รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิกา ศิลานนท์. 2542. การประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการจัดสมดุลของสายการประกอบแบบหลายวัตถุประสงค์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โครงการอบรมเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. 2542. การใช้งานโปรแกรมประยุกต์MATLAB. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์. 2541. การประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. 2537. การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ณพงศ์ ตันตนาตระกูล. 2542. การประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบผังโรงงาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิภพ เล้าประจง. 2534. การจัดหาทำเลที่ตั้งและการวางผังโรงงานด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

มนัส สังวรศิลป์ และ วรรัตน์ ภัทรอมกุล. 2543. คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อินโฟเพรส.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2522. การจำลองแบบปัญหา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธรรม ศรีเกษม, เมธินทร์ ทรงชัยกุล และ สง่า ศรีศุภปรีดา. (ม.ป.ป.). MATLAB เพื่อการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.

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

ภาษาอังกฤษ

Bramlette, M.F. 1989. Initialization, mutation and selection methods in genetic algorithms for function optimization. Proc. third Int. Conf. on Genetic Algorithm. 100-107.

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. 1999. A design approach to the multi-objective facility layout problem. International Journal Production Research. Vol.37 No.5:1175-1196.

Chu, P.C., and Beasley, J.E. 1997. A genetic algorithm for the generalized assignment problem. Computer Operation Research. Vol.24 No.1:17-23.

Coello, C.A. and Christiansen, A.D. (n.d.). MOSES: A multiobjective optimization tool for engineering design. Tulane University, LA, USA.

Fonseca, C.M. and Flemmimg, P.J. (n.d.). Genetic algorithms for multiobjective optimization: Formulation, discussion and generalization. http://www.shef.ac.uk/projects/gaipp/mogas.html.

Fransis, R.L., McGinnis, L.F., and White, J. 1992. Facility layout and location: An analytical approach. 2nd ed.(n.p.): Prentice Hall.

Gen, M. and Cheng, R. 1997. Genetic algorithm and engineering design. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Heragu, S.S. 1997. Facilities design. Boston: PWS Publishing Company.

Islier, A.A. 1998. A genetic algorithm approach for multiple criteria facility layout design. International Journal Production Research. Vol.36 No.6:1549-1569.

Kochhar, J.S., Foster, B.T., and Heragu, S.S. 1998. HOPE: A genetic algorithm for the unequal area facility layout problem. Computer Operation Research. Vol.25 No.7/8:583-594.

Kubota, N. et.al. 1996. Virus-evolutionary genetic algorithm for a self-organizing manufacturing system. Computer Industrial Engineering. Vol.30 No.3:397-409.

Levitin, V., and Rubinovitz, J. 1993. Genetic algorithm for linear and cyclic assignment problem. Computer Operation Research. Vol.20 No.6.

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

Montgomery, D.C. 1997. Design and analysis of experiments. 4th ed. New York: John Wiley & Sons.

Schaffer, J.D., and Eshelman, L.J. (n.d.). On crossover as an evolutionarily viable strategy. Proc. third Int. Conf. On Genetic Algorithms. George Mason University.

Starkweather, T., Mcdaniel, S., Mathias, K., and Whitley, D. (n.d.). A comparison of genetic sequencing operators. Colorado State University, Fort Collins, Co.

Suresh, G., Vinod, V.V., and Sahu, S. 1995. A genetic algorithm for facility layout. International Journal Production Research. Vol.33 No.12:3411-3423.

Tam, K.Y. 1992. Genetic algorithms, function optimization, and facility layout design.

Tate, D.M. and Smith, A.E. 1994. Unequal area facility layout using genetic search. AIIE Transaction. (April).

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.

Tompkins, J.A., White, J.A., et al. 1996. Facilities planning. 2nd ed. USA:John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

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_{ijkl} โดยที่

a_{ij} = ต้นทุนคงที่ของแผนก i ตำแหน่ง j

f_{ik} = การไหลวัสดุระหว่างแผนก i ไปยังแผนก k

c_{jl} = ต้นทุนการไหลวัสดุต่อหน่วยจากตำแหน่ง j ไปยังตำแหน่ง l

และ

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

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

เมื่อแทนค่า b_{ijkl} 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 $l \neq k$ ถ้า $i = k$ หมายความว่า $j = l$ ถ้า $j = l$ หมายความว่า $l = k$ เนื่องจากสมการที่ (2) และ (3) ดังนั้นจำนวนแผนกต่างๆจึงกำหนดให้เท่ากับจำนวนตำแหน่งที่ตั้ง 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

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	18.7 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	$2*10^{8}$ centuries	$1.3*10^{13}$ centuries
$v!$	3.6 sec	770 centuries	$8.4*10^{16}$ yrs	$2.5*10^{32}$ centuries	$9.6*10^{48}$ centuries	$2.6*19^{66}$ centuries

สมมติให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จากตัวอย่างที่ผ่านมา 1,000 เท่า ถ้าปัญหาไม่มีความซับซ้อนมากนักและให้ระยะเวลาในการคำนวณเท่ากับเครื่องคอมพิวเตอร์จากปัญหาที่ผ่านมา ถ้าปัญหาที่มีฟังก์ชัน v ก็สามารถทำให้เวลาในการคำนวณเร็วขึ้น 1,000 เท่า แต่ถ้าปัญหามีกวามซับซ้อนมากคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงก็สามารถช่วยในการคำนวณได้เร็วขึ้นในระดับหนึ่ง 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^5	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

ภาคผนวก ค

รูปแบบปัญหาที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย

ค.1 ปัญหาที่ 1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนดให้ W1=0.25 W2=0.75

ค.2 ปัญหาที่ 2 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนดให้ W1=0.50 W2=0.50

ค 3 ปัญหาที่ 3 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนดให้ 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	3
Area Ratio	5	5	5	5	5	5

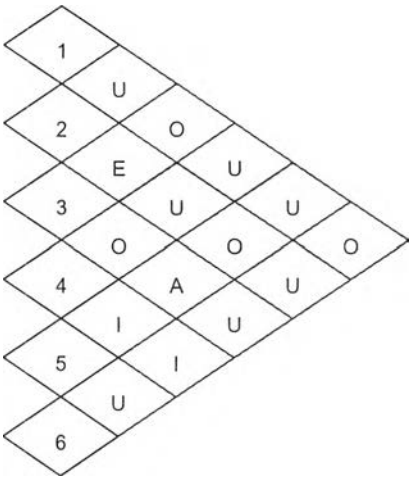
แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)

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



คำนวนระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบเรคติลิเนียร์

แผนกที่ผู้ออกแบบกำหนด แผนก 6

ความยาวตามแนวนอนของแผนกที่กำหนด เท่ากับ 2 หน่วย

ค.4 ปัญหาที่ 4 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนดให้ W1=0.25 W2=0.75

ค.5 ปัญหาที่ 5 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนดให้ W1=0.50 W2=0.50

ค.6 ปัญหาที่ 6 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนดให้ 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

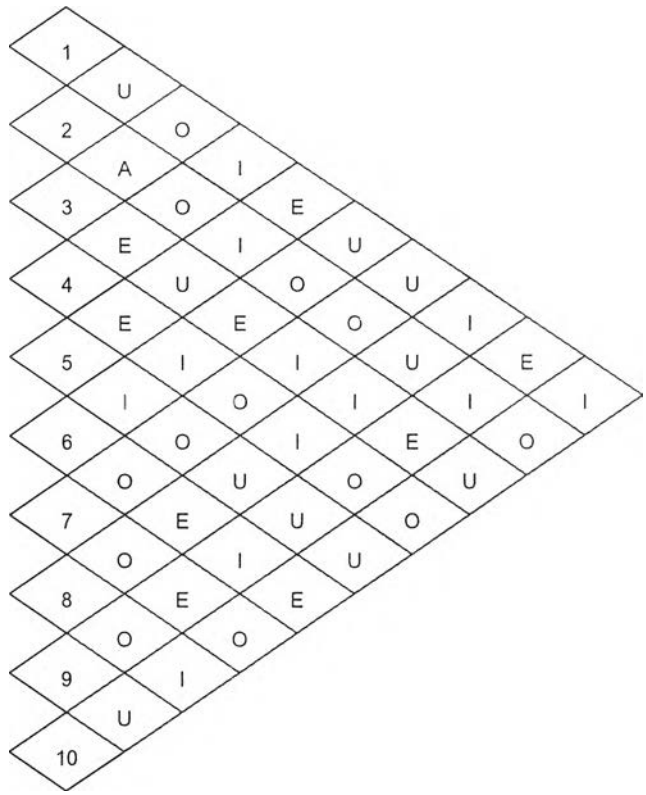
<u>แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)</u>

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	4	2	0	0	0	0	0	1	0
2	18	0	0	0	12	4	0	0	0	4
3	1	2	0	20	0	0	0	0	0	0
4	1	1	8	0	0	8	4	9	2	2
5	0	0	0	0	0	20	9	0	2	0
6	0	0	0	4	15	0	8	0	2	0
7	0	0	0	8	4	8	0	0	2	0
8	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	0	0	0	2	0	0	1	2	2	0

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

แผนภูมิความสัมพันธ์

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



คำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบยูคลิเดียน

แผนกที่ผู้ออกแบบกำหนด แผนก 7

ความยาวตามแนวนอนของแผนกที่กำหนด เท่ากับ 3 หน่วย

ค.7 ปัญหาที่ 7 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนดให้ W1=0.25 W2=0.75

ค.8 ปัญหาที่ 8 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนดให้ W1=0.50 W2=0.50

ค.9 ปัญหาที่ 9 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนดให้ 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	2	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

แผนภูมิการไหลของวัสดุ(เที่ยว)

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	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

แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ

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	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	8	0	0	0	0	0	3	3	3	0

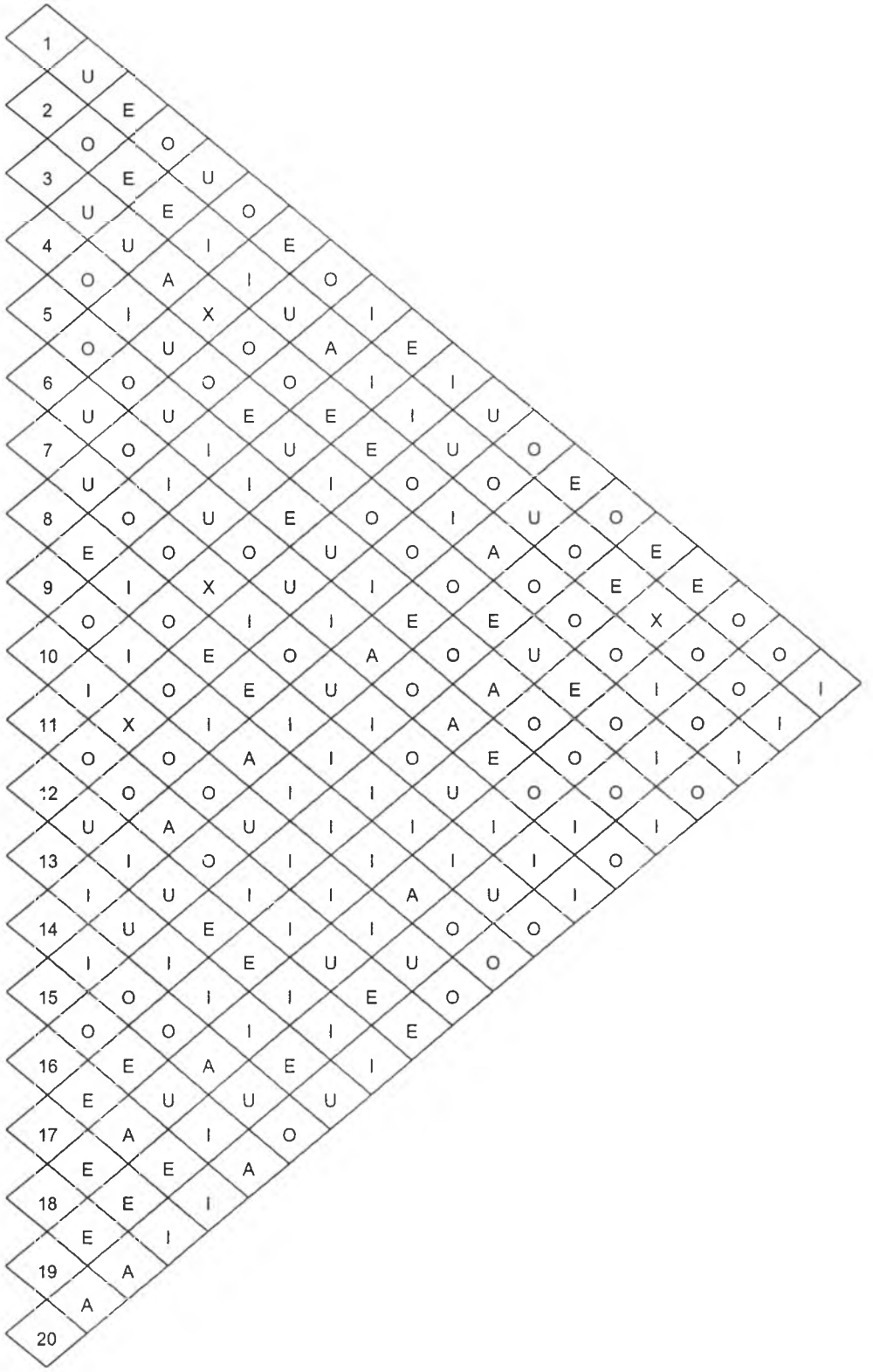
คำนวนระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ระหว่างแผนก แบบยูคลิเดียน

แผนกที่ผู้ออกแบบกำหนด แผนก 14

ความยาวตามแนวนอนของแผนกที่กำหนด เท่ากับ 2 หน่วย

แผนภูมิความสัมพันธ์

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



ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาต่าง ๆ

ง.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด W1=0.25 W2=0.75

ง.1.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 1 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
6	0.0012345605
10	0.0012345697
15	0.0012345734

Syi=0.0000000015263	R=r*Syi
r2=2.77	0.0000000042279
r3=2.92	0.0000000044568

15	vs	6	: 0.0000000129	>	R3	sig
15	vs	10	: 0.0000000037	<	R2	-
10	vs	6	: 0.0000000092	>	R2	sig

Ctype	mean
2	0.0012345634
1	0.0012345635
4	0.0012345677
5	0.0012345700
3	0.0012345749

Syi=0.0000000019705	R=r*Syi
r2=2.77	0.0000000054582
r3=2.92	0.0000000057537
r4=3.02	0.0000000059508
r5=3.09	0.0000000060887

3	vs	2	: 0.0000000115	>	R5	sig
3	vs	1	: 0.0000000114	>	R4	sig
3	vs	4	: 0.0000000072	>	R3	sig
3	vs	5	: 0.0000000049	<	R2	-
5	vs	2	: 0.0000000066	>	R4	sig
5	vs	1	: 0.0000000065	>	R3	sig
5	vs	4	: 0.0000000023	<	R2	-
4	vs	2	: 0.0000000043	<	R3	-
4	vs	1	: 0.0000000042	<	R2	-
1	vs	2	: 0.0000000001	<	R2	-

Mtype	mean
1	0.0012345633
2	0.0012345644
3	0.0012345760

Syi=0.0000000015263	R=r*Syi
r2=2.77	0.0000000042279
r3=2.92	0.0000000044568

3	vs	1	: 0.0000000127	>	R3	sig
3	vs	2	: 0.0000000116	>	R2	sig
2	vs	1	: 0.0000000011	<	R2	-

Pm	mean
0.1	0.0012345645
0.2	0.0012345696
0.3	0.0012345697

Syi=0.0000000015263	R=r*Syi
r2=2.77	0.0000000042279
r3=2.92	0.0000000044568

0.3	vs	0.1	: 0.0000000052	>	R3	sig
0.3	vs	0.2	: 0.0000000001	<	R2	-
0.2	vs	0.1	: 0.0000000051	>	R2	sig

Pop*Mtype	mean
6-3	0.0012345742
10-3	0.0012345747
15-3	0.0012345791

Syi=0.0000000026437	R=r*Syi
r2=2.77	0.0000000073229
r3=2.92	0.0000000077195

15-3	vs	6-3	: 0.0000000049	<	R3	-
15-3	vs	10-3	: 0.0000000044	<	R2	-
10-3	vs	6-3	: 0.0000000005	<	R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	10,15
Ctype	3,4,5
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	0.2, 0.3

ง.1.2 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 1 ที่มีลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
15	8.5
10	15.1944

Syi=2.1696	R=r*Syi
r2=2.872	6.2311

10	vs	15	:	6.6944	>	R2	sig

Pm	mean
0.3	7.7222
0.2	15.9722

Syi=2.1696	R=r*Syi
r2=2.872	6.2311

0.2	vs	0.3	:	8.25	>	R2	sig

fix Ctype =3

Ctype*Pc	mean
3-0.5	2.375
3-0.9	10.5
3-0.7	25

Syi=4.6024	R=r*Syi
r2=2.872	13.2181
r3=3.022	13.9085

3-0.7	vs	3-0.5	:	22.6250	>	R3	sig
3-0.7	vs	3-0.9	:	14.5000	>	R2	sig
3-0.9	vs	3-0.5	:	8.1250	<	R2	-

fix Ctype =4

Ctype*Pc	mean
4-0.9	4.875
4-0.5	10.125
4-0.7	16.5

Syi=4.6024	R=r*Syi
r2=2.872	13.2181
r3=3.022	13.9085

4-0.7	vs	4-0.9	:	11.6250	<	R3	-
4-0.7	vs	4-0.5	:	6.3750	<	R2	-
4-0.5	vs	4-0.9	:	5.2500	<	R2	-

fix Ctype =5

Ctype*Pc	mean
5-0.7	8.375
5-0.5	10.0
5-0.9	18.875

Syi=4.6024	R=r*Syi
r2=2.872	13.2181
r3=3.022	13.9085

5-0.9	vs	5-0.7	:	10.5000	<	R3	-
5-0.9	vs	5-0.5	:	8.8750	<	R2	-
5-0.5	vs	5-0.7	:	1.6250	<	R2	-

fix Pc=0.5

Pc*Ctype	mean
0.5-3	2.3750
0.5-5	10.0000
0.5-4	10.1250

Syi=4.6024	R=r*Syi
r2=2.872	13.2181
r3=3.022	13.9085

0.5-4	vs	0.5-3	:	7.7500	<	R3	-
0.5-4	vs	0.5-5	:	0.1250	<	R2	-
0.5-5	vs	0.5-3	:	7.6250	<	R2	-

fix Pc=0.7

Pc*Ctype	mean
0.7-5	8.3750
0.7-4	16.5000
0.7-3	25.0000

Syi=4.6024	R=r*Syi
r2=2.872	13.2181
r3=3.022	13.9085

0.7-3	vs	0.7-5	:	16.6250	>	R3	sig
0.7-3	vs	0.7-4	:	8.5000	<	R2	-
0.7-4	vs	0.7-5	:	8.1250	<	R2	-

fix Pc=0.9

Pc*Ctype	mean
0.9-4	4.8750
0.9-3	10.5000
0.9-5	18.8750

Syi=4.6024	R=r*Syi
r2=2.872	13.2181
r3=3.022	13.9085

0.9-5	vs	0.9-4	:	14.0000	>	R3	sig
0.9-5	vs	0.9-3	:	8.3750	<	R2	-
0.9-3	vs	0.9-4	:	5.6250	<	R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	15
Ctype	3,4,5
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	0.3

