บทที่ 6
บทสรุป

6.1 สรุป

จากการทดลองพบว่าสามารถประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองไดโอดสองตัวจากกราฟลักษณะเฉพาะกระแสและศักย์ของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดี โดยเจเนติกอัลกอริทึมจะทำการค้นหาค่าพารามิเตอร์ของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการเข้ารหัสค่าพารามิเตอร์เป็นโครโมโซมเลขฐานสอง แล้วคำนวณตามขั้นตอนของเจเนติกอัลกอริทึมจนครบตามจำนวนรุ่นที่ต้องการคำนวณ ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการถอดรหัสของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดคือค่าพารามิเตอร์ของเซลล์ที่ต้องการค้นหา

การหาค่าความน่าจะเป็นในการผสมข้ามพันธุ์, ค่าความน่าจะเป็นการกลายพันธุ์ และจำนวนจุดในการผสมข้ามพันธุ์ที่เหมาะสมกับการคำนวณด้วยเจเนติกอัลกอริทึมในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ของเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าค่าความน่าจะเป็นในการผสมข้ามพันธุ์และการกลายพันธุ์ที่เหมาะสมคือ 0.8 และ 0.01 ตามลำดับ และจำนวนจุดในการผสมข้ามพันธุ์ที่เหมาะสมเท่ากับ 1 เมื่อใช้จำนวนประชากรเท่ากับ 150 และใช้รุ่นในการคำนวณ 200 รุ่น

ในการทดลองเพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ของเซลล์แสงอาทิตย์ในกรณีอุดมคติซึ่งกำหนดให้ค่าตัวประกอบของไดโอดทั้งสองค่าเป็น $n_1 = 1$ และ $n_2 = 2$ พบว่าเจเนติกอัลกอริทึมสามารถค้นหาค่าพารามิเตอร์ของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดีกว่าวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ของเซลล์แสงอาทิตย์คือวิธี ODR (Burgers, *et al.*, 1996) โดยเมื่อใช้ค่าขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ในการค้นหาอยู่ในช่วง ±10 ถึง ±50 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่าความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์จริงที่เราทราบแล้วอยู่ในช่วง 0.00 ถึง 3.65 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าความผิดพลาดที่ได้จากวิธี ODR อยู่ในช่วง 0.00 ถึง 5.02 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้ค่าขอบเขตของค่าพารามิเตอร์ในการค้นหาอยู่ในช่วง ±60 ถึง ±90 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าความผิดพลาดของค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วง 0.06 ถึง 6.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าค่าความผิดพลาดที่ได้จากการใช้วิธี ODR เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ส่วนในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ของเซลล์แสงอาทิตย์กรณีทั่วไปซึ่งจะพิจารณาค้นหาค่าตัวประกอบของไดโอดทั้งสองค่าด้วย ผลที่ได้พบว่าประสิทธิภาพในการค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่ได้ยังไม่ดีนัก แต่อย่างไรก็ตามค่าพารามิเตอร์ J_{Light}, n_1 และ n_2 มีค่าความผิดพลาดต่ำคืออยู่ในช่วง 0.00 ถึง 7.50 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น อาจเนื่องจากค่าพารามิเตอร์เหล่านี้มีผลกระทบต่อ

การเปลี่ยนแปลงค่า RMSE ระหว่างกราฟลักษณะเฉพาะของเซลล์ที่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์กับกราฟที่ได้จากตัวแปรที่ค้นหาโดยเจเนติกอัลกอริทึมมากกว่าค่าพารามิเตอร์อื่นๆ

