บทที่ 5
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย

5.1 ชุดพารามิเตอร์ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9 ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้

เนื่องจากโปรแกรมที่สร้างขึ้นมามีข้อจำกัดอยู่ที่จำนวนของพารามิเตอร์ที่จะนำใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งจำกัดอยู่ที่ 36 พารามิเตอร์ เนื่องจากโปรแกรมมีจำนวนค่านำเข้าได้สูงสุด 36 ค่า ดังนั้นขั้นตอนการวิจัยจำเป็นต้องเลือกพารามิเตอร์ที่นำมาใช้เป็นชุดเดียวกันเพื่อการวิเคราะห์ในทุกภาวะทรานเซียนต์และมีคุณสมบัติสำคัญคือ เป็นพารามิเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากผลของภาวะทรานเซียนต์ในทุกชุดหรือมากชุดที่สุด และเพื่อให้สะดวกในการเขียนโปรแกรมพารามิเตอร์สมควรที่จะอยู่ในหน้าจอของโปรแกรม CASSIM ชุดเดียวกัน

ในช่วงแรกของการวิจัยได้เลือกใช้พารามิเตอร์จาก Plant Overview Block Screen ทั้งหมด แต่เมื่อทดลองใช้แล้ว ก็พบปัญหาว่าพารามิเตอร์จากบล็อกดังกล่าวไม่ตอบสนองกับบางภาวะทรานเซียนต์หรือตอบสนองช้ามาก ซึ่งจะทำให้โปรแกรมไม่สามารถวิเคราะห์ในภาวะทรานเซียนต์นั้นได้ตัวอย่างเช่น

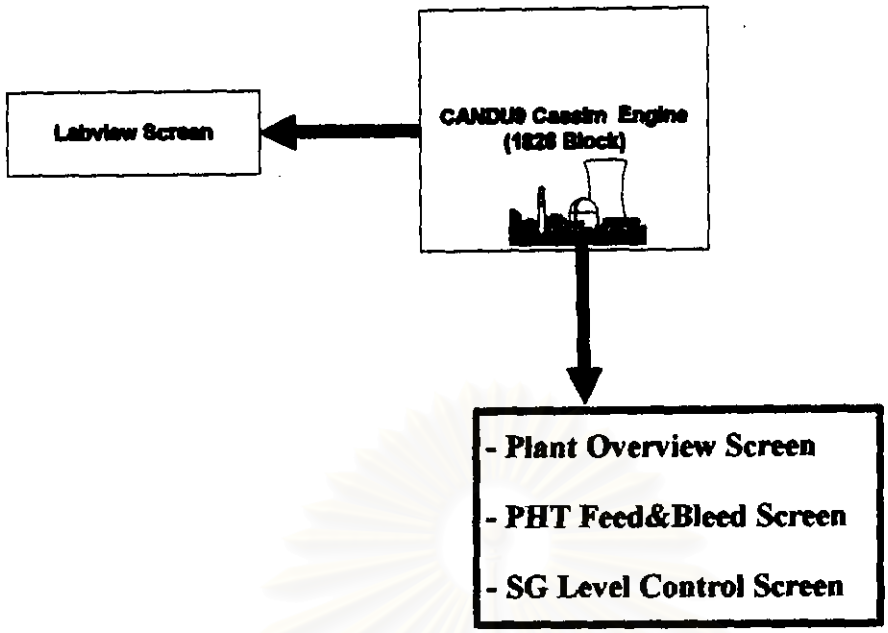
ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 8 : PHT LRV(CV20) FAIL OPEN

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 9 : PHT STEAM BLEED VLV (CV22) FAIL OPEN

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 10 : PHT FEED VLV(CV12) FAIL OPEN

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 17 : STEAM GEN (SG#1) FW FT IRRATIONAL

จึงมีการเพิ่มค่าพารามิเตอร์จากหน้าจออื่นๆ ของ CASSIM โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์กับภาวะทรานเซียนต์และใช้รูปกราฟของภาวะทรานเซียนต์มาประกอบกัน เมื่อตรวจสอบภาวะทรานเซียนต์ทั้ง 17 ชุดนั้นพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในส่วนวงจรปฐมภูมิ (Primary Circuit) และ วงจรทุติยภูมิ (Secondary Circuit) ดังนั้นจึงเลือกพารามิเตอร์ใน PHT Feed Bleed Screen และ SG Level Control Screen เป็นพารามิเตอร์เพิ่มเติมอีก หลังจากนั้นจึงเขียนกราฟของพารามิเตอร์ในขณะเกิดภาวะทรานเซียนต์เพื่อวิเคราะห์ว่าพารามิเตอร์ใดมีรูปกราฟเปลี่ยนแปลงจากภาวะปกติมากชุดที่สุด จะถูกเลือกก่อนและเรียงตามลำดับลงมาจากวิธีที่กล่าวมาข้างต้น จะได้ชุดของพารามิเตอร์ที่เป็นค่านำเข้าให้กับโปรแกรมดังนี้



รูปที่ 5.1 แสดงแผนภาพบล็อกในส่วนของ CASSENG

ใน Plant Overview Screen มีพารามิเตอร์ที่นำมาวิเคราะห์ดังนี้

พารามิเตอร์ลำดับที่ 1 : Normalized zone Level (%)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 2 : Reactor Neutron Power(%)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 3 : Pressurizer Level (m)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 4 : Pressurizer Pressure (Kpa)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 5 : Average temperature between the 2ROHs

พารามิเตอร์ลำดับที่ 6 : D_2O storage tank Level (m)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 7 : Reactor thermal Power (%)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 8 : SG#1 Level (m)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 9 : Total flow from SG (Kg/Sec)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 10 : CSDV Valve opening (Normalize)

พารามิเตอร์ลำดับที่ 11 : Reheater draining (Kg/Sec)

ใน PHT Feed&Bleed Screen มี พารามิเตอร์ที่นำมาวิเคราะห์ดังนี้

พารามิเตอร์ลำดับที่ 1 : Bleed condenser Pressure (Kpa)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 2 : Bleed condenser Temperature (°C)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 3 : Coolant temperature at the Bleed Cooler Outlet (°C)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 4 : Coolant flow Leaving the Bleed Condenser (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 5 : Bleed flow from PHT Main Circuit (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 6 : Total feed flow through the feed pumps (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 7 : Total feed flow to main circuit (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 8 : PHT main pump#1 suction pressure (Kpa)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 9 : PHT main pump#3 suction pressure (Kpa)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 10 : Feed pump#1 Status (%)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 11 : Bleed valve CV5 Display (%)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 12 : Bleed valve CV11 Display (%)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 13 : Spray valve CV14 Display (%)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 14 : Bleed condenser level control valve CV15 (%)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 15 : MV1 status Display (%)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 16 : Surge flow from ROH to Pressurizer (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 17 : Bleed valve CV6 Display (%)

และใน SG Level Control Screen จะมี พารามิเตอร์ที่นำมาวิเคราะห์ดังนี้

พารามิเตอร์ลำดับที่ 1 : Total feedwater flow to SGLC (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 2 : Feedwater flow to SG#1 (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 3 : Steam flow from SG#1 (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 4 : Steam flow from SG#2 (Kg/Sec)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 5 : Boiler#1 Level (m)
พารามิเตอร์ลำดับที่ 6 : LCV101 openning Display (%)

จากพารามิเตอร์ทั้งหมดที่เลือกเห็นได้ว่าในแต่ละพารามิเตอร์ จะมีค่าอยู่ในช่วงที่แตกต่างกัน ในขณะเกิดภาวะทรานเซียนต์การที่จะนำพารามิเตอร์ดังกล่าวไปสร้างเป็นเวกเตอร์ในทรงกลม 1 หน่วย

นั้นจะต้องทำให้พารามิเตอร์ทุกตัวมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดย Normalize Block ทำการแปลงพารามิเตอร์ดังกล่าว ดังนั้นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของพารามิเตอร์นั้นมีความจำเป็นในการคำนวณของ Normalize Block ดังนั้นจึงต้องทำการรันโปรแกรม CASSENG ทั้งในภาวะการทำงานปกติและในช่วงการเกิดภาวะทรานเซียนต์ เพื่อหาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของพารามิเตอร์แต่ละตัว ซึ่งได้ค่าทั้งหมดมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.1 5.2 และ 5.3

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของพารามิเตอร์ของ

Plant Overview Block

ข้อมูลที่ได้จาก Plant Overview Screen	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Normalized zone Level (%)	0	50
Reactor Neutron Power(%)	0	100
Pressurizer Level (m)	0	10
Pressurizer Pressure (Kpa)	0	10000
Average temperature between the 2ROHs	0	320
D_2O storage tank Level (m)	0	2
Reactor thermal Power (%)	0	100
SG#1 Level (m)	0	15
Total flow from SG (Kg/Sec)	0	1400
Valve opening (Normalize)	0	1
Reheater draining (Kg/Sec)	0	70
Total feedwater flow to SG (Kg/Sec)	0	1400

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของพารามิเตอร์ของ

PHT Feed&Bleed Block

ข้อมูลที่ได้จาก PHT Feed&Bleed Screen	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Bleed condenser Pressure (Kpa)	0	2000
Bleed condenser Temperature (°C)	0	250
Coolant temperature at the Bleed Cooler Outlet (°C)	0	100
Coolant flow Leaving the Bleed Condenser (Kg/Sec)	0	10
Bleed flow from PHT Main Circuit (Kg/Sec)	0	10

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของพารามิเตอร์ของ

PHT Feed&Bleed Block (ต่อ)

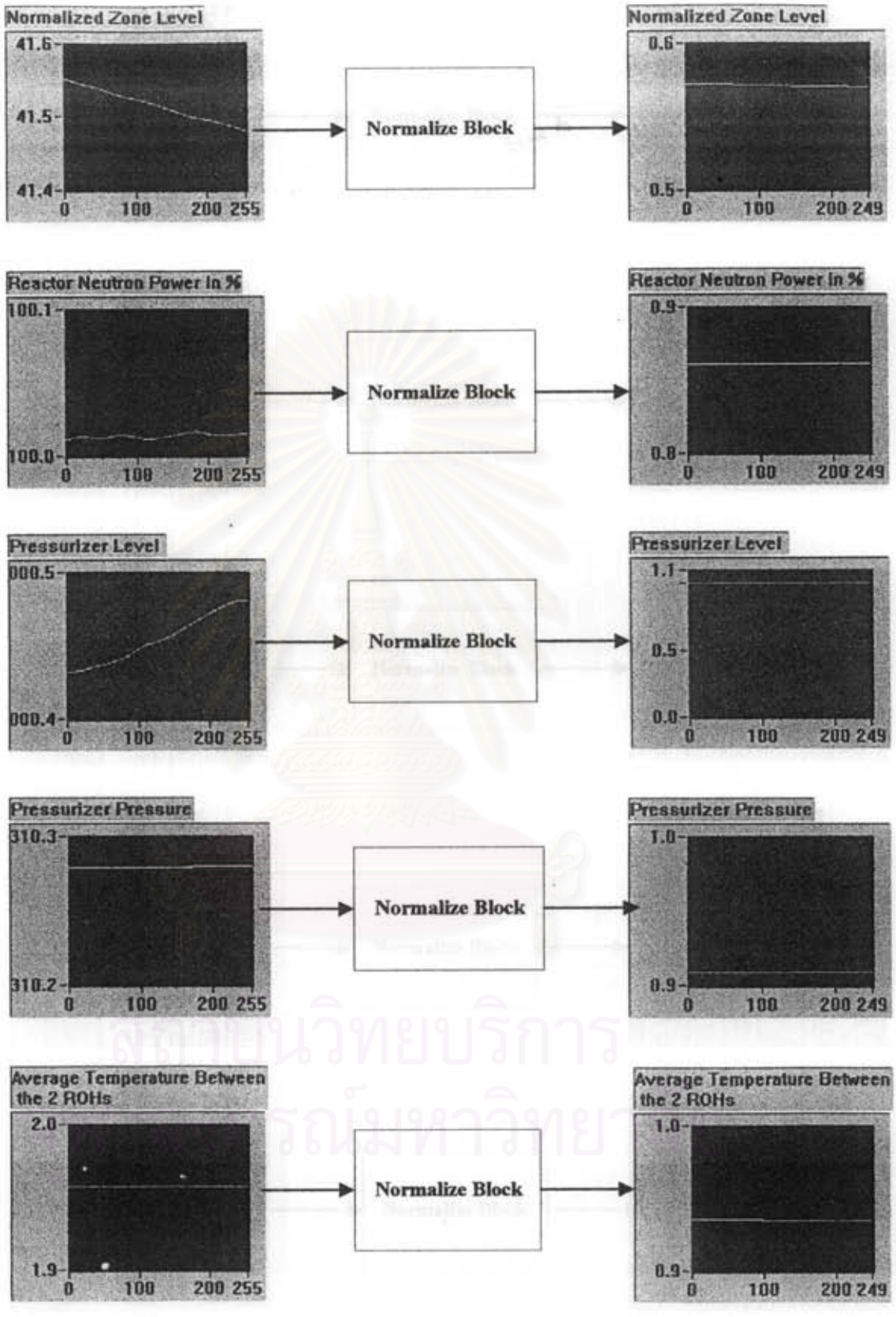
ข้อมูลที่ได้จาก PHT Feed&Bleed Screen	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Total feed flow through the feed pumps (Kg/Sec)	0	10
Total feed flow to main circuit (Kg/Sec)	0	10
PHT main pump#1 suction pressure (Kpa)	0	12000
PHT main pump#3 suction pressure (Kpa)	0	15000
Feed pump#1 Status (%)	0	50
Bleed valve CV5 Display (%)	0	20
Bleed valve CV11 Display (%)	0	10
Spray valve CV14 Display (%)	0	20
Bleed condenser level control valve CV15 (%)	0	10
MV1 status Display (%)	0	100
Surge flow from ROH to Pressurizer (Kg/Sec)	0	6
Bleed valve CV6 Display (%)	0	20

