

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การปรับปรุงข้อมูลของพายุหมุนเขตร้อนโดยเทคนิค Rankine Vortex
Improvement the Tropical Cyclone Data by
Rankine Vortex Technique

ธวัชชัย สิริกานติโสภณ
ภาควิชาคณิตศาสตร์

โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

เงินกองทุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ ประเภทพัฒนานักวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ปีงบประมาณ 2552

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีสำหรับการแก้ปัญหาค่าความละเอียดของข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ สำหรับวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ใช้วิธี Linear Interpolation Method และวิธี Rankine Vortex Technique ซึ่งผลลัพธ์จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการปรับปรุงจะมีความละเอียดมากขึ้นและเมื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ก็จะเห็นบริเวณศูนย์กลางของพายุได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

Abstract

This research provides an improvement data of tropical cyclone resolution in order to forecast. Linear Interpolation Method and Rankine Vortex Technique are used as this solution. The result showed that improved data has much clearly resolution than non-improved one. Furthermore, the improved data also gave much better image of tropical cyclone central.

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

ธวัชชัย สิริกานติโสภณ

สารบัญ

(Contents)

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vi
คำอธิบายสัญลักษณ์	vii
คำอธิบายคำย่อ	viii
บทนำ	1
วิธีการดำเนินการวิจัย	7
ผลการวิจัย	11
สรุปและข้อเสนอ	14
บรรณานุกรม	16

สารบัญตาราง
(List of Table)

ตาราง	หน้า
1. ข้อมูลเริ่มต้นของพายุ XANGSANE ที่ได้จาก ECMWF	7

สารบัญภาพ

(List of Illustration)

รูป	หน้า
1. เส้นทางการเคลื่อนที่ของพายุ XANGSANE (JTWC, 2006)	6
2. Flow chart แสดงขั้นตอนของ Initial Streamfunction ที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นของ ECMWF	7
3. Flow chart แสดงขั้นตอนของ Initial Streamfunction ที่ได้จากการประมาณค่าข้อมูลเริ่มต้นให้ได้ความละเอียดที่ 0.5 degree หรือ 50 กิโลเมตร	8
4. Flow chart แสดงขั้นตอนของ Initial Streamfunction ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนโดยใช้วิธี Rankine Vortex	9
5. Wind field of Typhoon XANGSANE. Resolution of data 1.5 degree	10
6. Initial streamfunction of typhoon XANGSANE, September 27 th , 2006, 00UTC	10
7. Wind field of Typhoon XANGSANE after interpolation data from 1.5 degree to 0.5 degree	11
8. Initial streamfunction of typhoon XANGSANE after interpolation data from 1.5 degree to 0.5 degree, September 27 th , 2006, 00UTC	11
9. Wind field of Typhoon XANGSANE after using Rankine vortex technique	12
10. Initial streamfunction of typhoon XANGSANE after using Rankine vortex, September 27 th , 2006, 00UTC	12

คำอธิบายสัญลักษณ์

(List of Symbols)

c	is the tangential wind velocity.
c_m	is the maximum tangential wind at the radius of maximum winds (R_m).
f	is coriolis parameter (s^{-1}).
g	is the acceleration of gravity (ms^{-2}).
J	is the Jacobian operator.
p	is pressure (Pa).
R	is the gas constant ($J kg^{-1} K^{-1}$).
R_m	is radius of maximum winds.
r	is radial distance.
t	is time (s).
u	is wind velocity in x -direction (ms^{-1}).
v	is wind velocity in y -direction (ms^{-1}).
x	is horizontal coordinate increasing northward.
y	is horizontal coordinate increasing eastward.
α	is an empirical parameter.
β	is the beta parameter.
ζ	is the relative vorticity.
ζ_a	is the absolute vorticity.
ψ	is the streamfunction.
ω	is vertical velocity in pressure coordinates ($Pa s^{-1}$), and it is defined by $\omega = -\rho g w$, where w is vertical velocity in cartesian coordinate (ms^{-1}), ρ is density ($kg m^{-3}$).

คำอธิบายคำย่อ

(List of Abbreviations)

ECMWF	European Center for Medium-Range Weather Forecasts
JTWC	Joint Typhoon Warning Center Products
UTC	Universal Time Constant Zone

บทนำ

(Introduction)

เมื่อผู้วิจัย (Sirikantisophon, 2008) ได้ศึกษาการพยากรณ์รวมชุดแบบเวกเตอร์เดี่ยวของพายุหมุนเขตร้อน พบว่าผลการพยากรณ์ที่ได้เกิดความผิดพลาดจากความเป็นจริง เนื่องจากปัญหาที่เกิดจากข้อมูลที่น่ามาใช้ในการพยากรณ์มีความละเอียดน้อยมากทำให้ไม่สามารถมองเห็น ณ จุดที่เกิดพายุได้ดังได้ปรากฏในวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก (Sirikantisophon, 2008) หัวข้อที่น่าสนใจคือ วิธีที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงข้อมูลให้มีความละเอียดมากขึ้น ซึ่ง Milne-Thompson (1968), Anderson and Hillingsworth (1988) ได้ทำการคิดค้นและสร้างระบบสมการของ Rankine Vortex ขึ้นและได้มีการปรับปรุงพัฒนาสมการนี้มาเรื่อยๆ จนในที่สุด Krishanmurti et al (1999) ได้นำสมการ Rankine Vortex มาใช้สำหรับการแก้ปัญหาคความผิดพลาดของตำแหน่งการเกิดพายุที่ได้จากข้อมูลที่มีความละเอียดน้อย

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การศึกษการพยากรณ์อากาศในด้านการพยากรณ์เส้นทางการเคลื่อนที่ของพายุ นั้น ปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลให้ผลของการพยากรณ์ถูกต้องนั้น นอกจากตัวแบบจำลองการพยากรณ์อากาศ (Model) แล้ว ข้อมูลที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้น (Initial Data) ในการพยากรณ์ก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากถ้าข้อมูลเริ่มต้นที่จะนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ผิดพลาด มีความละเอียดของข้อมูลน้อย ก็จะส่งผลให้ผลของการพยากรณ์นั้นเกิดความผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ซึ่งปัจจุบันมีเว็บไซต์ของสถาบันพยากรณ์อากาศในต่างประเทศบางที่สามารถให้บริการดาวน์โหลดข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาได้ฟรี แต่ปัญหาที่พบก็คือข้อมูลมีความหยาบ ความละเอียดของข้อมูลน้อยเมื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ทำให้ผลการพยากรณ์เกิดความผิดพลาด ซึ่งถ้าต้องการข้อมูลที่มีความละเอียดมากก็ต้องทำการตั้งชื่อซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก งานวิจัยชิ้นนี้จะได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหของข้อมูลดังกล่าวโดยใช้หลักการ Numerical Method และเทคนิค Rankine Vortex ทำการปรับปรุงข้อมูลให้มีความละเอียดและถูกต้องเสียก่อน หลังจาก

นั่นจึงนำข้อมูลที่ทำการปรับปรุงแล้วไปใช้สำหรับการพยากรณ์เส้นทางการเคลื่อนที่ของ พายุหมุนเขตร้อน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการปรับปรุงข้อมูล โดยใช้หลักการของ Numerical Method และ เทคนิคของ Rankine Vortex
2. เพื่อศึกษากรณีตัวอย่างของข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนที่ใช้หลักการของ Numerical Method และ เทคนิคของ Rankine Vortex ในการปรับปรุงข้อมูล
3. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลพายุหมุนเขตร้อนระหว่างก่อนและ หลังการปรับปรุงแก้ไข

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการปรับปรุงข้อมูลให้ดีขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตซึ่งมีราคาสูง
2. ได้เห็นความแตกต่างของข้อมูลระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงข้อมูล
3. ได้ข้อมูลที่ละเอียดและมีความถูกต้องก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้สำหรับการพยากรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

ก. ขั้นตอนและวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษาผลลัพธ์ที่มีอยู่แล้วจาก paper ต่างๆ ในวารสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทราบแนวคิดหลัก ๆ ที่ใช้ในการศึกษาการปรับปรุงข้อมูล โดยเทคนิค Rankine Vortex

ข. ขั้นตอนและวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาปัญหา และ แนวทางการวิจัยจากวารสารที่เกี่ยวข้องตามข้อ ก. และ การปรึกษากับที่ปรึกษา ทำให้สามารถที่จะได้แนวทางในการใช้เทคนิค Rankine Vortex มาปรับปรุงข้อมูลให้ดีขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติและเทคนิคของ Rankine Vortex
2. เลือกกรณีตัวอย่างของพายุหมุนเขตร้อนเพื่อจะทำการปรับปรุงของมูลโดยใช้หลักการของ Numerical Method และเทคนิคของ Rankine Vortex
3. เขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมภาษา Fortran สำหรับสร้างแบบจำลองการปรับปรุงข้อมูลโดยใช้เทคนิคของ Rankine Vortex

ทฤษฎีบทที่สำคัญที่นำมาใช้ในการวิจัย

1. Barotropic Model

1.1 Basic dynamics of the non-divergent barotropic model

On a local x, y and p (pressure coordinate) Cartesian coordinate system, the horizontal equations of motion governing the non-divergent barotropic flow is;

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial z}{\partial x} + fv \quad (1.1 \text{ a})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial z}{\partial y} - fu \quad (1.1 \text{ b})$$

The continuity equation for the system is

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (\text{non-divergent}) \quad (1.1 \text{ c})$$

- where
- u is wind velocity in x -direction ($m.s^{-1}$).
 - v is wind velocity in y -direction ($m.s^{-1}$).
 - g is the acceleration of gravity ($m.s^{-2}$).
 - f is coriolis parameter (s^{-1}).
 - x is horizontal coordinate increasing northward.
 - y is horizontal coordinate increasing eastward.
 - t is time (s).

If we differentiate Eq. (1.1 b) by $\frac{\partial}{\partial x}$ and Eq. (1.1 a) by $\frac{\partial}{\partial y}$ and take the difference between the two equations and use the continuity equation (1.1 c), we obtain the vorticity equation for the non-divergent barotropic flow. This may be written as;

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + u \frac{\partial \zeta}{\partial x} + v \frac{\partial \zeta}{\partial y} + v \frac{\partial f}{\partial y} = 0 \quad (1.2)$$

Note: the horizontal equations is $u \frac{\partial f}{\partial x} = 0$

where $\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ is the relative vorticity.

f is coriolis parameter.

We may rewrite Eq. (1.2) as;

$$\frac{d}{dt} \zeta_a = 0 \quad (1.3)$$

where $\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y}$

$\zeta_a = \zeta + f$ is the absolute vorticity.

Equation (1.3) merely states that the absolute vorticity of a fluid parcel is conserved following the motion of the parcel.

We define the concept of streamfunction. Given a velocity field V , one may decompose it into a non-divergent (sometimes called the rotational) part, V_ψ , and the divergent part, V_χ , that is;

$$\vec{V} = \vec{V}_\psi + \vec{V}_\chi \quad (1.4 a)$$

such that

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V}_\psi = 0 \quad \text{and} \quad \vec{\nabla} \times \vec{V}_\chi = 0 \quad (1.4 b)$$

For a two-dimensional velocity field, \vec{V}_H , the non-divergent part of the flow can be expressed in terms of a scalar streamfunction, ψ , such that;

$$\vec{V}_{H_\psi} = \hat{k} \times \vec{\nabla} \psi \quad (1.4 c)$$

or in Cartesian coordinates;

$$u_\psi = -\frac{\partial \psi}{\partial y} \quad \text{and} \quad v_\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (1.4 d)$$

In streamfunction form, the relative vorticity, ζ , may be expressed as follows;

$$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = \nabla^2 \psi \quad (1.5)$$

Using relations (1.4) and (1.5) the non-divergent barotropic vorticity Eq. (1.2) can be written as;

$$\frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 \psi = -J(\psi, \nabla^2 \psi) - \beta \frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (1.6)$$

where J is the Jacobian operator, $J(\psi, \nabla^2 \psi) = \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \nabla^2 \psi}{\partial y} - \frac{\partial \psi}{\partial y} \frac{\partial \nabla^2 \psi}{\partial x}$.

$\nabla^2 \psi = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = \zeta$ is the relative vorticity.

$\beta = \frac{\partial f}{\partial y}$ is the beta parameter.

f is the coriolis parameter ($f = 2\Omega \sin \phi$), Ω is angular speed of rotation of the earth and ϕ is latitude.

Equation (1.6) forms the basic of the non-divergent barotropic model. The equation has one unknown, ψ (streamfunction). The integration procedure consists of replacing the derivatives of the prediction Eq. (1.6) with finite difference approximations at a discrete set of points in space and time.

2 Rankine Vortex Equations

According to Milne-Thompson (1968) and Andersson and Hillingsworth (1988), the tangential wind velocity (c) of a Rankine vortex can be described by a function of radial distance (r) as follows;

$$c = c_m \frac{r}{R_m}; \quad r \leq R_m \quad (2.1)$$

$$c = c_m \left(\frac{r}{R_m} \right)^{-\alpha}; \quad r > R_m \quad (2.2)$$

where c_m is the maximum tangential wind at the radial distance R_m .

α is an empirical parameter with the value from 0.5 to 1.0. In this research

α is set to 0.6.

Eq. (2.1) and Eq. (2.2) can be used to compute the zonal and meridional components of the vortex tangential wind.

The merging of the idealized vortex to the initial data field is done by the relation;

$$u^*(r) = U_b(r); \quad v^*(r) = V_b(r); \quad 0 < r \leq R_m \quad (2.3)$$

$$u^*(r) = U_b(r) \left(\frac{rR}{RR_m} \right) + u(r) \left(\frac{rR_m}{RR_m} \right); \quad R_m < r < R \quad (2.4)$$

