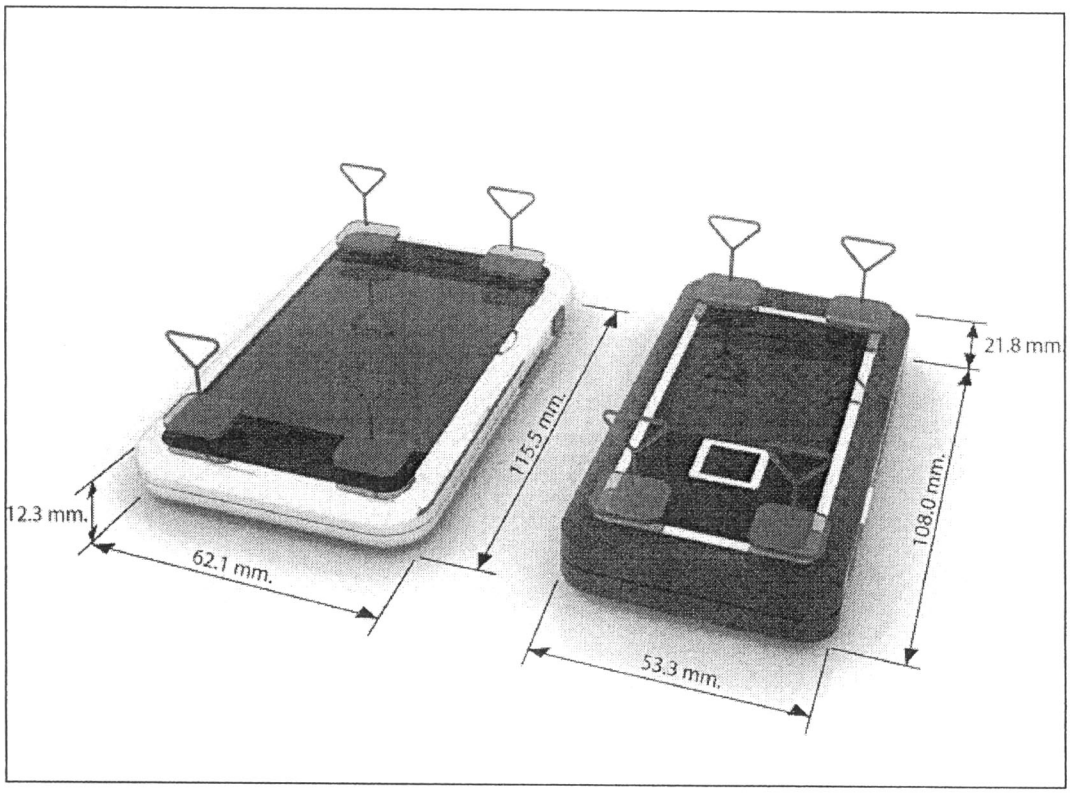
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 3 วิธีการหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.1 กล่าวนำ

ปัญหาของการจัดวางสายอากาศให้เหมาะสมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่คืออุปกรณ์โทรศัพท์มีขนาดที่แตกต่างกันและมีรูปร่างที่แตกต่างกันจึงทำให้ตำแหน่งของการจัดวางสายอากาศไม่มีรูปแบบที่ตายตัว โดยโครงการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) มาเพื่อประยุกต์ใช้ในการหาตำแหน่งเพื่อจะใช้ในการหาตำแหน่งการจัดวางสายอากาศในตำแหน่งที่เหมาะสมไม่ว่ารูปแบบของโทรศัพท์เคลื่อนจะมีรูปร่างและขนาดเท่าใด



รูปที่ 3-1 การจัดวางสายอากาศบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.2 GA อัลกอริทึม (GENERTIC ALGORITHM)

จีนเนติกอัลกอริทึมเป็นเทคนิคการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้หลักการคัดเลือกแบบธรรมชาติและหลักการทางสายพันธุ์จีนเนติกอัลกอริทึมเป็นการคำนวณอย่างหนึ่งที่กล่าวได้ว่ามีวิวัฒนาการ อยู่ในขั้นตอนของการค้นหาคำตอบและได้รับการจัดให้เป็นวิธีหนึ่งในกลุ่มของการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ ซึ่งที่ยอมรับและมีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในทางด้านปัญญาประดิษฐ์ จีนเนติกอัลกอริทึมถูกพัฒนาขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 60 โดยจำลองเอาแนวคิดของการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในระบบชีววิทยามาใช้ในการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ จีนเนติกอัลกอริทึมได้รับความนิยมโดยการเผยแพร่ของ John Holland ในหนังสือชื่อ Adaptation in Natural and Artificial Systems ซึ่งตีพิมพ์เป็นครั้งแรกปี ค.ศ. 1975 หลังจากนั้นจึงมีการนำเอาจีนเนติกอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆกันอย่างแพร่หลายพร้อมๆกับการศึกษาและพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของจีนเนติกอัลกอริทึมให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จีนเนติกอัลกอริทึมถือว่าเป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดเชิงสมผสาน (combinatorial optimization method) แบบปัญญาประดิษฐ์ที่มีความสามารถในการค้นหาคำตอบอย่างชาญฉลาดและลดความยุ่งยากในขั้นตอนต่าง ๆ ของการค้นหาลงไป ซึ่งวิธีแบบปัญญาประดิษฐ์นี้ มีข้อได้เปรียบและมีความแตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมเช่น การคำนวณเชิงตัวเลข การโปรแกรมเชิงเส้น ปัจจุบันจึงได้เห็นว่ามีการนำเอาจีนเนติกอัลกอริทึมไปใช้เกือบทุกสาขาวิชา เช่น การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล Man, K. F., Tang, K. S., Kwong, S., and Halang, W. A. (1997) ระบบควบคุม Visioli, A. (2001) การสื่อสารและโทรคมนาคม Bajwa, A., Williams, T., and Stuchly, M. A. (2001) อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้ากำลัง คอมพิวเตอร์ การแพทย์ การขนส่ง และอื่น ๆ อีกมากมาย จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพและสมรรถนะของจีนเนติกอัลกอริทึมได้เป็นที่ยอมรับและมีการนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย

จีนเนติกอัลกอริทึมเป็นขั้นตอนในการค้นหาคำตอบให้กับระบบ เราสามารถมองเป็นเครื่องมือในการช่วยคำนวณอย่างหนึ่ง โดยธรรมชาติแล้วประกอบไปด้วย 3 กระบวนการที่สำคัญได้แก่ การคัดเลือกสายพันธุ์ (selection) คือขั้นตอนในการคัดเลือกประชากรที่ดีไปเป็นต้นกำเนิดสายพันธุ์ การปฏิบัติทางสายพันธุ์ (genetic operation) คือกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมด้วยวิธีการทางสายพันธุ์เป็นขั้นตอนการสร้างลูกหลานซึ่งได้จากการรวมพันธุ์ของต้นกำเนิดสายพันธุ์เพื่อให้เพื่อให้ได้ลูกหลานที่มีส่วนผสมได้จากการผสานมาจากพ่อแม่หรือได้จากการแปรผันยีนของพ่อแม่เพื่อให้ได้ลูกหลานสายพันธุ์ใหม่เกิดขึ้น การแทนที่ (replacement) เป็นขั้นตอนการนำเอาลูกหลานกำเนิดใหม่ไปแทนที่ประชาการเก่าในรุ่นก่อน เป็นขบวนการในการคัดเลือกที่ว่าควรจะเอาลูกหลานในกลุ่มใดไปแทนประชากรเก่าในกลุ่มใด จีนเนติกอัลกอริทึมมีการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในระบบธรรมชาติกล่าวคือ กระบวนการภายในของจีน

เนติกอัลกอริทึมทำให้คำตอบของระบบที่มีอยู่เกิดวิวัฒนาการในตัวเอง อันจะนำไปสู่การปรับตัวให้กลายเป็นคำตอบที่ดีกว่าและดีที่สุดได้ รายละเอียดขององค์ประกอบในวัฏจักรจีนเนติกอัลกอริทึมมีดังนี้

1) ประชากร (population) ประกอบไปด้วยกลุ่มของโครโมโซม (chromosome) ซึ่งเป็นตัวแทนคำตอบในระบบที่ต้องการค้นหา

2) ต้นกำเนิดสายพันธุ์ (parents) กลุ่มประชากรที่ถูกคัดเลือกเพื่อเป็นตัวแทนในการให้กำเนิดสายพันธุ์ใหม่ในรุ่นถัดไป (next generation) ประชากรกลุ่มนี้จะเปรียบเสมือนกันเป็นพ่อแม่สำหรับใช้ในการสืบทอดสายพันธุ์ให้ลูกหลานต่อไป

3) สายพันธุ์ใหม่ (offspring) หรือลูกหลาน เป็นประชากรกลุ่มใหม่ที่ได้รับการถ่ายทอดสายพันธุ์มาจากพ่อแม่ โดยคาดหวังที่จะได้รับสายพันธุ์ที่ดีที่สุดเพื่อถ่ายทอดต่อ ๆ กันในประชากรรุ่นถัดไป

3.2.1 ข้อดีของ GA อัลกอริทึม

เมื่อพิจารณาถึงความสามารถและโครงสร้างของจีนเนติกอัลกอริทึมแล้วสามารถสรุปข้อดีต่าง ๆ ของจีนเนติกอัลกอริทึมได้ดังนี้

1) มีโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับการประมวลแบบขนาน โดยโครงสร้างของ จีนเนติกอัลกอริทึมแล้วสามารถถูกออกแบบให้ทำงานในลักษณะของการประมวลผลแบบขนานได้จึงสามารถทำให้ความเร็วในการคำนวณเพิ่มขึ้น จีนเนติกอัลกอริทึมสามารถแบ่งการคำนวณเป็นหน่วยย่อย โดยที่แต่ละหน่วยเป็นจีนเนติกอัลกอริทึม ที่ทำงานได้สมบูรณ์ในตัวเองและแยกกันทำการค้นหาคำตอบของระบบพร้อม ๆ กันได้ นอกไปจากนี้แล้วจีนเนติกอัลกอริทึมยังสามารถแบ่งตัวเองเป็นหน่วยย่อยที่แต่ละหน่วยแยกทำหน้าที่ตามขั้นตอนของจีนเนติกอัลกอริทึมต่าง ๆ ได้เช่น หน่วยกำนวณค่าความเหมาะสม หน่วยการคัดเลือก หน่วยทำปฏิบัติการทางสายพันธุ์ เป็นต้น

2) มีเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือ เป็นที่ยืนยันแล้วว่ามีเทคนิคหลาย ๆ อย่างที่สามารถใช้ทำให้จีนเนติกอัลกอริทึมมีการลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ถึงแม้ว่าสภาวะแวดล้อมของระบบจะมีการเปลี่ยนแปลง

3) สามารถให้คำตอบที่เหมาะสมในวงกว้าง (global optimum) ปัญหาหลาย ๆอย่างจะมีคำตอบอยู่หลายชุดซึ่งเป็นคำตอบวงแคบเฉพาะถิ่นที่เหมาะสมที่สุด แต่สำหรับจีนเนติกอัลกอริทึมได้รับการพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถเอาชนะปัญหาของระบบดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) มีความยืดหยุ่นในการออกแบบชนิดของโครโมโซม ยีนของโครโมโซมสามารถถูกออกแบบให้เป็นตัวเลขชนิดใด ๆ ก็ได้ตามความเหมาะสมกับระบบไม่ว่าจะเป็นแบบฐานสองหรือเลขจำนวนจริง จึงทำให้จีนเนติกอัลกอริทึมสามารถใช้งานกับระบบต่าง ๆ ได้หลากหลาย

5) เหมาะสำหรับระบบที่มีเงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ ในหลายระบบจะมีการระบุเงื่อนไขของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อจำกัดให้ระบบมีเสถียรภาพและเป็นการจำกัดพื้นที่สำหรับการค้นหาคำตอบด้วยจีนเนติกอัลกอริทึมมีโครงสร้างที่สามารถออกแบบให้มีการจำกัดขอบเขตของโครโมโซมได้อย่างสะดวก จึงเหมาะกับการแก้ไขปัญหาที่ต้องมีเงื่อนไขแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

6) เหมาะสำหรับระบบที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์แบบพหุคูณ จีนเนติกอัลกอริทึมสามารถใช้กับระบบที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่าหนึ่งเช่น การออกแบบตัวกรองชนิด IIR ที่ต้องมีการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์สำหรับทั้งค่าความผิดพลาดขนาด (magnitude error) และ ค่าความผิดพลาดของเวลา (delay error) ลักษณะดังกล่าวทำให้จีนเนติกอัลกอริทึมมีความเหมาะสมในการแก้ปัญหาจริงได้หลากหลายซึ่งส่วนใหญ่จะมีเป้าหมายในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งอย่าง

7) ใช้แก้ปัญหาของระบบได้โดยที่ไม่จำเป็นจะต้องรู้หรือคำนวณหาผลเฉลยรูปแบบปิด (close form solution) ของระบบ โดยปกติแล้วการคำนวณหาผลเฉลยดังกล่าวจะมีความยุ่งยากและต้องใช้เวลามาก การนำเอาจีนเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้งาน จึงช่วยลดความยุ่งยากในส่วนนี้ได้เป็นอย่างดี

ถึงแม้ว่าจีนเนติกอัลกอริทึมจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดในวงกว้าง ตัวจีนเนติกอัลกอริทึมเองก็ยังมีจุดอ่อนอยู่เช่นกัน โดยเฉพาะเมื่อนำจีนเนติกอัลกอริทึมไปใช้กับระบบที่มีการเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมที่เป็นโลกจริง เนื่องมาจากคุณลักษณะของจีนเนติกอัลกอริทึมที่มีอยู่หลายขั้นตอนที่การคำนวณเป็นแบบสุ่ม ในบางครั้งจึงไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะคาดหวังให้ผลลัพธ์จากจีนเนติกอัลกอริทึมนั้นทำงานได้แล้วเสร็จโดยการกำหนดเวลาไว้อย่างแน่นอน ดังนั้นจีนเนติกอัลกอริทึมอาจจะไม่เหมาะสมกับระบบที่เป็นแบบเวลาจริงหรือระบบที่มีระยะเวลาในช่วงของการประมวลผลที่ค่อนข้างจำกัด อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้ยังถือว่าเป็นเครื่องมือที่มีความชาญฉลาดในแง่ของปัญญาประดิษฐ์และเหมาะสมสำหรับระบบที่มีข้อจำกัดแบบต่าง ๆ หรือระบบที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่าหนึ่ง รวมไปถึงคุณลักษณะสำคัญของจีนเนติกอัลกอริทึมที่สามารถเอาชนะปัญหาของการถูกล็อคโดยคำตอบวงแคบเฉพาะถิ่นที่เหมาะสมที่สุด ปัจจุบันจึงนำเอาจีนเนติกอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ

โครงการวิจัยนี้ได้นำเอาเทคนิคการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้เพื่อหาตำแหน่งในการจัดวางสายอากาศที่เหมาะสมบนพื้นที่จำกัดอ้างอิงขนาดอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งผู้วิจัยได้คุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมแมทแลปที่เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ง่ายและมีประสิทธิภาพ เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายด้วย โดยมีผู้พัฒนา GA Toolbox ขึ้นมาเพื่อใช้กับโปรแกรมแมทแลปได้ ดังนั้นจึงเป็นง่ายที่ผู้วิจัยจะนำอัลกอริทึมนี้ไปใช้ในการหาตำแหน่งของการจัดวางตัวของสายอากาศที่ดีที่สุดบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบไมโมสำหรับการประยุกต์เข้ากับปัญหาในระบบที่ได้สนใจต่อไป

3.3 การประยุกต์ใช้ GA ในการหาตำแหน่งของระบบไมโม

การหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม โดยจากกระบวนการและหลักการนี้จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาตำแหน่งในการจัดวางตัวของสายอากาศที่เหมาะสมบนพื้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่โดยพิจารณาผลกระทบจากปรากฏการเชื่อมต่อร่วมที่กระทำระหว่างสายอากาศแถวลำดับในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการพิจารณาช่องสัญญาณโดยใช้ช่องสัญญาณแบบจำลองแบบกำหนดขึ้นอย่างแน่นอน (Deterministic model) โดยพิจารณา 2 ระบบช่องสัญญาณ คือ

1. ช่องสัญญาณแบบมีความอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเหมือนกันโดยพิจารณาช่องสัญญาณการจางหายแบบเลย์ลี โดยพิจารณาจากสมการที่ 3-33 ซึ่งค่าช่องสัญญาณที่พิจารณาการเชื่อมต่อร่วมจะมีค่าเท่ากับสมการที่ 3-7

$$\mathbf{H}_{mc} = \mathbf{Z}_{L}(\mathbf{Z}_{L} + \mathbf{Z}_{RR})^{-1}\mathbf{H}\mathbf{Z}_{TT}^{-1} \tag{3-1}$$

โดยที่ช่องสัญญาณที่มีการกระจายตัวแบบอิสระที่เหมือนกัน (identically independent distributed : iid) จะมีค่าเท่ากับสมการที่ 3-2

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1M_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2M_T} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{M_R1} & h_{M_R2} & \cdots & h_{M_RM_T} \end{bmatrix} \tag{3-2}$$

โดยในโครงการวิจัยจะพิจารณาช่องสัญญาณ $\mathbf{H}$ มีการกระจายตัวแบบอิสระที่เหมือนกัน(identically independent distributed: iid) ด้วยกระบวนการ Complex Gaussian ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนของส่วนจริงเท่ากับส่วนจินตภาพที่ 0.5

2. แบบช่องสัญญาณแบบ “Two-Ring”

โดยพิจารณามุมที่กระทำกระหว่างภาครับและภาคส่งจะมีค่าเท่ากับสมการ 2.13

$$\mathbf{H}^{a} = \mathbf{U}_{r}^{H}\mathbf{H}\mathbf{U}_{t} \tag{3-3}$$

ดังนั้น ค่าช่องสัญญาณที่พิจารณาปรากฏการเชื่อมต่อร่วมจะมีค่าเท่ากับ

$$\mathbf{H}_{mc} = \mathbf{Z}_{L}(\mathbf{Z}_{L} + \mathbf{Z}_{RR})^{-1}\mathbf{H}^{a}\mathbf{Z}_{TT}^{-1} \tag{3-4}$$

ดังนั้นค่าความจุช่องสัญญาณในทั้ง 2 กรณีจะมีค่าเท่ากับ

$$C = \log_2 \det[\mathbf{I}_{M_r} + \frac{P_t}{P_n M_t}\mathbf{H}_{mc}\mathbf{H}_{mc}^{H}] \tag{3-5}$$

ซึ่งจะนำไปคำนวณหาตำแหน่งของการจัดวางสายอากาศบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในโปรแกรมจีนเนติกอัลกอริทึมสมการความฟิตของความจุช่องสัญญาณโดยพิจารณาจากตำแหน่งการจัดวางสายอากาศที่ทำให้ระบบมีค่าความจุของช่องสัญญาณสูงสุด

$$Fitness = \max\left[\log_2\left(\det\left|\mathbf{I}_{N_r} + \rho\frac{\mathbf{H}_{mc}\mathbf{H}_{mc}^{H}}{N_t}\right|\right)\right] \tag{3-6}$$

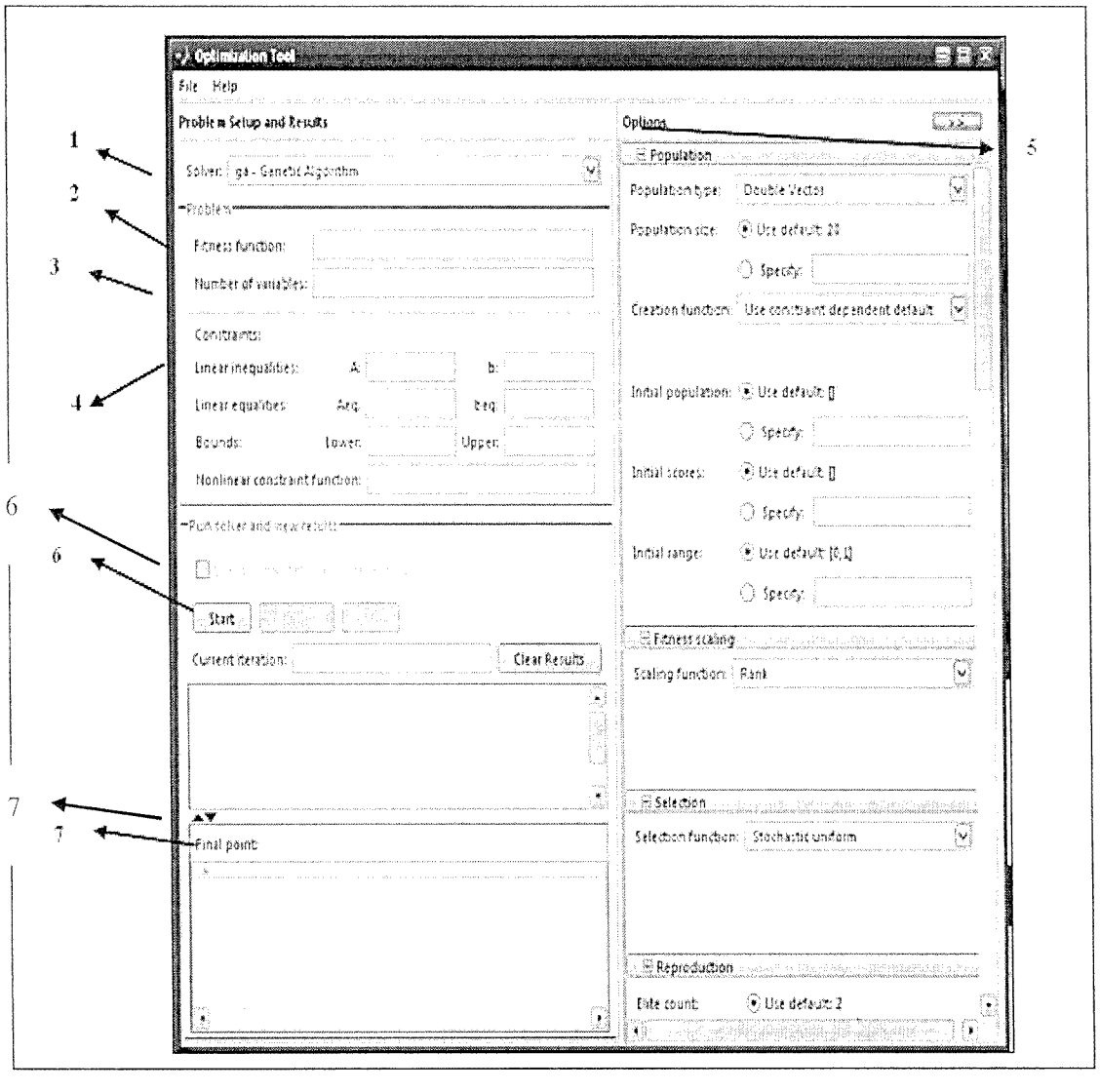
3.4 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมของการจัดวางสายอากาศด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม โดยจากกระบวนการและหลักการนี้จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาตำแหน่งในการจัดวางตัวของสายอากาศที่เหมาะสมบนพื้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้สมรรถนะของระบบมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ในหัวข้อนี้รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

3.4.1 ออปติไมซ์เซชันทุลบอกซ์ (optimization toolbox)

สำหรับเครื่องมือประยุกต์ที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบันมีมากมาย ซึ่งผู้วิจัยได้คุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมแมทแลปเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ง่าย มีประสิทธิภาพและเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ในโปรแกรมแกรมแมทแลปยังมี optimization toolbox โดยเครื่องมือดังกล่าวมีฟังก์ชันของการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมอยู่ด้วย ดังนั้นจึงเป็นเรื่องง่ายที่ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการหาตำแหน่ง

ที่เหมาะสมที่สุดของการจัดวางตัวของสายอากาศบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยรายระเอียดของหน้าต่างเครื่องมือ optimization toolbox สามารถอธิบายได้ในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 หน้าต่างเครื่องมือ optimization toolbox

1) หมายเลย 1 (Solver) แสดงอัลกอริทึมของการหาคำตอบที่ดีที่สุดที่ต้องการเลือกใช้ ซึ่งก็จะมีให้เลือกอยู่หลายอัลกอริทึม ในโครงการวิจัยได้เลือกใช้วิธีจีนเนติกอัลกอริทึมในฟังก์ชันที่แสดงในหน้าต่างเครื่องมือแสดงเป็นชื่อ ga – Genetic Algorithm

2) หมายเลข 2 (Fitness function) เป็นคำสั่งที่เราต้องใส่ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหาที่เราต้องการค้นหาคำตอบ โดยจะทำการเขียนฟังก์ชันของปัญหาให้อยู่ในไฟล์ m-file ของแมทแลป ตัวอย่างเช่นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ชื่อ objective เราจะเรียกใช้ฟังกันนี้เราต้องเขียนคำสั่งว่า @objective ก็จะสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ได้

3) หมายเลข 3 (Number of variables) เป็นการใส่จำนวนตัวแปรที่ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาจากหมายเลข 2

4) หมายเลข 4 (Constraints) ในส่วนนี้จะทำการใส่เงื่อนไขของคำตอบที่ ต้องการค้นหา โดยจะประกอบไปด้วยเงื่อนไขที่เป็นสมการเชิงเส้น (Linear equalities) เงื่อนไขที่เป็นอสมการเชิงเส้น (Linear inequalities) และขอบเขตของคำตอบที่ค้นหา รวมไปถึงสามารถเขียนเป็นฟังชันก์ของเงื่อนไขที่ต้องการค้นหาในรูปของ m-file แล้วเรียกใช้งานได้

5) หมายเลข 5 (Options) ในส่วนนี้ถือว่ามีความสำคัญอย่างมากของการค้นหาคำตอบคือเป็นการตั้งค่าต่าง ๆ ที่ของอัลกอริทึม ซึ่งจะมีผลต่อคำตอบของระบบด้วย ตัวอย่างเช่นจำนวนประชากร การคัดเลือกสายพันธุ์ การผ่าเหล่า รวมไปถึงการตั้งค่าการแสดงผลของคำตอบด้วย เป็นต้น

6) หมายเลข 6 (Run solver and view results) จะทำการแสดงสถานะของการค้นหาคำตอบ เมื่อการค้นหามีการผิดพลาดหน้าต่างนี้จะเตือนและแสดงจุดที่ผิดพลาดกระบวนการค้นหาด้วย มากไปกว่านั้นยังได้แสดงจำนวนรอบของการค้นหาคำตอบของระบบด้วย

7) หมายเลข 7 (Final point) จะทำการแสดงคำตอบของการการค้นหาที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุดของระบบในรูปของตัวแปรที่เรากำหนดในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในหมายเลข 1

จากการที่ได้อธิบายรายละเอียดเข้าใจมาพอสังเขป optimization toolbox ถือว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ง่ายและสามารถเข้าใจง่ายสำหรับการหาคำตอบที่ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้ยังต้องศึกษาหลักการและการบวนการใช้เครื่องมือนี้อย่างละเอียดใน Optimization toolbox User Guide Coleman, T., Branch, M., and Grace, A. (1999) ไม่ว่าจะเป็นการเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เงื่อนไขและขอบเขตที่ต้องการค้นหา ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความถูกต้องของคำตอบตามวัตถุประสงค์

3.4.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)

สำหรับวัตถุประสงค์ของการค้นหาคำตอบของการจัดวางตัวของสายอากาศบนพื้นที่จำกัดโดยพิจารณาช่องสัญญาณในระบบไมโม ฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะประกอบไปด้วยตัวแปรที่แสดงตำแหน่งการจัดวางตัวของสายอากาศสายอากาศแต่ละต้น คำตอบที่ดีที่สุดของการค้นหาจะสิ้นสุดเมื่อระบบมี ค่าความจุของช่องสัญญาณ ค่าสูงที่สุด (maximize) ในการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของตำแหน่งการจัดวาง

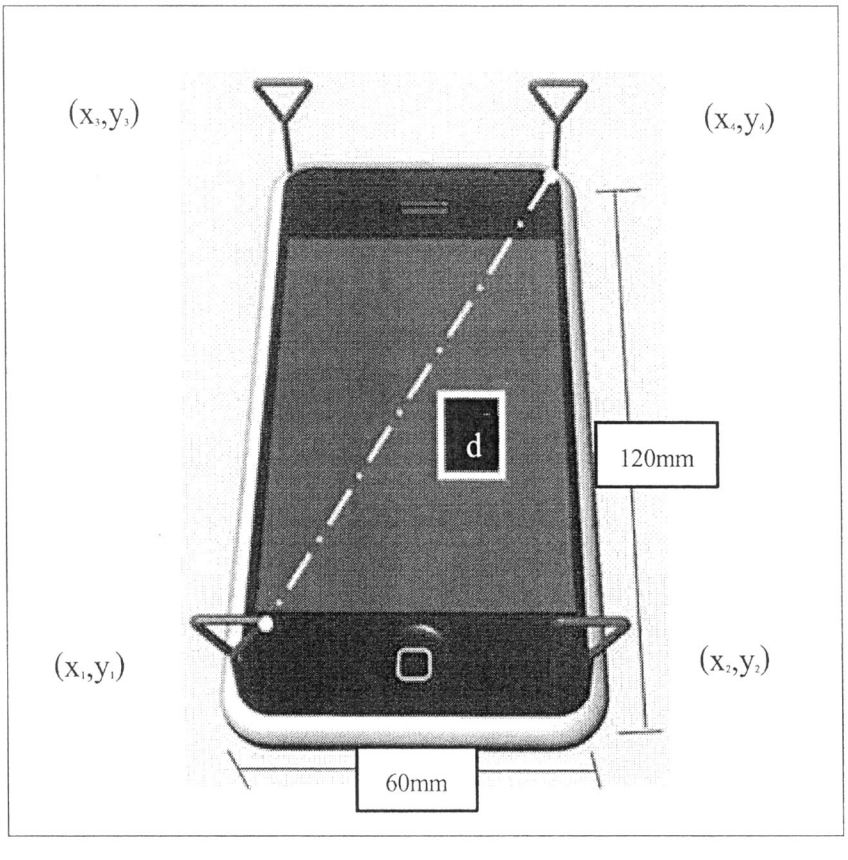
สายอากาศแต่ละต้นนั้นจะประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัวแปร ซึ่งตัวแปร x แทนความยาว และ y แทนความกว้างของพื้นที่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตำแหน่งการจัดวางสายอากาศนี้ระบุพิกัดของแกน x y การหาระยะห่าง d ของสายอากาศแต่ละต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์สมรรถนะของระบบที่ดีที่สุด สามารถใช้ทฤษฎีปีทาโกรัสซึ่งหาได้ดังนี้

Maximize f(x) กรณีปัญหาค่าสูงสุดโดยพิจารณาจากค่าความจุของช่องสัญญาณที่มีค่ามากที่สุด

$x \in S$ S แทนเซตหรือปริภูมิการซึ่งคือค่าขอบเขตของพื้นที่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \tag{3-7}$$

โดยนำสมการที่ 3-7 ไปใช้ในการพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดบนโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยพิจารณาความจุช่องสัญญาณในระบบไมโมในสมการที่ 3-4 ดังนั้นฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะมีรูปแบบเดียวกันเลยกับการวิเคราะห์ผลกระทบซึ่งพิจารณาปรากฏการณ์เชื่อมต่อร่วมที่กระทำระหว่างสายอากาศเพียงแค่เพิ่มตัวแปรตำแหน่งพิกัดบนแกน x y ของสายอากาศแต่ละต้นเพื่อหาค่า d ก่อนเท่านั้น



รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการจัดวางสายอากาศในพิกัด x y บนพื้นที่โทรศัพท์เคลื่อนที่

3.4.3 เงื่อนไข (Constraint)

สำหรับเงื่อนไขในการค้นหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการจัดวางสายอากาศที่สำคัญจุดเดียวคือพื้นที่จำกัดบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเงื่อนไขของการค้นหาพิกัดตำแหน่งการจัดวางความยาว x เท่ากับ 0 มิลลิเมตรถึง120 มิลลิเมตร และความกว้าง y เท่ากับ 0 มิลลิเมตรถึง 60 มิลลิเมตร ซึ่งพิจารณาจากขนาดของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ขนาดจริงดังแสดงในรูปที่ 3-3

3.4.4 พารามิเตอร์ (Parameter)

หลังจากได้อธิบายหลักการของการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมในหัวข้อที่ผ่านมาแล้ว ซึ่งก็จะเข้าใจถึงความสำคัญของอัลกอริทึมที่ต้องทำการพิจารณา ค่าต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เมื่อทำการเชื่อมโยงหลักและกระบวนการของอัลกอริทึมมาสู่การพารามิเตอร์ที่สำคัญที่จะทำการกำหนดบนเครื่องมือ optimization toolbox ที่ได้ เราได้นำมาประยุกต์ใช้ ดังนั้นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดวางสายอากาศด้วยการใช้เทคนิคจีนเนติกอัลกอริทึมในเครื่องมือ optimization toolbox สามารถแสดงดังตารางที่ 3-1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 3-1 แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้บนเครื่องมือ optimization toolbox

พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้
Generation	200
Population	200
Probability of crossover	0.8
Probability of mutation	0.01
Population type	Bit string
Encoding	Binary string
Selection	Stochastic uniform
Crossover	Multiple point
Fitness function	Proportional

3.5 กล่าวท้ายบท

ในบทนี้การอธิบายหลักการประยุกต์ใช้วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ในการหาตำแหน่งของระบบไมโม ซึ่งพิจารณาช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน 2 ช่องสัญญาณ นอกจากนั้นยังอธิบายถึงผลกระทบของปรากฏการเชื่อมต่อร่วมระหว่างสายอากาศ เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยระยะห่างระหว่างสายอากาศและขนาดของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบไมโม โดยแสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากระหว่างระยะห่างการจัดวางสายอากาศจะมีผลต่อค่าปรากฏการณ์เชื่อมต่อร่วม โดยอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญของบทนี้ก็คือทฤษฎีของเทคนิคการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมอย่างละเอียด เพื่อที่จะได้เข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการหาตำแหน่งในการจัดวางสายอากาศบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบไมโม โดยเนื้อหาที่กล่าวมาทั้งหมดในบทนี้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์เกี่ยวกับงานวิจัยของเราที่ได้นำเสนอไปซึ่งจะอธิบายในบทถัดไป