



การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบ
เรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ

นายเมธี ทวีชนม์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบ
เรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ

โดย นายเมธี ทวีชนม์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณี น้อยยิ่ง)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิรัตน์ อัสวานวัตร)

ชื่อ : นายเมธี ทวีชนม์
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้ง
 เตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจ
 อากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ
 สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

ลูกเห็บเกิดจากพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงซึ่งถือเป็นความเสี่ยงตามธรรมชาติที่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงต่อชีวิตมนุษย์และอาคารบ้านเรือน ความเสียหายที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับความถี่และความรุนแรงของลูกเห็บที่ตกลงสู่พื้นดิน โดยเหตุการณ์ลูกเห็บมีความเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงของบรรยากาศ กระแสลมที่รุนแรง และระบบการพาความร้อนที่มีการจัดระเบียบ โดยเฉพาะในฤดูร้อนที่มีลมรุนแรงและปริมาณไอน้ำในบรรยากาศสูง การพัฒนาและการศึกษาการก่อตัวและโครงสร้างของพายุลูกเห็บได้รับการศึกษาโดยใช้เรดาร์อุตุนิยมวิทยาแบบโพลาไรซ์เซชันเดียวหรือโพลาไรซ์เซชันคู่ในประเทศไทย โดยพายุฝนฟ้าคะนองในฤดูร้อนมักเป็นปรากฏการณ์ขนาดเล็กที่มีระยะเวลาอันสั้น มักเกิดในช่วงบ่ายและส่งผลให้เกิดลูกเห็บขนาดใหญ่ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคาร พืชผล และมนุษย์ การศึกษาการพยากรณ์ลูกเห็บและกลไกการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองในประเทศไทยจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการเข้าใจถึงกระบวนการธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเมฆฝนและลูกเห็บสามารถช่วยพัฒนาระบบการแจ้งเตือนภัยและเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งพายุลูกเห็บได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ

(มีจำนวนทั้งสิ้น 53 หน้า)

คำสำคัญ : ลูกเห็บ เรดาร์อุตุนิยมวิทยา การพยากรณ์ลูกเห็บ

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Methee Taweechon

Independent Study Title : Study and develop a work manual for hailstorm
warning using data , from weather radar systems :
Case study Northern Thailand

Major Field : Electrical Engineering
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Chainarong Yensiri

Academic Year : 2024

ABSTRACT

Hail is caused by severe thunderstorms, which pose a natural hazard that can result in significant damage to human life and buildings. The extent of the damage depends on the frequency and intensity of the hailstones that reach the ground. Hail events are related to atmospheric instability, strong updrafts, and a well-organized heat transport system, especially in the summer, when there are intense winds and high levels of water vapor in the atmosphere. The development and structure of hailstorms have been studied using meteorological radar systems with single or dual polarization in Thailand. Summer thunderstorms are typically short-lived and small-scale phenomena, usually occurring in the afternoon, and can result in large hailstones that may cause damage to buildings, crops, and even humans. Studying hail forecasting and the mechanisms behind thunderstorms in Thailand is crucial, as understanding the natural processes involved in cloud formation and hail generation can help improve early warning systems and increase the effectiveness and accuracy of hailstorm mitigation efforts.

(Total 53 Pages)

Keywords: Hail, Meteorological Radar, Hail Forecasting

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยณรงค์ เย็นศิริ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ตลอดกระบวนการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ อาจารย์ได้มอบความรู้และแนวคิดที่ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถพัฒนางานวิชาการนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบและอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา รวมถึงให้ข้อเสนอแนะที่สำคัญเพื่อให้งานชิ้นนี้มีคุณภาพและเป็นไปตามหลักวิชาการ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตลอดระยะเวลาการศึกษา สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจสำคัญตลอดเส้นทางการศึกษา หากปราศจากการสนับสนุนจากทุกท่าน งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้

เมธิ ทวีชนม์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความหมายและหน้าที่ของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	4
2.2 การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	5
2.3 ความหมายและผลกระทบของพายุลูกเห็บ	7
2.4 ความหมายและความสำคัญของคู่มือการปฏิบัติงาน	8
2.5 ประโยชน์ของคู่มือการปฏิบัติงาน	9
2.6 ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์	10
2.7 ขั้นตอนพื้นฐานที่ช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ	10
2.8 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์	11
2.9 วิธีการพยากรณ์	12
2.10 การเรียนรู้เชิงลึก	13
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	17
3.1 ศึกษาและหาข้อมูล	19
3.2 จัดทำเนื้อหาและเรียบเรียงเนื้อหา	19
3.3 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา	20
3.4 รวบรวมข้อมูลการสะท้อนกลับของเรดาร์	21

สารบัญ

3.5 การประมวลผลและวิเคราะห์คุณลักษณะของพายุลูกเห็บ	21
3.6 สรุปผลการศึกษา	21
3.7 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา	21
3.8 จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	21
3.9 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา	21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	22
4.1 ผลการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บจากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ	22
4.2 ผลการวิเคราะห์งานจากคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	27
4.3 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	30
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	32
5.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา	32
5.2 ข้อเสนอแนะ	33
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก ก คู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	35
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญ	44
ภาคผนวก ค แบบประเมินความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญ	50
ภาคผนวก ง สรุปผลความคิดเห็นการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ	51
ประวัติผู้วิจัย	53

สารบัญตาราง

	หน้า
4-1 ข้อมูลทั่วไปจากการเข้าแบบจำลองพยากรณ์	22
4-2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) สำหรับพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ทั้งหมด	27
ค-1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	30
ง-1 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	52



สารบัญภาพ

	หน้า
2-1 แสดงการสร้างโปรดัคซ์ CAPPI จากข้อมูลเชิงปริมาตร (Volume Scan)	6
2-2 ตัวอย่างภาพที่สร้างจากการตรวจแบบ CAPPI สถานีเรดาร์ฝนหลวงร้องกวาง อ.ร้องกวาง จ.แพร่	6
2-3 องค์ประกอบของการก่อตัวของพายุจากเมฆในกลุ่มของ Cumulonimbus และการเกิดลูกเห็บ	7
2-4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมโดยมีส่วนย่อยในการคำนวณ คือ Node และการเรียงของ Node เป็นชั้น เรียกว่า Layer	14
2.5 ตัวอย่างโครงสร้างของอัลกอริทึม Deep Neural Network	16
3-1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	17
4-1 แสดงการติดตามและแสดงผลการฝึก (Training)	24
4-2 แสดงประสิทธิภาพการฝึก	24
4-3 แสดงค่าคลาดเคลื่อนจากการฝึก	25
4-4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรตาม (Dependent Variables)	26
4-5 การจัดทำตารางวิเคราะห์งาน	28
4-6 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	28
4-7 ใ้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ)	29
4-8 ใ้ลำดับขั้นตอน	29
ข-1 หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ลูกเห็บเกิดจากพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรง ถือเป็นความเสี่ยงตามธรรมชาติ ลูกเห็บสามารถก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงต่อชีวิตมนุษย์และอาคารบ้านเรือน ความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับความถี่และความรุนแรงของลูกเห็บที่ตกลงมาสู่พื้นดิน เหตุการณ์ลูกเห็บเกี่ยวข้องกับความไม่เสถียรของบรรยากาศ กระแสลมขึ้นอย่างรุนแรง และระบบการพาความร้อนที่มีการจัดระเบียบอย่างดี โดยปกติแล้ว ในช่วงฤดูร้อนจะมีกระแสลมขึ้นอย่างรุนแรงในพายุฝนฟ้าคะนอง รวมถึงปริมาณไอน้ำในชั้นบรรยากาศที่อาจมีสูงในวันที่อากาศอบอุ่นในฤดูร้อน ดังนั้น ลูกเห็บที่เกิดจากพายุฝนฟ้าคะนองในฤดูร้อนอาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางค่อนข้างใหญ่ (Pakdee : 2015)

ลูกเห็บได้รับการตรวจสอบมากขึ้น จากเรดาร์อุตุนิยมวิทยาที่ช่วยให้วิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำ เส้นทางของพายุและความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของลูกเห็บ ได้มีการศึกษาการพัฒนาตัวและโครงสร้างของพายุลูกเห็บด้วยระบบเรดาร์ตรวจอากาศ อาศัยโพลาริซเซชันเดี่ยวหรือโพลาริซเซชันคู่ โดยในประเทศไทยลูกเห็บเกือบทั้งหมดมีความเกี่ยวข้องกัน พายุฝนฟ้าคะนองในฤดูร้อนจะเป็นปรากฏการณ์ขนาดเล็ก มักมีระยะเวลาอันสั้น ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม ไม่ค่อยพบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภูเขาทางภาคเหนือ โดยทั่วไป พายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงเกิดขึ้นกับลูกเห็บที่เข้ามาถึงพื้นดินในตอนบ่าย พายุลูกเห็บอาจทำให้เกิดลูกใหญ่ได้ มีความเสียหายต่ออาคารและพืชผล และบางครั้งก็รวมถึงมนุษย์ด้วย ความเป็นมาของลูกเห็บในท้องถิ่นและธรรมชาติของมันมีความสำคัญอย่างการพยากรณ์ลูกเห็บในประเทศไทยยังคงเป็นเรื่องที่ทำนาย เนื่องจากกลไกการก่อตัวของลูกเห็บในลักษณะภูมิอากาศของไทยมีความซับซ้อน ดังนั้นการศึกษาและเข้าใจกลไกการเกิดและคุณลักษณะเฉพาะของลูกเห็บจึงสำคัญในการพัฒนาแนวทางพยากรณ์และการป้องกันที่มีประสิทธิภาพ (Pakdee : 2015)

ช่วงฤดูร้อนของทุกปีการเกิดพายุฤดูร้อนและลูกเห็บตกได้สร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินของประชาชน กรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้มีส่วนเข้าไปช่วยบรรเทาภัยธรรมชาตินี้ด้วยการปฏิบัติการฝนหลวงเมฆเย็น เพื่อบรรเทาความรุนแรงจากพายุลูกเห็บผ่านการปฏิบัติการฝนหลวงเมฆเย็น ด้วยการยิงฟลูซิไลเวอร์ไอโอไดด์ (Agi Flare) ที่ยอดเมฆซึ่งมีระดับอุณหภูมิ -4 ถึง -12 องศาเซลเซียสในปริมาณที่มากกว่าการทำฝนเมฆเย็นปกติ (Over seeding) เป็นเทคนิคการดัดแปรสภาพอากาศเพื่อทำให้กลุ่มเมฆตกเป็นฝนก่อนที่จะก่อยอดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดลูกเห็บตกมาถึงพื้น สร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินและชีวิตประชาชน ทั้งนี้ มีการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บผ่านช่องทางจากการใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ ซึ่งเป็นระบบการตรวจสภาพอากาศที่ได้รับความนิยม

อย่างแพร่หลายและมีความแม่นยำ เราสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้เพื่อเตรียมความพร้อมและลดผลกระทบจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับประชาชนได้ อาทิ การตรวจวัดการเกิดกลุ่มเมฆฝน พายุฝนฟ้าคะนอง และการตรวจวัดพายุลูกเห็บเพื่อใช้สำหรับการศึกษาลักษณะทางกายภาพ คุณสมบัติ และพฤติกรรมของพายุฝน การพัฒนาตัวของกลุ่มฝน ช่วงอายุ ขนาดและลักษณะการเคลื่อนที่ (จิตติกร จรรยาธรรม และคณะ : 2551)

การศึกษาและทำความเข้าใจถึงคุณสมบัติและพฤติกรรมที่สำคัญของพายุฝนและพายุลูกเห็บในประเทศไทยจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ส่งผลต่อการทำความเข้าใจกระบวนการธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดเมฆฝน และการเกิดลูกเห็บ และมีส่วนสำคัญยิ่งต่อการนำไปพัฒนาประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนภัย เพื่อให้การบรรเทาภัยพิบัติการยับยั้งพายุลูกเห็บเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และตรวจวัดข้อบ่งชี้ในการเกิดพายุลูกเห็บให้ได้ข้อมูลที่สามารถคาดการณ์เหตุการณ์ฝนฟ้าคะนอง และพายุลูกเห็บ สำหรับการปฏิบัติการยับยั้งลูกเห็บ มีความถูกต้องและแม่นยำขึ้น [3]

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบการแจ้งเตือนภัยที่มีความแม่นยำและรวดเร็วในการคาดการณ์พายุลูกเห็บ โดยการใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเตือนภัยในพื้นที่ภาคเหนือ

1.2.2 เพื่อศึกษาความแม่นยำและประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้จากระบบเรดาร์ตรวจอากาศในการคาดการณ์พายุลูกเห็บ โดยเน้นการประมวลผลข้อมูลเรดาร์ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือแจ้งเตือนภัยในพื้นที่ภาคเหนือ

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณลักษณะของพายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับลักษณะของพายุฝน/กลุ่มฝน ในช่วงฤดูร้อน บริเวณภาคเหนือประเทศไทย โดยใช้ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Radar Reflectivity)

1.2.4 เพื่อเพิ่มพูนความรู้และความเข้าใจของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือเกี่ยวกับพายุลูกเห็บและวิธีการตอบสนองต่อภัยธรรมชาติชนิดนี้

1.2.5 เพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ สำหรับการแจ้งเตือนภัยพิบัติให้แก่ประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือ

1.2.5 เพื่อให้มีระบบการรับมือและการป้องกันที่มีประสิทธิภาพและสามารถจัดการภัยพิบัติจากพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือได้ดียิ่งขึ้น โดยใช้ข้อมูลและการเตือนภัยที่มีความแม่นยำจากระบบเรดาร์

1.3 ขอบเขตโครงการ

ดำเนินการวิจัยวันที่มีเหตุการณ์ของการเกิดพายุลูกเห็บที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม ของ พ.ศ. 2566 และ พ.ศ. 2567 ณ สถานีเรดาร์ฝนหลวงร้องกวาง จังหวัดแพร่ และสถานีเรดาร์ฝนหลวงอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณพื้นที่

ภาคเหนือในรัศมีการตรวจวัดของเรดาร์ 240 กิโลเมตร โดยเรดาร์จะทำการตรวจวัดกลุ่มฝนทุกๆ 6 นาทีและใช้โปรแกรมประยุกต์ Rainbow5 เพื่อประเมินคุณสมบัติของกลุ่มเมฆที่พัฒนาตัวเป็นพายุ ลูกเห็บ และทำการสร้างคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บจากข้อมูลระบบเรดาร์ตรวจ อากาศ ประกอบด้วย

- วัตถุประสงค์
- ขอบเขต
- คำจำกัดความ
- หน้าที่รับผิดชอบ
- มาตรฐานคุณภาพการปฏิบัติงาน
- แผนการปฏิบัติงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 กรมฝนหลวงและการบินเกษตรมีข้อกำหนดและแนวทางการปฏิบัติสำหรับการแจ้งเตือน ภัยพายุลูกเห็บ สำหรับการพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บเพื่อวางแผนการตัดสินใจในการกิจการ ปฏิบัติการฝนหลวงเพื่อการยับยั้งลูกเห็บประจำวันในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศในช่วงฤดูร้อน

1.4.2 ข้อมูลการตรวจวัดด้วยระบบเรดาร์ตรวจอากาศ สามารถนำมาสร้างองค์ความรู้ด้าน พฤติกรรมของการเกิดพายุลูกเห็บของภาคเหนือประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สำคัญในการเพิ่ม ประสิทธิภาพในการกิจการบรรเทาภัยพิบัติจากการเกิดลูกเห็บของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้

1.4.3 ขยายกรอบแนวคิดการดำเนินการ เพื่อเข้าใจถึงคุณลักษณะ คุณสมบัติ และพฤติกรรมของ พายุลูกเห็บ ของพื้นที่ภาคเหนือให้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นต้นแบบในการดำเนินการในพื้นที่อื่นๆ ในแต่ ละภูมิภาคของประเทศได้ต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ผู้ค้นคว้าได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับพายุลูกเห็บจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ โดยผู้ค้นคว้าได้รวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการค้นคว้า ดังนี้

- 2.1 ความหมายและหน้าที่ของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ
- 2.2 การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ
- 2.3 ความหมายและผลกระทบของพายุลูกเห็บ
- 2.4 ความหมายและความสำคัญของคู่มือการปฏิบัติงาน
- 2.5 ประโยชน์ของคู่มือการปฏิบัติงาน
- 2.6 ความหมาย และความสำคัญของการพยากรณ์
- 2.7 ขั้นตอนพื้นฐานที่ช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ
- 2.8 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์
- 2.9 ประโยชน์ของการพยากรณ์
- 2.10 การเรียนรู้เชิงลึก

