

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปรากฏการณ์ซินทิลเลชันเนื่องจากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionospheric Scintillation) เป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้สัญญาณคลื่นวิทยุที่เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศนี้ มีการกระเพื่อม (Fluctuation) หรือเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อาจทำให้ขนาดของสัญญาณเพิ่มขึ้น (Enhancement) และจางหาย (Fading) เรียกว่า แอมพลิจูดซินทิลเลชัน (Amplitude Scintillation) หรือมีการเปลี่ยนแปลงเฟสของสัญญาณ เรียกว่า เฟสซินทิลเลชัน (Phase Scintillation) โดยเฉพาะปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้มีผลกระทบต่อการสื่อสารดาวเทียม ที่อาศัยคลื่นวิทยุความถี่สูงประมาณ 6-7 GHz ได้ และเมื่อสัญญาณจางหายต่ำกว่าส่วนเผื่อการจางหาย (Fade Margin) ที่กำหนดไว้ ก็อาจทำให้การสื่อสารเกิดความผิดพลาดได้ ปรากฏการณ์นี้มีผลกระทบต่อการสื่อสาร ทั้งระบบอนาล็อก และดิจิทัล [Anderson, 1993] [Kersly, 1980] [Ezquer et al., 1994] จึงมีความสำคัญที่จะต้องศึกษาปรากฏการณ์ซินทิลเลชันนี้ โดยบันทึกข้อมูลระดับความเข้มของสัญญาณดาวเทียม และนำข้อมูลนั้นมาศึกษาถึงปรากฏการณ์ และความสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการสื่อสารดาวเทียม

ก่อนที่จะนำข้อมูลระดับความเข้มของสัญญาณดาวเทียมมาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ซินทิลเลชัน เช่น การนำข้อมูลระดับความเข้มสัญญาณดาวเทียม มาสร้างแบบจำลองการเกิดซินทิลเลชันเนื่องจากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ เพื่อนำไปทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้า ต้องมีการปรับข้อมูลที่บันทึกไว้นั้นให้เชื่อถือได้ก่อน โดยตัดช่วงข้อมูลระดับความเข้มสัญญาณดาวเทียมที่มีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ แต่ไม่ใช่ปรากฏการณ์ซินทิลเลชันทิ้งไป จึงจะสามารถนำข้อมูลนั้นไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เดิมการตัดข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือต่ำนี้ ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านปรากฏการณ์ซินทิลเลชันเป็นผู้ตัดข้อมูล ซึ่งมีจำนวนข้อมูลมหาศาล ทำให้เสียเวลาในการตัดข้อมูลไปเป็นระยะเวลานาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาโปรแกรมตัดข้อมูลขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์ซินทิลเลชัน แต่ยังไม่มีความเชี่ยวชาญเพียงพอที่จะทำการตัดข้อมูลออก

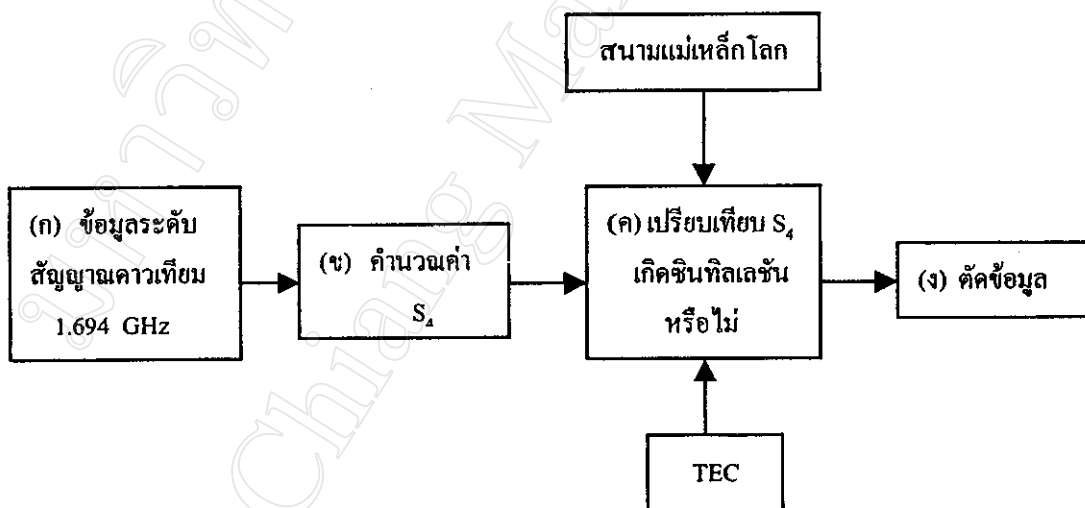
ในงานวิจัยนี้ การตัดข้อมูลความเข้มสัญญาณดาวเทียมย่านเอสแบนด์ ใช้ข้อมูลจากโครงการ POST-PARTNERS ซึ่งเป็นเครือข่ายการสื่อสารดาวเทียม ตั้งขึ้นเพื่อศึกษาการแพร่กระจายของคลื่นที่ส่งระหว่างดาวเทียมกับโลก โดยความร่วมมือจาก 7 ประเทศ คือ ประเทศญี่ปุ่น ไทย อินโดนีเซีย

มาเลเซีย ฟิจิ ปาปัวนิวกินี และฟิลิปปินส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ก็เป็นสถาบันหนึ่งที่อยู่ในโครงการนี้ โดยมีการเก็บบันทึกข้อมูลของระบบสังเกตการณ์ทิลเลชันจากไอโอโนสเฟียร์ (Ionospheric Scintillation Observing System) และข้อมูลปริมาณอิเล็กตรอนรวมที่อยู่ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Total Electron Content, TEC) และข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กโลก [Igarashi et al., 1998]

1.2 แนวทางการแก้ปัญหา

ในการศึกษาการแพร่กระจายของสัญญาณจากดาวเทียมมายังสถานีภาคพื้นดิน เพื่อให้เข้าใจกลไกการเกิดซินทิลเลชัน ใช้ระบบสังเกตการณ์ทิลเลชันจากไอโอโนสเฟียร์บันทึกข้อมูลระดับสัญญาณลงบนคอมพิวเตอร์ แล้วจึงนำข้อมูลนั้นไปใช้ เช่น ใช้ในการศึกษากลไกการเกิดซินทิลเลชัน การสร้างแบบจำลองซินทิลเลชัน เป็นต้น ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ ต้องมีการตัดข้อมูลที่มีความเชื่อถือต่ำออก เพื่อให้ใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้ทำวิจัยจึงเสนอโปรแกรมที่จะช่วยในการตัดข้อมูลที่มีความเชื่อถือต่ำออก ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ โดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตัดข้อมูล หลักการทำงานของโปรแกรมหาดังนี้



รูปที่ 1.1 หลักการทำงานของโปรแกรมการปรับแก้ข้อมูล

(ก) ข้อมูลระดับสัญญาณดาวเทียม เป็นขั้นตอนการบันทึกข้อมูลระดับสัญญาณดาวเทียม ความถี่ 1.694 GHz ที่รับมาจากดาวเทียม GMS (Geostationary Meteorological Satellite) โดยบันทึกข้อมูลระดับสัญญาณโดยการชักตัวอย่างด้วยความถี่ 50 Hz เป็นข้อมูลดิบแล้วนำมาหาค่ามัธยฐาน (Median) ทุก 10 วินาทีแล้วเก็บไว้เป็นข้อมูลระดับสัญญาณ

(ข) คำนวณค่าดัชนี S_4 (Scintillation Index : S_4) ทำหน้าที่นำข้อมูลมาคำนวณค่าดัชนี S_4 เพื่อนำดัชนีนี้ไปใช้ในการเปรียบเทียบกับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณอิเล็กตรอนรวม (Total Electron Content) และค่าสนามแม่เหล็กโลก

(ค) เปรียบเทียบค่า S_4 ทำหน้าที่นำ S_4 กับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณอิเล็กตรอนรวม และค่าสนามแม่เหล็กโลกมาเปรียบเทียบกับกัน เพื่อดูว่าขณะนั้นเกิดซินทิลเลชันหรือไม่ เพื่อนำไปใช้เป็นตัวช่วยในการตัดสินใจตัดข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ออก

(ง) ตัดข้อมูล ทำหน้าที่ตัดข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ออก

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาโปรแกรมตัดข้อมูลซินทิลเลชันที่มีความเชื่อถือได้ออก สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาผลกระทบการเกิดซินทิลเลชัน

1.4 ขอบเขตของการทำวิจัย

ตัดข้อมูลซินทิลเลชันที่มีความเชื่อถือได้ออก สำหรับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลระดับสัญญาณดาวเทียม GPS ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2543 เป็นหลัก และใช้ข้อมูลปริมาณอิเล็กตรอนรวม และสนามแม่เหล็กโลกที่วัดได้หิมมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประกอบการตัดข้อมูล

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 นำข้อมูลที่ตัดแล้ว ไปใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายการเกิดซินทิลเลชัน

1.5.2 นำข้อมูลที่ตัดแล้ว ไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านดาวเทียมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6 ขั้นตอนการทำวิจัย

1.6.1 ศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดซินทิลเลชัน เนื่องจากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์

1.6.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ทำให้เกิดซินทิลเลชันกับข้อมูลระดับสัญญาณ

1.6.3 นำ TEC และสนามแม่เหล็กโลก มาหาความสัมพันธ์กับการเกิดซินทิลเลชัน โดยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)

1.6.4 ทำการทดสอบนัยสำคัญโดยนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมาทดสอบค่า t (t-test)

1.6.5 ใช้โปรแกรม MATLAB ในการพัฒนาโปรแกรมตัดข้อมูล

1.6.6 ทดสอบความเชื่อถือได้ ของข้อมูลที่ตัดแล้ว โดยเปรียบเทียบกับผลจากผู้เชี่ยวชาญจากโครงการ POST-PARTNERS

1.6.7 วิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และเสนอรายงานวิทยานิพนธ์

1.7 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Otung *et al.* [1998] เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “Extracting Scintillations from Satellite Beacon Propagation Data” ทำการวิจัยความถี่ตัดของวงจรกรองผ่านสูงแบบดิจิทัล เพื่อหาความถี่ตัดที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ตัดข้อมูลสัญญาณที่มีการกระเพื่อมเนื่องจากปัจจัยอื่น ที่ไม่ได้เกิดจากซินทิลเลชันออกจากข้อมูลดิบ ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างแบบจำลองซินทิลเลชันแบบเอมพิริคัล (Empirical Model) พบว่าหากความถี่ตัดต่ำเกินไปผลที่ไม่ได้เกิดจากซินทิลเลชันจะรวมเข้าไป ในการจางหายของสัญญาณ และทำให้ระดับเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ถ้าความถี่ตัดสูงเกินไปซินทิลเลชันที่องค์ประกอบความถี่ต่ำกว่าความถี่ตัดจะถูกตัดออก

Basu *et al.* [1999] ได้เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “A Comparison of TEC Fluctuations and Scintillations at Ascension Island” ทำการเปรียบเทียบการเกิดซินทิลเลชันที่แอมพลิจูด (Amplitude Scintillation) ที่เกาะ Ascension ซึ่งที่ตั้งใกล้กับจุดยอดของ Equatorial Anomaly ทางด้านใต้ กับการกระเพื่อมของค่า TEC โดยวัดจากสัญญาณ L1 (1.575 MHz) ของดาวเทียม GPS พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ TEC กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงของ TEC เป็นตัวบ่งชี้การเกิดซินทิลเลชันเนื่องจากไอโอโนสเฟียร์ และใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงของ TEC ทำนายการเกิดซินทิลเลชัน แต่ไม่สามารถบอกถึงระดับความรุนแรงของการเกิดซินทิลเลชัน

Sushil and Gwal [2000] เสนอผลงานวิจัยเรื่อง “VHF Ionospheric Scintillations near the Equatorial Anomaly Crest: Solar and Magnetic Activity Effects” เป็นการศึกษาอิทธิพลของดวงอาทิตย์และสนามแม่เหล็กต่อซินทิลเลชันเนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ย่านความถี่ VHF ที่ Bhopal เป็นสถานที่อยู่ใกล้กับจุดยอดของ Equatorial Anomaly ด้านเหนือ ตั้งอยู่ที่ประเทศอินเดีย พบว่าซินทิลเลชัน ในช่วงเดือน E (Equinox) และเดือน D (Winter) มักจะเกิดในช่วงก่อนเที่ยงคืน และช่วงเดือน J (Summer) ซินทิลเลชันจะเกิดช่วงหลังเที่ยงคืนมากกว่า ซินทิลเลชันที่

ระดับความรุนแรงมาก (มากกว่า 20 dB) มักจะเกิดในช่วงเวลาก่อนเที่ยงคืน ส่วนหลังเที่ยงคืนมักจะ
มีระดับความรุนแรงปานกลาง (5-10 dB) หรือรุนแรงน้อย (น้อยกว่า 5 dB) อิทธิพลจากดวงอาทิตย์
ต่อซินทิลเลชันมีมากในเดือน E และ D อิทธิพลของสนามแม่เหล็กโลกต่อซินทิลเลชันแปรตามฤดูกาล
และยับยั้งการเกิดซินทิลเลชันช่วงก่อนเที่ยงคืน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังเที่ยงคืน โดยเฉพาะหลัง 3
นาฬิกา (เวลามาตรฐานอินเดีย) และสังเกตพบว่าในกรณีของการเกิดพายุสนามแม่เหล็กที่ดัชนี Dst
ต่ำกว่า -125 nT และเฟสฟื้นตัว (Recovery Phase) เริ่มต้นช่วงหลังเที่ยงคืนจนถึงเช้าของเวลาท้อง
ถิ่น พบว่าเกิดซินทิลเลชันมากในช่วงหลังเที่ยงคืนและบางครั้งยังคงอยู่เป็นเวลาหลายชั่วโมงหลัง
จากดวงอาทิตย์ขึ้น