ในการทดลองเพื่อประยุกต์ใช้หลักการเจเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบรูปแบบขั้วรูปแบบธรรมดาทั่วไป ซึ่งได้ทำการพิจารณาผลของขั้วบัสบาร์ที่มีต่อการรวบรวมพาหะ พบว่าหากพิจารณาว่าขั้วบัสบาร์ของเซลล์มีส่วนร่วมในการรวบรวมพาหะด้วยแล้ว จะทำให้ค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจากศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานของชั้นอิมิตเตอร์ (P_e) และการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจากศักย์ไฟฟ้าบนชั้นอิมิตเตอร์ที่เพิ่มขึ้น ณ จุดที่ห่างจากขั้ว ($P_{l,e}$) มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่พิจารณาว่าขั้วบัสบาร์มีส่วนในการรวบรวมพาหะ แต่อย่างไรก็ตามการลดลงของการสูญเสียกำลังไฟฟ้าทั้งสองไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเซลล์มากนัก ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาผลการรวบรวมกระแสของขั้วบัสบาร์ ส่วนการออกแบบรูปแบบขั้วรูปแบบธรรมดาทั่วไปจะพิจารณาเฉพาะระยะระหว่างขั้วฟิงเกอร์เนื่องจากไม่ได้พิจารณาการสูญเสียจากความต้านทานของขั้วโลหะจึงไม่สามารถพิจารณาความกว้างของขั้วบัสบาร์ได้ โดยผลการทดลองที่ได้พบว่าในการออกแบบขั้วรูปแบบธรรมดานี้จำเป็นต้องทำขั้วฟิงเกอร์ให้มีความกว้างน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อที่จะลดการสูญเสียจากการบังเงาของขั้ว ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดการสูญเสียที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วฟิงเกอร์ได้เนื่องจากหากมีค่าการบังเงาน้อยลงก็สามารถลดระยะระหว่างขั้วลงได้ทำให้การเพิ่มขึ้นของศักย์ระหว่างขั้วฟิงเกอร์ลดลง

ในการทดลองเพื่อประยุกต์เจเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบรูปแบบขั้วในลักษณะใดๆ พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยการคำนวณด้วยเจเนติกอัลกอริทึมจะทำการเข้ารหัสรูปแบบขั้วด้วยโครโมโซมเลขฐานสองชนิดสองมิติ เพื่อเข้ารหัสรูปแบบขั้วเซลล์ขนาด 2x2 เซนติเมตร แล้วคำนวณตามขั้นตอนของเจเนติกอัลกอริทึมจนครบตามจำนวนรุ่นที่ต้องการคำนวณ ซึ่งรูปแบบขั้วที่ได้จากการถอดรหัสของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดคือรูปแบบขั้วของเซลล์ที่ดีที่สุดจากการออกแบบ

การหาค่าความน่าจะเป็นในการผสมข้ามพันธุ์และค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ที่เหมาะสมกับการคำนวณด้วยเจเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบรูปแบบขั้วในลักษณะใดๆ ของเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าค่าความน่าจะเป็นในการผสมข้ามพันธุ์และการกลายพันธุ์ที่เหมาะสมคือ 0.4 และ 0.01 ตามลำดับ เมื่อใช้จำนวนประชากรเท่ากับ 50 และใช้รุ่นในการคำนวณ 300 รุ่น

การพิจารณาประสิทธิภาพของการคำนวณระหว่างการใช้ผสมข้ามพันธุ์ชนิดที่กำหนดจำนวนจุดให้เกิดการผสมข้ามพันธุ์ในหนึ่งมิติและสองมิติ พบว่าการผสมข้ามพันธุ์ที่เหมาะสมในการคำนวณคือการผสมข้ามพันธุ์ชนิดที่กำหนดจำนวนจุดให้เกิดการผสมข้ามพันธุ์ในสองมิติโดยใช้จุดในการผสมข้ามพันธุ์ 1 จุด ทั้งนี้ในกรณีของการออกแบบขั้วในลักษณะใดๆ ของ

เซลล์แสงอาทิตย์นี้พบว่าการเพิ่มจุดในการผสมข้ามพันธุ์ไม่ส่งผลดีต่อการคำนวณในทั้งสองชนิดของการผสมข้ามพันธุ์

การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบรูปแบบขั้วในลักษณะใดๆ ด้วยเงื่อนไขที่เหมาะสมในการคำนวณ คือ ค่าความน่าจะเป็นในการผสมข้ามพันธุ์และการกลายพันธุ์เท่ากับ 0.4 และ 0.01 ตามลำดับ และใช้การผสมข้ามพันธุ์ชนิดที่กำหนดจำนวนจุดให้เกิดการผสมข้ามพันธุ์ในสองมิติโดยใช้จุดในการผสมข้ามพันธุ์ 1 จุด โดยใช้จำนวนประชากรและรุ่นในการคำนวณเท่ากับ 50 และ 2000 รุ่น ตามลำดับ และใช้โครโมโซมที่มีความยาว 400 บิต เพื่อเข้ารหัสรูปแบบขั้วเซลล์ขนาด 2x2 เซนติเมตร ที่มีขั้วโลหะกว้าง 1 มิลลิเมตร พบว่าได้รูปแบบขั้วที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้รูปแบบขั้วธรรมดาทั่วไปที่มีความกว้างของขั้วโลหะเท่ากัน เท่ากับ 1.76 เปอร์เซ็นต์

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 เนื่องจากขั้วที่มีรูปแบบใดๆ ที่ได้จากการออกแบบโดยใช้หลักการเจเนติกอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพดีกว่ารูปแบบธรรมดาไม่มากนัก และในทางปฏิบัติการทำขั้วที่มีรูปแบบใดๆ อาจเกิดความผิดพลาดได้มากกว่าการทำขั้วที่มีรูปแบบธรรมดา ดังนั้นหากนำขั้วที่มีรูปแบบใดๆ ที่ได้ไปใช้งานจริงอาจมีประสิทธิภาพไม่สูงกว่าขั้วธรรมดาได้ อย่างไรก็ตามหากเทคโนโลยีในการทำ Lithography สามารถแก้ไขการทำขั้วที่ซับซ้อนได้ ประสิทธิภาพของขั้วก็จะได้สูงขึ้นตามการคำนวณ

6.2.2 เนื่องจากในการคำนวณเพื่อออกแบบขั้วที่มีรูปแบบใดๆ ต้องใช้เวลาในการคำนวณที่ค่อนข้างมาก โดยในขั้นตอนการหาเงื่อนที่ดีในการคำนวณซึ่งทำการคำนวณจำนวน 300 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที และในขั้นตอนการออกแบบรูปแบบขั้วจริงได้ทำการคำนวณจำนวน 2000 รอบ ซึ่งต้องใช้เวลาในการคำนวณถึง 3 ชั่วโมง 20 นาที ทั้งนี้ในการคำนวณได้ใช้จำนวนประชากรเพียง 50 โครโมโซมเท่านั้น ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความยาวของโครโมโซมเลขฐานสองจำนวน 400 บิต ที่ใช้ในการเข้ารหัสรูปแบบขั้วซึ่งทำให้เกิดรูปแบบขั้วที่เป็นไปได้จำนวนมาก ซึ่งหากต้องการผลการค้นหารูปแบบขั้วที่ดีกว่าผลเดิมจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนประชากรให้มากขึ้น แต่ก็ต้องใช้เวลาในการคำนวณที่มากขึ้นด้วย ดังนั้นอาจต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงหรือใช้การคำนวณแบบขนานซึ่งมีประสิทธิภาพในการคำนวณสูงในการออกแบบรูปแบบขั้วให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

6.2.3 ในแบบจำลองการรวบรวมพาหะของขั้วที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้สมมติว่าผลของค่าความต้านทานของขั้วโลหะมีค่าน้อยมาก ซึ่งจะเป็นจริงได้เมื่อใช้ขั้วโลหะที่มีค่าสภาพต้านทานต่ำหรือทำ

ขั้วให้มีความหนาเพียงพอ ซึ่งหากใช้ขั้วมีความหนามากนี้อาจมีผลต่อการบังเงาที่เพิ่มขึ้นหากแสงที่ตกกระทบเซลล์ไม่ตั้งฉากกับผิวเซลล์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาผลของการบังเงาของขั้วในกรณีนี้ด้วยเพื่อให้ได้รูปแบบขั้วที่เหมาะสมยิ่งขึ้น