ง.1.3 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 1

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
3	0.0555650970	8.3333	
4	0.0555364720	5.5	
5	0.0555650970	6.167	/

Pc	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.5	0.0555650970	4	/
0.7	0.0555364720	11.33	
0.9	0.0555650970	4.67	/

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	15
Ctype	5
Pc	0.5 หรือ 0.9
Mtype	3
Pm	0.3

ง.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 2 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด W1=0.50 W2=0.50

ง.2.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 2 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
6	0.0012345616
10	0.0012345683
15	0.0012345739

Syi=0.0000000014324	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000003968
r3=2.92	0.000000004183

15	vs	6	:	0.0000000123	>	R3	sig
15	vs	10	:	0.0000000056	>	R2	sig
10	vs	6	:	0.0000000067	>	R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345656
0.2	0.0012345666
0.3	0.0012345715

Syi=0.0000000014324	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000003968
r3=2.92	0.000000004183

0.3	vs	0.1	:	0.0000000059	>	R3	sig
0.3	vs	0.2	:	0.0000000049	>	R2	sig
0.2	vs	0.1	:	0.0000000010	<	R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	15
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	ไม่มีนัยสำคัญ
Pm	0.3

ง.2.2 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 2

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0111114347	7.22	
2	0.0111115760	6.278	
3	0.0111110134	11.89	/
4	0.0111110308	4.83	
5	0.0111105007	6.44	

Pc	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.5	0.0111111459	12.567	/
0.7	0.0111108487	3.467	
0.9	0.0111113387	5.967	

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.1	0.0111110715	8.633	
0.2	0.0111113635	7.63	
0.3	0.0111108983	5.73	/

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	15
Ctype	3
Pc	0.5
Mtype	3
Pm	0.3

ง.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 3 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด W1=0.75 W2=0.25

ง.3.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 3 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
6	0.0012345581
10	0.0012345696
15	0.0012345760

Syi=0.0000000018539	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000005135
r3=2.92	0.000000005414

15	vs	6	:	0.0000000179	>	R3	sig
15	vs	10	:	0.0000000064	>	R2	sig
10	vs	6	:	0.0000000115	>	R2	sig

Ctype	mean
5	0.0012345630
1	0.0012345653
2	0.0012345655
4	0.0012345689
3	0.0012345769

Syi=0.0000000023934	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000006630
r3=2.92	0.000000006989
r4=3.02	0.000000007228
r5=3.09	0.000000007396

3	vs	5	:	0.0000000139	>	R5	sig
3	vs	1	:	0.0000000116	>	R4	sig
3	vs	2	:	0.0000000114	>	R3	sig
3	vs	4	:	0.0000000080	>	R2	sig
4	vs	5	:	0.0000000059	<	R4	-
4	vs	1	:	0.0000000036	<	R3	-
4	vs	2	:	0.0000000034	<	R2	-
2	vs	5	:	0.0000000025	<	R3	-
2	vs	1	:	0.0000000002	<	R2	-
1	vs	5	:	0.0000000023	<	R2	-

Mtype	mean
2	0.0012345630
1	0.0012345680
3	0.0012345727

Syi=0.0000000018539	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000005135
r3=2.92	0.000000005414

3	vs	2	:	0.0000000097	>	R3	sig
3	vs	1	:	0.0000000047	<	R2	-
1	vs	2	:	0.0000000050	<	R2	-

fix Pc=0.5

Pc*Pm	mean
0.5-0.2	0.0012345627
0.5-0.1	0.0012345645
0.5-0.3	0.0012345769

Syi=0.0000000032111	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000008895
r3=2.92	0.000000009376

05-0.3	vs	0.5-0.2	:	0.0000000142	>	R3	sig
0.5-0.3	vs	0.5-0.1	:	0.0000000124	>	R2	sig
0.5-0.1	vs	0.5-0.2	:	0.0000000018	<	R2	-

fix Pc=0.7

Pc*Pm	mean
0.7-0.1	0.0012345623
0.7-0.3	0.0012345683
0.7-0.2	0.0012345723

Syi=0.0000000032111	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000008895
r3=2.92	0.000000009376

0.7-0.2	vs	0.7-0.1	:	0.0000000100	>	R3	sig
0.7-0.2	vs	0.7-0.3	:	0.0000000040	<	R2	-
0.7-0.3	vs	0.7-0.1	:	0.0000000060	<	R2	-

fix Pc=0.9

Pc*Pm	mean
0.9-0.2	0.0012345678
0.9-0.1	0.0012345681
0.9-0.3	0.0012345682

Syi=0.0000000032111	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000008895
r3=2.92	0.000000009376

0.9-0.3	vs	0.9-0.2	:	0.0000000004	<	R3	-
0.9-0.3	vs	0.9-0.1	:	0.0000000001	<	R2	-
0.9-0.1	vs	0.9-0.2	:	0.0000000003	<	R2	-

fix Pm=0.1

Pm*Pc	mean
0.1-0.7	0.0012345623
0.1-0.5	0.0012345645
0.1-0.9	0.0012345681

Syi=0.0000000032111	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000008895
r3=2.92	0.000000009376

0.1-0.9	vs	0.1-0.7	:	0.0000000058	<	R3	-
0.1-0.9	vs	0.1-0.5	:	0.0000000036	<	R2	-
0.1-0.5	vs	0.1-0.7	:	0.0000000022	<	R2	-

fix Pm=0.2

Pm*Pc	mean
0.2-0.5	0.0012345627
0.2-0.9	0.0012345678
0.2-0.7	0.0012345723

Syi=0.0000000032111	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000008895
r3=2.92	0.000000009376

0.2-0.7	vs	0.2-0.5	:	0.0000000096	>	R3	sig
0.2-0.7	vs	0.2-0.9	:	0.0000000045	<	R2	-
0.2-0.9	vs	0.2-0.5	:	0.0000000051	<	R2	-

fix Pm=0.3

Pm*Pc	mean
0.3-0.9	0.0012345682
0.3-0.7	0.0012345683
0.3-0.5	0.0012345769

Syi=0.0000000032111	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000008895
r3=2.92	0.000000009376

0.3-0.5	vs	0.3-0.9	:	0.0000000087	<	R3	-
0.3-0.5	vs	0.3-0.7	:	0.0000000086	<	P2	-
0.3-0.7	vs	0.3-0.9	:	0.0000000001	<	R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	15
Ctype	3
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	1,3
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

ง.3.2 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 3

Pc	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.5	0.0277732790	7.583	
0.7	0.0277814854	9.75	/
0.9	0.0277785690	1.5	

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.1	0.0277747372	6.33	
0.2	0.0277771107	6.083	
0.3	0.0277814854	6.4167	/

Mtype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0277768056	2.33	
3	0.0277787499	10.22	/

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
pop	15
Ctype	3
Pc	0.7
Mtype	3
Pm	0.3

ง.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 4 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด W1=0.25 W2=0.75

ง.4.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 4 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
10	0.0012345575
15	0.0012345692
20	0.0012345769

Syi=0.0000000024570	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000006806
r3=2.92	0.000000007175

20	vs	10	:	0.0000000194	>	R3	sig
20	vs	15	:	0.0000000077	>	R2	sig
15	vs	10	:	0.0000000117	>	R2	sig

Mtype	mean
1	0.0012345423
2	0.0012345729
3	0.0012345885

Syi=0.0000000024570	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000006806
r3=2.92	0.000000007175

3	vs	1	:	0.0000000462	>	R3	sig
3	vs	2	:	0.0000000156	>	R2	sig
2	vs	1	:	0.0000000306	>	R2	sig

fix pop=20

Pop*Mtype	mean
20-1	0.0012345604
20-2	0.0012345768
20-3	0.0012345936

Syi=0.0000000042557	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000011788
r3=2.92	0.000000012427

20-3	vs	20-1	:	0.0000000332	>	R3	sig
20-3	vs	20-2	:	0.0000000168	>	R2	sig
20-2	vs	20-1	:	0.0000000164	>	R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

ง.4.2 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 4

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0111110014	98.389	
2	0.0111117173	253.333	
3	0.0111103648	138.722	
4	0.0111106546	133	
5	0.0111118175	138.056	/

Pc	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.5	0.0111114677	132.8	/
0.7	0.0111109658	161.5	
0.9	0.0111108999	162.6	

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.1	0.0111111969	220.233	/
0.2	0.0111110357	127.467	
0.3	0.0111111007	109.2	

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	5
Pc	0.5
Mtype	3
Pm	0.1

ง.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 5 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด W1=0.50 W2=0.50

ง.5.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 5 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
10	0.0012345571
15	0.0012345669
20	0.0012345797

Syi=0.000000003559	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000009859
r3=2.92	0.000000010392

20	vs	10	:	0.0000000226	> R3	sig
20	vs	15	:	0.0000000128	> R2	sig
15	vs	10	:	0.0000000098	< R2	-

Mtype	mean
1	0.0012345447
2	0.0012345790
3	0.0012345800

Syi=0.000000003559	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000009859
r3=2.92	0.000000010392

2	vs	1	:	0.0000000353	> R3	sig
2	vs	3	:	0.0000000010	< R2	-
3	vs	1	:	0.0000000343	> R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0012345573
0.2	0.0012345692
0.3	0.0012345772

Syi=0.000000003559	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000009859
r3=2.92	0.000000010392

0.3	vs	0.1	:	0.0000000199	> R3	sig
0.3	vs	0.2	:	0.0000000080	< R2	-
0.2	vs	0.1	:	0.0000000119	> R2	sig

fix Mtype =2

Mtype*Pm	mean
2-0.1	0.0012345729
2-0.2	0.0012345835
2-0.3	0.0012345836

Syi=0.0000000061644	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000017075
r3=2.92	0.000000018000

2-0.3	vs	2-0.1	:	0.0000000107	< R3	-
2-0.3	vs	2-0.2	:	0.0000000001	< R2	-
2-0.2	vs	2-0.1	:	0.0000000106	< R2	-

fix Mtype =3

Mtype*Pm	mean
3-0.1	0.0012345739
3-0.3	0.0012345813
3-0.2	0.0012345818

Syi=0.0000000061644	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000017075
r3=2.92	0.000000018000

3-0.2	vs	3-0.1	:	0.0000000079	< R3	-
3-0.2	vs	3-0.3	:	0.0000000005	< R2	-
3-0.3	vs	3-0.1	:	0.0000000074	< R2	-

fix Pm =0.2

Pm*Mtype	mean
0.2-1	0.0012345423
0.2-3	0.0012345818
0.2-2	0.0012345835

Syi=0.0000000061644	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000017075
r3=2.92	0.000000018000

0.2-2	vs	0.2-1	:	0.0000000412	> R3	sig
0.2-2	vs	0.2-3	:	0.0000000017	< R2	-
0.2-3	vs	0.2-1	:	0.0000000395	> R2	sig

fix Pm =0.3

Pm*Mtype	mean
0.3-1	0.0012345666
0.3-3	0.0012345813
0.3-2	0.0012345836

Syi=0.0000000061644	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000017075
r3=2.92	0.000000018000

0.3-2	vs	0.3-1	:	0.0000000170	< R3	-
0.3-2	vs	0.3-3	:	0.0000000023	< R2	-
0.3-3	vs	0.3-1	:	0.0000000147	< R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	2,3
Pm	0.2,0.3

ง.5.2 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 5 ที่มีลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง

Pc	mean
0.7	130.4750000000
0.9	201.9250000000
0.5	246.0250000000

Syi=32.1745	R=r*Syi
r2=2.83	91.0540
r3=2.98	95.8800

0.5	vs	0.7	:	115.5500	>	R3	sig
0.5	vs	0.9	:	44.1000	<	R2	-
0.9	vs	0.7	:	71.4500	<	R2	-

Mtype	mean
3	125.0500000000
2	260.5670000000

Syi=26.27	R=r*Syi
r2=2.83	74.3450

2	vs	3	:	135.5170	>	R2	sig

fix Ctype=1

Ctype*Pm	mean
1-0.2	116.8300000000
1-0.3	169.3300000000

Syi=58.7424	R=r*Syi
r2=2.83	166.2400

1-0.3	vs	1-0.2	:	52.5000	<	R2	-

fix Ctype=2

Ctype*Pm	mean
2-0.3	114.9170000000
2-0.2	377.2500000000

Syi=58.7424	R=r*Syi
r2=2.83	166.2400

2-0.2	vs	2-0.3	:	262.3330	>	R2	sig

fix Ctype=3

Ctype*Pm	mean
3-0.2	208.1670000000
3-0.3	214.0830000000

Syi=58.7424	R=r*Syi
r2=2.83	166.2400

3-0.3	vs	3-0.2	:	5.9160	<	R2	-

fix Ctype=4

Ctype*Pm	mean
4-0.3	104.0830000000
4-0.2	290.5830000000

Syi=58.7424	R=r*Syi
r2=2.83	166.2400

4-0.2	vs	4-0.3	:	186.5000	>	R2	sig

fix Ctype=5

Ctype*Pm	mean
5-0.2	120.0830000000
5-0.3	212.7500000000

Syi=58.7424	R=r*Syi
r2=2.83	166.2400

5-0.3	vs	5-0.2	:	92.6670	<	R2	-

fix Pm=0.2

Pm*Ctype	mean
0.2-1	116.8300000000
0.2-5	120.0830000000
0.2-3	208.1670000000
0.2-4	290.5830000000
0.2-2	377.2500000000

Syi=37.1519	R=r*Syi
r2=2.83	105.1400
r3=2.98	110.7130
r4=3.08	114.4280
r5=3.14	116.6570

0.2-2	vs	0.2-1	:	260.4200	>	R5	sig
0.2-2	vs	0.2-5	:	257.1670	>	R4	sig
0.2-2	vs	0.2-3	:	169.0830	>	R3	sig
0.2-2	vs	0.2-4	:	86.6670	<	R2	-
0.2-4	vs	0.2-1	:	173.7530	>	R4	sig
0.2-4	vs	0.2-5	:	170.5000	>	R3	sig
0.2-4	vs	0.2-3	:	82.4160	<	R2	-
0.2-3	vs	0.2-1	:	91.3370	<	R3	-
0.2-3	vs	0.2-5	:	88.0840	<	R2	-
0.2-5	vs	0.2-1	:	3.2530	<	R2	-

fix Pm=0.3

Pm*Ctype	mean
0.3-4	104.0830000000
0.3-2	114.9167000000
0.3-1	169.3300000000
0.3-5	212.7500000000
0.3-3	214.0830000000

Syi=37.1519	R=r*Syi
r2=2.83	105.1400
r3=2.98	110.7130
r4=3.08	114.4280
r5=3.14	116.6570

0.3-3	vs	0.3-4	:	110.0000	<	R5	-
0.3-3	vs	0.3-2	:	99.1663	<	R4	-
0.3-3	vs	0.3-1	:	44.7530	<	R3	-
0.3-3	vs	0.3-5	:	1.3330	<	R2	-
0.3-5	vs	0.3-4	:	108.6670	<	R4	-
0.3-5	vs	0.3-2	:	97.8300	<	R3	-
0.3-5	vs	0.3-1	:	43.4200	<	R2	-
0.3-1	vs	0.3-4	:	65.2470	<	R3	-
0.3-1	vs	0.3-2	:	54.4133	<	R2	-
0.3-2	vs	0.3-4	:	10.8337	<	R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	1, 2, 3, 4, 5
Pc	0.7, 0.9
Mtype	3
Pm	0.2,0.3

ง.5.3 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 5

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0249923948	123.625	
2	0.0249924357	134.75	
3	0.0249984833	115.25	
4	0.0250168969	136.375	/
5	0.0249997906	90.75	

Pc	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.7	0.0250053287	115.2	/
0.9	0.0249946713	125.1	

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.2	0.0250023140	146.05	/
0.3	0.0249976860	94.25	

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	4
Pc	0.7
Mtype	3
Pm	0.2

ง.6 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 6 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด W1=0.75 W2=0.25

ง.6.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 6 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
10	0.0012345564
15	0.0012345671
20	0.0012345802

Syi=0.0000000043248	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000001198000
r3=2.92	0.00000001262800

20	vs	10	:	0.0000000238	>	R3 sig
20	vs	15	:	0.0000000131	>	R2 sig
15	vs	10	:	0.0000000107	<	R2 -

Mtype	mean
1	0.0012345394
3	0.0012345815
2	0.0012345828

Syi=0.0000000043248	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000001198000
r3=2.92	0.00000001262800

2	vs	1	:	0.0000000434	>	R3 sig
2	vs	3	:	0.0000000013	<	R2 -
3	vs	1	:	0.0000000421	>	R2 sig

Pop*Mtype	mean
20-1	0.0012345524
20-3	0.0012345937
20-2	0.0012345944

Syi=0.0000000074907	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000020749
r3=2.92	0.000000021873

20-2	vs	20-1	:	0.0000000420	>	R3 sig
20-2	vs	20-3	:	0.0000000007	<	R2 -
20-3	vs	20-1	:	0.0000000413	>	R1 sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	2,3
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

ง.6.2 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 6 ที่มีลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง

Mtype	mean
3	212.8110000000
2	440.7330000000

Syi=38.2360	R=r*Syi
r2=2.8075	107.3475

2	vs	3	:	227.9220	>	R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Pc	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

ง.6.3 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 6

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0111115950	103.278	
2	0.0111103157	396.5	
3	0.0111116586	213.39	
4	0.0111097174	158.94	
5	0.0111122689	191.94	/

Pc	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.5	0.0111110773	219.1	
0.7	0.0111120444	211.23	/
0.9	0.0111102116	208.1	

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.1	0.0111112417	202.467	
0.2	0.0111098400	220.4	
0.3	0.0111122517	215.57	/

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	5
Pc	0.7
Mtype	3
Pm	0.3

ง.7 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 7 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด W1=0.25 W2=0.75

ง.7.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 7 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
10	0.0037036326
15	0.0037036956
20	0.0037037830

Syi=0.00000003496	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000009684000
r3=2.92	0.00000010208000

20	vs	10	:	0.0000001504	>	R3	sig
20	vs	15	:	0.0000000874	<	R2	-
15	vs	10	:	0.0000000630	<	R2	-

Ctype	mean
2	0.0037035564
4	0.0037036940
5	0.0037037043
1	0.0037037104
3	0.0037038534

Syi=0.000000045134	R=r*Syi
r2=2.77	0.000000125020
r3=2.92	0.000000131790
r4=3.02	0.000000136300
r5=3.09	0.000000139460

