

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Pseudo code สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุด (optimize) โดยใช้วิธีการ Nelder-Mead	38
2.2 ภาพการหาจุดต่างๆ ด้วยวิธีการ Nelder-Mead	40
2.3 ภาพแสดงกระบวนการหาค่าต่ำสุดด้วยวิธี Nelder-Mead	46
3.1 Audiogram ในหูคนปกติ	48
3.2 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินเนื่องจากอายุ	49
3.3 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินแบบปานกลางที่ความถี่ประมาณ 4000 Hz	49
3.4 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินแบบปานกลางในทุกช่วงความถี่กรณีที่ 1	50
3.5 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินแบบปานกลางในทุกช่วงความถี่กรณีที่ 2	50
3.6 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินแบบรุนแรงในช่วงความถี่ประมาณ 4000 Hz	51
3.7 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินการสูญเสียทางการได้ยินแบบรุนแรงในทุกช่วงความถี่	51
3.8 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินแบบปานกลางที่ช่วงความถี่สูง	52
3.9 Audiogram การสูญเสียทางการได้ยินแบบเป็น Linear	52
3.10 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 1	53
3.11 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 2	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.12 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 3	54
3.13 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 4	55
3.14 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 5	55
3.15 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 6	56
3.16 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 7	56
3.17 รูปร่างคุณลักษณะของวงจรรองสัญญาณที่ใช้ในการชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน จากตัวอย่างที่ 8	57
3.18 โครงสร้างของชุดวงจรรองสัญญาณ	58
3.19 แนวคิดการสร้างผลตอบสนองทางขนาด สำหรับชดเชยการสูญเสียทางการได้ยิน	59
4.1 แสดงการสูญเสียการได้ยินทั่วไปอันเนื่องมาจากอายุ (ทั้งหูซ้ายและหูขวา) เป็นย่านความถี่สูง และเกณฑ์ การได้ยินกว้าง โดยกำหนดให้ 'x', 'o' เป็นความสามารถในการได้ยินในหูซ้ายและขวา ตามลำดับ	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 1 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Chebyshev type I ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.89dB	63
4.3 แสดงรูปแบบการได้ยินของการสูญเสียการได้ยินของแถบความถี่ทั้งหมด ซึ่งการสูญเสียนี้จะมีปัญหาในการได้ยินเสียงสระมากที่สุด และจะมีปัญหากับเสียงพยัญชนะในสถานะที่มีเสียงดัง	63
4.4 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 2 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Chebyshev type I ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 2.61dB	64
4.5 แสดงรูปแบบการได้ยินของการสูญเสียการได้ยินในระดับน้อยถึงปานกลางที่ความถี่ต่ำ และระดับการสูญเสียการได้ยินระดับน้อยที่ความถี่สูง ผลกระทบหลักจะเป็นการสูญเสียของเสียงดังโดยรวมเพราะไม่สามารถได้ยินเสียงสระส่วนใหญ่ ดังนั้นการสนทนาในระยะที่ใกล้จึงมีความจำเป็น	64
4.6 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 3 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Chebyshev type I ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 2.88dB	65
4.7 แสดงรูปแบบการได้ยินที่ถูกใช้ใน [2] ซึ่งมีการสูญเสียการได้ยินในระดับน้อยที่ความถี่สูงและถูก เรียกว่า การสูญเสียแบบ ski slope	65
4.8 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 4 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Chebyshev type I ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 5.22dB	66
4.9 แสดงรูปแบบการได้ยินของการสูญเสียที่ยานความถี่เดียวที่ความถี่สูง	66
4.10 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 5 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Chebyshev type I ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.15dB	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 5 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Chebyshev type I ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.15dB	67
4.11 แสดงการสูญเสียการได้ยินทั่วไปอันเนื่องมาจากอายุ (ทั้งหูซ้ายและหูขวา) เป็นย่านความถี่สูง และเกณฑ์การได้ยินกว้าง โดยกำหนดให้ 'x', 'o' เป็นความสามารถในการได้ยินในหูซ้ายและขวา ตามลำดับ	68
4.12 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 1 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Biquadratic ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.21dB	69
4.13 แสดงรูปแบบการได้ยินของการสูญเสียการได้ยินของแถบความถี่ทั้งหมด ซึ่งการสูญเสียนี้จะมีปัญหาในการได้ยินเสียงสระมากที่สุด และจะมีปัญหากับเสียงพยัญชนะในสภาวะที่มีเสียงดัง	69
4.14 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 2 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Biquadratic ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.24 dB	70
4.15 แสดงรูปแบบการได้ยินของการสูญเสียการได้ยินในระดับน้อยถึงปานกลางที่ความถี่ต่ำ และระดับการสูญเสียการได้ยินระดับน้อยที่ความถี่สูง ผลกระทบหลักจะเป็นการสูญเสียของเสียงดังโดยรวมเพราะไม่สามารถได้ยินเสียงสระส่วนใหญ่ ดังนั้นการสนทนาในระยะที่ใกล้จึงมีความจำเป็น	70
4.16 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 3 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Biquadratic ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 0.81 dB	71
4.17 แสดงรูปแบบการได้ยินที่ถูกใช้ใน [2] ซึ่งมีการสูญเสียการได้ยินในระดับน้อยที่ความถี่สูงและถูก เรียกว่า การสูญเสียแบบ ski slope	71
4.18 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 4 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_a(S)$ เป็นแบบ Biquadratic ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.27 dB	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.18 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 4 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_u(S)$ เป็นแบบ Biquadratic ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 1.27 dB	72
4.19 แสดงรูปแบบการได้ยินของการสูญเสียที่ย่านความถี่เดียวที่ความถี่สูง	72
4.20 แสดงผลของการ matching ของ audiogram 5 โดยใช้วงจรกรองที่ได้จาก $H_u(S)$ เป็นแบบ Biquadratic ซึ่งหลังจากการทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดมีค่าผิดพลาดสูงสุดเท่ากับ 0.49 dB	73