ระบบการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แบบไม่ขึ้นกับผู้พูด
โดยใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

นาย วิศรุต อาชุบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539
ISBN 974-635-270-9
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17434579

A SPEAKER INDEPENDENT THAI POLYSYLLABIC WORD RECOGNITION SYSTEM USING HIDDEN MARKOV MODEL

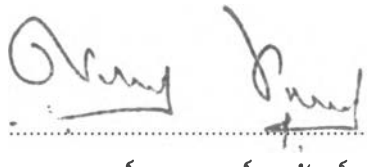
Mr. Visarut Ahkuputra

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1996

ISBN 974-635-270-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แบบไม่ขึ้นกับผู้พูดโดยใช้แบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ
โดย	นาย วิศรุต อาขุบุตร
ภาควิชา	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักษณียนาวิน

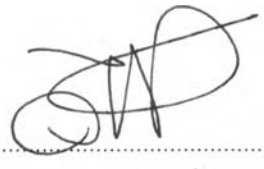
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



..... รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

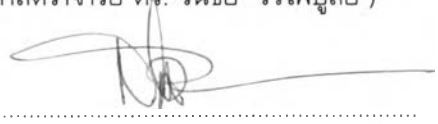
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



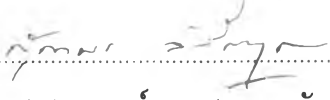
..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริ้วไพบูลย์)



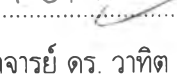
..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักษณียนาวิน)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

วิศรุต อาชุบุตร : ระบบการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แบบไม่ขึ้นกับผู้พูดโดยใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ (A SPEAKER INDEPENDENT THAI POLYSYLLABIC WORD RECOGNITION SYSTEM USING HIDDEN MARKOV MODEL) อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ. ดร. สุดาพร ลักษณียนาวิน, 120 หน้า. ISBN 974-635-270-9

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรรมวิธีในการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แบบไม่ขึ้นกับผู้พูดโดยการประยุกต์ใช้หลักการของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ ซึ่งใช้ในการรู้จำเสียงพูดภาษาอังกฤษมาประยุกต์ใช้ในการรู้จำเสียงพูดภาษาไทย ร่วมกับการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์และวิธีการหาจุดสิ้นสุดพยางค์ในการแบ่งเสียงพูดออกเป็นพยางค์ย่อย ชุดคำศัพท์ประกอบไปด้วยคำศัพท์เฉพาะจำนวน 70 คำแบ่งเป็น 4 ชุด ได้แก่ ชุดคำศัพท์พยางค์เดียว, ชุดคำศัพท์สองพยางค์, ชุดคำศัพท์สามพยางค์ชุดละ 20 คำ, และชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้าจำนวน 10 คำ เสียงพูดที่นำมาเป็นต้นแบบและเป็นแบบทดสอบประกอบด้วยทั้งเพศชายและเพศหญิงที่มีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 18 ปีถึง 25 ปี ผลการทดสอบอัตราการรู้จำแบบไม่ขึ้นกับผู้พูดของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบมีอัตราการรู้จำเฉลี่ยร้อยละ 89.906 โดยมีอัตราการรู้จำเฉพาะชุดคำศัพท์พยางค์เดียวมีค่าร้อยละ 86.750 อัตราการรู้จำเฉพาะชุดคำศัพท์สองพยางค์มีค่าร้อยละ 92.375 อัตราการรู้จำเฉพาะชุดคำศัพท์สามพยางค์มีค่าร้อยละ 92.375 และอัตราการรู้จำเฉพาะชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้ามีค่าร้อยละ 94.250 ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต วิศรุต อาชุบุตร

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C715989 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: SPEECH RECOGNITION / THAI CONNECTED WORD / HIDDEN MARKOV MODEL
VISARUT AHKUPUTRA : A SPEAKER INDEPENDENT THAI POLYSYLLABIC WORD RECOGNITION SYSTEM USING HIDDEN MARKOV MODEL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMCHAI JITAPUNKUL, D.Eng. THESIS COADVISOR : ASST. PROF. SUDAPORN LUKSANEEYANAWIN, Ph.D.
120 pp. ISBN 974-635-270-9

This thesis has the objective to develop an algorithms for speaker independent thai polysyllabic word recognition by using the Hidden Markov Model in conjunction with the Vector Quantization Algorithm and the Endpoint Detection Algorithm for syllable endpoint detection and separation. The 70-word vocabulary is subdivided into four sets comprising single, double, and triple syllables, 20 words in each set, and the last set consisting of 10-Thai numeric words, zero to nine. The seperated speech training set and testing set are composed of both male and female speakers within the range of 18 to 25 years of age.

The average reccgnition rate of this speaker-independent recognition system is 89.906 percent. The recognition rate of the four sets of words are 86.750 percent for single-syllabled words, 92.375 percent for double-syllabled words, 96.250 percent for triple-syllabled words, and 94.250 percent for the numeric words.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต วิศรุต อาษุบุตร

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินการวิจัยและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย แนวทางการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษารวมทั้งจัดหาอุปกรณ์และทุนวิจัยเพื่อดำเนินการวิจัยอย่างครบถ้วน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักษณียนาวิน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาทางด้านภาษาศาสตร์ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณเสาวลักษณ์ อารีพงศา ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้สละเวลาเพื่อการบันทึกเสียง และเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้มอบความอบอุ่น การสนับสนุนในทุกด้าน และเป็นแรงใจกำลังใจตลอดเวลาที่ได้ศึกษาวิจัยจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปประกอบ ..... ญ

สารบัญคำศัพท์ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาของปัญหาในการรู้จำเสียงพูด 1

วัตถุประสงค์ 2

แนวความคิด 2

ปัญหาของการรู้จำเสียงพูดภาษาไทยที่ผ่านมา 4

เป้าหมายและขอบเขตของงานวิจัย 5

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

การประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น 8

การวิเคราะห์และวัดค่าลักษณะสำคัญ 13

การทดสอบความคล้ายคลึงกันของรูปแบบ 30

ระบบแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ 30

ขั้นตอนวิธีการตัดสินใจ 43

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 52

การกำหนดวิธีการสร้างชุดคำศัพท์ 52

การเก็บตัวอย่างข้อมูลเสียงพูด 52

ประเภทของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ 53

รายละเอียดขั้นตอนในการรู้จำคำพูด 58

บทที่ 4 ผลการวิจัย 67

ขั้นตอนวิธีการรู้จำคำพูดภาษาไทย 67

ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทย 68
วิเคราะห์ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทย 79
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 84
สรุปผลการวิจัย 84
ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขข้อผิดพลาดในการรู้จำ 84
ข้อเสนอแนะเพื่อการประยุกต์ใช้งาน 85
รายการอ้างอิง 87
ภาคผนวก ก รายการชุดคำศัพท์ภาษาไทย 94
ภาคผนวก ข รายละเอียดผลการรู้จำคำพูดภาษาไทย 98
ประวัติผู้เขียน 120

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดขั้นตอนวิธีการวนซ้ำของ Levinson-Durbin 16
ตารางที่ 2.2 รายละเอียดขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน 23
ตารางที่ 2.3 รายละเอียดขั้นตอนวิธีการในการกำเนิดลำดับค่าสังเกต 32
ตารางที่ 2.4 รายละเอียดปัญหาพื้นฐานสามประการของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ 34
ตารางที่ 2.5 รายละเอียดกระบวนการไปหน้า 36
ตารางที่ 2.6 รายละเอียดกระบวนการย้อนกลับ 38
ตารางที่ 2.7 รายละเอียดขั้นตอนวิธีการ Viterbi 40
ตารางที่ 2.8 รายละเอียดกระบวนการประมาณค่าซ้ำของ Baum-Walch 41
ตารางที่ 2.9 รายละเอียดกระบวนการประมาณค่าซ้ำของ Baum-Walch แบบดัดแปลง 43
ตารางที่ 2.10 รายละเอียดเงื่อนไขเฟ้นสุ่มของพารามิเตอร์ของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ 44
ตารางที่ 2.11 หลักการเชิงทฤษฎีของขั้นตอนวิธีการ Viterbi 49
ตารางที่ 4.1 ผลอัตราการรู้จำคำไทยหลายพยางค์ของชุดคำศัพท์ภาษาไทย 70 คำ 68
ตารางที่ 4.2 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์สำหรับชุดผลการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แต่ละชุด 69
ตารางที่ 4.3 ผลสรุปอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 71
ตารางที่ 4.4 ผลสรุปอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง 72
ตารางที่ 4.5 ผลสรุปอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ 73
ตารางที่ 4.6 อัตราความถูกต้องในการวิเคราะห์หาจุดสิ้นสุดเสียงพูดและจำนวนพยางค์ 74
ตารางที่ ก.1 รายละเอียดชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้า 94
ตารางที่ ก.2 รายละเอียดชุดคำศัพท์พยางค์เดียว 95
ตารางที่ ก.3 รายละเอียดชุดคำศัพท์สองพยางค์ 96
ตารางที่ ก.4 รายละเอียดชุดคำศัพท์สามพยางค์ 97
ตารางที่ ข.1 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 1) 99
ตารางที่ ข.2 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 1) 100
ตารางที่ ข.3 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 1) 101
ตารางที่ ข.4 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 2) 102

ตารางที่ ข.5 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 2) 103
ตารางที่ ข.6 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 2) 104
ตารางที่ ข.7 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 3) 105
ตารางที่ ข.8 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 3) 106
ตารางที่ ข.9 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 3) 107
ตารางที่ ข.10 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 4) 108
ตารางที่ ข.11 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 4) 109
ตารางที่ ข.12 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 4) 110
ตารางที่ ข.13 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 5) 111
ตารางที่ ข.14 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 5) 112
ตารางที่ ข.15 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 5) 113
ตารางที่ ข.16 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 6) 114
ตารางที่ ข.17 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 6) 115
ตารางที่ ข.18 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 6) 116
ตารางที่ ข.19 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (ชุดที่ 7) 117
ตารางที่ ข.20 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง (ชุดที่ 7) 118
ตารางที่ ข.21 รายละเอียดแจกแจงผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (ชุดที่ 7) 119

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 แบบจำลองรูปแบบการรู้จำทางสถิติที่ใช้ในการรู้จำเสียงพูด 3
รูปที่ 2.1 รายละเอียดของแบบจำลองรูปแบบการรู้จำคำพูดภาษาไทยเป็นคำหลายพยางค์ 7
รูปที่ 2.2 ฟังก์ชันกรอบชนิด Hamming 9
รูปที่ 2.3 แผนภูมิเส้นระดับพลังงาน 10
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราการสุ่มตัวอย่างแบบไม่เป็นจำนวนเต็ม 11
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงอัตราการสุ่มตัวอย่างเมื่อรวมตัวกรองแบบผ่านต่ำไว้ด้วยกัน 12
รูปที่ 2.6 รายละเอียดขั้นตอนการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ 17
รูปที่ 2.7 แผนภูมิต้นไม้แบบสม่ำเสมอของขั้นตอนวิธีการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ด้วยการแบ่งแบบทวิภาค 25
รูปที่ 2.8 แผนภูมิต้นไม้แบบไม่สม่ำเสมอของขั้นตอนวิธีการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์โดยอาศัยการแบ่งแบบทวิภาค 26
รูปที่ 2.9 รายละเอียดลำดับกระบวนการในการคำนวณค่าตัวแปรไปหน้า $\alpha_t(i)$ 36
รูปที่ 2.10 รายละเอียดลำดับกระบวนการในการคำนวณค่าตัวแปรย้อนกลับ $\beta_t(i)$ 37
รูปที่ 2.11 แบบจำลองแบบเออร์กอดิกที่มี 4 สถานะ 44
รูปที่ 2.12 แบบจำลองแบบซ้าย-ขวาที่มี 4 สถานะ 45
รูปที่ 2.13 แบบจำลองแบบเส้นทางขนานซ้าย-ขวาที่มี 6 สถานะ 46
รูปที่ 2.14 แผนภาพสถานะ 50
รูปที่ 2.15 แผนภาพ Trellis 50
รูปที่ 2.16 แผนภาพ Trellis พร้อมแสดงขนาดความยาวของกิ่งสาขาเมื่อ M = 4 และ K = 5 50
รูปที่ 2.17 กระบวนการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดตามหลักการของขั้นตอนวิธีการ Viterbi 51
รูปที่ 3.1 แบบจำลองแบบซ้าย-ขวาที่มี 5 สถานะ 53
รูปที่ 3.2 รายละเอียดของแบบจำลองรูปแบบการรู้จำคำไทยหลายพยางค์ 54
รูปที่ 3.3 รายละเอียดขั้นตอนการสร้างและฝึกฝนชุดรหัส 55
รูปที่ 3.4 รายละเอียดขั้นตอนการสร้างและฝึกฝนชุดพารามิเตอร์ของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ 56
รูปที่ 3.5 รายละเอียดขั้นตอนการรู้จำคำไทยหลายพยางค์ 57
รูปที่ 3.6 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดปรกติ 61
รูปที่ 3.7 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดที่ผิดปรกติ 61

รูปที่ 4.1 ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำนวนพยางค์และจุดสิ้นสุดพยางค์ของ (ก) คำศัพท์พยางค์เดียว, (ข) คำศัพท์สองพยางค์, และ (ค) คำศัพท์สามพยางค์....74
รูปที่ 4.2 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย "หันซ้าย" ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นพยางค์เดียว....75
รูปที่ 4.3 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย "หันขวา" ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นสามพยางค์....75
รูปที่ 4.4 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย "วันอาทิตย์" ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นสองพยางค์....76
รูปที่ 4.5 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย "กล้วยน้ำว้า" ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นพยางค์เดียว....76
รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยเมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนสถานะของแบบจำลอง....77
รูปที่ 4.7 แผนภูมิอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยเมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดชุดรหัสและจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน....77
รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงการกระจายของขนาดความยาวเสียงพูดคำศัพท์แต่ละประเภท....78

สารบัญคำศัพท์

ขั้นตอนวิธีการ	algorithm
ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลาโดยค่าเฉลี่ยเชิงเส้นกำกับ	asymtotically mean stationary
อัตสหสัมพันธ์	autocorrelation
การค้นหาแบบทวิภาค	binary search
จุดศูนย์ถ่วง	centriod
การแบ่งกลุ่ม	clustering
เวกเตอร์รหัส	code vector
ชุดรหัส	codebook
คำต่อเนื่อง	connected word
เสียงพูดต่อเนื่อง	continuous speech
การบีบอัดข้อมูล	data compression
ความเพี้ยน	distortion
ลักษณะสำคัญ	feature
การค้นหาทั่วทั้งหมด	full search
ค่าที่เหมาะสมที่สุดที่ครอบคลุมทั้งหมด	global optimum
อุปนัย	induction
คำโดด	isolated word
วนซ้ำ	iterative
การประมาณพันธะเชิงเส้น	linear prediction
สัมประสิทธิ์ของการประมาณพันธะเชิงเส้น	linear prediction coefficient
การเข้ารหัสโดยการประมาณพันธะเชิงเส้น	linear predictive coding (LPC)
ค่าที่เหมาะสมที่สุดเฉพาะแห่ง	local optimum
ความน่าจะเป็นจริงสูงสุด	maximum likelihood
ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย	mean-square error
กฎการเลือกบริเวณที่ใกล้เคียงที่สุด	nearest neighbour rule
ทำให้เป็นบรรทัดฐานเดียวกัน	normalize
รูปแบบ	pattern
กรรมวิธีประมวลผลเบื้องต้น	preprocessing

ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น	probability density function
การรู้จำ	recognition
สัมประสิทธิ์การสะท้อน	reflection coefficient
ปริภูมิ	space
เชิงสเปกตรัม	spectral
เสียงพูด	speech
การเข้ารหัสเสียงพูด	speech coding
การบีบอัดเสียงพูด	speech compression
สถานะ	state
จุดเริ่มเปลี่ยน	threshold
การฝึกฝน	training
การควอนไทซ์แบบเวกเตอร์	vector quantization