2.1 ความหมายและหน้าที่ของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

เครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ (RADAR ; Radio Detection and Ranging) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดตำแหน่งของเป้าหมาย (Target) หรือวัตถุในระยะไกลด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อช่วยในการตรวจสอบตำแหน่งและทิศทางของเรือหรืออากาศยาน การถ่ายภาพทางอากาศ การตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติรวมทั้งการใช้งานเพื่อการตรวจสอบสภาพอากาศ การเตือนภัยธรรมชาติและพายุ สัญญาณเรดาร์ที่ส่งออกไป เมื่อกระทบกับเป้าหมายหรือวัตถุจะสะท้อนกลับมา สัญญาณเรดาร์ที่สะท้อนกลับมานี้จะถูกประมวลผล เพื่อแสดงข้อมูลบนจอภาพ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบลักษณะและตำแหน่งของเป้าหมายได้

เรดาร์ตรวจอากาศ (Weather Radar) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจวัดสภาพอากาศในระยะไกล สามารถตรวจวัดพายุฝนฟ้าคะนอง ความเข้มหรือวัดปริมาณฝน ความเร็วของการเคลื่อนตัวของกลุ่มฝน (Radial Velocity) และบอกถึงระดับความรุนแรงของกลุ่มฝนได้ โดยการส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ เรดาร์ตรวจอากาศจะทำการส่งคลื่นวิทยุเป็นจังหวะในช่วงเวลาสั้น ๆ ในลักษณะลำคลื่นมุมแคบ เมื่อลำคลื่นดังกล่าว กระทบกับกลุ่มฝนหรือสิ่งกีดขวางจะสะท้อนกลับ มายังจานสายอากาศเข้าสู่เครื่องรับเพื่อนำมาใช้ในการประมวลผลสัญญาณ ก่อนที่จะถูกส่งไปแสดงข้อมูลบนจอภาพเรดาร์ต่อไป ปัจจุบันกรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้มีการใช้ระบบเรดาร์ตรวจอากาศแบบ Single

Polarization และแบบ Dual Polarization ในการตรวจวัดข้อมูลกลุ่มเมฆฝน เพื่อใช้ในการวางแผนการปฏิบัติงาน การประเมินผลและช่วยในการเตือนภัยการบินปฏิบัติงานฝนหลวง ทำการระบบตรวจวัดข้อมูลแบบเชิงปริมาตร (Volume Scan) เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลสภาพอากาศแบบสามมิติ ทั้งแนวระนาบและแนวตั้งได้ในเวลาเดียวกัน โดยให้สามารถเก็บข้อมูลสภาพอากาศที่ รัศมีไกลสุด 25 กิโลเมตร โดยมีความสูงอย่างต่ำ 10 กิโลเมตร และรัศมีไกลสุด 240 กิโลเมตร โดยให้มีความสูง อย่างต่ำ 20 กิโลเมตร เรดาร์จะทำการสแกนหรือหมุนจานสายอากาศในแนวระดับและทางแนวตั้ง เพื่อตรวจวัดข้อมูลกลุ่มเมฆฝนตั้งแต่ระดับต่ำจนถึงระดับความสูงที่ต้องการ โดยทำการตรวจวัดข้อมูลแบบเชิงปริมาตรทุก ๆ 6 นาที เพื่อให้ได้ข้อมูลในการติดตามตรวจกลุ่มเมฆฝนได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

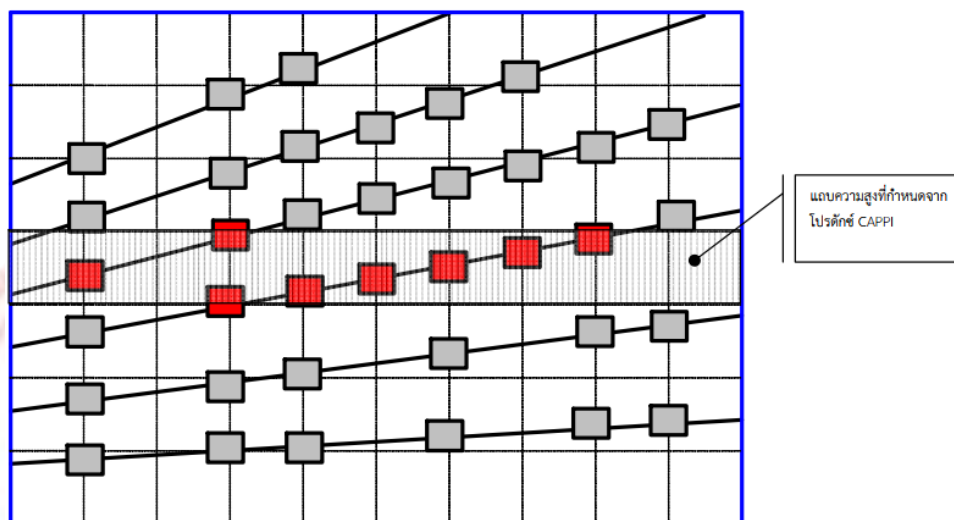
ระบบการทำงานของเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. ระบบภาคส่งสัญญาณ (Transmitter) เป็นส่วนที่ทำการสร้างสัญญาณคลื่นวิทยุ (สัญญาณเรดาร์) ตามช่วงความถี่ที่ต้องการ (C Band ,S Band) ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ หลอดผลิตความถี่วิทยุ (Magnetron) และระบบไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage)
2. ระบบภาครับสัญญาณ (Receiver) ทำหน้าที่รับและขยายสัญญาณสะท้อนกลับให้มีขนาดความแรงของสัญญาณที่เพียงพอเพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลต่อไป
3. ระบบจานสายอากาศ (Antenna System) เป็นระบบที่มีการเชื่อมต่อกับทั้งระบบภาคส่ง และระบบภาครับสัญญาณ สัญญาณคลื่นวิทยุที่สร้างออกมาจากภาคส่งจะถูกส่งต่อไปยัง ระบบจานสายอากาศเพื่อส่งสัญญาณคลื่นวิทยุสู่บรรยากาศ จากนั้นระบบจานสายอากาศจะรอรับสัญญาณสะท้อนกลับเพื่อส่งต่อไปยังระบบภาครับสัญญาณ
4. ระบบควบคุมและแสดงผลข้อมูลเรดาร์ (Controls and Display) ระบบควบคุมจะสั่งการทั้งระบบภาคส่ง ,ภาครับ และระบบจานสายอากาศ เพื่อให้ทำงานตามต้องการและระบบประมวลผลข้อมูลจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบภาครับเทียบกับระบบภาคส่งสัญญาณ เพื่อใช้ในการประมวลผลสัญญาณ

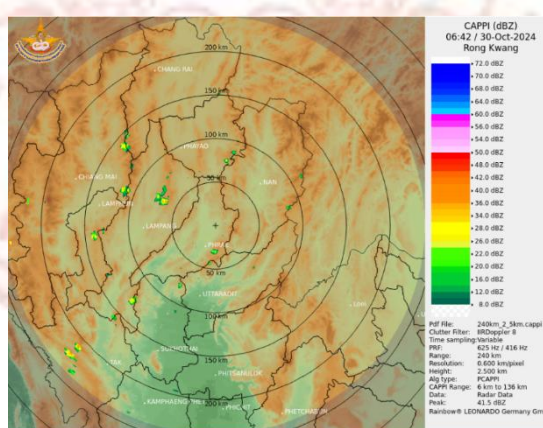
2.2 การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

ข้อมูลการตรวจวัดกลุ่มฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้มาจากโปรดัคซ์ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) แบบ dBZ (Reflectivity) ซึ่งเป็นการตรวจวัดที่ประยุกต์มาจากการตรวจวัดแบบ PPI (Plan Position Indicator) (ซึ่งเป็นการระบบตรวจวัดข้อมูลทางแนวระดับโดยใช้มุมเงยเพียงมุมเดียว) การระบบตรวจวัดข้อมูลแบบ CAPPI จะทำการสแกนข้อมูลแบบ PPI หลายๆ มุมเงย ทำให้ได้ข้อมูลของสภาพอากาศแบบปริมาตร (สามมิติ) ในการประมาณความเข้มของ กลุ่มเมฆฝน,ความเร็วดอปเพลอร์ และความกว้างของแถบสเปกตรัมในระนาบแนวนอน ที่มีค่าความสูงแตกต่างกันออกไป ผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลข้อมูลได้โดย

สามารถกำหนด ‘ความสูง’ ของบริเวณที่เราสนใจได้ โดยสามารถกำหนดความสูงได้ตั้งแต่ 1 กิโลเมตร จนถึงระดับความสูงที่ 20 ถึง 30 กิโลเมตร หรือขึ้นกับอยู่ความสูงในการระบบตรวจวัดข้อมูลเชิงปริมาตร การตรวจวัดข้อมูลแบบ CAPPI แสดงภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 แสดงการสร้างโปรดัคส์ CAPPI จากข้อมูลเชิงปริมาตร (Volume Scan) จากรูป 2-1 แสดงถึงภาพตัดขวางของการระบบตรวจวัดข้อมูลเรดาร์เชิงปริมาตร รูปสี่เหลี่ยม ขนาดเล็กแสดงถึงสัญญาณสะท้อนกลับในแต่ละ Ray อัลกอริธึมของการตรวจวัดของโปรดัคส์ CAPPI จะทำการเลือกข้อมูลสัญญาณสะท้อนกลับตามค่าสูงที่กำหนดรูปสี่เหลี่ยมสีแดงสัญญาณก่อนของสัญญาณสะท้อนกลับที่อัลกอริธึมของการตรวจวัดของโปรดัคส์ CAPPI ทำการเลือกเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป ตัวอย่างของการแสดงผลการตรวจวัดแบบ CAPPI แสดงดังภาพที่ 2-2



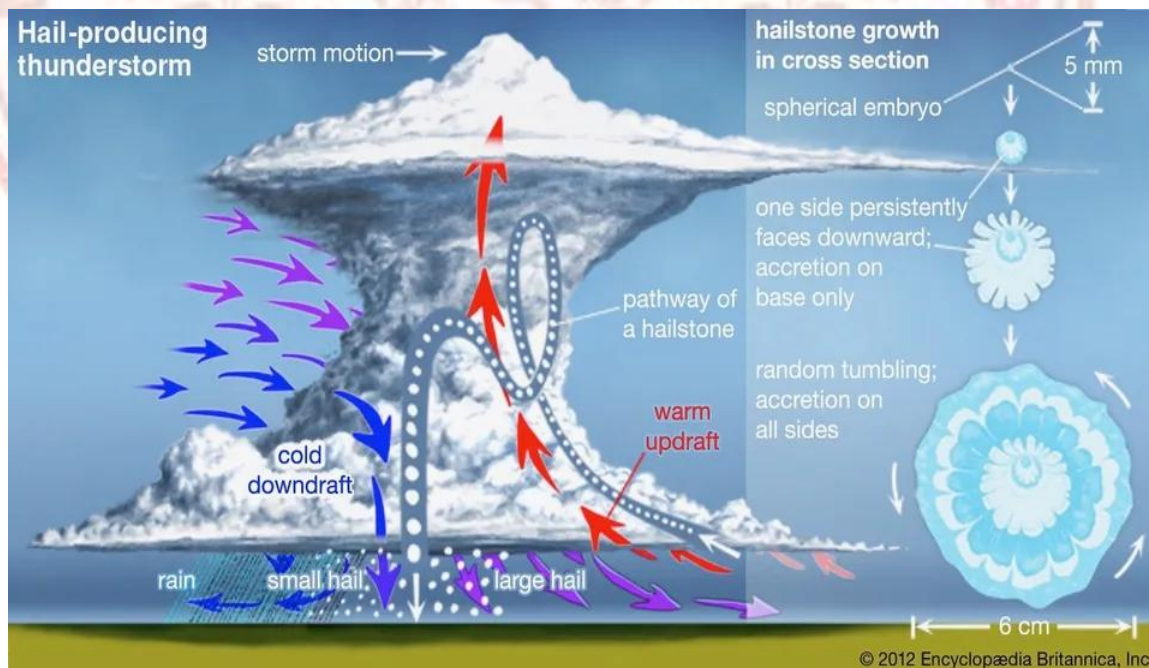
ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างภาพที่สร้างจากการตรวจแบบ CAPPI สถานีเรดาร์ฝนหลวงร้องกวาง

อ.ร้องกวาง จ.แพร่

วันที่ 30 ตุลาคม 2567 เวลา 13:42 (เวลาท้องถิ่น) ที่มา: กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

2.3 ความหมายและผลกระทบของพายุลูกเห็บ

พายุลูกเห็บจะเกิดขึ้นภายในเมฆพายุฝนฟ้าคะนองซึ่งเมฆก่อตัวแนวตั้งขนาดใหญ่ เกิดขึ้นในช่วงการเปลี่ยนฤดูกาลจากฤดูหนาวไปสู่ฤดูร้อน และช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน ซึ่งจะเรียกว่า พายุฤดูร้อน พายุฤดูร้อนจะกลายเป็นพายุฤดูฝนฟ้าคะนองประจำถิ่น ที่มักเกิดขึ้นในบริเวณประเทศไทยตอนบน เมื่ออากาศในช่วงเปลี่ยนฤดู มีความชื้นสูงและร้อนในขณะที่ความกดอากาศสูง ยังคงแผ่ลงมาเป็นครั้งคราว นำอากาศที่แห้งและเย็นกว่ามาผสมผสาน ทำให้เกิดมวลอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพ มีการแลกเปลี่ยนมวลอากาศแนวตั้ง เกิดการยกตัวของมวลอากาศอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส หรือเมฆฝนฟ้าคะนองขนาดใหญ่มากกว่าปกติเมื่ออากาศขึ้นมีการยกตัวขึ้น อุณหภูมิอากาศเย็นลงตามความสูงจนกระทั่งอุณหภูมิอากาศเท่ากับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ไอน้ำจะอึดตัวแล้วกลั่นตัวจนเป็นหยดน้ำ อากาศยังคงมีการลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิอากาศยังคงเย็นต่อไปอีกจนกระทั่งอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และเย็นต่อไปอีกจนกระทั่งหยดน้ำในเมฆกลายเป็นน้ำแข็ง (Frozen Water Droplet) เม็ดน้ำแข็งอาจตกลงมาเนื่องจากน้ำหนัก แต่อากาศข้างล่างยังคงมีการลอยตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ก้อนน้ำแข็งเล็กๆ กลับลอย ขึ้นไปอีกรอบกับก้อนน้ำแข็งที่อยู่ภายในเมฆจนเกิดเป็นก้อนน้ำแข็งใหญ่ขึ้น (Hailstone) ในลักษณะการพอก แล้วตกลงมาเนื่องจากน้ำหนักและกลับลอยขึ้นไปอีก เกิดการพอก ทำให้เม็ดน้ำแข็งใหญ่ขึ้นไปอีกเป็นลักษณะการเช่นนี้ จนกระทั่งอากาศข้างล่างที่ลอยขึ้นไปนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักของก้อนแข็งได้ ก้อนน้ำแข็งจึงตกลงสู่พื้นดินเป็นลูกเห็บ (Hail) กระบวนการเกิดลูกเห็บภายในเมฆพายุฝนฟ้าคะนองก่อตัวทางตั้งหรือเมฆคิวมูโลนิมบัส



ภาพที่ 2-3 องค์ประกอบของการก่อตัวของพายุจากเมฆในกลุ่มของ Cumulonimbus และการเกิดลูกเห็บ

สํานานุกรมไทยสำหรับเยาวชน (เล่มที่ 34) ได้อธิบายลักษณะพายุและฝนในประเทศไทยไว้ ดังนี้ พายุฤดูร้อนเป็นพายุฤดูฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในช่วงการเปลี่ยนฤดูหนาวไปสู่ฤดูร้อน และช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน พายุนี้เป็นพายุประจำถิ่น ที่มักเกิดขึ้นในบริเวณประเทศไทยตอนบน มักเกิดขึ้นในเดือนมีนาคม เมษายน และต้นเดือนพฤษภาคม ก่อนเริ่มต้นฤดูฝน เนื่องจากแผ่นดินได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าในช่วงอื่นๆ ของปี ทำให้อากาศที่อยู่เหนือผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระแสลมในช่วงนี้ พัดเข้าสู่ประเทศไทยจากทางตอนใต้ หรือตะวันออกเฉียงใต้ หรือจากทางด้านอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ หากในเวลาเดียวกัน มีลมฝ่ายเหนือพัดผ่านมาจากประเทศจีน ทำให้กระแสลมซึ่งมีมวลอากาศที่มีคุณสมบัติต่างกัน คือ กระแสลมใต้ หรือตะวันออกเฉียงใต้ เป็นอากาศร้อนและพัดขึ้นผ่านทะเลมา และกระแสลมเหนือเป็นอากาศแห้งและเย็นพัดผ่านพื้นทวีปมา จะทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงได้เป็นแห่งๆ บางโอกาสจะมีลมพัดแรงเป็นเวลา 10-15 นาที หรืออาจนานกว่านั้นก็ได้ และมีลมกระโชกเป็นครั้งคราว โดยอาจมีกำลังแรงถึง 40 นอต หรือ 75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้เกิดความเสียหายได้ แต่เกิดในบริเวณไม่กว้างนัก คือ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 20-30 ตารางกิโลเมตร พายุฤดูร้อนเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ตั้งแต่ประมาณ 30-40 นาที ถึง 2-3 ชั่วโมง

โดยทั่วไป พายุฤดูร้อนและพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงนี้มักเกิดขึ้นในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากการแผ่ลิ้มของความกดอากาศสูงจากประเทศจีนลงมาบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นในขณะที่ประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนและชื้น มีการยกตัวของมวลอากาศอยู่บ้างแล้ว แต่เมื่อมีอากาศเย็นจากบริเวณความกดอากาศสูงซึ่งมีลักษณะจมตัวลงและมีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้อากาศร้อนยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) ที่ก่อตัวขึ้นก็จะเจริญขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งอุณหภูมียอดเมฆต่ำกว่า -60 ถึง -80 องศาเซลเซียส จึงทำให้เกิดลูกเห็บตกได้ จากการติดตามและการเก็บข้อมูลเหตุการณ์การเกิดพายุลูกเห็บ ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าการเกิดพายุลูกเห็บมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคมของทุกปี

2.4 ความหมายและความสำคัญของคู่มือการปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงาน หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบการปฏิบัติงานใดงานหนึ่ง ที่กำหนดภาระหน้าที่ความรับผิดชอบไว้ในมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง (Job Description) มีคำอธิบายงานที่ปฏิบัติ ประวัติความเป็นมา มีแผนกลยุทธ์การปฏิบัติ กำหนดตัวชี้วัด การประเมินผล ซึ่งในแต่ละบท/เรื่อง/หัวข้อ ต้องมีความคิดหลัก วัตถุประสงค์ และเนื้อหาสาระที่มีความสมบูรณ์ มีรายละเอียดครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละเรื่อง มีกฎ ระเบียบ พระราชบัญญัติหนังสือเวียน มติต่าง ๆ เอกสาร ที่เกี่ยวข้อง หลักเกณฑ์และวิชาการ เทคนิคหรือแนวทางในการปฏิบัติงาน ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขข้อเสนอแนะ ทั้งนี้ต้องใช้ประกอบการปฏิบัติงานมาแล้ว และต้องจัดทำเป็นรูปเล่ม

ความสำคัญของคู่มือการปฏิบัติงาน นอกจากจะเป็นผลงานที่แสดงความเป็นผู้ชำนาญการผู้เชี่ยวชาญ และผู้เชี่ยวชาญพิเศษแล้ว ยังแสดงให้เห็นประจักษ์ว่าเป็นผู้สั่งสมความเชี่ยวชาญในงานอาชีพ Expertise) ที่ชวนขวยสนใจใฝ่รู้เพื่อสังคม พัฒนาศักยภาพ ความรู้ความสามารถของตนในการปฏิบัติราชการ ด้วยการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งรู้จักพัฒนาปรับปรุง ประยุกต์ใช้ความรู้เชิงวิชาการ และเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ากับการปฏิบัติงานให้เกิดผลสัมฤทธิ์

2.5 ประโยชน์ของคู่มือการปฏิบัติงาน

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบข้าราชการ (ก.พ.ร.) ให้ความสำคัญกับการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน และประโยชน์ของการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้การปฏิบัติงานในปัจจุบันเป็นมาตรฐานเดียวกัน
2. ผู้ปฏิบัติงานทราบและเข้าใจว่าควรทำอะไรก่อนและหลัง
3. ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าควรปฏิบัติอย่างไร เมื่อใดกับใคร
4. เพื่อให้การปฏิบัติงานสอดคล้องกับนโยบาย วิสัยทัศน์ ภารกิจ และเป้าหมายขององค์กร
5. เพื่อให้ผู้บริหารติดตามงานได้ทุกขั้นตอน
6. เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรม
7. ใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงาน
8. ใช้เป็นสื่อในการประสานงาน
9. ได้งานที่มีคุณภาพตามกำหนด
10. ผู้ปฏิบัติงานไม่เกิดความสับสน
11. แต่ละหน่วยงานรู้งานซึ่งกันและกัน
12. บุคลากร หรือเจ้าหน้าที่สามารถทำงานแทนกันได้
13. สามารถเริ่มปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เมื่อมีการโยกย้ายตำแหน่งงาน
14. ลดขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน
15. ลดข้อผิดพลาดจากการทำงานที่ไม่เป็นระบบ
16. ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการทำงาน
17. ช่วยให้เกิดความสม่ำเสมอในการปฏิบัติงาน
18. ช่วยลดความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นในการทำงาน
19. ช่วยลดการตอบคำถาม
20. ช่วยลดเวลาสอนงาน
21. ช่วยให้การทำงานเป็นมืออาชีพ
22. ช่วยในการออกแบบระบบงานใหม่และปรับปรุงงาน
23. ผู้ปฏิบัติงานทราบรายละเอียด และทำงานได้อย่างถูกต้อง

24. ทราบถึงตำแหน่งงานที่รับผิดชอบ

25. ทราบถึงเทคนิคในการทำงาน

2.6 ความหมายและความสำคัญของการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) หมายถึง การคาดคะเนการทำนายการเกิดเหตุการณ์หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต โดยการพยากรณ์จะทำการศึกษาแนวโน้มและรูปแบบการเกิดเหตุการณ์จากข้อมูลในอดีตและ/หรือใช้ความสามารถ ความรู้ประสบการณ์และดุลยพินิจของผู้พยากรณ์

การพยากรณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกองค์กรหรือธุรกิจที่ดำเนินงานภายใต้ความไม่แน่นอน โดยเฉพาะในการตัดสินใจที่มีผลกระทบต่ออนาคตขององค์กร ซึ่งการคาดเดาอย่างน่าเชื่อถือหรือใช้ข้อมูลประกอบย่อมมีคุณค่ากว่าการคาดเดาอย่างขาดความน่าเชื่อถือ แต่ไม่ได้หมายความว่า การใช้ดุลยพินิจของตัวเองในการพยากรณ์นั้นไม่ถูกต้อง เพียงแต่นำเอาเทคนิคการพยากรณ์มาใช้ถือเป็นส่วนเสริมในการใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจซึ่งหากพิจารณาอย่างละเอียดจะเห็นได้ว่าเกือบทุกองค์กรมีความจำเป็นที่จะต้องใช้การพยากรณ์ไม่ว่าจะเป็นองค์กรขนาดเล็กหรือองค์กรขนาดใหญ่ องค์กรเอกชนหรือองค์กรสาธารณะ เพราะทุกองค์กรจะต้องวางแผนเพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคต ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการพยากรณ์มีความจำเป็นอย่างย่งต่อการวางแผนและการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานในทุกธุรกิจและทุกสาขาอาชีพ

2.7 ขั้นตอนพื้นฐานที่ช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ

2.7.1 การระบุวัตถุประสงค์ทำความเข้าใจในการพยากรณ์และระบุช่วงระยะเวลาในการพยากรณ์ที่สามารถครอบคลุมได้เพื่อนำเอาผลการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้และเพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่จะใช้ได้อย่างเหมาะสม

2.7.2 รวบรวมข้อมูลที่ต้องการนำมาทำการพยากรณ์อย่างมีระบบ เพื่อให้ข้อมูลถูกต้องตามความเป็นจริง

2.7.3 จำแนกประเภทสินค้าที่มีลักษณะเป็นตัวเลขหรือปริมาณความต้องการที่มีความคล้ายคลึงกันไว้เป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกัน ทำการพยากรณ์สำหรับกลุ่มสินค้าก่อน แล้วจึงทำการพยากรณ์แบบแยกเป็นรายการสินค้าอีกครั้ง โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มลักษณะสินค้า

2.7.4 ระบุข้อมูลหรือปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อการพยากรณ์รวมถึงระบุ สมมุติฐานที่ตั้งไว้เพื่อที่ผู้ทำการพยากรณ์จะสามารถทราบถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดที่มีผลต่อค่าการพยากรณ์

2.7.5 เลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์

2.7.6 ตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำของค่าจากการพยากรณ์ที่ได้กับค่าจริง ที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ เพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการหรือสมการที่ใช้ในการคำนวณให้มีความเหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

2.8 การเลือกเทคนิคการพยากรณ์

การเลือกเทคนิคการพยากรณ์แต่ละวิธีมีปัจจัยสำคัญหรือเกณฑ์ที่จะต้องพิจารณาก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะเลือกเทคนิคการพยากรณ์แบบใดนั้น ประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.8.1 เหตุผลในการพยากรณ์ผู้ใช้งานพยากรณ์และช่วงเวลาของการพยากรณ์ล่วงหน้าแต่ละวิธีจะเหมาะสมกับการพยากรณ์ในช่วงเวลาล่วงหน้าต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นระยะสั้น ระยะกลาง หรือระยะยาว

2.8.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการพยากรณ์แต่ละครั้งและความถี่ในการพยากรณ์โดยแต่ละวิธีจะใช้เวลาทำการหาแบบและการวิเคราะห์ที่ต่างกัน ในหน่วยงานที่ต้องพยากรณ์เหตุการณ์หลายเหตุการณ์ เช่น ยอดขายสินค้าหลายๆ ประเภท การใช้วิธีการพยากรณ์ที่ยุ่งยากจะใช้เวลามากกว่าจนทำให้ผลการพยากรณ์ที่ได้ไม่ทันต่อการนำไปใช้

2.8.3 ลักษณะของข้อมูลที่มีและจำนวนข้อมูลที่มีผู้พยากรณ์จำเป็นที่จะต้องทราบว่าจะหาข้อมูลที่สนใจได้จากแหล่งใด ข้อมูลที่หาได้มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด มีลักษณะการเคลื่อนไหวอย่างไร มีหน่วยวัดอย่างไร และข้อมูลควรมีจำนวนมากน้อยเพียงใด การทำความเข้าใจข้อมูล และสามารถจำแนกได้ว่าข้อมูลในอดีตมีองค์ประกอบใด จะทำให้สามารถเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพได้

2.8.4 ความง่ายของการพยากรณ์ในกรณีที่ผู้พยากรณ์ไม่ได้เป็นผู้บริหารขององค์กรหรือธุรกิจ และผู้ใช้ค่าพยากรณ์ผู้พยากรณ์จะต้องอธิบายให้ผู้บริหารหรือผู้ใส่ค่าพยากรณ์ให้เข้าใจหลักการของวิธีการพยากรณ์ที่ใช้หากวิธีการพยากรณ์มีความยุ่งยากซับซ้อนหรือนั้นวิชาการมากเกินไป ผู้บริหารหรือผู้ใส่ค่าพยากรณ์อาจจะไม่ใช้เพราะไม่แน่ใจกับค่าพยากรณ์ที่ได้ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เลือกใช้ควรเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากมากนักต่อความเข้าใจและให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง

2.8.5 ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์การพยากรณ์จะมีค่าใช้จ่ายที่ครอบคลุมตรงแต่การหาตัวแปรที่เหมาะสมที่จะนำมาศึกษาหาข้อมูล เก็บข้อมูล และการดำเนินการพยากรณ์ตั้งแต่การสร้างรูปแบบจนถึงหาค่าพยากรณ์จากตัวแบบหรือสมการพยากรณ์

2.8.6 ความถูกต้องของการพยากรณ์แต่ละวิธีจะให้ความถูกต้องของค่าพยากรณ์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีวิธีใดที่แน่ชัดว่าวิธีการพยากรณ์วิธีใดจะให้ค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุด

2.8.7 ข้อจำกัดของแต่ละวิธีการพยากรณ์วิธีการพยากรณ์บางวิธีเช่น การวิเคราะห์ถดถอยจะให้ค่าพยากรณ์ทั้งที่เป็นแบบจุดและแบบช่วงพยากรณ์ (Point and interval forecast) ส่วนวิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลาให้แต่ค่าพยากรณ์ที่เป็นแบบจุด

2.9 วิธีการพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative forecasting methods) และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative forecasting methods)

2.9.1 การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative forecasting methods)

เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ กล่าวไว้ว่าเป็นการพยากรณ์ที่ไม่อาศัยข้อมูลในอดีตเป็นหลักแต่จะใช้ความรู้สึกหรือสามัญสำนึกและจากประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านมา ประกอบกับข้อมูลส่วนใหญ่จะได้จากผู้บริหารหรือผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเป้าหมายของการพยากรณ์ประเภทนี้เพื่อพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบขั้นพื้นฐาน (Basic pattern) ทั้งนี้ อาจจะมีผลมาจากปัจจัยภายนอกต่างๆ ที่มีผลต่อการดำเนินงาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อกระบวนการตัดสินใจได้ ซึ่งตามปกติการพยากรณ์จะต้องใช้ทั้งการพยากรณ์เชิงคุณภาพ และการพยากรณ์เชิงปริมาณประกอบกัน กล่าวคือในช่วงแรกจะใช้ข้อมูลในอดีตหาค่าพยากรณ์หลังจากนั้น จึงใช้การวิเคราะห์จากประสบการณ์ในอดีตที่ผ่านมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการดำเนินงานซึ่งเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์เชิงคุณภาพ มี 4 วิธีดังต่อไปนี้

1) วิธีเดลฟาย (Delphi Method) เป็นวิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพที่ผลการพยากรณ์จะมาจากความคิดเห็นของบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย ซึ่งอาจจะเป็นบุคคลากรจากภายในหรือภายนอกบริษัทก็ได้วิธีการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

- 1.1) ผู้พยากรณ์แต่ละคนจะเขียนค่าพยากรณ์โดยใช้ดุลยพินิจของตนเอง
- 1.2) ค่าพยากรณ์ของแต่ละคนจะนำไปสรุปและส่งคืนกลับให้ผู้พยากรณ์โดยไม่มีการระบุว่าเป็นการพยากรณ์จากใคร
- 1.3) ผู้พยากรณ์จะนำค่าพยากรณ์ที่สรุปแล้ว นำมาประเมินผลใหม่ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงการพยากรณ์ครั้งแรก กระบวนการนี้จะดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งทำให้ได้ผลสรุปร่วมกัน แต่ไม่ควรดำเนินการหลายครั้งมากเกินไป

2) กลุ่มพนักงานขายทำการพยากรณ์ (Sales Force Composite) เป็นวิธีบริหารจากระดับล่างสู่ระดับบนขององค์กร (A Bottom-Up Approach) โดยเทคนิคนี้จะอาศัยความรู้และประสบการณ์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจำหน่าย (Sales Force) ได้แก่ พนักงานขาย พนักงานส่งสินค้า พนักงานรับคำสั่งซื้อ พนักงานเทคนิค พนักงานบริการลูกค้า ผู้จัดการจำหน่าย เป็นต้น เทคนิคนี้มีประโยชน์ในการพยากรณ์เนื่องจากผู้พยากรณ์เป็นผู้ที่มีความใกล้ชิดกับลูกค้าสามารถเข้าใจความต้องการของลูกค้าและเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงกับยอดขายสินค้า หากการพยากรณ์ผิดพลาดจะส่งกระทบ โดยตรงกับผู้พยากรณ์วิธีนี้เหมาะกับการพยากรณ์ที่มีข้อมูลในอดีตน้อย หรือไม่มีข้อมูล และ

เหมาะสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้นถึงระยะกลาง ซึ่งการให้พนักงานขายเป็นผู้พยากรณ์จะส่งสัญญาณเตือน ถึงยอดขายที่จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้เป็นอันดับต้น

3) กลุ่มผู้บริหารทำการพยากรณ์ (Jury of Executive Opinion) เป็นวิธีการพยากรณ์โดยการให้บุคลากรระดับผู้บริหารจากฝ่ายต่าง ๆ ในองค์กร เช่น ฝ่ายการเงิน ฝ่ายการตลาด ฝ่ายขาย ฝ่ายผลิตและฝ่ายโลจิสติกส์ (Logistics) เข้าร่วมพยากรณ์เพื่อให้มีแนวทางความคิดที่ครอบคลุม ทุกด้าน ซึ่งมีลักษณะเป็น Top-Down Approach

4) การสำรวจตลาดลูกค้า (Consumer Market Survey) เป็นเทคนิค การพยากรณ์เพื่อประมาณการยอดขายโดยศึกษาข้อมูลของผู้บริโภคหรือกลุ่มลูกค้าเป้าหมายโดยตรง ซึ่งสามารถทำได้จากการสำรวจความคิดเห็นหรือทัศนคติของผู้ที่มีศักยภาพเป็นกลุ่มลูกค้า และเพื่อทราบพฤติกรรมในการบริโภคสินค้าและบริการ หรือคุณลักษณะของสินค้าและบริการที่กลุ่มลูกค้าเป้าหมายต้องการ เป็นต้น

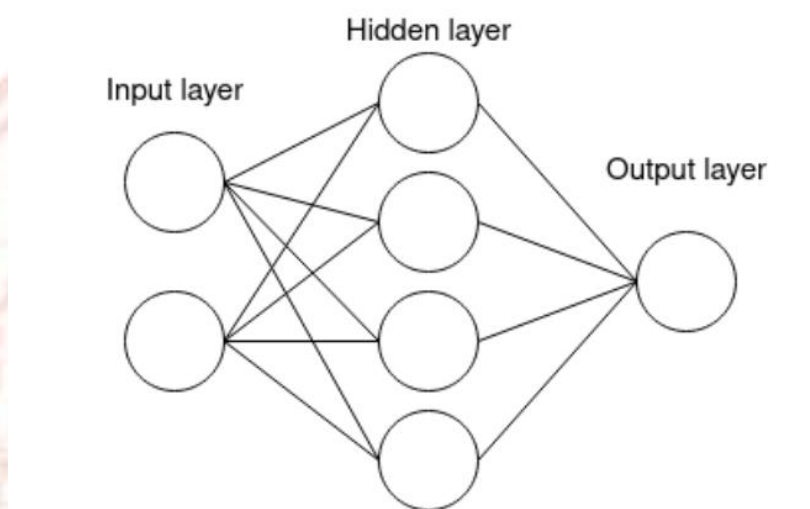
2.9.1 การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods)

การพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตมาเป็นหลักใน การพิจารณาถึงสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยหลักสถิติและคณิตศาสตร์ซึ่งผู้ทำการพยากรณ์จะต้องทำการตรวจสอบรูปแบบของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณเสียก่อนว่าข้อมูลมี ลักษณะรูปแบบอย่างไร จากนั้นจึงเลือกวิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลซึ่งจุดประสงค์ของวิธีการพยากรณ์เหล่านี้ก็คือต้องการชี้ให้เห็นถึงรูปแบบของข้อมูลในอดีตและทำการตีความรูปแบบ ของข้อมูลดังกล่าวนี้ถึงทิศทางของข้อมูลที่จะเป็นไปในอนาคต เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1) เทคนิคอนุกรมเวลา (Time Series) 2) เทคนิคความสัมพันธ์ของข้อมูล (Causal Model)

2.10 การเรียนรู้เชิงลึก

เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ที่สามารถทำให้เครื่องจักรสามารถตัดสินใจได้เช่นเดียวกับมนุษย์ โดยการเรียนรู้ของเครื่องเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านสถิติ ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายผลลัพธ์จากข้อมูลจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้เชิงลึก นั้นเริ่มมาจากโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เป็นอัลกอริทึมที่คิดค้นขึ้นมาจากการเลียนแบบการทำงานของสมองของมนุษย์ซึ่งสมองของมนุษย์มีการทำงานที่ซับซ้อนและสามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ เป็นจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโครงข่ายประสาทเทียมนั้นได้ทำการจำลองการทำงานของเซลล์ประสาทขึ้นมา ซึ่งแต่ละเซลล์มีการเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลไปหาแต่ละเซลล์เพื่อใช้ในการตัดสินใจ จุดเด่นของสมองของมนุษย์คือการทำที่เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์สามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างทั่วถึง และมีการกระจายตัวในการวิเคราะห์ข้อมูลให้แต่ละเซลล์อย่างชัดเจน

โครงข่ายประสาทเทียมนั้นถูกออกแบบมาให้มีการทำงานคล้ายกับสมองของมนุษย์ โดยการ
ทำงานเบื้องหลังของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีหน่วยย่อยที่ทำงานคล้ายกับเซลล์ประสาทของมนุษย์
เรียกว่า Node ซึ่ง Node สามารถรวมตัวกันจำนวนหนึ่งเรียงตัวเป็นชั้น จะเรียกว่า Layer โดยแต่ละ
Node จะมีขั้นตอนการทำงานแบ่งหน้าที่ตาม Layer เช่น Input Layer, Hidden Layer และ
Output Layer เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมโดยมีส่วนย่อยในการคำนวณ คือ Node
และการเรียงของ Node เป็นชั้น เรียกว่า Layer

จากภาพที่ 2-4 การทำงานของ Node นั้นมีพื้นฐานการทำงานจากทั้งในส่วนของ Linear
Regression โดย Node นั้นจะมีส่วนประกอบย่อยเรียกว่า Weight ซึ่งเปรียบเทียบกับค่า
Intercept จาก Linear Regression ที่เอาไว้ใช้ในการกำหนดน้ำหนักของค่าตัวแปรแต่ละตัวที่ใช้
ในการวิเคราะห์ และ Bias ซึ่งเปรียบเทียบกับค่า Coefficient ใน Linear Regression ซึ่งเปรียบ Node
ได้เหมือนกับการทำงานของ Linear Regression โดยในขั้นตอนของการฝึกสอนนั้น จะทำการฝึกสอน
เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้ทำการนำมาใช้ฝึกสอน จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้
ไปใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการทำนายผลโดย การฝึกสอน Neural Network นั้นจะต้องทำ
การฝึกสอนเป็นรอบ โดย 1 รอบนั้นจะต้องทำการฝึกสอนกับข้อมูลทุกตัวในข้อมูลที่ใช้สำหรับฝึกสอน
ซึ่งเรียกจำนวนรอบในการฝึกสอนว่า Epoch โครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีอยู่ด้วยหลายชนิด ซึ่ง
สามารถแบ่งออกได้ด้วยขั้นตอนการฝึกสอน โดยมีตัวอย่างของประเภทโครงสร้างโครงข่ายประสาท
เทียมที่นิยมใช้ ได้แก่ Feedforward Neural Network ที่มีการป้อนข้อมูลจากด้านหน้าไปด้านหลัง
โดยมีตัวอย่าง ได้แก่ Perceptron เป็นต้น และ Backpropagation Neural Network ที่มีการป้อน
ข้อมูลและทำการเรียนรู้โดยป้อนค่าผลลัพธ์ ที่ได้แบบย้อนกลับ การเรียนรู้เชิงลึกเป็นหนึ่งในอัลกอริทึม
ที่ถูกพัฒนาต่อยอดมาจากโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเป็นการเลียนแบบการเรียนรู้ของระบบประสาท

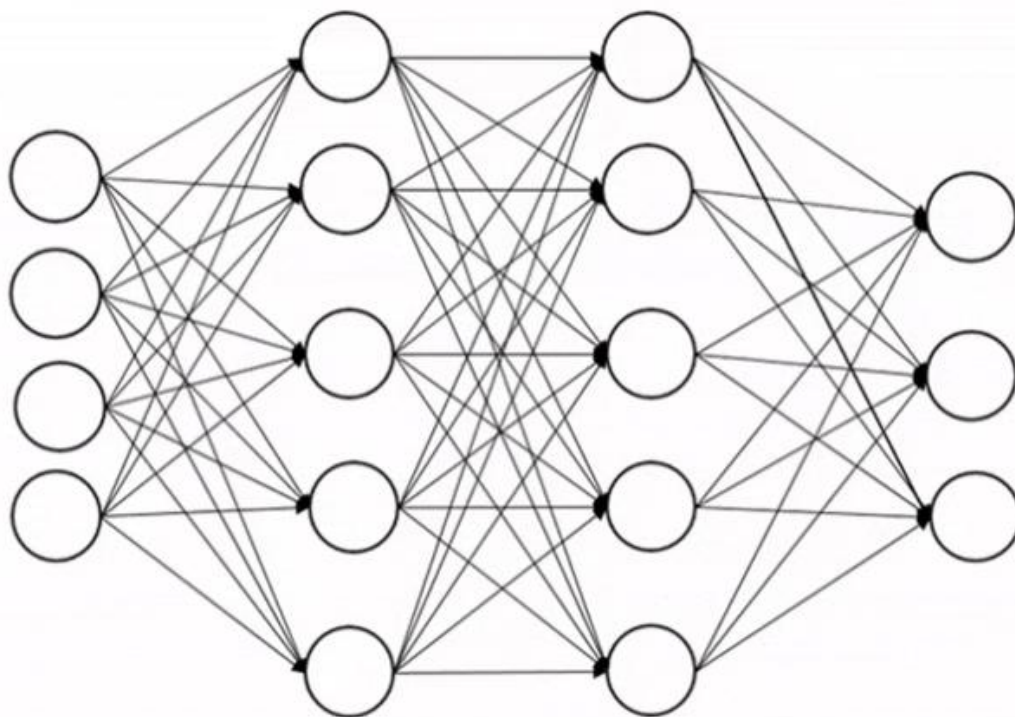
ของมนุษย์ โดยทำการต่อยอดด้วยการวาง โครงสร้างในรูปแบบวางซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น โดยมีทั้งการวางซ้อนในรูปแบบของประเภทเดียวกัน ในทุกชั้น และการวางซ้อนกันโดยแต่ละชั้นนั้นทำงานไม่เหมือนกัน ซึ่งเกิดจากการประยุกต์ใช้ ความสามารถของแต่ละโครงสร้างที่นำมาใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ที่ดียิ่งขึ้น ในปัจจุบันการเรียนรู้เชิงลึก ได้ให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และทำนายผลได้ดีกว่าการใช้อัลกอริทึมของการเรียนรู้ของเครื่องแบบเดิมเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านของจำนวนข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด และหน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้การเรียนรู้เชิงลึกนั้นสามารถใช้ตัวแปร จำนวนมากในการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ได้ ไม่เพียงแต่การเพิ่มจำนวนชั้นเท่านั้น การเรียนรู้เชิงลึกได้ทำการปรับความสามารถในการ เรียนรู้ของอัลกอริทึม โดยทำการนำการเรียนรู้แบบ Backpropagation มาปรับปรุงโดยแยก อัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ออกเป็น 2 ตัว ได้แก่ Loss Function และ Optimize Function โดย Loss Function ใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าความผิดพลาดที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างผลที่ได้จาก แบบจำลองและผลลัพธ์ที่ใช้ในการฝึกสอน จากนั้นนำ ค่า Loss ที่ได้มาใช้กับ Optimize Function ซึ่ง เป็นฟังก์ชันสำหรับการปรับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเรียนรู้ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นมา โดยมีการคิดค้น Loss Function และ Optimize Function ต่าง ๆ ขึ้นมาให้เลือกใช้งานในปัจจุบัน

การเรียนรู้เชิงลึกนั้นได้มีการคิดค้นอัลกอริทึมและโครงสร้างต่าง ๆ ขึ้นเพื่อใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการในการวิเคราะห์รูปแบบต่าง ๆ โดยอัลกอริทึมที่ได้รับความนิยมใน ปัจจุบันได้แก่ Deep Neural Network, Convolutional Neural Network, Recurrent Neural Network, Long Short-Term Memory และ Gated Recurrent Units เป็นต้น โดยความนิยมในการใช้งาน Deep Learning ที่เพิ่มขึ้น สืบเนื่องมาจากประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ที่สูง และยังรวมไปถึง เทคโนโลยีทางด้าน Hardware ที่พัฒนาไปอย่างก้าวกระโดดในปัจจุบัน ทั้งหน่วยประมวลผลที่มี ประสิทธิภาพสูง และยังรวมไปถึงการประยุกต์ใช้ Graphic Processing Unit ในการใช้งานการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งสามารถประมวลผลได้รวดเร็วกว่าถูกประมวลผลด้วย Central Processing Unit (CPU) เนื่องจาก GPU นั้นประมวลผลในรูปแบบของ Matrix Parallels แต่ CPU นั้นประมวลผลในรูปแบบ ของ Serial (Dean et al., 2012)

2.10.1 Deep Learning Network

โครงข่ายประสาทเชิงลึก (Deep Neural Network: DNN) เป็นการนำอัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกไปใช้งานในรูปแบบที่ง่ายที่สุด โดยเป็นการต่อยอดมาจากโครงข่ายประสาทเทียม ด้วยการเพิ่มจำนวนชั้นเข้าไปจำนวนหนึ่ง ทำให้มีตัวแปรที่ใช้สำหรับการคัดแยกคุณลักษณะที่มากขึ้น

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และทำนายผล (Han et al., 2016) ซึ่งในการทำงานของตัวโครงสร้างนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับโครงข่ายประสาทเทียมดังแสดงในภาพที่ 2-5



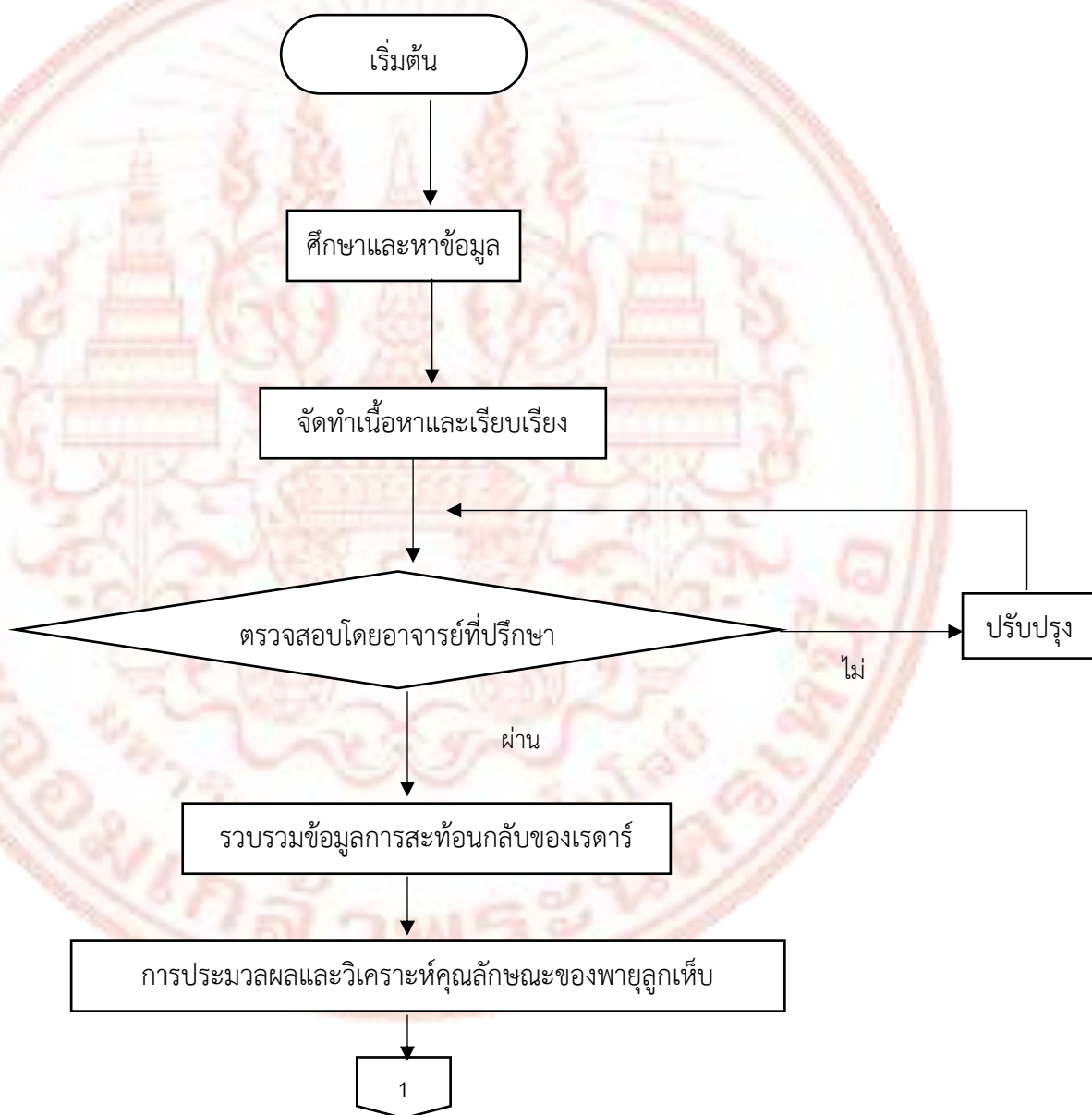
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างโครงสร้างของอัลกอริทึม Deep Neural Network

DNN มีการทำงานและโครงสร้างที่คล้ายกันกับโครงข่ายประสาทเทียมมากที่สุด แต่ได้มีการเพิ่มจำนวนชั้นสำหรับการวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อมูล โดยจำนวนที่มากขึ้นทำให้สามารถวิเคราะห์คุณลักษณะได้ละเอียดขึ้น และทำการฝึกสอนโดยใช้หลักการของ Backpropagation ในการฝึกสอน DNN ได้ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพที่มีโครงสร้างแน่นอนโดยในการวิเคราะห์ข้อมูลของ DNN นั้นจะทำการวิเคราะห์โดยไม่ได้ทำลายข้อมูลดั้งเดิม ทำให้ยังสามารถวิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพที่สูง

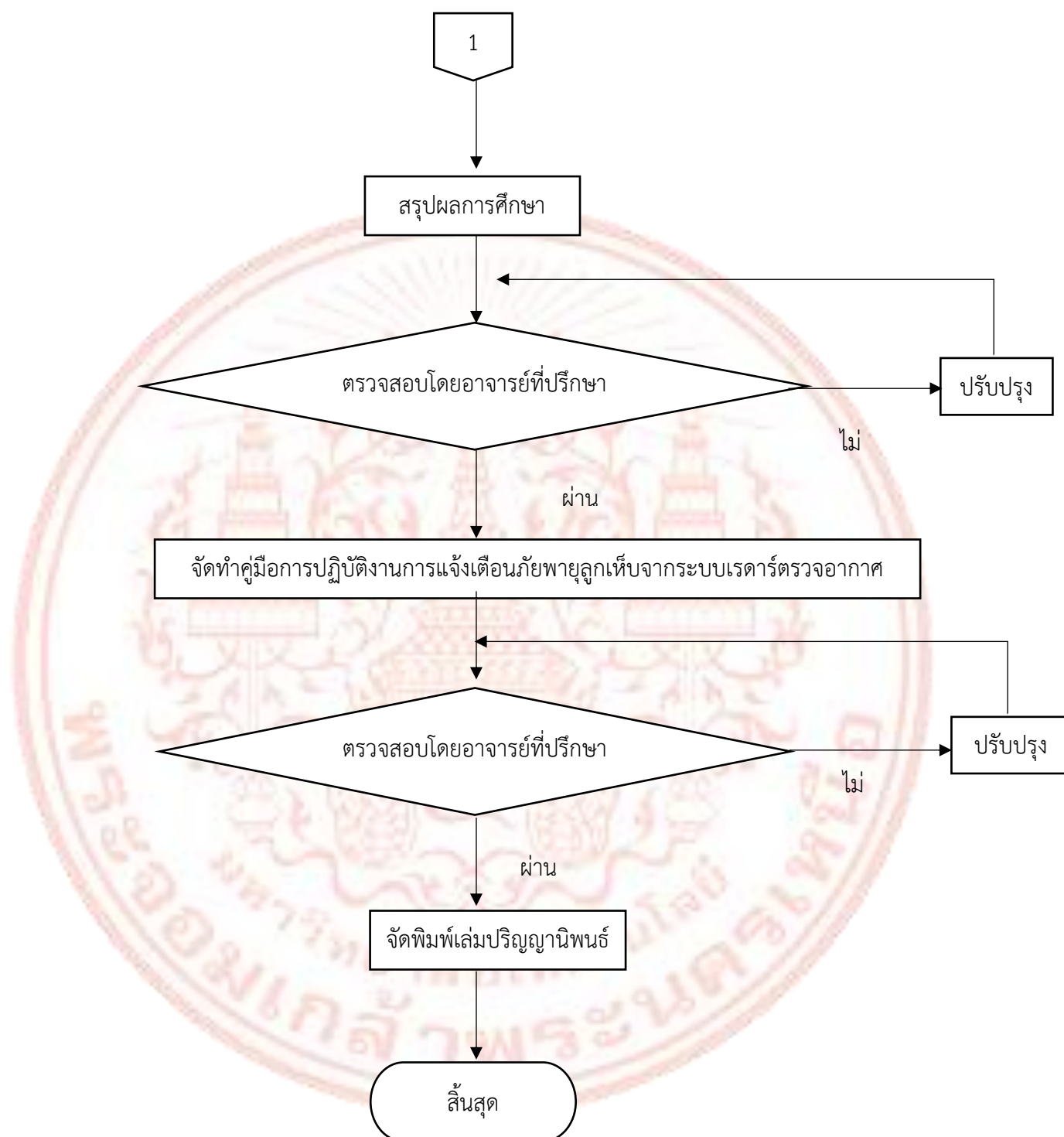
บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานของ การศึกษาและออกแบบคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ จะอธิบายอยู่ในรูปของแผนผังการดำเนินการดังภาพที่ 1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน



ภาพที่ 3-1 (ต่อ) ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาและหาข้อมูล

ผู้ค้นคว้าได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับพายุลูกเห็บจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ โดยผู้ค้นคว้าได้รวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการค้นคว้า ดังนี้

- 3.1.1 ความหมายและหน้าที่ของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ
- 3.1.2 การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ
- 3.1.3 ความหมายและผลกระทบของพายุลูกเห็บ
- 3.1.4 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับคู่มือปฏิบัติงาน
- 3.1.5 จุดมุ่งหมายของคู่มือการปฏิบัติงาน

3.2 จัดทำเนื้อหาและเรียบเรียงเนื้อหา

ผู้ค้นคว้าทำการรวบรวมเนื้อหาและเรียบเรียงเนื้อหา จากข้อ 3.1 แบ่งดังนี้

3.2.1 ความหมายและหน้าที่ของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

เครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ (RADAR ; Radio Detection and Ranging) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดตำแหน่งของเป้าหมาย (Target) หรือวัตถุในระยะไกลด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อช่วยในการตรวจสอบตำแหน่งและทิศทางของเรือหรืออากาศยาน การถ่ายภาพทางอากาศ การตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติรวมทั้งการใช้งานเพื่อการตรวจสอบสภาพอากาศ การเตือนภัยธรรมชาติและพายุ สัญญาณเรดาร์ที่ส่งออกไป เมื่อกระทบกับเป้าหมายหรือวัตถุจะสะท้อนกลับมา สัญญาณเรดาร์ที่สะท้อนกลับมากจะถูกประมวลผล เพื่อแสดงข้อมูลบนจอภาพ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบลักษณะและตำแหน่งของเป้าหมายได้

3.2.2 การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

ข้อมูลการตรวจวัดกลุ่มฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้มาจากโปรดัคซ์ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) แบบ dBZ (Reflectivity) ซึ่งเป็นการตรวจวัดที่ประยุกต์มาจากการตรวจวัดแบบ PPI (Plan Position Indicator) (ซึ่งเป็นระบบตรวจวัดข้อมูลทางแนวระดับโดยใช้มุมเงยเพียงมุมเดียว) การระบบตรวจวัดข้อมูลแบบ CAPPI จะทำการสแกนข้อมูลแบบ PPI หลายๆ มุมเงย ทำให้ได้ข้อมูลของสภาพอากาศแบบปริมาตร (สามมิติ) ในการประมาณความเข้มของ กลุ่มเมฆฝน, ความเร็วดอปเพลอร์ และความกว้างของแถบสเปกตรัมในระนาบแนวนอน ที่มีค่าความสูงแตกต่างกันออกไป ผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลข้อมูลได้โดยสามารถกำหนด 'ความสูง' ของบริเวณที่เราสนใจได้ โดยสามารถกำหนดความสูงได้ตั้งแต่ 1 กิโลเมตร จนถึงระดับความสูงที่ 20 ถึง 30 กิโลเมตร หรือขึ้นกับอยู่ความสูงในการระบบตรวจวัดข้อมูลเชิงปริมาตรการตรวจวัดข้อมูลแบบ CAPPI

3.2.3 ความหมายและผลกระทบของพายุลูกเห็บ

พายุลูกเห็บจะเกิดขึ้นภายในเมฆพายุฝนฟ้าคะนองซึ่งเมฆก่อตัวแนวตั้งขนาดใหญ่ เกิดขึ้นในช่วงการเปลี่ยนฤดูกาลจากฤดูหนาวไปสู่ฤดูร้อน และช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน ซึ่งจะเรียกว่า พายุฤดูร้อน พายุฤดูร้อนจะกลายเป็นพายุฤดูฝนฟ้าคะนองประจำถิ่น ที่มักเกิดขึ้นในบริเวณประเทศไทยตอนบน เมื่ออากาศในช่วงเปลี่ยนฤดู มีความชื้นสูงและร้อนในขณะที่ความกดอากาศสูง ยังคงแผ่ลงมาเป็นครั้งคราว นำอากาศที่แห้งและเย็นกว่ามาผสมผสาน ทำให้เกิดมวลอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพ มีการแลกเปลี่ยนมวลอากาศแนวตั้ง เกิดการยกตัวของมวลอากาศอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส หรือเมฆฝนฟ้าคะนองขนาดใหญ่มากกว่าปกติเมื่ออากาศขึ้นที่การยกตัวขึ้น อุณหภูมิอากาศเย็นลงตามความสูงจนกระทั่งอุณหภูมิอากาศเท่ากับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ไอน้ำจะอึดตัวแล้วกลั่นตัวจนเป็นหยดน้ำ อากาศยังคงมีการลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิอากาศยังคงเย็นต่อไปอีกจนกระทั่งอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และเย็นต่อไปอีกจนกระทั่งหยดน้ำในเมฆกลายเป็นน้ำแข็ง (Frozen Water Droplet)

3.2.4 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับคู่มือปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงาน หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบการปฏิบัติงานใดงานหนึ่ง ที่กำหนดภาระหน้าที่ความรับผิดชอบไว้ในมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง (Job Description) มีคำอธิบายงานที่ปฏิบัติ ประวัติความเป็นมา มีแผนกลยุทธ์การปฏิบัติ กำหนดตัวชี้วัด การประเมินผล ซึ่งในแต่ละบท/เรื่อง/หัวข้อ ต้องมีความคิดหลัก วัตถุประสงค์ และเนื้อหาสาระที่มีความสมบูรณ์ มีรายละเอียดครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละเรื่อง มีกฎ ระเบียบ พระราชบัญญัติหนังสือเวียน มติต่าง ๆ เอกสาร ที่เกี่ยวข้อง หลักเกณฑ์และวิชาการ เทคนิคหรือแนวทางในการปฏิบัติงาน ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขข้อเสนอแนะ ทั้งนี้ต้องใช้ประกอบการปฏิบัติงานมาแล้ว และต้องจัดทำเป็นรูปเล่ม

3.2.5 จุดมุ่งหมายของคู่มือการปฏิบัติงาน

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบข้าราชการ (ก.พ.ร.) ให้ความสำคัญกับการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน และประโยชน์ของการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน มากมาย เช่น เพื่อให้การปฏิบัติงานในปัจจุบันเป็นมาตรฐานเดียวกัน ผู้ปฏิบัติงานทราบและเข้าใจว่าควรทำอะไรก่อนและหลัง ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าควรปฏิบัติอย่างไร เมื่อใดกับใคร เป็นต้น

3.3 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

เมื่อศึกษาหาข้อมูล และจัดทำเนื้อหาและเรียบเรียงเนื้อหาเสร็จแล้ว นำให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบในส่วนของรายละเอียด องค์ประกอบต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ความหมายและหน้าที่ของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ ,2) การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ ,3) ความหมายและผลกระทบของพายุลูกเห็บ ,4) ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับคู่มือปฏิบัติงาน และ 5) จุดมุ่งหมายของคู่มือการปฏิบัติงาน เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพบองค์ประกอบที่ไม่ถูกต้อง ผู้จัดทำได้นำกลับมาแก้ไขให้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง

3.4 รวบรวมข้อมูลการสะท้อนกลับของเรดาร์

รวบรวมข้อมูลการสะท้อนกลับของเรดาร์ จาก สถานีเรดาร์ฝนหลวงร้องกวาง จังหวัดแพร่ บริเวณพื้นที่ภาคเหนือในรัศมีการตรวจวัดของเรดาร์ 240 กิโลเมตร ที่มีเหตุการณ์ของการเกิดพายุ ลูกเห็บที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2566 และเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของลูกเห็บ

3.5 การประมวลผลและวิเคราะห์คุณลักษณะของพายุลูกเห็บ

การนำข้อมูลเรดาร์ Volume Files มาประมวลผลเป็นข้อมูลภาพการสะท้อนกลับของเรดาร์ แล้วนำค่าพารามิเตอร์มาทำข้อมูลทางสถิติ เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะคุณสมบัติ และพฤติกรรม ของพายุลูกเห็บซึ่งประกอบไปด้วย ช่วงอายุ ความสูง คุณสมบัติการสะท้อน

3.6 สรุปผลการศึกษา

งานค้นคว้าอิสระนี้ได้จัดทำผลการศึกษาคุณลักษณะของพายุลูกเห็บโดยใช้คุณสมบัติการ สะท้อนกลับของเรดาร์ โดยนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลและการทำข้อมูลทางสถิติ รวมทั้งการ วิเคราะห์คุณลักษณะ คุณสมบัติ และพฤติกรรมของพายุลูกเห็บ นำมาสรุปผล รวมทั้งเสนอข้อคิดเห็น ของการนำไปใช้ประโยชน์ต่อการปฏิบัติการฝนหลวง

3.7 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

จากการดำเนินงานเมื่อการสรุปผลเรียบร้อยแล้ว ได้นำส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อ ความถูกต้อง และอภิปรายผลการทดลอง

3.8 จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

นำข้อมูลที่ได้จากการสรุปผลมา จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บจาก ระบบเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อใช้สำหรับการแจ้งเตือนภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน

3.9 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

เมื่อผู้จัดทำ ได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บจากระบบเรดาร์ตรวจ อากาศเสร็จแล้ว จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาที่จะใช้ในการใช้เป็นคู่มือการ ปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ ซึ่งผลประเมินนั้น ผู้เชี่ยวชาญในหน่วยงานได้ประเมิน ว่าเนื้อหา มีความเหมาะสมทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 3 ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการดำเนินงานจากการนำทุกส่วนมาประกอบกัน บทนี้จึงเป็นการนำเสนอผลการดำเนินงานตามขอบเขตของการค้นคว้าอิสระ เพื่อให้เป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้ การดำเนินงานของการค้นคว้าอิสระนี้สามารถแบ่งผลที่ได้ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บจากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ

4.2 ผลการวิเคราะห์งานจากคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

4.3 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

4.1 ผลการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บจากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ผู้จัดทำได้สร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บจากโปรแกรมสำเร็จรูป Matlab ชื่อฟังก์ชัน Neural Network Fitting โดยข้อมูลที่ป้อนเข้ามาในแบบจำลอง ค่าความสูงจุดที่ค่าความเข้มสูงสุด (HMAX) , ความสูงของยอดเมฆ (ETOP) , ผลรวมของน้ำในแกนตั้ง (VIL) , อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มการสะท้อน (ZDR) ผลลัพธ์ คือ ความเข้มของการสะท้อนสูงสุดในแนวตั้ง (dBZ) และคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ โดยทำการพยากรณ์โดยใช้วิธี Artificial Neural Network เพื่อหาข้อมูลการสะท้อนจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศไปใช้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการแจ้งเตือนภัยการเกิดพายุลูกเห็บ

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปจากการเข้าแบบจำลองพยากรณ์

	Observation	MSE	R-Square
Training	35	3.1122	0.9037
Validation	8	2.7594	0.9433
Test	8	6.8099	0.8586

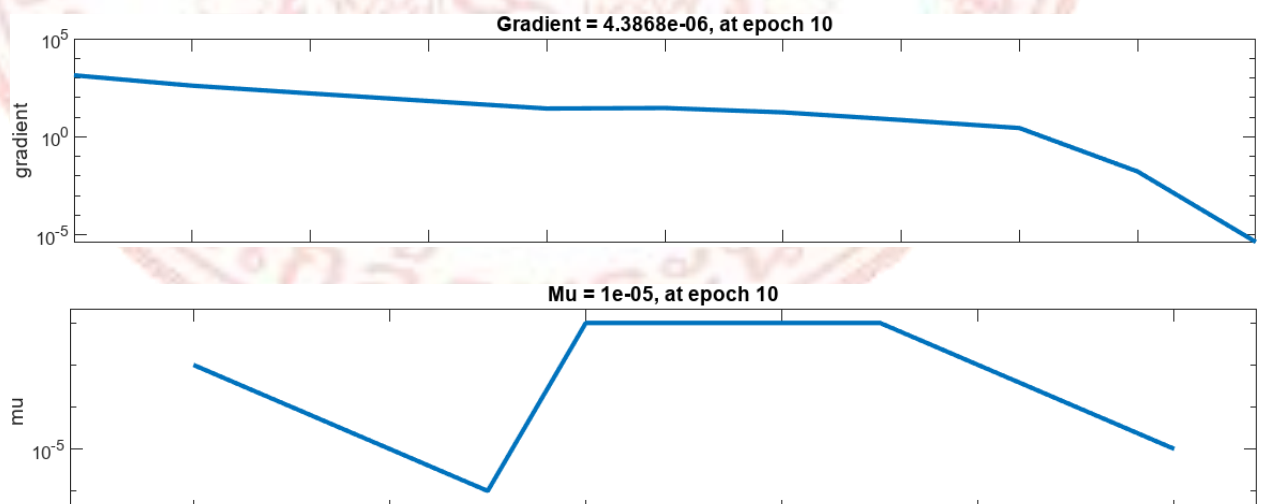
จากตารางที่ 1 มีข้อมูล ดังต่อไปนี้

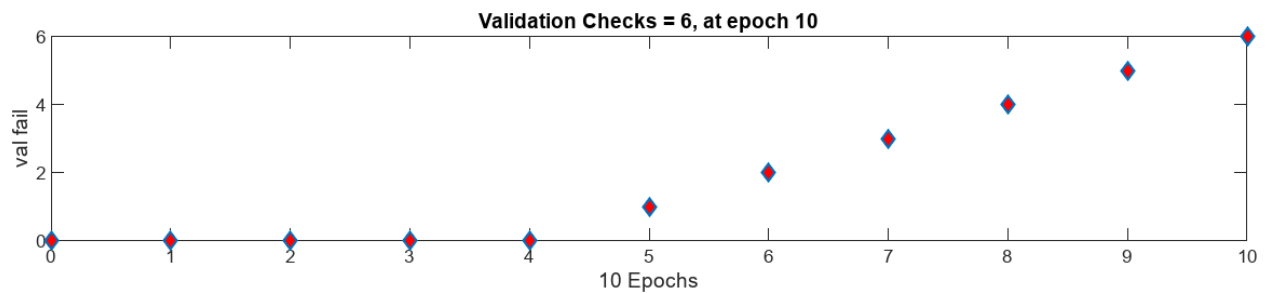
- Training (การฝึกฝน):
 - จำนวนข้อมูล (Observation): 35
 - ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) : 3.1122

- สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) : 0.9037
- **Validation (การตรวจสอบ):**
 - จำนวนข้อมูล (Observation): 8
 - ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) : 2.7594
 - สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) : 0.9433
- **Test (การทดสอบ):**
 - จำนวนข้อมูล (Observation) : 8
 - ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) : 6.8099
 - สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Square) : 0.8586

จะเห็นได้ว่า

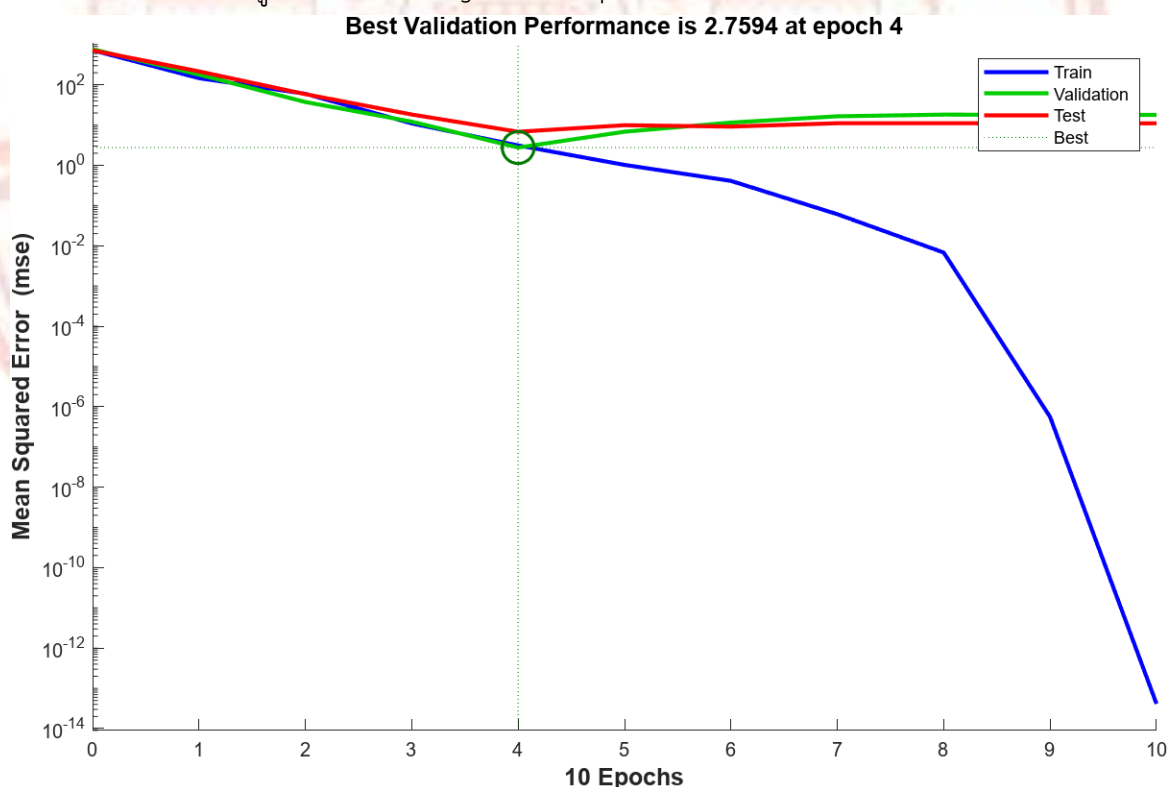
- ค่า R-Square แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย (Target) กับผลลัพธ์ (Output) ค่า R ที่สูง (ใกล้เคียง 1) บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ที่ดีและความแม่นยำในการทำนาย
- ค่า MSE แสดงถึงค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการทำนาย ค่า MSE ที่ต่ำบ่งบอกถึงความแม่นยำในการทำนายที่สูง
- **โดยรวม:** โมเดลนี้มีการฝึกฝนที่ดี (ค่า R สูง, MSE ต่ำ) และสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบได้ดี (ค่า R สูง, MSE ต่ำ) แต่ประสิทธิภาพในการทดสอบอาจจะต่ำกว่าเล็กน้อย (ค่า R ต่ำลง, MSE สูงขึ้น)





ภาพที่ 4-1 แสดงการติดตามและแสดงผลการฝึก (Training)

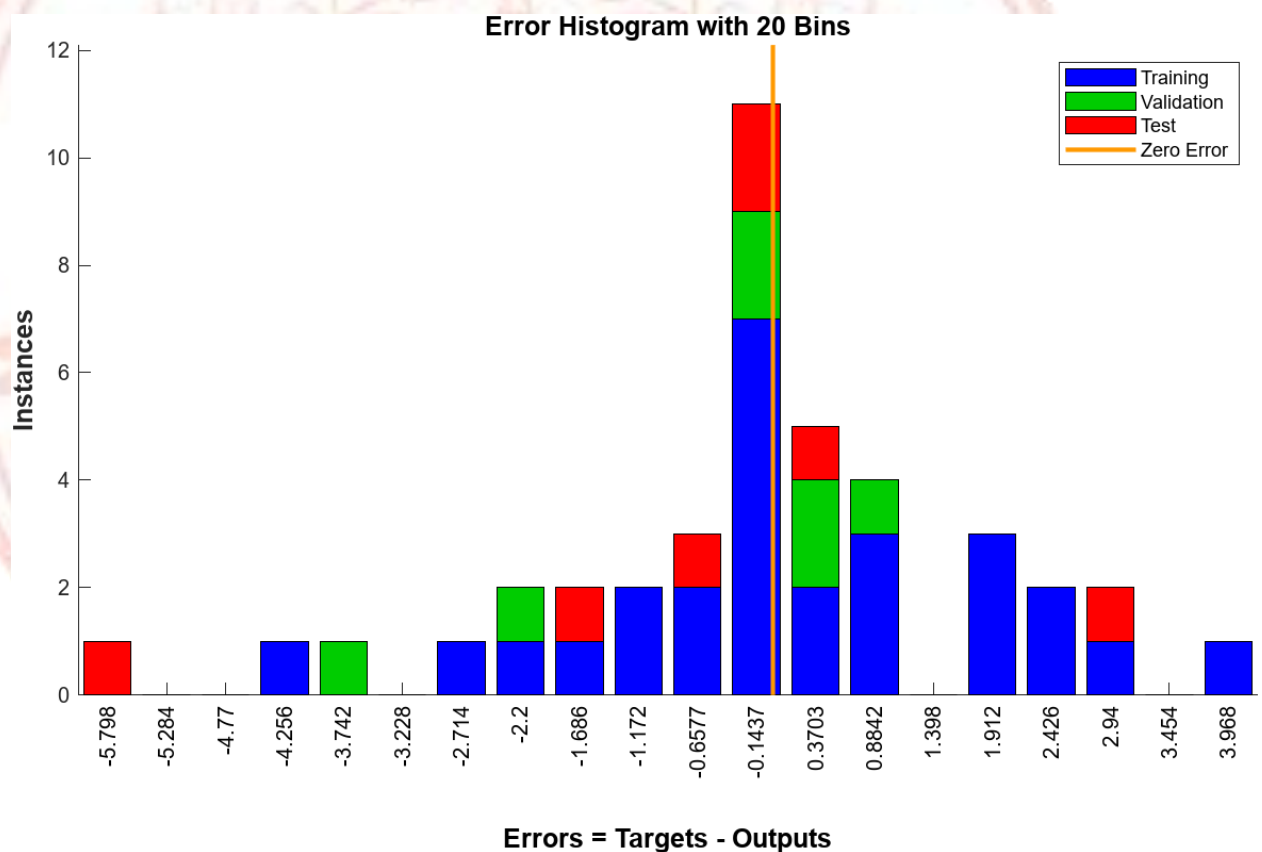
จากรูปภาพ แสดงผลการฝึก Neural Network โดยใช้ MATLAB Neural Network Toolbox ใช้อัลกอริธึม Levenberg-Marquardt สำหรับการฝึกเครือข่ายวัดผลด้วย Mean Squared Error (MSE) จำนวน Epoch ที่ใช้: 10 ค่า Gradient ที่ Epoch 10: 4.3688×10^{-6} ค่า Mu (ค่าการปรับการเรียนรู้): 1×10^{-5} จำนวน Validation Checks: 6 ครั้งที่ Epoch 10 (หมายถึงรอบที่ค่าความถูกต้องไม่ดีขึ้นและระบบอาจหยุดฝึก) จะเห็นได้ว่าค่า Gradient ลดลงเรื่อย ๆ แสดงว่าโมเดลกำลังปรับตัวได้ดี ค่า Mu ลดลง แสดงว่าโมเดลกำลังหาค่าที่เหมาะสม Validation Checks = 6 หมายความว่าเครือข่ายอาจกำลังเข้าสู่ภาวะ Overfitting หากเพิ่ม Epoch มากกว่านี้



ภาพที่ 4-2 แสดงประสิทธิภาพการฝึก

จากรูปแสดง Performance Plot ของการฝึก Neural Network โดยมีข้อมูลที่สำคัญดังนี้ Best Validation Performance อยู่ที่ 2.7594 ที่ Epoch 4 หมายความว่า ณ Epoch ที่ 4 โมเดลมี

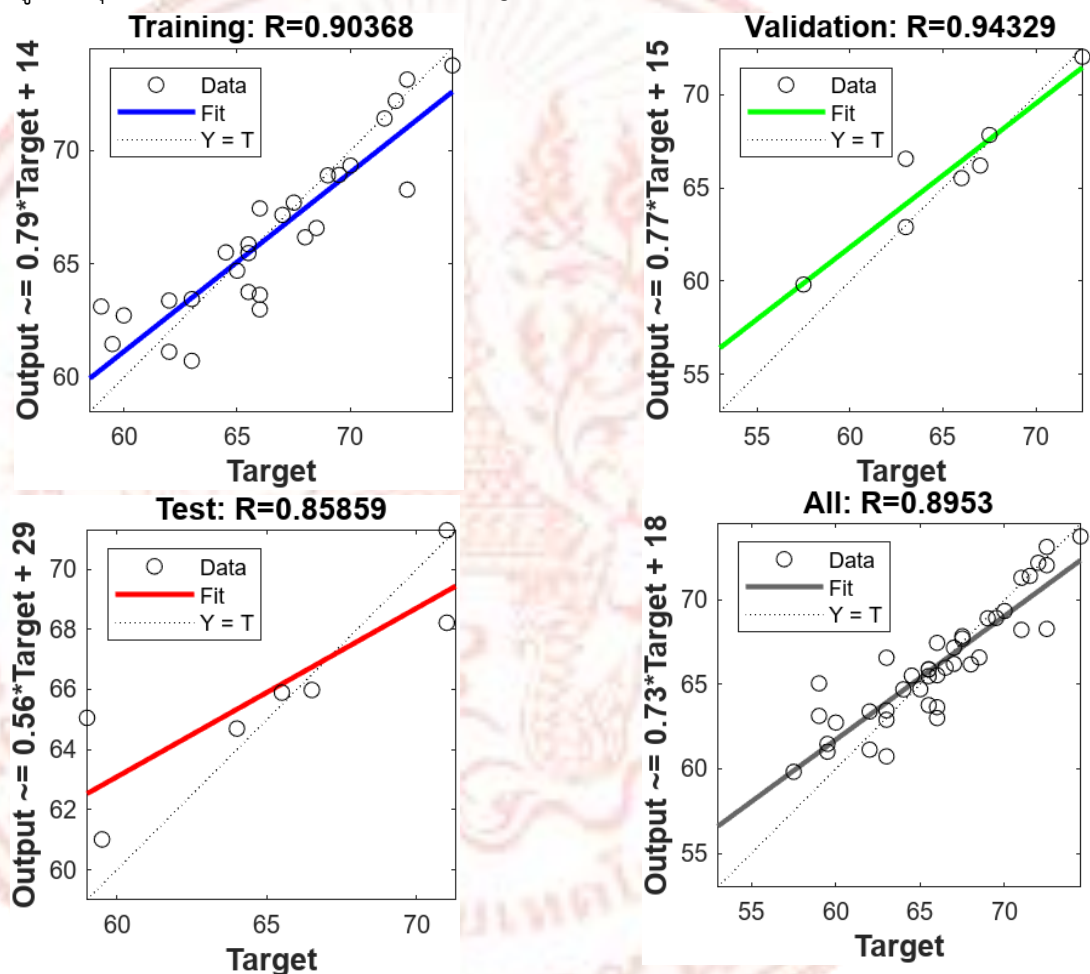
ค่าความผิดพลาด (MSE) ที่ต่ำที่สุดบนชุดข้อมูล Validation โดย Mean Squared Error (MSE) ของแต่ละชุดข้อมูล Training (เส้นสีน้ำเงิน): ค่าความผิดพลาดลดลงเรื่อย ๆ จนถึงช่วงสุดท้าย ส่วน Validation (เส้นสีเขียว): มีค่าต่ำสุดที่ Epoch 4 แล้วเริ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นสัญญาณของ Overfitting Test (เส้นสีแดง): มีแนวโน้มคล้าย Validation แต่ยังคงมีค่าสูงอยู่ ดังนั้น การวิเคราะห์แนวโน้มหลังจาก Epoch 4 ค่า MSE ของ Validation และ Test ไม่ลดลงอีก และอาจเริ่มสูงขึ้น แสดงว่าโมเดลเริ่ม Overfitting หลังจาก Epoch 4 จุดที่เหมาะสมที่สุดของโมเดลคือ epoch 4 เพราะมี Best Validation Performance ต่ำสุดที่ 2.7594 ควรหยุดการฝึกที่ epoch 4 เพื่อป้องกัน Overfitting หากต้องการปรับปรุงโมเดล อาจใช้ Early Stopping หรือ เพิ่มข้อมูล Training เพื่อให้โมเดลเรียนรู้ได้ดีขึ้น



ภาพที่ 4-3 แสดงค่าคลาดเคลื่อนจากการฝึก

จากรูปแสดง Error Histogram with 20 Bins ของการฝึก Neural Network มีข้อมูลสำคัญ ดังนี้ Histogram แสดงการกระจายของข้อผิดพลาด (Errors = Targets - Outputs) แกน X: ค่าความผิดพลาด (Error) แกน Y: จำนวนอินสแตนซ์ที่มีข้อผิดพลาดในช่วงค่าต่างๆ โดยการกระจายของข้อผิดพลาด จุดศูนย์กลางของฮิสโตแกรมอยู่ใกล้กับศูนย์ ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีแนวโน้มให้ค่าพยากรณ์ที่

ใกล้เคียงค่าจริง มีข้อผิดพลาดกระจายตัวไปทางซ้ายและขวา แต่ส่วนใหญ่กระจุกตัวใกล้ศูนย์ ส่วนการเปรียบเทียบชุดข้อมูลสี่น้ำเงิน (Training Data): ส่วนใหญ่มีข้อผิดพลาดกระจุกตัวใกล้ศูนย์ สีเขียว (Validation Data): มีการกระจายใกล้เคียงกับ Training แต่มีบางค่าห่างออกไป สีแดง (Test Data): มีข้อผิดพลาดกระจายกว้างกว่า Training และ Validation ซึ่งหมายความว่าโมเดลอาจยังไม่สามารถ generalize ได้ดีนัก ในค่า MSE จาก Model Summary Training: 3.1 Validation: 2.75 Test: 6.30 (สูงกว่าชุดอื่น แสดงว่าโมเดลอาจ Overfitting)



ภาพที่ 4-4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม
จากรูป Regression plot สรุปได้ดังนี้

- ค่า R แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย (Target) กับผลลัพธ์ (Output) ค่า R ที่สูง (ใกล้เคียง 1) บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ที่ดีและความแม่นยำในการทำนาย
- ค่า MSE แสดงถึงค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการทำนาย ค่า MSE ที่ต่ำบ่งบอกถึงความแม่นยำในการทำนายที่สูง

- **โดยรวม:** โมเดลนี้มีการฝึกฝนที่ดี (ค่า R สูง, MSE ต่ำ) และสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบได้ดี

(ค่า R สูง, MSE ต่ำ) แต่ประสิทธิภาพในการทดสอบอาจจะต่ำกว่าเล็กน้อย (ค่า R ต่ำลง, MSE สูงขึ้น)

ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) สำหรับพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์ทั้งหมด

	CMAX	HMAX	ETOP	VIL
CMAX	1			
HMAX	0.128758925	1		
ETOP	-0.455624138	0.72545098	1	
VIL	0.275407132	0.275407132	0.4727004	1

จากตารางที่ 4-2 พบความสัมพันธ์ ดังนี้

1. HMAX และ ETOP (0.725) → มีความสัมพันธ์ทางบวกสูง แสดงว่าค่าทั้งสองเพิ่มขึ้นพร้อมกัน
 2. ETOP และ VIL (0.472) → มีความสัมพันธ์ปานกลางในเชิงบวก
 3. CMAX และ ETOP (-0.456) → มีความสัมพันธ์ทางลบปานกลาง แสดงว่าเมื่อ CMAX เพิ่มขึ้น ETOP มีแนวโน้มลดลง
 4. CMAX และ HMAX (0.128) → มีความสัมพันธ์ต่ำมาก อาจไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน
- ข้อสรุปโดยรวม

HMAX และ ETOP มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด และสามารถใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ CMAX กับ ETOP มีความสัมพันธ์เชิงลบ อาจต้องพิจารณาให้ดีเมื่อนำไปวิเคราะห์ VIL มีความสัมพันธ์กับทุกพารามิเตอร์ในระดับต่ำถึงปานกลาง โดยสัมพันธ์กับ ETOP มากที่สุด (0.472)

4.2 ผลการวิเคราะห์งานจากคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์งานจากคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ โดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ ถือเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้สามารถเข้าใจงานต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การวิเคราะห์งานไม่เพียงแต่ช่วยในการวางแผนและปรับปรุงกระบวนการทำงาน แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการแจ้งเตือนภัย และการตัดสินใจที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานของทุกภาคส่วน โดยมีการวิเคราะห์ ดังนี้

4.2.1 การจัดทำตารางวิเคราะห์งาน

	แผนกวิชา : -	ตารางวิเคราะห์งาน แผนที่ ๑/๑	หน้าที่ ๑/๑
	งาน : การปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ		
	ผู้สอน : -		

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Step of Operation)	ความรู้ (Knowledge)	ระดับ (IS)			ทักษะ (Skill)	ระดับ (PS)		
		R	A	T		I	C	A
๑. งานติดตามสภาพอากาศ	๑.๑ การอ่านค่าที่ได้จากการตรวจวัดด้วยระบบเรดาร์	✓			๑. อ่านค่าที่ได้จากการตรวจวัดด้วยระบบเรดาร์ได้		✓	
	๑.๒ อนุกรมวิธานเบื้องต้น	✓						
	๑.๓ ภูมิศาสตร์เบื้องต้น	✓						
	๑.๔ ข้อควรระวังในการอ่านค่าจากการตรวจวัดด้วยระบบเรดาร์			✓				
๒. งานตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัย	๒.๑ การตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัย		✓		๒. ตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
	๒.๒ ข้อควรระวังในการตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัย		✓					
๓. งานจัดทำแจ้งเตือนภัย	๓.๑ การจัดทำสื่อการแจ้งเตือนภัย		✓		๓. จัดทำสื่อการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
	๓.๒ ภูมิศาสตร์เบื้องต้น		✓					
	๓.๓ ข้อควรระวังในการจัดทำสื่อแจ้งเตือนภัย		✓					
๔. งานแจ้งเตือนตามช่องทางต่างๆ	๔.๑ การแจ้งเตือนภัยตามช่องทางต่าง ๆ			✓	๔. แจ้งเตือนภัยตามช่องทางต่าง ๆ ได้		✓	

หมายเหตุ ระดับความสามารถ
IS : ทางสติปัญญา
PS : ทางทักษะฝีมือ

ระดับ (IS) ทางสติปัญญา
R : พื้นความรู้
A : ประยุกต์ความรู้
T : ส่งถ่ายความรู้

ระดับ (PS) ทางทักษะฝีมือ
I : เลียนแบบ
C : ทำถูกต้อง
A : ชำนาญ

ภาพที่ 4-5 การจัดทำตารางวิเคราะห์งาน

จากภาพที่ 4-5 เป็นการจัดทำตารางวิเคราะห์ เห็นได้ว่าขั้นตอนการปฏิบัติงาน เกือบทุกขั้นตอนใช้ระดับสติปัญญาในการประยุกต์ความรู้ ส่วนระดับทางทักษะฝีมือจะเป็นการทำการถูกต้อง

4.2.2 ใบวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม

	แผนกวิชา	: -	ใบวัดอุปประสงค์พฤติกรรม แผนที่ ๑/๑	หน้าที่ ๑/๑
	งาน	: การปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงาน สำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ		
	ผู้สอน	: -		

หลังจากจบบทเรียนนี้แล้ว ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะ....

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (พฤติกรรม)	ระดับ (IS)		
	R	A	T
๑.๑ อ่านค่าที่ได้จากการตรวจวัดด้วยระบบเรดาร์ได้	✓		
๑.๒ บอกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากหลักการอุตุนิยมวิทยาเบื้องต้นได้	✓		
๑.๓ บอกพื้นที่ที่เฝ้าระวังจากหลักการภูมิศาสตร์เบื้องต้นได้	✓		
๒.๑ อธิบายการตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
๓.๑ อธิบายการจัดทำสื่อสำหรับการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
๓.๒ บอกพื้นที่ที่ทำการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
๔.๑ บอกการแจ้งเตือนภัยตามช่องทางต่าง ๆ ได้			✓

IS : ระดับทางสติปัญญา

R : พื้นความรู้

A : ประยุกต์ความรู้

T : ส่งถ่ายความรู้

ภาพที่ 4-6 วัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.2.3 ใบวัดอุปกรณ์ปฏิบัติ

	แผนกวิชา : -	ใบวัดอุปกรณ์ปฏิบัติ	หน้าที่ ๑/๑
	งาน : การปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงาน สำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ	แผ่นที่ ๑/๑	
	ผู้สอน : -		

หลังจากจบบทเรียนนี้แล้ว ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะ....

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ)	ระดับ (PS)		
	I	C	A
๑. อ่านค่าที่ได้จากการตรวจวัดด้วยระบบเรดาร์ได้		✓	
๒. ตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
๓. จัดทำสื่อการแจ้งเตือนภัยได้		✓	
๔. แจ้งเตือนภัยตามช่องทางต่าง ๆ ได้		✓	

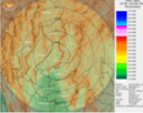
PS : ระดับทางทักษะฝีมือ
I : เลียนแบบ
C : ทำถูกต้อง
A : ชำนาญ

ภาพที่ 4-7 ใบวัดอุปกรณ์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ)

จากภาพที่ 4-6 เป็นใบวัดอุปกรณ์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ) เห็นได้ว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนใช้ระดับทางทักษะฝีมือจะเป็นการทำได้ถูกต้อง

4.2.4 ใบลำดับขั้นตอน

	แผนกวิชา : -	ใบลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หน้าที่ ๑/๒
	งาน : การปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ	แผ่นที่ ๑/๒	
	ผู้สอน : -		

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เครื่องมือ/อุปกรณ์	หมายเหตุ/ข้อควรระวัง
๑. การติดตามสภาพอากาศ 	ติดตามกลุ่มเมฆจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ ที่มีแนวโน้มเข้าใกล้เงื่อนไขในการเกิดพายุลูกเห็บ ทำการติดตามอย่างใกล้ชิด	๑. คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Rainbow , Edge ซึ่งโปรแกรมแสดงข้อมูลการสะท้อนของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	๑. ต้องติดตามสภาพอากาศอย่างใกล้ชิด เนื่องจากในช่วงการเกิดลูกเห็บ อากาศมีความแปรปรวนอย่างสูง ทำให้มีโอกาสเข้าเงื่อนไขอย่างรวดเร็ว
๒. การตรวจสอบเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัย	ติดตามกลุ่มเมฆจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ และตรวจสอบเงื่อนไข โดยดูจาก Product ดังนี้ 1. Maximum Reflectivity (CMAX) > 60 dBZ 2. Maximum Reflectivity Height (HMAX) > 8 กม. 3. Storm Vertical liquid integration (VIL) > 20 mm/ตรม.	๑. คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Rainbow , Edge ซึ่งโปรแกรมแสดงข้อมูลการสะท้อนของระบบเรดาร์ตรวจอากาศ	๑. ต้องติดตามสภาพอากาศอย่างใกล้ชิด เนื่องจากในช่วงการเกิดลูกเห็บ อากาศมีความแปรปรวนอย่างสูง ทำให้มีโอกาสเข้าเงื่อนไขอย่างรวดเร็ว ๒. ต้องมีใจเงื่อนไขแต่ละตัว ทำให้การตรวจสอบเงื่อนไขจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

	แผนกวิชา : -	ใบลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หน้าที่ ๒/๒
	งาน : การปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ		
	ผู้สอน : -	แผนที่ ๒/๒	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เครื่องมือ/อุปกรณ์	หมายเหตุ/ข้อควรระวัง
๓. การจัดทำแจ้งเตือนภัย 	เมื่อกลุ่มเมฆเข้าเงื่อนไขการแจ้งเตือนภัย ให้ดำเนินการจัดทำแจ้งเตือนสภาพอากาศตามพื้นที่ต่างๆ ที่เข้าเงื่อนไข	๑. คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Microsoft Office	๑. ต้องมีสามารถระบุพื้นที่แจ้งเตือนภัยอย่างแม่นยำเนื่องจากส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ที่ทำการแจ้งเตือนภัย
๔. แจ้งเตือนตามช่องทางต่างๆ	แจ้งเตือนตามช่องทางต่างๆ ได้แก่ ๑. ช่องทาง Line ภายในจังหวัด ๒. ช่องทาง Line ระหว่าง สถานีฯ กับ ศูนย์ฯ/หน่วยฯ ในพื้นที่ ๓. อื่น ๆ	๑. คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม LINE	

ภาพที่ 4-7 ใบลำดับขั้นตอน

4.3 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บและคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ มีรายการทั้งหมด 13 รายการ ประกอบด้วย แบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ, คู่มือการปฏิบัติงาน และคุณภาพการค้นคว้าอิสระ

ตารางที่ 4-3 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1. แบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ			
1.1 ความแม่นยำของแบบจำลอง	4.00	0.71	มากหรือดี
1.2 ประสิทธิภาพของแบบจำลอง	4.00	0.71	มากหรือดี
1.3 ความสามารถในการตีความ	3.75	0.43	ปานกลางหรือพอใช้
1.4 ความเหมาะสมของแบบจำลอง	4.00	0.71	มากหรือดี
รวม	3.94	-	มากหรือดี
2. คู่มือการปฏิบัติงาน			
2.1 ความชัดเจนของเนื้อหา	4.25	0.83	มากหรือดี
2.2 ความครบถ้วนของข้อมูล	4.25	0.83	มากหรือดี
2.3 ความถูกต้องของข้อมูล	4.50	0.50	มากหรือดี
2.4 ความเป็นปัจจุบันของคู่มือ	4.50	0.50	มากหรือดี
รวม	4.38	-	มากหรือดี
3. คุณภาพการค้นคว้าอิสระ			

3.1 ความชัดเจนของวัตถุประสงค์	4.75	0.43	มากที่สุดหรือดีมาก
3.2 ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ	4.25	0.83	มากหรือดี
3.3 ความสามารถในการนำเสนอ	4.25	0.43	มากหรือดี
3.4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	4.50	0.50	มากหรือดี
3.5 คุณภาพของข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	4.50	0.50	มากหรือดี
รวม	4.45	-	มากหรือดี
รวมทั้งหมด	4.25	0.61	มากหรือดี

จากตารางที่ 4-3 จะเห็นภาพรวมของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่านที่มีต่อแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บ คู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ โดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ และคุณภาพการค้นคว้าอิสระ มีค่าเฉลี่ยรวม 4.25 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.61 แสดงให้เห็นถึงการกระจายของข้อมูลที่น้อย หัวข้อที่ได้รับความเห็นมากที่สุด คือ คุณภาพการค้นคว้าอิสระ มีค่าเฉลี่ย 4.45 ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าทั้งแบบจำลอง คู่มือการปฏิบัติงาน และคุณภาพของการศึกษาวิจัยอยู่ในระดับ มากหรือดี ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือและคุณภาพของงานวิจัยที่ได้รับการประเมิน

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

ในการการศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากการสร้างแบบจำลองเชิงสถิติ โดยใช้วิธี Artificial Neural Network เพื่อการพยากรณ์พารามิเตอร์ CMAX โดยรวบรวมข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์วันที่มีเหตุการณ์ของการเกิดพายุลูกเห็บที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2566 และ พ.ศ. 2567 ณ สถานีเรดาร์ฝนหลวงร้องกวาง จังหวัดแพร่ และสถานีเรดาร์ฝนหลวงอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมที่ประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด ได้แก่ HMAX, ETOP และ VIL แบ่งเป็น Training (35 ตัวอย่าง), Validation (8 ตัวอย่าง), Test (8 ตัวอย่าง) อัลกอริธึมที่ใช้ในการฝึก Levenberg-Marquardt มีตัวชี้วัดประสิทธิภาพ คือ Mean Squared Error (MSE) โดยการฝึกและค่าประสิทธิภาพ (Training State Plot & Performance Plot) ใช้โมเดลฝึกไป 10 Epochs Best Validation Performance อยู่ที่ Epoch 4 ($MSE = 2.7594$) ค่า Gradient ลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงว่าโมเดลกำลังปรับพารามิเตอร์ได้ดี ค่า Mu ลดลง แสดงว่าเครือข่ายกำลังหาค่าที่เหมาะสม หลังจาก epoch 4 ค่า MSE ของ Validation และ Test เริ่มสูงขึ้นเป็นสัญญาณของ Overfitting ในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Histogram Plot) ข้อผิดพลาดกระจายตัวใกล้เคียง ศูนย์ ซึ่งแสดงว่าโมเดลให้ค่าพยากรณ์ที่ค่อนข้างแม่นยำ Training และ Validation มีข้อผิดพลาดน้อย แต่ Test มีข้อผิดพลาดสูงกว่า ($MSE = 6.30$) แสดงว่าโมเดลอาจ Overfitting กับ Training Data และยังไม่สามารถ Generalize กับข้อมูลใหม่ได้ดี โมเดลนี้สามารถเรียนรู้ข้อมูลได้ดีในช่วงต้น และมีจุดที่ดีที่สุดที่ epoch 4 หลังจากนั้นเริ่ม Overfitting การปรับแต่งเพิ่มเติมจะช่วยให้โมเดลพยากรณ์ได้แม่นยำขึ้น และลดความผิดพลาดในชุดทดสอบ และผู้จัดทำได้ทำคู่มือการแจ้งเตือนภัยการเกิดพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ และได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 คนตรวจสอบ ผลของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 คน พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ และพิจารณาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน คือ การพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ คู่มือการปฏิบัติงาน การค้นคว้าอิสระ พบว่าทั้ง 3 ด้าน ได้รับความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 แนวคิดในการสร้างแบบจำลองเชิงสถิติในการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ สามารถนำไปประยุกต์ในการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ทางอุตุนิยมวิทยาได้ และใช้ในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้

5.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดพายุลูกเห็บ เช่น ตัวแปรทางด้านภูมิศาสตร์ ตัวแปรทางด้านอุตุนิยมวิทยา ที่ยังขาดไปในในตัวแบบจำลองเชิงสถิติ เพื่อเพิ่มความสามารถในการพยากรณ์

5.3 อาจใช้วิธีอื่นๆ เช่น Bayesian Regularization แทน Levenberg-Marquardt หากต้องการความยืดหยุ่นมากขึ้น



บรรณานุกรม

- Pakdee Chantraket, Sukrit Kirtsaeng, Chanti Detyothin , Arisara Nakburee and Kasem Mongkala . (2015) . Characteristics of Hailstorm over Northern Thailand during Summer Season. Bangkok : Department of Royal Rain-making and Agricultural Aviation (DRRAA) and Meteorological Development Bureau, Thai Meteorology Department (TMD)
- ฐิติกร จรรยาธรรม และคณะ. (2551) . การเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการฝนหลวงเพื่อบรรเทาความรุนแรงจากพายุลูกเห็บไทย. กรุงเทพมหานคร : กรมฝนหลวงและการบินเขตร
- ภักดี จันทรเกษ และคณะ. (2560) . การวิเคราะห์คุณลักษณะของพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อนของบริเวณ ภาคเหนือของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : กรมฝนหลวงและการบินเขตร
- Timothy H. Raupach, Olivia Martius, John T. Allen, Michael Kunz, Sonia Lasher-Trapp, Susanna Mohr, Kristen L. Rasmussen, Robert J. Trapp and Qinghong Zhang . (2021) . The effects of climate change on hailstorms
- Caio Atila P. Sena, Renato G. Negri, Maria Livia L.M. Gava . (2024) . GOES ABI-derived hailstorm polygons and tracking dataset for Brazil
- E. M. Murillo, C. Homeyer . (2019) . Severe Hail Fall and Hailstorm Detection Using Remote Sensing Observations . Journal of Applied Environmental Science, Engineering

This is Mendeley biography

ภาคผนวก ก

คู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ



คู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ
โดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ



คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมและดำเนินการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในส่วนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนที่อาจได้รับผลกระทบจากพายุลูกเห็บ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากภัยธรรมชาติ

การแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บอย่างทันท่วงทีและถูกต้อง เป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ทุกฝ่ายสามารถดำเนินการเตรียมพร้อม ปฏิบัติตามมาตรการป้องกัน และให้ความช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ คู่มือเล่มนี้ประกอบด้วยข้อมูลที่ครอบคลุม ขั้นตอนปฏิบัติงาน และมาตรการที่จำเป็นในการรับมือกับสถานการณ์พายุลูกเห็บ

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน และช่วยให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนทุกฝ่าย ขอขอบคุณทุกหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดทำคู่มือเล่มนี้

เมธี ทวีชนม์

กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้า
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขต	1
มาตรฐานคุณภาพการปฏิบัติงาน	1
การติดตามและประเมินผล	1
แผนการปฏิบัติงาน	1-2



คู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบ

เรดาร์ตรวจอากาศ

1. วัตถุประสงค์

- 1.1 เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมความพร้อมรับมือภัยพายุลูกเห็บ
- 1.2 เพื่อกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติในการแจ้งเตือนภัยอย่างทันทั่วถึง

2. ขอบเขตของงาน

ในการแจ้งเตือนภัยจากข้อมูลระบบเรดาร์ตรวจอากาศครอบคลุมกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่การติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์ ตรวจจับพื้นที่เสี่ยง ประเมินสถานการณ์ การแจ้งเตือนภัย การประสานงาน และการตอบสนองในกรณีที่เกิดเหตุ รวมถึงการทบทวนและประเมินผลจากการใช้งานข้อมูลเรดาร์เพื่อนำมาพัฒนางานในอนาคตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

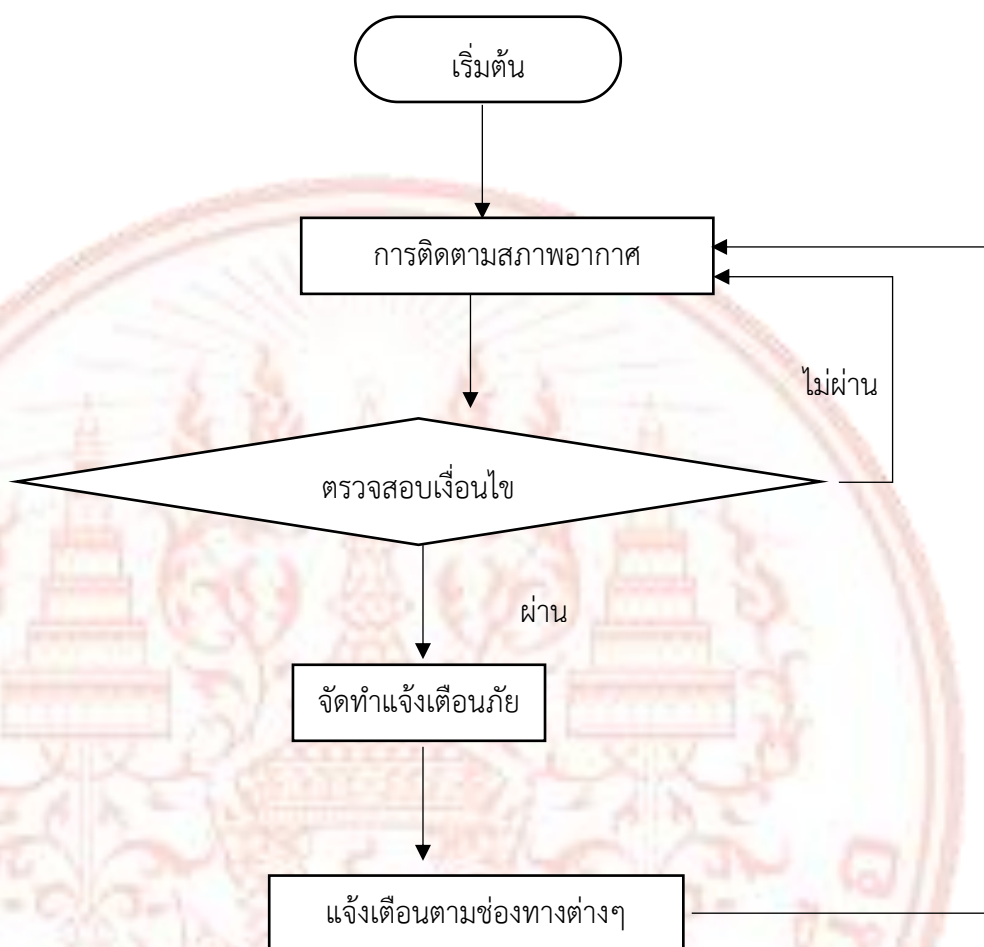
3. มาตรฐานคุณภาพการปฏิบัติงาน

ข้อกำหนดสำคัญ : มีการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บ ในพื้นที่บ้านเรือนที่อยู่อาศัย และประชาสัมพันธุ์ แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทันทั่วถึง

4. การติดตามและประเมินผล

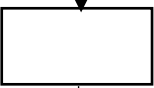
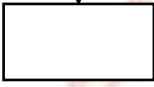
ความถี่ในการประเมินผล กระบวนการแจ้งเตือนพายุลูกเห็บและติดตามผลจากพื้นที่จริงผ่านประชาชนหรือช่องทางออนไลน์

5. แผนการปฏิบัติงาน



5.2 รายละเอียดและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ผังงาน	ขั้นตอนการทำงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	การติดตามสภาพอากาศ	ติดตามกลุ่มเมฆจากระบบเรดาร์ ตรวจอากาศ ที่มีแนวโน้มเข้าใกล้ เงื่อนไขในการเกิดพายุลูกเห็บ	นายช่างไฟฟ้า	ทำการปฏิบัติงานทุก ขั้นตอนตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.
	ตรวจสอบเงื่อนไข การแจ้งเตือนภัย	ติดตามกลุ่มเมฆจากระบบเรดาร์ ตรวจอากาศ และตรวจสอบ เงื่อนไข โดยดูจาก Product ดังนี้ 1. CMAX > 60 dBZ 2. HMAX > 8 กม. 3. VIL > 20 กก./ตร.ม.	นายช่างไฟฟ้า	ทำการปฏิบัติงานทุก ขั้นตอนตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.

	จัดทำแจ้งเตือน ภัย	เมื่อกลุ่มเมฆเข้าเงื่อนไขการแจ้ง เตือนภัย ให้ดำเนินการจัดทำ แจ้งเตือนสภาพอากาศตามพื้นที่ ต่างๆ ที่เข้าเงื่อนไข	นายช่าง ไฟฟ้า	ทำการปฏิบัติงานทุก ขั้นตอนตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.
	แจ้งเตือนตาม ช่องทางต่างๆ	แจ้งเตือนตามช่องทางต่างๆ ได้แก่ 1. ช่องทาง Line ภายในจังหวัด 2. ช่องทาง Line ระหว่าง สถานี ๓ กับ ศูนย์ฯ/หน่วยฯ ในพื้นที่ 3. อื่น ๆ	นายช่าง ไฟฟ้า	ทำการปฏิบัติงานทุก ขั้นตอนตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น.

ตาราง แผนการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บประจำวัน

หมายเหตุ -วิศวกรไฟฟ้า/หัวหน้าชุด เป็นผู้ควบคุมทุกขั้นตอนการทำงาน

-หากสถานีไม่มีตำแหน่งที่รับผิดชอบในขั้นตอนการทำงานนั้น ให้นายช่างไฟฟ้า/
หัวหน้าชุด เป็นผู้รับผิดชอบ



ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2. นายภักดี จันทรเกษ | ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง
กรมฝนหลวงและการบินเกษตร |
| 3. นายปริญญา อินทรเจริญ | ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฝนหลวง
กรมฝนหลวงและการบินเกษตร |
| 4. นายธนณ พันทอง | ผู้อำนวยการกลุ่มวิศวกรรมระบบตรวจสอบสภาพอากาศ
กรมฝนหลวงและการบินเกษตร |





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า โทร. 3302

ที่ คพ 62/2568

วันที่ 27 มกราคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัง

ด้วย นายเมธี ทวีชนม์ รหัสประจำตัว 66-020258-5606-1 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ ยืนศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ที่ อว 7104.2/46



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่นรังสิต 1 บางซื่อ กทม. 10800

27 มกราคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายภักดี จันทร์เกษ

ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

ด้วย นายเมธี หวีชนม์ รหัสประจำตัว 66-020258-5606-1 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เมธี หวีชนม์ โสโหการ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ภาพที่ ข-1 (ต่อ) หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 7104.2/47



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประจักษ์ราชมรรค์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

27 มกราคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายปริญญา อินทรเจริญ

ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงาน กรมพลังงานและการบินเกษตร

ด้วย นายเมธี ทวีชนม์ รหัสประจำตัว 66-020258-5606-1 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เมธี โลหะการ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ภาพที่ ข-1 (ต่อ) หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 7104.2/46



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

27 มกราคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน นายธณณ พันทอง

ผู้อำนวยการกลุ่มวิศวกรรมระบบตรวจสอบสภาพอากาศ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

ด้วย นายเมธี ทวีชนม์ รหัสประจำตัว 66-020258-5606-1 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษาพื้นที่ภาคเหนือ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เมธี โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ภาพที่ ข-1 (ต่อ) หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



ภาคผนวก ค

แบบประเมินความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมิน

แบบจำลองการพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บและคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุ
ลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ

คำชี้แจง

1. โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ และกรอกข้อความให้สมบูรณ์

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับสถานภาพผู้เชี่ยวชาญ

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. สถานะ ☐ ข้าราชการ ☐ พนักงาน ☐ ครู ☐ นักเรียน ☐ เกษตรกร
☐ อื่นๆ.....
3. สังกัดคณะ/สำนัก /สถาบัน /หน่วยงาน
.....
4. วุฒิการศึกษา ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่า
ปริญญาตรี
5. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ระดับ 5 = มากที่สุดหรือดีมาก 4 = มากหรือดี 3 = ปานกลางหรือพอใช้ 2 = น้อยหรือต่ำกว่า
มาตรฐาน 1 = น้อยที่สุดหรือต้องปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ ค-1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ					คะแนน ที่ได้
	5	4	3	2	1	
1. แบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ						
1.1 ความแม่นยำของแบบจำลอง						
1.2 ประสิทธิภาพของแบบจำลอง						
1.3 ความสามารถในการตีความ						
1.4 ความเหมาะสมของแบบจำลอง						
2. คู่มือการปฏิบัติงาน						
2.1 ความชัดเจนของเนื้อหา						
2.2 ความครบถ้วนของข้อมูล						
2.3 ความถูกต้องของข้อมูล						
2.4 ความเป็นปัจจุบันของคู่มือ						
3. คุณภาพการค้นคว้าอิสระ						

3.1 ความชัดเจนของวัตถุประสงค์การค้นคว้า						
3.2 ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล						
3.3 ความสามารถในการนำเสนอผลการค้นคว้า						
3.4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้						
3.5 คุณภาพของข้อสรุปและข้อเสนอแนะ						

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....





ภาคผนวก ง

สรุปผลความคิดเห็นการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ง-1 สรุปผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1. แบบจำลองการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ			
1.1 ความแม่นยำของแบบจำลอง	4.00	0.71	มากหรือดี
1.2 ประสิทธิภาพของแบบจำลอง	4.00	0.71	มากหรือดี
1.3 ความสามารถในการตีความ	3.75	0.43	ปานกลางหรือพอใช้
1.4 ความเหมาะสมของแบบจำลอง	4.00	0.71	มากหรือดี
รวม	3.94	-	มากหรือดี
2. ค่มือการปฏิบัติงาน			
2.1 ความชัดเจนของเนื้อหา	4.25	0.83	มากหรือดี
2.2 ความครบถ้วนของข้อมูล	4.25	0.83	มากหรือดี
2.3 ความถูกต้องของข้อมูล	4.50	0.50	มากหรือดี
2.4 ความเป็นปัจจุบันของคู่มือ	4.50	0.50	มากหรือดี
รวม	4.38	-	มากหรือดี
3. คุณภาพการค้นคว้าอิสระ			
3.1 ความชัดเจนของวัตถุประสงค์การ	4.75	0.43	มากที่สุดหรือดีมาก
3.2 ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของ	4.25	0.83	มากหรือดี
3.3 ความสามารถในการนำเสนอผลการ	4.25	0.43	มากหรือดี
3.4 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	4.50	0.50	มากหรือดี
3.5 คุณภาพของข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	4.50	0.50	มากหรือดี
รวม	4.45	-	มากหรือดี
รวมทั้งหมด	4.25	0.61	มากหรือดี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายเมธี ทวีชนม์

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การศึกษาและพัฒนาคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับการแจ้งเตือนภัยพายุ
ลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากระบบเรดาร์ตรวจอากาศ : กรณีศึกษา

พื้นที่ภาคเหนือ

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ประวัติ เกิดวันที่ 13 มิถุนายน 2538 ปัจจุบัน อายุ 30 ปี ภูมิลำเนา
บ้านเลขที่ 4/47 ซอยงามวงศ์วาน 43 แยก 2-4 แขวงทุ่งสองห้อง เขต
หลักสี่ กทม. โทร 089-6595073 E-Mail :
methee.ipen@hotmail.com

บิดาชื่อ นายวีระ ทวีชนม์ มารดาชื่อ นางงามใจ ทวีชนม์

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
อุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอ
คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ปี พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา สายการเรียนวิทย์-
คณิต จากโรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา ตำบลบ่อทราย อำเภอ
เมือง จังหวัดสงขลา

ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ. 2563 - ปัจจุบัน วิศวกรไฟฟ้า กรมฝนหลวงและการบิน
เกษตร