บทที่ 6

การวัดคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดโดยการใช้คะแนนความเห็นเฉลี่ย

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและผลที่ได้

การวัดคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดที่ได้จากการทำวิจัยแบ่งเป็นสามขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการวัดคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดที่ได้จากโปรแกรมบีบข้อมูลเสียงพูดซึ่งทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์พีซี ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการศึกษาผลที่ได้จากการบีบข้อมูลเสียงพูดในกรณีที่ใช้กับเสียงพูดที่มีความชัดเจนของคำพูดต่างกัน ส่วนขั้นตอนสุดท้ายเป็นการวัดคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดที่ได้จากโปรแกรมบีบข้อมูลเสียงพูดที่ทำงานแบบทันทีโดยทำงานอยู่บนตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล ADSP2101 สำหรับสองขั้นตอนแรกมีจุดประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเสียงพูดที่ได้จากวิธีการบีบข้อมูลเสียงพูด แอลพีซี10 ซีอีแอลพี และอาร์พีอี-แอลทีพี เสียงพูดต้นฉบับสำหรับใช้ในการทดสอบในขั้นตอนแรกเป็นเสียงชายหนึ่งตัวอย่างเสียงและเสียงหญิงอีกหนึ่งตัวอย่างเสียง การบันทึกเสียงใช้แผงวงจรเสียงแบบ 16 บิตยี่ห้อซาวด์บลัสเตอร์ ใช้อัตราการสุ่มตัวอย่าง 8 KHz 16 บิตต่อตัวอย่างสัญญาณ บันทึกในระบบโมโน (mono) โดยใช้ไมโครโฟนยี่ห้อโซนี่ รุ่น F-V9 ข้อความที่ใช้ในการบันทึกเป็นข้อความเดียวกันสำหรับทั้งหญิงและชาย ซึ่งเป็นตอนหนึ่งของพระราชนิพนธ์ในรัชกาลที่ 6 ว่า

> “อันความกรุณาปราณี
> จะมีใครบังคับก็หาไม่
> หลั่งมาเองเหมือนฝนอันชื่นใจ
> จากฟากฟ้าสุราลัยสู่แดนดิน”

เสียงพูดต้นฉบับถูกบันทึกในรูปแฟ้มข้อมูลเวฟ และนำไปบีบและคลายด้วยโปรแกรมต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นโดยผนวกเพิ่มโปรแกรมแอลพีซีอีกหนึ่งวิธี นอกจากนี้แฟ้มเสียงต้นฉบับยังถูกทำสำเนาเพื่อจำลองการบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดโดยวิธีไร้การสูญเสียสำหรับใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการแยกแยะของผู้ทำการทดสอบด้วย ผู้วิจัยไม่ได้บอกชื่อวิธีที่ใช้ในการบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดแก่ผู้ทดสอบเพื่อป้องกันอคติของผู้ทดสอบ แต่เรียกเป็นชื่อสมมติ A-E แทน กล่าวคือ มีแฟ้มตัวอย่างเสียงพูดที่ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ 12

แฟ้มด้วยกัน แบ่งเป็นแฟ้มเสียงชายหกแฟ้ม และแฟ้มเสียงหญิงอีกหกแฟ้มนั่นคือแฟ้ม MA.WAV เป็นตัวอย่างเสียงพูดที่ได้จากวิธีแอลพีซี แฟ้ม MB.WAV เป็นตัวอย่างเสียงพูดที่ได้จากวิธีแอลพีซี10 แฟ้ม MC.WAV เป็นตัวอย่างเสียงพูดที่ได้จากวิธีซีอีแอลพี แฟ้ม MD.WAV เป็นตัวอย่างเสียงพูดที่ได้จากวิธีอาร์พีอี-แอลทีพี และแฟ้ม ME.WAV เป็นตัวอย่างเสียงพูดที่ได้จากวิธีบีบแบบไร้การสูญเสียหรือสำเนาของแฟ้มเสียงพูดต้นฉบับนั่นเอง ในทำนองเดียวกันแฟ้ม FA.WAV- FE.WAV เป็นแฟ้มเสียงพูดตัวอย่างสำหรับเสียงหญิง ในการทดสอบผู้วิจัยได้เลือกผู้ทดสอบที่ไม่มีจุดบกพร่องทางด้านการรับฟังมีอายุในช่วง 23-41 ปี จำนวน 12 คน โดยจัดให้ผู้ทดสอบทั้งหมดนั่งอยู่ในห้องประชุมซึ่งมีเสียงรบกวนต่ำและสามารถได้ยินเสียงตัวอย่างได้อย่างชัดเจน แฟ้มตัวอย่างเสียงพูดถูกเล่นกลับโดยใช้แผงวงจรเสียงยี่ห้อซิกมาดีไซน์รุ่นวินซาวด์16 และขยายสัญญาณเสียงด้วยเครื่องขยายยี่ห้อฟิลิปส์รุ่น FW 2010 ในการทดสอบได้แบ่งแฟ้มเสียงพูดเป็นกลุ่มแฟ้มเสียงชายและกลุ่มแฟ้มเสียงหญิงและทดสอบเสียงชายทั้งหมดก่อนแล้วจึงทดสอบเสียงหญิง เริ่มต้นการทดสอบโดยชี้แจงวิธีการทดสอบและวิธีการให้คะแนนให้ผู้ทดสอบทราบเสียก่อน โดยคะแนนจะอยู่ในช่วง 0.0-10.0 คะแนน ผู้ทดสอบสามารถให้คะแนนโดยมีนัยสำคัญของคะแนนเป็นทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง คะแนน 0.0 หมายถึงเสียงตัวอย่างนั้นไม่สามารถรับฟังเข้าใจได้หรือแตกต่างจากเสียงพูดต้นฉบับอย่างสิ้นเชิง สำหรับคะแนนที่มากขึ้นก็หมายความว่าตัวอย่างเสียงพูดนั้นใกล้เคียงกับเสียงพูดต้นฉบับมากขึ้น ในกรณี 10.0 ก็หมายความว่าผู้ทดสอบมีความเห็นว่าตัวอย่างเสียงพูดนั้นเหมือนกับเสียงพูดต้นฉบับทุกประการ เมื่อชี้แจงเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้ให้ผู้ทดสอบรับฟังเสียงพูดต้นฉบับและตัวอย่างเสียงพูดที่ได้จากวิธีการบีบข้อมูลเสียงพูดทั้งหมดหนึ่งรอบโดยยังไม่ต้องให้คะแนนเพื่อให้ผู้ทดสอบได้รับทราบคุณภาพโดยรวมของตัวอย่างเสียงพูดทั้งหมดก่อนและสามารถให้คะแนนวิธีการแรก ๆได้อย่างสัมพันธ์กับวิธีการหลัง ๆ ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้ให้ผู้ทดสอบรับฟังเสียงพูดต้นฉบับและตัวอย่างเสียงจากวิธี A (แอลพีซี) ผู้ทดสอบเปรียบเทียบเสียงพูดทั้งสองแล้วให้คะแนน และทำเช่นเดียวกันกับตัวอย่างเสียงพูดจากวิธี B (แอลพีซี10) C (ซีอีแอลพี) D (อาร์พีอี-แอลทีพี) และ E (ไร้การสูญเสีย) ตามลำดับ

ต่อจากนั้นก็ทำเช่นเดียวกันกับข้างต้น แต่เปลี่ยนตัวอย่างเสียงเป็นเสียงหญิง คะแนนที่ได้เปรียบเทียบระหว่างเสียงพูดต้นฉบับกับเสียงพูดที่ได้จากโปรแกรมบีบและคลายแต่ละวิธีจากผู้ทดสอบจำนวน 12 คนได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.1

ในขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดที่ได้หลังจากการบีบและคลาย โดยเปรียบเทียบระหว่างแฟ้มตัวอย่างเสียงชายสองตัวอย่างเสียงซึ่งได้จากการบันทึกเสียงพูดของชายสองคนโดยที่เสียงของแต่ละคนมีความชัดเจนต่างกัน เพื่อศึกษาผลที่ได้จากโปรแกรมบีบข้อมูลเสียงพูดแต่ละวิธีในกรณีที่ต้องนำไปประยุกต์ใช้กับเสียงพูดที่หลากหลายและมีความชัดเจนไม่เท่ากัน การทดลองทำในลักษณะคล้ายกับในขั้นตอนแรกแต่เปลี่ยน

ตัวอย่างเสียงที่ใช้ในการทดลองเป็น เสียงชาย1 และ เสียงชาย2 โดยที่เสียงชาย1 มีความชัดเจนของคำพูดน้อยกว่าเสียงชาย2 อย่างรู้สึกได้ชัด คะแนนที่ได้จากจากการเปรียบเทียบระหว่างเสียงพูดต้นฉบับกับเสียงพูดที่ได้จากโปรแกรมบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดในแต่ละวิธีจากจำนวนผู้ทดสอบ 9 คนได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.2

ผู้ทดสอบคนที่	คะแนนคุณภาพเสียงพูดที่ได้จากวิธีการบีบและคลายสัญญาณเสียงพูดแต่ละวิธี									
	แอลพีซี		แอลพีซี10		ซีอีแอลพี		อาร์พีอี-แอลทีพี		ไร้การสูญเสีย	
	เสียงชาย	เสียงหญิง	เสียงชาย	เสียงหญิง	เสียงชาย	เสียงหญิง	เสียงชาย	เสียงหญิง	เสียงชาย	เสียงหญิง
1	3.0	3.0	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	9.0
2	5.0	5.0	6.0	6.5	6.5	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0
3	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	9.5	9.5
4	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0	7.0	7.0	7.5	8.0	8.0
5	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.5	8.5	10.0	9.5
6	5.0	4.0	6.0	5.8	7.0	6.8	8.0	8.0	9.5	9.5
7	4.0	4.0	3.5	5.0	6.0	6.5	7.5	9.0	9.0	10.0
8	3.0	3.0	3.1	2.9	8.0	8.0	9.0	8.5	8.5	9.0
9	4.0	4.0	3.0	4.5	6.0	5.0	8.5	7.0	9.5	10.0
10	4.0	3.0	5.0	5.5	4.5	4.5	8.0	7.0	10.0	10.0
11	4.0	3.0	5.0	4.5	6.0	5.0	8.0	7.5	10.0	9.8
12	5.0	5.0	6.0	7.0	7.5	8.0	9.0	8.0	9.5	9.5
คะแนนเฉลี่ย	4.3	4.0	5.0	5.6	6.7	6.7	8.2	8.0	9.2	9.4
คะแนนฉลี่ยหญิง/ชาย	4.2		5.3		6.7		8.1		9.3	

ตารางที่ 6.1 แสดงคะแนนคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดที่ได้จากโปรแกรมบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดวิธีต่าง ๆ

ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดที่ได้จากการบีบและคลายแบบทันทีเทียบกับสัญญาณเสียงพูดอ้างอิง สัญญาณเสียงพูดต้นฉบับที่ได้จากในขั้นตอนแรกถูกนำมาเล่นกลับเป็นสัญญาณเข้าให้ฮาร์ดแวร์บีบข้อมูลเสียงพูด ในขั้นแรกโปรแกรมจะรับสัญญาณเสียงพูดเข้ามาและส่งออกไปโดยไม่มีการประมวลผลใด ๆ เพื่อสร้างสัญญาณอ้างอิงและบันทึกลงเทป ต่อมาสัญญาณเสียงพูดต้นฉบับถูกเล่นกลับอีกครั้งแต่ในคราวนี้โปรแกรมจะทำการบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดแบบทันที เสียงพูดที่ได้ถูกบันทึกลงเทปต่อจากสัญญาณอ้างอิง การบันทึกทำทั้งเสียงชายและเสียงหญิง เสียงพูดอ้างอิงและเสียงพูดที่ได้จาก

การบีบและคลายถูกนำมาเล่นกลับอีกครั้งเพื่อให้ผู้ทดสอบเปรียบเทียบและให้คะแนน คะแนนที่ได้จากผู้ทดสอบจำนวน 7 คนได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.3

ผู้ทดสอบคนที่	คะแนนคุณภาพเสียงพูดที่ได้จากวิธีการบีบและคลายสัญญาณเสียงพูดแต่ละวิธี							
	แอลพีซี		แอลพีซี10		ซีอีแอลพี		อาร์พีอี-แอลทีพี	
	เสียงชาย1	เสียงชาย2	เสียงชาย1	เสียงชาย2	เสียงชาย1	เสียงชาย2	เสียงชาย1	เสียงชาย2
1	5.0	4.5	5.5	5.5	7.8	7.5	8.0	8.5
2	6.5	7.0	5.0	8.0	7.0	7.5	9.0	9.0
3	6.0	6.0	6.5	7.5	8.0	8.5	8.0	9.5
4	7.0	5.0	6.5	4.0	8.3	80	9.0	9.5
5	5.8	5.8	5.3	6.5	7.0	7.2	8.9	6.0
6	4.0	4.5	5.0	8.5	8.5	9.0	8.0	8.5
7	6.0	5.8	5.5	6.8	7.5	7.0	8.4	8.8
8	6.5	5.5	6.8	6.5	8.2	8.5	8.5	9.0
9	4.8	5.0	6.0	7.0	7.7	8.6	8.5	8.0
คะแนนเฉลี่ย	5.7	5.5	5.6	6.6	7.8	8.0	8.5	8.5

ตารางที่ 6.2 แสดงคะแนนคุณภาพของสัญญาณเสียงพูดเปรียบเทียบระหว่างเสียงชายสองคนที่มีความชัดเจนของคำพูดต่างกัน

ผู้ทดสอบคนที่	คะแนนคุณภาพเสียงพูด (0.0 - 10.0)	
	เสียงชาย	เสียงหญิง
1	8.0	7.0
2	4.0	4.0
3	8.0	6.0
4	9.0	7.0
5	7.5	6.0
6	8.0	8.0
7	8.0	7.5
คะแนนเฉลี่ย	7.5	6.5
คะแนนเฉลี่ยหญิงและชาย	7.0	

ตารางที่ 6.3 คะแนนของคุณภาพเสียงพูดที่ได้สำหรับการบีบและคลายสัญญาณเสียงพูดแบบทันที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ผลของคะแนนความเห็นที่ได้

สำหรับการทดลองในขั้นตอนแรก จากการวิเคราะห์ผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดโดยใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ผลจากการเปรียบเทียบซึ่งทำเป็นคู่สำหรับเสียงชายเป็นดังนี้

- - - t-tests for paired samples - - -

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC	12	.734	.007	4.3333	.778	.225
LPC10				5.0083	1.172	.338

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-.6750	.800	.231	-2.92	11	.014
95% CI (-1.184, -.166)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP	12	.127	.695	6.7083	1.076	.311
LPC				4.3333	.778	.225

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
2.3750	1.245	.360	6.61	11	.000
95% CI (1.583, 3.167)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC	12	.240	.452	4.3333	.778	.225
RPE_LTP				8.2083	.811	.234

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-3.8750	.980	.283	-13.70	11	.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

95% CI (-4.498, -3.252) |

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LOSSLESS	12	.351	.264	9.2083	.722	.208
LPC				4.3333	.778	.225

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
4.8750	.856	.247	19.73	11	.000
95% CI (4.331, 5.419)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP	12	.226	.481	6.7083	1.076	.311
LPC10				5.0083	1.172	.338

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
1.7000	1.401	.404	4.20	11	.001
95% CI (.810, 2.590)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC10	12	.079	.806	5.0083	1.172	.338
RPE_LTP				8.2083	.811	.234

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-3.2000	1.371	.396	-8.08	11	.000
95% CI (-4.071, -2.329)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LOSSLESS	12	.207	.518	9.2083	.722	.208
LPC10				5.0083	1.172	.338

Paired Differences |

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
4.2000	1.242	.359	11.71	11	.000
95% CI (3.410, 4.990)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP				6.7083	1.076	.311
	12	.597	.040			
RPE_LTP				8.2083	.811	.234

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-1.5000	.879	.254	-5.91	11	.000
95% CI (-2.059, -.941)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP				6.7083	1.076	.311
	12	-.120	.711			
LOSSLESS				9.2083	.722	.208

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-2.5000	1.365	.394	-6.34	11	.000
95% CI (-3.368, -1.632)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LOSSLESS				9.2083	.722	.208
	12	.579	.048			
RPE_LTP				8.2083	.811	.234

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
1.0000	.707	.204	4.90	11	.000
95% CI (.551, 1.449)					

และสำหรับผลของการเปรียบเทียบคะแนนของเสียงหญิงเป็นดังนี้

- - - t-tests for paired samples - - -

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean

LPC				4.0833	.900	.260
	12	.725	.008			
LPC10				5.6417	1.247	.360

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-1.5583	.859	.248	-6.29	11	.000
95% CI (-2.104, -1.013)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP				6.7333	1.268	.366
	12	.539	.071			
LPC				4.0833	.900	.260

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
2.6500	1.090	.315	8.42	11	.000
95% CI (1.957, 3.343)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC				4.0833	.900	.260
	12	.300	.344			
RPE_LTP				8.0000	.674	.195

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-3.9167	.949	.274	-14.29	11	.000
95% CI (-4.520, -3.313)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LOSSLESS				9.4000	.582	.168
	12	-.295	.352			
LPC				4.0833	.900	.260

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
5.3167	1.207	.349	15.25	11	.000
95% CI (4.549, 6.084)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP				6.7333	1.268	.366
	12	.376	.228			
LPC10				5.6417	1.247	.360

Paired Differences			t-value	df	2-tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
1.0917	1.405	.406	2.69	11	.021
95% CI (.199, 1.984)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC10				5.6417	1.247	.360
	12	.184	.567			
RPE_LTP				8.0000	.674	.195

Paired Differences			t-value	df	2-tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-2.3583	1.304	.376	-6.26	11	.000
95% CI (-3.187, -1.529)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LOSSLESS				9.4000	.582	.168
	12	-.135	.675			
LPC10				5.6417	1.247	.360

Paired Differences			t-value	df	2-tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
3.7583	1.446	.417	9.01	11	.000
95% CI (2.840, 4.677)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP				6.7333	1.268	.366
	12	.744	.005			
RPE_LTP				8.0000	.674	.195

Paired Differences			t-value	df	2-tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-1.2667	.889	.257	-4.94	11	.000

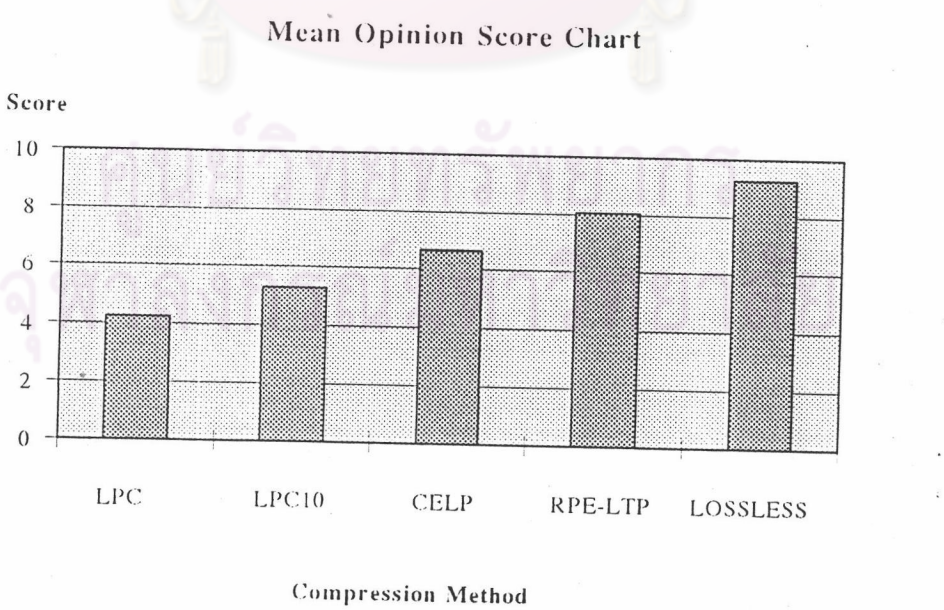
95% CI (-1.831, -.702)

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP	12	-.483	.111	6.7333	1.268	.366
LOSSLESS				9.4000	.582	.168

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-2.6667	1.631	.471	-5.67	11	.000
95% CI (-3.703, -1.630)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LOSSLESS	12	-.035	.915	9.4000	.582	.168
RPE_LTP				8.0000	.674	.195

Paired Differences Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
1.4000	.906	.261	5.36	11	.000
95% CI (.824, 1.976)					



รูปที่ 6.1 กราฟคะแนนคุณภาพของเสียงพูดที่ได้จากการบีบและคลายด้วยวิธีต่าง ๆ

เนื่องจากช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้งหมดทั้งกรณีเสียงชายและหญิงไม่ได้ครอบคลุม 0.0 จึงกล่าวได้ว่าคุณภาพของของเสียงพูดที่ได้จากการบีบและคลายในแต่ละวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ความน่าจะเป็นที่การสรุปดังกล่าวผิดพลาดแสดงด้วย 2-tail Sig ซึ่งจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่มีค่าเป็น 0.000 หรือมีค่าน้อย ๆไม่เกิน 5% การเปรียบเทียบทั้งหมดคะแนนคุณภาพของแต่ละวิธีแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 6.1

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการให้คะแนนของผู้ทดสอบพบว่าสำหรับวิธี E ซึ่งเป็นวิธีไร้การสูญเสีย คะแนนคุณภาพของเสียงพูดควรได้เต็ม แต่ผู้ทดสอบหลายคนกลับไม่สามารถแยกแยะว่าเป็นเสียงเดียวกับเสียงต้นฉบับที่ใช้เปรียบเทียบหรืออาจมีความฝังใจว่าเสียงพูดที่ได้จากการบีบและคลายข้อมูลย่อมมีคุณภาพลดทอนลงไปเสมออาจมากบ้างน้อยบ้าง สังเกตได้จากการที่ผู้ทดสอบหลายคนได้ให้คะแนนวิธีไร้การสูญเสียไว้สูงมากจนเกือบเต็มแต่ก็ไม่ได้ให้คะแนนเต็ม

Finke และคณะ (1996) ได้ทำการทดลองที่คล้าย ๆ กันเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพและลักษณะของเสียงพูดที่ได้จากวิธี เอดีพีซีเอ็ม ซีอีแอลพี จีเอสเอ็ม (GSM - ซึ่งก็คือวิธีเดียวกันกับ RPE-LTP) แอลดี-ซีอีแอลพี (LD-CELP) และวิธี แอลพีซี10 สิ่งที่ Finke สนใจศึกษาได้แก่ ความเป็นธรรมชาติของเสียงพูด (naturalness) ความผิดเพี้ยนของเสียงพูด (distortion) และ 'ความทึบ' (dullness) ของเสียงพูด ความเป็นธรรมชาติของเสียงพูดแสดงให้เห็นว่าเสียงที่ทดสอบเหมือนเสียงที่เกิดจากคนพูดหรือเหมือนเสียงที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้น คะแนน 5 หมายถึงเป็นเสียงคนพูด ส่วนคะแนน 1 หมายถึงเป็นเสียงสังเคราะห์ คะแนนในเรื่องความผิดเพี้ยนเป็นไปตามความคิดเห็นของผู้ให้คะแนน ส่วนความทึบของเสียงนั้นพอเปรียบเทียบได้กับลักษณะของเสียงก้อง

Finke ได้ใช้เสียงพูดสำหรับการทดสอบเป็นภาษาอังกฤษซึ่งเป็นประโยคสั้น ๆ พูดโดยผู้หญิง ใช้อัตราการสุ่มตัวอย่างที่ 8 Khz ใช้ 8 บิตต่อหนึ่งตัวอย่างสัญญาณ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 5 คน คะแนนที่ได้จากการทดสอบแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

วิธี	ความเป็นธรรมชาติ	ความผิดเพี้ยน	ความทึบ
เอดีพีซีเอ็ม	5	น้อยมาก	ไม่มีเลย
ซีอีแอลพี	4	น้อย	ปานกลาง
จีเอสเอ็ม	4.5	ปานกลาง	น้อย
แอลดี-ซีอีแอลพี	4	ปานกลาง	น้อย
แอลพีซี10	1	ไม่มีความเห็น	ไม่มีความเห็น

ตารางที่ 6.4 คะแนนของคุณภาพเสียงพูดจากการทดลองของ Finke

Finke ได้บรรยายถึงผลที่ได้ว่า สำหรับวิธีเอดีพีซีเอ็มฟังแล้วเกือบจะเหมือนกับเสียงต้นฉบับ วิธีซีอีแอลพีฟังแล้วคล้ายกับผู้พูดกำลังพูดอยู่ในกล่อง แต่จัดว่ามี 'ความเข้าใจได้' (intelligibility) อยู่ในเกณฑ์ดีมาก วิธีจีเอสเอ็มให้ความรู้สึกเป็นเสียงคนพูด (human speech - ไม่ใช่เสียงอันเกิดจากการสังเคราะห์)ในระดับดีมาก แต่มีความผิดเพี้ยนไปบ้างฟังแล้วคล้ายเสียงคนกำลังเป็นหวัด วิธีแอลดี-ซีอีแอลพีมีความผิดเพี้ยนมากกว่าวิธีซีอีแอลพีแต่กระนั้นก็ยังเข้าใจได้ง่ายกว่าเล็กน้อย ส่วนวิธีแอลพีซี10 ฟังแล้วคล้ายเสียงคอมพิวเตอร์ ความเข้าใจได้ยังจัดอยู่ในเกณฑ์ดีแต่อาจจะจดจำผู้พูดได้ยาก

สำหรับการทดลองในขั้นตอนที่สอง การวิเคราะห์ผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการบีบและคลายข้อมูลเสียงพูดของเสียงชาย1 และเสียงชาย2 โดยใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ผลเป็นดังนี้

- - - t-tests for paired samples - - -

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
RPELTP#1	6	-.217	.680	8.4833	.531	.217
RPELTP#2				8.5000	1.304	.532

Paired Differences			t-value	df	2-tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-.0167	1.511	.617	-.03	5	.979
95% CI (-1.602, 1.569)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
CELP#1	9	.748	.020	7.7778	.538	.179
CELP#2				7.9778	.707	.236

Paired Differences			t-value	df	2-tail Sig
Mean	SD	SE of Mean			
-.2000	.469	.156	-1.28	8	.237
95% CI (-.561, .161)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC#1	9	.598	.089	5.7333	.958	.319
LPC#2				5.4556	.803	.268

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
.2778	.801	.267	1.04	8	.329
95% CI (-.338, .894)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
LPC10#1	9	-.479	.192	5.7889	.683	.228
LPC10#2				6.7000	1.345	.448

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-.9111	1.777	.592	-1.54	8	.162
95% CI (-2.277, .455)					

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail Sig	Mean	SD	SE of Mean
RPELTP#1	9	-.216	.577	8.4778	.421	.140
RPELTP#2				8.5333	1.065	.355

Paired Differences					
Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail Sig
-.0556	1.227	.409	-.14	8	.895
95% CI (-.999, .888)					

อนึ่งคะแนนที่ได้เป็นคะแนนจากการเปรียบเทียบคุณภาพของเสียงพูดต้นฉบับกับคุณภาพเสียงพูดที่ได้หลังผ่านการบีบและคลายของเสียงชาย1 และเสียงชาย2 มิใช่เป็นคะแนนเปรียบเทียบคุณภาพของเสียงพูดระหว่างเสียงชาย1 และชาย2

จากการวิเคราะห์หาผลต่างของค่าเฉลี่ยข้างต้นพบว่าคะแนนคุณภาพของเสียงพูดที่ได้จากการบีบและคลายเสียงพูดชาย1 และ เสียงพูดชาย2 ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากในแต่ละวิธีช่วงความเชื่อมั่นในระดับ 95 % ได้ครอบคลุม 0.0 ไว้ด้วย อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า วิธีการบีบข้อมูลเสียงพูดแต่ละวิธีสามารถนำไปใช้กับเสียงพูดที่มีความชัดเจนมากหรือน้อยก็ได้ ไม่จำกัดว่าต้องเป็นเสียงพูดที่มีความชัดเจนมากเท่านั้น

สำหรับคะแนนคุณภาพของเสียงพูดที่บีบและคลายแบบทันทีเมื่อเปรียบเทียบกับเสียงพูดที่ได้จากโปรแกรมบนพีซีพบว่ามีคะแนนที่ต่ำกว่าเล็กน้อยซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากสัญญาณรบกวนในฮาร์ดแวร์