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของ พารามิเตอร์ของ

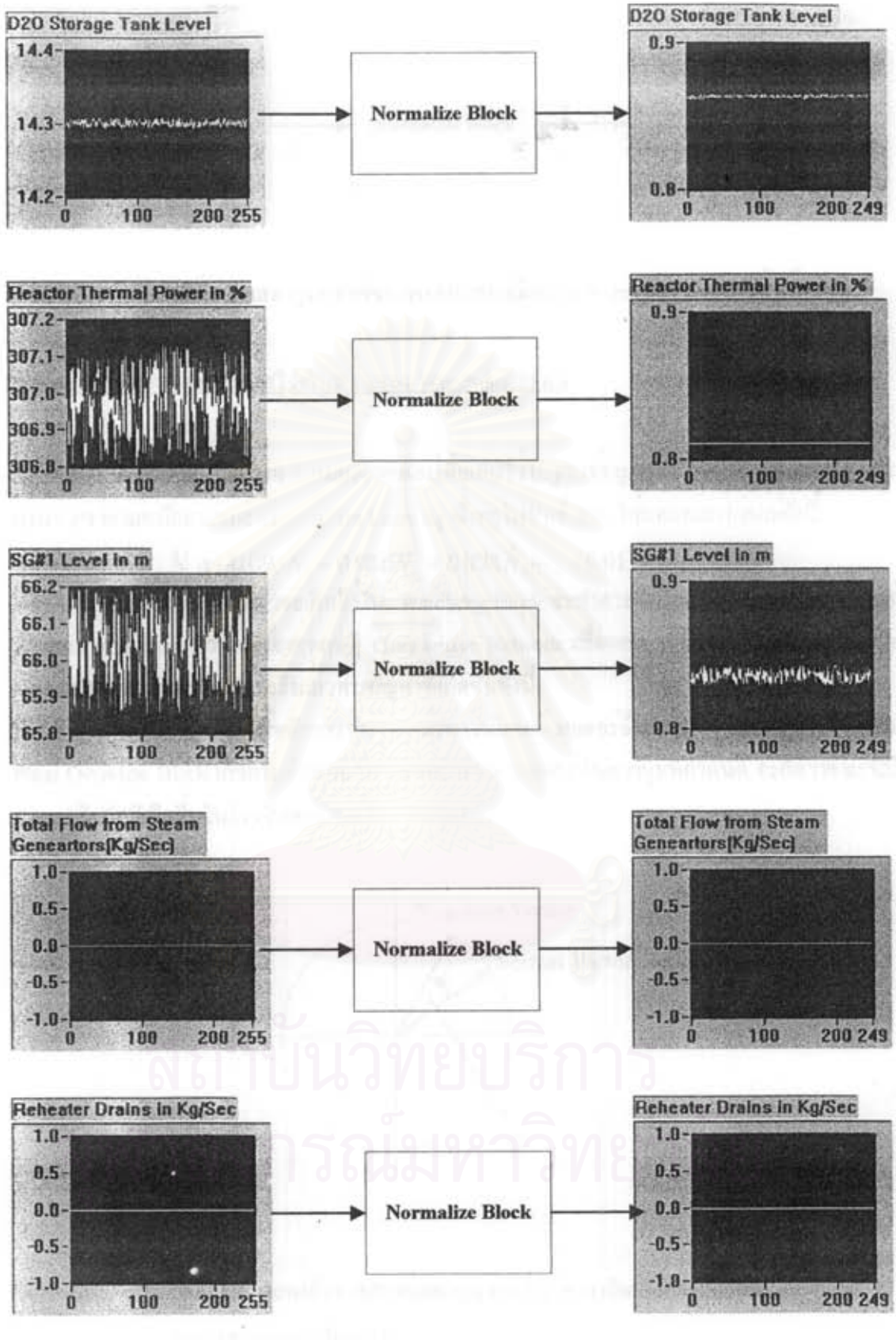
SG Level Control Block

ข้อมูลที่ได้จาก SG Level Control Screen	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Total feedwater flow to SGLC (Kg/Sec)	0	1400
Feedwater flow to SG#1 (Kg/Sec)	0	320
Steam flow from SG#1 (Kg/Sec)	0	320
Steam flow from SG#2 (Kg/Sec)	0	320
Boiler#1 Level (m)	0	20
LCV101 openning Display (%)	0	100
LCV103 openning Display (%)	0	100

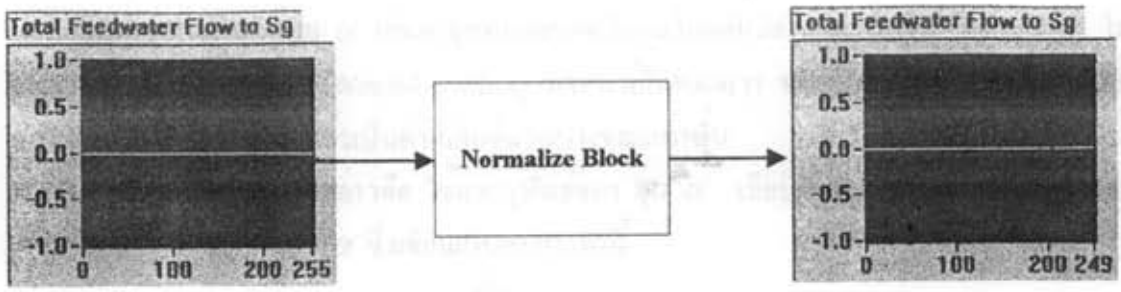
รูปกราฟต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์จาก Plant Overview Screen เมื่อผ่าน Normalize Block แล้ว



รูปที่ 5.2 แสดงรูปกราฟของพารามิเตอร์เมื่อผ่าน Normalize Block แล้ว



รูปที่ 5.2 แสดงรูปกราฟของพารามิเตอร์เมื่อผ่าน Normalize Block แล้ว(ต่อ)



รูปที่ 5.2 แสดงรูปกราฟของพารามิเตอร์เมื่อผ่าน Normalize Block แล้ว(ต่อ)

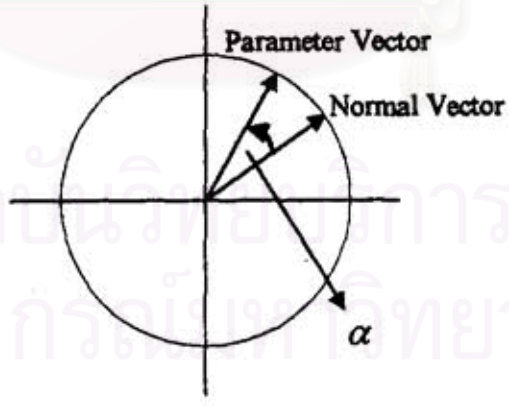
5.2 การดำเนินงานและผลการวิจัยในส่วนของ Watchdog Block

ขั้นตอนต่อไปคือการหานอมอลเวกเตอร์เพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ Watchdog Block และคำนวณหาตามหลักการของ Competitive Learning ซึ่งอยู่ในบทที่ 4 จะได้นอมอลเวกเตอร์ดังนี้

$$\overline{N} = -0.093\hat{N}_1 + 0.086\hat{N}_2 + 0.078\hat{N}_3 + \ldots + 0.011\hat{N}_{28}$$

เวกเตอร์ $\overline{N}$ ดังกล่าวจะเก็บไว้ใน Watchdog Block จะทำการคำนวณมุม α ระหว่างเวกเตอร์ $\overline{N}$ และ พารามิเตอร์เวกเตอร์จากทฤษฎี Competitive Network เพื่อคอยตรวจสอบพารามิเตอร์นั้นเมื่อทดลองใช้งานกับพารามิเตอร์จริงแล้วพบปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

เนื่องจากทฤษฎีจะใช้หลักการว่า ถ้าพารามิเตอร์เวกเตอร์ซึ่งเกิดจากชุดของพารามิเตอร์ใน Plant Overview Block เกิดการเลื่อนออกห่างจากนอมอลเวกเตอร์เกินกว่ามุมที่กำหนด จะถือว่าขณะนี้มีสภาวะผิดปกติเกิดขึ้นในโรงไฟฟ้าฯ ดังอธิบายในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงถึงการกำหนดค่ามุมระหว่าง พารามิเตอร์เวกเตอร์กับนอมอลเวกเตอร์เป็นมุม α

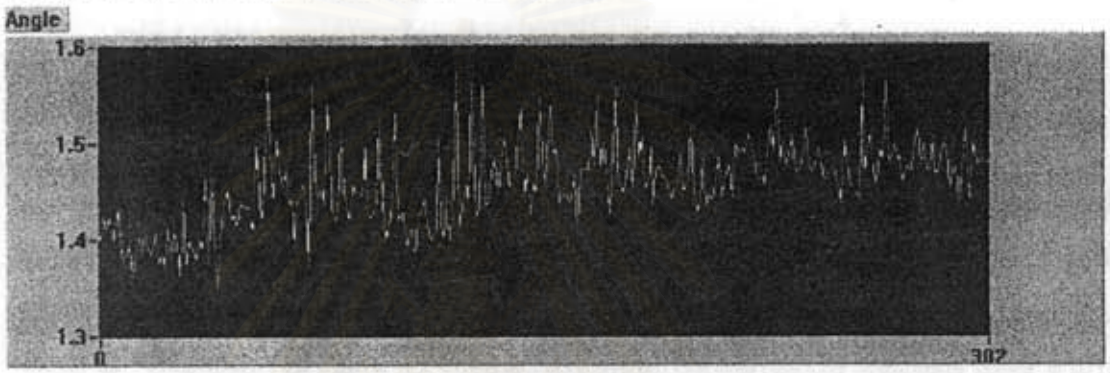
เมื่อทดลองใช้โปรแกรมจริงแล้ว พบว่ามีบางขณะที่พารามิเตอร์เวกเตอร์เลื่อนห่างจาก

นอมอลเวกเตอร์จนทำให้มุม α เกินค่ามุมที่กำหนดหรือมุมวิกฤติหรือในอีกแง่หนึ่งก็คือค่ามุม α ไม่เสถียรซึ่งทำให้ตัวโปรแกรม Watchdog Block วิเคราะห์ผิดพลาดว่า ขณะนี้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้เกิดสภาวะผิดปกติขึ้น ซึ่งจริงๆแล้วเป็นค่าที่เกิดขึ้นในบางขณะเท่านั้น

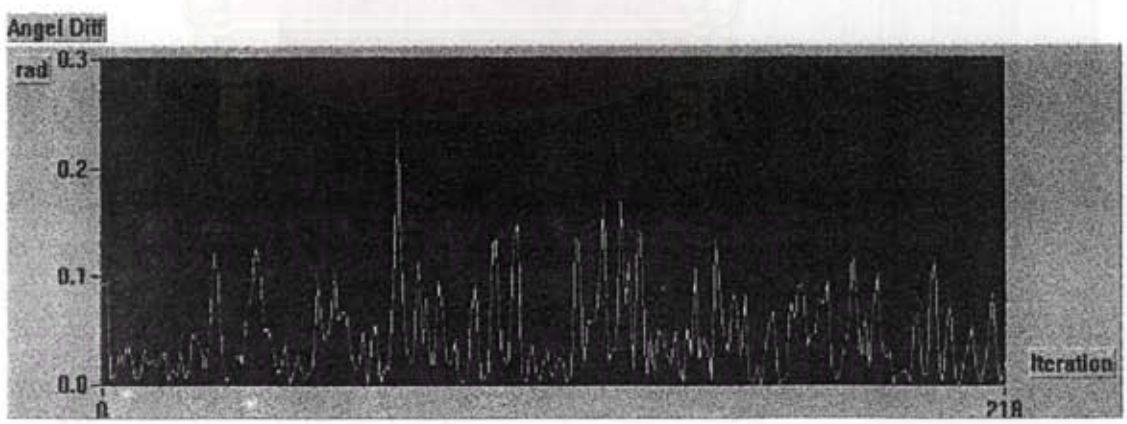
วิธีที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวคือ ใช้ค่าอนุพันธ์ของ มุม α เทียบกับเวลาแทนค่ามุม α เรียกว่า α' หรือ อัตราการเปลี่ยนค่า α ซึ่งเขียนเป็นสมการดังนี้

$$\alpha' = \frac{d\alpha}{dt}$$

จากการทดลอง α' มีค่าเสถียรตลอดช่วงเวลาการเดินเครื่องในภาวะปกติ โดยจะมีค่าสูงสุดที่ 0.2 เรเดียน/วินาที ดังรูปกราฟต่อไปนี้ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่า α และ α' ในช่างเวลาของการเดินเครื่องช่วงหนึ่งเพื่อแสดงว่า ค่า α' จะ มีภาวะเสถียรมากกว่า



