การพัฒนาโปรแกรมสื่อประสมเพื่อการฝึกควบคุมระดับเสียงสำหรับเด็ก โดยใช้ DirectX

Development of Multimedia Program for Children in practicing sound-level control using DirectX

โดย

นางสาวอัญชลี หมัดอุมา

รหัส 42067134

H001877

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. นพพร โชติกกำธร

วัน เดือน ปี 15 พ.ค. 2550
เลขทะเบียน 01877
เลขเรียกหนังสือ วพ อ 525ก 2544
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	การพัฒนาโปรแกรมสื่อประสมเพื่อการฝึกควบคุมระดับเสียงสำหรับเด็ก โดยใช้ DirectX
นักศึกษา	นางสาวอัญชลี หมัดอุมา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร.นพพร โชติกกำธร
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

สื่อประสมเป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่สนับสนุนให้ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่ถูกนำเสนอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมเหล่านี้มีการโต้ตอบกับผู้ใช้แบบทันเวลา จึงช่วยให้โปรแกรมมีความน่าสนใจ ทำให้ผู้ใช้มีสมาธิและไม่รู้สึกเบื่อหน่าย โปรแกรมมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นนี้มุ่งเน้นเพื่อแบ่งเบาภาระสำหรับนักแก้ไขการพูดในการฝึกการควบคุมระดับเสียงสำหรับเด็กที่มีปัญหาในการพูด โดยกำหนดให้โปรแกรมสามารถวัดระดับพลังเสียงและระดับค่าพิตช์และแสดงผลค่าที่ได้ด้วยภาพกราฟฟิคสำหรับเด็กภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยใช้ความสามารถในการจัดการกับฮาร์ดแวร์ของไดเรคเอกซ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟท์ และแม้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นอันเป็นผลจากการศึกษานี้ไม่สามารถทำงานในลักษณะแบบเรียลไทม์ตามที่กำหนดไว้ในเบื้องต้นได้ เนื่องมาจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่เลือกใช้ในการพัฒนา แต่อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาเป็นข้อยืนยันได้ว่าอัลกอริธึมที่นำเสนอในเอกสารสามารถใช้สำหรับการวัดระดับเสียงตามความต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Development of Multimedia Program for Children in practicing sound-level control using DirectX
Student	Miss Anchalee Mad-uma
Advisor	Asst. Prof. Dr. Nopporn Chotikakamthorn
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2001

ABSTRACT

Multimedia is one of the innovations that support real time interactive user interface. In particular, a multimedia program provides an engaging environment to help keep clients interested and motivated to stay on task. This project has developed a multimedia program which takes advantage of sophisticated DirectX technology, designed by Microsoft. The purpose of the program is to assist a speech pathologist in teaching children with sound-level control difficulty. The program can measure sound energy and pitch levels, and display those parameters on screen within Windows's graphical environment appropriate for children. Though the developed program cannot achieve real-time performance as required due to the limitation of the development tool used, it does show that the proposed algorithms for sound level measurement function as expected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบงานในครั้งนี้ บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของโครงการลงได้ ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ และ การให้คำปรึกษา รวมทั้งการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น จาก ผศ. ดร. นพพร โชติกกำธร ซึ่งเป็นที่ปรึกษาเป็นอย่างดี

สำหรับเอกสารประกอบการเขียนโปรแกรม แหล่งข้อมูลอ้างอิง ตลอดจนรูปแบบของยูเซอร์อินเตอร์เฟส ผู้จัดทำได้รับคำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนการประสานงานต่าง ๆ จากเพื่อนนักศึกษากลุ่มวิชาวิทยาการสารสนเทศ รุ่นที่ 8 (ภาคปกติ) จึงช่วยให้เอกสารโครงการพัฒนาระบบงานในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้

จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

อัญชลี หมัดอุมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 แผนการดำเนินการศึกษา 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2. เทคโนโลยีสื่อประสมและการเรียนรู้สำหรับเด็ก

2.1 ความหมายของเทคโนโลยีสื่อประสม 3

2.2 รูปแบบของสื่อประสม 3

2.3 ลักษณะเด่นของสื่อประสม 5

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบงานสื่อประสม 5

2.5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสื่อประสม 8

2.6 ลักษณะสำคัญของเรียนรู้ที่ดี 9

2.7 ลักษณะพื้นฐานของกิจกรรมช่วยในการเรียนรู้ 9

2.8 เทคโนโลยีที่เด็กต้องการ 10

2.9 แนวทางการออกแบบ User Interface สำหรับเด็ก 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3. เสียง

3.1 คุณลักษณะของเสียง 14

3.2 การดิจิไตซ์เสียง (Digitizing Sound) 14

3.3 การคำนวณขนาดของแฟ้มข้อมูลเสียง 14

3.4 ระบบเสียงดิจิตอล (Digital Audio System) 15

3.5 แบบข้อมูลแฟ้มข้อมูลเสียง (Audio File Format) 18

3.6 คุณภาพของเสียง (Audio Quality) 19

3.7 วิธีการวัดระดับเสียงตามแกนเวลา 19

4. DirectX

4.1 หลักการทำงาน 24

4.2 องค์ประกอบ 25

5. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

5.1 หลักการทำงานของโปรแกรม 40

5.2 ยูสเซอร์อินเตอร์เฟส 44

5.2.1 การออกแบบเมนู 44

5.2.2 การออกแบบฟอร์มยูสเซอร์อินเตอร์เฟส 46

6. บทสรุป 52

6.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม 52

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 52

6.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 55

บรรณานุกรม 57

ประวัติผู้เขียน 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3- 1 ขนาดข้อมูลเมื่อกำหนดค่าต่างกัน 15
ตารางที่ 4- 1 ค่าของ FormatTag และความหมาย 34
ตารางที่ 4- 2 การหาค่าสูงสุด ต่ำสุด และจุดกึ่งกลาง 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 3- 1 สัญญาณ Sine Wave 13
ภาพที่ 3- 2 ตัวอย่าง Digitizing 14
ภาพที่ 3- 3 ฮาร์ดแวร์ในระบบเสียงดิจิตอลในส่วนของการ Input, Output และ Storage . 16
ภาพที่ 3- 4 เฟรมเริ่มต้นที่(T1) และเฟรมสุดท้าย(T2) 22
ภาพที่ 4- 1 สถาปัตยกรรมของ DirectX 25
ภาพที่ 4- 2 สถาปัตยกรรมของไดเรคท์ดรอว์ 26
ภาพที่ 4- 3 สถาปัตยกรรมของ DirectSound 29
ภาพที่ 4- 5 รูปแบบการบันทึกข้อมูลแบบ PCM 32
ภาพที่ 4- 6 ส่วนประกอบของข้อมูลในหน่วยความจำ 34
ภาพที่ 4- 7 สถาปัตยกรรมของ Direct3D 37
ภาพที่ 4- 8 สถาปัตยกรรมของ DirectPlay 39
ภาพที่ 5- 1 แสดงกระบวนการบันทึกเสียงและการอ่านค่าเพื่อทำการวิเคราะห์ 41
ภาพที่ 5- 2 แสดงแผนผังลำดับการคำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียง 43
ภาพที่ 5- 3 แสดงแผนผังลำดับการคำนวณหาอัตรา Zero Crossing 43
ภาพที่ 5-4 เมนูหลัก 44
ภาพที่ 5-5 เมนูย่อยของ SYSTEM 45
ภาพที่ 5-6 เมนูย่อยของ VIEWING 45
ภาพที่ 5- 7 เมนูย่อยของ USER 46
ภาพที่ 5- 8 ไดอะลอกเพื่อเข้าสู่ระบบของนักแก้ไขการพูด 46
ภาพที่ 5- 9 ไดอะลอกในการเตือนผู้ใช้ 46
ภาพที่ 5- 10 กำหนดเวลาที่ผู้พูดต้องออกเสียงให้ต่อเนื่อง 47
ภาพที่ 5- 11 กำหนดระดับพลังเสียงเฉลี่ยที่ผู้พูดต้องออกเสียงให้ต่อเนื่อง 47
ภาพที่ 5- 12 กำหนดค่าพิตช์ที่ผู้พูดต้องเปล่งออก 48
ภาพที่ 5- 13 คุณลักษณะของจอแสดงผล 48
ภาพที่ 5- 14 คุณลักษณะของการ์ดเสียง 49
ภาพที่ 5- 15 คุณลักษณะของอุปกรณ์บันทึกเสียง 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 5- 16 แสดงการเคลื่อนไหวขึ้น - ลงของโดนัท 50
ภาพที่ 5- 17 การแสดงการเคลื่อนไหวของเครื่องบิน 51
ภาพที่ 5- 18 แนะนำวิธีการใช้โปรแกรม 51
ภาพที่ 6- 1 รูปแบบการแสดงผล 53
ภาพที่ 6- 2 ผลจากการ์ดเสียงที่สามารถตัดเสียงรบกวนได้ 54
ภาพที่ 6- 3 ผลจากการ์ดเสียงที่ไม่สามารถตัดเสียงรบกวนได้ 54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความผิดปกติทางการพูดและภาษา ได้แก่ พูดไม่ชัด พูดช้า พัฒนาการทางภาษาไม่สมวัย เสียงผิดปกติ ฯลฯ เป็นความบกพร่องทางการสื่อความหมายที่ปรากฏทุกครั้งที่มีการพูดหรือสื่อภาษา และอาจติดตัวไปตลอด อาการเหล่านี้ นอกจากจะเป็นอุปสรรคในการใช้ชีวิตประจำวัน การทำงาน และส่งผลให้คุณภาพชีวิตเลวลงอย่างเห็นได้ชัดแล้ว ยังอาจทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ด้วยตนเอง การรักษาบำบัดอย่างทันท่วงทีและในเวลาที่เหมาะสมจะทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสฟื้นตัวกลับสู่ภาวะปกติได้สูงสุดตามศักยภาพ ซึ่งจะทำให้ไม่เป็นภาระหรือเป็นภาระต่อสังคมและครอบครัวน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับอุบัติการของผู้ป่วยใหม่ที่มีความผิดปกติทางการพูดและภาษาในช่วง 7 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2524-2530 ของคลินิกฝึกพูด โรงพยาบาลรามาธิบดี และช่วง 3 ปี หลัง ระหว่าง พ.ศ. 2530-2539ของคลินิกฝึกพูด โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช พอ.บนอ. พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางภาษาและการพูดในผู้ป่วย แต่ละรายใช้เวลาประมาณ 30-60 นาที/ครั้ง และ 60 นาที/ครั้ง สำหรับผู้ป่วยใหม่ซึ่งจะต้องทำการฟื้นฟูติดต่อกันเป็นเดือนจนถึงหลายปีจึงจะจำหน่ายผู้ป่วยได้ การรับผู้ป่วยใหม่จึงทำได้อย่างจำกัด และต้องรอนัดเข้าคิวรับการตรวจวินิจฉัยครั้งแรกนานประมาณ 1-3 เดือน ความถี่ของการนัดฝึกพูดตามโปรแกรมแต่ละครั้งไม่เหมาะสม ต้องรอคิวนัดไปอีกระยะหนึ่ง เพราะผู้ป่วยมีจำนวนมากขึ้น แต่มีนักแก้ไขการพูดอยู่น้อย ทำให้การบำบัดรักษาไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากความผิดปกติบางประเภท ต้องได้รับการวินิจฉัยและบำบัดตั้งแต่เนิ่นๆ มิฉะนั้นอาจกลายเป็นความผิดปกติถาวรได้ เช่น เด็กสมองพิการควรได้รับการกระตุ้นศูนย์สมองให้เจริญด้านภาษาและการพูด ในช่วง 2-5 ปี ถ้าเริ่มการกระตุ้นช้าจะทำให้การฟื้นฟูบำบัดได้ผลน้อยหรือไม่ได้ผลเลย เป็นต้น (เบญจมาศ พระธานี , 2541)

ผลจากความขาดแคลนบุคลากร และ จำนวนของผู้ป่วยที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีมัลติมีเดียในยุคปัจจุบัน ทำให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นเพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของนักแก้ไขการพูด ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถโต้ตอบกับผู้ป่วยแบบทันเวลาตามระดับเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ป่วย อันจะส่งผลให้ผู้ป่วยสนใจ และไม่เกิดความเบื่อหน่ายขณะที่ทำการบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาวิธีการพัฒนาโปรแกรมเกี่ยวกับมัลติมีเดีย โดยใช้ความสามารถของไดเรคเอกซ์ ในการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ผ่านโปรแกรมวิชวลเบสิก

1.2.2 ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลเสียงตามแกนเวลา

1.2.3 ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับมัลติมีเดียและการวิเคราะห์ข้อมูลเสียง เพื่อช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาด้านการพูด อันเป็นการแบ่งเบาภาระบางส่วนของนักแก้ไขการพูด

1.3 แผนการดำเนินการศึกษา

แผนการศึกษาโครงงานในครั้งนี้ มีแนวทางหลัก ๆ ที่สำคัญดังนี้ คือ

1.3.1 ศึกษาสาเหตุ สภาพปัญหาในปัจจุบัน แนวทางการแก้ไข ตลอดจนเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการพูดที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.3.2 ศึกษาซอฟต์แวร์ Microsoft DirectX 7.0 SDK และ โปรแกรมภาษา Visual Basic 6.0 เพื่อนำมาใช้ในการจัดการกับฮาร์ดแวร์และพัฒนาโปรแกรม

1.3.3 ศึกษาทฤษฎีและกระบวนการของการวิเคราะห์ข้อมูลเสียง ได้แก่ การวัดระดับพลังเสียง (Energy), ระดับเสียง (Pitch) และ คำนวณหาค่า Zero Crossing

1.3.4 ออกแบบโปรแกรมในการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

1.3.5 พัฒนาโปรแกรม

1.3.6 ทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

1.3.7 จัดทำรายงานสรุปผลการศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการฝึกควบคุมระดับเสียงของผู้ป่วยที่มีปัญหาในการพูดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแบ่งเบาภาระของนักแก้ไขการพูด

1.4.2 สามารถนำความรู้ ความเข้าใจจากการศึกษาไปเผยแพร่ และประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรมให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2

เทคโนโลยีสื่อประสมและการเรียนรู้สำหรับเด็ก

2.1 ความหมายของเทคโนโลยีสื่อประสม

ในอดีตสื่อประสม หมายถึง การนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน เช่น รูปภาพ เทปบันทึกเสียง วิดีโอ ฯลฯ เพื่อให้การนำเสนอผลงาน หรือ การเรียนการสอนสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากการบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยที่ผู้เรียนไม่ได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อนั้นโดยตรง

ต่อมา เมื่อถึงยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ถูกพัฒนาให้มีสมรรถนะสูงขึ้น สามารถแสดงข้อความ (text) ภาพนิ่ง (image) ภาพเคลื่อนไหว (animation) ภาพวิดีโอ (digital video) และเสียง (Sound) ได้พร้อม ๆ กัน อีกทั้งยังมีการโต้ตอบกับผู้ใช้ในลักษณะต่าง ๆ ทำให้ข้อมูลมีความน่าสนใจและน่าติดตาม ดังนั้น ความหมายที่เพิ่มขึ้นของสื่อประสมในปัจจุบัน จะหมายถึง "สื่อประสมเชิงโต้ตอบ" (Interactive Multimedia) มีการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อและผู้ใช้ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลางในการผสมผสานสื่อต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสร้างสรรค์ผลงานเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ (กิดานันท์ มลิทอง 2540 : 256-257)

2.2 รูปแบบของสื่อประสม

รูปแบบของสื่อประสม สามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ (สุทธิ ณ ระนอง 2542 : 1-3)

2.2.1 ข้อความ (Text) เป็นชนิดของสื่อประสมที่แสดงเป็นข้อความ ตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์เครื่องหมายต่าง ๆ

2.2.2 ภาพนิ่ง (Image / Graphic) แบ่งออกได้ 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.2.2.1 ภาพ Bitmap คือ ไฟล์ภาพที่ประกอบจากการนำจุดที่มีสีต่าง ๆ ที่เกิดจากการผสมสีสามสีเข้าด้วยกัน ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

2.2.2.2 ภาพ (Vector) คือ ไฟล์ภาพที่เกิดจากการวาดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลของการวาดนั้นจะถูกจัดเก็บไว้ในไฟล์ และเมื่อทำการเรียกไฟล์นั้นขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดง คอมพิวเตอร์จะทำการวาดภาพนั้น ๆ ทุกครั้งที่มีการเรียก ดังนั้น ภาพที่เป็นชนิด Vector นี้จะมีขนาดเล็กกว่าชนิด Bitmap แต่จะแสดงผลได้ช้ากว่า

2.2.3 **ภาพเคลื่อนไหว (animation)** คือ ภาพตามลำดับที่กำหนด โดยอาจจะมีเสียงประกอบด้วยก็ได้ ภาพที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวนั้น อาจจะเป็นได้ทั้งภาพ Bitmap หรือ ภาพ Vector ก็ได้ การแสดงภาพเคลื่อนไหวนี้สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

2.2.3.1 Cast – Based หรือ Object Animation คือ การกำหนดการเคลื่อนไหวของออบเจคต่าง ๆ จะมีลักษณะของมันเอง เช่น ขนาด สี รูปทรง และความเร็ว การทำให้ออบเจคนั้น ๆ เคลื่อนไหว สามารถทำได้โดยการเขียน Script หรือ การกำหนด Path ให้มัน

2.2.3.2 Frame – Based คือ การแสดงภาพนิ่งต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ทำให้เราเห็นเสมือนว่าภาพนิ่งเหล่านั้นเคลื่อนไหวได้

2.2.4 ภาพวิดีโอ (Digital Video) เกิดจากการนำภาพวิดีโอที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายวิดีโอ ม้วนเทปวิดีโอ หรือ กล้องถ่ายภาพยนตร์ มาบันทึกให้อยู่ในรูปไฟล์ในคอมพิวเตอร์ โดยใช้ฮาร์ดแวร์พิเศษที่เรียกว่า Video Capture Board ในการจับภาพวิดีโอมาเป็นไฟล์ ปัจจุบันไฟล์ภาพ Digital Video มีอยู่หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น AVI, MOV, MPEG หรือจะเป็น Digital Video ที่ใช้ดูบนอินเตอร์เน็ต เช่น Real Video เป็นต้น ซึ่งก็จะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน ต่างกันที่คุณภาพของภาพ ความต่อเนื่องของภาพ (Playback Rate) และขนาดของ File (Compression) ที่จะมีขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกันไป

2.2.5 เสียง (Sound) มี 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.2.5.1 Waveform Audio เป็นชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุด เกิดจากการอัดเสียง หรือเพลง โดยผ่าน Sound Card ให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ในคอมพิวเตอร์

2.2.5.2 MIDI (Musical Instrument Digital Interface) คือ รูปแบบไฟล์ที่เก็บบันทึกตัวโน้ตเอาไว้ เมื่อต้องการเล่นเสียงเพลง คอมพิวเตอร์จะทำการอ่านรูปแบบของเครื่องดนตรี พร้อมทั้งตัวโน้ต และเล่นออกมาเป็นเสียงดนตรีตามที่กำหนดในไฟล์ รูปแบบไฟล์แบบ MIDI นี้จะมีขนาดเล็กกว่าแบบอื่น ๆ คุณภาพของเสียงจะขึ้นอยู่กับ Sound Card ว่ามี Wavetable หรือไม่ ถ้ามี คอมพิวเตอร์จะเล่นเสียงผ่าน Wavetable ของ Sound Card ซึ่งจะเก็บเสียงดนตรีนั้น ๆ ไว้ ทำให้คุณภาพเสียงเหมือนเล่นจากเครื่องดนตรีจริง แต่หากไม่มี คอมพิวเตอร์จะสังเคราะห์เสียงเหล่านั้นขึ้นมา ซึ่งคุณภาพจะไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.3 CD AUDIO เป็นเสียงที่ผ่านการบันทึกในรูปแบบ Waveform และบันทึกลงใน Compact Disc

2.3 ลักษณะเด่นของสื่อประสม

สารสนเทศที่มีการนำเสนอข้อมูลหลายประเภทรวมกันในลักษณะสื่อประสมจะทำให้ผู้รับสามารถใช้ประสาทสัมผัสในการฟังเสียง อ่านข้อความ ดูภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ก่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่นำเสนอได้ดีมากกว่าการที่จะฟังหรืออ่านเพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุนี้ การเสนอข้อมูลสารสนเทศด้วยสื่อประสมจึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเสนอรายงานและการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี (เนียนสิริ ขำหรุ่น 2541 : 5)

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบงานสื่อประสม

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบงานสื่อประสมสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ทางด้านฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (เนียนสิริ ขำหรุ่น 2541 : 5-6)

2.4.1 ทางด้านฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานสื่อประสม หรือ ระบบมัลติมีเดีย ประกอบด้วยส่วนที่ใช้สร้างงาน และส่วนที่ใช้แสดงงาน

2.4.1.1 ส่วนที่ใช้ในการสร้างงาน จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ เหล่านี้

- คอมพิวเตอร์
- เครื่องอ่านแผ่นซีดีความเร็วสูง
- อุปกรณ์นำเข้าภาพนิ่ง
- อุปกรณ์นำเข้าเสียง
- อุปกรณ์นำเข้าวิดีโอ
- อุปกรณ์แสดงผล
- สื่อบันทึกข้อมูลสำรอง

2.4.1.2 ส่วนที่ใช้แสดงงาน จะต้องมีอุปกรณ์เหล่านี้

- คอมพิวเตอร์
- อุปกรณ์โต้ตอบ เช่น เมาส์ และ คีย์บอร์ด
- เครื่องอ่านแผ่นซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— ลำโพง

— อุปกรณ์แสดงผล

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสำหรับใช้กับงานสื่อประสมนั้น มีชื่อเรียกเป็นพิเศษว่า MPC หรือ Multimedia Personal Computer ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนเครื่อง PC ทั่วไป แต่มีอุปกรณ์เพิ่มขึ้นมา เช่น เครื่องเล่นซีดีรอม แผ่นวงจรเสียง ลำโพง และซอฟต์แวร์สำหรับทำงานกับสื่อประสม เป็นต้น

Multimedia Personal Computer จะมีมาตรฐานกำหนดไว้ โดยคณะกรรมการการตลาดมัลติมีเดียพีซี (Multimedia PC Marketing Council) มาตรฐาน MPC ที่กำหนดครั้งล่าสุด ในปี 2538 คือ MPC3 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ คือ

— ไมโครโพรเซสเซอร์ เพนเทียม 75 MHz ขึ้นไป

— หน่วยความจำหลักอย่างน้อย 8 เมกะไบต์

— ฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 540 เมกะไบต์

— หน่วยแสดงผลบนจอ ต้องสามารถแสดงผล 15 บิตต่อจุด โดยที่ต้องแสดงความละเอียด 352 x 240 จุดที่ 30 เฟรมต่อวินาที และ 355x288 จุด ที่ 25 เฟรมต่อวินาที โดยไม่มีการบีบอัดหรือลดขนาดและสามารถเล่นภาพวิดีโอแบบ เอมเพ็ค –1 (MPEG-1)

— หน่วยแสดงเสียงระบบดิจิตอล 16 บิต Wavetable เล่น MIDI ได้

— เครื่องเล่นซีดีรอม ความเร็ว 4 เท่า อัตราการส่งข้อมูล 600 กิโลไบต์ต่อวินาที

2.4.2 ทางด้านซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวกับการสร้างงานประเภทสื่อประสม สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ซอฟต์แวร์ก่อนการทำออโธริ่ง และ ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ออโธริ่ง

2.4.2.1 ซอฟต์แวร์ก่อนการทำออโธริ่ง แบ่งตามหน้าที่เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก คือ กลุ่มที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์พิเศษ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ที่ส่วนใหญ่มากับฮาร์ดแวร์ มักทำหน้าที่ในการเปลี่ยนข้อมูลอนาลอกเป็นดิจิตอล กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ใช้ปรับแต่ง แก้ไข เช่น ซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดการเกี่ยวกับภาพนิ่ง ตัวอย่างเช่น CorelDraw และ Photoshop ซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดการกับวิดีโอ เช่น Media Player และ QuickTime , ซอฟต์แวร์จัดการอนิเมชั่น เช่น 3D Studio, ซอฟต์แวร์ที่ใช้จัดการเสียง เช่น Sound Forge เป็นต้น

2.4.2.2 ซอฟต์แวร์ออโธริ่ง ในอดีตงานทางด้านสื่อประสมจะถูกสร้างขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญ แต่ถ้าให้ผู้ที่มีความชำนาญด้านอื่น เช่น พวกศิลปิน มาสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะทำไม่ได้ ออโธริ่งซอฟต์แวร์จึงถูกสร้างมาด้วยจุดประสงค์นี้ ซึ่งออโธริ่งซอฟต์แวร์สามารถจำแนกออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

2.4.2.2.1 Card-or-Page- Based Tools องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย จะถูกจัดอยู่ในรูปหน้าหนังสือ โปรแกรมที่สร้างขึ้นจะเปรียบเสมือนหนังสือหนึ่งเล่ม และหน้าจอแต่ละหน้าจอของโปรแกรมจะเปรียบเสมือนหน้าหนังสือแต่ละหน้า โครงสร้างของโปรแกรมที่สร้างจากออโธริ่งซอฟต์แวร์ประเภทนี้ไม่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรงที่จะต้องเปิดหนังสือไปทีละหน้าตามลำดับ แต่โปรแกรมจะมีความยืดหยุ่นในการสืบไป (Navigate) ในเนื้อหาของผู้ใช้โปรแกรม ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ประเภทนี้ เช่น HyperCard, SuperCard, MediaObjects และ Multimedia ToolBook เป็นต้น

2.4.2.2.2 Icon-based, event –driven Tools องค์ประกอบทางด้านมัลติมีเดียและการตอบสนองต่อเหตุการณ์จะถูกจัดอยู่ในรูปของออบเจคใน Framework หรือ Process มีการทำงานเป็น Flow Line ทำให้ดูใกล้เคียงกับ Flow Chart ซึ่งทำให้ง่ายต่อการออกแบบและกำหนดให้มีการควบคุมวัตถุต่าง ๆ ที่จะปรากฏบนจอภาพเป็นแบบ Visual Graphics ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องกังวลในการจดจำคำสั่งต่าง ๆ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ประเภทนี้ เช่น Authorware, Icon Autor และ Quest

2.4.2.2.3 Time-Based Tools องค์ประกอบทางด้านมัลติมีเดียและเหตุการณ์ต่าง ๆ จะถูกจัดอยู่ในตารางแสดงช่วงเวลา ทำการควบคุมออบเจคด้วยภาษาสคริปต์ มีลักษณะเหมือนการสร้างภาพยนตร์ ตัวอย่างของซอฟต์แวร์ประเภทนี้ เช่น Macromedia Director เป็นต้น

2.4.2.2.4 Object Oriented Tools องค์ประกอบทางด้านมัลติมีเดียและเหตุการณ์ต่าง ๆ จะอยู่ในรูปออบเจค ซึ่งจะอยู่ในโครงสร้างแบบลำดับชั้นที่มีความสัมพันธ์กันแบบ Parent and Child Relationship คำสั่ง (Message) จะถูกส่งผ่านไปยังออบเจคต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานใด ๆ ตาม Properties หรือ Modifiers ที่ถูกกำหนดไว้ ซอฟต์แวร์ออโธริ่งแบบ Object- Oriented นี้จะเหมาะกับงานประเภทเกมส์ ซึ่งมักจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะ (Personalities) หลาย ๆ แบบ ตัวอย่างซอฟต์แวร์ออโธริ่งประเภทนี้ เช่น mTropolis, Apple Medai Tool และ MediaForge เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสื่อประสม

ปัจจุบันมีการประยุกต์เทคโนโลยีสื่อประสมในงานหลายอย่าง อาทิเช่น

2.5.1 งานด้านโฆษณาประชาสัมพันธ์ เช่น ในห้างสรรพสินค้า บริษัท สถานที่ท่องเที่ยว ทำหน้าที่แทนพนักงานต้อนรับหรือพนักงานขาย มักจะอยู่ในรูปของคิออสค์ (Kiosk) ที่สามารถบรรจุข้อมูลให้เลือกกดจากตู้ได้ ส่วนใหญ่ใช้เพื่อแนะนำบริษัท ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสินค้าและการบริการ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ที่น่าสนใจ

2.5.2 งานฐานข้อมูลที่มีภาพถ่ายประกอบ เช่น ฐานข้อมูลบุคลากรที่มีภาพพร้อมประวัติของพนักงาน ฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่มีภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่น เป็นต้น

2.5.3 งานด้านการนำเสนอ เช่น ใช้ในการประชุมและสัมมนา เป็นต้น

2.5.4 งานด้านฝึกอบรม เช่น การฝึกอบรมนักเรียนแพทย์เพื่อให้วินิจฉัยโรคต่าง ๆ ได้ถูกต้องโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การฝึกพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.5.5 งานค้นคว้าอ้างอิง เช่น พจนานุกรม สารานุกรม งานบันทึกประวัติศาสตร์ สาระทางการแพทย์ ซึ่งสื่อประสมที่ใช้สำหรับสารสนเทศอ้างอิง มักจะถูกบรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก เป็นต้น

2.5.6 งานด้านบันเทิง เช่น การชมภาพยนตร์จากแผ่นวิดีโอซีดี การเล่นวิดีโอเกมจากแผ่นซีดีรอม เป็นต้น

2.5.7 **งานด้านการศึกษา** เช่น นำมาใช้เป็นสื่อการสอน จำลองสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมุ่งเน้นให้เกิดภาพพจน์ ความเข้าใจ และให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานไปกับการเรียน

2.6 ลักษณะสำคัญของเรียนรู้ที่ดี

ในระยะ 7 ปีแรกของชีวิต เด็กจะมีชีวิตอยู่ด้วยการกระทำเป็นสำคัญ แต่ในวัยนี้จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยผ่านกิจกรรมทางกาย ในช่วงนี้การเรียนรู้ของเด็กโดยมากจะเป็นไปโดยไม่รู้สึกตัว โดยผ่านการเลียนแบบผู้ที่โตกว่า ดังที่เราสามารถสังเกตเห็นได้ว่า เด็กเล็ก ๆ อายุ 5-6 ขวบอาจเล่าขายของได้ทั้งวัน สำหรับเด็กในวัยนี้ความฝันกับความจริงไม่ต่างกันมากนัก แต่ในช่วงอายะ 7-14 ปี เด็กจะพัฒนาการด้าน จินตนาการ มากขึ้น มีความรู้สึก เป็นตัวสำคัญในการเรียนรู้ (ดร.อุทัย ดุลยเกษม 2542 : 20-21)

นอกจากนี้ ความอยากรู้อยากเห็น เป็นสัญชาติญาณอย่างหนึ่งของการเล่นของเด็ก เป็นสัญชาติญาณที่เด็กจะจับต้องสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเขา ซึ่งเป็นตัวชี้แนะในการเรียนรู้โดยธรรมชาติ นัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวัตกรรมทางการศึกษา ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งนี้ และระลึกเสมอว่า ความอยากรู้อยากเห็น ความสนุกสนาน และการจับต้องสัมผัสที่ไม่ได้มีการแนะนำ จะเป็นตัวชี้แนะในการเรียนรู้ต่อไป (รศ. ดร. อารี พันธ์มณี 2540 : 53)

ดังนั้น จึงสามารถระบุลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้ คือ

2.6.1 การเรียนรู้ที่ดีมิใช่เกิดจาการถ่ายทอดความรู้ หรือทักษะให้แก่ผู้เรียนอย่างชนิดที่ผู้เรียนไม่ได้มีปฏิสัมพันธ์ใด ๆ แต่การเรียนรู้ที่ดี เกิดจากระบวนการสร้างความเข้าใจการให้ความหมายกับสิ่งที่เรียนรู้มา

2.6.2 การเรียนรู้ที่ดีต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่รู้อยู่ก่อนแล้ว เพราะฉะนั้น การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนกับความรู้ใหม่

2.6.3 การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น มิใช่การเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างโดดเดี่ยว ยิ่งมีการปฏิสัมพันธ์ ถกเถียง แลกเปลี่ยนกับผู้อื่นมาก การเรียนรู้ก็ย่อมเกิดขึ้นได้มาก

2.6.4 การเรียนรู้ที่ดีจะเกิดขึ้นได้ถ้าผู้เรียนสามารถกำหนดขั้นตอนการเรียน และวิธีการเรียนด้วยตนเองได้มาก ยิ่งในกรณีที่ผู้เรียนพึ่งพาตนเองได้มาก การเรียนรู้ย่อมเกิดขึ้นได้มาก

2.6.5 การเรียนรู้ที่ดีจะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนมีความชัดเจนในเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการเรียน และเป้าหมายของการเรียนนั้น มีความหมายกับตัวผู้เรียน

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ต้องมีการผสมผสานระหว่างจิตใจ ร่างกาย สภาพแวดล้อม และบริบทของการเรียน กล่าวอีกอย่างหนึ่ง ก็คือ การเรียนเรู้ที่ดีจะเกิดขึ้น เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง (ดร. อุทัย ดุลยเกษม 2542 : 44-45)

2.7 ลักษณะพื้นฐานของกิจกรรมช่วยในการเรียนรู้

Torrance ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานของกิจกรรม ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้เด็กเกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

2.7.1 ความไม่สมบูรณ์ การเปิดใจกว้าง (Incompleteness , Openness) ความไม่สมบูรณ์หรือการเปิดรับประสบการณ์เป็นลักษณะพื้นฐานอันดับแรกสุดในกระบวนการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อเด็กเกิดความรู้สึกว่างานที่ตนได้ทำนั้นยังไม่สมบูรณ์ ยังมีช่องว่างหรือข้อบกพร่องบางประการ ก็จะทำให้เด็กคิดศึกษา ค้นคว้า และ พยายามหาทางทำให้สมบูรณ์ ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นหรือเป็นพลังให้เด็กอยากเรียนรู้ อยากหาคำตอบให้ตนเอง Torrance ได้ทดลองโดยเอาภาพมาให้เด็กดู หรืออ่านเรื่องให้ฟัง แล้วให้เด็ก ๆ ลองคิดสิ่งที่ต้องการรู้จากภาพ หรือเรื่องนั้น ๆ ซึ่งไม่ปรากฏในภาพ หรือกล่าวไว้ในเรื่อง พบว่า สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดของตนเอง และคิดแปลกแตกต่างจากสิ่งที่ได้พบเห็น อันเป็นทางหนึ่งที่กระตุ้นให้เด็กคิดสร้างสรรค์ และเรียนรู้การแก้ปัญหาต่อไป

2.7.2 การสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา และการใช้ให้เป็นประโยชน์ (Producing and Something and Using It) การให้เด็กสร้างหรือผลิตงานบางอย่างขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเป็นการวาดภาพ การแต่งเรื่อง การปั้นรูปสัตว์ เป็นต้น ต่อจากนั้นก็ให้ใช้สิ่งที่ผลิตแล้วนั้นให้เกิดประโยชน์ ตัวอย่างกิจกรรมเสียงและภาพ เด็กจะได้รับการชี้แจงให้จำคำ 4 คำ ที่จะก่อให้เกิดภาพขึ้น ต่อมาก็ให้เด็กฟังคำเหล่านั้นอีกเป็นครั้งที่ 2 และ 3 แต่ละครั้งจะทำให้จินตนาการของเขากว้างไกลออกไป ผลสุดท้ายเด็กจะต้องเลือกภาพที่เด็กสนใจมากที่สุด แล้วใช้เป็นพื้นฐานในการแต่งเรื่อง วาดภาพ แต่งเพลง หรือคิดท่าเต้นรำ ในการฟังเทปละคร เทปจะหยุดอยู่ที่จุดสำคัญ ๆ เพื่อให้เด็กคิดแก้ปัญหา คาดการณ์ หรือ พยากรณ์ และคิดหาทางที่เป็นไปได้หลาย ๆ ทาง แล้วใช้ข้อสรุปนั้นเป็นพื้นฐานในการสอบถาม วิจัย หรือสร้างสิ่งต่าง ๆ ขึ้น เช่น บทละคร คำประพันธ์ นิทาน หรือ บทเพลงต่าง ๆ เป็นต้น

2.8 เทคโนโลยีที่เด็กต้องการ

เทคโนโลยีที่จะมีส่วนช่วยในการเรียนรู้ของเด็ก ต้องเป็นเทคโนโลยีที่สามารถสนับสนุนพฤติกรรมตามธรรมชาติของเด็ก เช่น การชอบทำอะไรซ้ำ ความอยากรู้อยากเห็น ความซื่อสัตย์ และต้องการควบคุม เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำความสามารถเฉพาะตัวของเขาออกมา และเป็นเทคโนโลยีที่กระตุ้นให้เกิดจินตนาการตามมา ด้วยคำถามมากมายต่อโลกรอบตัวพวกเขา (ศุรินสิริธนาวุฒิ 2542 : 4-5)

เทคโนโลยีที่เด็กต้องการ จึงเป็นเทคโนโลยีที่มีคุณลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้

2.8.1 การควบคุม (Control) โดยธรรมชาติแล้วเด็กเป็นผู้ที่ต้องพึ่งพาอาศัยผู้อื่น เด็กจะรู้สึกได้ถึงศักยภาพของตนเอง เมื่อพวกเขาสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมรอบ ๆ ตัวพวกเขาได้ และรู้สึกเป็นเจ้าของสิ่งเหล่านั้น เด็กต้องการการตัดสินใจด้วยตนเองในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น ในเรื่องของเวลา สิ่งที่เขาเลือก และเมื่อไรที่เขาจะเลือก จะเห็นได้ว่าเมื่อเสนอเทคโนโลยีที่มีข้อจำกัดในการสนองตอบ เด็กจะเบื่อง่าย และหมดความสนใจโดยเร็ว แต่ถ้าได้เสนอเทคโนโลยีที่มีทางเลือกในการสนองตอบหลาย ๆ ทาง เด็กจะให้ความสนใจใช้เวลาในการค้นหา และสนุกสนานกับมัน

2.8.2 การเข้ากับผู้อื่นได้ (Social Experience) โดยธรรมชาติของเด็กแล้ว ต้องการที่จะอยู่รวมกลุ่มกับเด็กคนอื่น แม้กระทั่งการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนตัว ก็ยังประกอบไปด้วยส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบของเทคโนโลยีหลายชิ้น เทคโนโลยีจะเป็นสะพานเชื่อมปฏิสัมพันธ์จากเด็กคนหนึ่งไปยังเด็กอีกคนหนึ่ง ถ้าหากเด็กรู้สึกแปลกหน้ากับเด็กคนอื่น เทคโนโลยีก็จะไม่มีความหมาย แต่ถ้าเด็กได้รู้จักกับเด็กคนอื่น เทคโนโลยีจะมีความหมายต่อพวกเขา ซึ่งจะทำให้พวกเขารู้จักคนอื่นมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วเด็กจะไม่สร้างสิ่งที่แปลกแยก พวกเขาต้องการที่จะมีส่วนร่วม ต้องการแสดงออก และใช้เทคโนโลยีร่วมกับคนอื่น

2.8.3 เครื่องมือในการแสดงออก (Expressive Tools) เด็กชอบที่จะเล่าเรื่องราว สร้างเกม และสร้างสิ่งต่าง ๆ เด็กก็จะมีความสุขกับการแสดงออกในหลาย ๆ รูปแบบ เสียง ภาพ การเคลื่อนไหว และการปรากฏทางกายภาพ พวกเขาต้องการสิ่งเหล่านี้ทั้งหมดจากเทคโนโลยีที่พวกเขาใช้

2.9 แนวทางการออกแบบ User Interface สำหรับเด็ก (ศุริน สิริธนาวุฒิ 2542 :8-10)

2.9.1 การออกแบบกิจกรรม (Activity) ซอฟต์แวร์สำหรับเด็กที่ดี มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับของเล่นโดยทั่วไปที่ต้องการมีคุณสมบัติ เป็นตัวกระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถใช้จินตนาการของพวกเขาสร้างและเลียนแบบประสบการณ์ความรู้จากโลกรอบตัวเขา การออกแบบจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อ เด็กสามารถควบคุมสื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เองได้ และอนุญาตให้พวกเขาเป็นผู้นำในการโต้ตอบ

2.9.1.1 การออกแบบกิจกรรมควรจะสร้างสิ่งที่ดึงดูดความสนใจอย่างเป็นธรรมชาติ ที่จะกระตุ้นให้เด็กต้องการเข้าไปมีส่วนร่วมด้วยตัวของพวกเขาเอง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดได้แก่ การเล่นที่เลียนแบบโลกแห่งความเป็นจริง เช่น เด็กวัยก่อนเรียนชอบเล่นแต่งตัวตุ๊กตา สร้าง หรือ ต่อรูปภาพ วาดรูประบายสี โดยที่เด็กสามารถใช้สัญชาติญาณ หลักการและขั้นตอนต่าง ๆ ทำให้งานนั้นสำเร็จลงได้ด้วยตัวของพวกเขาเอง

2.9.1.2 การออกแบบกิจกรรมควรจะเพิ่มความยากและความซับซ้อนไปในแต่ขั้นตอน และสนับสนุนให้เด็กผ่านจากขั้นหนึ่งไปยังขั้นต่อ ๆ ไปได้ โดยการเพิ่มความท้าทายและความซับซ้อนไปอย่างช้า ๆ ในขณะที่เด็กกำลังได้รับชัยชนะอยู่ในขั้นตอนนั้น ๆ สนับสนุนให้เด็กไปสู่เป้าหมายได้ ด้วยการส่งผลย้อนกลับ ซึ่งจะช่วยให้พวกเขาได้รับรู้ข้อมูลใหม่ ๆ

2.9.1.3 ในการออกแบบโครงสร้างของกิจกรรม ควรจะมีรางวัลเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เด็กมีการพัฒนาโปรแกรมไปในแต่ละขั้นตอน โดยออกแบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รางวัลสำหรับผู้ที่สามารถเอาชนะ หรือไปสู่เป้าหมายได้ แนวทางในการออกแบบรางวัล โดยทั่ว ๆ ไป อาจจะเป็นแบบง่าย ๆ เช่น การแสดงความยินดีด้วยเสียง หรือภาพการ์ตูน เมื่อเด็กทำกิจกรรมหรือแก้ปัญหานั้น ๆ ได้สำเร็จ การให้รางวัลควรจะให้ทุกครั้ง ถึงแม้ว่าเด็กจะเคยเล่นกิจกรรมนั้นมาก่อนหน้านี้แล้ว หรือแก้ปัญหานั้นซ้ำไปมา เพราะว่าเด็กอาจจะรู้สึกขาดความมั่นใจ ในขั้นตอนถัดไปที่ยากขึ้นกว่าเดิม จึงต้องการที่จะเล่นในขั้นตอนเดิมที่ยังง่ายอยู่ไปเรื่อย ๆ เด็กไม่ควรจะถูกทำโทษด้วยการไม่ได้รางวัล ในการเล่นกินกรรมเดิมซ้ำ ๆ นอกจากนี้รางวัลควรจะถูกออกแบบเพื่อชักจูงให้เด็กต้องการที่จะเล่นต่อไป โดยให้เด็กสามารถกำหนดสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของพวกเขาเอง

2.9.2 การออกแบบหน้าจอ (Screen Layout Design)

2.9.2.1 การออกแบบ ICON ให้มีความหมายที่เด็กสามารถเข้าใจได้ สัญลักษณ์ ICON ที่ดีต้องมีรูปแบบที่เด็กจดจำ และคุ้นเคยได้ง่าย การสื่อความหมายของสัญลักษณ์ต้องเป็นสากล ตัวอย่างเช่น ใช้สัญลักษณ์ "ประตู" แทนความหมาย "ออกไป" และใช้เครื่องหมาย "หยุด" แทนความหมาย "การหยุดกิจกรรมต่าง ๆ" ควรออกแบบไอคอนให้มีขนาดใหญ่พอที่เด็กสามารถควบคุมเคอร์เซอร์มาจุดที่ต้องการได้ง่าย

2.9.2.2 ออกแบบเคอร์เซอร์ เพื่อประโยชน์ในการสื่อสาร ซึ่งมีอยู่ 3 สถานะ ได้แก่ Resting State เมื่ออยู่ในระหว่างรอการประมวลผล Hot State เมื่อลากเมาส์ไปบริเวณที่มีการโต้ตอบได้ และ Wait State เมื่อแสดงการเปลี่ยนหน้าจอ ซึ่งควรจะเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น นาฬิกา นาฬิกาทราบ นิ้วมือที่นับไปมา ถ้าไม่มีเคอร์เซอร์ควรจะหาวิธีการอื่นที่ช่วยบอกการเปลี่ยนแปลง อาจจะใช้เสียงช่วยบอกขั้นตอนการติดตั้งต่าง ๆ

2.9.2.3 ใช้ Rollover Audio, Animation และ Highlight ช่วยค้นหาการใช้งาน HotSpots บนหน้าจอสามารถใช้ Hightlight หรือ Animation แสดงให้เด็กรู้ว่าคลิกเมาส์ได้หรือไม่ ส่วนที่เป็น Navigation สามารถใช้ Animation บน Rollover แสดงให้เห็นว่าเคอร์เซอร์ของพวกเขามาถูกที่แล้ว นอกจากนี้ส่วนที่เป็น Navigation ยังสามารถใช้ Rollover Audio ช่วยบอกวิธีการใช้งานให้แก่เด็ก ๆ ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

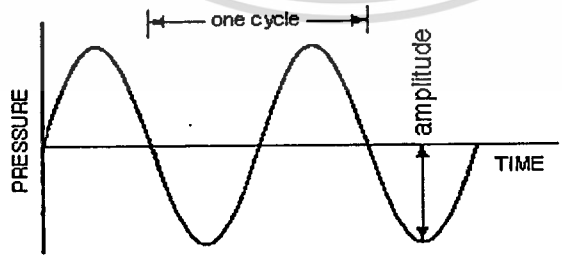
บทที่ 3

เสียง

เสียงเป็นสิ่งที่ทำให้แอปพลิเคชั่นเกี่ยวกับมัลติมีเดียมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นไปกว่าแอปพลิเคชั่นตัวอื่น ๆ อย่างน้อยก็เพื่อเป็นการให้สังเกต หรือ เตือนว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น ได้แก่ เสียงบีบ (Beep) เป็นต้น ซึ่งการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเสียงในแอปพลิเคชั่นเกี่ยวกับมัลติมีเดีย เป็นวิธีการที่นำความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของเสียง, วิธีการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นบิต หรือ ไบต์ , การนำค่าบิตและไบต์มาเป็นตัวแทนของเสียงพูด และเสียงดนตรี ทั้งในแบบสเตอริโอ และ แบบโมโน ตลอดจน วิธีการปรับเปลี่ยนสัญญาณเสียงที่ได้ทำการบันทึกแล้ว เหล่านี้เป็นต้น

3.1 คุณลักษณะของเสียง

เสียง (Sound) ประกอบเป็นคำพูด, เสียง, ดนตรี และ อื่น ๆ อาจจะดัง, ค่อย, ทุ้มต่ำ หรือ สูง ซึ่งขึ้นอยู่กับ 2 อย่าง ได้แก่ พลังเสียง (Energy) และ สื่อตัวนำ (Transport Medium) เช่น เมื่อพลังเสียงจากการตีกลองถูกแปลงเป็นแรงดันผ่านอากาศ เป็นสัญญาณอนาลอก (Analog Signal) ซึ่งสามารถแสดงในรูปของสัญญาณคลื่น (Sine Wave) ที่มีลักษณะต่อเนื่องกัน ดังภาพที่ 3-1 ซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ แอมปลิจูด (Amplitude) ซึ่งแสดงถึงพลังเสียง (Power)หรือความหนาแน่นของเสียง (Intensity) ทำให้เกิดเป็นความดังของเสียง และความถี่ (Frequency) เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงใน 1 ช่วงเวลา มีหน่วยเป็นเฮิร์ตซ (Hertz : Hz) ถ้าเสียงมีความถี่สูงขึ้นก็เพิ่มความคมชัด โดยช่วงความถี่ที่มนุษย์จะได้ยินจะอยู่ระหว่าง 50 Hz – 20,000 Hz ซึ่งเสียงที่มีความถี่ 50 Hz เป็นเสียงที่ช้าและต่ำ ในขณะที่เสียงที่มีความถี่ 20,000 Hz เป็นเสียงที่แหลมและสูง



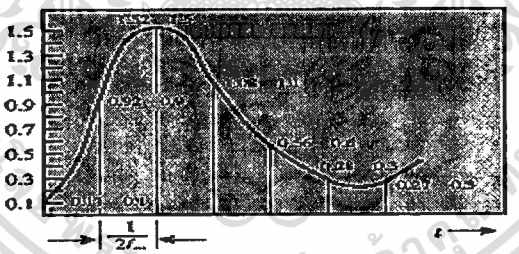
ภาพที่ 3-1 สัญญาณ Sine Wave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การดิจิไตซ์เสียง (Digitizing Sound)

การดิจิไตซ์เสียงเป็นวิธีการในการจับ (Capturing) แอมปลิจูดของเสียงตามความถี่ที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไป ความถี่ของมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์จะใช้เป็น 11.025, 22.5 หรือ 44.1 กิโลเฮิร์ซ (Kilohertz : KHz) แต่ในบางกรณีก็อาจจะปรับเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการแซมปลิ้งให้ต่ำกว่า เช่น 5 หรือ 8 KHz สำหรับแอปพลิเคชั่นที่ผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งถ้าหากใช้ในช่วงความถี่ต่ำ ก็จะทำให้คุณภาพเสียงที่ได้ต่ำลงไปด้วย แต่ขณะเดียวกันก็ลดพื้นที่สำหรับการเก็บข้อมูลลง และสำหรับแอมปลิจูด (Amplitude) ส่วนใหญ่ก็จะใช้ 8 บิต (1 ไบต์) ก็จะได้ช่วงข้อมูลเป็น 256 ระดับ และหากใช้ 16 บิต (2 ไบต์) ก็จะได้ช่วงข้อมูลเป็น 65,536 ระดับ

จากภาพที่ 3- 2 เป็นตัวอย่างการทำดิจิไตซ์ข้อมูล ซึ่งการจะพิจารณาว่าต้องใช้จำนวนบิตในการวัดแอมปลิจูดนั้น ขึ้นอยู่กับคุณภาพเสียงที่เราต้องการ เพื่อให้การบันทึกข้อมูลเสียงมีประสิทธิภาพ การจับ (Capture) ข้อมูลและการเปิดฟังเสียงที่บันทึกไว้ (Play Back) ในภายหลัง จำเป็นต้องบันทึกเสียงให้เป็นสองเท่าของความถี่ของเสียงที่ได้ยิน เช่น ถ้าหากมนุษย์ได้ยินเสียงในความถี่ 20,000 Hzดังนั้น เสียงที่ถูกบันทึกก็จะมีความถี่เป็น 40,000 Hz เป็นต้น และต้องพิจารณาระดับของข้อมูลประกอบด้วย



ภาพที่ 3- 2 ตัวอย่าง Digitizing

3.3 การคำนวณขนาดของแฟ้มข้อมูลเสียง

การคำนวณขนาดของแฟ้มข้อมูลเสียง โดยใช้คุณสมบัติของเสียงได้แก่ แอมปลิจูด, จำนวนช่องสัญญาณ (Channel) และ ช่วงความถี่ ดังนั้น เมื่อบันทึกเสียงผ่านไมโครโฟนเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์สัญญาณในที่ ก็จะแปลงจากสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งขนาดและคุณภาพของข้อมูลเสียงที่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของแชนแนล (Channel) ซึ่งมี 2 แบบ คือ โมโน (Mono) มีค่าเป็น 1 และ สเตอริโอ (Stereo) มีค่าเป็น 2 , ความถี่ในการสุ่มข้อมูล (Frequency Sampling Rate) ในอัตราสองเท่าของความถี่สูงสุดของเสียง , ระยะเวลาที่ทำการบันทึก และ จำนวนบิตที่ใช้ในการดิจิไตซ์ (Digitizing) อาจจะเป็น 8 บิต หรือ 16 บิต ซึ่งถ้าเป็น 8 บิตจะได้ข้อมูลเสียงเป็น 256 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดเป็น 16 บิต จะได้ข้อมูลเสียงเป็น 65,536 ระดับ และจากการกำหนดค่าต่าง ๆ ข้างต้น สามารถคำนวณพื้นที่ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลโดย

กำหนดให้ c : จำนวนของ Channel ได้แก่ 1 และ 2

s : ความถี่ในการ Sampling ข้อมูล มีหน่วยเป็น Hz

t : เวลาที่ใช้ มีหน่วยเป็น วินาที

b : จำนวนไบต์ที่ใช้ในการดิจิไตซ์เป็น 1 หรือ 2

ตัวอย่างเช่น คำนวณพื้นที่ของข้อมูล 1 นาที, 44.1 KHz , 16 บิต , Stereo จะได้ว่า

ขนาดข้อมูล = c x s x t x b

= 2 x 44100 x 60 x 2

= 10,584,000 ไบต์

ตัวอย่างในตารางที่ 3- 1 เป็นการแสดงขนาดข้อมูลเมื่อมีการปรับเปลี่ยน Frequency Sampling , จำนวนบิตที่ใช้ และ จำนวน Channel ที่บันทึกข้อมูล โดยใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็น 60 วินาที

Frequency Sampling	Data Size	Channel	Size (1 Minute)
11.025 kHz	8-bit	Mono	650 KB
11.025 kHz	8-bit	Stereo	1.3 MB
22.05 kHz	8-bit	Mono	2.6 MB
22.05 kHz	16-bit	Mono	2.5 MB
22.05 kHz	8-bit	Stereo	2.6 MB
22.05 kHz	16-bit	Stereo	5.25 MB
44.1 kHz	8-bit	Mono	2.6 MB
44.1 kHz	16-bit	Mono	5.25 MB
44.1 kHz	8-bit	Stereo	5.25 MB
44.1 kHz	16-bit	Stereo	10.5 MB

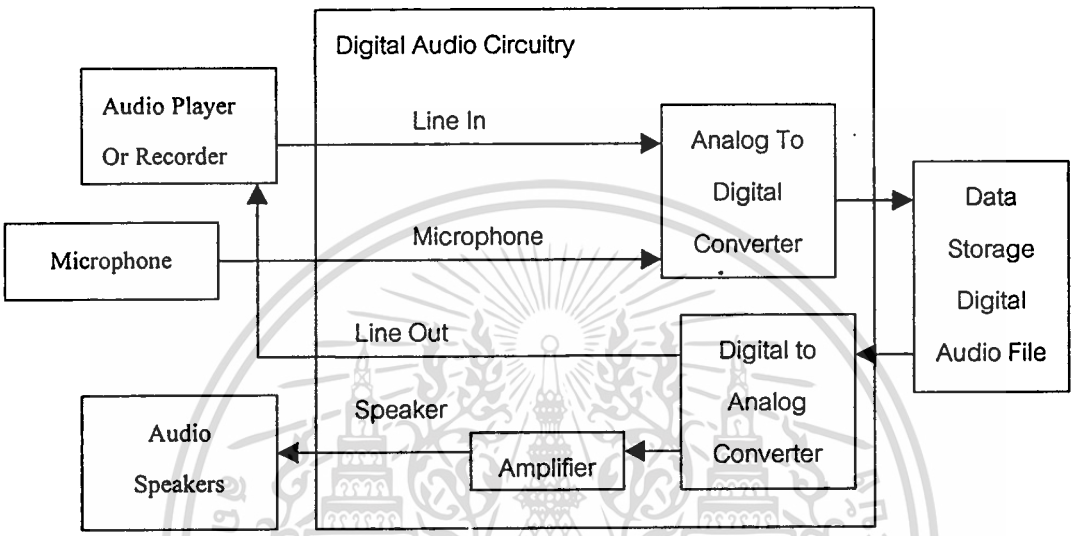
ตารางที่ 3- 1 ขนาดข้อมูลเมื่อกำหนดค่าต่างกัน

3.4 ระบบเสียงดิจิตอล (Digital Audio System)

ระบบเสียงดิจิตอลสำหรับมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ อยู่ภายใต้วงจรพิเศษ (Circuitry) ที่ทำหน้าที่ในการติดต่อระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ของแหล่งข้อมูลเสียงภายนอก เช่น ไมโครโฟน,

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกเสียง และลำโพง เป็นต้น ซึ่งวงจรสำหรับระบบเสียงดิจิตอลโดยส่วนใหญ่ก็เป็นฮาร์ดแวร์ที่เพิ่มเข้าไป (Circuit Card) หรือ รวมเป็นส่วนหนึ่งของระบบคอมพิวเตอร์ ดังแสดงใน **ภาพที่ 3- 3** ซึ่งวงจรดังกล่าว ทำหน้าที่ ดังนี้ คือ



ภาพที่ 3- 3 ฮาร์ดแวร์ในระบบเสียงดิจิตอลในส่วนของการ Input, Output และ Storage

- แปลง (Converting) สัญญาณเสียงจากไมโครโฟน หรือ แหล่งที่มาของเสียงอื่น ๆ ไปเป็สัญญาณดิจิตอลผ่านองค์ประกอบเฉพาะที่ถูกเรียกว่า Analog To Digital Converter
- ส่งข้อมูล (Transferring) ข้อมูลดิจิตอลไปยังสื่อบันทึกข้อมูลของคอมพิวเตอร์
- แปลง (Converting) ข้อมูลดิจิตอลจากสื่อบันทึกข้อมูลไปเป็นสัญญาณเสียงแบบอนาลอกผ่าน Digital To Analog Converter และหากจำเป็นก็จะทำการขยายสัญญาณ (Amplify) ออกสู่ลำโพง

3.4.1 **ซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนข้อมูลเสียงดิจิตอล** วงจรของสัญญาณดิจิตอลถูกบริหารจัดการโดยซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถทำหน้าที่เพื่อ

- Play Back การเล่นเสียงที่ทำการบันทึกไว้ โดยแปลงข้อมูลเสียง (Audio Data) ไปเป็นเสียง (Sound)
- Record การบันทึกสัญญาณเสียงจากต้นกำเนิดเสียงที่เป็นสัญญาณอนาลอก
- Stop การหยุดการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Fast Forward เป็นการเคลื่อนไปทางจุดสิ้นสุดของชุดข้อมูล (Data Stream)
- Reverse การเล่นแบบย้อนจากหลังไปหน้า
- Rewind การย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้นของชุดข้อมูล

ซึ่งพบว่า หน้าที่หลักของซอฟต์แวร์ดังกล่าวข้างต้น จะคล้ายกับการควบคุมที่พบในเครื่องเล่นเทปโดยทั่วไป

ซอฟต์แวร์เกี่ยวกับเสียงสำหรับมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ เริ่มขึ้นในศตวรรษที่ 1980 ซึ่งระบบเสียงดิจิตอลเป็นซอฟต์แวร์โปรแกรมที่ติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรง ซึ่งโปรแกรมทุกตัวต้องสามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้ แต่ต่อมาเมื่อมีการทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดว์และ แมคอินทอช การทำงานเกี่ยวกับเสียงของโปรแกรมต่าง ๆ เริ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจาก

- Software Module หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า Driver ซึ่งถูกโหลดเข้าสู่หน่วยความจำ และถูกบริหารจัดการโดยระบบปฏิบัติการ
- Software Command ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับมัลติมีเดียทั้งหลาย สามารถใช้คำสั่งมาตรฐานไปยังระบบปฏิบัติการเพื่อใช้จัดการกับข้อมูลเสียง

ด้วยเหตุผลสองประการข้างต้น ส่งผลให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถที่จะพัฒนาซอฟต์แวร์เกี่ยวกับมัลติมีเดียได้อย่างสะดวก โดยเป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์ กล่าวคือ ไม่ว่าฮาร์ดแวร์จะเป็นของผู้ค้ารายใด ก็สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องจัดการกับฮาร์ดแวร์โดยตรง และนอกจากนั้น ข้อมูลเสียงที่ถูกบันทึกไว้ในแบบดิจิตอล ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้แบบสุ่ม (Random Access) โดยอาศัยความสามารถของสื่อบันทึกข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถกระโดดไปยังจุดใดก็ได้ ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งต่างจากอุปกรณ์ที่บันทึกข้อมูลแบบอนาลอกที่ต้องเข้าถึงแบบลำดับ (Sequence)

3.4.2 **การแก้ไขข้อมูลเสียงดิจิตอล** (Editing Digital Audio) มักจะอยู่ในขั้นตอนการบันทึกเสียง และปรับเปลี่ยนแฟ้มข้อมูลเสียง ซึ่งซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่นิยมใช้เทคนิค ดังต่อไปนี้ เช่น

3.4.2.1 Trimming เป็นการตัดส่วนขอบของจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของข้อมูล

3.4.2.2 Volume Adjusting เป็นการปรับแต่งระดับความดังของเสียง

3.4.2.3 **Format Conversion** เปลี่ยนรูปแบบของแฟ้มข้อมูล ในกรณีที่ย้ายจากเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งไปยังอีกระบบหนึ่ง หรือรูปแบบของข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.4 Resampling หรือ DownSampling เป็นการเปลี่ยนโดยลดค่าความถี่หรือจำนวนของบิตที่ใช้สำหรับการบันทึก เช่น อาจจะลดจาก 44 KHz, 16 bit, Stereo เหลือ 22KHz , 8 bit, mono เพื่อลดขนาดของข้อมูลลง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของเสียงด้วย

3.4.2.5 Reversing Sounds เป็นการกลับข้อมูล เมื่อแสดงก็จะแสดงย้อนจากหลังไปหน้า

3.4.2.6 Time Stretching เป็นการทำให้ความเร็วในการเล่นเสียงเร็วขึ้น หรือลดลง โดยทำการลดหรือเพิ่มข้อมูลเข้าไป

3.5 แบบข้อมูลแฟ้มข้อมูลเสียง (Audio File Format)

ข้อมูลเสียงดิจิตอลมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับแพลตฟอร์ม (Platform) ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของแฟ้มข้อมูลเสียงดิจิตอลออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

3.5.1 Audio File เสียงที่ถูกบันทึกเข้ามาในระบบคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบดิจิตอล ซึ่งสามารถปรับให้คุณภาพของเสียงดีขึ้น เพื่อที่จะ Reproduce อีกครั้ง ดังนั้น ข้อมูลรูปแบบนี้สามารถที่จะบีบอัด (Compress) เพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล หรือ สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ซึ่งระบบปฏิบัติการและแพลตฟอร์มที่ได้รับการยอมรับในศตวรรษ 1980 ได้แก่

3.5.1.1 Apple ซึ่งใช้รูปแบบ Audio Interchange File Format (AIFF) ซึ่งประกอบด้วย Header ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ความถี่ในการแซมปลิ้ง (Sampling Frequency) ขนาดของข้อมูล (Data Size) จำนวนแชนแนล (Channel) ขนาดของไฟล์ และข้อมูลเสียง

3.5.1.2 Microsoft รูปแบบของแฟ้มข้อมูลเสียงในลักษณะที่ใช้เหมือนกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้อินเทลโดยทั่วไป ซึ่งเป็น .WAV ซึ่งเป็นลักษณะที่เป็น Microsoft Resource Interchange File Format (RIFF) โดยจะประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล (Chunks) ที่รวมทั้งประเภทของข้อมูล (File Type), อัตราการแซมปลิ้ง (Audio Sampling Frequency) ขนาดข้อมูล (Data size) และจำนวนแชนแนล (Channel) และ ข้อมูลเสียง

3.5.1.3 CD-Audio มาตรฐาน Red Book Audio ที่ใช้สำหรับ CD-Audio ซึ่งถูกกำหนดรูปแบบข้อมูลที่เรียกว่า Linear Pulse Code Modulation ซึ่งโดยทั่วไปใช้สำหรับการบันทึกเสียงที่ 44.1 KHz, 16 bits , Stereo โดยมีความยาวประมาณ 50-60 นาที

3.5.2 MIDI Files (Musical Instrument Digital Interface) คือ รูปแบบไฟล์ที่เก็บบันทึกตัวโน้ตเอาไว้ เมื่อต้องการเล่นเสียงเพลง คอมพิวเตอร์จะทำการอ่านรูปแบบของเครื่องดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมทั้งตัวโน้ต และเล่นออกมาเป็นเสียงดนตรีตามที่กำหนดในไฟล์ รูปแบบไฟล์แบบ MIDI นี้จะมีขนาดเล็กกว่าแบบอื่น ๆ คุณภาพของเสียงจะขึ้นอยู่กับ Sound Card ว่ามี Wavetable หรือไม่ ถ้ามี คอมพิวเตอร์จะเล่นเสียงผ่าน Wavetable ของ Sound Card ซึ่งจะเก็บเสียงดนตรีนั้น ๆ ไว้ ทำให้คุณภาพเสียงเหมือนเล่นจากเครื่องดนตรีจริง แต่หากไม่มี คอมพิวเตอร์จะสังเคราะห์เสียงเหล่านั้นขึ้นมา ซึ่งคุณภาพจะไม่ดีเท่าที่ควร

3.6 คุณภาพของเสียง (Audio Quality)

คุณภาพของข้อมูลเสียงดิจิตอล ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

3.6.1 คุณภาพของแหล่งกำเนิดเสียง ในการบันทึกเสียง คุณภาพของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง หากเสียงเดิมไม่ราบเรียบ แน่นอนว่าคุณภาพของเสียงที่ได้ก็ลดลงด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบันทึกเสียงสด ก็จะมีความยุ่งยากขึ้น เนื่องจากมีเสียงรบกวน และ Electron Static ซึ่งมีความยุ่งยากลำบากในการที่จะกำจัดออกไปในขณะที่บันทึกข้อมูลแบบ Real Time

3.6.2 คุณภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกเสียงและอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง

3.6.3 คุณลักษณะของข้อมูลที่ทำการบันทึก เช่น อัตราความถี่ในการแซมปลิ้ง ,ขนาดข้อมูล จำนวนแชนแนล เป็นต้น

3.7 วิธีการวัดระดับเสียงตามแกนเวลา

สัญญาณเสียงพูดเป็นสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยเกิดในลักษณะแบบสุ่ม (Random) แต่ก็ขึ้นอยู่กับการควบคุมเสียงของผู้พูดด้วย เพราะเสียงที่เปล่งออกมาในช่วงเวลาหนึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของท่อกำธรเสียง (Vocal tract) และลักษณะการสั่นของเส้นเสียง (Vocal Cord) สัญญาณที่เป็นเสียงพูดจึงเป็นคาบเวลาชั่วขณะ หมายความว่า สัญญาณเสียงพูดมีคาบเวลาคงที่ในระยะเวลาอันสั้น และมีการเปลี่ยนแปลงไปในระหว่างเวลานั้น ถ้าพูดช้ามาก ๆ เสียงที่พูดอาจมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 200 ms ก็ได้ แต่ในการพูดโดยทั่วไปลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเสียงพูดอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยประมาณ 80 ms (ปวิณา เตโช และ ปิยะวรรณ ปิยะพรมดี 2541 : 7)

ในการวิเคราะห์เสียงพูดทั้งในแกนเวลา(Time Domain Analysis กระทำกับเสียงที่เก็บไว้โดยตรง) และในแกนความถี่ (Frequency Domain Analysis ผ่านการแปลงเป็นความถี่ก่อน) เพื่อหาตัวแทนพารามิเตอร์ในรูปที่เหมาะสมที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้ และมีข่าวสารข้อมูลครบถ้วน การวิคราะห์ข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากการอ่านจากหน่วยความจำสามารถนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์เสียงตามแกนเวลา เป็นวิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของเสียงตามเวลาที่เปลี่ยนไป ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถวัดได้เฉพาะในลักษณะที่วัดง่ายเท่านั้น ในขณะที่การวิเคราะห์ในโดเมนความถี่จะให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่า แต่การสุ่มสัญญาณเสียงต้องมีความเที่ยงตรงสูง (ปวิณา เตโช และ ปิยะวรรณ ปิยะพรมดี 2541 : 7)

ในเอกสารประกอบโครงงานฉบับนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะการวิเคราะห์ข้อมูลเสียงตามแกนเวลา ซึ่งมีรายละเอียดและกระบวนการ ดังนี้ คือ

3.7.1 การหาค่าเฉลี่ยของพลังเสียง (Energy)

พลังเสียงเป็นการพิจาณาผลรวมของกำลังสองของสัญญาณเสียงโดยไม่ต้องทำการปรับค่า (Weighting) เพื่อวัดระดับความดัง ความเบาของเสียง ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการที่ 3- 1

$$E_{av} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} x^2(n)$$

สมการที่ 3- 1 การหาค่าเฉลี่ยของพลังเสียง

โดยที่ E_{av} : ค่าเฉลี่ยของพลังเสียง

N : จำนวนข้อมูล

X : สัญญาณเสียง

นอกจากสมการข้างต้น สามารถใช้วินโดว์ (Window) เพื่อวิเคราะห์สัญญาณเป็นช่วง ๆ หรือ เรียกว่า การวิเคราะห์เฟรม (Frame) ซึ่งช่วงเวลาของวินโดว์มีค่าไม่แน่นอน ในบางครั้งอาจจะใช้ถึง 100 ms แต่ในบางครั้งเมื่อนำมาวิเคราะห์สัญญาณเสียงที่เร็วมาก และไม่มีช่วงหยุดเลย อาจจะต้องใช้เวลาของวินโดว์ค่าถึง 5-10 ms (ปวิณา เตโช และ ปิยะวรรณ ปิยะพรมดี 2541 : 7) ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาพลังเสียง ในกรณีที่ w(n) เป็นวินโดว์แบบสี่เหลี่ยม (Rectangular window) ที่มีความยาม N และมี Amplitude = 1 ได้โดยใช้ สมการที่ 3- 2

$$E_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [s(m)w(n-m)]^2, \quad w(n) = 1, \ 0 \le n \le N-1$$
$$= 0, otherwise$$

สมการที่ 3- 2 การวิเคราะห์หาพลังเสียงโดยใช้วินโดว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การคำนวณหาอัตรา Zero-Crossing

เป็นการวัดเกี่ยวกับความถี่ (Frequency) โดยพิจารณาจากจำนวนความถี่ของการเปลี่ยนเครื่องหมาย +,- ตามช่วงเวลาที่กำหนดในวินโดวส์ ดังสมการที่ 3- 3

$$Z_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[(\text{sign changes})\, w(n-m) \right]$$

โดย w(n) เป็นฟังก์ชันวินโดวส์แบบสี่เหลี่ยม
ของความยาว N และมี Amplitude = 1

สมการที่ 3- 3 หาค่า Zero Crossing

จาก สมการที่ 3- 3 ถ้าจำนวนของอัตรา Zero Crossing มีค่าสูง แสดงว่าสัญญาณเสียงมีความถี่สูง

3.7.3 การคำนวณหาค่า Pitch

เสียงของมนุษย์เป็นสัญญาณที่มีคุณลักษณะที่ไม่คงที่ (Nonstationary Signal) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนย่อยของสัญญาณเสียงแล้ว คือ ช่วงเวลาไม่เกิน 30 มิลลิวินาทีแล้ว สามารถอนุโลมได้ว่า เสียงพูดเป็นสัญญาณที่มีคุณลักษณะคงที่ ดังนั้นสัญญาณเสียงจึงสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อย เรียกว่า เฟรม (Frame) จากนั้นจึงทำการประมวลผลสัญญาณแต่ละเฟรม ซึ่งคุณลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของเสียง คือ พิตช์ (Pitch) ซึ่งเป็นความถี่พื้นฐานที่เกิดจากการสั่นของหลอดเสียง พิตช์จึงเป็นตัวกำหนดความสูงต่ำของเสียง ดังนั้น หากสัญญาณเสียงที่ถูกแปลงเป็นตัวเลข (Digitize) เป็นลำดับของข้อมูลเสียง x(m) โดยที่ {X(m)} = {x[1],x[2],x[3],...,x[m],...x[K]} จะสามารถหาพลังงานของสัญญาณได้จากสมการที่ 3- 4

$$E_l(0) = \sum_{m=0}^{N-1} x^2(m), l = 0,1,..L-1$$

สมการที่ 3- 4 หาค่าพลังงานเสียง โดยการยกกำลังสอง

และเพื่อลดการคำนวณสามารถใช้ขนาดของสัญญาณแทนค่ากำลังสอง ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M_l(0) = \sum_{m=0}^{N-1} |\, x[m] \,|$$

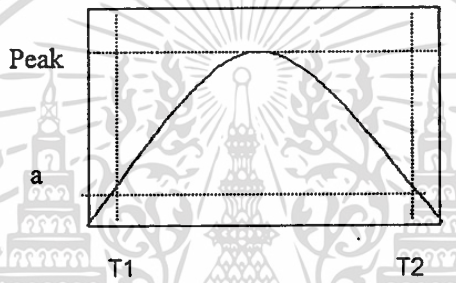
สมการที่ 3- 5 หาค่าพลังเสียง โดยใช้ค่าสัมบูรณ์

โดยที่ $M_l(0)$ ค่าพลังงาน

N ขนาดของเฟรม

l ลำดับที่ของเฟรม

หลังจากนั้นจะกำหนดระดับพลังงานขีดเริ่มเปลี่ยน (Theresold) a เพื่อใช้ในการหาจุดเริ่มต้นและจุดท้ายของสัญญาณเสียง ดังแสดงใน



ภาพที่ 3- 4 เฟรมเริ่มต้นที่(T1) และเฟรมสุดท้าย(T2)

โดยกำหนดให้ a มีค่าเป็น 10% ของค่าของเฟรมข้อมูลที่มีพลังงานมากที่สุด โดยค่า 10% นี้ได้จากการทดลองที่ให้ผลในการตัดข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไปได้ดีที่สุด ดังสมการ $a = 0.1M_{max}$ ซึ่งเป็นตัดเฟรมที่มีพลังงานต่ำกว่า 10% ของเฟรมที่มีพลังงานมากที่สุด แล้วคำนวณหาค่า T1 และ T2 ใช้เป็นเฟรมเริ่มต้นและเฟรมสุดท้ายของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาพิตช์ ซึ่งทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่จะแสดงในเอกสารฉบับนี้ คือ การใช้ออโตคอร์รีเรชั่น หรือ อัตสหสัมพันธ์ (AutoCorrelation) ดังแสดงในสมการที่ 3- 6

$$\phi(k) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)x(m+k)$$

สมการที่ 3- 6 คำนวณค่าอัตสหสัมพันธ์

โดยที่ x(m) เป็นสัญญาณอินพุต ถ้า x(m) เป็นสัญญาณที่มีคาบเวลาคงที่เท่ากับ P จะได้ว่า

$$\phi(k) = \phi(k+p)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ออโตคอร์รีเรชั่น ยังมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ

$$\phi(k) = \phi(-k)$$

และมีค่าสูงสุดเมื่อ K=0 นั่นคือ

$$|\phi(k)| \leq |\phi(k+p)|$$

สำหรับสัญญาณที่มีคาบเวลา P ออโตคอร์รีเรชั่นจะมีค่าสูงสุดที่แซมเปิล 0, P, 2P, ดังนั้น จึงสามารถคำนวณหาคาบเวลาของสัญญาณได้ โดยการค้นหาตำแหน่งแรกที่ทำให้ออโตคอร์รีเรชันมีค่าสูงสุด ในการประมวลผลสัญญาณเสียงนั้น ใช้ออโตคอร์รีเรชันสำหรับช่วงเวลาสั้น ๆ โดยให้คำนิยามไว้

$$R_n(k) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [x(m)w(n-m)][x(m+k)w(n-m-k)]$$

โดยที่ w(n) เป็นฟังก์ชันของวินโดวส์ (Windows) ซึ่งอาจจะเป็นแบบสามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม หรือแบบแฮมมิ่ง ทำการคำนวณค่าของ $R_n(k)$ ในช่วงเวลา k จากน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ คือ ช่วงเวลาของพิตช์ของเสียงผู้หญิงซึ่งมีค่าเท่ากับ 3 มิลลิวินาที จนถึงค่าสูงที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ คือ ช่วงคาบเวลาพิตช์ของเสียงผู้ชายซึ่งมีค่าเท่ากับ 20 มิลลิวินาที ถ้าใช้อัตราการแซมปลิง (Sampling Rate) 10 KHz ก็จะใช้ k อยู่ในช่วง 30 ถึง 200 ถ้าเลือกให้ w(n) มีความยาว N ตัวอย่าง โดยที่ N จะต้องมีค่ามากกว่า k มากมาก (N>>k) ก็จะได้นิยามของออโตคอร์รีเรชันสำหรับช่วงเวลาสั้น ๆ ดังสมการ

$$R_n(k) = \sum_{m=0}^{N-1-k} [x(m)w(n-m)][x(m+k)w(n-k-m)]$$

สมการที่ 3- 7 คำนวณค่าอัตสหสัมพันธ์สำหรับช่วงเวลาสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

DirectX

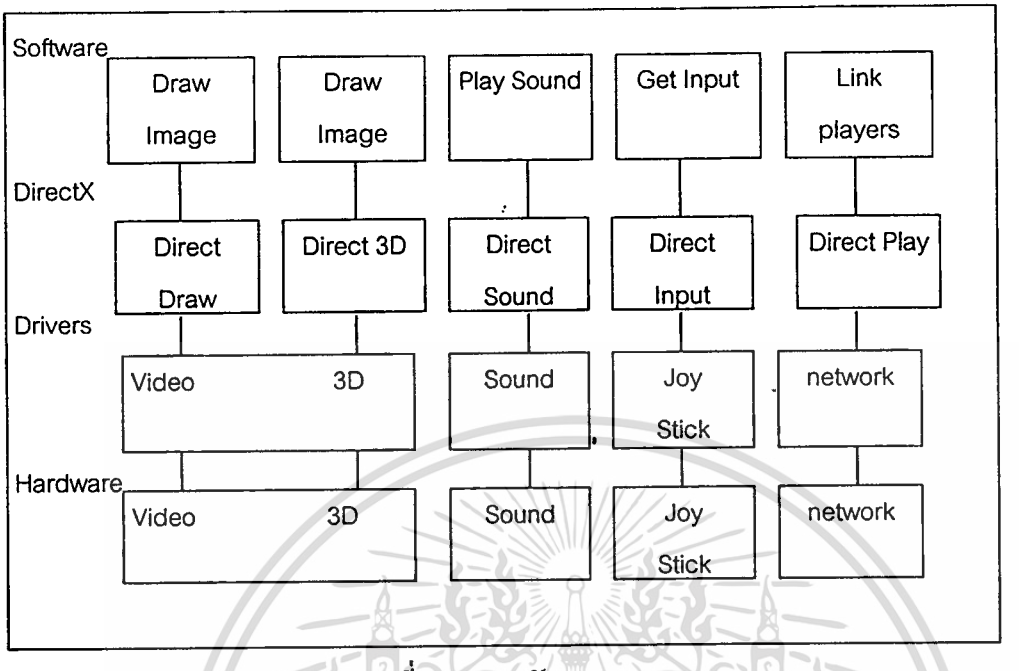
ไดเรคท์เอกซ์ (DirectX) เป็นคำย่อจาก Direct eXplanation ซึ่งเป็นกลุ่มของเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟท์ เพื่อเป็นตัวกลางในการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 ขึ้นไป ให้สามารถทำงานและแสดงผลเกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เช่น ภาพกราฟฟิค, วิดีโอ, ภาพ 3 มิติ, ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงแบบรอบทิศทาง และเพื่อความสะดวกของผู้ใช้ ไมโครซอฟท์จึงได้รวมไดเรคท์เอกซ์ไปเป็นส่วนหนึ่งในชุดติดตั้งของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) 98 และ 2000

คำสั่งและส่วนประกอบต่าง ๆ ในไดเรคท์เอกซ์ ทำให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์มั่นใจได้ว่าสามารถใช้ความสามารถของฮาร์ดแวร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ, ลดปัญหาการขึ้นต่อกันกับฮาร์ดแวร์ และสามารถทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ใดก็ได้ ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งมีใช้อย่างแพร่หลาย ทำให้ผู้ใช้ซอฟต์แวร์สามารถมั่นใจได้ว่า ในอนาคต ซอฟต์แวร์เหล่านั้น ยังสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดเท่าที่เทคโนโลยีจะเอื้อให้ได้

4.1 หลักการทำงาน

ด้วยเทคโนโลยีของไดเรคท์เอกซ์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในสื่อสารแทนซอฟต์แวร์โดยผ่านไดรฟ์เวอร์ (Driver) ที่ติดตั้งไว้ ดังแสดงในภาพที่ 4- 1 เพื่อเชื่อมโยงไปยังฮาร์ดแวร์อีกทีหนึ่ง เช่น การทำงานเกี่ยวกับเสียง ซอฟต์แวร์จะติดต่อกับส่วนของ DirectSound ซึ่งทำหน้าที่ในการติดต่อกับไดรฟ์เวอร์ของการ์ดเสียง ซึ่งไดรฟ์เวอร์ของฮาร์ดแวร์แต่ละประเภท บริษัทผู้ผลิตฮาร์ดแวร์ได้สร้างโปรแกรมในการควบคุมมาพร้อมแล้ว จึงทำให้ผู้พัฒนาซอฟท์แวร์ไม่ต้องเขียนโปรแกรมติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรง เท่ากับเป็นการเปิดโอกาสให้นักพัฒนาที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเพื่อการติดต่อกับฮาร์ดแวร์มากนักสามารถพัฒนาซอฟท์แวร์ได้ อีกทั้งยังช่วยขจัดปัญหาการขึ้นต่อกันระหว่างซอฟต์แวร์กับฮาร์ดแวร์ เช่น กรณีการติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยไม่ผ่านไดเรคท์เอกซ์ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงไดรฟ์เวอร์ของฮาร์ดแวร์เพียงบางส่วน ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จำต้องปรับเปลี่ยนซอฟต์แวร์ควบคู่กันไป แต่ด้วยเทคโนโลยีของไดเรคท์เอกซ์ จึงอำนวยความสะดวกและเสริมประสิทธิภาพในการทำงานเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์มากขึ้น ทำให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถที่จะสร้างสรรค์ซอฟต์แวร์ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4- 1 สถาปัตยกรรมของ DirectX

4.2 องค์ประกอบ

ไดเรคท์เอกซ์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 7 หรือ DirectX 7 ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

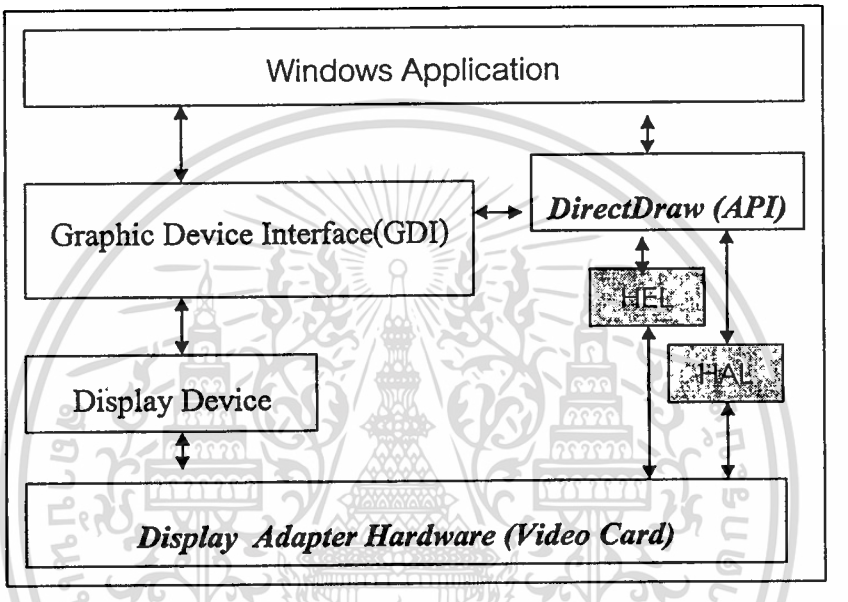
4.2.1 ไดเรคท์ดรอว์ (DirectDraw)

เป็นส่วนประกอบหลักอย่างแรกของไดเรคท์เอกซ์มีหน้าที่ในการจัดการกับการแสดงผลทางจอภาพ แต่ไดเรคท์ดรอว์ ไม่ใช่ API (Application Programming Interfaces) ระดับสูงสำหรับกราฟฟิกอย่างการลากเส้น เขียนรูปสี่เหลี่ยม แต่เป็น API ระดับต่ำ ทำให้ซอฟท์แวร์ทางด้านกราฟฟิคสามารถติดต่อกับหน่วยความจำของจอภาพโดยผ่านโมเดลของหน่วยความจำที่เรียกว่า Surface ซึ่งจะมองหน่วยความจำเป็นผืนเดียวกัน ทำให้สามารถจัดการได้ง่าย นอกจากนั้นยังสามารถเข้าถึงความสามารถเฉพาะของการ์ดแต่ละรุ่นได้ โดยใช้ความสามารถของสถาปัตยกรรมที่เรียกว่า HAL/HEL จึงทำให้แอปพลิเคชั่นที่ต้องการใช้ความเร็วด้านกราฟฟิคสูงสามารถทำงานได้ดี แต่เดิมการติดต่อกับจอภาพต้องติดต่อผ่าน GDI (Graphic Device Interface) ของวินโดวส์ ซึ่งทำงานได้ช้า เพราะไม่ได้เน้นด้านความเร็วแต่เน้นเสถียรภาพมากกว่า เนื่องจากต้องใช้ร่วมกันหลายแอปพลิเคชั่น ดังนั้นแอปพลิเคชั่นที่ต้องการใช้ความเร็วด้านกราฟฟิคสูง จึงต้องติดต่อผ่านไดเรคท์ดรอว์ เนื่องจาก 1) ช่วยจัดการกับระบบหน่วยความจำโดยตรงไม่ต้องผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 2) จัดการกับระบบการแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลอย่างอัตโนมัติ โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับไดรฟ์เวอร์ให้กับฮาร์ดแวร์โดยตรง 3) สามารถใช้งานร่วมกับ GDI ของวินโดวส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4) มีฟังก์ชันและเมธอดต่าง ๆ ที่ช่วยในการสร้างโปรแกรม 2 มิติ

4.2.1.1 สถาปัตยกรรมของไดเรค์ท์ดรอว์



ภาพที่ 4- 2 สถาปัตยกรรมของไดเรคท์ดรอว์

จากภาพที่ 4- 2 รายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่

- HAL (Hardware Abstract Layer) เป็นอินเตอร์เฟสเฉพาะของฮาร์ดแวร์ในแต่ละผู้ผลิต แต่ส่วนใหญ่เป็นฟังก์ชันมาตรฐานที่จะต้องมีอยู่แล้วในการ์ดแสดงผลทั่วไป ซึ่งเป็นหน้าที่ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งต้องมีไดรฟ์เวอร์สนับสนุน อาจจะเป็น 16 บิต หรือ 32 บิต บนวินโดวส์ 95 ยกเว้นวินโดวส์ NT ใช้กับ 32 บิตเท่านั้น ซึ่ง HAL อาจจะเป็นไดรฟ์เวอร์หรือ DLL (Dynamic Link Library) ซึ่งฟังก์ชันกราฟฟิกของ HAL จะต้องเป็นความสามารถโดยตรงของชิพของ การ์ดแสดงผล ถ้าไม่มีฟังก์ชันนั้น ๆ จะมีการรายงานผลให้กับไดเรคท์ดรอว์
- HEL (Hardware Emulation Layer) เนื่องจากการ์ดบางรุ่นไม่มีฟังก์ชันการทำงานทุกอย่างตามความต้องการของแอพพลิเคชั่นได้ จึงต้องมีการจำลองการทำงานของฟังก์ชันนั้นด้วยซอฟต์แวร์ โดยการเติมฟังก์ชันที่ขาดไป เพื่อสนับสนุนให้ฟังก์ชันหลัก ๆ ของกราฟฟิกทั้งหมดที่ใช้กันอยู่ แต่ก่อนที่จะมีการจำลองการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมีกระบวนการในการตรวจสอบว่าการ์ดแสดงผลนี้สนับสนุนฟังก์ชันอะไรบ้าง ถ้าหากไม่มีจึงจำลองการทำงาน ซึ่งต้องใช้หน่วยประมวลผลหลัก และหน่วยความจำของระบบ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และไม่เร็วเท่าการประมวลผลบนชิพและหน่วยความจำของการ์ด

- **GDI** (Graphic Device Interface) เป็นไลบรารีของฟังก์ชันและโครงสร้างข้อมูลของเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการแสดงผลแบบกราฟฟิก เช่น จอภาพ, เครื่องพิมพ์ พล็อตเตอร์ ฯลฯ ซึ่งระบบปฏิบัติการวินโดวส์จะเป็นตัวจัดการระหว่างผู้พัฒนากับฮาร์ดแวร์

จึงแสดงให้เห็นว่า การพัฒนาแอปพลิเคชั่นเกี่ยวกับการแสดงผลทางจอภาพ สามารถทำได้สองวิธี คือ ติดต่อผ่าน GDI หรือ ไดเรคท์ดรอว์ ซึ่งแอปพลิเคชั่นโดยทั่วไปจะใช้ GDI ในทุกคำสั่งที่มีการวาดหน้าจอ แต่สำหรับแอปพลิเคชั่นที่เป็นมัลติมีเดียและเกมต่าง ๆ ไม่ใช้ GDI แต่จะผ่าน HEL หรือ HAL เพราะต้องการ Frame Rate สูง แต่ GDI ไม่สามารถสนับสนุน Page Flipping ซึ่งเป็นการเขียนหน้าจอใน Background Page แล้วค่อย ๆ Flip มาข้างหน้า ซึ่งการเรียกใช้ผ่านไดเรคท์ดรอว์ นอกจากจะทำให้ความเร็วด้านกราฟฟิกเทียบเท่ากับความเร็วของแอพพลิเคชั่นบนดอสแล้ว ผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเจาะจงกับฮาร์ดแวร์เหมือนดอส และการพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนวินโดวส์สามารถทำได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

4.2.1.2 ออบเจคของไดเรคดรอว์

4.2.1.2.1 DirectDraw Objects มีหน้าที่หลักในการจัดการกับระบบการแสดงผล และใช้ในการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ ในลำดับต่อไป

4.2.1.2.2 DirectDrawSurface Objects ใช้ในการจัดการกับรูปภาพที่จะทำการแสดงที่จอภาพ โดยจะมีฟังก์ชันและเมธอดต่าง ๆ สนับสนุน

4.2.1.2.3 DirectDrawPalatte Objects จะช่วยในการจัดการกับ Palette เพื่อที่จะใช้ในการแสดงโหมดสีของรูปภาพ ในการแสดงผลที่จอภาพ

4.2.1.2.4 DirectDrawClipper Objects ช่วยในการป้องกันไม่ให้รูปที่แสดงนั้นออกจากขอบเขตที่กำหนดไว้ให้ ซึ่งจะใช้ในการสร้างโปรแกรมกราฟฟิกแบบโหมดวินโดวส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2.5 DirectDrawVideoPort Objects ซึ่งอยู่ในบางระบบ และยอมให้เข้าถึง Frame Buffer โดยไม่ต้องเข้าถึง CPU หรือ PCI Bus

4.2.2 DirectSound

ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างแอปพลิเคชั่นกับฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวกับเสียง โดยผ่านไดรว์เวอร์ที่ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์ได้สร้างโปรแกรมเพื่อควบคุมมาพร้อมแล้ว ทำให้ไดเรคท์ซาวด์สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้สะดวก แม้ว่าผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่นมีความรู้เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์เสียงไม่มากนัก รวมไปถึงในกรณีที่ฮาร์ดแวร์บางรุ่นไม่สามารถสนับสนุนการทำงานของแอปพลิเคชั่น ไดเรคท์ซาวด์ยังสามารถจำลองฟังก์ชันการทำงานเหล่านั้นขึ้นมาได้ โดยทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ที่เกี่ยวกับมัลติมีเดีย และด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันไดเรคท์ซาวด์ลดความล่าช้าในการผสมเสียงลง ทำให้สามารถเร่งการทำงานของฮาร์ดแวร์ให้เร็วขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้การทำงานบางอย่างสะดวกยิ่งขึ้น เช่น การค้นหาสมรรถนะของฮาร์ดแวร์ การกำหนดคุณสมบัติที่เหมาะสมของฮาร์ดแวร์ในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนฮาร์ดแวร์บางอย่าง โดยที่ไดเรคท์ซาวด์ค้นพบสมรรถนะที่เปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติ และพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อการกำหนดองค์ประกอบที่เหมาะสมกับฮาร์ดแวร์และแอปพลิเคชั่น โดยที่ผู้พัฒนาไม่ต้องโปรแกรมเอง

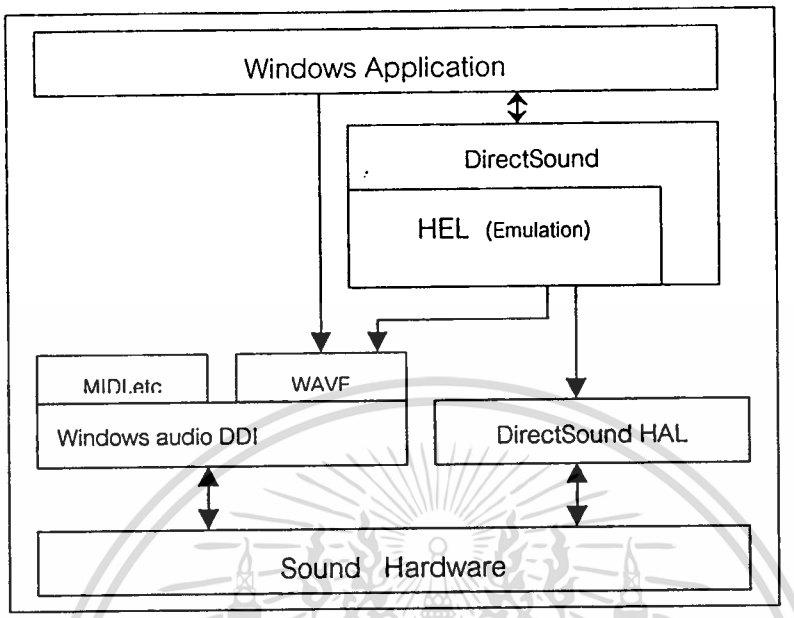
4.2.2.1 สถาปัตยกรรมและหลักการทำงานของไดเรคท์ซาวด์

การทำงานของไดเรคท์ซาวด์ ประกอบด้วย COM (Component Object Model) Interfaces หลายส่วนในการทำงานร่วมกัน เช่น การบันทึกเสียงข้อมูลผ่านไมโครโฟนเข้าสู่หน่วยความจำ, การเล่น, การจัดการกับหน่วยความจำของเสียง เป็นต้น ซึ่งในเอกสารส่วนนี้จะอธิบายถึงองค์ประกอบและกระบวนการทำงานของไดเรคท์ซาวด์ ดังแสดงในภาพที่ 4- 3 ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียด ดังนี้ คือ

— **HAL** (Hardware Abstraction Layer) ทำหน้าที่ในการติดต่อกับไดรว์เวอร์ของฮาร์ดแวร์โดยตรง รายงานสมรรถนะของฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่ในระบบ และทำการประมวลผลการร้องขอที่ได้รับจากออบเจคของไดเรคท์ซาวด์ ซึ่งหากไม่สามารถประมวลผลตามคำสั่งได้ ก็จะส่งค่าความผิดพลาดกลับไปยังออบเจคที่ร้องขอมา

— **HEL** (Hardware Emulation Layer) ทำหน้าที่ในการจำลองฟังก์ชันที่ได้รับการรายงานจากการประมวลผลของ HAL เมื่อฮาร์ดแวร์ของระบบนั้นไม่สนับสนุน โดยใช้ความสามารถร่วมกับ Windows Audio DDI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4- 3 สถาปัตยกรรมของ DirectSound

4.2.2.2 วิธีการติดต่อระหว่างแอปพลิเคชั่นกับฮาร์ดแวร์

เมื่อแอปพลิเคชั่นต้องการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของเสียง สามารถติดต่อได้ 2 ลักษณะ คือ ติดต่อผ่าน อินเตอร์เฟสของไดเรคท์ซาวด์ และ ติดต่อผ่านไดรว์เวอร์เกี่ยวกับเสียงของวินโดวส์ ดังแสดงใน

ภาพที่ 4- 3 ซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการได้ดังนี้ คือ

— **ติดต่อผ่านอินเตอร์เฟสของไดเรคท์ซาวด์** แอปพลิเคชั่นติดต่อกับออบเจคของไดเรคท์ซาวด์ผ่าน HAL ซึ่งในกรณีปกติจะทำการประมวลผลโดยติดต่อกับฮาร์ดแวร์ แล้วส่งค่าคืนกลับไปยัง ออบเจค แต่ในกรณีที่ฮาร์ดแวร์ไม่สนับสนุนการทำงานบางอย่างที่แอปพลิเคชั่นร้องขอมา HAL จะรายงานผลความผิดพลาดกลับไปยังไดเรคท์ซาวด์ และ ไดเรคท์ซาวด์จะจำลองฟังก์ชั่นการทำงานโดยร่วมมือกับไดรว์เวอร์เกี่ยวกับเสียงของวินโดวส์ (Windows audio DDI) แล้วจึงส่งผลการทำงานคืนกลับไปยังไดเรคท์ซาวด์ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้ จะทำให้การทำงานใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นกว่าการติดต่อโดยการผ่าน HAL

— **การติดต่อผ่านไดรว์เวอร์เกี่ยวกับเสียงของวินโดวส์ (Windows audio DDI)** โดยแอปพลิเคชั่นจะทำการติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ซึ่งมีฟังก์ชั่นการทำงานเกี่ยวกับ Audio โดยผู้พัฒนาต้องทำการกำหนด API ต่าง ๆที่ต้องใช้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเสียง, การจัดเก็บข้อมูลเสียงในหน่วยความจำ ตลอดจนโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเสียง เป็นต้น ซึ่งจะพบว่ามีความยุ่งยากและไม่สะดวกสำหรับผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่นที่มีความรู้เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ไม่มากนักแต่วิธีการนี้เหมาะสำหรับผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการกับหน่วยความจำ, ข้อมูลเสียง และฮาร์ดแวร์ เป็นต้น เนื่องจากวิธีการนี้สามารถเข้าถึงฮาร์ดแวร์ได้โดยตรงจึงทำให้ผู้พัฒนาสามารถจัดการกับฮาร์ดแวร์ได้ตรงความต้องการเป็นอย่างมาก

จากที่กล่าวมา พบว่าการทำงานของทั้งไดเรคท์ซาวด์ และฟังก์ชั่นต่าง ๆ ของมาตรฐานวินโดวส์ที่เกี่ยวกับข้อมูลเกี่ยวกับเสียง ต่างก็จัดเตรียมเส้นทางไปยังฮาร์ดแวร์ ซึ่ง ณ เวลาหนึ่งจะมีเพียงช่องทางเดียวเท่านั้น ที่สามารถเข้าถึงฮาร์ดแวร์ได้ เช่น หากวินโดวส์จองทรัพยากรนั้นได้แล้ว ไดเรคท์ซาวด์ ก็ไม่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์ตัวนั้นได้ และในทางกลับกัน ถ้าหากไดเรคท์ซาวด์จองทรัพยากรนั้นได้แล้ว วินโดวส์ก็ไม่สามารถเข้าถึงทรัพยากรตัวเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชั่นหนึ่งเข้าถึงฮาร์ดแวร์ผ่านไดเรคท์ซาวด์ และขณะเดียวกันอีกแอปพลิเคชั่นหนึ่งที่ทำงานเกี่ยวกับวิดีโอโดยเรียกใช้ฟังก์ชั่นในแบบของ Waveform Audio เพื่อแสดงแฟ้มข้อมูลประเภท AVI (Audio Visual Interleaved) จะทำให้เสียงของไฟล์ AVI ไม่ดังพอที่จะได้ยิน และในทางกลับกัน ถ้าหากกำลังแสดงไฟล์ AVI และพร้อมกันนั้นก็พยายามที่จะสร้างออบเจคของ ไดเรคท์ซาวด์ด้วยก็ไม่สามารถทำได้ โดยไดเรคท์ซาวด์จะส่งค่าความผิดพลาดออกมา แต่ในปัจจุบันแอปพลิเคชั่นที่ทำการแสดงไฟล์ AVI สามารถรีลีส (Release) ออบเจคของไดเรคซาวด์ได้ก่อนที่จะทำการแสดงไฟล์ AVI และเมื่อการแสดงไฟล์ AVI จบ ก็สามารถสร้างออบเจคของไดเรคท์ซาวด์ได้ใหม่อีก

4.2.2.3 การจัดการหน่วยความจำของไดเรคท์ซาวด์

ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นโดยใช้ไดเรคท์ซาวด์ จะเกี่ยวข้องกับหน่วยความจำ 2 ลักษณะ ได้แก่

— **หน่วยความจำเสียงหลัก (Primary Sound Buffer)** หน่วยความจำที่ใช้สำหรับการผสมเสียงจาก หน่วยความจำเสียงสำรอง เก็บไว้เพื่อแสดงผลทางอุปกรณ์เอาต์พุตโดยไดเรคท์ซาวด์ จะเป็นผู้สร้างและจัดการโดยอัตโนมัติ ซึ่งตามปกติแล้วผู้ใช้ไม่ต้องจัดการกับหน่วยความจำส่วนนี้เองทั้งหมด แต่มีไดเรคท์ซาวด์เป็นตัวจัดการอยู่เบื้องหลัง แต่หากแอปพลิเคชั่นเป็นผู้ดำเนินการในการผสมเสียงเองไดเรคท์ซาวด์จะยอมให้แอปพลิเคชั่นเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำส่วนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

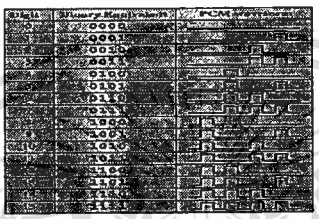
ได้โดยตรง แต่ก็จะส่งผลให้แอปพลิเคชั่นไม่สามารถใช้หน่วยความจำเสียงสำรองได้

— **หน่วยความจำเสียงสำรอง (Secondary Sound Buffer)** หน่วยความจำในส่วนที่ผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่นสร้างและจัดการเอง เพื่อการเก็บข้อมูลเสียงของแต่ละเสียง ซึ่งสามารถสร้างได้มากกว่าหนึ่งชุดและถูกจองเพื่อไว้ใช้งานตลอดเวลาการทำงาน อาจจะถูกยกเลิกไปเมื่อไม่ได้ใช้ ซึ่งเสียงที่พักอยู่อาจจะมีเพียงเสียงเดียว หรือ ถ้าข้อมูลเสียงมีขนาดใหญ่ก็จะต้องมีการเขียนข้อมูลใหม่ทับข้อมูลเดิมเพื่อจะได้เล่นเสียงในส่วนอื่นต่อไปได้ ซึ่งหน่วยความจำเสียงที่ผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่นสร้างขึ้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ **Static Sound Data** สำหรับเก็บข้อมูลเสียงที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว เป็นหน่วยความจำที่ใช้งานได้สะดวก เนื่องจากข้อมูลเสียงบันทึกลงบัฟเฟอร์ทั้งหมดในครั้งเดียว และ **Streaming Sound Data** ใช้หน่วยความจำหลักของระบบ สามารถเก็บข้อมูลเสียงได้เพียงบางส่วน เช่น เก็บข้อมูลเสียงได้ 3 วินาทีจากข้อมูลเสียงทั้งหมด 15 วินาที ดังนั้นต้องเขียนข้อมูลใหม่บนบัฟเฟอร์เป็นระยะ เมื่อต้องการเล่นเสียงที่ยังไม่ได้อยู่ในบัฟเฟอร์ หากฮาร์ดแวร์เสียงมีหน่วยความจำอยู่แล้ว ไดเรคท์ซาวด์ จะพยายามใช้หน่วยความจำส่วนนี้ทำเป็นหน่วยความจำ โดยเฉพาะ Static Sound Buffer เพื่อให้สามารถผสมเสียงบนบอร์ดได้เลย จึงทำให้สามารถใช้ประโยชน์สูงสุดของฮาร์ดแวร์ และทำให้ลดเวลาและทรัพยากรในการผสมเสียงลง ซึ่งถ้าเป็นการเล่นเสียงแบบซ้ำไปซ้ำมา ข้อมูลเสียงจะถูกบันทึกลงสู่หน่วยความจำของฮาร์ดแวร์เพียงครั้งเดียว แต่อย่างไรก็ตาม การทำงานของไดเรคท์ซาวด์ จะแยกการทำงานระหว่าง Static Sound Buffers และ Streaming Sound Buffers ออกจากกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของการนำไปปรับใช้ และสมรรถนะของฮาร์ดแวร์ และในบางครั้งการเล่นเสียงเพียงครั้งเดียว สามารถใช้ Streaming Sound Buffer ได้ เนื่องจากผู้ใช้สามารถลดขั้นตอนในการดาวน์โหลดข้อมูลลงสู่หน่วยความจำของฮาร์ดแวร์ ซึ่งในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นสามารถกำหนดได้ว่า ต้องการสร้างบัฟเฟอร์บนหน่วยความจำของฮาร์ดแวร์ หรือหน่วยความจำหลัก แต่ในกรณีที่ต้องการสร้างบัฟเฟอร์บนหน่วยความจำของฮาร์ดแวร์ แต่หน่วยความจำของฮาร์ดแวร์ไม่มีหรือมีไม่พอหรือไม่สามารถผสมเสียงได้ ก็ไม่สามารถสร้างบัฟเฟอร์บนหน่วยความจำของฮาร์ดแวร์ได้ ก็จะส่งความผิดพลาดกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 รูปแบบข้อมูลเสียงใน DirectSound

ข้อมูลเสียงภายใต้สภาวะแวดล้อมของระบบปฏิบัติการวินโดว์ที่นำมาประยุกต์ใช้กับไดเรคซาวด์ (DirectSound) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของไดเรคเอกซ์ (DirectX) ในการเมื่อแปลงข้อมูลจากสัญญาณอนาลอก เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ Pulse Code Modulation หรือ PCM ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในหน่วยความจำดังแสดง ในภาพที่ 4- 4



ภาพที่ 4- 4 รูปแบบการบันทึกข้อมูลแบบ PCM

การทำงานของ DirectSound จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลประเภท WAVEFORM AUDIO ซึ่งในเอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงเฉพาะข้อมูลที่อยู่ในรูปของ PCM WAVEFORM เท่านั้น ซึ่งรูปแบบข้อมูล จะประกอบด้วย

— **FormatTag** เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะ (Unique Identifier) ที่กำหนดโดยไมโครซอฟท์ สำหรับแสดงรายการในไฟล์ Mmreg.h ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลต่อท้าย ดังแสดงในตารางที่ 4- 1

— **Channels** บอกจำนวน Channel ถ้ามีค่าเป็น 1 หมายถึง Mono และ 2 หมายถึง Stereo

— **SamplesPerSec** บอกอัตราการ Sample ต่อวินาที หรือ ความถี่มีหน่วยเป็น Hz ซึ่งค่าโดยปกติจะเป็น 11,025, 22,050, และ 44,100 Hz

— **BitsPerSample** ขนาดของบิตที่ใช้ในการ Quantize แต่ละครั้ง โดยทั่วไปจะเป็น 8 หรือ 16 ถ้าเป็น 8 บิตจะได้ข้อมูล 256 ระดับ และถ้าเป็น 16 จะได้ข้อมูล 65536 ระดับ

— **BlockAlign** เป็นจำนวนของไบต์ที่ต้องการใช้ เพื่อบันทึกผลการ sample ที่สมบูรณ์แล้วในแต่ละครั้งและสำหรับ PCM เป็น (BitsPerSample X Channels/8) ซึ่งขนาดน้อยที่สุดของข้อมูล สำหรับ ข้อมูลที่ใช้บิตในการ Quantize เท่ากับ 8 บิต (Mono) ผลลัพธ์ที่ได้ คือ 8 X 1/8 เท่ากับ 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— **AvgBytesPerSec** กำหนดอัตราการ Transfer ข้อมูลเฉลี่ยในหน่วยไบต์ / วินาที ซึ่งแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูล สำหรับ PCM ได้จากการคำนวณ nBlockAlign และ nSamplesPerSec

— **bSize** ขนาดของฟิลด์พิเศษที่ต้องการอธิบายถึงรูปแบบ Wave โดยเฉพาะ ซึ่งจะเป็น 0 ถ้าเป็นข้อมูล แบบ PCM

ค่า	ความหมาย
WAVE_FORMAT_1M08	11.025 kHz, mono, 8-bit
WAVE_FORMAT_1M16	11.025 kHz, mono, 16-bit
WAVE_FORMAT_1S08	11.025 kHz, stereo, 8-bit
WAVE_FORMAT_1S16	11.025 kHz, stereo, 16-bit
WAVE_FORMAT_2M08	22.05 kHz, mono, 8-bit
WAVE_FORMAT_2M16	22.05 kHz, mono, 16-bit
WAVE_FORMAT_2S08	22.05 kHz, stereo, 8-bit
WAVE_FORMAT_2S16	22.05 kHz, stereo, 16-bit
WAVE_FORMAT_4M08	44.1 kHz, mono, 8-bit
WAVE_FORMAT_4M16	44.1 kHz, mono, 16-bit

ตารางที่ 4- 1 ค่าของ FormatTag และความหมาย

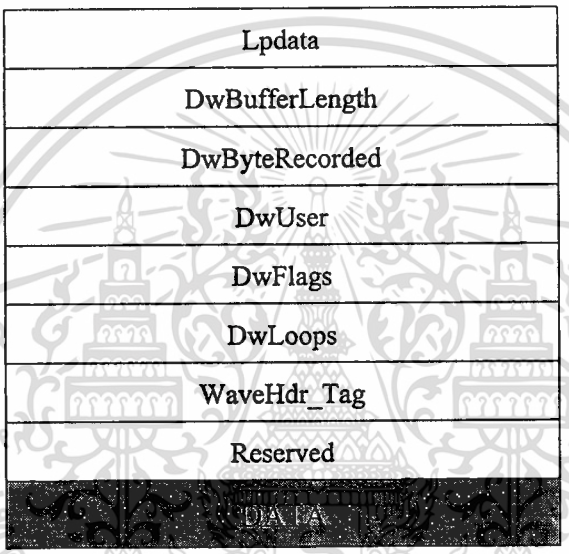
4.2.2.5 การจัดเก็บและการอ่านข้อมูลเสียงแบบพีซีเอ็ม

เมื่อมีการบันทึกข้อมูลเสียงซึ่งเป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลเสียงจากภายนอกโดยผ่านอุปกรณ์อินพุต คือไมโครโฟนเข้าสู่หน่วยความจำ ต้องผ่านการแปลงสัญญาณอนาลอกไปเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 4- 5 ซึ่งประกอบด้วย

- **lpData** ระบุตำแหน่งในหน่วยความจำของข้อมูล
- **dwBufferLength** ระบุขนาดของหน่วยความจำ
- **dwByteRecorded** ระบุจำนวนข้อมูลที่ถูกบันทึก
- **dwUser** ข้อมูลของ USER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **dwFlags** ระบุลักษณะของบัฟเฟอร์ ซึ่งถูกกำหนดไว้ ได้แก่ HDR_BEGINLOOP, WHDR_DONE, WHDR_ENDLOOP เป็นต้น ถ้าต้องการกำหนดให้บัฟเฟอร์มีเพียงชุดเดียว ต้องกำหนด dwFlags เป็น WHDR_BEGINLOOP, WHDR_ENDLOOP
- **dwLoops** จำนวนครั้งในการแสดงผลซ้ำหลายรอบ
- **waveHdr_tag** สงวนไว้ในกรณีที่เป็นรูปแบบอื่น
- **Reserved** สงวน



ภาพที่ 4- 5 ส่วนประกอบของข้อมูลในหน่วยความจำ

จากภาพที่ 4- 5 จะประกอบด้วยส่วนของ Header กับ Data ดังนั้น เมื่อ lpData ของ Header ชี้มายังข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบที่เป็น WAVEFORM ซึ่งผ่านการแปลงข้อมูลจากสัญญาณ อนาลอกเป็นดิจิตอลแล้ว สามารถสรุปค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่ากลางของข้อมูลได้จากค่าของ wBitsPerSample ใน WAVEFOMATEX ได้ดังตารางที่ 4- 2

รูปแบบ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	จุดกึ่งกลาง
8-bit PCM	255	0	128
16-bit PCM	32767	-32768	0

ตารางที่ 4- 2 การหาค่าสูงสุด ต่ำสุด และจุดกึ่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากตารางที่ 4- 2 แล้ว รูปแบบ WAVEFORMATEX ยังสามารถบอกความหมายรวมกับค่าของ Channel จะมีค่าเป็น Mono(1) และ Stereo(2) ซึ่งจะแสดงเพียง 4 ไบต์แรกของข้อมูล ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

— **8 Bit Mono**

1st Byte	2nd Byte	3rd Byte	4th Byte
Sample1	Sample2	Sample3	Sample4
Channel 0	channel 0	channel 0	Channel 0

— **8 Bit Stereo**

1st Byte	2nd Byte	3rd Byte	4th Byte
Sample1		Sample2	
Channel 0(Left) Low- Byte	channel 1 (Right) High Byte	channel 0(Left) Low Byte	Channel 1 (Right) High Byte

— **16 Bit Mono**

1st Byte	2nd Byte	3rd Byte	4th Byte
Sample1		Sample2	
Channel 0 Low- Byte	Channel 0 High Byte	Channel 0 Low Byte	channel 0 High Byte

— **16 Bit Stereo**

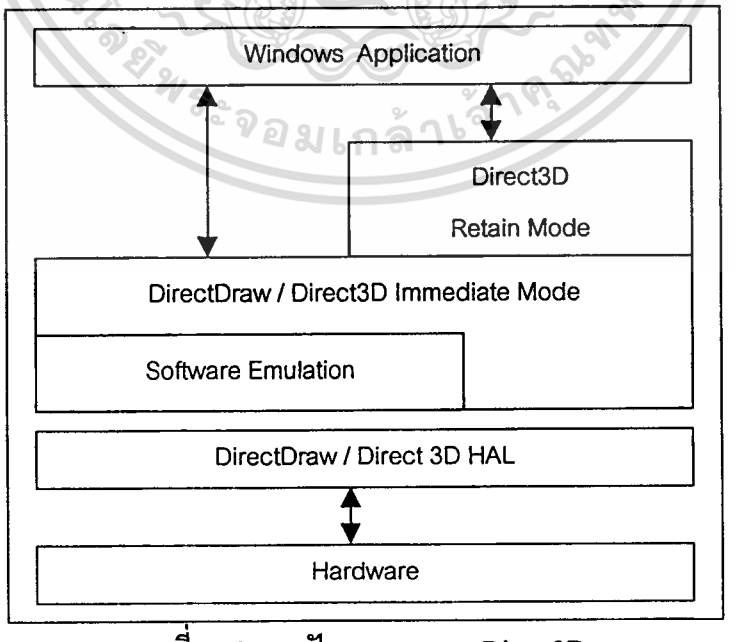
1st Byte	2nd Byte	3rd Byte	4th Byte
Sample1			
Channel 0 (Left)	channel 0 (Left)	Channel 1 (Right)	channel 1 (Right)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 Direct3D

เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมภาพ 3 มิติบนวินโดวส์แบบ Real-Time ซึ่งพัฒนาขึ้นมาเพื่อแอปพลิเคชั่นประเภทเกมและมัลติมีเดียโดยเฉพาะ มีความสามารถในการทำอนิเมชั่น (animation) และจัดความสัมพันธ์ของออบเจคแบบสามมิติเป็นแบบลำดับชั้น (hierarchies) นอกจากนั้นยังสามารถใช้งานร่วมกับการ์ดเร่งความเร็ว 3 มิติ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำหน้าที่ในการแสดงผลทางจอภาพโดยเชื่อมต่อกับการ์ดเร่งความเร็ว 3 มิติ ประกอบด้วย 2 โหมด คือ Immediate Mode ซึ่งประกอบด้วย low –level Drawing Function ซึ่งมีความสามารถในการวาด Low-Level 3D Object เท่านั้น และ Retain Mode จะประกอบด้วยฟังก์ชันระดับ High-Level กว่า Immediate Mode ซึ่งความแตกต่างระหว่างทั้งสองโหมด ตัวอย่างเช่น Immediate Mode จะวาดสามเหลี่ยมเท่านั้น ในขณะที่ Retain Mode จะมีความสามารถในการวาดภาพในลักษณะโพลีกอน (Polygon)

4.2.3.1 สถาปัตยกรรม Direct3D ช่วยให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถที่จะเลือกได้ว่าจะทำงานในลักษณะ Immediate Mode หรือ Retain Mode ซึ่งถ้าทำในลักษณะ Retain Mode ซึ่งอยู่ในระดับ High Level ซึ่งอาจจะเรียกใช้ Low Level ซึ่งอาจจะใช้ความสามารถของ Software Emulation หรือไม่ก็ได้ จากนั้นจึงไปทำงานในระดับไดเรคท์ดรอว์ ซึ่งทำหน้าที่ติดต่อกับฮาร์ดแวร์อีกทีหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 4- 6



ภาพที่ 4- 6 สถาปัตยกรรมของ Direct3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 DirectInput

สนับสนุนการทำงานสำหรับอุปกรณ์อินพุต เช่น เมาส์ คีย์บอร์ด จอยสติก ฯลฯ โดยใช้วิธีการวนลูป Polling เพื่ออ่านค่าอินพุตเหมือนกับแอปพลิเคชั่นบนดอสทำ แต่ต่างกันที่ DirectInput สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นของผู้ผลิตรายใดก็ไม่จำเป็นต้องแก้โปรแกรม แต่วินโดวส์ใช้เมสเสจ (Message) ของวินโดวส์เป็นตัวจัดการ ซึ่งบางครั้งก็สามารถใช้ทั้งเมสเสจ และ แบบ Polling ร่วมกัน ซึ่งการปรับค่าต่าง ๆ ใน Control Panel เช่น การปรับความเร็วในการตอบสนอง หรือ การสลับปุ่ม จะไม่มีผลกับการทำงานของไดเรคท์อินพุต ยกเว้นการปรับเปลี่ยนโดยผ่านค่าไดรฟ์เวอร์ จึงจะมีผลต่อไดเรคท์อินพุต ซึ่งอุปกรณ์หลักโดยทั่วไปของการอินพุต ได้แก่

4.2.4.1 คีย์บอร์ด (Keyboard) เป็นอุปกรณ์มาตรฐานในการรับอินพุต ปกติจะทำการอ่านอินพุตจากบัฟเฟอร์ของคีย์บอร์ดซึ่งจะเป็นการเข้าถึงข้อมูลแบบคิว ซึ่งถ้าตัวอักษรตัวแรกที่เข้าก่อนยังไม่ถูกดำเนินการ ตัวถัดไปก็ไม่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งเหมาะกับงานทั่วไป แต่สำหรับแอปพลิเคชั่นพวกเกม เช่น ในกรณีที่มีการกดปุ่มค้างเอาไว้, กดเร็ว หรือ กดหลายตัวอักษรพร้อมกัน ซึ่งโปรแกรมอ่านไม่ทัน จึงทำให้บัฟเฟอร์เต็ม ดังนั้นจึงใช้วิธีการอ่านจากพอร์ตของคีย์บอร์ดโดยตรง ไม่ใช้อินเตอร์รัปของดอส ซึ่งจะจัดการกับคีย์บอร์ดโดยตรงจากฮาร์ดแวร์ผ่านไดรฟ์เวอร์ของอุปกรณ์นั้น แต่สำหรับวินโดวส์จะใช้เมสเสจ (Message)

4.2.4.2 เมาส์ (Mouse) ตามปกติจะใช้เมสเสจเช่นเดียวกัน แต่ไดเรคท์อินพุตใช้การอ่านค่าจากอุปกรณ์เหล่านั้นโดยตรง ซึ่งถ้าใช้ไดเรคท์อินพุตในโหมด Exclusive จะทำให้การทำงานในโหมดรับเมสเสจ ไม่สามารถทำงานได้ ต้องใช้บริการผ่านไดเรคท์อินพุตเพียงอย่างเดียว

4.2.4.3 จอยสติก (JoyStick) มีหลักการทำงานคล้ายกับจอยแพด เพียงแต่จอยสติกสามารถส่งค่าอินพุตแสดงระดับการโยกว่ามากหรือน้อยได้ ซึ่ง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของคันโยก จะส่งค่า Voltage แตกต่างกัน

4.2.5 DirectPlay

เป็น API ในระดับสูงที่ช่วยให้ผู้ใช้ สามารถใช้งานร่วมกันในระบบเครือข่ายได้ง่ายขึ้นเสมือนอยู่ในเครื่องเดียวกัน ซึ่งมีฟังก์ชันในการจัดการ Session ซึ่งเป็นช่องสัญญาณแบบลอจิคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่าย ถ้าใครต้องการติดต่อกับผู้ที่อยู่ใน Seesion ก็ต้องเข้าไปใน Session ก่อน ดังนั้นความถูกต้องของสถานะของ Session ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง จึงเป็นสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

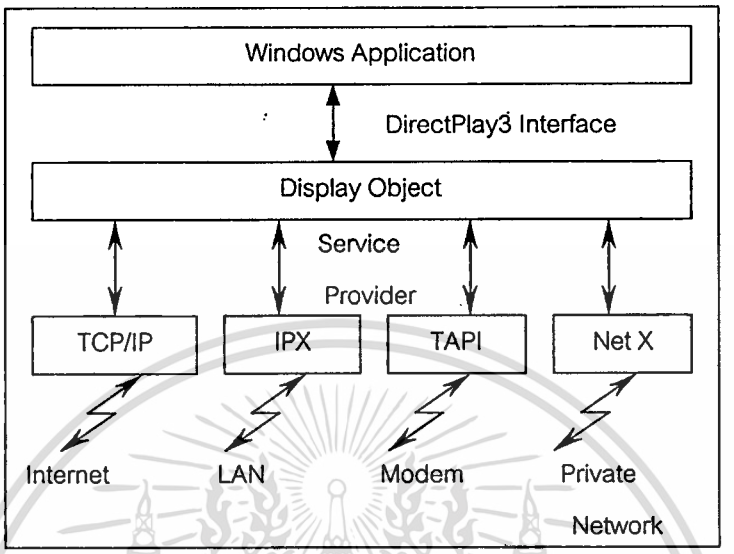
พื้นฐานในการติดต่อผ่านระบบเครือข่าย แต่ปัญหาในการใช้งานผ่าน GDI ซึ่งเป็นการติดต่อด้วยเมสเสจ คือ เวลา ซึ่งในเครือข่ายจะไม่สามารถรับประกันความแน่นอนของเวลาที่ใช้ในการส่งได้ หรืออาจจะเกิดข้อมูลสูญหาย ซึ่งการติดต่อสื่อสารในเครือข่าย มี 2 ลักษณะ คือ **เพียร์ทูเพียร์ (peer-to-peer)** และ **ไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client /Server)** ซึ่งการติดต่อแบบเพียร์ทูเพียร์ เป็นการติดต่อสื่อสารในลักษณะที่เครื่องทุกเครื่องอยู่ใน Session เดียวกัน แต่ละเครื่องจะต้องเก็บสถานะทั้งหมดไว้อย่างสมบูรณ์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเครื่องใด ๆ ต้องส่งสถานะไปยังทุกเครื่องด้วย แต่สำหรับติดต่อแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ จะมีเครื่องหนึ่งเป็นเครื่องให้บริการ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและจัดการแก้ไขความขัดแย้งภายใน Session ให้มีความถูกต้อง และมีเครื่องอื่น ๆ รับบริการ ซึ่งรับข้อมูลของสถานะจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเมื่อไคลเอนต์มีการเปลี่ยนแปลงต้องทำการแจ้งให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทราบทุกครั้ง ซึ่งการจัดการกับผู้เล่นภายใน Session ต้องมีการติดต่อส่งและรับข้อมูลภายใน Session ซึ่งระบุผู้เล่นปลายทาง อาจจะคนเดียว เป็นกลุ่ม หรือผู้เล่นทั้งหมดภายใน Session

4.2.5.1 **สถาปัตยกรรมของไดเรคท์เพลย์** เป็น API (Application Programming Interfaces) ระดับสูงที่ช่วยให้การเขียนโปรแกรมผ่านเครือข่ายง่ายขึ้น ซึ่งสนับสนุนการเขียนเกมที่มีผู้เล่นหลาย ๆ คน ทำได้ง่ายขึ้นและสะดวกในการใช้งานร่วมกับโมเด็ม และเน็ตเวิร์คต่าง ๆ ประกอบด้วยฟังก์ชันด้านเครือข่ายที่ไม่ขึ้นกับเครือข่ายประเภทใดเลย เนื่องจากไดเรคท์เพลย์ จำลองการทำงานของฟังก์ชันเหล่านั้น ถึงแม้ว่าเครือข่ายชนิดนั้น ๆ ไม่สนับสนุนการทำงาน เช่น การส่งข้อมูลเป็นกลุ่ม หรือ การส่งที่ต้องการความแน่นอน นอกจากนี้ยังช่วยให้การเขียนโปรแกรมไม่ต้องสนใจชนิดของเครือข่าย ซึ่งการทำงานมีกระบวนการ คือ ต้องทำการเลือกบริการที่มีให้บนเครือข่ายที่เชื่อมต่ออยู่ เช่น TCP/IP ที่ใช้ติดต่อบนอินเตอร์เน็ต หรือ IPX ที่ใช้บนระบบ LAN หรือ การติดต่อผ่านสายส่งข้อมูลอนุกรมระหว่างเครื่องแล้ว จึงมีฟังก์ชันที่จัดการกับการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ ดังแสดงในภาพที่ 4- 7

4.2.6 ไดเรคท์มิวสิค (DirectMusic)

เป็น API ที่ทำงานในลักษณะของข้อมูลที่เป็นดนตรี ซึ่งจะทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชั่นประเภทมัลติมีเดียมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยสนับสนุนมาตรฐาน MIDI (Musical Instrument Digital Interface) และ DLS (DownLoadable Sounds ที่เกิดจากการผสมผสานของเสียงต่าง ๆ) โดยไดเรคท์มิวสิคสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพบนวินโดวส์ 95, 98 และวินโดวส์ NT 5.0 แต่ DLS ไม่สามารถทำงานบนวินโดวส์ 95 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4- 7 สถาปัตยกรรมของ DirectPlay

4.2.7 DirectSetup

เป็น API ของไดเรคท์เอกซ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้ใช้สามารถติดตั้ง ไดเรคท์เอกซ์อย่างอัตโนมัติ และตรวจสอบสถานะของโปรแกรมที่ติดตั้งอยู่ในปัจจุบันก่อนที่จะมีการติดตั้งไดเรคท์เอกซ์ และไดรฟ์เวอร์ต่าง ๆ สำหรับโปรแกรมไดเรคท์เอกซ์ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการติดตั้งโดยผู้ใช้ไม่ต้องทำการติดตั้งเอง ประกอบด้วย

4.2.7.1 DirectXRegisterApplication คือ ฟังก์ชันที่ทำการจัดการเกี่ยวกับไฟล์ Registry ของวินโดวส์ซึ่งเป็นค่า Configuration ของวินโดวส์ สำหรับแอปพลิเคชั่น ที่ต้องการใช้ไดเรคท์เอกซ์

4.2.7.2 DirectXUnregisterApplication เป็นฟังก์ชันที่ทำการยกเลิกค่า Registry ของวินโดวส์ที่เกี่ยวข้องกับ ไดเรคท์เอกซ์

4.2.7.3 DirectXSetupCallback เป็นฟังก์ชันที่สามารถช่วยให้ผู้ใช้ทำการกำหนดลักษณะการติดตั้งด้วยตัวเองในกรณีวินโดวส์มีไดเรคท์เอกซ์ แล้ว และทำการติดตั้งเวอร์ชันใหม่ทับลงไป จะไม่มีผลต่อการทำงานของแอปพลิเคชั่นที่ใช้อยู่ เวอร์ชันใหม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อฝึกการควบคุมระดับเสียงสำหรับเด็กที่ได้จัดทำขึ้นนี้ มุ่งเน้นเพื่อให้สามารถนำเครื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีอยู่โดยทั่วไปมาใช้ร่วมได้ โดยไม่ต้องจัดซื้อฮาร์ดแวร์เฉพาะเพิ่มเติม โดยโปรแกรมใช้ความสามารถของ Microsoft DirectX SDK ซึ่งเป็นตัวช่วยสร้างโปรแกรมประเภทเกม ให้สามารถติดต่อกับการ์ดเสียง และฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่แล้ว ผ่านทางโปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลเบสิก ทำให้ผู้พัฒนาสามารถออกแบบและพัฒนาโปรแกรม ตลอดจนยูเซอร์อินเตอร์เฟสเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 หลักการทำงานของโปรแกรม

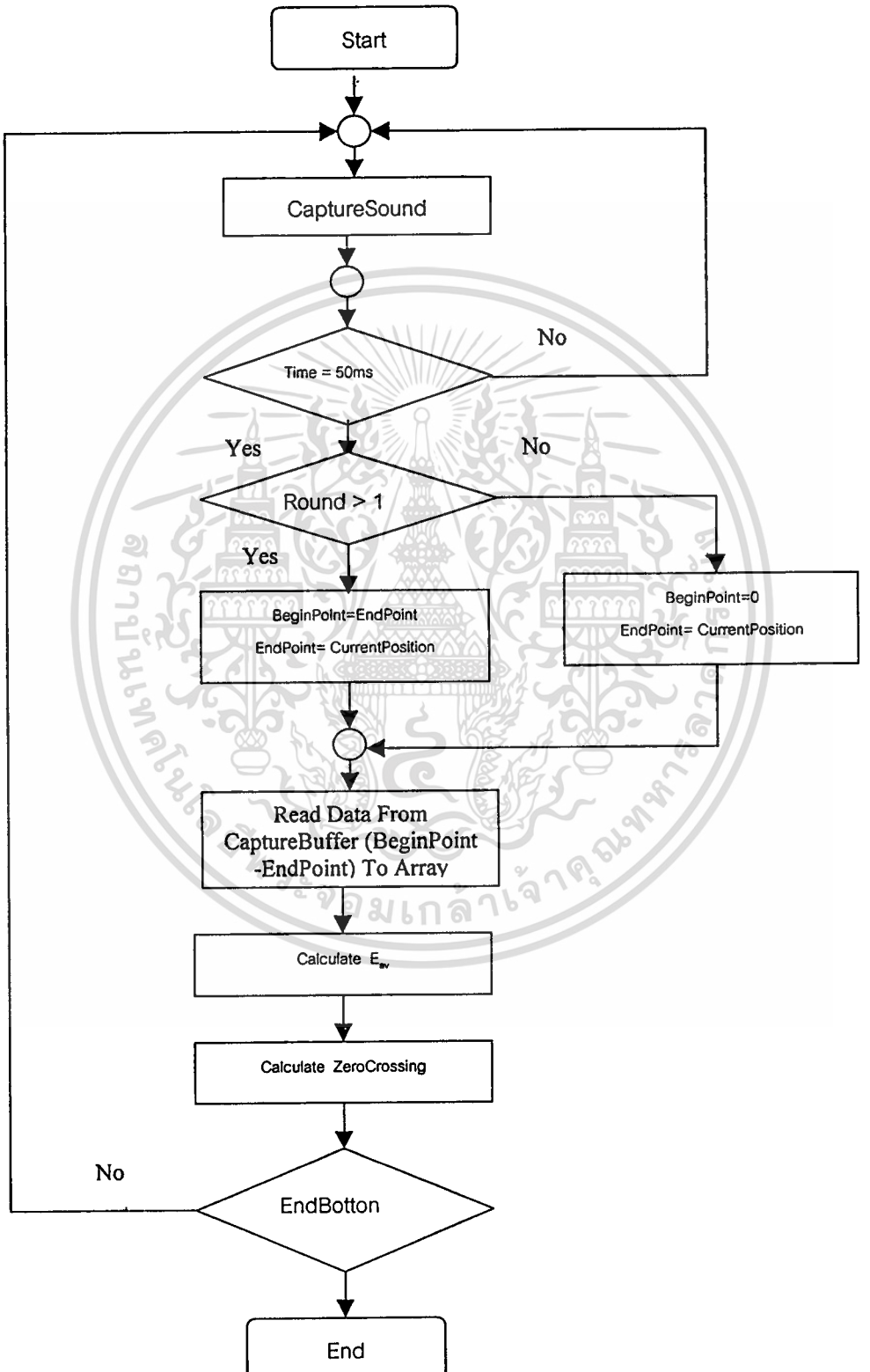
โปรแกรมมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น เป็นการใช้ความสามารถของ DirectX ในการติดต่อและจัดการกับฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาวิชวลเบสิก ซึ่งองค์ประกอบสำคัญของโปรแกรมจะมุ่งเน้นไปยังส่วนที่ใช้สำหรับการบันทึกเสียง และการอ่านค่าที่ได้จากการบันทึกเสียง เพื่อทำการวิเคราะห์และแสดงผลซึ่งส่วนประกอบสำคัญของ DirectX ในการจัดการกับเสียงได้แก่ DirectSound ซึ่งประกอบด้วยออบเจคต่าง ๆ เพื่อการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ และ การจัดการกับข้อมูลเสียง ดังนั้นในส่วนนี้ จึงอธิบายเฉพาะการทำงานในส่วนของการบันทึกเสียง การอ่านค่าจากบัฟเฟอร์ และการแสดงผลอย่างง่าย

5.1.1 การบันทึกเสียง ประกอบด้วยหลายขั้นตอน ตามลำดับ ได้แก่ ทำการสร้างออบเจคที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ DirectX, DirectSound, DirectSoundBuffer, DirectSoundCaptureBuffer และนอกจากนั้น ยังต้องกำหนดคุณสมบัติของออบเจคต่าง ๆ และ รูปแบบข้อมูลเสียงให้ถูกต้อง ซึ่งกล่าวไว้แล้ว ในส่วนของรูปแบบข้อมูลเสียง

5.1.2 การอ่านค่าจากบัฟเฟอร์ เนื่องจากข้อจำกัดของภาษาวิชวลเบสิก ที่ไม่อนุญาตให้ผู้พัฒนาโปรแกรมเข้าไปจัดการกับหน่วยความจำได้โดยตรง ดังนั้น DirectX จึงมีเมธอดของออบเจค DirectSoundCaptureBuffer คือ ReadBuffer ซึ่งเป็นวิธีการเพื่ออ่านค่าที่ได้จากการบันทึกเสียง มาเก็บไว้ในอาร์เรย์ จึงทำให้ผู้พัฒนาสามารถอ่านค่ามาทำการวิเคราะห์ได้ ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนี้ คือ จากเมธอด ReadBuffer ซึ่งจะต้องส่งอาร์กิวเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เป็น ค่าเริ่มต้น, จุดสิ้นสุด, ชื่ออาร์เรย์ และรูปแบบการอ่านค่าจากบัฟเฟอร์ และนอกจากนั้น การอ่านค่าในบัฟเฟอร์ต้องมีลักษณะวงกลม กล่าวคือ เมื่อถึงจุดสิ้นสุดของบัฟเฟอร์ที่



ภาพที่ 5- 1 แสดงกระบวนการบันทึกเสียงและการอ่านค่าเพื่อทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จองไว้ ก็จะต้องวนกลับไปยังจุดเริ่มต้นใหม่ และนอกจากนั้นในการพัฒนาโปรแกรมต้องทำในการวิเคราะห์และอ่านค่าออกมาเป็นเรียลไทม์ ซึ่งทำการแบ่งไว้ครั้งล่ะ 0.05 วินาที ดังนั้นในการบันทึกเสียงและการอ่านค่าต้องทำสลับกันไป เมื่อถึงเวลาที่กำหนดต้องทำการอ่านค่า โดยใช้เมธอด ReadBuffer และส่งอาร์กิวเมนต์ โดยให้ค่าเริ่มต้นเป็น 0 ในส่วนของ 0.05 วินาทีแรก และค่าที่ได้จากการอ่านตำแหน่งสุดท้ายของการบันทึกเสียง คือ เมธอด IWrite ของออบเจคของ DirectSoundBuffer เพื่ออ่านค่าตำแหน่งปัจจุบันของการบันทึกเสียง แล้วจึงทำการอ่านค่าจากอาร์เรย์มาเก็บไว้ที่ตัวแปรต่าง ๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ค่า และในส่วนของ 0.05 วินาทีถัดไป ก็นำค่า lwrite ของครั้งก่อนหน้ามาเป็นค่าเริ่มต้นของรอบนี้ วนต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสิ้นสุดโปรแกรม ดังแสดงใน ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง

5.1.3 การคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับความดังเสียง

พลังเสียงเป็นการพิจาณาผลรวมของกำลังสองของสัญญาณเสียง เพื่อวัดระดับความดัง ความเบาของเสียง ซึ่งสามารถคำนวณจากสมการ

$$E_{av} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} x^2(n)$$

โดยที่ E_{av} : ค่าเฉลี่ยของพลังเสียง

N : จำนวนข้อมูล

X : สัญญาณเสียง

จากสมการข้างต้น นำมาปรับเป็นแผนผังลำดับงานเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของพลังเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียง ภาพที่ 5- 2

5.1.4 การคำนวณอัตรา Zero Crossing หกดหกดหกด

เป็นการวัดเกี่ยวกับความถี่ (Frequency) โดยพิจารณาจากจำนวนความถี่ของการเปลี่ยนเครื่องหมาย +,- ตามช่วงเวลาที่กำหนดในวินโดวส์ ดังสมการ

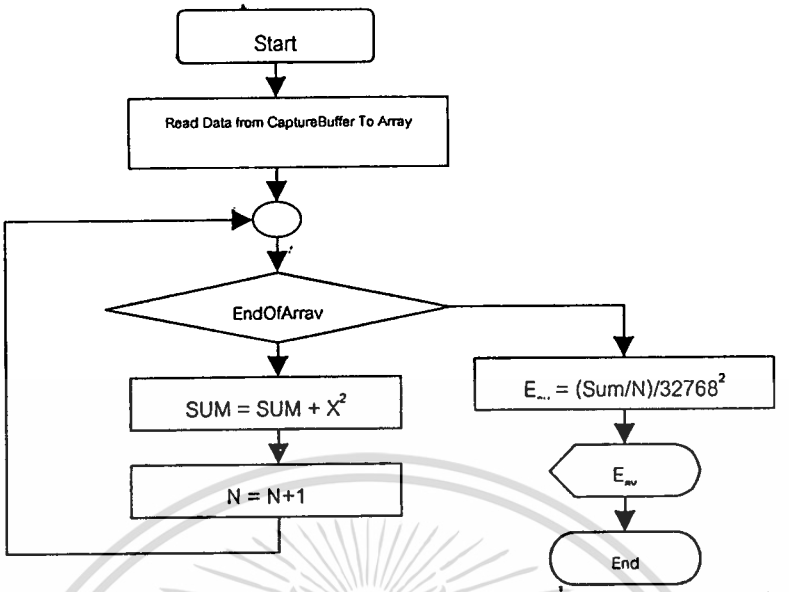
$$Z_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [(\text{sign changes})\, w(n-m)]$$

โดย w(n) เป็นฟังก์ชันวินโดวส์แบบสี่เหลี่ยม

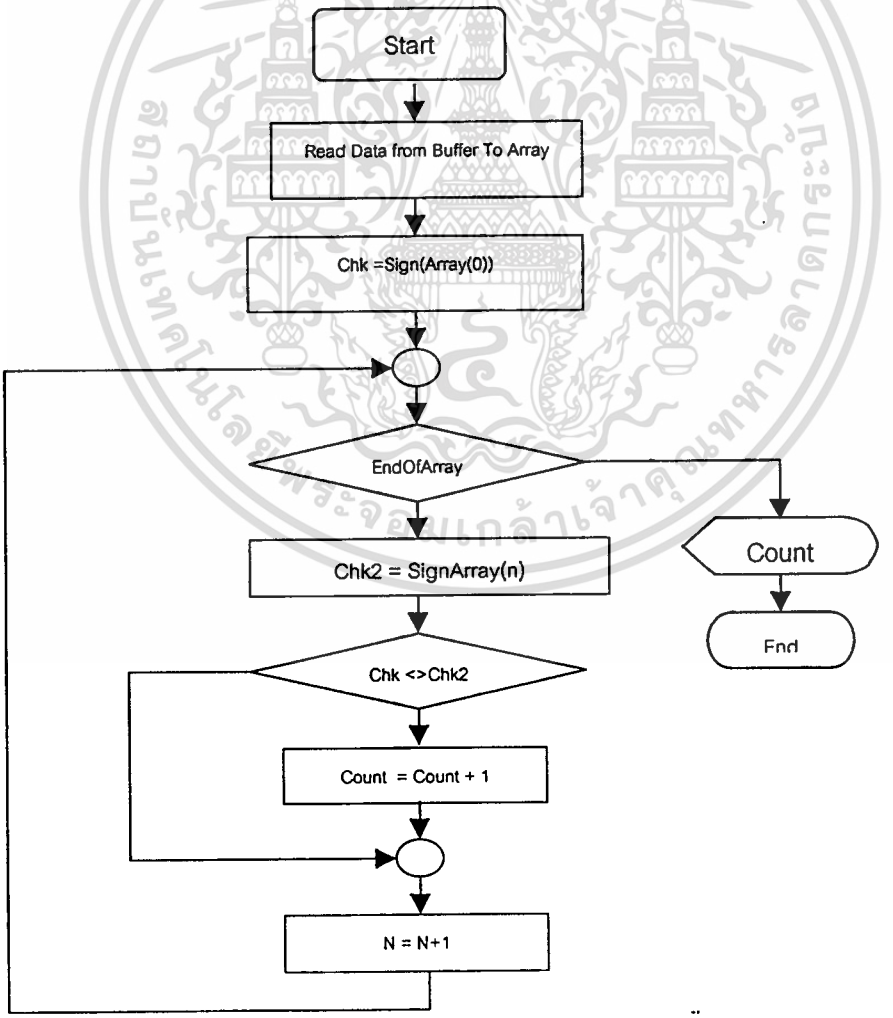
ของความยาว N และมี Amplitude = 1

จากสมการข้างต้น นำมาปรับเป็นแผนผังลำดับงาน ดังภาพที่ 5- 3

เอกสารนี้เป็น[illegible]ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5- 2 แผนผังลำดับงานแสดงวิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของระดับพลังเสียง



ภาพที่ 5- 3แผนผังลำดับงานแสดงวิธีการคำนวณหา Zero Crossing Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

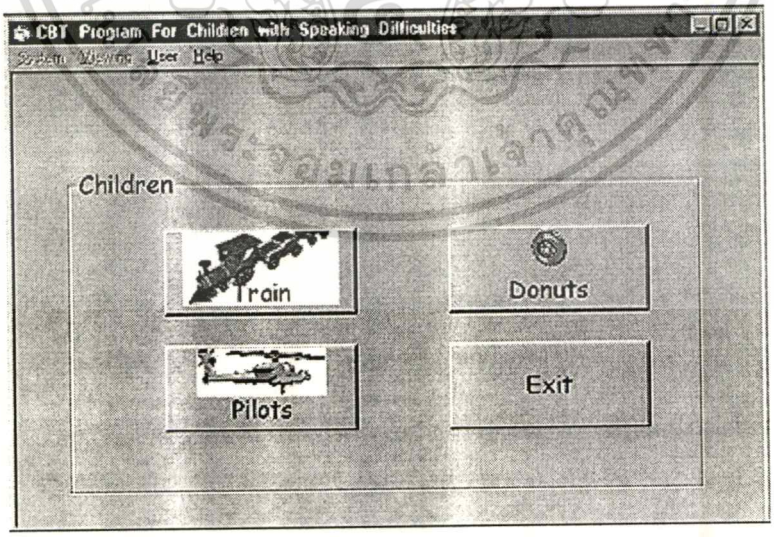
5.1.5 การแสดงผล เนื่องจากกระบวนการในการบันทึกเสียง อ่านค่า วิเคราะห์ค่า ต้องทำในระยะเวลาเพียง 0.05 วินาที และขณะเดียวกันต้องแสดงผลค่าที่ได้แบบเรียลไทม์ ดังนั้นจึงแสดงผลด้วยภาพกราฟฟิคแบบง่าย ๆ โดยไม่ใช้ความสามารถของ DirectDraw

5.2 ยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

เนื่องจากโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อฝึกการควบคุมระดับเสียงสำหรับเด็กที่มีปัญหาในการพูดที่ได้จัดทำขึ้นนี้ มุ่งเน้นเพื่อฝึกการควบคุมการออกเสียงสำหรับเด็ก และขณะเดียวกันก็ต้องทำการติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ควบคุมการฝึก ดังนั้นยูสเซอร์อินเตอร์เฟสของโปรแกรมจึงมีบางส่วนที่ต้องมีภาพกราฟฟิคในการแสดงผลให้ความน่าสนใจ เพื่อดึงดูดให้ผู้ใช้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในระหว่างการฝึก และขณะเดียวกันต้องง่ายสำหรับผู้ใช้ในการที่จะกำหนดค่าต่าง ๆ ได้ ซึ่งยูสเซอร์อินเตอร์เฟสของโปรแกรมมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 การออกแบบเมนู

การออกแบบยูสเซอร์อินเตอร์เฟส เริ่มจากเมนูหลัก ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 4 ซึ่งแบ่งเมนูออกเป็นหมวดย่อย ได้แก่ System, Viewing, User และ Help ตามลำดับซึ่งแต่ละหมวดสามารถแบ่งออกเป็นเมนูย่อย ได้ดังนี้

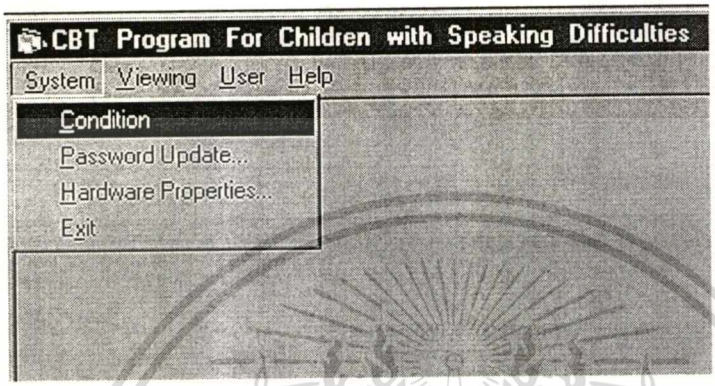


ภาพที่ 5- 4 เมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.1 SYSTEM

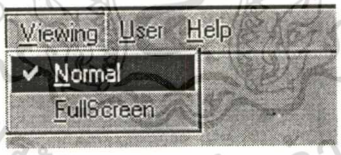
ส่วนที่ใช้สำหรับการกำหนดเงื่อนไขในการใช้โปรแกรม เช่น ระยะเวลา , ระดับความดังของเสียง และคุณลักษณะต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูย่อย ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 5



ภาพที่ 5- 5 เมนูย่อยของ SYSTEM

5.2.1.2 VIEWING

ส่วนที่ใช้สำหรับการกำหนดมุมมองในการแสดงผล ประกอบไปด้วยเมนูย่อย ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 6

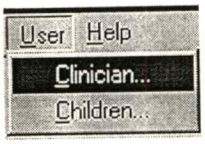


ภาพที่ 5- 6 เมนูย่อยของ VIEWING

5.2.1.3 USER

โปรแกรมมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นนี้ จะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ นักแก้ไขการพูด และ ผู้ป่วย ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 7 โดยในส่วนของนักแก้ไขการพูด สามารถกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ระดับความดังเสียง ระยะเวลาที่ต้องการให้ผู้ป่วยออกเสียงอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่ในระบบ เป็นต้น โดยที่ผู้ป่วยไม่สามารถเข้าไปใช้โปรแกรมในส่วนนี้ได้ และในส่วนผู้ป่วยซึ่ง เป็นผู้ที่ต้องได้รับการฟื้นฟูในเรื่องของการควบคุมระดับเสียง ตามเงื่อนไขที่นักแก้ไขการพูดได้ทำการกำหนดไว้แล้วในส่วนของโปรแกรมของนักแก้ไขการพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5- 7 เมนูย่อยของ USER

5.2.1.4 HELP

เป็นส่วนของโปรแกรมสำหรับช่วยเหลือผู้ใช้ ในการใช้โปรแกรม โดยจะแยกเป็นหมวดหมู่ตามเนื้อหาที่สอดคล้องกัน ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย เนื่องจากมีการทำงานในลักษณะที่เป็น Html ซึ่งผู้ใช้สามารถคลิกเพื่อเลือกรายการที่สนใจ

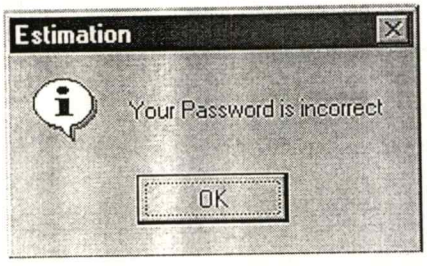
5.2.2 การออกแบบฟอร์มยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

5.2.2.1 ไดอะลอกเพื่อเข้าสู่ระบบของนักแก้ไขการพูด สำหรับตรวจสอบรหัสผ่านและป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยเข้าไปใช้งานในส่วนของนักแก้ไขการพูด

ภาพที่ 5- 8 ไดอะลอกเพื่อเข้าสู่ระบบของนักแก้ไขการพูด

5.2.2.2 ไดอะลอกในการเตือนผู้ใช้

แจ้งความผิดพลาดแก่ผู้ใช้ในกรณีที่อาจจะเกิดความผิดพลาดเกิดขึ้นในโปรแกรม อาจจะเนื่องจากผู้ใช้เป็นผู้กระทำความผิดพลาด หรืออาจจะเกิดความผิดพลาดในโปรแกรม ดังแสดงใน

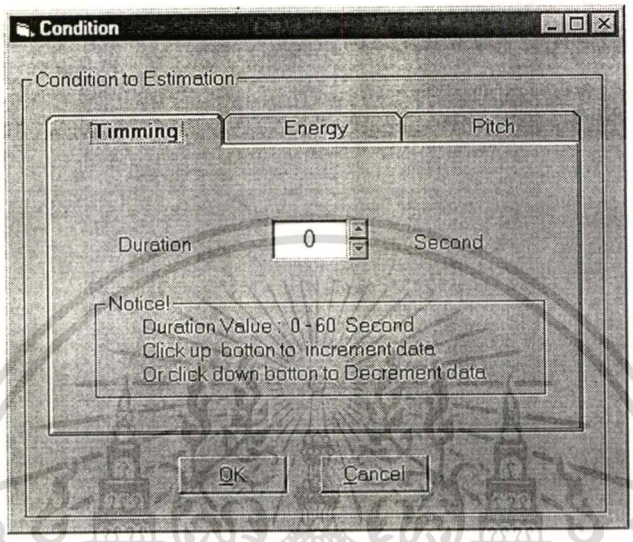


ภาพที่ 5- 9 ไดอะลอกเพื่อเข้าสู่ระบบของนักแก้ไขการพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.3 การกำหนดเวลาในการออกเสียง

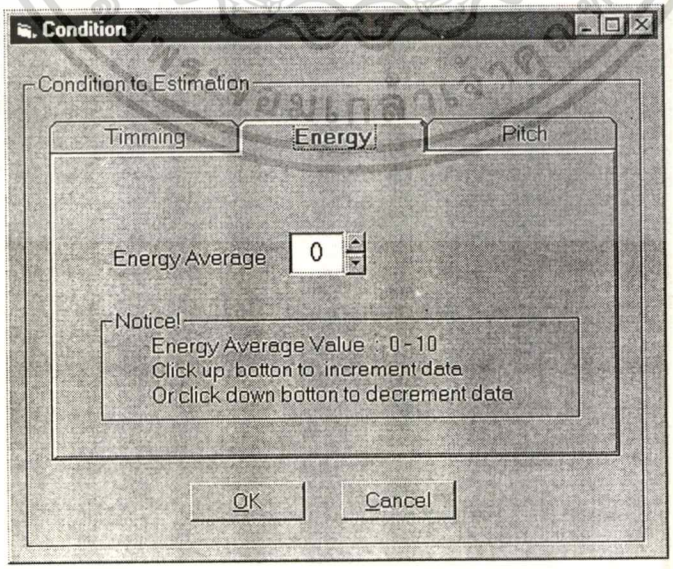
นักแก้ไขการพูดสามารถกำหนดระยะเวลา เพื่อกำหนดเวลาความต่อเนื่องของเสียงที่ผู้ป่วยต้องเปล่งออกมา ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 10



ภาพที่ 5- 10 กำหนดเวลาที่ผู้พูดต้องออกเสียงให้ต่อเนื่อง

5.2.2.4 การกำหนดระดับพลังเสียง

นักแก้ไขการพูดสามารถกำหนดระยะเวลา เพื่อกำหนดเวลาความต่อเนื่องของเสียงที่ผู้ป่วยต้องเปล่งออกมา ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 11

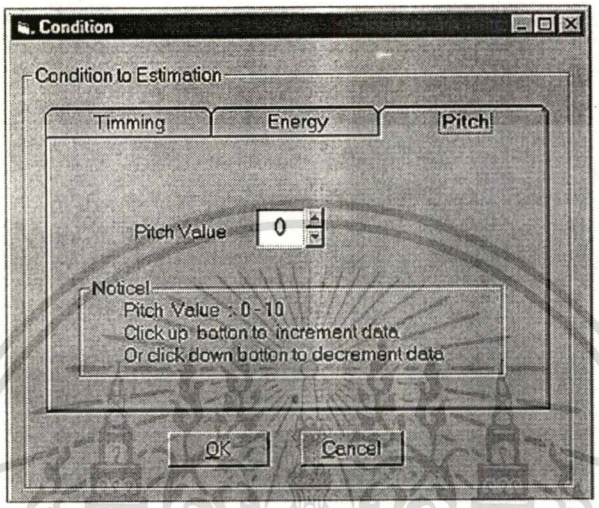


ภาพที่ 5- 11 กำหนดระดับพลังเสียงเฉลี่ยที่ผู้พูดต้องออกเสียงให้ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.5 การกำหนดค่าพิตช์

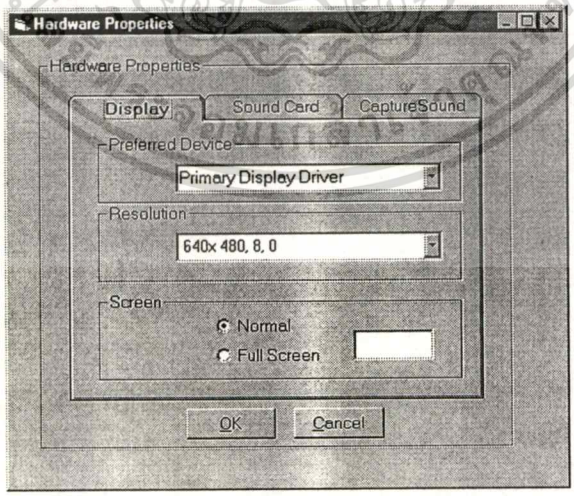
นักแก้ไขการพูดสามารถกำหนดค่าพิตช์ ที่ต้องการจากการออกเสียงที่ผู้ป่วยต้องเปล่งออกมา ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 12



ภาพที่ 5- 12 กำหนดค่าพิตช์ที่ผู้พูดต้องเปล่งออก

5.2.2.6 การกำหนดคุณลักษณะของจอภาพ

นักแก้ไขการพูด สามารถทราบคุณลักษณะ และ สามารถปรับเปลี่ยนคุณลักษณะของจอภาพ และความละเอียดของจอภาพ ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 13

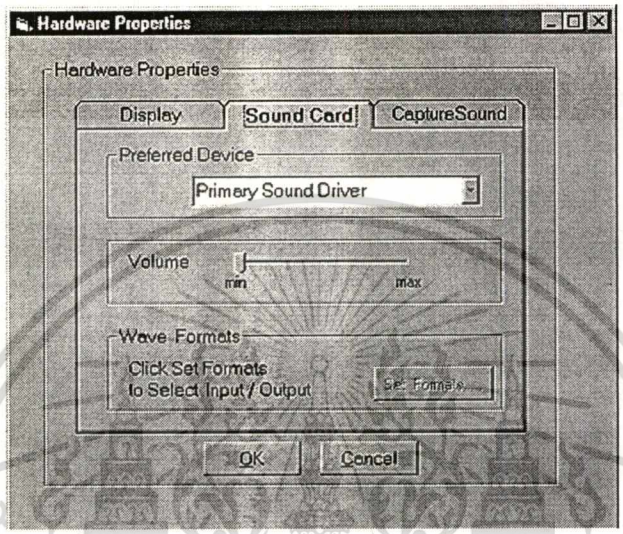


ภาพที่ 5- 13 คุณลักษณะของจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.7 การกำหนดคุณลักษณะของการ์ดเสียง

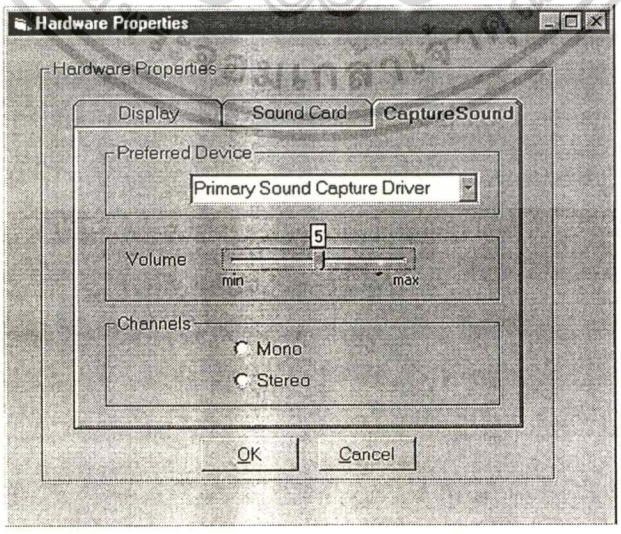
นักแก้ไขการพูด สามารถทราบคุณลักษณะ และ สามารถปรับเปลี่ยนคุณลักษณะของการ์ดเสียง และระดับความดังของเสียง ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 14



ภาพที่ 5- 14 คุณลักษณะของการ์ดเสียง

5.2.2.8 การกำหนดคุณลักษณะของอุปกรณ์บันทึกเสียง

นักแก้ไขการพูด สามารถทราบคุณลักษณะ และ สามารถปรับเปลี่ยนคุณลักษณะของอุปกรณ์บันทึกเสียง และระดับความดังของเสียง ดังแสดงใน

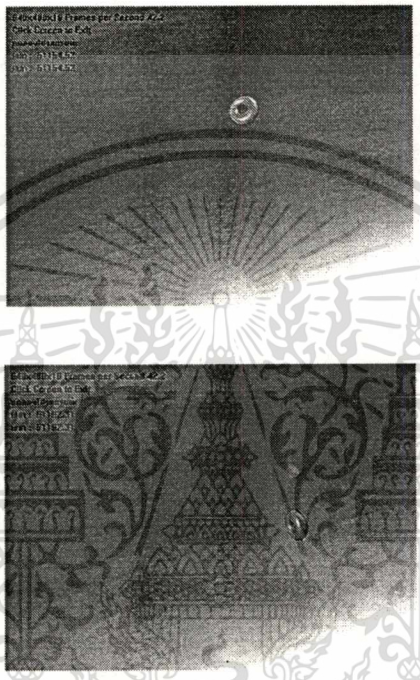


ภาพที่ 5- 15 คุณลักษณะของอุปกรณ์บันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.9 การแสดงผลภาพกราฟฟิกแบบที่ 1

เมื่อผู้ใช้เลือกหมวดของการแสดงผลภาพกราฟฟิกเป็น โดนัท ซึ่งจะมีการเคลื่อนไหวโต้ตอบกับผู้ใช้ ซึ่งควบคุมการเคลื่อนไหวขึ้น-ลงของโดนัทจากการออกเสียงที่ต่อเนื่อง ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 16

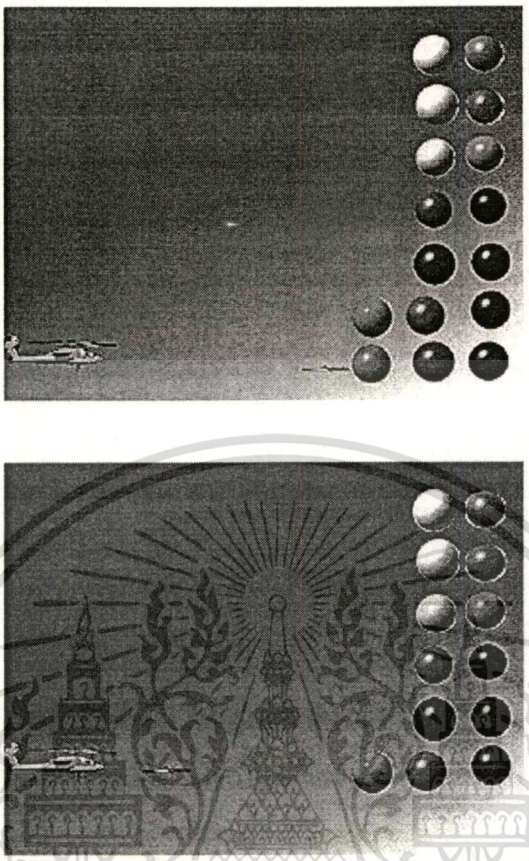


ภาพที่ 5- 16 แสดงการเคลื่อนไหวขึ้น - ลงของโดนัท

5.2.2.10 การแสดงผลภาพกราฟฟิกแบบที่ 2

เมื่อผู้ใช้เลือกหมวดของการแสดงผลภาพกราฟฟิกเป็นเครื่องบิน ซึ่งจะมีการเคลื่อนไหวโต้ตอบกับผู้ใช้ ซึ่งควบคุมการเคลื่อนไหวขึ้น-ลงของเครือ่งบินและกระสุนที่ทำลายลูกบอล โดยการออกเสียงที่ต่อเนื่อง และ เหมาะสมสอดคล้องกับระดับพลังเสียง และค่าพิตช์ที่นักแก้ไขการพูดกำหนด ดังแสดงใน ภาพที่ 5- 17

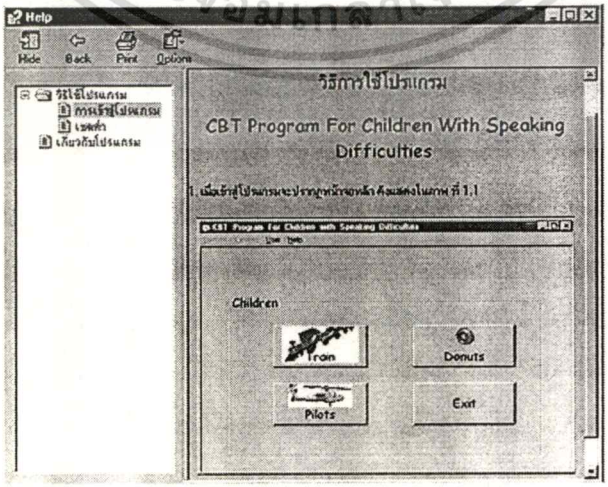
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5- 17 การแสดงการเคลื่อนไหวของเครื่องบิน

5.2.2.11 การแนะนำวิธีการใช้โปรแกรม

การแนะนำผู้ใช้โปรแกรม จะปรากฏเมื่อผู้ใช้เลือกรายการ Help จากรายการหลัก ซึ่งแสดงผลแบบ Html ใช้งานง่าย และแบ่งหมวดย่อยของคำแนะนำไว้ชัดเจนดังแสดงใน ภาพที่ 5- 18



ภาพที่ 5- 18 แนะนำวิธีการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุป

6.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม

จากการพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อช่วยฝึกควบคุมการพูด สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาการพูด ผู้พัฒนาได้ศึกษา และ ใช้ความสามารถของโปรแกรมช่วยสร้างต่าง ๆ ได้แก่

6.1.1 MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0 เพื่อสร้างฟอร์มและส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ตลอดจน ควบคุมการทำงานของโปรแกรมให้เป็นไปตามที่ต้องการ

6.1.2 MICROSOFT DIRECTX SDK 7.0 เป็นตัวกลางในการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นการทำงานในลักษณะเชิงวัตถุ (Object Oriented) โดยผู้พัฒนาไม่ต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์มากนัก เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่รวบรวมส่วนของการติดต่อกับฮาร์ดแวร์และไดรฟ์เวอร์ต่าง ๆ ไว้แล้ว ผู้พัฒนาเพียงแต่ศึกษาหน้าที่ วิธีการเรียกใช้ออบเจกต่าง ๆ และเมธอดต่าง ๆ ของแต่ละออบเจกเพื่อให้สอดคล้องกับงานที่ต้องการเท่านั้น

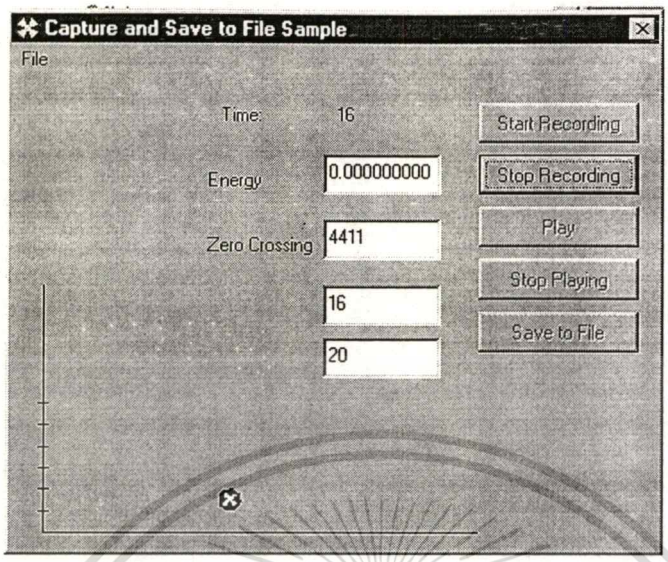
6.1.3 HTML HELP WORKSHOP 1.3 เป็นโปรแกรมเพื่อช่วยสร้าง HELP ในลักษณะที่เป็นแบบ Html ซึ่งกำลังได้รับความนิยมในการสร้าง Help online

6.1.4 ADOBE PHOTOSHOP 6.0 เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการตบแต่งภาพ

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

จากการออกแบบสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่เป็นกราฟฟิค ไม่สามารถพัฒนารูปแบบการแสดงผลแบบกราฟฟิค โดยใช้ความสามารถของ DirectDraw ตามที่กำหนดไว้ได้ หากแต่ได้จัดทำการแสดงผลแบบง่าย เพื่อแสดงถึงค่าที่วิเคราะห์ได้ ดังภาพที่ 6- 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6- 1 รูปแบบการแสดงผล

นอกจากนั้น การพัฒนาระบบงานเพื่อฝึกการควบคุมระดับเสียงสำหรับเด็กที่มีปัญหาในการพูดครั้งนี้ ไม่สามารถพัฒนาให้มีการโต้ตอบกับผู้ใช้แบบเรียลไทม์ ตามวัตถุประสงค์กำหนดไว้ในตอนต้นได้ สามารถสาเหตุแยกเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ คือ

6.2.1 การ์ดเสียง จากการทดลองพบว่า การ์ดเสียงที่มีอยู่หลากหลาย ต่างก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งคุณสมบัติที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมนี้ ได้แก่

6.2.1.1 **การตัดสัญญาณเสียงรบกวน** จากการทดลอง พบว่า การ์ดเสียงบางรุ่นไม่สามารถตัดเสียงรบกวนได้ ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความผิดพลาด เนื่องจากเมื่อทำการทดลองโดยบันทึกเสียง แต่ผู้ใช้ไม่ออกเสียงผ่านไมโครโฟน แต่จะปรากฏสัญญาณเสียงรบกวน ส่งผลให้เมื่อโปรแกรมอ่านค่าจากบัฟเฟอร์ของ DirectSoundCaptureBuffer จะมีค่าตัวเลขซึ่งมีทั้งค่าจำนวนเต็มบวก และจำนวนเต็มลบ และเมื่อใช้สูตรการคำนวณหาค่าพลังงานเสียง ซึ่งต้องนำค่าที่ได้มายกกำลังสอง ทำให้ได้ค่าพลังงานเสียงที่มากกว่าศูนย์ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาด ซึ่งการพิจารณาว่าการ์ดเสียงรุ่นใด สามารถตัดเสียงรบกวนได้หรือไม่นั้น ผู้พัฒนาใช้โปรแกรม Sound Recorder ทดสอบโดยทำการบันทึกเสียง โดยไม่ออกเสียงผ่านไมโครโฟน พบว่า การ์ดเสียงบางรุ่นสามารถตัดเสียงรบกวนได้ ดังแสดงใน **ภาพที่ 6- 2** ในขณะที่การ์ดเสียงบางรุ่นไม่สามารถตัดเสียงรบกวนได้ ดังแสดงใน **ภาพที่ 6- 3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6- 2 ผลจากการ์ดเสียงที่สามารถตัดเสียงรบกวน

ภาพที่ 6- 3 ผลจากการ์ดเสียงที่ไม่สามารถตัดเสียงรบกวนได้

6.2.1.2 **Full Duplex** การ์ดเสียงบางรุ่นสามารถสนับสนุนการทำงานแบบ Full Duplex กล่าวคือ ในขณะที่ทำการบันทึกเสียง สามารถทำการเล่นเสียงได้ด้วย ก็จะช่วยให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้แบบเรียลไทม์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการ์ดเสียงบางรุ่นที่ไม่สนับสนุนการทำงานในลักษณะนี้ ทำให้ในขณะที่ทำการบันทึกเสียง ไม่สามารถจะทำเล่นเสียงได้ และในขณะที่ทำการเล่นเสียง ก็จะไม่สามารถทำการบันทึกเสียงได้ เช่นเดียวกัน ในการทดลองครั้งนี้ การสนับสนุนการทำงานแบบ Full Duplex จะช่วยให้การโต้ตอบกับผู้ใช้แบบเรียลไทม์ทำได้สะดวกขึ้น กล่าวคือ ในขณะที่ทำการบันทึกเสียง ก็จะสามารถอ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์มาทำการคำนวณ เพื่อวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้ ซึ่งในทางกลับกัน หากไม่สนับสนุนการทำงานในลักษณะดังกล่าวข้างต้น ในขณะที่ทำการบันทึกเสียง ก็ไม่สามารถเข้าถึงบัฟเฟอร์เพื่อนำตัวเลขมาทำการคำนวณเพื่อวิเคราะห์ได้ และเมื่อต้องการเข้าถึงบัฟเฟอร์ ก็ต้องหยุดบันทึกเสียงด้วย

6.2.2 **คุณสมบัติของภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม** เนื่องจาก Microsoft Visual Basic 6.0 ไม่อนุญาตให้ผู้พัฒนาเข้าถึงหน่วยความจำได้โดยตรง ดังนั้นเมื่อต้องการอ่านข้อมูลเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงผ่านไมโครโฟน ซึ่งถูกเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ซึ่งถูกสร้างขึ้นโดยออบเจค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DirectSoundCaptureBuffer ของ Microsoft DirectX SDK 7.0 จึงต้องใช้เมธอด ReadBuffer ของออบเจค DirectSoundCaptureBuffer เพื่ออ่านข้อมูลเสียงดังกล่าวที่อยู่ในบัฟเฟอร์มาเก็บไว้ในอาร์เรย์ก่อน แล้วจึงจะสามารถอ่านข้อมูลจากอาร์เรย์มาทำการคำนวณวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้

6.2.3 **ระยะเวลา** ในการกำหนดขนาดของบัฟเฟอร์เพื่อเก็บข้อมูลเสียงที่ต้องการวิเคราะห์ ได้จากการคำนวณขนาดของข้อมูลเสียงจากวิธีการที่แสดงในเอกสารข้างต้น ซึ่งบัฟเฟอร์ที่ได้นั้นจะมีลักษณะที่ต้องมีการใช้วนกันซ้ำไปซ้ำมา กล่าวคือ เมื่อไปถึงตำแหน่งสุดท้ายที่จองไว้ ก็จะวนกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นอีก ดังนั้นระยะเวลาที่ควรจะหยุดบันทึกเสียง แล้วอ่านค่าเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน โดยไม่มีข้อมูลใหม่มาทับข้อมูลเก่าที่ยังไม่ได้นำมาวิเคราะห์ จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากหากกำหนดบัฟเฟอร์ไว้น้อย แต่ช่วงเวลาในการบันทึกเสียงมากเกินไป ก็จะทำให้ข้อมูลที่อยู่ในบัฟเฟอร์ถูกทับด้วยข้อมูลใหม่ ทำให้เกิดความผิดพลาด

6.2.4 เนื่องจากผู้พัฒนาใช้ Microsoft DirectX 7.0 ในการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented)ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งผู้พัฒนายังไม่มีความชำนาญดีพอ จึงทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษานานพอสมควร ดังนั้นแบบจำลองที่ได้อาจจะยังไม่สมบูรณ์ หรือมีข้อผิดพลาด นอกจากนั้นโปรแกรม Microsoft DirectX ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการสร้าง Application ด้วยภาษา C หรือ C++ แต่สำหรับ Visual Basic ที่ผู้พัฒนาเลือกใช้นั้น มีบางออบเจคของไดเรคเอกซ์ ที่ยังไม่สามารถเอื้อให้ได้ จึงทำให้โปรแกรมไม่สามารถทำบางอย่างได้เช่นเดียวกับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาซี

6.2.5 เนื่องจากเป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ใช้กับเด็ก จึงมีการคาดหวังว่าจะต้องประกอบด้วยรูปภาพที่สวยงาม น่าใช้ และมีความดึงดูดใจ แต่เนื่องจากผู้พัฒนาเองมีความรู้ ความสามารถ และความถนัดด้านศิลปะน้อยมาก ดังนั้นโปรแกรมจึงสามารถทำงานได้เท่าที่ควรจะทำได้เท่านั้น แต่โปรแกรมยังขาดความสวยงาม ความน่าสนใจ

6.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

จากการศึกษาและพัฒนาโปรแกรม ทำให้ผู้พัฒนา ได้รับประโยชน์ ดังนี้ คือ

6.3.1 จากการศึกษาและพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Microsoft DirectX ทำให้เป็นจุดเริ่มต้นในการที่จะพัฒนาโปรแกรมในลักษณะที่เป็นมัลติมีเดีย หรือโปรแกรมจำพวกเกม เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่น ๆ ได้ง่ายขึ้น ตลอดจนสามารถเผยแพร่และให้คำแนะนำกับนักเรียนในโรงเรียนที่ให้ความสนใจกับการพัฒนาเกมได้

6.3.2 จากการศึกษาและพัฒนา help โดยใช้ html help workshop 1.3 ทำให้เกิดความรู้ความชำนาญ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสร้าง help ในการแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ ได้

6.3.3 เกิดความรู้ ความชำนาญในการใช้ภาษา Visual Basic มากยิ่งขึ้น สามารถนำพัฒนาโปรแกรมอื่นต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มลิทอง. 2540. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัศเวท วีระวัฒน์. 2541. **"การรู้จำเสียงคำไทยเฉพาะบุคคล"** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมไฟฟ้าบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เนียนศิริ ขำหรุ่น. 2542 . **" การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สื่อประสมเพื่อช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาด้านการพูด."** โครงการศึกษากรณีพิเศษ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เบญจมาศ พระธานี. 2541. **บทบาทของนักแก้ไขการพูดและปัญหาในการทำงานด้านความผิดปกติความผิดปกติทางการพูดและภาษา.** [on line]. Available : http://medinfo.psu.ac.th/smj2/171/smj1718.htm

ปวิณา เตโช และ ปิยะวรรณ ปิยะพรมดี. 2541 **"การแยกแยะและรู้จำข้อมูลเสียง"** ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

ศุริน สิริธนาวุฒิ. 2542. **" การออกแบบและพัฒนาสื่อประสมแบบออนไลน์ช่วยในการเรียนรู้สำหรับเด็ก".** โครงการศึกษากรณีพิเศษ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุทธิ ณ ระนอง. 2542. **Multimedia Learning Center.** [Online]. Available : http://www.soothi.hypermart.net

อุทัย ดุลยเกษม. 2542 . **ศึกษาเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี – สฤษดิ์วงศ์.

อารีย์ พันธ์มณี . 2540. **ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : ต้นอ้อ แกรมมี่.

Chen, C.H. ., Editor. 1988. **Signal Processing Handbook.** New York: Marcel Dekker .

D.Root Michael and R.Boer James. 1999. **DirectX Complete.** New York: McGraw Hill.

Hillman, David. **1998. Multimedia technology and applications. Albany: Delmar.**

Microsoft Corporation. 1993. **Microsoft Win 32 programmer's reference.**

Redmond, WA : Microsoft Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microsoft Corporation. 1999. **MSDN Library Visual 6.0.** [CD-ROM]

Microsoft Corporation. 1999. **Microsoft DirectX SDK Help.** [CD-ROM]

Microsoft Corporation. 2000. **Microsoft DirectX .** [Online]. Available :

http://www.microsoft.com/directX,

Pohlmann, Ken C. 1991. **Principles of digital audio.** Carmel, IN : SAMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นางสาวอัญชลี หมัดอุมา
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	ค.บ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	161/42 หมู่ 1 ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา อำเภอ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้