บทที่ 4

ผลการทดลอง

ขั้นตอนการทดสอบวิธีการรู้จำมีดังนี้

ขั้นที่ 1 บันทึกเสียงศูนย์ถึงเก้าของผู้พูดกลุ่มต้นแบบ โดยแต่ละเสียงให้ผู้พูดพูดคนละ 2 ครั้งข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้จะแยกเป็น 2 กลุ่ม

1.1 กลุ่มที่ 1 ใช้เสียงพูดครั้งที่ 1 ในการหาโมเดลต้นแบบ และใช้ในการทดสอบขั้นแรกเพื่อปรับปรุงโมเดลโดยเพิ่มจำนวนผู้พูด ตั้งแต่ 5 คน, 10 คน, 15 คน, 20 คน, 25 คน จนถึง 45 คน ตามลำดับ

1.2 กลุ่มที่ 2 ใช้เสียงพูดครั้งที่ 2 ในการทดสอบการรู้จำจากโมเดลต้นแบบและเทคนิคที่พัฒนาขึ้น

ขั้นที่ 2 บันทึกเสียงผู้พูดกลุ่มทดสอบจำนวน 10 คน เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคซึ่งกลุ่มนี้ไม่มีการฝึกฝนล่วงหน้า เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการรู้จำที่ไม่ขึ้นกับผู้พูด

ผลจากการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1-4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 เป็นการแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของกลุ่มทดสอบทั้งสองกลุ่ม

ชนิดของTRAINING	ความถูกต้อง
TRAINING SETS	95.3%
TRAINING พูดครั้งที่ 2	89.7%
NON-TRAINING	84%

จากตารางที่ 4.1 แสดงความถูกต้องเป็นร้อยละของกลุ่มทดสอบทั้ง 2 กลุ่ม โดยคำนวนความถูกต้องของเสียง 0 - 9 ของบุคคลที่ใช้ทดสอบทั้งหมดในเซ็ต จากผลการทดลองที่ปรากฏจะเห็นว่าความถูกต้อง ในการรู้จำเสียงของเซ็ตที่เป็นบุคคลเดียวกับต้นแบบ จะให้ความถูกต้องในการรู้จำมากกว่าบุคคลที่ไม่ใช่เป็นต้นแบบ

เมื่อจำแนกเป็นรายบุคคลจะแสดงผลของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ในตารางที่ 4.2 และกลุ่มทดสอบในตารางที่ 4.3 และถ้าจำแนกตามเสียงศูนย์ถึงเก้า จะได้รายละเอียดการรู้จำของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มทดสอบ แสดงอยู่ในตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบของแต่ละบุคคลที่เป็นบุคคลต้นแบบ

เสียงตัวเลข	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
0	44	41
1	42	39
2	43	40
3	45	41
4	42	38
5	40	37
6	44	44
7	44	39
8	41	41
9	44	44

แต่ละบุคคลพูดคนละ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้เป็นต้นแบบและครั้งที่ 2 ใช้เป็นเซ็ตทดสอบ จากตารางดังกล่าวแสดงจำนวนครั้งของความถูกต้องทั้ง 0 - 9 เสียงของแต่ละบุคคลจากกลุ่มต้นแบบ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบเสียงของบุคคลกลุ่มทดสอบ

TRAINING SET	จำนวนที่ถูก
1	10
2	9
3	9
4	8
5	7
6	8
7	7
8	7
9	8
10	9

เป็นการแสดงจำนวนครั้งของความถูกต้องของการทดสอบเสียง 0 - 9 ของบุคคลที่ไม่เป็นกลุ่มเดียวกับต้นแบบ โดยพิจารณาทีละบุคคลจากจำนวนเสียงที่พูดคนละ 10 เสียง

ตารางที่ 4.4 แสดงการรู้จำของกลุ่มที่ 1

เสียงที่ทดสอบ

(ผล)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	44	1	1		1					
1		42								
2			43							
3				45		2				
4					42			1		
5						40	1		2	
6	1		1				44			1
7		1			2			44		
8		1							41	
9						3			2	44

จากตาราง 4.4 จะเห็นว่ามีความถูกต้องสูง มีเสียงที่ทดสอบผิดพลาดมากคือเสียง 5 รู้จำผิดเป็น 3 จำนวน 2 ครั้ง ผิดเป็น 9 จำนวน 3 ครั้ง ในขณะที่เสียง 8 รู้จำผิดเป็น 5 จำนวน 2 ครั้ง และรู้จำผิดเป็น 9 จำนวน 2 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16075584

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการรู้จำของกลุ่มที่ 2

เสียงที่ทดสอบ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	41	2	2		2					
1		39			1			1		
2	2		40	1			1			
3		1		41		2				
4	1	2			38			1		
5				2		37		1	3	1
6			2				44	2		
7		1			4			39		
8						3		1	41	
9	1		1	1		3			1	44

(ผล)

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าเสียง 5 มีการรู้จำผิดมาก รู้จำผิดเป็น 3 จำนวน 2 ครั้ง รู้จำผิดเป็น 8 จำนวน 3 ครั้ง รู้จำผิดเป็น 9 จำนวน 3 ครั้ง

จากการสังเกตจะปรากฏว่าเสียงที่มาจากบุคคลเดียวกันกับกลุ่มต้นแบบกลุ่มที่ 1 จะมีโครงสร้างของคำใกล้เคียงกัน จึงมีการผิดพลาดของเสียง 5 มากเหมือนกับตารางที่ 4.4 และเสียงที่ผิดพลาดจะผิดพลาดเป็นเสียงเดียวกันเช่นกัน

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการรู้จำของเซ็ตที่เป็นบุคคลกลุ่มทดสอบ

เสียงที่ทดสอบ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	9	1	3		1					1
1		8				1				
2	1		7							
3				8				1	1	
4		1			9					
5				1		8				
6							9			
7								9		
8				1					8	
9						1	1		1	9

(ผล)

จากตารางที่ 4.6 เสียงที่มีความผิดพลาดในการรู้จำมากคือ เสียง 2 รู้จำผิดเป็นเสียง 0 จำนวน 3 ครั้ง ส่วนการรู้จำผิดของเสียงอื่น ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก

จะสังเกตว่าการรู้จำผิดของกลุ่มทดสอบ จะเป็นคนละเสียงกับการรู้จำผิดของกลุ่มต้นแบบ ดังในตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นดังในตาราง 4.4-4.6 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ในตาราง 4.5 เมื่อนำ sequence VQ ที่ได้ของเสียง 0 ที่นำมาเป็นคำทดสอบ มาคำนวนความใกล้เคียงของเสียงกับโมเดลที่เก็บไว้ทั้งหมด 0-9 โมเดล ซึ่งผลการทดสอบได้ค่าความน่าจะเป็นของเสียง 0 กับเสียง 2 แต่ความน่าจะเป็นของเสียง 2 มากกว่าความน่าจะเป็นของเสียง 0 ดังนั้นความผิดพลาดจากการรู้จำคือเสียง 0 ผิดพลาดเป็นเสียง 2

จาก sequence VQ ของเสียง 0 เมื่อทดสอบกับโมเดล 0 ผลการทดสอบได้ว่า ในแต่ละค่าของ VQ (observation) เกิดจาก state ใด และที่ state นั้นได้ค่าความน่าจะเป็นของ observation อย่างไร

ตารางที่ 4.7 แสดง state และค่าความน่าจะเป็นแต่ละค่าของ Vector Quantization เมื่อเทียบกับโมเดล 0

ลำดับที่	ค่า VQ	state	ค่าความน่าจะเป็น
1	62	1	0.0171
2	11	1	0.0202
3	36	1	0.0268
4	26	1	0.0176
5	26	1	0.0176
6	36	1	0.0268
7	14	2	0.0262
8	34	2	0.0430
9	34	2	0.0430
10	45	2	0.0316
11	1	2	0.0688
12	24	2	0.0404
13	24	2	0.0404
14	24	2	0.0404
15	53	2	0.0072
16	53	2	0.0072
17	53	2	0.0072
18	17	3	0.0000
19	22	3	0.0383
20	22	3	0.0383
21	22	3	0.0383
22	22	3	0.0383
23	31	3	0.0357
24	31	3	0.0357
25	31	3	0.0357
26	62	3	0.0213
27	62	3	0.0213
28	11	3	0.0156
29	52	3	0.0125
30	11	3	0.0156

ความน่าจะเป็นรวมเกิดจากความน่าจะเป็นย่อยของแต่ละ observation

เมื่อนำ sequence ดังกล่าวมาทดสอบกับโมเดล 2 จะได้ความน่าจะเป็นรวมเกิดจากความน่าจะเป็นย่อยของแต่ละ observation เช่นโมเดล 0

ตารางที่ 4.8 แสดง state และค่าความน่าจะเป็นแต่ละค่าของ Vector Quantization เมื่อเทียบกับโมเดล 2

ลำดับที่	ค่า VQ	state	ค่าความน่าจะเป็น
1	62	1	0.0258
2	11	1	0.0066
3	36	1	0.0132
4	26	1	0.0218
5	26	1	0.0218
6	36	1	0.0132
7	14	1	0.0054
8	34	1	0.0462
9	34	1	0.0462
10	45	2	0.0502
11	1	2	0.0085
12	24	2	0.0524
13	24	2	0.0524
14	24	2	0.0524
15	53	2	0.0673
16	53	2	0.0673
17	53	2	0.0673
18	17	2	0.0012
19	22	3	0.0102
20	22	3	0.0102
21	22	3	0.0102
22	22	3	0.0102
23	31	3	0.0148
24	31	3	0.0148
25	31	3	0.0148
26	62	3	0.0203
27	62	3	0.0203
28	11	3	0.0166
29	52	3	0.0082
30	11	3	0.0166

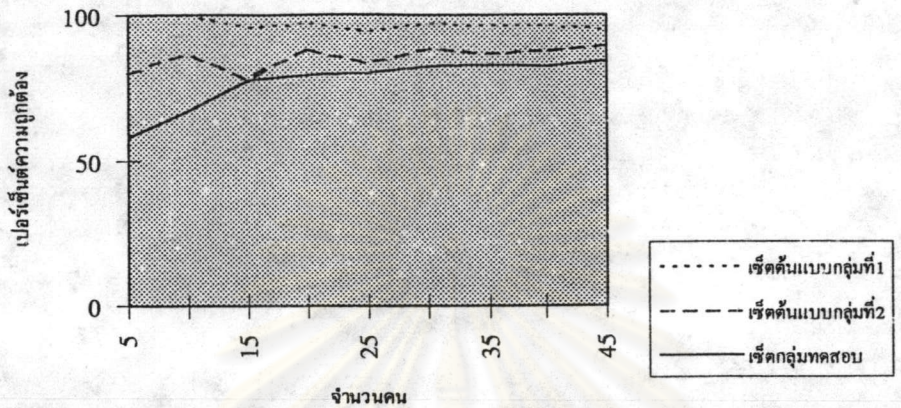
เมื่อความน่าจะเป็นรวมของโมเดล 2 มีมากกว่าความน่าจะเป็นรวมของโมเดล 0 ทำให้ผลการทดสอบออกมาว่าเสียงนั้นคือเสียง 2 ซึ่งเป็นการทดสอบที่ผิดพลาด ส่วนสำคัญของการหาความน่าจะเป็นรวม เกิดจากความน่าจะเป็นย่อยของค่า VQ แต่ละตัว ดังนั้นค่าควอนไตซ์ที่ได้จากขั้นตอน Vector Quantization มีความสำคัญมาก ผลการทดสอบที่ออกมาผิดพลาดสามารถชี้ให้เห็นว่า sequence VQ ของเสียง 0 อันนี้ มีความผิดปกติจากกลุ่มต้นแบบเสียง 0 เนื่องจากโมเดลความน่าจะเป็นที่นำมาใช้เกิดจาก sequence VQ ของต้นแบบเสียง 0 ทั้งหมด โมเดลจะแสดงคุณสมบัติการเกิดค่า observation ใดๆ ที่ state หนึ่งๆ ว่าเคยเกิดขึ้นบ่อยครั้งเพียงใด แสดงว่า sequence VQ ที่ใช้ทดสอบมีลักษณะการเกิดใกล้เคียงกับโมเดล 2 ซึ่งผลความผิดพลาดจากการทดสอบอาจเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ ความผิดปกติของเสียงเอง หรืออาจเกิดจากขั้นตอนการควอนไตซ์ ถ้าความผิดพลาดเกิดจากขั้นตอนการควอนไตซ์ก็สามารถอธิบายได้ว่าการวัดความคลาดเคลื่อนซึ่งใช้วัดว่า Vector LPC ชุดนั้น ควรมีค่าควอนไตซ์เท่าใดยังไม่มีความสมบูรณ์เพียงพอ จึงทำให้ควอนไตซ์ Vector LPC ชุดนั้นเป็นค่าควอนไตซ์เดียวกับเสียง 2 ซึ่งการควอนไตซ์ไม่จำเป็นต้องผิดพลาดทั้ง sequence เพียงผิดพลาดที่ตัวใด ตัวหนึ่งหรือหลายตัวที่ค่าความน่าจะเป็นของค่า observation นั้นๆมีค่าสูง ก็สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดจากการทดสอบได้

จากการทดสอบเมื่อมีการเพิ่มจำนวนต้นแบบที่ใช้คำนวนหาโมเดลขึ้น จะได้อัตราการรู้จำเพิ่มขึ้นตาม ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และแนวโน้มการเพิ่มของอัตรารู้จำ จะน้อยลงเรื่อยๆ ดังกราฟในรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความถูกต้องเป็นร้อยละกับจำนวนต้นแบบ

	อัตราการรู้จะเป็นร้อยละ		
จำนวนคน	ต้นแบบ กลุ่มที่ 1	ต้นแบบ กลุ่มที่ 2	กลุ่ม ทดสอบ
5	100	80	58
10	100	87	67
15	96	78	77
20	97.3	88.3	79
25	94.5	83.2	80
30	97.3	88.3	82
35	96.28	86.85	83
40	96.5	87.75	82
45	95.3	89.7	84

รูป 4.1 เปรียบเทียบความถูกต้องเป็นร้อยละกับกลุ่มต้นแบบ และกลุ่มทดสอบ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย