การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น เพื่อค่าสภาพเจาะจงทิศทางมากที่สุด โดยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่

Linear Array Antenna Optimization for Maximum Directivity Using FOA Method

ณัฐเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน[1] ชูวงศ์ พงศ์เจริญพาณิชย์[1] ศุภกิต แก้วดวงตา[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ ถูกนำเสนอสำหรับการออกแบบสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นในช่องว่างอิสระ เพื่อแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ วัตถุประสงค์ของการออกแบบสายอากาศ คือการได้มาซึ่งสภาพเจาะจงทิศทางมากที่สุดของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น โดยการปรับพารามิเตอร์แอมพลิจูดและระยะห่างระหว่างองค์ประกอบของสายอากาศแถวลำดับ ผลลัพธ์ของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ จะถูกนำมาพิจารณาร่วมกับผลลัพธ์ของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม ท้ายที่สุดนี้ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำ สำหรับปัญหาทางไฟฟ้าขนาดใหญ่ของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นในช่องว่างอิสระ

คำสำคัญ : สายอากาศแถวลำดับ, ค่าสภาพเจาะจงทิศทาง, ระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่

Abstract

In this research, the fruit fly optimization algorithm (FOA) is proposed to design linear array antenna in free space. To show the versatility of the present method, the objective of antenna design is to achieve maximum directivity for linear array antenna by controlling amplitude and spacing parameters of the array antenna. The result of the FOA is validated by comparing with results obtained using the genetic algorithm (GA). Finally, the FOA is efficient and accurate for electrically large problems of linear antenna arrays in free space.

Keywords : Array Antenna, Directivity, Fruit Fly Optimization Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ความน่าสนใจของปัญหาทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดใหญ่อย่างหนึ่ง คือ สายอากาศแถวลำดับ เนื่องจากเป็นสายอากาศที่มีประโยชน์และมีการนำไปใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ยกตัวอย่างเช่น เรดาร์ ดาราศาสตร์วิทยุ ดาวเทียม และระบบการสื่อสารแบบเซลลูลาร์ สำหรับการประยุกต์ใช้งานนั้น แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแถวลำดับ จะถูกกำหนดให้มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะบางประการของสายอากาศ ได้แก่ ค่าสภาพเจาะจงทิศทางและระดับลำคลื่นย่อยด้านข้าง [1] คุณลักษณะทั้งสองอย่างนี้จะถูกพิจารณา เพื่อให้เกิดความเหมาะสมมากที่สุดกับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

วิธีการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบสายอากาศแถวลำดับ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการ คือ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวงแคบ และ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวงกว้าง [2] วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวงแคบ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบดั้งเดิม ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการสังเคราะห์ระดับลำคลื่นย่อยด้านข้างของสายอากาศแถวลำดับ [3]

การหาค่าที่เหมาะสมของสายอากาศแถวลำดับจัดว่าเป็นปัญหาแบบไม่เชิงเส้นและเป็นปัญหาที่มีค่าของคำตอบท้องถิ่นอยู่มากมาย ดังนั้นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบดั้งเดิมจึงไม่ใช่วิธีการที่มีความเหมาะสมกับปัญหาดังกล่าว เนื่องจาก วิธีการเหล่านี้มีกฎเกณฑ์ในการค้นหาคำตอบที่ตายตัว ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการคำนวณ อีกทั้งยังใช้เวลาในการคำนวณนาน โดยเฉพาะเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้น

ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ สามารถแก้ไขได้ ด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมบางอย่าง ซึ่งเป็นวิธีการที่มีแนวคิดที่แตกต่างจากเทคนิคการโปรแกรมทางด้านคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม นั่นคือ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวงกว้าง ซึ่งวิธีการเหล่านี้ถูกเรียกว่า วิธีการแบบเมตาฮิวริสติก [4-5] โครงสร้างของวิธีการแบบเมตาฮิวริสติกนั้น มีพื้นฐานมาจากการจำลองทางธรรมชาติและเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ วิธีการแบบเมตาฮิวริสติก จะก่อให้เกิดกระบวนการของการค้นหาคำตอบที่มีความหลากหลาย ภายในบริเวณพื้นที่ของการค้นหาคำตอบ ดังนั้นวิธีการดังกล่าวสามารถที่จะหลีกเลี่ยงกับการค้นหาคำตอบที่ได้มาซึ่งค่าคำตอบแบบท้องถิ่นได้

วิธีการหาค่าคำตอบที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแบบเมตาฮิวริสติก และขั้นตอนเชิงวิวัฒนาการรูปแบบใหม่ ซึ่งยังไม่เป็นที่นิยมกับการนำมาใช้งานร่วมกับปัญหาทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า นั่นคือ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบแมลงหวี่ โดยวิธีการดังกล่าว มีพื้นฐานมาจากพฤติกรรมในการค้นหาอาหารของแมลงหวี่ ซึ่งถูกพัฒนาโดย Pan [6] เนื่องจากเป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดรูปแบบใหม่และมีความน่าสนใจ ดังนั้นระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ จึงได้รับความสนใจกับการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ในช่วงปีที่ผ่านมา ข้อดีหลักๆของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ คือ เป็นวิธีการที่สามารถค้นหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากโปรแกรมการใช้งานมีความสั้นมากกว่าวิธีการหาคำตอบแบบอื่นๆ

งานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบแมลงหวี่ สำหรับปัญหาทางไฟฟ้าขนาดใหญ่ของสายอากาศแถวลำดับ เพื่อที่จะศึกษาถึงประสิทธิภาพของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ การหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ขนาดของกระแสและระยะห่างระหว่างองค์ประกอบของสายอากาศแถวลำดับ ที่มีผลทำให้แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ มีค่าสภาพเจาะจงทิศทางมากที่สุด ซึ่งจะทำการพิจารณา และเปรียบเทียบร่วมกับผลลัพธ์จากการคำนวณเชิงเลขของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงพันธุกรรม ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆในปัจจุบัน

2. การออกแบบสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น

2.1 ตัวประกอบแถวลำดับเชิงเส้น

กำหนดให้ สายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นขององค์ประกอบแบบไอโซทรอปิก ถูกวางอย่างสมมาตรกับจุดกึ่งกลางของสายอากาศและระยะห่างระหว่างองค์ประกอบมีระยะที่เท่ากัน เมื่อจำนวนขององค์ประกอบเป็นจำนวนคู่ ตัวประกอบแถวลำดับ [7] สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$AF_{2N}(\theta) = \sum_{n=1}^{N} I_n \cos[(2n-1)\frac{\pi d}{\lambda}\cos\theta] \quad (1a)$$

เมื่อจำนวนขององค์ประกอบมีค่าเป็นจำนวนคี่ ตัวประกอบแถวลำดับ [7] สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$AF_{2N+1}(\theta) = \sum_{n=1}^{N+1} I_n \cos[2(n-1)\frac{\pi d}{\lambda}\cos\theta] \quad (1b)$$

เมื่อ I_n คือ สัมประสิทธิ์การกระตุ้นขนาดของกระแส $2N$ และ $2N+1$ คือ จำนวนคู่และจำนวนคี่ขององค์ประกอบ d คือ ระยะห่างระหว่างองค์ประกอบ λ คือ ความยาวคลื่น และ θ คือ มุมระหว่างทิศทางสนามไปยังแนวแกน z

2.2 ค่าสภาพเจาะจงทิศทาง

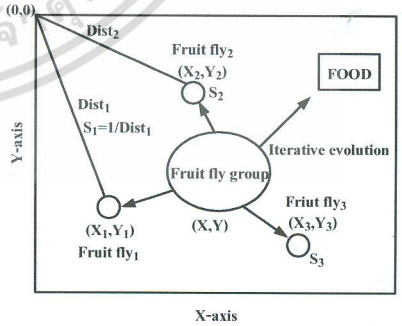
สำหรับปัญหาของการออกแบบสายอากาศ คุณลักษณะของสายอากาศที่มีความสำคัญ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นตัวกำหนดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ได้แก่ ค่าสภาพเจาะจงทิศทางที่มีค่ามากที่สุด ค่าอัตราขยายที่สูง ระดับของลำคลื่นย่อยด้านข้างที่ต่ำ และ การกำหนดคุณลักษณะของสายอากาศให้มีความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งาน การออกแบบในงานวิจัยนี้ จะทำการพิจารณาโครงสร้างของสายอากาศแถวลำดับร่วมกับค่าสภาพเจาะจงทิศทางที่มีค่ามากที่สุด [7]

ดังนั้นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของการออกแบบสายอากาศสามารถเขียนได้ดังสมการ

$$Directivity(D_0) = \frac{2\,|AF(\theta)|_{\max}^{\,2}}{\int_0^{\pi} |AF(\theta)|^2 \sin\theta d\theta} \quad (2)$$

3. วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่

ระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2011 โดย Pan [6] วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการสำหรับการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยมีพื้นฐานมาจากพฤติกรรมในการค้นหาแหล่งอาหารของแมลงหวี่ ซึ่งโดยปกติแล้วแมลงหวี่ จะเป็นสัตว์ที่มีประสาทสัมผัสในการมองเห็นและรับกลิ่นที่ดีมาก ดังนั้นกระบวนการหลักๆ ในการค้นหาแหล่งอาหารของแมลงหวี่จะมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 กระบวนการด้วยกัน นั่นคือ กระบวนการแรกแมลงหวี่จะใช้ประสาทสัมผัสในการรับกลิ่นของแหล่งอาหาร จากนั้นจะทำการบินไปยังบริเวณที่ใกล้เคียงกับแหล่งอาหาร และ กระบวนการที่สองจะเป็นการใช้ประสาทสัมผัสในการมองเห็น โดยจะบินไปยังแหล่งอาหารเพื่อทำการค้นหาอาหาร



รูปที่ 1. กระบวนการค้นหาอาหารของกลุ่มแมลงหวี่ [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติแล้ว ขั้นตอนการใช้งานของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ร่วมกับปัญหาของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด จะประกอบด้วย

ขั้นตอนแรก คือ การกำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้น ซึ่งประกอบด้วย

จำนวนรอบของการทำซ้ำมากที่สุด $\left(\max_{gen}\right)$

ขนาดของกลุ่มประชากร $\left(size_{pop}\right)$

ตำแหน่งของแมลงหวี่ $Random\left(x_{axis}, y_{axis}\right)$

ขั้นตอนที่ 2 คือ การสุ่มทิศทางและระยะทางของแมลงหวี่ในการดมกลิ่น สำหรับค้นหาแหล่งอาหาร

$$X_i = x_{axis} + RandomValue$$

$$Y_i = y_{axis} + RandomValue$$

$$Dist_i = \sqrt{X^2 + Y^2} \; ; \; S_i = 1 / Dist_i$$

ขั้นตอนที่ 3 คือ การแทนค่าความหนาแน่นของกลิ่น ลงไปในฟังชั่นความหนาแน่นของกลิ่น

$$Smell_i = objective\ function\left(S_i\right)$$

ขั้นตอนที่ 4 คือ การตรวจสอบตำแหน่งของแมลงหวี่ร่วมกับความหนาแน่นของกลิ่นที่มีค่ามากที่สุด

$$\left[Smellbest\ bestindex\right] = \max\left(smell\right)$$

ขั้นตอนที่ 5 คือ การเก็บค่า โดยจะทำการบันทึกค่าความหนาแน่นของกลิ่นและตำแหน่งที่ดีที่สุดไว้

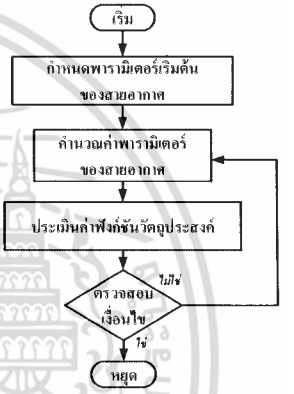
$$Smellbest = bestsmell$$

$$x_{axis} = x\left(bestindex\right) ; y_{axis} = y\left(bestindex\right)$$

ขั้นตอนที่ 6 คือ การทำซ้ำ โดยจะเข้าสู่กระบวนการทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 ในกรณีที่ความหนาแน่นของกลิ่นเป็นค่าที่ด้อยกว่าค่าในรอบก่อนหน้านี้ กระบวนการทำงานต่างๆ จะหยุดลง

4. กระบวนการออกแบบสายอากาศด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงกระบวนการออกแบบสายอากาศแถวลำดับในช่องว่างอิสระ ด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ แผนภาพการทำงานของวิธีการออกแบบสายอากาศด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



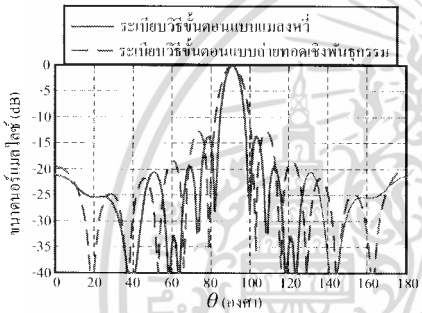
รูปที่ 2 โฟลชาร์ตของกระบวนการออกแบบสายอากาศ ด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่

กระบวนการออกแบบเริ่มจาก การกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น ซึ่งจะถูกดำเนินการในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ จากนั้นทำการคำนวณพารามิเตอร์ของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น ด้วยขั้นตอนที่ 3 และ 4 ของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ การประเมินค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของการออกแบบสายอากาศ (ค่าสภาพเจาะจงทิศทางที่มีค่ามากที่สุด) จะถูกดำเนินการในขั้นตอนที่ 5 และในขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบสายอากาศนั่นคือ กระบวนการทำซ้ำ ซึ่งจะถูกดำเนินการในขั้นตอนที่ 6 ของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่

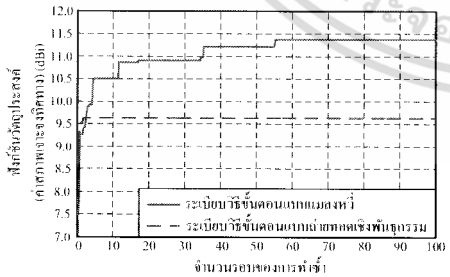
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลลัพธ์ของการคำนวณเชิงเลข

เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ สายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นจำนวน 10 องค์ประกอบกับการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ขนาดของกระแสและระยะห่างระหว่างองค์ประกอบ ที่มีผลทำให้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางที่มีค่ามากที่สุดจะถูกพิจารณา แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นจากระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นจำนวน 10 องค์ประกอบ ด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่และระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม



รูปที่ 4 การลู่เข้าของคำตอบของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่และระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม

รูปที่ 3 แสดงแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น ซึ่งจากรูปแสดงให้เห็นว่า ความกว้างลำคลื่นจากการคำนวณด้วยวิธีการทั้งสอง มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความกว้างลำคลื่นของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ จะมีค่าน้อยกว่าจากระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม คุณลักษณะของสายอากาศที่มีความสำคัญและเป็นวัตถุประสงค์หลัก สำหรับการออกแบบ คือ ค่าสภาพเจาะจงทิศทาง ซึ่งคุณลักษณะของสายอากาศดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับความกว้างลำคลื่นกล่าวคือ ความกว้างลำคลื่นที่แคบจะมีผลทำให้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางมีค่ามาก ซึ่งจากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าสภาพเจาะจงทิศทางของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่มีค่ามากกว่าระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม

การลู่เข้าของคำตอบของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4 ซึ่งจากรูปแสดงให้เห็นว่า การลู่เข้าของคำตอบด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ มีค่าที่แม่นยำกว่าระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม กล่าวคือ การลู่เข้าของคำตอบด้วยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ จะเกิดการลู่เข้าตั้งแต่รอบการทำงานที่ 10 ถึง 35 จากนั้นการลู่เข้าจะมีค่าที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดการลู่เข้าของคำตอบที่เหมาะสม สำหรับระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม การลู่เข้าของคำตอบจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่รอบแรกของการทำงาน ซึ่งตรงจุดนี้แสดงให้เห็นถึงข้อดีและข้อบกพร่องของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม ได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่สามารถค้นหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว แต่คำตอบที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด เนื่องจากขาดความหลากหลายของจำนวนประชากร ซึ่งเป็นข้อเสียที่พบได้บ่อยของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบสายอากาศสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์และคุณลักษณะของสายอากาศที่เหมาะสมของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นจำนวน 10 องค์ประกอบ โดยใช้ระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ และระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม

พารามิเตอร์	ระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่	ระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม
I_1, d_1	0.5779, 0.1754λ	1.0432, 0.4826λ
I_2, d_2	0.4960, 2.1571λ	1.5092,0.3889λ
I_3, d_3	1, 0.6923λ	1.9031, 0.4891λ
I_4, d_4	0.9017, 0.2581λ	1.3179, 0.4960λ
I_5, d_5	0.8407, 0.5622λ	1.3455, 0.4920λ
HPBW (deg)	7.56	10.60
D_0 (dBi)	11.3746	9.5367

6. บทสรุป

การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ สามารถนำมาใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับการออกแบบสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้นในช่องว่างอิสระ การศึกษาในงานวิจัยนี้ จะทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของขนาดของกระแสและระยะห่างระหว่างองค์ประกอบของสายอากาศแถวลำดับเชิงเส้น ที่มีผลทำให้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางมีค่ามากที่สุด เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสามารถของระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ ผลลัพธ์จากการคำนวณเชิงเลขที่มีความเหมาะสมของคุณลักษณะของสายอากาศจะถูกนำมาพิจารณาร่วมกับระเบียบวิธีขั้นตอนแบบถ่ายทอดเชิงพันธุกรรม ในฐานะที่เป็นขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ ระเบียบวิธีขั้นตอนแบบแมลงหวี่ มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ เช่นเดียวกับวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบอื่นๆ เนื่องจากมีความแม่นยำ และรวดเร็ว ในการค้นหาคำตอบ อีกทั้งยังมีความง่ายต่อการนำไปใช้งาน เนื่องจากมีกระบวนการทำงานทางด้านคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่เริ่มต้นศึกษา

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สัญญาเลขที่ PHD/0331/2551

8. เอกสารอ้างอิง

[1] M. A. Panduro, D. H. Covarubias, C. A. Brizuela, and F. R. Marante, "A multi-objective approach in the linear antenna array design," AEÜ. Int. J. Electron. Common, vol. 59, pp. 205-212, 2005.

[2] S. S. Rao, Engineering optimization, John Wiley and Son, New York, NY, USA, 3rd edition, 1996.

[3] T. J. Peters, "A conjugate gradient-based algorithm to minimize the sidelobe level of planar array with element failures," IEEE Transactions on Antenna and Propagation, vol. 45, pp. 1497-1504, 1991.

[4] D. Marcano, and F. Duran, "Synthesis of antenna arrays using genetic algorithm," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 42, pp. 12-20, 2000.

[5] O. P. Acharya, A. Patnaik, S. N. Sinha, "Null steering in failed antenna arrays," Applied Computational Intelligence and Soft Computing, vol. 2011, pp. 1-9, 2011.

[6] W.-T Pan, "A new fruit fly optimization algorithm: taking the financial distress model as an example," Knowledge-Based System, vol. 26, pp. 69-74, 2012.

[7] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley and Son, New York, NY, USA, 2nd edition, 1997.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้