where R is the maximum radius of the initialized vortex (size of the vortex),

O^* represents the merged value,

O_b is the bogus value,

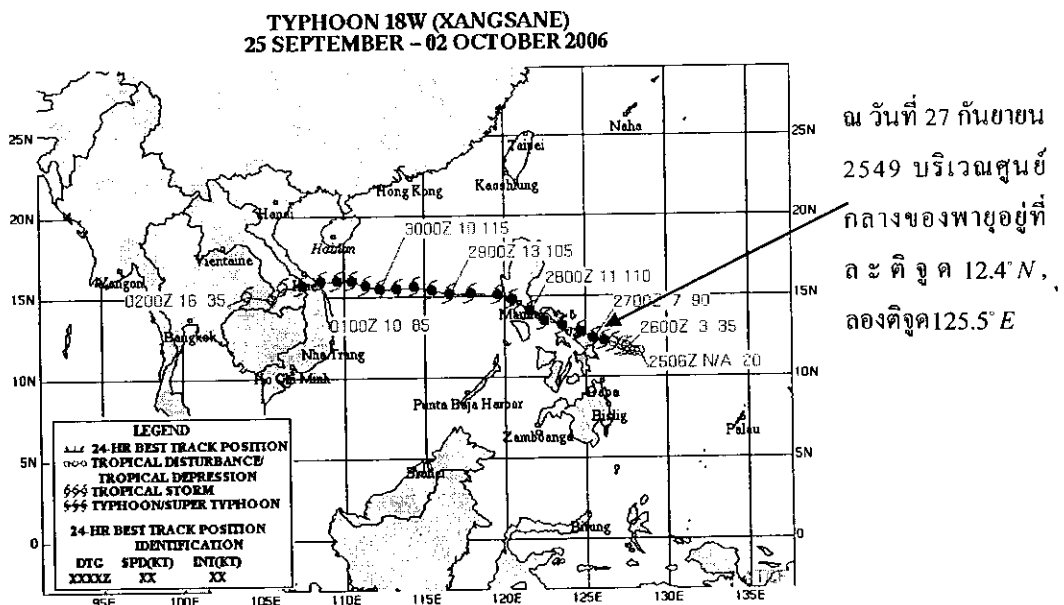
rR , rR_m and RR_m are the distances from r to R , from r to R_m and from R to R_m , respectively.

The equations for $v^*(r)$ are similar to those of $u^*(r)$.

วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology)

1. เลือกตัวอย่างพายุหมุนเขตร้อนเพื่อใช้สำหรับปรับปรุงข้อมูล (Tropical Cyclone Case)

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้เลือกพายุหมุนเขตร้อน XANGSANE (Typhoon XANGSANE) เป็นตัวอย่างสำหรับการปรับปรุงข้อมูล เนื่องจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของพายุมีการเคลื่อนที่มายังประเทศไทย พายุ XANGSANE มีจุดกำเนิดที่ Philippine Sea ในวันที่ 25 กันยายน 2549 โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ผ่านประเทศ Philippine ไปยัง South China Sea ซึ่งความรุนแรงของพายุจะเริ่มตั้งแต่วันที่ 27 กันยายน 2549 และศูนย์กลางของพายุอยู่ที่ละติจูด $12.4^{\circ}N$, ลองจิจูด $125.5^{\circ}E$ ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่จะนำมาทำการปรับปรุงข้อมูลของวันที่ 27 กันยายน 2549 เวลา 00.00 UTC



รูป 1. เส้นทางการเคลื่อนที่ของพายุ XANGSANE (JTWC, 2006)

2. ข้อมูลเริ่มต้น (Initial Data)

การเตรียมข้อมูลเริ่มต้นของพายุ XANGSANE ที่จะใช้สำหรับการปรับปรุงข้อมูลได้จาก European Center for Medium Range Weather Forecasting (ECMWF)

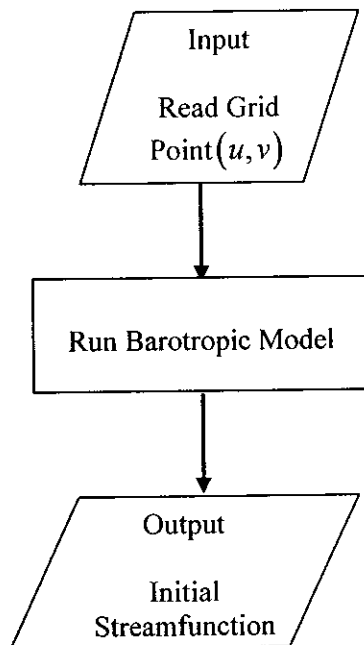
สามารถดาวน์โหลดได้ที่ http://data-portal.ecmwf.int/data/d/interim_daily/ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลมีดังนี้

	Typhoon XANGSANE
Type	Pressure levels
Date	27-09-2006
Time	00:00
Parameter	u, v
Level	500 hPa
Resolution	2.5 degree

ตารางที่ 1. ข้อมูลเริ่มต้นของพายุ XANGSANE ที่ได้จาก ECMWF

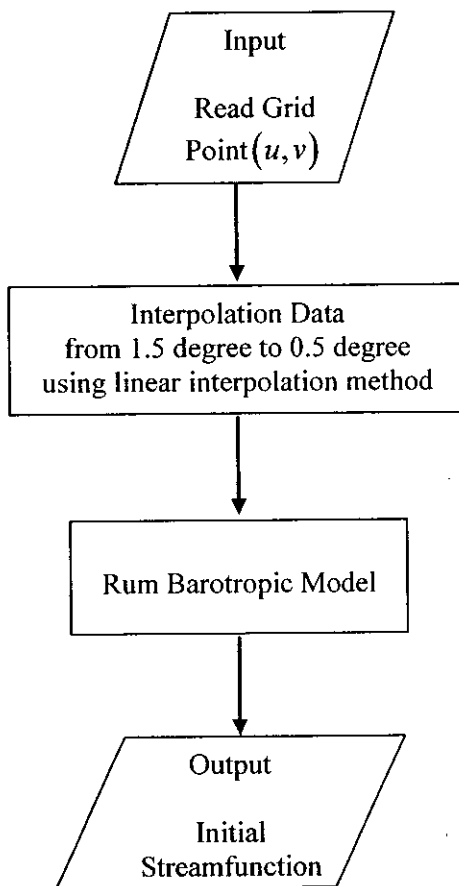
3. ขั้นตอนในการปรับปรุงข้อมูลพายุหมุนเขตร้อน

3.1 นำข้อมูลเริ่มต้นที่ของพายุ XANGSANE ที่ได้จาก ECMWF มาทำการพยากรณ์เพื่อหาตำแหน่งของพายุโดยใช้ Barotropic Model ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



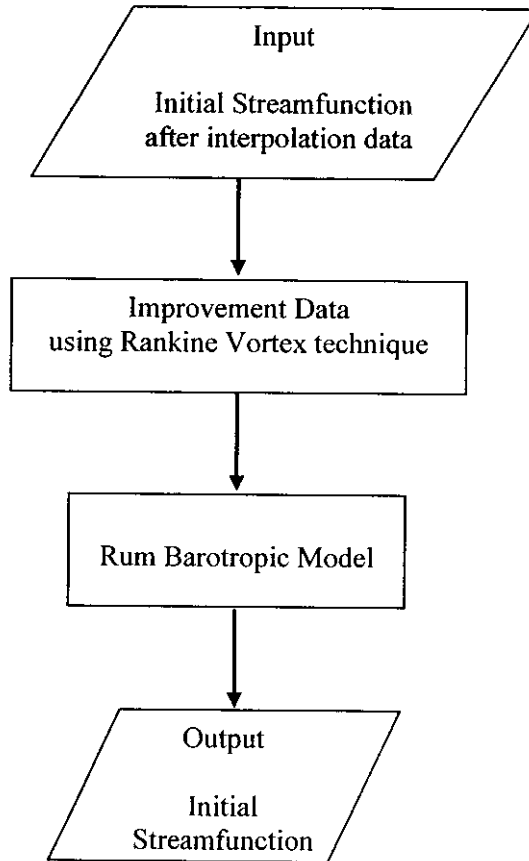
รูป 2. Flow chart แสดงขั้นตอนของ Initial Streamfunction ที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นของ ECMFW

3.2 จากข้อมูลเริ่มต้นที่ได้จาก ECMWF ความละเอียดของข้อมูลอยู่ที่ 1.5 degree หรือประมาณ 150 กิโลเมตร ซึ่งถือว่ายังไม่ละเอียดพอดังนั้นเราจะนำข้อมูลเริ่มต้นที่ได้มาทำการประมาณค่าเพื่อให้ได้ความละเอียดที่ 0.5 degree หรือประมาณ 50 กิโลเมตร โดยใช้วิธี Linear Interpolation Method ซึ่งเป็นวิธีทาง Numerical Method โดยมีขั้นตอนดังนี้



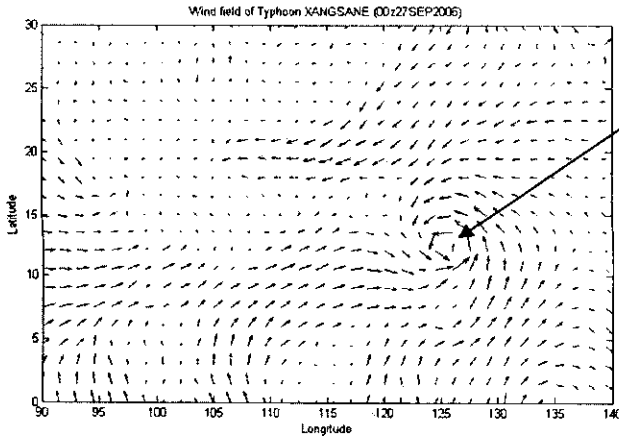
รูป 3. Flow chart แสดงขั้นตอนของ Initial Streamfunction ที่ได้จากการประมาณค่าข้อมูลเริ่มต้นให้มีความละเอียดที่ 0.5 degree หรือ 50 กิโลเมตร

3.3 นำข้อมูลซึ่งมีความละเอียดที่ 50 กิโลเมตร มาทำการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคของ Rankine Vortex ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



รูป 4. Flow chart แสดงขั้นตอนของ Initial Streamfunction การปรับปรุงข้อมูลพายุหมุนเขตร้อน โดยใช้วิธี Rankine Vortex

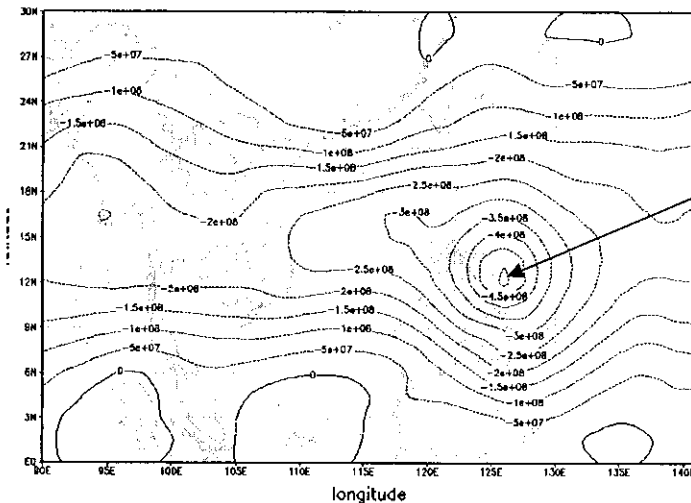
ผลการวิจัย (Results)



บริเวณศูนย์กลาง
ของพายุที่ได้จาก
ข้อมูลเริ่มต้น

รูป 5. Wind field of Typhoon XANGSANE. Resolution of data is 1.5 degree

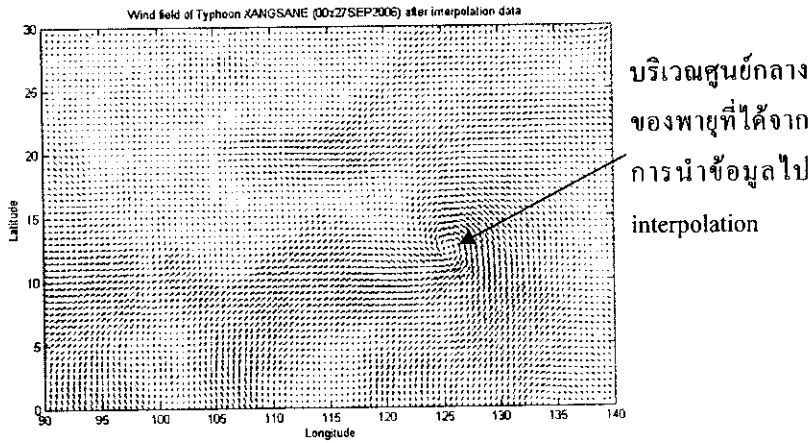
Initial Streamfunction at 00UTC 27SEP2006



บริเวณศูนย์กลางของ
พายุที่ได้จากข้อมูล
เริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ
ละติจูด $12^{\circ} N$, ลองจิจูด
 $126^{\circ} E$

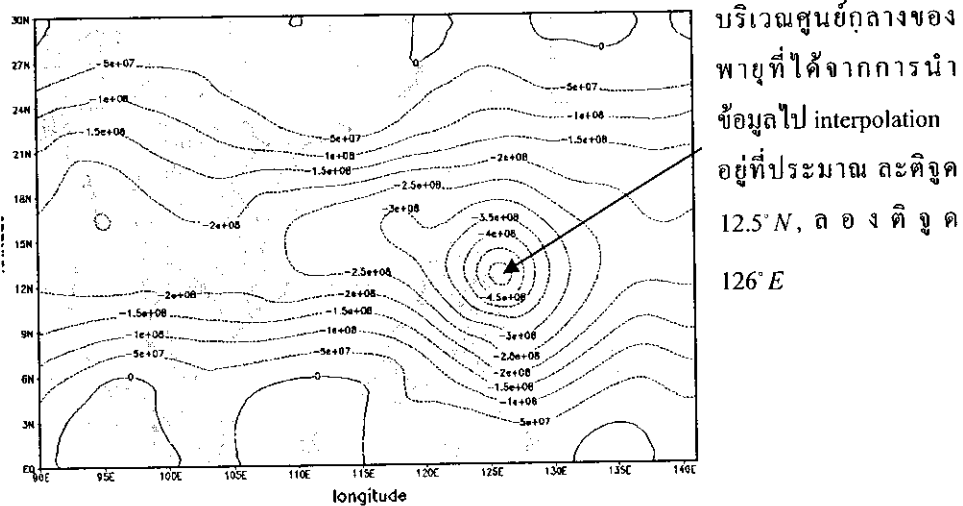
รูป 6. Initial streamfunction of typhoon XANGSANE, September 27th, 2006, 00 UTC

รูป 5. แสดงทิศทางลมของพายุ XANGSANE ที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นของ ECMWF ซึ่งข้อมูลที่ใช้ ณ วันที่ 27 กันยายน 2549 ซึ่งมีความละเอียดของข้อมูล 1.5 degree หรือ ประมาณ 150 กิโลเมตร ส่วนรูป 6. แสดง initial streamfunction ของพายุ XANGSANE ที่ได้ทางข้อมูลเริ่มต้นของ ECMWF โดยผ่านการ Run model ที่ชื่อ barotropic model ซึ่งจะเห็นว่าบริเวณศูนย์กลางของพายุอยู่ที่ประมาณละติจูด $12^{\circ} N$, ลองจิจูด $126^{\circ} E$ ซึ่งต่างจากข้อมูลเริ่มต้น (รูป 1 หน้า 7)



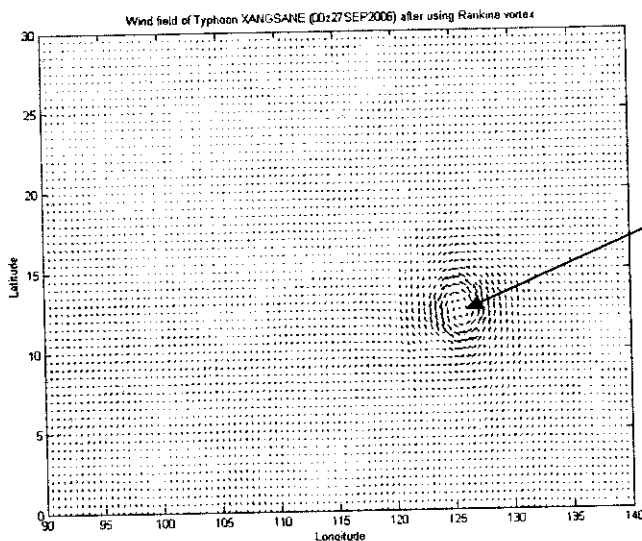
รูป 7. Wind field of Typhoon XANGSANE after interpolation from 1.5 degree to 0.5 degree

Initial Streamfunction at 00UTC 27SEP2006 after interpolation data



รูป 8. Initial streamfunction of typhoon XANGSANE after interpolation data from 1.5 degree to 0.5 degree, September 27th, 2006, 00 UTC

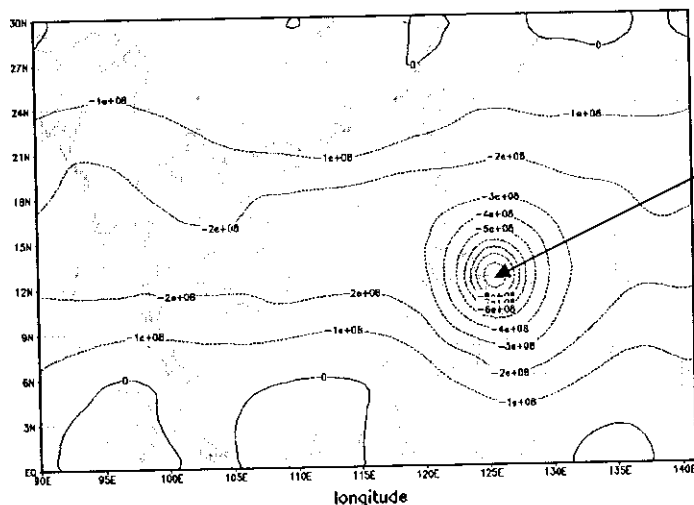
รูป 7. แสดงทิศทางลมของพายุ XANGSANE ที่ได้จากข้อมูลเริ่มต้นของ ECMWF ซึ่งข้อมูลที่ใช้ ณ วันที่ 27 กันยายน 2549 ซึ่งมีความละเอียดของข้อมูล 1.5 degree หรือประมาณ 150 กิโลเมตร นำมาประมาณค่าโดยใช้วิธี linear interpolation method จะได้ความละเอียดของข้อมูลเป็น 0.5 degree หรือประมาณ 50 กิโลเมตร ส่วนรูป 8. แสดง initial streamfunction ของพายุ XANGSANE หลังจากประมาณค่าข้อมูลจาก 1.5 degree เป็น 0.5 degree และผ่านการ Run model ที่ชื่อ barotropic model ซึ่งมีศูนย์กลางของพายุอยู่ที่ประมาณละติจูด 12.5° N, ลองจิจูด 126° N ซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลเริ่มต้น (รูป1 หน้าที่ 7)



บริเวณศูนย์กลางของ พายุที่ได้จากการนำ ข้อมูลไป interpolation และปรับความแรงของ พายุด้วยวิธี Rankine vortex

รูป 9. Wind field of Typhoon XANGSANE after using Rankine vortex technique

Initial Streamfunction at 00UTC 27SEP2006 after using Rankine vortex



บริเวณศูนย์กลางของ พายุที่ได้จากการนำ ข้อมูลไป interpolation และปรับความแรงของ พายุด้วยวิธี Rankine vortex อยู่ที่ประมาณ ละติจูด 12.5° N, ลองจิจูด 125.5° E

รูป 10. Initial streamfunction of typhoon XANGSANE after using Rankine vortex, September 27th, 2006, 00 UTC

รูป 9. แสดงทิศทางลมของพายุ XANGSANE ซึ่งได้จากการนำข้อมูลที่ผ่านการประมาณค่าโดยได้ความละเอียดของข้อมูล 0.5 degree มาทำการปรับปรุงข้อมูลโดยใช้วิธี Rankine vortex ส่วนรูป 10. แสดง Initial streamfunction ของพายุ XANGSANE หลังจากใช้วิธี Rankine vortex และผ่านการ Run model ที่ชื่อ barotropic model ซึ่งมีศูนย์กลางของพายุอยู่ที่ประมาณละติจูด 12.5° N, ลองจิจูด 125.5° E ซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลเริ่มต้น (รูป 1 หน้าที่ 7)

สรุปและข้อเสนอแนะ

(Conclusion and Recommendation)

สรุปผลการทดลอง (Conclusion)

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าข้อมูลเริ่มต้นของพายุ XANGSANE ณ วันที่ 27 กันยายน 2549 เวลา 00UTC ที่ได้จาก ECMWF เมื่อนำมาพยากรณ์แล้วจะเห็นบริเวณศูนย์กลางของพายุไม่ชัดเจนนักดังแสดงไว้ในรูป 5 และ รูป 6 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการดาวน์โหลดจาก ECMWF นั้นมีความละเอียดของข้อมูลแค่ 1.5 degree หรือประมาณ 150 กิโลเมตร จึงทำให้เห็นบริเวณศูนย์กลางของพายุไม่ชัดเจน ซึ่งแก้ปัญหานี้ได้โดยการนำข้อมูลที่ได้มาทำการประมาณค่าโดยใช้วิธี Linear Interpolation Method ซึ่งเป็นวิธีทาง Numerical Method เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดขึ้นซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการประมาณค่าข้อมูลให้ได้ความละเอียดอยู่ที่ 0.5 degree หรือประมาณ 50 กิโลเมตร ถ้าไม่ทำการประมาณค่าข้อมูลเช่นนี้ก็จะมีวิธีเดียวที่จะได้ข้อมูลที่มีความละเอียดคือสั่งซื้อข้อมูลที่มีความละเอียดสูงซึ่งจะมีราคาแพงมาก และผลของการนำข้อมูลมาทำการประมาณค่าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดขึ้นก็ทำให้เห็นบริเวณที่เป็นศูนย์กลางของพายุชัดเจนขึ้นกว่าเดิมดังแสดงในรูป 7 และ รูป 8 แต่ผลที่ได้ก็ยังไม่ค่อยดีนั้น ดังนั้นเมื่อได้ข้อมูลที่มีความละเอียดอยู่ที่ 0.5 degree แล้วก็นำมาทำการปรับปรุงข้อมูลโดยใช้วิธี Rankine vortex ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการปรับปรุงข้อมูลของพายุให้ดีขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการปรับปรุงข้อมูลแล้วจะเห็นบริเวณที่เป็นศูนย์กลางของพายุได้อย่างชัดเจนและบริเวณศูนย์กลางของพายุนี้จะมีความแรงมากขึ้นดังแสดงในรูป 9 และ รูป 10 หลังจากทำการปรับปรุงข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็สามารถนำข้อมูลชุดนี้ไปทำการพยากรณ์เส้นทางการเคลื่อนที่ของพายุต่อไป

ดังนั้นเราสามารถใช่วิธี Linear Interpolation Method และวิธี Rankine Vortex ในการแก้ปัญหาคณิตที่ข้อมูลที่ได้จากการดาวน์โหลดนั้นซึ่งส่วนใหญ่ข้อมูลจะไม่ละเอียดพอและถ้านำไปใช้ก็จะได้ผลการพยากรณ์ที่ผิดพลาด

ข้อเสนอแนะ (Recommendation)

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถขยายผลต่อไปได้อีกโดยเลือกวิธีการประมาณค่าวิธีอื่นๆ ซึ่งยังมีอีกหลายวิธีในทางคณิตศาสตร์มาทำการประมาณค่าข้อมูลแล้วเปรียบเทียบกันว่าวิธีไหนสามารถให้ผลของการประมาณค่าและผลของการพยากรณ์ได้ดีกว่ากัน

เมื่อศึกษาผลลัพธ์ที่มีอยู่แล้วจาก papers ต่างๆ ในวารสารทางคณิตศาสตร์เพื่อค้นหาแนวทางในการปรับปรุงข้อมูลของพายุหมุนเขตร้อน โดยเทคนิค Rankine Vortex ที่มีอยู่ทั้งจาก papers และด้วยความคิดของตัวเอง โดยการเดินทางไปพบที่ปรึกษาโครงการที่ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บรรณานุกรม
(Bibliography)

1. E. Kalnay, Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, Cambridge, UK, pp.205-260, (2003)
2. European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), Data [Online], Available: http://data-portal.ecmwf.int/data/d/interim_daily/ [2009, May 1]
3. G.L. Haltiner and R.T. Williams, Numerical Prediction and Dynamic Meteorology, 2th ed., John Wiley & Sons, Canada, pp.477-50, (1979)
4. Institute of Global Environment and Society, GrADS Program [Online], Available: <http://grads.iges.org> [2009, May 1]
5. J.L. Anderson, An Ensemble Adjustment Filter for Data assimilation, Monthly Weather Review, Vol. 129, No. 12, pp. 2884-2903, (2001)
6. National Weather Service Climate Prediction Center, Wgrib Program [Online], Available : <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/wesley/wgrib.html> [2009, September 1]
7. P.M. Brian and T.N. Krishnamurti, Ensemble Forecast of a Typhoon Flood Event, American Meteorological Society, Vol. 16, No. 4, pp. 399-414, (2001)
8. T.V. Thu and T.N. Krishnamurti, Vortex Initialization for Typhoon Track Prediction, Meteorology and Atmospheric Physics, Vol. 47, No. 2, pp. 117-126, (1992)