

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเอาจุดเด่นจากเทคนิคการแบ่งคลื่น และจุดเด่นจากการแก้ปัญหาการรบกวนทางเฟสด้วยเงื่อนไขบังคับของการทำอนุพันธ์แบบไม่ขึ้นกับค่าเฟสมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ส่วนรูปแบบในการหาผลเฉลยจะอาศัยรูปแบบของเทคนิคปริภูมิย่อยคงทนบริบูรณ์ โดยแนวคิดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ผ่านการทดสอบจากการจำลองที่ผ่านมาไม่ว่าจะเป็น รูปคลื่นสเปคตรัมที่ได้จากการประมาณ หรือค่าความผิดพลาดจากการประมาณของอัลกอริทึม (MSE) ก็ดี ต่างก็มีข้อสรุปเดียวกันว่า แนวคิดการวิจัยนี้สามารถเพิ่มความทนทานต่อค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มได้จริง กล่าวได้ว่า การปรับปรุงด้วยกรรมวิธีที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถส่งผลให้ อัลกอริทึมมิกซ์แบบแบ่งคลื่นยังคงมีความเชื่อถือได้ ภายใต้สภาวะที่เกิดความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มขึ้นที่ตัวสายอากาศแถวลำดับ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยจะประกอบด้วย 2 หัวข้อหลัก คือ หัวข้อรูปคลื่นสเปคตรัมที่ได้จากการประมาณ และ หัวข้อค่าความผิดพลาดจากการประมาณของอัลกอริทึม ดังนี้

-การอภิปรายผลการวิจัยในหัวข้อ รูปคลื่นสเปคตรัมที่ได้จากการประมาณ

จากที่เราทราบว่าการทำการประมาณอย่างหยาบจะเป็นตัวกำหนดการทำงานของ การประมาณอย่างละเอียด ดังนั้น

กรณีอัลกอริทึมมิกซ์แบบคลื่นดั้งเดิม จะพบว่ากระบวนการในการประมาณของอัลกอริทึมเริ่มมีความคลุมเครือตั้งแต่กรณีการประมาณอย่างหยาบ จึงทำให้ในกระบวนการประมาณอย่างละเอียดต้องทำงานหนักขึ้น ทั้งนี้จะเห็นได้จากระดับจำนวนลำคลื่นที่มากขึ้นและขนาดของอาณาบริเวณในความรับผิดชอบของเซลล์ที่กว้างขึ้น ในขณะที่ผลลัพธ์ที่ได้จากอัลกอริทึมในกรณีดังกล่าวก็ยังผิดพลาดอยู่ดี

กรณีอัลกอริทึมมิกซ์แบบคลื่นแบบที่ปรับปรุง จะเห็นว่าการประมาณอย่างหยาบแทบจะไม่มีมีความคลุมเครืออยู่เลย และนั่นจึงส่งผลดีต่อการประมาณอย่างละเอียด กล่าวได้ว่า

หลักการดังกล่าวนี้สามารถแก้ไขปัญหาจากอิทธิพลของค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มได้ เป็นผลให้ อัลกอริทึมมีความเชื่อถือได้มากขึ้นและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

-การอภิปรายผลการวิจัยในหัวข้อ ค่าความผิดพลาดจากการประมาณของอัลกอริทึม

ค่าความผิดพลาดจากการประมาณของอัลกอริทึม จะขึ้นกับผลของปัจจัยทางระบบ และปัจจัยทางสัญญาณ ดังนี้คือ

กรณีผลของปัจจัยทางระบบ

1 ภายใต้อิทธิพลของค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มที่ต่างกัน การเพิ่มของจำนวนของสายอากาศแถวลำดับ หรือจำนวนลำคลื่นตั้งฉากก็ตี จะส่งผลต่อการลดลงของ MSE ในแต่ละอัลกอริทึมต่างกัน

2 สำหรับค่า μ ต่ำ ๆ [0.01,0.03] การเพิ่มขึ้นของจำนวนสายอากาศแถวลำดับ สามารถลดระดับของ MSE ได้อย่างเด่นชัดมากกว่าเมื่อเทียบกับจำนวนลำคลื่นตั้งฉาก ดังนั้น ความสำคัญต่อจำนวนลำคลื่นตั้งฉากที่ใช้ จึงเป็นเพียงปัจจัยที่ใช้ลดความซับซ้อนในการคำนวณของอัลกอริทึม

3 สำหรับค่า μ สูง ๆ (0.03,0.1) ปัญหาที่จะเกิดตามมาอีก คือปัญหาแรงคสูง (High rank) ส่งผลให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนสายอากาศแถวลำดับ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนลำคลื่นตั้งฉากสามารถลดระดับของ MSE ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องด้วยในกรณีนี้ มิติของแรงคในปริภูมิย่อยของสัญญาณที่ต้องการ (Dimension of rank in desired signal subspace) จะลดลง จึงทำให้อัลกอริทึมไม่สามารถลดขนาดมิติของเมตริกซ์อัตโนมัติได้มากนัก เพราะการลดลงเพียงเล็กน้อยของจำนวนลำคลื่นตั้งฉาก ก็สามารถส่งผลต่อระดับของ MSE ได้อย่างเด่นชัด

กรณีผลของปัจจัยทางสัญญาณ

1.ระดับค่า MSE จะเพิ่มขึ้นและการเปลี่ยนแปลงของค่า MSE ต่อ SNR จะมีค่าลดลง เมื่อ μ มีค่ามากขึ้น หรือ มุมตกกระทบอยู่ห่างจาก ϕ_0 มากขึ้น

2.บริเวณที่พู่หลักมีการกระจายอย่างหนาแน่นจะมีค่า MSE น้อย เพราะอัลกอริทึมจะมีความสามารถในการจำแนกสัญญาณได้ดี ในทางกลับกันบริเวณที่ไกลออกไปจากบริเวณที่พู่หลักมีการกระจายอย่างหนาแน่นจะมีค่า MSE สูงขึ้น เพราะความสามารถในการจำแนกสัญญาณลดลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากแนวคิดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นที่การเพิ่มความคงทนต่อค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่ม ด้วยเทคนิคการทำเงื่อนไขบังคับของการทำอนุพันธ์แบบไม่ขึ้นกับค่าเฟส โดยที่เราทราบว่าแนวคิดดังกล่าวจะบังคับให้อัลกอริทึมไม่แปรตามค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มหรือกล่าวง่าย ๆ คือ ความชันจากกราฟของกำลังสัญญาณต่อค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งหมายถึง เทคนิคดังกล่าวเลือกที่จะไม่สนใจอิทธิพลของค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่ม แต่ไม่ได้ขจัดค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มออกไป ดังนั้นเป็นไปได้ว่า วงจำกัดจากค่าความผิดพลาดทางเฟส อาจจะขยายไปยังบริเวณอื่นของระบบที่ไม่มีเงื่อนไขบังคับดังกล่าวรองรับไว้

หากจะพัฒนางานวิจัยเรื่อง การเพิ่มความคงทนต่อค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มต่อไป ก็ควรที่จะเพิ่มความสามารถในการขจัดค่าความผิดพลาดทางเฟสแบบสุ่มของอัลกอริทึมเข้าไปด้วย ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง ทฤษฎีการรบกวน (Perturbation theory) และระเบียบวิธีเชิงเลข (Numerical method) เป็นอย่างดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย