รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบผังโรงงาน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. 2535. การออกแบบและวางผังโรงงาน. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. ดวงกมลสมัย.

ภาษาอังกฤษ

Askin, R.G., and Strandridge C.R. 1993. Modeling and Analysis of Manufacturing Systems. (n.p.): John Wiley & Sons.

Armour, G.C., and Buffa, E.S. 1963. A Heuristic Algorithm and Simulation Approach. A IIE Transactions. Vol.7 No.4: 432-437.

Chan, K.C, and Tansri, H. 1994. A Study of Genetic Crossover Operations on the Facility Layout Problems. Computers Industrial Engineering Vol.26 No.3: 537-550.

Chen C. W. and Sha D. Y., 1997. A desing approach to the multi-objective facility layout problem . International Journal Production Research Vol. 37. No.5,1175-1196.

Fransis, R.L., McGinnis, L.F., and White, J. 1992. Facility Layout and Location: An Analytical approach. 2nd ed. (n.p.):s Prentice Hall.

Goldberg, D.E. 1989. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison Wesley.

Holland, J.H. 1975. Adaptation in Natural and Artificial System. Ann Arbor. The University of Michigan Press.

Islier A. A. 1997. Agenetic algorithms for multi criteria facility layout design. International Journal Production Research Vol. 36. No. 6, 1549-1569

Levitin, V., and Rubinovitz J. 1993. Genetic Algorithm for Linear and Cyclic Assignment Problem Computer Operation Research Vol.20 No.6:

Meller and Bozer 1996. A New Simulated Annealing Algorithm for the Facility Layout Problem. International Journal Production Research Vol. 34 No. 6:1675-1692.

Michalewicz, Z., and Janikow, C.Z. 1989. Handling Constraints in Genetic Algorithms. Proc. third Int. Conf. On Genetic Algorithms. George Mason University.

Michalewicz, Z. 1992. Genetic Algorithms + Data Structure = Evolution Programs 3rd rev and extended. New York: Springer Verlag Berlin Heidelberg.

Montgomery, C.D. 1996. Design and Analysis of Experiments. (n.p.): John Wiley & Sons.Publiching Company.

Suresh, G., Vinod V.V., and Sahu, S. 1995. A genetic algorithm for facility layout. International Journal Production Research. Vol. 33 No.22: 3411-3423.

Tate, D.M. and Smith, A.E. 1995. A Genetic Approach to The Quadratic Assignment Problem. Computer Operation Research Vol.22 No.1: 73-83.

Zadeh, L. A. 1987. Fuzzy Set and Application (n.p.): John Wiley & Sons.

Zadeh, L.A 1965 Fuzzy sets Information and Control (n.p.): 335-353.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

Quadratic Assignment Problems

เนื้อหาในภาคผนวกนี้กล่าวถึง รูปแบบของปัญหา QAP (Quadratic Assignment Problems) (Kusiak, 1990) และตัวแปรต่างที่เกี่ยวข้องรวมถึงรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้

Koopmans และ Beckmann (1957) เสนอแบบจำลองปัญหาการจัดผังโรงงานในรูปของการไหลของวัสดุของแผนกต่างๆ ซึ่งแบบจำลองนี้นำไปสู่รูปแบบปัญหา QAP โดยกำหนดให้

n = จำนวนของแผนกต่างๆหรือจำนวนพื้นที่

a_{ij} = รายได้จากการดำเนินการของแผนก i ที่ตำแหน่ง j

f_{ik} = การไหลของวัสดุจากแผนก i ไปแผนก k

c_{jl} = ค่าขนส่งหน่วยวัสดุ (unit of material) จากตำแหน่ง j ไปตำแหน่ง l

x_{ij} = 1 (ถ้าแผนก i อยู่ที่ตำแหน่ง j), 0 (ถ้าแผนก i ไม่อยู่ที่ตำแหน่ง j)

โดยมีข้อสมมติเพิ่มเติมคือ

a_{ij} เป็นรายได้โดยรวม (Total Revenue) หักค่าลงทุนเริ่มแรกแต่ไม่รวมถึงค่าขนส่งวัสดุระหว่างแผนก

f_{ik} ไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแผนกต่างๆ

c_{jl} ไม่ขึ้นอยู่กับแผนกต่างๆและค่าขนส่งโดยตรงจากแผนก i ไปยังแผนก k และถูกกว่าที่จะขนส่งผ่านแผนกที่ 3 ก่อน

จากตัวแปรที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการเป็น

$$\max \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_{ij} - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} f_{ik}c_{jl}x_{ij}x_{kl} \qquad (1)$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,\ldots,n \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,\ldots,n \qquad (3)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ หรือ } 1 \qquad i = 1,\ldots,n \text{ , } j = 1,\ldots,n \qquad (4)$$

ถ้า a_{ij} เป็นค่าใช้จ่ายของการสร้างและดำเนินการของแผนก i ตำแหน่ง j แทนที่จะเป็นเป็นรายได้โดยรวมของแผนก i ตำแหน่ง j สมการที่ (1) อาจเขียนได้ใหม่เป็นดังสมการที่ (5)

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_{ij} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} f_{ik}c_{jl}x_{ij}x_{kl} \qquad (1a)$$

Lawer (1963) ได้พิจารณาถึงค่าพารามิเตอร์ b_{pw} โดยที่

a_{ij} = ต้นทุนคงที่ของแผนก i ตำแหน่ง j

f_{ik} = การไหลวัสดุระหว่างแผนก i ไปยังแผนก k

c_{jl} = ต้นทุนการไหลวัสดุต่อหน่วยจากตำแหน่ง j ไปยังตำแหน่ง l

และ

b_{pw} = $f_{ik}c_{jl} + a_{ij}$ ถ้า $i = k$ และ $j = l$

= $f_{ik}c_{jl}$ ถ้า $i \neq k$ และ $j \neq l$

เมื่อแทนค่า b_{pw} ลงในสมการ 1a) ได้ว่า

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} b_{ijkl}x_{ij}x_{kl} \qquad (1b)$$

จากสมการที่ผ่านมาสามารถกล่าวได้ว่าถ้า $i \neq k$ หมายความว่า $j \neq l$ ถ้า $j \neq l$ หมายความว่า $i \neq k$ ถ้า $i = k$ หมายความว่า $j = l$ ถ้า $j = l$ หมายความว่า $i = k$ เนื่องจากสมการที่ (2) และ (3) ดังนั้นจำนวนแผนกต่าง ๆจึงกำหนดให้เท่ากับจำนวนตำแหน่งที่ตั้ง หรือในบางปัญหาจำนวนแผนกอาจน้อยกว่าจำนวนที่ตั้ง (Steinberg, 1961) โดยให้บางแผนกเป็นสถานีหุ่น (Dummy) และกำหนดให้มีปริมาณการไหลเป็นศูนย์

ถ้า a_{ij} มีค่าเป็นศูนย์หรือเหมือนกัน (identical) สมการที่ (1a) สามารถลดรูปได้เป็น

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} f_{ij}c_{jl}x_{ij}x_{kl} \qquad (1c)$$

เนื่องจากสมการสามารถแสดงได้หลายรูปแบบ และโดยส่วนมากแล้วสมการที่ (1c) และสมการบังคับที่ (2) - (4) ถูกเรียกว่า Quadratic Assignment Problem

ปัญหา QAP กับสมการ (1a) และสมการบังคับที่ (2) - (4) ได้นำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองของปัญหาการจัดผังโรงงาน ((Bazarra (1975) และ Burgard และ Stratmann (1978)) แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าปัญหาการจัดผังโรงงานทั้งหมดจะอยู่ในรูปของ QAP ยกตัวอย่างเช่น การจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรในโรงงานโดยที่ไม่ทราบตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องจักร ปัญหานี้ไม่สามารถที่จะหาคำตอบได้เนื่องจากไม่ทราบระยะทางที่แน่นอน และระยะทางของตำแหน่ง j กับ i จะมีความสัมพันธ์กับเครื่องจักรอื่นๆด้วย

ในบางสถานการณ์ปัญหาการจัดผังโรงงานก็อาจพบกับปัญหาที่ขนาดพื้นที่ของแต่ละแผนกไม่เท่ากัน ถ้าเป็นเช่นนี้แล้วการสลับตำแหน่งเพื่อทำการปรับปรุงผังโรงงานก็จะทำได้ยาก ผังโรงงานที่มีขนาดพื้นที่ของแต่ละแผนกไม่เท่ากันสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (5)

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} f_{ij} c_{jl}^{K} x_{ij} x_{kl} \qquad (5)$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,\ldots,n \qquad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,\ldots,n \qquad (7)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ หรือ } 1 \qquad i = 1,\ldots,n \;, j = 1,\ldots,n \qquad (8)$$

โดยที่ c_{jl}^{K} คือค่าขนส่งของหน่วยวัสดุจากตำแหน่ง j ไปยังตำแหน่ง i ภายใต้การจัดเรียง K และสมการบังคับที่ (6) – (8) เป็นไปเช่นเดียวกับ (2) – (4)

ให้ K เป็นวิธีการจัดเรียงทั้งหมดที่เป็นไปได้ และขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของแต่ละแผนกซึ่งไม่จำเป็นต้องเท่ากับ $n!$ เนื่องจากว่าผังโรงงานบางผังอาจมีขนาดเท่ากันซึ่งอาจไม่ต้องทำการคำนวณทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ปัญหา NP-hard

ปัญหา NP-hard คือปัญหาที่ใช้เวลาในการหาคำตอบยาวนานและเวลาในการหาคำตอบจะเพิ่มมากขึ้นเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่เหมาะกับการหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาในทางปฏิบัติ และโดยทั่วไปแล้วจะใช้ฮิวริสติกในการแก้ปัญหาประเภทนี้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีถึงแม้ว่าจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม

ลักษณะของปัญหาแบบ NP-hard จะอยู่ในรูปของ $f(v)$ (Time Complexity Function) ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่ใช้แสดงถึงเวลาสูงสุดของปัญหาที่มีขนาด v ตัวอย่างของเวลาในการคำนวณแสดงได้ดังตารางที่ ข1 เช่น เวลาที่ใช้ในการคำนวณของรูปแบบปัญหาที่มีฟังก์ชั่น $f(v)=v$ โดยกำหนดให้ v ขนาดเท่ากับ 10 และกำหนดให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณในแต่ละขั้นตอนเท่ากับ 1 ไมโครวินาทีดังนั้นเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดเท่ากับ 10 ไมโครวินาที (1x10) แต่ถ้าปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น เวลาที่ใช้ก็จะเพิ่มมากขึ้นเป็นแบบเส้นตรง แต่ถ้าปัญหาที่มีค่าของ $f(v)$ เป็น 2^v 3^v และ $v!$ เวลาที่ใช้จะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

ตารางที่ ข1 เวลาในการคำนวณที่อยู่ในรูป Time Complexity Function โดยมีสมมติฐานว่าการคำนวณในแต่ละครั้งใช้เวลา 1 ไมโครวินาที

Time Complexity Function	v					
f(v)	10	20	30	40	50	60
v	0.00001 sec	0.00002 sec	0.00003 sec	0.00004 sec	0.00005 sec	0.00006 sec
v^2	0.001 sec	0.0004 sec	0.0009 sec	0.0016 sec	0.0025 sec	0.0036 sec
v^5	0.1 sec	3.2 sec	24.3 sec	1.7 min	5.2 min	13 min
v^{10}	2.7 hr	118.5 days	16.7 yrs	3.3 centuries	30.9 centuries	192 centuries
2^v	0.001 sec	1.0 sec	17.9 min	12.7 days	35.7 yrs	366 centuries
3^v	0.59 sec	58 min	6.5 yrs	3855 centuries	$2*10^6$ centuries	$1.3*10^{13}$ centuries
$v!$	3.6 sec	770 centuries	$8.4*10^{16}$ yrs	$2.5*10^{32}$ centuries	$9.6*10^{49}$ centuries	$2.6*19^{66}$ centuries

สมมติให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จากตัวอย่างที่ผ่านมา 1,000 เท่า ถ้าปัญหาไม่มีความซับซ้อนมากนักและให้ระยะเวลาในการคำนวณเท่ากับเครื่องคอมพิวเตอร์จากปัญหาที่ผ่านมา ถ้าปัญหาที่มีฟังก์ชัน v ก็สามารถทำให้เวลาในการคำนวณเร็วขึ้น 1,000 เท่า แต่ถ้าปัญหามีความซับซ้อนมากคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงก็สามารถช่วยในการคำนวณได้เร็วขึ้นในระดับหนึ่ง เช่นปัญหาที่มีฟังก์ชั่นเป็น $v!$ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการคำนวณเร็วกว่า 1,000 เท่า ช่วยให้การคำนวณได้เร็วขึ้นเล็กน้อย ดังตัวอย่างในตารางที่ ข2

ตารางที่ ข2 ขนาดของปัญหาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1000 เท่า

Time Complexity Function	ขนาดของปัญหาที่ถูกแก้	
	คอมพิวเตอร์ธรรมดา	คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1000 เท่า
N	N_1	$1000N_1$
N^2	N_2	$31.62N_2$
N^3	N_3	$3.98N_3$
N^{10}	N_4	$1.99N_4$
2^N	N_5	N_5+10
3^N	N_6	N_6+6
$N!$	N_7	N_7+3 $N_7 \leq 10$ N_7+2 $10 < N_7 \leq 30$ N_7+1 $30 < N_7 \leq 1000$

ปัญหา NP-hard เป็นปัญหาที่ใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบยาวนาน ดังนั้นการหาคำตอบด้วยวิธีการแบบตรงไปตรงมาจึงเป็นไปได้ลำบาก และถึงแม้จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงมาช่วยในการคำนวณก็สามารถช่วยได้ในระดับหนึ่ง วิธีการหาคำตอบของปัญหารูปแบบนี้ได้แก่การใช้ฮิวริสติก หรือ อัลกอลิทึมต่างๆมาช่วยใช้ในการหาคำตอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
รูปแบบปัญหาที่ใช้ในการวิจัย

ค.1 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน นำมาจาก (Rosenbatt ,1986)

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
6	6	2	3

แผนกที่	1	2	3	4	5	6
พื้นที่	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)</u>

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	611	175	0

<u>ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> 1 หน่วย/เที่ยว

<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบเรคติลิเนียร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน เพิ่มข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
6	6	2	3

แผนกที่	1	2	3	4	5	6
พื้นที่	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1

แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)

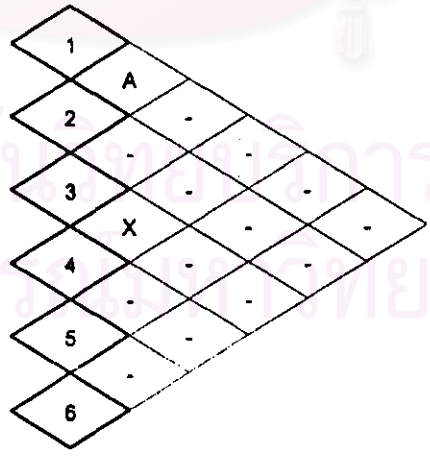
จาก-ไป	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	611	175	0

ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ 1 หน่วย/เที่ยว

แผนภูมิความสัมพันธ์

A:แผนกต้องติดกัน

X:แผนกห้ามติดกัน



คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบเรคติลิเนียร์

ค.3 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน เพิ่มข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
6	24	4	6

แผนกที่	1	2	3	4	5	6
พื้นที่	3	9	3	1	2	6
Fix Width	1	2	1	1	1	2
Fix Length	3	3	3	1	2	2
Area Ratio	5	5	5	5	5	5

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)</u>

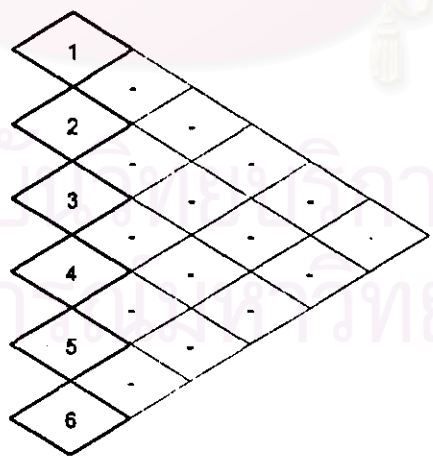
จาก-ไป	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	611	175	0

<u>ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> 1 หน่วย/เที่ยว

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>

A:แผนกต้องติดกัน

X:แผนกห้ามติดกัน



<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบยูคลิเดียน

ค.4 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน นำมาจาก Fransis,1992

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
10	10	2	5

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
พื้นที่	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0
2	6	0	0	0	6	2	0	0	0	2
3	1	2	0	4	0	0	0	0	2	0
4	1	1	4	0	0	4	2	3	2	2
5	0	0	0	0	0	5	3	0	2	0
6	0	0	0	4	5	0	4	0	2	0
7	0	0	0	2	2	4	0	0	2	0
8	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0

แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0
2	3	0	0	0	2	2	0	0	0	2
3	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0
4	1	1	2	0	0	2	2	3	1	1
5	0	0	0	0	0	4	3	0	1	0
6	0	0	0	1	3	0	2	0	1	0
7	0	0	0	4	2	2	0	0	1	0
8	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0

คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบยูคลิเดียน

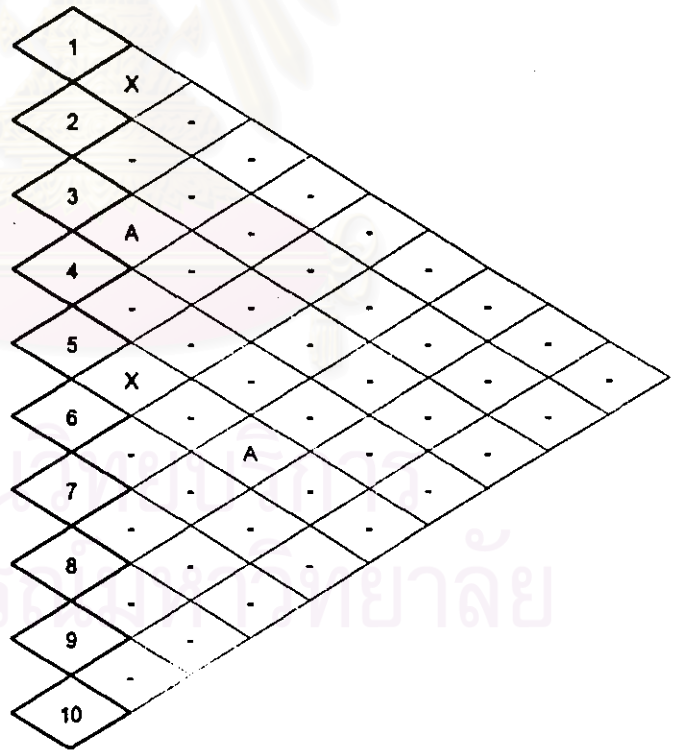
ค.5 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน เพิ่มข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
10	10	2	5

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
พื้นที่	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุของผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน นำมาจาก Fransis,1992

แผนภูมิความสัมพันธ์



A:แผนกต้องติดกัน
X:แผนกห้ามติดกัน

คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบยูคลิเดียน

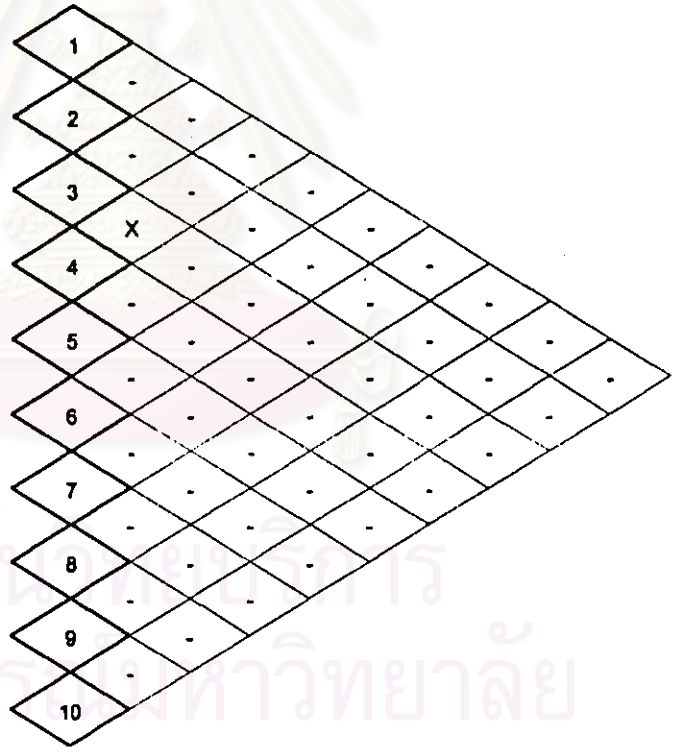
ค.6 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน เพิ่มข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
10	10	5	8

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
พื้นที่	2	6	2	4	4	2	6	8	2	4
Fix Width	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Fix Length	2	2	1	1	3	2	3	2	1	2
Area Ratio	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุของผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน นำมาจาก Fransis,1992

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>



A:แผนกต้องติดกัน
X:แผนกห้ามติดกัน

<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนกแบบ</u> ยูคลิเดียน

ค.7 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
20	20	4	5

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
พื้นที่	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

แผนภูมิการไหลของวัสดุ

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	3	3	0	0	0	1	1	0	9	0	9	0	9	0	9	0	0	3	3
2	3	0	0	2	0	0	8	8	0	0	0	8	0	2	2	2	0	0	0	0
3	3	0	0	2	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2	2	0
4	0	2	2	0	0	7	0	0	1	1	1	7	0	0	0	0	0	7	7	7
5	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	7	0	4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	2	7	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0
7	1	8	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0
8	1	8	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	5	0	4	5	5	5	4	0	0	0	5	0	1
10	9	0	0	1	0	0	0	0	4	0	6	0	0	0	2	5	0	0	2	0
11	0	0	2	1	0	0	0	0	5	6	0	0	2	3	3	0	0	0	0	8
12	9	8	0	7	7	2	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	4	0	0	7	0	4	0
14	9	2	0	0	4	0	0	0	4	0	3	0	4	0	4	0	7	0	0	0
15	0	2	0	0	0	4	0	0	0	2	3	0	0	4	0	0	0	8	0	0
16	9	2	2	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7	7	0	0	0	2	0	3
18	0	0	2	7	0	0	0	0	5	0	0	0	0	8	0	2	0	0	3	
19	3	0	2	7	0	0	0	0	0	2	0	4	4	0	0	0	0	0	0	3
20	3	0	0	7	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	3	3	3	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ

ระหว่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	3	2	0	0	0	9	3	0	2	0	4	0	8	0	8	0	0	3	3
2	3	0	0	3	0	0	3	5	0	0	0	8	0	1	1	9	0	0	0	0
3	2	0	0	3	0	5	6	0	0	0	8	0	0	0	0	4	4	4	4	0
4	0	3	3	0	0	1	0	0	1	1	1	5	0	0	0	0	0	2	2	2
5	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	5	0	4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	5	1	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0
7	9	3	6	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	9	0	0	0	0
8	3	5	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	2	0	4	4	4	4	4	0	0	0	5	0	1
10	2	0	0	1	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	8	8	0	0	2	0
11	0	0	8	1	0	0	0	0	4	3	0	0	2	2	2	0	0	0	0	8
12	4	8	0	5	5	2	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	5	0	0	7	0	8	0
14	8	1	0	0	4	0	0	0	4	0	2	0	5	0	5	0	7	0	0	0
15	0	1	0	0	0	4	0	0	0	8	2	0	0	5	0	0	0	1	0	0
16	8	9	4	0	0	0	9	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	4	0	0	0	0	8	0	0	0	0	7	7	0	0	0	2	0	1
18	0	0	4	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1
19	3	0	4	2	0	0	0	0	0	2	0	8	8	0	0	0	0	0	0	1
20	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	1	1	1	0

คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบยูคลิเดียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.8 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน เพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
20	20	4	5

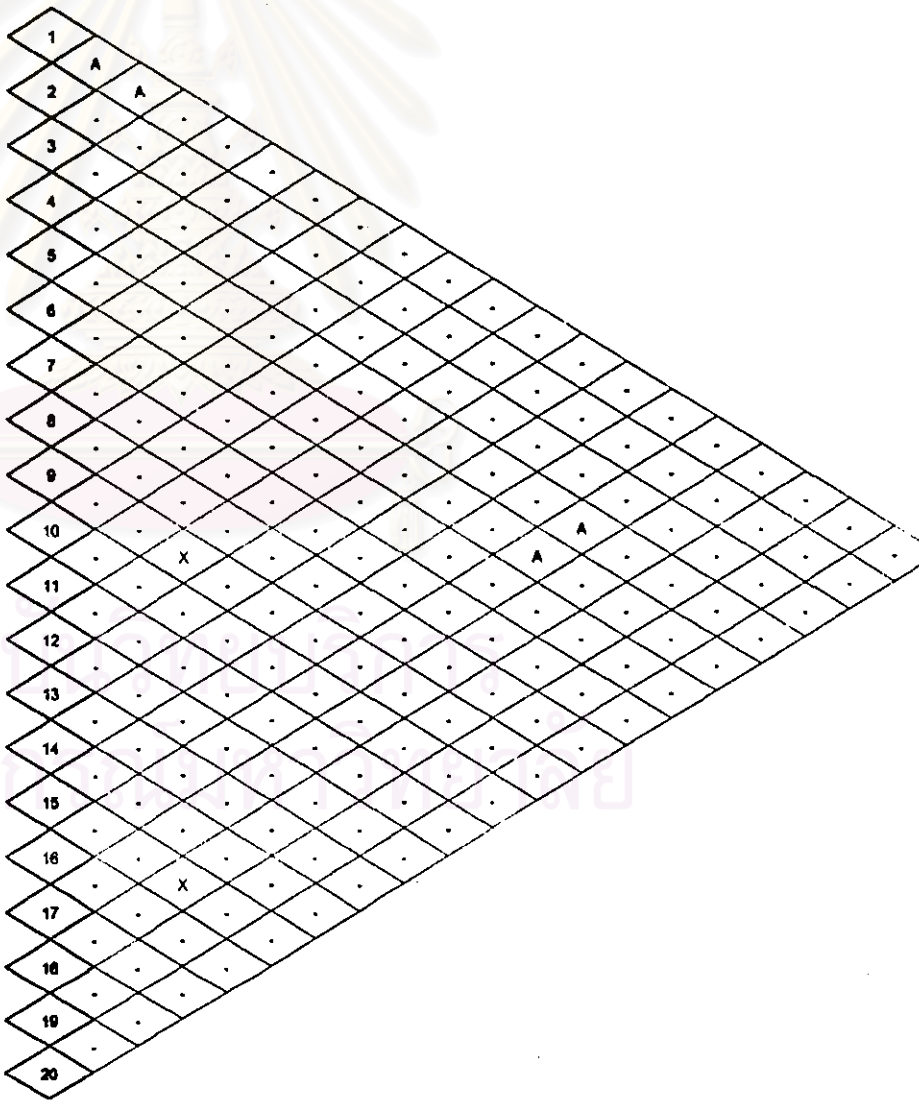
แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
พื้นที่	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุของผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>

A:แผนกต้องติดกัน

X:แผนกห้ามติดกัน



<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u>

แบบยูคลิเดียน

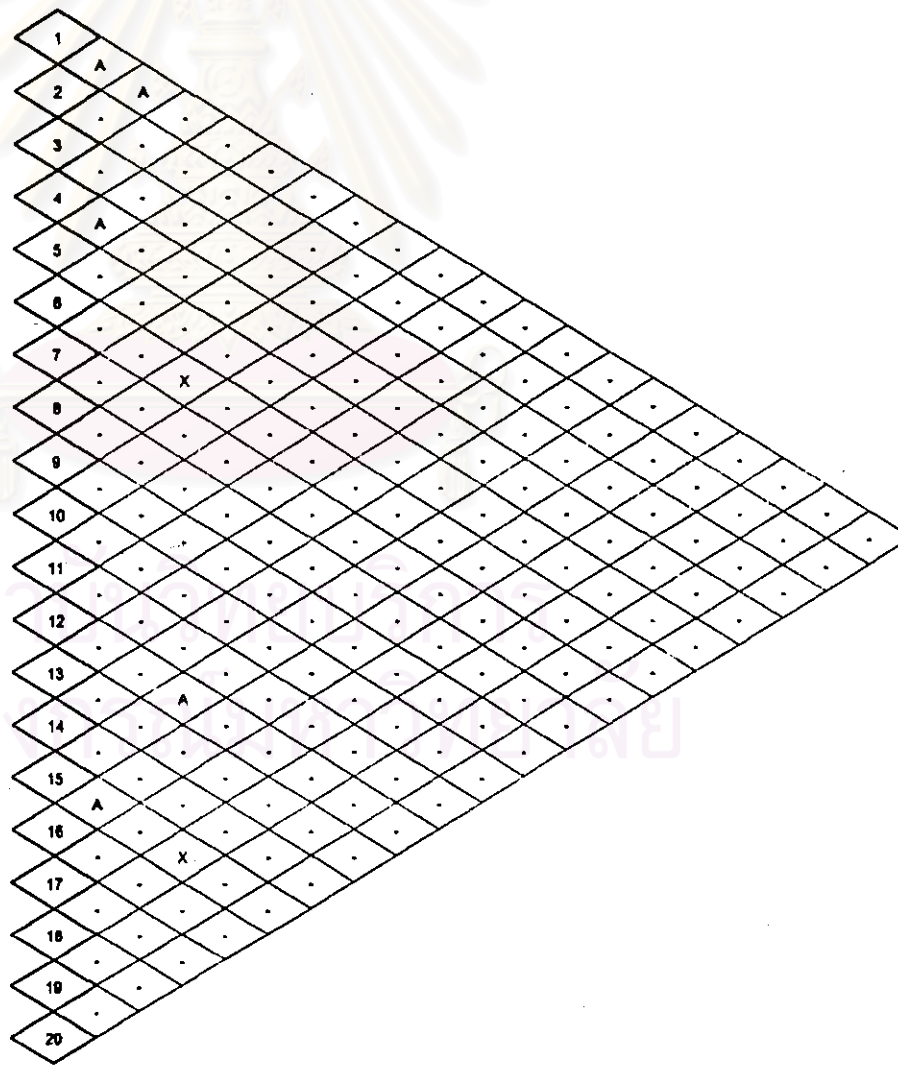
ค.9 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน เพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
20	100	10	10

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
พื้นที่	6	8	6	4	4	2	2	4	6	8	6	6	2	4	6	4	4	4	6	6
Fix Width	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
Fix Length	1	4	2	1	1	1	1	1	3	2	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2
Area Ratio	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุของผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>



A:แผนกต้องติดกัน

X:แผนกห้ามติดกัน

<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบยูคลิเดียน

ค.10 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ค.11 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ค.12 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
6	6	2	3

แผนกที่	1	2	3	4	5	6
พื้นที่	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1

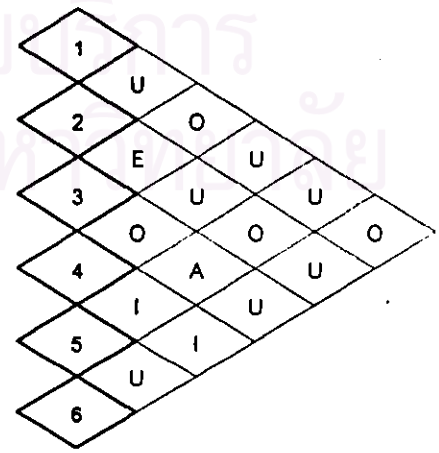
<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)</u>

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	611	175	0

<u>ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> 1 หน่วย/เที่ยว

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>

A: 5
E: 4
I: 3
O: 2
U: 1
X: 0



<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบเรคติลิเนียร์

ค.13 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ค.14 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ค.15 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
6	24	4	6

แผนกที่	1	2	3	4	5	6
พื้นที่	3	9	3	1	2	6
Fix Width	1	2	1	1	1	2
Fix Length	3	3	3	1	2	2
Area Ratio	5	5	5	5	5	5

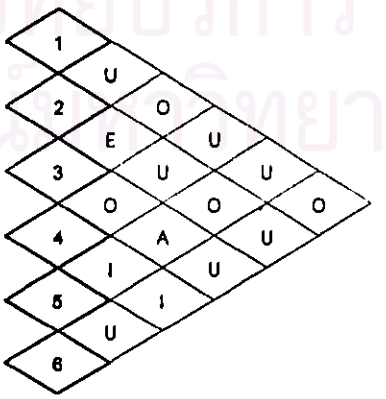
<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)</u>

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	611	175	0

<u>ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> 1 หน่วย/เที่ยว

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>

A: 5
E: 4
I: 3
O: 2
U: 1
X: 0



<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบเรคติลิเนียร์

ค.16 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ค.17 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ค.18 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
10	10	2	5

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
พื้นที่	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
2	6	0	0	0	6	2	0	0	0	2
3	1	2	0	4	0	0	0	0	2	0
4	1	1	4	0	0	4	2	3	2	2
5	0	0	0	0	0	5	3	0	2	0
6	0	0	0	4	5	0	4	0	2	0
7	0	0	0	2	2	4	0	0	2	0
8	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0

แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ

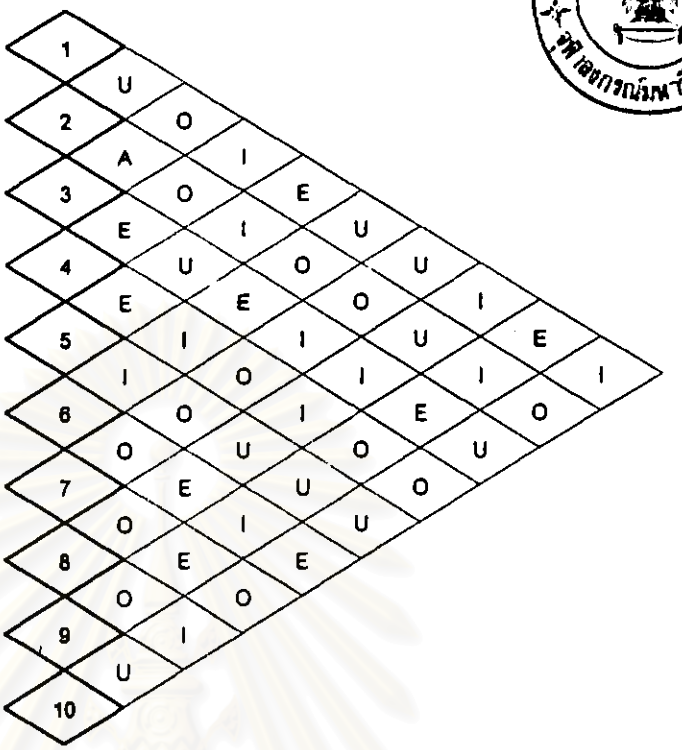
จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0
2	3	0	0	0	2	2	0	0	0	2
3	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0
4	1	1	2	0	0	2	2	3	1	1
5	0	0	0	0	0	4	3	0	1	0
6	3	0	0	1	3	0	2	0	1	0
7	0	0	0	4	2	2	0	0	1	0
8	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิความสัมพันธ์

A: 5
E: 4
I: 3
O: 2
U: 1
X: 0



คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบยูคลิเดียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.19 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ค.20 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ค.21 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
10	10	5	8

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
พื้นที่	2	6	2	4	4	2	6	8	2	4
Fix Width	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Fix Length	2	2	1	1	3	2	3	2	1	2
Area Ratio	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ และแผนภูมิความสัมพันธ์</u> เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ และแผนภูมิความสัมพันธ์ ของผังโรงงานแบบวัตถุหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 10 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน

<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบยูคลิเดียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.22 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ค.23 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ค.24 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

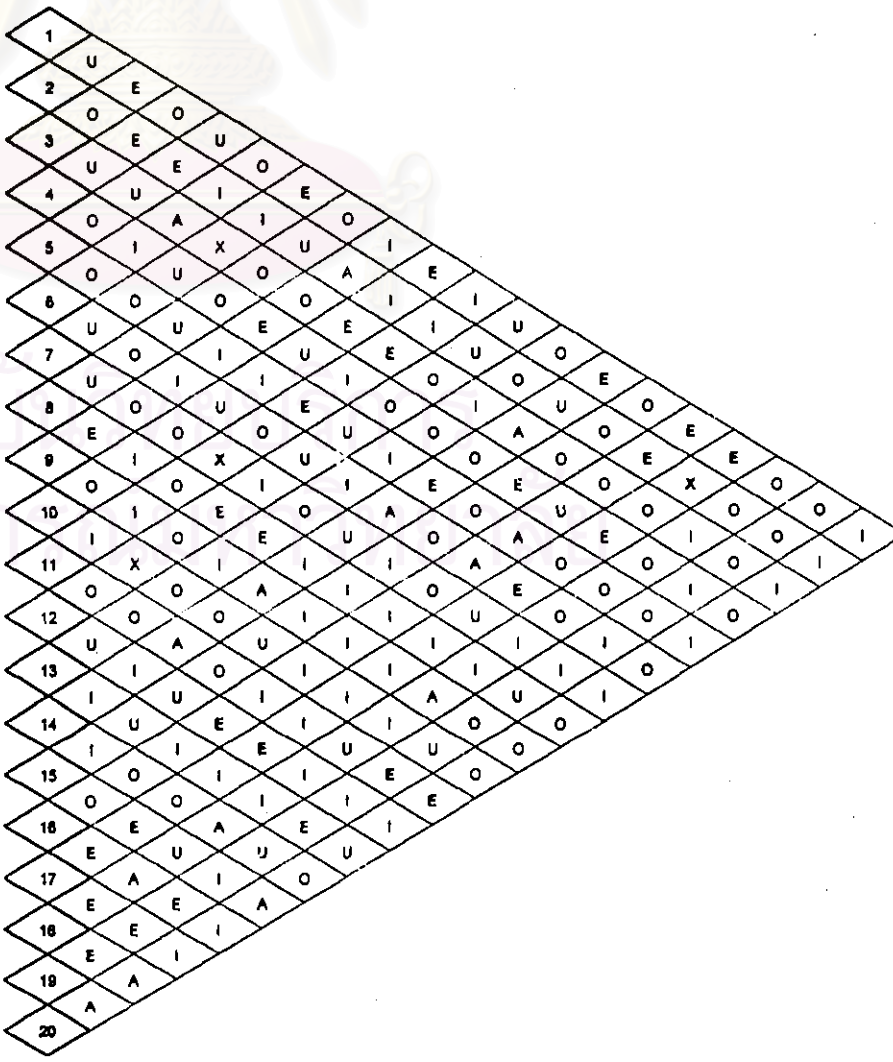
จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
20	20	4	5

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
พื้นที่	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุของผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน นำมาจาก Fransis,1992

<u>แผนภูมิความสัมพันธ์</u>

A: 5
E: 4
I: 3
O: 2
U: 1
X: -5



<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u>
แบบยูคลิเดียน

ค.25 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ค.26 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ค.27 ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
20	100	10	10

แผนกที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
พื้นที่	6	8	6	4	4	2	2	4	8	8	6	6	2	4	6	4	4	4	6	6
Fix Width	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
Fix Length	1	4	2	1	1	1	1	1	3	2	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2
Area Ratio	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ และแผนภูมิความสัมพันธ์</u> เหมือนกับ แผนภูมิการไหลของวัสดุ แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ และแผนภูมิความสัมพันธ์ ของผังโรงงานแบบวัตถุหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 20 แผนก แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน

<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบยูคลิเดียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
วิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดลองในรูปแบบปัญหาต่าง ๆ

ง.1. วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยพิจารณาค่าตอบสนองเป็นความหมาะสมของคำตอบ

ในแต่ละรูปแบบปัญหานั้นได้ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าตอบสนอง ที่แตกต่างกัน

ง.1.1.วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน

ตารางที่ ง.1 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	758008.3	1876.25	2.2595
Error	405	336304.0	830.38	Prob>F
Total	809	1094309.3		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	56761.40	34.1780	<0.0001
C-type	4	127661.19	38.4316	<0.0001
Pc	2	3698.20	2.3472	0.0969
M-type	2	34360.22	20.6894	<0.0001
Pm	2	29585.80	17.8206	<0.0001
pop*C-type	8	26940.72	4.0555	0.0001
pop*Pc	4	7930.95	2.3877	0.0505
pop*M-type	4	14452.23	4.3511	0.0019
pop*Pm	4	7066.78	2.1276	0.0766
C-type*Pc	8	11066.29	1.6658	0.1049
C-type*M-type	8	30441.76	4.5825	<0.0001
C-type*Pm	8	8360.10	1.2615	0.2621
Pc*M-type	4	1024.23	0.3084	0.8724
Pc*Pm	4	10935.04	3.2922	0.0113
M-type*Pm	4	2814.09	0.8472	0.4959
pop*C-type*Pc	16	21970.33	1.6536	0.0531
pop*C-type*Mtype	16	19256.02	1.4493	0.1154
pop*C-type*Pm	16	14448.43	1.0875	0.3646
pop*Pc*M-type	8	10649.28	1.6031	0.1219
pop*Pc*Pm	8	14408.34	2.1689	0.0289
pop*M-type*Pm	8	12190.80	1.8351	0.0690
C-type*Pc*M-type	16	10294.98	0.7749	0.7145
C-type*Pc*Pm	16	20738.69	1.5609	0.0762
C-type*M-type*Pm	16	19927.49	1.4999	0.0960
Pc*M-type*Pm	8	4019.06	0.6050	0.7738
pop*C-type*Pc*M-type	32	51800.84	1.9494	0.0019
pop*C-type*Pc*Pm	32	22961.05	0.8649	0.6817
pop*C-type*M-type*Pm	32	46716.96	1.7581	0.0077
pop*Pc*M-type*Pm	16	19886.09	1.4968	0.0971
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	27916.84	1.0508	0.3955
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	67481.12	1.2698	0.0907

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.2. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

ตารางที่ ง.2 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	1710824.6	4234.71	1.6836
Error	405	1018675.0	2515.25	Prob>F
Total	809	2729499.6		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	44791.59	8.9040	0.0002
C-type	4	187184.01	18.6049	<0.0001
Pc	2	30151.39	5.9937	0.0027
M-type	2	150384.20	29.8945	<0.0001
Pm	2	38020.50	7.5580	0.0006
pop*C-type	8	82565.38	4.1032	0.0001
pop*Pc	4	8387.59	0.6349	0.6379
pop*M-type	4	5047.08	0.5016	0.7345
pop*Pm	4	13738.83	1.3656	0.2454
C-type*Pc	8	10679.58	0.5307	0.8334
C-type*M-type	8	38788.54	1.9277	0.0545
C-type*Pm	8	43504.76	2.1621	0.0295
Pc*M-type	4	16199.40	1.6101	0.1708
Pc*Pm	4	7024.56	0.6979	0.5938
M-type*Pm	4	26436.26	2.6278	0.0342
pop*C-type*Pc	16	60393.30	1.5007	0.0957
pop*C-type*Mtype	16	33308.45	0.8277	0.6541
pop*C-type*Pm	16	69491.54	1.7268	0.0395
pop*Pc*M-type	8	32424.26	1.6114	0.1195
pop*Pc*Pm	8	13321.82	0.6621	0.7250
pop*M-type*Pm	8	23788.81	1.1822	0.3083
C-type*Pc*M-type	16	62986.59	1.5646	0.0752
C-type*Pc*Pm	16	50479.92	1.2543	0.2237
C-type*M-type*Pm	16	32462.78	0.8071	0.6778
Pc*M-type*Pm	6	14880.08	0.7395	0.6566
pop*C-type*Pc*M-type	32	81835.20	1.0167	0.4451
pop*C-type*Pc*Pm	32	113711.51	1.4126	0.0709
pop*C-type*M-type*Pm	32	132881.85	1.6510	0.0160
pop*Pc*M-type*Pm	16	46483.60	1.1550	0.3020
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	87673.03	0.6406	0.7177
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	173799.14	1.0797	0.3256

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.2

pop	mean
15	14621.6444
6	14626.0963
10	14638.8592

Syi= 3.0622	R=r*Syi
r2= 2.77	8.4845
r3= 2.92	8.9123

15 vs 6	:	3.4519	< R2	-
15 vs 10	:	17.2148	> R3	sig
6 vs 10	:	13.7629	> R2	sig

Ctype	mean
OX	14608.1780
PMX	14621.1975
PBX	14623.8272
OBX	14638.3519
CX	14653.1111

Syi= 3.9403	R=r*Syi
r2= 2.77	10.9147
r3= 2.92	11.5066
r4= 3.02	11.8998
r5= 3.09	12.1756

OX vs PMX	:	13.0185	> R2	sig
OX vs PBX	:	15.6482	> R3	sig
OX vs OBX	:	28.1726	> R4	sig
OX vs CX	:	44.9321	> R5	sig
PMX vs PBX	:	2.6297	< R2	-
PMX vs OBX	:	15.1543	> R3	sig
PMX vs CX	:	31.9136	> R4	sig
PBX vs OBX	:	12.5247	> R2	sig
PBX vs CX	:	29.2839	> R3	sig
OBX vs CX	:	16.7593	> R2	sig

Pc	mean
0.9	14624.0440
0.7	14624.3983
0.5	14637.1662

Syi= 3.0622	R=r*Syi
r2= 2.77	8.4845
r3= 2.92	8.9123

0.9 vs 0.7	:	0.3523	< R2	-
0.9 vs 0.5	:	13.1162	> R3	sig
0.7 vs 0.5	:	12.7629	> R2	sig

Mtype	mean
Re-Ex	14612.0777
Inst	14628.0777
Rand8	14645.4444

Syi= 3.0622	R=r*Syi
r2= 2.77	8.4845
r3= 2.92	8.9123

Re-Ex vs Inst	:	16.0000	> R2	sig
Re-Ex vs Rand8	:	33.3667	> R3	sig
Inst vs Rand8	:	17.3667	> R2	sig

Pm	mean
0.3	14621.6333
0.2	14626.0926
0.1	14637.8740

Syi= 3.0622	R=r*Syi
r2= 2.77	8.4845
r3= 2.92	8.9123

0.3 vs 0.2	:	4.4593	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	16.2407	> R3	sig
0.2 vs 0.1	:	11.7814	> R2	sig

pop-Ctype	mean
10-ReEX	14598.1482
15-ReEx	14608.2963
6-ReEx	14618.0925

Syi= 6.8249	R=r*Syi
r2= 2.77	18.9049
r3= 2.92	19.9266

10-ReEX vs 15-ReEx	:	10.1481	< R2	-
10-ReEX vs 6-ReEx	:	19.9443	> R3	sig
15-ReEx vs 6-ReEx	:	9.7962	< R2	-

Ctype-Pm	mean
OX-0.3	14603.4074
Ox-0.1	14609.1481
OX-0.2	14611.9814

Syi= 6.8249	R=r*Syi
r2= 2.77	18.9049
r3= 2.92	19.9266

OX-0.3 vs Ox-0.1	:	5.7407	< R2	-
OX-0.3 vs OX-0.2	:	8.5740	< R3	-
Ox-0.1 vs OX-0.2	:	2.8333	< R2	-

Mypte-Pm	mean
ReEx-0.3	14601.3444
ReEx-0.2	14602.9778
ReEx 0.1	14631.9111

Syi= 5.2865	R=r*Syi
r2= 2.77	14.6436
r3= 2.92	15.4366

ReEx-0.3 vs ReEx-0.2	:	1.6334	< R2	-
ReEx-0.3 vs ReEx-0.1	:	30.5667	> R3	sig
ReEx-0.2 vs ReEx-0.1	:	28.9333	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	6,15
Crossover Type	OX
Pc	0.7, 0.9
Mutation Type	Reciprocal Exchange
Pm	0.2, 0.3

ง.1.3. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

ตารางที่ ง.3 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	679228813	1681259	1.1847
Error	405	574733247	1419094	Prob>F
Total	809	1253962050		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	29878208	10.5272	<0.0001
C-type	4	79218965	13.9559	<0.0001
Pc	2	6680507	2.3538	0.0963
M-type	2	30211551	10.8447	<0.0001
Pm	2	12125548	4.2723	0.0146
pop*C-type	8	11408949	1.0049	0.4316
pop*Pc	4	8278653	1.4584	0.2141
pop*M-type	4	8424560	1.4841	0.2061
pop*Pm	4	12086752	2.1293	0.0764
C-type*Pc	8	12869971	1.1336	0.3393
C-type*M-type	8	12134895	1.0689	0.3844
C-type*Pm	8	14042480	1.2369	0.2758
Pc*M-type	4	1507257	0.2655	0.9000
Pc*Pm	4	4356809	0.7679	0.5466
M-type*Pm	4	9088570	1.6011	0.1732
pop*C-type*Pc	16	18462415	0.8140	0.6699
pop*C-type*Mtype	16	12512101	0.5511	0.9186
pop*C-type*Pm	16	14073240	0.6198	0.8684
pop*Pc*M-type	8	3523085	0.3103	0.9620
pop*Pc*Pm	8	3408711	0.3003	0.9657
pop*M-type*Pm	8	7082187	0.6238	0.7579
C-type*Pc*M-type	16	19244860	0.8476	0.6308
C-type*Pc*Pm	16	44027692	1.9391	0.0160
C-type*M-type*Pm	16	19630327	0.8646	0.6110
Pc*M-type*Pm	8	21250137	1.8718	0.0629
pop*C-type*Pc*M-type	32	28525553	0.8262	0.9452
pop*C-type*Pc*Pm	32	35417266	0.7799	0.8017
pop*C-type*M-type*Pm	32	38000976	0.8368	0.7235
pop*Pc*M-type*Pm	16	26370818	1.1614	0.2965
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	33479847	0.7373	0.8526
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	84	101883924	1.1218	0.2553

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.3

pop	mean
6	19065.7444
10	19315.4407
15	19585.1481

Syx= 72.4978	R=r*Syx
r2= 2.77	200.8184
r3= 2.92	211.6930

10 vs 6	:	229.6963	< R2	sig
15 vs 6	:	470.4037	< R3	sig
15 vs 10	:	240.7074	< R2	sig

Ctype	mean
OX	19786.8020
PMX	19212.9876
OBX	19420.3516
PBX	19446.6432
CX	19728.6700

Syx= 93.5940	R=r*Syx
r2= 2.77	259.2584
r3= 2.92	273.2945
r4= 3.02	282.6539
r5= 3.09	289.2066

OX vs PMX	:	428.1656	> R2	sig
OX vs OBX	:	633.8498	> R3	sig
OX vs PBX	:	659.7412	> R4	sig
OX vs CX	:	842.0680	> R5	sig
PMX vs OBX	:	207.3842	< R2	-
PMX vs PBX	:	233.5656	< R3	-
PMX vs CX	:	516.8924	> R4	sig
OBX vs PBX	:	26.1914	< R2	-
OBX vs CX	:	309.5182	> R3	sig
PBX vs CX	:	282.3268	> R2	sig

Mtype	mean
Inst	19140.8286
Re-Ex	19229.3110
RandS	19587.3925

Syx= 72.4978	R=r*Syx
r2= 2.77	200.8184
r3= 2.92	211.6930

Inst vs Re-Ex	:	88.8814	< R2	-
Inst vs RandS	:	446.7629	< R3	sig
Re-Ex vs RandS	:	357.0816	< R2	sig

Pm	mean
0.3	19193.1666
0.2	19332.1888
0.1	19461.9925

Syx= 72.4978	R=r*Syx
r2= 2.77	200.8184
r3= 2.92	211.6930

0.3 vs 0.2	:	169.0303	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	298.8340	< R3	sig
0.2 vs 0.1	:	129.8037	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	6
Crossover Type	OX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Insertion &Reciprocal Exchange
Pm	0.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.4. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน

ตารางที่ ง.4 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	9560.506	23.6646	1.7102
Error	405	5604.170	138175	Prob>F
Total	809	15164.676		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	707.4672	25.5635	<0.0001
C-type	4	1268.0425	22.9096	<0.0001
Pc	2	175.7810	6.3516	0.0019
M-type	2	1058.2549	38.2388	<0.0001
Pm	2	59.9509	2.1663	0.1159
pop*C-type	8	154.6052	1.1261	0.1959
pop*Pc	4	62.3287	2.4618	0.3437
pop*M-type	4	136.6088	2.4681	0.0443
pop*Pm	4	149.8566	2.7074	0.0300
C-type*Pc	8	34.6410	0.3129	0.9611
C-type*M-type	8	704.2219	63616	<0.0001
C-type*Pm	8	58.8689	0.5318	0.8326
Pc*M-type	4	22.8855	0.4135	0.7990
Pc*Pm	4	26.8859	0.4857	0.7462
M-type*Pm	4	97.9309	1.7492	0.1341
pop*C-type*Pc	16	152.4148	0.6884	0.8061
pop*C-type*Mtype	16	329.1744	1.4868	0.1007
pop*C-type*Pm	16	409.8125	1.851	0.0235
pop*Pc*M-type	8	91.7153	0.8285	0.5778
pop*Pc*Pm	8	60.0350	0.5423	0.8245
pop*M-type*Pm	8	40.6174	0.3669	0.9377
C-type*Pc*M-type	16	142.7792	0.6449	0.8469
C-type*Pc*Pm	16	49.7958	0.2249	0.9994
C-type*M-type*Pm	16	741.8727	3.3508	<0.0001
Pc*M-type*Pm	8	67.7496	0.6120	0.7679
pop*C-type*Pc*M-type	32	474.7823	1.0722	0.3652
pop*C-type*Pc*Pm	32	562.2732	1.2698	0.1530
pop*C-type*M-type*Pm	32	467.4912	1.0558	0.3882
pop*Pc*M-type*Pm	16	133.4463	0.6027	0.8821
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	397.0953	0.8968	0.6323
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	721.1190	0.8143	0.8427

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.4

pop	mean
10	283.4370
15	283.5040
20	286.4522

Syi= 0.2284	R=r*Syi
r2= 2.77	0.6271
r3= 2.92	0.6610

10 vs	15	:	0.0670	< R2	-
10 vs	20	:	2.0162	> R3	sig
15 vs	20	:	1.9492	> R2	sig

Ctype	mean
PBX	283.2686
PMX	283.4316
OBX	283.4493
OX	283.9209
CX	286.5650

Syi= 0.2923	R=r*Syi
r2= 2.77	0.8096
r3= 2.92	0.8534
r4= 3.02	0.8826
r5= 3.09	0.9031

PBX vs	PMX	:	0.1631	< R2	-
PBX vs	OBX	:	0.1808	< R3	-
PBX vs	OX	:	0.6524	< R4	-
PBX vs	CX	:	3.3265	> R5	sig
PMX vs	OBX	:	0.0177	< R2	-
PMX vs	OX	:	0.4893	< R3	-
PMX vs	CX	:	3.1634	> R4	sig
OBX vs	OX	:	0.4716	< R2	-
OBX vs	CX	:	3.1457	> R3	sig
OX vs	CX	:	2.6741	> R2	sig

Pc	mean
0.9	283.5214
0.7	284.2198
0.5	284.6522

Syi= 0.2284	R=r*Syi
r2= 2.77	0.6271
r3= 2.92	0.6610

0.9 vs	0.7	:	0.6982	> R2	sig
0.9 vs	0.5	:	1.1308	> R3	sig
0.7 vs	0.5	:	0.4326	< R2	-

Mtype	mean
Re-Ex	282.9281
Inst	283.9020
RandS	285.6682

Syi= 0.2284	R=r*Syi
r2= 2.77	0.6271
r3= 2.92	0.6610

Re-Ex vs	Inst	:	0.9769	> R2	sig
Re-Ex vs	RandS	:	2.7411	> R3	sig
Inst vs	RandS	:	1.7643	> R2	sig

pop-Mtype	mean
10-ReEx	282.0689
15-ReEx	282.7222
20-ReEx	283.9844

Syi= 0.3921	R=r*Syi
r2= 2.77	1.0861
r3= 2.92	1.1450

10-ReEx vs	15-ReEx	:	0.6533	< R2	-
10-ReEx vs	20-ReEx	:	1.9155	> R3	sig
15-ReEx vs	20-ReEx	:	1.2622	> R2	sig

Ctype-Mtype	mean
OBX-ReEx	282.6314
PMX-ReEx	282.7444
PBX-ReEx	282.8777
Cx-ReEx	282.9814
Ox-ReEx	283.3907

Syi= 0.5062	R=r*Syi
r2= 2.77	1.4022
r3= 2.92	1.4781
r4= 3.02	1.5288
r5= 3.09	1.5642

OBX-ReEx vs	PMX-ReEx	:	0.1130	< R2	-
OBX-ReEx vs	PBX-ReEx	:	0.2463	< R3	-
OBX-ReEx vs	Cx-ReEx	:	0.3500	< R4	-
OBX-ReEx vs	Ox-ReEx	:	0.7593	< R5	-
PMX-ReEx vs	PBX-ReEx	:	0.1333	< R2	-
PMX-ReEx vs	Cx-ReEx	:	0.2370	< R3	-
PMX-ReEx vs	Ox-ReEx	:	0.6463	< R4	-
PBX-ReEx vs	Cx-ReEx	:	0.1037	< R2	-
PBX-ReEx vs	Ox-ReEx	:	0.5130	< R3	-
Cx-ReEx vs	Ox-ReEx	:	0.4093	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10,15
Crossover Type	PMX, OX, PBX & OBX
Pc	0.9
Mutation Type	Reciprocal Exchange
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.5. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

ตารางที่ ง.5 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	435533.328	107.756	1.8448
Error	405	236558.000	58.410	Prob>F
Total	809	67189.328		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	517.9654	4.4339	0.0124
C-type	4	6117.1556	26.1820	<0.0001
Pc	2	237.8099	2.0357	0.1319
M-type	2	4403.8543	37.6979	<0.0001
Pm	2	3064.2543	26.2306	<0.0001
pop*C-type	8	673.2074	1.4407	0.1776
pop*Pc	4	93.5975	0.4006	0.8082
pop*M-type	4	2052.7531	8.7860	<0.0001
pop*Pm	4	167.2864	0.7160	0.5814
C-type*Pc	8	94.1778	0.2015	0.9905
C-type*M-type	8	3513.9481	7.52	<0.0001
C-type*Pm	8	735.8444	1.5747	0.1304
Pc*M-type	4	62.0420	0.2655	0.9000
Pc*Pm	4	129.0642	0.5524	0.6974
M-type*Pm	4	110.6864	0.4737	0.7550
pop*C-type*Pc	16	1163.5259	1.2450	0.2303
pop*C-type*Mtype	16	2376.8889	2.5433	0.0009
pop*C-type*Pm	16	776.9461	0.8314	0.6498
pop*Pc*M-type	8	722.9062	1.5471	0.1391
pop*Pc*Pm	8	578.8173	1.2344	0.2772
pop*M-type*Pm	8	714.3951	1.5288	0.1451
C-type*Pc*M-type	16	782.2296	0.8370	0.6432
C-type*Pc*Pm	16	914.6000	0.9789	0.4790
C-type*M-type*Pm	16	825.1407	0.8829	0.5894
Pc*M-type*Pm	8	584.6173	1.2511	0.2678
pop*C-type*Pc*M-type	32	1799.6000	0.9628	0.5282
pop*C-type*Pc*Pm	32	2289.2074	1.2248	0.1906
pop*C-type*M-type*Pm	32	1446.6667	0.7740	0.8093
pop*Pc*M-type*Pm	16	915.4790	0.9796	0.4782
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	2457.3704	1.3147	0.1216
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	84	3213.0889	0.8595	0.7685

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.5

pop	mean
20	339.2000
15	340.8880
10	340.9037

Syi= 0.4651	R=r*Syi
r2= 2.77	1.2884
r3= 2.92	1.3581

20 vs 15	:	1.6880	> R2	sig
20 vs 10	:	1.7037	> R3	sig
15 vs 10	:	0.0157	< R2	-

Ctype	mean
OX	338.5432
OBX	340.0864
PMX	340.6543
PBX	341.3456
CX	344.0246

Syi= 0.6005	R=r*Syi
r2= 2.77	1.6633
r3= 2.92	1.7534
r4= 3.02	1.8134
r5= 3.08	1.8504

OX vs OBX	:	4.8432	> R2	sig
OX vs PMX	:	5.1111	> R3	sig
OX vs PBX	:	5.8024	> R4	sig
OX vs CX	:	8.4814	> R5	sig
OBX vs PMX	:	0.5679	< R2	-
OBX vs PBX	:	1.2592	< R3	-
OBX vs CX	:	3.9382	> R4	sig
PMX vs PBX	:	0.6913	< R2	-
PMX vs CX	:	3.3703	> R3	sig
PBX vs CX	:	2.6790	> R2	sig

Mtype	mean
Re-Ex	337.4148
Inst	340.4888
Rand8	343.1220

Syi= 0.4651	R=r*Syi
r2= 2.77	1.2884
r3= 2.92	1.3581

Re-Ex vs Inst	:	3.0408	> R2	sig
Re-Ex vs Rand8	:	5.7072	> R3	sig
Inst vs Rand8	:	2.6665	> R2	sig

Pm	mean
0.3	338.3888
0.2	339.6148
0.1	342.9688

Syi= 0.4651	R=r*Syi
r2= 2.77	1.2884
r3= 2.92	1.3581

0.3 vs 0.2	:	1.2260	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	4.6000	> R3	sig
0.2 vs 0.1	:	3.3740	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	20
Crossover Type	OX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Reciprocal Exchange
Pm	0.2, 0.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.6. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

ตารางที่ ง.6 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	467831.65	1158.0	2.2206
Error	405	211199.05	521.48	Prob>F
Total	809	679030.70		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	6700.037	6.4241	0.0018
C-type	4	19939.590	9.5592	<0.0001
Pc	2	7078.116	6.7866	0.0013
M-type	2	13846.424	13.2761	<0.0001
Pm	2	18709.226	17.9386	<0.0001
pop*C-type	8	5636.033	1.3510	0.2166
pop*Pc	4	6863.353	3.5898	0.0114
pop*M-type	4	3148.400	1.5094	0.1988
pop*Pm	4	12701.611	6.0891	<0.0001
C-type*Pc	6	7191.560	1.7236	0.0910
C-type*M-type	6	7113.575	1.7051	0.0953
C-type*Pm	8	16767..554	4.0182	0.0001
Pc*M-type	4	5818.299	2.7893	0.0262
Pc*Pm	4	2699.499	1.2941	0.2716
M-type*Pm	4	422.326	2.0384	0.0882
pop*C-type*Pc	16	11521.721	1.3809	0.1471
pop*C-type*Mtype	16	17471.071	2.0939	0.0080
pop*C-type*Pm	16	29941.118	2.7495	0.0003
pop*Pc*M-type	8	10364.814	2.4605	0.0130
pop*Pc*Pm	8	10188.884	2.4423	0.0127
pop*M-type*Pm	8	16042.385	3.7454	0.0002
C-type*Pc*M-type	16	13810.143	1.6552	0.0527
C-type*Pc*Pm	16	20236.600	2.4354	0.0017
C-type*M-type*Pm	16	6466.046	0.7750	0.7155
Pc*M-type*Pm	8	8368.123	2.0059	0.0445
pop*C-type*Pc*M-type	32	30414.206	1.8226	0.0048
pop*C-type*Pc*Pm	32	34561.825	2.0711	0.0007
pop*C-type*M-type*Pm	32	20598.705	1.2344	0.1820
pop*Pc*M-type*Pm	16	16110.373	1.9311	0.0166
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	33358.912	1.9991	0.0013
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	57010.291	1.7082	0.0012

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.6

pop	mean
15	535.9700
20	540.2407
10	542.7200

Syl= 1.3898	R=r*Syl
r2= 2.77	3.8496
r3= 2.92	4.0581

15 vs 20	:	4.2707	> R2	sig
15 vs 10	:	6.7500	> R3	sig
20 vs 10	:	2.4793	< R2	-

Ctype	mean
OBX	534.2130
OX	537.2780
PBX	538.9940
PMX	540.1730
CX	549.0090

Syl= 1.7942	R=r*Syl
r2= 2.77	4.9698
r3= 2.92	5.2389
r4= 3.02	5.4184
r5= 3.09	5.5440

OBX vs OX	:	3.0630	< R2	-
OBX vs PBX	:	4.7610	< R3	-
OBX vs PMX	:	5.9500	> R4	sig
OBX vs CX	:	14.7960	> R5	sig
OX vs PBX	:	1.7180	< R2	-
OX vs PMX	:	2.8970	< R3	-
OX vs CX	:	11.7330	> R4	sig
PBX vs PMX	:	1.1790	< R2	-
PBX vs CX	:	10.0150	> R3	sig
PMX vs CX	:	8.8360	> R2	sig

Pc	mean
0.7	537.2020
0.9	538.5570
0.5	544.0400

Syl= 1.3898	R=r*Syl
r2= 2.77	3.8496
r3= 2.92	4.0581

0.7 vs 0.9	:	1.3550	< R2	-
0.7 vs 0.5	:	6.8380	> R3	sig
0.9 vs 0.5	:	5.4830	> R2	sig

Mtype	mean
Inst	536.9800
Re-Ex	537.0360
RandS	548.7800

Syl= 1.3898	R=r*Syl
r2= 2.77	3.8496
r3= 2.92	4.0581

Inst vs Re-Ex	:	0.0560	< R2	-
Inst vs RandS	:	8.8000	> R3	sig
Re-Ex vs RandS	:	8.7440	> R2	sig

Pm	mean
0.3	534.9690
0.2	538.3950
0.1	546.4360

Syl= 1.3898	R=r*Syl
r2= 2.77	3.8496
r3= 2.92	4.0581

0.3 vs 0.2	:	3.4260	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	11.4670	> R3	sig
0.2 vs 0.1	:	8.0410	> R2	sig

pop-Pc	mean
15--0.3	528.3410
15--0.1	537.6520
15--0.2	541.9270

Syl= 2.4071	R=r*Syl
r2= 2.77	6.6677
r3= 2.92	7.0288

15--0.3 vs 15--0.1	:	9.3110	> R2	sig
15--0.3 vs 15--0.2	:	13.5860	> R3	sig
15--0.1 vs 15--0.2	:	4.2750	< R2	-

pop-pc	mean
15--0.7	528.7010
15--0.9	537.8610
15--0.5	541.3430

Syl= 2.4071	R=r*Syl
r2= 2.77	6.6677
r3= 2.92	7.0288

15--0.7 vs 15--0.9	:	9.1600	> R2	sig
15--0.7 vs 15--0.5	:	12.6420	> R3	sig
15--0.9 vs 15--0.5	:	3.4820	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	15
Crossover Type	OBX
Pc	0.7(pop*pc)
Mutation Type	Insertion & Reciprocal Exchange
Pm	0.3(pop*pm)

ง.1.7. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน

ตารางที่ ง.7 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.7

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	36532441	90426.8	2.7161
Error	405	13483705	33293.3	Prob>F
Total	809	50016247		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2867971.7	43.0262	<0.0001
C-type	4	6550910.9	49.1908	<0.0001
Pc	2	831278.6	12.843	<0.0001
M-type	2	5643772.5	84.7583	<0.0001
Pm	2	494907.5	7.4325	0.0007
pop*C-type	8	649541.6	2.4387	0.0139
pop*Pc	4	178212.5	1.3382	0.2550
pop*M-type	4	486505.1	3.5432	0.0061
pop*Pm	4	187436.1	1.4075	0.2307
C-type*Pc	8	471094.3	1.7687	0.0815
C-type*M-type	8	1503227.3	5.8439	<0.0001
C-type*Pm	8	403841.7	1.5162	0.1494
Pc*M-type	4	195971.0	1.4715	0.2100
Pc*Pm	4	161501.0	1.2127	0.3048
M-type*Pm	4	296169.6	2.2239	0.0657
pop*C-type*Pc	16	837917.5	1.5730	0.0728
pop*C-type*Mtype	16	6.4095.3	1.3030	0.1912
pop*C-type*Pm	16	776019.5	.14568	0.1124
pop*Pc*M-type	8	654383.3	2.4569	0.0132
pop*Pc*Pm	8	158074.4	0.5935	0.7834
pop*M-type*Pm	8	486323.3	1.8221	0.0713
C-type*Pc*M-type	16	598210.8	1.1230	0.3308
C-type*Pc*Pm	18	418259.3	0.7852	0.7029
C-type*M-type*Pm	16	1379551.8	2.5898	0.0007
Pc*M-type*Pm	8	161680.0	0.6070	0.7721
pop*C-type*Pc*M-type	32	1473914.5	1.3835	0.0838
pop*C-type*Pc*Pm	32	164940.7	1.5440	0.0322
pop*C-type*M-type*Pm	32	1168033.0	1.0963	0.3329
pop*Pc*M-type*Pm	16	391432.6	0.7348	0.7584
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1033934.4	0.9705	0.5162
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	3737329.4	1.7540	0.0007

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.7

pop	mean
10	4296.4070
15	4338.0300
20	4437.3650

Syi= 11.1044	Rr=*Syi
r2= 2.77	30.7593
r3= 2.92	32.4250

10 vs 15	:	38.6230	> R2	sig
10 vs 20	:	140.9580	> R3	sig
15 vs 20	:	102.3350	> R2	sig

Ctype	mean
OBX	4256.8880
PMX	4268.1680
PBX	4336.0700
OX	4446.0130
CX	4475.1830

Syi= 14.3388	Rr=*Syi
r2= 2.77	39.7101
r3= 2.92	41.8604
r4= 3.02	43.2940
r5= 3.09	44.2975

OBX vs PMX	:	11.3000	< R2	-
OBX vs PBX	:	79.1820	> R3	sig
OBX vs OX	:	189.1250	> R4	sig
OBX vs CX	:	218.2950	> R5	sig
PMX vs PBX	:	67.8820	> R2	sig
PMX vs OX	:	177.8250	> R3	sig
PMX vs CX	:	206.9950	> R4	sig
PBX vs OX	:	109.9430	> R2	sig
PBX vs CX	:	139.1130	> R3	sig
OX vs CX	:	29.1700	< R2	-

Pc	mean
0.9	4311.3e60
0.7	4373.4930
0.5	4383.9430

Syi= 11.1044	Rr=*Syi
r2= 2.77	30.7593
r3= 2.92	32.4250

0.9 vs 0.7	:	62.1270	> R2	sig
0.9 vs 0.5	:	72.5770	> R3	sig
0.7 vs 0.5	:	10.4500	< R2	-

Mtype	mean
Re-Ex	4244.5820
Inst	4378.0010
RandS	4445.2220

Syi= 11.1044	Rr=*Syi
r2= 2.77	30.7593
r3= 2.92	32.4250

Re-Ex vs Inst	:	134.4190	> R2	sig
Re-Ex vs RandS	:	200.6400	> R3	sig
Inst vs RandS	:	66.2210	> R2	sig

Pm	mean
0.3	4328.3010
0.2	4352.0680
0.1	4368.4140

Syi= 11.1044	Rr=*Syi
r2= 2.77	30.7593
r3= 2.92	32.4250

0.3 vs 0.2	:	23.7670	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	60.1130	> R3	sig
0.2 vs 0.1	:	36.3260	> R2	sig

Ctype-Mtype	mean
OBX-ReEx	4180.7400
PBX-ReEx	4186.8000
PMX-ReEx	4233.3600
CX-ReEx	4297.3100
OX-ReEx	4324.9400

Syi= 24.8303	Rr=*Syi
r2= 2.77	68.7799
r3= 2.92	72.5044
r4= 3.02	74.9874
r5= 3.09	76.7256

OBX-ReEx vs PBX-ReEx	:	6.0600	< R2	-
OBX-ReEx vs PMX-ReEx	:	52.6400	< R3	-
OBX-ReEx vs CX-ReEx	:	116.5700	> R4	sig
OBX-ReEx vs OX-ReEx	:	144.2000	> R5	sig
PBX-ReEx vs PMX-ReEx	:	46.5800	< R2	-
PBX-ReEx vs CX-ReEx	:	110.5100	> R3	sig
PBX-ReEx vs OX-ReEx	:	138.1400	> R4	sig
PMX-ReEx vs CX-ReEx	:	63.9300	< R2	-
PMX-ReEx vs OX-ReEx	:	91.5600	> R3	sig
CX-ReEx vs OX-ReEx	:	27.6300	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Ponulation Size	10
Crossover Type	OBX(C-type*M-type)
Pc	0.9
Mutation Type	Reciprocal Exchange
Pm	0.2,0.3

ง.1.8. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

ตารางที่ ง.8 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.8

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	33679602	83365.4	1.2852
Error	405	26270491	64865.4	Prob>F
Total	809	59950093		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2407300.20	18.5561	<0.0001
C-type	4	3951533.10	15.2297	<0.0001
Pc	2	834260.60	6.4307	0.0018
M-type	2	2040689.30	15.7302	<0.0001
Pm	2	461800.90	3.5597	0.0293
pop*C-type	8	1025355.70	1.9759	0.0481
pop*Pc	4	1689561	0.6512	0.6263
pop*M-type	4	211548.60	0.8153	0.5159
pop*Pm	4	256430.60	0.9883	0.4137
C-type*Pc	8	372534.30	0.7179	0.6758
C-type*M-type	8	1283696.00	2.4736	0.0126
C-type*Pm	8	294710.20	0.5679	0.8043
Pc*M-type	4	262622.60	1.0122	0.4008
Pc*Pm	4	31934.30	0.1231	0.9742
M-type*Pm	4	443147.90	1.7080	0.1473
pop*C-type*Pc	16	1038188.40	1.0003	0.4553
pop*C-type*Mtype	16	873899.50	0.8420	0.6373
pop*C-type*Pm	16	526697.90	0.5075	0.9434
pop*Pc*M-type	8	269671.20	0.5197	0.8418
pop*Pc*Pm	8	235046.70	0.4530	0.8885
pop*M-type*Pm	8	259066.60	0.4992	0.8568
C-type*Pc*M-type	16	1225776.50	11811	0.2799
C-type*Pc*Pm	16	1236810.20	1.1917	0.2712
C-type*M-type*Pm	16	1476170.40	1.4223	0.1272
Pc*M-type*Pm	8	298197.20	0.5746	0.7988
pop*C-type*Pc*M-type	32	1848488.40	0.8905	0.6421
pop*C-type*Pc*Pm	32	2633095.70	1.2685	0.1540
pop*C-type*M-type*Pm	32	1550158.90	0.7468	0.8419
pop*Pc*M-type*Pm	16	640495.10	0.6171	0.8706
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1392666.70	0.6709	0.9155
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	4128651.70	0.9945	0.4931

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.8

pop	mean
10	4621.1222
15	4690.9370
20	4684.6111

Syi= 16.4997	R=r*Syi
r2= 2.77	42.9343
r3= 2.92	45.2593

10 vs 15	:	69.8148	> R2	sig
10 vs 20	:	133.4889	> R3	sig
15 vs 20	:	63.6741	> R2	sig

Ctype	mean
OBX	4616.6790
PBX	4540.5000
PMX	4542.1388
OX	4684.5926
CX	4680.9432

Syi= 20.0101	R=r*Syi
r2= 2.77	55.4279
r3= 2.92	58.4295
r4= 3.02	60.4305
r5= 3.09	61.8312

OBX vs PBX	:	23.8210	< R2	-
OBX vs PMX	:	25.4588	< R3	-
OBX vs OX	:	137.9136	> R4	sig
OBX vs CX	:	173.8842	> R5	sig
PBX vs PMX	:	1.6358	< R2	-
PBX vs OX	:	114.0926	> R3	sig
PBX vs CX	:	150.0432	> R4	sig
PMX vs OX	:	112.4567	> R2	sig
PMX vs CX	:	148.4074	> R3	sig
OX vs CX	:	35.9507	< R2	-

Pc	mean
0.9	4644.7148
0.8	4601.6592
0.7	4619.6592

Syi= 16.4997	R=r*Syi
r2= 2.77	42.9343
r3= 2.92	45.2593

0.9 vs 0.8	:	87.2444	> R2	sig
0.9 vs 0.7	:	75.2814	> R3	sig
0.8 vs 0.7	:	18.0370	< R2	-

Mtype	mean
Re-Ex	4629.6000
Inst	4664.7333
RandS	4652.3370

Syi= 16.4997	R=r*Syi
r2= 2.77	42.9343
r3= 2.92	45.2593

Re-Ex vs Inst	:	68.1333	> R2	sig
Re-Ex vs RandS	:	122.7370	> R3	sig
Inst vs RandS	:	67.6037	> R2	sig

Pm	mean
0.3	4689.7074
0.2	4674.4148
0.1	4622.8481

Syi= 16.4997	R=r*Syi
r2= 2.77	42.9343
r3= 2.92	45.2593

0.3 vs 0.2	:	4.7074	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	52.8407	> R3	sig
0.2 vs 0.1	:	48.1333	> R2	sig

pop-Ctype	mean
10-OBX	4385.0740
10-PBX	4443.8259
10-PMX	4485.2962
10-CX	4641.9252
10-OX	4649.3888

Syi= 34.6585	R=r*Syi
r2= 2.77	96.0040
r3= 2.92	101.2026
r4= 3.02	104.6686
r5= 3.09	107.0947

10-OBX vs 10-PBX	:	58.8519	< R2	-
10-OBX vs 10-PMX	:	100.2222	< R3	-
10-OBX vs 10-CX	:	256.8512	> R4	sig
10-OBX vs 10-OX	:	264.3148	> R5	sig
10-PBX vs 10-PMX	:	41.3703	< R2	-
10-PBX vs 10-CX	:	197.9993	> R3	sig
10-PBX vs 10-OX	:	205.4629	> R4	sig
10-PMX vs 10-CX	:	156.6290	> R2	sig
10-PMX vs 10-OX	:	164.0926	> R3	sig
10-CX vs 10-OX	:	7.4636	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05
Population Size	10
Crossover Type	PMX, PBX & OBX
Pc	0.9
Mutation Type	Reciprocal Exchange
Pm	0.2, 0.3

ง.1.9. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ

ตารางที่ ง.9 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.9

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	37527108	9288.9	1.2330
Error	405	30511024	75335.9	Prob>F
Total	809	68038132		0.0177

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	241909.20	1.6055	0.2021
C-type	4	1228876.10	4.076	0.0030
Pc	2	18780.30	0.1246	0.8828
M-type	2	247536.20	0.1246	0.1947
Pm	2	3170717.10	1.6429	<0.0001
pop*C-type	8	334947.10	0.5558	0.8140
pop*Pc	4	471708.70	1.5654	0.1827
pop*M-type	4	405835.60	1.3468	0.2519
pop*Pm	4	409975.50	13605	0.2469
C-type*Pc	8	358134.90	0.5942	0.7828
C-type*M-type	8	932809.50	1.5476	0.1389
C-type*Pm	8	424871.50	0.7050	0.6872
Pc*M-type	4	487048.50	1.6163	0.1693
Pc*Pm	4	1117485.50	3.7083	0.0056
M-type*Pm	4	297906.40	0.9886	0.4135
pop*C-type*Pc	16	1824357.50	1.5135	0.0912
pop*C-type*Mtype	16	1052015.80	0.8728	0.6013
pop*C-type*Pm	16	1760265.50	1.4603	0.1109
pop*Pc*M-type	8	132442.60	0.2198	0.9873
pop*Pc*Pm	8	1334367.70	2.21	0.0256
pop*M-type*Pm	8	577776.80	0.9587	0.4680
C-type*Pc*M-type	16	1252451.70	1.0391	0.4138
C-type*Pc*Pm	16	1942102.10	1.6112	0.0628
C-type*M-type*Pm	16	1180531.10	0.9628	0.4971
Pc*M-type*Pm	6	825805.00	1.3702	0.2077
pop*C-type*Pc*M-type	32	2612634.80	1.0837	0.3496
pop*C-type*Pc*Pm	32	2274253.60	0.9434	0.5588
pop*C-type*M-type*Pm	32	2579795.80	1.0701	0.3661
pop*Pc*M-type*Pm	16	1397993.00	1.1596	0.2979
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	2829205.40	1.1736	0.2410
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	3822566.80	0.7925	0.8725

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.9

Ctype	mean
OX	5877.1358
PBX	5591.9012
PMX	5568.5000
OBX	5520.5550
CX	5567.6074

Syi= 21.5647	R=r*Syi
r2= 2.77	59.7342
r3= 2.92	62.9659
r4= 3.02	65.1254
r5= 3.09	66.6349

OX vs PBX	:	14.7654	< R2	-
OX vs PMX	:	21.3642	< R3	-
OX vs OBX	:	43.4192	< R4	-
OX vs CX	:	110.7716	> R5	sig
PBX vs PMX	:	6.5988	< R2	-
PBX vs OBX	:	28.6538	< R3	-
PBX vs CX	:	96.0062	> R4	sig
PMX vs OBX	:	22.0550	< R2	-
PMX vs CX	:	89.4074	> R3	sig
OBX vs CX	:	67.3524	> R2	sig

Pm	mean
0.3	5568.2770
0.2	5573.6962
0.1	570382.5900

Syi= 16.7039	R=r*Syi
r2= 2.77	46.2648
r3= 2.92	48.7755

0.3 vs 0.2	:	5.4192	< R2	-
0.3 vs 0.1	:	564794.3130	> R3	sig
0.2 vs 0.1	:	564788.8938	> R2	sig

Pc-Pm	mean
0.8–0.2	5566.8000
0.8–0.2	5570.6889
0.7–0.2	5593.8000

Syi= 28.6321	R=r*Syi
r2= 2.77	80.1419
r3= 2.92	84.4817

0.9–0.2 vs 0.8–0.2	:	14.0889	< R2	-
0.8–0.2 vs 0.7–0.2	:	37.2000	< R3	-
0.8–0.2 vs 0.7–0.2	:	23.1111	< R2	-

Pc-Pm	mean
0.7–0.3	5629.2333
0.8–0.3	5647.4888
0.9–0.3	5629.1110

Syi= 28.6321	R=r*Syi
r2= 2.77	80.1419
r3= 2.92	84.4817

0.7–0.3 vs 0.8–0.3	:	19.2555	< R2	-
0.7–0.3 vs 0.9–0.3	:	100.8777	> R3	sig
0.8–0.3 vs 0.9–0.3	:	81.6222	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	ไม่มีนัยสำคัญ
Crossover Type	PMX, OX, PBX & OBX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	ไม่มีนัยสำคัญ
Pm	0.2, 0.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.10. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.10 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.10

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	7.7282e-13	191e-15	1.3724
Error	405	5.6452e-13	13.9e-15	Prob>F
Total	809	1.3373e-12		0.0007

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2.886E-14	10.3512	<0.0001
C-type	4	4.05E-14	7.2641	<0.0001
Pc	2	3.401E-15	1.2200	0.2963
M-type	2	8.856E-14	31.7685	<0.0001
Pm	2	6.49E-14	23.2798	<0.0001
pop*C-type	8	1.324E-14	1.1869	0.3054
pop*Pc	4	4.19E-15	0.7515	0.5575
pop*M-type	4	4.098E-14	7.3501	<0.0001
pop*Pm	4	2.76E-14	4.9494	0.0007
C-type*Pc	8	1.503E-14	1.3480	0.2180
C-type*M-type	8	3.132E-14	2.8086	0.0049
C-type*Pm	8	1.762E-14	1.5803	0.1287
Pc*M-type	4	4.778E-15	0.8570	0.4898
Pc*Pm	4	9.18E-15	1.6465	0.1617
M-type*Pm	4	4.991E-15	0.8952	0.4667
pop*C-type*Pc	16	4.046E-14	8.1430	0.0274
pop*C-type*Mtype	16	1.5E-14	0.8725	0.8215
pop*C-type*Pm	16	1.752E-14	0.7857	0.7023
pop*Pc*M-type	8	8.241E-15	0.7390	0.6570
pop*Pc*Pm	8	2.696E-15	0.2418	0.9827
pop*M-type*Pm	8	2.784E-15	0.2497	0.9808
C-type*Pc*M-type	16	3.616E-14	1.6215	0.0603
C-type*Pc*Pm	16	3.015E-14	1.3520	0.1624
C-type*M-type*Pm	16	1.291E-14	0.5788	0.8999
Pc*M-type*Pm	8	6.051E-15	0.5423	0.8243
pop*C-type*Pc*M-type	32	3.123E-14	0.7001	0.8904
pop*C-type*Pc*Pm	32	4.484E-14	1.0054	0.4623
pop*C-type*M-type*Pm	32	3.426E-14	0.7681	0.8166
pop*Pc*M-type*Pm	16	1.33E-14	0.5964	0.8869
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	2.023E-14	0.4534	0.9960
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	6.164E-14	0.6932	0.9635

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.10

pop	mean
10	0.0012345697
15	0.0012345701
6	0.0012345739

Syx= 0.0000000023	Rp=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000063
r3= 2.92	0.0000000066

10 vs 15	:	0.0000000104	> R2	sig
10 vs 6	:	0.0000000142	> R3	sig
15 vs 6	:	0.0000000038	< R2	-

Ctype	mean
CX	0.0012345681
OBX	0.0012345686
PMX	0.0012345673
PBX	0.0012345673
OX	0.0012345802

Syx= 0.0000000029	Rp=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000081
r3= 2.92	0.0000000086
r4= 3.02	0.0000000088
r5= 3.09	0.0000000091

CX vs OBX	:	0.0000000085	> R2	sig
CX vs PMX	:	0.0000000092	> R3	sig
CX vs PBX	:	0.0000000092	> R4	sig
CX vs OX	:	0.0000000221	> R5	sig
OBX vs PMX	:	0.0000000007	< R2	-
OBX vs PBX	:	0.0000000007	< R3	-
OBX vs OX	:	0.0000000136	> R4	sig
PMX vs PBX	:	0.0000000000	< R2	-
PMX vs OX	:	0.0000000129	> R3	sig
PBX vs OX	:	0.0000000129	> R2	sig

Mtype	mean
Rand9	0.0012345838
Inst	0.0012345709
Re-Ex	0.0012345789

Syx= 0.0000000023	Rp=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000063
r3= 2.92	0.0000000066

Rand9 vs Inst	:	0.0000000171	> R2	sig
Rand9 vs Re-Ex	:	0.0000000251	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000080	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345680
0.2	0.0012345702
0.3	0.0012345775

Syx= 0.0000000023	Rp=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000063
r3= 2.92	0.0000000066

0.1 vs 0.2	:	0.0000000142	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000216	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000073	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.11. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ตารางที่ ง.11 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.11

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	7.0721e-13	1.75e-15	1.8234
Error	405	3.8882e-13	9.6e-16	Prob>F
Total	809	1.096e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	1.75E-14	9.1387	0.0001
C-type	4	5.02E-14	13.0675	<0.0001
Pc	2	2.09E-14	10.8878	<0.0001
M-type	2	5.36E-14	27.8993	<0.0001
Pm	2	8.04E-14	41.8624	<0.0001
pop*C-type	8	1.64E-14	2.1318	0.0319
pop*Pc	4	9.83E-16	0.2559	0.906
pop*M-type	4	3.30E-14	8.6032	<0.0001
pop*Pm	4	9.03E-15	2.3515	0.5035
C-type*Pc	6	3.78E-15	0.4916	0.8622
C-type*M-type	8	1.70E-14	2.2167	0.0256
C-type*Pm	8	1.27E-14	1.6585	0.1067
Pc*M-type	4	3.42E-15	0.8914	0.4690
Pc*Pm	4	9.99E-15	2.6010	0.0357
M-type*Pm	4	7.92E-15	2.0632	0.0849
pop*C-type*Pc	16	2.81E-14	1.8275	0.0259
pop*C-type*Mtype	16	1.17E-14	0.7647	0.7258
pop*C-type*Pm	16	1.65E-14	1.0763	0.3757
pop*Pc*M-type	6	2.79E-15	0.3637	0.9396
pop*Pc*Pm	8	1.30E-14	1.6904	0.0988
pop*M-type*Pm	6	8.87E-15	1.1546	0.3257
C-type*Pc*M-type	16	1.71E-14	1.1105	0.3425
C-type*Pc*Pm	16	1.36E-14	0.8843	0.5879
C-type*M-type*Pm	16	3.63E-14	2.3641	0.0023
Pc*M-type*Pm	8	7.94E-15	1.0340	0.4095
pop*C-type*Pc*M-type	32	3.19E-14	1.0387	0.4127
pop*C-type*Pc*Pm	32	3.41E-14	1.1097	0.3156
pop*C-type*M-type*Pm	32	2.65E-14	0.8623	0.6856
pop*Pc*M-type*Pm	16	9.18E-15	0.5977	0.8860
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	4.30E-14	1.4005	0.0761
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	6.97E-14	1.1351	0.2353

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.11

pop	mean
10	0.0012346624
15	0.0012346677
6	0.0012345739

Syl= 0.0000000019	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000052
r3= 2.92	0.0000000056

10 vs 15	:	0.0000000053	< R2	sig
10 vs 6	:	0.0000000114	< R3	sig
15 vs 6	:	0.0000000061	< R2	sig

Ctype	mean
CX	0.0012345568
OBX	0.0012345641
PMX	0.0012345585
PBX	0.0012345691
OX	0.0012345609

Syl= 0.0000000024	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000067
r3= 2.92	0.0000000071
r4= 3.02	0.0000000074
r5= 3.09	0.0000000076

CX vs OBX	:	0.0000000073	> R2	sig
CX vs PMX	:	0.0000000117	> R3	sig
CX vs PBX	:	0.0000000123	> R4	sig
CX vs OX	:	0.0000000241	> R5	sig
OBX vs PMX	:	0.0000000044	< R2	-
OBX vs PBX	:	0.0000000050	< R3	-
OBX vs OX	:	0.0000000168	> R4	sig
PMX vs PBX	:	0.0000000006	< R2	-
PMX vs OX	:	0.0000000124	> R3	sig
PBX vs OX	:	0.0000000118	> R2	sig

Pc	mean
0.5	0.0012346628
0.7	0.0012345661
0.9	0.0012345748

Syl= 0.0000000019	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000052
r3= 2.92	0.0000000056

0.5 vs 0.7	:	0.0000000033	< R2	-
0.5 vs 0.9	:	0.0000000120	< R3	sig
0.7 vs 0.9	:	0.0000000087	< R2	sig

Mtype	mean
Rand8	0.0012345660
Inst	0.0012345679
Re-Ex	0.0012345779

Syl= 0.0000000019	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000052
r3= 2.92	0.0000000056

Rand8 vs Inst	:	0.0000000099	< R2	sig
Rand8 vs Re-Ex	:	0.0000000199	< R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000100	< R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345647
0.2	0.0012345703
0.3	0.0012345787

Syl= 0.0000000019	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000052
r3= 2.92	0.0000000056

0.1 vs 0.2	:	0.0000000156	< R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000240	< R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000084	< R2	sig

Pc-Pm	mean
0.5--0.1	0.0012346482
0.7--0.1	0.0012346488
0.9--0.1	0.0012346671

Syl= 0.0000000033	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000090
r3= 2.92	0.0000000095

0.5--0.1 vs 0.7--0.1	:	0.0000000006	< R2	-
0.5--0.1 vs 0.9--0.1	:	0.0000000189	< R3	sig
0.7--0.1 vs 0.9--0.1	:	0.0000000183	< R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX
Pc	0.5,0.7
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.12. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

ตารางที่ ง.12 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.12

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	4.9325e-13	1.22e-15	1.5886
Error	405	3.1165e-13	7.7e-16	Prob>F
Total	809	8.049e-13		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	1.63E-14	10.8184	<0.0001
C-type	4	3.72E-14	12.0961	<0.0001
Pc	2	1.56E-14	10.1638	<0.0001
M-type	2	2.29E-11	14.8533	<0.0001
Pm	2	2.84E-14	18.4310	<0.0001
pop*C-type	8	2.17E-14	3.439	0.0008
pop*Pc	4	9.46E-16	0.3072	0.8731
pop*M-type	4	2.84E-14	9.2109	<0.0001
pop*Pm	4	5.89E-15	1.9136	0.1073
C-type*Pc	8	8.69E-16	1.4109	0.1898
C-type*M-type	8	1.03E-14	1.6650	0.1051
C-type*Pm	8	5.02E-15	0.8149	0.5898
Pc*M-type	4	9.91E-16	0.3221	0.8632
Pc*Pm	4	3.01E-15	1.1725	0.3224
M-type*Pm	4	3.35E-15	1.0892	0.3614
pop*C-type*Pc	16	1.17E-14	0.9513	0.5102
pop*C-type*Mtype	16	2.26E-14	1.8337	0.0252
pop*C-type*Pm	16	1.51E-14	1.2255	0.2448
pop*Pc*M-type	8	5.40E-15	0.8788	0.5343
pop*Pc*Pm	8	4.53E-15	0.7355	0.6601
pop*M-type*Pm	8	6.55E-15	1.0647	0.3870
C-type*Pc*M-type	16	1.54E-14	1.2474	0.2286
C-type*Pc*Pm	16	2.85E-14	2.3181	0.0028
C-type*M-type*Pm	16	1.14E-14	0.9251	0.5403
Pc*M-type*Pm	8	4.37E-15	0.7091	0.6835
pop*C-type*Pc*M-type	32	2.05E-14	0.8313	0.7315
pop*C-type*Pc*Pm	32	2.16E-14	0.8784	0.6609
pop*C-type*M-type*Pm	32	1.98E-14	0.8029	0.7714
pop*Pc*M-type*Pm	16	1.94E-14	1.5779	0.0714
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	2.71E-14	1.1022	0.3253
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	5.06E-14	1.0289	0.4262

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.12

pop	mean
10	0.0012345621
15	0.0012345686
8	0.0012345730

Syi= 0.0000000017	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000047
r3= 2.92	0.0000000049

10 vs 15	:	0.0000000065	> R2	sig
10 vs 8	:	0.0000000109	> R3	sig
15 vs 8	:	0.0000000044	< R2	-

Ctype	mean
CX	0.0012345609
PMX	0.0012345647
OBX	0.0012345663
PBX	0.0012345669
OX	0.0012345806

Syi= 0.0000000022	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000060
r3= 2.92	0.0000000064
r4= 3.02	0.0000000066
r5= 3.09	0.0000000067

CX vs PMX	:	0.0000000038	< R2	-
CX vs OBX	:	0.0000000054	< R3	-
CX vs PBX	:	0.0000000060	< R4	-
CX vs OX	:	0.0000000199	> R5	sig
PMX vs OBX	:	0.0000000016	< R2	-
PMX vs PBX	:	0.0000000022	< R3	-
PMX vs OX	:	0.0000000161	> R4	sig
OBX vs PBX	:	0.0000000006	< R2	-
OBX vs OX	:	0.0000000146	> R3	sig
PBX vs OX	:	0.0000000139	> R2	sig

Pc	mean
0.5	0.0012345630
0.7	0.0012345670
0.9	0.0012345737

Syi= 0.0000000017	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000047
r3= 2.92	0.0000000049

0.5 vs 0.7	:	0.0000000040	< R2	-
0.5 vs 0.9	:	0.0000000107	> R3	sig
0.7 vs 0.9	:	0.0000000067	> R2	sig

Mtype	mean
RandS	0.0012345625
Inst	0.0012345681
Re-Ex	0.0012345751

Syi= 0.0000000017	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000047
r3= 2.92	0.0000000049

RandS vs Inst	:	0.0000000056	< R2	-
RandS vs Re-Ex	:	0.0000000126	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000070	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345607
0.2	0.0012345678
0.3	0.0012345752

Syi= 0.0000000017	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000047
r3= 2.92	0.0000000049

0.1 vs 0.2	:	0.0000000071	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000145	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000074	> R2	sig

pop-Mtype	mean
10-RandS	0.0012345455
10-Inst	0.0012345630
10-ReEx	0.0012345778

Syi= 0.0000000029	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000081
r3= 2.92	0.0000000085

10-RandS vs 10-Inst	:	0.0000000175	> R2	sig
10-RandS vs 10-ReEx	:	0.0000000323	> R3	sig
10-Inst vs 10-ReEx	:	0.0000000148	> R2	sig

pop-Ctype	mean
10-PBX	0.0012345622
10-OMX	0.0012345674
10-OBX	0.0012345677
10-CX	0.0012345671
10-OX	0.0012345760

Syi= 0.0000000038	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000105
r3= 2.92	0.0000000110
r4= 3.02	0.0000000114
r5= 3.09	0.0000000117

10-PBX vs 10-OMX	:	0.0000000052	< R2	-
10-PBX vs 10-OBX	:	0.0000000065	< R3	-
10-PBX vs 10-CX	:	0.0000000149	> R4	sig
10-PBX vs 10-OX	:	0.0000000238	> R5	sig
10-OMX vs 10-OBX	:	0.0000000003	< R2	-
10-OMX vs 10-CX	:	0.0000000097	< R3	-
10-OMX vs 10-OX	:	0.0000000186	> R4	sig
10-OBX vs 10-CX	:	0.0000000094	< R2	-
10-OBX vs 10-OX	:	0.0000000183	> R3	sig
10-CX vs 10-OX	:	0.0000000089	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	PBX(pop*Ctype)
Pc	0.5 , 0.7
Mutation Type	Random sequence (pop*Mtype)
Pm	0.1

ง.1.13. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.13 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบต่อของการวิเคราะห์ ง.1.13

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	9.0756e-12	2.25e-14	6.5991
Error	405	1.3787e-12	3.4e-15	Prob>F
Total	809	1.0454e-11		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	7.32E-12	1061.0540	<0.0001
C-type	4	2.77E-14	2.0334	0.0889
Pc	2	6.56E-15	0.9641	0.3822
M-type	2	4.50E-14	6.6054	0.0015
Pm	2	3.25E-14	4.7677	0.0090
pop*C-type	8	2.11E-14	0.7736	0.6282
pop*Pc	4	1.83E-14	1.3450	0.2525
pop*M-type	4	1.14E-14	0.8390	0.5010
pop*Pm	4	1.28E-14	0.9400	0.4406
C-type*Pc	8	2.10E-14	0.7698	0.6296
C-type*M-type	8	2.49E-14	0.9154	0.5035
C-type*Pm	8	3.34E-14	1.2264	0.2818
Pc*M-type	4	1.09E-14	0.8017	0.5246
Pc*Pm	4	1.55E-14	1.1370	0.3386
M-type*Pm	4	3.46E-14	2.2369	0.0644
pop*C-type*Pc	16	3.85E-14	0.7060	0.7885
pop*C-type*Mtype	16	6.89E-14	1.2655	0.2159
pop*C-type*Pm	16	6.27E-14	1.1503	0.3062
pop*Pc*M-type	8	1.45E-14	0.5339	0.8310
pop*Pc*Pm	8	8.26E-15	0.3034	0.9646
pop*M-type*Pm	8	2.91E-14	1.0703	0.3829
C-type*Pc*M-type	16	4.50E-14	0.8253	0.6568
C-type*Pc*Pm	16	1.52E-13	2.7859	0.0003
C-type*M-type*Pm	16	8.43E+14	1.5468	0.0804
Pc*M-type*Pm	8	1.44E-14	0.5303	0.8338
pop*C-type*Pc*M-type	32	1.26E-13	1.1604	0.2554
pop*C-type*Pc*Pm	32	2.84E-13	2.6089	<0.0001
pop*C-type*M-type*Pm	32	1.89E-13	1.7374	0.0089
pop*Pc*M-type*Pm	16	5.98E-14	1.0847	0.3673
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1.08E-13	0.9919	0.4830
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	2.56E-13	1.1742	0.1826

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.13

pop	mean
6	0.0012344343
10	0.0012346340
15	0.0012348353

Syi= 0.0000000036	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000098
r3= 2.92	0.0000000104

6 vs 10	:	0.0000001997	> R2	sig
6 vs 15	:	0.0000002010	> R3	sig
10 vs 15	:	0.0000000013	< R2	-

Mtype	mean
Inst	0.0012345622
Rand	0.0012345631
Re-Ex	0.0012345784

Syi= 0.0000000036	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000098
r3= 2.92	0.0000000104

Inst vs Rand	:	0.0000000009	< R2	-
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000162	> R3	sig
Rand8 vs Re-Ex	:	0.0000000153	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345692
0.2	0.0012345705
0.3	0.0012345740

Syi= 0.0000000036	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000098
r3= 2.92	0.0000000104

0.1 vs 0.2	:	0.0000000114	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000148	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000034	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	6
Crossover Type	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence, insertion
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.14. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ตารางที่ ง.14 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบส่วนของการวิเคราะห์ ง.1.14

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	3.3915e-12	1.58e-14	3.3260
Error	405	1.9264e-12	4.76e-15	Prob>F
Total	809	8.3179e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	4.26E-12	447.5415	<0.0001
C-type	4	3.34E-14	1.7574	0.1366
Pc	2	3.35E-15	0.3516	0.7037
M-type	2	2.44E-14	2.5614	0.0784
Pm	2	3.73E-14	3.9178	0.0206
pop*C-type	8	1.45E-14	0.3806	0.9308
pop*Pc	4	2.91E-14	1.5299	0.1926
pop*M-type	4	3.65E-14	1.9207	0.1061
pop*Pm	4	4.85E-14	2.5479	0.0389
C-type*Pc	8	6.03E-14	1.5835	1.2770
C-type*M-type	8	7.04E-14	1.8509	0.0663
C-type*Pm	8	1.28E-14	0.3367	0.9515
Pc*M-type	4	2.77E-15	0.1454	0.9650
Pc*Pm	4	1.08E-14	0.5696	0.6849
M-type*Pm	4	8.94E-15	0.4697	0.7580
pop*C-type*Pc	16	2.24E-14	0.2942	0.9968
pop*C-type*Mtype	16	7.87E-14	1.0341	0.4190
pop*C-type*Pm	16	7.49E-14	0.9841	0.4732
pop*Pc*M-type	8	5.50E-14	0.4454	0.1757
pop*Pc*Pm	8	2.47E-14	0.6497	0.7357
pop*M-type*Pm	8	2.09E-14	0.5504	0.8182
C-type*Pc*M-type	16	1.16E-13	1.5296	0.0859
C-type*Pc*Pm	16	7.16E-14	0.9409	0.5220
C-type*M-type*Pm	16	7.16E-14	0.9319	0.5324
Pc*M-type*Pm	8	5.36E-14	1.4091	0.1906
pop*C-type*Pc*M-type	32	1.83E-13	1.2047	0.2093
pop*C-type*Pc*Pm	32	1.06E-13	1.0522	0.3933
pop*C-type*M-type*Pm	32	1.96E-13	1.2896	0.1385
pop*Pc*M-type*Pm	16	7.05E-14	0.9265	0.5367
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1.95E-13	1.2800	0.1454
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	3.46E-13	1.1373	0.2313

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.14

. pop	mean
6	0.0012344664
10	0.0012346166
15	0.0012346196

Syi= 0.0000000042	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000116
r3= 2.92	0.0000000123

6 vs 10	:	0.0000001531	> R2	sig
6 vs 15	:	0.0000001544	> R3	sig
10 vs 15	:	0.0000000013	< R2	-

Pm	mean
0.1	0.0012345899
0.2	0.0012346873
0.3	0.0012346765

Syi= 0.0000000042	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000116
r3= 2.92	0.0000000123

0.1 vs 0.2	:	0.0000000974	< R2	-
0.1 vs 0.3	:	0.0000000866	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000092	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	6
Crossover Type	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	ไม่มีนัยสำคัญ
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.15. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

ตารางที่ ง.15 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.15

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	5.4972e-12	1.36e-14	1.2840
Error	405	4.292e-12	1.06e-14	Prob>F
Total	809	9.7893e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	7.43E-13	35.0322	<0.0001
C-type	4	6.77E-14	1.5823	0.1781
Pc	2	5.75E-14	2.7146	0.0674
M-type	2	6.70E-14	3.1606	0.0434
Pm	2	1.92E-14	0.9048	0.4054
pop*C-type	8	2.01E-13	2.3701	0.0167
pop*Pc	4	7.58E-14	1.7825	0.1314
pop*M-type	4	5.64E-14	1.3314	0.2575
pop*Pm	4	5.48E-14	1.2930	0.2721
C-type*Pc	8	4.87E-14	0.5749	0.7987
C-type*M-type	8	4.29E-14	0.5063	0.8517
C-type*Pm	8	1.10E-13	1.2942	0.2447
Pc*M-type	4	4.02E-14	0.9475	0.4364
Pc*Pm	4	2.76E-14	0.6511	0.6264
M-type*Pm	4	4.97E-14	1.1717	0.3227
pop*C-type*Pc	16	1.32E-13	0.7605	0.7081
pop*C-type*Mtype	16	1.83E-13	1.0874	0.3737
pop*C-type*Pm	16	1.81E-13	1.0700	0.3820
pop*Pc*M-type	8	5.89E-14	0.6946	0.6964
pop*Pc*Pm	8	1.37E-13	1.6120	0.1193
pop*M-type*Pm	8	1.32E-13	1.5598	0.1350
C-type*Pc*M-type	16	2.65E-13	1.5611	0.0762
C-type*Pc*Pm	16	1.90E-13	1.1176	0.3358
C-type*M-type*Pm	16	8.45E-14	0.4981	0.9481
Pc*M-type*Pm	8	7.59E-14	0.8953	0.5203
pop*C-type*Pc*M-type	32	2.93E-13	0.8633	0.6841
pop*C-type*Pc*Pm	32	4.43E-13	1.3055	0.1276
pop*C-type*M-type*Pm	32	4.58E-13	1.3504	0.1005
pop*Pc*M-type*Pm	16	1.09E-13	0.6435	0.8482
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	3.36E-13	0.9898	0.4861
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	7.60E-13	1.1208	0.2568

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ ง.1.15

pop	mean
10	0.0012346254
15	0.0012346848
8	0.0012346936

Syi= 0.0000000063	Rp*Syi
r2= 2.77	0.0000000174
r3= 2.92	0.0000000183

10	vs	15	: 0.0000000594	> R2	sig
10	vs	8	: 0.0000000682	> R3	sig
15	vs	8	: 0.0000000088	< R2	-

Mtype	mean
Rand	0.0012346960
Inst	0.0012346844
Re-Ex	0.0012346804

Syi= 0.0000000063	Rp*Syi
r2= 2.77	0.0000000174
r3= 2.92	0.0000000183

Rand	vs	Inst	: 0.0000000064	< R2	-
Rand	vs	Re-Ex	: 0.0000000314	> R3	sig
Inst	vs	Re-Ex	: 0.0000000160	< R2	-

pop*Ctype	mean
10-CX	0.0012344900
10-PMX	0.0012345028
10-OBX	0.0012345259
10-PB	0.0012345600
10-OX	0.0012345803

Syi= 0.0000000140	Rp*Syi
r2= 2.77	0.0000000388
r3= 2.92	0.0000000409
r4= 3.02	0.0000000423
r5= 3.09	0.0000000433

10-CX	vs	10-PMX	: 0.0000000128	< R2	-
10-CX	vs	10-OBX	: 0.0000000359	< R3	-
10-CX	vs	10-PB	: 0.0000000700	> R4	sig
10-CX	vs	10-OX	: 0.0000000903	> R5	sig
10-PMX	vs	10-OBX	: 0.0000000231	< R2	-
10-PMX	vs	10-PB	: 0.0000000572	> R3	sig
10-PMX	vs	10-OX	: 0.0000000775	> R4	sig
10-OBX	vs	10-PB	: 0.0000000341	< R2	-
10-OBX	vs	10-OX	: 0.0000000544	< R3	-
10-PBX	vs	10-OX	: 0.0000000003	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX(pop*Ctype)
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.16. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.16 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.16

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	9.8302e-14	2.43e-16	1.8433
Error	405	5.3462e-14	1.32e-16	Prob>F
Total	809	1.5174e-13		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	3.13E-15	11.8708	<0.0001
C-type	4	9.48E-15	17.9562	<0.0001
Pc	2	3.15E-15	11.9333	<0.0001
M-type	2	1.68E-14	63.5758	<0.0001
Pm	2	6.39E-15	24.1976	<0.0001
pop*C-type	8	1.61E-15	1.5230	0.1471
pop*Pc	4	2.04E-16	0.3870	0.8180
pop*M-type	4	1.30E-15	2.4678	0.0444
pop*Pm	4	6.78E-16	1.2849	0.2752
C-type*Pc	8	9.53E-16	0.9026	0.5141
C-type*M-type	8	5.62E-15	5.3240	<0.0001
C-type*Pm	8	2.83E-15	2.6834	0.0070
Pc*M-type	4	5.34E-16	1.0113	0.4013
Pc*Pm	4	3.95E-16	0.7480	0.5598
M-type*Pm	4	1.02E-15	1.9311	0.1044
pop*C-type*Pc	16	2.20E-15	1.0409	0.4118
pop*C-type*Mtype	16	1.86E-15	0.8818	0.5907
pop*C-type*Pm	16	2.94E-15	1.3926	0.1412
pop*Pc*M-type	6	6.04E-16	0.5723	0.8007
pop*Pc*Pm	8	6.72E-16	0.6368	0.7469
pop*M-type*Pm	8	7.96E-16	0.7534	0.6442
C-type*Pc*M-type	16	2.43E-15	1.1525	0.3043
C-type*Pc*Pm	16	1.02E-15	0.4830	0.9549
C-type*M-type*Pm	16	3.25E-15	1.5398	0.0826
Pc*M-type*Pm	8	2.69E-15	2.5516	0.0101
pop*C-type*Pc*M-type	32	4.25E-15	1.0053	0.4625
pop*C-type*Pc*Pm	32	3.47E-15	0.8223	0.7445
pop*C-type*M-type*Pm	32	2.46E-15	0.5819	0.9682
pop*Pc*M-type*Pm	16	8.88E-16	0.4205	0.9771
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	7.07E-15	1.6746	0.0137
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	7.60E-15	0.8991	6,931

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.16

pop	mean
10	0.0012346563
15	0.0012346566
20	0.0012346575

Syi= 0.0000000007	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000019
r3= 2.92	0.0000000020

10 vs 15	:	0.0000000093	> R2	sig
10 vs 20	:	0.0000000112	> R3	sig
15 vs 20	:	0.0000000019	< R2	-

Ctype	mean
CX	0.0012346602
PMX	0.0012346643
OBX	0.0012346653
PBX	0.0012346667
OX	0.0012346709

Syi= 0.0000000008	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000025
r3= 2.92	0.0000000026
r4= 3.02	0.0000000027
r5= 3.09	0.0000000028

CX vs PMX	:	0.0000000041	> R2	sig
CX vs OBX	:	0.0000000060	> R3	sig
CX vs PBX	:	0.0000000055	> R4	sig
CX vs OX	:	0.0000000107	> R5	sig
PMX vs OBX	:	0.0000000009	< R2	-
PMX vs PBX	:	0.0000000014	< R3	-
PMX vs OX	:	0.0000000066	> R4	sig
OBX vs PBX	:	0.0000000005	< R2	-
OBX vs OX	:	0.0000000057	> R3	sig
PBX vs OX	:	0.0000000052	> R2	sig

Pc	mean
0.5	0.0012346625
0.7	0.0012346661
0.9	0.0012346671

Syi= 0.0000000007	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000019
r3= 2.92	0.0000000020

0.5 vs 0.7	:	0.0000000036	> R2	sig
0.5 vs 0.9	:	0.0000000046	> R3	sig
0.7 vs 0.9	:	0.0000000010	< R2	-

Mtype	mean
Rand3	0.0012346589
Inst	0.0012346574
Re-Ex	0.0012346685

Syi= 0.0000000007	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000019
r3= 2.92	0.0000000020

Rand3 vs Inst	:	0.0000000085	> R2	sig
Rand3 vs Re-Ex	:	0.0000000108	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000021	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012346615
0.2	0.0012346660
0.3	0.0012346683

Syi= 0.0000000007	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000019
r3= 2.92	0.0000000020

0.1 vs 0.2	:	0.0000000045	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000068	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000023	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX
Pc	0.5
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.17. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ตารางที่ ง.17 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.17

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	1.5371e-13	3.8e-16	2.0778
Error	405	7.4161e-14	1.83e-16	Prob>F
Total	809	2.2787e-13		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2.66E-15	7.2694	0.0008
C-type	4	1.85E-14	25.2817	<0.0001
Pc	2	4.12E-16	1.1252	0.3256
M-type	2	2.19E-14	59.8048	<0.0001
Pm	2	1.74E-14	47.3992	<0.0001
pop*C-type	8	4.24E-15	2.8921	0.0038
pop*Pc	4	2.81E-16	0.3834	0.8205
pop*M-type	4	4.49E-16	0.6135	0.6531
pop*Pm	4	6.35E-16	0.8669	0.4838
C-type*Pc	8	1.69E-15	1.1508	0.3281
C-type*M-type	8	7.50E-15	5.1226	<0.0001
C-type*Pm	8	4.79E-15	3.2693	0.0013
Pc*M-type	4	2.30E-16	0.3135	0.8690
Pc*Pm	4	1.91E-15	2.6084	0.0353
M-type*Pm	4	2.50E-15	3.4122	0.0092
pop*C-type*Pc	16	3.10E-15	1.0585	0.3937
pop*C-type*Mtype	16	3.23E-15	1.1024	0.3502
pop*C-type*Pm	16	3.61E-15	1.2322	0.2397
pop*Pc*M-type	8	1.08E-15	0.7371	0.6587
pop*Pc*Pm	8	2.87E-15	1.8253	0.0707
pop*M-type*Pm	8	7.20E-16	0.4916	0.8623
C-type*Pc*M-type	16	3.03E-15	1.0327	0.4205
C-type*Pc*Pm	16	3.18E-15	1.0868	0.3654
C-type*M-type*Pm	16	2.16E-15	0.7364	0.7567
Pc*M-type*Pm	8	2.85E-15	1.9464	0.0520
pop*C-type*Pc*M-type	32	7.03E-15	1.1992	0.2148
pop*C-type*Pc*Pm	32	6.90E-15	1.1777	0.2366
pop*C-type*M-type*Pm	32	6.87E-15	1.1732	0.2415
pop*Pc*M-type*Pm	16	1.67E-15	0.5705	0.9057
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	6.59E-15	1.1244	0.2974
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	1.39E-14	1.1696	0.1643

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.17

pop	mean
10	0.0012345654
15	0.0012345668
20	0.0012345695

Syi= 0.0000000008	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000023
r3= 2.92	0.0000000024

10 vs 15	:	0.0000000034	> R2	sig
10 vs 20	:	0.0000000041	> R3	sig
15 vs 20	:	0.0000000007	< R2	-

Ctype	mean
CX	0.0012345620
PMX	0.0012345661
PBX	0.0012345673
OBX	0.0012345675
OX	0.0012345766

Syi= 0.0000000011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000029
r3= 2.92	0.0000000031
r4= 3.02	0.0000000032
r5= 3.09	0.0000000033

CX vs PMX	:	0.0000000041	> R2	sig
CX vs PBX	:	0.0000000053	> R3	sig
CX vs OBX	:	0.0000000055	> R4	sig
CX vs OX	:	0.0000000146	> R5	sig
PMX vs PBX	:	0.0000000012	< R2	-
PMX vs OBX	:	0.0000000014	< R3	-
PMX vs OX	:	0.0000000105	> R4	sig
PBX vs OBX	:	0.0000000002	< R2	-
PBX vs OX	:	0.0000000093	> R3	sig
OBX vs OX	:	0.0000000091	> R2	sig

Mtype	mean
Rand8	0.0012345607
Inst	0.0012345704
Re-Ex	0.0012345726

Syi= 0.0000000008	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000023
r3= 2.92	0.0000000024

Rand8 vs Inst	:	0.0000000097	> R2	sig
Rand8 vs Re-Ex	:	0.0000000119	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000022	< R2	-

Pm	mean
0.1	0.0012345618
0.2	0.0012345689
0.3	0.0012345730

Syi= 0.0000000008	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000023
r3= 2.92	0.0000000024

0.1 vs 0.2	:	0.0000000071	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000112	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000041	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.18. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

ตารางที่ ง.18 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.18

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	2.3365e-13	5.78e-16	1.8588
Error	405	1.2601e-13	3.11e-16	Prob>F
Total	809	3.5967e-13		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	7.31E-15	11.7443	<0.0001
C-type	4	2.72E-14	21.8655	<0.0001
Pc	2	1.71E-15	2.7483	0.0652
M-type	2	4.92E-14	79.0724	<0.0001
Pm	2	1.18E-14	18.9394	<0.0001
pop*C-type	8	4.19E-15	1.6838	0.1004
pop*Pc	4	1.81E-15	1.40	0.2163
pop*M-type	4	6.51E-16	0.5228	0.70
pop*Pm	4	1.49E-15	1.1946	0.326
C-type*Pc	8	5.37E-15	2.1560	0.0299
C-type*M-type	8	1.31E-14	5.2498	<0.0001
C-type*Pm	8	5.36E-15	2.1553	0.0300
Pc*M-type	4	8.24E-13	0.8817	0.6189
Pc*Pm	4	1.12E-15	0.8959	0.4663
M-type*Pm	4	2.21E-15	1.7767	0.1326
pop*C-type*Pc	16	2.52E-15	0.5056	0.9444
pop*C-type*Mtype	16	4.80E-15	0.9645	0.4951
pop*C-type*Pm	16	4.70E-15	0.9437	0.5189
pop*Pc*M-type	8	3.12E-15	1.2530	0.2668
pop*Pc*Pm	8	2.13E-15	0.8562	0.5537
pop*M-type*Pm	8	1.04E-15	0.4180	0.9102
C-type*Pc*M-type	16	4.62E-15	0.9272	0.5378
C-type*Pc*Pm	16	2.67E-15	0.5362	0.9277
C-type*M-type*Pm	16	3.81E-15	0.7659	0.7245
Pc*M-type*Pm	8	2.06E-15	0.8263	0.5798
pop*C-type*Pc*M-type	32	9.12E-15	0.9158	0.6024
pop*C-type*Pc*Pm	32	1.23E-14	1.2389	0.1782
pop*C-type*M-type*Pm	32	1.14E-14	1.1443	0.2737
pop*Pc*M-type*Pm	16	2.57E-15	0.5155	0.9392
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	9.39E-15	0.9426	0.5600
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	2.41E-14	1.2095	0.1429

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.18

pop	mean
10	0.0012345642
15	0.0012345680
20	0.0012345716

Syl= 0.0000000011	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000030
r3= 2.92	0.0000000031

10 vs 15	:	0.0000000038	> R2	sig
10 vs 20	:	0.0000000073	> R3	sig
15 vs 20	:	0.0000000035	> R2	sig

Ctype	mean
CX	0.0012345800
OBX	0.0012345657
PBX	0.0012345676
PMX	0.0012345684
OX	0.0012345779

Syl= 0.0000000014	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000038
r3= 2.92	0.0000000040
r4= 3.02	0.0000000042
r5= 3.08	0.0000000043

CX vs OBX	:	0.0000000057	> R2	sig
CX vs PBX	:	0.0000000076	> R3	sig
CX vs PMX	:	0.0000000084	> R4	sig
CX vs OX	:	0.0000000179	> R5	sig
OBX vs PBX	:	0.0000000019	< R2	-
OBX vs PMX	:	0.0000000027	< R3	-
OBX vs OX	:	0.0000000122	> R4	sig
PBX vs PMX	:	0.0000000008	< R2	-
PBX vs OX	:	0.0000000103	> R3	sig
PMX vs OX	:	0.0000000095	> R2	sig

Mtype	mean
RandS	0.0012345689
Inst	0.0012345726
Re-Ex	0.0012345743

Syl= 0.0000000011	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000030
r3= 2.92	0.0000000031

RandS vs Inst	:	0.0000000166	> R2	sig
RandS vs Re-Ex	:	0.0000000174	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000018	< R2	-

Pm	mean
0.1	0.0012345626
0.2	0.0012345691
0.3	0.0012345719

Syl= 0.0000000011	R=r*Syl
r2= 2.77	0.0000000030
r3= 2.92	0.0000000031

0.1 vs 0.2	:	0.0000000063	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000091	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000028	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.19. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.19 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.19

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	9.1614e-13	2.27e-15	1.5242
Error	405	6.0257e-13	1.49e-15	Prob>F
Total	809	1.5187e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	3.638E-14	11.8889	<0.0001
C-type	4	2.94E-14	4.9404	0.0007
Pc	2	5.505E-16	0.185	0.8312
M-type	2	1.079E-13	36.2701	<0.0001
Pm	2	6.219E-14	20.898	<0.0001
pop*C-type	8	2.204E-14	1.8517	0.0562
pop*Pc	4	7.078E-15	1.1892	0.3149
pop*M-type	4	1.645E-14	2.7636	0.0273
pop*Pm	4	1.367E-15	0.2297	0.9217
C-type*Pc	8	1.271E-14	1.0682	0.3845
C-type*M-type	8	1.788E-14	1.5018	0.1545
C-type*Pm	8	2.023E-14	1.6994	0.0957
Pc*M-type	4	2.723E-14	4.5755	0.0013
Pc*Pm	4	2.386E-1 5	0.401	0.8079
M-type*Pm	4	1.691E-15	0.2842	0.8882
pop*C-type*Pc	16	1.565E-14	0.6575	0.8356
pop*C-type*Mtype	16	3.69E-14	1.5502	0.0794
pop*C-type*Pm	16	2.409E-14	1.0118	0.4428
pop*Pc*M-type	8	8.689E-15	0.73	0.665
pop*Pc*Pm	8	1.047E-14	0.8799	0.5334
pop*M-type*Pm	8	1.348E-14	1.1322	0.3403
C-type*Pc*M-type	16	1.563E-14	0.6571	0.8359
C-type*Pc*Pm	16	3.146E-14	1.3215	0.1799
C-type*M-type*Pm	16	2.94E-14	1.2351	0.2376
Pc*M-type*Pm	8	1.181E-14	0.9925	0.4412
pop*C-type*Pc*M-type	32	5.87E-14	1.233	0.1883
pop*C-type*Pc*Pm	32	5.09E-14	1.0692	0.3694
pop*C-type*M-type*Pm	32	5.994E-14	1.259	0.1615
pop*Pc*M-type*Pm	16	2.298E-14	0.9651	0.4945
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	5.526E-14	1.1606	0.2551
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	1.063E-13	1.116	0.2644

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.19

pop	mean
10	0.0012345606
15	0.0012345664
20	0.0012345706

Syi= 0.0000000023	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000065
r3= 2.92	0.0000000069

10 vs 15	:	0.0000000058	< R2	-
10 vs 20	:	0.0000000160	> R3	sig
15 vs 20	:	0.0000000102	> R2	sig

Ctype	mean
PBX	0.0012345623
OBX	0.0012345642
CX	0.0012345656
PMX	0.0012345681
OX	0.0012345793

Syi= 0.0000000030	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000084
r3= 2.92	0.0000000089
r4= 3.02	0.0000000092
r5= 3.09	0.0000000094

PBX vs OBX	:	0.0000000019	< R2	-
PBX vs CX	:	0.0000000033	< R3	-
PBX vs PMX	:	0.0000000056	< R4	-
PBX vs OX	:	0.0000000170	> R5	sig
OBX vs CX	:	0.0000000014	< R2	-
OBX vs PMX	:	0.0000000039	< R3	-
OBX vs OX	:	0.0000000151	> R4	sig
CX vs PMX	:	0.0000000025	< R2	-
CX vs OX	:	0.0000000137	> R3	sig
PMX vs OX	:	0.0000000112	> R2	sig

Mtype	mean
Inst	0.0012345634
RandS	0.0012345687
Re-Ex	0.0012345816

Syi= 0.0000000023	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000065
r3= 2.92	0.0000000069

Inst vs RandS	:	0.0000000183	> R2	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000282	> R3	sig
RandS vs Re-Ex	:	0.0000000129	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345562
0.2	0.0012345703
0.3	0.0012345772

Syi= 0.0000000023	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000065
r3= 2.92	0.0000000069

0.1 vs 0.2	:	0.0000000141	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000210	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000069	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10,15
Crossover Type	PMX, CX, PBX, OBX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	insertion
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.20. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ตารางที่ ง.20 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.20

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	1.7684e-12	4.38e-15	1.8547
Error	405	9.5586e-13	2.36e-15	Prob>F
Total	809	2.7143e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2.602E-14	5.5133	0.0043
C-type	4	3.708E-14	3.9212	0.0039
Pc	2	1.862E-16	0.0394	0.9613
M-type	2	2.053E-13	43.4919	<0.0001
Pm	2	1.141E-13	24.1650	<0.0001
pop*C-type	8	1.087E-09	0.9907	0.4426
pop*Pc	4	6.326E-15	0.6700	0.8131
pop*M-type	4	7.48E-15	0.7923	0.5306
pop*Pm	4	2.561E-14	2.7123	0.0297
C-type*Pc	8	1.101E-14	0.5831	0.7919
C-type*M-type	8	3.388E-14	1.7946	0.0764
C-type*Pm	8	1.919E-14	1.0164	0.4228
Pc*M-type	4	1.149E-14	1.2175	0.3027
Pc*Pm	4	7.036E-15	0.7453	0.5600
M-type*Pm	4	4.737E-15	0.5017	0.7345
pop*C-type*Pc	16	5.924E-14	1.3589	0.0740
pop*C-type*Mtype	16	5.389E-14	1.4138	0.1311
pop*C-type*Pm	16	3.729E-14	0.9875	0.4694
pop*Pc*M-type	8	3.206E-14	1.6992	0.0967
pop*Pc*Pm	8	1.778E-14	0.9415	0.4819
pop*M-type*Pm	8	2.484E-14	1.3158	0.2337
C-type*Pc*M-type	16	7.247E-14	1.9120	0.0175
C-type*Pc*Pm	16	6.044E-14	1.6006	0.0654
C-type*M-type*Pm	16	5.395E-14	1.4267	0.1243
Pc*M-type*Pm	8	3.646E-14	1.9311	0.0540
pop*C-type*Pc*M-type	32	1.435E-13	0.0000	0.0027
pop*C-type*Pc*Pm	32	1.702E-13	2.2529	0.0002
pop*C-type*M-type*Pm	32	9.827E-14	1.3012	0.1305
pop*Pc*M-type*Pm	16	7.094E-14	1.8167	0.0208
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1.191E-13	1.5765	0.0261
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	1.905E-13	1.2614	0.0969

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.20

pop	mean
10	0.0012346801
15	0.0012346700
20	0.0012346735

Syi= 0.0000000030	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000082
r3= 2.92	0.0000000086

10 vs 15	:	0.0000000099	> R2	sig
10 vs 20	:	0.0000000134	> R3	sig
15 vs 20	:	0.0000000035	< R2	-

Ctype	mean
OBX	0.0012346807
PMX	0.0012346823
CX	0.0012346681
PBX	0.0012346684
OX	0.0012346800

Syi= 0.0000000036	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000108
r3= 2.92	0.0000000111
r4= 3.02	0.0000000116
r5= 3.09	0.0000000118

OBX vs PMX	:	0.0000000016	< R2	-
OBX vs CX	:	0.0000000074	< R3	-
OBX vs PBX	:	0.0000000077	< R4	-
OBX vs OX	:	0.0000000165	> R5	sig
PMX vs CX	:	0.0000000058	< R2	-
PMX vs PBX	:	0.0000000061	< R3	-
PMX vs OX	:	0.0000000177	> R4	sig
CX vs PBX	:	0.0000000003	< R2	-
CX vs OX	:	0.0000000119	> R3	sig
PBX vs OX	:	0.0000000116	> R2	sig

Mtype	mean
Inst	0.0012346466
Re-Ex	0.0012346774
Rand8	0.0012346806

Syi= 0.0000000030	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000082
r2= 2.92	0.0000000086

Inst vs Re-Ex	:	0.0000000319	> R2	sig
Inst vs Rand8	:	0.0000000353	> R3	sig
Re-Ex vs Rand8	:	0.0000000034	< R2	-

Pm	mean
0.1	0.0012345644
0.2	0.0012345660
0.3	0.0012345633

Syi= 0.0000000030	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000082
r3= 2.92	0.0000000086

0.1 vs 0.2	:	0.0000000116	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000289	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000173	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	PMX, CX, PBX, OBX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	insertion
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.21. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 10 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

ตารางที่ ง.21 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.21

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	2.5062e-12	6.2e-15	1.4498
Error	405	1.7329e-12	4.28e-15	Prob>F
Total	809	4.2391e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	1.11E-14	1.2919	0.2759
C-type	4	4.65E-14	2.7176	0.0295
Pc	2	1.26E-14	1.4674	0.2317
M-type	2	3.01E-13	35.1263	<0.0001
Pm	2	2.17E-13	25.3235	<0.0001
pop*C-type	8	3.05E-14	0.8911	0.5238
pop*Pc	4	1.18E-14	0.6890	0.5999
pop*M-type	4	2.58E-15	0.1505	0.9627
pop*Pm	4	6.33E-14	4.8690	0.0008
C-type*Pc	8	4.05E-14	1.1837	0.3074
C-type*M-type	8	6.47E-14	1.8906	0.0600
C-type*Pm	8	4.61E-14	1.3454	0.2192
Pc*M-type	4	1.70E-14	0.9946	0.4102
Pc*Pm	4	1.23E-14	0.7203	0.5784
M-type*Pm	4	1.74E-14	1.0157	0.3990
pop*C-type*Pc	16	3.53E-14	0.5162	0.9389
pop*C-type*Mtype	16	9.46E-14	1.3821	0.1464
pop*C-type*Pm	16	7.48E-14	1.0927	0.3595
pop*Pc*M-type	8	2.67E-14	0.7604	0.6202
pop*Pc*Pm	8	8.19E-14	1.8091	0.0737
pop*M-type*Pm	8	4.92E-14	1.4364	0.4793
C-type*Pc*M-type	16	7.19E-14	1.0497	0.4027
C-type*Pc*Pm	16	7.26E-14	1.0609	0.3912
C-type*M-type*Pm	16	8.58E-14	1.2533	0.2244
Pc*M-type*Pm	8	2.82E-14	0.8252	0.5807
pop*C-type*Pc*M-type	32	1.98E-13	1.4493	0.0573
pop*C-type*Pc*Pm	32	9.68E-14	0.7070	0.8839
pop*C-type*M-type*Pm	32	1.48E-13	1.0802	0.3544
pop*Pc*M-type*Pm	16	7.46E-14	1.0893	0.3629
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	2.12E-13	1.5491	0.0311
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	2.62E-13	0.9553	0.5763

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.21

Ctype	mean
OBX	0.0012346554
CX	0.0012345994
PMX	0.0012345678
PBX	0.0012345687
OX	0.0012346802

Syx= 0.0000000061	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000142
r3= 2.92	0.0000000150
r4= 3.02	0.0000000155
r5= 3.09	0.0000000159

OBX	vs	CX	:	0.0000000100	< R2	-
OBX	vs	PMX	:	0.0000000114	< R3	-
OBX	vs	PBX	:	0.0000000123	< R4	-
OBX	vs	OX	:	0.0000000238	> R5	sig
CX	vs	PMX	:	0.0000000014	< R2	-
CX	vs	PBX	:	0.0000000023	< R3	-
CX	vs	OX	:	0.0000000138	< R4	-
PMX	vs	PBX	:	0.0000000009	< R2	-
PMX	vs	OX	:	0.0000000124	< R3	-
PBX	vs	OX	:	0.0000000115	< R2	-

Mtype	mean
Inst	0.0012346416
Re-Ex	0.0012345764
RandS	0.0012345859

Syx= 0.0000000040	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000110
r3= 2.92	0.0000000116

Inst	vs	Re-Ex	:	0.0000000339	> R2	sig
Inst	vs	RandS	:	0.0000000454	> R3	sig
Re-Ex	vs	RandS	:	0.0000000115	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345491
0.2	0.0012346678
0.3	0.0012345681

Syx= 0.0000000040	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000110
r3= 2.92	0.0000000116

0.1	vs	0.2	:	0.0000000196	> R2	sig
0.1	vs	0.3	:	0.0000000400	> R3	sig
0.2	vs	0.3	:	0.0000000205	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	ไม่มีนัยสำคัญ
Crossover Type	OBX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	insertion
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.22. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.22 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.22

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	1.3856e-12	3.43e-15	1.503
Error	405	9.2416e-13	2.28e-15	Prob>F
Total	809	2.3098e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	6.42E-15	1.4077	0.2459
C-type	4	2.57E-14	2.8151	0.0251
Pc	2	4.04E-16	0.0892	0.9147
M-type	2	4.70E-13	102.9184	<0.0001
Pm	2	3.81E-14	8.3518	0.0003
pop*C-type	8	4.26E-14	2.3321	0.0186
pop*Pc	4	9.69E-15	1.0615	0.3752
pop*M-type	4	1.94E-14	2.1302	0.0783
pop*Pm	4	3.72E-15	0.4188	0.7591
C-type*Pc	8	1.68E-14	0.9194	0.5002
C-type*M-type	8	5.06E-14	2.7735	0.0054
C-type*Pm	8	1.42E-14	0.7782	0.6239
Pc*M-type	4	1.16E-14	1.2709	0.2807
Pc*Pm	4	2.60E-15	0.2845	0.8880
M-type*Pm	4	4.00E-15	0.4388	0.7806
pop*C-type*Pc	16	3.28E-14	0.8983	0.5714
pop*C-type*Mtype	16	1.59E-14	0.4384	0.9724
pop*C-type*Pm	16	3.37E-14	0.9238	0.5418
pop*Pc*M-type	8	1.61E-14	0.8826	0.5311
pop*Pc*Pm	8	1.45E-14	0.7954	0.6070
pop*M-type*Pm	8	7.03E-15	0.3852	0.9284
C-type*Pc*M-type	16	6.08E-14	1.6845	0.0508
C-type*Pc*Pm	16	2.86E-14	0.7882	0.6994
C-type*M-type*Pm	16	2.998E-14	0.8212	0.6616
Pc*M-type*Pm	8	1.34E-14	0.7383	0.6594
pop*C-type*Pc*M-type	32	5.73E-14	0.7849	0.7953
pop*C-type*Pc*Pm	32	7.96E-14	1.0901	0.3411
pop*C-type*M-type*Pm	32	6.00E-14	0.8277	0.7438
pop*Pc*M-type*Pm	16	2.55E-14	0.8988	0.7958
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	6.59E-14	0.8709	0.6725
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	1.31E-13	0.8957	0.6999

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.22

Ctype	mean
CX	0.0012345601
OX	0.0012345641
PBX	0.0012345686
OBX	0.0012345742
PMX	0.0012345744

Syx= 0.0000000038	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000104
r3= 2.92	0.0000000110
r4= 3.02	0.0000000113
r5= 3.09	0.0000000116

CX vs OX	:	0.0000000040	< R2	-
CX vs PBX	:	0.0000000085	< R3	-
CX vs OBX	:	0.0000000141	> R4	sig
CX vs PMX	:	0.0000000143	> R5	sig
OX vs PBX	:	0.0000000025	< R2	-
OX vs OBX	:	0.0000000101	< R3	-
OX vs PMX	:	0.0000000103	< R4	-
PBX vs OBX	:	0.0000000076	< R2	-
PBX vs PMX	:	0.0000000078	< R3	-
OBX vs PMX	:	0.0000000002	< R2	-

Mtype	mean
Rand3	0.0012345382
Inst	0.0012345662
Re-Ex	0.0012345681

Syx= 0.0000000029	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000080
r3= 2.92	0.0000000085

Rand3 vs Inst	:	0.0000000270	> R2	sig
Rand3 vs Re-Ex	:	0.0000000589	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000319	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345582
0.2	0.0012345686
0.3	0.0012345760

Syx= 0.0000000029	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000080
r3= 2.92	0.0000000085

0.1 vs 0.2	:	0.0000000093	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000168	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000075	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	ไม่มีนัยสำคัญ
Crossover Type	CX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.23. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ตารางที่ ง.23 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.23

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	2.0959e-12	519e-15	1.6947
Error	405	1.2398e-12	3.06e-15	Prob>F
Total	809	3.357e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2.447E-14	3.9959	0.0191
C-type	4	6.255E-14	5.1079	0.0005
Pc	2	2.232E-14	3.6460	0.0270
M-type	2	5.580E-13	9.1350	<0.0001
Pm	2	9.907E-14	16.1806	<0.0001
pop*C-type	8	4.71E-14	1.9240	0.0550
pop*Pc	4	1.508E-14	1.2314	0.2969
pop*M-type	4	1.685E-14	1.3598	3.2472
pop*Pm	4	3.022E-14	2.4677	0.3444
C-type*Pc	8	3.819E-14	1.5595	0.1351
C-type*M-type	8	8.891E-14	3.6306	0.0004
C-type*Pm	8	4.363E-14	1.7805	3.0791
Pc*M-type	4	2.433E-14	1.9872	0.0956
Pc*Pm	4	2.223E-14	1.8153	0.1250
M-type*Pm	4	1.343E-14	0.8513	0.4933
pop*C-type*Pc	16	5.469E-14	1.1166	0.3367
pop*C-type*Mtype	16	7.458E-14	1.5226	0.0881
pop*C-type*Pm	16	5.399E-14	1.1023	0.3503
pop*Pc*M-type	8	1.535E-14	0.6266	3.7555
pop*Pc*Pm	8	2.452E-14	1.0012	0.4344
pop*M-type*Pm	8	3.436E-14	1.4029	0.1932
C-type*Pc*M-type	16	4.443E-14	0.9071	0.5612
C-type*Pc*Pm	16	6.593E-14	1.3461	0.1656
C-type*M-type*Pm	16	3.695E-14	0.7544	0.7372
Pc*M-type*Pm	8	2.634E-14	1.1558	3.3249
pop*C-type*Pc*M-type	32	9.325E-14	0.9519	0.5453
pop*C-type*Pc*Pm	32	1.044E-13	1.0656	0.3743
pop*C-type*M-type*Pm	32	5.776E-14	0.5896	3.9649
pop*Pc*M-type*Pm	16	3.532E-14	0.7211	0.7729
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	7.199E-14	0.7349	0.8552
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	1.969E-13	1.0051	3.4709

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.23

pop	mean
10	0.0012345606
15	0.0012345692
20	0.0012345739

Syi= 0.0000000011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000029
r3= 2.92	0.0000000031

10 vs 15	:	0.0000000086	> R2	sig
10 vs 20	:	0.0000000133	> R3	sig
15 vs 20	:	0.0000000047	> R2	sig

Ctype	mean
CX	0.0012345630
OX	0.0012345641
PMX	0.0012345695
OBX	0.0012345769
PBX	0.0012345770

Syi= 0.0000000014	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000038
r3= 2.92	0.0000000040
r4= 3.02	0.0000000042
r5= 3.08	0.0000000042

CX vs OX	:	0.0000000111	> R2	sig
CX vs PMX	:	0.0000000166	> R3	sig
CX vs OBX	:	0.0000000229	> R4	sig
CX vs PBX	:	0.0000000240	> R5	sig
OX vs PMX	:	0.0000000055	> R2	sig
OX vs OBX	:	0.0000000118	> R3	sig
OX vs PBX	:	0.0000000129	> R4	sig
PMX vs OBX	:	0.0000000063	> R2	sig
PMX vs PBX	:	0.0000000074	> R3	sig
OBX vs PBX	:	0.0000000011	< R2	-

Pc	mean
0.5	0.0012345605
0.7	0.0012345708
0.9	0.0012345724

Syi= 0.0000000011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000029
r3= 2.92	0.0000000031

0.5 vs 0.7	:	0.0000000103	> R2	sig
0.5 vs 0.9	:	0.0000000119	> R3	sig
0.7 vs 0.9	:	0.0000000016	< R2	-

Mtype	mean
Rand8	0.0012345328
Inst	0.0012345749
Re-Ex	0.0012345959

Syi= 0.0000000011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000029
r3= 2.92	0.0000000031

Rand8 vs Inst	:	0.0000000421	> R2	sig
Rand8 vs Re-Ex	:	0.0000000631	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000210	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345542
0.2	0.0012345681
0.3	0.0012345813

Syi= 0.0000000011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000029
r3= 2.92	0.0000000031

0.1 vs 0.2	:	0.0000000139	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000271	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000132	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX
Pc	0.5
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.24. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

ตารางที่ ง.24 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	4.094e-12	1.01e-14	1.6068
Error	405	2.5542e-12	6.31e-15	Prob>F
Total	809	6.6483e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	5.02E-14	3.9789	0.0194
C-type	4	2.06E-13	8.1726	<0.0001
Pc	2	2.76E-14	2.1854	0.1138
M-type	2	1.13E-12	89.9083	<0.0001
Pm	2	1.10E-13	8.7085	0.0002
pop*C-type	8	8.69E-14	1.7217	0.0915
pop*Pc	4	2.08E-14	0.8248	0.5100
pop*M-type	4	3.33E-14	1.3207	0.2615
pop*Pm	4	2.07E-14	0.8251	0.5097
C-type*Pc	8	4.92E-14	0.9755	0.4445
C-type*M-type	8	9.85E-14	1.9530	0.0511
C-type*Pm	8	6.57E-14	1.3020	0.2407
Pc*M-type	4	2.92E-14	1.1569	0.3294
Pc*Pm	4	3.75E-14	1.4870	0.2053
M-type*Pm	4	2.66E-14	1.0554	0.3783
pop*C-type*Pc	16	1.21E-01	1.2029	0.2622
pop*C-type*Mtype	16	4.68E-14	0.4634	0.9630
pop*C-type*Pm	16	6.74E-14	0.5679	0.8259
pop*Pc*M-type	8	5.34E-14	1.0576	0.3921
pop*Pc*Pm	8	4.10E-14	0.8129	0.6915
pop*M-type*Pm	8	2.73E-14	0.5515	0.8094
C-type*Pc*M-type	16	6.63E-14	0.6574	0.8357
C-type*Pc*Pm	16	1.19E-13	1.1741	0.2857
C-type*M-type*Pm	16	5.50E-14	0.5452	0.9222
Pc*M-type*Pm	8	7.75E-14	0.3459	0.9475
pop*C-type*Pc*M-type	32	2.39E-13	1.1845	0.2296
pop*C-type*Pc*Pm	32	2.45E-13	1.2126	0.2018
pop*C-type*M-type*Pm	32	7.98E-13	0.9828	0.4970
pop*Pc*M-type*Pm	16	1.08E-13	1.0694	0.3826
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	2.06E-13	1.0199	0.4404
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	4.86E-13	1.2048	0.1477

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.24

pop	mean
10	0.0012345571
15	0.0012345771
20	0.0012345755

Syi= 0.0000000048	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000134
r3= 2.92	0.0000000141

10 vs 15	:	0.0000000200	> R2	sig
10 vs 20	:	0.0000000164	> R3	sig
15 vs 20	:	-0.0000000016	< R2	-

Ctype	mean
CX	0.0012345468
OX	0.0012345618
PBX	0.0012345758
PMX	0.0012345827
OBX	0.0012345834

Syi= 0.0000000082	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000173
r3= 2.92	0.0000000182
r4= 3.02	0.0000000188
r5= 3.09	0.0000000193

CX vs OX	:	0.0000000060	< R2	-
CX vs PBX	:	0.0000000300	> R3	sig
CX vs PMX	:	0.0000000369	> R4	sig
CX vs OBX	:	0.0000000376	> R5	sig
OX vs PBX	:	0.0000000240	> R2	sig
OX vs PMX	:	0.0000000309	> R3	sig
OX vs OBX	:	0.0000000316	> R4	sig
PBX vs PMX	:	0.0000000069	< R2	-
PBX vs OBX	:	0.0000000076	< R3	-
PMX vs OBX	:	0.0000000007	< R2	-

Mtype	mean
RandS	0.0012346207
Inst	0.0012346709
Re-Ex	0.0012346122

Syi= 0.0000000048	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000134
r3= 2.92	0.0000000141

RandS vs Inst	:	0.0000000502	> R2	sig
RandS vs Re-Ex	:	0.0000000915	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000413	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012346616
0.2	0.0012345739
0.3	0.0012345781

Syi= 0.0000000048	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000134
r3= 2.92	0.0000000141

0.1 vs 0.2	:	0.0000000223	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000265	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000042	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	10
Crossover Type	CX,OX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.25. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.25 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	1.6833e-12	4.66e-15	1.526
Error	405	1.2416e-12	3.07e-15	Prob>F
Total	809	3.125e-12		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	8.41E-15	1.3718	0.2549
C-type	4	1.75E-13	14.2688	<0.0001
Pc	2	4.19E-15	0.8833	0.5055
M-type	2	4.19E-15	51.5658	<0.0001
Pm	2	3.16E-13	19.8902	<0.0001
pop*C-type	8	2.02E-14	0.6208	0.5846
pop*Pc	4	6.34E-15	0.6721	0.6116
pop*M-type	4	1.60E-14	1.3055	0.2672
pop*Pm	4	4.81E-14	0.3929	0.8137
C-type*Pc	8	3.04E-14	1.2406	0.2737
C-type*M-type	8	4.85E-14	1.8986	0.0590
C-type*Pm	8	3.22E-14	1.3119	0.2356
Pc*M-type	4	6.70E-15	0.5464	0.7018
Pc*Pm	4	7.43E-15	0.8057	0.6588
M-type*Pm	4	2.54E-14	2.0697	0.0840
pop*C-type*Pc	16	2.88E-14	0.5878	0.8934
pop*C-type*Mtype	16	3.50E-14	0.7134	0.7809
pop*C-type*Pm	16	5.31E-14	1.0835	0.3886
pop*Pc*M-type	8	1.39E-14	0.5685	0.8038
pop*Pc*Pm	8	2.76E-14	1.1255	0.3447
pop*M-type*Pm	6	2.70E-14	1.1000	0.3621
C-type*Pc*M-type	16	7.97E-14	1.8242	0.0596
C-type*Pc*Pm	16	5.30E-14	1.0798	0.3724
C-type*M-type*Pm	16	7.00E-14	1.4265	0.1253
Pc*M-type*Pm	8	1.18E-14	1.8292	0.0700
pop*C-type*Pc*M-type	32	8.04E-14	0.8196	0.7483
pop*C-type*Pc*Pm	32	1.09E-13	1.1102	0.3150
pop*C-type*M-type*Pm	32	1.12E-13	1.1334	0.2865
pop*Pc*M-type*Pm	16	5.46E-14	1.1122	0.3409
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1.06E-13	1.0843	0.3488
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	1.65E-13	0 .8431	0.7971

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.25

Ctype	mean
OBX	0.0012345641
PBX	0.0012345617
PMX	0.0012345635
CX	0.0012345637
OX	0.0012345664

Syi= 0.0000000044	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000121
r3= 2.92	0.0000000127
r4= 3.02	0.0000000131
r5= 3.09	0.0000000135

OBX vs PBX	:	0.0000000076	< R2	-
OBX vs PMX	:	0.0000000094	< R3	-
OBX vs CX	:	0.0000000096	< R4	-
OBX vs OX	:	0.0000000423	> R5	sig
PBX vs PMX	:	0.0000000018	< R2	-
PBX vs CX	:	0.0000000020	< R3	-
PBX vs OX	:	0.0000000347	> R4	sig
PMX vs CX	:	0.0000000002	< R2	-
PMX vs OX	:	0.0000000329	> R3	sig
CX vs OX	:	0.0000000327	> R2	sig

Mtype	mean
RandS	0.0012345467
Inst	0.0012345627
Re-Ex	0.0012345643

Syi= 0.0000000034	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000093
r3= 2.92	0.0000000098

RandS vs Inst	:	0.0000000160	> R2	sig
RandS vs Re-Ex	:	0.0000000476	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000316	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345619
0.2	0.0012345700
0.3	0.0012345818

Syi= 0.0000000034	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000093
r3= 2.92	0.0000000098

0.1 vs 0.2	:	0.0000000181	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0000000299	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000118	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	ไม่มีนัยสำคัญ
Crossover Type	PMX, CX, PBX, OBX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.26. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.50 W2=0.50

ตารางที่ ง.26 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.26

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	1.88624e-12	4.61-e15	1.2755
Error	405	1.4637e-12	3.16e-15	Prob>F
Total	809	3.3216e-12		0.0073

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	2.437E-15	0.3371	0.7140
C-type	4	7.55E-14	5.2226	0.0004
Pc	2	8.523E-15	1.1791	0.3086
M-type	2	3.359E-13	46.4677	<0.0001
Pm	2	9.267E-14	12.8211	<0.0001
pop*C-type	8	3.357E-14	1.1612	0.3215
pop*Pc	4	2.454E-14	1.6975	0.1497
pop*M-type	4	5.525E-15	0.3822	0.8214
pop*Pm	4	3.735E-15	0.9501	0.4349
C-type*Pc	8	2.597E-14	0.8981	0.5160
C-type*M-type	8	1.338E-14	0.4626	0.8822
C-type*Pm	8	3.366E-14	1.1710	0.3153
Pc*M-type	4	9.638E-15	0.6667	0.6154
Pc*Pm	4	1.387E-14	0.9594	0.4296
M-type*Pm	4	9.395E-15	0.6499	0.6272
pop*C-type*Pc	16	5.152E-14	0.8909	0.5801
pop*C-type*Mtype	16	4.709E-14	0.8143	0.6695
pop*C-type*Pm	16	7.206E-14	1.2462	0.2295
pop*Pc*M-type	8	7.113E-15	0.2460	0.9817
pop*Pc*Pm	8	4.064E-14	1.4057	0.1920
pop*M-type*Pm	8	3.966E-14	1.3717	0.2070
C-type*Pc*M-type	16	3.627E-14	0.6273	0.8622
C-type*Pc*Pm	16	7.437E-14	1.2861	0.2021
C-type*M-type*Pm	16	4.814E-14	0.8325	0.6485
Pc*M-type*Pm	8	2.44E-14	0.8436	0.5645
pop*C-type*Pc*M-type	32	1.694E-13	1.0001	0.4536
pop*C-type*Pc*Pm	32	1.197E-13	1.0350	0.4181
pop*C-type*M-type*Pm	32	7.64E-14	0.6606	0.9235
pop*Pc*M-type*Pm	16	5.614E-14	1.0055	0.4497
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	1.0962E-13	0.9496	0.5491
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	2.4166E-13	1.0446	0.3908

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.26

Ctype	mean
OBX	0.0012345682
CX	0.0012345608
PMX	0.0012345646
PBX	0.0012345705
OX	0.0012345864

Syx= 0.0000000047	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000131
r3= 2.92	0.0000000136
r4= 3.02	0.0000000143
r5= 3.09	0.0000000146

OBX	vs CX	:	0.0000000026	< R2	-
OBX	vs PMX	:	0.0000000064	< R3	-
OBX	vs PBX	:	0.0000000123	< R4	-
OBX	vs OX	:	0.0000000272	> R5	sig
CX	vs PMX	:	0.0000000038	< R2	-
CX	vs PBX	:	0.0000000097	< R3	-
CX	vs OX	:	0.0000000246	> R4	sig
PMX	vs PBX	:	0.0000000059	< R2	-
PMX	vs OX	:	0.0000000208	> R3	sig
PBX	vs OX	:	0.0000000149	> R2	sig

Mtype	mean
Rand8	0.0012345416
Inst	0.0012345711
Re-Ex	0.0012345911

Syx= 0.0000000037	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000101
r3= 2.92	0.0000000107

Rand8	vs Inst	:	0.0000000296	> R2	sig
Rand8	vs Re-Ex	:	0.0000000496	> R3	sig
Inst	vs Re-Ex	:	0.0000000200	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345529
0.2	0.0012345740
0.3	0.0012345788

Syx= 0.0000000037	R=r*Syx
r2= 2.77	0.0000000101
r3= 2.92	0.0000000107

0.1	vs 0.2	:	0.0000000211	> R2	sig
0.1	vs 0.3	:	0.0000000239	> R3	sig
0.2	vs 0.3	:	0.0000000028	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	ไม่มีนัยสำคัญ
Crossover Type	PMX, CX, PBX, OBX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence
Pm	0.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.1.27. วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหมาะสมของคำตอบ ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุหลายประสงค์ โรงงานขนาด 20 แผนก พื้นที่แผนกไม่เท่ากัน W1=0.75 W2=0.25

ตารางที่ ง.27 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลลอบต่อคำตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.1.27

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	6.88e-11	1.7e-13	6.742
Error	405	1.0273e-11	2.54e-14	Prob>F
Total	809	7.9076e-11		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	5.78E-12	113.9786	<0.0001
C-type	4	1.15E-11	113.1478	<0.0001
Pc	2	4.19E-15	0.6833	0.5055
M-type	2	4.36E-13	8.6335	0.0002
Pm	2	5.85E-13	11.5478	<0.0001
pop*C-type	8	2.26E-11	111.3420	<0.0001
pop*Pc	4	2.82E-12	27.7586	<0.0001
pop*M-type	4	1.87E-14	0.1846	0.9464
pop*Pm	4	4.75E-13	4.6826	0.0011
C-type*Pc	8	5.75E-12	28.3362	<0.0001
C-type*M-type	8	9.10E-13	0.4486	0.8914
C-type*Pm	8	5.74E-13	2.8765	0.0040
Pc*M-type	4	8.81E-14	0.8685	0.4828
Pc*Pm	4	1.71E-13	1.8813	0.1534
M-type*Pm	4	1.41E-13	1.3850	0.2383
pop*C-type*Pc	16	1.05E-11	25.9545	<0.0001
pop*C-type*Mtype	16	1.36E-12	0.3347	0.9933
pop*C-type*Pm	16	1.75E-12	4.2250	<0.0001
pop*Pc*M-type	8	3.65E-14	0.1798	0.9936
pop*Pc*Pm	8	1.71E-13	0.8944	0.5210
pop*M-type*Pm	8	8.21E-14	0.4048	0.9177
C-type*Pc*M-type	16	1.45E-13	0.3580	0.9902
C-type*Pc*Pm	16	3.775-E13	0.9304	0.5342
C-type*M-type*Pm	16	1.32E-13	0.3037	0.9982
Pc*M-type*Pm	8	8.57E-14	0.4223	0.9076
pop*C-type*Pc*M-type	32	3.68E-13	0.4524	0.9981
pop*C-type*Pc*Pm	32	9.75E-13	1.2018	1122
pop*C-type*M-type*Pm	32	4.34E-13	0.5355	0.9833
pop*Pc*M-type*Pm	16	2.32E-13	0.5721	0.9048
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	4.37E-13	0.5385	0.9825
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	8.63E-13	0.4979	0.9995

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.1.27

pop	mean
15	0.0012344485
10	0.0012345832
20	0.0012346227

Syi= 0.0000000097	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000269
r3= 2.92	0.0000000283

15 vs 10	:	0.0000001147	> R2	sig
15 vs 20	:	0.0000001742	> R3	sig
10 vs 20	:	0.0000000595	> R2	sig

Ctype	mean
PMX	0.0012343317
OBX	0.0012346084
CX	0.0012346167
PBX	0.0012346257
OX	0.0012346540

Syi= 0.0000000125	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000347
r3= 2.92	0.0000000366
r4= 3.02	0.0000000378
r5= 3.09	0.0000000387

PMX vs OBX	:	0.0000002767	> R2	sig
PMX vs CX	:	0.0000002680	> R3	sig
PMX vs PBX	:	0.0000002940	> R4	sig
PMX vs OX	:	0.0000003223	> R5	sig
OBX vs CX	:	0.0000000115	< R2	-
OBX vs PBX	:	0.0000000173	< R3	-
OBX vs OX	:	0.0000000456	> R4	sig
CX vs PBX	:	0.0000000060	< R2	-
CX vs OX	:	0.0000000343	< R3	-
PBX vs OX	:	0.0000000283	< R2	-

Mtype	mean
RandS	0.0012345808
Inst	0.0012345523
Re-Ex	0.0012346009

Syi= 0.0000000097	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000269
r3= 2.92	0.0000000283

RandS vs Inst	:	0.0000000017	< R2	-
RandS vs Re-Ex	:	0.0000000502	> R3	sig
Inst vs Re-Ex	:	0.0000000485	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345379
0.2	0.0012345627
0.3	0.0012346031

Syi= 0.0000000097	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000269
r3= 2.92	0.0000000283

0.1 vs 0.2	:	0.0000000248	< R2	-
0.1 vs 0.3	:	0.0000000652	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0000000404	> R2	sig

pop*Pm	mean
15--0.1	0.0012343872
15--0.2	0.0012344171
15--0.3	0.0012345303

Syi= 0.0000000168	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000466
r3= 2.92	0.0000000491

15--0.1 vs 15--0.2	:	0.0000000199	< R2	-
15--0.1 vs 15--0.3	:	0.0000001331	> R3	sig
15--0.2 vs 15--0.3	:	0.0000001132	> R2	sig

pop*Pc	mean
15--0.5	0.0012343564
15--0.7	0.0012343724
15--0.9	0.0012346179

Syi= 0.0000000168	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0000000465
r3= 2.92	0.0000000491

15--0.5 vs 15--0.7	:	0.0000000170	< R2	-
15--0.5 vs 15--0.9	:	0.0000002625	> R3	sig
15--0.7 vs 15--0.9	:	0.0000002455	> R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95
Population Size	15
Crossover Type	PMX
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mutation Type	Random sequence ,insertion
Pm	0.1,0.2

ง.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยพิจารณาค่าตอบสนองเป็นเวลาในการคำนวณแต่ละเจนเนอเรชั่น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่พิจารณาค่าตอบสนองเป็นเวลาในการคำนวณแต่ละเจนเนอเรชั่นของแต่ละรูปแบบปัญหาได้ผลคล้ายคลึงกัน โดยจะยกตัวอย่างการวิเคราะห์ 2 ตัวอย่าง

ง.2.1. วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาในการคำนวณแต่ละเจนเนอเรชั่น ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน

ตารางที่ ง.28 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.2.1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	57.671557	0.142751	451.4686
Error	405	0.128050	0.000316	Prob>F
Total	809	57.799507		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	56.184408	88845.01	0.0000
C-type	4	0.053581	42.3643	<0.0001
Pc	2	0.002600	4.1117	0.0017
M-type	2	0.015549	24.5880	<0.0001
Pm	2	1.039636	1643.987	<0.0001
pop*C-type	8	0.033168	13.1123	<0.0001
pop*Pc	4	0.009567	7.5564	<0.0001
pop*M-type	4	0.015402	12.1775	<0.0001
pop*Pm	4	0.168874	133.3631	<0.0001
C-type*Pc	8	0.005757	2.3159	0.0194
C-type*M-type	8	0.002869	1.1341	0.3390
C-type*Pm	8	0.003484	1.3775	0.2044
Pc*M-type	4	0.002554	2.0189	0.0910
Pc*Pm	4	0.000588	2.4647	0.7616
M-type*Pm	4	0.007171	6.4605	0.0001
pop*C-type*Pc	16	0.009043	1.7872	0.0307
pop*C-type*Mtype	16	0.005592	1.3227	0.1792
pop*C-type*Pm	16	0.002797	0.5528	0.9175
pop*Pc*M-type	8	0.004827	1.9084	0.0573
pop*Pc*Pm	8	0.001176	0.4647	0.8812
pop*M-type*Pm	8	0.004535	1.7929	0.0747
C-type*Pc*M-type	16	0.005854	1.1571	0.3002
C-type*Pc*Pm	16	0.004024	0.7953	0.6913
C-type*M-type*Pm	16	0.007557	1.4719	0.1064
Pc*M-type*Pm	8	0.001979	0.7853	0.6186
pop*C-type*Pc*M-type	32	0.013899	0.1373	.00885
pop*C-type*Pc*Pm	32	0.016483	0.6291	0.0185
pop*C-type*M-type*Pm	32	0.008887	0.8763	0.6641
pop*Pc*M-type*Pm	16	0.005241	0.9964	.04596
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	0.008325	0.8228	0.7467
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	0.024473	1.2093	0.1430

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.2.1

pop	mean
6	0.2711
10	0.6306
15	0.9148

Syi= 0.0011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0030
r3= 2.92	0.0032

6 vs 10	:	0.3595	> R2	sig
6 vs 15	:	0.6437	> R3	sig
10 vs 15	:	0.2842	> R2	sig

Ctype	mean
OX	0.5914
PBX	0.6027
OBX	0.6070
PMX	0.6148
CX	0.6195

Syi= 0.0014	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0039
r3= 2.92	0.0041
r4= 3.02	0.0042
r5= 3.09	0.0043

OX vs PBX	:	0.0113	> R2	sig
OX vs OBX	:	0.0156	> R3	sig
OX vs PMX	:	0.0234	> R4	sig
OX vs CX	:	0.0281	> R5	sig
PBX vs OBX	:	0.0043	> R2	sig
PBX vs PMX	:	0.0121	> R3	sig
PBX vs CX	:	0.0168	> R4	sig
OBX vs PMX	:	0.0078	> R2	sig
OBX vs CX	:	0.0125	> R3	sig
PMX vs CX	:	0.0047	> R2	sig

Pc	mean
0.5	0.6031
0.7	0.6061
0.9	0.6093

Syi= 0.0011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0030
r3= 2.92	0.0032

0.5 vs 0.7	:	0.0031	> R2	sig
0.5 vs 0.9	:	0.0063	> R3	sig
0.7 vs 0.9	:	0.0032	> R2	sig

Mtype	mean
Inst	0.5919
RandS	0.6029
Re-Ex	0.6117

Syi= 0.0011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0030
r3= 2.92	0.0032

Inst vs RandS	:	0.0010	< R2	-
Inst vs Re-Ex	:	0.0097	> R3	sig
RandS vs Re-Ex	:	0.0088	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.5812
0.2	0.6063
0.3	0.6489

Syi= 0.0011	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0030
r3= 2.92	0.0032

0.1 vs 0.2	:	0.0451	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.0677	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0426	> R2	sig

พารามิเตอร์	เรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณจากน้อยไปมาก
Population Size	6 < 10 < 15
Crossover Type	OX < PBX < Order Base < PMX < CX
Pc	0.5 < 0.7 < 0.9
Mutation Type	Reciprocal Exchange , Insertion < Random Sequence
Pm	0.1 < 0.2 < 0.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2.2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาในการคำนวณแต่ละเจนเนอเรชั่น ผลการทดลองปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ โรงงานขนาด 6 แผนก พื้นที่แผนกเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75

ตารางที่ ง.29 ANOVA , Duncan's multiple range test และพารามิเตอร์ที่มีผลตอบค่าตอบสนองของการวิเคราะห์ ง.2.1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio
Model	404	52.066877	0.128730	268.2770
Error	405	0.194335	0.000480	Prob>F
Total	809	0.5201212		<0.0001

source	DF	Sum of Squares	F-ratio	Prob>F
pop	2	50.068200	52171.82	0.0000
C-type	4	0.007972	4.1553	0.0026
Pc	2	0.025526	26.5981	<.00001
M-type	2	0.002500	2.6050	0.0151
Pm	2	1.498017	1560.956	<0.0001
pop*C-type	8	0.005328	1.3880	0.1997
pop*Pc	4	0.009662	5.1484	0.0005
pop*M-type	4	0.000870	0.4534	0.7699
pop*Pm	4	0.209131	108.9590	<0.0001
C-type*Pc	8	0.005512	1.4356	0.1795
C-type*M-type	8	0.003445	0.8975	0.5185
C-type*Pm	8	0.005456	1.4212	0.1855
Pc*M-type	4	0.000857	0.4465	0.7749
Pc*Pm	4	0.004211	1.2561	0.2867
M-type*Pm	4	0.000996	0.5187	0.7220
pop*C-type*Pc	16	0.011790	1.5387	0.0839
pop*C-type*Mtype	16	0.005307	0.6913	0.8033
pop*C-type*Pm	16	0.004523	0.5891	0.8925
pop*Pc*M-type	8	0.001953	0.5088	0.8498
pop*Pc*Pm	8	0.007500	1.9537	0.0510
pop*M-type*Pm	8	0.006884	1.7933	0.0766
C-type*Pc*M-type	16	0.006586	0.8578	0.6188
C-type*Pc*Pm	16	0.006888	0.8972	0.5728
C-type*M-type*Pm	16	0.006744	0.7874	0.5947
Pc*M-type*Pm	8	0.004744	1.2358	0.2765
pop*C-type*Pc*M-type	32	0.015018	0.9781	0.5043
pop*C-type*Pc*Pm	32	0.014599	0.9507	0.5472
pop*C-type*M-type*Pm	32	0.021637	1.4091	0.0724
pop*Pc*M-type*Pm	16	0.007662	0.9980	0.4579
Ctype*Pc*M-type*Pm	32	0.016639	1.0836	0.3497
pop*C-type*Pc*M-type*Pm	64	00.22302	0.7262	0.9416

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Duncan's multiple rages test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ง.2.2

pop	mean
6	0.4026
10	0.6767
20	1.0106

Syi= 0.0013	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0037
r3= 2.92	0.0039

6 vs 10	:	0.2761	> R2	sig
6 vs 20	:	0.6081	> R3	sig
10 vs 20	:	0.3320	> R2	sig

Ctype	mean
OX	0.6910
PBX	0.6984
OBX	0.7014
PMX	0.7064
CX	0.7127

Syi= 0.0017	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0048
r3= 2.92	0.0050
r4= 3.02	0.0052
r5= 3.09	0.0053

OX vs PBX	:	0.0054	> R2	sig
OX vs OBX	:	0.0104	> R3	sig
OX vs PMX	:	0.0153	> R4	sig
OX vs CX	:	0.0216	> R5	sig
PBX vs OBX	:	0.0050	> R2	sig
PBX vs PMX	:	0.0100	> R3	sig
PBX vs CX	:	0.0163	> R4	sig
OBX vs PMX	:	0.0050	> R2	sig
OBX vs CX	:	0.0113	> R3	sig
PMX vs CX	:	0.0063	> R2	sig

Pc	mean
0.5	0.6900
0.7	0.6982
0.9	0.7036

Syi= 0.0013	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0037
r3= 2.92	0.0039

0.5 vs 0.7	:	0.0082	> R2	sig
0.5 vs 0.9	:	0.0136	> R3	sig
0.7 vs 0.9	:	0.0054	> R2	sig

Mtype	mean
Inst	0.6929
Re-Ex	0.6950
RandS	0.6990

Syi= 0.0013	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0037
r3= 2.92	0.0039

RandS vs Re-Ex	:	0.0021	< R2	-
RandS vs Inst	:	0.0061	> R3	sig
Re-Ex vs Inst	:	0.0040	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.6450
0.2	0.6967
0.3	0.7503

Syi= 0.0013	R=r*Syi
r2= 2.77	0.0037
r3= 2.92	0.0039

0.1 vs 0.2	:	0.0517	> R2	sig
0.1 vs 0.3	:	0.1053	> R3	sig
0.2 vs 0.3	:	0.0536	> R2	sig

พารามิเตอร์	เรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณจากน้อยไปมาก
Population Size	6 < 10 < 15
Crossover Type	OX < PBXX < Order Base < PMX < CX
Pc	0.5 < 0.7 < 0.9
Mutation Type	Reciprocal Exchange , Insertion < Random Sequence
Pm	0.1 < 0.2 < 0.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ. เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบในการทำ pilot run

ตารางที่ จ.1 เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบในการทำPilot run ของปัญหาแบบวัตถุประสงค์เดียว

ขนาด	No	ขนาดแผงกล่าทัน			No	ขนาดแผงกล่าทัน และเส้นยังสำคัญที่คุณภาพ			No	ขนาดแผงกล่าทัน และเส้นยังสำคัญที่คุณภาพ		
		สร้างคำตอบ		Gen		สร้างคำตอบ		Gen		สร้างคำตอบ		Gen
6	1	Order: 1-6-4-3-5-2 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 12522		12	1	Order: 3-5-6-1-4-2 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 14658		15	1	Order: 2-5-4-3-1-6 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 18174.1		8
	2	Order: 1-5-4-3-6-2 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 12910		10	2	Order: 4-2-6-1-3-5 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 14658		14	2	Order: 6-1-3-4-2-5 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 20524		9
	3	Order: 1-6-4-3-5-2 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 12822		27	3	Order: 3-1-5-2-4-6 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 14568		10	3	Order: 2-1-4-3-6-5 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 19018.4		23
10	1	Order: 8-3-4-7-5-6-9-2-1-10 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 280.83		249	1	Order: 3-8-5-4-2-7-6-9-1-10 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 347.432		178	1	Order: 9-7-4-6-5-1-3-2-10-8 Band: 1-1-1-1-1-1-2-0-0-0 Cost: 524.289		98
	2	Order: 9-10-3-4-7-6-5-8-1-2 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 285.251		316	2	Order: 2-10-8-6-7-1-4-5-9-3 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 345.38		350	2	Order: 7-1-2-5-3-9-6-4-10-8 Band: 2-1-1-1-1-2-0-0-0-0 Cost: 518.834		516
	3	Order: 4-3-7-4-5-8-9-2-1-10 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 280.003		520	3	Order: 3-10-1-4-7-6-2-9-8-5 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 345.428		213	3	Order: 10-8-4-3-6-9-5-1-3-7 Band: 2-2-1-1-2-0-0-0-0-0 Cost: 378.8		354
20	1	Order: 2-4-12-3-19-14-17-8-7-16-1-13-20-9-10-5-6-15-18-11 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4456		520	1	Order: 8-13-17-3-14-12-7-16-12-5-11-9-20-18-4-15-10-6-19 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4699.69		385	1	Order: 8-4-5-12-15-16-2-13-18-14-17-6-1-8-7-20-19-3-11-10 Band: 2-2-2-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5498.97		650
	2	Order: 17-13-10-8-19-16-8-14-15-1-12-2-7-4-18-5-6-3-11-20 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4301.06		348	2	Order: 19-9-11-20-8-17-14-13-18-3-1-2-7-12-5-10-15-6-16-4 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4372.41		458	2	Order: 8-4-5-17-14-18-7-19-1-10-13-3-16-15-12-11-6-2-9-20 Band: 2-3-1-1-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 6028.81		435
	3	Order: 13-14-17-3-18-8-11-20-4-12-2-7-9-16-1-6-5-19-10-15 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4768.53		988	3	Order: 13-18-8-6-7-3-17-14-16-1-3-12-3-15-4-19-20-11-10-4 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4638.49		531	3	Order: 17-14-1-7-2-8-11-20-3-16-15-12-6-10-13-9-18-19-4-5 Band: 2-3-3-3-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5408.83		723

ตารางที่ จ.2 เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบในการทำpilot run ของปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์

ขนาด	W1	W2	แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน			แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน		
			No.	สตริงคำตอบ	Gen.	No.	สตริงคำตอบ	Gen.
6	0.25	0.75	1	Order: 6-2-3-4-1-5 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13377 TCR: 252	2	1	Order: 2-3-4-5-1-6 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 23503 TCR: 147.333	10
			2	Order: 6-1-3-2-4-5 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13850 TCR: 248	6	2	Order: 2-1-3-4-5-6 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 23370.3 TCR: 174	15
			3	Order: 6-2-3-4-1-5 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13377 TCR: 252	10	3	Order: 2-1-4-3-5-6 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 24888 TCR: 178	4
	0.50	0.50	1	Order: 3-1-4-5-2-6 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 14319 TCR: 264	7	1	Order: 2-4-5-3-1-6 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 21127 TCR: 154.667	16
			2	Order: 2-4-5-3-1-6 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13550 TCR: 248	4	2	Order: 1-2-3-4-5-6 Band: 3-1-2-0-0-0 Cost: 25022 TCR: 186	8
			3	Order: 2-3-5-4-6-1 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13662 TCR: 240	10	3	Order: 3-2-1-4-5-6 Band: 3-1-2-0-0-0 Cost: 26742 TCR: 178	2
	0.75	0.25	1	Order: 2-5-3-4-6-1 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 12822 TCR: 268	12	1	Order: 2-3-4-1-6-5 Band: 2-1-1-2-0-0 Cost: 24100 TCR: 168.667	4
			2	Order: 1-6-3-5-4-2 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13620 TCR: 264	9	2	Order: 1-2-3-4-5-6 Band: 3-1-2-0-0-0 Cost: 25022 TCR: 186	8
			3	Order: 2-1-4-3-5-6 Band: 1-1-1-0-0-0 Cost: 13381 TCR: 252	6	3	Order: 1-2-3-4-5-6 Band: 3-1-2-0-0-0 Cost: 25022 TCR: 186	18

ตารางที่ จ.2(ต่อ) เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบในการทำpilot run ของปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์

ขนาด	W1	W2	แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน			แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน		
			No.	สตริงคำตอบ	Gen.	No.	สตริงคำตอบ	Gen.
10	0.25	0.75	1	Order: 9-8-4-3-6-7-2-5-1-10 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 301.215 TCR: 438.052	512	1	Order: 8-4-3-9-6-5-1-10-7-2 Band: 2-2-1-3-0-0-0-0-0-0 Cost: 546.432 TCR: 657.933	156
			2	Order: 8-10-1-9-3-2-6-4-7-5 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 303.883 TCR: 421.926	983	2	Order: 8-4-3-9-1-2-6-5-7-10 Band: 2-2-1-1-2-0-0-0-0-0 Cost: 544.637 TCR: 664.326	326
			3	Order: 9-1-2-5-6-3-4-7-10-8 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 293.413 TCR: 428.473	245	3	Order: 8-4-3-9-7-6-2-1-10-5 Band: 2-2-1-2-1-0-0-0-0-0 Cost: 585.99 TCR: 688.558	381
	0.50	0.50	1	Order: 8-10-3-4-6-7-9-5-2-1 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 283.843 TCR: 431.048	156	1	Order: 8-4-3-7-9-6-1-5-10-2 Band: 2-2-1-1-2-0-0-0-0-0 Cost: 498.443 TCR: 697.917	458
			2	Order: 10-8-4-7-6-3-9-5-2-1 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 288.087 TCR: 426.147	826	2	Order: 7-6-5-4-3-2-1-9-10-8 Band: 2-1-1-2-2-0-0-0-0-0 Cost: 464.065 TCR: 688.345	416
			3	Order: 1-2-5-9-7-6-4-3-10-8 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 283.843 TCR: 431.048	819	3	Order: 10-7-9-6-5-1-3-4-2-8 Band: 2-1-2-1-2-0-0-0-0-0 Cost: 530.332 TCR: 648.202	138
	0.75	0.25	1	Order: 10-1-2-3-4-8-5-6-7-9 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 284.833 TCR: 442.98	649	1	Order: 8-4-3-7-9-6-5-1-2-10 Band: 2-2-1-1-2-0-0-0-0-0 Cost: 497.52 TCR: 686.383	132
			2	Order: 8-1-2-5-6-7-9-4-3-10 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 289.859 TCR: 461.035	246	2	Order: 8-9-5-10-6-4-3-1-2-7 Band: 2-1-1-2-2-0-0-0-0-0 Cost: 535.824 TCR: 715.871	267
			3	Order: 8-10-1-3-4-2-5-6-7-9 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 293.808 TCR: 429.533	562	3	Order: 8-4-3-1-9-2-6-7-5-10 Band: 2-2-2-1-1-0-0-0-0-0 Cost: 540.787 TCR: 675.914	549

ตารางที่ จ.2(ต่อ) เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบในการทำpilot run ของปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์

ขนาด	W1	W2	แต่ละแผงกมีขนาดเท่ากัน			แต่ละแผงกมีขนาดไม่เท่ากัน		
			No	ผลลัพธ์คำตอบ	Gen	No	ผลลัพธ์คำตอบ	Gen
20	0.25	0.75	1	Order: 13-4-19-12-5-6-8-17-3-14-1-16-2-18-20-11-10-15-9-7 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4615.8 TCR: 6267	850	1	Order: 17-10-19-3-20-9-18-14-13-5-6-16-15-8-1-11-12-4-2-7 Band: 2-2-1-1-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5801.04 TCR: 14196.7	671
			2	Order: 7-12-5-15-20-4-16-2-9-18-6-19-11-14-1-8-10-13-17-3 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5070.07 TCR: 5863	469	2	Order: 8-10-2-12-1-5-3-17-13-6-16-7-19-20-18-14-11-9-15-4 Band: 2-2-2-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5299.71 TCR: 13156	560
			3	Order: 10-17-15-3-6-16-10-1-8-9-14-11-5-4-19-13-7-2-12-2 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5116.3 TCR: 6215	953	3	Order: 20-10-15-7-16-1-14-8-11-4-5-13-18-2-17-9-3-6-12-19 Band: 2-2-2-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5410.83 TCR: 14749.1	531
	0.50	0.50	1	Order: 3-11-9-4-2-12-5-6-13-19-16-8-7-20-17-14-15-1-10-16 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4849.22 TCR: 6661.48	579	1	Order: 10-5-9-19-4-20-18-1-3-13-16-14-11-15-17-12-6-2-7-8 Band: 3-2-2-2-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5937.69 TCR: 14185.5	611
			2	Order: 14-12-1-7-16-10-5-2-3-6-8-17-13-18-9-4-15-11-20-19 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5108.91 TCR: 6675.87	790	2	Order: 11-10-9-15-13-14-18-3-17-16-8-5-7-12-6-1-20-4-2-19 Band: 2-2-2-2-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5357.92 TCR: 14589.6	765
			3	Order: 7-6-5-18-1-16-3-4-12-9-20-10-11-14-19-2-8-13-17-15 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4616.09 TCR: 6951.81	746	3	Order: 11-15-20-4-9-18-14-12-13-17-1-8-10-5-19-3-6-2-16-7 Band: 3-1-2-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5492.82 TCR: 14481.9	516
	0.75	0.25	1	Order: 10-15-11-20-18-6-5-3-16-1-14-9-8-17-13-7-19-4-12-2 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4258.26 TCR: 6775.36	669	1	Order: 15-11-5-2-6-16-13-10-12-1-20-14-8-17-4-18-7-3-9-19 Band: 2-1-2-2-1-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 6185.65 TCR: 15521.6	640
			2	Order: 18-10-16-7-3-1-11-20-18-9-14-6-5-17-12-2-8-4-19-13 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4111.77 TCR: 6797.3	624	2	Order: 10-18-11-9-2-8-12-3-7-5-15-13-17-6-1-20-4-19-14-16 Band: 3-2-1-2-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5636.32 TCR: 16427.1	513
			3	Order: 5-2-7-16-8-1-12-6-4-19-14-10-17-9-18-3-20-11-13-15 Band: 1-1-1-1-1-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 4070.1 TCR: 6933.91	953	3	Order: 3-20-8-2-9-17-11-14-18-13-15-5-6-19-16-1-10-7-4-12 Band: 2-2-2-2-2-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0 Cost: 5257.72 TCR: 14401.8	390

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ
การตรวจสอบความถูกต้อง (Validation)

ฉ.1 การตรวจสอบควาามถูกต้องของโปรแกรมในการออกแบบผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว

ต่อไปจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนต่างๆของGAs ที่ประยุกต์ใช้ในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดเท่ากัน โดย ประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 6 จำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุดเท่ากับ 50 วิธีการรีโปรดักชั่นแบบวงล้อรูลเล็ต วิธีการครอสโอเวอร์แบบOX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.5 และวิธีการมิวเตชั่นแบบReciprocal-Exchange และความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น 0.3

ตัวอย่าง ฉ.1 ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ขนาด กว้าง 2 หน่วย * ยาว 3 หน่วย พื้นที่ 6 ตารางหน่วย มีทั้งหมด 6 แผนก นำมาจากงานวิจัยของ Rosenbatt 1986

ตารางที่ ฉ.1รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง ฉ.1

แผนกที่	พื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่สำหรับวางเครื่องจักร(กว้าง *ยาว)	อัตราส่วนด้านกว้างต่อด้านยาว
1	1	1*1	1
2	1	1*1	1
3	1	1*1	1
4	1	1*1	1
5	1	1*1	1
6	1	1*1	1

หมายเหตุ

- พื้นที่สำหรับวางเครื่องจักร คือ พื้นที่ที่อยู่ภายในแผนก ไว้สำหรับวางเครื่องจักรที่จำเป็นในแผนกนั้นๆ
- อัตราส่วนด้านกว้างต่อด้านยาวของแผนก กำหนดไว้เพื่อป้องกันการสร้างผังโรงงานที่มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ยาวและแคบ จนไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 แผนภูมิการไหลระหว่างแผนก(เที่ยว) ของปัญหาตัวอย่าง ฉ.1

จาก-ไปยัง	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	661	175	0

ค่าใช้จ่ายของการขนถ่ายเท่ากับ 1 หน่วย/เที่ยว และคิดระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ของแต่ละแผนกแบบเรคติลิเนียร์ (ระยะทางรวมเท่ากับผลรวมของระยะทางตามแกน X และระยะทางตามแกน Y)

ฉ.1.1 หลักการของการสร้างรหัสสตริง ในการสร้างสตริงคำตอบมีหลักการดังนี้

- ทำการสร้างรหัสของ Department Order ก่อน แล้วทำการสร้าง Band Width เพื่อให้เหมาะสม(เป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆของปัญหา)กับ Department Order ที่สร้างขึ้นก่อนหน้า
- ในขั้นตอนของครอสโอเวอร์ และมิวเตชั่น นั้นจะมีการกระทำเฉพาะที่ Department Order ให้มีลักษณะเปลี่ยนไปก่อน แล้วจึงสร้าง Band Width ขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับ Department Order ที่ผ่านการครอสโอเวอร์ และมิวเตชั่นมาแล้ว กล่าวคือจะไม่ได้ทำการครอสโอเวอร์ และมิวเตชั่นที่ Band Width

ฉ.1.2 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Initial population) กำหนดให้ประชากรเริ่มต้นที่ไม่ซ้ำกัน 6 ตัว ทำการสร้างประชากรอย่างสุ่มได้ดังนี้

ตารางที่ ฉ.3 ประชากรเริ่มต้นของปัญหาตัวอย่าง ฉ.1

สตริง	Order	Band	Cost
Str1	[2 1 3 6 5 4]	[1 1 1 0 0 0]	14774
Str2	[4 1 5 2 6 3]	[1 1 1 0 0 0]	14898
Str3	[5 2 3 6 4 1]	[1 1 1 0 0 0]	14716
Str4	**[2 4 3 1 6 5]**	**[1 1 1 0 0 0]**	**13712**
Str5	[4 6 2 3 1 5]	[1 1 1 0 0 0]	14283
Str6	[3 5 1 4 2 6]	[1 1 1 0 0 0]	13824

Maximum Cost : 14898

Average Cost : 14368

Minimum Cost : 13712

Total : 86207

Std : 509.96

Best String order: [2 4 3 1 6 5] band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13712

ในสร้างประชากรเริ่มต้น พบว่า สตริงของประชากรเริ่มต้นนั้นมีค่าไม่ซ้ำกัน ซึ่งตรงตามข้อกำหนดของการสร้างประชากรเริ่มต้น

ฉ.1.3 การรีโปรดักชั่นแบบวงล้อรูลเล็ต

การทำรีโปรดักชั่นใช้วิธีการของวงล้อรูลเล็ทโดยที่ Cost ของสตริงแต่ละตัวเป็นอัตราส่วนกับขนาดของช่องในวงล้อรูลเล็ท สตริงที่มีค่าความเหมาะสมสูงจะถูกคัดเลือกสำหรับทำการรีโปรดักชั่น เนื่องจากปัญหานี้เป็นการหา Cost ที่น้อยที่สุด จึงหาขนาดของช่องในวงล้อรูเล็ทโดยการนำ Cost ของสตริง c_i แต่ละตัวมาลบออกจากผลรวมของ Cost ทั้งหมดในประชากร ทำให้ได้คำตอบเป็น *CostSum-* c_i จากนั้นจึงหาผลรวมของ *CostSum-* c_i ได้เป็น *Sum_of_* (*CostSum-*c_i) ขนาดของสล็อทในวงล้อรูเล็ทโดยการนำ *CostSum-* c_i ของสตริงแต่ละตัวหารด้วย *Sum_of_*(*CostSum-*c_i) โดยที่ขนาดของวงล้อรูเล็ทโดยรวมเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ฉ.4 การคำนวณfitness functionของปัญหาตัวอย่าง ฉ.1

สตริง	Cost(C_i)	*CostSum-* c_i	*Fitness = (CostSum-* c_i*) / Sum_of_(CostSum-*c_i*)*	*ความน่าจะเป็นสะสม*
Str1	14774	71433	0.1657	0.1657
Str2	14698	71309	0.1654	0.3311
Str3	14716	71491	0.1659	0.4970
Str4	13712	72495	0.1682	0.6652
Str5	14283	71924	0.1669	0.8321
Str6	13824	72383	0.1679	1.0000
total	86207	431035	1	

จากนั้นจะทำการหมุนวงล้อรูเล็ท 6 ครั้ง การหมุนแต่ละครั้งหมายถึงการคัดเลือกสตริงเข้าไปสู่ประชากรใหม่ สมมุติค่าสุ่มจำนวน 6 ค่า ที่อยู่ในช่วง [0....1]

ตารางที่ ฉ.5 ค่าสุ่มจากวงล้อรูเล็ต

ครั้งที่	ค่าสุ่มจากวงล้อรูเล็ต	สตริงที่ผ่านการรีโปรดักชั่น
1	0.652588	**Str4 Cost: 13712**
2	0.551275	**Str4 Cost: 13712**
3	0.280907	Str2 Cost: 14898
4	0.002097	Str1 Cost: 14774
5	0.810621	Str5 Cost: 14283
6	0.958613	Str6 Cost: 13824

Maximum Cost : 14898

Average Cost : 14200.50

Minimum Cost : 13712

Total : 85203

Std : 536.89

Best String Order: [2 4 3 1 6 5] Band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13712

เห็นได้ว่าหลังผ่านการรีโปรดักชั่นแล้ว สตริงที่ดีที่สุดคือ Str4 Order: [2 4 3 1 6 5] Band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13712ได้ถ่ายทอดมายังลูกหลาน 1 สตริง จากนี้นำสตริงทั้งหมดเข้าสู่การครอสโอเวอร์แบบOX

ฉ.1.4 การครอสโอเวอร์แบบ OX

กระบวนการต่อไปเป็นการครอสโอเวอร์แบบ OX ค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ p_c = 0.5 อาจคาดได้ว่า 50% ของประชากรที่มีการครอสโอเวอร์ (โดยเฉลี่ย) นั่นคือ 0.5 * 6 = 3.0 กระบวนการของการครอสโอเวอร์เริ่มแรกคือทำการสุ่มค่า r อยู่ในช่วง [0....1] ได้ค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ ฉ.6 สตริงที่ผ่านเข้าสู่การครอสโอเวอร์

สตริง	Order	Band	Cost
Str1	[2 4 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13712
Str2	[2 4 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13712
Str3	[4 1 5 2 6 3]	[1 1 1 0 0 0]	14898
Str4	[2 1 3 6 5 4]	[1 1 1 0 0 0]	14774
Str5	[4 6 2 3 1 5]	[1 1 1 0 0 0]	14283
Str6	[3 5 1 4 2 6]	[1 1 1 0 0 0]	13824

ตารางที่ ฉ.7 สุ่มค่าเพื่อเลือกสตริงไปทำการครอสโอเวอร์

ครั้งที่	ค่าสุ่ม	น้อยกว่า 0.5(Pc)
1	0.4877	✓
2	0.5807	
3	0.6055	
4	0.8059	
5	0.9354	
6	0.3515	✓

หมายเหตุ หากว่าสุ่มเลือกสตริงพ่อแม่ได้ไม่ครบคู่ ให้ทำการสุ่มต่อไปว่าจะทำการสุ่มหาสตริงเพิ่มหรือตัดสตริงที่สุ่มได้แล้วออกไป 1 สตริง

ตารางที่ ฉ.8 สตริงที่ผ่านการลือกเข้าสู่การครอสโอเวอร์

คู่ที่	สตริง	Order	Band
1	Str1	[2 4 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]
	Str6	[3 5 1 4 2 6]	[1 1 1 0 0 0]

นำสตริงorder ของคู่ที่ 1เข้าทำการครอสโอเวอร์

P_1=[2 4 3 1 6 5]

P_2=[3 5 1 4 2 6]

สุ่มตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์ได้ ตำแหน่งที่ 2 และ 5

P_1=[2 4 | 3 1 6 | 5]

P_1=[3 5 | 1 4 2 | 6]

ทำการสลับสตริงที่อยู่ภายในเครื่องหมาย | | ได้สตริงลูกหลาน

O_1=[3 6 1 4 2 5]

O_2=[4 2 3 1 6 5]

ตารางที่ ฉ.9 สตริงคู่ที่ 1 หลังผ่านการครอสโอเวอร์

สตริง	Order	Band	Cost
O_1	[3 6 1 4 2 5]	[1 1 1 0 0 0]	13826
O_2	[4 2 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13654

ตารางที่ ฉ.10 นำสตริงลูกหลานที่ได้จากการครอสโอเวอร์แทนที่สตริงพ่อแม่ ในประชากรเดิม

สตริง	Order	Band	Cost
Str1	**[3 6 1 4 2 5]**	**[1 1 1 0 0 0]**	**13826**
Str2	[2 4 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13712
Str3	[4 1 5 2 6 3]	[1 1 1 0 0 0]	14898
Str4	[2 1 3 6 5 4]	[1 1 1 0 0 0]	14774
Str5	[4 6 2 3 1 5]	[1 1 1 0 0 0]	14283
Str6	**[4 2 3 1 6 5]**	**[1 1 1 0 0 0]**	**13654**

Maximum Cost : 14898

Average Cost : 14191.17

Minimum Cost : 13654

Total : 85147

Std : 547.58

Best String order: [4 2 3 1 6 5] band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13654

หลังผ่านการครอสโอเวอร์แล้ว ได้มีการสร้างสตริงที่มีคุณสมบัติดีที่สุดคือ Str6 Order: [4 2 3 1 6 5] band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13654 ขึ้นมาใหม่ 1 สตริง จากนี้นำสตริงทั้งหมดเข้าสู่มิวเตชั่นแบบรีซิโพรคอล เอ็กเชน(Reciprocal Exchange Mutation)

ฉ.1.5 มิวเตชั่นแบบรีซิโพรคอล เอ็กเชน(Reciprocal Exchange Mutation)

กระบวนการต่อไปเป็นมิวเตชั่นแบบรีซิโพรคอล เอ็กเชน กำหนดความน่าจะเป็นของมิวเตชั่นp_m = 0.3อาจคาดได้ว่า 30% ของประชากรที่มีการมิวเตชั่น(โดยเฉลี่ย) นั่นคือ 0.3 * 6 = 1.8 กระบวนการของการครอสโอเวอร์เริ่มแรกคือทำการสุ่มค่า r อยู่ในช่วง [0....1] ได้ค่าดังตารางที่6.14

ตารางที่ ฉ.11 สตริงที่ผ่านเข้าสู่การมิวเตชั่น

สตริง	Order	Band	Cost
Str1	[3 6 1 4 2 5]	[1 1 1 0 0 0]	13826
Str2	[2 4 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13712
Str3	[4 1 5 2 6 3]	[1 1 1 0 0 0]	14898
Str4	[2 1 3 6 5 4]	[1 1 1 0 0 0]	14774
Str5	[4 6 2 3 1 5]	[1 1 1 0 0 0]	14283
Str6	[4 2 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13654

ตารางที่ ฉ.12 ค่าสุ่มเพื่อเลือกสตริงไปมิวเตชั่น

ครั้งที่	ค่าสุ่ม	น้อยกว่า 0.3(Pm)
1	0.9798	
2	0.4193	
3	0.0902	✓
4	0.8291	
5	0.3713	
6	0.3318	

สตริงที่จะทำการมิวเตชั่น คือ Str3 ซึ่งจะทำการมิวเตชั่นส่วนOrder

Str3 = [4 1 5 2 6 3]

เลือกตำแหน่งที่จะทำการสลับที่ 2 ตำแหน่งคือ 4 และ 6

Str3 = [4 1 5 2 6 3]

Str3 = [4 1 5 3 6 2]

จากนั้นสร้าง Band Width จาก orderของ Str3

ตารางที่ ฉ.13 สตริงที่ได้จากการมิวเตชั่น

สตริง	Order	Band	Cost
Str3	[4 1 5 3 6 2]	[1 1 2 1 1 0]	14782

นำStr3 ที่ได้จากการมิวเตชั่นรวมเข้ากับประชากรเริ่มต้น ดังตารางที่ 6.18

ตารางที่ ฉ.14 สตริงทั้งหมดหลังการมิวเตชั่น

สตริง	Order	Band	Cost
Str1	[3 6 1 4 2 5]	[1 1 1 0 0 0]	13826
Str2	[2 4 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13712
Str3	**[4 1 5 3 6 2]**	**[1 1 2 1 1 0]**	**14782**
Str4	[2 1 3 6 5 4]	[1 1 1 0 0 0]	14774
Str5	[4 6 2 3 1 5]	[1 1 1 0 0 0]	14283
Str6	[4 2 3 1 6 5]	[1 1 1 0 0 0]	13654

Maximum Cost : 14782

Average Cost : 14171.83

Minimum Cost : 13654

Total : 85031

Std : 518.93

Best String order: [4 2 3 1 6 5] band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13654

พบว่าหลังผ่านการมิวเตชั่นแล้ว สตริงที่ดีที่สุดคือ Str6 Order: [4 2 3 1 6 5] Band: [1 1 1 0 0 0] Cost: 13654 ยังคงถ่ายทอดมายังรุ่นลูกหลาน

หมายเหตุ การอิลิทิส คือ การเก็บสตริงที่ดีไว้เสมอ กล่าวคือเมื่อระหว่างกระบวนการรีโปรดักชั่น ครอสโอเวอร์ มิวเตชั่น อาจจะทำให้สตริงที่ดีถูกทำลายไปได้ ดังนั้นเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละขั้นตอนของGAs ให้ทำการเปรียบเทียบระหว่างสตริงที่ดีที่สุดของระหว่างประชากรก่อนและหลังผ่านขั้นตอนดังกล่าว เพื่อหาว่าสตริงใดมีคุณสมบัติดีกว่ากัน หากว่าสตริงที่ดีที่สุดของประชากรก่อนการเข้าสู่กระบวนการของGAs นั้นมีคุณสมบัติที่ดีกว่า ให้ทำการนำตริงนั้นมาแทนที่สตริงที่แย่ที่สุดของประชากรหลังผ่านกระบวนการGAs แล้ว

เมื่อจบกระบวนการมิวเตชั่นแล้ว หมายถึงจบเจนเนอเรชั่นที่ 1 จากนั้นนำสตริงทั้งหมดผ่านกระบวนการรีโปรดักชั่น ครอสโอเวอร์ มิวเตชั่น ซ้ำจนครบจำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุดซึ่งเท่ากับ 50 เจนเนอเรชั่น และพบคำตอบที่ดีที่สุดในเจนเนอเรชั่นที่ 18 โดยมี Order:[1 6 4 3 5 2] Band:[1 1 1 0 0 0] Cost: 12822 ซึ่งได้เท่ากับงานวิจัยของ Rosenbatt

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช
โปรแกรมและวิธีการใช้

ในการวิจัยนี้ ได้สร้างโปรแกรมออกแบบผังโรงงาน โดยมีหลักการในการสร้างตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 5 โดยโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นใช้รันบนโปรแกรม MATLAB version 5.3 ต่อไปจะเป็นขั้นตอนและรายละเอียดในการใช้โปรแกรม

ช.1. ขั้นตอนการใช้โปรแกรมออกแบบผังโรงงาน

เพื่อความเข้าใจยกตัวอย่างการป้อนข้อมูลของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ขนาด 6 แผนก ที่ทุกแผนกมีขนาดเท่ากัน W1=0.25 W2=0.75 ที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางหน่วย)	กว้าง(หน่วย)	ยาว(หน่วย)
6	6	2	3

แผนกที่	1	2	3	4	5	6
พื้นที่	1	1	1	1	1	1
Fix Width	1	1	1	1	1	1
Fix Length	1	1	1	1	1	1
Area Ratio	1	1	1	1	1	1

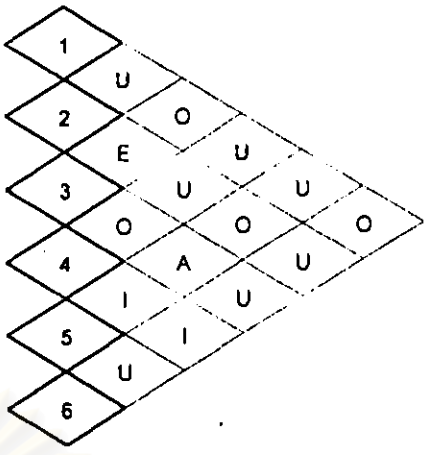
<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)</u>

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6
1	0	63	605	551	116	136
2	63	0	635	941	50	191
3	104	71	0	569	136	55
4	65	193	622	0	77	90
5	162	174	607	591	0	179
6	156	13	667	611	175	0

<u>ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ</u> 1 หน่วย/เที่ยว

แผนภูมิความสัมพันธ์

A: 5
E: 4
I: 3
O: 2
U: 1
X: 0



<u>คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก</u> แบบเรดดิลิเนียร์

MAIN MENU มีทางเลือก 4 ทาง

1. Criterion Selection

เลือกว่าจะออกแบบผังโรงงานแบบใด

1. ผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว (ค่าใช้จ่าย)
2. ผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ (W1*ค่าใช้จ่าย + W2*ค่าTCR)

หากเลือก แบบที่ 2 จะต้องป้อนค่า W1 ระหว่าง[0,1]

จากนั้นเลือกการรูปแบบการคำนวณระยะทางระหว่างแผนก

1. แบบยูคลิเดียน
2. แบบเรดดิลิเนียร์

ตัวอย่าง

Criterion Selection

1. Single Objective
2. Multi Objective
3. MAINMENU

Choose (1) : **2**

Please Enter W1 (0.5) : ***0.25***

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Distance Between Department

1. Euclidean
2. Rectilinear

Choose (1) : *2*

1. BACK 2.NEXT 3.MAIN MENU (2): 2

หมายเหตุ ค่าภายใน( ) เป็นค่าdefault ที่ตั้งไว้

2. Information Input

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน

ข้อมูลทั่วไป

- จำนวนแผนกในโรงงาน
- ความกว้างของโรงงาน
- ความยาวของโรงงาน

ตัวอย่าง

How many department (6) : *6*

Factory Width : *2*

Factory Length : *3*

2.2 การขนถ่ายวัสดุในโรงงาน เริ่มป้อนการขนถ่ายวัสดุจากแผนกที่ 1 ไปยัง แผนกอื่นๆจนครบ

ตัวอย่าง

Material flow from dept.[1] to another

Material flow from dept.[1] to dept.[2] (0): *63*

Material flow from dept.[1] to dept.[3] (0): *605*

Material flow from dept.[1] to dept.[4] (0): *551*

Material flow from dept.[1] to dept.[5] (0): *116*

Material flow from dept.[1] to dept.[6] (0): *136*

1. BACK 2.NEXT 3.MAIN MENU (2): *2*

Material flow from dept.[2] to another

Material flow from dept.[2] to dept.[1] (0): *63*

Material flow from dept.[2] to dept.[3] (0): *635*

Material flow from dept.[2] to dept.[4] (0): ....

2.3 ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ เริ่มป้อนค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุจากแผนกที่ 1 ไปยัง แผนกอื่นๆจนครบ

ตัวอย่าง

Material handling cost from dept.[1] to another

Material handling cost from dept.[1] to dept.[2] (1): *1*

Material handling cost from dept.[1] to dept.[3] (1): *1*

Material handling cost from dept.[1] to dept.[4] (1): *1*

Material handling cost from dept.[1] to dept.[5] (1): *1*

Material handling cost from dept.[1] to dept.[6] (1): *1*

1. BACK 2.NEXT 3.MAIN MENU (2): *2*

Material handling cost from dept.[2] to another

Material handling cost from dept.[2] to dept.[1] (1): *1*

Material handling cost from dept.[2] to dept.[3] (1): *1*

Material handling cost from dept.[2] to dept.[4] (1): ....

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนก

เลือกว่าจะคำนวณค่าTCR แบบใด

1. Linear
2. Exponential

กำหนดค่าความสัมพันธ์ต่างๆ เป็นตัวเลข

ป้อนค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่างๆ เริ่มจากแผนกที่ 1 ถึงแผนกสุดท้าย

ตัวอย่าง

1. Linear 2.Exponential (1): *1*

A (4) : *5*

E (3) : *4*

I (2) : *3*

O (1) : *2*

U (0) : *1*

X (-1) : *0*

A(5) E(4) I(3) O(2) U(1) X(0)

1. BACK 2.NEXT 3.MAIN MENU (2): *2*

Dept.'s relation between dept.[1] and another

dept. relation between dept.[1] and dept.[2] (A/E/I/O/U/X):*U*

dept. relation between dept.[1] and dept.[3] (A/E/I/O/U/X):*O*

dept. relation between dept.[1] and dept.[4] (A/E/I/O/U/X):*U*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2): 2

Dept.'s relation between dept.[1] and another
dept. relation between dept.[1] and dept.[2]  (A/E/I/O/U/X):U
dept. relation between dept.[1] and dept.[3]  (A/E/I/O/U/X):O
dept. relation between dept.[1] and dept.[4]  (A/E/I/O/U/X):U
dept. relation between dept.[1] and dept.[5]  (A/E/I/O/U/X):U
dept. relation between dept.[1] and dept.[2]  (A/E/I/O/U/X):O
1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2): 2
Dept.'s relation between dept.[2] and another
dept. relation between dept.[2] and dept.[3]  (A/E/I/O/U/X):E
dept. relation between dept.[2] and dept.[4]  (A/E/I/O/U/X):U
dept. relation between dept.[2] and dept.[5]  (A/E/I/O/U/X):...
```

3. ข้อมูลเกี่ยวกับแผนกต่างๆ

ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับแผนกต่างๆเริ่มจากแผนกแรกจนถึงแผนกสุดท้าย โดยในแต่ละแผนกจะต้องป้อนข้อมูล

- ชื่อของแผนก
- พื้นที่ทั้งหมด
- ความกว้างบังคับ
- ความยาวบังคับ
- อัตราส่วนความกว้างความยาว

ตัวอย่าง

```
Department(1/6)
Department name:  1
there are 6 unit area remain dept(1) total Area:  1
Fix Width(0):  1
Fix Length(0):  1
Ratio(5):  1
1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2): 2
```

```
                    Department(2/6)
Department name:  1
there are 6 unit area remain dept(1) total Area:  1
Fix Width(0):  1
Fix Length(0):  1
Ratio(5):  1
1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2): ....
```

4. Design เลือกได้ว่าจะออกแบบผังโรงงานโดย

4.1 เจนเนติกอัลกอริทึม

ตัวอย่าง

```
                    Population size
Please enter population size:  10
                  Number of generation
Please enter no. of generation:  18
                  Crossover Type Selection
                    1. PMX
                    2.CX
                    3.OX
                    4. PBX
                    5.OBX
                    Choose:4
                  Probability of Crossover
Please enter Pc [0,1]:  0.5
                  Mutation Type Selection
                    1. Random Sequence
                    2. Insertion
                    3. Reciprocal Exchange
                    Choose:1
                  Probability of Mutation
Please enter Pm [0,1]:  0.1
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

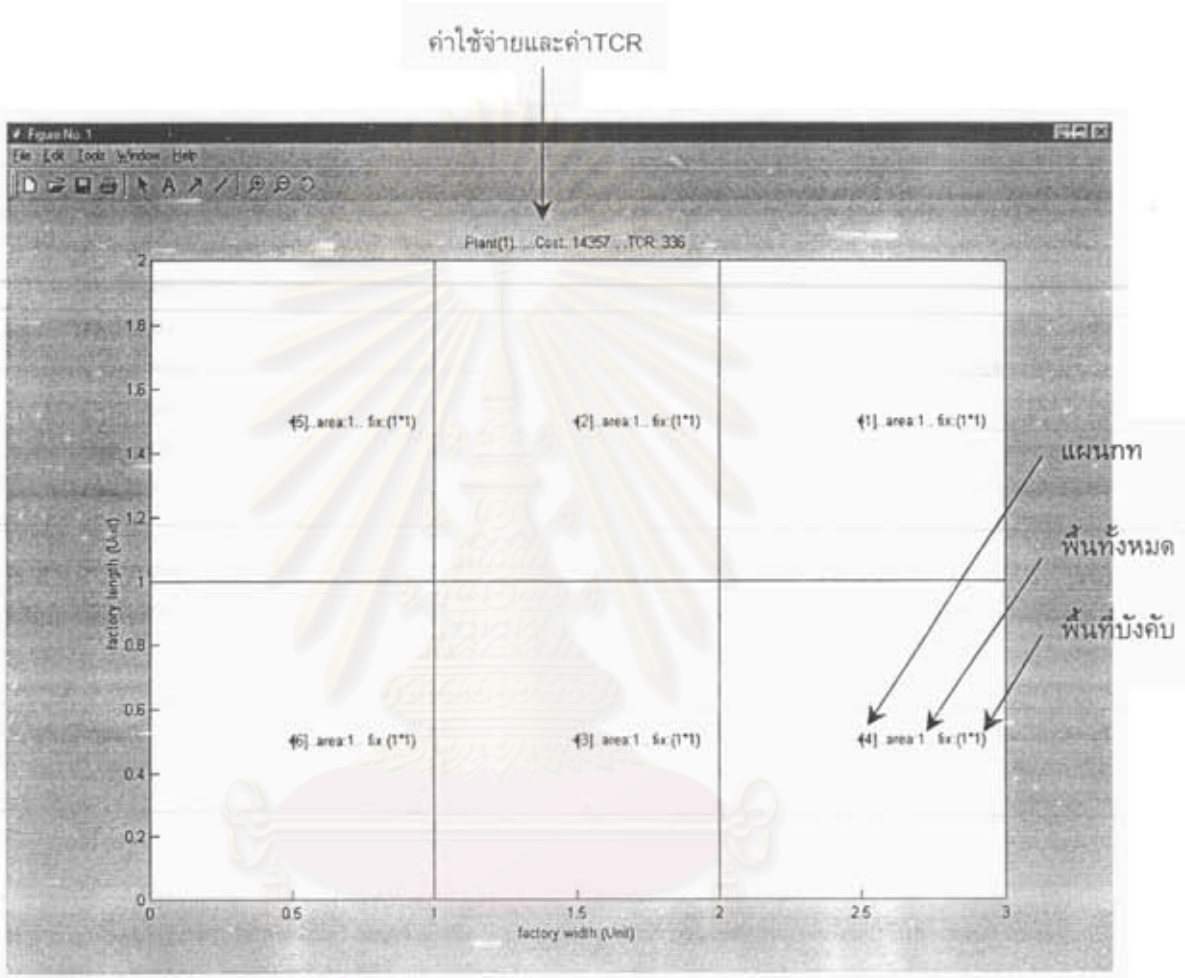
```
Population Size:  10
no. of generation:  18
Reproduction:  Roulette Wheel
Crossover:  PBX
Pc:  0.5
Mutation:  Random Sequence
Pm:  0.1

1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2): 2
```

4.1 ออกแบบโดยการกำหนด Department Order และ Band Widthเอง

ตัวอย่าง ต้องการป้อน Order:6-5-4-3-2-1 Band:1-1-1

```
Your Design
Please enter order(1):6
Please enter order(2):5
Please enter order(3):2
Please enter order(4):3
Please enter order(5):4
Please enter order(6):1
Factory length remain (3) unit Please enter Band(1):1
Factory length remain (2) unit Please enter Band(2):1
Factory length remain (1) unit Please enter Band(3):1
1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2): 2
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ช.1 ตัวอย่างผังโรงงานที่ออกแบบโดยโปรแกรม

ช.2 การเขียนโปรแกรม

```
%**********************************************************
%   function AXcheck   1/1/00
%**********************************************************
function initial = AXcheck6(initial,criterion,dept,factory)

if criterion==1
   nodept=length(dept);
```

```
%----------  find out A relation  ----------
[dept1,dept2,value1]=find(factory.AX);%use only top-right part of factory.AX

AX1=zeros(nodept,nodept);
for i=1:length(value1)%regenerate AX1 as AXrelation matrix for each plant
AX1(find(initial.pop.order==dept1(i)),find(initial.pop.order==dept2(i)))=value1(i);%change factory.AX to initial.AX
end
 [dept1,dept2,AX]=find(AX1);%only check A/Xrelation at department which has A/Xrelation
AXresult=AX1; %initial.AXresult use for check AXresult,all is 0=PASS
for i=1:length(AX)
  n=initial.pop.order(dept1(i));%order of department in row of AX1 marrix => use for make testedge
  m=initial.pop.order(dept2(i));%order of department in column of AX1 marrix => use for make testzone
  clear relbetweendept checkrel
for j=1:length(initial.dept(find(initial.pop.order==n)).G)-1
    testedge=initial.dept(find(initial.pop.order==n)).G(:,j:j+1);%pick next-2 corner form G to make testedge
    testedge=sort(testedge,2);%sort it
    if ~isequal(testedge(:,1),testedge(:,2))
    sameedge=find(testedge(:,1)==testedge(:,2));%sameedge=1 =>edge is parallel to X-axis , 2=>dge is parallel to Y-
axis
          testzone=initial.dept(find(initial.pop.order==m)).G;%testzone is from G of dept order(m)
          [x0,edge0]= find(testzone(sameedge,:)==testedge(sameedge));%pick the same end of edge
                          if ~isempty(edge0)
                              edge=testzone(:,edge0);
                              edge=sort(edge,2);
        %----------  edge has 2 end  ----------
                              if (size(edge,2)>2) & (edge(:,1)==edge(:,2))
                              edge(:,1)=[];
                              elseif (size(edge,2)>2) & (edge(:,2)==edge(:,3))
                              edge(:,3)=[];
                              end
        %----------  check testedge and edge  ----------
              if ((edge(:,1)<=testedge(:,1))&(edge(:,2)>=testedge(:,1))) |
((edge(:,1)<=testedge(:,2))&(edge(:,2)>=testedge(:,2))) | ((edge(:,1)>=testedge(:,1))&(edge(:,2)<=testedge(:,2)))
                closeornot(j)=1;%1=> testedge and edge are close, 2 => not close
              else
                closeornot(j)=0;
              end
                          else
                          closeornot(j)=0;
                         end
    end
   end
    if AX(i)==1
     AXresult(dept1(i),dept2(i))=AXresult(dept1(i),dept2(i))-any(any(closeornot==1)); %change initial.AXresult to 0
    elseif AX(i)==-1
```

```
        AXresult(dept1(i),dept2(i))=AXresult(dept1(i),dept2(i))+all(all(closeornot==0));
      end
end
      initial.AXresult=~any(find(AXresult)); %if can find that any of AXresult is not equal to '0' => FAIL(0) ,1=>PASS
 else
    initial.AXresult=1;
 end

%*****************************************************************
%   function band   1/1/00
%*****************************************************************
function bandWidth=band(order,dept,factory)
nodept=length(order);
bandWidth=zeros(1,nodept);
j=1;
i=1;
commulativeArea=0;
while i<=nodept
  n=i;
  a=round(rand);
  if a
     bandWidth(j)=dept(order(i)).fixW+round(rand*dept(order(i)).clearanceW);
  else
     bandWidth(j)=dept(order(i)).fixL+round(rand*dept(order(i)).clearanceL);
  end
  if sum(bandWidth)>factory.W
     bandWidth(j)=factory.W-sum(bandWidth(1:j-1));
  end
  areaOfband=factory.L*bandWidth(j);
  deptOfthisband(j)=0;
  while commulativeArea<areaOfband
     commulativeArea=commulativeArea+dept(order(i)).Area;
      deptOfthisband(j)=deptOfthisband(j)+1;
     i=i+1;
  end
  commulativeArea=commulativeArea-areaOfband;
  if i>nodept
     bandWidth(j)=factory.W-sum(bandWidth(1:j-1));
  end
  j=j+1;
end

%*****************************************************************
%      function checksamepop.m      modify 4/8/99
%*****************************************************************
function Ans1 = checksamepop(newpop,allpop)
```

```
if length(allpop)==1%don't check at first-pop
  Ans1=1;
else
  for k=1:length(allpop)-1
   if isequal(newpop,allpop(k))
     Ans1=0; %same
     break
    else
    Ans1=1;%not same
    end
  end
end

%*****************************************************************
%       function checksameX3.m     modify 2/8/99
%*****************************************************************
function Ans2 = checksameX3(newpop,Xmatrix)
for k=1:length(Xmatrix)
    if isequal(newpop,Xmatrix(k))
      Ans2=0; %same
      break
          else
          Ans2=1;%not same
          end
  end

%*************************************************************************
%       function choosMut   27/9/99
%*************************************************************************
function mutaZone=chooseMut(gen2,Pm)
for i=1:length(gen2)
  if rand<=Pm
    mutaZone(i)=i;
  else
    mutaZone(i)=0;
  end
end

%*************************************************************************
%   function chooseparent 1/1/00
%*************************************************************************
function [ Choose]= chooseparent(gen1,Pc)
%**************** choose which parent ********************************
for i=1:length(gen1)
     if rand<Pc
```

```
    Choose(i)=i;% make a mark on parent that random number less than Xprob
    else
      Choose(i)=0;
    end
end
%****************** make to even nember ******************************
if rem(length(find(Choose)),2)==1%parent must be even menber
  if round(rand)==0|length(find(Choose))==length(Choose) %cut off 1 parent
    zone=find(Choose~=0);
    X0=round(rand*length(zone));
     while X0==0
     X0=round(rand*length(zone));
     end
     Choose(zone(X0))=0;
     elseif round(rand)==1 %find new 1 parent
    zone=find(Choose==0);
     X1=round(rand*length(zone));
     while X1==0
     X1=round(rand*length(zone));
     end
    Choose(zone(X1))=zone(X1);
  end
end

%*****************************************************************************
%  function compare  1/1/00
%*****************************************************************************
function [newgen] = compare(newgen,oldgen,w1)
pop=length(oldgen);
oldfitness=[oldgen.fitness];
[bestoldfit,bestoldposition]=max(oldfitness);%choose the best one from oldgen
newgen(pop+1)=oldgen(bestoldposition);%add to new gen
newgen=fitness(newgen,w1);%Cal new fitness
newfitness=[newgen.fitness];
[poornewfit,poornewposition]=min(newfitness);%choos the poor one from newgen
newgen(poornewposition)=[];%delete it
newgen=fitness(newgen,w1); %cal new fitness

%*****************************************************************
%  function cost_TCR  1/1/00
%*****************************************************************
function [initial] = cost_TCR(initial,distance,dept,factory)
nodept=length(dept);
for n=1:nodept
    eachArea=zeros(2,initial.dept(n).block);%area of each block
    startCentr=zeros(2,initial.dept(n).block);%centriod of each block
```

```
  i=1;
      for i=1:initial.dept(n).block
      X0=initial.dept(n).l(1,i);%find X0 form l;
      Y0=initial.dept(n).l(2,i);
      X1=initial.dept(n).l(1,i+1);
      Y1=initial.dept(n).l(2,i+1);
      startCentr(1,i)=(X1+X0)/2;% X centriod of dept n
      startCentr(2,i)=(Y1+Y0)/2;% Y centriod of dept n
      eachArea(1:2,i)=abs(X1-X0)*abs(Y1-Y0);%area of eachdept
      end
      CcrossA=startCentr.*eachArea;%centroid* Area of each bolck
          TotalCcrossA=sum(CcrossA,2);%total centroid * Area of each dept
      initial.dept(n).Centr(1)=TotalCcrossA(1)./initial.dept(n).Area;% X centriod of dept n
      initial.dept(n).Centr(2)=TotalCcrossA(2)./initial.dept(n).Area;% Y centriod of dept n
end
%********************** distance ******************************
switch distance
case 1%euclidea
      for i=1:nodept
      for j=1:nodept
      initial.DIST(i,j)=sqrt(sum((initial.dept(j).Centr-initial.dept(i).Centr).^2));%distance=sqrt((x1-x0)^2+(y1-y0)^2))
      end
      end
case 2%rectilinear
   for i=1:nodept
     for j=1:nodept
      initial.DIST(i,j)=abs(initial.dept(j).Centr(1)-initial.dept(i).Centr(1))+abs(initial.dept(j).Centr(2)-initial.dept(i).Centr(2));
      end
      end
end
%********************** flow **********************************
[dept1,dept2,value1]=find(factory.FLOW); %change factory.FLOW to initial.FLOW
initial.FLOW=zeros(nodept,nodept);
for i=1:length(value1)
initial.FLOW(find(initial.pop.order==dept1(i)),find(initial.pop.order==dept2(i)))=value1(i);
end
%********************** cost ******************************
if length(factory.COST)==1 %allcost is equal
   initial.COST=factory.COST;
else
   initial.COST=zeros(nodept,nodept);
   [dept3,dept4,value2]=find(factory.COST); %change COSTmatrix to initial.COST
      for i=1:length(value2)
          initial.COST(find(initial.pop.order==dept3(i)),find(initial.pop.order==dept4(i)))=value2(i);
      end
end
```

```
%********************** total cost ************************
initial.totalCOST=sum(sum(initial.DIST.*initial.FLOW.*initial.COST));
%********************** TCR ********************************
[dept5,dept6,value3]=find(factory.TCR);
initial.TCR0=zeros(nodept,nodept);
for i=1:length(value3)
initial.TCR0(find(initial.pop.order==dept5(i)),find(initial.pop.order==dept6(i)))=value3(i);
end
%********************** closness rating *********************
initial.TCR=sum(sum(initial.DIST.*initial.TCR0));%linear
initial.PselectCost=NaN;
initial.PselectTCR=NaN;
initial.fitness=NaN;

%*************************************************************
%  creatpop      1/1/00
%*************************************************************
function    [initial]=creatpop(pop,dept,factory,control);
nodept=length(dept);
i=1;
Xmatrix.pop.order=0;%Xmatrix to store infeasible pop
Xmatrix.pop.band=0;
x=1; %line of Xmatrix
while i<=pop
 if control.criterion==1
%******************* create order (there are A/Xrelation) ************************************
AX2=factory.AX; %AX2 use to test that all relation
  for j=1:nodept
    if j==1
      [initial(i).pop.order(j),AX2]=locate(j,[],AX2,[]);%step1 random from every dept
    elseif j~=1&any(find(AX2(initial(i).pop.order(j-1),:)==1))
      [initial(i).pop.order(j),AX2]=locate(j,1,AX2,initial(i).pop.order(j-1));%step2 random from A-relation
        elseif j~=1&any(find(AX2(initial(i).pop.order(j-1),:)==0))
      [initial(i).pop.order(j),AX2]=locate(j,0,AX2,initial(i).pop.order(j-1));%step3 random from NO-relation
        elseif j~=1&any(find(AX2(initial(i).pop.order(j-1),:)==-1))
      [initial(i).pop.order(j),AX2]=locate(j,-1,AX2,initial(i).pop.order(j-1));%step4 random from x-relation
            end
    end
%******************* create order (there are no A/Xrelation) ************************************
     else
    arrdept=[1:nodept];
    for j=1:nodept
      arrdept0=find(arrdept);
      pos=round(rand*length(arrdept0));
      while pos==0
        pos=round(rand*length(arrdept0));
```

```
        end
        initial(i).pop.order(j)=arrdept0(pos);
        arrdept(find(arrdept==arrdept0(pos)))=0;
      end
    end
%******************  create band  ***************************************
initial(i).pop.band=band(initial(i).pop.order,dept,factory);
%******************  check all condition  ********************************
if checksamepop(initial(i),initial)
      if checksameX(initial(i),Xmatrix)
        initial1=plant(initial(i).pop.order,initial(i).pop.band,dept,factory);%plant define all corner
        initial1=fixAreacheck(initial1,dept,factory); %check FiX Area constrian
                          if initial1.fixresult==1 %PASS ilx Area constriant
                       initial1=AXcheck(initial1,control.criterion,dept,factory); %check AX-relation constraint
                 if initial1.AXresult==1 %PASS AX-relation constrain
                 initial0(i)=cost_TCR(initial1,control.distance,dept,factory); %cal cost of each pop
                i=i+1; %PASS all check, create next-pop
                 else
                 Xmatrix(x)=initial(i); %infeasible pop stored in Xmatrix
                 x=x+1;
                 end
                 else
                 Xmatrix(x)=initial(i); %infeasible pop stored in Xmatrix
                 x=x+1;
        end
          end
    end
  end
 %******************  fitness of initial  ********************************
 initial=fitness(initial0,control.w1);%cal fitness of each pop
 summary(initial);
close

%*************************************************************
%   creatpop2 user define      1/1/00
%*************************************************************
function  [initial]=creatpop2(order,band,dept,factory,control)
nodept=length(dept);
Xmatrix.pop.order=0;%Xmatrix to store infeasible pop
Xmatrix.pop.band=0;
x=1; %line of Xmatrix
initial.pop.order=order;
initial.pop.band=band;
%******************  check all condition  ********************************
        initial1=plant(initial.pop.order,initial.pop.band,dept,factory); %plant define all corner
        initial1=fixAreacheck(initial1,dept,factory); %check FiX Area constrian
```

```
        initial1=AXcheck(initial1,control.criterion,dept,factory); %check AX-relation constraint
        initial0=cost_TCR(initial1,control.distance,dept,factory); %cal cost of each pop
        initial=fitness(initial0,control.w1);%cal fitness of each pop
                                summary(initial);
%******************  fittness of initial  ******************************
initial.control=control;
for i=1:nodept
  initial.dept(i).name=dept(initial.dept(i).name).name
end
draw(initial)

%*************************************************************************
%  function crossover  1/1/00
%*************************************************************************
function [gen2]=crossover8(gen1,control,dept,factory,Pc,type)
gen2=gen1;
%*************************  choose parent  ***************************
[Choose]=chooseparent(gen1,Pc);%choose parent
if find(Choose)
%*************************  which type  ******************************
switch (type)
case 1
  [gen20]=PMX(gen2,gen1,Choose);
  typename='PMX';
case 2
  [gen20]=CX(gen2,gen1,Choose);
  typename='CX';
case 3
  [gen20]=OX(gen2,gen1,Choose);
  typename='OX';
case 4
  [gen20]=positionBase(gen2,gen1,Choose);
  typename='Position-Base';
case 5
  [gen20]=orderBase(gen2,gen1,Choose);
  typename='Order-Base';
end
%*******************  check feasibility  ***************************
for i=1:length(gen1)
  i  ;
  k=0;
  while k<3
  if find(Choose)
%******************  create band  ***********************************
  Cband=band(gen20(i).pop.order,dept,factory);
%******************  check all condition  ***************************
```

```
    gen22=plant(gen20(i).pop.order,Cband,dept,factory); %plant define all corner
    gen22=fixAreacheck(gen22,dept,factory); %check FiX Area constrian
            if gen22.fixresult==1 %PASS Fix Area constriant
       gen22=AXcheck(gen22,control.criterion,dept,factory); %check AX-relation constraint
            if gen22.AXresult==1 %PASS AX-relation constrain
            gen2(i)=cost_TCR(gen22,control.distance,dept,factory); %cal cost of each pop
           k=3;
        else
          gen2(i)=gen1(i);
          k=3;
        end %offspring1.AXresult==1
      else
          k=k+1;
          if k==3
            gen2(i)=gen1(i);
          end
      end %offspring1.fixresult==1
    end %if find(Choose)
end %while k<3
end%for i=1:length(Choose)
%*****************  fitness  ***************************************
[gen2]=fitness(gen2,control.w1);
[gen2]=compare(gen2,gen1,control.w1);
end%if find (Choose)

%*************************************************************************
%   function crosspoint1   1/1/00
%*************************************************************************
function [XP1,XP2]=crosspoint6(nodept)
XP1=round(rand*nodept);
XP2=round(rand*nodept);
while (XP1>=XP2) | (XP1==0) | (XP2==0)
XP1=round(rand*nodept);
XP2=round(rand*nodept);
end

%*************************************************************************
%   function crosspoint   1/1/00
%*************************************************************************
function XP=crosspoint7(nodept,no_X)
for i=1:no_X
XP(i)=round(rand*nodept);
    while (XP(i)==0)
            XP(i)=round(rand*nodept);
    end
    if i>1
```

```
      while any(XP(i)==XP(1:i-1)) |  (XP(i)==0)
        XP(i)=round(rand*nodept);
           end
      end
end
XP=sort(XP);

%*************************************************************************
%  function  CX   1/1/00
%*************************************************************************
function    [gen2]=CX(gen2,gen1,Choose);
nodept=length(gen1(1).pop.order);
crossZone=find(Choose);
for i=1:2:length(crossZone)-1
      gen2(crossZone(i)).pop.order=zeros(1,nodept);
      gen2(crossZone(i+1)).pop.order=zeros(1,nodept);
      loc=1;
      value=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(1);
      while value ~= gen1(crossZone(i)).pop.order(1)
      gen2(crossZone(i)).pop.order(loc)=gen1(crossZone(i)).pop.order(loc);
   gen2(crossZone(i+1)).pop.order(loc)=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(loc);
      [loc]=find(gen1(crossZone(i)).pop.order==gen1(crossZone(i+1)).pop.order(loc));
      value=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(loc);
      end
  gen2(crossZone(i)).pop.order(loc)=gen1(crossZone(i)).pop.order(loc);
  gen2(crossZone(i+1)).pop.order(loc)=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(loc);
      loc2=find(gen2(crossZone(i)).pop.order==0);    .
      for j=1:length(loc2)
      gen2(crossZone(i)).pop.order(loc2(j))=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(loc2(j));
      gen2(crossZone(i+1)).pop.order(loc2(j))=gen1(crossZone(i)).pop.order(loc2(j));
      end
end

%*************************************************************
%  function draw   1/1/00
%*************************************************************
function figure =draw(initial);
clc
fprintf('\n\n\n\n\n');
fprintf('*==============================*=========================/===*=========================
======*================================*\n');
pop=length(initial);
for i=1:length(initial)
axis equal
clf
      for n=1:length(initial(1).dept)
```

```
shg
hold on
    line(initial(i).dept(n).G(1,:),initial(i).dept(n).G(2,:))
title(['Plant(',int2str(i),').....Cost: ',int2str(initial(i).totalCOST),' ...TCR: ',int2str(initial(i).TCR)])
xlabel('factory width (Unit)')
ylabel('factory length (Unit)')
        plot(initial(i).dept(n).Centr(1),initial(i).dept(n).Centr(2),'*b');
      if  initial(i).dept(n).fixW~=0|initial(i).dept(n).fixL~=0

text(initial(i).dept(n).Centr(1),initial(i).dept(n).Centr(2),['[',num2str(initial(i).dept(n).name),']..area:',int2str(initial(i).dept(n).
Area),'.. fix:(',num2str(initial(i).dept(n).fixW),'*',num2str(initial(i).dept(n).fixL),')'])
      else

text(initial(i).dept(n).Centr(1),initial(i).dept(n).Centr(2),['[',num2str(initial(i).dept(n).name),']..area:',int2str(initial(i).dept(n).
Area)])
     end
     end
    fprintf('   Plant initial(%g) complete\n\n',i);
    if initial(i).control.distance==1
      fprintf('      Euclidean distance\n');
    else
      fprintf('      Rectilinear distance\n');
    end
    if initial(i).control.criterion==1;
      fprintf('      single-objective(restrict relation concern)\n\n');
    else
      fprintf('      multi-objective w1:%g  w2:%g\n\n',initial(i).control.w1,1-initial(i).control.w1);
    end
      fprintf('  Order:' );
    disp(initial(i).pop.order);
      fprintf('  Band :');
    disp(initial(i).pop.band);
    if initial(i).control.criterion==1;
      fprintf('  Cost :    %g\n',initial(i).totalCOST);
    else
      fprintf('  Cost :    %g   TCR : %g\n',initial(i).totalCOST,initial(i).TCR);
    end
    fprintf('\n');
      fprintf('       Press any key to continue..\n');
fprintf('*=============================*=========================/===*=======================*===
======*================================*\n');
end
hold off

%*****************************************************************
%  function fitness  1/1/00
```

```
%*********************************************************************
function [initial]=fitness(initial,W1)

W2=1-W1;%weigth for TCR
allcost=[initial.totalCOST];%arrange all cost of generation into matrix
totalCOST=sum(allcost);%sum of all cost of generation
costFitness=(totalCOST-allcost);%less cost high fitness
totalCOSTfitness=sum(costFitness);
allTCR=[initial.TCR];%arrange all cost of generation into matrix
totalTCR=sum(allTCR);%sum of all cost of generation
TCRFitness=(totalTCR-allTCR);%less cost high fitness
totalTCRfitness=sum(TCRFitness);
for i=1:length(initial)
  initial(i).PselectCost=costFitness(i)/totalCOSTfitness;%ralative fitness
  initial(i).PselectTCR=TCRFitness(i)/totalTCRfitness;
  initial(i).fitness=W1*(initial(i).PselectCost)+W2*(initial(i).PselectTCR);
end

%*********************************************************************
%  function fixAreacheck  1/1/00
%*********************************************************************
function initial = fixAreacheck(initial,dept,factory);
nodept=length(dept);
for n=1:nodept; % every dept
  initial.dept(n).WL=[zeros(4,2),NaN*ones(4,1)];
%---------- dept. locate in 1 bolck ----------
    if initial.dept(n).block==1;
    initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,3)-initial.dept(n).G(1,1));
   initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,3)-initial.dept(n).G(2,1));
 %---------- dept. locate in 2 bolck ----------
    elseif initial.dept(n).block==2;
    if abs(initial.dept(n).G(2,6)-initial.dept(n).G(2,1))<=abs(initial.dept(n).G(2,5)-initial.dept(n).G(2,4))
      initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,5)-initial.dept(n).G(1,1));%(I-1)
    initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,5)-initial.dept(n).G(2,1));
          initial.dept(n).WL(2,1)=abs(initial.dept(n).G(1,5)-initial.dept(n).G(1,3));%(I-2)
       initial.dept(n).WL(2,2)=abs(initial.dept(n).G(2,5)-initial.dept(n).G(2,3));
    else
      initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,2)-initial.dept(n).G(1,1));%(II-1)
    initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,6)-initial.dept(n).G(2,1));
          initial.dept(n).WL(2,1)=abs(initial.dept(n).G(1,6)-initial.dept(n).G(1,5));%(II-2)
    initial.dept(n).WL(2,2)=abs(initial.dept(n).G(2,4)-initial.dept(n).G(2,5));
    end
 %---------- dept. locate in 3(+2m) bolck ----------
    elseif initial.dept(n).block>2&rem(initial.dept(n).block,2)==1;
    initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,7)-initial.dept(n).G(1,1));%(I-1),(II-1)
    initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,1));
```

```
                initial.dept(n).WL(2,1)=abs(initial.dept(n).G(1,7)-initial.dept(n).G(1,3));%(I-2),(II-2)
        initial.dept(n).WL(2,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,3));
                initial.dept(n).WL(3,1)=abs(initial.dept(n).G(1,5)-initial.dept(n).G(1,3));%(I-3),(II-3)
        initial.dept(n).WL(3,2)=abs(initial.dept(n).G(2,5)-initial.dept(n).G(2,3));
          if (abs(initial.dept(n).G(2,8)-initial.dept(n).G(2,1))+abs(initial.dept(n).G(2,5)-initial.dept(n).G(2,4)))>=factory.L
            initial.dept(n).WL(4,1)=abs(initial.dept(n).G(1,5)-initial.dept(n).G(1,1));%(II-4)
             initial.dept(n).WL(4,2)=abs(initial.dept(n).G(2,5)-initial.dept(n).G(2,1));
          end
%---------- dept. locate in 4(+2m) bolck ----------
        elseif initial.dept(n).block>2&rem(initial.dept(n).block,2)==0;
                initial.dept(n).WL(2,1)=abs(initial.dept(n).G(1,4)-initial.dept(n).G(1,3));% (I-2),(II-2),(III-3)
        initial.dept(n).WL(2,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,3));
             if initial.dept(n).G(2,1)==initial.dept(n).G(2,6);
            initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,7)-initial.dept(n).G(1,1));%(II-1)
             initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,1));
          elseif abs(initial.dept(n).G(2,8)-initial.dept(n).G(2,1)) < abs(initial.dept(n).G(2,8)-initial.dept(n).G(2,6))
            initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,7)-initial.dept(n).G(1,1));%(I-1)
             initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,1));
             initial.dept(n).WL(3,1)=abs(initial.dept(n).G(1,7)-initial.dept(n).G(1,3));%(I-3)
             initial.dept(n).WL(3,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,5));
          elseif abs(initial.dept(n).G(2,8)-initial.dept(n).G(2,1)) > abs(initial.dept(n).G(2,8)-initial.dept(n).G(2,6))
            initial.dept(n).WL(1,1)=abs(initial.dept(n).G(1,5)-initial.dept(n).G(1,1));%(III-1)
             initial.dept(n).WL(1,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,1));
             initial.dept(n).WL(3,1)=abs(initial.dept(n).G(1,7)-initial.dept(n).G(1,1));%(III-3)
             initial.dept(n).WL(3,2)=abs(initial.dept(n).G(2,7)-initial.dept(n).G(2,5));
          end;
      end;
    %-------------------------------------------------
                initial.dept(n).WL=sort (initial.dept(n).WL,2); %W must less than L
          zone=find(initial.dept(n).WL(:,1));
           for i=1:length(zone)
             initial.dept(n).WL(zone(i),3)=initial.dept(n).WL(zone(i),2)./initial.dept(n).WL(zone(i),1);
           end
          if find(initial.dept(n).WL(:,3)>=dept(initial.dept(n).name).ratio)
            initial.dept(n).fixresult=0;
          else
                fixArea=[initial.dept(n).fixW ,initial.dept(n).fixL];
             fixArea=repmat(fixArea,size(initial.dept(n).WL,1),1);
                    checkA=(fixArea <= initial.dept(n).WL(:,1:2)); %compare FIX Area and each dept W&L
            initial.dept(n).fixresult=any(all(checkA,2));%each dept FIX Area check result,1=PASS
        end
         facfixresult(n)=initial.dept(n).fixresult;
    end
    initial.fixresult= all(facfixresult);%factory FIX Area check result,1=PASS

    %*****************************************************************
```

```
%   function GAGO   1/1/00
%*****************************************************************

function   [optimum0] =GAGO
[dept,factory,rep,pop,no_gen,Stype,Ctype,Pc,Mtype,Pm,control]=para;
fid0=fopen('totalreport.m','w');
for set=1:1
if set<10
fid1=fopen(['report00',int2str(set),'.m'],'w');
fid2=fopen(['graph00',int2str(set),'.m'],'w');
elseif set<100
fid1=fopen(['report0',int2str(set),'.m'],'w');
fid2=fopen(['graph0',int2str(set),'.m'],'w');
else
fid1=fopen(['report',int2str(set),'.m'],'w');
fid2=fopen(['graph',int2str(set),'.m'],'w');
end
 [optimum0,firstgen0,timepergen0,fit0]
=GArun(dept,factory,rep(set),pop(set),no_gen(set),Stype(set),Ctype(set),Pc(set),Mtype(set),Pm(set),control(set),fid1,set
);
graphrecord(fid2,fit0,no_gen);
timepergen(set,:)=timepergen0;
  clear fid1 fid2
  timenow=clock;
  fprintf(fid0,'*****************************************************************\n');
  fprintf(fid0,'                    parameter set :%g\n',set);
    fprintf(fid0,'                        date %s  time %g:%g:%g\n',date,timenow(4),timenow(5),timenow(6));
  fprintf(fid0,'   w1:%g   pop:%g  no_gen:%g  Stype:%g  Ctype:%g  Pc:%g  Mtype:%g
Pm:%g\n',control(set).w1,pop(set),no_gen(set),Stype(set),Ctype(set),Pc(set),Mtype(set),Pm(set));
  fprintf(fid0,'*****************************************************************\n');
          for i=1:rep(set)
              fprintf(fid0,'   cost:     %g                                \n',optimum0(i).totalCOST);
          fprintf(fid0,'   TCR:      %g                                \n',optimum0(i).TCR);
          fprintf(fid0,'   found_at:  %g                                \n',firstgen0(i) );
              fprintf(fid0,'   time/gen:  %1.4f                             \n',timepergen0(i));
          for k=1:length(dept)
              fprintf(fid0,'   order(%g):%g  band(%g):%g\n',k,optimum0(i).pop.order(k),k,optimum0(i).pop.band(k));
           end
          fprintf(fid0,' \n');
          end
  fprintf(fid0,' \n');

end
fclose(fid0);

%*****************************************************************
```

```
%   function GAoperation                1/1/00
%*****************************************************************
function
[optimum,fit,first]=GAoperation(initial,no_gen,Stype,Ctype,Pc,Mtype,Pm,control,rep,rep_order,dept,factory);
 gen3=initial;
 allfit=[initial.fitness];
 maxpos=find(allfit==max(allfit));
 fit.cost(1)=initial(maxpos(1)).totalCOST;
 fit.TCR(1)=initial(maxpos(1)).TCR;
summary(initial);
for i=1:no_gen
     [gen1]=selection(gen3,control.w1,dept,factory,Stype);
     [gen2]=crossover(gen1,control,dept,factory,Pc,Ctype);
     [gen3]=mutation(gen2,control,dept,factory,Pm,Mtype);
     maxpos=summary(gen3);
     fit.cost(i+1)=gen3(maxpos).totalCOST;
     fit.TCR(i+1)=gen3(maxpos).TCR;
end
w2=1-control.w1;
   allcost=[fit.cost];
   sumcost=sum(allcost);
   allcost=sumcost-allcost;
   sumcost=sum(allcost);
   allTCR=[fit.TCR];
   sumTCR=sum(allTCR);
   allTCR=sumTCR-allTCR;
   sumTCR=sum(allTCR);
   costfit=allcost./sumcost;
   TCRfit=allTCR./sumTCR;
   GAfit=control.w1*costfit+w2*TCRfit;
first=find(GAfit==max(GAfit));
first=first(1);
optimum=gen3(maxpos);
optimum.control=control;

%*****************************************************************
%   function GArun   1/1/00
%*****************************************************************
function   [optimum0,firstgen,timepergen,fit0]
=GArun(dept,factory,rep,pop,no_gen,Stype,Ctype,Pc,Mtype,Pm,control,fid,set);
     timenow=clock;
  fprintf(fid,'*************************************************************************\n');
  fprintf(fid,'                    date %s  time %g:%g:%g\n',date,timenow(4),timenow(5),timenow(6));
  fprintf(fid,'                 parameter set :%g\n',set);
  fprintf(fid,'   pop:%g  no_gen:%g  Stype:%g  Ctype:%g  Pc:%g  Mtype:%g
Pm:%g\n',pop,no_gen,Stype,Ctype,Pc,Mtype,Pm);
```

```
  fprintf(fid,'**********************************************************************\n');
for i=1:rep
time(1)=cputime;
  [initial]=creatpop(pop,dept,factory,control);

  time(2)=cputime;
  [optimum,fit,first]=GAoperation(initial,no_gen,Stype,Ctype,Pc,Mtype,Pm,control,rep,i,dept,factory);
  time(3)=cputime;
    fit0(i)=fit;
    firstgen(i)=first;
    timeused(i,1)=time(3)-time(1);
    timeused=time2clock(timeused,i);
    timeused(i,5)=time(2)-time(1);
    timepergen(i)=(time(3)-time(2))/no_gen;
    optimum0(i)=optimum;
 end
    time(2)=cputime;
    avetime(1)=mean(timeused(:,1));
    avetime=time2clock(avetime,1);
              for j=1:rep
              fprintf(fid,'  cost:    %g                    \n',optimum0(j).totalCOST);
        fprintf(fid,'  TCR:     %g                    \n',optimum0(j).TCR);
        fprintf(fid,'  found_at:  %g                    \n',firstgen(j) );
              fprintf(fid,'  time/gen:  %1.4f                    \n',timepergen(j));
       for k=1:length(dept)
        fprintf(fid,'  order(%g):%g  band(%g):%g\n',k,optimum0(j).pop.order(k),k,optimum0(j).pop.band(k));
        end
        fprintf(fid,' \n');
        end
        fprintf(fid,'----------------------------------------------------------------\n');
              fprintf(fid,'                  ** TOTAL SUMMARY **\n');
              fprintf(fid,'----------------------------------------------------------------\n');
              fprintf(fid,'            Ave.Total time:  %g hr. %g min. %2.3f sec./rep.
\n',avetime(2),avetime(3),avetime(4));
              fprintf(fid,'            Ave.ini.time:  %2.4f sec./(%gpop)\n',mean(timeused(:,5)),pop);
              fprintf(fid,'            Ave.time/gen:  %2.4f sec./gen\n',mean(timepergen));
              fprintf(fid,'----------------------------------------------------------------\n');
    fclose(fid);

%*****************************************************************
%  function graphrecord  1/1/00
%*****************************************************************
function  fid =  graphrecord(fid,fit,no_gen);
for i=1:length(fit)
  fprintf(fid,'  rep(%g)\n',i);
  for j=1:length(fit(1).cost)
```

```
    fprintf(fid,' gen(%g) cost: %g  TCR: %g\n',j-1,fit(i).cost(j),fit(i).TCR(j));
  end
  fprintf(fid,'\n');

end
  fclose(fid);

%*************************************************************************
%  function insertion   1/1/00
%*************************************************************************
function [gen3]=insertion(gen2,mutaZone);
nodept=length(gen2(1).pop.order);
for i=1:length(mutaZone)
  clear part1 part2 part3 part4
  if find(mutaZone(i))
    order=gen2(i).pop.order;
    for j=1:2
     MP(j)=randomposition(nodept,0);
     end
     MP=sort(MP);
   if MP(1)==1 & MP(2)==nodept
      gen3(i).pop.order=order;
   else
     part1=order(1:MP(1)-1);
   part2=order(MP(1):MP(2));
   part3=order(MP(2)+1:end);
   part4=[part1,part3];
   inst=randomposition(length(part4),0);
   gen3(i).pop.order=[part4(1:inst-1),part2,part4(inst:end)];
   end
     end
end

%*************************************************************
%  function locate   1/1/00
%*************************************************************
function [name,AX2] = locate(j,x,AX2,DEPT)
if j==1
  posdept = [1:size(AX2,1)];
else
     posdept = find(AX2(DEPT,:)==(x));%dept that relate to deptj
  AX2(:,DEPT)=NaN;%don't look at AX2
  AX2(DEPT,:)=NaN;
end
if ~isempty(posdept)
          position = round(rand*length(posdept));%position in possible dept
```

```
            while position==0
                position = round(rand*length(posdept));
        end
        name=posdept(position);%name of that dept
    end
        AX2(name,name)=NaN;%don't look at AX2(name,name)

%*************************************************************************
%   function mutation   1/1/00
%*************************************************************************
function [gen3]=mutation(gen2,control,dept,factory,Pm,Mtype);
gen3=gen2;
%***************  choose gen2 to mutation  ****************************
mutaZone=chooseMut(gen2,Pm) ;
if find(mutaZone)
%************************  which type  ********************************
switch Mtype
case 1
  [gen30]=randSequence(gen2,mutaZone,factory);
case 2
  [gen30]=insertion(gen2,mutaZone);
case 3
  [gen30]=reciExchange(gen2,mutaZone);
end
%*********************  check feasibility  ******************************
for i=1:length(mutaZone)
     if find(mutaZone(i))
    k=0;
          while k<3
%******************  create band  ***************************************
          gen30(i).pop.band=band(gen30(i).pop.order,dept,factory);
%******************  check all condition  *******************************
          mute1=plant(gen30(i).pop.order,gen30(i).pop.band,dept,factory); %plant define all corner
    mute1=fixAreacheck(mute1,dept,factory); %check FIX Area constrian
              if mute1.fixresult==1 %PASS Fix Area constriant
          mute1=AXcheck(mute1,control.criterion,dept,factory); %check AX-relation constraint
              if mute1.AXresult==1 %PASS AX-relation constrain
              gen3(i)=cost_TCR(mute1,control.distance,dept,factory); %cal cost of each pop
            k=3; %PASS all check, create next-pop
           else
             gen3(i)=gen2(i);
             k=3;
           end %if mute1.AXresult==1
         else
             k=k+1;
             if k==3
```

```
                gen3(i)=gen2(i);
              end
            end %if mute1.fixresult==1
          end %while k<=3
      end
end
end
%****************  fitness  ***************************************
[gen3]=fitness(gen3,control.w1);
[gen3]= compare(gen3,gen2,control.w1);

%*************************************************************************
%  function orderBase  1/1/00
%*************************************************************************
function   [gen2]=orderBase2(gen2,gen1,Choose);
nodept=length(gen1(1).pop.order);
crossZone=find(Choose);
for i=1:2:length(crossZone)-1
  clear orderset1 orderset2
  gen2(crossZone(i))=gen1(crossZone(i+1));
  gen2(crossZone(i+1))=gen1(crossZone(i));
  no_X=round(rand*nodept);%random number of cross point
  while no_X==0
    no_X=round(rand*nodept);
  end
  XP=crosspoint2(nodept,no_X);
  set1=[gen1(crossZone(i)).pop.order(XP)];
  set2=[gen1(crossZone(i+1)).pop.order(XP)];
  for j=1:length(XP)
    orderset1(j)=find(gen1(crossZone(i+1)).pop.order==set1(j));
    orderset2(j)=find(gen1(crossZone(i)).pop.order==set2(j));
  end
  orderset1=sort(orderset1);
  orderset2=sort(orderset2);
  m=1;
  for k=1:nodept
    if any(k==orderset1)
      gen2(crossZone(i)).pop.order(k)=set1(m);
      m=m+1;
    end
  end
  m=1;
  for k=1:nodept
    if any(k==orderset2)
      gen2(crossZone(i+1)).pop.order(k)=set2(m);
      m=m+1;
```

```
    end
  end
end

%*************************************************************************
%  function OX      1/1/00
%*************************************************************************
function  [gen2]=OX(gen2,gen1,Choose);
nodept=length(gen1(1).pop.order);
crossZone=find(Choose);
for i=1:2:length(crossZone)-1
    bandlength=max([max(find(gen1(crossZone(i)).pop.band)),max(find(gen1(crossZone(i+1)).pop.band))]);
    [XP1,XP2]=crosspoint1(nodept);
    parent11=gen1(crossZone(i)).pop.order;
    parent22=gen1(crossZone(i+1)).pop.order;
    for j=XP1:XP2
    loc1 = find(gen1(crossZone(i)).pop.order==gen1(crossZone(i+1)).pop.order(j));
    parent11(loc1)=0;
    loc2 = find(gen1(crossZone(i+1)).pop.order==gen1(crossZone(i)).pop.order(j));
    parent22(loc2)=0;
    end
    parent11=repmat(parent11,1,2);
    parent22=repmat(parent22,1,2);
    [x1 x2 order11] = find(parent11(XP1:XP1+nodept-1));
    [x3 x4 order22] = find(parent22(XP1:XP1+nodept-1));
    k=1;
    for j=1:nodept
    if j>=XP1 & j<=XP2
    gen2(crossZone(i)).pop.order(j)=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(j);
    gen2(crossZone(i+1)).pop.order(j)=gen1(crossZone(i)).pop.order(j);
    else
    gen2(crossZone(i)).pop.order(j)=order11(k);
    gen2(crossZone(i+1)).pop.order(j)=order22(k);
    k=k+1;
    end
    end
end

%*************************************************************************
%       function paired     10/8/99
%*************************************************************************
function [pair,Uparent] = paired(parent)
Xprob = 1;%input('  Please enter CrossOver Probability :');%crossover probability
%***************  choose which parent  ******************************
for i=1:length(parent)
    if rand<Xprob
```

```
      value1(i)=i;% make a mark on parent that random number less than Xprob
       else
         value1(i)=0;
       end
  end
  %***************** make to even nember ******************************
  if rem(length(find(value1)),2)==1%parent must be even menber
    if  round(rand)==0|length(find(value1))==length(value1) %cut off 1 parent
      zone=find(value1~=0);
      X0=round(rand*length(zone));
       while X0==0
       X0=round(rand*length(zone));
       end
       value1(zone(X0))=0;
       elseif round(rand)==1 %find new 1 parent
      zone=find(value1==0);
       X1=round(rand*length(zone));
       while X1==0
       X1=round(rand*length(zone));
       end
       value1(zone(X1))=zone(X1);
    end
  end
  %***************  identify all parent ***********************************
  value2 =find(value1); %find all choose parent
  for i=1:length(value2)
    Xparent(i)=parent(value2(i));% identify all parent
  end
  %***************  reorder all parent by random  ************************
  value3=[1:length(value2)];
  for i=1:length(value3)
    zone=find(value3);%look for which one isn't choosen
    order=round(rand*length(zone));%random the order
    while order==0
      order=round(rand*length(zone));
    end
    Xparent2(i)=Xparent(value3(zone(order)));
    value3(zone(order))=0;%change the choosen one to 0
  end
  %***************  choose 2 parent to make 1 pair ************************
  for i=1:2:length(find(value1))-1 %2 next-to parent be mew 1 pair
       pair((i+1)/2).parent(1)=Xparent2(i);
       pair((i+1)/2).parent(2)=Xparent2(i+1);
  end
  %******************** unchoose parent ********************************
  value4 = find(value1==0);
```

```
if find(value1==0)
    for i=1:length(value4);
  Uparent(i)=parent(value4(i));
    end
else
  Uparent=[];
end


%*************************************************************
%   function plant   1/1/00
%*************************************************************
function initial=plant6(order,band,dept,factory);
nodept=length(dept);
initial.pop.order=order;
initial.pop.band=band;
x0=0; %enter Coor of X at start posotion
y0=0; %enter Coor of Y at start posotion
Dr0=1; %enter the direction + is up , - is down first
j0=1; %start band
for n=1:nodept; %every dept
  m=order(n);
  initial.dept(n).name=m;
  initial.dept(n).Area=dept(m).Area;
  initial.dept(n).fixW=dept(m).fixW;
  initial.dept(n).fixL=dept(m).fixL;
  Dr=Dr0   ; %set direction = start direction
    StilA=initial.dept(n).Area; %stil remain area
    DelA =0; %area will be delete at this time
    j=j0; %start at band 1
    c=1; %c0=first col to draw in K
  while StilA > 0; %look at StilA
    % x0 is coor of X at position 0,y0 is coor of Y at position 0
    initial.dept(n).l(1,c)= x0;%dept1 start in row1, dept2 start in row3
        initial.dept(n).l(2,c)= y0;
            x1= x0+band(j) ; %cal x0+band width
        initial.dept(n).l(1,c+1)= x1; %1 dept  at 3,2 dept at 5
   if Dr==1; % for y1
        if y0+(StilA/band(j)) < factory.L;
        y1 = y0+(StilA/band(j));
        else y1=factory.L;
       j=j+1; %go to next band
        end
   elseif Dr==-1;
        if y0-(StilA/band(j)) > 0;
       y1=y0-(StilA/band(j));
```

```
        else y1=0;
       j=j+1; %go to next band too
        end
    end
     initial.dept(n).l(2,c+1) = y1;
     Dr= -Dr ;  %change direction
         DelA=abs(x1-x0)*abs(y1-y0); %cal area of delete area
     c=c+1; %next col
     StilA=StilA-DelA;
     if StilA<0.05
       StilA=0;
     end
    x0=x1; %set x0 for next loop
    y0=y1; %set y0 for next loop
     end %while loop to find x,y
     j0=j; %set band for next dept.= end of this dept.
     Dr0=Dr; %set start direction for next dept.= last dir. of this dept.
     if y0>0 & y0<factory.L; %if y0 not exceed length
     x0=x0-band(j); %don,t change x0 , use the same
     Dr0= -Dr; %direction too
  end
end %for-loop for every dept
for n=1:nodept%every dept
  initial.dept(n).block=size(initial.dept(n).l,2)-1;
  dept(n).F=zeros(2,initial.dept(n).block-1);
  for j=1:initial.dept(n).block   %first row=X
    dept(n).F(1,j*4-3)=initial.dept(n).l(1,j);
    dept(n).F(2,j*4-3)=initial.dept(n).l(2,j);
    dept(n).F(1,j*4-2)=initial.dept(n).l(1,j+1);
    dept(n).F(2,j*4-2)=initial.dept(n).l(2,j);
    dept(n).F(1,j*4-1)=initial.dept(n).l(1,j+1);
    dept(n).F(2,j*4-1)=initial.dept(n).l(2,j+1);
    dept(n).F(1,j*4)=initial.dept(n).l(1,j);
    dept(n).F(2,j*4)=initial.dept(n).l(2,j+1);
    hold on
    end
%----------  graphic in 1 Band (require 5 points) -------
    if initial.dept(n).block==1
    initial.dept(n).G=zeros(2,5);
    initial.dept(n).G(1:2,1)=dept(n).F(1:2,1);
    initial.dept(n).G(1:2,2)=dept(n).F(1:2,2);
    initial.dept(n).G(1:2,3)=dept(n).F(1:2,3);
    initial.dept(n).G(1:2,4)=dept(n).F(1:2,4);
    initial.dept(n).G(1:2,5)=dept(n).F(1:2,1);
%----------  graphic in 2 Band (require 7 points) -------
    elseif initial.dept(n).block==2
```

```
      initial.dept(n).G=zeros(2,7);
      initial.dept(n).G(1:2,1)=dept(n).F(1:2,1);
      initial.dept(n).G(1:2,2)=dept(n).F(1:2,2);
      initial.dept(n).G(1:2,3)=dept(n).F(1:2,8);
      initial.dept(n).G(1:2,4)=dept(n).F(1:2,7);
      initial.dept(n).G(1:2,5)=dept(n).F(1:2,6);
      initial.dept(n).G(1:2,6)=dept(n).F(1:2,4);
      initial.dept(n).G(1:2,7)=dept(n).F(1:2,1);
%-------- graphic in 3(+2n) Band (require 9 points) -----
      elseif (initial.dept(n).block>2)&(rem(initial.dept(n).block,2)==1)
      endpoint=size(dept(n).F,2);% last position in F
      initial.dept(n).G=zeros(2,9);
      initial.dept(n).G(1:2,1)=dept(n).F(1:2,1);
      initial.dept(n).G(1:2,2)=dept(n).F(1:2,2);
      initial.dept(n).G(1:2,3)=dept(n).F(1:2,8);
      initial.dept(n).G(1:2,4)=dept(n).F(1:2,endpoint-2);
      initial.dept(n).G(1:2,5)=dept(n).F(1:2,endpoint-1);
      initial.dept(n).G(1:2,6)=dept(n).F(1:2,endpoint);
      initial.dept(n).G(1:2,7)=dept(n).F(1:2,endpoint-6);
      initial.dept(n).G(1:2,8)=dept(n).F(1:2,4);
      initial.dept(n).G(1:2,9)=dept(n).F(1:2,1);
%-------- graphic in 4 (+2n)Band (require 9 points) -----
    elseif (initial.dept(n).block>2)&(rem(initial.dept(n).block,2)==0)
      endpoint=size(dept(n).F,2);
      initial.dept(n).G=zeros(2,9);
      initial.dept(n).G(1:2,1)=dept(n).F(1:2,1);
      initial.dept(n).G(1:2,2)=dept(n).F(1:2,2);
      initial.dept(n).G(1:2,3)=dept(n).F(1:2,8);
      initial.dept(n).G(1:2,4)=dept(n).F(1:2,endpoint-6);
      initial.dept(n).G(1:2,5)=dept(n).F(1:2,endpoint);
      initial.dept(n).G(1:2,6)=dept(n).F(1:2,endpoint-1);
      initial.dept(n).G(1:2,7)=dept(n).F(1:2,endpoint-2);
      initial.dept(n).G(1:2,8)=dept(n).F(1:2,4);
      initial.dept(n).G(1:2,9)=dept(n).F(1:2,1);
      end
  end

%*************************************************************************
%  function  PMX  1/1/00
%*************************************************************************
function    [gen2]=PMX(gen2,gen1,Choose);
nodept=length(gen1(1).pop.order);
crossZone=find(Choose);
for i=1:2:length(crossZone)-1 %2 offspring in one time
  [XP1,XP2]=crosspoint1(nodept);%generate 2 crosspoint
  for j=1:nodept
```

```
    if (j>=XP1)&(j<=XP2)
    gen2(crossZone(i)).pop.order(j)=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(j);%change between XP1 and XP2
    gen2(crossZone(i+1)).pop.order(j)=gen1(crossZone(i)).pop.order(j);
    else
      %***************** repair offspring 1 ****************************
    value1 = gen1(crossZone(i)).pop.order(j);
    position1=(find(gen1(crossZone(i+1)).pop.order(XP1:XP2)==value1));
    while ~isempty(position1)
        value1=gen1(crossZone(i)).pop.order(XP1+position1-1);
        position1=(find(gen1(crossZone(i+1)).pop.order(XP1:XP2)==value1));
    end
    gen2(crossZone(i)).pop.order(j)=value1;
      %***************** repair offspring 2 ****************************
    value2 = gen1(crossZone(i+1)).pop.order(j);
    position2=(find(gen1(crossZone(i)).pop.order(XP1:XP2)==value2));
    while ~isempty(position2)
                value2=gen1(crossZone(i+1)).pop.order(XP1+position2-1);
            position2=(find(gen1(crossZone(i)).pop.order(XP1:XP2)==value2));
    end
    gen2(crossZone(i+1)).pop.order(j)=value2;
    end
    end
end

%*************************************************************************
%  function PositionBase   1/1/00
%*************************************************************************
function    [gen2]=positionBase2(gen2,gen1,Choose);
nodept=length(gen1(1).pop.order);
crossZone=find(Choose);
for i=1:2:length(crossZone)-1
  no_X=round(rand*nodept);%random number of cross point
  while no_X==0
    no_X=round(rand*nodept);
  end
  XP=crosspoint2(nodept,no_X);
  set1=[gen1(crossZone(i)).pop.order(XP)];
  set2=gen1(crossZone(i+1)).pop.order;
  set3=[gen1(crossZone(i+1)).pop.order(XP)];
  set4=gen1(crossZone(i)).pop.order;
  for j=1:length(set1)
    positionset1=find(set2==set1(j));
    set2(positionset1)=[];
    positionset3=find(set4==set3(j));
    set4(positionset3)=[];
  end
```

```
  m=1;
  for k=1:nodept
    if all(k~=XP)
      gen2(crossZone(i)).pop.order(k)=set2(m);
      gen2(crossZone(i+1)).pop.order(k)=set4(m);
      m=m+1;
    end
  end
end

%*************************************************************************
%       function randomposition   27/9/99
%*************************************************************************
function  position = randomposition(length,not)
position = round(rand*length);
while any(position==not)
position = round(rand*length);
end

%*************************************************************************
%   function randsequence   1/1/00
%*************************************************************************
function [gen3]=randsequence(gen2,mutaZone,factory);
nodept=length(gen2(1).pop.order);
%********** mutate zone1 ******************************
AX2=factory.AX; %AX2 use for check AXrelation
for i=1:length(mutaZone)
  if find(mutaZone(i))
    AX2=factory.AX;
    order=gen2(i).pop.order; %delete order and set to zeros
%********** random mutation point **********************
    MP=round(rand*nodept);%generate mutation point
    start=0;%set start point for mutate
%********** before Mutation point be the same *********
    if (MP>=1) & (MP<(nodept-1))
  order(MP+1:nodept)=0;%before Mutation point be the same
%********** after Mutation point be mutate ************
          if find(factory.AX)
%---------- prepair for locate new order ------------
          [x1,x2,zone2]=find(order)   ;
          start=length(zone2);  %AX2 use to test that all relation
       if start>1
          for k=1:start-1
          AX2(zone2(k),:)=NaN;
          AX2(:,zone2(k))=NaN;
          end
```

```
        end
        AX2(zone2(start),zone2(start))=NaN;
%--------- locate new order ----------------------
                for j=start+1:length(order)
            if j==1
                [order(j),AX2]=locate(j,[],AX2,[]);%step1 random from every dept
            elseif j~=1&any(find(AX2(order(j-1),:)==1))
                [order(j),AX2]=locate(j,1,AX2,order(j-1));%step2 random from A-relation
                elseif j~=1&any(find(AX2(order(j-1),:)==0))
                [order(j),AX2]=locate(j,0,AX2,order(j-1));%step3 random from NO-relation
                elseif j~=1&any(find(AX2(order(j-1),:)==-1))
                [order(j),AX2]=locate(j,-1,AX2,order(j-1));%step4 random from x-relation
                end
            end
            else %no A/X relation
            arrdept=[1:nodept]; %
            for k=1:MP
                arrdept(find(arrdept==order(k)))=0; %
            end
            for j=(MP+1):nodept
                arrdept0=find(arrdept);
                pos=round(rand*length(arrdept0));
                while pos==0
            pos=round(rand*length(arrdept0));
                end
          order(j)=arrdept(arrdept0(pos));
          arrdept(find(arrdept==arrdept0(pos)))=0;
        end
            end
        gen3(i).pop.order=order;
    end
%-----------------------------------------------
        gen3(i).pop.order=order;%new gen3(i).order
        end
end

%*****************************************************************************
%   function reciExchange   1/1/00
%*****************************************************************************
function [gen3]=reciExchange(gen2,mutaZone);

nodept=length(gen2(1).pop.order);
for i=1:length(mutaZone)
  if find(mutaZone(i))
     order=gen2(i).pop.order;
     for j=1:2
```

```
        MP(j)=randomposition(nodept,0);
      end
      MP=sort(MP);
      if MP(1)==MP(2)
        gen3(i).pop.order=order;
      else
        gen3(i).pop.order=[order(1:MP(1)-1),order(MP(2)),order(MP(1)+1:MP(2)-1),order(MP(1)),order(MP(2)+1:end)];
      end
    end
end

%*********************************************************************
%  function Roulette  1/1/00
%*********************************************************************
function newgen = roulette(gen)
upperbound = upperb(gen);
for i=1:length(gen)
  select=find(upperbound>=rand);
  newgen(i)=gen(select(1));
end

%*********************************************************************
%  function selection  3/8/99
%*********************************************************************
function [gen1] =selection(gen3,w1,dept,factory,type);
switch (type)
case 1
      gen1=roulette(gen3);
      typename='Roulette Wheel ';
end
[gen1]=fitness(gen1,w1);
[gen1]=compare(gen1,gen3,w1);

%*************************************************************
%  function summary  1/1/00
%*************************************************************
function maxposition =summary(gen)
allfit=[gen.fitness];
[maxfit,maxposition]=max(allfit);
genCOST=[gen.totalCOST];
genTCR=[gen.TCR];

%*********************************************************************
%              function time2clock      1/1/00
%*********************************************************************
function  time= time2clock(time,i)
```

```
    time(i,2)=fix(time(i,1)/3600);
    time(i,3)=fix((time(i,1)-time(i,2)*3600)/60);
    time(i,4)=rem(time(i,1),60);


%**********************************************************************
%   function upperb   1/1/00
%**********************************************************************
function upperbound = upperb(gen)
upperbound(1)=gen(1).fitness;
for i=2:length(gen)-1
    upperbound(i)=upperbound(i-1)+gen(i).fitness;
end
upperbound(length(gen))=1;
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นายณพงศ์ ดันดนาดระกูล เกิดวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย