บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาของงานวิจัย

เครื่องช่วยฟังที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลายแบบ ในรูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างของเครื่องช่วยฟังไว้ 3 แบบ [1] คือ รูป ก เป็นเครื่องช่วยฟังแบบที่ใส่ข้างหลังหู (behind the ear) รูป ข เป็นเครื่องช่วยฟังแบบที่ใส่ในหู (in the ear) และ รูป ค เป็นเครื่องช่วยฟังแบบที่ใส่ในช่องหู (in the canal) จะเห็นว่าเครื่องช่วยฟังทั้ง 3 แบบ มีขนาดเล็กทั้งนี้เป็นเพราะผู้ใช้เครื่องช่วยฟังจะรู้สึกมั่นใจมากขึ้นเมื่อเครื่องช่วยฟังมีขนาดเล็ก และ ไม่เป็นที่สังเกต และการที่เครื่องช่วยฟังควรมีขนาดเล็กทำให้เกิดข้อจำกัดที่ว่า การประมวลผลสัญญาณของเครื่องช่วยฟังต้องไม่ซับซ้อนเกินไป เพื่อให้วงจรประมวลผลมีขนาดเล็ก และ ใช้พลังงานน้อย (ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ และ ไม่ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อย ๆ) นอกจากนี้การที่เครื่องช่วยฟังมีขนาดเล็กยังทำให้เกิดปัญหาเสียงหอนเนื่องจากการป้อนกลับทางเสียงอีกด้วย

รูป ก รูป ข รูป ค

รูปที่ 1.1: รูปเครื่องช่วยฟัง 3 แบบ [1]

การเกิดเสียงหอนเนื่องจากการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟังอาจอธิบายได้ง่าย ๆ โดยเปรียบเครื่องช่วยฟังได้กับเครื่องขยายเสียงขนาดเล็กที่มีไมโครโฟนและลำโพงอยู่ใกล้กันมาก ทำให้กำลังของสัญญาณเสียงที่ออกจากลำโพงแล้วย้อนกลับไปยังไมโครโฟน (สัญญาณเสียงป้อนกลับ) ถูกลดทอนน้อยกว่าอัตราขยายของเครื่องช่วยฟัง ดังนั้นสัญญาณเสียงป้อน

กลับนี้จะถูกขยายทุก ๆ รอบที่วนผ่านเครื่องช่วยฟังจนในที่สุดเกิดเสียงดังขึ้นที่เรียกว่าเสียงหอน (howl or screech)

วิธีแก้ปัญหาเสียงหอนในเครื่องช่วยฟังมีหลายวิธี เช่น การเพิ่มวงจรเข้าไปในเครื่องช่วยฟังเพื่อลดทอนอัตราขยาย หรือ เปลี่ยนแปลงเฟสของสัญญาณเสียงเฉพาะช่วงความถี่ที่จะเกิดเสียงหอน ซึ่งการแก้ปัญหาเสียงหอนด้วยวิธีนี้จะทำให้คุณภาพเสียงที่ออกจากเครื่องช่วยฟังด้อยลงและแก้ปัญหาเสียงหอนได้ไม่ดีนัก ส่วนวิธีที่แก้ปัญหาเสียงหอนได้ดีและเป็นวิธีที่นิยมใช้กันคือ การเพิ่มวงจรกรองปรับตัวเข้าไปในเครื่องช่วยฟัง เพื่อให้วงจรกรองปรับตัวสร้างสัญญาณเลียนแบบสัญญาณเสียงป้อนกลับ และ นำสัญญาณที่สร้างขึ้นมาหักล้างกับสัญญาณเสียงหอนที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาการแก้ปัญหาเสียงหอนในเครื่องช่วยฟังด้วยวิธีนี้

วงจรกรองเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณง่าย ๆ คือจะสร้างสัญญาณขาออกจากผลบวกของผลคูณของสัญญาณขาเข้ากับพารามิเตอร์ของวงจรกรอง และวงจรกรองปรับตัวคือวงจรกรองที่มีค่าพารามิเตอร์ปรับเปลี่ยนค่าได้ โดยการปรับตัวของวงจรกรองปรับตัวก็คือการปรับค่าพารามิเตอร์ของวงจรกรองนั่นเอง และการปรับค่าพารามิเตอร์ทำเพื่อให้วงจรกรองทำงานได้อย่างที่ต้องการ เช่นการใช้วงจรกรองปรับตัวสร้างสัญญาณเพื่อหักล้างกับสัญญาณเสียงป้อนกลับที่เกิดขึ้นจริง การปรับค่าพารามิเตอร์จึงทำเพื่อให้สัญญาณขาออกของวงจรกรองปรับตัว ใกล้เคียงกับสัญญาณเสียงป้อนกลับที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด โดยจะวัดจากผลต่างระหว่างสัญญาณเสียงป้อนกลับที่เกิดขึ้นจริงกับสัญญาณขาออกของวงจรกรองปรับตัว ที่เรียกว่าความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนวิธีที่นิยมใช้ปรับค่าพารามิเตอร์ของวงจรกรองปรับตัวคือขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด โดยอาศัยหลักการที่ว่าถ้าปรับค่าพารามิเตอร์ไปในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับทิศทางของเกรเดียนต์ของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเทียบกับ พารามิเตอร์ของวงจรกรองปรับตัว จะทำให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าลดลงมากที่สุด ดังนั้นการปรับค่าพารามิเตอร์ด้วยขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดจึงมีส่วนสำคัญสองส่วนคือ การประมาณทิศทางและการกำหนดขนาดของเกรเดียนต์ของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเทียบกับพารามิเตอร์ของวงจรกรองปรับตัว โดยทิศทางของเกรเดียนต์จะประมาณด้วยผลคูณระหว่างความคลาดเคลื่อนกับเวกเตอร์ของสัญญาณขาเข้าของวงจรกรองปรับตัว ส่วนขนาดของเกรเดียนต์จะขึ้นอยู่กับค่าคงตัวที่เรียกว่า ช่วงก้าว ถ้ากำหนดให้ช่วงก้าวขนาดเล็กวงจรกรองจะปรับตัวช้า แต่ที่สภาวะอยู่ตัวค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจะมีค่าน้อย และในทางกลับกันถ้ากำหนดให้ช่วงก้าวขนาดใหญ่วงจรกรองจะปรับตัวเร็ว

แต่ที่สภาวะอยู่ตัวค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจะมีค่าใหญ่ ด้วยเหตุนี้ขนาดช่วงก้าวที่ดีควรปรับเปลี่ยนค่าได้เพื่อให้วงจรกรองปรับตัวได้เร็ว และมีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่สภาวะอยู่ตัวต่ำ

ถึงแม้ว่าวิธีปรับขนาดช่วงก้าวของขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้มีผู้เสนอไว้มากมาย แต่เนื่องจากปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟังเป็นปัญหาที่มีข้อจำกัดและ มีลักษณะเฉพาะกล่าวคือ การประมวลผลของวงจรกรองต้องไม่ซับซ้อนเกินไป กำลังของสัญญาณเสียงขาเข้าของเครื่องช่วยฟัง และสภาพแวดล้อมของปัญหาจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยเฉพาะกำลังของสัญญาณเสียงขาเข้าของเครื่องช่วยฟังถือว่าเป็นสัญญาณที่เครื่องช่วยฟังต้องการขยาย (ยิ่งมีกำลังมากยิ่งดี) แต่สำหรับวงจรกรองปรับตัวสัญญาณดังกล่าวถือว่าเป็นสัญญาณที่รบกวนการปรับตัวของวงจรกรองปรับตัว กล่าวคือยิ่งกำลังของสัญญาณเสียงขาเข้าของเครื่องช่วยฟังมีค่ามากจะทำให้การปรับตัวของวงจรกรองปรับตัวยิ่งด้อยประสิทธิภาพลง นอกจากนี้ยังไม่พบรายงานวิจัยที่แสดงการเปรียบเทียบหรือเสนอวิธีการปรับขนาดช่วงก้าวของขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด ที่เหมาะสมกับปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟัง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์และขอบเขตดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีปรับขนาดช่วงก้าวแบบต่าง ๆ สำหรับขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อนำมาใช้กับปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟัง
2. เพื่อปรับปรุงขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดที่มีขนาดช่วงก้าวปรับค่าได้ ให้เหมาะสมกับปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟัง

ขอบเขตของงานวิจัย

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีปรับขนาดช่วงก้าวแบบต่าง ๆ ของขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อนำมาใช้กับปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟังที่ใช้วงจรกรองปรับตัวที่มีการปรับตัวอย่างไม่ต่อเนื่องในการกำจัดเสียงป้อนกลับ โดยอาศัยการจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ (computer simulation)

2. ปรับปรุงหรือหาวิธีปรับขนาดช่วงก้าวของขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดวิธีใหม่ที่เหมาะสมกับปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในเครื่องช่วยฟัง โดยวิธีที่เหมาะสมควรมีความซับซ้อนในการคำนวณต่ำ และทำให้วงจรกรองสามารถปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะของปัญหาได้ดี