

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของผลการรู้จำคำไทยหลายพยางค์ เริ่มต้นจากรายละเอียดของขั้นตอนวิธีการในการรู้จำ ต่อเนื่องด้วยผลการรู้จำคำพุดภาษาไทย โดยการจำแนกผลการรู้จำออกเป็นผลการรู้จำของชุดคำศัพท์พยางค์เดียว ชุดคำศัพท์สองพยางค์ ชุดคำศัพท์สามพยางค์ และชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้าตามลำดับ การทดสอบผลการรู้จำจะกระทำทั้งกับชุดเสียงพุดเพื่อฝึกฝนระบบและชุดเสียงพุดเพื่อทดสอบระบบ สำหรับการเปรียบเทียบอัตราความแม่นยำในการรู้จำของชุดเสียงพุดทั้งสองประเภท

ขั้นตอนวิธีการรู้จำคำพุดภาษาไทย

การรู้จำคำพุดภาษาไทยด้วยวิธีการแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ จะนำชุดพารามิเตอร์ของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟสำหรับคำศัพท์แต่ละคำที่ได้จากการฝึกฝนมาใช้เป็นชุดรูปร่องต้นแบบอ้างอิงในการรู้จำ โดยแบ่งชุดพารามิเตอร์ของคำศัพท์แต่ละคำตามจำนวนพยางค์ ได้แก่ ชุดพารามิเตอร์ของคำศัพท์พยางค์เดียว ชุดพารามิเตอร์ของคำศัพท์สองพยางค์ ชุดพารามิเตอร์ของคำศัพท์สามพยางค์ และชุดพารามิเตอร์ของคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้า ตามลำดับ

ในระหว่างกระบวนการรู้จำคำพุดภาษาไทย จะทำการเปรียบเทียบเสียงพุดทดสอบกับชุดรูปร่องต้นแบบอ้างอิง (Word Reference Templates) โดยใช้ชุดพารามิเตอร์ของคำศัพท์ที่มีจำนวนพยางค์ตรงกับจำนวนพยางค์ของเสียงพุดทดสอบ การเปรียบเทียบจะกระทำกับชุดรูปร่องต้นแบบอ้างอิงของคำศัพท์ทุกคำในชุดพารามิเตอร์ ผลของการรู้จำจะได้ค่าความน่าจะเป็นของแต่ละคำศัพท์ที่ได้รับการเปรียบเทียบ เมื่อทำการเปรียบเทียบทั้งชุดจะเรียงลำดับตามค่าความน่าจะเป็นจากสูงที่สุดไปหาต่ำที่สุด คำศัพท์ที่รู้จำได้จะเป็นคำศัพท์ที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงที่สุด

อัตราความแม่นยำในการรู้จำ (Recognition Accuracy) หรืออัตราการรู้จำ (Recognition Rate) หมายความว่าอัตราความถูกต้องในการรู้จำคำศัพท์แต่ละคำโดยคิดเป็นร้อยละของจำนวนเสียงพุดทั้งหมดที่นำมาทดสอบ การคำนวณค่าอัตราความแม่นยำในการรู้จำที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะนำเสียงพุดทั้งชุดเสียงพุดเพื่อฝึกฝนระบบและชุดเสียงพุดเพื่อทดสอบระบบมาทดสอบการรู้จำโดยกระทำการทดสอบแยกจากกัน วิธีการทดสอบจะนำเสียงพุดคำศัพท์คำเดียวกันของผู้พุดทุกคนนำมาทดสอบ พร้อมทั้งบันทึกจำนวนครั้งที่ระบบรู้จำถูกต้องและไม่ถูกต้อง อัตราความแม่นยำในการรู้จำของคำศัพท์แต่ละคำสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างจำนวนเสียงที่ระบบรู้จำถูกต้องกับจำนวนเสียงพุดทั้งหมดที่นำมาทดสอบ อัตราความแม่นยำเฉลี่ยจะเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราความแม่นยำในการรู้จำของคำศัพท์ทั้งหมดในชุดคำศัพท์

ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทย

ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดคำศัพท์รู้จำคำพูด ชุดคำศัพท์สองพยางค์ ชุดคำศัพท์สามพยางค์ และชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้า โดยจำแนกตามชุดเสียงพูดที่นำมาทดสอบได้แก่ ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (Training Set) ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนชุดครั้งที่สอง (Untraining Set) และชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ (Testing Set) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลอัตราการรู้จำคำไทยหลายพยางค์ของชุดคำศัพท์ภาษาไทย 70 คำ

ชุดคำศัพท์	อัตราความแม่นยำในการรู้จำคำพูด (เปอร์เซ็นต์)		
	ชุดฝึกฝน	ชุดฝึกฝนชุดครั้งที่สอง	ชุดทดสอบ
ชุดคำศัพท์พยางค์เดียว	100.000	92.143	86.750
ชุดคำศัพท์สองพยางค์	100.000	98.095	92.375
ชุดคำศัพท์สามพยางค์	100.000	98.810	96.250
ชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้า	100.000	90.952	84.250
อัตราความแม่นยำเฉลี่ย	100.000	95.000	89.906

ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนและชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ แบ่งออกเป็น 7 ชุด ชุดละ 3 ตาราง ได้แก่ ตารางแสดงผลการรู้จำคำพูดของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน ตารางแสดงผลการรู้จำคำพูดของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนชุดครั้งที่สอง และตารางแสดงผลการรู้จำคำพูดของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ รวมทั้งสิ้น 21 ตาราง ดังมีรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข ในตารางที่ ข.1 ถึงตารางที่ ข.21 โดยรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันของแต่ละชุดดังแสดงในตารางที่ 4.2 ผลการรู้จำทั้ง 7 ชุดเป็นผลการรู้จำที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของระบบเพื่อปรับปรุงผลการรู้จำให้ดีขึ้น โดยแจกแจงรายละเอียดการรู้จำของคำศัพท์แต่ละคำดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.7 ตามลำดับ

สำหรับตารางที่ 4.2 นั้น เป็นการแสดงรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในระบบ เพื่อการเปรียบเทียบอัตราการรู้จำในแต่ละชุดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์บางค่าให้แตกต่างกัน โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ชุดเปรียบเทียบ ได้แก่ ชุดเปรียบเทียบ ก ชุดเปรียบเทียบ ข และชุดเปรียบเทียบ ค ซึ่งแต่ละชุดมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของระบบที่แตกต่างกันไป เพื่อศึกษาถึงผลกระทบต่ออัตราการรู้จำเนื่องจากค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีรายละเอียดของแต่ละชุดดังนี้

การวิเคราะห์ในชุดเปรียบเทียบ ก จะเปรียบเทียบระหว่างผลการรู้จำในชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เพื่อศึกษาถึงอัตราการรู้จำเมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดชุดรหัสและจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ

การวิเคราะห์ในชุดเปรียบเทียบ ข เป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลการรู้จำในชุดที่ 2 ถึงชุดที่ 5 เพื่อศึกษาถึงอัตราการรู้จำเมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ

การวิเคราะห์ในชุดเปรียบเทียบ ค เป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลการรู้จำในชุดที่ 3 ชุดที่ 6 และชุดที่ 7 เพื่อศึกษาถึงอัตราการรู้จำเมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดชุดรหัสและจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน

รายละเอียดจำแนกตามชุดเปรียบเทียบแต่ละชุดดังแสดงในตารางที่ 4.2 พร้อมทั้งผลสรุปอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดทั้ง 3 ชุด ได้แก่ ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนแสดงในตารางที่ 4.3 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สองแสดงในตารางที่ 4.4 และชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบแสดงในตารางที่ 4.5 เพื่อการเปรียบเทียบผลการรู้จำที่ได้ของชุดเปรียบเทียบแต่ละชุด ซึ่งรวบรวมมาจากตารางผลการรู้จำทั้ง 21 ตารางดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.1 ถึงตารางที่ ข.21 พร้อมหมายเลขคำศัพท์แต่ละคำแสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์สำหรับชุดผลการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แต่ละชุด

	รายละเอียดตารางผลการรู้จำคำพูด	จำนวนเสียงพูด เพื่อฝึกฝน	จำนวนเสียงพูด เพื่อทดสอบ	อันดับ LPC	ขนาด ชุดรหัส	จำนวน สถานะ
ชุดเปรียบเทียบ ก (ชุดที่ 1 และชุดที่ 2)						
ก	ชุดที่ 1¹ ตารางที่ 4.3 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.4 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	20	20	10	128	5
	ตารางที่ 4.5 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
	ชุดที่ 2 ตารางที่ 4.6 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.7 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	20	20	10	128	10
	ตารางที่ 4.8 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
ชุดเปรียบเทียบ ข (ชุดที่ 2 ถึงชุดที่ 5)						
ข	ชุดที่ 3 ตารางที่ 4.9 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.10 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	20	20	10	128	15
	ตารางที่ 4.11 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
	ชุดที่ 4 ตารางที่ 4.12 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.13 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	20	20	10	128	20
	ตารางที่ 4.14 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
ชุดที่ 5	ตารางที่ 4.15 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.16 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	20	20	10	128	25
	ตารางที่ 4.17 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
ชุดเปรียบเทียบ ค (ชุดที่ 6 และชุดที่ 7)						
ค	ชุดที่ 6² ตารางที่ 4.18 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.19 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	20	20	10	256	15
	ตารางที่ 4.20 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
	ชุดที่ 7² ตารางที่ 4.21 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน					
	ตารางที่ 4.22 ชุดเสียงพูดครั้งที่สอง	40	20	10	256	15
	ตารางที่ 4.23 ชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ					
หมายเหตุ	1. เสียงพูดทั้งหมดผ่านกรรมวิธีปรับบรรทัดฐานเชิงเวลาให้มีขนาดความยาวเท่ากันหมดทั้งชุด 2. เสียงพูดทั้งหมดผ่านกรรมวิธีปรับบรรทัดฐานเชิงเวลาให้มีขนาดความยาวเท่ากันเฉพาะในแต่ละชุดเสียงพูดพยางค์เดียว สองพยางค์ และสามพยางค์เท่านั้น					

ตารางที่ 4.3 ผลสรุปอัตราการเรียนรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน

	รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ของชุดเสียงพูด	ชุดคำศัพท์พยางค์เดียว	ชุดคำศัพท์สองพยางค์	ชุดคำศัพท์สามพยางค์	ชุดคำศัพท์ตัวเลข	ค่าเฉลี่ย
ชุดที่ 1	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 5 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	77.143	83.333	84.524	86.190	82.798
ชุดที่ 2	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 10 สถานะ	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ชุดที่ 3	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 15 สถานะ	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ชุดที่ 4	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 20 สถานะ	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ชุดที่ 5	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 25 สถานะ	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ชุดที่ 6	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 256 ชุดรหัส 15 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
ชุดที่ 7	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 41 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 256 ชุดรหัส 15 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง

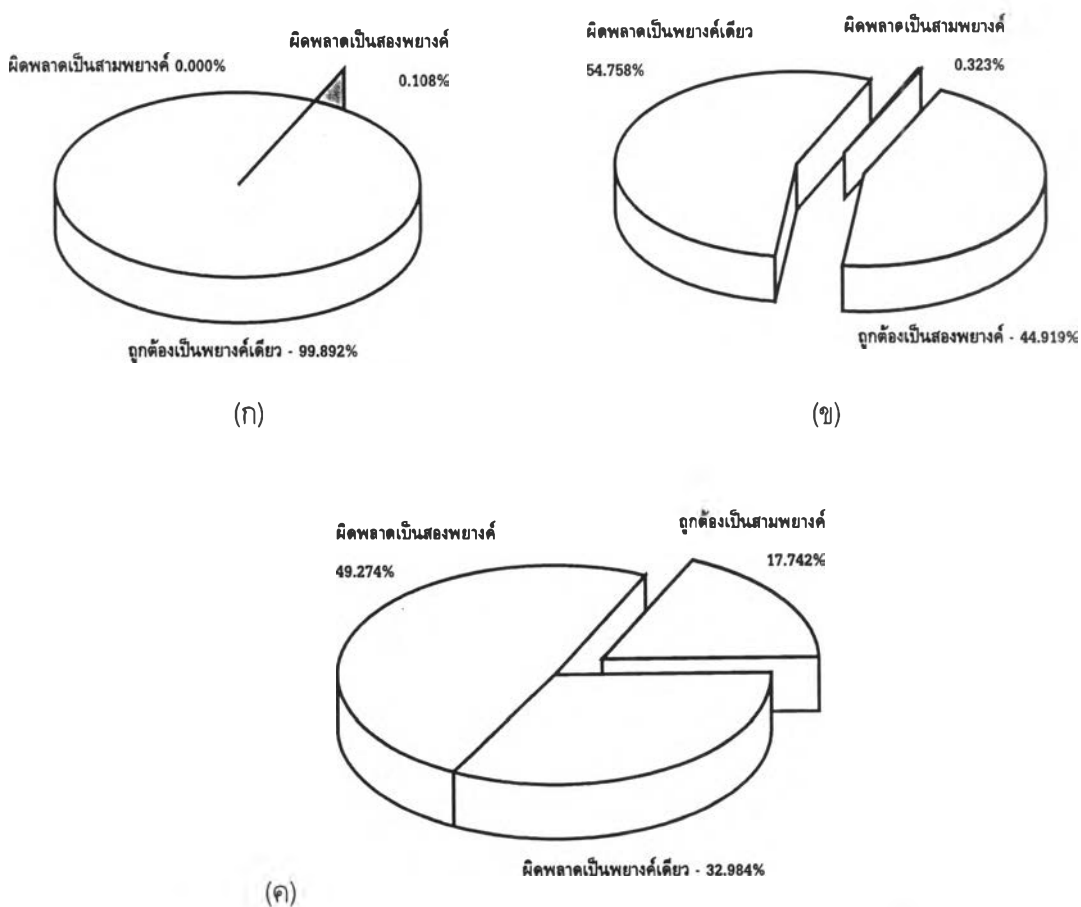
	รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ของชุดเสียงพูด	ชุดคำศัพท์พยางค์เดียว	ชุดคำศัพท์สองพยางค์	ชุดคำศัพท์สามพยางค์	ชุดคำศัพท์ตัวเลข	ค่าเฉลี่ย
ชุดที่ 1	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 5 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	27.619	30.714	34.524	50.000	35.714
ชุดที่ 2	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 10 สถานะ	80.476	94.762	98.095	70.952	86.071
ชุดที่ 3	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 15 สถานะ	82.619	97.857	98.810	72.381	87.917
ชุดที่ 4	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 20 สถานะ	80.952	98.333	98.095	70.476	86.964
ชุดที่ 5	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 25 สถานะ	87.857	97.857	99.286	76.667	90.417
ชุดที่ 6	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 256 ชุดรหัส 15 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	92.143	98.095	98.810	90.952	95.000
ชุดที่ 7	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 41 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 256 ชุดรหัส 15 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	90.714	96.310	97.857	87.143	93.006

ตารางที่ 4.5 ผลสรุปอัตราความรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ

	รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ของชุดเสียงพูด	ชุดคำศัพท์พยางค์เดียว	ชุดคำศัพท์สองพยางค์	ชุดคำศัพท์สามพยางค์	ชุดคำศัพท์ตัวเลข	ค่าเฉลี่ย
ชุดที่ 1	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 5 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	25.125	24.500	20.625	42.250	28.125
ชุดที่ 2	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 10 สถานะ	64.125	84.000	90.625	52.500	72.813
ชุดที่ 3	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 15 สถานะ	67.750	90.250	95.375	55.250	77.156
ชุดที่ 4	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 20 สถานะ	65.625	91.125	94.875	50.250	75.469
ชุดที่ 5	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 128 ชุดรหัส 25 สถานะ	71.000	91.500	94.000	54.500	77.750
ชุดที่ 6	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 21 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 256 ชุดรหัส 15 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	86.750	92.375	96.250	84.250	89.906
ชุดที่ 7	จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน 41 คน เพื่อทดสอบ 20 คน 256 ชุดรหัส 15 สถานะ ปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา	85.000	93.500	94.500	80.000	88.250

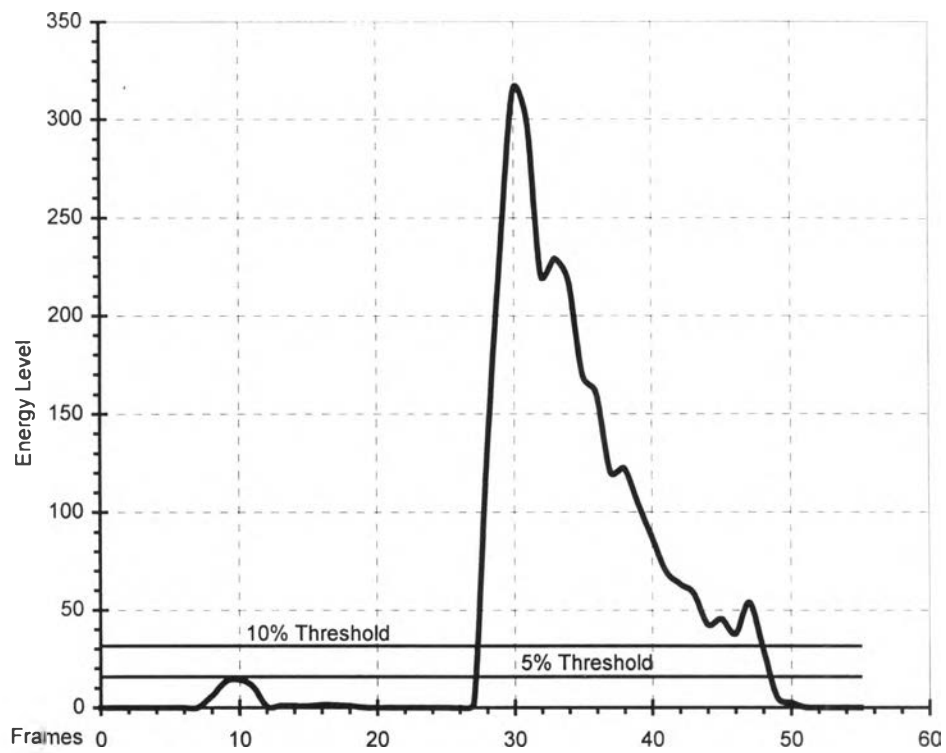
ตารางที่ 4.6 อัตราความถูกต้องในการวิเคราะห์หาจุดสิ้นสุดเสียงพูดและจำนวนพยางค์

ชุดคำศัพท์พยางค์เดียว และชุดคำศัพท์ตัวเลข	ถูกต้องเป็นพยางค์เดียว	99.892 %
	ผิดพลาดเป็นสองพยางค์	0.108 %
	ผิดพลาดเป็นสามพยางค์	0.000 %
ชุดคำศัพท์สองพยางค์	ถูกต้องเป็นสองพยางค์	44.919 %
	ผิดพลาดเป็นพยางค์เดียว	54.758 %
	ผิดพลาดเป็นสามพยางค์	0.323 %
ชุดคำศัพท์สามพยางค์	ถูกต้องเป็นสามพยางค์	17.742 %
	ผิดพลาดเป็นพยางค์เดียว	32.984 %
	ผิดพลาดเป็นสองพยางค์	49.274 %

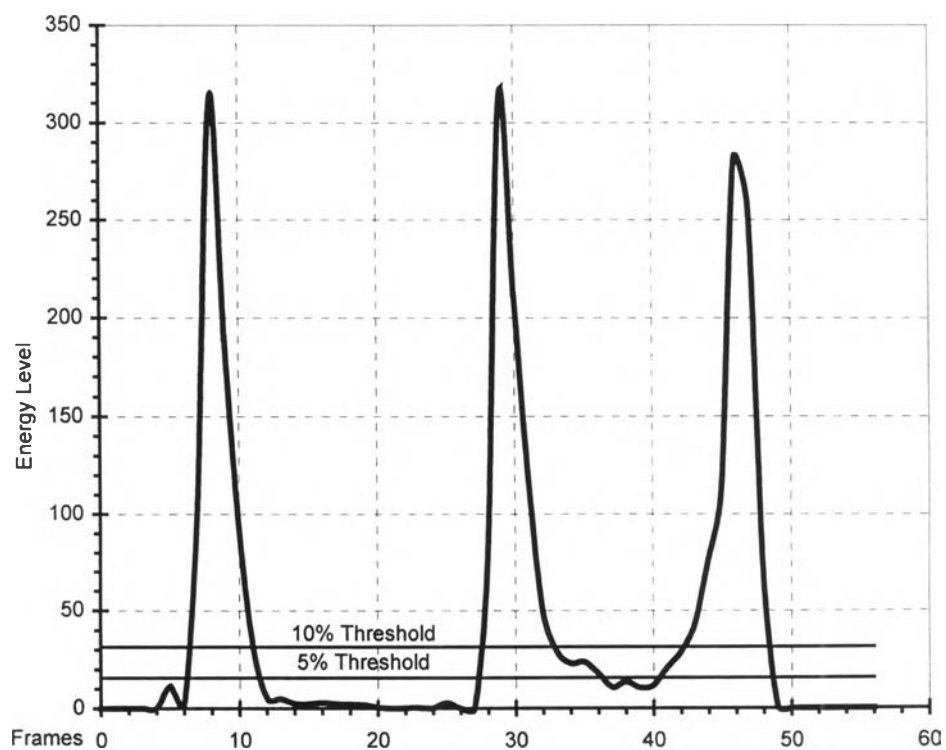


รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำนวนพยางค์และจุดสิ้นสุดพยางค์ของ

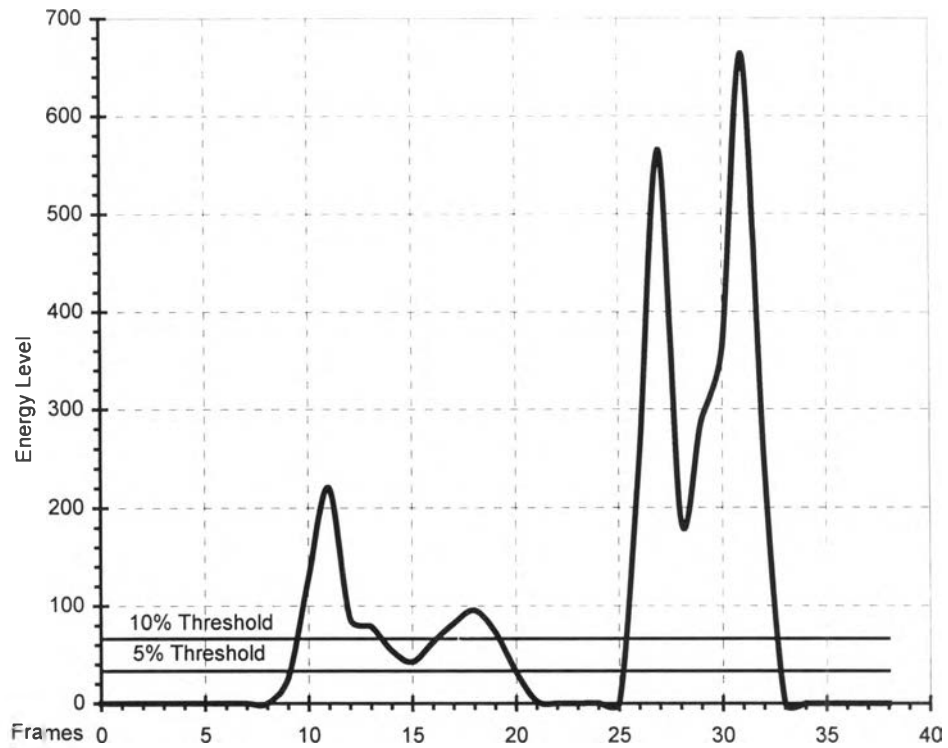
(ก) คำศัพท์พยางค์เดียว (ข) คำศัพท์สองพยางค์ และ (ค) คำศัพท์สามพยางค์



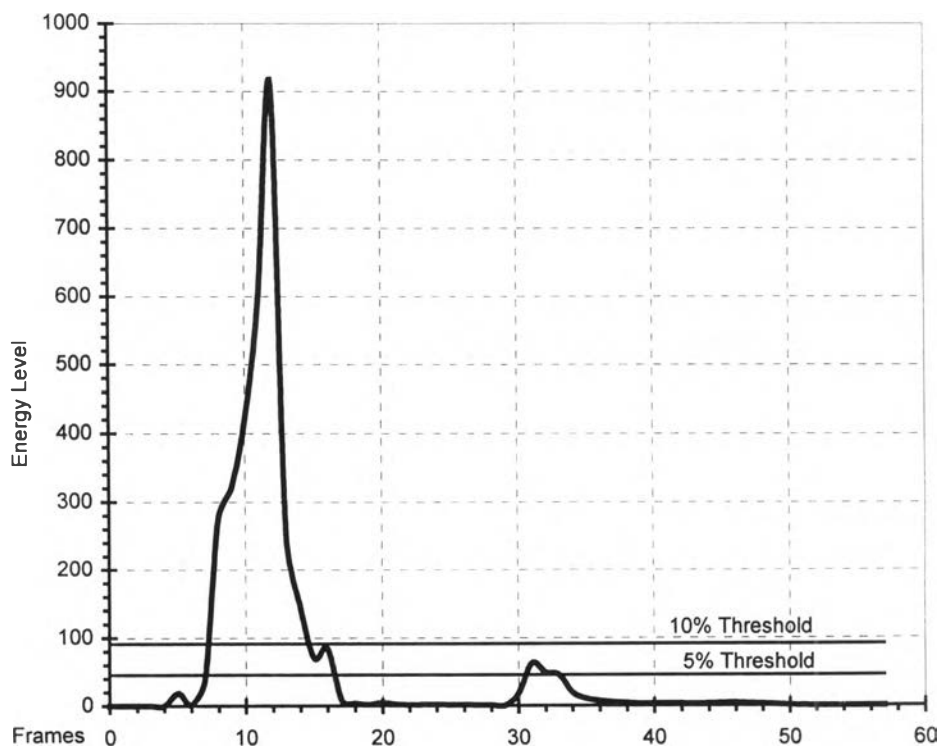
รูปที่ 4.2 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย “หันซ้าย”
ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นพยางค์เดียว



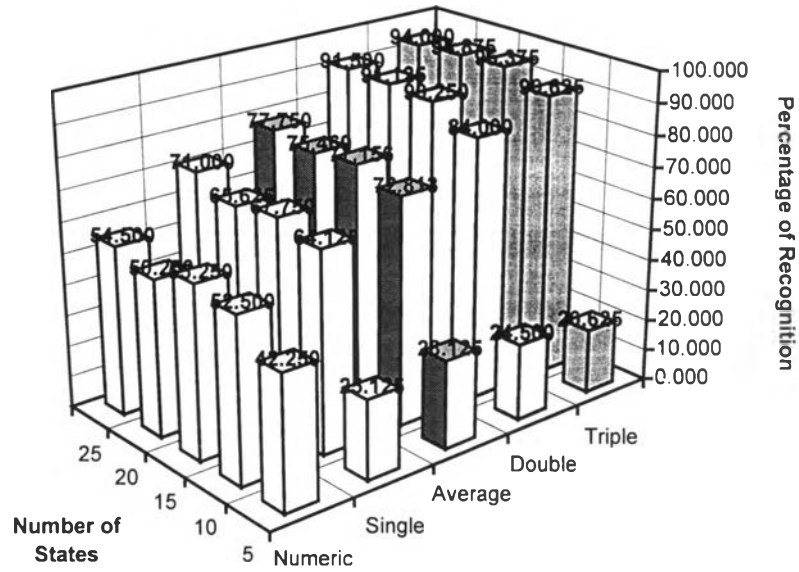
รูปที่ 4.3 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย “หันขวา”
ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นสามพยางค์



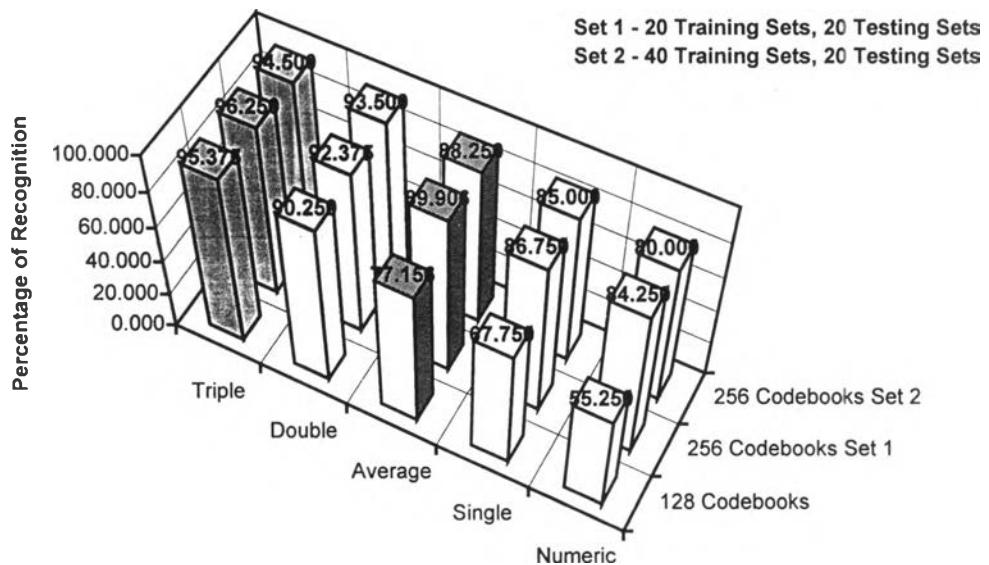
รูปที่ 4.4 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย “วันอาทิตย์”
ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นสองพยางค์



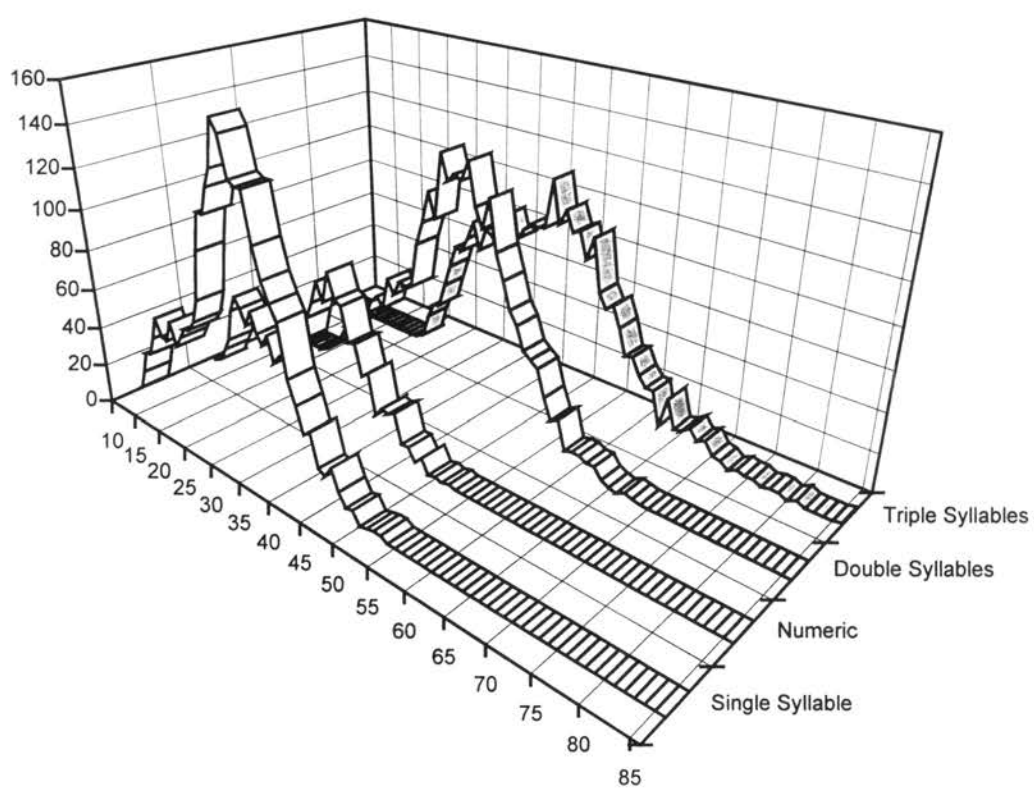
รูปที่ 4.5 แผนภูมิเส้นระดับพลังงานของเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทย “กล้วยน้ำว้า”
ซึ่งวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นพยางค์เดียว



รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยเมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนสถานะของแบบจำลอง



รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยเมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดชุดรหัสและจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงการกระจายของขนาดความยาวเสียงพูดคำศัพท์แต่ละประเภท

วิเคราะห์ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทย

จากรายละเอียดผลทดสอบการรู้จำคำพูดภาษาไทยเป็นคำหลายพยางค์ดังแสดงในตารางที่ ข.1 ถึง ตารางที่ ข.21 ในภาคผนวก ข โดยแบ่งออกเป็น 7 ชุด แต่ละชุดมี 3 ส่วนซึ่งประกอบไปด้วยผลการรู้จำของ ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน ผลการรู้จำของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง และผลการรู้จำของเสียงพูดเพื่อ ทดสอบ พร้อมทั้งจำแนกตามชุดคำศัพท์ทั้ง 4 ประเภทเพื่อแสดงถึงรายละเอียดของการรู้จำคำศัพท์แต่ละคำ ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงเป็นการวิเคราะห์ผลการรู้จำคำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดทั้งหมดโดยรวมทั้งจุดเด่นและ จุดด้อยของระบบ พร้อมทั้งนำเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา ดังนี้

1. ผลการทดสอบอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทยเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของระบบเพื่อเปรียบเทียบผลการรู้จำ ดังมีรายละเอียดของค่าพารามิเตอร์แสดงในตารางที่ 4.2 ผลสรุปอัตราการรู้จำทั้งหมดที่ แสดงในภาคผนวก ข ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.5 โดยแบ่งเป็น 7 ชุด ชุดละ 3 ประเภทเสียงพูด ได้แก่ ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝน ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สอง และชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ ตามลำดับ

2. ผลสรุปการทดสอบพร้อมทั้งค่าเฉลี่ยอัตราการรู้จำคำพูดภาษาไทย แสดงในตารางที่ 4.3 ถึง ตารางที่ 4.5 โดยจำแนกตามชุดเสียงพูดทั้งสามประเภทเพื่อการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยสูงสุดของอัตราการรู้จำ คำพูดภาษาไทยของชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนมีค่าร้อยละ 100.000 ชุดเสียงพูดเพื่อฝึกฝนพูดครั้งที่สองมีค่าร้อยละ 95.500 และชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบมีค่าร้อยละ 89.906 อัตราการรู้จำที่ได้มีค่าสูงกว่าที่ได้กำหนดไว้ใน วัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการอัตราการรู้จำมีค่าสูงกว่าร้อยละ 85 ขึ้นไป

3. กรรมวิธีในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้ถูกทดสอบกับเสียงพูดภาษาไทยกับทั้ง คำศัพท์พยางค์เดียว คำศัพท์สองพยางค์ และคำศัพท์สามพยางค์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์จำนวนพยางค์ของคำ ศัพท์แต่ละคำพร้อมทั้งวิเคราะห์หาจุดสิ้นสุดเสียงพูดของแต่ละพยางค์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ใน การประยุกต์ใช้งานจริงนั้นพบว่าเสียงพูดคำศัพท์ภาษาไทยจำนวนมากโดยเฉพาะคำสองพยางค์และคำสาม พยางค์ที่เกิดการผิดพลาดในการวิเคราะห์จำนวนพยางค์ เนื่องมาจากกรรมวิธีในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูดยังมี ประสิทธิภาพไม่เต็มที่เท่าที่ควร รวมทั้งการออกเสียงพูดภาษาไทยของผู้พูดด้วย โดยเมื่อพิจารณาจากรูปคลื่น ของเสียงพูดพบว่าสำหรับคำศัพท์สามพยางค์มีการวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นสองพยางค์หรือรู้จำคำ พุด สำหรับคำศัพท์สามพยางค์มีการวิเคราะห์จำนวนพยางค์ผิดพลาดเป็นสองพยางค์หรือรู้จำคำพูด ดังแสดง ในรูปที่ 4.2 ถึง 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการอ่านออกเสียงพูดอย่างถูกต้องมีผลต่อการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูดและมี ผลต่ออัตราการรู้จำคำพูดด้วยเช่นกัน

4. ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์หาจุดสิ้นสุดเสียงพูดของกรรมวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังแสดงใน ตารางที่ 4.6 และแผนภูมิรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงถึงความถูกต้องในการวิเคราะห์หาจำนวนพยางค์และจุดสิ้นสุด พยางค์ของเสียงพูดแต่ละคำ จากค่าความถูกต้องที่แสดงในตารางจะเห็นได้ว่าการกำหนดจุดเริ่มเปลี่ยนของ ระดับพลังงานและช่วงเวลาของระดับพลังงานที่อยู่บนแผนภูมิเส้นระดับพลังงานนั้น สามารถวิเคราะห์หา จำนวนพยางค์ของเสียงพูดพยางค์เดียวได้อย่างแม่นยำ

5. ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์หาจำนวนพยางค์และจุดสิ้นสุดเสียงพูดของเสียงพูดสองพยางค์และสามพยางค์นั้น จากประสิทธิภาพดังแสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.1 มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเสียงพูดพยางค์เดียว ทั้งนี้เนื่องจากจุดเริ่มเปลี่ยนของระดับพลังงานและช่วงเวลาของระดับพลังงานที่กำหนดบนแผนภูมิเส้นระดับพลังงานมีความแม่นยำไม่เพียงพอในการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเสียงพูด ทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์หาจำนวนพยางค์ของเสียงพูดหลายพยางค์ รวมทั้งการแปลงเสียงพูดคำศัพท์หลายพยางค์ที่มีบางพยางค์มีเสียงต่อเนื่องติดกันเป็นกลุ่มเดียว ทำให้ไม่สามารถแบ่งแยกออกเป็นสองพยางค์ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งแสดงถึงแผนภูมิเส้นระดับพลังงานของคำว่า "วันอาทิตย์" ที่เกิดการผิดพลาดในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูด

6. ความผิดพลาดในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูดกรณีอื่นที่เกิดขึ้นดังแสดงในแผนภูมิเส้นระดับพลังงานรูปที่ 4.2 ซึ่งแสดงคำว่า "หันซ้าย" และรูปที่ 4.5 ซึ่งแสดงคำว่า "กล้วยน้ำว้า" นั้น แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูดอันเนื่องมาจากความเข้มเสียงที่ต่ำกว่าจุดเริ่มเปลี่ยนของระดับพลังงาน ทำให้ไม่สามารถหาจุดสิ้นสุดของเสียงพูดได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ในรูปที่ 4.3 ซึ่งแสดงแผนภูมิเส้นระดับพลังงานของคำว่า "หันขวา" ซึ่งมีการแปลงเสียงเน้นที่พยัญชนะ "ข" ของพยางค์ที่สองมากเกินไป ทำให้เกิดความผิดพลาดในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูดจากสองพยางค์ไปเป็นสามพยางค์ดังรูป กรณีดังกล่าวทั้งหมดนี้จำเป็นต้องอาศัยขั้นตอนกรรมวิธีอื่นเข้ามาช่วยในการหาจุดสิ้นสุดเสียงพูด เช่น การหาจำนวนการตัดผ่านจุดศูนย์ (Zero Crossing) หรือการคำนวณหา Pitch Period ของเสียงพูด ซึ่งขั้นตอนกรรมวิธีเหล่านี้จะช่วยในการหาจำนวนพยางค์และจุดสิ้นสุดเสียงพูดได้แม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

7. ผลการรู้จำคำพูดชุดที่ 1 เมื่อปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบด้วยขนาดชุดรหัส 128 เวกเตอร์จำนวน 4 ชุดสำหรับชุดคำศัพท์พยางค์เดียว ชุดคำศัพท์สองพยางค์ ชุดคำศัพท์สามพยางค์ และชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้า อันดับของการประมาณพันธะเชิงเส้น 10 อันดับ จำนวนสถานะของแบบจำลอง 5 สถานะ จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน (Training Set) 20 คนและจำนวนเสียงพูดเพื่อทดสอบ (Testing Set) 20 คน โดยเสียงพูดทั้งหมดผ่านกรรมวิธีปรับบรรทัดฐานเชิงเวลาเพื่อปรับให้เสียงพูดทั้งหมดมีความยาวเท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ผลสรุปอัตราการรู้จำที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.5

8. ผลการรู้จำคำพูดชุดที่ 2 ถึงชุดที่ 5 เป็นการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของระบบ เพื่อศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของอัตราการรู้จำเมื่อจำนวนสถานะเปลี่ยนแปลงไป โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบด้วยขนาดชุดรหัส 128 เวกเตอร์ อันดับของการประมาณพันธะเชิงเส้น 10 อันดับ จำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝนและเสียงพูดเพื่อทดสอบชุดละ 20 คน โดยเสียงพูดทั้งหมดไม่ได้ผ่านกรรมวิธีปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2 อัตราการรู้จำที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.5

9. ผลการรู้จำคำพูดชุดที่ 5 และชุดที่ 6 เป็นการปรับเปลี่ยนขนาดชุดรหัสและจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝน เพื่อศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของอัตราการรู้จำเมื่อเพิ่มจำนวนเสียงพูดขึ้น โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบด้วยขนาดชุดรหัส 256 เวกเตอร์ อันดับของการประมาณพันธะเชิงเส้น 10 อันดับ

จำนวนเสียงพูดเพื่อทดสอบ 20 คน โดยเสียงพูดทั้งหมดผ่านกรรมวิธีปรับบรรทัดฐานเชิงเวลา รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.2 อัตราการรู้จำที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.5

10. ผลการรู้จำคำพูดชุดที่ 1 เปรียบเทียบกับชุดที่ 2 โดยเปลี่ยนแปลงชุดรหัสขนาด 128 เวกเตอร์จำนวน 4 ชุด ไปเป็นชุดรหัสขนาด 128 เวกเตอร์ และเปลี่ยนแปลงจำนวนสถานะจาก 5 สถานะไปเป็น 10 สถานะ ผลการรู้จำที่ได้แสดงให้เห็นได้ว่าอัตราการรู้จำเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากโดยเฉพาะชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบ อัตราการรู้จำเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 28.125 เป็นร้อยละ 72.812 ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนชุดรหัสที่เพิ่มขึ้นประมาณ 17.5 เท่า ซึ่งระบบสามารถเรียนรู้ความแปรเปลี่ยนของเสียงพูดได้มากขึ้น

11. ผลการรู้จำคำพูดเปรียบเทียบระหว่างชุดที่ 2 ถึงชุดที่ 5 โดยเปลี่ยนแปลงจำนวนสถานะเป็น 10 15 20 และ 25 สถานะตามลำดับ ด้วยขนาดชุดรหัส 128 เวกเตอร์ ผลการรู้จำที่ได้แสดงให้เห็นได้ว่าอัตราการรู้จำของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบเพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยละ 72.813 77.156 75.419 และ 77.750 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 จากผลการรู้จำที่ได้แสดงว่าจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการรู้จำเพิ่มสูงขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามจำนวนสถานะซึ่งเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการฝึกฝนและการรู้จำเพิ่มสูงขึ้นมากเกินกว่าอัตราการรู้จำที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นสำหรับงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้จำนวนสถานะ 15 สถานะ ซึ่งมีความละเอียดเพียงพอที่จะใช้จำแนกความแตกต่างของเสียงพูดที่ใช้ในการรู้จำ และยังสามารถให้อัตราการรู้จำได้สูงเทียบเท่ากับเมื่อใช้จำนวนสถานะ 20 สถานะ

12. ผลการรู้จำคำพูดเปรียบเทียบระหว่างชุดที่ 3 ชุดที่ 6 และชุดที่ 7 เมื่อเพิ่มจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝนให้สูงขึ้นจากเดิม 21 คนไปเป็น 41 คน พร้อมทั้งเพิ่มขนาดชุดรหัสจาก 128 เวกเตอร์ไปเป็น 256 เวกเตอร์ โดยใช้จำนวนสถานะ 15 สถานะเท่ากันทั้งสามชุด ผลการรู้จำที่ได้แสดงให้เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยอัตราการรู้จำของชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบมีค่าร้อยละ 77.156 89.906 และ 88.250 ตามลำดับ จากผลการรู้จำที่ได้แสดงให้เห็นว่าขนาดชุดรหัสที่เพิ่มขึ้นมีผลอย่างมากต่ออัตราการรู้จำดังผลการรู้จำระหว่างชุดที่ 3 และชุดที่ 6 อัตราการรู้จำที่ได้เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 12.75 ทั้งนี้เนื่องจากขนาดชุดรหัสที่เพิ่มขึ้นสามารถเก็บรายละเอียดและแบ่งแยกความแตกต่างของเสียงพูดได้ดียิ่งขึ้น

13. ผลการรู้จำคำพูดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดที่ 6 และชุดที่ 7 โดยเพิ่มจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝนให้มากขึ้น อัตราการรู้จำที่ได้มีค่าลดลงเล็กน้อยภายใต้ขอบเขตที่สามารถยอมรับได้ ซึ่งเป็นไปได้ว่าอัตราการรู้จำของระบบเข้าสู่ค่าคงที่และเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อจำนวนเสียงพูดเพื่อฝึกฝนเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นอัตราการรู้จำที่ได้เมื่อเพิ่มจำนวนเสียงพูดจึงไม่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้นหรือต่ำลงอย่างชัดเจน

14. การควอนไทซ์แบบเวกเตอร์เป็นการนำชุดรหัสที่ได้จากการฝึกฝนมาแทนที่เวกเตอร์สัมประสิทธิ์ของการประมาณพันธะเชิงเส้นของแต่ละกรอบข้อมูลเสียงพูด โดยการเลือกชุดรหัสที่ให้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด จึงทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูลบางส่วนในระหว่างกระบวนการโดยเฉพาะกับชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกฝน และค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะสะสมต่อไปตามขั้นตอนซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรู้จำ

15. ในการฝึกฝนระบบทั้งการสร้างชุดรหัสและการสร้างรูปแบบเสียงพูดอ้างอิงด้วยค่าพารามิเตอร์ของฮิดเดน มาร์คอฟนั้น ต้องทำการสุ่มตัวอย่างค่าเริ่มต้นขึ้นมาเพื่อใช้เป็นค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้ว ขั้นตอนการฝึกฝนจึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างค่าเริ่มต้นของชุดรหัสและฝึกฝนชุดรหัสนั้นไว้หลายชุดแล้วจึงนำมาเฉลี่ยกันเป็นชุดรหัสที่จะนำไปใช้ในการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ต่อไป สำหรับค่าพารามิเตอร์ของฮิดเดน มาร์คอฟจะทำการสุ่มตัวอย่างค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นและฝึกฝนระบบ แล้วจึงนำมาหาอัตราการเรียนรู้ของค่าพารามิเตอร์แต่ละชุด ชุดพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นรูปแบบเสียงพูดอ้างอิงแต่ละค่าได้จากชุดพารามิเตอร์ที่ให้ค่าอัตราการเรียนรู้สูงสุดในแต่ละค่า ดังนั้นทั้งชุดรหัสและชุดพารามิเตอร์ที่ได้จึงถึงได้ว่าเป็นเพียงส่วนย่อยของค่าที่เหมาะสมที่สุด (Suboptimal) เท่านั้น เนื่องจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดที่แท้จริงของระบบนั้นเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ จึงอาจประมาณได้ว่าส่วนย่อยของค่าที่เหมาะสมที่สุดเป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดของระบบ

16. ในการฝึกฝนชุดรหัสจำเป็นต้องอาศัยจำนวนข้อมูลเสียงพูดเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความหลากหลายของข้อมูลมากมายทำให้ต้องสร้างชุดรหัสเริ่มต้นหลายชุดเพื่อให้ครอบคลุมความหลากหลายของข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาเฉลี่ยภายหลังการฝึกฝนเสร็จสิ้น ทำให้ต้องใช้เวลามากในการฝึกฝนแต่ละครั้ง

17. สำหรับแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟนั้น โดยธรรมชาติจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลเสียงพูดจำนวนมากในการฝึกฝนเพื่อช่วยให้อัตราการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้ต้องอาศัยการบันทึกเสียงผู้พูดจำนวนมาก ดังนั้นในการจัดเก็บข้อมูลเสียงพูดจึงต้องอาศัยหน่วยความจำสำรองขนาดใหญ่ และต้องอาศัยเวลามากในการจัดเตรียมเสียงพูดคำศัพท์ของผู้พูดแต่ละคนเพื่อใช้ในการชววนการเรียนรู้ต่อไป

18. การรู้จำคำพูดข้ามกลุ่ม ตัวอย่างเช่น การรู้จำชุดคำศัพท์พยางค์เดียวผิดพลาดเป็นชุดคำศัพท์สองพยางค์หรือชุดคำศัพท์สามพยางค์ เป็นต้น กรณีเช่นนี้เกิดขึ้นเนื่องจากขั้นตอนวิธีการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์และขั้นตอนวิธีการ Viterbi ที่ใช้ในการรู้จำคำพูดของระบบแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ รวมทั้งจำนวนชุดรหัสสำหรับคำศัพท์แต่ละคำซึ่งมีจำนวนมาก ลำดับของเสียงพูดคำศัพท์แต่ละคำที่ผ่านการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์อาจมีความคล้ายคลึงกันถึงแม้ว่าจะใช้ชุดรหัสต่างกันก็ตาม ดังนั้นเมื่อผ่านขั้นตอนวิธีการ Viterbi จึงได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Path) คล้ายคลึงกัน ทำให้เกิดการรู้จำผิดพลาดไปเป็นคำศัพท์ในชุดเสียงพูดชุดอื่น

19. การปรับปรุงแก้ไขความผิดพลาดในการรู้จำคำพูดข้ามกลุ่ม สามารถแก้ไขได้โดยการปรับบรรทัดฐานเชิงเวลาของเสียงพูดในแต่ละกลุ่มให้มีขนาดไม่เท่ากัน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับบรรทัดฐานเชิงเวลาของชุดคำศัพท์พยางค์เดียวและชุดคำศัพท์ตัวเลขศูนย์ถึงเก้า ชุดคำศัพท์สองพยางค์ และชุดคำศัพท์สามพยางค์ แต่ละชุดให้มีขนาดความยาวของเสียงพูดไม่เท่ากัน โดยเสียงพูดในแต่ละชุดได้รับการปรับบรรทัดฐานเชิงเวลาให้มีขนาดเท่ากันหมดทั้งชุด จากการเปรียบเทียบผลการรู้จำชุดเสียงพูดเพื่อทดสอบระหว่างชุดที่ 3 และชุดที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.5 ซึ่งการกระจายของเสียงพูดที่รู้จำผิดพลาดออกนอกกลุ่มโดยเฉลี่ยมีอัตราการกระจายลดลงจากร้อยละ 20.188 เหลือเพียงร้อยละ 8.439 ของ

จำนวนเสียงพูดเพื่อทดสอบทั้งหมด นอกจากนี้การกระจายของเสียงพูดที่รู้จำผิดพลาดภายในกลุ่มโดยเฉลี่ยมีอัตราการกระจายลดลงจากร้อยละ 2.594 เหลือเพียงร้อยละ 1.656 ของจำนวนเสียงพูดเพื่อทดสอบทั้งหมด

20. ความยาวของเสียงพูดคำศัพท์แต่ละคำมีการกระจายดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 4.8 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแปรเปลี่ยนของความยาวเสียงพูดแต่ละชุด สำหรับชุดคำศัพท์พยางค์เดียวและชุดคำศัพท์ตัวเลข ศูนย์ถึงเก้านั้นมีช่วงพิสัยเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบช่วงพิสัยของชุดคำศัพท์พยางค์เดียวและชุดคำศัพท์สองพยางค์พบว่ามีความเกี่ยวพันประมาณครึ่งหนึ่งของช่วงพิสัยในแต่ละชุด เมื่อเปรียบเทียบช่วงพิสัยของชุดคำศัพท์พยางค์เดียวกับชุดคำศัพท์สามพยางค์พบว่ามีความเกี่ยวพันประมาณหนึ่งในสามของช่วงพิสัยในแต่ละชุด และเมื่อเปรียบเทียบช่วงพิสัยของชุดคำศัพท์สองพยางค์และชุดคำศัพท์สามพยางค์พบว่า ชุดคำศัพท์สามพยางค์มีช่วงพิสัยคาบเกี่ยวบนช่วงพิสัยของชุดคำศัพท์สองพยางค์มากกว่าร้อยละ 80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความยาวของเสียงพูดทั้งสองชุดมีค่าโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นการแบ่งประเภทคำศัพท์โดยอาศัยความยาวเสียงพูดจึงเป็นไปได้ยาก จึงต้องอาศัยวิธีการวิเคราะห์หาจุดสิ้นสุดพยางค์และจำนวนพยางค์ที่มีประสิทธิภาพเข้ามาช่วยแยกแยะประเภทของคำศัพท์ออกจากกัน เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการรู้จำต่อไป