บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากความก้าวหน้า และการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทั้งด้านคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ในยุคปัจจุบัน ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญที่จะนำไปใช้สำหรับภารกิจทางด้านการทหารมากขึ้นตามลำดับ ลักษณะการทำสงครามทั้งในปัจจุบัน และ อนาคต จะมีการนำเอาวิทยาการใหม่ ๆ ในด้านอิเล็กทรอนิกส์ และ พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้ ทั้งใน ระบบของการบังคับบัญชา (command) , การควบคุม (control) , การติดต่อสื่อสาร (communication) , การข่าวกรอง (intelligence) และ ระบบการบริหารงานต่าง ๆ ทุกประเภทของกองทัพ อีกทั้งในระบบอาวุธยุทโธปกรณ์ เพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จากการที่ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ทันสมัยมาพัฒนาใช้กับระบบในกองทัพ ดังนั้นด้วยพลังอำนาจทางการทหารก็จะขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของระบบและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ , อิเล็กทรอนิกส์ และ การใช้ประโยชน์จากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งหลาย ฉะนั้นจึงได้มีการทุ่มเทงบประมาณจำนวนมหาศาลในการวิจัย พัฒนาและผลิตระบบอุปกรณ์ทางสงครามอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมากมาย อาจจะกล่าวได้ว่า สงครามในอนาคต คือ **สงครามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Warfare: EW) [1]** ซึ่งได้แบ่งตามภารกิจที่สำคัญ โดยเฉพาะในเรื่องเกี่ยวกับ มาตรการทางสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ได้ 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1.1 มาตรการสนับสนุนสงครามอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Warfare Support Measure: ESM) คือ การปฏิบัติที่กระทำเพื่อ การค้นหา การดักรับ การพิสูจน์ทราบ และการหาที่ตั้งของแหล่งแพร่คลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า อันจะทำให้ฝ่ายเราทราบการปฏิบัติการของฝ่ายข้าศึก เพื่อนำมารวบรวมเก็บเป็นข้อมูล ใช้ในการสนับสนุนมาตราการต่อต้านอิเล็กทรอนิกส์ , มาตราการตอบโต้การต่อต้านอิเล็กทรอนิกส์ และการใช้กำลังทางยุทธวิธีอื่น ๆ ต่อไป

1.2 มาตรการต่อต้านอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Counter Measures: ECM) คือ การปฏิบัติที่กระทำเพื่อขัดขวางหรือลดประสิทธิภาพ การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการติดต่อสื่อสารของฝ่ายข้าศึกรวมไปถึง การลาดตระเวณทางอิเล็กทรอนิกส์ การค้นหาเป้าหมาย และการปฏิบัติการลวง อันเป็นวัตถุประสงค์หลักของสงครามอิเล็กทรอนิกส์ และเป็นองค์ประกอบของอำนาจกำลังรบ ประกอบด้วยเครื่องก่อกวนและเครื่องมือค้นหาเป้าหมาย การสั่งการ การบังคับบัญชา และการควบคุมตามลำดับความสำคัญของเป้าหมาย

1.3 มาตรการตอบโต้การต่อต้านอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Counter Counter Measures: ECCM) คือ การป้องกันระบบการติดต่อสื่อสารที่สำคัญ อันเป็นยุทธวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ป้องกันเครื่องส่ง อุปกรณ์การค้นหาเป้าหมายของฝ่ายเรา ให้พ้นจากการดักรับ การลวง การก่อกวน การหาที่ตั้งและทำลาย ของข้าศึก เป็นส่วนช่วยให้แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของฝ่ายเรายังคงอยู่ได้

การนำมาตรการทางสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ไปใช้ประโยชน์ เพื่อที่จะนำไปสู่การที่จะชิงความได้เปรียบทางการยุทธให้ได้นั้น ระบบงานโดยเฉพาะในด้านของการข่าวกรองจะต้องมี ความสมบูรณ์ ความรวดเร็ว ความถูกต้อง และความปลอดภัย ทั้งทางด้านข่าวกรองทางยุทธวิธีและข่าวกรองทางเทคนิคซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ทางกองทัพได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาระบบอาวุธยุทโธปกรณ์ทางด้านคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งบุคลากร ทั้งนี้เพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบให้ดียิ่งขึ้น สำหรับในระบบการข่าวกรองทางการทหารจะมีมาตรการสำคัญที่เป็นพื้นฐาน คือ มาตรการสนับสนุนสงครามอิเล็กทรอนิกส์ จะมีวัตถุประสงค์ที่จะนำมาให้ได้ข่าวสารที่สำคัญ ได้แก่ คุณลักษณะทางเทคนิคของอุปกรณ์นั้น เช่น กำลังออกอากาศ ชนิดสายอากาศ ย่านความถี่ คุณลักษณะพิเศษอื่น ๆ , ที่ตั้งของเครื่องส่ง , ระบบการทำงานทางยุทธการ , ชนิดอุปกรณ์ , ขีดความสามารถ , ข่าวสารที่ส่ง ข้อมูลการข่าวกรองที่ถูกต้อง สามารถที่จะนำไปใช้กับระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ในภารกิจทางการทหาร

ในปัจจุบันทางการทหารจึงได้มีการนำเอา อาวุธยุทโธปกรณ์ทางด้านคอมพิวเตอร์ และอิเล็กทรอนิกส์หลายประเภทที่สำคัญ สำหรับมาตรการสนับสนุนสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการใช้ประโยชน์จากการรับ – ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของฝ่ายตรงข้ามมาใช้ เช่น ระบบเรดาร์ (RADAR) ซึ่งเป็นเครื่องมือประเภทแอกทีฟ เพื่อใช้ในการตรวจจับและค้นหาตำแหน่งของวัตถุในอากาศ หรือ ระบบวิทยุดักรับหาทิศ (Radio Direction Finding System) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ เพื่อนำไปใช้ในการ ค้นหา ดักรับ และหาที่ตั้งของแหล่งกำเนิดสัญญาณวิทยุให้ได้ออกมาในรูปพิกัดทางภูมิศาสตร์ การที่จะปฏิบัติภารกิจทางการข่าวกรองให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการหาที่ตั้งของแหล่งกำเนิดสัญญาณนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการดักรับสัญญาณจะต้องหันทิศทางไปยังฝ่ายข้าศึก แต่ปัญหาที่สำคัญนั้นอยู่ที่ ความแม่นยำและความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ดังกล่าว จึงทำให้ทางกองทัพได้เริ่มมีการค้นคว้า ศึกษาวิจัยงานทางด้านนี้อย่างจริงจัง เพื่อที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาขีดความสามารถของระบบอาวุธยุทโธปกรณ์ที่มีอยู่ให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าในระบบวิทยุดักรับหาทิศนั้น การค้นหา ดักรับและหาที่ตั้งของแหล่งกำเนิดสัญญาณ เป็นงานวิจัยที่สำคัญ ผลที่ได้รับจะนำไปใช้ในภารกิจทางด้าน งานข่าวกรองทางการทหารเป็นส่วนใหญ่ สำหรับอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการที่จะหาที่ตั้งของแหล่งกำเนิดสัญญาณ คือ **ตัวหาทิศทาง (Direction Finder: DF)** ซึ่งนำมาใช้ในการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณ **(Direction Of Arrival)**

สำหรับผลงานวิจัยที่เผยแพร่ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สำหรับส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประมาณหาทิศทางของแหล่งกำเนิดสัญญาณจากการวัดมุมทิศในวิทยานิพนธ์นี้ ได้แก่

Steven M. Kay and Maple S.L. (1981) [2] ได้รวบรวมนำเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคสมัยใหม่ต่างๆ ที่จะนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์สเปกตรัมของอนุกรมเวลาแบบดิสครีต เช่น Periodogram เป็นวิธีการวิเคราะห์สเปกตรัมของสัญญาณซึ่งตั้งสมมุติมาจากการวิเคราะห์ฟูริเยร์ (Fourier analysis) , Backman-Tukey (BT) เป็นวิธีที่ทำการประมาณอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Estimation) จากข้อมูลที่วัดได้ มาใช้ในการประมาณสเปกตรัมของสัญญาณ และ Autoregressive model (AR) ที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นต้น วิธีการต่าง ๆเหล่านี้ จะนำมาใช้ประมาณหาความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง (power spectral density: PSD) ของสัญญาณ ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ส่วนหนึ่งสามารถที่จะพัฒนานำมาใช้ในการประมาณหาทิศทางของแหล่งกำเนิดของสัญญาณ นั้นคือ วิธีบีมฟอร์มเมอร์ (Beamformer Method) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมานาน โดยนำหลักการของ Periodogram มาใช้

Johnson J.H. (1982) [3] ได้รวบรวมนำเสนอการประยุกต์วิธีการวิเคราะห์สเปกตรัมมาใช้แก้ปัญหาในการประมาณหามุมทิศ โดยอธิบายถึงปัญหาการหาสเปกตรัมของสัญญาณ จะมีลักษณะเหมือนกับปัญหาในการหามุมทิศที่เกิดจากการแพร่ของแหล่งกำเนิดสัญญาณด้วยกรรมวิธีประมวลผลสัญญาณในลักษณะ Array Signal Processing วิธีการดังกล่าว ได้แก่ Maximum Likelihood Method (ML) , Eigenvector Method และวิธีการประมาณพันธะเชิงเส้น (Linear Prediction) หรือเรียกอีกอย่างว่า Autoregressive model (AR) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาเห็นได้ว่า การประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณเป็นการใช้ประโยชน์อย่างหนึ่ง ในการศึกษา วิจัย ทางด้าน กรรมวิธีประมวลผลสัญญาณในลักษณะ Array Signal Processing ซึ่งเป็นอีกส่วนหนึ่งของงานในสาขาวิชา กรรมวิธีประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) ด้วยหลักการของกรรมวิธีประมวลผลสัญญาณในลักษณะของ array โดยจะมุ่งความสนใจไปที่ การรับ - ส่งสัญญาณ ด้วยการแพร่กระจายคลื่นมาใช้ในแก้ปัญหา สำหรับในตัวหาทิศทางที่นำมาใช้จะต้องพยายามตรวจจับสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาจากแหล่งกำเนิดและ แยกสัญญาณที่วัดได้ ออกจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อม แล้วนำมาใช้หาทิศทางของแหล่งกำเนิดสัญญาณ เพื่อนำมาใช้สำหรับการหาที่ตั้งของแหล่งกำเนิดสัญญาณต่อไป

จากปัญหาดังกล่าวเป็นสิ่งจูงใจทำให้ผู้วิจัย ได้เริ่มทำการศึกษา วิจัย ค้นคว้า โดยได้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนามาตรการสนับสนุนสงครามอิเล็กทรอนิกส์ (ESM) ซึ่งนำไปใช้สนับสนุนทางสงครามอิเล็กทรอนิกส์ ที่นำไปใช้ในระบบงานทางด้านของการข่าวกรอง โดยมุ่งประเด็นความสำคัญไปในระบบเครื่องหาทิศทางสัญญาณ ด้วยการใช้วิธีการต่างๆที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน นำมาทำการหาค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณซึ่งได้เคยมีการนำมาใช้

วิเคราะห์ในกรณีของสัญญาณรูปไซนูซอยด์ นำมาประยุกต์และทดลองใช้ในการหาค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่น่าสนใจอีกรูปแบบหนึ่ง นั้นคือสัญญาณที่เกิดขึ้นทางการทหาร ด้วยการตั้งสมมุติฐานและการจำลองรูปแบบของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่เกิดขึ้นทางทหารให้เป็นลักษณะของ **สัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์ (Pulse Sinusoid Signal)** ให้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษา วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณ (Direction Of Arrival: DOA) ในกรณีของ สัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์ (Pulse Sinusoid Signal) ด้วยวิธีที่นิยมใช้กัน ได้แก่ วิธีบีมฟอร์มเมอร์ (Beamformer Method) วิธีการประมาณพันธะเชิงเส้น (Linear prediction Method)

1.2.2 เพื่อศึกษา และ พัฒนา วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์ ด้วยการดัดแปลงใช้ วิธีผลการแปลงฮิลแบร์ต (Hilbert Transforms Method)

1.2.3 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบ วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่นำมาใช้ในลักษณะต่างๆ เพื่อนำผลมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ระบบเครื่องหาทิศทางสัญญาณของกองทัพต่อไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาและเปรียบเทียบ วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันได้แก่ วิธีบีมฟอร์มเมอร์ วิธีการประมาณพันธะเชิงเส้น ในกรณีของแหล่งกำเนิดสัญญาณไซนูซอยด์ (Sinusoid Signal Source)

1.3.2 พัฒนาวิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณ เพื่อนำไปใช้ในกรณีของ แหล่งกำเนิดสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์ (Pulse Sinusoid Signal Source)

1.3.3 ศึกษาและพัฒนา วิธีผลการแปลงฮิลแบร์ต (Hilbert Transforms Method) นำมาใช้ในการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณกรณีของ แหล่งกำเนิดสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์ (Pulse Sinusoid Signal Source)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 วิธีการดำเนินการค้นคว้าและวิจัย

1.4.1 ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ระบบการหาทิศทางของแหล่งกำเนิดสัญญาณ ลักษณะต่าง ๆ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.4.2 ศึกษา คุณลักษณะของสัญญาณทางทหารที่จะนำมาใช้ใน การประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณ และ ทำการสร้างแบบจำลองของสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์

1.4.3 ศึกษา วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน นำมาใช้ในกรณีที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณไซนูซอยด์

1.4.4 พัฒนา และ ดัดแปลง วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่นิยมใช้กันในปัจจุบันนำมาใช้ในกรณีที่เป็น แหล่งกำเนิดสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์

1.4.5 ศึกษาและดัดแปลง วิธีผลการแปลงฮิลแบร์ต มาใช้ในการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณในกรณีที่เป็น แหล่งกำเนิดสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์

1.4.6 นำแต่ละวิธีมาเขียนโปรแกรมป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งทำการจำลองผลการทดสอบ

1.4.7 เปรียบเทียบผลการทดสอบที่ได้ในแต่ละวิธีว่าวิธีใดได้ผลดีกว่ากัน และความถูกต้องมากหรือน้อยกว่ากัน และ วิเคราะห์ผลที่ได้จากการผลการทดสอบ

1.4.8 รวบรวม และ สรุปผลการวิจัยทั้งหมด เขียนวิทยานิพนธ์

1.5 กำหนดการวิจัย

สำหรับกำหนดการทำงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ซึ่งรายละเอียดในการทำงานวิจัยในขั้นตอนต่างๆ ตามหัวข้อที่ 1.4 ที่ได้กล่าวมาข้างต้น และในส่วนระยะเวลาได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลากำหนดการทำงานวิจัย

หัวข้อ	ระยะเวลา	หัวข้อ	ระยะเวลา
1.4.1	พ.ค. 41 – ก.ค. 41	1.4.5	พ.ค. 42 – ส.ค. 42
1.4.2	ก.ค. 41 – ต.ค. 41	1.4.6	ส.ค. 42 – พ.ย. 42
1.4.3	ต.ค. 41 – ก.พ 42	1.4.7	พ.ย. 42 – ก.พ. 43
1.4.4	ก.พ. 42 – พ.ค. 42	1.4.8	ก.พ. 43 – ก.ค. 43

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ทราบถึงแนวทางที่เหมาะสมในการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณ ในกรณีที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณพัลส์ไซนูซอยด์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาแบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ของกองทัพต่อไป

1.6.2 สามารถนำ วิธีการประมาณค่าทิศทางการมาถึงของแหล่งกำเนิดสัญญาณไป พัฒนา และ ปรับปรุงระบบการหาที่ตั้งของแหล่งกำเนิดสัญญาณของกองทัพได้

1.6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนา เพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าทิศทางกับแหล่งกำเนิดสัญญาณ ที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันด้วยวิธีการอื่น ๆ ต่อไป