การพัฒนาซอฟต์แวร์โปรแกรมการคัดแยกชนิดวัสดุโดยใช้เสียง
Acoustic Resonance Testing Machine Program

ปองภพ สุคนธรัตนสุข
พีรพัฒน์ ชัชวาลหรรษา
อานุภาพ แทนพลกรัง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาซอฟต์แวร์โปรแกรมการคัดแยกชนิดวัสดุโดยใช้เสียง

Acoustic Resonance Testing Machine Program

ปองภพ สุคนธรัตนสุข
พีรพัฒน์ ชัชวาลหรรษา
อานุภาพ แทนพลกรัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....149034
วัน,เดือน,ปี.....27 S.A. 2560

b.1287971X
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

Acoustic Resonance Testing Machine Program

Peeraphat Chatchavalhansa

Pongphop Sukontarattanasook

A-nupap Thanponkrang

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพัฒนาซอฟต์แวร์โปรแกรมการคัดแยกชนิดวัสดุโดยใช้เสียง
Acoustic Resonance Testing Machine Program

ชื่อนักศึกษา ปองภพ สุคนธรัตนสุข รหัสนักศึกษา 55050369
พีรพัฒน์ ชัชวาลหรรษา รหัสนักศึกษา 55050407
อานุภาพ แทนพลกรัง รหัสนักศึกษา 55050542

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ธีระ ศิริธีรากุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อนันตพร หรรษคุณาฒัย ประธานกรรมการ	
ดร.สายชล ใจเย็น กรรมการ	
ผศ.ธีระ ศิริธีรากุล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพัฒนาซอฟต์แวร์ โปรแกรมการคัดแยกชนิดวัสดุโดยใช้เสียง
Acoustic Resonance Testing Machine Program

ชื่อนักศึกษา ปองภพ สุคนธรัตนสุข รหัสนักศึกษา 55050369
พีรพัฒน์ ชัชวาลหรรษา รหัสนักศึกษา 55050407
อานุภาพ แทนพลกรัง รหัสนักศึกษา 55050542

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ธีระ ศิริธีรากุล

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้ได้ทำการศึกษาและจัดทำเกี่ยวกับการเปรียบเทียบเสียงของไม้แต่ละชนิดบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในการแยกชนิดไม้ด้วยตาเปล่า ซึ่งบางท่านไม่ทราบว่าไม้แต่ละชนิดคือไม้ชนิดใด การศึกษานี้จัดทำขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยได้ใช้วิธีการหาคุณลักษณะของเสียงแบบสัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอล จากนั้นได้เลือกวิธีการไดนาร์มิคไทม์วาร์ปิงในการเปรียบเทียบเสียงของไม้ 4 ชนิดที่บันทึกไว้ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูงและสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการสรุปผลการทดลองการแยกชนิดของไม้ ซึ่งเสียงที่ใช้ในการทดลองจะเป็นเสียงจากการเคาะไม้ โดยใช้เครื่อง Trapping hammer

คำสำคัญ : การแยกชนิดของไม้โดยการเคาะ, การเปรียบเทียบเสียง, การแยกชนิดของไม้

Title Acoustic Resonance Testing Machine Program

Students Mr. Pongphop Sukontarattanasook Student ID 55050369

Mr. Peeraphat Chatchavalhansa Student ID 55050407

Mr. A-nupap Thanponkrang Student ID 55050542

Degree Bachelor of Science (Computer Science)

Department Computer Science

Faculty Science

University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)

Academic Year 2015

Advisor Asst.Prof.Teera Siriteerakul

Abstract

This special problem studies about identifying types of wood by computer, instead of visual classification. It's made with Mel Frequency Cepstral Coefficient characteristic finding and Dynamic Time Warping methods on a computer to compare the four recorded sounds of each wood piece; which were made by trapping hammer. The methods are accurate, and its results can be used to make a summary of the wood type identifying study.

Keywords : Wood identifying by Trapping hammer, Sounds comparison, Wood type classification.

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ธีระ ศิริธีรา กุล ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีแก่คณะผู้จัดทำในการปรับปรุงปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้ควบคุมการสอบปัญหาพิเศษที่ให้คำแนะนำ ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดาที่ให้การสนับสนุน ให้รับการศึกษา ให้การเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนมาอย่างดีและ เป็นกำลังใจมาโดยตลอดการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่มอบโอกาสให้ได้เข้าศึกษาในสถาบันแห่งนี้ ทำให้ได้พบกับคณาจารย์และบุคลากรที่มีศักยภาพในการช่วยพัฒนาทักษะและมอบความรู้ให้แก่นักศึกษา

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณนางสาววันทกานต์ เจียมพานิชนัน และนายวสันต์ เพียรมาก และทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ปัญหาพิเศษนี้สาเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปองภพ สุคนธรัตนสุข
พีรพัฒน์ ชัชวาลหรรษา
อานุภาพ แทนพลกรัง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของหัวข้อปัญหาพิเศษ 1

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์เสียง (Preprocessing) 3

2.1.1 การพรีเอมฟาซิส (Pre-emphasis) 4

2.1.2 การแบ่งช่วงสัญญาณ (Frame blocking) 4

2.1.3 การวินโดว์ (Windowing) 4

2.2 การวิเคราะห์เสียง (Speech Analysis) 7

2.2.1 สัมประสิทธิ์การทำนายพันธะเชิงเส้น (LPC) 7

2.2.2 สัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอล (MFCC) 8

2.3 การจำแนกรูปแบบ (Pattern Classification) 9

2.3.1 แบบไดนาร์มิคไทม์วาร์ปิง (DTW) 9

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.2 แบบไดนาร์มิคไทม์วาร์ปิงแบบเร็ว (FastDTW) 10
2.3.3 แบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ (HMM) 12
2.4 Non Destructive Testing 12
2.4.1 ความสำคัญของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย 12
2.4.2 ข้อจำกัดของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย 13
2.5 โปรแกรม Python 13
2.5.1 คุณลักษณะเด่นของภาษา Python 14
บทที่ 3 ขั้นตอนวิธีในการดำเนินงาน 16
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงาน 16
3.1.1 เครื่องเคาะไม้ 16
3.1.2 ไม้ทั้ง 4 ชนิด 17
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ 18
3.3 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (Preprocessing) 19
3.3.1 การพรีเอมฟาซิส (Pre-emphasis) 19
3.3.2 การแบ่งช่วงสัญญาณ (Frame blocking) 19
3.3.3 การวินโดว์ (Windowing) 19
3.4 การวิเคราะห์เสียงพูด (Speech Analysis) 20
3.4.1 หลังจากที่ทำ Hamming window 20
3.5 การจำแนกรูปแบบ (Pattern Classification) 20
3.6 การออกแบบหน้าตาโปรแกรม 21
3.6.1 ส่วนของหน้าจอแสดงผล 21
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 23
4.1 ข้อกำหนดในการทดลอง 23

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.1 ลักษณะของข้อมูลเสียง..... 23
4.1.2 การประมวลผลเบื้องต้น..... 23
4.2 วิธีการทดลอง..... 24
4.2.1 การใช้งานโปรแกรม..... 24
4.2.2 การทดลองหาค่าความต่างของวิธีการ DTW 30
4.2.2 ทดลองหาค่าความแม่นยำในการสั่งงานจากค่าความต่างที่กำหนด..... 30
4.3 ผลการทดลอง..... 30
4.3.1 ผลทดลองหาค่าความต่างของวิธีการ DTW..... 30

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 33
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน..... 33
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ..... 33
เอกสารอ้างอิง..... 34
ภาคผนวก..... 36
ภาคผนวก ก 37

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงค่าความต่างของเสียงของวิธี DTW 31
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความต่างของเสียงของวิธี DTW 31
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความต่างของเสียงทั้งหมดของวิธี DTW 31
4.4 แสดงผลการทดลองการเปรียบเทียบด้วยเสียง 32

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ก่อนทำ Hamming Window	6
2.2	หลังทำ Hamming Window	6
2.3	แสดงไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานของ LPC	8
2.4	แสดงไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานของ MFCC	8
2.5	แสดงแนวคิดของการหาค่าความห่างของ DTW	10
2.6	แสดงอัลกอริทึม Sakoe-Chiba Band(ซ้าย) และ Itakura Parallelogram(ขวา)	10
2.7	แสดงการลดจำนวนตัวแทนของ FastDTW ทำให้เส้นทางมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย	11
2.8	แสดงถึงการทำงานของ FastDTW (radius = 1)	11
2.9	โปรแกรม Python	13
3.1	Trapping hammer (กรอบสีเขียว)	16
3.2	กล่องความคุม Trapping hammer (กรอบสีเขียว)	17
3.3	ไม้ที่นำมาทดลอง	17
3.4	ขั้นตอนหลักในการดำเนินการรู้จำเสียง	18
3.5	แสดงขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของระบบ	18
3.6	ก่อนการทำ Hamming window (ภาพด้านซ้าย) และ หลังจากทำ Hamming window (ภาพด้านขวา)	19
3.7	แสดงหน้าตาของแถบโปรแกรมบันทึกเสียงต้นแบบ	21
3.8	แสดงหน้าตาของแถบโปรแกรมจำแนกชนิดไม้	22
4.1	เลือกชนิดของไม้	24
4.2	บันทึกเสียงไม้ต้นแบบ	24
4.3	บันทึกเสียงเสร็จสิ้น	25
4.4	การเล่นเสียงที่บันทึกไว้	25
4.5	บันทึกเสียงเพื่อทำการเปรียบเทียบ	26

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	กำลังบันทึกเสียงเพื่อเริ่มการจำแนกชนิดของไม้	26
4.7	แสดงชนิดของไม้จากการบันทึกเสียง	27
4.8	ไม่พบชนิดของไม้จากการบันทึกเสียง	27
4.9	เลือกไฟล์เสียง	28
4.10	หน้าต่างเลือกไฟล์เสียง	28
4.11	ไม่พบชนิดของไม่จากการเลือกไฟล์เสียง	29
4.12	แสดงชนิดของไม้จากการเลือกไฟล์เสียง	29
ก.1	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (1)	38
ก.2	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (2)	39
ก.3	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (3)	39
ก.4	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (4)	40
ก.5	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (5)	40
ก.6	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (6)	40
ก.7	การตั้งค่าโปรแกรม (1)	41
ก.8	การตั้งค่าโปรแกรม (2)	42
ก.9	การตั้งค่าโปรแกรม (3)	42
ก.10	การตั้งค่าโปรแกรม (4)	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง ทางกลุ่มผู้จัดทำปัญหาพิเศษจึงได้คิดค้นโปรแกรมคัดแยกชนิดของไม้โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องโดยมีการแสดงผลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ทางเราได้เห็นความสำคัญในเรื่องนี้ ซึ่งในส่วนของโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมานั้นสามารถประมวลผลโดยอัตโนมัติและแสดงค่าที่ได้ออกทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถแยกชนิดของไม้ได้อย่างชัดเจน

เนื่องจากในส่วนอุตสาหกรรมการใช้แรงงานมนุษย์ ในการแยกชนิดของไม้แต่ละชนิดจะมีความไม่แน่นอน ทักษะการฟังเสียงของแต่ละคนนั้นไม่เท่ากันและการที่ใช้แรงงานมนุษย์ในการแยกนั้น จะขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของแต่ละบุคคล ซึ่งทำให้ไม่มีมาตรฐานในการแยกแยะชนิดของไม้ แต่การใช้เครื่องเคาะแยกชนิดของไม้ จะทำให้มีมาตรฐานเดียวกันในการแยกแยะและสามารถลดปัญหาต่างๆที่เกิดจากการใช้แรงงาน กล่าวคือ สามารถลดจำนวนแรงงานในโรงงานลงได้ และจะทำให้ลดต้นทุนที่ใช้คัดแยกชนิดของไม้ได้ โดยที่ตัวเครื่องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของหัวข้อปัญหาพิเศษ

1.2.1 เพื่อสร้างต้นแบบโปรแกรมคัดแยกชนิดของไม้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้จำแนกได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

1.2.2 เพื่อหวังให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่ายว่าเป็นไม้ชนิดไหน โดยที่ผลจะแสดงออกมาทางเครื่องคอมพิวเตอร์

1.2.3 ประหยัดเวลาในการคัดแยกไม้ในแต่ละชนิด

1.2.4 ในเชิงอุตสาหกรรมช่วยลดต้นทุนที่ใช้จ้างแรงงานในการคัดแยกชนิดของไม้

1.2.5 เพื่อให้ชิ้นงานที่ผลิตจากไม้แต่ละชนิดมีคุณภาพสูงสุด

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1.3.1 เครื่องเคาะวัตถุจะต้องเป็นเครื่อง Trapping hammer เท่านั้น

1.3.2 มีไม้ต้นแบบทั้งหมด 4 ชนิด

1.3.3 เป็นโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น

1.3.4 ห้องไร้เสียงรบกวน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เรียนรู้และเข้าใจเครื่องมือในการพัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.4.2 เรียนรู้และเข้าใจในการคัดแยกชนิดของไม้ โดยนำไม้มาผ่านการทดสอบกับโปรแกรม

1.4.3 เพื่อสะดวกต่อผู้ใช้งาน สามารถทราบชนิดของไม้ได้ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 กำหนดและเลือกหัวข้อโครงงาน

1.5.2 ทำการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม

1.5.3 ศึกษาและเรียนรู้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับโปรแกรม

1.5.4 ทดลองใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น

1.5.5 แก้ไขข้อผิดพลาดและพัฒนาโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบเปรียบเทียบเสียงในปัญหาพิเศษนี้มีวิธีการใกล้เคียงกับระบบการรู้จำเสียงเป็นอย่างมาก ทางผู้จัดทำจึงได้ประยุกต์ระบบการรู้จำเสียงเพื่อนำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้ ขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1.การเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์เสียง (Preprocessing)

2.การวิเคราะห์เสียง (Speech Analysis)

3.การจำแนกรูปแบบ (Pattern Classification)

2.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์เสียง (Preprocessing)

การเตรียมข้อมูลเบื้องต้นเป็นการจัดเตรียมข้อมูลดิบของเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียง ซึ่งโดยทั่วไปจะมีสัญญาณรบกวน โดยขั้นตอนนี้จะเป็นการลดสัญญาณรบกวนและเตรียมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้ในการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากสัญญาณของเสียงโดยรวมจะแปรเปลี่ยนตามเวลา (Time Variant) และไม่เสถียร (Unstable) ดังนั้นในการประมวลผลสัญญาณเชิงเลขกับเสียง จะแบ่งสัญญาณเสียงออกเป็นช่วงย่อยๆ โดยแต่ละช่วงของสัญญาณเสียงจะมีความยาวประมาณ 10-40 มิลลิวินาที ซึ่งถือได้ว่าสัญญาณเสียงในแต่ละช่วงมีความเสถียร (Stable) และไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา (Time Invariant) จากนั้นจึงสามารถทำการประมวลผลสัญญาณเชิงเลขกับสัญญาณเสียงในแต่ละช่วงได้

2.1.1 การพรีเอมฟาซิส (Pre-emphasis)

องค์ประกอบส่วนใหญ่ของสัญญาณเสียงจะอยู่ที่บริเวณช่วงความถี่ต่ำ เมื่อเทียบกับแถบความถี่ (bandwidth) ไม่เกิน 4 kHz จึงทำให้ช่วงบริเวณความถี่สูงจะมีอัตราส่วนสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio : SNR) สูง เพื่อให้อัตราส่วนสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวนมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงแถบความถี่ทั้งหมด จึงต้องมีการพรีเอมฟาซิส (Pre-emphasis) ก็คือการกรองสัญญาณด้วยวงจรกรองแบบผ่านความถี่สูงซึ่งมักนิยมใช้วงจรกรองอันดับหนึ่ง (First Order Digital Filters) ตามสมการที่ 2.1 ค่า a อยู่ในช่วงระหว่าง 0.9 ถึง 1 ค่าที่นิยมใช้คือ 0.95 เป็นการเน้นให้สัญญาณช่วงความถี่สูงมีขนาดสูงขึ้น

$$s'(n) = s(n) - a * s(n-1) \tag{2.1}$$

เมื่อ a เป็นสัมประสิทธิ์ตัวกรอง

s'(n) เป็นค่าของสัญญาณเสียงพูดขาออกที่ผ่านวิธีพรีเอมฟาซิส

s(n) เป็นค่าของสัญญาณเสียงพูดขาเข้า

2.1.2 การแบ่งช่วงสัญญาณ (Frame blocking)

เป็นขั้นตอนในการแบ่งสัญญาณเสียงเป็นส่วนย่อยขนาดความยาวประมาณ 10 – 40 มิลลิวินาที ซึ่งทำให้สัญญาณเสียงมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก หรือ ไม่มีเลย เพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองการกระจายของหน่วยสัญญาณเสียงย่อยทางสถิติได้

2.1.3 การวินโดว์ (Windowing)

โดยปกติแล้วการประยุกต์ส่วนมากจะใช้กรอบของสัญญาณที่มีช่วงกว้างกว่าช่องของข้อมูลที่คงที่ และเน้นเฉพาะช่องตรงกลางของกรอบให้เป็นส่วนของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เช่น ข้อมูลสัญญาณเสียงที่มีลักษณะคงที่ในช่วงเวลา 10 มิลลิวินาที ก็อาจจะใช้ช่องแคบขนาด 20 มิลลิวินาที โดยช่วงกึ่งกลางช่องแคบ ซึ่งรูปแบบของกรอบมีอยู่ด้วยกันหลายลักษณะ เช่น Blackman Windows : BMW, Barlett Windows : BLW, Hamming Windows : HMW เป็นต้น โดยฟังก์ชั่นกรอบที่นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์สัญญาณเสียงคือ Hamming Windows : w(n) ซึ่งจะมีรูปร่างตามลักษณะของ Cosine Pulse โดยจะมีนิยามดังสมการที่ 2.2

$$w(n) = (1 - \alpha) - \alpha \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \quad (2.2)$$

w(n) เป็นฟังก์ชั่นหน้าต่าง

n เป็นลำดับข้อมูลในกรอบสัญญาณเสียงพูด โดยที่ n = 0, 1, ..., N-1

N เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมดในกรอบสัญญาณเสียงพูด

ในปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกใช้ฟังก์ชั่นกรอบชนิด Hamming Window ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการลดทอนแอมปลิจูดอย่างช้าๆ ที่บริเวณปลายแต่ละข้างของกรอบสัญญาณเสียงพูด เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต่อเนื่องตรงบริวณจุดปลาย โดยสมการที่ 2.2 จะแสดงค่าฟังก์ชั่นกรอบ w(n) และสมการที่ 2.3 จะแสดงค่าสัญญาณเสียงพูดที่ผ่านกรรมวิธีการวางกรอบ

$$\tilde{x}_l(n) = x_l(n)w(n) \quad (2.3)$$

w(n) เป็นฟังก์ชั่นหน้าต่างซึ่งจะทำการลดความไม่ต่อเนื่องของเฟรมที่ l ตัวอย่าง

l เป็นลำดับของกรอบสัญญาณเสียงพูด โดยที่ l = 0, 1, ... , L-1

L เป็นจำนวนของกรอบสัญญาณเสียงพูด

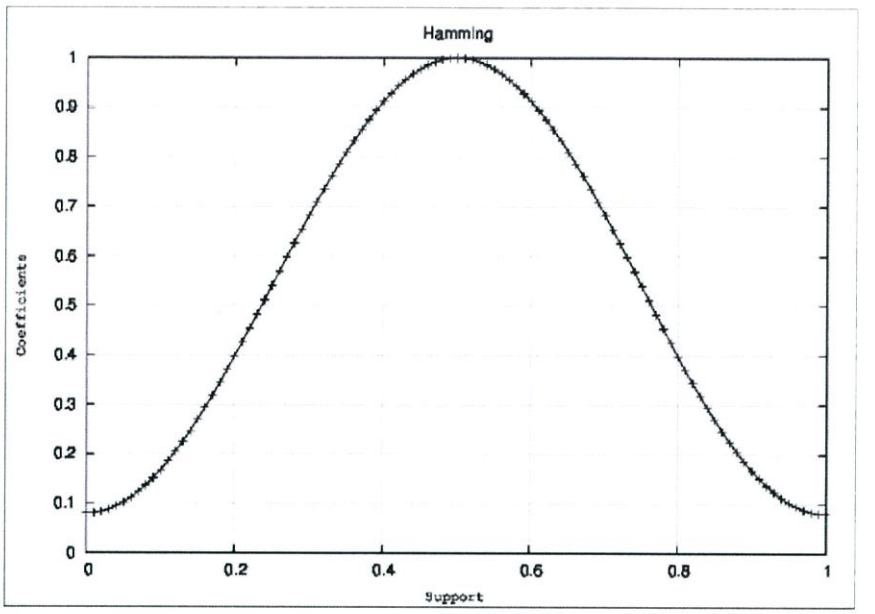
$x_l(n)$ เป็นค่าสัญญาณเสียงพูดของข้อมูลที่ n

$\tilde{x}_l(n)$ เป็นค่าสัญญาณเสียงพูดที่ผ่านกรรมวิธีการวางกรอบ โดย

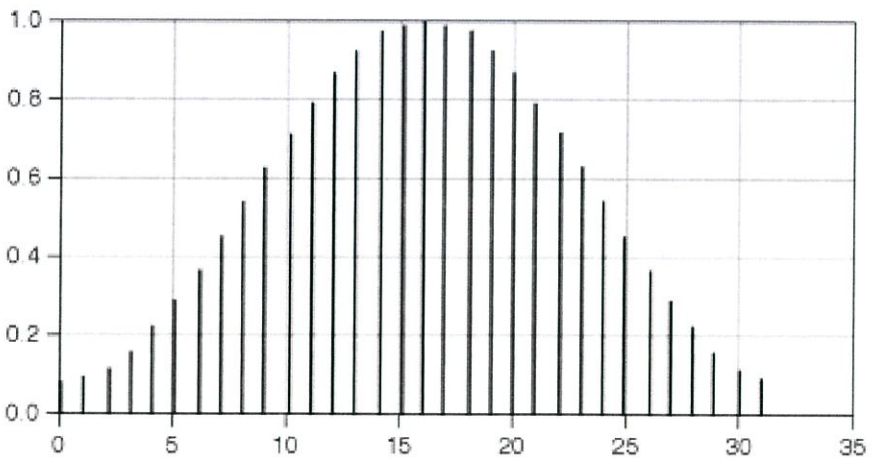
สัญญาณเสียงที่ได้จะมีความยาวเท่ากับจำนวนของกรอบสัญญาณเสียงชุดและมีหน่วยเป็น L เฟรม

n เป็นจำนวนตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละเฟรม โดยที่ n = 0, 1, ... , N-1

N เป็นจำนวนตัวอย่างทั้งหมดใน 1 เฟรม



รูปที่ 2.1 ก่อนทำ Hamming Window



รูปที่ 2.2 หลังทำ Hamming Window

2.2 การวิเคราะห์เสียง (Speech Analysis)

เป็นเทคนิคการลดจำนวนข้อมูล โดยที่จากข้อมูลจำนวนมากจะถูกแปลงเป็นชุดข้อมูลที่มีจำนวนน้อยลง และยังคงแสดงคุณสมบัติสำคัญของรูปคลื่นสัญญาณเสียงได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการวิเคราะห์หาค่าที่ใช้แทนสัญญาณเสียง แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก

กลุ่มแรกเป็นค่าลักษณะสำคัญระดับสูง (High Level Feature) ได้แก่ สำเนียงการพูด รูปแบบในการพูด และความเร็วในการพูด เป็นต้น

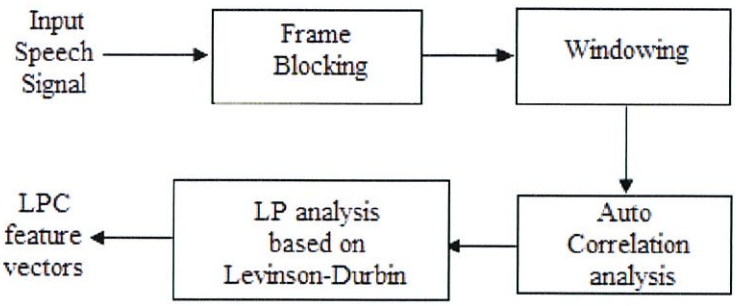
กลุ่มที่สอง จะใช้ค่าลักษณะสำคัญทางฉันทลักษณ์ (Prosodic Feature) เช่น ค่าความถี่มูลฐาน (Fundamental Frequency) ความถี่ฟอร์แมนท์ (Formant Frequency) และระดับพลังงาน (Energy Profile) เป็นต้น ถึงแม้ว่าค่าลักษณะสำคัญแบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงในการรู้จำ แต่ยากในการสกัดจากสัญญาณ

กลุ่มสุดท้ายเรียกว่าค่าลักษณะสำคัญแบบเอนเวโลปของสเปกตรัม (Spectral Envelop Feature) เป็นกลุ่มที่ใช้ในปัญหาพิเศษนี้ เนื่องจากค่าลักษณะสำคัญส่วนใหญ่จะรวมอยู่ในข้อมูลเชิงสเปกตรัมนี้ อีกทั้งยังง่ายและสะดวกในการคำนวณหาค่า ซึ่งในกลุ่มนี้มีวิธีการที่นิยมใช้บ่อยคือ LPC และ MFCC

โดยในปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกใช้ MFCC ในการวิเคราะห์เสียงจากการเคาะไม้

2.2.1 สัมประสิทธิ์การทำนายพันธะเชิงเส้น (Linear Predictive Coefficient : LPC)

การประมาณพันธะเชิงเส้น (Linear Predictive : LP) เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพสัญญาณ เช่น Spectrum Magnitude ของสัญญาณ เทคนิคนี้พิจารณาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งก็ใช้ได้ดีสำหรับสัญญาณเสียงพูดและนำมาประยุกต์ใช้กับระบบรู้จำเสียงพูดได้เป็นอย่างดี การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นวิธีการที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดอัตราการส่งสัญญาณดิจิตอลลงอย่างมาก กล่าวคือ การวิเคราะห์สัญญาณเสียงที่ผ่านเข้ามาเพื่อหาสัมประสิทธิ์ตัวทำนายไปเปรียบเทียบกับสัญญาณจริง เพื่อจะนำค่าความผิดพลาดนั้นไปเข้ากระบวนการเข้ารหัส พร้อมๆกับชุดสัมประสิทธิ์ที่ได้วิเคราะห์ แล้วจึงทำการเข้ารหัสเพื่อส่งออกไป โดยค่าสัมประสิทธิ์ของการประมาณพันธะเชิงเส้นหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์โดยการใช้วิธีของ Levinson Durbin Theory : LDT และแปลงค่าที่ได้เป็นสัมประสิทธิ์เซปตรัม ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีลักษณะน่าเชื่อถือได้ดีกว่าและมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการรู้จำเสียงตามความรู้สึกของมนุษย์โดยแท้จริง

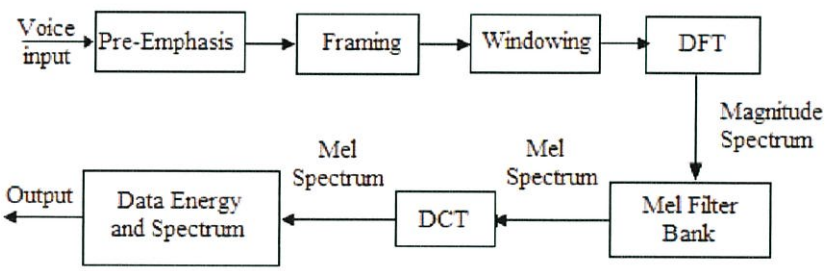


รูปที่ 2.3 แสดงไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานของ LPC

2.2.2 สัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอล (Mel Frequency Cepstral Coefficient : MFCC)

สัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอล เป็นลักษณะเด่นที่ปรับปรุงมาจากสัมประสิทธ์เซปสตรัมปกติ ด้วยการปรับสเกลของสเปกตรัมให้อยู่บนสเกลที่เหมาะสมสำหรับการรับฟังของมนุษย์ เนื่องจากสัญญาณเสียงพูดในช่วงความถี่ต่ำ จะมีนัยสำคัญมากกว่าสัญญาณเสียงพูดในช่วงความถี่สูง จึงมีการออกแบบสเกลของสเปกตรัมให้สามารถเก็บรายละเอียดของสัญญาณเสียงช่วงความถี่ต่ำได้มากกว่า เรียกว่า สเกลเมล (Mel Scale)

สัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอล คำนวณได้จากการวิเคราะห์โดยไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-Parametric Analysis) คือ ไม่มีการสร้างแบบจำลองสัญญาณเพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองให้ได้สัญญาณที่เราต้องการ แต่เป็นการนำสัญญาณผ่านวงจรกรองแบบผ่านแถบความถี่ (Band Pass Filter) หลายวงจร โดยแต่ละวงจรกรองมีช่วงความถี่ที่ผ่านได้แตกต่างกัน โดยวงจรกรองที่ใช้เป็นชุดวงจรกรองแบบดิจิตอล (Digital Filter Bank) ที่ใช้วิเคราะห์สเปกตรัมของสัญญาณเสียงพูด โดยเลียนแบบตามการได้ยินของมนุษย์



รูปที่ 2.4 แสดงไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานของ MFCC

2.3 การจำแนกรูปแบบ (Pattern Classification)

การจำแนกรูปแบบประกอบด้วย 2 หน้าที่หลัก คือการนำเวกเตอร์ของค่าลักษณะสำคัญของสัญญาณเสียงที่อยู่ในชุดอ้างอิงหรือชุดฝึกฝน มาทำการเรียนรู้ เมื่อเรียนรู้แล้วเวกเตอร์ของสัญญาณเสียงที่ต้องการทดสอบจะถูกนำมาเทียบเคียง ขั้นตอนในการเรียนรู้นั้นขึ้นอยู่กับวิธีในการรู้จำของระบบนั้นๆ บางวิธีก็เพียงแค่เก็บข้อมูลชุดเรียนรู้ไว้เปรียบเทียบกับข้อมูลชุดทดสอบ

2.3.1 แบบไดนาร์มิคไทม์วาร์ปิง (Dynamic Time Warping : DTW)

การทำงานของ DTW จะเป็นการเปรียบเทียบสัญญาณอินพุต 2 สัญญาณ เพื่อหาระยะห่างระหว่างสัญญาณอ้างอิงกับสัญญาณทดสอบที่นำมาเปรียบเทียบ โดยกำหนดให้ลำดับของเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์คือ เวกเตอร์ A และ เวกเตอร์ B ดังสมการ 2.4 การเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างเวกเตอร์ A และเวกเตอร์ B แสดงในสมการที่ 2.5 เมื่อ d(i,j) เป็นระยะห่างระหว่างคู่จุดที่จุด i ของเฟรม A และ j ของเฟรม B โดยที่ a_{in} เป็นค่าลำดับที่ i ของเวกเตอร์ A และ b_{jn} เป็นค่าลำดับที่ j ของเวกเตอร์ B และ K เป็นจำนวนของฟีเจอร์ของเวกเตอร์ ซึ่งค่าที่จะได้จะเป็นค่าระยะทางที่มีค่าน้อยที่สุด

$$A = a_1, a_2, \dots, a_i \tag{2.4}$$

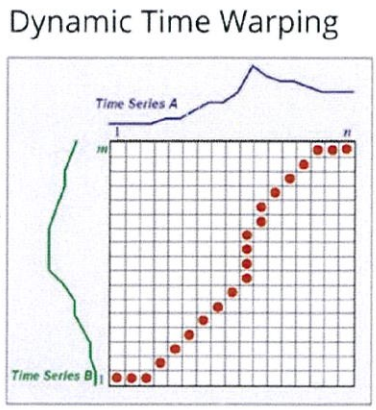
$$B = b_1, b_2, \dots, b_j$$

$$d(i,j) = \sum_{n=1}^{k}(a_{in} - b_{jn})^2 \tag{2.5}$$

อัลกอริทึมการเปรียบเทียบรูปแบบด้วยวิธี DTW ซึ่งจะประกอบด้วยการคำนวณ 2 ส่วนคือ

1. Local Distance เป็นส่วนที่คำนวณหาระยะห่างของข้อมูลจากค่าผลรวมของผลต่างยกกำลังสองของสัมประสิทธิ์ LPC ของข้อมูลทั้งสอง จำนวน p ค่า ซึ่งหาทีละคู่อันดับ

2. Accumulated Distance เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บวกสะสมเพื่อหาระยะห่างรวมที่น้อยที่สุดระหว่างข้อมูลสองชุดดังกล่าว แล้วทำการระบุให้เป็นเสียงที่มีรูปแบบใกล้เคียงกับชุดทดสอบนั้น

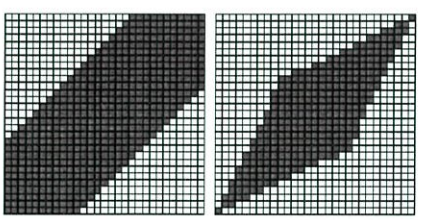


รูปที่ 2.5 แสดงแนวคิดของการหาค่าความห่างของ DTW

2.3.2 แบบไดนาร์มิคไทม์วาร์ปิงแบบเร็ว (Fast Dynamic Time Warping : FastDTW)

เนื่องจากวิธีการ DTW ($O(n^2)$) ใช้เวลาในการประมวลผลที่สูง จึงได้เกิดวิธีการ FastDTW ($O(n)$) ซึ่งมีความเร็วในการประมวลผลที่มากกว่า DTW แบบปกติ โดย FastDTW จะลดจำนวนตัวแทนของข้อมูลลง เพื่อให้เวลาที่ใช้ประมวลผลลดลง แต่ค่าความแม่นยำก็ลดลงด้วยหลักการทำงานของ FastDTW มี 3 วิธีหลักๆดังนี้

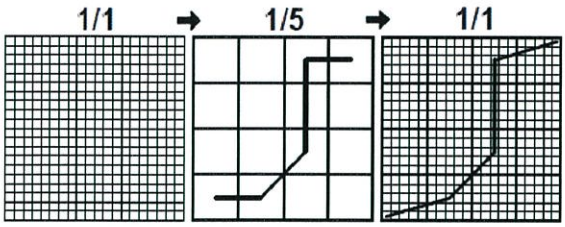
1. Constraints ปกติใน cost matrix ต้องมีการเติมเต็มค่าให้กับทุกๆช่องในเมทริกซ์ แต่ใน FastDTW นั้นได้ใช้อัลกอริทึมของ Sakoe-Chiba Band และ Itakura Parallelogram ในการบังคับให้มีการเติมค่าแค่ในช่องที่กำหนด แต่แค่วิธีการนี้ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เวลาในการประมวลผลลดลง



รูปที่ 2.6 แสดงอัลกอริทึม Sakoe-Chiba Band(ซ้าย) และ Itakura Parallelogram(ขวา)

2. Data Abstraction ทำการลดจำนวนของตัวแทนข้อมูลที่จะนำมาทำการคำนวณหาเส้นทาง โดยการลดความละเอียดของข้อมูลลง เช่น จากรูปที่ 2.6 จะเห็นได้ว่ามีการลดความละเอียดจาก 1:1 เป็น 1:5 เพื่อทำการหาเส้นทาง จากนั้นทำการแมพกลับไปยังความละเอียดปกติ แต่จากอัลกอริทึมนี้

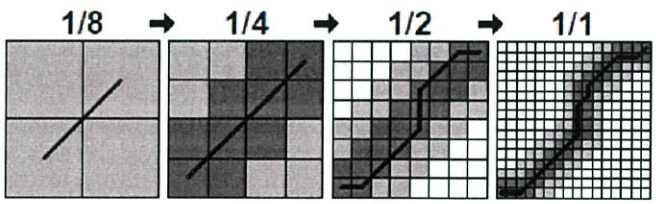
จะทำให้ความแม่นยำลดน้อยลงเนื่องจากในตอนที่ทำการแมพกลับจาก 1:5 ไป 1:1 นั้น จะไม่ละเอียดพอที่จะหาเส้นทางที่น้อยที่สุดได้



รูปที่ 2.7 แสดงการลดจำนวนตัวแทนของ FastDTW ทำให้เส้นทางมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

3. Indexing เป็นการกำหนดขอบต่ำสุดเพื่อลดจำนวนรอบของ DTW ที่จะต้องทำการประมวลผล

FastDTW นั้นได้ใช้วิธีการในข้อที่ 1 และ 2 ร่วมกันเพื่อทำให้เวลาในการประมวลผลลดลงจาก n^2 เหลือแค่ n และใน FastDTW นั้น จะมีพารามิเตอร์ที่เรียกว่า radius ซึ่งสามารถกำหนดได้ โดยที่ค่าของ radius นั้นส่งผลทั้งความเร็วในการประมวลผลและความแม่นยำ



รูปที่ 2.8 แสดงถึงการทำงานของ FastDTW (radius = 1)

2.3.3 แบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ (Hidden Markov Model : HMM)

แบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ ถือเป็นขั้นตอนวิธีการจำแนกรูปแบบที่ดีวิธีการหนึ่งที่มีอยู่ในขณะนี้ โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ ขั้นตอนวิธีการนี้มีข้อได้เปรียบที่สำคัญเหนือวิธีการเข้าคู่ต้นแบบก็คือ สามารถเก็บข้อมูลรายละเอียดในทางสถิติเกี่ยวกับเสียงพูดไว้ได้มากกว่าวิธีการเข้าคู่ต้นแบบ โดยเก็บข้อมูลการกระจายที่สมบูรณ์ของลักษณะสำคัญที่มีอยู่ในข้อมูลฝึกฝน จึงสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างเสียงพูดได้ดีมากยิ่งขึ้น อีกทั้งขั้นตอนวิธีการนี้ยังอาศัยการโปรแกรมแบบพลวัต (Dynamic Programming) ทำให้มีความรวดเร็วในการประมวลผลมากยิ่งขึ้น

ในปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกใช้ อัลกอริทึมแบบไดนาร์มิคไทม์วาร์ปิง (Dynamic Time Warping : DTW) ในการเปรียบเทียบเสียงไม้

2.4 Non Destructive Testing

การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย หมายถึง กรรมวิธีที่ใช้ค้นหารอยบกพร่องหรือความผิดปกติใดๆ ที่มีอยู่ในชิ้นงาน ทั้งที่เป็นอันตรายต่อการใช้งานหรือไม่เป็นอันตรายต่อการใช้งาน โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับชิ้นงานนั้น ซึ่งต่อไปนี้รอยบกพร่องหรือความผิดปกติใดๆ ที่กล่าวถึงนี้จะเรียกโดยรวมว่า ความไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity) จากความหมายของการตรวจสอบโดยไม่ทำลายนี้ การตรวจสอบโดยใช้สายตา (Visual Inspection) เป็นการตรวจสอบโดยไม่ทำลายที่สะดวก รวดเร็ว และประหยัดที่สุด ดังนั้นหากสามารถตัดสินผลของการตรวจสอบโดยใช้การตรวจสอบโดยใช้สายตาได้แล้ว ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้การตรวจสอบโดยวิธีอื่นอีก แต่อย่างไรก็ตามความไม่ต่อเนื่องอาจเกิดในตำแหน่งหรือขนาดที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายวิธีต่างๆ ขึ้นมาเพื่อช่วยให้สามารถตรวจสอบความไม่ต่อเนื่องดังกล่าวนั้นได้

2.4.1 ความสำคัญของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

ในการออกแบบชิ้นงานทางด้านวิศวกรรม นอกจากต้องออกแบบองค์ประกอบของการทำงานของชิ้นงานนั้นแล้ว ยังต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงและอายุการใช้งานเหมาะสมตามความต้องการของการใช้งานชิ้นงานนั้น การเสียหายของชิ้นงานก่อนเวลาอันสมควรไม่ควรเกิดขึ้นจากการใช้งานตามปกติ แต่ในกรณีที่ชิ้นงานนั้นมีความไม่ต่อเนื่องเกิดขึ้น ความไม่ต่อเนื่องนี้ทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานต่ำกว่าที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งก็มีวิธีการแก้ไขโดยการใช้ตัวประกอบความปลอดภัย (Safety Factor) ที่สูงขึ้น เพื่อ

ชดเชยไว้หากเกิดความไม่ต่อเนื่องดังกล่าว วิธีการนี้มีข้อเสียคือชิ้นงานต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นจึงสิ้นเปลืองวัสดุ และทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบโดยไม่ทำลายจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการค้นหาความไม่ต่อเนื่องก่อนการนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงสามารถลดตัวประกอบความปลอดภัยในส่วนเผื่อของการเกิดความไม่ต่อเนื่องลงได้

2.4.2 ข้อจำกัดของการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย

การตรวจสอบโดยไม่ทำลายเป็นการตรวจสอบความไม่ต่อเนื่องที่ซ่อนอยู่ เปรียบเทียบได้กับการคลำวัตถุในที่มืดจึงอาจทำให้เกิดการแปลผลการตรวจสอบที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ผู้ตรวจสอบที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ นอกจากนั้นการแปลผลการตรวจสอบมักต้องกระทำผ่านสื่อกลางจึงทำให้ความไว (Sensitivity) ในการตรวจสอบต่ำลงและอาจเกิดการแปลผลที่แตกต่างกันระหว่างผู้ทำการตรวจสอบแต่ละราย ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งคือผลการตรวจสอบที่ได้มักเกิดจากการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทราบค่ามาก่อนหน้าที่แล้ว ดังนั้นจึงมักต้องมีการเตรียมชิ้นงานจำลองที่มีความไม่ต่อเนื่องที่ทราบค่า เช่น ขนาดตำแหน่งที่แน่นอนเพื่อผลการตรวจสอบที่ถูกต้อง จึงเป็นการเสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

2.5 โปรแกรม Python

รูปที่ 2.9 โปรแกรม Python

Python คือชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux , Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่งภาษาตัว นี้เป็น Open Source เหมือนอย่าง PHP ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำ Python มาพัฒนาโปรแกรมของเราได้ฟรีๆโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และความเป็น Open Source ทำให้มีคนเข้ามาช่วยกันพัฒนาให้ Python มีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครบคุมกับทุกลักษณะงาน โค้ดของ Python ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี การประมวลผลจะทำในแบบอินเทอร์พรีเตอร์ คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัดและปฏิบัติตามคำสั่งที่ได้รับ Python เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 0.9.0 ออกมาเมื่อปี 2533 และเวอร์ชันปัจจุบันคือ 2.7.12

2.5.1 คุณลักษณะเด่นของภาษา Python

1. สนับสนุนแนวแบบคิดออปเจกต์โอเรียนเทด หรือ OOP (Object Oriented Programming)
2. เป็น Open Source
3. โค้ดที่เขียนด้วย Python สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย
4. สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ Ms-windows
5. Python รวมมาตรฐานการอินเตอร์เฟส Tkinter ซึ่งสนับสนุนบนระบบ X windows, Ms-windows และ Macintosh การใช้คำสั่ง Tkinter API ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องแก้ไขโค้ดเมื่อนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่นๆ
6. เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก
7. มี Build-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง
8. มีเครื่องมือต่างๆ มากมาย เช่น การประมวลผลเท็กซ์ไฟล์ การเรียงข้อมูล การเชื่อต่อสตริง การตรวจสอบเงื่อนไขของข้อความ การแทนคำ เป็นต้น
9. มีมอดูลสำหรับจัดการ Regular Expression
10. มีมอดูลที่สร้างขึ้นจากนักพัฒนาสนับสนุนมากมาย ได้แก่ COM, Image, CORBA, ORBs, XML เป็นต้น
11. จัดการหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ สามารถจักการพื้นที่หน่วยความจำที่ไม่ต่อเนื่องให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

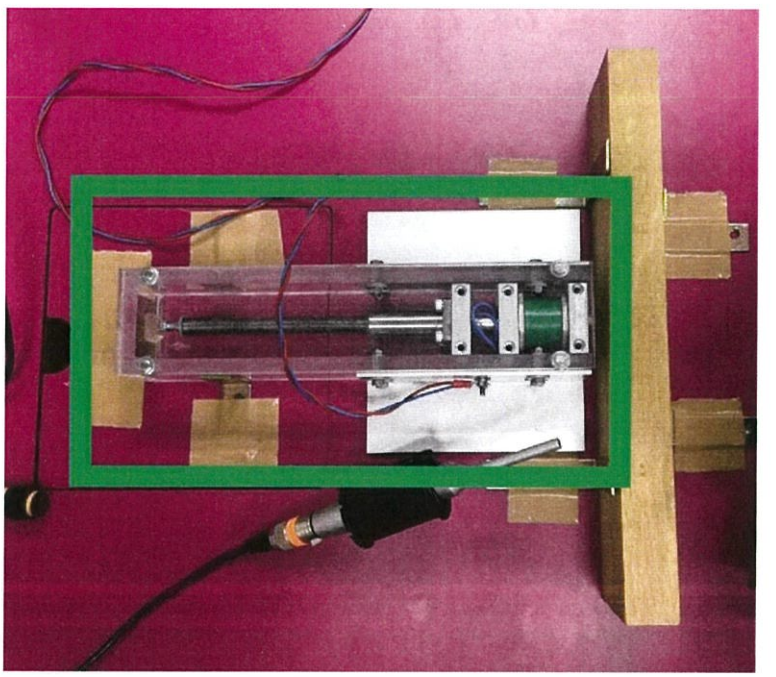
12. อนุญาตให้ฝังชุดคำสั่งของ Python เอาไว้ภายในโค๊ดภาษา C/C++ ได้
13. อนุญาตให้โปรแกรมเมอร์สร้าง Dynamic Link Library (DLL) เพื่อใช้ร่วมกับ Python
14. มีมอดูลสนับสนุนเกี่ยวกับเน็ตเวิร์ก โปรเซส เธรด regular, expression, xml, GUI และอื่นๆ
15. ประกอบด้วยมอดูลสำหรับสร้าง Internet Script และติดต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่าน Sockets, และทำหน้าที่เป็น CGI Script ตรอดจนใช้งานคำสั่ง FTP, Glopher, XML และอื่นๆอีกมาก
16. สามารถประมาลผมทางด้านวิยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
17. มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC และอื่นๆ
18. มีไลบรารีสนับสนุนด้านการสร้างภาพกราฟฟิก เช่น ทำภาพเบลอ หรือภาพชัด หรือเขียนข้อความบนภาพ ตลอดจนบันถึกไฟล์ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวกและ
19. มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญยาประดิษฐ์
20. มีไลบรารีสำหรับสร้างเอกสาร PDF โดยไม่ต้องติดตั้ง Acrobat Writer
21. มีไลบรารีสำหรับสร้าง Shockwaves Flash (SWF) โดยไม่ต้องติดตั้ง Macromedia Flash

บทที่ 3

ขั้นตอนวิธีในการดำเนินงาน

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงาน

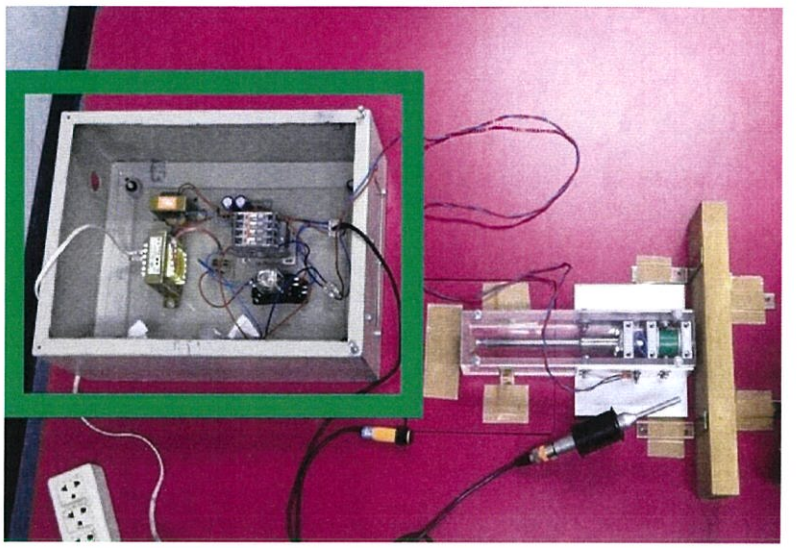
3.1.1 เครื่องเคาะไม้



รูปที่ 3.1 Trapping hammer (กรอบสีเขียว)

- ตัว Trapping hammer มีหน้าที่เคาะไม้ที่นำมาทดลอง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.2 กล่องความคุม Trapping hammer (กรอบสีเขียว)

-กล่องความคุม Trapping hammer มีหน้าที่สั่งงานให้ตัว Trapping hammer ทำการเคาะไม้

3.1.2 ไม้ทั้ง 4 ชนิด

รูปที่ 3.3 ไม้ที่นำมาทดลอง

149034

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

ระบบเปรียบเทียบเสียงในปัญหาพิเศษนี้มีวิธีการใกล้เคียงกับระบบการรู้จำเสียงเป็นอย่างมาก ทางผู้จัดทำจึงได้ประยุกต์ระบบการรู้จำเสียงเพื่อนำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้

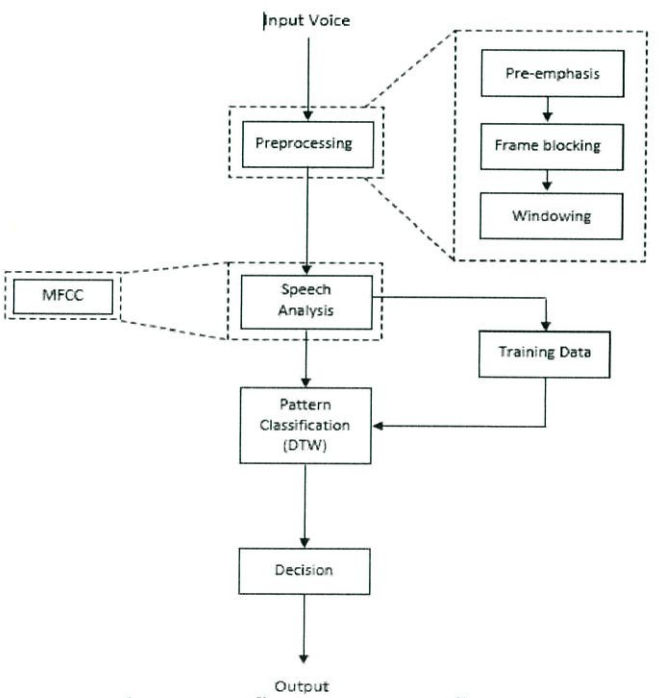
1.การเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์เสียง (Preprocessing)

2.การวิเคราะห์เสียง (Speech Analysis)

3.การจำแนกรูปแบบ (Pattern Classification)

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนหลักในการดำเนินการรู้จำเสียง

ในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาระบบสั่งงานด้วยเสียง ซึ่งขั้นตอนการดำเนินการเป็นไปดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของระบบ

3.3 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (Preprocessing)

หลังจากรับเสียงเข้ามาจากไมโครโฟนแล้ว จะต้องผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing) ซึ่งจะต้องผ่านขั้นตอนนี้ก่อนทุกครั้ง เนื่องจากเราต้องทำการวิเคราะห์เสียงเป็นช่วงเวลาสั้นๆ เพื่อให้ข้อมูลเสียงที่จะทำการวิเคราะห์ช่วงนั้นมีความเสถียรและไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา

3.3.1 การพรีเอมฟาซิส (Pre-emphasis)

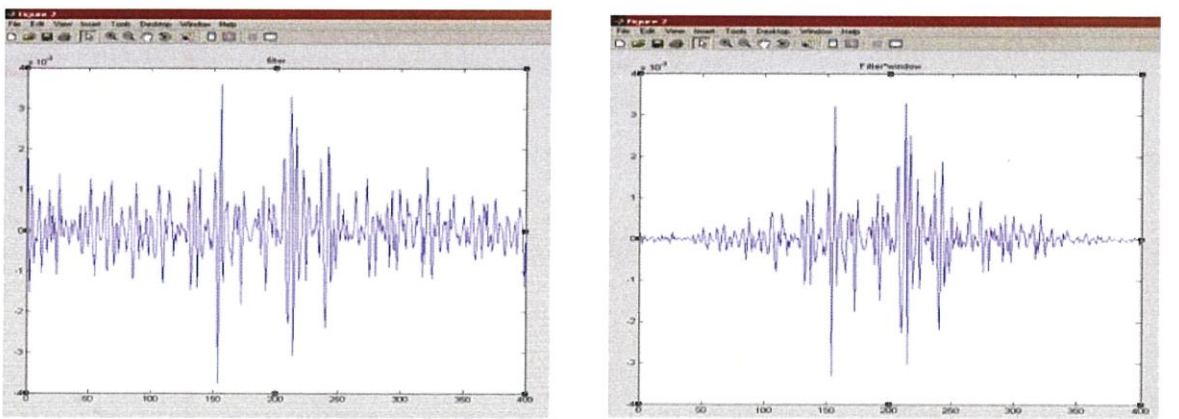
เป็นขั้นตอนทำให้อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมีค่าคงที่ ตลอดทุกช่วงความถี่ จากสมการที่ 2.1 เราแทนค่า a=0.95

3.3.2 การแบ่งช่วงสัญญาณ (Frame blocking)

สัญญาณที่ผ่านการพรีเอมฟาซีสแล้ว s'(n) จะถูกตัดออกเป็นเฟรมๆ เฟรมละ N ข้อมูล (เราใช้ N เป็น 256) และแต่ละเฟรมจะมีส่วนที่เหลื่อมกัน 128 ข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลในการวิเคราะห์มีความต่อเนื่อง

3.3.3 การวินโดว์ (Windowing)

เป็นการนำสัญญาณเสียงพูดแต่ละเฟรมมาผ่านฟังก์ชั่น Hamming window ซึ่งจะค่อยๆลดทอนแอมพลิจูดที่ปลายทั้งสองด้านของเฟรม ดังที่แสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ก่อนการทำ Hamming window (ภาพด้านซ้าย) และ หลังจากทำ Hamming window (ภาพด้านขวา)

3.4 การวิเคราะห์เสียงพูด (Speech Analysis)

วิเคราะห์โดยใช้วิธีการ Mel-Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) ซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังนี้

3.4.1 หลังจากที่ทำ Hamming window เรียบร้อยแล้ว ต้องทำการแปลงจากโดเมนเวลาเป็นโดเมนความถี่ โดยใช้ Fast Fourier Transform (FFT) ในการคำนวณ Discrete Fourier Transform (DFT) ซึ่งในอัลกอริทึมที่ดีที่สุดใน FFT นั้นก็คือ Fast Hartley Transform (FHT) ซึ่งเป็นวิธีที่โครงงานพิเศษนี้เลือกใช้โดยมีสมการดัง 3.1

$$\mathrm{x}(k) = \sum_{n=1}^{N-1} x(n) \cdot \left[\cos\left(\frac{2\pi nk}{N}\right) + \sin\left(\frac{2\pi nk}{N}\right)\right] \tag{3.1}$$

จากนั้นทำการปรับให้อยู่ในสเกลความถี่ของเมลโดยการใช้วิธีการ Mel Filter Bank ดังสมการที่ 3.2

$$M = 2595 log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right) \tag{3.2}$$

ทำการแปลงสเกลเมลให้กลับไปเป็นโดเมนเวลาอีกครั้ง โดยใช้ Discrete Cosine Transform (DCT) ซึ่งมีสมการดังสมการที่ 3.3

$$X_k = \alpha \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cos\left\{\frac{(2i+1)\pi k}{2N}\right\} \tag{3.3}$$

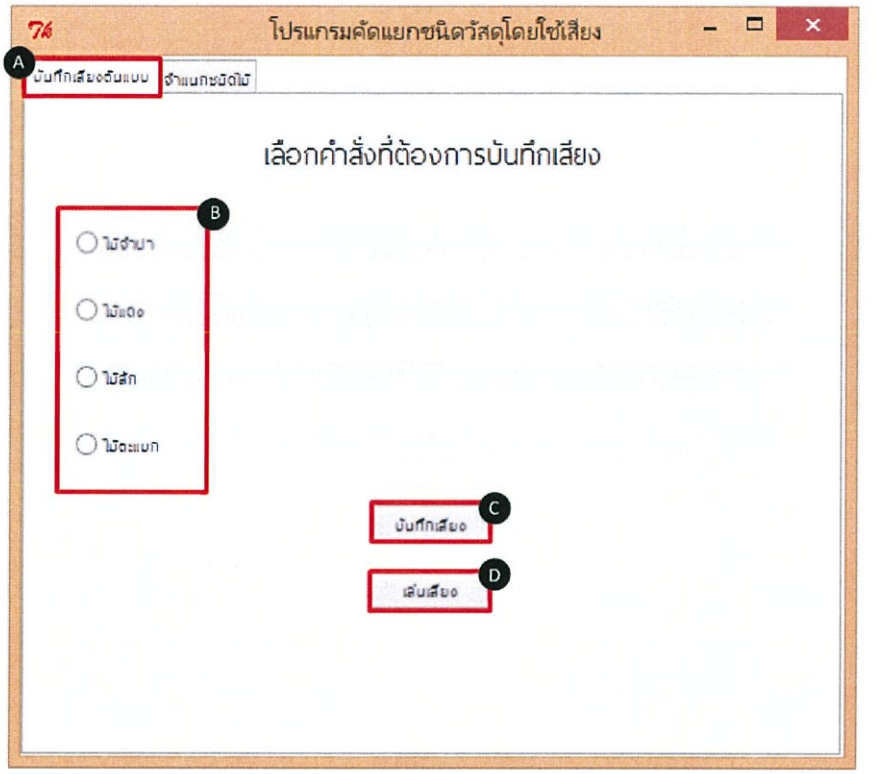
เมื่อทำวิธีการ MFCC เสร็จเรียบร้อยแล้ว ค่าที่ได้จะถูกจัดเก็บเข้าไปยังฐานข้อมูล (เฉพาะเสียงต้นแบบ)

3.5 การจำแนกรูปแบบ (Pattern Classification)

ทำการเปรียบเทียบสัญญาณอินพุต 2 สัญญาณ โดยใช้วิธี DTW เพื่อหาระยะห่าง (หรือค่าความคล้าย) ระหว่างสัญญาณอ้างอิงกับสัญญาณทดสอบที่นำมาเปรียบเทียบ และนำคำตอบที่เทียบได้ไปให้ระบบตัดสินใจแล้วแสดงผล

3.6 การออกแบบหน้าตาโปรแกรม

3.6.1 ส่วนของหน้าจอแสดงผล



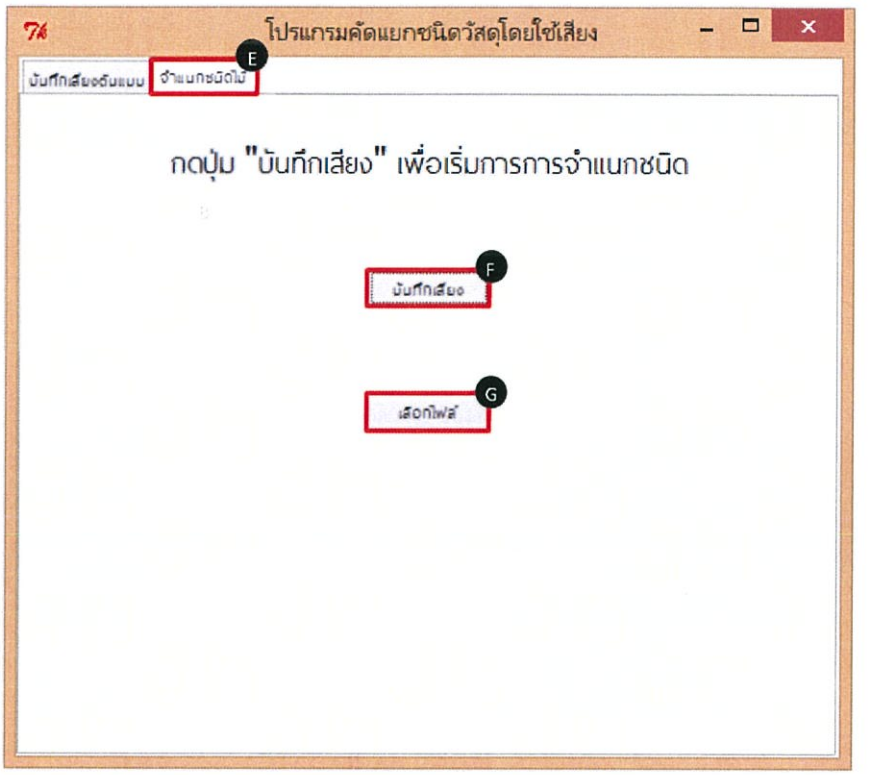
รูปที่ 3.7 แสดงหน้าตาของแถบโปรแกรมบันทึกเสียงต้นแบบ

A. แถบโปรแกรมบันทึกเสียงต้นแบบ เพื่อเลือกใช้คำสั่งที่ต้องการบันทึกเสียง และเล่นเสียงที่บันทึก

B. ตัวเลือกคำสั่งบันทึกเสียงต้นแบบชนิดของไม้ จะมีให้เลือกชนิดของไม้อยู่ 4 ชนิด ซึ่งเมื่อเลือกแล้วจะสามารถบันทึกเสียงต้นแบบและสามารถเล่นเสียงต้นแบบที่ทำการบันทึกไว้ได้

C. ปุ่มบันทึกเสียง จะทำการบันทึกเสียงต้นแบบลงไปในตัวเลือกคำสั่งบันทึกเสียงต้นแบบชนิดของไม้ที่ได้เลือกไว้

D. ปุ่มเล่นเสียง ทำหน้าที่เล่นเสียงต้นแบบในตัวเลือกคำสั่งบันทึกเสียงต้นแบบชนิดของไม้ที่ได้เลือกไว้



รูปที่ 3.8 แสดงหน้าตาของแถบโปรแกรมจำแนกชนิดไม้

E. แถบโปรแกรมจำแนกชนิดไม้ เพื่อนำเสียงต้นแบบกับเสียงที่ต้องการจะบันทึกใหม่หรือเสียงที่เคยอัดไว้แล้ว มาจำแนกว่าเป็นไม้ชนิดอะไร

F. ปุ่มบันทึกเสียง ไว้สำหรับบันทึกเสียงที่ต้องการจะบันทึกใหม่เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับเสียงต้นแบบ แล้วจะแสดงออกมาว่าเป็นไม้ชนิดไหน

G. ปุ่มเลือกไฟล์ จะทำการเลือกไฟล์ .wav เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเสียงต้นแบบ แล้วจะแสดงออกมาว่าเป็นไม้ชนิดไหน

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง ผลการทดลอง โดยได้นำวิธีของเรื่อง MFCC มาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะเด่นของเสียงไม้ในแต่ละชนิด แต่ในหลักการเอาจะใช้เรื่องของ DTW (Dynamic Time Warping) มาใช้ในการเปรียบเทียบหาค่าความต่างของเสียงเพื่อกำหนดค่าความต่างที่จะทำให้โปรแกรมสามารถแยกแยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 ข้อกำหนดในการทดลอง

4.1.1 ลักษณะของข้อมูลเสียง

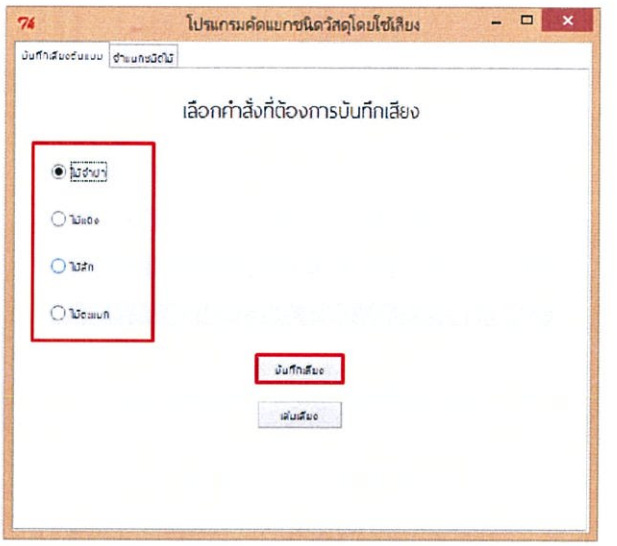
สัญญาณเสียงที่ใช้ในการทดลองนี้ จะต้องมาจากเครื่อง Trapping hammer

4.1.2 การประมวลผลเบื้องต้น

การประมวลผลเบื้องต้นจัดเป็นขั้นตอนในการลดจำนวนข้อมูลโดยการแสดงลักษณะของสัญญาณเสียงด้วยพารามิเตอร์เพียงไม่กี่ค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการทดลองนี้ใช้ การวิเคราะห์เสียงโดยใช้วิธี สัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอล (Mel Frequency Cepstral Coefficient : MFCC)

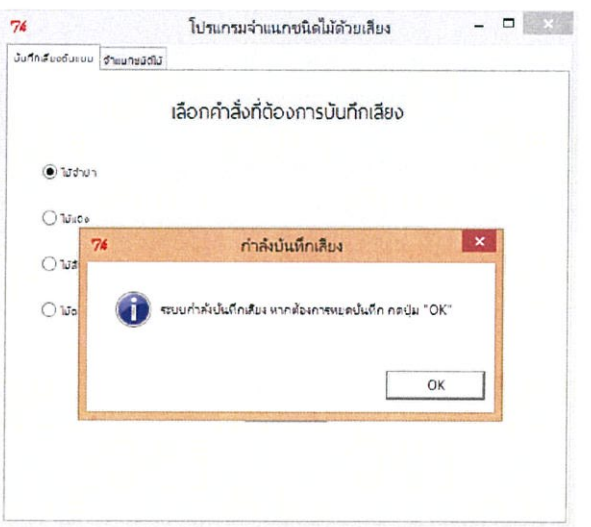
4.2 วิธีการทดลอง

4.2.1 การใช้งานโปรแกรม



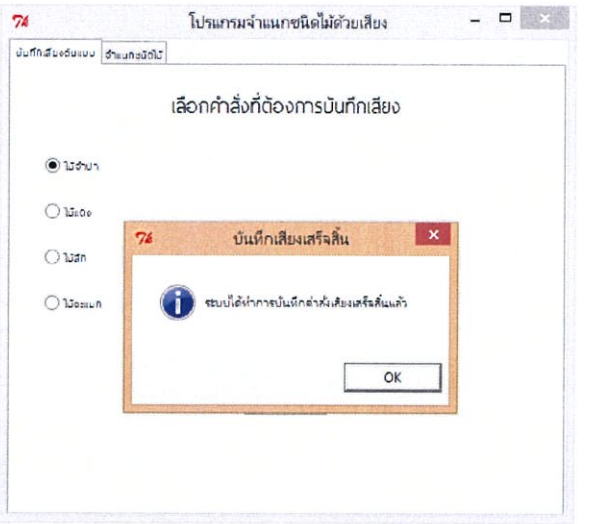
รูปที่ 4.1 เลือกชนิดของไม้

4.2.1.1 เลือกชนิดของไม้แล้วคลิกปุ่มบันทึกเสียงเพื่อจัดเก็บเสียงต้นแบบ



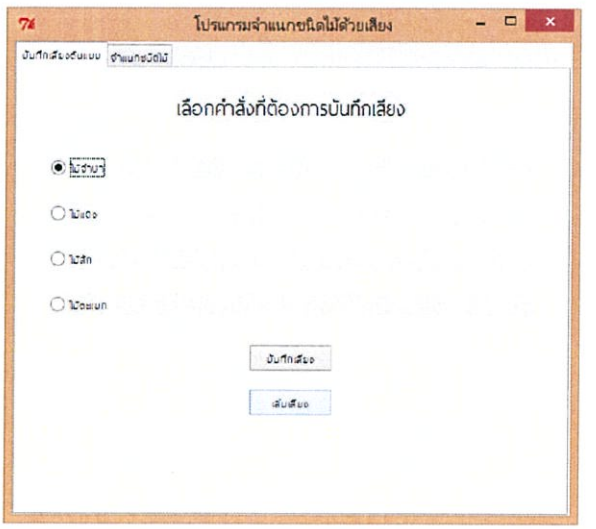
รูปที่ 4.2 บันทึกเสียงไม้ต้นแบบ

4.2.1.2 ระบบกำลังบันทึกเสียงไม้ คลิก OK เมื่อต้องการหยุดบันทึก



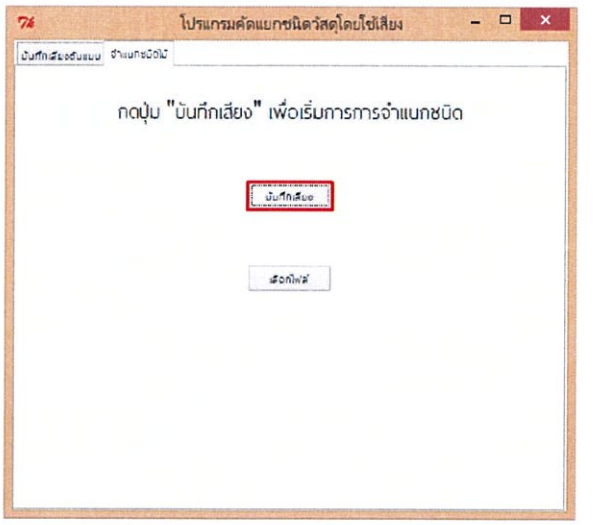
รูปที่ 4.3 บันทึกเสียงเสร็จสิ้น

4.2.1.3 เมื่อบันทึกเสร็จสิ้นระบบจะทำการแจ้งเตือน จากนั้นคลิก OK



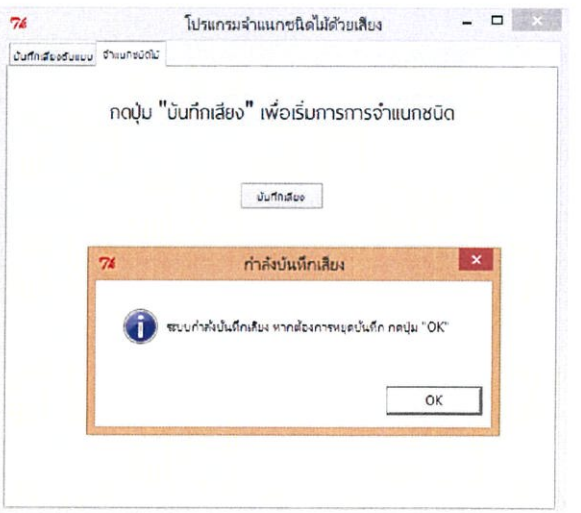
รูปที่ 4.4 การเล่นเสียงที่บันทึกไว้

4.2.1.4 สามารถฟังเสียงไม้ต้นแบบที่บันทึกเอาไว้ โดยการคลิกที่ปุ่มเล่นเสียง



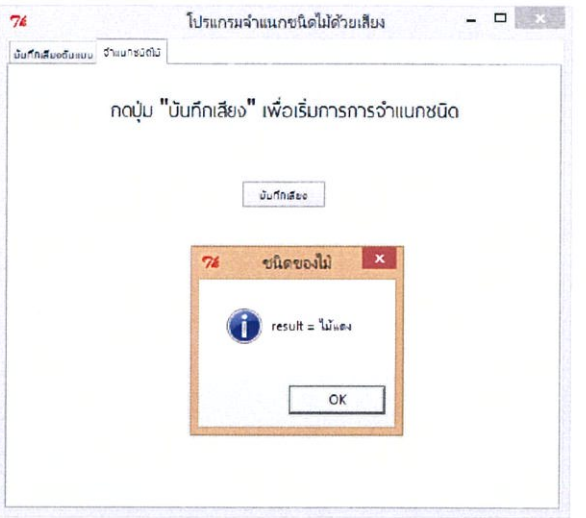
รูปที่ 4.5 บันทึกเสียงเพื่อทำการเปรียบเทียบ

4.2.1.5 เมื่อทำการบันทึกเสียงไม้ครบทั้ง 4 ชนิดแล้ว คลิกแถบโปรแกรมจำแนกชนิดไม้ คลิกปุ่มบันทึกเสียงของไม้เพื่อทำการเปรียบเทียบ



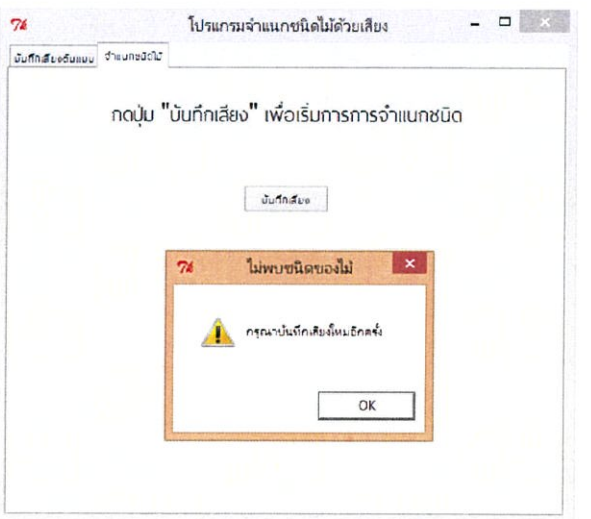
รูปที่ 4.6 กำลังบันทึกเสียงเพื่อเริ่มการจำแนกชนิดของไม้

4.2.1.6 โปรแกรมจะขึ้นว่ากำลังบันทึกเสียง คลิก OK เมื่อต้องการจะหยุดการบันทึกเสียง



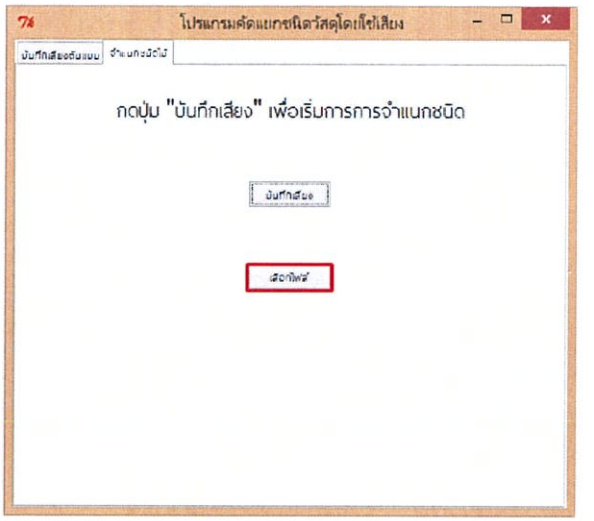
รูปที่ 4.7 แสดงชนิดของไม้จากการบันทึกเสียง

4.2.1.7 หลังจากบันทึกเสียงเสร็จ โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบเสียงไม้โดยอัตโนมัติ ถ้าไม้ที่นำมาบันทึกเป็นชนิดเดียวกับที่ได้บันทึกไว้จะขึ้นว่าเป็นไม้ชนิดใด



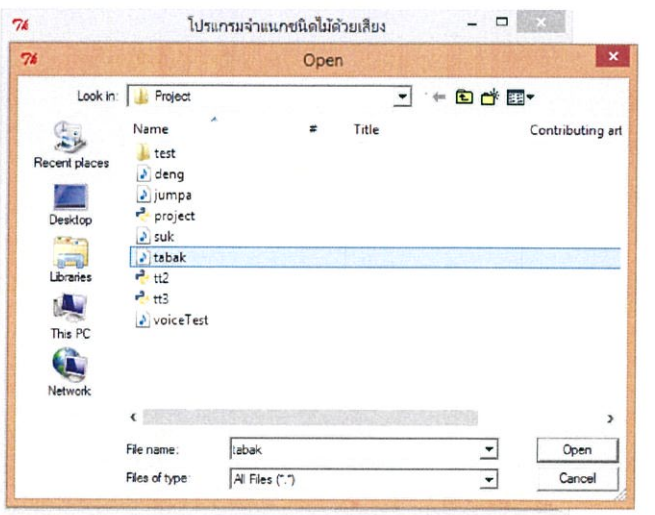
รูปที่ 4.8 ไม่พบชนิดของไม้จากการบันทึกเสียง

4.2.1.8 แต่ถ้าเสียงไม่ตรงกับไม้ชนิดใดเลยจะขึ้นว่าไม่พบชนิดของไม้ ให้ทำการบันทึกเสียงใหม่อีกครั้ง



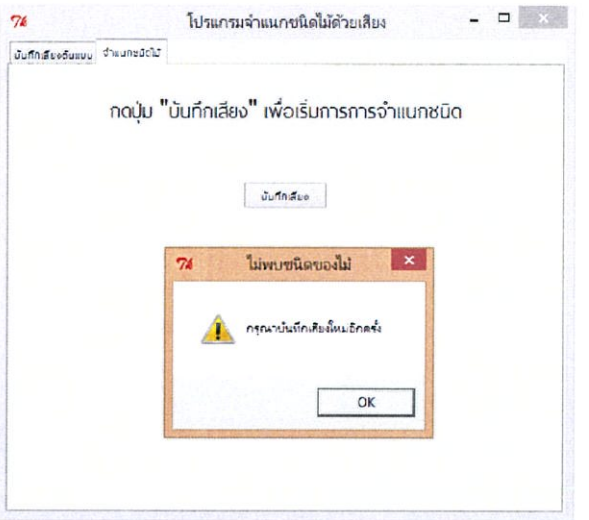
รูปที่ 4.9 เลือกไฟล์เสียง

4.2.1.9 ถ้าหากมีไฟล์เสียงของไม้ที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบให้คลิกปุ่ม เลือกไฟล์



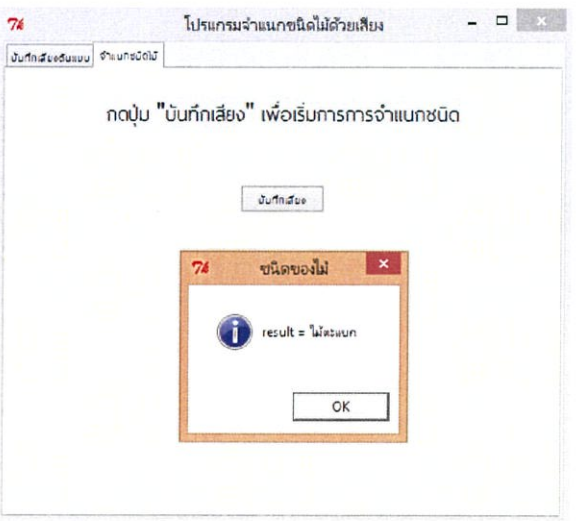
รูปที่ 4.10 หน้าต่างเลือกไฟล์เสียง

4.2.1.10 จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างดังรูป เพื่อทำการเลือกไฟล์เสียง แล้วคลิก Open



รูปที่ 4.11 ไม่พบชนิดของไม่จากการเลือกไฟล์เสียง

4.2.1.11 หลังจากคลิก Open โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบโดยอัตโนมัติ ถ้าไฟล์เสียงนั้นไม่ตรงกับชนิดใดเลย จะขึ้นว่า ไม่พบชนิดของไม้



รูปที่ 4.12 แสดงชนิดของไม้จากการเลือกไฟล์เสียง

4.2.1.12 แต่ถ้าไฟล์เสียงนั้นตรงกับเสียงไม้ที่ได้บันทึกไว้ จะขึ้นชนิดของไม้ แล้วจะบอกว่าตรงกับไม้ชนิดใด

4.2.2 การทดลองหาค่าความต่าง (distance) ของวิธีการ Dynamic Time Warping ทำการทดลองโดย ทางเราได้ใช้เครื่องเคาะไม้(ไม่มีเสียงรบกวน) แล้วนำเข้าการประมวลผลเบื้องต้น เพื่อลดจำนวนข้อมูลแล้วนำเปรียบเทียบคำสั่งเสียงต่างๆโดยวิธี DTW เพื่อหาค่าความต่าง (distance) โดยทางเราได้ทำการเคาะไม้ทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 5 ครั้ง หลังจากทดลองแล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพและเวลาแล้วเลือกวิธีการที่ยอมรับได้ กำหนดค่าความต่างที่เหมาะสม เพื่อใช้ในโปรแกรม

4.2.3 ทดลองหาค่าความแม่นยำในการสั่งงานจากค่าความต่าง(distance) ที่กำหนด

ให้ผู้ทดลองเคาะไม้ทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 5 ครั้ง เพื่อวัดความแม่นยำโดยเลือกใช้วิธี DTW และกำหนดค่าความต่าง(distance) = 27

โดยให้อัดเสียงต้นแบบทั้ง 4 ชนิดในโปรแกรมดังรูป แล้วทดสอบว่าสามารถเปรียบเทียบได้หรือไม่

4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 การทดลองหาค่าความต่าง (distance) ของวิธีการ Dynamic Time Warping ในการทดลองครั้งนี้ จะมีไม้ทั้งหมด 4 ชนิด คือ ไม้สัก ไม้ตะแบก ไม้จำปา ไม้แดง ที่ใช้ในการเคาะ ซึ่งได้ผลการเปรียบเทียบโดยการที่ นำไม้ทั้ง 4 ชนิด มาทำการเคาะ ชนิดละ 5 ครั้ง โดยผ่านหลักการ MFCC ที่กล่าวในบทที่ 2 เพื่อสกัดคุณลักษณะเด่นของเสียง แล้วมาผ่านขั้นตอนการทำ DTW คือ เอาคุณลักษณเด่นของเสียง 2 ชนิด มาเปรียบเทียบกัน แล้วนำค่าความต่างมาลงในตาราง ดังตารางในรูป 4.1 โดยดูแนวโน้มของค่าความต่าง และนำไปใช้ในการกำหนดค่าที่ยอมรับได้เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความต่างของเสียงของวิธี DTW

voice	jumpa-1	jumpa-2	jumpa-3	jumpa-4	jumpa-5	deng-1	deng-2	deng-3	deng-4	deng-5	suk-1	suk-2	suk-3	suk-4	suk-5	tabak-1	tabak-2	tabak-3	tabak-4	tabak-5
jumpa-1	0	28.32	26.05	26.93	32.77	28.46	27.86	32.2	29.51	34.58	36.65	37.24	34.32	36.09	36.32	25.81	26.88	26.39	28.04	24.8
jumpa-2		0	25.5	23.7	30.48	24.85	23.7	25.37	25.61	26.46	32.91	34.73	33.28	33.45	34.38	31.51	25.94	27.11	24.78	27.61
jumpa-3			0	24.63	30.24	25.96	25.71	28.6	27.04	30.12	35.39	37.67	33.25	35.37	35.94	28.92	25.41	26.07	25.49	25.16
jumpa-4				0	30.9	24.83	23.35	26.06	26.75	27.65	33.28	35.73	32.72	33.87	34.17	30.23	24.57	26.07	24.91	26.2
jumpa-5					0	30.05	30.54	31	31.96	33.07	39.98	40.62	37.87	38.72	39.31	35.99	31.69	32.1	30.61	32.39
deng-1						0	24.05	25.09	24.63	25.57	33.1	33.98	32.56	32.64	32.52	32.29	26.29	27.79	25.97	27.66
deng-2							0	24.16	24.58	24.54	33.34	35.74	33.39	34.3	34.43	31.4	25.53	27.44	25.61	27.02
deng-3								0	24.24	23.89	35.23	34.14	35.19	34.19	33.69	34.81	28.45	29.71	27.49	30.34
deng-4									0	27.18	35.55	36.69	34.96	35	35.21	35.76	29.52	29.92	27.56	29.19
deng-5										0	34.65	32.86	35.35	34.15	33.77	36.15	28.91	31.01	28.62	31.79
suk-1											0	23.76	24.32	23.56	24.14	38.53	33.02	33.94	32.74	35.13
suk-2												0	25.95	24.74	24.9	37.32	35.12	36.11	34.69	36.06
suk-3													0	23.89	24.24	36.17	32	31.5	31.53	32.78
suk-4														0	23.46	36.37	32.96	33.57	32.83	34.99
suk-5															0	37.42	33.22	33.96	33.05	35.4
tabak-1																0	26.9	26.26	29.05	25.23
tabak-2																	0	23.52	23.16	23.59
tabak-3																		0	23.92	24.33
tabak-4																			0	24.68
tabak-5																				0

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความต่างของเสียงของวิธี DTW จากตารางที่ 4.1

test	jumpa	deng	suk	tabak
jumpa	27.952	28.0516	35.7304	27.7872
deng		24.793	34.2652	29.4492
suk			24.296	34.4164
tabak				25.064

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความต่างของเสียงทั้งหมดของวิธี DTW จากตาราง 4.1

เหมือนกัน	25.52625
ต่างกัน	31.61667

จากตารางที่ 4.3 เราจะสรุปได้ว่าเสียงที่เหมือนกันจะมีค่าเฉลี่ย 25.52625 และเสียงที่ต่างกันจะมีค่าเฉลี่ย 31.61667 ซึ่งจะเห็นผลต่างของเสียงที่เหมือนกัน และเสียงที่ต่างกัน ทำให้สามารถกำหนดค่าความต่าง ในโปรแกรมได้ง่าย

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองการเปรียบเทียบด้วยเสียง

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำปา										
แดง										
สัก										
ตะแบก										

ในการทดลองหาค่าความแม่นยำในการสั่งงานจากค่าความต่าง(distance) ที่กำหนดผู้จัดทำจึงได้เลือกวิธีการ DTW ถึงแม้ความเร็วในการประมวลผลจะต่ำแต่มีความแม่นยำที่สูง ผลที่ได้คือ จากการทดสอบ 10 ครั้ง ไม้จำปา มีความผิดพลาด 4 ครั้ง,ไม้แดง มีความผิดพลาด 1 ครั้ง ,ไม้ตะแบก มีความผิดพลาด 1 ครั้ง และไม้สักไม่มีความผิดพลาดเลย

จะเห็นได้ว่าตัวโปรแกรมมีความแม่นยำสูง ประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ของการทดลอง 40 ครั้ง

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปัญหาพิเศษนี้เป็นปัญหาเรื่อง การพัฒนาซอฟต์แวร์โปรแกรมการคัดแยกชนิดวัสดุโดยใช้เสียง ซึ่งทางผู้จัดทำได้มีชนิดของไม้ 4 ชนิด ชนิดของไม้แต่ละชนิดคือ “ไม้สัก”,“ไม้ตะแบก”,“ไม้จำปา”,“ไม้แดง” โดยทางผู้จัดทำได้ออกแบบการทดลองทั้งหมด 2 การทดลอง เพื่อหาวิธีที่เหมาะสม และทดสอบประสิทธิภาพของระบบสั่งงานด้วยเสียง ได้แก่ การทดลองหาค่าความต่าง (distance) ของวิธีการ Dynamic Time Warping,การทดลองหาค่าความแม่นยำในการสั่งงานจากค่าความต่าง(distance) ที่กำหนด

ในการทดลองหาค่าความต่าง (distance) ของวิธีการ Dynamic Time Warping ดังตารางที่ 4.1 ในบทที่ 4 จะเห็นว่าคำสั่งเดียวกันจะให้ค่าความต่าง(distance) ที่ประมาณ 23-32 โดยมีค่าเฉลี่ย 25.5 และคำสั่งที่ต่างกันจะให้ค่าความต่าง(distance) ที่ 23-40 โดยมีค่าเฉลี่ย 31.6 ซึ่งในโปรแกรมในกำหนดค่าความต่างไว้ที่ 27 เพื่อเป็นตัวตัดสินใจในโปรแกรม

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทั้งหมดทำให้เราได้ทราบว่า ระบบสั่งงานด้วยเสียง ที่ออกแบบ(MFCC & DTW)สามารถทำตามคำสั่งได้ดี มีความแม่นยำ

แต่ว่าการทำปัญหาพิเศษทางเราได้พบว่า โปรแกรมของเรายังเกิดปัญหาในเรื่องของความแม่นยำในการเปรียบเทียบชนิดของไม้ที่นำมาทดลอง อาจเป็นมาจากเครื่องเคาะวัตถุที่มีเสียงดังเกินไปทำให้ตอนที่เก็บข้อมูลเสียงมีเสียงรบกวนบ้าง ทำให้ค่าความต่าง(distance) มีความต่างไม่มากเท่าไหร่ และในไม้ยังพบปัญหา เนื่องจากความชื้นของไม้ ขนาดของไม้ และความหนาแน่นของไม้ทำให้ไม้บางชนิดมีเสียงคล้ายกันมาก

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร เหลืองอำพล. **การพัฒนาเทคนิคการรู้จำเสียงพูดด้วย DTW กับ LPC และ LSP**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553.

เกรียงศักดิ์ เตมีย์. **การเปรียบเทียบวิธีการหาลักษณะเด่นของเสียงสำหรับการรู้จำคำไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.

เจษฎา กานต์ประชา. **การรู้จำเสียงพูดภาษาไทยอย่างคงทนโดยใช้สัมประสิทธิ์เมลฟรีเคว็นซีเซปสตรอลของค่าอัตสหสัมพันธ์ของเสียงพูดที่มีสัญญาณรบกวน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย, สุทัศน์ แซ่ตั้ง และวารินทร์ อัจฉริยะกุลพร. ความก้าวหน้าของการพัฒนาระบบระบุผู้พูดภาษาไทย. **NECTEC Technical Journal Vol 2**, 7(2542) :24-35.

ฐนียา สัตยพานิช, อัศนีย์ ก่อตระกูล. **ระบบรู้จำเสียงพูดภาษาไทยต่อเนื่องแบบเฉพาะบุคคลสำหรับการเข้าถึงอีเมล์**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

ธีราพร เรือนจำรูญ. แนวทางการพัฒนา Speech Recognition กับภาษาไทย. **วารสารร่มพฤษ์**, 1(2552-2553) : 24-52.

สมชาย จิตะพันธ์กุล. **การรู้จำเสียงพูดภาษาไทยระยะที่หนึ่ง : การรู้จำเสียงพูดคำไทยโดดๆโดยไม่ขึ้นกับผู้พูด**. สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สุวรรณ รื่นสุคนธ์. **ประสิทธิภาพของ LPC และ LSP ในการรู้จำแนวทางเดินเสียงพูดภาษาไทยร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2552.

Anjali Bala, Abhijeet Kumar, Nidhika Birla. VOICE COMMAND RECOGNITION SYSTEM BASED ON MFCC AND DTW. **International Journal of Engineering Science and Technology**. 2(2555):7335-7342.

James Lyons. 2013. **library provides common speech features for ASR including MFCCs and filterbank energies**. [Online]. Available: https://github.com /jameslyons/python_speech_features. เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธ.ค. 58

Jeet Kumar, Om Prakash Prabhakar, Navneet Kumar Sahu. Comparative Analysis of Different Feature Extraction and Classifier Techniques for Speaker Identification System: A Review. **International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering**. 2(2557):2760-2769.

Kazuaki Tanida. 2015. **A Python implementation of FastDTW.** [Online]. Available: https://github.com/slaypni/fastdtw. เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 ธ.ค. 58.

Manish Soni, Padma Kunthe. A General Comparison Of FFT Algorithms. **9th National Conference.** 2554.

Namrata Dave. Feature Extraction Methods LPC, PLP and MFCC In Speech Recognition. **INTERNATIONAL JOURNAL FOR ADVANCE RESEARCH IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY**. 1(2556):1-5.

Pierre Rouanet. 2014. **DTW (Dynamic Time Warping) python module.** [Online]. Available: https://pypi.python.org/pypi/dtw/1.0. เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ธ.ค. 58.

Pratik K. Kurzekar, Ratnadeep R. Deshmukh, Vishal B. Waghmare, Pukhraj P. Shrishrimal. A Comparative Study of Feature Extraction Techniques for Speech Recognition System. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology**. 3(2557):18006-18016.

Stan Salvador, Philip Chan. **FastDTW: Toward Accurate Dynamic Time Warping in Linear Time and Space**. Dept. of Computer Sciences Florida Institute of Technology,2004

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

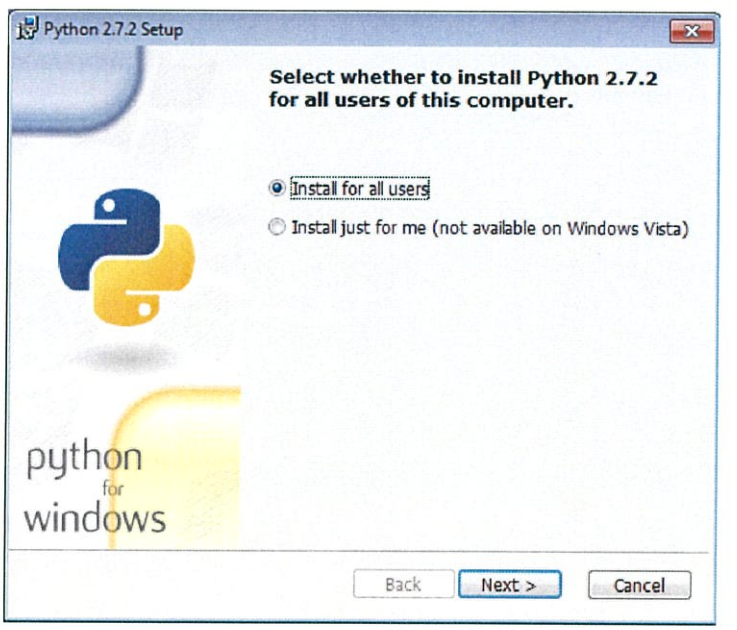
ขั้นตอนการติดตั้งและตั้งค่าโปรแกรม Python

ขั้นตอนการติดตั้งและตั้งค่าโปรแกรม

1. การติดตั้ง python บน window

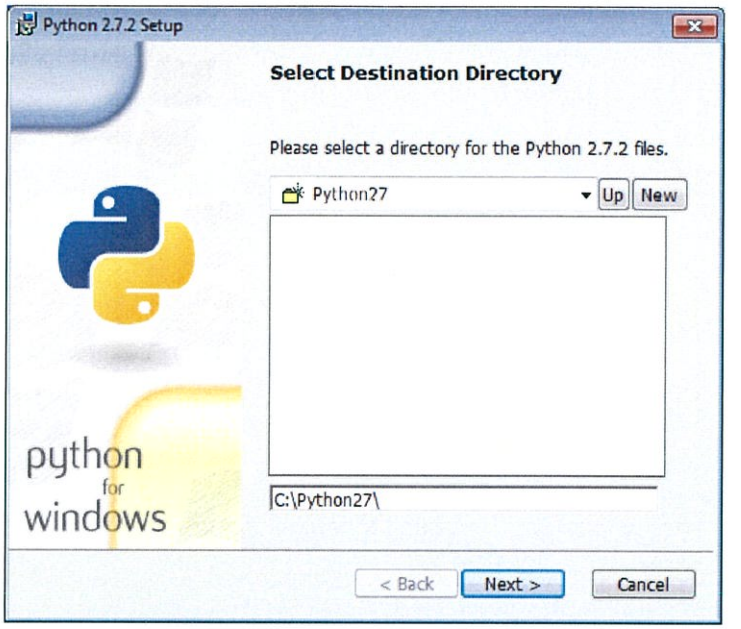
การติดตั้งโปรแกรมนั้นไม่ได้มีข้อแตกต่างจากการติดตั้งโปรแกรมทั่วไปเพียงแต่หลังจากติดตั้งแล้ว เพื่อสะดวกในการใช้งาน เราจะทำการ set PATH เพื่อให้สามารถเรียกใช้งาน python ได้ทุก ๆ path folder

1.1 ทำการ Download Python version 2.7.2 จาก python.org หากต้องการใช้งาน version อื่นก็มี ลักษณะการลงคล้ายคลึงกัน Click Download Python สำหรับ window เลือก Windows Installer (Windows binary — does not include source) หลังจาก Download เสร็จแล้ว ทำการติดตั้ง



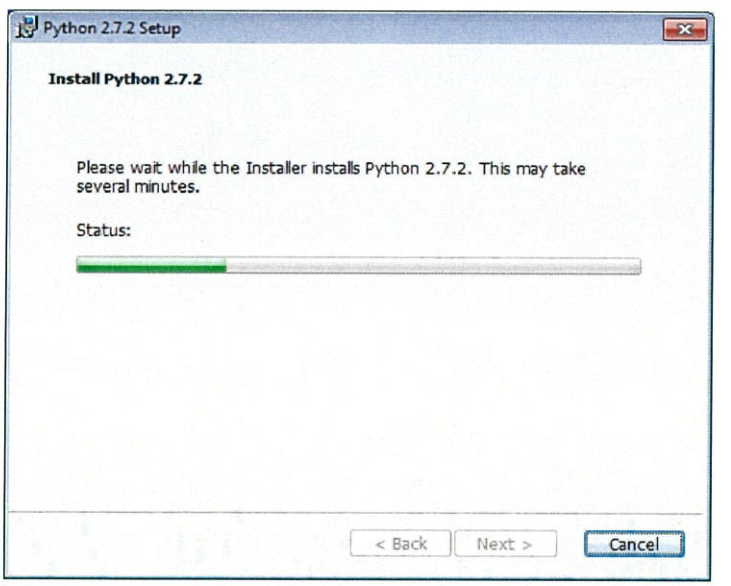
รูปที่ ก.1 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (1)

1.2 คลิ๊ก Next



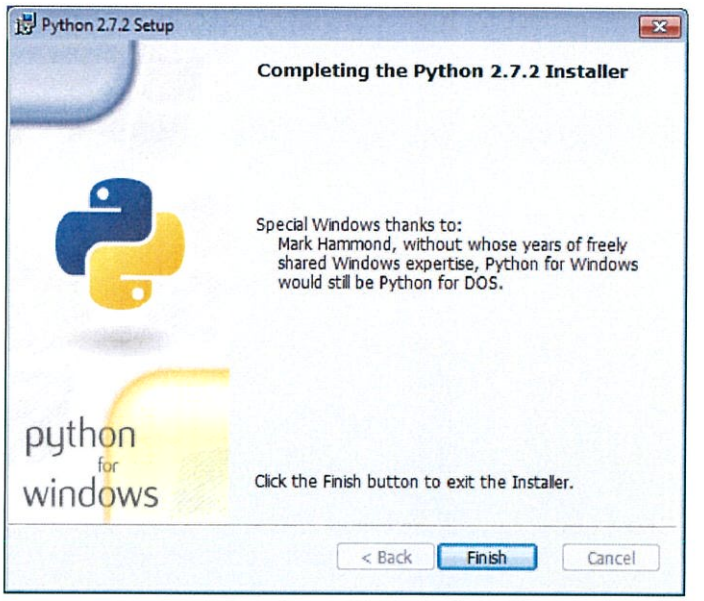
รูปที่ ก.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (2)

1.3 เลือก Path ของ Python27 หากไม่มีการเปลี่ยนแปลง คลิ๊ก Next



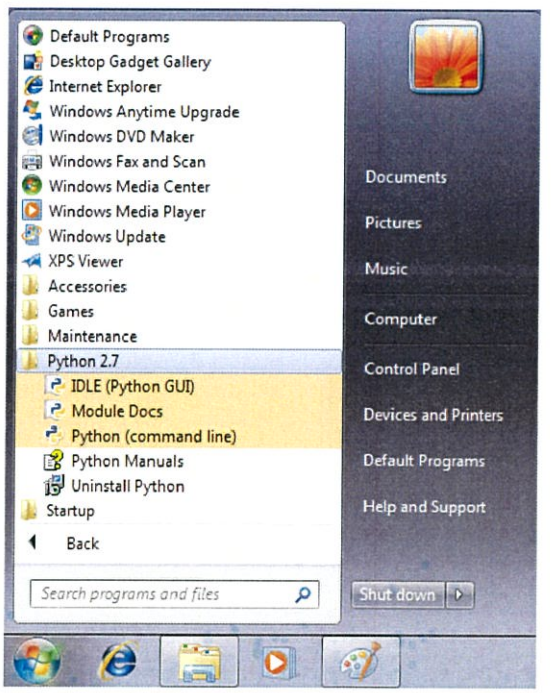
รูปที่ ก.3 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (3)

1.4 กำลังอยู่ในช่วงติดตั้ง



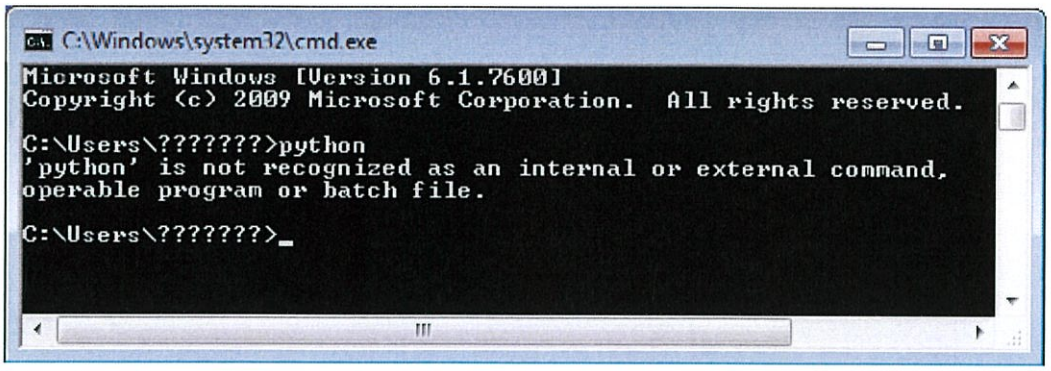
รูปที่ ก.4 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (4)

1.5 กด Finish เป็นอันติดตั้งเสร็จเรียบร้อย



รูปที่ ก.5 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (5)

1.6 ที่ Start MENU จะพบโปรแกรมถูกติดตั้งพร้อมใช้งาน

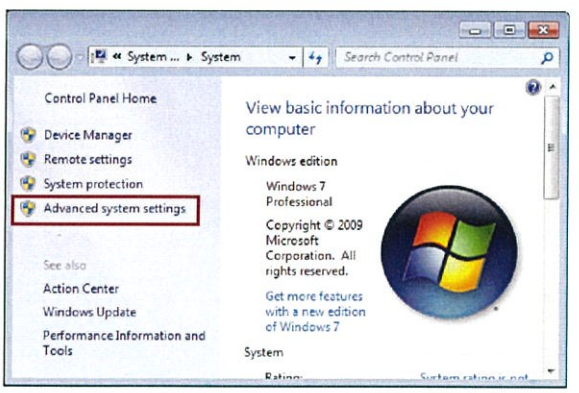


รูปที่ ก.6 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Python (6)

1.7 ลองทดสอบการ run python shell โดยเปิด terminal จากเมนู run พิมพ์ cmd เมื่อขึ้น prompt พิมพ์ python จะพบว่า "python " is not recognized as an internal or external command,operable program or batch file. เหตุเพราะเรายังไม่ได้ทำการ SET PATH python จึงจะ Run ได้เฉพาะ Folder C:\Python27 เท่านั้น

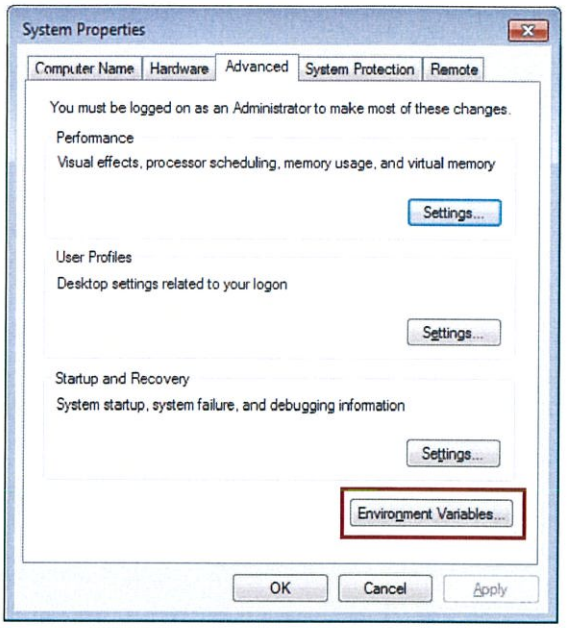
2. การตั้งค่าโปรแกรม

ทำการ set path python ไปที่ Start -> Computer เลือก property Click ขวาพื้นที่ว่างเลือก property



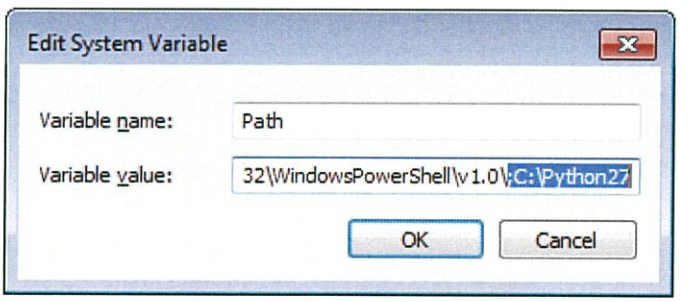
รูปที่ ก.7 การตั้งค่าโปรแกรม (1)

2.1 เลือก Advanced system setting



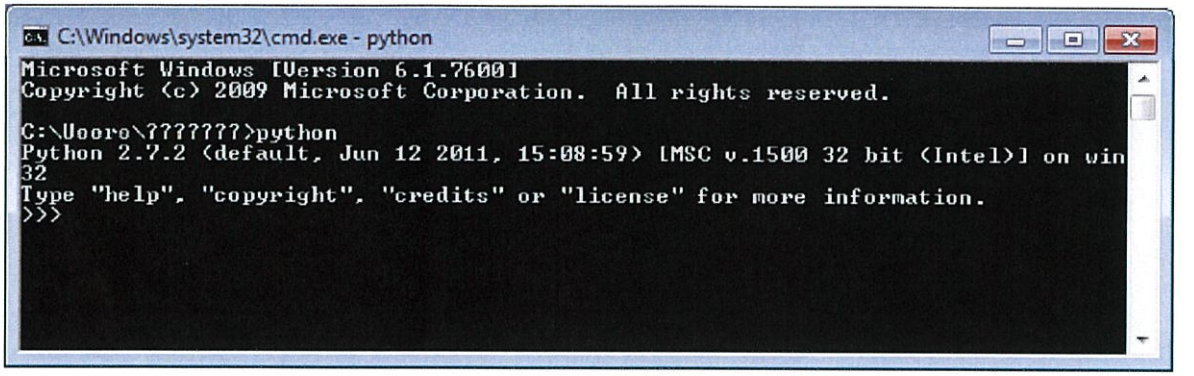
รูปที่ ก.8 การตั้งค่าโปรแกรม (2)

2.2 Tab Advance เลือก Environment Variables ที่ System variables ที่ variable เลือก <Path> กด Edit...



รูปที่ ก.9 การตั้งค่าโปรแกรม (3)

2.3 พิมพ์ ;C:\Python27 ต่อท้าย ซึ่งหากเราลง python version อื่น ให้ระบุ path ของโปรแกรมให้ถูกต้องจากนั้นกด O.k. และ กด O.K. ที่ System property เพื่อยืนยันการ เปลี่ยนแปลงอีกครั้ง



รูปที่ ก.10 การตั้งค่าโปรแกรม (4)

2.4 สั่ง run python shell อีกครั้งผ่าน terminal เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้ง