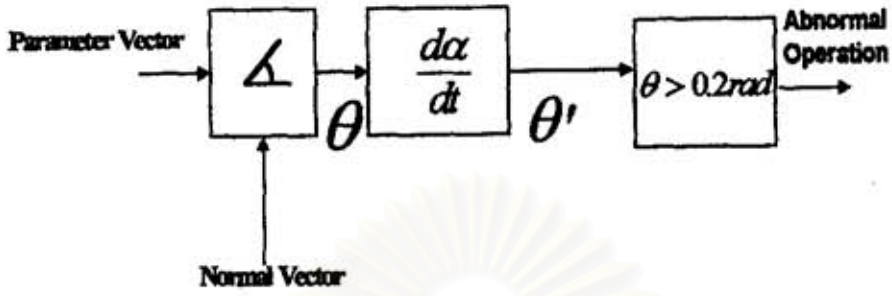
รูปที่ 5.4 แสดงรูปกราฟของค่า α ในช่วงเวลาหนึ่งของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในภาวะปกติ



รูปที่ 5.5 แสดงรูปกราฟของค่าα' ในช่วงเวลาหนึ่งของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในภาวะปกติ

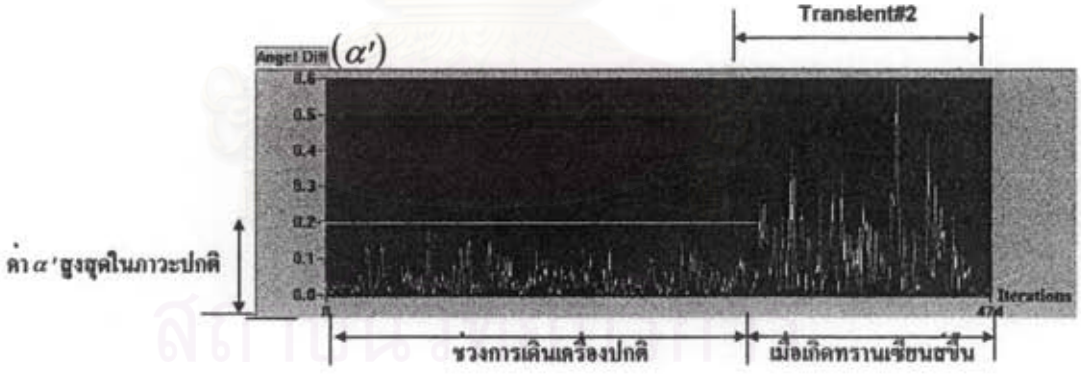
ดังนั้นลักษณะการทำงานของ Watchdog Block จะเปลี่ยนไปจากที่วางแผนไว้ คือเพิ่มส่วนที่ทำหน้าที่คำนวณค่า $\alpha' = \frac{d\alpha}{dt}$ และใช้การประมาณค่าโดย $\alpha' = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$ ซึ่ง $\Delta\alpha = \alpha_{N+1} - \alpha_N$ และ

$\Delta t = 0.1Sec$ (เนื่องจากการกำหนดใน CASSENG ตั้งแต่แรกว่าช่วงเวลาการคำนวณ 1 รอบการคำนวณ = 0.1 Sec) มีการทำงานตามแผนภาพบล็อกดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 5.6 แสดงแผนภาพบล็อก การทำงานของ Watchdog Block เมื่อเปลี่ยนแปลงใหม่

หลังจากที่ได้ปรับปรุง Watchdog Block ใหม่และทำการทดลองใช้โปรแกรม CASSBASE เพื่อดูการทำงานของ Watchdog Block ในภาวะการเดินเครื่องปกติและเกิดภาวะทรานเซียนต์ทั้ง 17 ชุด ซึ่งจากผลที่ได้สรุปว่าภาวะปกติค่า α' จะมีค่าไม่เกิน 0.2 เรเดียน/วินาที ในขณะที่เกิดภาวะทรานเซียนต์ขึ้น ค่า α' จะเปลี่ยนค่าขึ้นจนเกิน 0.2 เรเดียน/วินาที หลักการดังกล่าวทำให้ Watchdog Block สามารถตรวจจับการเกิดภาวะทรานเซียนต์ได้ทุกตัว:ซึ่งผลการทำงานสรุปได้ดังกราฟต่อไปนี้



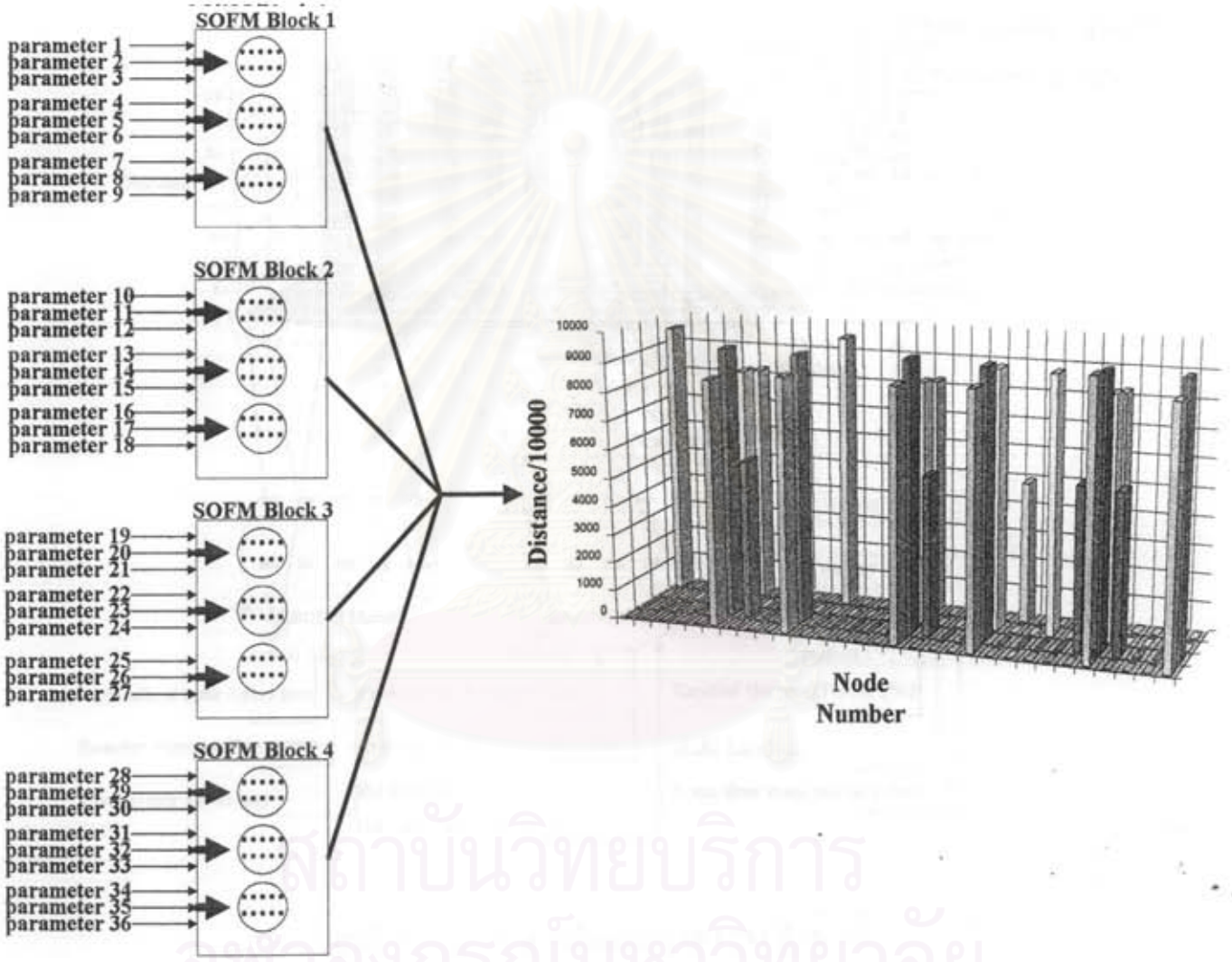
รูปที่ 5.7แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของมุม α' เมื่อเกิดภาวะทรานเซียนต์ขึ้น

5.3 การดำเนินงานและผลการวิจัยในส่วนของ SOFM Block

ส่วนนี้เป็นการเขียนโปรแกรมให้คำนวณตามทฤษฎี SOFM ซึ่งไม่มีปัญหาในตัวโปรแกรม แต่ปัญหาจะอยู่ที่การกำหนดรูปแบบและขนาดของ FM ให้เหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ในขั้นตอนแรกได้กำหนดค่าของพารามิเตอร์ที่จะใช้เป็นข้อมูลให้ SOFM Block ทำการวิเคราะห์ โดยพารามิเตอร์ที่ถูกเลือกใช้นั้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงให้เห็นอย่างชัดเจนเมื่อเกิดภาวะทรานเซียนต์ขึ้น อีกทั้งพารามิเตอร์ที่จะเลือก ต้องเปลี่ยนแปลงได้จากหลายๆชนิดของภาวะทรานเซียนต์ การเลือกพารามิเตอร์จะใช้วิธีการเขียนกราฟของทุกพารามิเตอร์ใน 15 บล็อกที่เป็นหน้าจอของโปรแกรม LabVIEW เมื่อมีภาวะทรานเซียนต์เกิดขึ้น จากรูปกราฟที่สร้างขึ้นให้คะแนนเมื่อพารามิเตอร์ตัวนั้นมีผลกับภาวะทรานเซียนต์ 1 ชนิดเลือกพารามิเตอร์ที่มีคะแนนสูงสุดเรียงลงมาเช่น จากกราฟในรูป 5.2 ถ้ากราฟของพารามิเตอร์ใดเปลี่ยนแปลงจากภาวะทรานเซียนต์ 1 ชนิดก็จะให้ 1 คะแนน ถ้าในภาวะทรานเซียนต์อื่นๆมีผลกับกราฟของพารามิเตอร์ชุดนี้อีกก็จะได้คะแนนไปเรื่อยๆ ซึ่งหลังจากที่ได้ทำวิธีให้คะแนนแบบเดียวกันนี้ในทุกพารามิเตอร์ ก็จะได้พารามิเตอร์ 36 ชุดที่มีผลกับภาวะทรานเซียนต์ทุกชุดเรียงจากมีผลมากที่สุดลงมาตามลำดับ

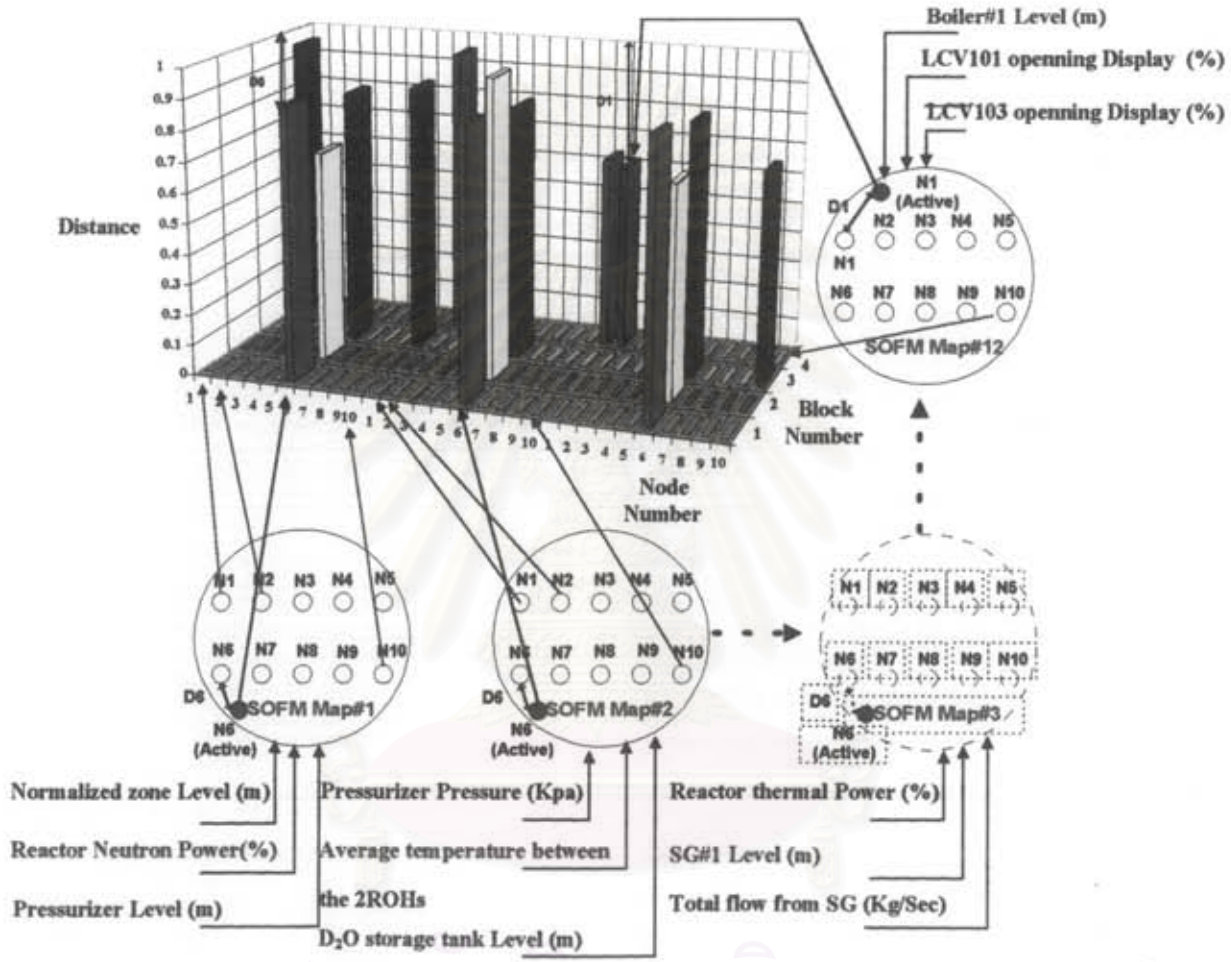
ด้วยเหตุผลของข้อจำกัดในการส่งข้อมูลระหว่างบล็อกของโปรแกรม CASSBASE จึงกำหนดให้ใน 1 บล็อกทำหน้าที่เป็น SOFM นั้นสามารถมี FM ได้ ทั้งหมด 3 FMs ซึ่งในแต่ละ FM สามารถเรียนรู้พารามิเตอร์ได้ 3 พารามิเตอร์โดยทั้งหมดใช้ 36 พารามิเตอร์ และจะมีบล็อกทั้งหมด 4 บล็อกต่อ1 ภาวะทรานเซียนต์มีรายละเอียดตามรูปดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.8 กราฟที่เขียนขึ้นจาก FM ที่ได้จากการเรียนรู้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

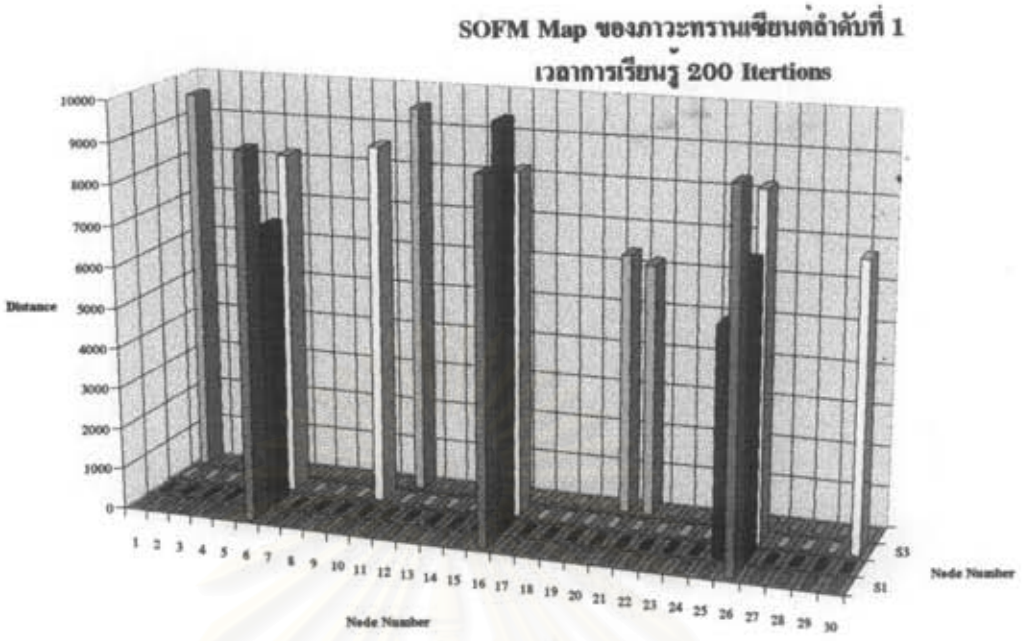


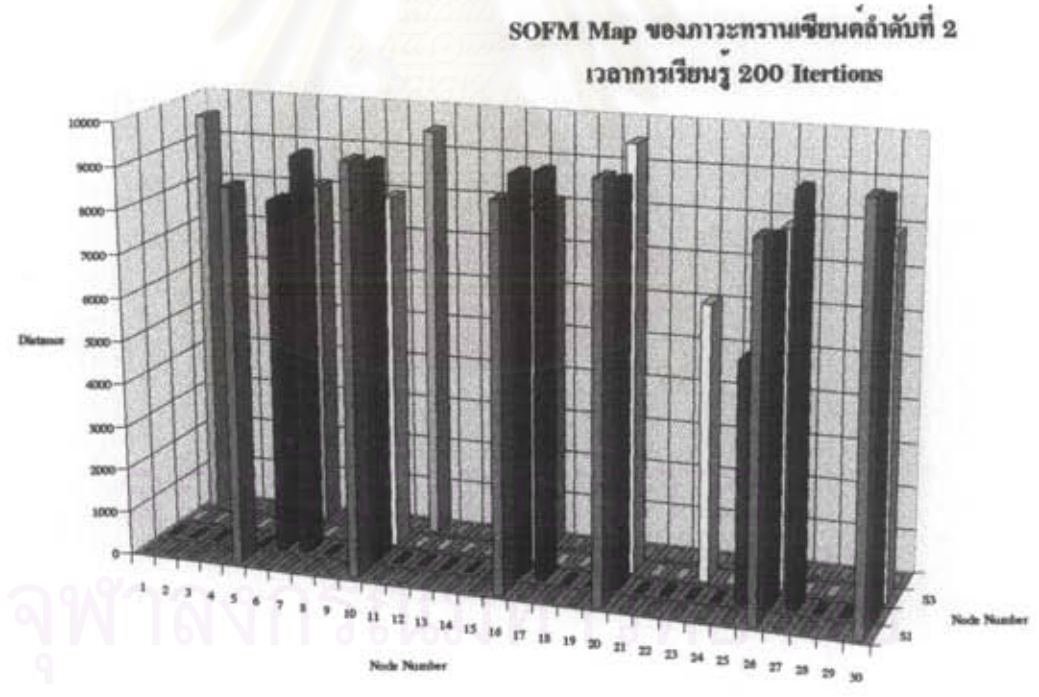
รูปที่ 5.9 แสดงรายละเอียดต่างๆของ FM ที่สร้างขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

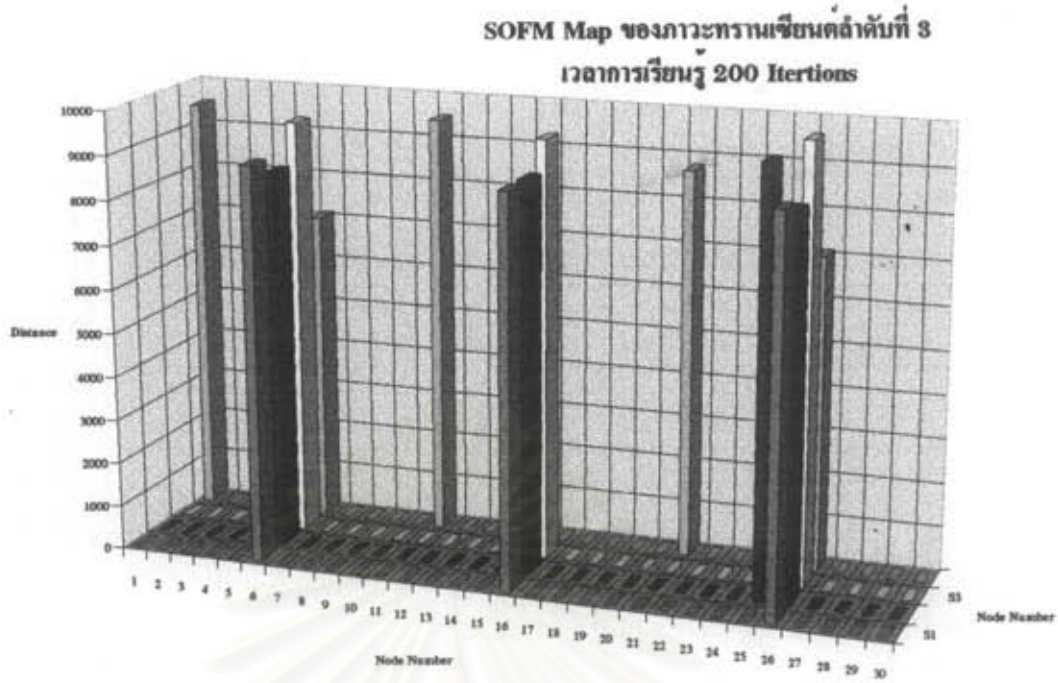
SOFM จะถูกสร้างขึ้นเมื่อ Watchdog Block ตรวจพบความผิดปกติในการเดินเครื่องและจะส่งสัญญาณให้ SOFM Block เริ่มต้นทำงาน โดยสร้าง FM หลังจากเรียนรู้ไปเป็นเวลา 150 รอบการคำนวณ เป็นจำนวน 1 ชุด เรียกว่าเป็น Unknow Maps และเมื่อได้ Unknow Maps แล้ว จะนำมาคำนวณ เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายกับ SOFM ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างภาวะทรานเซียนต์ขึ้นเพื่อให้เครือข่ายนิวรอลได้เรียนรู้และเก็บเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ โดยสร้างขึ้นทั้งหมด 17 ชุด สำหรับแต่ละภาวะทรานเซียนต์ระยะเวลาในการเรียนรู้ที่ 2000 รอบการคำนวณ ดังที่กล่าวมาข้างต้นดังนั้นจะมี SOFM ทั้งหมด 17 ชุด เก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งแสดงอยู่ใน ภาคผนวก ง. มีตัวอย่างดังรูปในหน้าถัดไป

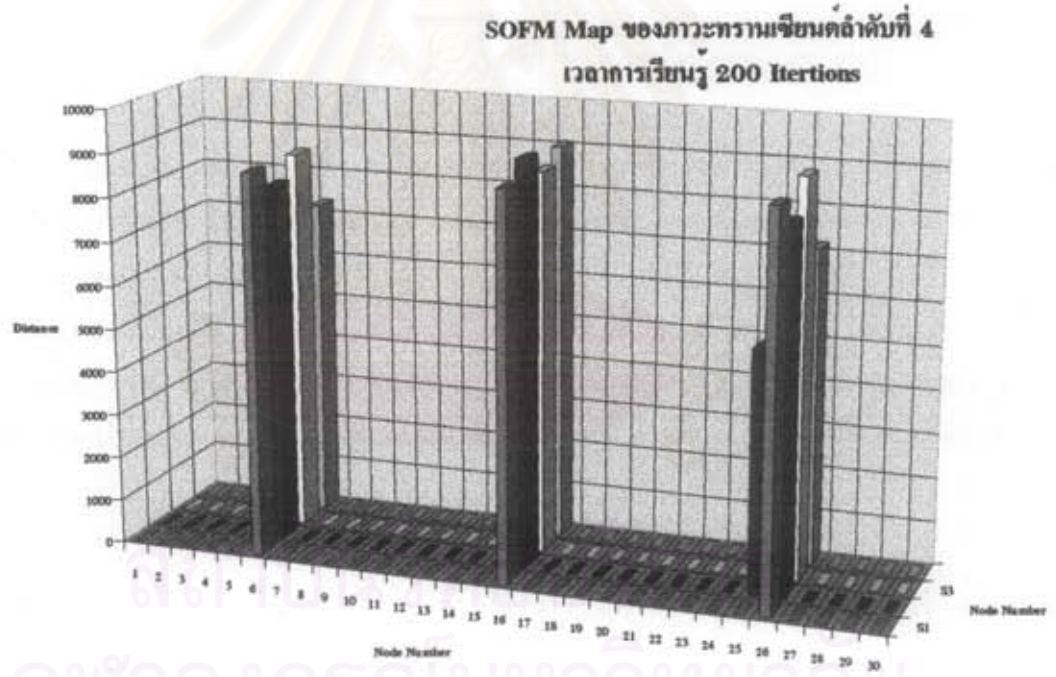
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



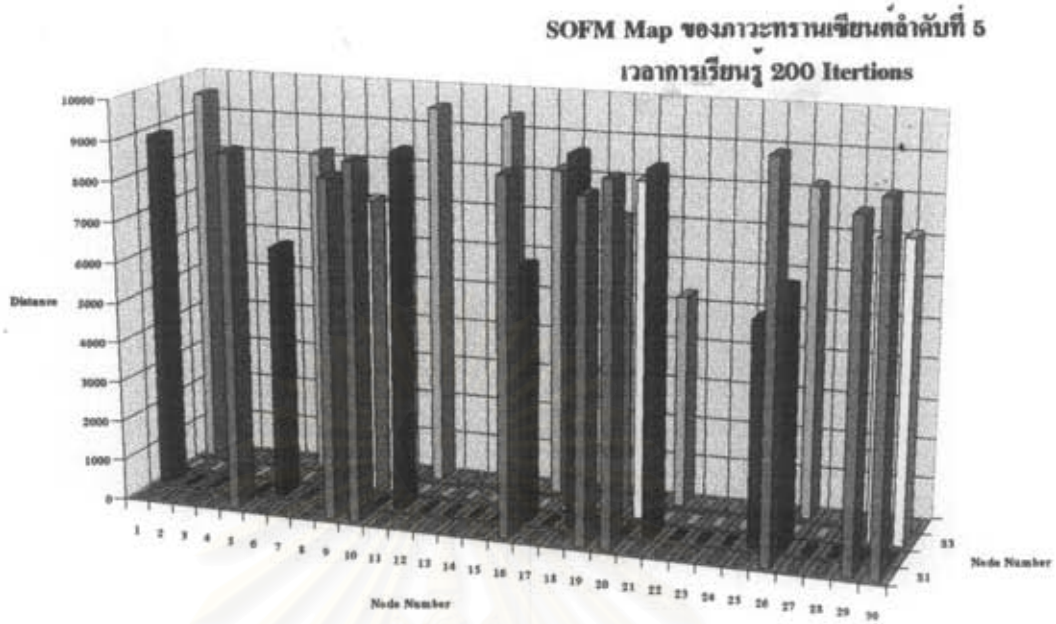


รูปที่ 5.10 ตัวอย่างของกราฟที่เกิดขึ้นจากภาวะทรานเซียนต์ชุดต่างๆ





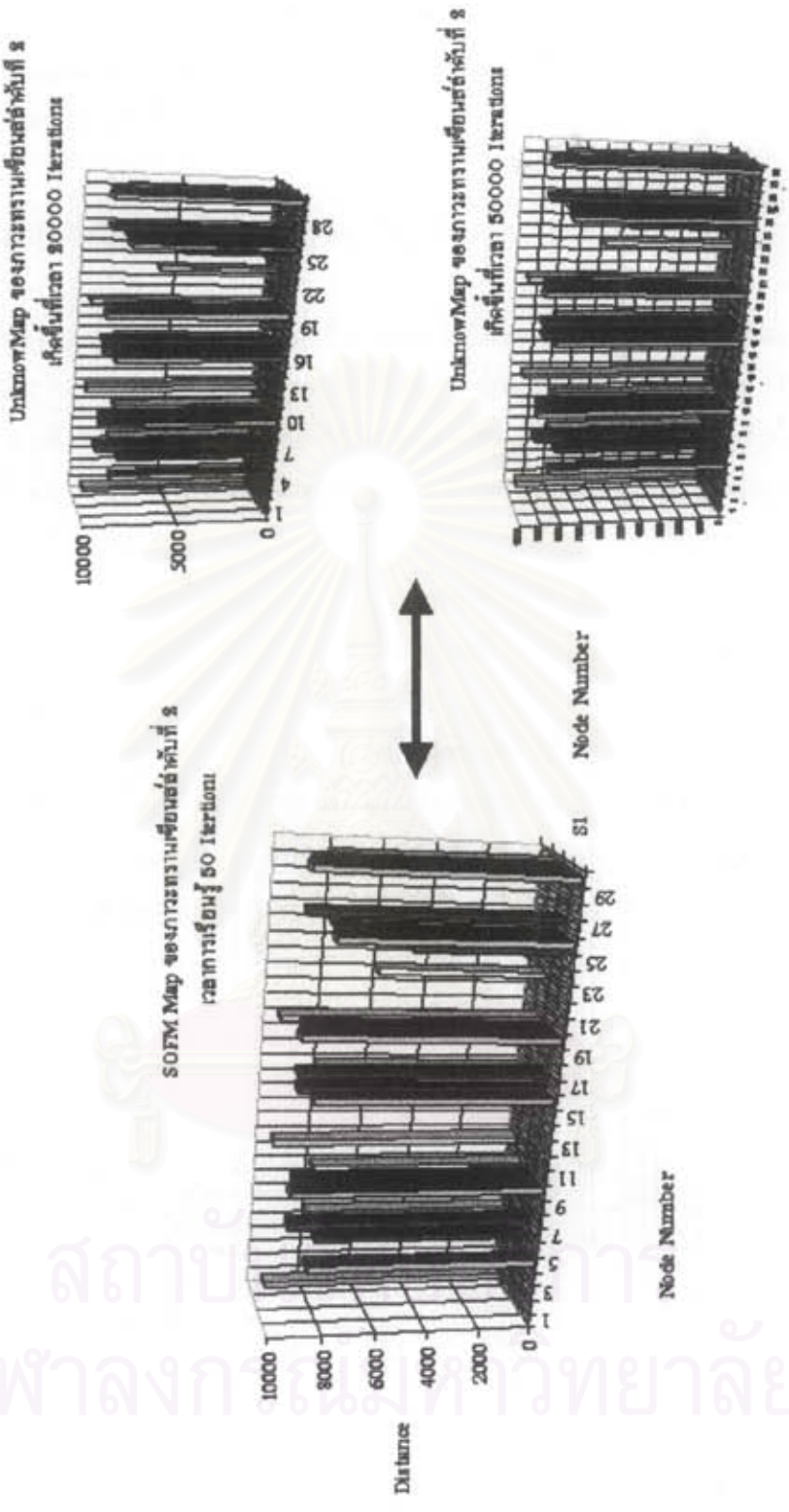
รูปที่ 5.10 ตัวอย่างของกราฟที่เกิดขึ้นจากภาวะทรานเซียนต์ชุดต่างๆ (ต่อ)



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างของกราฟที่เกิดขึ้นจากภาวะทรานเซียนต์ชุดต่างๆ (ต่อ)

จากตัวอย่างของ SOFM จะเห็นว่าภาวะทรานเซียนต์ที่แตกต่างกันจะให้ SOFM ที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในขณะที่ Unknow Map เกิดจากภาวะทรานเซียนต์เดียวกันไม่ว่าจะเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดๆของการเดินเครื่องก็จะมี FM ที่เหมือนกันและเหมือนกับ SOFM Map ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่น ในกรณีของ Unknow Map ซึ่งเกิดจากภาวะทรานเซียนต์ลำดับที่ 2 ที่ 20000 และ 50000 รอบการคำนวณ เปรียบเทียบกับ SOFM Map ของภาวะทรานเซียนต์ลำดับที่ 2 จะคล้ายกันมาก โดยโนดที่แอกทีฟ (Active) เป็นโนดชุดเดียวกันทั้งหมด ต่างกันที่ความสูงของกราฟเท่านั้น ดังรูปต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 ตัวอย่างของกราฟที่เกิดขึ้นจากภาวะทรานเซียนต์ชุดเดียวกันแต่เกิดขึ้นในช่วงเวลาแตกต่างกัน

จากรูปจะเห็นว่า Unknow Map ที่เกิดขึ้นมีลักษณะคล้ายกับ SOFM ชุดที่เกิดจากภาวะทรานเซียนต์อันเดียวกัน ซึ่งวิธีการที่จะเปรียบเทียบความเหมือนกันนั้นทำได้โดยใช้วิธีคำนวณค่าระยะทาง

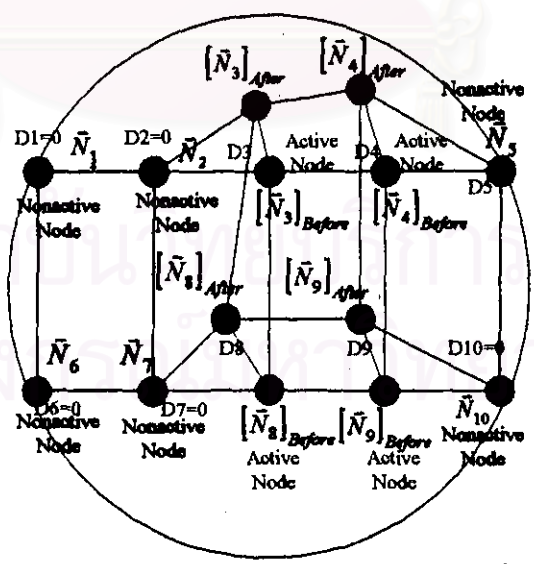
(Distance) หรือมุมระหว่างเวกเตอร์ของน้ำหนักที่อยู่ประจำโนดใน Unknow Map เทียบกับเวกเตอร์ของน้ำหนักที่อยู่ประจำโนดใน SOFM Maps ซึ่งอยู่ในฐานข้อมูลในลักษณะโนดต่อโนดโดย Map Distance Block จะทำหน้าที่คำนวณค่าดังกล่าว

5.4 การดำเนินงานและผลการวิจัยในส่วนของ Map Distance Block

Map Distance Block จะทำหน้าที่แยกแยะ Unknow Map ที่เกิดจากการคำนวณของ SOFM Block แยกแยะโดยการคำนวณค่าความแตกต่างระหว่าง Unknow Map ที่สร้างขึ้นมาใหม่ เปรียบเทียบกับ SOFM ประจำของแต่ละภาวะทรานเซียนต์ที่ทำการเรียนรู้ไว้ก่อนหน้านี้ และเก็บไว้ในฐานข้อมูล

ค่าความแตกต่างนี้ถูกคำนวณออกมาเป็นผลรวมของระยะทางระหว่างเวกเตอร์ของน้ำหนักที่อยู่ประจำโนดต่อโนด สำหรับแต่ละ SOFM ถ้าค่าระยะทางของ SOFM ที่ได้ใหม่ (SOFM ที่เกิดจาก Unknow Transient) เทียบกับ SOFM ของภาวะทรานเซียนต์ทั้ง 17 ชุดที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล ระยะทางของชุดใดมีค่าน้อยที่สุดจะถือว่า SOFM ที่เกิดใหม่เหมือนกับ SOFM ชุดนั้นและสรุปว่าเป็นภาวะทรานเซียนต์ชนิดนั้น

งานในส่วน Map Distance Block ส่วนใหญ่จะเป็นการหารูปแบบในการคำนวณทางสถิติที่จะรวมค่าระยะทางหลายค่าซึ่งเกิดจากแต่ละโนดของทุก SOFM Map และของ Unknow Map ที่เกิดขึ้นและวิธีการทางสถิติที่จะเลือกใช้ ต้องมีความสามารถในการรวมค่าระยะทางที่เกิดขึ้นในแต่ละโนดปรากฏเป็นค่าระยะทางรวมเป็นตัวเลขตัวเดียวสำหรับหนึ่งภาวะทรานเซียนต์เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบกับระยะทางจากชุดอื่นตามลักษณะในรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แสดงการคำนวนหาระยะทางระหว่าง FM เริ่มต้น กับ FM ที่เกิดขึ้นใหม่หลังจากผ่านการเรียนรู้แล้ว

$$D(i) = [\vec{N}_i]_{Before} \bullet [\vec{N}_i]_{After}$$

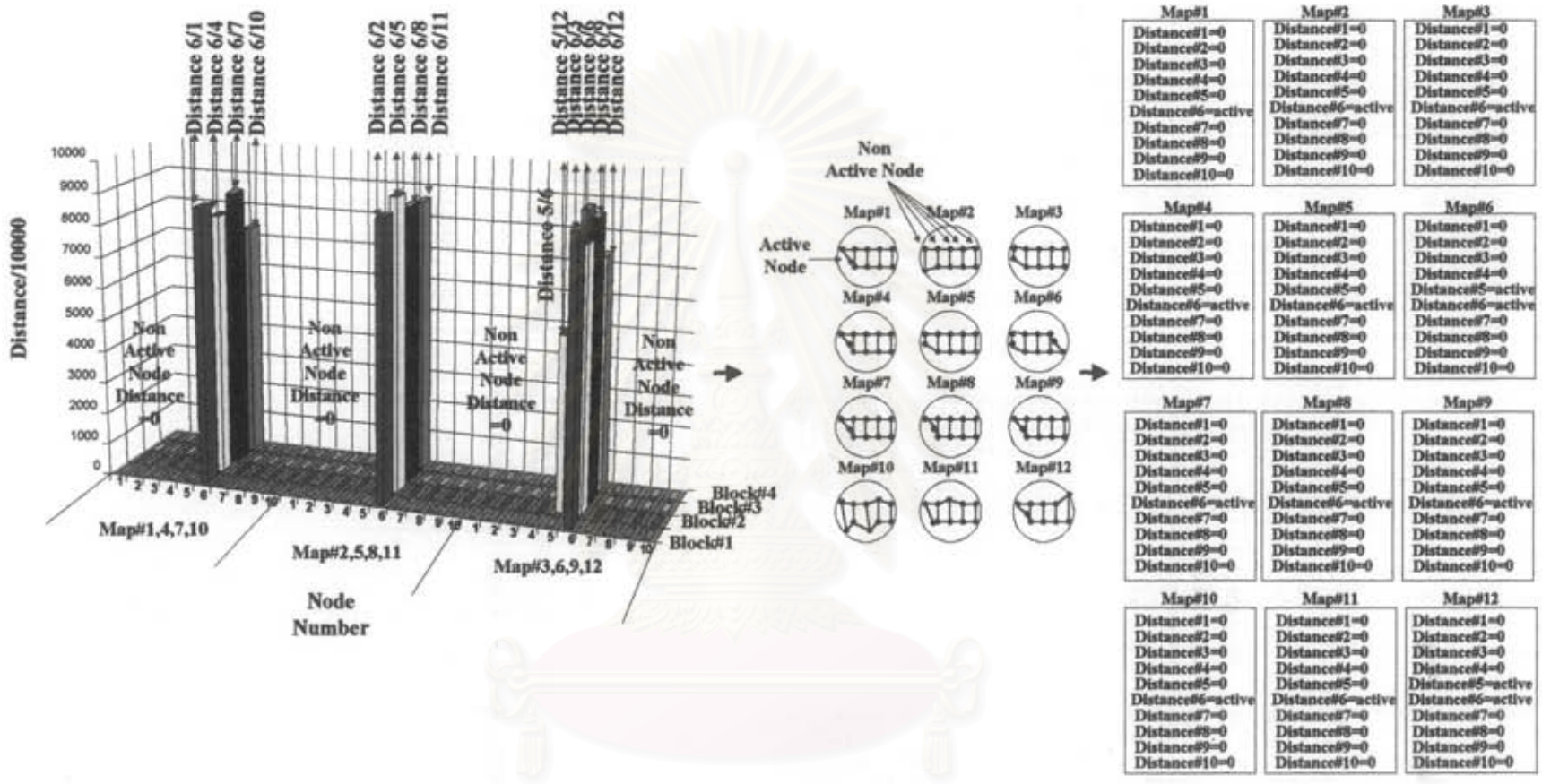
ดังนั้น $D_1 = [\vec{N}_1]_{Before} \bullet [\vec{N}_1]_{After} \ldots\ldots\ldots\ldots D_{10} = [\vec{N}_{10}]_{Before} \bullet [\vec{N}_{10}]_{After}$

ในการวิจัยแล้วได้ทดลองเลือกใช้วิธีในการรวม ค่า $D(i)$ ดังสมการต่อไปนี้

$$(D_{\text{รวม}})_{\text{SOFM1}} = \sqrt{\left[(D_1)^2+(D_2)^2+(D_3)^2+(D_4)^2+(D_5)^2+(D_6)^2+(D_7)^2+(D_8)^2+(D_9)^2+(D_{10})^2\right]}$$

ลักษณะการคำนวณของ Map Distance Blocks มีรายละเอียดดังรูปในหน้าถัดไป

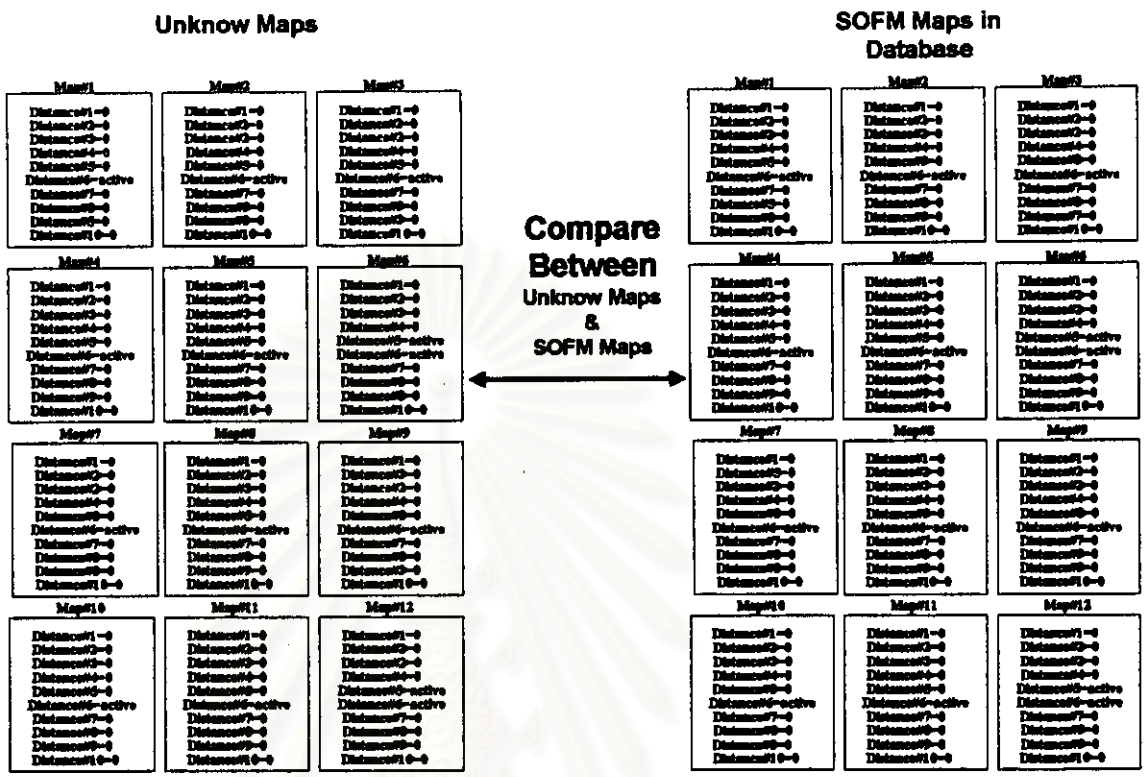
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.13 แสดงการคำนวณค่าระยะทางจาก FM ที่เกิดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

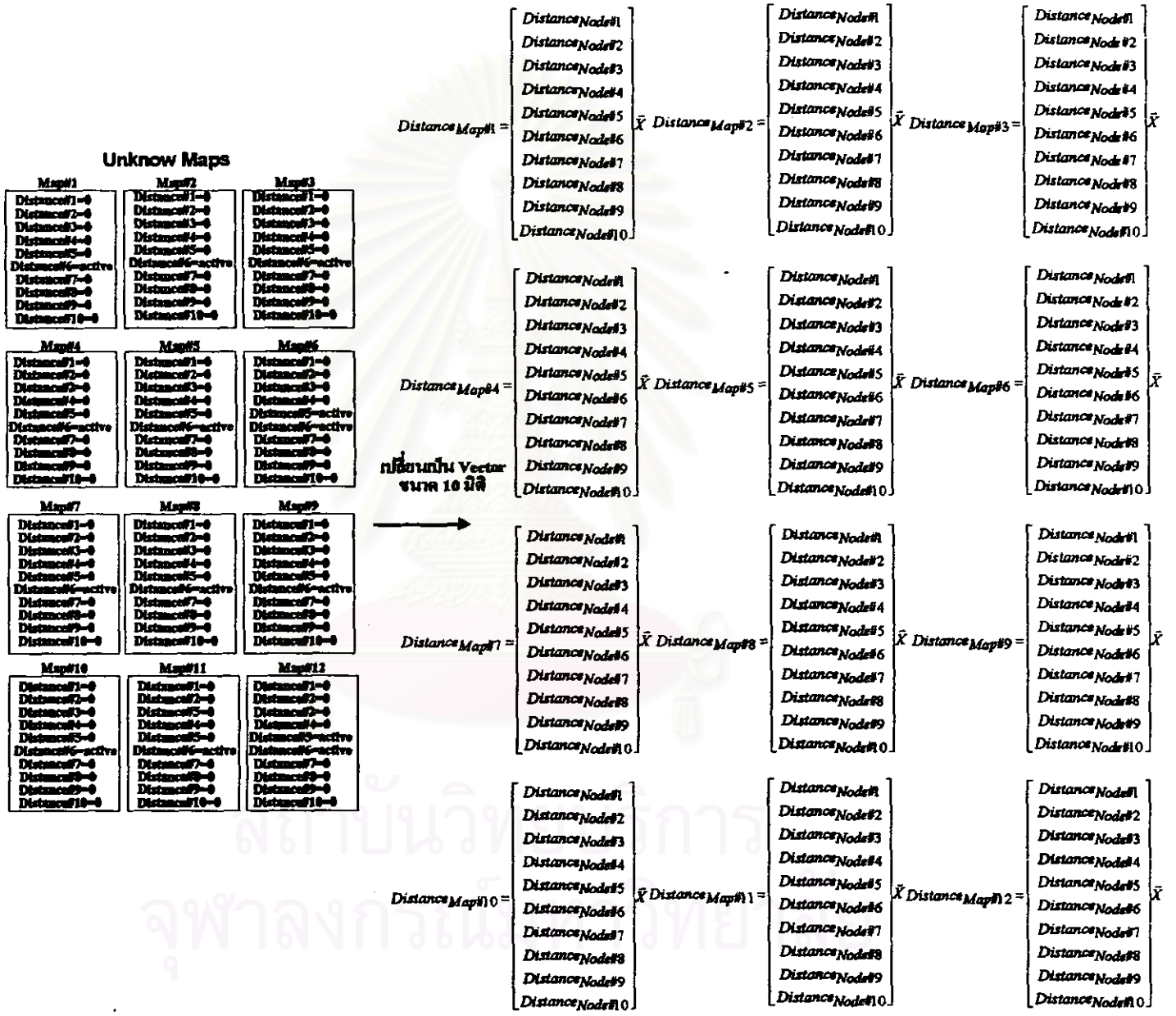
หลังจากที่ได้ชุดของระยะทางที่เกิดจาก Unknow Map ทั้ง 12 ชุดแล้วก็นำชุดของระยะทางที่ได้ไปเปรียบเทียบกับชุดของระยะทางที่เกิดจาก SOFM `Map ที่ถูกเรียนรู้และเก็บไว้ในฐานข้อมูล



รูปที่ 5.14 เปรียบเทียบชุดของ Distance ที่เกิดจาก Unknow Map กับ SOFM Map

ใช้หลักการของผลคูณจุดอีกทีเพื่อคำนวณความแตกต่างของชุดระยะทางที่เกิดขึ้นจาก FM แต่ละตัว โดยมองชุดระยะทางทั้ง 10 ตัวเลขเป็นเวกเตอร์ขนาด 10 มิติแล้วนำเวกเตอร์ดังกล่าวมาคำนวณค่าผลคูณจุดระหว่างกันแบบ FM ต่อ FM ซึ่งหลังจากนั้นก็จะได้ผลคูณจุดออกมาเป็น 12 ชุดต่อ 1 ภาวะทรานเซียนต์ ดังรูปต่อไปนี้

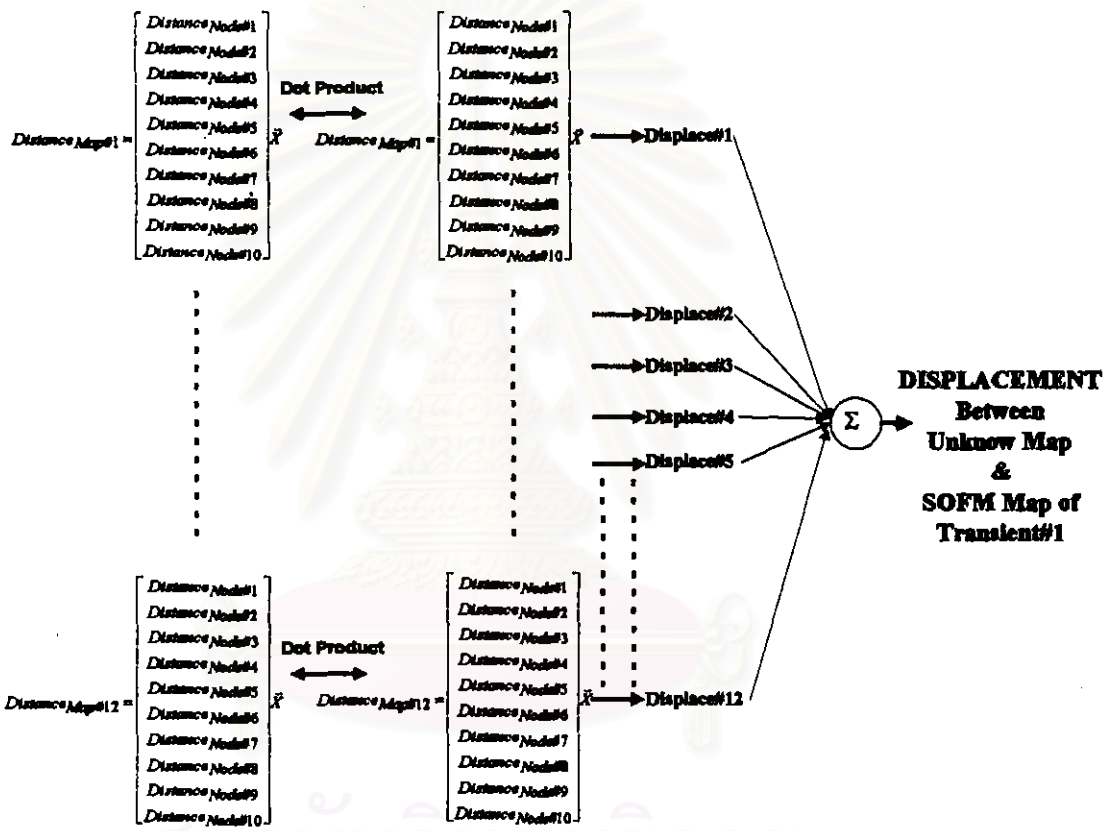
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.15 หลังจากที่ได้ชุดระยะทางทั้งหมดจึงเปลี่ยนเป็นเวกเตอร์ของระยะทาง (Distance Vector)

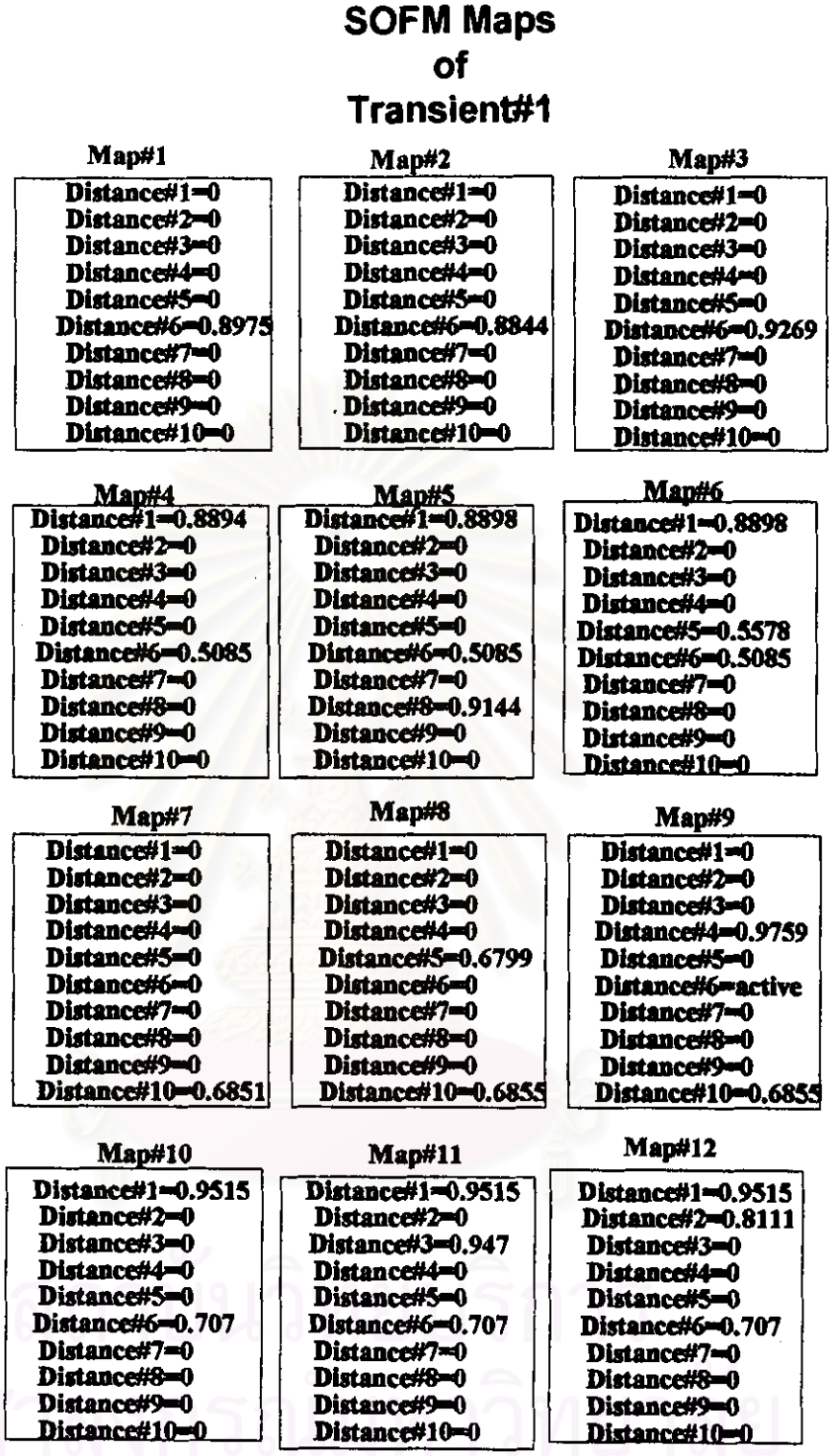
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากที่ได้ชุดของเวกเตอร์ของระยะทางทั้ง Unknow Map และ SOFM Map แล้วนำเวกเตอร์ทั้ง 2 ชุดมาคำนวณหาค่าผลคูณจุดแบบ FM ต่อ FM รวมค่าผลคูณจุดทั้ง 12 ค่าที่ได้ เรียกว่า ค่า Displacement (ระยะขจัด) ซึ่งเป็นการคำนวณผลรวมของระยะทางในลักษณะเดียวกับการคำนวณระยะขจัดซึ่งเป็นตัวเลขตัวเดียวที่เกิดขึ้นจาก Unknow Map กับ SOFM Map ชุดหนึ่ง ในการคำนวณใน Map Distance Block นั้นจะทำการคำนวณระหว่าง Unknow Maps ที่ได้ในขณะนั้น กับ SOFM Maps ทั้ง 17 ชุดที่เก็บอยู่ ดังนั้นจะได้ค่าระยะขจัดออกมาทั้งหมด 17 ตัว ค่าระยะขจัดที่น้อยที่สุดจะบอกเราว่า Unknow Map จากการเรียนรู้นั้นมีระยะขจัดใกล้กับ SOFM Map ชุดใดมากที่สุด ซึ่งสรุปได้ว่า Unknow Map เกิดจากภาวะทรานเซียนต์ตัวเดียวกันกับ SOFM Map ชุดนั้น รายละเอียดดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 5.16 แสดงการเปรียบเทียบค่าของระยะขจัดทั้งหมด

จากการทดลองรันโปรแกรม CASSBASE เพื่อเก็บค่าของเวกเตอร์ของระยะทางที่เกิดจากภาวะทรานเซียนต์ชุดต่างๆ และนำค่านี้ไปเก็บเป็นฐานข้อมูลดังที่กล่าวข้างต้น การเก็บจะใส่ไว้ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ประจำ SOFM Block โดยมีตัวอย่างตัวเลขที่ได้ดังนี้

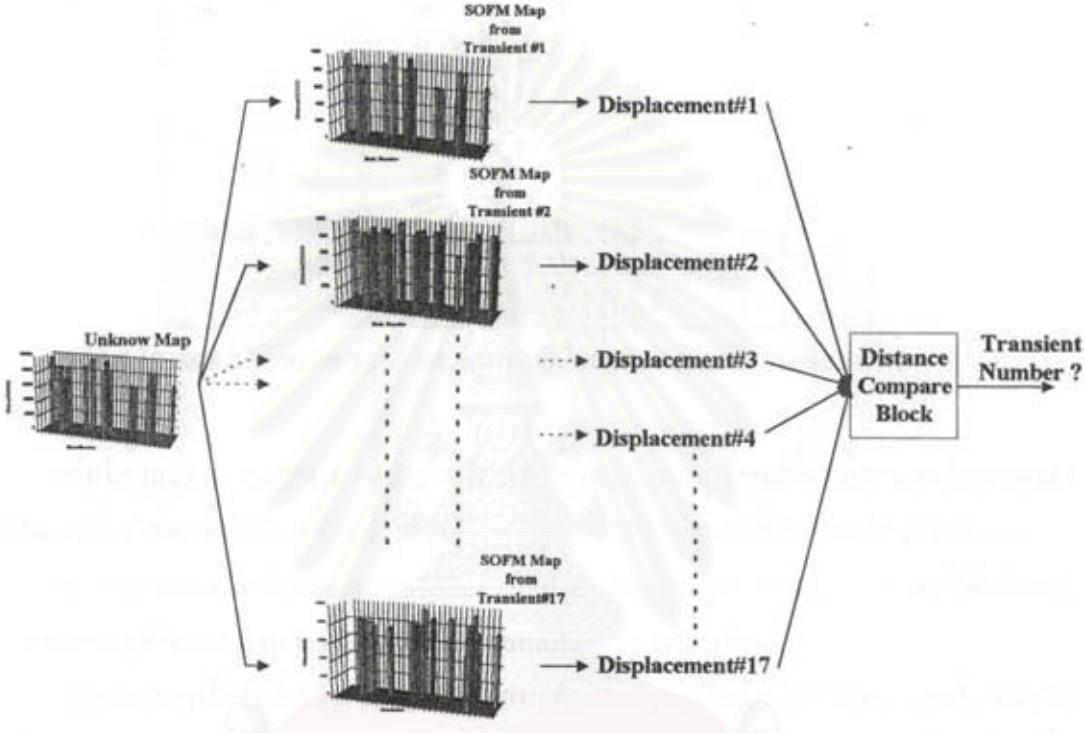


รูปที่ 5.17 แสดงตัวอย่างของผลของค่าระยะทางที่ได้จากการรันโปรแกรม

5.5 การดำเนินงานและผลการวิจัยในส่วนของ Distance Compare Block

Distance Compare Block ทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าของระยะขจัดที่เข้ามา และหาค่าระยะขจัดที่น้อยที่สุดซึ่งถือว่า ระยะขจัดนั้นเกิดจาก SOFM Map ที่คล้ายกับ Unknow Map นั้นมากที่สุด

Distance Compare Block สามารถบอกลำดับชุดของภาวะทรานเซี่ยนต์ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลลัพท์ค่าสุดท้ายที่ต้องการ ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าระยะขจัดทั้ง 17 ชุด ที่เข้ามาและบอกลำดับที่น้อยที่สุดการทำงานเป็นไปตามแผนภาพบล็อก ตามรูป

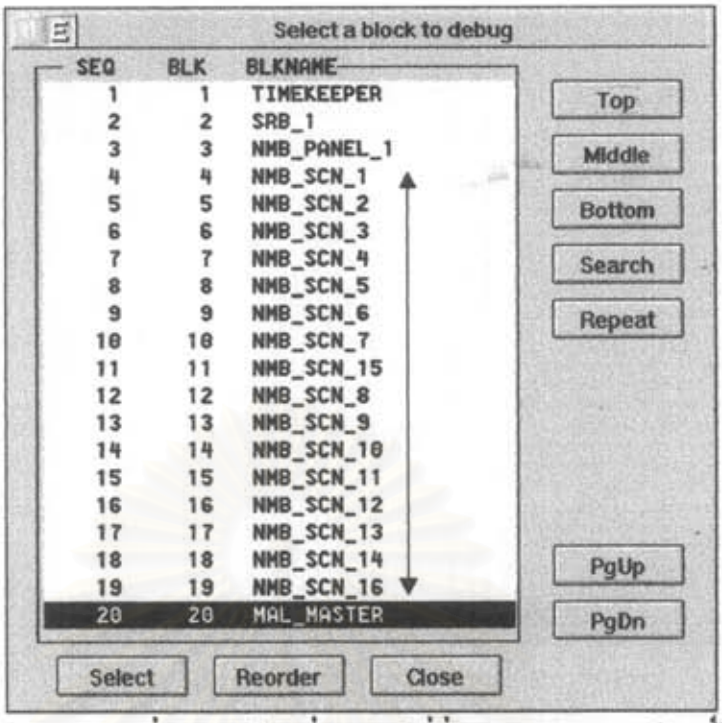


รูปที่ 5.18 แสดงการทำงานของ Distance Compare Block

5.6 การใช้เครือข่ายนิวรอลเพื่อการเรียนรู้ ภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดขึ้นพร้อมกัน

ในช่วงสุดท้ายของงานวิจัยนี้ได้ใช้เครือข่ายนิวรอลที่สร้างขึ้นมาเรียนรู้ภาวะทรานเซียนต์ใน 17 ชุดซึ่งเกิดพร้อมกัน โดยมีแนวความคิดว่า ภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันนั้นเป็นภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 18 , 19 , 20 ..... ไปเรื่อยๆ

การใส่ค่าทรานเซียนต์เข้าไปใน แคนดู-9 CASSBASE Model นั้น นอกจากจะกำหนดไว้ที่บล็อก 20 ซึ่งเรียก Mal_Master ดังรูปที่ 5.19



รูปที่ 5.19 แสดงตำแหน่งของ บล็อก ที่สามารถใส่ค่าของ ภาวะทรานเซียนต์ได้

เพื่อให้แคนอู-9 CASSIM Model สามารถสร้างภาวะทรานเซียนต์ขึ้นได้หลายชุดในช่วงเวลาเดียวกัน จะต้องใส่ค่าเข้าไปในบล็อกประจำของแต่ละภาวะทรานเซียนต์เพื่อกำหนดให้ชุดใดทำงาน

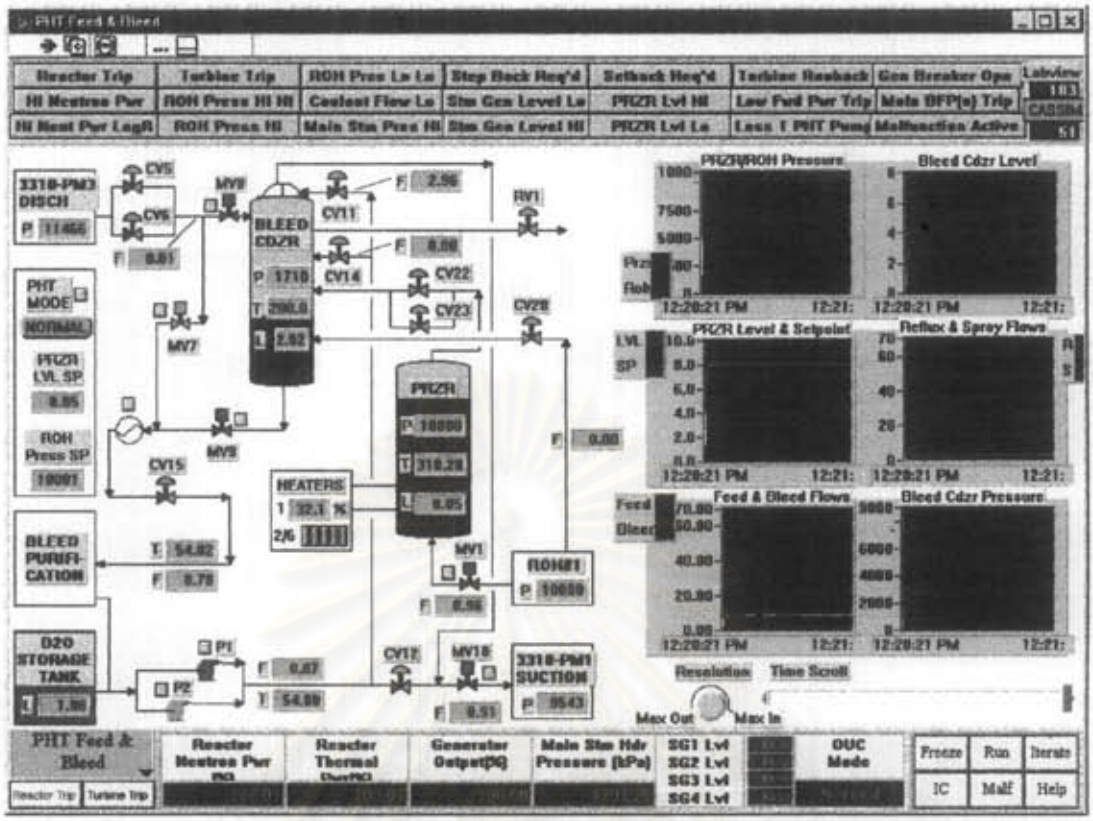
ภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดพร้อมกันนั้นมีความเป็นไปได้หลายรูปแบบ ในงานวิจัยนี้ใช้หลักการในการกำหนดชุดของภาวะทรานเซียนต์ที่จะเกิดพร้อมกันตามหลักการดังนี้

1) การทำงานที่ต่อเนื่องกัน ของอุปกรณ์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น เมื่อเกิดภาวะความดันสูงในวงจรไอน้ำหลัก (Main Steam) ที่เข้า Turbine โดยไม่ทราบสาเหตุอุปกรณ์ ASDV จะต้องถูกเปิดออก เพื่อระบายไอน้ำที่อยู่ในระบบออกไปสู่บรรยากาศ แต่เนื่องจากอุปกรณ์ ASDV ไม่ได้ทำงานบ่อยนักจึงอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้

ภาวะทรานเซียนต์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นพร้อมกันคือ ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 7 กับ 15 คือ

- 100 % Main Steam Hdr Break
- All ASDVs Fail Open

2) การที่อุปกรณ์ 2 ชนิดถูกควบคุมด้วยระบบควบคุมชุดเดียวกัน หรือจะต้องทำงานสอดคล้องกัน เช่น อุปกรณ์ MV1 , CV20 , CV22 ซึ่งจะต้องควบคุมระดับน้ำใน Pressurizer ตามรูปต่อไปนี้

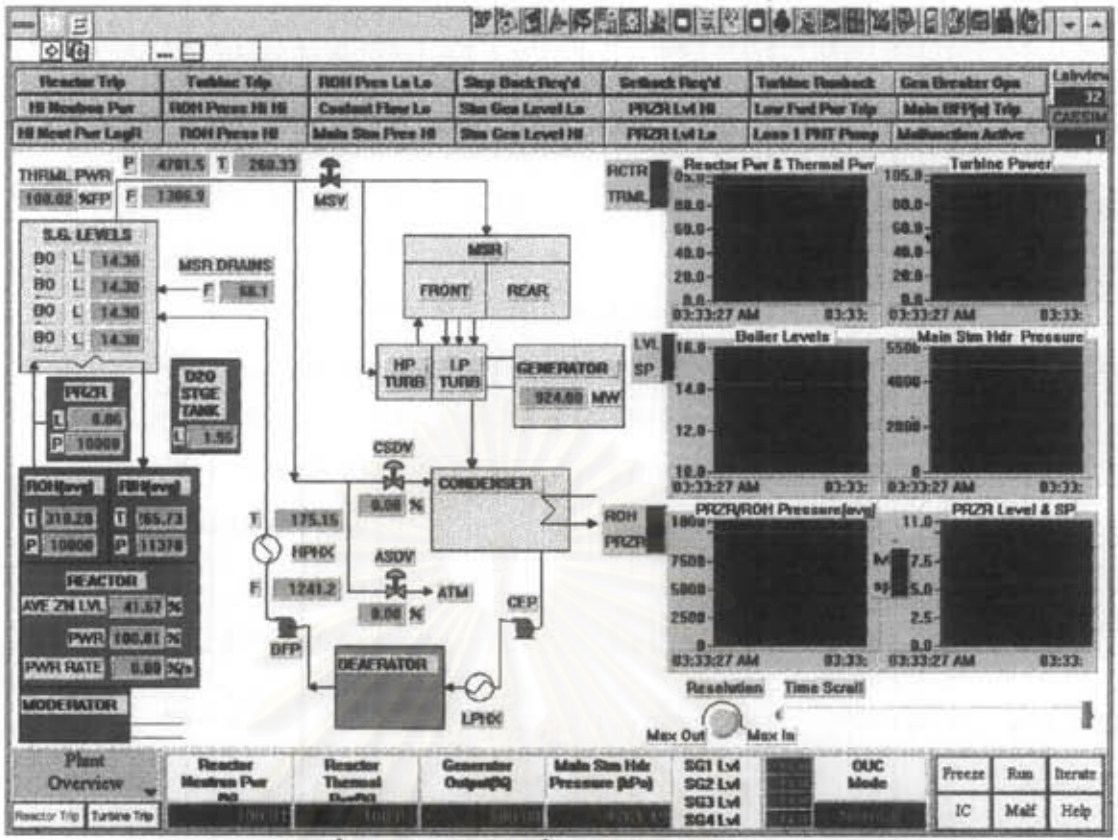


รูปที่ 5.20 แสดงตำแหน่งของ Pressurizer

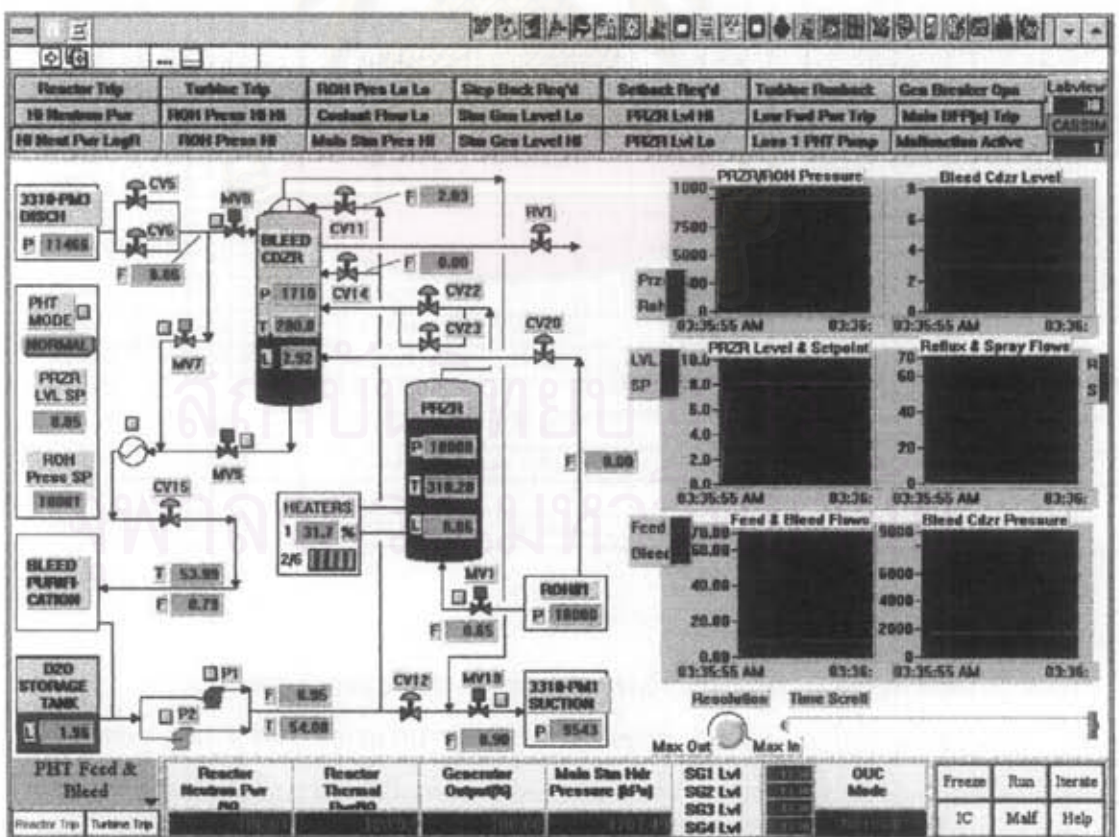
ดังนั้นจึงสมควรที่จะทำการเรียนรู้ภาวะทรานเซียนต์ที่เกิดกับอุปกรณ์ทั้ง 3 ชุดดังกล่าวคือ ภาวะทรานเซียนต์ที่ 8 , 9 และ 11

- PHT LRV (CV20) Fail Open
- PHT Stm Bld Vlv (CV22) Fail Open
- Przr Surge Valve (MV1) Fails Close

3) ภาวะทรานเซียนต์ชุดสุดท้ายคือ ชุดที่ 20 เกิดจาก ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 7 (All ASDVs Fail Open) กับ ชุดที่ 10 (PHT feed Valve (CV12) fail Open) โดยตำแหน่งของอุปกรณ์ที่เสียหาย มีรายละเอียดดังรูป



รูปที่ 5.21 แสดงตำแหน่งของ ASDV Valve



รูปที่ 5.22แสดงตำแหน่งของ CV20 Valve

5.7 <u>การใช้ช่วงเวลาการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน</u>

ในช่วงแรกของการวิจัย ได้เลือกให้ SOFM มีช่วงเวลาในการเรียนรู้ที่ 2000 รอบการคำนวณหรือคิดเป็นเวลา 200 รอบการคำนวณ * 0.1 Sec/รอบการคำนวณ = 20 วินาที ก่อนที่จะแสดงผลออกมา

หลังจากที่ทดลองแล้วมีการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาดังกล่าวให้น้อยลง ด้วยเหตุผลที่ว่าผู้ควบคุมการเดินเครื่อง (Operator) ทราบชนิดของภาวะทรานเซียนต์เร็วเท่าใด ยิ่งทำให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้นเท่านั้น จึงทำการทดลองเปลี่ยนช่วงเวลาดังกล่าวแยกเป็น 3 ชุด ที่ 50 รอบการคำนวณ (5 วินาที) , 100 รอบการคำนวณ (10 วินาที) , 150 รอบการคำนวณ (15 วินาที) ได้ผลการวิเคราะห์ที่ช่วงเวลาต่างๆดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากโปรแกรมที่ช่วงเวลาต่างๆ

	10,000 Iterations (50,100,150)	20,000 Iterations (50,100,150)	50,000 Iterations (50,100,150)	100,000 Iterations (50,100,150)	150,000 Iterations (50,100,150)	300,000 Iterations (50,100,150)
Transient#1	17,8,1	17,8,1	13,1,1	1,8,1	1,8,1	1,8,1
Transient#2	2,2,2	2,2,2	2,2,2	2,2,2	2,2,2	2,2,2
Transient#3	4,3,3	4,3,3	3,3,3	3,3,3	3,3,3	3,3,3
Transient#4	4,4,4	4,11,4	4,11,4	4,11,4	4,4,4	4,11,4
Transient#5	5,5,5	5,5,5	5,5,5	5,5,5	20,5,5	20,5,5
Transient#6	6,6,6	6,6,6	6,6,6	6,6,6	6,6,6	6,6,6
Transient#7	7,7,7	7,7,7	7,7,7	7,7,7	7,7,7	7,7,7
Transient#8	8,8,8	8,8,8	8,8,8	8,8,8	8,8,8	8,8,8
Transient#9	9,9,9	9,9,9	9,9,9	9,9,9	9,9,9	9,9,9
Transient#10	11,10,10	11,10,13	10,10,13	10,10,13	10,10,13	10,10,13
Transient#11	4,11,11	4,11,11	4,11,11	4,11,11	4,11,11	4,11,11
Transient#12	12,12,12	12,12,12	12,12,12	12,12,12	12,12,12	12,12,12
Transient#13	13,13,13	13,13,13	13,13,13	13,13,13	13,13,13	13,13,13
Transient#14	14,14,14	14,14,14	14,14,14	14,14,14	14,14,14	14,14,14
Transient#15	15,15,15	15,15,15	15,15,15	15,15,15	15,15,15	15,15,15
Transient#16	4,4,4	4,11,4	4,11,4	4,11,4	4,11,4	4,11,4
Transient#17	17,17,17	17,17,17	17,17,17	17,17,17	17,17,17	17,17,17
Transient#18	7,18,18	7,18,18	7,18,18	7,18,18	7,18,18	7,18,18
Transient#19	8,19,11	8,19,11	8,19,11	8,19,11	8,19,11	8,19,11
Transient#20	20,20,20	20,20,20	20,20,20	20,20,20	20,20,20	20,20,20

จากผลที่ได้สรุปได้ว่า ช่วงเวลาในการเรียนรู้ที่ 150 รอบการคำนวณโปรแกรมจะได้ค่าที่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นในภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 10 และ 19 ให้ค่าถูกต้องที่ 100 รอบการคำนวณ ซึ่งจากการวิเคราะห์ไม่ได้เกิดจากข้อผิดพลาดของโปรแกรมแต่เป็นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ที่มีช่วงเวลานานเกินไป จะเกิดการเปลี่ยนปลงที่คล้ายกับภาวะทรานเซียนต์ชุดอื่น เช่น ภาวะทรานเซียนต์ 10 ก็ไปคล้ายกับ 13 และ ที่ 19 คล้ายกับ 11 ในภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 16 นั้นการ

เปลี่ยนแปลงของ พารามิเตอร์จะเหมือนกับ ชุดที่ 4 ทั้งหมด ดังนั้นโปรแกรมไม่สามารถวิเคราะห์ได้เลย จึงสรุปได้ว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย