การพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

Voice Editing Detection Using Support Vector Machine

นายภัคพล เตวียงทอง

นางสาววรันธร ดลุงศิลป์

นายวรรธนะ ศิริจันทร์

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

การพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

Voice Editing Detection Using Support Vector Machine

นายภัคพล เฉวียงหงษ์

นางสาววรันธร ผดุงศิลป์

นายวรรธนะ คัทจันทร์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Voice Editing Detection Using Support Vector Machine

PAKAPON CHAVIENGHONG

VARUNTHORN PHADUNGSILP

WATTANA KUTTACHAN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงโดยใช้ Support Vector Machine		
	Voice Editing Detection Using Support Vector Machine		
ชื่อนักศึกษา	นายภัคพล	เฉวียงหงษ์	52050765
	นางสาววรันธร	ผดุงศิลป์	52050777
	นายวรรธนะ	คัทจันทร์	52050780
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.รุ่งรัตน์ เวียงศรีพนาวัลย์		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2555

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.สายชล ใจเย็น ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.กรกช ประชุมรักษ์ กรรมการ	
ดร.รุ่งรัตน์ เวียงศรีพนาวัลย์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน
ชื่อนักศึกษา	นายภัคพล เฉวียงหงษ์
	นางสาววรันธร ผดุงศิลป์
	นายวรรธนะ คัทจันทร์
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2555
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.รุ่งรัตน์ เวียงศรีพนาวัลย์

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เสนอวิธีการที่ใช้ในการจำแนกคลิปเสียงว่ามีการตัดต่อมาหรือไม่โดยใช้วิธีการจำแนกข้อมูลด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) ซึ่งมีการแบ่งการตัดต่อของคลิปเสียงออกเป็นสามประเภท ได้แก่ การตัดต่อคลิปเสียงของคน 5 คน การตัดต่อคลิปเสียงของคนคนเดียวแต่บันทึกเสียงหลายสถานที่ และการตัดต่อคลิปเสียงของคนคนเดียวแต่บันทึกเสียงในสถานที่เงียบไม่มีเสียงรบกวน โดยในแต่ละมีประเภทจะมีการทดสอบกับข้อมูลคลิปเสียงต้นฉบับ (Raw Data) ข้อมูลคลิปเสียงที่ผ่านการสกัดด้วยวิธีการของ Linear Prediction Coefficient (LPC) ข้อมูลคลิปเสียงที่ผ่านการสกัดด้วยวิธีการของ Principal Component Analysis (PCA) และข้อมูลคลิปเสียงที่มีการแปลงให้อยู่ในรูปของ สเปกโตรแกรม การวัดประสิทธิภาพวัดจากความถูกต้องของการจำแนกประเภทของคลิปเสียงว่าตัดต่อหรือไม่บนพื้นฐานวิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 5 ส่วน ผลการทดลองพบว่าการทดสอบให้ผลแม่นยำที่สุดกับประเภทของคลิปเสียงของคนคนเดียวแต่บันทึกเสียงในสถานที่เงียบ และ ควรใช้ LPC ในการสกัดคุณลักษณะเพราะให้ความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด และจากการทดลองเพิ่มในการนำวิธีการจำแนกข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น (MLP) โดยใช้ข้อมูลที่ผ่านการสกัดด้วยวิธีการของ LPC และ PCA มาจำแนกข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีของ SVM นั้นพบว่าการใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบ SVM มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้เพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นในกรณีการสกัดข้อมูลโดยใช้ LPC ในขณะที่ผลยังสรุปไม่ได้ในกรณีของ PCA

คำสำคัญ : การตัดต่อคลิปเสียง ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น Linear Prediction Coefficient Principal Component Analysis สเปกโตรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Voice Editing Detection using Support Vector Machine
Students	Mr. Pakapon Chavienghong
	Miss Varunthorn Phadungsilp
	Mr. Wattana Kuttachan
Degree	Bachelor of Science
Major Program	Computer Science
Academic Year	2555
Advisor	Dr. Rungrat Wiangsripanawan

ABSTRACT

The thesis presents the methods to detect whether the voice clip has been edited using Support Vector Machine (SVM). The voice clips were separated into three groups according to their editing methods: voice clips edited from five people's voice, voice clips edited from one people's voice but recorded from different places and voice clips edited from one people's voice recorded in the silent room. In each group, four types of data preprocessing methods were chosen to generate the SVM's input: raw data, feature extracted data using Linear Prediction Coefficient (LPC), feature extracted data using Principal Component Analysis (PCA) and Spectrogram data. The efficiency of each method was measured from the accuracy of each clip and tested with 5-fold cross validation scheme. The results showed the followings; voice clips edited from one people's voice recorded in the silent room gave the best accuracy compared with other editing methods and data preprocessing should use LPC since it provided the highest accuracy. The additional experimental results using Multilayer Perceptron preprocessed with LPC and PCA also showed that SVM is more appropriate machine learning technique to detect voice edited clip than Multilayer Perceptron if the LPC is used where it still cannot be concluded in the PCA case since the result was uncertain.

Keywords : Voice Edited Detection, Support Vector Machine, Multilayer Perceptron, Linear Prediction Coefficient, Principal Component Analysis Spectrogram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร.รุ่งรัตน์ เวียงศรีพนาวัลย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.สายชล ใจเย็น ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ผศ.ดร.กรกช ประชุมรักษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขในการดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ คณะผู้จัดทำมีความซาบซึ้งและถือเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณทั้งสามท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน และกองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ที่ได้กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำด้วยดีเสมอมา รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้คำแนะนำในหลาย ๆ ด้านจนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณงามความดีอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพยิ่ง และคณาจารย์ตลอดจนทุก ๆ ท่านที่ให้กำลังใจช่วยเหลือจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 อุปกรณ์ที่ใช้งาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ความหมายของเสียง	4
2.1.1 เสียง	4
2.1.2 เสียงรบกวน	4
2.1.3 ความถี่ของเสียง	4
2.1.4 ความดันเสียง	4
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติของเสียง	6
2.2.1 ความถี่	6
2.2.2 ระดับความดัง	6
2.2.3 รูปแบบของคลื่น	6
2.3 โครงข่ายประสาทเทียม	9
2.3.1 สถาปัตยกรรมเครือข่าย	9
2.3.2 มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน	11
2.4 Support Vector Machine	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1 Kernel Function	14
2.4.2 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการแบ่งกลุ่ม	15
2.5 วิธีการตรวจสอบการไขว้กัน	17
2.6 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล	18
2.6.1 ข้อมูลดิบ	19
2.6.2 สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น	20
2.6.3 วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ	21
2.7 สเปกโตรแกรม	22
2.7.1 การอ่านสเปกโตรแกรม	23
2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	26
3.1 การเตรียมข้อมูลเสียง	28
3.1.1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง	28
3.1.2 กาสร้างคลิปเสียง	29
3.1.3 การตัดต่อคลิปเสียง	30
3.1.4 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลไฟล์เสียงเป็นตัวเลข	32
3.2 การเตรียมข้อมูลก่อนนำไปใช้ในซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	33
3.2.1 การเตรียมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ	33
3.2.2 การเตรียมข้อมูลโดยวิธีการ Feature Extraction	36
3.2.2.1 การเตรียมข้อมูล โดยวิธีการ LPC	36
3.2.3.2 การเตรียมข้อมูล โดยวิธีการ PCA	38
3.2.3 การเตรียมข้อมูลโดยวิธีการใช้ Spectrogram	40
3.2.4 กำหนด Training targets	43
3.3 Support Vector Machine	43
3.3.1 Support Vector Classification	43
3.3.2 การทดสอบข้อมูล	44
3.3.3 ตัวอย่างการฝึกฝนและทดสอบข้อมูล	45
3.4 Multilayer Perceptron(MLP)	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.1 การฝึกฝนข้อมูล(Training Data)	46
3.4.2 การทดสอบข้อมูล(Testing Data)	47
3.4.3 ตัวอย่างการฝึกฝนและทดสอบข้อมูล	48
3.5 การตรวจสอบไขว้กัน	49
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	53
4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบข้อมูล	53
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผลการวิจัย	64
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	65
5.3 ข้อเสนอแนะ	66
5.4 งานวิจัยต่อไปในอนาคต	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	**68**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ 53
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 54
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 54
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 55
โดยใช้ข้อมูลแบบ Spectrogram
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 55
โดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์ที่นำ
เสียงของคนคนเดียว แต่อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 56
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว แต่อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 56
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว แต่อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 57
โดยใช้ข้อมูลแบบ Spectrogram
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว แต่อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 57
โดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว
และอัดเสียงในที่เงียบๆ มาตัดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 58
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่ เงียบๆ มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 58
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียวและอัดเสียงในที่เงียบๆ มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน 59
โดยใช้ข้อมูลแบบ Spectrogram ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว
และอัดเสียงในที่เงียบๆ มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองของมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน 59
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองของมัลติเลเยอร์ เพอร์เซปตรอน 60
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองของมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน 60
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว แต่อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองของมัลติเลเยอร์ เพอร์เซปตรอน 61
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว แต่อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองของมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน 61
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบๆ มาตัดต่อกัน

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองของมัลติเลเยอร์ เพอร์เซปตรอน 62
โดยใช้การสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis
ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบๆ มาตัดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.19 สรุปผลการทดลองทั้งซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและมัลติเลเยอร์ เพอร์เซปตรอน โดยแยกตามรูปแบบการแปลงข้อมูลก่อนการนำเข้าไปฝึกฝน และแยกตามประเภทสถานการณ์ต่างๆ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปแสดงเนื้อหามวลรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
รูปที่ 2.2 รูปแสดงการจำลองคลื่นเสียงโดยการใช้โปรแกรม Adobe Audition	5
รูปที่ 2.3 รูปแสดงลักษณะของคลื่นและความถี่ของเสียง	6
รูปที่ 2.4 รูปแสดงเปรียบเทียบ Sampling rate ที่ความถี่ต่างกัน	7
รูปที่ 2.5 รูปแสดงความแตกต่างระหว่างคลื่นเสียงแบบ 8 บิตและ 16 บิต	8
รูปที่ 2.6 รูปแสดงลักษณะของเสียงแบบ Analog และ Digital	8
รูปที่ 2.7 รูปแสดง Multilayer Feed Forward	9
รูปที่ 2.8 รูปแสดงลักษณะของ Multilayer Perceptron	12
รูปที่ 2.9 รูปแสดงแบบการทำงานของ Support Vector Machine	13
รูปที่ 2.10 รูปแสดงการ classified kernel function แบบ Polynomial	14
รูปที่ 2.11 รูปแสดงการทำ kernel function แบบ Redial-basis function	14
รูปที่ 2.12 รูปแสดงผลตัวอย่างการ Classification	15
รูปที่ 2.13 รูปแสดงการเปรียบเทียบการแบ่งกลุ่มโดยใช้ SVM	16
รูปที่ 2.14 รูปแสดงการใช้ 5-Fold Cross Validation ในการแบ่งข้อมูล	17
รูปที่ 2.15 รูปแสดงการแปลงฉากชุดความสัมพันธ์ด้วย PCA	21
รูปที่ 2.16 รูปแสดงภาพ 3 มิติของข้อมูลที่ทำการ PCA	21
รูปที่ 2.17 รูปแสดง Spectrogram เสียงของผู้ชายที่โทนสีและกราฟ จะบอกถึงคุณภาพและความหนักแน่นของเสียง	22
รูปที่ 2.18 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงพยัญชนะกัก	23
รูปที่ 2.19 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงเสียดแทรก	24
รูปที่ 2.20 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงพยัญชนะนาสิกในบริบท ของ front vowel และ back vowel	24
รูปที่ 2.21 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงกึ่งสระ	24
รูปที่ 2.22 รูปแสดงกระบวนการจำแนกเสียงด้วยวิธีการ LPC	25
รูปที่ 3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย	26
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนวิธีดำเนินงานวิจัย	27
รูปที่ 3.3 รูปภาพแสดงช่องสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ	28
รูปที่ 3.4 รูปภาพแสดงรูปแบบของ Microphone ในแบบต่างๆ	28
รูปที่ 3.5 แสดงการปรับค่า Line in และการปรับแต่งค่าในส่วนของเสียง	29

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.6 โปรแกรม Nero WaveEditor 29
รูปที่ 3.7 รูปแบบการบันทึกเสียง 29
รูปที่ 3.8 โปรแกรม Adobe Audition CS5.5 30
รูปที่ 3.9 กราฟเสียงและสเปกโตรแกรม 30
รูปที่ 3.10 การคัดลอกบางส่วนของคลิปเสียง 31
รูปที่ 3.11คลิปเสียงที่จะทำการตัดต่อ 31
รูปที่ 3.12 การแทรกคลิปเสียงเข้าไปเพื่อทำการตัดต่อ 32
รูปที่ 3.13 กราฟเสียงใน Matlab 32
รูปที่ 3.14 ค่าแอมพลิจูดที่ได้จากการใช้คำสั่ง wavread 33
รูปที่ 3.15 ข้อมูลของคลิปเสียง 1 คลิป 34
รูปที่ 3.16 การ Transpose ข้อมูลให้เป็นแนวนอน 34
รูปที่ 3.17 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบ 35
รูปที่ 3.18 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝน 35
รูปที่ 3.19 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง LPC 36
รูปที่ 3.20 ข้อมูล LPC ที่ถูก Transpose 36
รูปที่ 3.21 การจัดแบ่งคลิปเพื่อใช้ในการทดสอบของ LPC 37
รูปที่ 3.22 การจัดแบ่งคลิปเพื่อใช้ในการฝึกฝนของ LPC 37
รูปที่ 3.23 ข้อมูลคลิปเสียง 200 คลิป 38
รูปที่ 3.24 Transpose ข้อมูลเพื่อรอเข้า PCA 38
รูปที่ 3.25 ข้อมูลที่ได้จากการแปลง PCA แล้ว 39
รูปที่ 3.26 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบของ PCA 39
รูปที่ 3.27 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝนของ PCA 40
รูปที่ 3.28 ข้อมูลสเปกโตรแกรม 40
รูปที่ 3.29 ข้อมูลสเปกโตรแกรมที่ถูกแปลงเป็นจำนวนจริงแล้ว 41
รูปที่ 3.30 ข้อมูลสเปกโตรแกรมที่ถูกเรียงเรียบร้อยแล้ว 1 คลิป 41
รูปที่ 3.31 การจัดแบ่งข้อมูลไว้ใช้ในการทดสอบของสปกโตรแกรม 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.32 การจัดแบ่งข้อมูลไว้ใช้ในการฝึกฝนของสปกโตรแกรม	42
รูปที่ 3.33 Training Targets	43
รูปที่ 3.34 Support Vector Classification	44
รูปที่ 3.35 ตัวอย่างการทดสอบและฝึกฝนข้อมูลของ SVM	45
รูปที่ 3.36 ค่าที่ทำนายได้และค่าความถูกต้องของ SVM	46
รูปที่ 3.37 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบข้อมูลของ MLP	47
รูปที่ 3.38 ตัวอย่างการฝึกฝนและทดสอบข้อมูลของ MLP	48
รูปที่ 3.39 Neural Network Training	48
รูปที่ 3.40 ค่าที่ทำนายได้และค่าความถูกต้องของ MLP	49
รูปที่ 3.41 5-Fold Cross Validation	49
รูปที่ 3.42 การตรวจสอบไขว้โดยแบ่งออกเป็น 5 ชุด	50
รูปที่ 3.43 การตรวจสอบไขว้โดยตรวจสอบทั้ง 5 ชุด	50
รูปที่ 3.44 ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบไขว้ทั้ง 5 ชุด	51
รูปที่ 5.1 Matlab Error เพราะว่าหน่วยความจำไม่เพียงพอเนื่องจากมีจำนวนข้อมูลมาก	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันสื่อต่างๆ ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในโลกยุคปัจจุบันทำให้เราสามารถใช้คอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น รวมถึงในด้านของสื่อต่างที่ถูกนำมาใช้ทั้งในด้านดีและด้านไม่ดี ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายเช่น ในปัจจุบันนี้เสียงได้ถูกนำมาใช้ในตัดต่อเพื่อให้เกิดความเสียหายแก่บุคคลหรือประเทศชาติบ่อยครั้งและในปัจจุบันนี้พิสูจน์หลักฐานก็ยังใช้วิธีการพิสูจน์หลักฐานโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการทำหน้าที่ ทำให้นักพิสูจน์หลักฐานคาดหวังที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความฉลาดและช่วยงานในด้านการพิสูจน์เกี่ยวกับสื่อต่างๆ โดยเฉพาะสื่อที่เกี่ยวข้องในด้านเสียง ซึ่งคณะผู้จัดทำเชื่อว่าจะสามารถสร้างวิธีการให้คอมพิวเตอร์สามารถพิสูจน์หลักฐานทางด้านเสียงที่มีการตัดต่อได้

จากสาเหตุข้างต้นทำให้คณะผู้จัดทำสนใจศึกษาในเรื่องของการพิสูจน์คลิปเสียงที่มีการตัดต่อ ซึ่งจากการได้ไปสัมภาษณ์กับผู้เชี่ยวชาญของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ถึงวิธีการพิสูจน์หลักฐานแล้วพบว่าวิธีการที่ผู้เชี่ยวชาญใช้คือการใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมประยุกต์เพื่ออ่านไฟล์เสียงในรูปของสเปกโตรกราฟ แล้วใช้ทักษะของผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ไฟล์เสียงนั้นว่ามีการตัดต่อหรือไม่ โดยสังเกตจากลักษณะของกราฟรูปแบบของกราฟที่ผิดปกติ ซึ่งในการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญนั้นจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านมาวิเคราะห์และลงความเห็นให้ตรงกัน ถึงจะสรุปได้ว่าไฟล์เสียงนั้นมีการตัดต่อหรือไม่

ดังนั้นคณะผู้จัดทำได้มุ่งความสนใจเพื่อที่จะทำการใช้เครื่องมือหรือการเรียนรู้ของเครื่องเรียนรู้ เพื่อมาช่วยในการพิสูจน์ไฟล์เสียงว่ามีการตัดต่อมาหรือไม่ และคาดหวังว่าเครื่องมือหรือการเรียนรู้ของเครื่องเรียนรู้นี้นั้นจะช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วต่อการนำไปใช้งานพิสูจน์ไฟล์เสียง อีกทั้งยังมีความถูกต้องแม่นยำในการวิเคราะห์ไฟล์เสียงมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและใช้การเรียนรู้ของ Machine Learning เพื่อใช้ในการตรวจจับคลิปเสียงได้ว่ามีการตัดต่อมาหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ในการตรวจจับการตัดต่อคลิปเสียง

1.2.3 เพื่อศึกษาและปรับปรุงเทคนิควิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจจับการตัดต่อเสียงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1.3.1 สามารถบอกได้ว่าคลิปเสียงที่บันทึกนั้นมีการตัดต่อมาหรือไม่

1.3.2 เสียงที่ใช้ในการพิสูจน์ จะต้องเป็นไฟล์เสียงที่มีนามสกุล .wav

1.3.3 เสียงที่นำมาพิสูจน์มีความยาว 3 วินาที ใช้ค่า sampling rate ที่ 8000

1.3.4 ใช้โปรแกรม MATLAB ในการจัดการชุดข้อมูลเพื่อจะทำทดสอบ

1.3.5 สามารถสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์คลิปเสียงด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนได้และเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้นได้

1.3.5 สามารถเปรียบเทียบวิธีการที่ดีกว่าและให้เหตุผลในการเปรียบเทียบได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แบบจำลองในการพิสูจน์เสียง โดยสามารถบอกได้ว่าเสียงนั้นถูกตัดต่อมาหรือไม่

1.4.2 ได้รับความรู้ความเข้าใจในการสร้างแบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น

1.4.3 เป็นแนวทางในการวิจัยต่อไปในอนาคต

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้งาน

1.5.1 ไมโครโฟนตั้งโต๊ะ

1.5.2 ลำโพง

1.5.3 คอมพิวเตอร์

สเปคคอมพิวเตอร์เครื่องที่ 1

- หน่วยประมวลผล i7 รุ่น 3770k ที่ความเร็ว 3.6 GHz
- หน่วยความจำ RAM รุ่น DDR3 bus2000 ความจุ 8 GB
- เก็บข้อมูลด้วย Solid State Drive ความจุ 120 GB

สเปคคอมพิวเตอรเครื่องที่ 2

- หน่วยประมวลผล i7 รุ่น 2600k ที่ความเร็ว 3.4 GHz
- หน่วยความจำ RAM รุ่น DDR3 bus1600 ความจุ 8 GB
- เก็บข้อมูลด้วยฮาร์ดดิสค์ความจุ 1 TB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 รูปแสดงเนื้อหามวลรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของเสียง [1]

2.1.1 เสียง (Sound)

คือ พลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศ ทำให้เกิดการอัดและขยาย สลับกันของโมเลกุลอากาศ ความดันบรรยากาศจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เรียกว่า คลื่นเสียง นอกจากนี้เสียงยังแบ่งประเภทของเสียง แบ่งตามลักษณะการเกิดเสียงได้ 3 ลักษณะ**ต่อไปนี้**

2.1.1.1 เสียงดังแบบต่อเนื่อง (Continuous Noise)

เป็นเสียงดังที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Steady state Noise) และเสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่ (Non-Steady state Noise)

เลียงดังต่อเนื่องแบบคงที่เป็นลักษณะเสียงดังต่อเนื่องที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลง ไม่เกิน 3 เดซิเบล เช่น เสียงจากเครื่องทอผ้า เครื่องปั่นด้าย เป็นต้น

เสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่เป็นลักษณะเสียงดังต่อเนื่องที่มี ระดับเสียงเปลี่ยนแปลงเกินกว่า 10 เดซิเบล เช่น เสียงจากเลื่อยของเครื่องเจียร เป็นต้น

2.1.1.2 เสียงดังเป็นช่วงๆ (Intermittent Noise)

เป็นเสียงที่ดังไม่ต่อเนื่องเป็นระยะๆสลับไปมาเช่น เสียงการจราจร เสียงเครื่องบินที่บินผ่านไปมา เป็นต้น **เสียงดังกระทบ หรือ กระแทก (Impact or Impulse Noise)** เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 เดซิเบล เช่น เสียงการตอกเสาเข็ม การปั๊มชิ้นงาน การทุบเคาะอย่างแรง เป็นต้น

2.1.2 เสียงรบกวน (Noise)

หมายถึง เสียงซึ่งไม่พึงเป็นที่ต้องการเพราะทำให้เกิดการรบกวนการรับรู้เสียงที่ต้องการ

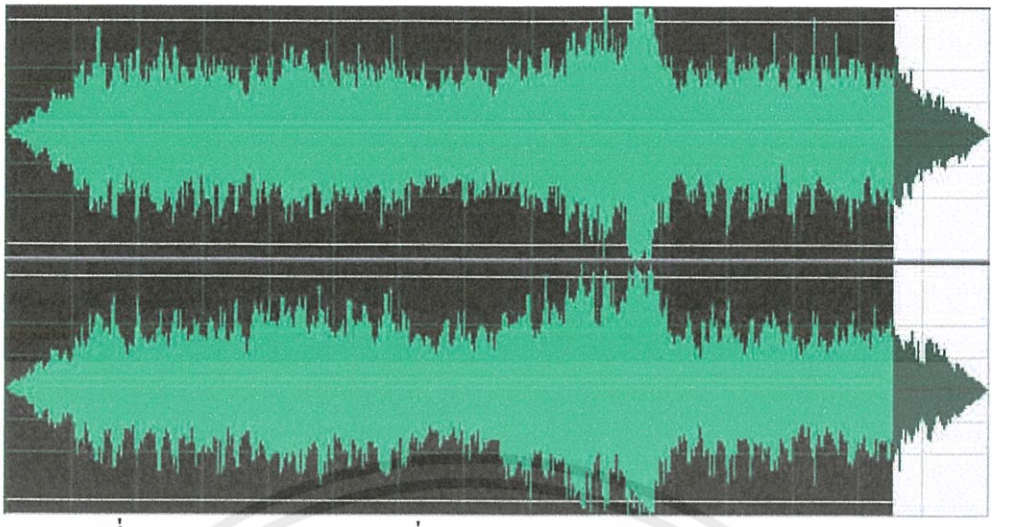
2.1.3 ความถี่ของเสียง (Frequency of sound)

หมายถึง จำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศ ตามการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศในหน่วยวัด คือ รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hertz : Hz)

2.14 ความดันเสียง (sound pressure)

หมายถึง ค่าความดันของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากความดันบรรยากาศปกติ ซึ่งค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ ค่าความสูงคลื่นหรือแอมพลิจูด การตอบสนองของหูต่อความดันเสียงไม่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่มีความสัมพันธ์ลักษณะของลอการิทึม (Logarithm) ดังนั้นค่าระดับความดันเสียงที่อ่านได้จากการตรวจวัดโดยเครื่องวัดเสียงนั้นเป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบกับความดันเสียงที่อ้างอิงแล้วโดยมีหน่วยวัดเป็น เดซิเบล (decibel : dB) ซึ่งเป็นหน่วยวัดความดังเสียงที่ใกล้เคียงกับการตอบสนองต่อเสียงของหูมนุษย์และ Time weighted average เป็นค่าเฉลี่ยระดับความดังเสียงตลอดระยะเวลาการสัมผัสเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



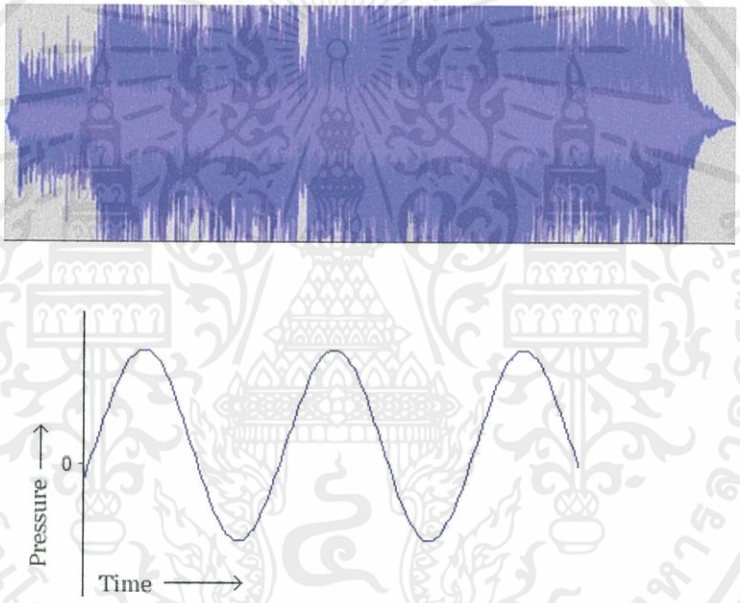
รูปที่ 2.2 รูปแสดงการจำลองคลื่นเสียงโดยการใช้โปรแกรม Adobe Audition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติของเสียง [1]

ขั้นตอนการบันทึกเสียงจะต้องมีการทำความเข้าใจกับพื้นฐานของเสียงก่อนดังนี้ **Audio** คือ เสียง ซึ่งมีหลายชนิด ทั้งเสียง คน สัตว์ เครื่องจักร เสียงร้องเพลง เสียงพูด หรือเสียงที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นโดยเครื่องดนตรี คุณสมบัติของเสียงนั้นทางฟิสิกส์ ถือว่าเสียงเป็นคลื่น (wave) อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความกดดันของอากาศจากการสั่นของแหล่งกำเนิด**เสียง มีคุณสมบัติสามอย่างที่สำคัญ** ก็คือ

- **ความถี่** (Frequency) เช่น เสียงสูงหรือเสียงต่ำ
- **ระดับความดัง** (Amplitude) เช่น เสียง เบา ดัง
- **รูปแบบของคลื่น** (Wave form) ซึ่งมีรูปแบบขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดเสียง

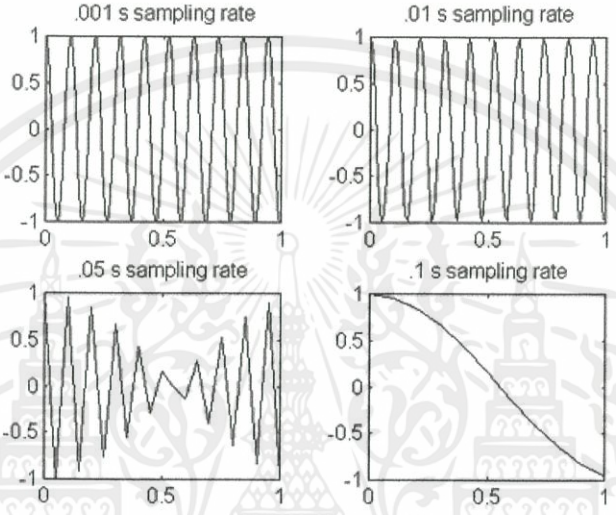


รูปที่ 2.3 รูปแสดงลักษณะของคลื่นและความถี่ของเสียง

สัญญาณเสียงมีทั้งแบบที่เป็นดิจิตอล (Digital) และ แบบอนาลอก (Analog) ระบบดิจิตอลเป็นระบบที่ใช้ค่าตัวเลข โดยเฉพาะเลขฐานสองสำหรับการส่งผ่านข้อมูล ประมวลผล เก็บข้อมูล หรือการแสดงผล โดยค่าในการจัดเก็บของ Digital จะเก็บเป็นค่าใดค่าหนึ่งในระหว่างสองค่า คือ ค่า 1 (ค่าสัญญาณ) และ ค่า 0 (ค่าไม่มีสัญญาณ) แตกต่างกับระบบ Analog ที่ใช้ค่าต่อเนื่องของข้อมูลในการทำงาน ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดของระบบ Digital และระบบ Analog สามารถกล่าวถึงได้จากการส่งผ่านข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูลแบบดิจิตอลมักจะใช้ในทางคอมพิวเตอร์และทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำค่าใด ๆ เก็บเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์หรืออิเล็กทรอนิกส์ในสื่อต่างๆ และเมื่อมีการบันทึกเสียงเข้าไปจัดเก็บในคอมพิวเตอร์ มันจึงเป็น Digital Audio ไปโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

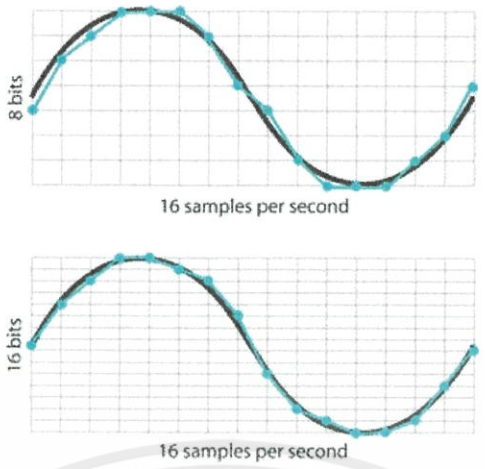
ปริยาย Sampling Rate เป็นตัวกำหนดความละเอียดของคลื่นความถี่เสียง หรือจุดที่บอกว่าเสียง ณ ตำแหน่งนั้นๆ อยู่ที่ความถี่เท่าใด เช่น ไฟล์เสียงที่มี Sampling Rate 22 กิโลเฮิรตซ์ หมายความว่า ในหนึ่งคลื่นเสียงประกอบไปด้วยจุดที่บอกความถี่ประมาณ 2 หมื่นจุดและในทำนองเดียวกัน ไฟล์ที่มี Sampling Rate 44 กิโลเฮิรตซ์ มีหมายความว่า มีจุดบอกตำแหน่งความถี่จำนวน 4 หมื่นกว่าจุดในหนึ่งคลื่นเสียงนั่นเอง ซึ่งยิ่งมี Sampling Rate มากเท่าไหร่ ก็หมายถึงคุณภาพเสียงก็จะมีมากเพิ่มขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.4 รูปแสดงเปรียบเทียบ Sampling rate ที่ความถี่ต่างกัน

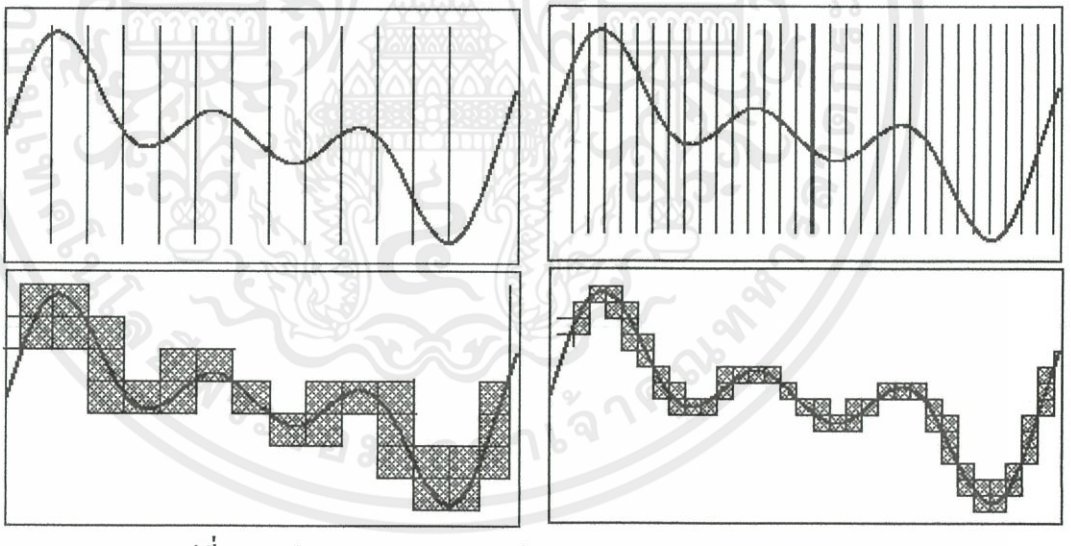
Bit Depth คือ ระยะห่างของจุดเสียงสูงสุดกับจุดเสียงต่ำสุด (เสียงแหลม - เสียงทุ้ม) ของคลื่นเสียง หรือ เรียกว่า Dynamic ซึ่งเป็นช่วงความกว้างของคลื่นเสียงที่มีผลต่อโทนเสียงทุ้มและเสียงแหลมของเพลงนั่นเอง ดังนั้นการที่มี Bit Depth มากๆ ก็หมายความว่าในคลื่นเสียงแต่ละลูกจะมีความต่างของเสียงสูงสุดและต่ำสุดมาก แต่ถ้ามี Bit Depth น้อยแล้ว ณ จุดที่เสียงสูงหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยก็จะถูกเพิ่มหรือลดความถี่เสียงลงเพื่อให้อยู่ในค่าเฉลี่ยที่กำหนดไว้ ผลที่ได้คือเสียงออกมาจะไม่เป็นธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปแสดงความแตกต่างระหว่างคลื่นเสียงแบบ 8 บิตและ 16 บิต

Bit Interval คือ เวลาที่ส่งข้อมูล 1 บิต Bit Rate คือ จำนวนของ Bit Interval ต่อวินาที โดยมีหน่วยวัดเป็น บิตต่อวินาที (bps) ซึ่งการแปลงข้อมูล Analog เป็น Digital อุปกรณ์ที่เรียกว่า โคเดค (Coder/Decoder) เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้สำหรับแปลงข้อมูล Analog เป็นสัญญาณDigital ด้วยการใช้วิธี Voice Digitization และยังสามารถแปลงกลับมาเป็นสัญญาณ Analog ได้ ตัวอย่างอุปกรณ์โคเดค เช่น ซาวน์การ์ด



รูปที่ 2.6 รูปแสดงลักษณะของเสียงแบบ Analog และ Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) [2][3]

โครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks) เป็นระบบประมวลผลสัญญาณข้อมูลต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนหน่วยประมวลผลพื้นฐานมากมายที่เรียกว่าปมประสาท (Neurons) มีคุณลักษณะเด่นคือการกระจายข้อมูลแบบขนาน ไม่เป็นเชิงเส้น สามารถเชื่อมโยงกับโครงข่ายภายนอก จัดการตัวเองได้ และประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็ว

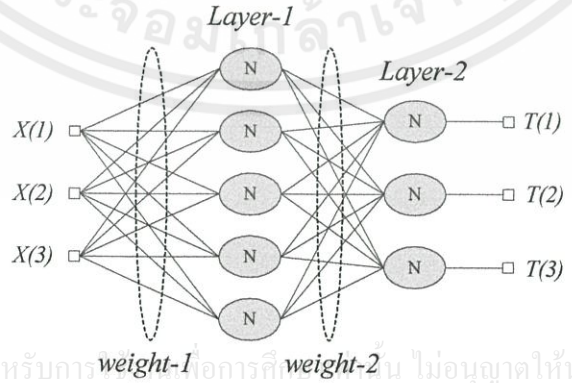
รูปแบบการสังเคราะห์ปมประสาท เป็นพื้นฐานเบื้องต้นของการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยค่าผลลัพธ์หรือเอาต์พุต (Output : $Y_{(t)}$) นั้นจะเกิดจากผลรวมของการคูณระหว่างค่าเวกเตอร์อินพุต $x(t)$ และค่าน้ำหนัก $w(t)$

$$Y(t) = f(\sum_{i=1}^{t} x_i w_i) \tag{2.1}$$

แต่ละสมาชิกของ t ซึ่งเป็นค่าของเวกเตอร์อินพุต $X_{(t)}$ ถูกถ่วงด้วยค่า $W_{(t)}$ ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักของเวกเตอร์ W ค่าน้ำหนักอินพุตจะถูกรวมกับฟังก์ชันถ่ายโอนขาเข้า พบว่าค่าฟังก์ชันถ่ายโอนจะให้ค่าขนาดอยู่ในขอบเขตที่จำกัด ฉะนั้นค่าเอาต์พุตของปมประสาทจึงหาค่าได้ตามขอบเขตที่กำหนด

2.3.1 สถาปัตยกรรมโครงข่าย (Network Architectures)

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม เป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างปมประสาทหนึ่งกับปมประสาทหนึ่ง เพื่อที่จะกระจายหรือส่งสัญญาณ และรวมถึงการเชื่อมโยงกับโครงข่ายอื่นๆ โดยปกติแล้วปมประสาทจะถูกจัดเป็นชั้นๆ (Layer) ปมประสาทที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกันจะส่งข้อมูลและคุณลักษณะร่วมกัน สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมพื้นฐานประกอบด้วยชั้นของข้อมูลนำเข้า (Input layer) หนึ่งชั้นและเชื่อมต่อไปข้างหน้า (Feed forward) ยังชั้นของข้อมูลขาออก (Output layer) มากมาย ในกรณีที่โครงข่ายประสาทเทียมที่มีความซับซ้อนจะมีชั้นการทำงานภายใน (Hidden Layer) ตั้งแต่ 1 ชั้นขึ้นไปเพื่อช่วยในการประมวลผลและเชื่อมต่อกับโครงข่ายอื่นๆ ที่อยู่สูงขึ้นไป ทำให้มีประโยชน์มากเมื่อมีจำนวนข้อมูลขาเข้า (Input layer) หลายๆ ชั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 รูปแสดง Multilayer Feed Forward

โดยปกติแล้วโครงข่ายประสาทเทียมจะมีจำนวนชั้นข้อมูลมากมายหลายชั้น เมื่อนำชั้นมารวมกันก็จะทำให้ได้จำนวนปมประสาทที่แตกต่างกันมากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นถึงสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม 2 ชั้น ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมี input vector $x(t)$ เป็นองค์ประกอบ ค่า t=1,2 และ 3 ถูกเชื่อมต่อกับ layer 1 และ output ของ layer 1 จะกลายเป็น input ของ layer 2 ที่เรียกว่า Hidden layers ส่วนชั้นที่อยู่ในตำแหน่งสุดท้ายก็คือ Output Layer ดังนั้นโครงข่ายประสาทเทียมในรูปที่ 2.7 จึงมี 3 เลเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 เพอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) [2][3]

โครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP เป็นรูปแบบหนึ่งของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างเป็นแบบหลายๆชั้น ใช้สำหรับงานที่มีความซับซ้อนได้ผลเป็นอย่างดี โดยมีกระบวนการฝึกฝนเป็นแบบมีผู้สอน (Supervise) และใช้ขั้นตอนการส่งค่าย้อนกลับ (Back propagation) สำหรับการฝึกฝนกระบวนการส่งค่าย้อนกลับ ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อยคือ การส่งผ่านไปข้างหน้า (Forward Pass) การส่งผ่านย้อนกลับ (Backward Pass) สำหรับการส่งผ่านไปข้างหน้า ข้อมูลจะผ่านเข้าโครงข่ายประสาทเทียมที่ชั้นข้อมูลเข้า และจะส่งผ่านจากอีกชั้นหนึ่งไปสู่อีกชั้นหนึ่งจนกระทั่งถึงชั้นข้อมูลออก ส่วนการส่งผ่านย้อนกลับค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อจะถูกปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับกฎการแก้ข้อผิดพลาด (Error-Correction) ซึ่งจะเป็นผลต่างของผลตอบที่แท้จริง (Actual Response) กับผลตอบเป้าหมาย (Target Response) เกิดเป็นสัญญาณผิดพลาด (Error Signal) ซึ่งสัญญาณผิดพลาดนี้จะถูกส่งย้อนกลับเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมในทิศทางตรงกันข้ามกับการเชื่อมต่อ และค่าน้ำหนักของการเชื่อมต่อจะถูกปรับจนกระทั่งผลตอบที่แท้จริงเข้าใกล้ผลตอบเป้าหมาย

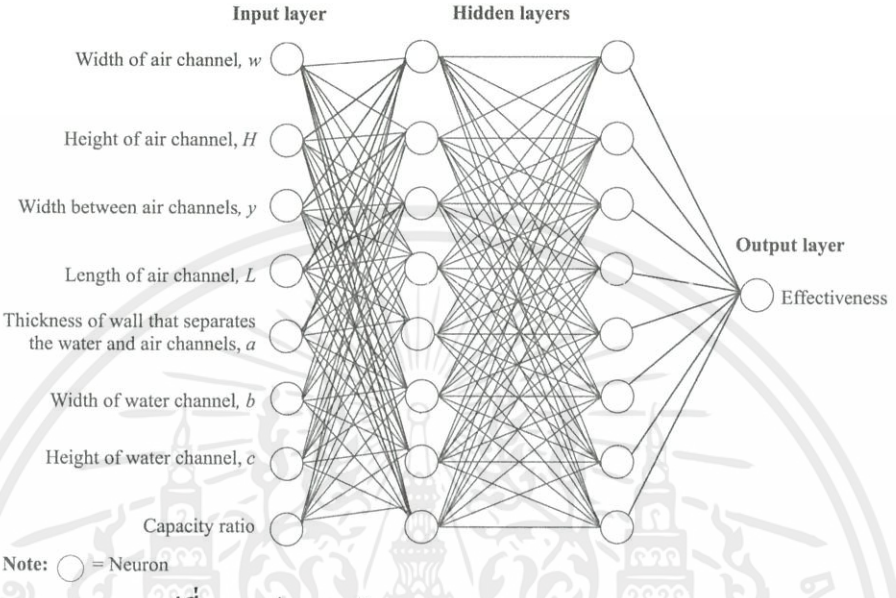
สัญญาณที่มีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP มี 2 ประเภทคือ Function Signal และ Error Signal Function Signal เป็นสัญญาณเข้าที่มาจากโหนดในชั้นก่อนหน้า และจะส่งผ่านไปข้างหน้าจากโหนดหนึ่งไปสู่อีกโหนดหนึ่ง Error Signal เป็นสัญญาณย้อนกลับที่เกิดขึ้นที่โหนดในชั้นข้อมูลออกของโครงข่ายประสาทเทียม และถูกส่งผ่านย้อนกลับจากชั้นหนึ่งไปสู่อีกชั้นหนึ่ง

หลักการทำงานของ MLP คือในแต่ละชั้นของชั้นซ่อนตัว (Hidden Layer) จะมีฟังก์ชันสำหรับคำนวณเมื่อได้รับสัญญาณ (Output) จากโหนดในชั้นก่อนหน้านี้ เรียกว่า Activation Function โดยในแต่ละชั้นไม่จำเป็นต้องเป็นฟังก์ชันเดียวกันก็ได้ ชั้นซ่อนตัวนั้นมีหน้าที่สำคัญคือจะพยายามแปลงข้อมูลที่เข้ามาในชั้น (Layer) นั้นๆให้สามารถแยกแยะความแตกต่างโดยใช้เส้นตรงเส้นเดียว (Linearly Separable) และก่อนที่ข้อมูลจะถูกส่งไปถึงชั้นข้อมูลออก (Output Layer) ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้ชั้นซ่อนตัวมากกว่า 1 ชั้นในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป Linearly Separable

ในการคำนวณหา Output ในปัญหาการจำแนกทำได้โดยการใส่ข้อมูล Input เข้าไปในโครงข่ายประสาทเทียมที่เราได้ทำการหาไว้แล้ว จากนั้นให้ทำการเปรียบเทียบค่าของ Output ใน Output Layer และให้ทำการเลือกค่าของ Output ที่มีค่าสูงกว่า (Neuron ที่มีค่าสูงกว่า) และทำการรับค่าของพยากรณ์ที่ตรงกับ Neuron ที่เลือก และให้นำค่าของ มาเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ หากค่าของ อยู่ในช่วงที่รับได้ (Error น้อยกว่า Error ที่เรากำหนด) ก็ให้ทำการรับข้อมูลชุดถัดไป แต่หากค่าของ มากกว่าค่าที่ยอมรับได้ ให้ทำการปรับค่าน้ำหนักและ Biased ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อทำการปรับน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการรับข้อมูลชุดถัดไปและทำตามขั้นตอนซ้ำอีกรอบจนกระทั่งถึงข้อมูลชุดสุดท้าย และเมื่อทำข้อมูลชุดสุดท้ายเสร็จจะนับเป็น 1 รอบของการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับและใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1 Epoch) จากนั้นจะทำการหาค่าผิดพลาดรวมเฉลี่ย จากค่าเฉลี่ยของ ที่ได้เก็บค่าเอาไว้ เพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าค่า โดยเฉลี่ยในการจำแนกนั้น มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้หรือไม่ ถ้าผลใช่แสดงว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นนั้นสามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องของทุกๆ ข้อมูลแล้ว จึงทำการจบการเรียนรู้ได้ แต่ถ้าไม่ใช่ จะกลับไปทำตามขั้นตอนแรก โดยเริ่มรับข้อมูลชุดที่ 1 ใหม่

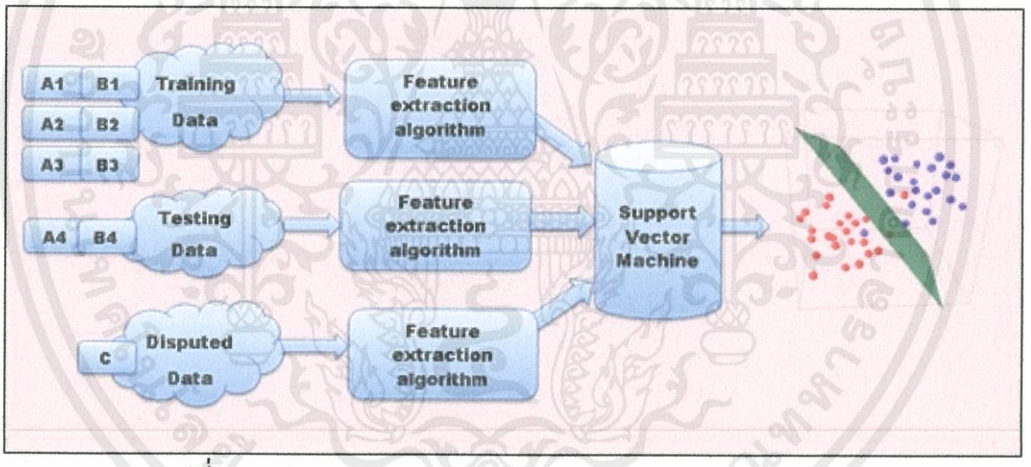


รูปที่ 2.8 รูปแสดงลักษณะของ Multilayer Perceptron

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) [4][5][6][7]

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน คือโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบใหม่ที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาของโครงข่ายประสาทเทียมแบบดั้งเดิม ซึ่งซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะอาศัยพื้นฐานความรู้มาจากทฤษฎีการเรียนรู้ทางสถิติ และกระบวนการลดความเสี่ยงเชิงโครงสร้างให้ต่ำที่สุด (Statistical Learning Theory and Structure Risk Minimization Principle) มาใช้เป็นกระบวนการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดให้เป็นรูปแบบในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบที่เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดของระบบ ด้วยเหตุนี้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน จึงมีข้อดีที่เหนือกว่าโครงข่ายประสาทเทียมในด้านของโครงสร้างและการจัดการกับข้อมูลผลลัพธ์ ทำให้เริ่มเป็นที่นิยมและเริ่มนำไปใช้ในงานด้านการจดจำรูปแบบเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงเป็นรูปแบบที่ใช้สำหรับการจำแนกทางสถิติและการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ซึ่งจะแบ่งการมองกราฟซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนออกเป็น 2 ประเภทคือ Linearly Separation เป็นข้อมูลในมุมมอง 2 มิติ หรือเส้นตรง และ Hyperplane เป็นมุมมองแบบ 3 มิติ ซึ่งจะมองเห็นเป็นแผ่น



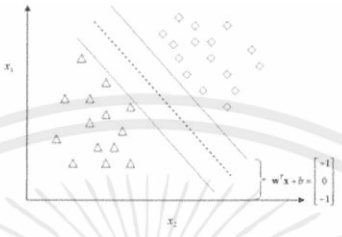
รูปที่ 2.9 รูปแสดงแบบการทำงานของ Support Vector Machine

จากรูปที่ 2.9 จะแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานของ Support Vector Machine ซึ่งมีหลักการคือนำชุดข้อมูลฝึกสอน (Training Data) ผ่านกระบวนการแปลงข้อมูล (Feature Extraction) จากนั้นจึงนำเข้าไปในซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เช่นเดียวกันกับข้อมูลที่จะถูกนำมาทดสอบ (Test Data) จะต้องมีการผ่านกระบวนการเดียวกันเพื่อให้ข้อมูลมีรูปแบบเดียวกัน ทั้งนี้ในกรณีที่มีข้อมูลที่เป็นปัญหาหรือเป็นกรณีพิเศษ (Disputed Data) ก็จะต้องนำมาผ่านกระบวนการเดียวกันด้วย ซึ่งเมื่อได้เข้ากระบวนการแล้ว Support vector Machine จะให้ผลลัพธ์เป็น Hyperplane ดังในรูปที่ 2.9

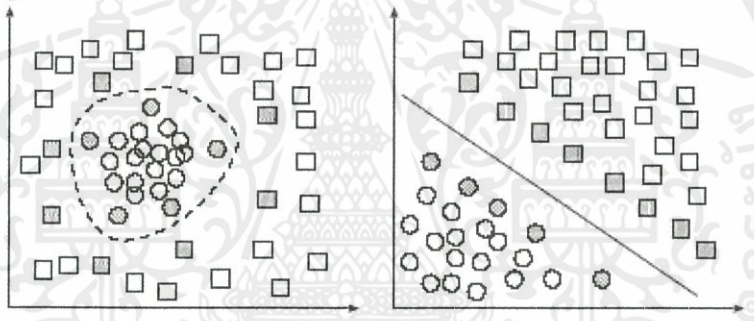
เอกสารนี้ [illegible] ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 Kernel Function [4][7]

Kernel เป็นเทคนิคของ Machine Learning ที่ถูกนำมาช่วยแก้ปัญหาการจำแนกข้อมูลแบบ Classification และ Regression สามารถจำแนกรูปแบบที่มีความสลับซับซ้อน (Complex) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่าง Kernel ที่นิยมใช้อย่างเช่น Polynomial Redial-basis function และ Sigmoid เป็นต้น



รูปที่ 2.10 รูปแสดงการ classified kernel function แบบ Polynomial

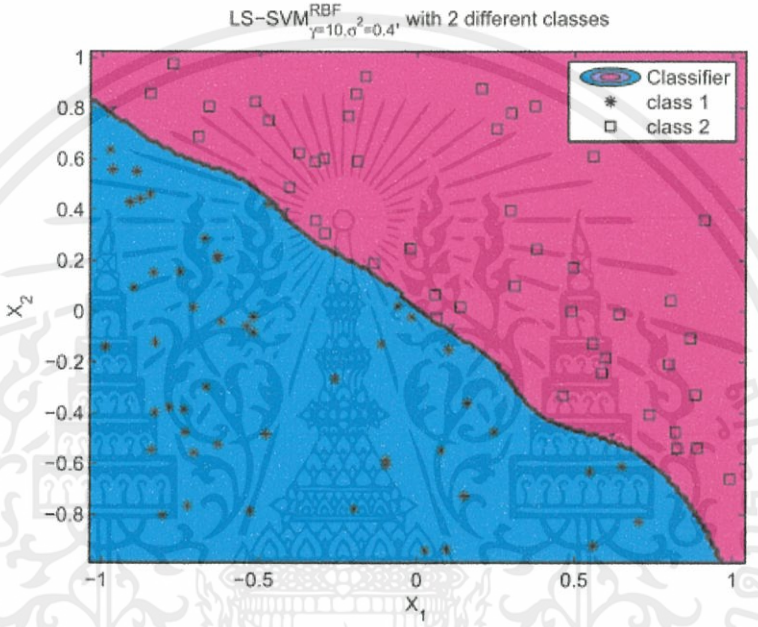


รูปที่ 2.11 รูปแสดงการทำ kernel function แบบ Redial-basis function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการแบ่งกลุ่ม (Support Vector Classification) [4][5]

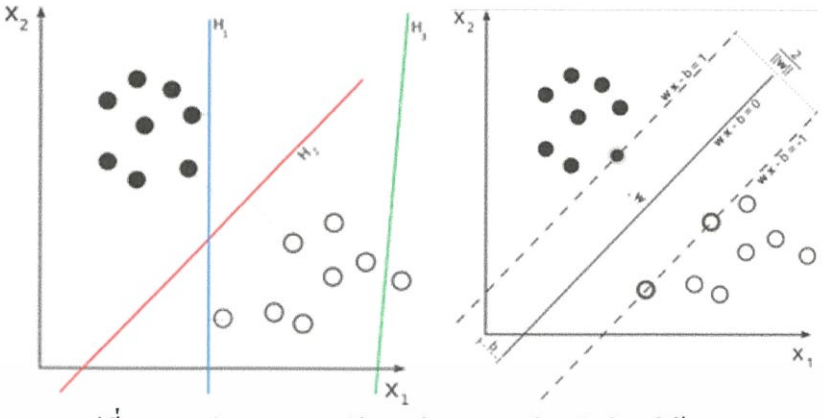
ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการแบ่งกลุ่มนั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานทางด้านการแบ่งข้อมูล ซึ่งซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะใช้ระนาบเกินที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Hyperplane)ในการแบ่งกลุ่มเพื่อเพิ่มสมรรถนะให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น ในการสร้างระนาบเกินที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลสามารถสร้างได้หลายแบบด้วยกัน แต่จะมีระนาบเกินที่เหมาะสมที่สุดเพียงระนาบเดียวเท่านั้น ที่สามารถรักษาระยะห่างมากที่สุดระหว่างข้อมูล 2 กลุ่มที่ใกล้กันมากที่สุดได้



รูปที่ 2.12 รูปแสดงผลตัวอย่างการ Classification

ภาพในรูปที่ 2.12 แสดงผลการใช้ SVM ฝึกการเรียนรู้ (Training) ด้วย Redial Basis Function Kernel ในการจัดกลุ่มของข้อมูลแยกออกเป็นสองกลุ่ม โดยป้อนข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ จากนั้นทดสอบด้วยข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Testing) ซึ่ง SVM จะตอบกลับมาว่า ข้อมูลทดสอบแต่ละรายการอยู่ในกลุ่มใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 รูปแสดงการเปรียบเทียบการแบ่งกลุ่มโดยใช้ SVM

ภาพในรูปที่ 2.13 (ภาพทางซ้าย) แสดงผลของการแบ่งกลุ่มโดยใช้ SVM จะเห็นว่า ทั้งสองกลุ่มที่มาจาก Input Data เดียวกันจะถูกแยกออกจากกัน ซึ่งในการแยกกลุ่มโดยใช้ SVM จะสามารถแบ่งได้หลายระนาบจากภาพด้านบนแบ่งได้เป็น 3 ระนาบคือ H_1 เส้นสีฟ้า H_2 เส้นสีแดง และ H_3 เส้นสีเขียว จึงควรเลือกระนาบที่ดีที่สุด โดยระนาบที่ดีที่สุดจะหาได้จากระยะห่างระหว่าง Support Vector ของแต่ละกลุ่มสมาชิกกับเส้นแบ่งที่มีระยะห่างเท่ากันมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วิธีการตรวจสอบการไขว้กัน (Cross-Validation) [4][5]

การตรวจสอบไขว้กัน (Cross Validation) เป็นวิธีการในตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการคาดการณ์ของโมเดล โดยพื้นฐานของวิธีการการตรวจสอบไขว้กันคือการสุ่มตัวอย่าง (resampling) โดยเริ่มจากแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ และนำบางส่วนจากชุดข้อมูลนั้นมาตรวจสอบ ผลลัพธ์จากการทำการตรวจสอบไขว้กันมักถูกใช้เป็นตัวเลือกในการกำหนดโมเดล เช่น สถาปัตยกรรมเครือข่ายการสื่อสาร (network architecture) โมเดลในการคัดแยกประเภท (classification model) ในกรณีการทำ 5-fold Cross-Validation ข้อมูลจะถูกแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ชุดเท่าๆกัน และทำการคำนวณค่าความผิดพลาด 5 รอบ โดยแต่ละรอบการคำนวณข้อมูลชุดหนึ่งจากข้อมูล 5 ชุดจะถูกเลือกออกมาเพื่อเป็นข้อมูลทดสอบ และข้อมูลอีก 5-1 ชุดจะถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ 5-fold Cross Validation ชุดข้อมูลหลังจากทำการแบ่งออกเป็น 5 ชุดข้อมูลย่อยเท่าๆกันโดยแต่ละกล่องคือชุดข้อมูลย่อยตาม

รูปที่ 2.14 รูปแสดงการใช้ 5-Fold Cross Validation ในการแบ่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing)

เป็นขั้นตอนก่อนนำข้อมูลมาวิเคราะห์หรือทดสอบ เพื่อให้กระบวนการมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยแก้ไขปัญหาต่อไปนี้ข้อมูลไม่สมบูรณ์ (incomplete data) เช่น ค่าของคุณลักษณะขาดหาย (missing value) หรือขาดรายละเอียดของข้อมูลมีข้อมูลรบกวน (noisy data) เช่น ข้อมูลมีค่าผิดพลาด (error) หรือมีค่าผิดปกติ (Outliers)

ซึ่งกระบวนการในการทำ Data preprocessing จะนำข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบ (Raw data) หรือข้อมูลที่ยังไม่ผ่านกระบวนการใดทั้งสิ้นมาเข้ากระบวนการดังกล่าว ซึ่งวิธีการ Preprocessing ที่นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้มีด้วยกัน 2 วิธีคือ

-สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น (Linear Prediction Coefficient-LPC)

-วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ข้อมูลดิบ (Raw Data)

คือข้อมูลที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆ ทั้งสิ้นเป็นข้อมูลที่ถูกเก็บมาจากแหล่งที่มา (source) หรือต้นกำเนิดโดยตรง คุณภาพของข้อมูลดิบมีความสำคัญมากเพราะถ้าได้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงเมื่อนำไปใช้งานจะได้ประสิทธิผลที่สูงและความน่าเชื่อถือที่สูง และเมื่อนำไปผ่านกระบวนการPreprocessing จะทำให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากขึ้นและพร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น (Linear Prediction Coefficient) [8][9]

การทำนายพันธะเชิงเส้นเป็นเทคนิคที่สำคัญทางการวิเคราะห์สัญญาณเสียงพูด เนื่องจากมีความแม่นยำสูงในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณเสียงพูดเมื่อเทียบกับความเร็วในการประมวลผล หลักการพื้นฐานของการทำนายพันธะเชิงเส้นอาศัยแนวความคิดว่าตัวอย่างสัญญาณเสียงพูดสามารถประมาณค่าได้จากผลรวมของตัวอย่างสัญญาณเสียงพูดจากการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการทำนายโดยทั่วไปเรียกว่าการเข้ารหัสการทำนายพันธะเชิงเส้น (LPC) ในด้านการประมวลผลสัญญาณเสียงในการวิเคราะห์การเข้ารหัสการทำนายพันธะเชิงเส้นเริ่มต้นจากพิจารณากรอบสัญญาณเสียงที่มีตัวอย่าง N ตัวอย่าง คือ $s1, s2, \ldots, sN$ โดยอ้างว่าตัวอย่างสัญญาณปัจจุบันสามารถทำนายได้จากผลรวมของตัวอย่างสัญญาณในอดีต p ตัวอย่าง ดังสมการ

$$\widetilde{s_n} = -a_1 s_{n-1} - a_2 s_{n-2} - a_3 s_{n-3} - \ldots - a_p s_{n-p} = -\sum_{k=1}^{p} a_k s_{n-k} \quad (2.2)$$

เมื่อ $\widetilde{s_n}$ คือ สัญญาณเสียงตัวอย่างปัจจุบัน

s_n คือ สัญญาณเสียงเอาต์พุตตัวอย่างในช่วงเวลานั้นๆ

n คือ จำนวนตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละเฟรม

p คือ อันดับของการวิเคราะห์การทำนายพันธะเชิงเส้น

$a1, a2, \ldots, ap$ คือ สัมประสิทธิ์การเข้ารหัสการทำนายพันธะเชิงเส้น

กำหนดให้ e_n แทนค่าผิดพลาดระหว่างค่าจริงและค่าที่ทำนายได้ จะได้ตามสมการ

$$e_n = s_n - \widetilde{s_n} \quad (2.3)$$

$$e_n = s_n + \sum_{k=1}^{p} a_k s_{n-k} \quad (2.4)$$

จากสมการที่ 2.4 จะเห็นว่าค่าสัญญาณ e_n เป็นผลมาจากการลบสัญญาณ $\widetilde{s_n}$ ด้วยสัญญาณ s_n จึงอาจเรียกสัญญาณ e_n นี้ว่าเป็นสัญญาณตกค้างได้ด้วยเช่นกัน และเนื่องด้วยค่าสหสัมพันธ์ช่วงสั้น (Short-term Correlation) ระหว่างตัวอย่างของสัญญาณตกค้างมีค่าต่ำ ดังนั้นประมาณได้ว่ากรอบสเปกตรัมกำลังของสัญญาณตกค้างมีลักษณะเรียบ เมื่อทำการแปลงแซด (Z Transform) สมการที่ 2.3 จะได้ค่าดังสมการที่ 2.4

$$E(z) = A(z) * S(z) \quad (2.5)$$

เมื่อ $S(z)$ คือ ผลการแปลงแซดของสัญญาณเสียงพูด

$E(z)$ คือ ผลการแปลงแซดของสัญญาณตกค้าง

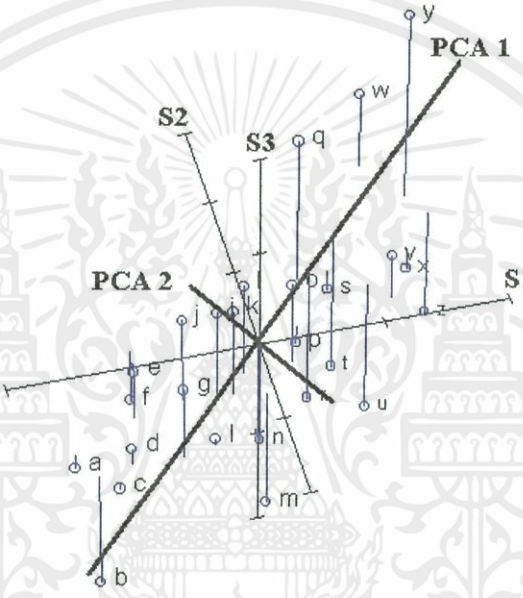
$$A(z) = 1 + \sum_{k=1}^{p} a_k z^{-k} \quad (2.6)$$

เมื่อ $A(z)$ คือ วงจรกรองแยกค่าสหสัมพันธ์ช่วงที่ปรากฏในสัญญาณเสียง

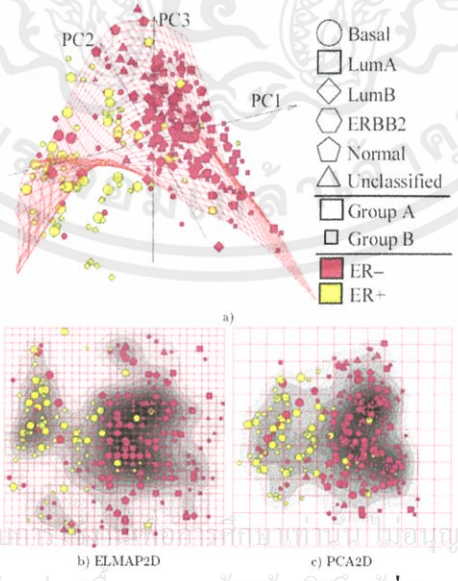
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle Component Analysis) [10][11]

เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การเปลี่ยนแปลงฉากแปลงชุดของความสัมพันธ์ของตัวแปรซึ่งอาจเป็นชุดของค่าของตัวแปรเชิงเส้นตรง uncorrelated หรือเรียกว่าองค์ประกอบหลัก โดยจำนวนขององค์ประกอบที่สำคัญคือ จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนของตัวแปรเดิม การเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ถูกกำหนดไว้ในลักษณะที่องค์ประกอบหลักแรกที่มีความแปรปรวนที่มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ และแต่ละองค์ประกอบที่มีค่าความแปรปรวนที่เป็นไปได้สูงสุดภายใต้ข้อจำกัด แต่ถ้าชุดของข้อมูลร่วมกันกระจายตามปกติ PCA มีความไวต่อการปรับความสัมพันธ์ของตัวแปรเดิม



รูปที่ 2.15 รูปแสดงการแปลงฉากชุดความสัมพันธ์ด้วย PCA

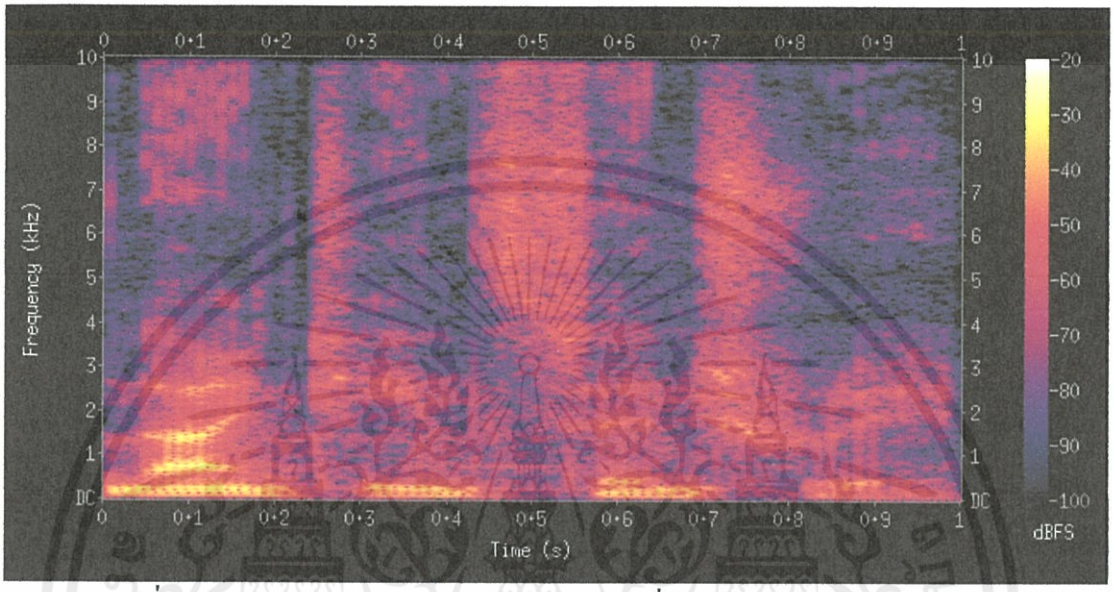


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.16 รูปแสดงภาพ 3 มิติของข้อมูลที่ทำการ PCA

2.7 สเปกโตรแกรม (Spectrogram)

มีอีกชื่อเรียกว่า sonogram เป็นภาพแทนของสเปกตรัมของความถี่ในระบบเสียง สเปกโตรแกรมสามารถใช้ในการระบุคำพูดของบุคคล บ่งบอกคุณสมบัติของเสียง รวมถึงใช้ในงานเฉพาะด้านยกตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์สายพันธ์ต่างๆของสัตว์ สเปกโตรแกรมมีความนิยมอย่างกว้างขวางในการพัฒนาเพลง ดนตรี โซนาร์เรดาร์รวมถึงการประมวลผลคำพูด

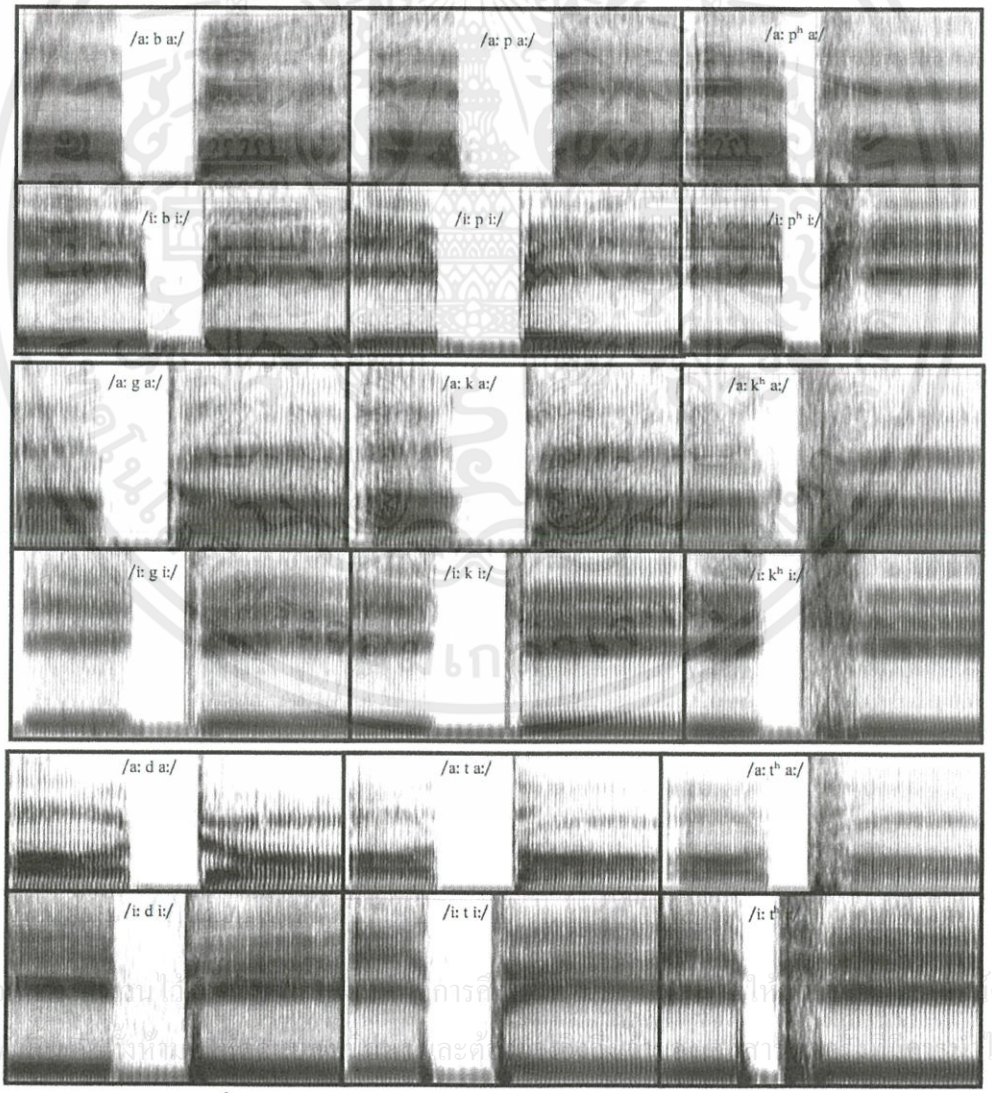


รูปที่ 2.17 รูปแสดง Spectrogram เสียงของผู้ชายที่โทนสีและกราฟจะบอกถึงคุณภาพและความหนักแน่นของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

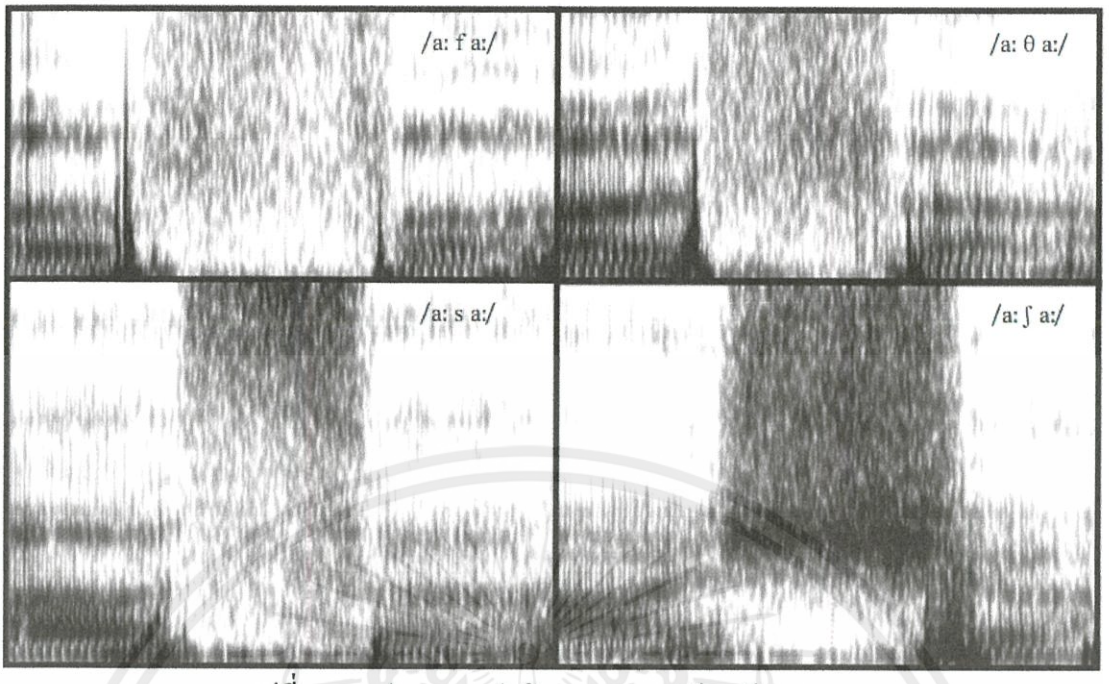
2.7.1 การอ่านสเปกโตรแกรม [12]

จุดประสงค์ของการอ่านสเปกโตรแกรมในปัญหาพิเศษนี้ คือการสังเกตจุดของเสียงที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบสเปกโตรแกรมที่มีการออกเสียงในแบบต่างๆ ว่ามีผลต่อค่าความแม่นยำหรือไม่ โดยการหาคำพูดที่สอดคล้องกับเสียงพูด โดยที่ผู้อ่านไม่ต้องฟังเสียงพูดนั้นจริงๆ การอ่านสเปกโตรแกรมทำได้โดยวิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ของสัญญาณเสียงทั้งทางเวลาและความถี่ หลังจากนั้นจึงคาดเดารูปร่างของช่องทางเสียง (Vocal Track) ตลอดจนแหล่งกำเนิดสัญญาณ ในตำแหน่งเวลาที่สอดคล้องกับลักษณะทางเวลา หรือทางความถี่นั้นๆ ถ้าเปรียบเทียบกับแบบจำลองการสร้างเสียงพูดแบบ source-filter (source-filter model of speech production) แล้วการคาดเดารูปร่างของช่องทางเสียงนั้นสอดคล้องกับการระบุ transfer function ของ filter ในแบบจำลองการที่จะเลือกว่าจะพิจารณาลักษณะของสัญญาณเสียงใด ผู้อ่านจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกลไกในการกำเนิดเสียงชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น สระ หรือ พยัญชนะต่างๆ

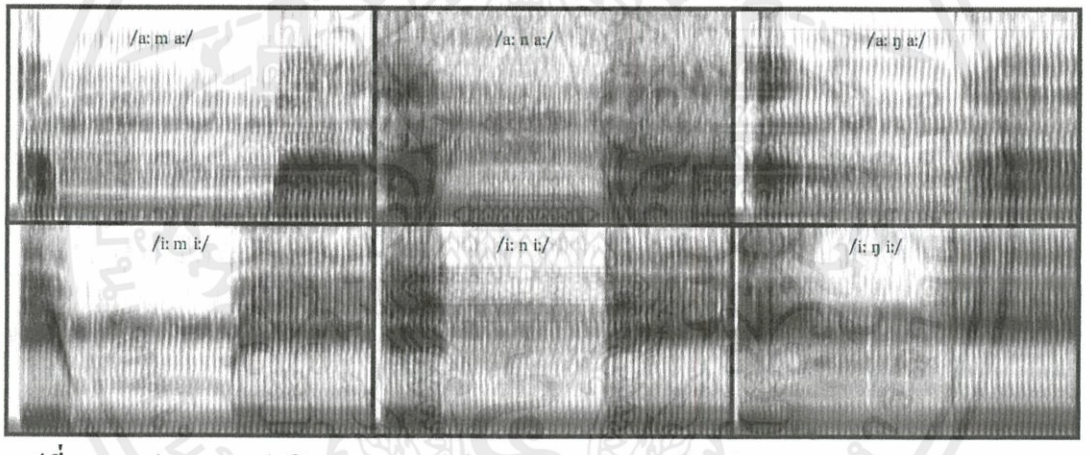


รูปที่ 2.18 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงพยัญชนะกัก

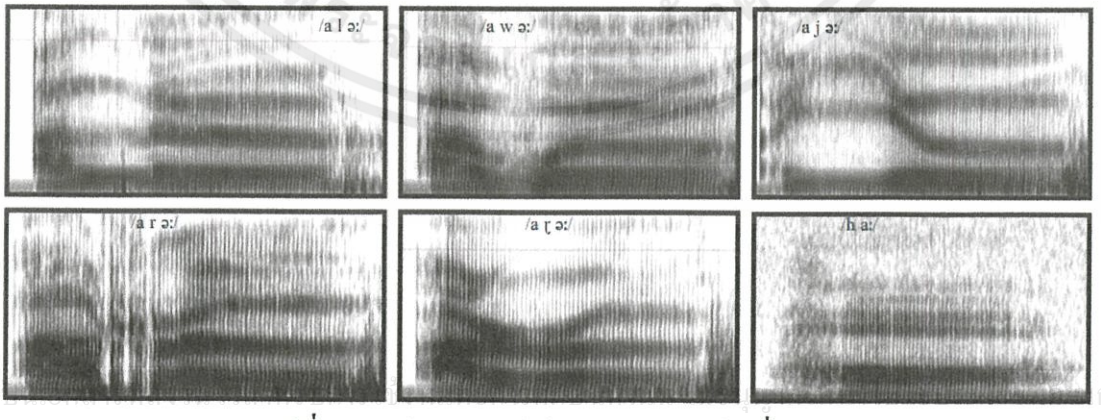
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงเสียดแทรก



รูปที่ 2.20 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงพยัญชนะนาสิกในบริบทของ front vowel และ back vowel



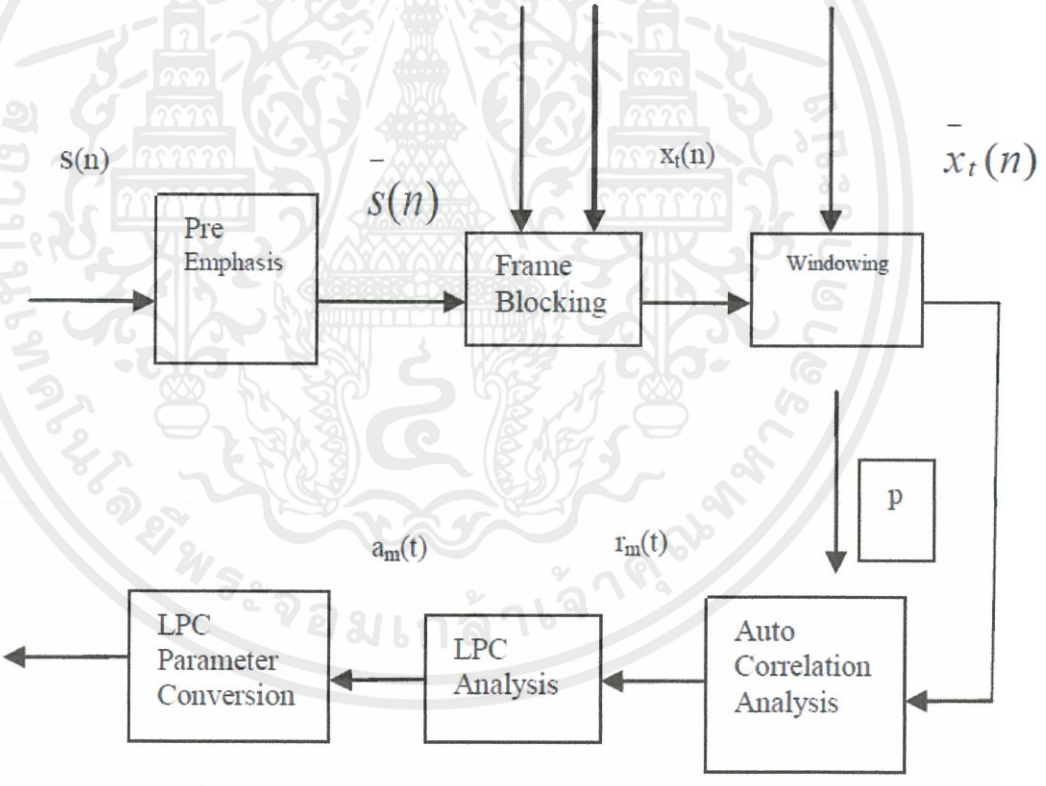
เอกสารนี้ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 รูปแสดงสเปกโตรแกรมของเสียงกึ่งสระ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [13]

ในการจัดหมวดหมู่เสียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกปฏิบัติในการพูดหรือดนตรีที่ได้รับการกลายเป็นจุดสนใจในการวิจัยของการประมวลผลเสียงและการจดจำรูปแบบ สามารถใช้ได้ในงานจำนวนมาก เช่น การแบ่งส่วนเสียงการจัดทำดัชนีและการดึงเสียงรู้จำเสียงพูดอัตโนมัติ ฯลฯ โดยทั่วไปในการจัดหมวดหมู่เสียงเป็นปัญหาที่จำแนกรูปแบบ ประการแรกคุณสมบัติที่จำเป็นที่สกัดจากสัญญาณเสียง จากนั้นเสียงจะใช้ขั้นตอนวิธีจัดการเรียนรู้บาง ประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่เสียงหรือระบบการจัดหมวดหมู่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจับคุณสมบัติเสียงที่เหมาะสมและถูกต้องจัดชุดคุณลักษณะที่สอดคล้องกับตัว Train ของตนเองในแต่ละพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเกี่ยวกับการจำแนกเสียงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างใหม่

การจัดหมวดหมู่เป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญเกี่ยวกับการดึงเสียงเพราะการวิเคราะห์ตามเนื้อหาที่แตกต่างจากงานก่อนหน้านี้ ในระบบนี้ที่เสียงดังและแบนด์วิดธ์ที่ใช้เป็นคุณสมบัติเสียงที่จะจำแนกประเภทเสียงแบบสอบถามเป็นหนึ่งที่กำหนดไว้เรียนเสียง

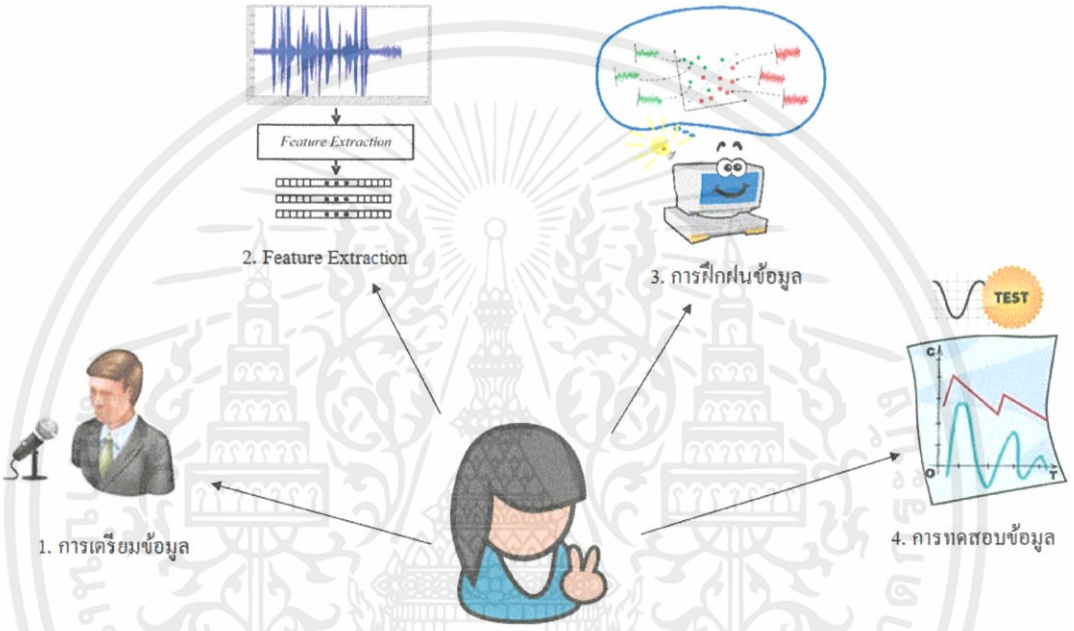


รูปที่ 2.22 รูปแสดงกระบวนการจำแนกเสียงด้วยวิธีการ LPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

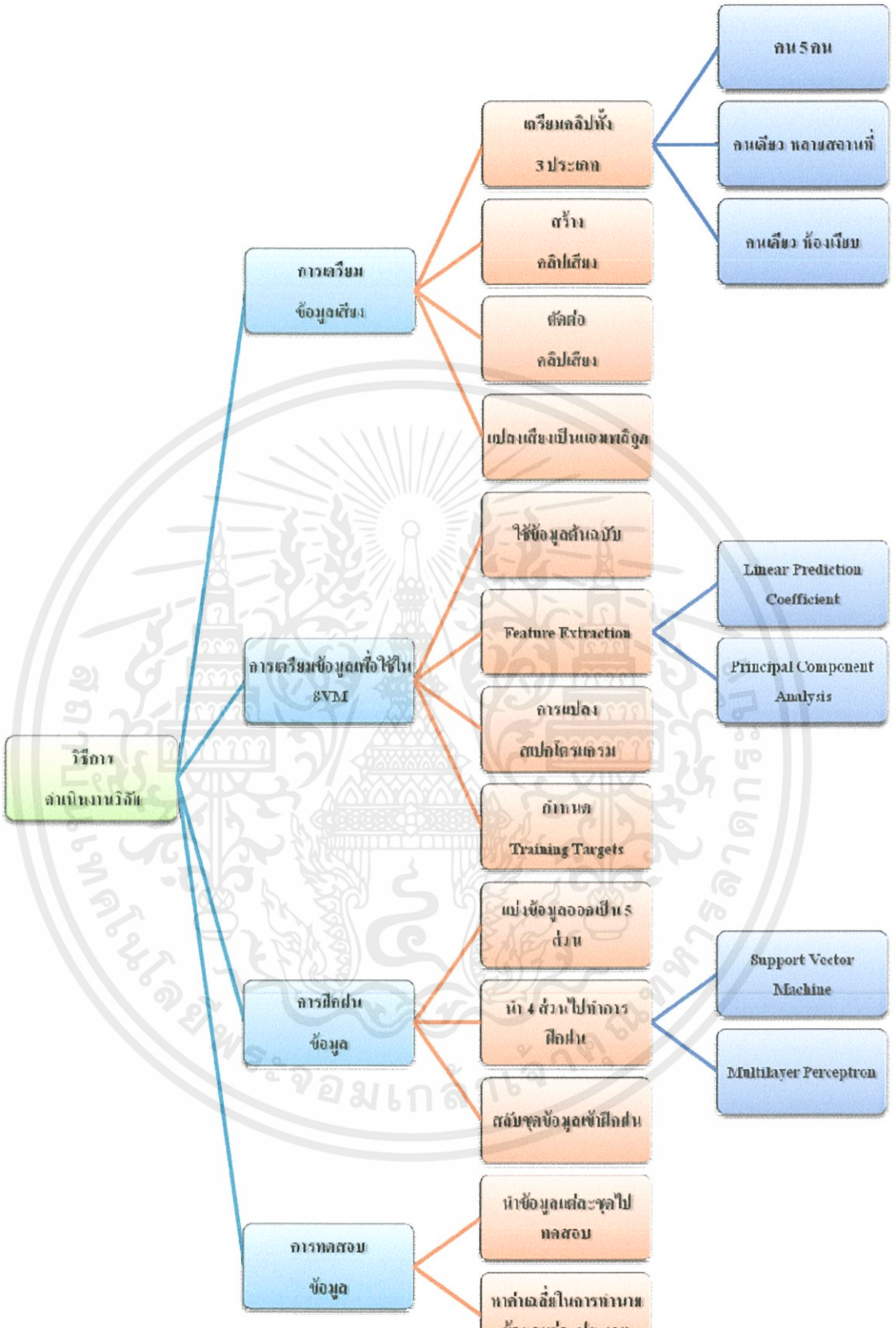
บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ที่งานวิจัยนี้ในการพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงด้วยวิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินการทดลองดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนวิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมข้อมูลเสียง

ในการทดองจะแบ่งการทดสอบคลิปเสียงออกเป็น 3 ประเภท ประเภทละ 200 คลิปเสียง โดยในแต่ละประเภทจะประกอบไปด้วยคลิปเสียงที่ผ่านการตัดต่อจำนวน 100 คลิปเสียง และคลิปเสียงที่ไม่ผ่านการตัดต่อจำนวน 100 คลิปเสียงเพื่อนำมาใช้ในการฝึกฝน (Training) และการทดสอบ (Testing)

คลิปเสียงทั้ง 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 เสียงของคน 5 คน

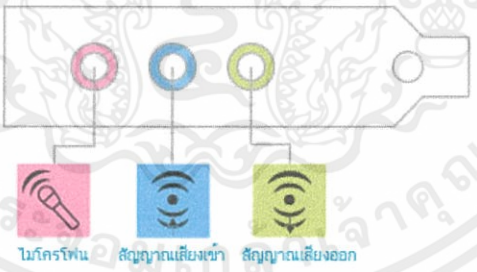
ประเภทที่ 2 คนคนเดียว อัดเสียงหลายสถานที่

ประเภทที่ 3 คนคนเดียว อัดเสียงในสถานที่เงียบสถานที่เดียว

3.1.1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง

สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการบันทึกเสียงนั้นต้องมีการติดตั้งซาวการ์ดหรือติดตั้งชิปที่มีความสามารถในการประมวลผลด้านเสียงรวมถึงมีการติดตั้งไดรว์เวอร์ของฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องและนอกจากนี้ยังต้องมีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ต่อไปนี้

- ลำโพง สำหรับเป็นตัวกระจายเสียง หรือ แสดง Output ของเสียง
- ไมโครโฟน สำหรับบันทึกหรือรับเสียงเข้าโปรแกรมต่างๆ เป็น Input ของเสียง
- Line in สำหรับนำเข้าเสียงจากอุปกรณ์เล่นเสียงอื่นๆ เช่น เทปคาสเซ็ต เครื่องเล่น mp3 เป็นต้น

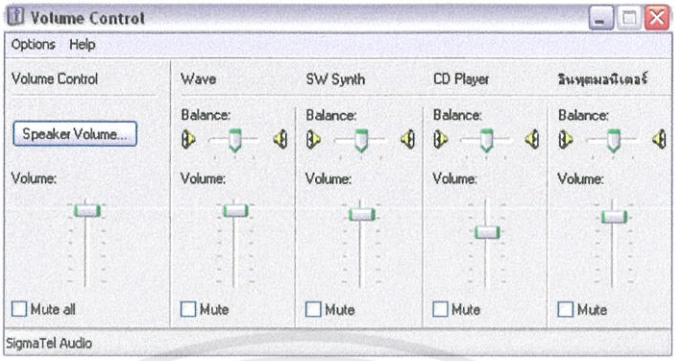


รูปที่ 3.3 รูปภาพแสดงช่องสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ

รูปที่ 3.4 รูปภาพแสดงรูปแบบของ Microphone ในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

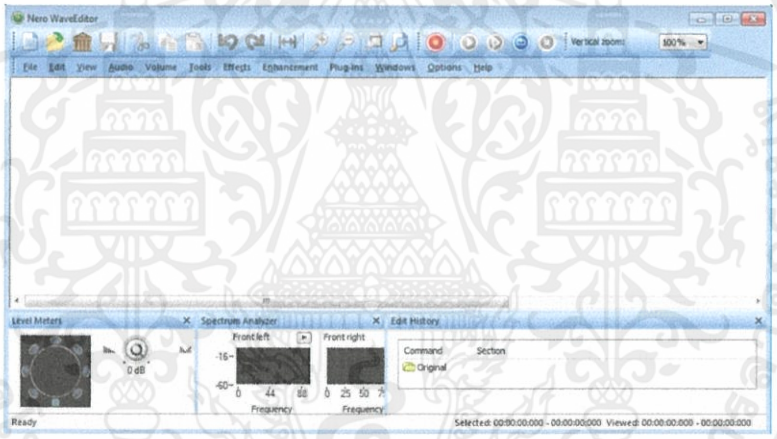
ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้นั้นต้องมีการตั้งค่าเพื่อบันทึกว่าต้องการเสียงจากแหล่งเสียงใดเช่น Line in หรือ Microphone ซึ่งสามารถตั้งค่าเสียงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการปรับค่า Line in และการปรับแต่งค่าในส่วนของเสียง

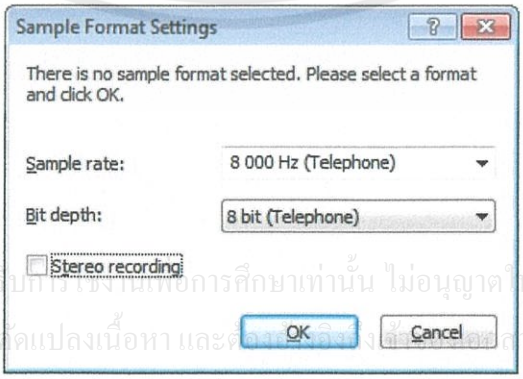
3.1.2 การสร้างคลิปเสียง

ทำการบันทึกเสียงด้วยโปรแกรม Nero WaveEditor



รูปที่ 3.6 โปรแกรม Nero WaveEditor

- ทำการเลือก Sample rate ที่ 8000 Hz และ Bit depth ที่ 8 บิต แล้วนำเครื่องหมายถูกหน้าช่อง Stereo recording ออกก่อนทำการบันทึกเสียง

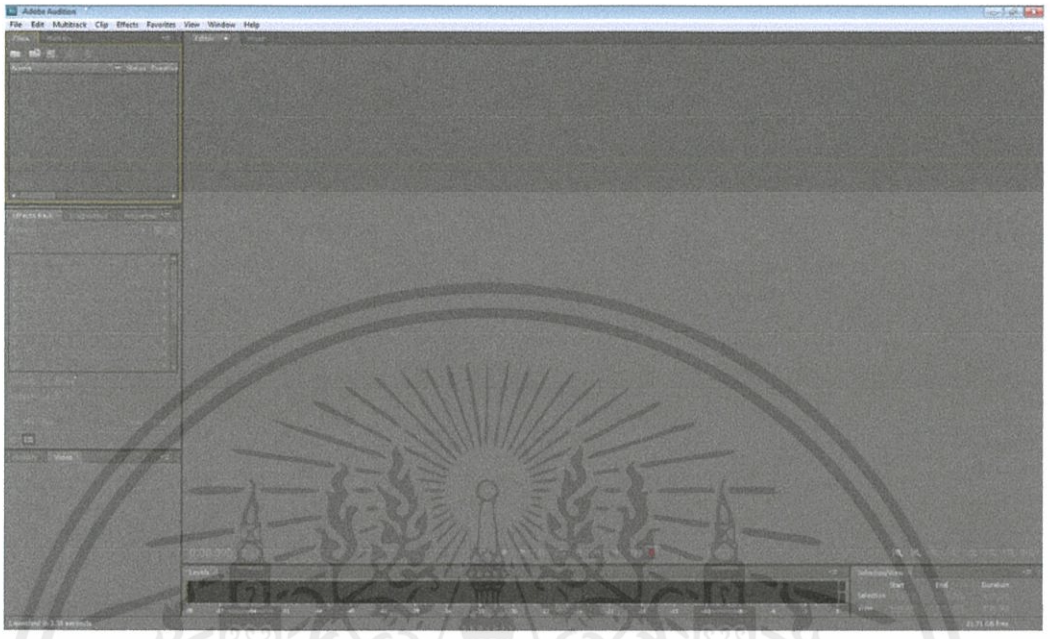


รูปที่ 3.7 รูปแบบการบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

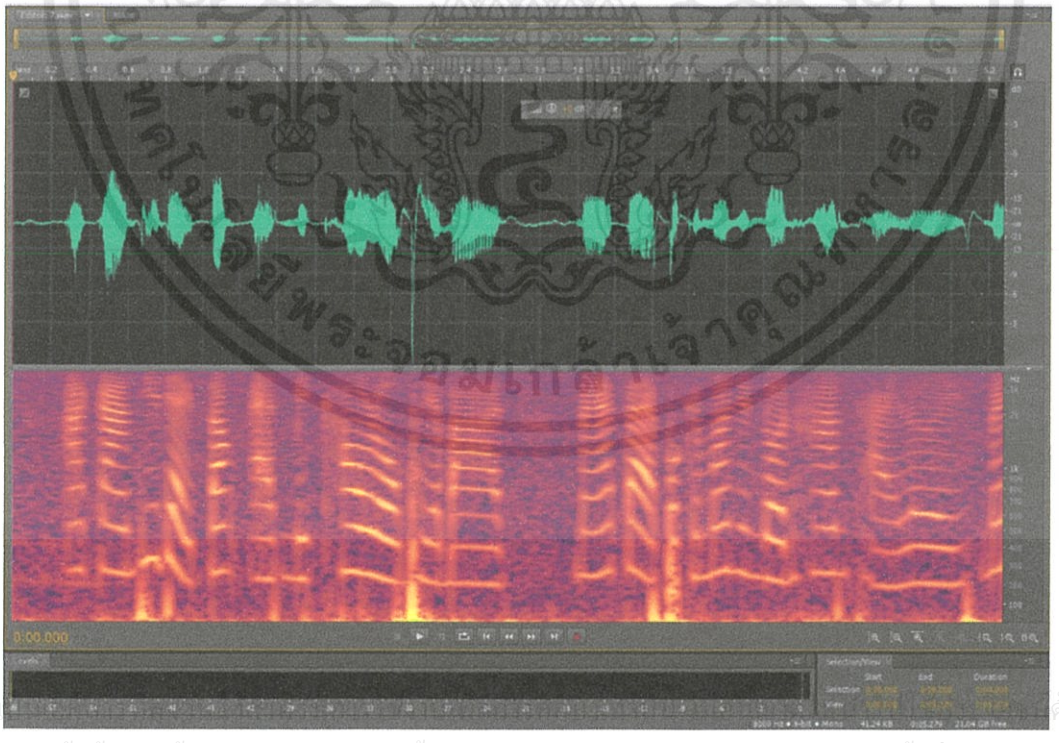
3.1.3 การตัดต่อคลิปเสียง

- ในส่วนของคลิปเสียงที่จะทำการตัดต่อนั้นจะใช้โปรแกรม Adobe Audition CS 5.5 ในการตัดต่อซึ่งสามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.8 โปรแกรม Adobe Audition CS5.5

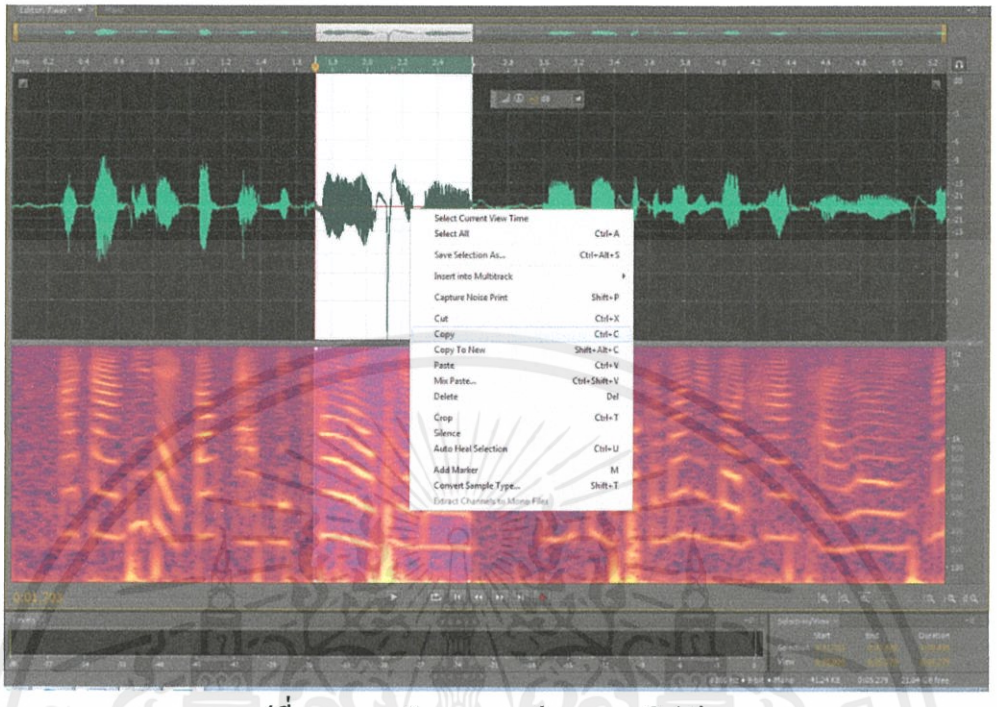
- ทำการเปิดคลิปเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้



เอกสารนี้ ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

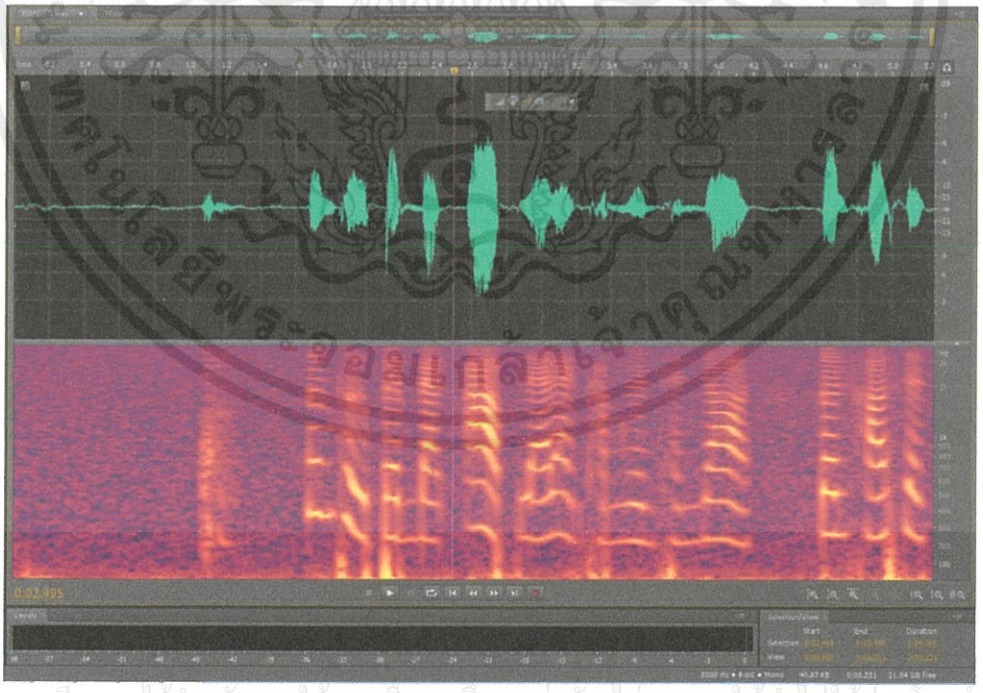
รูปที่ 3.9 กราฟเสียงและสเปกโตรแกรม

- ทำการคัดลอกส่วนที่ต้องการไปใส่ในอีกคลิปเสียงหนึ่งที่จะทำการตัดต่อ โดยครอบส่วนที่จะทำการคัดลอกแล้วเลือกคำสั่ง Copy



รูปที่ 3.10 การคัดลอกบางส่วนของคลิปเสียง

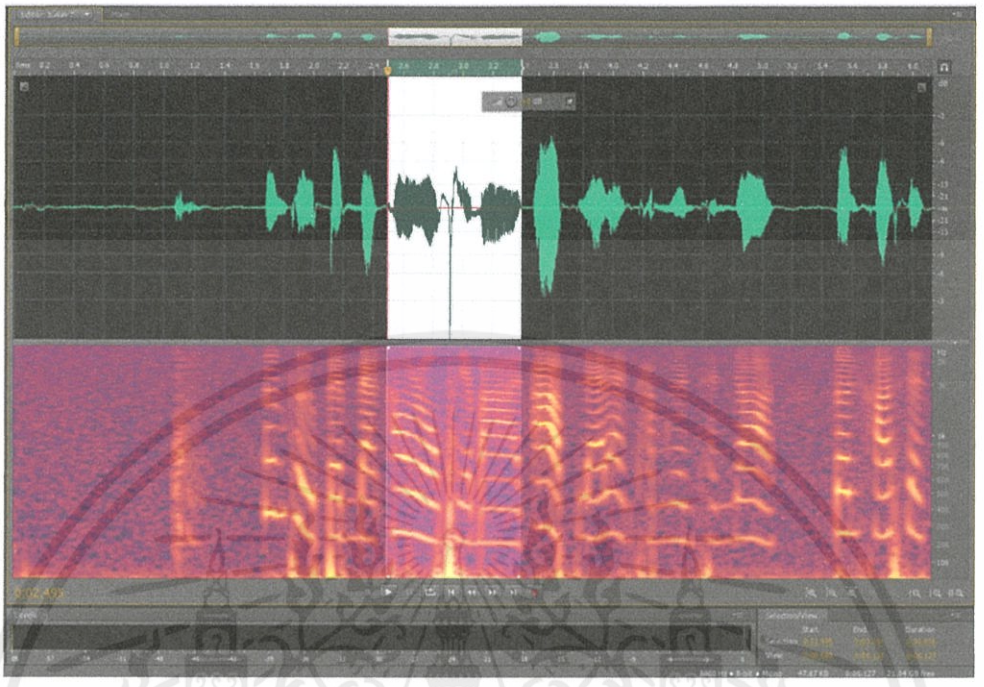
- ทำการเปิดคลิปเสียงที่จะทำการตัดต่อ



รูปที่ 3.11 คลิปเสียงที่จะทำการตัดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

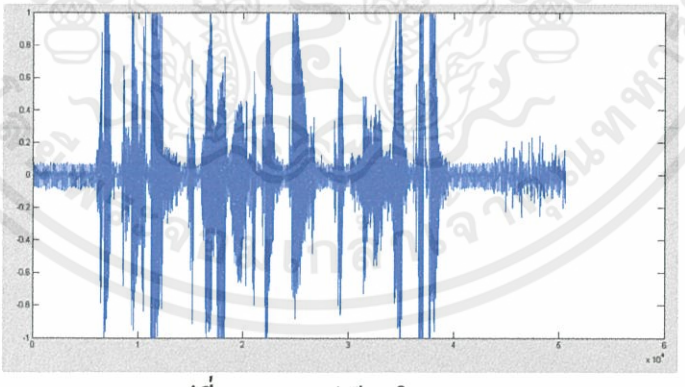
- วางคลิปเสียงในส่วนที่ทำการคัดลอกมา ลงไปยังส่วนที่ต้องการจะแทรกเพื่อทำการตัดต่อ



รูปที่ 3.12 การแทรกคลิปเสียงเข้าไปเพื่อทำการตัดต่อ

3.1.4 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลไฟล์เสียงเป็นตัวเลข

ทำการอ่านไฟล์เสียงโดยการใช้คำสั่ง wavread ของโปรแกรม Matlab จะได้กราฟเสียงดังรูป โดยแกนตั้งคือแอมพลิจูด และแกนนอนคือจุดของสัญญาณ



รูปที่ 3.13 กราฟเสียงใน Matlab

ใช้คำสั่ง wavread อ่านไฟล์เสียงเพื่อไปเก็บไว้ในตัวแปรซึ่งจะได้ค่าแอมพลิจูดในแต่ละจุดของสัญญาณดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1	2	3	4	5	6
1	0.0156					
2	0.0156					
3	0.0156					
4	0.0156					
5	0.0234					
6	0.0156					
7	0.0156					
8	0.0156					
9	0.0156					
10	0.0156					
11	0.0234					
12	0.0156					
13	0.0234					
14	0.0234					
15	0.0234					
16	0.0234					
17	0.0156					
18	0.0234					
19	0.0156					
20	0.0156					
21	0.0156					
...	...					
50544	-0.0625					
50545	-0.0469					
50546	-0.0313					
50547	-0.0234					
50548	-0.0078					
50549	0					
50550	0					
50551	0.0078					
50552	0.0156					
50553	0.0234					
50554	0.0234					
50555	0.0234					
50556	0.0234					
50557	0.0234					
50558	0.0234					
50559	0.0234					
50560	0.0313					

รูปที่ 3.14 ค่าแอมพลิจูดที่ได้จากการใช้คำสั่ง wavread

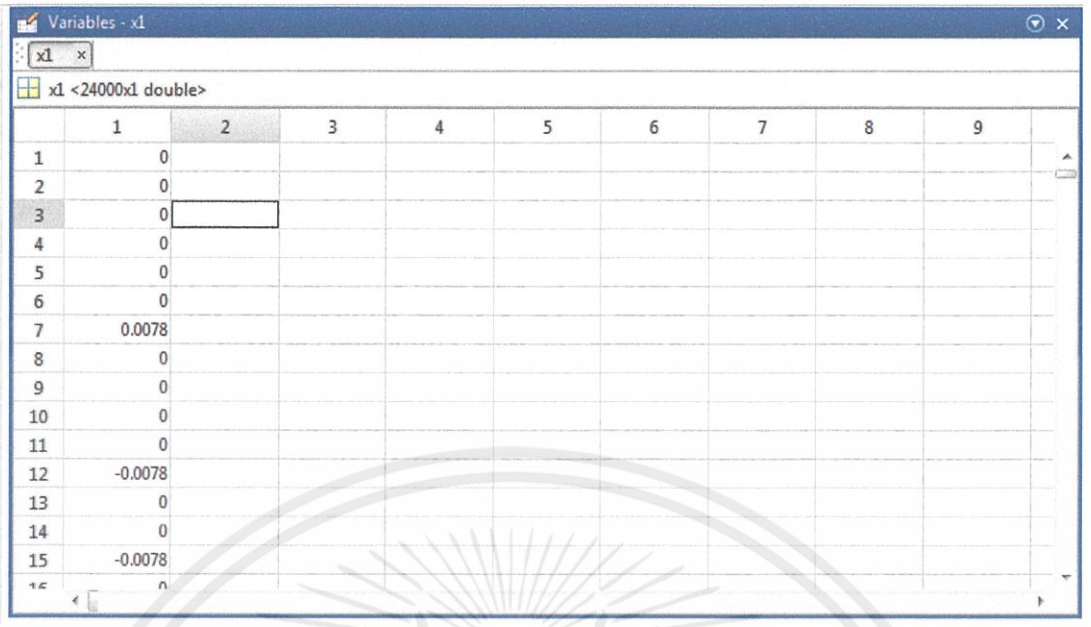
3.2 การเตรียมข้อมูลก่อนนำไปใช้ในซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

เนื่องจากข้อมูลที่ได้นั้นมีจำนวนแอมพลิจูดมากทำให้ยากต่อการคำนวณ และการที่ไฟล์เสียงแต่ละไฟล์มีความยาวไม่เท่ากันจึงต้องมีการแปลงข้อมูลให้เป็นตัวเลขเพื่อให้สามารถใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการทำนายได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่จะนำไปคำนวณนั้นจะต้องมีขนาดเท่ากัน ในงานวิจัยนี้ข้อมูลที่จะนำมาเข้า SVM (หรือ MLP) นั้น จะมี 3 ลักษณะคือ ข้อมูลดิบ (Raw Data) ข้อมูลที่ผ่าน Feature Extraction แบบ LPC และ PCA และข้อมูลที่ผ่านการแปลงให้อยู่ในรูปของสเปกโตรแกรม

3.2.1 การเตรียมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ

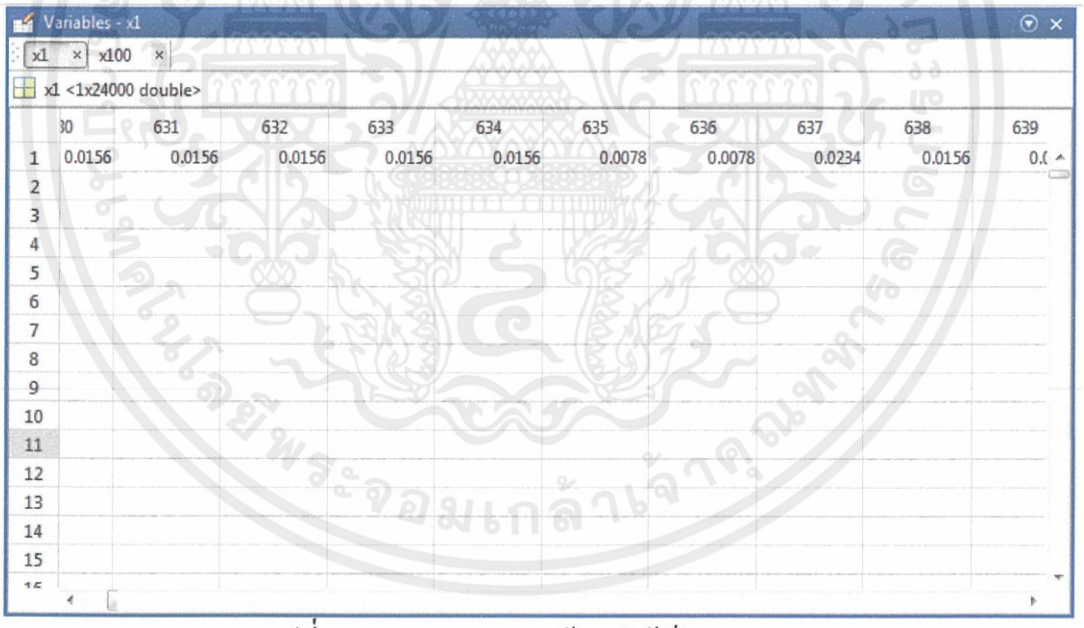
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแปลงข้อมูลของคลิปฝึกฝนแต่ละคลิปโดยใช้ค่าแอมพลิจูด 24000 ค่าแรกของแต่ละคลิปเสียงที่ใช้ไปทำการฝึกฝน ส่วนค่าตั้งแต่ 24001 เป็นต้นไปตัดทิ้งไม่นำมาฝึกฝน



รูปที่ 3.15 ข้อมูลของคลิปเสียง 1 คลิป

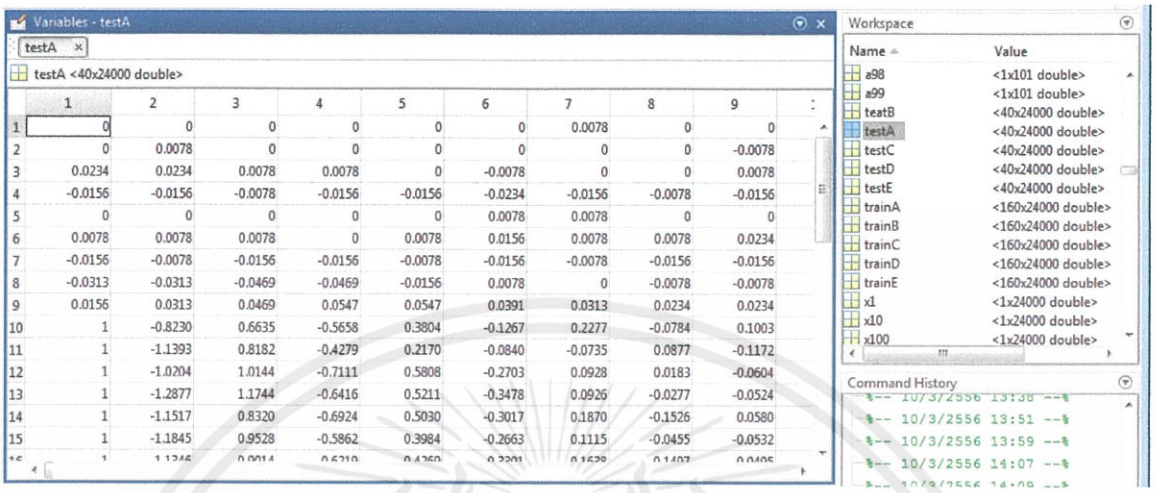
- ทำการ Transpose Variable จะได้ข้อมูลเป็น 1x24000 1 แถว



รูปที่ 3.16 การ Transpose ข้อมูลให้เป็นแนวนอน

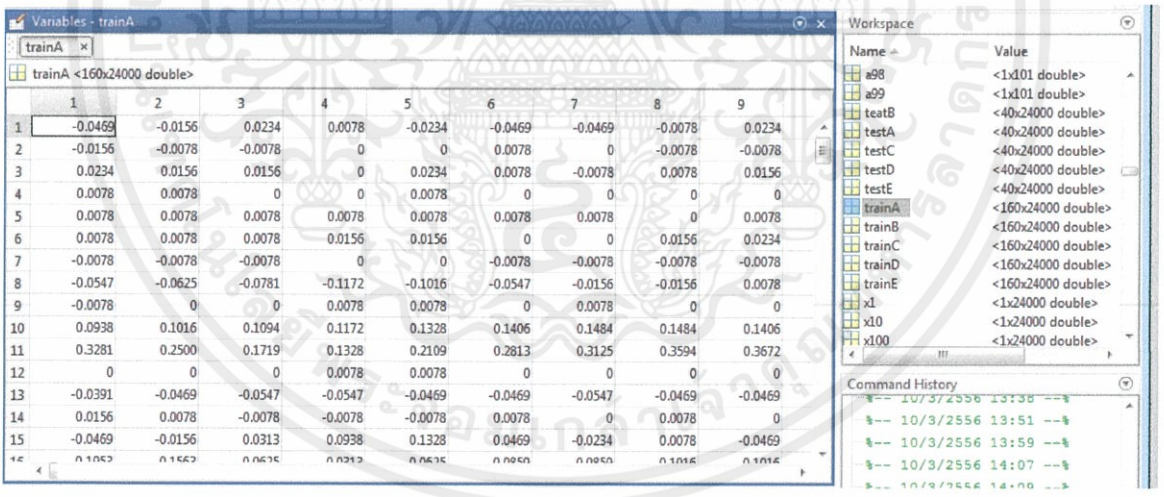
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม testA, testB, testC, testD และ testE โดยจะนำคลิปเสียงที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนกลุ่มละ 40 คลิปเสียง



รูปที่ 3.17 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบ

- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝนโดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ trainA, trainB, trainC, trainD และ trainE โดยคลิปเสียงที่ใช้ในการฝึกฝนในแต่ละชุดมีจำนวนชุดละ 160 คลิปเสียง



รูปที่ 3.18 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเตรียมข้อมูลโดยวิธีการ Feature Extraction

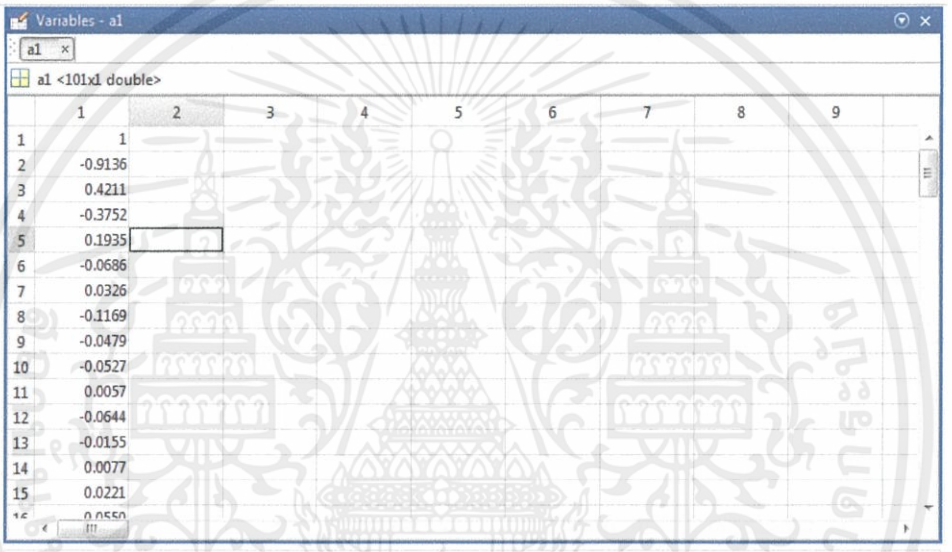
3.2.2.1 การเตรียมข้อมูลโดยวิธีการ LPC (Linear Prediction Coefficients)

นำข้อมูลของคลิปเสียงฝึกฝนแต่ละคลิปโดยการเอาคลิปแต่ละคลิปเสียงไปเข้า lpc โดยกำหนดเอาท์พุตของ LPC เป็น 100 (ทำให้ได้ข้อมูลออกมา 101 ตัวเลข) โดยที่ผลลัพธ์ตัวแรกจะมีค่าเป็น 1

```
>> a = lpc(x,100)
```

พารามิเตอร์: a คือ เอาท์พุต

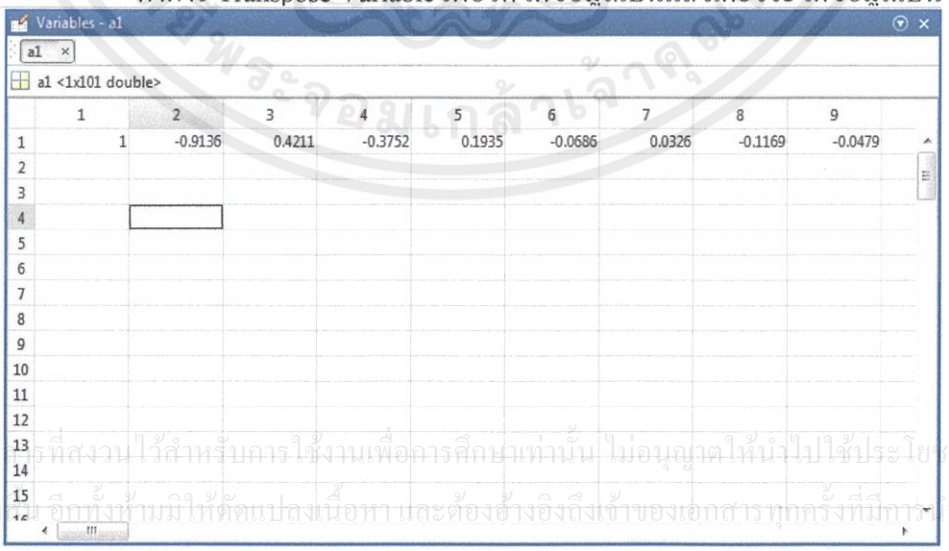
x คือ ข้อมูลของคลิปเสียงที่ได้จากการ wavread



	1
1	1
2	-0.9136
3	0.4211
4	-0.3752
5	0.1935
6	-0.0686
7	0.0326
8	-0.1169
9	-0.0479
10	-0.0527
11	0.0057
12	-0.0644
13	-0.0155
14	0.0077
15	0.0221

รูปที่ 3.19 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง lpc

- ทำการ Transpose Variable เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นแถวเดียวจะได้ข้อมูลเป็น 1x100

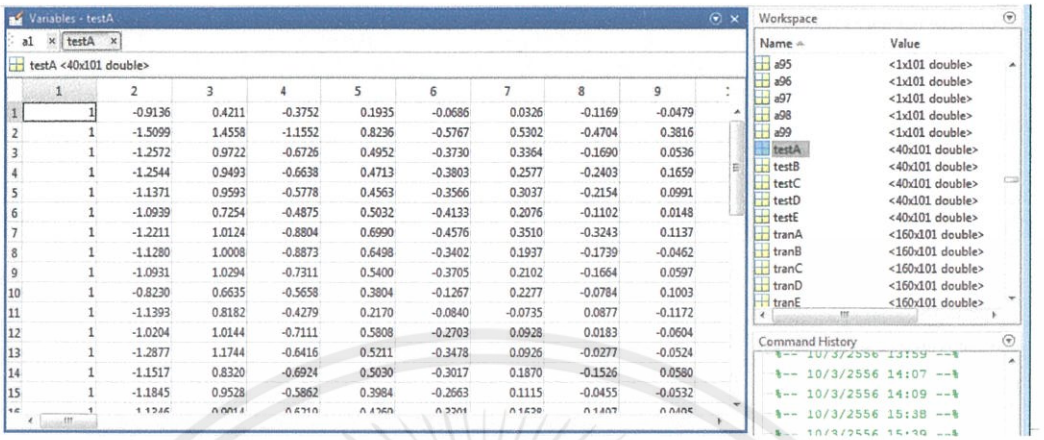


	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	-0.9136	0.4211	-0.3752	0.1935	-0.0686	0.0326	-0.1169	-0.0479

รูปที่ 3.20 ข้อมูล lpc ที่ถูก Transpose

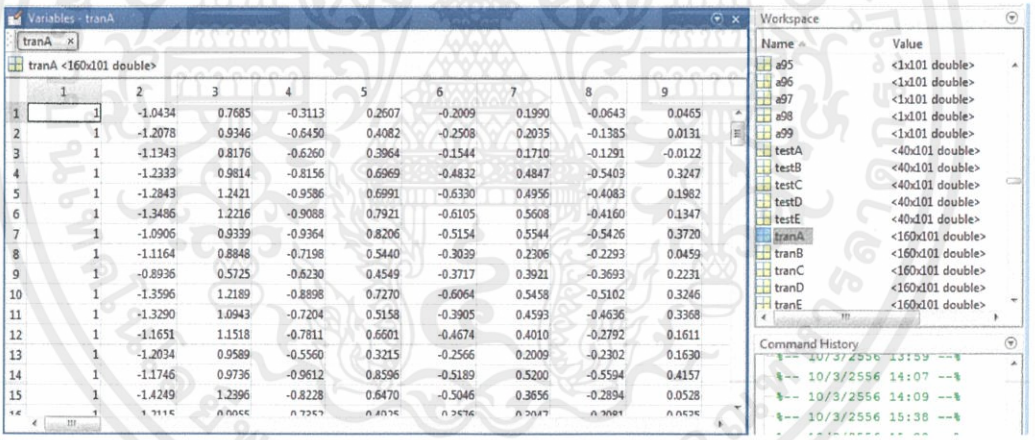
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม testA, testB, testC, testD และ testE โดยจะนำคลิปเสียงที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนกลุ่มละ 40 คลิปเสียง



รูปที่ 3.21 การจัดแบ่งคลิปเพื่อใช้ในการทดสอบของ lpc

- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝนโดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ trainA, trainB, trainC, trainD และ trainE โดยคลิปเสียงที่ใช้ในการฝึกฝนในแต่ละชุดมีจำนวนชุดละ 160 คลิปเสียง



รูปที่ 3.22 การจัดแบ่งคลิปเพื่อใช้ในการฝึกฝนของ lpc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 การเตรียมข้อมูล โดยวิธีการ PCA

- นำข้อมูลของคลิปเสียงแต่ละประเภทที่ได้หลังจากใช้คำสั่ง wavread จำนวน 200 คลิปเสียงมาทำการเรียงใส่ไว้ในไฟล์เดียวกันทั้งหมดจำนวน 200 คลิปเสียง

Variables - trxA

trxA

trxA <200x24000 double>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0	0	0	0	0.0078	0	0
2	0	0.0078	0	0	0	0	0	0	-0.0078
3	0.0234	0.0234	0.0078	0.0078	0	-0.0078	0	0	0.0078
4	-0.0156	-0.0156	-0.0078	-0.0156	-0.0156	-0.0234	-0.0156	-0.0078	-0.0156
5	0	0	0	0	0	0.0078	0.0078	0	0
6	0.0078	0.0078	0.0078	0	0.0078	0.0156	0.0078	0.0078	0.0234
7	-0.0156	-0.0078	-0.0156	-0.0156	-0.0078	-0.0156	-0.0078	-0.0156	-0.0156
8	-0.0313	-0.0313	-0.0469	-0.0469	-0.0156	0.0078	0	-0.0078	-0.0078
9	0.0156	0.0313	0.0469	0.0547	0.0547	0.0391	0.0313	0.0234	0.0234
10	1	-0.8230	0.6635	-0.5658	0.3804	-0.1267	0.2277	-0.0784	0.1003
11	1	-1.1393	0.8182	-0.4279	0.2170	-0.0840	-0.0735	0.0877	-0.1172
12	1	-1.0204	1.0144	-0.7111	0.5808	-0.2703	0.0928	0.0183	-0.0604
13	1	-1.2877	1.1744	-0.6416	0.5211	-0.3478	0.0926	-0.0277	-0.0524
14	1	-1.1517	0.8320	-0.6924	0.5030	-0.3017	0.1870	-0.1526	0.0580
15	1	-1.1845	0.9528	-0.5862	0.3984	-0.2663	0.1115	-0.0455	-0.0532
16	1	1.1246	0.9014	-0.6210	0.4269	-0.2301	0.1628	-0.1407	0.0405

รูปที่ 3.23 ข้อมูลคลิปเสียง 200 คลิป

- ทำการ Transpose Variable จะได้ข้อมูลเป็น 24000x200

Variables - trxA

trxA

trxA <24000x200 double>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0.0234	-0.0156	0	0.0078	-0.0156	-0.0313	0.0156
2	0	0.0078	0.0234	-0.0156	0	0.0078	-0.0078	-0.0313	0.0313
3	0	0	0.0078	-0.0078	0	0.0078	-0.0156	-0.0469	0.0469
4	0	0	0.0078	-0.0156	0	0	-0.0156	-0.0469	0.0547
5	0	0	0	-0.0156	0	0.0078	-0.0078	-0.0156	0.0547
6	0	0	-0.0078	-0.0234	0.0078	0.0156	-0.0156	0.0078	0.0391
7	0.0078	0	0	-0.0156	0.0078	0.0078	-0.0078	0	0.0313
8	0	0	0	-0.0078	0	0.0078	-0.0156	-0.0078	0.0234
9	0	-0.0078	0.0078	-0.0156	0	0.0234	-0.0156	-0.0078	0.0234
10	0	0	0.0078	-0.0156	0	0.0156	-0.0156	-0.0078	0.0156
11	0	0	0.0078	-0.0078	0.0078	0.0078	-0.0156	-0.0078	0
12	-0.0078	0	0	-0.0078	0	0.0078	-0.0078	-0.0234	-0.0234
13	0	0	0	-0.0078	0	0.0156	-0.0156	-0.0391	-0.0234
14	0	0	0	-0.0156	0.0078	0.0078	-0.0078	-0.0313	-0.0313
15	-0.0078	0.0078	-0.0078	-0.0078	0.0078	0.0156	-0.0156	0	-0.0391
16	0	0	0.0078	0	0.0078	0.0078	-0.0156	-0.0156	-0.0625

รูปที่ 3.24 Transpose ข้อมูลเพื่อรอเข้า PCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

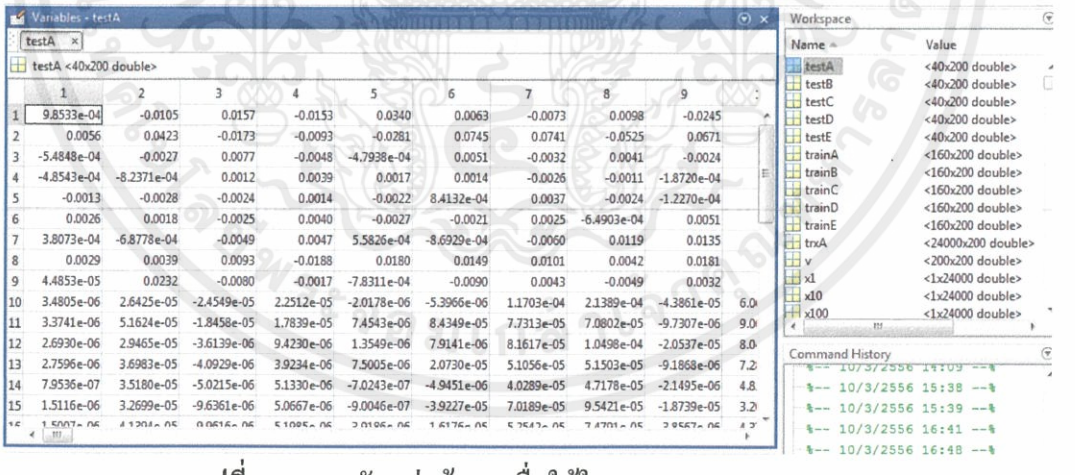
- ใช้คำสั่ง v = princomp(a1); เพื่อทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีของ PCA โดยในการทำ PCA นั้นจะต้องใช้ Matlab 2009 ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลซึ่งมีจำนวน 200 แถวและ 200 คอลัมน์

v <200x200 double>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	9.8533e-04	-0.0105	0.0157	-0.0153	0.0340	0.0063	-0.0073	0.0098	-0.0245	-0.0087	0.0223	-0.0038
2	0.0056	0.0423	-0.0173	-0.0093	-0.0281	0.0745	0.0741	-0.0525	0.0671	-0.0174	-0.0501	0.0679
3	-5.4848e-04	-0.0027	0.0077	-0.0048	-4.7938e-04	0.0051	-0.0032	0.0041	-0.0024	0.0017	0.0026	0.0025
4	-4.8543e-04	-8.2371e-04	0.0012	0.0039	0.0017	0.0014	-0.0026	-0.0011	-1.8720e-04	-0.0026	-0.0017	4.2630e-04
5	-0.0013	-0.0028	-0.0024	0.0014	-0.0022	8.4132e-04	0.0037	-0.0024	-1.2270e-04	0.0027	-0.0024	0.0042
6	0.0026	0.0018	-0.0025	0.0040	-0.0027	-0.0021	0.0025	-6.4903e-04	0.0051	0.0023	-0.0040	9.0900e-05
7	3.8073e-04	-6.8778e-04	-0.0049	0.0047	5.5826e-04	-8.6929e-04	-0.0060	0.0119	0.0135	-0.0016	0.0051	-0.0112
8	0.0029	0.0039	0.0093	-0.0188	0.0180	0.0149	0.0101	0.0042	0.0181	-0.0126	-0.0093	0.0141
9	4.4853e-05	0.0232	-0.0080	-0.0017	-7.8311e-04	-0.0090	0.0043	-0.0049	0.0032	0.0069	-0.0069	0.0073
10	3.4805e-06	2.6425e-05	-2.4549e-05	2.2512e-05	-2.0178e-06	-5.3966e-06	1.1703e-04	2.1389e-04	-4.3861e-05	6.0628e-05	-6.6173e-05	-1.8285e-05
11	3.3741e-06	5.1624e-05	-1.8458e-05	1.7839e-05	7.4543e-06	8.4349e-05	7.7313e-05	7.0802e-05	-9.7307e-06	9.0014e-05	-1.8721e-05	-3.9147e-05
12	2.6930e-06	2.9465e-05	-3.6139e-06	9.4230e-06	1.3549e-06	7.9141e-06	8.1617e-05	1.0498e-04	-2.0537e-05	8.0401e-05	-2.7723e-05	-5.5045e-06
13	2.7596e-06	3.6983e-05	-4.0929e-06	3.9234e-06	7.5005e-06	2.0730e-05	5.1056e-05	5.1503e-05	-9.1868e-06	7.2851e-05	-1.7416e-05	-8.4735e-06
14	7.9536e-07	3.5180e-05	-5.0215e-06	5.1330e-06	-7.0243e-07	-4.9451e-06	4.0289e-05	4.7178e-05	-2.1495e-06	4.8280e-05	-3.0020e-05	1.4269e-06
15	1.5116e-06	3.2699e-05	-9.6361e-06	5.0667e-06	-9.0046e-07	-3.9227e-05	7.0189e-05	9.5421e-05	-1.8739e-05	3.2063e-05	-2.2334e-05	1.6656e-05
16	1.5007e-06	4.1394e-05	-9.9616e-06	5.1985e-06	3.9186e-06	-1.6176e-05	5.2542e-05	7.4791e-05	-3.8567e-06	4.3760e-05	-2.9458e-05	-1.0909e-06
17	2.1560e-06	4.0932e-05	-1.2936e-05	3.4841e-06	4.8135e-06	-4.7621e-06	5.3095e-05	5.0712e-05	-1.0851e-06	5.6713e-05	-2.3834e-05	-1.6442e-05
18	3.9736e-06	3.0670e-05	-2.6690e-06	-1.4961e-06	-2.8961e-06	-3.5691e-05	8.1088e-05	1.0851e-04	-2.0640e-05	7.8221e-05	-2.2852e-05	2.1386e-05
19	1.8609e-06	3.0961e-05	-1.2187e-05	1.2179e-05	-1.6516e-06	1.1214e-05	9.1918e-05	1.1827e-04	-2.2083e-05	6.2854e-05	-3.2452e-05	-1.8748e-05
20	5.1121e-06	3.0762e-05	-9.0574e-06	6.5881e-06	-1.5592e-06	-1.7924e-06	1.0876e-04	1.4581e-04	-3.2829e-05	8.4547e-05	-2.5668e-05	5.9960e-06
21	-0.0060	-0.0080	-0.0431	0.0764	-0.0199	-0.0314	-0.0317	-0.0246	-0.0112	0.0108	-0.0085	-0.0136
22	-5.8528e-04	-0.0020	-0.0092	0.0266	-0.0085	8.6336e-06	-0.0160	-0.0078	-0.0239	0.0060	0.0016	0.0177
23	0.0040	0.0211	-0.0143	0.0083	-0.0421	0.0061	-0.0126	0.0069	-0.0248	-0.0026	0.0030	0.0194
24	-0.0087	0.0214	0.0146	-0.0213	0.0620	0.0036	-0.0017	0.0023	-0.0264	0.0164	0.0404	0.0033
25	-0.0034	0.1318	-0.0696	0.1243	0.0381	0.1142	-0.0983	-0.0807	-0.0760	-0.2834	0.0339	-0.1340
26	0.0043	0.0119	0.0050	0.0137	-0.0118	-0.0083	-0.0220	0.0191	0.0356	0.0183	0.0304	-0.0185
27	0.0044	0.0038	0.0060	-0.0114	0.0165	-0.0128	-0.0063	0.0031	-0.0097	0.0050	-0.0056	-2.3554e-04
28	0.0045	0.0108	0.0030	-0.0036	-0.0098	-0.0029	-9.7552e-04	-0.0057	6.0375e-04	-0.0016	0.0035	-1.5285e-04

รูปที่ 3.25 ข้อมูลที่ได้จากการแปลง PCA แล้ว

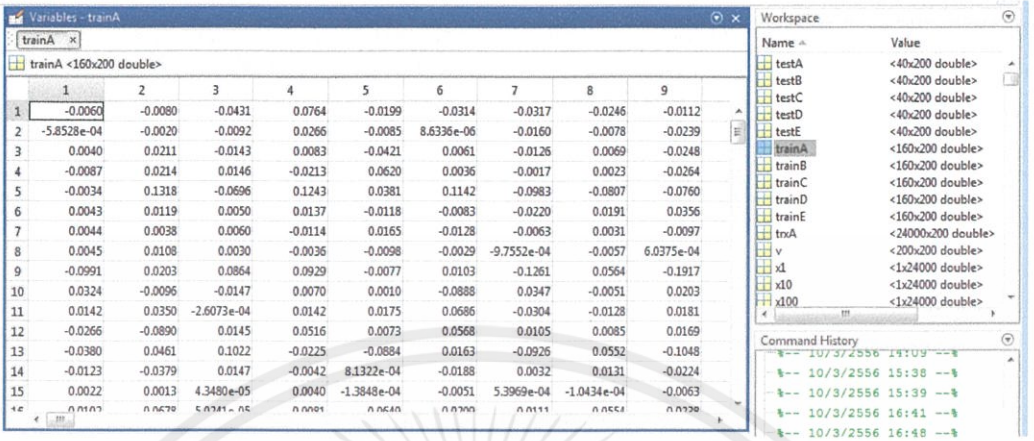
- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม testA, testB, testC, testD และ testE โดยจะนำคลิปเสียงที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนกลุ่มละ 40 คลิปเสียง



รูปที่ 3.26 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบของ PCA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

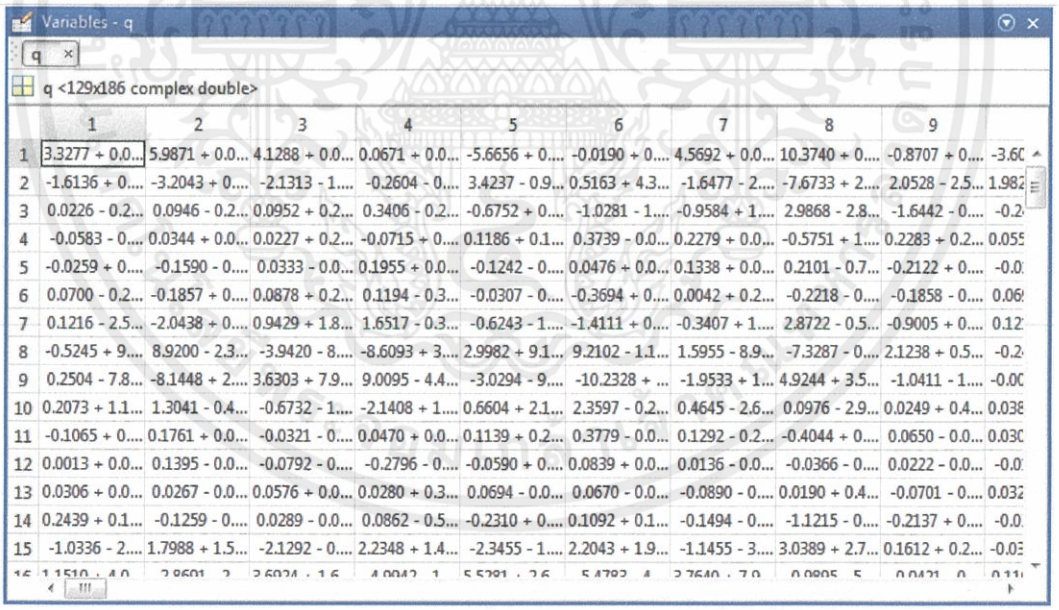
- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ trainA, trainB, trainC, trainD และ trainE โดยคลิปเสียงที่ใช้ในการฝึกฝนในแต่ละชุดมีจำนวนชุดละ 160 คลิปเสียง



รูปที่ 3.27 การจัดแบ่งข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝนของ PCA

3.2.3 การเตรียมข้อมูล โดยวิธีการใช้สเปกโตรแกรม

- นำข้อมูลที่ได้หลังจากใช้คำสั่ง wavread ไปทำการแปลงเป็นสเปกโตรแกรม โดยใช้คำสั่ง q = specgram(x200);



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3.3277 + 0.0...	5.9871 + 0.0...	4.1288 + 0.0...	0.0671 + 0.0...	-5.6656 + 0....	-0.0190 + 0....	4.5692 + 0.0...	10.3740 + 0....	-0.8707 + 0....	-3.60
2	-1.6136 + 0....	-3.2043 + 0....	-2.1313 - 1....	-0.2604 - 0....	3.4237 - 0.9...	0.5163 + 4.3...	-1.6477 - 2....	-7.6733 + 2....	2.0528 - 2.5...	1.982
3	0.0226 - 0.2...	0.0946 - 0.2...	0.0952 + 0.2...	0.3406 - 0.2...	-0.6752 + 0....	-1.0281 - 1....	-0.9584 + 1....	2.9868 - 2.8...	-1.6442 - 0....	-0.2
4	-0.0583 - 0....	0.0344 + 0.0...	0.0227 + 0.2...	-0.0715 + 0....	0.1186 + 0.1...	0.3739 - 0.0...	0.2279 + 0.0...	-0.5751 + 1....	0.2283 + 0.2...	0.055
5	-0.0259 + 0....	-0.1590 - 0....	0.0333 - 0.0...	0.1955 + 0.0...	-0.1242 - 0....	0.0476 + 0.0...	0.1338 + 0.0...	0.2101 - 0.7...	-0.2122 + 0....	-0.0
6	0.0700 - 0.2...	-0.1857 + 0....	0.0878 + 0.2...	0.1194 - 0.3...	-0.0307 - 0....	-0.3694 + 0....	0.0042 + 0.2...	-0.2218 - 0....	-0.1858 - 0....	0.06
7	0.1216 - 2.5...	-2.0438 + 0....	0.9429 + 1.8...	1.6517 - 0.3...	-0.6243 - 1....	-1.4111 + 0....	-0.3407 + 1....	2.8722 - 0.5...	-0.9005 + 0....	0.12
8	-0.5245 + 9....	8.9200 - 2.3...	-3.9420 - 8....	-8.6093 + 3....	2.9982 + 9.1...	9.2102 - 1.1...	1.5955 - 8.9...	-7.3287 - 0....	2.1238 + 0.5...	-0.2
9	0.2504 - 7.8...	-8.1448 + 2....	3.6303 + 7.9...	9.0095 - 4.4...	-3.0294 - 9....	-10.2328 + ...	-1.9533 + 1....	4.9244 + 3.5...	-1.0411 - 1....	-0.0
10	0.2073 + 1.1...	1.3041 - 0.4...	-0.6732 - 1....	-2.1408 + 1....	0.6604 + 2.1...	2.3597 - 0.2...	0.4645 - 2.6...	0.0976 - 2.9...	0.0249 + 0.4...	0.038
11	-0.1065 + 0....	0.1761 + 0.0...	-0.0321 - 0....	0.0470 + 0.0...	0.1139 + 0.2...	0.3779 - 0.0...	0.1292 - 0.2...	-0.4044 + 0....	0.0650 - 0.0...	0.030
12	0.0013 + 0.0...	0.1395 - 0.0...	-0.0792 - 0....	-0.2796 - 0....	-0.0590 + 0....	0.0839 + 0.0...	0.0136 - 0.0...	-0.0366 - 0....	0.0222 - 0.0...	-0.0
13	0.0306 + 0.0...	0.0267 - 0.0...	0.0576 + 0.0...	0.0280 + 0.3...	0.0694 - 0.0...	0.0670 - 0.0...	-0.0890 - 0....	0.0190 + 0.4...	-0.0701 - 0....	0.032
14	0.2439 + 0.1...	-0.1259 - 0....	0.0289 - 0.0...	0.0862 - 0.5...	-0.2310 + 0....	0.1092 + 0.1...	-0.1494 - 0....	-1.1215 - 0....	-0.2137 + 0....	-0.0
15	-1.0336 - 2....	1.7988 + 1.5...	-2.1292 - 0....	2.2348 + 1.4...	-2.3455 - 1....	2.2043 + 1.9...	-1.1455 - 3....	3.0389 + 2.7...	0.1612 + 0.2...	-0.0

รูปที่ 3.28 ข้อมูลสเปกโตรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลังจากนั้นทำการใช้คำสั่ง r = real(q); เพื่อแปลงค่าที่ได้จากสเปกโตรแกรมให้เป็นค่าจำนวนจริงดังตัวอย่างในรูปที่ 3.29

Variables - r

q × r ×

r <129x186 double>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3.3277	5.9871	4.1288	0.0671	-5.6656	-0.0190	4.5692	10.3740	-0.8707
2	-1.6136	-3.2043	-2.1313	-0.2604	3.4237	0.5163	-1.6477	-7.6733	2.0528
3	0.0226	0.0946	0.0952	0.3406	-0.6752	-1.0281	-0.9584	2.9868	-1.6442
4	-0.0583	0.0344	0.0227	-0.0715	0.1186	0.3739	0.2279	-0.5751	0.2283
5	-0.0259	-0.1590	0.0333	0.1955	-0.1242	0.0476	0.1338	0.2101	-0.2122
6	0.0700	-0.1857	0.0878	0.1194	-0.0307	-0.3694	0.0042	-0.2218	-0.1858
7	0.1216	-2.0438	0.9429	1.6517	-0.6243	-1.4111	-0.3407	2.8722	-0.9005
8	-0.5245	8.9200	-3.9420	-8.6093	2.9982	9.2102	1.5955	-7.3287	2.1238
9	0.2504	-8.1448	3.6303	9.0095	-3.0294	-10.2328	-1.9533	4.9244	-1.0411
10	0.2073	1.3041	-0.6732	-2.1408	0.6604	2.3597	0.4645	0.0976	0.0249
11	-0.1065	0.1761	-0.0321	0.0470	0.1139	0.3779	0.1292	-0.4044	0.0650
12	0.0013	0.1395	-0.0792	-0.2796	-0.0590	0.0839	0.0136	-0.0366	0.0222
13	0.0306	0.0267	0.0576	0.0280	0.0694	0.0670	-0.0890	0.0190	-0.0701
14	0.2439	-0.1259	0.0289	0.0862	-0.2310	0.1092	-0.1494	-1.1215	-0.2137
15	-1.0336	1.7988	-2.1292	2.2348	-2.3455	2.2043	-1.1455	3.0389	0.1612
16	1.1510	2.8601	3.6024	4.0942	5.5281	5.4782	3.7640	0.0895	0.0421

รูปที่ 3.29 ข้อมูลสเปกโตรแกรมที่ถูกแปลงเป็นจำนวนจริงแล้ว

- ทำการเรียงข้อมูลให้อยู่ในแถวเดียวกันทั้งหมดโดยนำข้อมูลแถวถัดไปไปต่อท้ายคอลัมน์สุดท้ายของแถวก่อนหน้าจะได้ข้อมูลที่มีจำนวนแอททริบิวต์ทั้งหมด 23994 ตัว

Variables - s

s ×

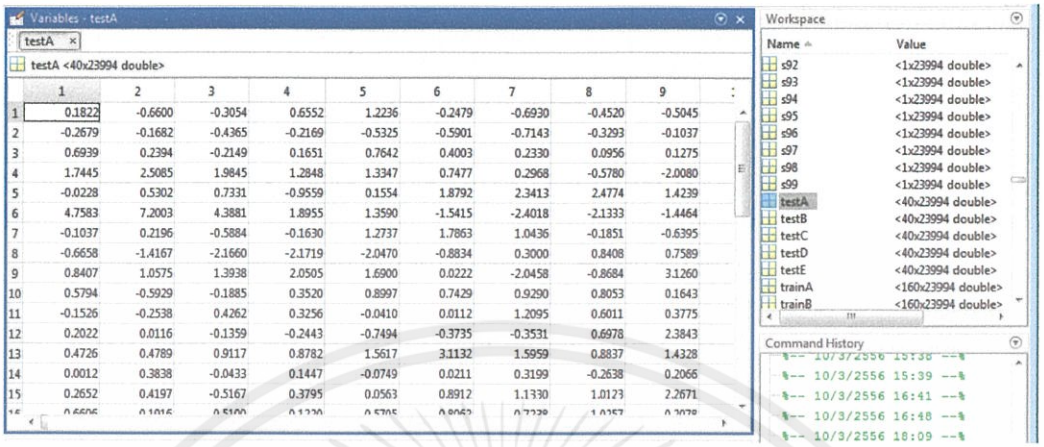
s <1x23994 double>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.1822	-0.6600	-0.3054	0.6552	1.2236	-0.2479	-0.6930	-0.4520	-0.5045
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

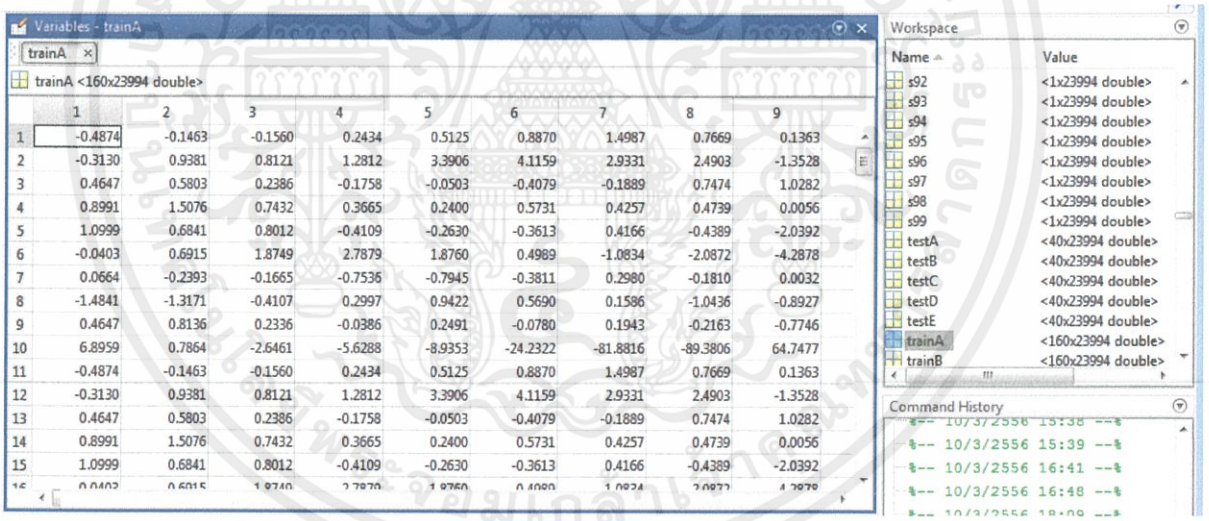
รูปที่ 3.30 ข้อมูลสเปกโตรแกรมที่ถูกเรียงเรียบร้อยแล้ว 1 คลิป

- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม testA, testB, testC, testD และ testE โดยจะนำคลิปเสียงที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนกลุ่มละ 40 คลิปเสียง



รูปที่ 3.31 การจัดแบ่งข้อมูลไว้ใช้ในการทดสอบของสปกโตรแกรม

- ทำการเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกฝนโดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ trainA, trainB, trainC, trainD และ trainE โดยคลิปเสียงที่ใช้ในการฝึกฝนในแต่ละชุดมีจำนวนชุดละ 160 คลิปเสียง

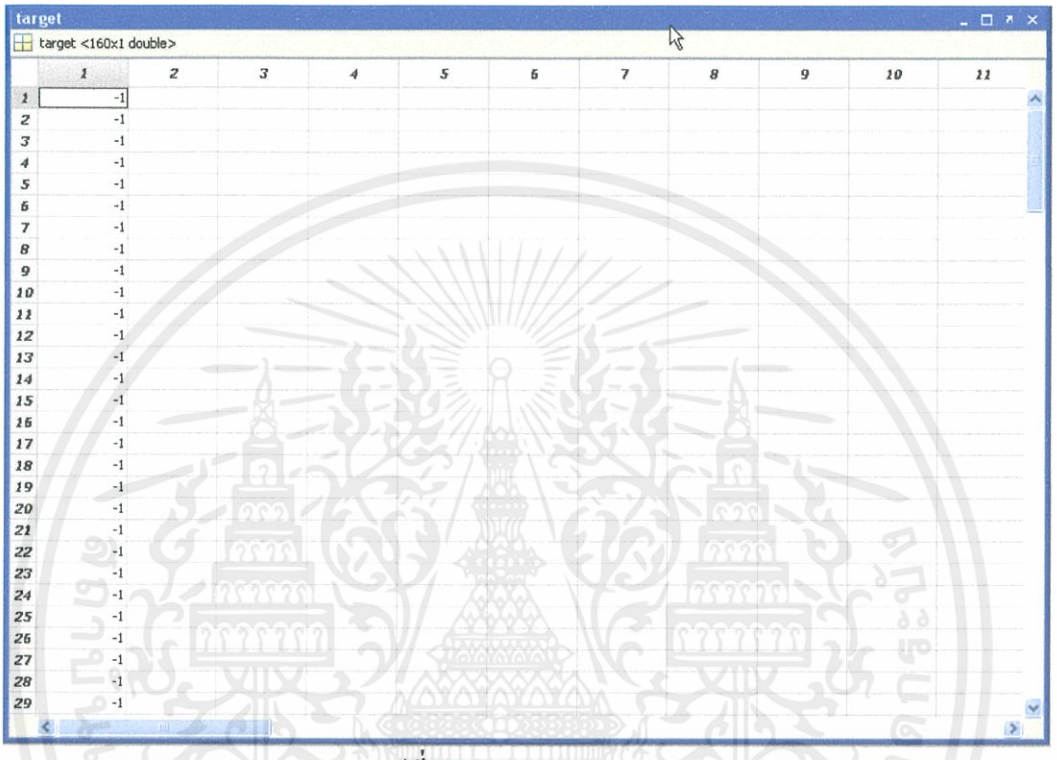


รูปที่ 3.32 การจัดแบ่งข้อมูลไว้ใช้ในการฝึกฝนของสปกโตรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การกำหนดวัตถุประสงค์ในการทดสอบ (Training targets)

คลิปที่นำมาทำการฝึกฝนแต่ละคลิปนั้นจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายของการฝึกฝนไว้ด้วย เป้าหมายของการฝึกฝนจะเป็นได้เพียง 1 และ -1 เท่านั้น โดยกำหนดให้ 1 แทนคลิปเสียงที่ไม่มีการตัดต่อ และ -1 แทนคลิปเสียงที่มีการตัดต่อ จำนวนของ target จะมีเท่ากับจำนวนของข้อมูลที่จะนำมาฝึกฝน นั่นคือ 160 จำนวน



รูปที่ 3.33 Training Targets

3.3 Support Vector Machine

3.3.1 Support Vector Classification

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำข้อมูลชุดฝึกฝนมาทำการฝึกฝนเพื่อหาค่า alpha และ bias โดยจะนำค่าเหล่านี้ไปสร้างโมเดลเพื่อใช้ในการทดสอบของชุดคลิปเสียงที่ทดสอบต่อไป โดยใช้ SVM Tool ของ Matlab ด้วยคำสั่งดังนี้

```
>> [nsv alpha bias] = svc(trnX,trnY,ker,C)
```

ซึ่งมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ดังนี้

trnX คือ Training inputs

trnY คือ Training targets

ker คือ kernel function

C คือ upper bound (non-separable case)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nsv คือ number of support vectors

alpha คือ Lagrange Multipliers

bias คือ bias term

เมื่อใช้คำสั่งข้างต้นจะได้ผลลัพธ์ดังรูป

```
>> [nsv alpha bias]=svc(trnX,trnY,ker,C);
Support Vector Classification

-------------------------------------
Constructing ...
Optimising ...
Execution time:  0.0 seconds
Status : OPTIMAL_SOLUTION
|w0|^2    : 229141.337802
Margin     : 0.004178
Sum alpha : 229141.337681
Support Vectors : 6 (100.0%)
>> bias

bias =

    0.0800

>> alpha

alpha =

   1.0e+04 *

    1.7212
    8.2058
    0.5848
    0.9453
    9.7384
    1.7187
```

รูปที่ 3.34 Support Vector Classification

3.3.2 การทดสอบข้อมูล

หลังจากที่ได้ทำการฝึกฝนข้อมูลแล้ว จะได้แบบจำลองซึ่งได้มาจากการหาค่า bias และ alpha ที่ดีที่สุด มาใช้ในการทดสอบข้อมูลซึ่งมีวิธีการในการทดสอบเช่นเดียวกับการฝึกฝนข้อมูล แต่จะทำการเพิ่มพารามิเตอร์ชุดใหม่ที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบข้อมูลโดยเฉพาะตามที่ได้แบ่งไว้ในการจัดเตรียมข้อมูลก่อนการทดลองโดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
>> svcoutput(trnX,trnY,tstX,ker,alpha,bias,actfunc)
```

ซึ่งมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ดังนี้

trnX คือ Training inputs

trnY คือ Training targets

tstX คือ Test inputs

ker คือ kernel function

alpha คือ Lagrange Multipliers

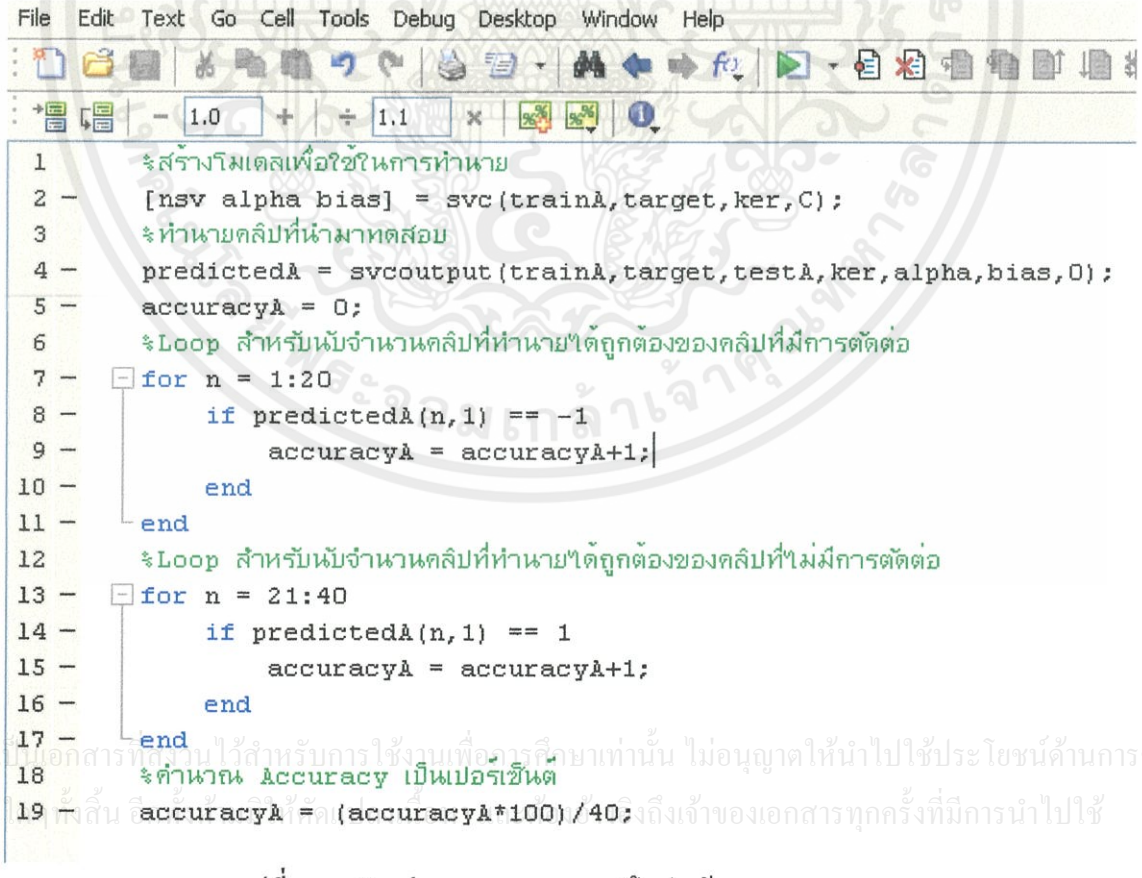
bias คือ bias term

actfunc คือ activation function (default 0)

สำหรับผลการทดลองนั้นจะแสดงในบทที่ 4

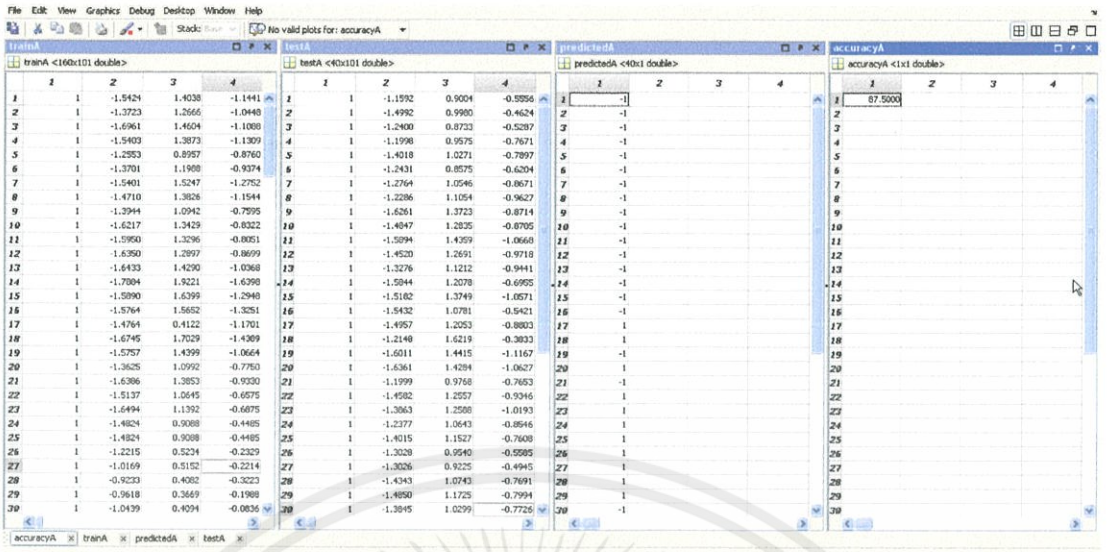
3.3.3 ตัวอย่างการฝึกฝนและทดสอบข้อมูล

การทดสอบข้อมูลโดยใช้ Matlab ที่มีจำนวนข้อมูลคลิปเสียงที่นำมาฝึกฝน 160 คลิป และประกอบด้วยไฟล์เสียงที่มีการตัดต่อ ไฟล์เสียงที่ไม่มีการตัดต่อจำนวนอย่างละ 80 ไฟล์และคลิปเสียงที่ใช้ทดสอบมีจำนวน 40 คลิป ประกอบด้วยไฟล์เสียงที่มีการตัดต่อ ไฟล์เสียงที่ไม่มีการตัดต่อจำนวนอย่างละ 20 ไฟล์



รูปที่ 3.35 ตัวอย่างการทดสอบและฝึกฝนข้อมูลของ SVM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 ค่าที่ทำนายได้และค่าความถูกต้องของ SVM

ค่าเมื่อใช้คำสั่ง svcoutput แล้ว โปรแกรมก็จะให้คำตอบออกมาว่ามีการตัดต่อ (1) หรือไม่มีการตัดต่อ (-1)

3.4 Multilayer Perceptron (MLP)

ในขั้นตอนนี้จะทำการฝึกฝนและทดสอบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกันกับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบด้วยวิธีการของ SVM ใน 3.3 แต่จะต้องมีการ Transpose ข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการฝึกฝนและทดสอบข้อมูลก่อน

3.4.1 การฝึกฝนข้อมูล (Training Data)

ในขั้นตอนการฝึกฝนข้อมูลนั้นจะเริ่มจากการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมก่อน โดยใช้คำสั่ง

```
net = newff(train,target,S);
```

ซึ่งมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ดังนี้

train คือ ชุดข้อมูลที่จะนำมาฝึกฝน

target คือ ค่าเป้าหมายของการฝึกสอน

S คือ จำนวน node ใน hidden layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้มี 1 hidden layer ซึ่งมีจำนวน 16 node ใน hidden layer และค่าทุกอย่างให้เป็น default ทั้งหมด

ขั้นตอนต่อมาเป็นขั้นตอนการฝึกฝน โดยใช้คำสั่ง train

```
net = train(net,train,target);
```

ซึ่งมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ดังนี้

net คือ โครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นมา

train คือ ชุดข้อมูลที่จะทำมาฝึกฝน

target คือ ค่าเป้าหมายของการฝึกสอน

3.4.2 การทดสอบข้อมูล (Testing Data)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะใช้ในการทำนายเป้าหมายที่นำมาทดสอบ ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง [-1,1] เวลานับความถูกต้องจึงต้องปัดให้เป็น -1 หรือ 1 โดยค่าที่มากกว่า 0 ให้ปัดเป็น 1 และค่าที่น้อยกว่า 0 ให้ปัดเป็น -1

```
output = sim(net,test);
```

ซึ่งมีรายละเอียดของพารามิเตอร์ดังนี้

net คือ โครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นมา

test คือ ชุดข้อมูลที่จะนำมาทำการทดสอบ

outputA

outputA <40x1 double>

	1	2	3	4
1	-0.0211			
2	-0.4382			
3	0.4716			
4	0.1422			
5	0.6681			
6	0.2639			
7	0.0252			
8	-0.0470			
9	0.2464			
10	0.0047			
11	0.3142			
12	0.0877			
13	0.3756			

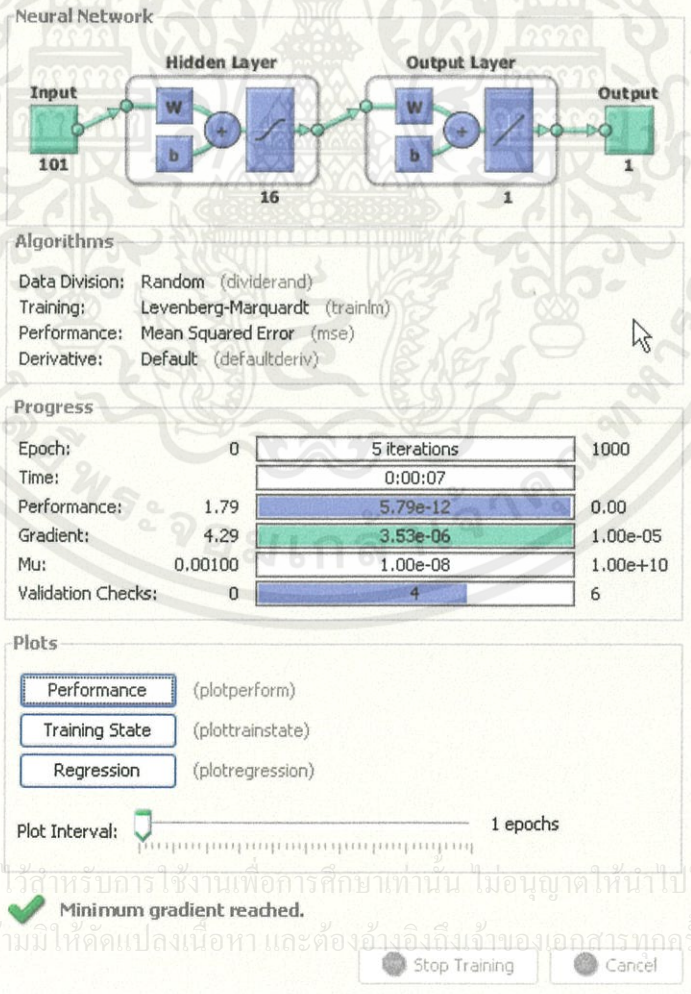
รูปที่ 3.37 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบข้อมูลของ MLP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ตัวอย่างการฝึกฝนและทดสอบข้อมูล

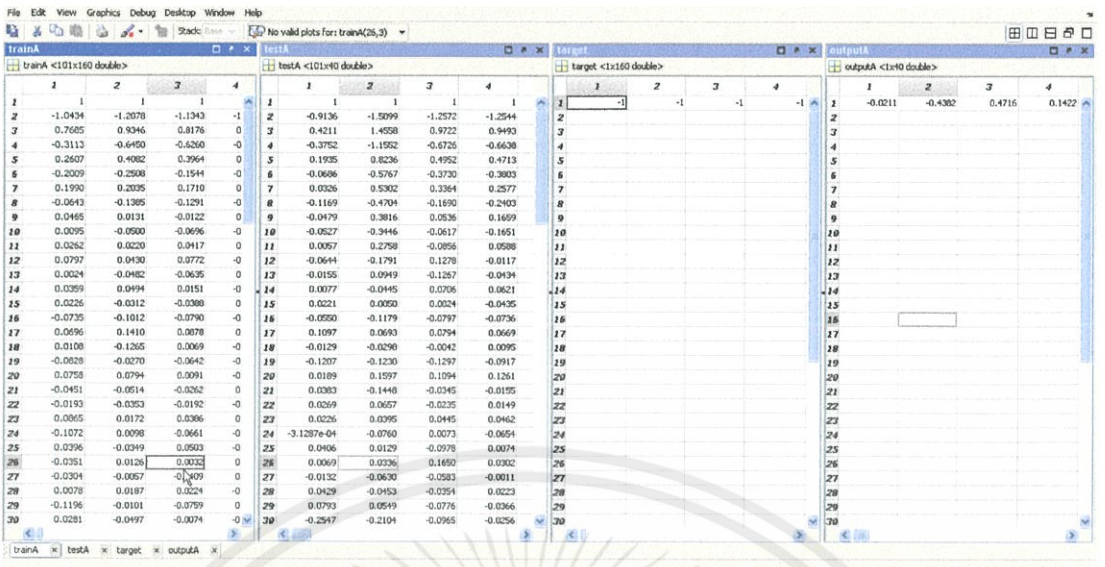
```
File  Edit  Text  Go  Cell  Tools  Debug  Desktop  Window  Help
Stack: Base
 1.0   1.1
 1 -   net = newff(trainA,target,16);
 2 -   net = train(net,trainA,target);
 3 -   outputA = sim(net,testA);
 4 -   accuracyA = 0;
 5     %Loop สำหรับนับจำนวนคลิปที่ทำนายได้ถูกต้องของคลิปที่มีการตัดต่อ
 6 -   for n = 1:20
 7 -       if outputA(1,n) < 0
 8 -           accuracyA = accuracyA+1;
 9 -       end
10 -   end
11     %Loop สำหรับนับจำนวนคลิปที่ทำนายได้ถูกต้องของคลิปที่ไม่มีการตัดต่อ
12 -   for n = 21:40
13 -       if outputA(1,n) > 0
14 -           accuracyA = accuracyA+1;
15 -       end
16 -   end
17     %ทำนวณ Accuracy เป็นเปอร์เซ็นต์
18 -   accuracyA = (accuracyA*100)/40;
Untitled   mpl_code.m
script   Ln 14   Col 33   OVR
```

รูปที่ 3.38 ตัวอย่างการฝึกฝนและทดสอบข้อมูลของ MLP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

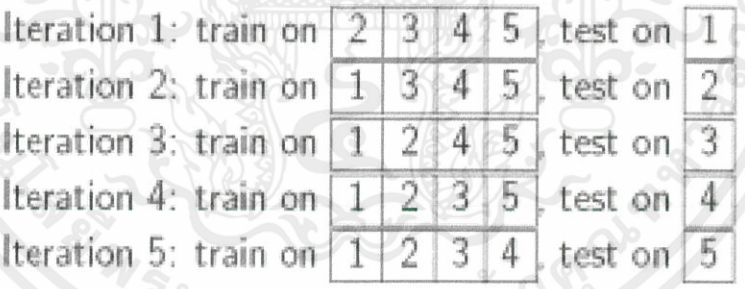
รูปที่ 3.39 Neural Network Training



รูปที่ 3.40 ค่าที่ทำนายได้และค่าความถูกต้องของ MLP

3.5 การตรวจสอบไขว้กัน

การตรวจสอบไขว้กัน (Cross Validation) เป็นวิธีการในตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการคาดการณ์ของโมเดลโดยการสุ่มตัวอย่างเริ่มจากแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ และนำบางส่วนจากชุดข้อมูลนั้นมาตรวจสอบ ในงานวิจัยนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ชุดเท่าๆ กัน และทำการคำนวณค่าความถูกต้อง 5 รอบ โดยในแต่ละรอบจะทำการทดสอบข้อมูลชุดหนึ่งจากข้อมูลอีก 4 ชุด ดังรูป



รูปที่ 3.41 5-Fold Cross Validation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นตอนวิธีการตรวจสอบไขว้นั้นจะแบ่งคลิปเสียงออกเป็น 5 ชุด เท่าๆกัน และตั้งชื่อให้แต่ละชุดว่า A B C D และ E แล้วแบ่งเป็น train และ test ดังรูป

testA	<101x40 double>
testB	<101x40 double>
testC	<101x40 double>
testD	<101x40 double>
testE	<101x40 double>
trainA	<101x160 double>
trainB	<101x160 double>
trainC	<101x160 double>
trainD	<101x160 double>
trainE	<101x160 double>

รูปที่ 3.42 การตรวจสอบไขว้โดยแบ่งออกเป็น 5 ชุด

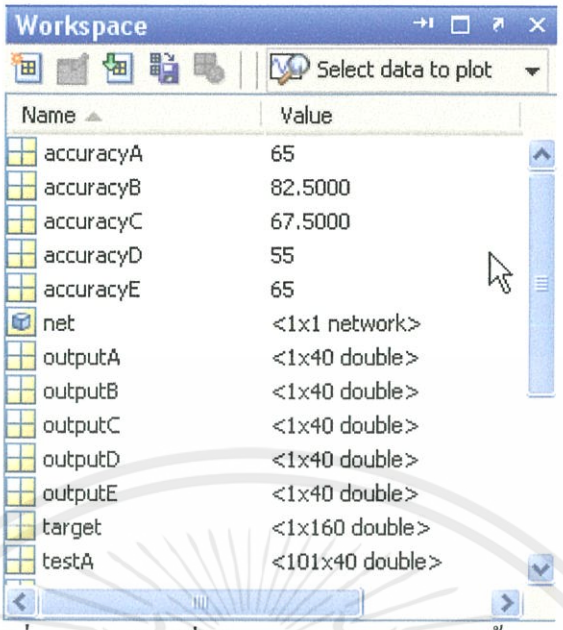
```
File  Edit  Text  Go  Cell  Tools  Debug  Desktop  Window  Help
Stack: Base

 1 -    net = newff(trainA,target,16);
 2 -    net = train(net,trainA,target);
 3 -    outputA = sim(net,testA);
 4 -    accuracyA = 0;
 5 -   for n = 1:20...
10 -   for n = 21:40...
15 -    accuracyA = (accuracyA*100)/40;
16
17 -    net = newff(trainB,target,16);
18 -    net = train(net,trainB,target);
19 -    outputB = sim(net,testB);
20 -    accuracyB = 0;
21 -   for n = 1:20...
26 -   for n = 21:40...
31 -    accuracyB = (accuracyB*100)/40;
32
33 -    net = newff(trainC,target,16);
34 -    net = train(net,trainC,target);
35 -    outputC = sim(net,testC);
36 -    accuracyC = 0;
37 -   for n = 1:20...
42 -   for n = 21:40...
47 -    accuracyC = (accuracyC*100)/40;
48
49 -    net = newff(trainD,target,16);
50 -    net = train(net,trainD,target);
51 -    outputD = sim(net,testD);
52 -    accuracyD = 0;
53 -   for n = 1:20...
58 -   for n = 21:40...
63 -    accuracyD = (accuracyD*100)/40;
64
65 -    net = newff(trainE,target,16);
66 -    net = train(net,trainE,target);
67 -    outputE = sim(net,testE);

Untitled  mpl_code.m
```

รูปที่ 3.43 การตรวจสอบไขว้โดยตรวจสอบทั้ง 5 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบไขว้ทั้ง 5 ชุด

3.6 คำสั่ง Matlab ที่ใช้ในงานวิจัย

- wavread('x.wav');

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการอ่านข้อมูลเสียงในรูปของแอมพลิจูด

- lpc(x,100);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแปลงข้อมูลในรูปของ LPC

- princomp(a1);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแปลงข้อมูลในรูปของ PCA

- specgram(x1);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแปลงข้อมูลในรูปของสเปกโตรแกรม

- real(q);

ใช้แปลงจำนวนเชิงซ้อนให้เป็นจำนวนจริง

- [nsv alpha bias] = svc(trnX,trnY,ker,C);

ใช้ในการสร้างโมเดลของ SVM

- svcoutput(trnX,trnY,tstX,ker,alpha,bias,actfunc);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลของ SVM

- net = newff(train,target,S);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

- net = train(net,train,target);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการฝึกฝนข้อมูลของ MLP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- output = sim(net,test);

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลของ MLP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยจะแยกผลการทดลองออกเป็นประเภท ตามวิธีการแปลงข้อมูล ในแต่ละตารางจะแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ที่ทำนายได้ถูกต้องและผิดพลาดของแต่ละชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบนั้น

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบข้อมูล

จากการทดลองโดยการฝึกฝนและทดสอบด้วยวิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้โปรแกรม Matlab 2012 เป็นตัวช่วยในการฝึกฝนและทดสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผล CPU Intel(R) Core(TM) i7 3.40GHz
- หน่วยความจำ (RAM) 8 GB
- ระบบปฏิบัติการ Windows 7 64-bit

ซึ่งผลการทดลองเป็นดังตารางต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	57.5%	43.5%
ชุด B	50%	50%
ชุด C	72.5%	27.5%
ชุด D	60%	40%
ชุด E	62.5%	37.5%
ค่าเฉลี่ย	60.5%	39.5%

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ (Raw Data) ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 60.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	60%	40%
ชุด B	67.5%	32.5%
ชุด C	75%	25%
ชุด D	67.5%	32.5.%
ชุด E	77.5%	22.5%
ค่าเฉลี่ย	69.5%	30.5%

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 69.5%

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	77.5%	22.5%
ชุด B	47.5%	52.5%
ชุด C	50%	50%
ชุด D	100%	0.%
ชุด E	37.5%	62.5%
ค่าเฉลี่ย	62.5%	37.5%

จากตารางที่ 4.3 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 62.5%

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูล Spectrogram ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อกัน

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	45%	55%
ชุด B	60%	40%
ชุด C	62.5%	37.5%
ชุด D	50%	50.%
ชุด E	45%	55%
ค่าเฉลี่ย	52.5%	47.5%

จากตารางที่ 4.4 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูล Spectrogram ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคน 5 คนมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 52.5%

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	57.5%	42.5%
ชุด B	60%	40%
ชุด C	55%	45%
ชุด D	60%	40.%
ชุด E	67.5%	32.5%
ค่าเฉลี่ย	60%	40%

จากตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อนั้นเท่ากับ 60%

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	80%	20%
ชุด B	87.5%	12.5%
ชุด C	80%	20%
ชุด D	77.5%	22.5.%
ชุด E	82.5%	17.5%
ค่าเฉลี่ย	81.5%	18.5%

จากตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อนั้นเท่ากับ 81.5%

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	47.5%	52.5%
ชุด B	57.5%	42.5%
ชุด C	45%	55%
ชุด D	62.5%	37.5.%
ชุด E	47.5%	52.5%
ค่าเฉลี่ย	52%	48%

จากตารางที่ 4.7 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อนั้นเท่ากับ 52%

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... ไม่ว่ากรณีใด ... การค้า

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูล Spectrogram ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	67.5%	32.5%
ชุด B	60%	40%
ชุด C	75%	25%
ชุด D	57.5%	42.5.%
ชุด E	62.5%	37.5%
ค่าเฉลี่ย	64.5%	35.5%

จากตารางที่ 4.8 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูล Spectrogram ในสถานการณ์ที่นำเสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อนั้นเท่ากับ 64.5%

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	60%	40%
ชุด B	57.5%	42.5%
ชุด C	65%	35%
ชุด D	67.5%	32.5%
ชุด E	65%	35%
ค่าเฉลี่ย	63%	37%

จากตารางที่ 4.9 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูลต้นฉบับ ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 63%

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	87.5%	12.5%
ชุด B	75%	25%
ชุด C	75%	25%
ชุด D	80%	20.%
ชุด E	92.5%	7.5%
ค่าเฉลี่ย	82%	18%

จากตารางที่ 4.10 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 82%

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	45%	55%
ชุด B	52.5%	47.5%
ชุด C	55%	45%
ชุด D	72.5%	27.5.%
ชุด E	57.5%	42.5%
ค่าเฉลี่ย	56.5%	43.5%

จากตารางที่ 4.11 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 56.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูล Spectrogram ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	57.5%	42.5%
ชุด B	60%	40%
ชุด C	62.5%	37.5%
ชุด D	52.5%	47.5.%
ชุด E	67.5%	32.5%
ค่าเฉลี่ย	60%	40%

จากตารางที่ 4.12 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้ข้อมูล Spectrogram ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 60%

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคน 5 คนมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	45%	40%
ชุด B	72.5%	42.5%
ชุด C	62.5%	35%
ชุด D	55%	32.5%
ชุด E	62.5%	35%
ค่าเฉลี่ย	59.5%	37%

จากตาราง 4.13 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคน 5 คนมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 59.5%

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคน 5 คนมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	67.5%	32.5%
ชุด B	57.5%	42.5%
ชุด C	42.5%	57.5%
ชุด D	87.5%	12.5%
ชุด E	57.5%	42.5%
ค่าเฉลี่ย	62.5%	37.5%

จากตารางที่ 4.14 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคน 5 คนมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 62.5%

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	65%	35%
ชุด B	82.5%	17.5%
ชุด C	67.5%	32.5%
ชุด D	55%	45%
ชุด E	65%	35%
ค่าเฉลี่ย	67%	33%

จากตารางที่ 4.15 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อนั้นเท่ากับ 67%

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	75%	25%
ชุด B	52.5%	47.5%
ชุด C	55%	45%
ชุด D	90%	10%
ชุด E	42.5%	57.5%
ค่าเฉลี่ย	63%	37%

จากตารางที่ 4.16 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว อัดเสียงในหลายสถานที่มาตัดต่อนั้นเท่ากับ 63%

ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	70%	30%
ชุด B	67.5%	32.5%
ชุด C	67.5%	32.5%
ชุด D	65%	35%
ชุด E	90%	10%
ค่าเฉลี่ย	72%	28%

จากตารางที่ 4.17 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Linear Prediction Coefficient ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 72%

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณี...

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อ

ชุดข้อมูลทดสอบ	เปอร์เซ็นต์ในการทำนาย	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
ชุด A	60%	40%
ชุด B	55%	45%
ชุด C	47.5%	52.5%
ชุด D	60%	40%
ชุด E	50%	50%
ค่าเฉลี่ย	54.5%	45.5%

จากตารางที่ 4.18 สามารถสรุปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ในการทำนายได้ถูกต้องของการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะแบบ Principle Component Analysis ในสถานการณ์เสียงของคนคนเดียว และอัดเสียงในที่เงียบมาตัดต่อนั้นเท่ากับ 54.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 สรุปผลการทดลองรวมทั้งการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน โดยแยกตามรูปแบบการแปลงข้อมูลก่อนการนำเข้าไปฝึกฝนและแยกตามประเภทสถานการณ์

		Support Vector Machine				Multilayer Perceptron	
		Raw Data	LPC	PCA	Spectrogram	LPC	PCA
คน 5 คน	A	57.5%	60%	77.5%	45%	45%	67.5%
	B	50%	67.5%	47.5%	60%	72.5%	57.5%
	C	72.5%	75%	50%	62.5%	62.5%	42.5%
	D	60%	67.5%	100%	50%	55%	87.5%
	E	62.5%	77.5%	37.5%	45%	62.5%	57.5%
	เฉลี่ย	60.5%	69.5%	62.5%	52.5%	59.5%	62.5%
คนๆเดียวแต่หลายสถานที่	A	57.5%	80%	47.5%	67.5%	65%	75%
	B	60%	87.5%	57.5%	60%	82.5%	52.5%
	C	55%	80%	45%	75%	67.5%	55%
	D	60%	77.5%	62.5%	57.5%	55%	90%
	E	67.5%	82.5%	47.5%	62.5%	65%	42.5%
	เฉลี่ย	60%	81.5%	52%	64.5%	67%	63%
คนๆเดียวสถานที่เดียว (ในห้องเงียบ)	A	60%	87.5%	45%	57.5%	70%	60%
	B	57.5%	75%	52.5%	60%	67.5%	55%
	C	65%	75%	55%	62.5%	67.5%	47.5%
	D	67.5%	80%	72.5%	52.5%	65%	60%
	E	65%	92.5%	57.5%	67.5%	90%	50%
	เฉลี่ย	63%	82%	56.5%	60%	72%	54.5%

จากตารางที่ 4.19 การใช้วิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า การใช้วิธีการของมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน และคลิปเสียงที่ได้รับการทำ Feature Extraction ด้วยวิธี Linear Prediction Coefficient (LPC) จะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากที่สุดในซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเพราะว่าในการทดสอบในทุกๆสถานการณ์นั้นการแปลงรูปแบบข้อมูลแบบนี้จะให้ความถูกต้องแม่นยำสูงที่สุด ในส่วนของการใช้วิธีการของมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนพบว่า Linear Prediction Coefficient ทำนายได้ถูกต้องมากกว่า Principle Component Analysis เช่นเดียวกัน สำหรับในการทดสอบการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้สเปกโตรแกรมนั้นพบว่าให้ผลไม่ดีนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยในเรื่องการตัดต่อของคลิปเสียงโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิจัยในการนำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาช่วยในการตรวจสอบว่าคลิปเสียงผ่านการตัดต่อมาหรือไม่ตัด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางด้านการตัดต่อคลิปเสียงไปใช้ในทางด้านลบ เช่น นำไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงข้อเท็จจริงเพื่อบิดเบือนข้อมูล ในการดำเนินการวิจัยนั้นได้มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การตัดต่อคลิปเสียงของคน 5 คน

ประเภทที่ 2 การตัดต่อคลิปเสียงคนคนเดียว แต่อัดเสียงหลายสถานที่

ประเภทที่ 3 การตัดต่อคลิปเสียงคนคนเดียว แต่อัดเสียงในสถานที่เงียบที่เดียว

ซึ่งผลของการวิจัยนั้น สรุปได้ว่า

- ผลการทดลองการตัดต่อคลิปเสียงของคน 5 คนจะให้ผลการทดสอบที่แม่นยำน้อยที่สุด ตามมาด้วยการตัดต่อคลิปเสียงในกรณีเป็นคนคนเดียว แต่อัดเสียงหลายสถานที่ซึ่งจะให้ผลการทดสอบในระดับปานกลาง และการตัดต่อคลิปเสียงกรณีคนคนเดียว แต่อัดเสียงในสถานที่เงียบที่เดียวนั้นจะมีเปอร์เซ็นต์ในการวิเคราะห์ให้ความถูกต้องที่ดีที่สุดเนื่องมาจากการตัดต่อคลิปเสียงกรณีของคน 5 คน และการตัดต่อคลิปเสียงกรณีเป็นคนคนเดียว แต่อัดเสียงหลายสถานที่จะมีความซับซ้อนในตัวของคลิปเสียงมากกว่าทำให้ผลการวิเคราะห์นั้นไม่ได้ผลที่แม่นยำสุด

- การใช้วิธี Linear Prediction Coefficient (LPC) ในการทดลองทั้งซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอนพบว่ามีประสิทธิภาพและให้ผลการทดลองที่มีเปอร์เซ็นต์สูงมากกว่าวิธีการอื่นๆ เพราะว่าในการใช้วิธี Linear Prediction Coefficient (LPC) นั้นจะมีการตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นออกโดยวิธีการสกัดคุณลักษณะซึ่งจะใช้ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์แต่วิธีการ Principal Component Analysis (PCA) นั้นก็มีการใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเช่นเดียวกันแต่จะให้ให้ความถูกต้องน้อยกว่าวิธีของ Linear Prediction Coefficient (LPC) รวมถึง Linear Prediction Coefficient (LPC) นั้นสามารถกำหนดจำนวนข้อมูลที่จะนำไปเข้าฝึกฝนได้จึงเหมาะสมที่สุดในการใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของคลิปเสียงที่มีการตัดต่อมานั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้วิธี Linear Prediction Coefficient (LPC) ในมัลติเลเยอร์เพอร์เซปตรอน ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดกว่าวิธีอื่นๆ เช่นกัน แต่ผลการทดลองจะไม่ดีเท่ากับการใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

- การใช้วิธีสเปกโตรแกรม (Spectrogram) ในงานวิจัยนี้ให้ผลการทดลองที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากวิธีสเปกโตรแกรมนี้ไม่ได้ทำการสกัดคุณลักษณะ ความถูกต้องแม่นยำที่ได้จึงไม่ดีเท่าวิธีอื่นอีกทั้งยังเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการ Preprocess นานมากกว่าวิธีอื่นด้วย

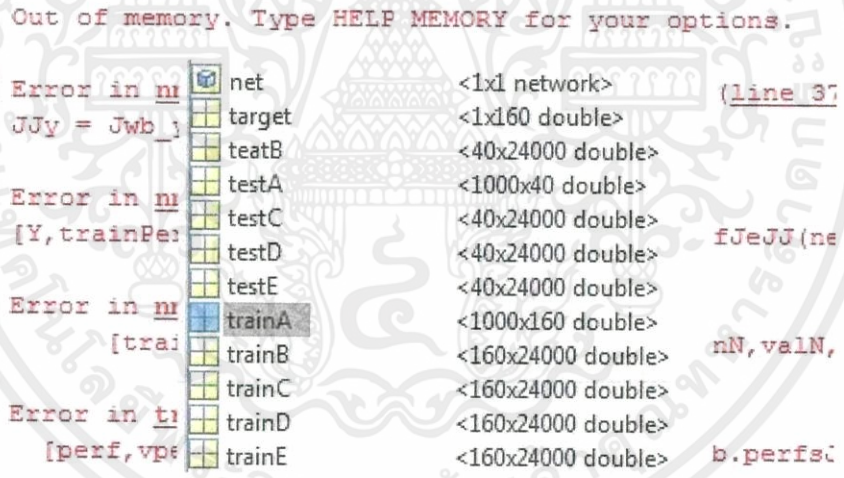
5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทำงานวิจัยมีดังนี้

1. การพัฒนาการพิสูจน์การตัดต่อของคลิปเสียงด้วยโปรแกรม Matlab 2012 จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูง

2. การแปลงข้อมูลก่อนการฝึกฝนบางอย่างต้องใช้ Matlab 2008 เนื่องจาก Matlab เวอร์ชันใหม่ๆ อาจมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์บางตัว หรือปรับเปลี่ยนคุณสมบัติบางอย่างทำให้ไม่สามารถใช้งานบางคำสั่งได้

3. เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝนและการทดสอบมีคุณสมบัติของข้อมูล (Attributes) จำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องใช้พื้นที่หน่วยความจำหลักจำนวนมากตามมา และส่งผลให้วิธีการดำเนินการฝึกฝนและทดสอบต้องใช้เวลานาน



รูปที่ 5.1 Matlab Error เพราะว่าหน่วยความจำไม่เพียงพอเนื่องจากมีจำนวนข้อมูลมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการฝึกฝนและทดสอบข้อมูลอาจนำเทคนิคการประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) เช่น การประมวลผลแบบคลัสเตอร์ (Cluster Computing) หรือการประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) ซึ่งมีแม่ข่ายทำหน้าที่กระจายงานออกไปประมวลผลยังโหนดคำนวณหลาย ๆ โหนด มาใช้ในขั้นตอนนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการฝึกฝนและทดสอบลงได้

2. เนื่องจากเสียงของแต่ละบุคคลนั้นมีความหลากหลายและมีเอกลักษณ์เฉพาะตน การเลือกชุดข้อมูลที่ใกล้เคียงหรือเหมาะสมในการฝึกฝนและทดสอบจะทำให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น เช่น ถ้าหากจะพิสูจน์คลิปเสียงของนาย ก ว่ามีการตัดต่อมาหรือไม่ ก็ควรจะใช้ชุดข้อมูลที่เป็นเสียงของนาย ก มาใช้ในการฝึกฝนและทดสอบจะทำให้เกิดความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น แต่ถ้าหากใช้ชุดข้อมูลที่เป็นเสียงของคนอื่นที่ไม่ใช่นาย ก หรือเสียงของนาย ก ที่มีเสียงของคนอื่นปะปนอยู่ด้วยอาจส่งผลให้การทดสอบนั้นมีความถูกต้องแม่นยำน้อยลง

5.4 งานวิจัยต่อไปในอนาคต

1. ในปัจจุบันนอกจากสื่อทางด้านเสียงที่จะต้องได้รับการพิสูจน์ความถูกต้องว่าไม่ถูกแก้ไขโดยผู้อื่นหรือถูกปลอมแปลงแล้ว ยังมีสื่อที่เป็นทั้งภาพและเสียงนั่นก็คือวีดีโอที่ต้องการการพิสูจน์เช่นกัน ดังนั้นการนำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนหรือวิธีการอื่นๆ เช่น โครงข่ายประสาทเทียม มาใช้ในการพิสูจน์การตัดต่อของคลิปวีดีโอจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับงานวิจัยในอนาคต

2. ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเพียง 2 วิธี ได้แก่ LPC และ PCA ซึ่งยังมีวิธีการสกัดคุณลักษณะแบบอื่นที่สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องของสัญญาณเสียงได้ เช่น สัมประสิทธิ์เซปสตรัม (Ceptral Coefficient) เซปสตรัมแบบหักลบค่าเฉลี่ย (Mel Frequency Cepstral Coefficient : MFCC) และเซปสตรัมแบบผ่านตัวกรองภายหลัง (Post Filtered Cepstrum: PFL) ซึ่งถ้าหากมีผู้นำไปพัฒนาต่อยอดโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเหล่านี้ก็อาจได้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการทำนายข้อมูลที่มากกว่าวิธีการสกัดคุณลักษณะของ LPC และ PCA

3. เนื่องจากการพิสูจน์ตัวตนด้วยการใช้เสียงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพิสูจน์ตัวตนโดยการใช้เสียง (Voice Authentication) ว่าเป็นบุคคลเดียวกับบุคคลที่กำหนดหรือไม่ และการระบุผู้พูดซึ่งสามารถทำนายผู้พูดนั้นเป็นใคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ChularatTanprasert, Chai Wutiwiwatchai and SutatSae-tang. (2000). Text-dependent Speaker

[2] Identification Using Neural Network On Distinctive Thai Tone Marks*in NECTEC TechnicalJournal, 1(6).*

[3] JunitaMohamad-Saleh and Brian S. Hoyle. (2008). Improved Neural Network Performance Using Principal Component Analysis on Matlab*inInternational Journal of The Computer, the Internet and Management, 16*(2).

[4] สุพจน์จันทร์วิพัฒน์. (2011). Data Classification Problem Solving using Support Vector Machine Approach and Its Application *in The Journal of Industrial Technology, 7*(1).

[5] เดชธรรมศิริและ พยุงมีสัจ. (2010). Data classification using Support Vector Machine Optimized by Genetic Algorithm*in The 11th Graduate Research Conference KhonKaen.*

[6] Anonymous. (ไม่ปรากฏปีพิมพ์). SVM. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2013 จาก www.support-vector.net/icml-tutorial.pdf

[7] Anonymous. (2007). SVM.สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2013 จาก http://www.cs.brown.edu/ courses/archive/2006-2007/.../Burges98.pdf

[8] Anonymous. (2013). Linear Prediction Coefficient คือ. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2013, จาก *http://mit-ocw-thai.eng.chula.ac.th/.../lecture34new.pdf*

[9] Anonymous. (2013). การทำนายพันธะเชิงเส้น. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2013, จากwww.media.rmutt.ac.th/.../4%20บทที่2%20R%20อร

[10] DusitThanapatay, ChaiwatSuwansaroj and ChusakThanawattano. (2010). ECG beat classification method for ECG printout with Principle Components Analysis and Support Vector Machines in *2010 International Conference on Electronics and Information Engineering.*

[11] ชัยลิขิตสร้อยเพชรเกษม. (ไม่ปรากฏปีพิมพ์).การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ Principal Components Analysis

[12] อติวงศ์สุชาโต. (2006). "การอ่าน Spectrogram ของเสียงพูด" in *Automatic Speech Recognition*

[13] V. Elaiyarajaa and P. MeenakshiSundaramb. (2012). Audio Classification Using Support Vector Machines and Independent Component Analysis, Volume V, Issue 1, 2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

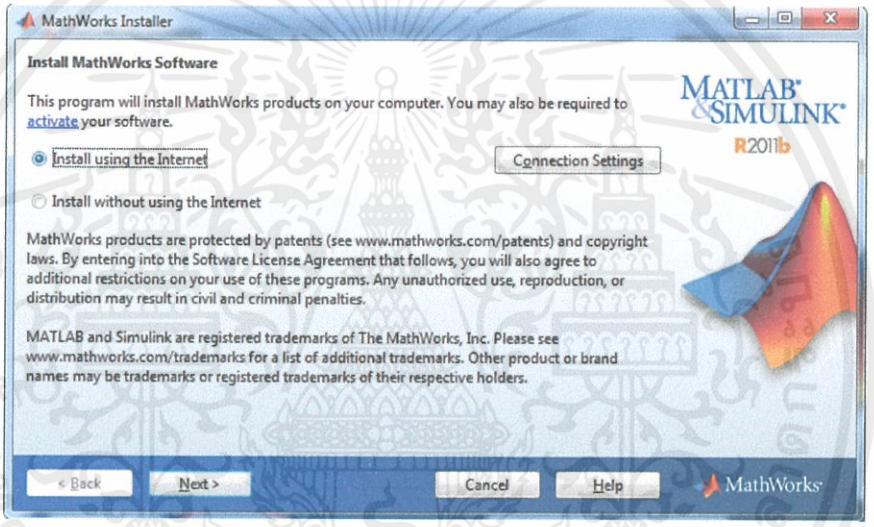
ภาคผนวก ก

การติดตั้งโปรแกรม Matlab 2011

การเตรียมโปรแกรมเพื่อติดตั้งให้ดาวน์โหลดโปรแกรมที่มีชื่อว่า Matlab มาจากเว็ปไซต์ http://www.mathworks.com/products/matlab โดยให้เลือกเวอร์ชันที่ต้องการติดตั้งคือเวอร์ชัน 2011

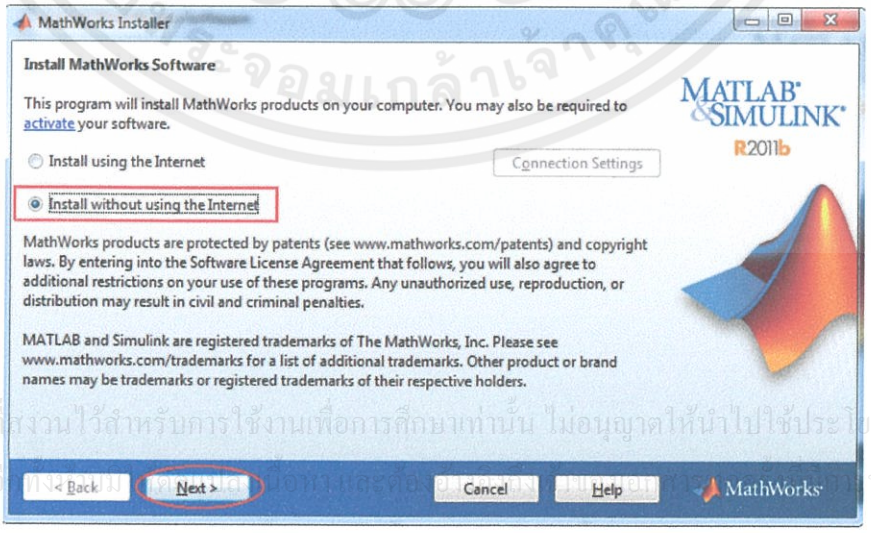
ก.1 ขั้นตอนการติดตั้ง Matlab 2011

1) ดับเบิ้ลคลิกที่ Setup.exe ในโฟลเดอร์ของ Matlab ที่ดาวน์โหลดมาจะปรากฏภาพดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1รูปแสดงขั้นตอนการเริ่มติดตั้งโปรแกรม Matlab

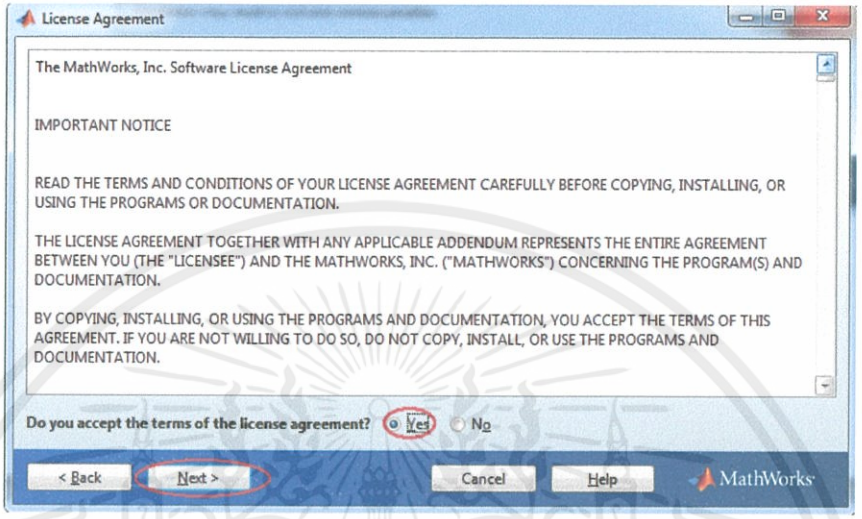
2) เลือก Install without using the Internet ในช่องสีเหลี่ยมสีแดงแล้วกดปุ่ม Next> ดังรูปที่ ก.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

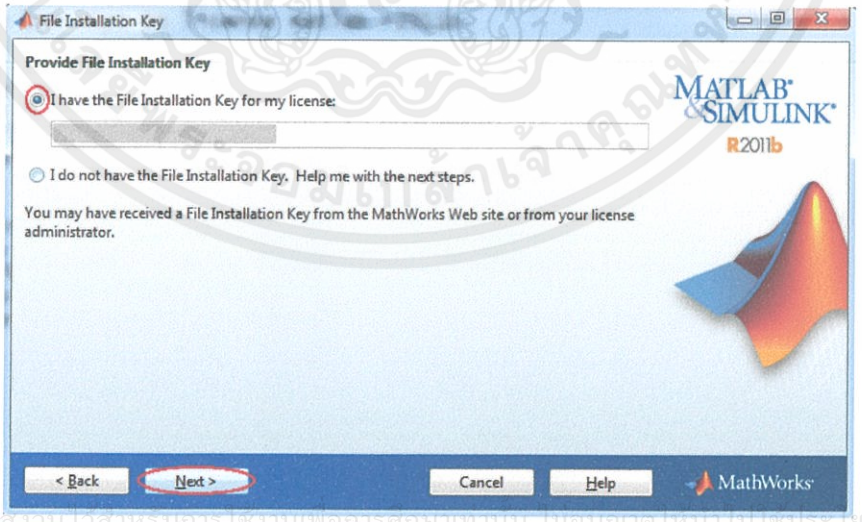
รูปที่ ก.2รูปแสดงการเลือกรูปแบบการติดตั้ง Matlab

3) ยอมรับเงื่อนไขของโปรแกรม เมื่อได้อ่านข้อตกลง Software License Agreement โดยคลิกYes จากนั้นกด Next> เพื่อไปขั้นตอนถัดไป



รูปที่ ก.3 รูปแสดงขั้นตอนการยอมรับเงื่อนไขของโปรแกรม

4) ทำการพิมพ์ Installation Key ที่ผู้ใช้งานได้รับมาจากการซื้อโปรแกรมลิขสิทธิ์หรือเลือกใช้งานในสิทธิ์ของนักเรียนนักศึกษาซึ่งทางเว็ปไซต์จะส่ง Installation Key มาให้เพื่อใช้ในการลงทะเบียนใช้งานเมื่อกรอก Installation Key เรียบร้อยให้ทำการกด Next> เพื่อไปยังขั้นตอนถัดไป



รูปที่ ก.4 รูปแสดงขั้นตอนการกรอก Installation Key

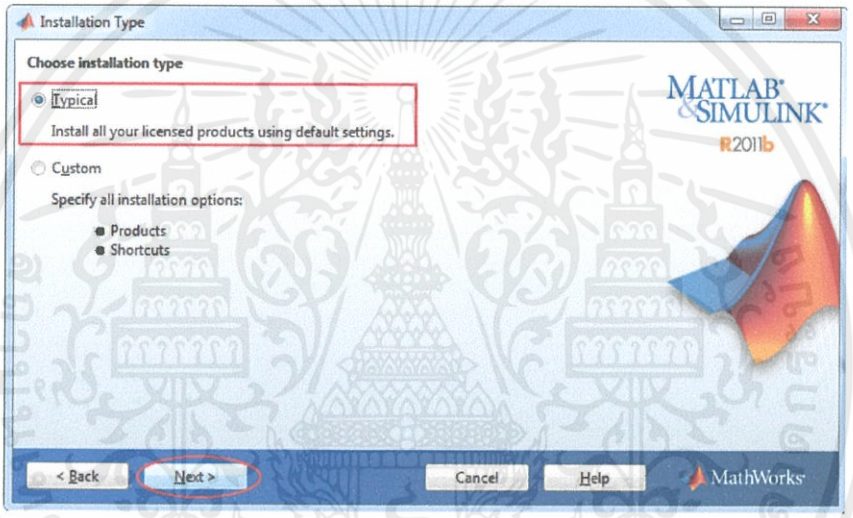
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เลือกรูปแบบของการติดตั้งโปรแกรม โดยทางโปรแกรมจะมีรูปแบบให้เลือกสองรูปแบบคือ

-Typical คือการติดตั้งตามการตั้งค่า Default ของโปรแกรมโดยสามารถระบุ Directory ที่จะทำการติดตั้งได้

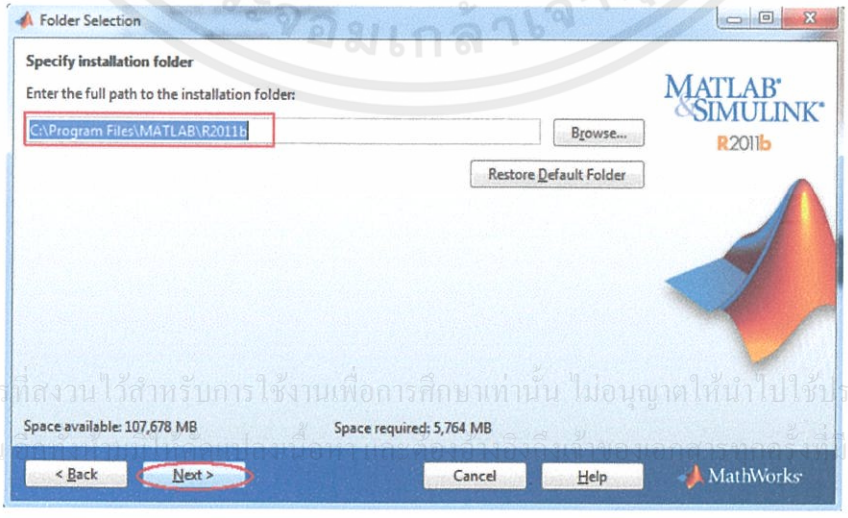
-Custom คือการติดตั้งที่นอกจากสามารถตั้งค่า Directory แล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะเพิ่มลดฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรม เช่น Add-on หรือ Plug-in ต่างๆ ได้

โดยในที่นี้จะทำการติดตั้งแบบ Typical ตามรูปที่ ก.5 และเมื่อได้เลือกรูปแบบการติดตั้งแล้วจึงกด Next> เพื่อไปยังขั้นตอนถัดไป



รูปที่ ก.5 รูปแสดงขั้นตอนการเลือกรูปแบบการ Install

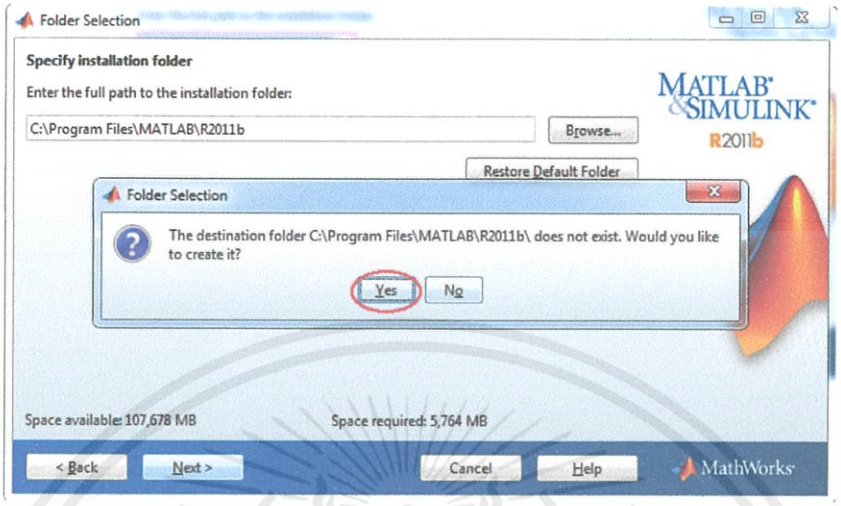
6) ทำการเลือกโฟลเดอร์หรือ Directory ในช่องสี่เหลี่ยม ซึ่งตัวโปรแกรมจะคำนวณเนื้อที่ที่ใช้ในการติดตั้งว่าต้องการเท่าใด และ ไดร์ฟ ที่จะติดตั้งลงไปนั้นมีเนื้อที่เก็บข้อมูลเหลือเท่าใด



รูปที่ ก.6 รูปแสดงการเลือก Directory ในขั้นตอนการติดตั้ง

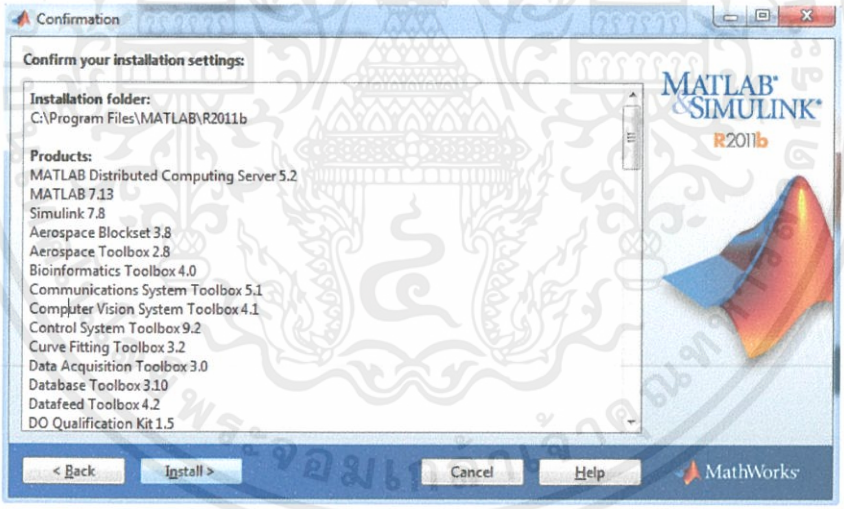
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น การนำไปใช้

7) กด Next ถ้าโปรแกรมไม่พบโฟลเดอร์ที่จะทำการติดตั้งโปรแกรมจะถามว่าต้องการสร้างโฟลเดอร์ดังกล่าวหรือไม่ โดยให้เลือก Yes ดังรูปที่ ก.7



รูปที่ ก.7 รูปแสดงการแจ้งเตือนขอสร้าง Folder ของโปรแกรม

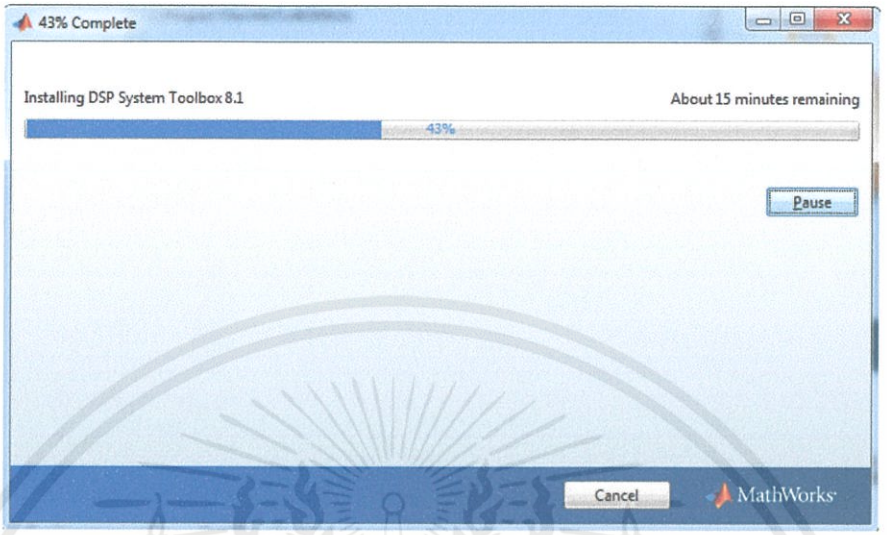
8) ทางโปรแกรมจะแสดงโปรแกรมทั้งหมดที่จะทำการติดตั้งและกดปุ่ม Install >



รูปที่ ก.8 รูปแสดงโปรแกรมที่จะทำการติดตั้งทั้งหมด

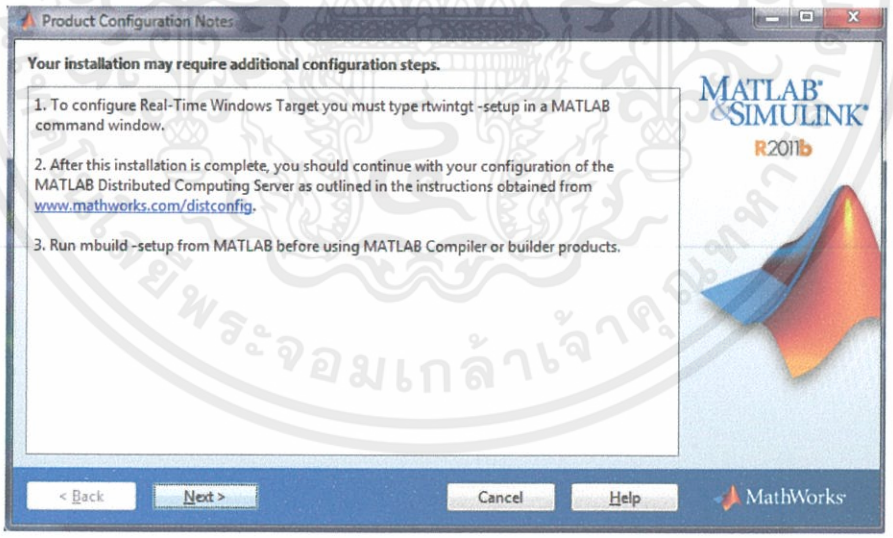
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) โปรแกรมเริ่มทำการติดตั้งระหว่างรอการติดตั้งโปรแกรม ไม่ควรเปิดโปรแกรมอื่นหรือใช้งานอย่างอื่นไปพร้อมกันเพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับขั้นตอนการติดตั้ง



รูปที่ ก.9 รูปแสดงโปรแกรมกำลังติดตั้ง Matlab 2011

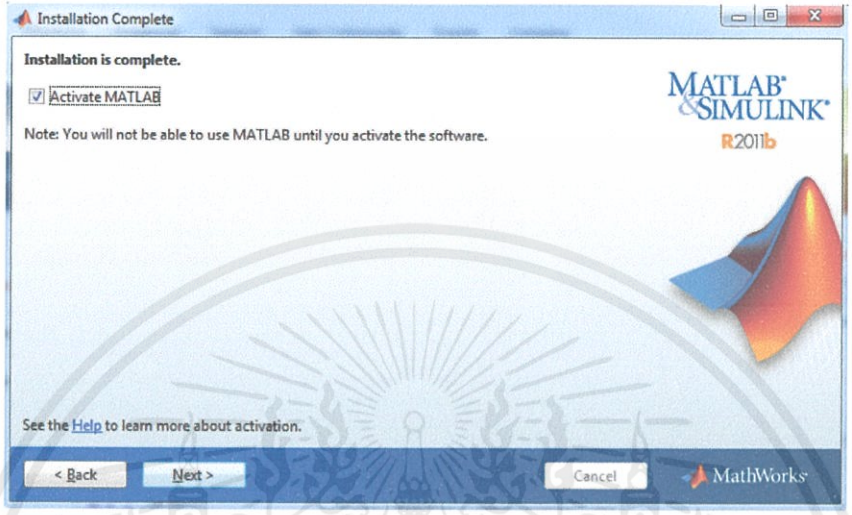
10) เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยโปรแกรมจะมีคำแนะนำเกี่ยวกับการปรับแต่งโปรแกรมดังในรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10 รูปแสดงคำแนะนำในการปรับแต่งโปรแกรมเมื่อเสร็จสิ้นการติดตั้ง

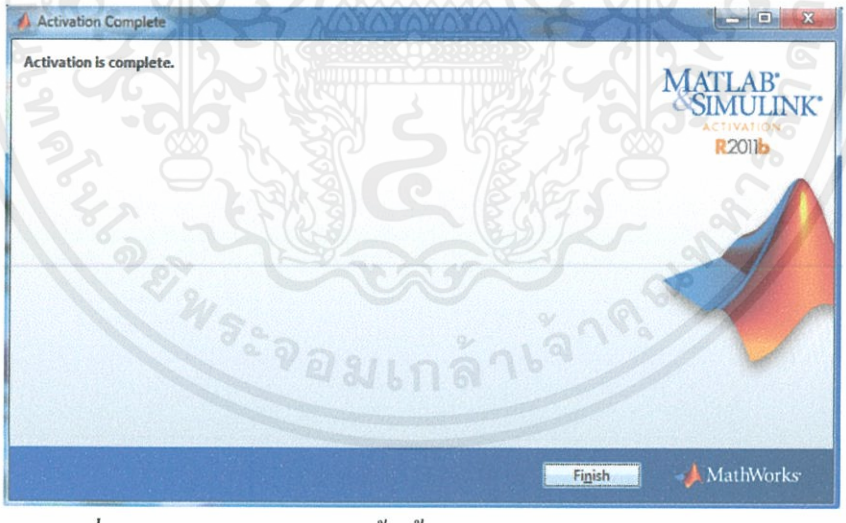
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) เมื่อเสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรมจะให้ทำการActivate Matlab 2011 ที่ลงสำเร็จแล้วให้เลือกที่ช่อง Activate MATLAB และกดปุ่ม Next >



รูปที่ ก.11 รูปแสดงการเสร็จสิ้นขั้นตอนการ Install และเปิดใช้งาน Matlab

12) เมื่อทำการ Activate เรียบร้อยโปรแกรม Matlab ก็พร้อมใช้งาน



รูปที่ ก.12 รูปแสดงการเสร็จสิ้นขั้นตอนการ Activate Matlab 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้