

ระบบแสดงภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และ ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล เพื่อติดตามการ
เปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

Images Processing System of Sea Surface Temperature and
Sea Surface Height Anomalies for Climate Change Observation

ปริญญา เรืองจิตรานนท์, ประรตนา ดีประเสริฐกุล, รอยล จิตรดอน

Parinya Reungjitranon, Prattana Deeprasertkul, Royol Jitradon

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)

parinya@hail.or.th, prattana@hail.or.th, royol@hail.or.th,

บทคัดย่อ

ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล (Sea Surface Height Anomalies: SSHA) และ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศตามฤดูกาล, แสดงการเคลื่อนตัวของความกดอากาศและกระแสลม ตลอดจนสามารถใช้ศึกษาการเกิดพายุได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นในบทความนี้จะกล่าวถึงระบบงานสำหรับแสดงผลแผนภาพการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และ แผนภาพการเปลี่ยนแปลงของค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล ซึ่งประมวลผลภาพโดยหาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา เพื่อหาผลต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยผิวน้ำทะเลและค่าเบี่ยงเบนความสูงเฉลี่ยของระดับน้ำทะเล ระหว่างสัปดาห์และระหว่างเดือน วัตถุประสงค์ของระบบงานนี้เพื่อศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ รวมถึงเป็นแนวทางในการพิจารณาแนวโน้มการเกิดพายุในอนาคต

คำสำคัญ: อุณหภูมิผิวน้ำทะเล, ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล, ระบบการประมวลผลภาพ

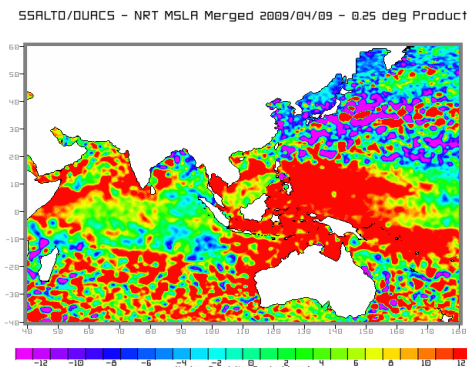
ABSTRACT

Sea Surface Height Anomalies (SSHA) and Sea Surface Temperature (SST) are ones of the essential parameters for identifying weather variation, air pressure, and water flow as well as for storm observation. In this paper, we present an image processing system used for generating different images of SST and SSHA. The system aims to calculate the difference of the average values on temperature and height anomalies weekly and monthly. The objective of this system is to study and observe weather variation and storm prediction in the future.

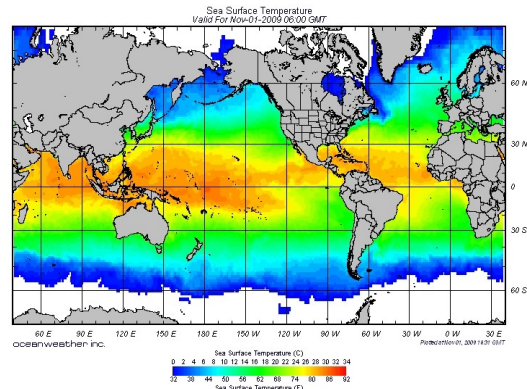
KEY WORDS: Sea Surface Temperature, Sea Surface Height Anomalies, Image Processing System

บทนำ

ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล เป็นค่าที่ได้จากการวัดความสูงของระดับน้ำทะเล ณ. ช่วงเวลาหนึ่ง เทียบกับค่าความสูงเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลในตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งการวัดระดับความสูงนี้จะวัดโดยการใช้ดาวเทียมด้านการสำรวจเป็นตัววัด โดยค่าความสูงระดับน้ำทะเลจะสะท้อนถึงกระแสน้ำเย็น และน้ำอุ่นในช่วงฤดูกาล เนื่องจากบริเวณกระแสน้ำอุ่นจะมีความหนาแน่นต่ำกว่าบริเวณกระแสน้ำเย็น ทำให้บริเวณกระแสน้ำอุ่นมีแนวโน้มที่จะมีความสูงมากกว่าบริเวณกระแสน้ำเย็น โดยความสูงดังกล่าวไม่ใช่เป็นแค่ความสูงที่เกิดจากอุณหภูมิของผิวน้ำทะเล หากแต่เป็นผลสืบเนื่องที่เกิดจากอุณหภูมิของปริมาตรน้ำทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งการหาค่าความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาช่วยในการเฝ้าติดตามปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ตลอดจนวัฏจักรระยะยาว เช่น Pacific Decadal Oscillation เป็นต้น [1]



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 (ก) แผนภาพค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล (ข) แผนภาพค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เป็นการวัดค่าอุณหภูมิน้ำทะเลในช่วงความลึกตั้งแต่ 1 ไมโครเมตรถึง 1 เมตร ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการวัดที่แตกต่างกัน [2] โดยค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้โดยคร่าวว่า ฤดูกาลในแต่ละปีเริ่มต้นที่ช่วงเวลาใด สิ้นสุดที่ช่วงเวลาใด นอกจากนี้แล้วการสังเกต ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล สามารถช่วยการคาดการณ์สภาพอากาศได้ในระดับหนึ่ง อาทิเช่นการเกิดพายุ เนื่องจากพายุเป็นปรากฏการณ์เกิดจากความไม่สมดุลของพลังงานในมหาสมุทร และสามารถตรวจจับได้จากค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล [3] ซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่าอุณหภูมิจะก่อตัวจากน้อยไปมากจนกระทั่งเกิดพายุ เช่นการพิจารณาค่าอุณหภูมิบริเวณที่สูงเกินกว่า 26.5 องศาเซลเซียสและแตกต่างจากบริเวณข้างเคียงมากขึ้นเท่าไร มักเป็นสัญญาณเตือนถึงการเกิดพายุในเขตร้อนมากขึ้นเท่านั้น [4]

สำหรับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือ การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับสภาพอากาศ ย่อมส่งผลกระทบต่อทั้งอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และ ค่าความเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล โดยเฉพาะการ

เปลี่ยนแปลงในช่วงฤดูกาล หรือ การเกิดพายุ ซึ่งถ้าหากพิจารณาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแกนเวลาแล้ว จะสามารถมองเห็นข้อมูลโดยคร่าว ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ทางปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ ได้

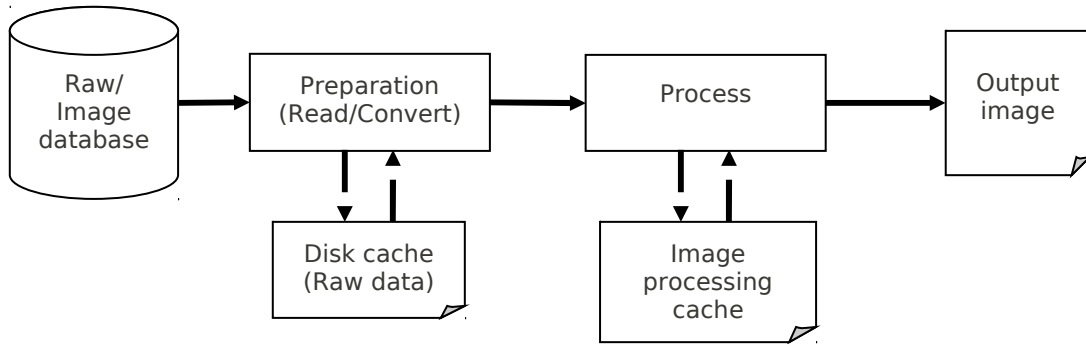
ระบบงานนี้พัฒนาขึ้นเพื่อประมวลผลภาพจากค่าความเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล และค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล โดยหาความแตกต่างที่เกิดขึ้นของค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลง สำหรับใช้ประกอบการวิเคราะห์สภาพอากาศ ตลอดจนเหตุการณ์ทางธรรมชาติ เช่น พายุ ได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งข้อมูลที่ใช้ได้แก่ ข้อมูลแผนภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ราย 12 ชั่วโมงโดย Ocean Weather inc [5], แผนภาพค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเลจากดาวเทียม Jason-1 GFO และ ENVISAT โดย Aviso [6] และ ค่าความเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล โดย Collecte Localisation Satellites [7] ซึ่งจากการใช้งานแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ พบว่าสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

หลักการ และขั้นตอนการดำเนินงาน

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพนั้น มีทั้งข้อมูลที่เป็นภาพจากแหล่งอื่น และเป็นข้อมูลไบนารี โดยมีคุณลักษณะแตกต่างกันทั้งขนาดของข้อมูล ความถี่ของข้อมูล ซึ่งข้อมูลแต่ละชนิดสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และระบบโดยรวมจะประกอบไปด้วยหน้าที่การทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งการทำงานจะเริ่มจากการอ่านข้อมูลนำเข้า และทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการคำนวณ จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปประมวลผลเพื่อหาเฉลี่ยและค่าความแตกต่าง และทำการบันทึกเป็นรูปภาพผลลัพธ์ ที่เป็นแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล และแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล โดยทั้งนี้ ในกระบวนการต่าง ๆ จะมีการบันทึกข้อมูลในแต่ละขั้นตอนบันทึกเก็บไว้บนพื้นที่สำรอง เพื่อประโยชน์ด้านความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูลดังกล่าวซ้ำอีกครั้งหนึ่งในภายหลัง

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของข้อมูลนำเข้าแต่ละชนิด

ชนิดข้อมูล	ลักษณะของข้อมูล	ความถี่ของข้อมูล	ความละเอียดของข้อมูล (pixel)
แผนภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	Raster Image	12 ชั่วโมง	682 x 409
แผนภาพค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล	Raster Image	1 วัน	575 x 260
ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล	Raw Data	1 วัน	561 x 401



รูปที่ 2 ภาพรวมของระบบแสดงภาพการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และภาพการเปลี่ยนแปลงของค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล

โดยหน้าที่หลักจะเป็นส่วนการประมวลผลที่มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลในช่วงเวลาที่ต้องการ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงหาผลต่างของค่าเฉลี่ยสองช่วง [8] เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนภาพตาม ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งกระบวนการทั้งหมด สามารถเขียนอธิบายได้ ดังสมการที่ (1), (2) และ (3) โดย F_n เป็นข้อมูลที่เกิดจากการเฉลี่ยค่าของตำแหน่งใด ๆ ในช่วงเวลา n ผลลัพธ์ข้อมูล F_n ได้จาก สมการ

$$F_n = \frac{\sum_{i=0}^N F_i}{N} \quad (1)$$

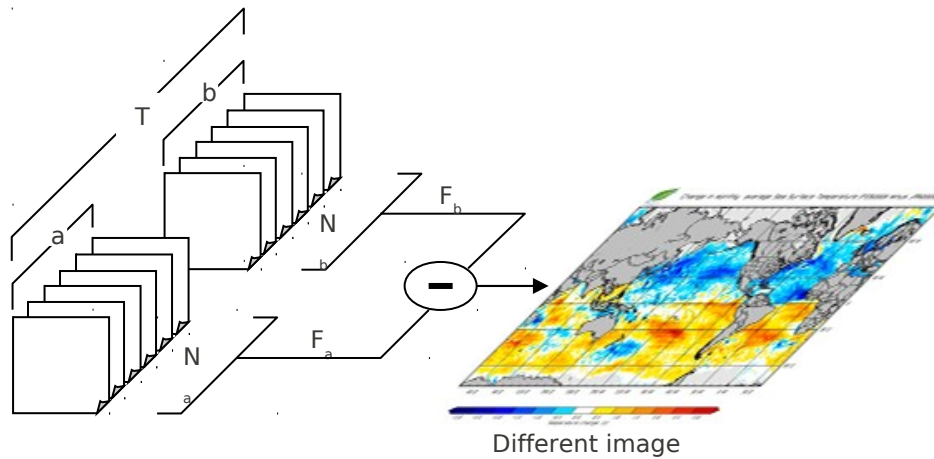
โดยที่ N คือจำนวนชุดข้อมูลในช่วงเวลา n ดังนั้นข้อมูล F_{diff} ซึ่งเป็นผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้จากการหาผลต่างของข้อมูลเฉลี่ยในช่วงเวลา a และ b โดยที่ ช่วงเวลา a เกิดขึ้นก่อนช่วงเวลา b และ T เป็นช่วงเวลาใด ๆ ดังสมการ

$$F_{diff} = F_b - F_a \quad ; a < b \text{ and } \{a, b\} \in T \quad (2)$$

จากสมการ (1) จะได้

$$F_{diff} = \frac{\sum_{i=0}^{Nb} F_i}{Nb} - \frac{\sum_{j=0}^{Na} F_j}{Na} \quad (3)$$

โดยที่ Na และ Nb คือจำนวนชุดข้อมูลในช่วงเวลา a และ b ตามลำดับ



รูปที่ 3 การประมวลผลโดยการหาค่าเฉลี่ยและนำมาหาผลต่าง เพื่อสร้างเป็นแผนภาพข้อมูล

ในการประมวลผลนั้น พารามิเตอร์ที่สำคัญตัวหนึ่งคือ การเลือกค่าช่วงเวลา (T, a, b) ที่เหมาะสม เนื่องจากการเลือกค่าช่วงเวลาของข้อมูลย่อมส่งผลโดยตรงต่อการนำแผนภาพผลลัพธ์ไปใช้งาน รวมถึงข้อมูลแต่ละชนิด มีคุณลักษณะที่ต่างกันไป ตลอดจนภาพผลลัพธ์ที่ได้มีเป้าหมายการนำไปใช้งานที่ต่างกันไป จึงจำเป็นต้องเลือกค่าช่วงเวลาให้เหมาะสมกับลักษณะงานนั้น ๆ จากการทดลองใช้งานระบบพบว่า ค่าช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานแต่ละประเภทนั้น สรุปไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าช่วงเวลาที่เหมาะสมกับชนิดข้อมูลและการนำไปใช้งาน

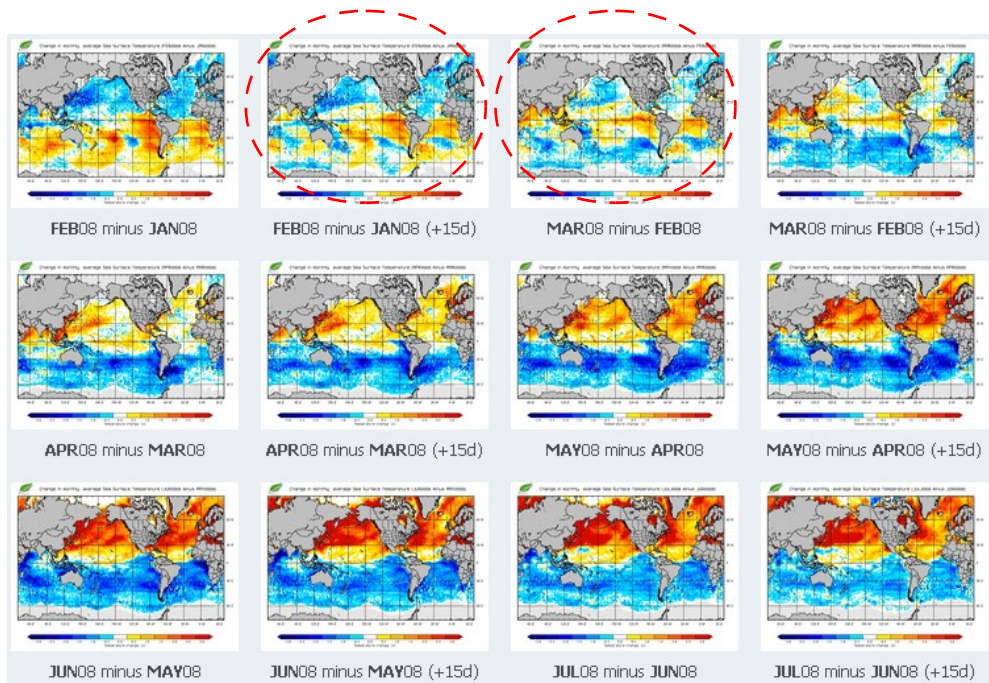
ภาพผลลัพธ์ที่ได้	ช่วงเวลาที่ใช้พิจารณา (a และ b)	การนำไปใช้งาน
แผนภาพการเปลี่ยนแปลง รายเดือน ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	1 เดือน (เริ่มต้นทุกวันที่ 1 และ 15)	พิจารณาช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยคร่าว
แผนภาพการเปลี่ยนแปลงราย 2 สัปดาห์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	14 วัน (เริ่มต้นทุกวันอาทิตย์)	พิจารณาช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยละเอียดเป็นรายสัปดาห์
แผนภาพการเปลี่ยนแปลงรายสัปดาห์ของค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล	7 วัน (เริ่มต้นทุกวันอาทิตย์)	ใช้พิจารณาแสดงการเคลื่อนตัวของความกดอากาศ พายุ และกระแสน้ำ
แผนภาพการศึกษาการเกิดพายุด้วยข้อมูลค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล	7 วัน (ข้อมูลเริ่มต้นวันอาทิตย์ ก่อนเกิดพายุ 2 สัปดาห์ และสิ้นสุดที่วันเสาร์หลังเกิดพายุ 2 สัปดาห์)	ใช้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล เมื่อเกิดเหตุการณ์พายุ เพื่อใช้ศึกษาวิเคราะห์แนวทางการทำนายพายุในอนาคต

ผลการทำงาน และอภิปรายผล

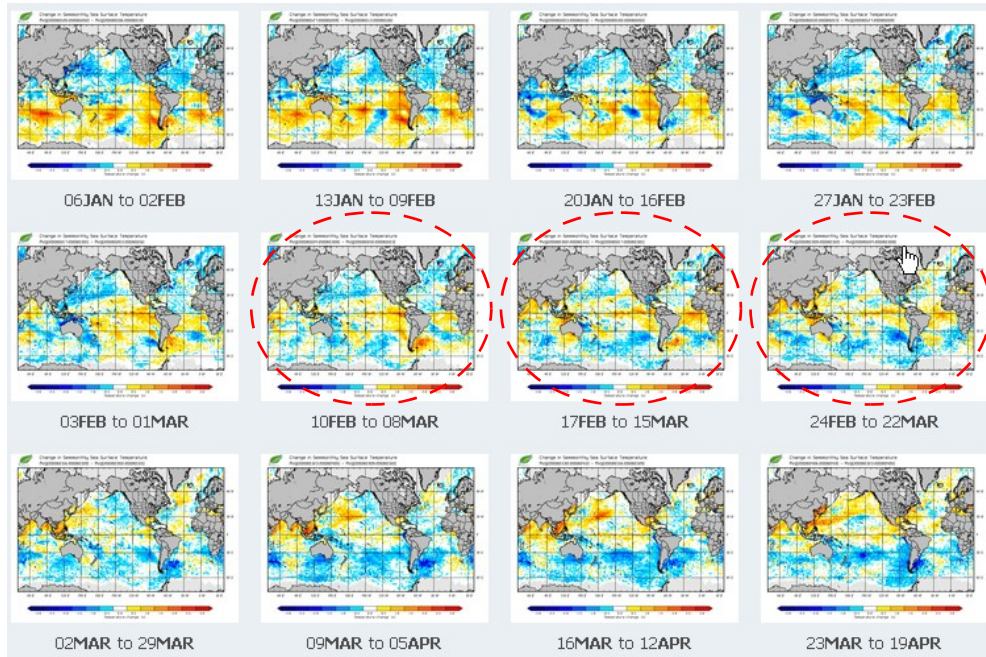
ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสองช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดย เหตุผลที่ต้องใช้งานค่าเฉลี่ยของช่วงเวลา a และ b เนื่องจากตัวข้อมูลในรายคาบมีการเปลี่ยนแปลง ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องหาค่ากลาง หรือค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มข้อมูลชุดนั้นๆ นอกจากนี้ยังต้อง คำนึงถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงด้วยอีกทางหนึ่ง กล่าวคือถ้าเลือกช่วงเวลาที่ยาวนานจน เกินไป ก็ย่อมไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ภายในช่วงเวลานั้น เป็นต้น

ตัวอย่างการนำไปใช้งาน เช่น แผนภาพการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ที่นำ ไปใช้ในการหาการเปลี่ยนแปลงของช่วงฤดูกาล ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยสีที่แสดงในภาพจะใช้สีแดงเข้ม แทนบริเวณที่มีอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 3 องศาเซลเซียส และไล่ระดับสีลงไปตามอุณหภูมิ จนกระทั่งสีน้ำเงินเข้มจะแทนบริเวณที่อุณหภูมิลดต่ำลง 3 องศาเซลเซียส

จากรูปจะสามารถมองเห็นภาพโดยคร่าวได้ว่า ฤดูกาลในปี ค.ศ. 2008 ช่วงกลางเดือน มกราคม จนถึงเดือนมีนาคม เป็นช่วงที่ฤดูกาลเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยดูได้จากบริเวณผิวน้ำทะเลที่ อุณหภูมิสูง และ ต่ำ เริ่มมีการย้ายตำแหน่งแทนที่ซึ่งกันและกัน ซึ่งถ้าหากพิจารณาโดยละเอียด ด้วย แผนภาพการเปลี่ยนแปลงราย 2 สัปดาห์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ดังรูปที่ 5 จะพบว่าฤดูกาลเริ่มมีการ เปลี่ยนแปลงในช่วงสัปดาห์ ของวันที่ 10 กุมภาพันธ์ ถึง 22 มีนาคม เป็นต้น



รูปที่ 4 แผนภาพการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ช่วงเดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม ปี ค.ศ. 2008

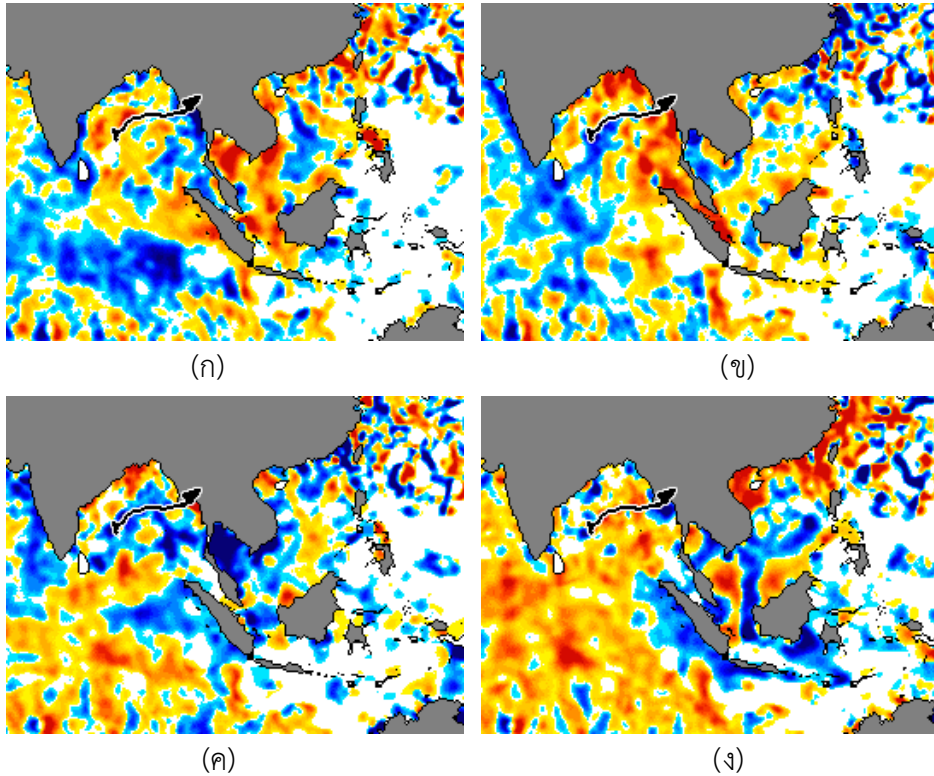


รูปที่ 5 แผนภาพการเปลี่ยนแปลงราย 2 สัปดาห์ ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ช่วงเดือน ม.ค. ถึง เม.ย. ปี 2008

ตัวอย่างหนึ่งที่น่าไปใช้คือการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเลเมื่อเกิดเหตุการณ์พายุ จุดมุ่งหมายเพื่อหารูปแบบความเกี่ยวข้องที่เกิดขึ้นเพื่อหาแนวทางการทำนายพายุในอนาคต ดังแสดงในรูปที่ 6 เป็นช่วงเวลาที่เกิดพายุ Nargis (27 เม.ย – 3 พ.ค. 2008) โดยสีที่แสดงในภาพจะใช้สีแดงเข้ม แทนบริเวณที่ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงในทางบวก 10 เซนติเมตร และไล่ระดับสีลงไปตามความเปลี่ยนแปลงที่ลดลง จนกระทั่งสีน้ำเงินเข้มจะแทนบริเวณที่มีความเปลี่ยนแปลงในทางลบ 10 เซนติเมตร

โดยแผนภาพจะแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรายสัปดาห์ก่อนเกิดพายุ, ช่วงเกิดพายุ และหลังจากพายุผ่านพ้นไป โดยจะเห็นได้ว่าในภาพ (ข) ที่เป็นช่วงขณะเกิดพายุ นั้น ค่าความเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเลจะมีระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงก่อนหน้า และจะมีระดับที่ลดต่ำลงในภาพ (ค) ซึ่งเป็นช่วงพายุเข้าสู่ชายฝั่งและลดกำลังลง

ทั้งนี้ ในการศึกษาหาความเกี่ยวข้องระหว่างการเกิดพายุ เทียบกับค่าการเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเลนั้น ยังไม่สามารถแสดงผลได้ชัดเจนพอ เนื่องจากการเกิดพายุ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายด้าน อีกทั้งในการทำนายการเกิดพายุ จำเป็นต้องประกอบไปด้วยการทำนายจุดที่จะเกิดพายุ และเส้นทางของพายุ ซึ่งการใช้ค่าความเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเลเพียงอย่างเดียวไม่สามารถกระทำได้อีกเนื่องจากมีความแปรปรวนในทะเลมาก อีกทั้งค่าความสูงระดับน้ำทะเล เป็นผลสืบเนื่องมาจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ยังมีไม่ใช่เป็นสาเหตุของการเกิดเหตุทางธรรมชาติโดยตรง ทำให้เงื่อนไขในการหาปัจจัยการเกิดพายุจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอีกหลายด้านในการประกอบการพิจารณา



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าเบี่ยงเบนระดับความสูงน้ำทะเล ในช่วงเวลา ก่อน, ระหว่าง และ หลังเกิดพายุ Nargis เมื่อ 13 เม.ย ถึง 17 พ.ค. 2008

สรุปผล

ระบบที่นำเสนอนี้ เป็นการพัฒนาระบบการประมวลผลภาพโดยประยุกต์ใช้ภาพและข้อมูลที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน นำมาสร้างเป็นแผนภาพของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้เกิดมิติของข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นในการนำเสนอ ประโยชน์เพื่อใช้ในการประกอบการวิเคราะห์และพิจารณาในงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ โดยจากการทดลองพบว่า ตัวแปรสำคัญตัวหนึ่งในการเลือกใช้ข้อมูลเพื่อการนำเสนอแผนภาพนี้ คือการเลือกช่วงเวลาในการคำนวณ ซึ่งจำเป็นต้องเลือกช่วงเวลาที่ต้องการนำเสนอในภาพให้เหมาะสม เนื่องจากการเลือกช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ไม่สามารถจำแนกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาได้ โดยข้อมูลแต่ละชนิด,แต่ละการนำไปใช้งาน จะมีช่วงเวลาที่เหมาะสมแตกต่างกันออกไป

ในการพิจารณาแผนภาพการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลนั้น พบว่าสามารถใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านสภาพอากาศและฤดูกาลได้ชัดเจน โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จะเป็นการถ่ายเทพลังงานความร้อนระหว่างบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตร และ ใต้เส้นศูนย์สูตร ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ของรอบปี ในขณะที่แผนภาพการเปลี่ยนแปลงของค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล เพื่อใช้ในการศึกษาพายุ นั้นยังไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ชัดเจนเพียงพอ เนื่องจากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในทะเล ประกอบกับค่าความเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล มิใช่เป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ หากแต่เป็นผลสืบเนื่องมาจากผลกระทบทางธรรมชาติ แต่ทั้งนี้ ระบบแสดงภาพการ

เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และการเปลี่ยนแปลงของค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนี้ ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือตัวหนึ่งในการสร้างข้อมูลสำหรับการประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้ โดยการประยุกต์ใช้งานกับข้อมูลที่ต้องการนำเสนอให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้วิเคราะห์ในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=7316
- [2] <http://www.ghrsst.org/SST-Definitions.html>
- [3] Miller, B. I., 1958: On the Maximum intensity of hurricanes. J. Meteor., 15, 184-195
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Sea_surface_temperature
- [5] <http://www.oceanweather.com/>
- [6] <http://www.jason.oceanobs.com/>
- [7] <http://www.cls.fr/>
- [8] John C. Russ, "The Image Processing Handbook", Fifth Edition, CRC Press, 2002.