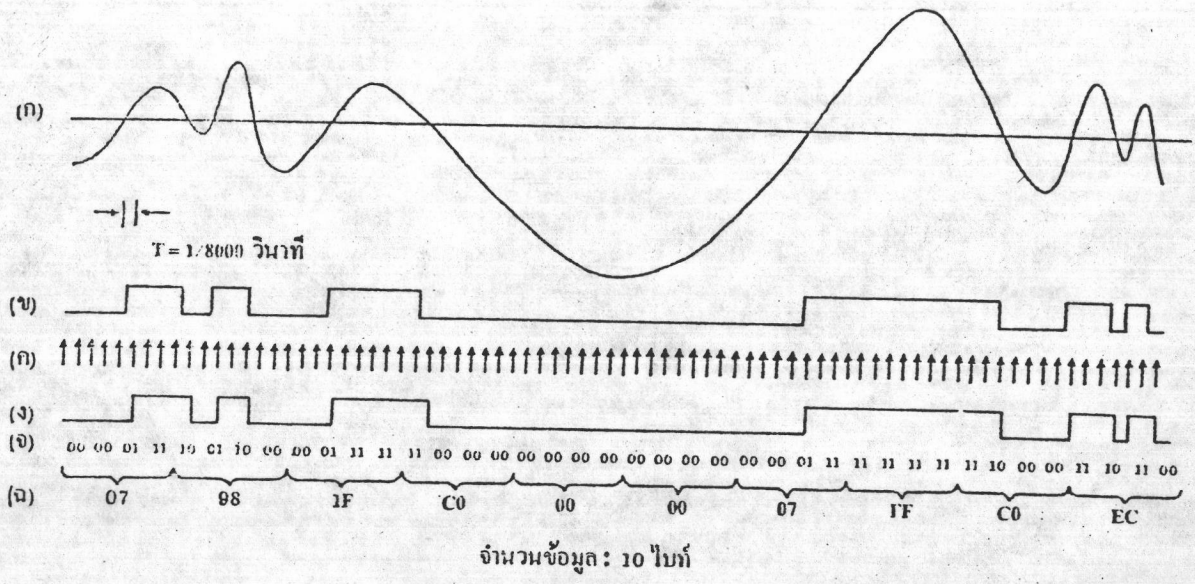
(ค) จังหวะการสุ่มตัวอย่างเสียง

(ง) สัญญาณเสียงที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง จาก (ข)

(จ) ค่าของสัญญาณเสียง จาก (ง) ที่แปลงเป็นตัวเลข

(ฉ) ค่าของสัญญาณเสียง จาก (จ) เมื่อแปลงเป็นเลขฐานสิบหก โดยจัดเป็นกลุ่มๆละ 8 บิท

รูปที่ 4.4 แสดงภาพการบันทึกข้อมูลเสียงสู่หน่วยความจำ




รูปที่ 4.5 แสดงภาพการบันทึกข้อมูลเสียงสู่หน่วยความจำ
แต่เพิ่มอัตราการสุ่มตัวอย่างเป็น 2 เท่าของรูปที่ 4.4

ผลของการเพิ่มอัตราการสุ่มตัวอย่างเป็น 2 เท่าของรูปที่ 4.4 ได้ว่า สัญญาณเสียงในรูปที่ 4.5 ในข้อ (ง) มีลักษณะคล้ายสัญญาณในข้อ (ข) มากกว่าสัญญาณเสียงในรูปที่ 4.4 ในขณะเดียวกันจำนวนข้อมูลเสียงในรูปที่ 4.5 จะเพิ่มเป็น 2 เท่าของจำนวนข้อมูลเสียงในรูปที่ 4.4

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย