การค้นหาไฟล์เสียงโดยลาปาเชียล มิกเจอร์ โมเดล

Laplacian Mixture Model for Audio Retrieval

นายภาสร นกครุฑ รหัส 45370194

นายไพรวัลย์ ภู่นิ่ม รหัส 45370483

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 พ.ค. 2553
เลขทะเบียน 150092 5x
เลขเรียกหนังสือ ปร. ภ 4 ภ 2 2549
มหาวิทยาลัยนเรศวร
A.2

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2549

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	การค้นหาไฟล์เสียงโดยลาปาเซียล มิกเจอร์ โมเดล		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายภาสร	นกครุฑ	รหัส 45370194
	นายไพรวัลย์	ภู่นิ่ม	รหัส 45370483
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2549		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ
(ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

.....กรรมการ
(ดร. พนมขวัญ ริยะมงคล)

หัวข้อโครงงาน	การค้นหาไฟล์เสียงโดยลาปาเซียล มิกเจอร์ โมเดล			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายภาสร	นกครุฑ	รหัส	45370194
	นายไพรวัลย์	ภู่นิ่ม	รหัส	45370483
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น			
สาขา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์			
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์			
ปีการศึกษา	2549			

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโปรแกรมการค้นหาเพลงหรือแนวเพลงที่ชื่นชอบ ซึ่งจะทำให้การค้นหาแนวเพลงที่ชื่นชอบ และเข้าถึงอารมณ์ของผู้ฟังนั้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว หลักการที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์แบบ Wavelet Transform เพื่อสร้าง Software ในการเก็บกราฟเสียงของแต่ละแนวเพลงไว้เพื่อรอรับไฟล์เสียงที่คนที่ต้องการจะฟังป้อนเข้าไปแล้วจึงแสดงผลเป็นเพลงตามแนวเพลงที่ได้รับ

ในส่วนการดำเนินการโครงการวิจัยมี 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นส่วนของโปรแกรมจะพัฒนาโดยใช้ MATLAB ซึ่งเหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมที่ทำงานระบบฐานข้อมูลเพลง และในส่วนที่สองคือ ฐานข้อมูลของเพลง สร้างโปรแกรมค้นหาข้อมูลแล้วเก็บค่าฮิสโตรแกรม โดยส่วนโปรแกรมจะเริ่มจากการป้อนเพลงต้นแบบ 1 เพลง จากนั้นก็จะทำการเปรียบเทียบลักษณะฮิสโตแกรมของเพลงที่เก็บในฐานข้อมูลเพลงว่าควรที่จะใช้ค่าบอกลักษณะเพลง (Keyword) ซึ่งเพลงต้นแบบ 1เพลง ก็อาจมีไว้หลายเพลงที่มีค่าฮิสโตแกรมใกล้เคียงกันออกมา จากนั้นโปรแกรมจำค่าฮิสโตแกรมที่ได้มาทำการหาค่าที่ซ้ำกันว่าแต่ละค่ามีจำนวนเท่าไหร่ และจะนำจำนวนที่ได้นั้นไปคำนวณหาค่าความน่าจะเป็น โดยการนำจำนวนเพลงที่ซ้ำกันหารจำนวนเพลงทั้งหมด

ในส่วนผลการทดลองในการใช้โปรแกรมค้นหาเพลงนั้นคือ ในส่วนค้นหาเพลงนั้นโดยการใช้ Wavelet Transform จะให้ประสิทธิภาพในการค้นหาดีกว่าการค้นหาแบบ Mean & Standard เพราะในส่วนของตัวตัวโปรแกรม Wavelet Transform จะมีการแบ่งช่วงค่าฮิสโตแกรมที่ละเอียดกว่า จึงทำให้การค้นหาเพลงสมบูรณ์กว่า

Project title	Laplacian Mixture Model for Audio Retrieval		
Name	Mr. Phasorn	Nokkrut	ID.45370194
	Mr. Phraiwal	Phunim	ID.45370483
Project advisor	Assistant Professor Suchart Yammen , Ph.D		
Major	Computer Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2006		

ABSTRACT

This project is a part of developing program for searching songs or styles of songs you like. It can help to search the style of songs more quickly. The principle which we use in this project is Wavelet Transform. It used to make software for keeping sound graph of each style of songs for receiving sound file that you want to listen, after that it will show the result.

The procedures in this project divided in to two parts. The first part of this program will develop by using MATLAB program which is suitable for developing programs which work on database system of songs. The next is the database of songs and makes program for searching information then keeping value of histogram. Program will begin by inserting an original songs then it will compare the feature of histogram of song which kept in database that it should to use value to show kind of song or keyword which original song can have many songs that have nearly value. After that, program will remember the histogram to find the same value and calculate the amount of value. Then using these values to calculate and find the probability value by using songs which overlap each other to divide all of the songs.

The result is that the part which use to search songs by using Wavelet transform have an efficiency than using Mean & Standard because Wavelet Transform will divide section of Histogram value which is more meticulous. So that the searching is more complete.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จได้ด้วยดีก็เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น และ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง ผู้ซึ่งให้ความรู้คำแนะนำ และเอาใจใส่เป็นอย่างดีในตลอดระยะเวลาการดำเนินการดำเนินโครงงาน คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจอีกทั้งขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มีส่วนช่วยทำให้โครงงานนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

นายภาสร นกครุฑ
นายไพรวัลย์ ภู่นิ่ม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ค

สารบัญ..... ง

สารบัญตาราง..... ฉ

สารบัญรูป..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน..... 6

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน..... 6

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 6

1.5 แผนการดำเนินงาน..... 7

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 7

1.7 งบประมาณของโครงงาน..... 7

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 เสียง..... 8

2.2 การเวฟเลท ทรานฟร์อม..... 10

2.2.1 พื้นฐานของการแปลงเวฟเลท..... 10

2.2.2 การวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายระดับความละเอียด..... 12

2.2.3 การใช้หลักการของ Analysis Filter Banks 16

2.2.4 การแปลงกลับเวฟเลท..... 18

บทที่ 3 การดำเนินงาน

3.1 การกำหนดความถี่เสียง..... 21

3.2 การวิเคราะห์การแปลงเวฟเลทหนึ่งมิติ..... 22

3.3 การใช้งานเวฟเลท..... 27

3.4 การค้นหาความคล้ายคลึงของเสียง..... 33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะของเสียง..... 34

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย..... 39

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน..... 39

5.3 ข้อแนะนำ..... 40

เอกสารอ้างอิง..... 41

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน..... 42

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางดัชนี.....	4
1.2 ตาราง การแปลงไฟล์.....	9

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 Segmetation	1
รูปที่ 1.2 การหาเวกเตอร์	2
รูปที่ 1.3 วิเคราะห์เสียง	3
รูปที่ 1.4 รูปแบบการเก็บค่า	5
รูปที่ 2.1 ลักษณะของเวฟเลทแม่ชนิด Daubechies20	10
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของเวฟเลทแม่ที่ถูกสเกลและเลื่อนตำแหน่งไปที่ค่า a ,b	11
รูปที่ 2.3 ลักษณะของการแตกกระจายสัญญาณและการรวมกลับสัญญาณของเวฟเลท	12
รูปที่ 2.4 ลักษณะการกระจาย (Decomposition) ของสเปซของเวกเตอร์	15
รูปที่ 2.5 ลักษณะการกระจาย (Decomposition) สัญญาณไปยังระดับความละเอียด	15
รูปที่ 2.6 Two-channel analysis filter banks	16
รูปที่ 2.7 Reconstruction Two-channel synthesiss filter banks	17
รูปที่ 2.8 ลักษณะของ DWT โดยใช้ Dyadic tree structure	17
รูปที่ 2.9 ลักษณะของ Reconstruction two-channel	18
รูปที่ 2.10 ลักษณะของ IDWT	18
รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของโปรแกรม	20
รูปที่ 3.2 การกำหนดความถี่เสียง	21
รูปที่ 3.2.1 การวิเคราะห์การเวฟเลทหนึ่งมิติ	22
รูปที่ 3.2.2 การวิเคราะห์การเวฟเลทหนึ่งมิติ	22
รูปที่ 3.2.3 การกระจาย (Decomposition)	22
รูปที่ 3.2.4 การแปลงกลับเวฟเลทจากสัมประสิทธิ์เวฟเลท	23
รูปที่ 3.2.5 Approximation	23
รูปที่ 3.2.6 การแปลงกลับ	24
รูปที่ 3.2.7 การแปลงเวฟเลทหลายระดับ	24
รูปที่ 3.2.8 การแปลงเวฟเลทหลายระดับ	24

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.2.9 การแปลงเวฟเลทหลายระดับ	25
รูปที่ 3.2.10 Approximation ที่ระดับ 3	25
รูปที่ 3.2.11 Approximation ที่ระดับ 1 2 3	25
รูปที่ 3.2.12 การแสดงค่าผลลัพธ์	26
รูปที่ 3.3.1 โปรแกรม MATAB	27
รูปที่ 3.3.2 Command Windows	28
รูปที่ 3.3.3 sound_analysis	28
รูปที่ 3.3.4 (TOLERANT)	29
รูปที่ 3.3.5 (TOLERANT=50)	29
รูปที่ 3.3.6 โปรแกรมมีการขอข้อมูล	30
รูปที่ 3.3.7 ป้อนไฟล์เพลง	30
รูปที่ 3.3.8 โปรแกรมแสดงผลเปอร์เซ็นต์	31
รูปที่ 3.3.9 แสดงผลการวิเคราะห์	31
รูปที่ 3.3.10 Graph HISTOGRAM D3	32
รูปที่ 3.4.1 แสดงความคล้ายคลึงของเสียง	33
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมที่ใช้ในการค้นหาแบบ Wavelet Transform	34
รูปที่ 4.2 เลือกโหมดข้อมูลการ Wavelet Transform	35
รูปที่ 4.3 ทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล	35
รูปที่ 4.4 ทำการค้นหาชนิดของเพลง	36
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมที่ใช้ในการค้นหาแบบ	37
รูปที่ 4.5 เลือกโหมดข้อมูลการ MEAN & STANDARD	37
รูปที่ 4.6 ทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล	38
รูปที่ 4.7 ทำการเปรียบเทียบเพลงจากเพลง keyword	38

บทที่ 1

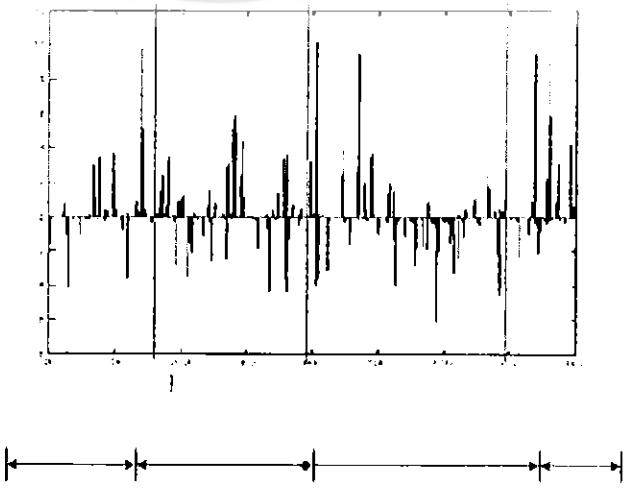
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้เป็นยุคของโลกเทคโนโลยี หรือยุคของโลกโลกาภิวัตก์ ซึ่งชีวิตประจำวันของคนเรานั้นจะมีอุปกรณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน เช่น โทรศัพท์มือถือ ,โทรทัศน์ ,คอมพิวเตอร์ เป็นต้น โดยในที่นี้เราจะพูดถึงการฟังเพลง การฟังเพลงของคนเรานั้นจะไม่เหมือนกันมีทั้งการฟังเพลงเพื่อผ่อนคลายความเครียดคือ อาจจะเป็นการฟังหลังจากการทำงานที่เหน็ดเหนื่อยหรือจากการทำกิจกรรมต่างๆมา ซึ่งเพลงนั้นมีหลายแนวอาทิเช่น เพลงแนว Rock , Hip-Hop ,Indy เป็นต้น ซึ่งการจะค้นหาเพลงที่เราชื่นชอบหรือว่าเพลงที่เราต้องการที่จะฟังนั้นจะเป็นไปได้ยาก เพราะใช้ Keyword ในการค้นหาและไม่เข้าถึงอารมณ์ที่เราต้องการที่จะฟัง

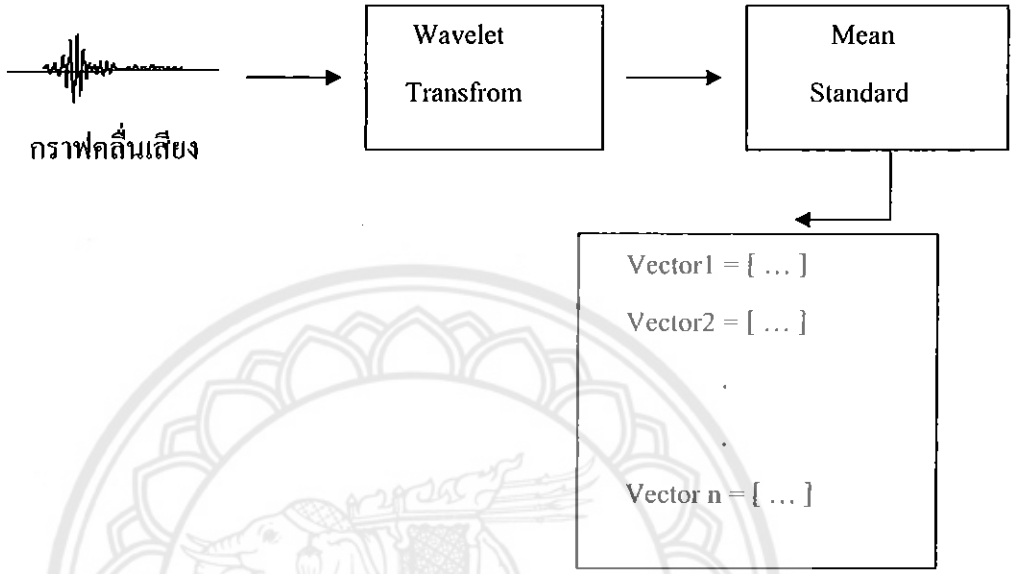
โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาการการค้นหาเพลงหรือแนวเพลงที่ชื่นชอบซึ่งจะทำให้การค้นหาแนวเพลงที่ชื่นชอบ และเข้าถึงอารมณ์ของผู้ฟังนั้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะต้องมีข้อมูลหลายๆอย่างอาทิเช่น กราฟคลื่นเสียง ข้อมูลเหล่านี้จะทำให้การค้นหาเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาโดยการนำไฟล์เสียงมาแปลงเป็นกราฟเสียงโดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ Wavelet Transfrom ในการนำมาสร้าง Software ขึ้นมาใหม่ และใน Software ที่เราสร้างนั้นจะมีกราฟเสียงของแต่ละแนวเพลงไว้เพื่อรอรับ ไฟล์เสียงที่คนที่ต้องการจะฟังป้อนเข้าไปแล้วจึงแสดงผลเป็นเพลงตามแนวเพลงที่ได้รับ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการค้นหาไฟล์เสียงของ Mp3 โดยการนำไฟล์เสียงของMp3 ทั้งหมดมาแปลงเป็นกราฟแล้วจึงทำการแบ่งเป็น Segmetation (การตัดไฟล์เสียง) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1.1 Segmetation

โดยจะทำการแบ่งเป็นช่วงๆตามระดับของเสียงในช่วงทำนองของแต่ละเพลง จากนั้นนำกราฟเสียงไปผ่านการ Wavelet Transfrom และ หาค่า Mean และ Standardแล้วจะได้ออกมาเป็นค่าที่อยู่ในรูป เวคเตอร์ของแต่ละช่วงของไฟล์เสียง ดังรูปที่ 1.2

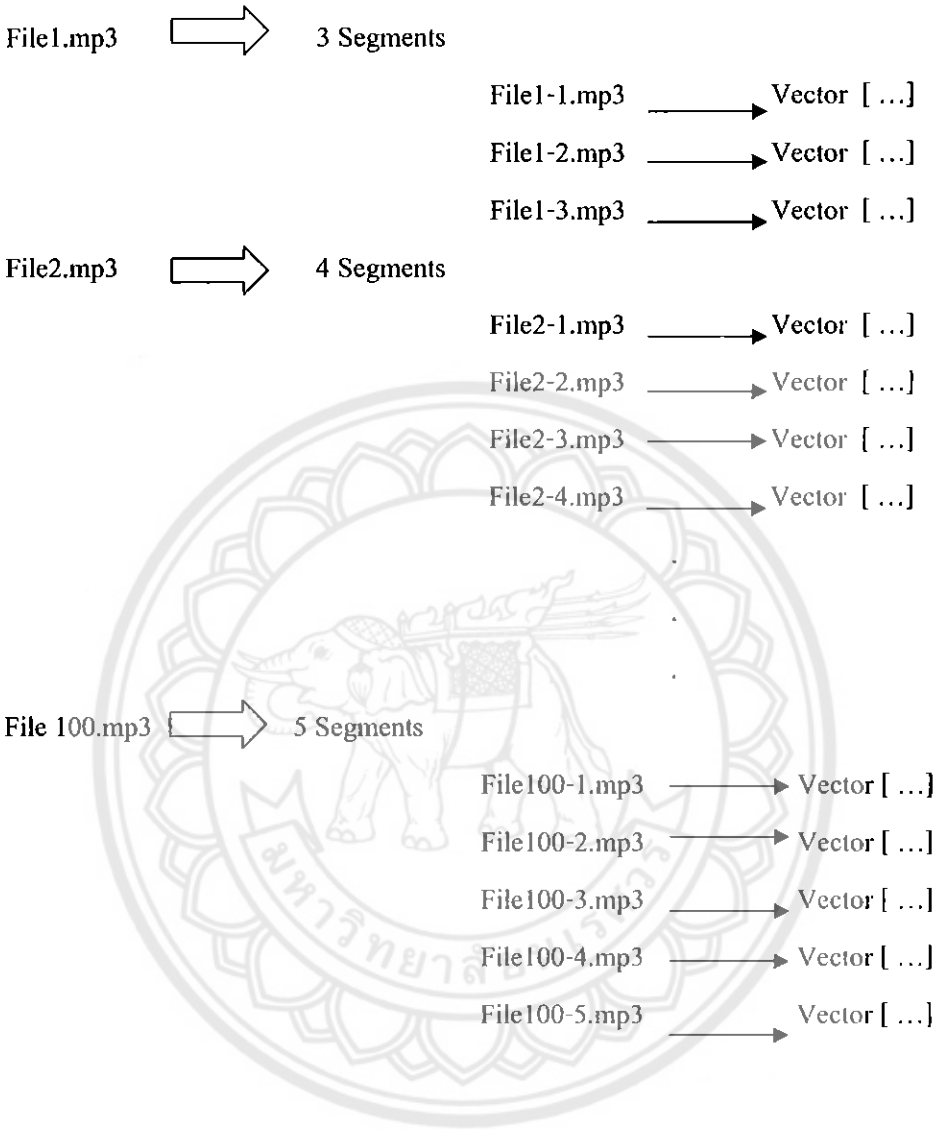


รูปที่ 1.2 การหาเวกเตอร์

ต่อจากนั้นนำค่า เวคเตอร์ของแต่ละไฟล์เสียงนำมาลบกันจะได้ค่าความแตกต่าง (Differrent :D) แล้วจึงนำค่า D มา Plot ลงกราฟเพื่อหาค่าที่เกินจุด Threshold เพื่อแบ่งเป็นช่วงของเสียง

รูปที่ 1.3 วิเคราะห์เสียง

หลังจากPlot กราฟแล้ว จะได้ค่าที่เกินจุด Threshold เราก็จะนำค่าที่ได้มาทำการ Indexing (การทำดัชนี) เพื่อเก็บข้อมูลของแต่ละเพลงไว้เช่น



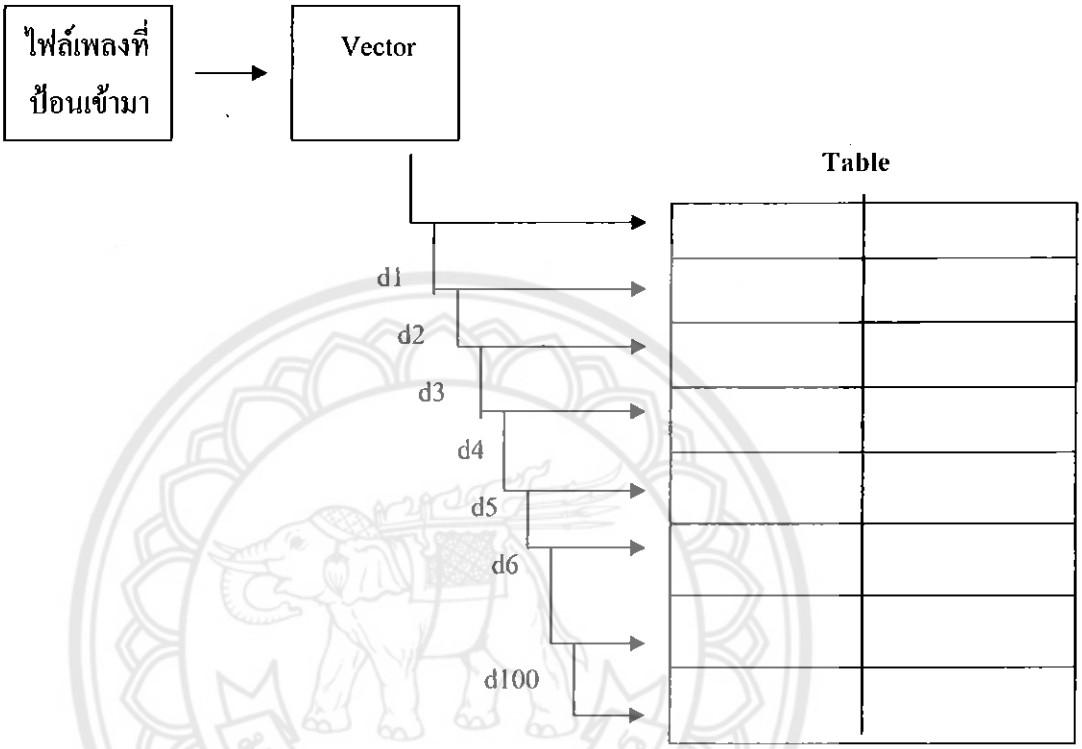
หลังจากที่ทำ Indexing แล้วก็นำค่า File เพลงของ Mp3 มาเก็บค่าไว้ใน Table เพื่อรอการเรียกใช้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ดัชนี Indexing

Name	Description (Vector)
file1.wav	[...]
File2.wav	[...]
File3.wav	[...]
File4.wav	[...]
File5.wav	[...]
File6.wav	[...]
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
file100.mp3	[...]

หลังจากที่ได้ทำ Table ในการเก็บไฟล์ Mp3 เรียบร้อยแล้ว ในการหาไฟล์เพลงเราต้องทำการ Matching (การเปรียบเทียบ) เพื่อที่ง่ายต่อการค้นหาของผู้ใช้คือ นำไฟล์เสียง1ไฟล์ที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาผ่านซอฟแวร์ที่เก็บ Vector นำมาเปรียบเทียบค่า D ที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาว่าค่า D นั้นตรงกับไฟล์เพลงไหนใน Table โดยเปรียบเทียบดูว่าค่า D ที่ได้จะน้อยที่สุด และใกล้เคียงกับไฟล์เพลงที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาดังรูป

โครงสร้างการเก็บค่าหลังจากการวิเคราะห์



รูปที่ 1.4 รูปแบบการเก็บค่า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สร้าง Software การค้นหาไฟล์เสียงโดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ Wavelet Transform และ Mean and Standard พัฒนาวิธีการใหม่โดยใช้ Context Base Analysis โดยแก้ปัญหาในการค้นหาไฟล์เสียงแทนที่การใช้ Keyword ในการค้นหา เพราะจะทำให้การค้นหาถูกต้องตรงกับเพลงที่เราต้องการ

1.3 ขอบเขตโครงงาน

การพัฒนาการค้นหาไฟล์เสียงนั้นจะแบ่งการทำงานคือ แต่ละ Method ของโครงงานจะทำการค้นหาโดยการใช้ Wavelet Transfrom ส่วน Microsoft ของโครงงานจะใช้ Visual Basic ในการค้นหาข้อมูลของไฟล์เสียงซึ่งจะทำให้การค้นหาไฟล์เสียงเป็นไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงานและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ เช่น Wavelet Transfrom,Mean and Standard

1.4.3 ทำการพัฒนาโปรแกรม

1.4.4 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

1.4.5 สรุปผลการทดลองและทำการจัดรูปเล่ม1

1.5 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี2548		*ปี2549*									
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1. ศึกษาและหาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับโครงงานวิจัยพร้อมด้วยทฤษฎีต่างๆ	←	→										
2. ทำความเข้าใจกับทฤษฎีต่างๆ			←			→						
3. พัฒนาโปรแกรมการค้นหาไฟล์เสียง						←		→				
4. ทดสอบการทำงาน									←	→		
5. สรุปผลการทดลองและจัดรูปเล่มรายงาน											←	→

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ Software ที่ทำการสร้างขึ้นมาและสามารถค้นหาเพลงที่ต้องการได้อย่างถูกต้องโดยใช้ตัวอย่างหรือทำนองเพลงในการค้นหาข้อมูล

1.6.2 เพื่อทำให้เกิดความสะดวกสบายในการค้นหาไฟล์เสียงโดยไม่ต้องใช้Keyword ในการค้นหา

1.7 งบประมาณของโครงงาน

1.7.1 ค่าถ่ายเอกสาร	1000	บาท
1.7.2 ค่าแผ่นซีดี	200	บาท
1.7.3 ค่าหนังสืออ่านที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน	500	บาท
1.7.4 ค่าหมึกพิมพ์	300	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	2000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 เสียง(Sound)

เสียง เป็นอีกองค์ประกอบของมัลติมีเดีย อันจะช่วยให้เกิดบรรยากาศที่น่าสนใจในการรับรู้ทางหู โดยอาศัยจะนำเสนอในรูปของ เสียงประกอบ เพลงบรรเลง เสียงพูด เสียงบรรยาย หรือเสียงพากษ์ เป็นต้น

2.1.1ลักษณะของเสียงประกอบด้วย

2.1.1.1 คลื่นเสียงแบบออดิโอ (Audio) ซึ่งมีฟอร์แมตเป็น wav, .au การบันทึกจะบันทึกตามลูกคลื่นเสียง โดยมีการแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิตอล และใช้เทคโนโลยีการบีบอัดเสียงให้เล็กลง ซึ่งคุณภาพก็ต่ำลงด้วย

2.1.1.2 เสียง CD เป็นรูปแบบการบันทึก ที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ เสียงที่บันทึกลงในแผ่น CD เพลงต่างๆ

2.1.1.3 MIDI (Musical Instrument Digital Interface) เป็นรูปแบบของเสียงที่แทนเครื่องดนตรีชนิดต่างๆ สามารถเก็บข้อมูล และให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ สร้างเสียงตามตัวโน้ตเสมือนการเล่นของเครื่องเล่นดนตรีนั้นๆ

2.1.2 เทคโนโลยีเกี่ยวกับเสียง ประกอบด้วย

2.1.2.1 การบันทึกข้อมูลเสียง เสียงที่ทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมี 2 รูปแบบคือ

2.1.2.1.1 Synthesize Sound เป็นเสียงที่เกิดจากตัววิเคราะห์เสียง ที่เรียกว่า MIDI โดยเมื่อตัวโน้ตทำงาน คำสั่ง MIDI จะถูกส่งไปยัง Synthesize Chip เพื่อทำการแยกเสียงว่าเป็นเสียงดนตรีชนิดใด ขนาดไฟล์ MIDI จะมีขนาดเล็ก เนื่องจากเก็บคำสั่งในรูปแบบง่ายๆ

2.1.2.1.2 Sound Data เป็นเสียงจากที่มีการแปลงจากสัญญาณ analog เป็นสัญญาณ digital โดยจะมีการบันทึกตัวอย่างคลื่น (Sample) ให้อยู่ที่ใดที่หนึ่งในช่วงของเสียงนั้นๆและการบันทึกตัวอย่างคลื่นเสียงเรียงกันเป็นจำนวนมาก เพื่อให้มีคุณภาพที่ดี ก็จะทำให้ขนาดของไฟล์โตตามไปด้วย

- Sample Rate จะแทนด้วย kHz ใช้อธิบายคุณภาพของเสียง อัตรามาตรฐานของ sample rate เท่ากับ 11kHz,22kHz,44kHz
- Sample Size แทนค่าด้วย bits คือ 8 และ 16 บิท ใช้อธิบายจำนวนของข้อมูลที่ใช้จัดเก็บในคอมพิวเตอร์ คุณภาพเสียงที่ดีที่สุด ได้แก่ Audio-CD ที่เท่ากับ 44kHzระบบ 16 บิท เป็นต้น

การฟอร์แมตในการจัดเก็บ (File Format) มีหลากหลายรูปแบบ โดยมีส่วนขยาย (นามสกุล)ที่เป็นมาตรฐานในการระบุ ดังตาราง

ตารางการแปลงไฟล์

ส่วนขยาย	ชนิดของไฟล์	การใช้งาน
.mp3	Audio	Audio Player
.mp2	Audio	Audio Player
.mpa	Audio	Audio Player
.aif	Sound	Sound Player
.fssd	Sound	Sound Player
.mat	Sound	Sound Player
.mtm	Sound	Sound Player
.nst	Sound	Sound Player
.pcm	Sound	Sound Player
.rmi	Sound	Sound Player
.rol	Sound	Sound Player
.s3m	Sound	Sound Player
.sf	Sound	Sound Player
.stm	Sound	Sound Player
.ul	Sound	Sound Player
.utl	Sound	Sound Player
.voc	Sound	Sound Player
.xm	Sound	Sound Player
.au	Music	ULAW Player
.cmf	Music	Music Player
.pol	Music	Music Player
.snd	Music	Music Player
.min	Music	Music Player
.mod	Music	Music Player
.mhg	Multimedia	Multimedia

ตารางการที่ 2.1 การแปลงไฟล์

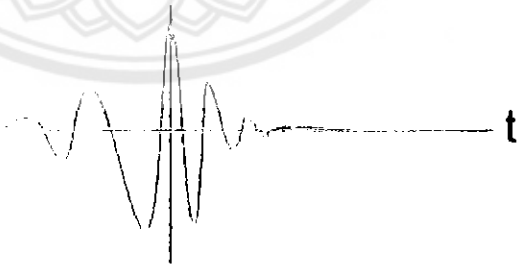
2.2 การแปลงเวฟเลท (Wavelet Transform)

การแปลงเวฟเลท (wavelet transform) เป็นคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ลักษณะของสัญญาณซึ่งมีประโยชน์มากในงานทางด้านการประมวลสัญญาณ (singal processing) ทฤษฎีเวฟเลทสามารถนำมาประยุกต์เพื่ออธิบายลักษณะของสิ่งต่างๆหรือระบบใดๆ ได้ เช่น อธิบายการแก้ปัญหาสมการดิฟเฟอเรลเชียลที่จำลองระบบใดระบบหนึ่ง การเต้นของหัวใจ การไหลเวียนของเลือดผ่านร่างกาย การหาขอบภาพ การลดขนาดข้อมูล (ภาพ สัญญาณ) และใช้แก้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมการแพทย์ โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชั่นที่สามารถนำมาใช้งานทางด้านเวฟเลทได้เป็นอย่างดีทั้งนี้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรม M-file เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงานของตัวเองได้

2.2.1 พื้นฐานของการแปลงเวฟเลท

เมื่อใช้ในการแปลงฟูเรียร์ในการวิเคราะห์สัญญาณเฉพาะบางช่วงเวลาและความถี่เท่านั้นจะเสียเวลาในการคำนวณมากเพราะต้องคำนวณใหม่ตลอดย่าน ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการแปลงที่สามารถวิเคราะห์สัญญาณได้เฉพาะช่วงเวลาและช่วงความถี่ที่สนใจเท่านั้นทำให้สามารถพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเฉพาะช่วงได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว การแปลงที่พัฒนาขึ้นนี้เรียกว่า "การแปลงเวฟเลท"

การแปลงเวฟเลทจะใช้อธิบายโครงสร้างของระบบสัญญาณที่ประกอบด้วยกลุ่มของสัญญาณเฉพาะมารวมกันเป็นสัญญาณหรือระบบนั้นๆ โดยสัญญาณเฉพาะนี้จะเป็นคลื่นเล็กๆ ที่เรียกว่า เวฟเลท ลักษณะของเวฟเลทจะเป็นคลื่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (Oscillatary) และขนาดของคลื่นจะลดลงสู่ศูนย์อย่างรวดเร็วทั้งสองด้าน ดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นเวฟเลทชนิดหนึ่งที่เรียกว่าเวฟเลทแบบ Daubechies20

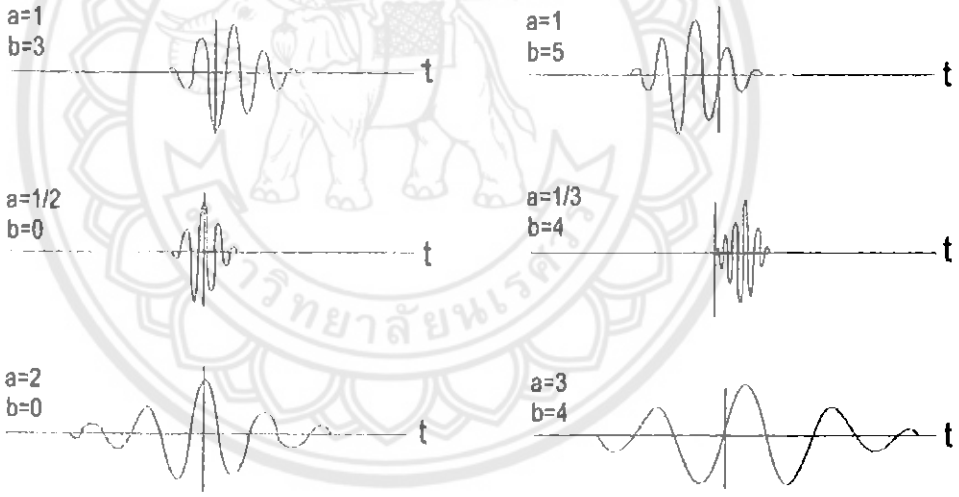


รูปที่ 2.1 ลักษณะของเวฟเลทแม่ชนิด Daubechies20

การนำเวฟเลทหลายๆ อันมารวมกันเป็นกลุ่มเพื่อใช้อธิบายโครงสร้างของสัญญาณใดๆ โดยที่คลื่นเวฟเลทแต่ละตัวจะมีโครงสร้างมาจากฟังก์ชันเดียวกันซึ่งฟังก์ชันนี้จะเป็นเวฟเลทต้นกำเนิดที่เรียกว่า เวฟเลทแม่ (Mother Wavelets) คลื่นเวฟเลทแต่ละอันจะอยู่ภายในเซทของเวฟเลทนี้โดยแต่ละคลื่นจะเกิดจากการสเกล (Scaling "a")และการเลื่อนตำแหน่ง (Translation: "b") ดั้งนั้นถ้าให้ $\Psi(t)$ เป็นฟังก์ชันเวฟเลทแม่ สามารถเขียนเป็นสมการทั่วไปของเวฟเลทที่ตำแหน่ง "a" , "b" ใดๆ ที่สัมพันธ์กันได้ดังนี้

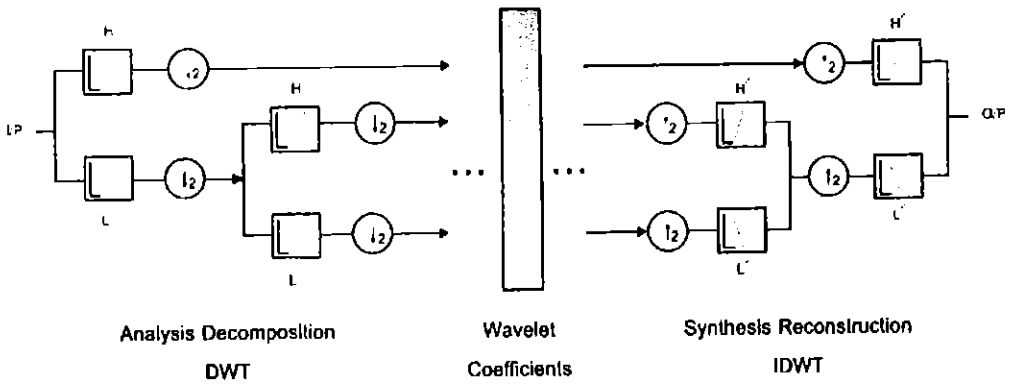
$$\psi_{b,a}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

จะเป็นฟังก์ชันเวฟเลทแม่ที่ถูกเลื่อนตำแหน่งและถูกสเกลโดยพารามิเตอร์ "a" และ "b" ตามลำดับ โดยที่ช่วงเวลาและความถี่ในการแปลงจะสัมพันธ์กันและเพื่อให้เวฟเลทที่ถูกสเกลไปแล้วมีพลังเท่ากับเวฟเลทแม่จึงต้องทำการนอมอร์ไลซ์ด้วย



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของเวฟเลทแม่ที่ถูกสเกลและเลื่อนตำแหน่งไปที่ค่า a ,b ต่างๆ กัน

ทฤษฎีเวฟเลทจะใช้ในการอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งเสมือนการแตกสิ่งนั้นออกเป็นส่วนประกอบเล็กๆ ที่สัมพันธ์กันโดยที่ชิ้นส่วนเหล่านี้จะอยู่ในรูปของเวฟเลทที่ถูกสเกลและเลื่อนตำแหน่ง ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนว่าสัญญาณใดๆ สามารถสร้างขึ้นมาได้โดยมีฟังก์ชันพื้นฐาน (Basis function) การแตกกระจายเวฟเลท (Wavelet Decomposition) ก็คือการทำการแปลงเวฟเลท (Wavelet Transform: WT) นั่นเอง ในทำนองเดียวกันการรวมกลับเวฟเลท (Wavelet Reconstructon) จะเป็นการแปลงกลับเวฟเลท (Inverse Wavelet Transform: IWT) ซึ่งเป็นการนำส่วนประกอบย่อยๆ เหล่านี้มารวมกันเพื่อประกอบเป็นสัญญาณเดิม ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของการแตกกระจายสัญญาณและการรวมกลับสัญญาณของเวฟเลท

2.2.2 การวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายระดับความระเอียด

การวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายระดับความละเอียด (Multiresolution Analysis: MRA) จะเป็นการวิเคราะห์สัญญาณที่สามารถเลือกระดับความละเอียดได้โดยการนำสัญญาณเล็กๆ ที่ระดับความละเอียด a ซึ่งมี b หลายๆ ตำแหน่งมารวมกันเกิดเป็นสัญญาณที่ระดับความละเอียดที่เลือกไว้และเมื่อนำสัญญาณที่ทุกระดับความละเอียดมารวมกันจะเกิดเป็นสัญญาณอินพุทจริง

สเปซของเวกเตอร์ในการวิเคราะห์สัญญาณคือ สเปซหรือปริภูมิของสัญญาณใดๆ ที่เกิดจากการรวมกันของสัญญาณพื้นฐานย่อยๆ ที่เรียกว่า Basis function (b,f) ถ้ากำหนดให้ a,b เป็นจำนวนจริงใดๆ และ i , j เป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในสเปซเวกเตอร์ V เสมอ ดังนั้นถ้าเวกเตอร์ใดประกอบขึ้นจากหลายเวกเตอร์หนึ่งหน่วยจะได้ว่าเวกเตอร์นั้นยังคงอยู่ในสเปซเวกเตอร์นี้

ดังนั้น $ai + bj + ck + \ldots \in V$ โดยที่เวกเตอร์หนึ่งหน่วย i , j จะเป็นลักษณะเชิงตั้งฉาก (Orthogonal) ซึ่งกันและกัน ถ้าพิจารณาในลักษณะของสัญญาณอาจมองได้ว่า คือ basis function ที่เป็นสัญญาณเล็กๆที่นำมาประกอบกันเป็นสัญญาณใดๆ

สมมุติให้ V j เป็นสเปซเวกเตอร์ที่มี j แสดงถึงระดับความระเอียดและจำนวนของ basis function ที่ประกอบขึ้นเป็นฟังก์ชันนั้น ถ้า j มีค่าสูงขึ้นก็แสดงว่าที่ระดับความละเอียดสูงขึ้นจะมีจำนวน basis function มากขึ้นทำให้สัญญาณที่เกิดจากการประกอบกันจาก basis function มีความละเอียดมากขึ้นด้วย ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า j เป็นค่าแสดงถึงระดับความละเอียดของสัญญาณ จากข้อกำหนดสามารถสรุปเป็นลักษณะสมบัติของการวิเคราะห์สัญญาณที่ระดับความละเอียดต่างๆได้ดังนี้

1) $V_{-\infty} \ldots \subset V_{-1} \subset V_1 \ldots V_{\infty}$
2) $CloseL2\,(\,U_{j \in ZZ} V_j\,) = L2(I\,R)$: $I\,R :=$ เซ็ตของจำนวนจริง
3) $[\,\cap_{j \in ZZ} V_j\,] = \{0\}$
4) $V_j + W_j = V_{j+1}$; $j \in ZZ :=$ เซ็ตของจำนวนเต็ม
5) $f(x) \in V_j \Leftrightarrow f(2x) \in V_{j+1}$; $j \in ZZ$

จากการที่ 1 basis function ประกอบกันเป็นสัญญาณการประมาณที่ระดับความละเอียดภายในสเปซ V_j จะเรียก basis function เหล่านี้ว่า (Scaling Function : $\phi(t)$) สัญญาณเหล่านี้จะเกิดที่ตำแหน่งเวลาต่างๆ กันของสเปซและมีความถี่เท่ากันในสเปซเดียวกัน ฟังก์ชันสเกลลิ่งที่ระดับสเปซสูง(ระดับความละเอียดสูง) จะมีความถี่สูงและที่ระดับต่ำกว่าจะมีความถี่ต่ำกว่า ดังนั้นความสัมพันธ์กันระหว่างฟังก์ชันสเกลลิ่งของแต่ละสเปซจะเป็นดังนี้

$$f(x) \in V_j \Leftrightarrow f(2x) \in V_{j+1} \quad ; j \in ZZ$$

จากสมการที่ 2 ทำให้สมการเขียนเป็นความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันสเกลลิ่งภายในสเปซ ได้ดังนี้

$$\phi_{j,k}(t) = 2^{j/2}\,\phi(2^j t - k) \qquad ; j,k \in ZZ$$

จากสมการที่ 3 จะพบว่าระดับความละเอียดต่ำลงมาหนึ่งระดับ basis function จะมีความถี่ลดลงมาครั้งละสองเท่าอาศัยลักษณะคุณสมบัติ MRA จะทำให้สามารถทำการประมาณสัญญาณไปอยู่ในสเปซที่ระดับความละเอียด j ใดๆ ก็ได้ดังนี้

$$f_j(t) = \sum_k C_{jk} \phi_{j,k}(t)$$

โดยที่ Cjk เป็นสัมประสิทธิ์หรือน้ำหนักที่คูณกับฟังชันสเกลลิ่งที่ตำแหน่ง k ใดๆ แล้วประกอบขึ้นเป็น f(t) ที่ระดับความละเอียด j นั้นๆ

จากคุณสมบัติข้อ 4 ของ MRA การวิเคราะห์สัญญาณที่ระดับความละเอียดต่ำลงมาจะทำให้พลังงานหรือสัญญาณบางส่วนหายไปอยู่ในสเปซอีกครั้งหนึ่งซึ่งจะเรียกว่า สเปซของเวกเตอร์เวฟเลท (Wavelet vector space: W j) สเปซชนิดนี้จะคล้ายกับสเปซของเวกเตอร์ ดังนั้นสัญญาณภายใน W j จะประกอบด้วย Basis function เช่นเดียวกันจะเรียกว่า ฟังก์ชันเวฟเลท (Wavelet function : $\Psi(t)$) ดังนั้นสามารถเขียนสมการฟังก์ชันเวฟเลทที่ระดับความละเอียดใดๆ ได้ดังนี้

$$\Psi_{j,k}(t) = 2^{j/2}\Psi(2^j t-k) \qquad j,k \in ZZ$$

จากสมการที่ 1 ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณที่มีการเลื่อนตำแหน่งและเปลี่ยนความถี่อย่างต่อเนื่องจะเปลี่ยนเป็นฟังก์ชันเวฟเลท $\Psi_{j,k}(t) = 2^{j/2}\Psi(2^j t-k)$ ที่มีการเลื่อนตำแหน่งและเปลี่ยนความถี่แบบเต็มหน่วยโดยที่ $a = 2^{-j}, b = 2^{-j}k$

ถ้ากำหนดให้ gj เป็นสัญญาณที่เกิดจาก basis function และ $\Psi_{j,k}(t)$ ภายในสเปซเดียวกันมารวมกันเป็นสัญญาณใดๆ จะได้ว่า

$$g_j(t) = \sum_k d_{jk}\Psi_{j,k}(t)$$

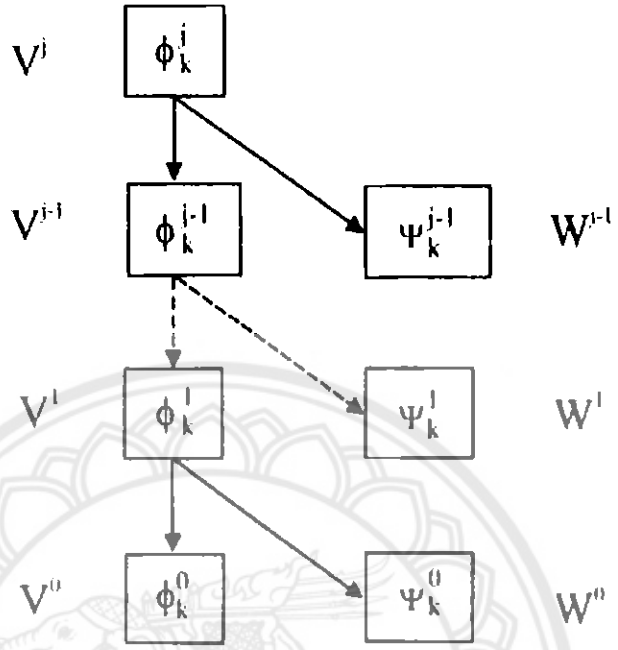
โดยที่ djk เป็นสัมประสิทธ์หรือค่าน้ำหนักที่คูณกับฟังก์ชันเวฟเลทที่ตำแหน่งนั้นๆ เพื่อเกิดเป็นสัญญาณ gj(t) ดังนั้นจากความสัมพันธ์ $V_j + W_j = V_{j+1}$ และจากสมการที่ 4 และ 6 จะได้ว่า

$$f_{j+1} = f_j + g_j$$

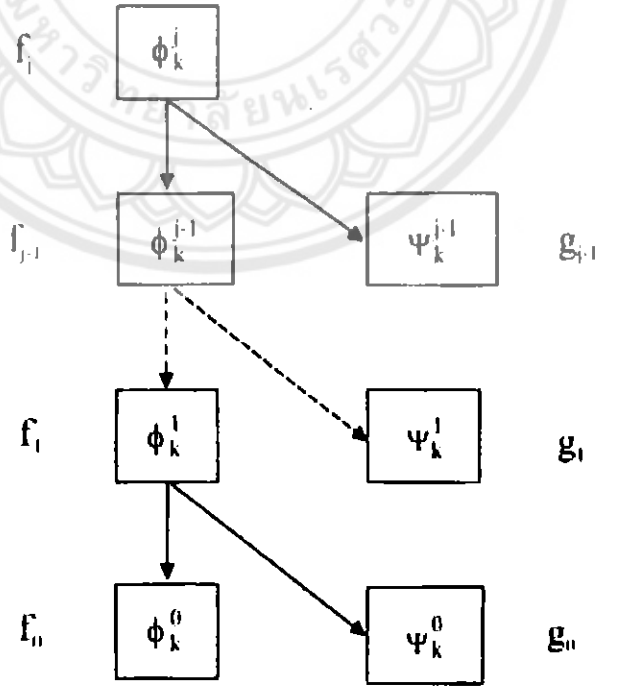
สมมุติให้ $f(x) \in V_{j+1}$ จะสามารถแตกกระจายให้ f(t) ให้มีความละเอียดน้อยลงได้จากสมการ $V_j + W_j = V_{j+1}$ ซึ่งในขณะเดียวกัน V j สามารถแตกต่อไปได้เรื่อยจนกระทั่ง j = 0 ดังนั้นจะได้เป็นความสัมพันธ์ว่า

$$V_{j-1} = V_0 + W_0 + W_1 + \ldots + W_j$$

ในทำนองเดียวกัน fj+1 ก็สามารถแตกกระจายเป็น fj และ gj ซึ่งสามารถแสดงเป็นภาพการแตกกระจายสเปซและสัญญาณได้ดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 2.4 ลักษณะการกระจาย (Decomposition) ของสเปซของเวกเตอร์



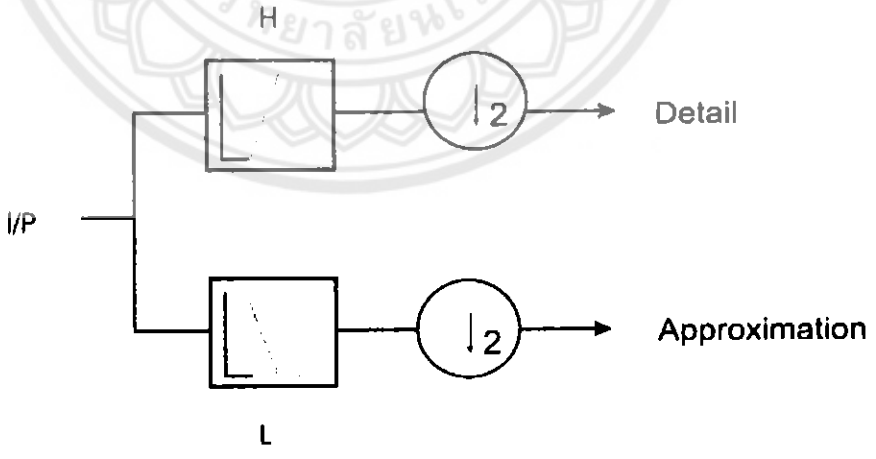
รูปที่ 2.5 ลักษณะการกระจาย (Decomposition) สัญญาณไปยังระดับความละเอียดต่างๆ

2.2.3 การแปลงเวฟเลทโดยใช้หลักการของ Analysis Filter Banks

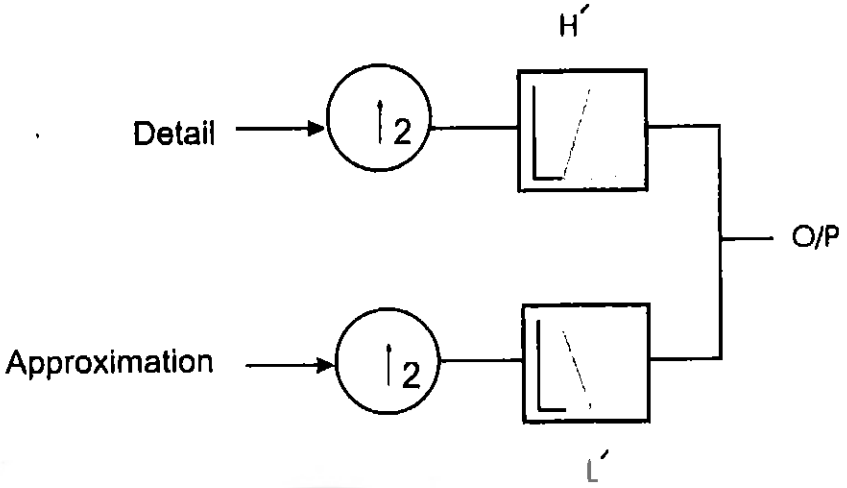
ขบวนการแปลงเวฟเลทจะมีลักษณะคล้ายกับขบวนการออคเทฟฟิลเตอร์แบงค์ (Octave filter banks) เนื่องจากการพิจารณาสัญญาณผ่าน window function ที่สามารถเปลี่ยนแปลงความถี่ในอัตราครั้งละสองเท่าซึ่งเปรียบเสมือนกับการนำสัญญาณอินพุทผ่านวงจรกรองความถี่ที่มีแบนวิธที่มีอัตราการลดลงสองเท่าเหมือนกับแบนวิธของฟังก์ชันหน้าต่าง (window function) ในขณะนั้นนั่นเอง ดังนั้นจะสามารถนำเอาหลักการของฟิลเตอร์แบงค์ (filter banks) มาใช้ในการสร้างการแปลงเวฟเลทในทางปฏิบัติได้ก่อนที่จะอธิบายการสร้างการแปลงเวฟเลทในลักษณะ filter banks จะขออธิบายหลักการพื้นฐานของ filter banks ก่อน

ฟิลเตอร์แบงค์แบบสองช่องสัญญาณ (two channel filter banks) เป็นการแยกสัญญาณอินพุทออกเป็นสองส่วนโดยแบ่งเป็นส่วนของความถี่ต่ำและส่วนของความถี่สูง ดังนั้น two channel filter banks จึงประกอบด้วยส่วนที่เป็น low pass filter: L และ Complementary highpass filter: H ดังรูปที่ 2.6

ซึ่งเป็นลักษณะของการวิเคราะห์ฟิลเตอร์แบงค์แบบสองช่องสัญญาณ (two channel analysis filter banks) และเป็นโครงสร้างที่กลับกันกับการสังเคราะห์การสร้างกลับฟิลเตอร์เตอร์แบงค์แบบสองช่องสัญญาณ (reconstruction Two channel synthesiss filter banks) ดังรูปที่ 2.7 โดยที่ตัวกรองการกระจาย (Decomposition) ความถี่ต่ำและความถี่สูง คือ L และ H กับตัวกรองการสร้างกลับ (Reconstruction) ความถี่ต่ำและความถี่สูงคือ L' และ H' มีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่เรียกว่า quadrature mirror filters

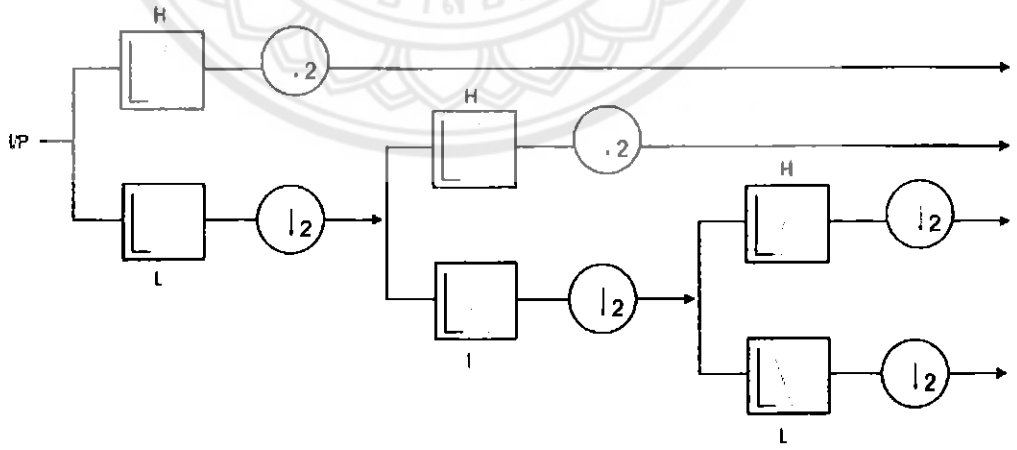


รูปที่ 2.6 Two-channel analysis filter banks



รูปที่ 2.7 Reconstruction Two-channel synthesiss filter banks

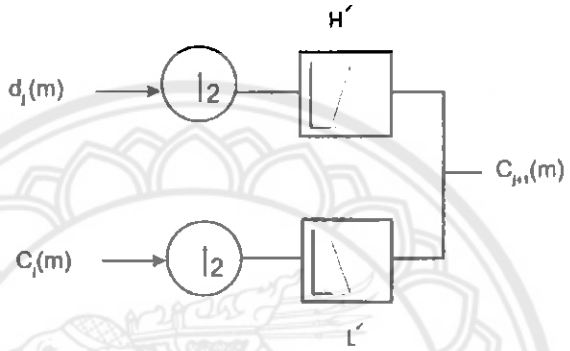
ลักษณะของการวิเคราะห์ออคเทฟฟิลเตอร์แบงค์ (Octave analysis filter banks) จะเป็นโครงสร้างแบบต้นไม้ (Tree Structure) ซึ่งเป็นการสร้างเอา Two-channel filter banks มาต่อเรียงกัน โดยใช้สัญญาณเอาท์พุทในส่วนที่เป็นความถี่ต่ำมาทำการแยกแบนด์ความถี่ออกอีกครั้ง ในกรณีที่ทำการแปลงเวฟเลทซ้ำในแนวของ Lowpass จะเป็นลักษณะของ Dyadic tree struction ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งโครงสร้างในรูปนี้จะเป็นการแปลงแบบเต็มหน่วย (Discrete Wavelets Tranform: DWT)



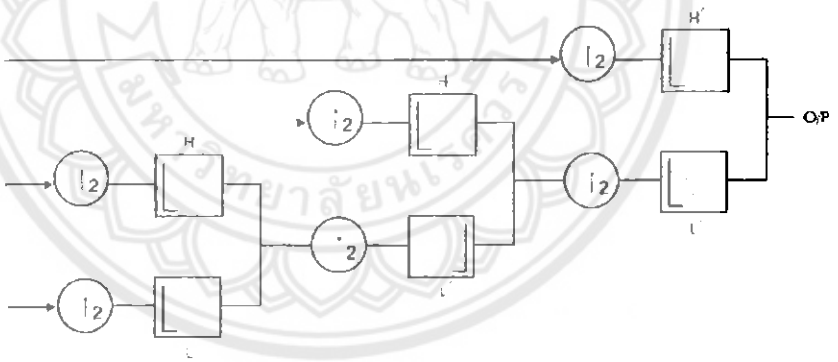
รูปที่ 2.8 ลักษณะของ DWT โดยใช้ Dyadic tree structure (Octave filter banks)

2.2.4 การแปลงกลับเวฟเลทโดยใช้หลักการของ Sythesis Filter Banks

การแปลงแบบเต็มหน่วย (DWT) เป็นการแตกกระจาย (Decomposition) สัญญาณหรือการโปรเจคสัญญาณลงไปในสเปซของ V j หรือ W j ซึ่งทำให้รายละเอียดของสัญญาณลดลงดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้น การรวมสัญญาณในสเปซ V j และ W j กลับไปในสเปซ V j+1 ก็จะเป็นการเพิ่มรายละเอียดของสัญญาณ f(t) จากระดับ j ไปเป็นระดับ j+1 วิธีการดังกล่าวนี้จะเหมือนกับขบวนการ Two channel synthesiss filter banks สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะของ Reconstruction two-channel synthesiss filter banks



รูปที่ 2.10 ลักษณะของ IDWT โดยการใช้ Dyadic tree structure

ลักษณะของ Tree structure filter banks เพื่อทำการรวบรวมสัมประสิทธิ์ cj(m) และ dj(m) กลับมาเป็น cj+1(n) อีกครั้งขบวนการนี้เรียกว่า การแปลงกลับเวฟเลท (Inverse Wavelet Transform: IWT) จากกระบวนการแปลงเวฟเลทและการแปลงกลับเวฟเลทจะสังเกตได้ว่าสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากการแปลงกลับจะมีค่าประมาณเท่ากับสัญญาณอินพุทของการแปลงเวฟเลทโดยที่รูปแบบของฟังก์ชันถ่ายโอน (Tranfer function) จะเป็นในลักษณะการสร้างกลับอย่างสมบูรณ์ของฟิลเตอร์แบงค์ (perfectly reconstructing filter banks) จากที่กล่าวมานี้จะใช้เฉพาะในกรณีของ Orthonormal wavelets หรือ Orthonormal filter banks เท่านั้น

บทที่ 3
การดำเนินงาน

จากปัญหาของการค้นหาเพลงในฐานข้อมูลโดยการใช้ keyword ในการค้นหา คือ ถ้าหากว่าผู้ใช้ไม่ทราบ keyword ที่ใช้ในการค้นหาก็ไม่สามารถที่จะค้นหาเพลงที่ต้องการได้ ดังนั้นจึงได้ใช้การวิเคราะห์ลักษณะของเสียงเข้ามาช่วยในการค้นหาเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ถ้าหากผู้ใช้ไม่ทราบ keyword ของเพลงที่ต้องการจะค้นหาก็สามารถค้นหาเพลงที่ต้องการได้จากแนวทางดังกล่าวจึงได้นำมาประยุกต์ในโครงงาน โดยโครงงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของโปรแกรม ส่วนของโปรแกรมนี้จะพัฒนาโดยใช้ MATLAB ซึ่งเหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมที่ทำงานระบบฐานข้อมูลเพลง

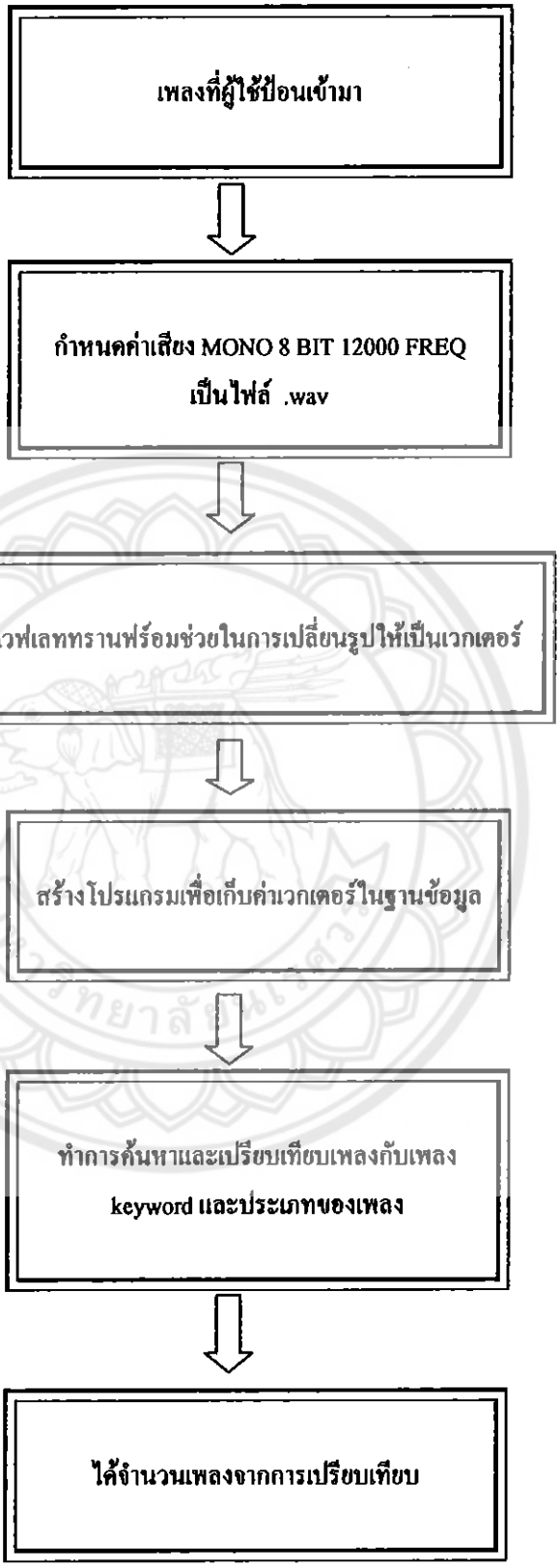
2. ส่วนฐานข้อมูลของเพลง ซึ่งจะสร้างโปรแกรมค้นหาข้อมูล แล้วเก็บค่าฮิสโตแกรมโดยส่วนของโปรแกรมจะเริ่มจากการป้อนเพลงต้นแบบ 1 เพลง จากนั้นก็จะมีค่าฮิสโตแกรมอันหนึ่งจะนำเอาลักษณะของเสียงของเพลงดังกล่าวไปเปรียบเทียบลักษณะของเพลงที่เก็บในฐานข้อมูลเพลงว่าควรที่จะใช้คำบอกลักษณะเพลง (Keyword) ซึ่งเพลงต้นแบบ 1 เพลง ก็อาจมีได้หลายเพลงที่มีค่าฮิสโตแกรมใกล้เคียง โดยค่าฮิสโตแกรมดังกล่าวจะใช้มาตรฐานของการใช้ค่าเป็นมาตรฐานเดียวกันจากนั้นโปรแกรมจะนำค่าฮิสโตแกรมบอกลักษณะของเพลง (Keyword) ที่ได้จากการเปรียบเทียบนั้นมาทำการหาค่าที่ซ้ำกันว่าแต่ละค่ามีจำนวนเท่าไหร่ และ จะนำจำนวนที่ได้นั้นไปคำนวนหาค่าความน่าจะเป็นโดยการนำจำนวนเพลงที่ซ้ำกันหารจำนวนเพลงได้ทั้งหมด ดังนี้

$$P = W/N$$

โดย P คือค่าความน่าจะเป็น
W คือ Keyword ที่ซ้ำกัน
N คือจำนวนเพลงที่หาได้ทั้งหมด

จากนั้นโปรแกรมก็นำค่าฮิสโตแกรมเพลงที่หาได้และค่าความน่าจะเป็นของแต่ละค่าแสดงให้กับผู้ใช้ ต่อไปผู้ใช้ก็จะเลือกชื่อเพลง (Keyword) ดังกล่าวป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมค้นหาเพลงตามคำบอกลักษณะเพลง (Keyword) สุดท้ายโปรแกรมก็จะแสดงเพลงที่ได้จากการประมวลผลออกมา

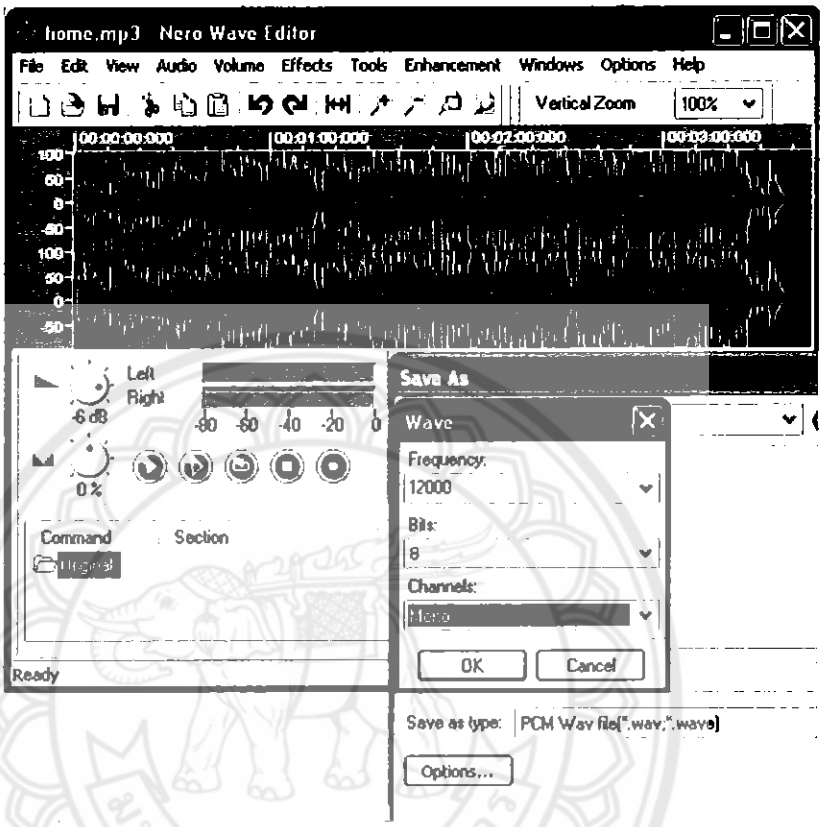
หลักการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของโปรแกรม

3.1 การกำหนดความถี่เสียง

ก่อนที่จะนำเพลงมาทำการวิเคราะห์ หาความละเอียดต่างๆ ของเพลง ควรจะทำการกำหนดความถี่ของเพลง และกำหนดชนิดของไฟล์เพลงในการทำการเวฟเลททรานฟร์อมต่อไป



รูปที่ 3.2 การกำหนดความถี่เสียง

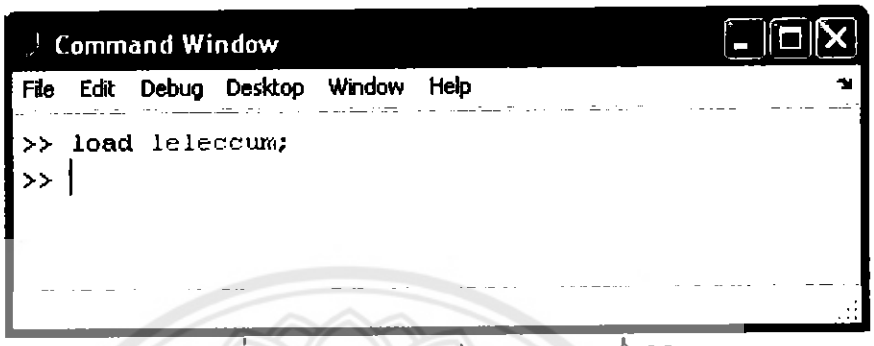
ขั้นตอนการทำงานของการกำหนดค่า ที่คณะทำการวิจัยได้กำหนด กำหนดไว้ที่ ค่า Frequency เท่ากับ 12000 freq กำหนดค่าบิตไว้ที่ 8 บิต คือ นับค่าตั้งแต่ 0 – 255 จำนวนใน และกำหนดเสียงเป็นระบบ Mono เพื่อในเวลาการวิเคราะห์สัญญาณเฉพาะบางช่วงเวลาและความถี่นั้นจะเสียเวลาในการคำนวณมาก

ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการแปลงที่สามารถวิเคราะห์สัญญาณได้เฉพาะช่วงความถี่ที่สนใจเท่านั้นทำให้สามารถพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเฉพาะช่วงได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

3.2 การวิเคราะห์การแปลงเวฟเลทหนึ่งมิติ (One-Dimensional Discrete Wavelet Analysis)

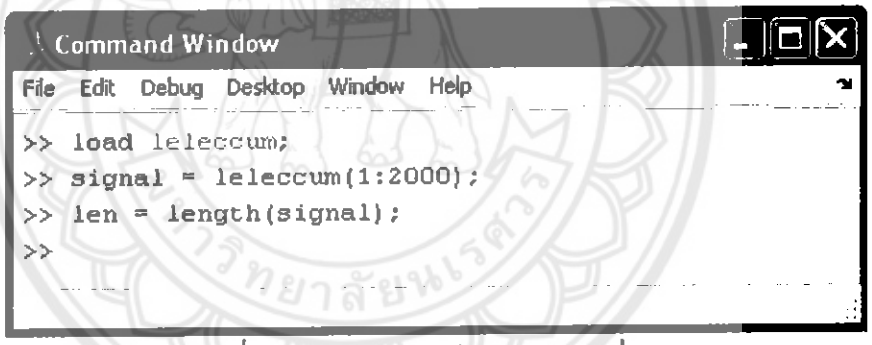
โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์การแปลงเวฟเลทของสัญญาณข้อมูลหนึ่งมิติ ซึ่งสามารถทำการศึกษาได้ตามขั้นตอนดังนี้

จากหน้าต่างคำสั่งของโปรแกรม MATLAB ให้พิมพ์คำสั่งนี้



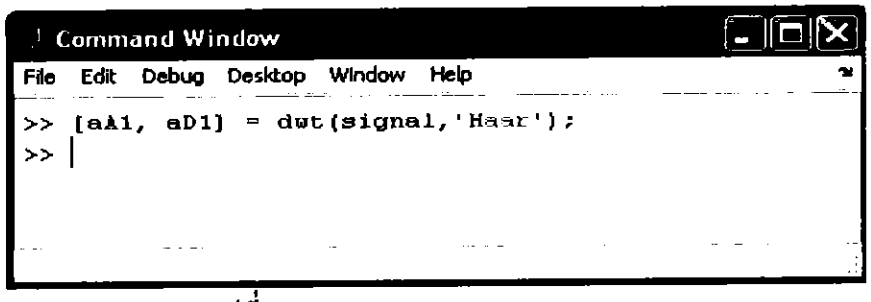
รูปที่ 3.2.1 การวิเคราะห์การเวฟเลทหนึ่งมิติ

กำหนดค่าตัวแปรให้สัญญาณข้อมูลหนึ่งมิติ



รูปที่ 3.2.2 การวิเคราะห์การเวฟเลทหนึ่งมิติ

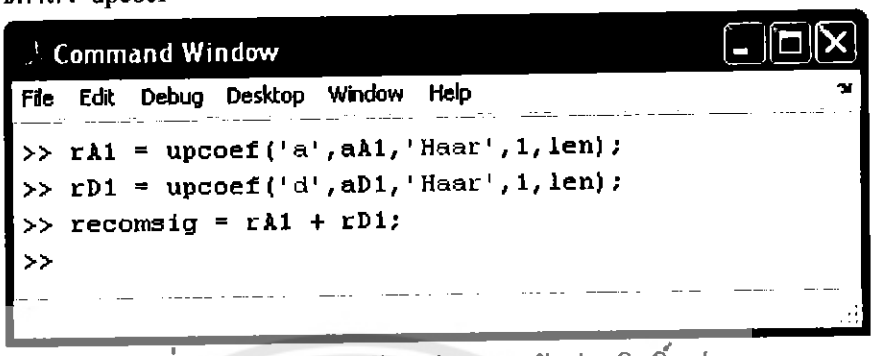
การทำการกระจาย (Decomposition) สัญญาณด้วยการแปลงเวฟเลทหนึ่งระดับ กระทำการกระจาย (Decomposition) สัญญาณด้วยการแปลงเวฟเลทหนึ่งระดับโดยใช้เวฟเลทตระกูล Daubechies par 4 ซึ่งมีตัวย่อคือ db4 ด้วยคำสั่ง dwt



รูปที่ 3.2.3 การกระจาย (Decomposition)

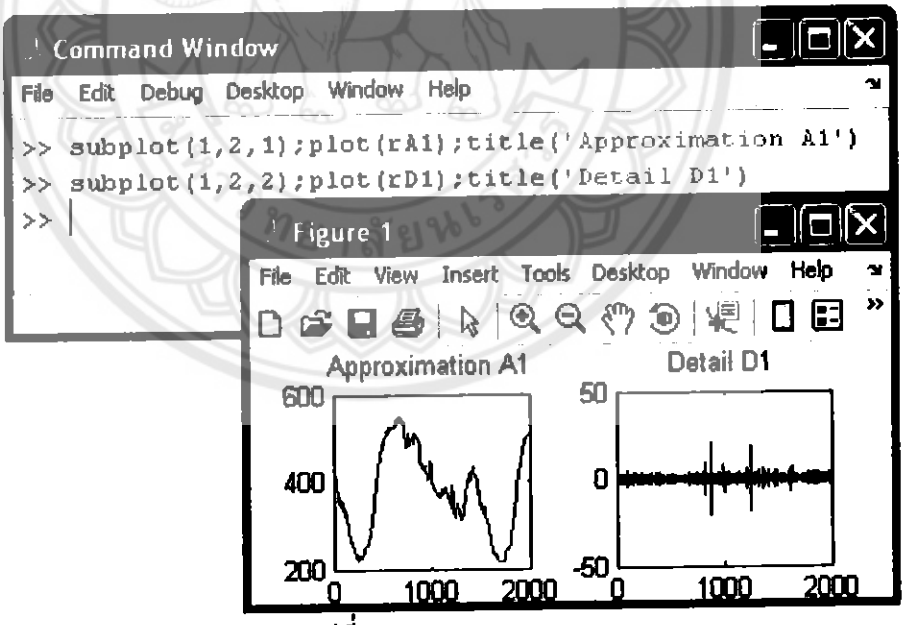
การแปลงกลับเวฟเลทจากสัมประสิทธิ์เวฟเลทในส่วนของ Approximations และ Details จากการแปลงเวฟเลทหนึ่งระดับ

เพื่อสร้างการแปลงกลับเวฟเลทจากสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเลทหนึ่งระดับในข้อ 3.2.3 จะใช้คำสั่ง upcoef



รูปที่3.2.4 การแปลงกลับเวฟเลทจากสัมประสิทธิ์เวฟเลท

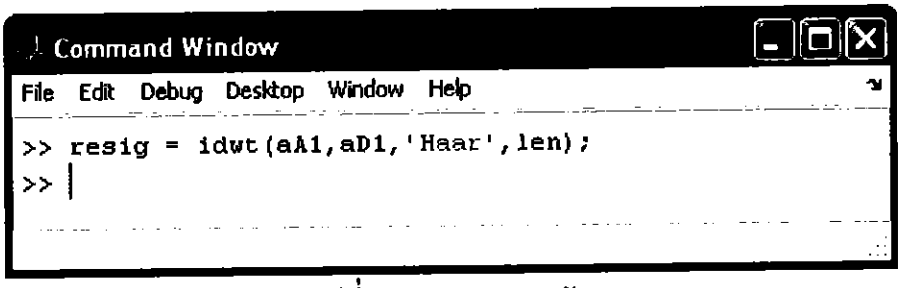
สังเกตได้ว่าผมรวมของสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการสร้างกลับ (reconsig) จะมีค่าเท่ากับข้อมูลอินพุท (singnal)การแสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากส่วน Approximation และส่วน Detail แสดงผลลัพธ์ของการกระจาย (Decomposition) หนึ่งระดับ



รูปที่ 3.2.5 Approximation

นอกจากการใช้คำสั่ง upcoef เพื่อหาสัมประสิทธิ์ได้จากแบบแปลงกลับเวฟเลทในส่วนของ Approximation และ Detail แล้วยังมีคำสั่งที่ใช้สำหรับการหาผลลัพธ์ของสัญญาณเอาท์พุทได้จากการแปลงกลับอีกคือคำสั่ง idwt

หาค่าสัญญาณเอาท์พุทจากการแปลงกลับ

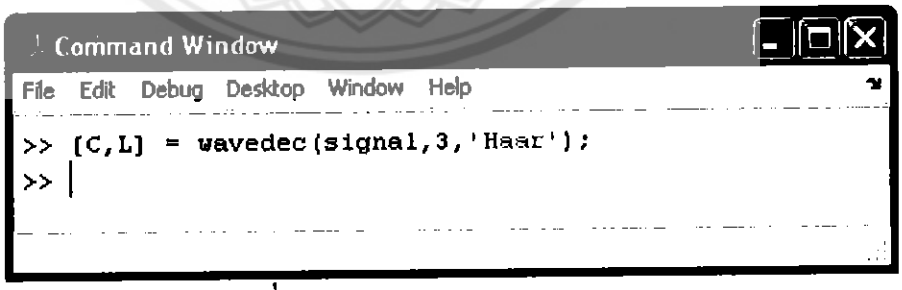


รูปที่ 3.2.6 การแปลงกลับ

การกระทำการวิเคราะห์หลายๆระดับของการกระจายการแปลงเวฟเลท
เพื่อกระทำการกระจายสัญญาณด้วยการแปลงเวฟเลท 3 ระดับสามารถกระทำ**ได้ดังนี้**

รูปที่ 3.2.7 การแปลงเวฟเลทหลายระดับ

การหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเลทในส่วนของ Approximation **ที่ระดับ** 3 สมการหาได้จากตัวแปร C และ L ได้โดย

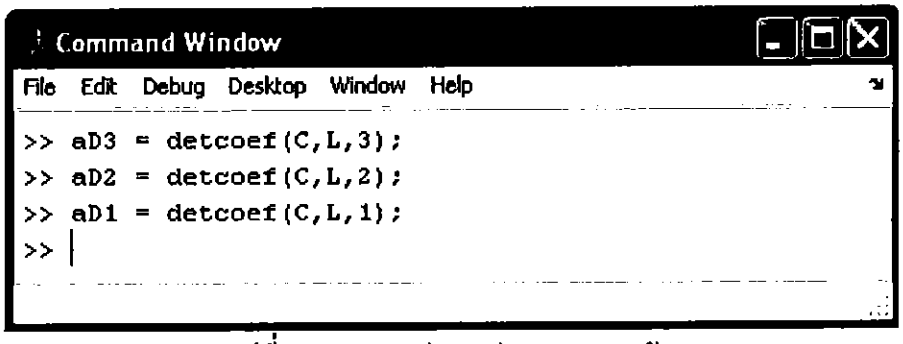


รูปที่ 3.2.8 การแปลงเวฟเลทหลายระดับ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 150092SX

การหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเลทในส่วนของ detail ที่ระดับ 1,2 และ 3 สมการหาได้จากตัวแปร C และ L ได้โดย

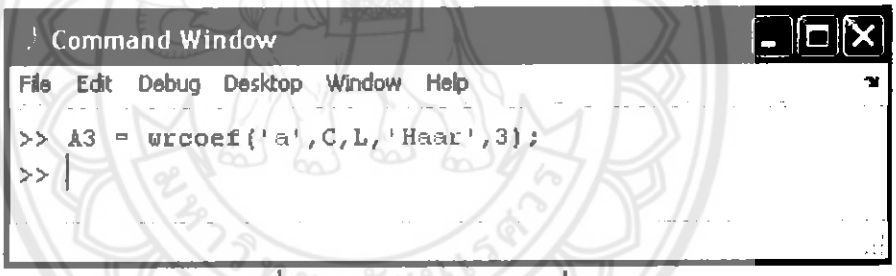
ปร. ส493ก 2549 ฉ.2



รูปที่ 3.2.9 การแปลงเวฟเลทหลายระดับ

การสร้างกลับเวฟเลทในส่วน Approximation ที่ระดับ 3

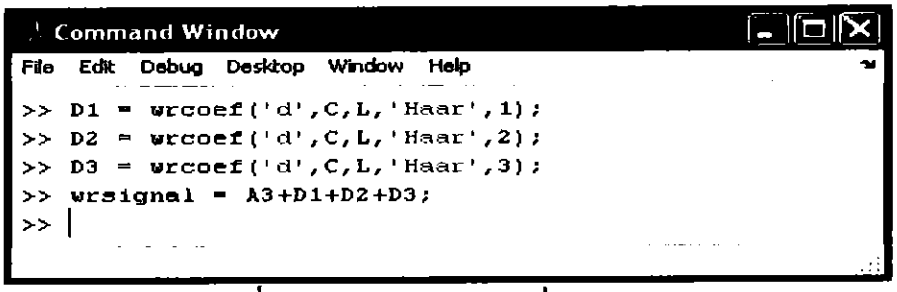
การสร้างกลับเวฟเลทในส่วน approximation ที่ระดับ 3 จาก C, L ที่ได้ใน ด้วยสมการใช้คำสั่ง wrcoef



รูปที่ 3.2.10 Approximation ที่ระดับ 3

การสร้างกลับเวฟเลทในส่วน Details ที่ระดับ 1,2 และ 3

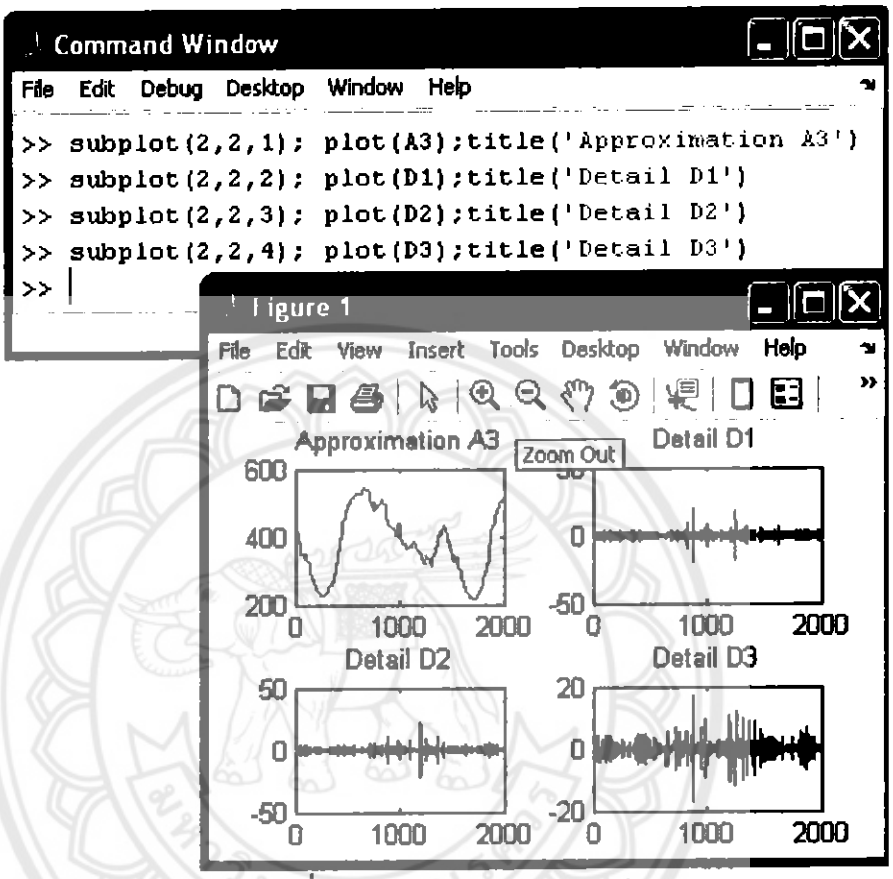
3.2.11 การสร้างกลับเวฟเลทในส่วน Details ที่ระดับ 1,2 และ 3 จาก C, L ที่ได้ ด้วยการใช้คำสั่ง wrcoef



รูปที่ 3.2.11 Approximation ที่ระดับ 1 2 3

สังเกตได้จากผลรวมของสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการสร้างกลับ (ในตัวแปรชื่อ wrsignal) จะมีค่าเท่ากับข้อมูลอินพุท (ในตัวแปรชื่อ signal) การแสดงค่าผลลัพธ์ต่างๆ ของการกระจาย (Decomposition) หลายระดับ

3.2.12 การแสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการกระจายการแปลงเวฟเลทที่ระดับ 3



รูปที่ 3.2.12 การแสดงค่าผลลัพธ์

3.3 การใช้งาน WAVELET

ขั้นตอนที่ 1 ทำการติดตั้งโปรแกรม MATLAB

ขั้นตอนที่ 2 Copy M-File ดังต่อไปนี้ไปไว้ยัง Folder ที่ชื่อว่า MATLAB/Work

2.1 Graph_Cascade.m

2.2 Sound_Analysis.m

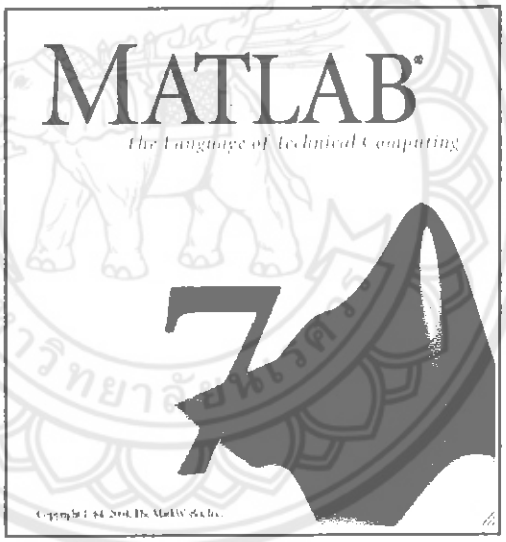
ขั้นตอนที่ 3 สร้าง Wave-File โดยกำหนดคุณสมบัติดังนี้

3.1 Channel = Manual Sound

3.2 Bit = 8 Bit

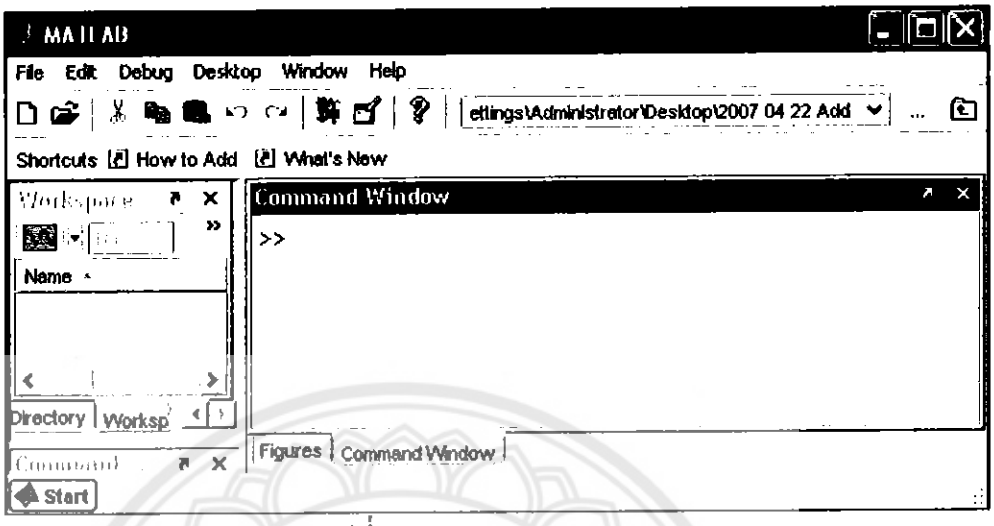
3.3 Frequency = 12000 Hz

ขั้นตอนที่ 4 เรียกใช้งานโปรแกรม MATLAB



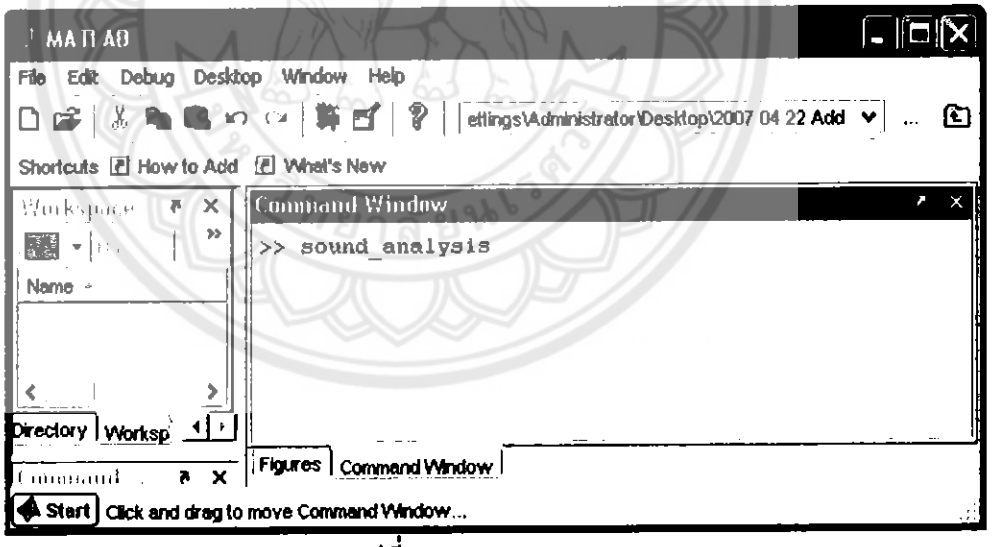
รูปที่ 3.3.1 โปรแกรม MATAB

ขั้นตอนที่ 5 มาที่หน้าต่าง Command Windows



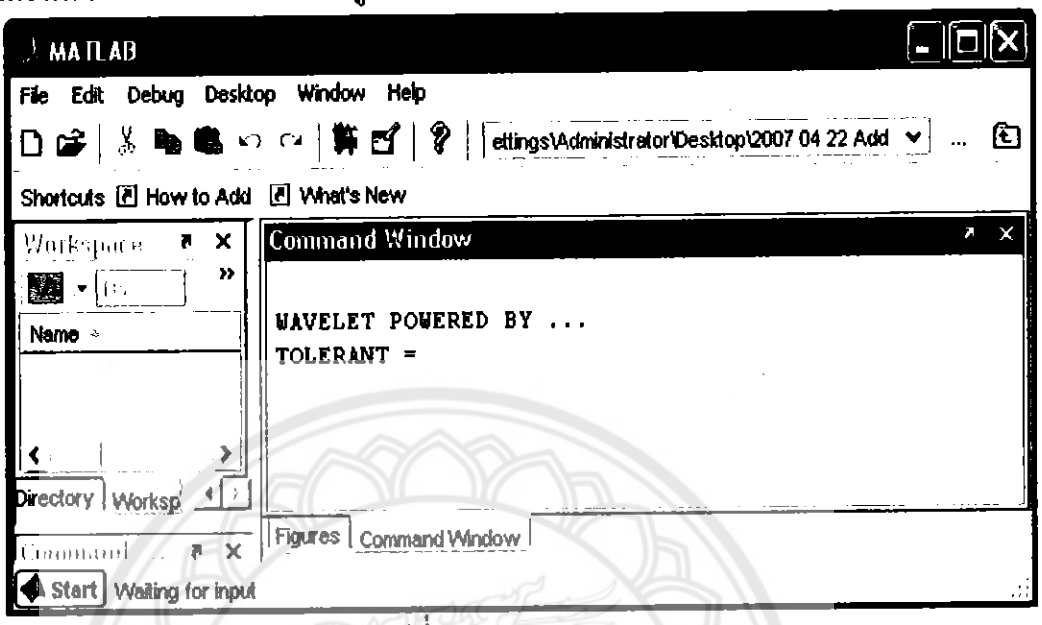
รูปที่ 3.3.2 Command Windows

ขั้นตอนที่ 6 พิมพ์คำสั่ง sound_analysis ↵



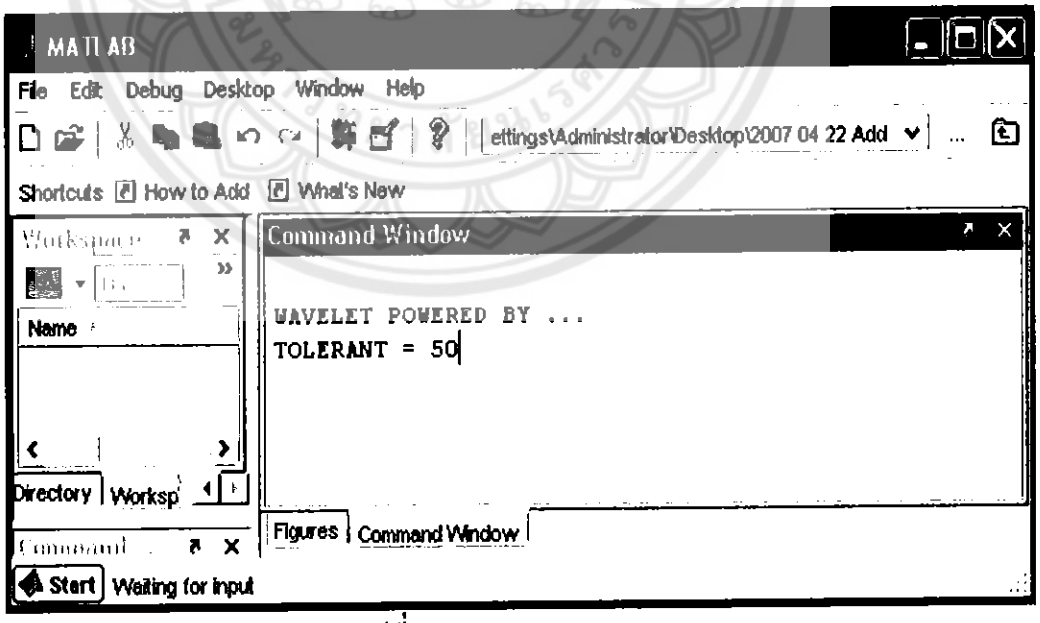
รูปที่ 3.3.3 sound_analysis

ขั้นตอนที่ 7 โปรแกรมมีการขอข้อมูล การยอมรับได้ (TOLERANT)



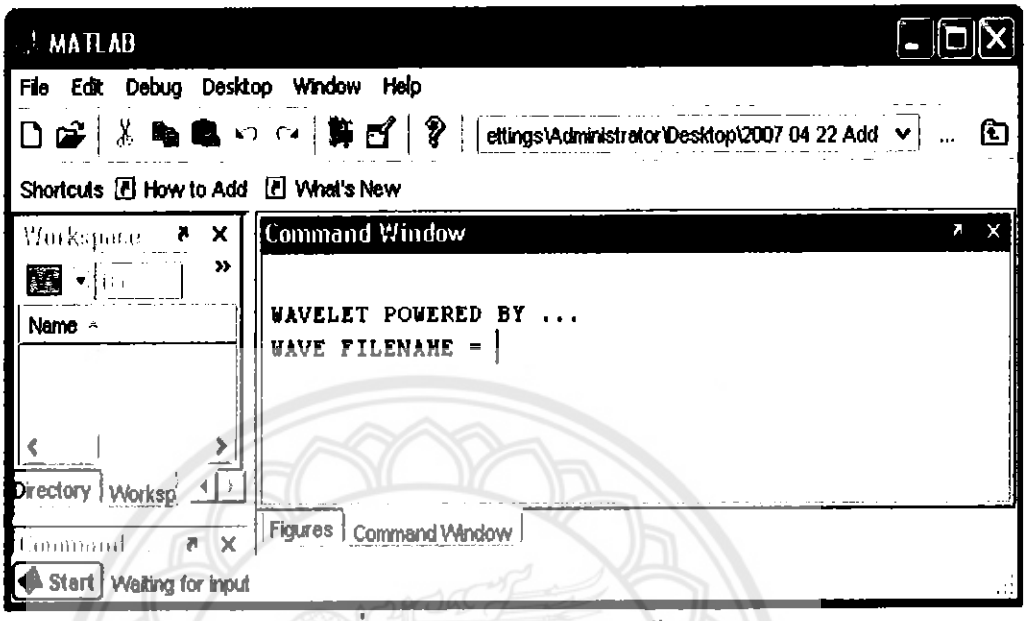
รูปที่ 3.3.4 (TOLERANT)

ขั้นตอนที่ 8 ทดลองป้อนค่า TOLERANT = 50 ↵



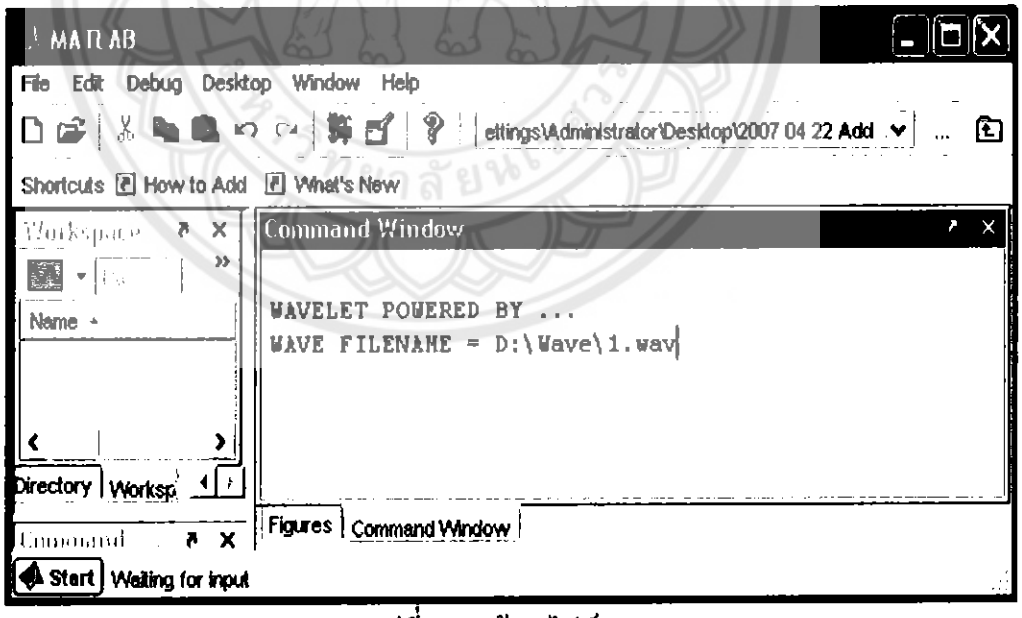
รูปที่ 3.3.5 (TOLERANT=50)

ขั้นตอนที่ 9 โปรแกรมมีการขอข้อมูล WAVE FILENAME



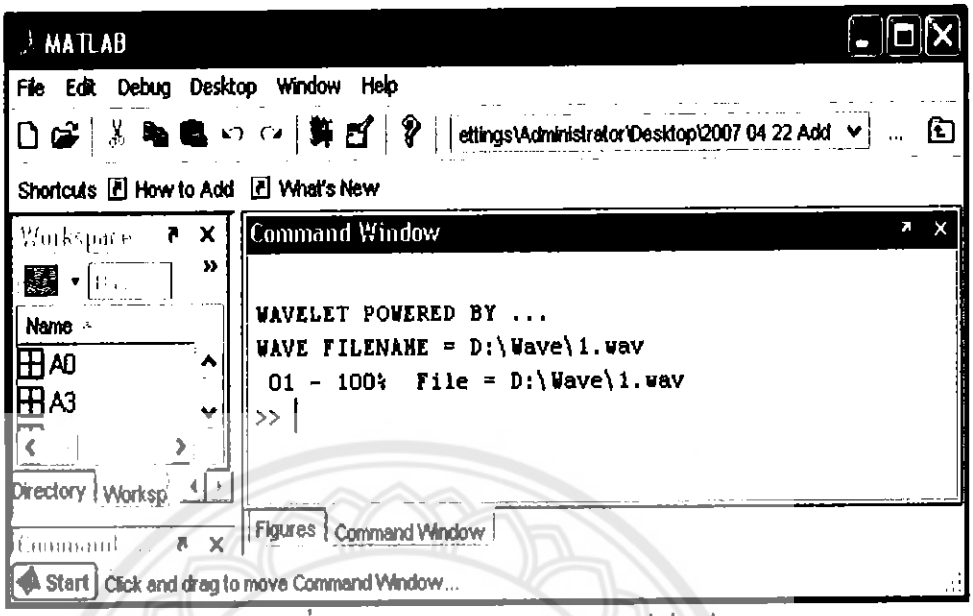
รูปที่ 3.3.6 โปรแกรมมีการขอข้อมูล

ขั้นตอนที่ 10 ป้อนข้อมูล WAVE FILENAME ที่ต้องการทำการวิเคราะห์



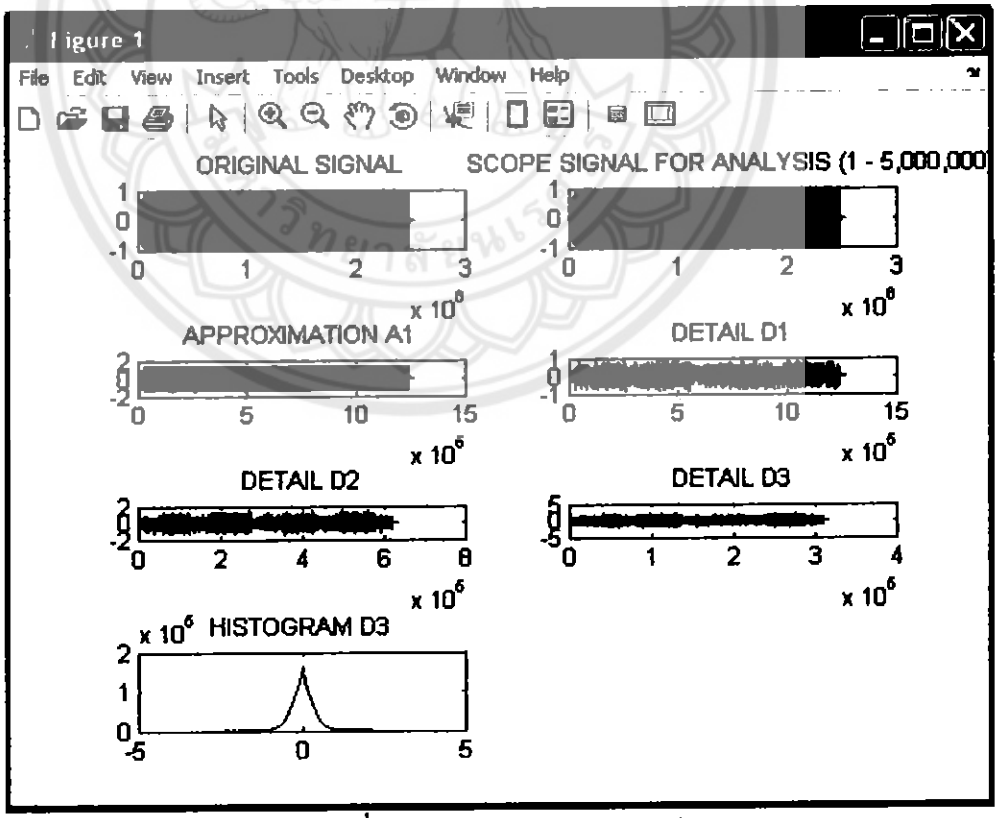
รูปที่ 3.3.7 ป้อนไฟล์เพลง

ขั้นตอนที่ 11 โปรแกรมแสดงผลของการวิเคราะห์ เป็นเปอร์เซ็นต์



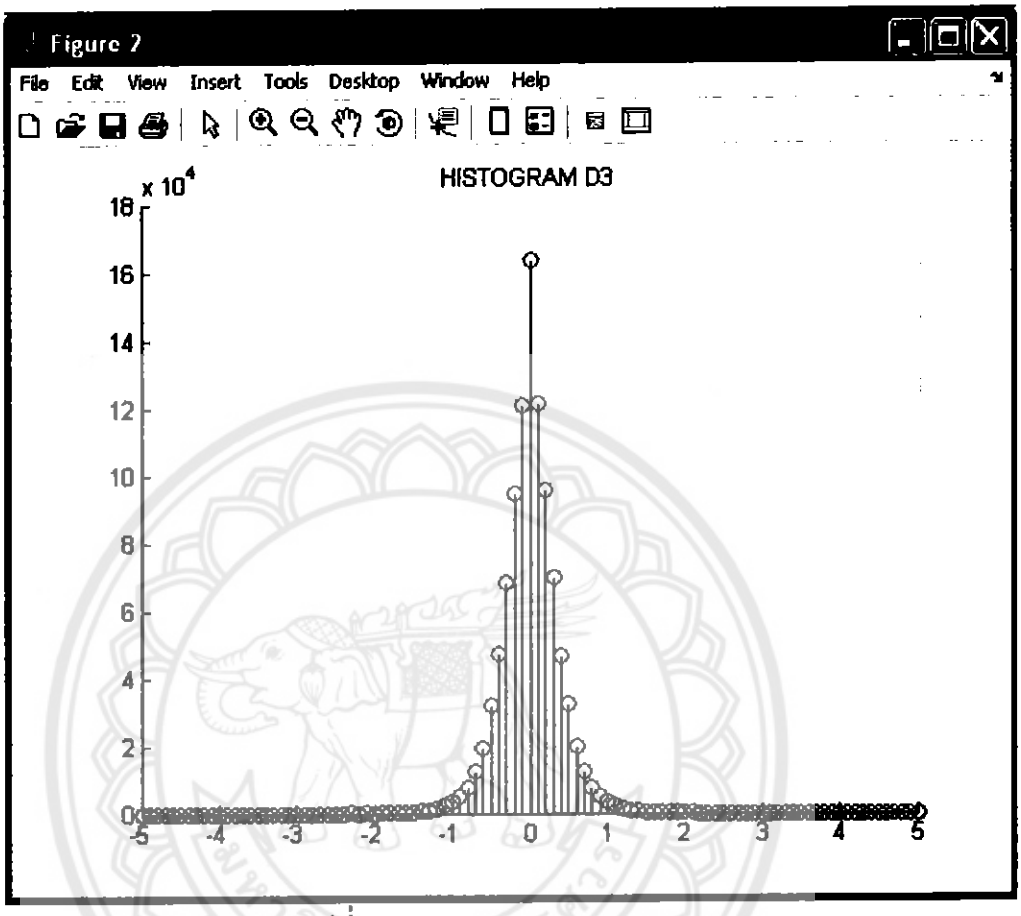
รูปที่ 3.3.8 โปรแกรมแสดงผลเปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนที่ 12 โปรแกรมแสดงผลของการวิเคราะห์ เป็นGraph รวม



รูปที่ 3.3.9 แสดงผลการวิเคราะห์

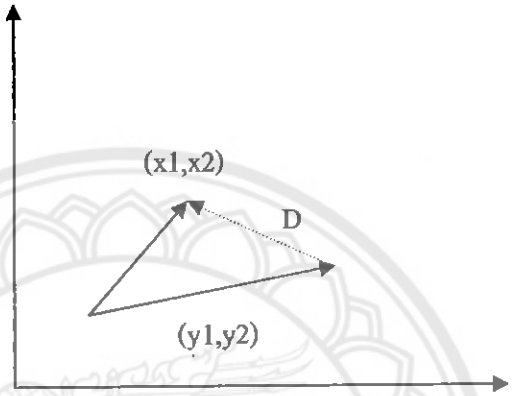
ขั้นตอนที่ 13 โปรแกรมแสดงผลของการวิเคราะห์ เป็นGraph HISTOGRAM D3



รูปที่ 3.3.10 Graph HISTOGRAM D3

3.4 การหาความคล้ายคลึงของเสียง

เมื่อต้องการหาความคล้ายคลึงของเสียงที่ผู้ใช้ ป้อนเข้ามากับเสียงที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูล ต้องนำเสียงที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาไปหาค่าเวคเตอร์ที่ใช้แทนเสียงในช่วงนั้นจากนั้นก็จะนำเอาค่าเวคเตอร์ที่หามาได้นั้นไปเปรียบเทียบกับค่าเวคเตอร์ของแต่ละเพลงที่มีอยู่ในฐานข้อมูลโดยการหาค่า distance ระหว่างเพลงที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามากับเพลงทั้งหมดที่มีอยู่ในฐานข้อมูล มีวิธีการดังนี้



รูปที่ 3.4.1 แสดงความคล้ายคลึงของเสียง

ตัวอย่างการคำนวณ

เสียงที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา Q1 = [1 2 1 10 5 6]

เพลงที่ 1 V1 = [2 4 2 9 4 1]

เพลงที่ 2 V2 = [4 7 1 2 3 5]

เพลงที่ 3 V3 = [1 3 1 9 5 6]

$$aD1(Q1,V1) = \sqrt{(1-2)^2 + (2-4)^2 + (1-2)^2 + (10-2)^2 + (5-4)^2 + (6-1)^2}$$

$$= 5.744$$

$$aD2(Q1,V2) = \sqrt{(1-4)^2 + (2-7)^2 + (1-1)^2 + (10-2)^2 + (5-3)^2 + (6-4)^2}$$

$$= 10.296$$

$$aD3(Q1,V2) = \sqrt{(1-1)^2 + (2-3)^2 + (1-1)^2 + (10-9)^2 + (5-5)^2 + (6-6)^2}$$

$$= 1.414$$

จะเห็นได้ว่าค่า aD3 มีค่าน้อยที่สุดแสดงว่าเพลง V3 มีความคล้ายคลึงกับเพลงที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามามากกว่าเพลง V1 และ V2 เพราะมีค่า Distanceที่น้อยกว่า (ค่า Distance ยิ่งเข้าใกล้ 0 มากเท่าไรก็ยิ่งมีความคล้ายคลึงกับเพลงที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามามาก)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

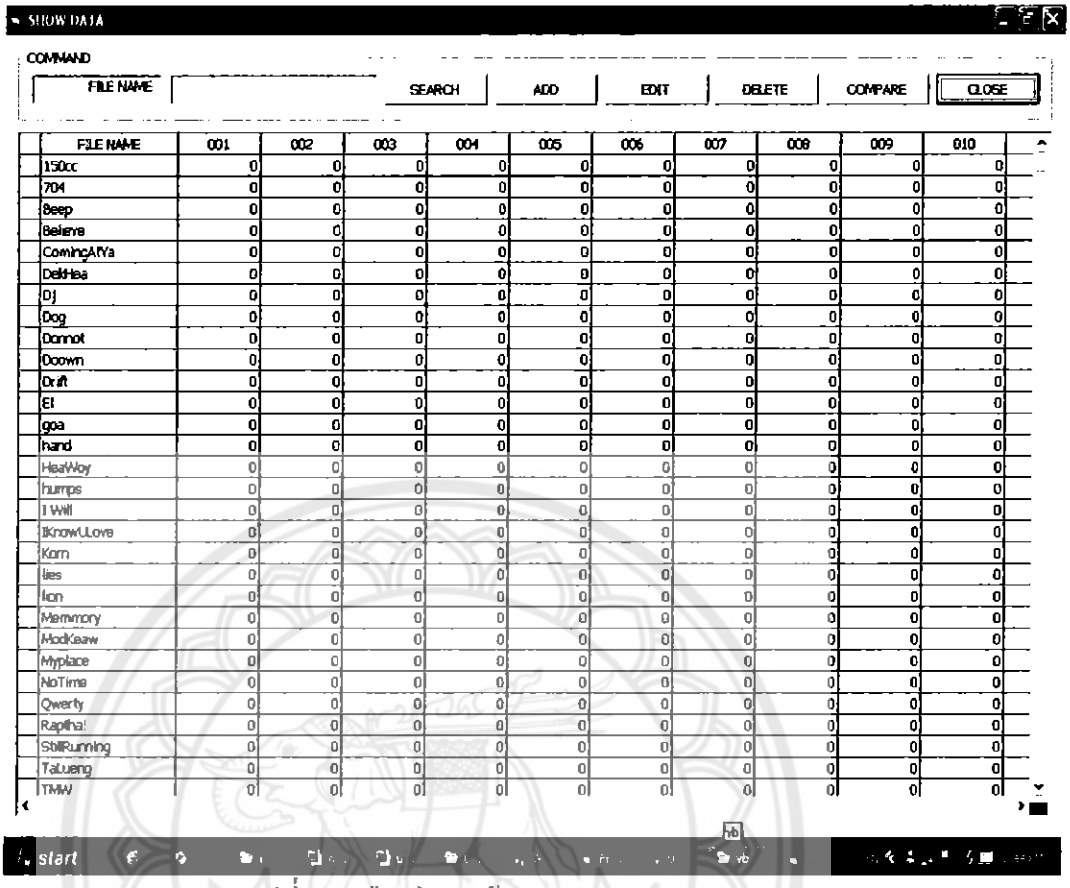
4.1 ผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะของเสียง

ในการทดลองใช้โปรแกรมในการค้นหาเพลงนี้จะให้ ผู้ใช้เป็นผู้เลือกไฟล์เพลงตัวอย่างที่มีไว้ให้ในโปรแกรมซึ่งผู้ใช้จะทำการเลือกไฟล์เพลงที่มีลักษณะของดนตรีและทำนองเพลงลักษณะเพลงที่ใกล้เคียงกับเพลงที่ผู้ใช้ต้องการจะทำการค้นหาโดยมีเงื่อนไขในการเลือก คือผู้ใช้จะสามารถเลือกไฟล์เพลงตัวอย่างที่มีในโปรแกรมได้เพียงไฟล์เดียวเท่านั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าส่วนของอินพุตที่ใช้ป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อใช้เป็นดัชนีในการค้นหา ก็คือไฟล์เพลงตัวอย่างที่ผู้ใช้เลือกจากไฟล์เพลงตัวอย่างในโปรแกรมนั้นเอง

เลือกโหมดเข้าสู่ WAVELET TRANSFORM

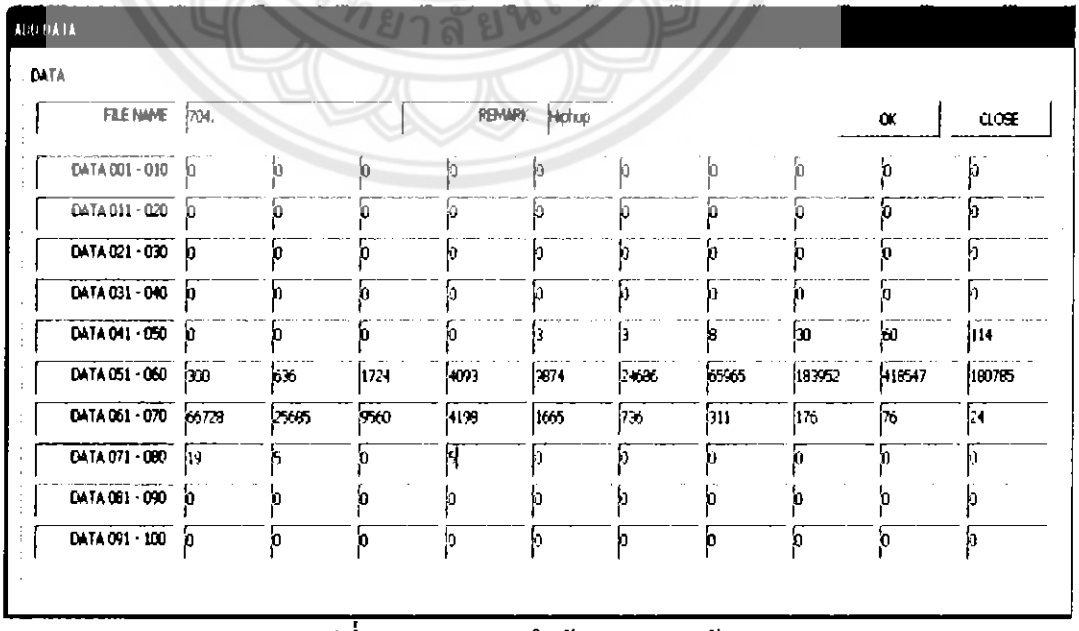
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมที่ใช้ในการค้นหาแบบ Wavelet Transform

- เมื่อทำการเลือกโหมด Wavelet Transform จะเข้าสู่หน้าของฐานข้อมูล



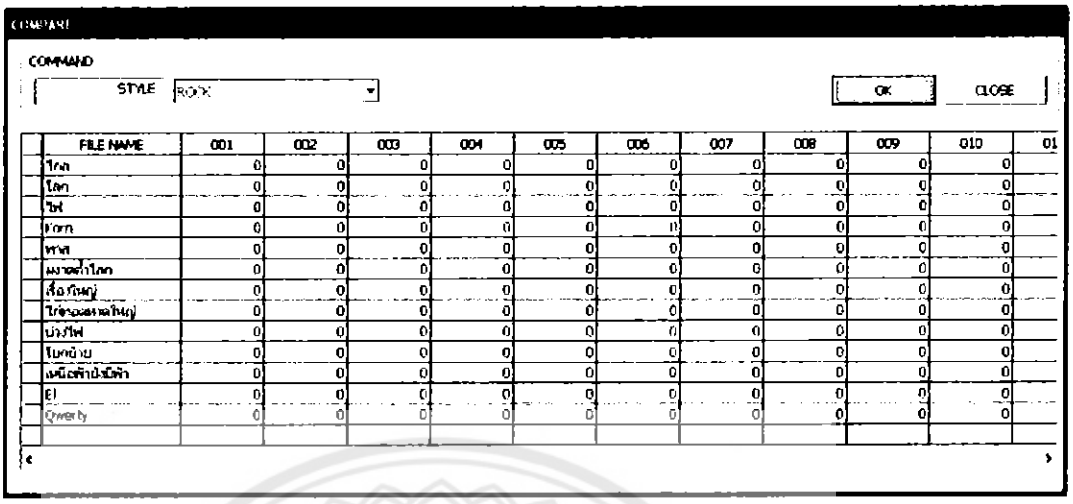
รูปที่ 4.2 เลือกโหมดข้อมูลการ Wavelet Transform

- เลือกโหมด ADD DATA บันทึกข้อมูลของเพลง



รูปที่ 4.3 ทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

- เลือกโหมด COMPARE เพื่อทำการเลือกชนิดของเพลง ในการค้นหา

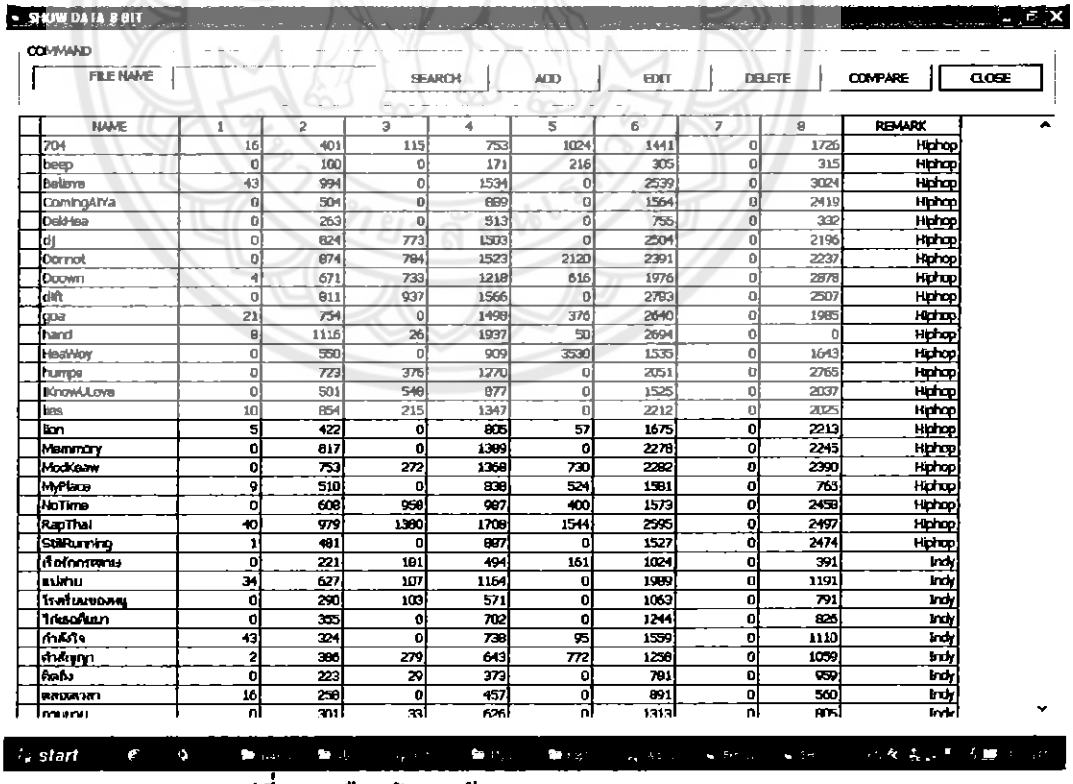


รูปที่ 4.4 ทำการค้นหาชนิดของเพลง

เลือกโหมด MEAN & STANDARD

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมที่ใช้ในการค้นหาแบบ MEAN & STANDARD

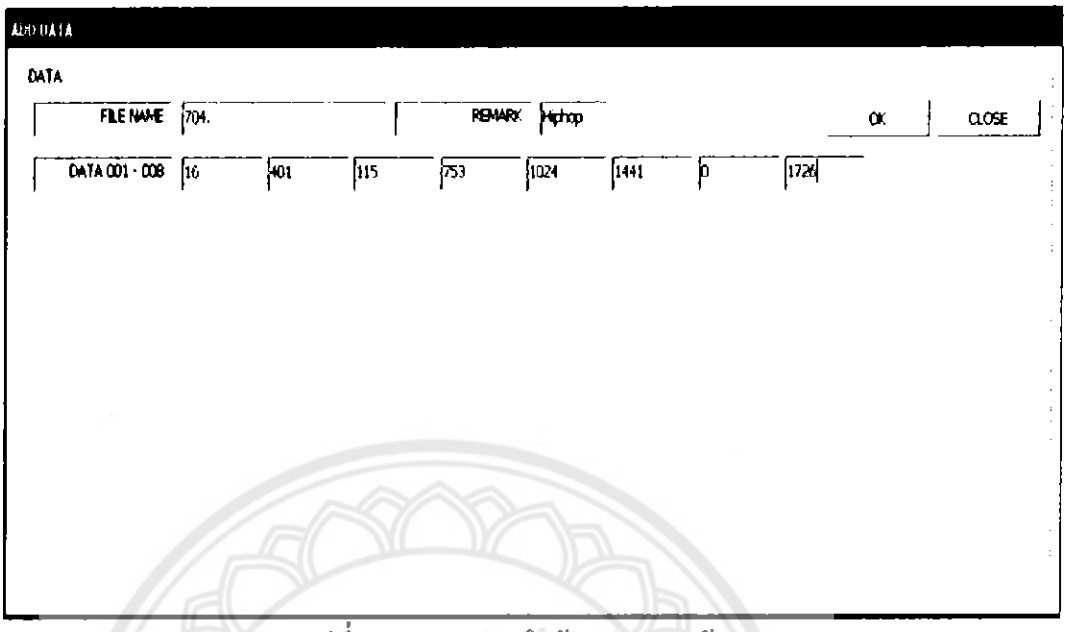
- เมื่อทำการเลือกโหมด MEAN & STANDARD จะเข้าสู่หน้าของฐานข้อมูล



NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	REMARK
704	16	401	115	753	1024	1441	0	1726	Hiphop
beep	0	100	0	171	216	305	0	315	Hiphop
Believe	43	994	0	1534	0	2539	0	3024	Hiphop
ComingAlYa	0	504	0	889	0	1564	0	2419	Hiphop
DekHea	0	263	0	513	0	755	0	332	Hiphop
dj	0	824	773	1503	0	2504	0	2196	Hiphop
Dornot	0	674	784	1523	2120	2391	0	2237	Hiphop
Doown	4	671	733	1218	616	1976	0	2878	Hiphop
drift	0	811	937	1566	0	2783	0	2507	Hiphop
goa	21	754	0	1498	376	2640	0	1985	Hiphop
hand	8	1116	26	1997	50	2694	0	0	Hiphop
HeaWay	0	550	0	909	3530	1535	0	1643	Hiphop
humpe	0	723	376	1270	0	2051	0	2765	Hiphop
IKnowULove	0	501	548	877	0	1525	0	2037	Hiphop
Ies	10	854	215	1347	0	2212	0	2025	Hiphop
lion	5	422	0	805	57	1675	0	2213	Hiphop
Mammory	0	817	0	1389	0	2278	0	2245	Hiphop
ModKeaw	0	753	272	1368	730	2282	0	2990	Hiphop
MyPlace	9	510	0	838	524	1581	0	765	Hiphop
NoTime	0	608	958	987	400	1573	0	2458	Hiphop
RapThai	40	979	1380	1708	1544	2595	0	2497	Hiphop
StillRunning	1	481	0	887	0	1527	0	2474	Hiphop
[illegible]	0	221	181	494	161	1024	0	391	Indy
[illegible]	34	627	107	1164	0	1989	0	1191	Indy
[illegible]	0	290	109	571	0	1063	0	791	Indy
[illegible]	0	355	0	702	0	1244	0	826	Indy
[illegible]	43	324	0	738	95	1559	0	1110	Indy
[illegible]	2	386	279	643	772	1256	0	1059	Indy
[illegible]	0	223	20	373	0	791	0	959	Indy
[illegible]	16	258	0	457	0	891	0	560	Indy
[illegible]	0	301	33	626	0	1313	0	805	Indy

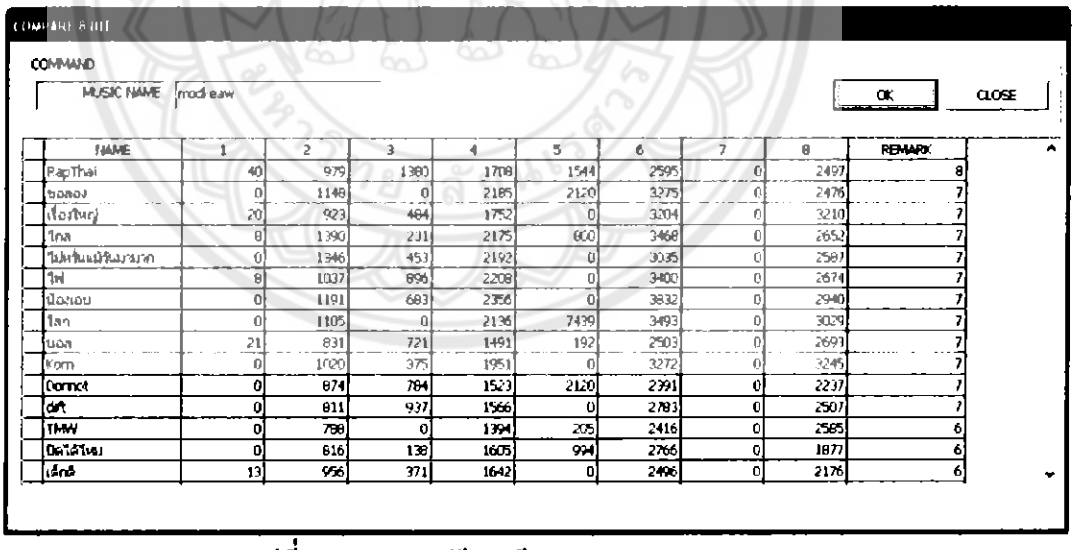
รูปที่ 4.5 เลือกโหมดข้อมูลการ MEAN & STANDARD

- เลือกโหมด ADD DATA บันทึกข้อมูลของเพลง



รูปที่ 4.6 ทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

- เลือกโหมด COMPARE เพื่อทำการเปรียบเทียบเพลง ในการค้นหา



NAME	1	2	3	4	5	6	7	8	REMARK
RapThai	40	979	1380	1708	1544	2595	0	2497	8
ร้องลอง	0	1148	0	2185	2120	3275	0	2476	7
เพื่อรักษ์	20	923	484	1752	0	3204	0	3210	7
ไกล	8	1390	231	2175	800	3468	0	2652	7
ไม่เห็นแม้ใจมาลา	0	1346	453	2192	0	3035	0	2587	7
ไฟ	8	1037	896	2208	0	3400	0	2674	7
น้องเอย	0	1191	683	2356	0	3832	0	2940	7
ไกล	0	1105	0	2136	7439	3493	0	3029	7
นอน	21	831	721	1491	192	2503	0	2691	7
Rom	0	1020	375	1951	0	3272	0	3245	7
Oomoct	0	874	784	1523	2120	2391	0	2237	7
deft	0	811	937	1566	0	2783	0	2507	7
TMW	0	798	0	1394	205	2416	0	2585	6
ปีหน้าใหม่	0	816	138	1605	994	2766	0	1877	6
เล็กซ์	13	956	371	1642	0	2496	0	2176	6

รูปที่ 4.7 ทำการเปรียบเทียบเพลงจากเพลง keyword

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ในการออกแบบดำเนินการสร้างและทดสอบโปรแกรมการค้นหาเพลงโดยการวิเคราะห์ลักษณะของเสียงนั้นมีทีมผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 การออกแบบและดำเนินการสร้างฐานข้อมูล

ทีมผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการออกแบบและดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลสำหรับโปรแกรมการค้นหาเพลงโดยการวิเคราะห์ลักษณะของเสียงโดยโปรแกรมที่ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลทางทีมงานผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Access ซึ่งในฐานข้อมูลนี้จะเก็บรวบรวมเพลงต่างๆไว้สำหรับให้โปรแกรมทำการเปรียบเทียบกับไฟล์เสียงตัวอย่างที่ผู้ใช้เป็นผู้เลือกจากตัวอย่างของไฟล์เสียงที่มีไว้ให้ในโปรแกรมซึ่งหลังจากที่ผู้ใช้เลือกไฟล์เพลงตัวอย่างแล้วโปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบและหาค่าความแตกต่างของเพลงที่ผู้ใช้เลือกกับเพลงที่มีอยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด

5.1.2 การสร้างแอปพลิเคชั่น

ทีมผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าฮิสโตแกรมเพื่อทำการติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูลและผู้ใช้ โดยใช้ภาษา Visual Basic 6 ในการสร้าง ซึ่งแอปพลิเคชั่นนี้จะเป็นตัวกลางเพื่อให้ผู้ใช้ในการค้นหาเพลงที่ต้องการ โดยทางทีมผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำแอปพลิเคชั่นนี้ให้ดูเรียบง่ายเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการใช้งานในการทำการค้นหาเพลงที่ผู้ใช้ ต้องการ

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

ทีมผู้จัดทำโครงงานได้รวบรวมปัญหาที่พบในการทำโครงงาน ดังต่อไปนี้

5.2.1 การวิเคราะห์หาจำนวน segment

ในการวิเคราะห์หาจำนวน segment ที่เหมาะสมสำหรับเพลงแต่ละเพลงนั้นจะต้องแบ่ง segment ตรงที่มีการเปลี่ยนจังหวะของเสียงเพลง ทำให้การหาจำนวน segment ที่เหมาะสมของแต่ละเพลงทำได้ยากมากเนื่องจากเพลงแต่ละเพลงมีลักษณะของเสียง ลักษณะดนตรี ไม่เหมือนกัน มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่คล้ายคลึงกัน

5.2.2 จำนวนเพลงที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

มีผลกับเวลาที่ใช้ในการประมวลซึ่งถ้าหากข้อมูลในฐานข้อมูลมีมากก็ทำให้โปรแกรมประมวลผลได้ช้าลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การจัดทำฐานข้อมูล

ในการจัดทำฐานข้อมูลควรมีการจัดเรียงหมวดหมู่ เช่น เพลงที่มีจังหวะรีอคเหมือนกันก็ควรจะอยู่ในหมวดเดียวกันเพื่อลดระยะเวลาที่โปรแกรมใช้ในการค้นหา

5.3.2 ผู้ที่สนใจที่จะทำการพัฒนาโปรแกรม

หากผู้ที่สนใจที่จะทำการพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อควรมีความรู้และความเข้าใจในโปรแกรม MATLAB ให้มากพอสมควรเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจในโปรแกรมนี้

5.3.3 การประมวลผลในการค้นหาของโปรแกรม

ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นผู้ที่จะทำการพัฒนาโปรแกรมต่อควรศึกษาหาวิธีการในการค้นหาที่มีประสิทธิภาพดีกว่านี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ผศ.น.ท.ดร.สุธรรม ศรีเกษม, น.ต.เมธินทร์ ทรงชัยกุล, ร.อ.สง่า ศรีศุภปรีดา, คู่มือการเขียน MATLAB เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรม, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.2544

[2] จารุทัศน์ วงษ์สันต์. MATLAB เชิงวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม, กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ 2545

[3] ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล. คู่มือการเขียนโปรแกรมและการใช้งาน Visual Basic. โรงพิมพ์เอช.เอ็น.กรุ๊ป.2548

[4] รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ " คู่มือการเขียนโปรแกรม MATLAB " โรงพิมพ์อินโฟเพลส.2544

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายภาสร นกครุฑ

วันเดือนปีเกิด 2 มิถุนายน พ.ศ. 2526

ภูมิลำเนา 187 ม. 6 ต.พญาวัง อ.บึงสามพัน จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเพชรพิทยาคม

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : morn_cpe9@hotmail.com

ชื่อ นายไพรวัลย์ ภู่นิ่ม

วันเดือนปีเกิด 24 เมษายน พ.ศ. 2526

ภูมิลำเนา 148/2 ม.6 ต. บ้านสวน อ.เมือง จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : phraiwal@hotmail.com