3	vs	2	:	0.0000002970	>	R5	sig
3	vs	4	:	0.0000001594	>	R4	sig
3	vs	5	:	0.0000001491	>	R3	sig
3	vs	1	:	0.0000001430	>	R2	sig
1	vs	2	:	0.0000001540	>	R4	sig
1	vs	4	:	0.0000000164	<	R3	-
1	vs	5	:	0.0000000061	<	R2	-
5	vs	2	:	0.0000001479	>	R3	sig
5	vs	4	:	0.0000000103	<	R2	-
4	vs	2	:	0.0000001376	>	R2	sig

Mtype	mean
1	0.0037030937
2	0.0037037277
3	0.0037042897

Syi=0.00000003496	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000009684000
r3=2.92	0.00000010208000

3	vs	1	:	0.0000011960	>	R3	sig
3	vs	2	:	0.0000005620	>	R2	sig
2	vs	1	:	0.0000006340	>	R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0037035726
0.2	0.0037037040
0.3	0.0037038346

Syi=0.00000003496	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000009684000
r3=2.92	0.00000010208000

0.3	vs	0.1	:	0.0000002620	>	R3	sig
0.3	vs	0.2	:	0.0000001306	>	R2	sig
0.2	vs	0.1	:	0.0000001314	>	R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	3
Mtype	3
Pm	0.3

ง.8 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 8 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด W1=0.50 W2=0.50

ง.8.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 8 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Mtype	mean
1	0.0037030057
2	0.0037037881
3	0.0037043173

Syi=0.000000038873	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000010768000
r3=2.92	0.00000011351000

3	vs	1	:	0.0000013116	>	R3	sig
3	vs	2	:	0.0000005292	>	R2	sig
2	vs	1	:	0.0000007824	>	R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
pop	ไม่มีนัยสำคัญ
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	ไม่มีนัยสำคัญ

ง.8.2 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 8 ที่มีลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง

Pm	mean
0.3	1607.0000
0.2	1956.1300
0.1	3770.3700

Syi=341.4668	R=r*Syi
r2=2.8525	974.0340
r3=3.0025	1025.2540

0.1 vs	0.3	:	2163.7300	>	R3	sig
0.1 vs	0.2	:	1814.2400	>	R2	sig
0.2 vs	0.3	:	349.1300	<	R2	-

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	ไม่มีนัยสำคัญ
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	0.2,0.3

ง.8.3 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 8

pop	Mean		Select
	Objective	Generation	
10	0.0166662150	1797	
15	0.0166686030	1904.05	/
20	0.0166651819	1643.65	

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0166656281	1337.75	
2	0.0166663933	1447.83	
3	0.0166647554	2219	
4	0.0166677389	2123.167	
5	0.0166688176	1780.083	/

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.2	0.0166661277	1956.133	
0.3	0.0166672057	1607	/

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	5
Mtype	3
Pm	0.3

ง.9 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 9 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด W1=0.75 W2=0.25

ง.9.1 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test ของปัญหาที่ 9 ที่มีค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง

Pop	mean
10	0.0037035656
15	0.0037036863
20	0.0037038592

Syi=0.0000000467	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000012927000
r3=2.92	0.00000013627000

20	vs	10	:	0.0000002936	>	R3	sig
20	vs	15	:	0.0000001729	>	R2	sig
15	vs	10	:	0.0000001207	<	R2	-

Mtype	mean
1	0.0037029278
2	0.0037038458
3	0.0037043375

Syi=0.0000000467	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000012927000
r3=2.92	0.00000013627000

3	vs	1	:	0.0000014097	>	R3	sig
3	vs	2	:	0.0000004917	>	R2	sig
2	vs	1	:	0.0000009180	>	R2	sig

Pm	mean
0.1	0.0037035596
0.2	0.0037037590
0.3	0.0037037925

Syi=0.0000000467	R=r*Syi
r2=2.77	0.00000012927000
r3=2.92	0.00000013627000

0.3	vs	0.1	:	0.0000002329	>	R3	sig
0.3	vs	0.2	:	0.0000000335	<	R2	-
0.2	vs	0.1	:	0.0000001994	>	R2	sig

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	ไม่มีนัยสำคัญ
Mtype	3
Pm	0.2,0.3

ง.9.2 การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของค่าฟิตเนสรวมและค่าเฉลี่ยของลำดับที่ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่ระดับปัจจัยต่าง ๆของปัญหาที่ 9

Ctype	Mean		Select
	Objective	Generation	
1	0.0500266996	2038.75	/
2	0.0499987370	1528.5	
3	0.0500035160	2072.25	
4	0.0499764800	2271.25	
5	0.0499945660	1288.25	

Pm	Mean		Select
	Objective	Generation	
0.2	0.0500170960	2137.5	
0.3	0.0499829037	1542.1	/

พารามิเตอร์	มีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 0.95
Pop	20
Ctype	1
Mtype	3
Pm	0.3

ภาคผนวก จ

คำตอบผังโรงงานของปัญหาในงานวิจัย

การแสดงรูปคำตอบผังโรงงานของการแก้ปัญหาตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยด้วยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม

จ.1 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 1

ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด W1=0.25 W2=0.75

คำตอบที่ได้คือ

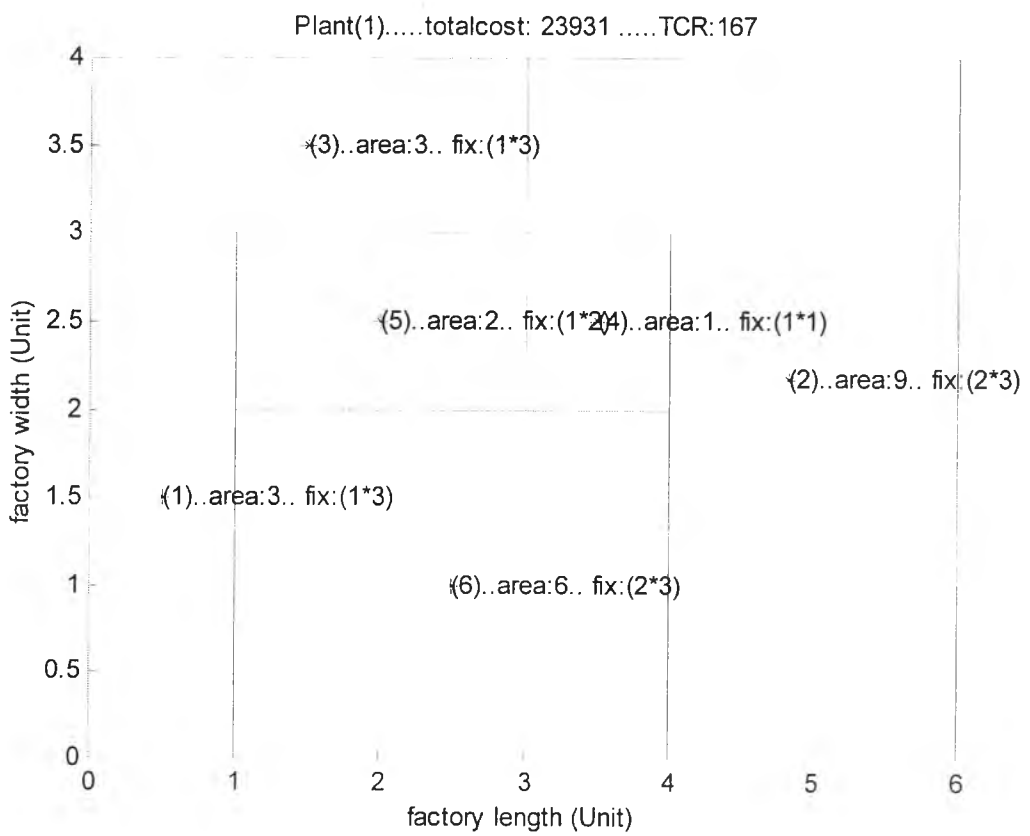
สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 1-3-5-6-4-2

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 1-2-1-2

ค่าใช้จ่าย : 23931

ค่า TCR : 167.333

รูปคำตอบผังโรงงานแสดงได้ดังรูปที่ จ.1



รูปที่ จ.1 รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 1

จ.2 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 2

ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด W1=0.50 W2=0.50

คำตอบที่ได้คือ

สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 1-3-5-6-4-2

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 1-2-1-2

ค่าใช้จ่าย : 23931

ค่า TCR : 167.333

คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 2 เป็นคำตอบเดียวกับปัญหาที่ 1 รูปคำตอบผังโรงงานจึงแสดงเหมือนกับรูปที่ จ.1

จ.3 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 3

ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด W1=0.75 W2=0.25

คำตอบที่ได้คือ

สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 1-3-5-6-4-2

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 1-2-1-2

ค่าใช้จ่าย : 23931

ค่า TCR : 167.333

คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 3 เป็นคำตอบเดียวกับปัญหาที่ 1 รูปคำตอบผังโรงงานจึงแสดงเหมือนกับรูปที่ จ.1

จ.4 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 4

ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด W1=0.25 W2=0.75

คำตอบที่ได้คือ

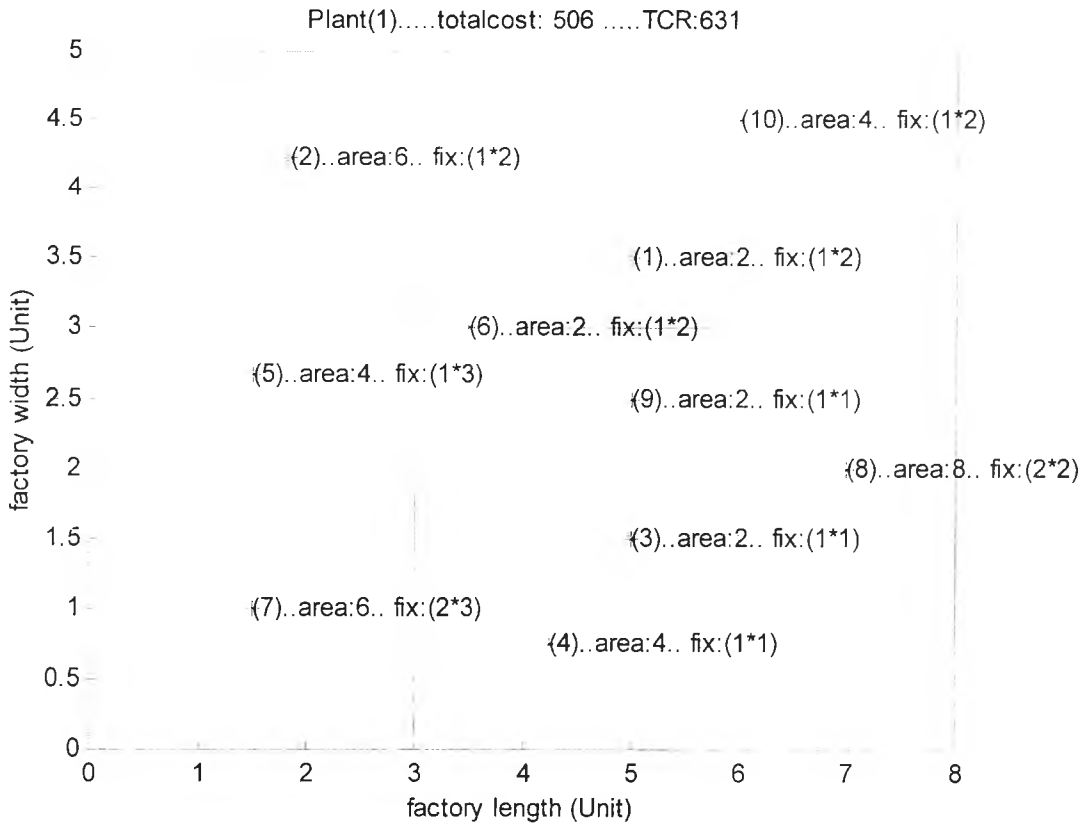
สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 7-5-2-6-4-3-9-1-10-8

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 3-1-2-2

ค่าใช้จ่าย : 506.087

ค่า TCR : 630.994

รูปคำตอบผังโรงงานแสดงได้ดังรูปที่ จ.2



รูปที่ จ.2 รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 4

จ.5 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 5

ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด W1=0.50 W2=0.50

คำตอบที่ได้คือ

สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 7-5-2-6-4-3-9-1-10-8

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 3-1-2-2

ค่าใช้จ่าย : 506.087

ค่า TCR : 630.994

คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 5 เป็นคำตอบเดียวกับปัญหาที่ 4 รูปคำตอบผังโรงงานจึงแสดงเหมือนกับรูปที่ จ.2

จ.6 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 6

ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด W1=0.75 W2=0.25

คำตอบที่ได้คือ

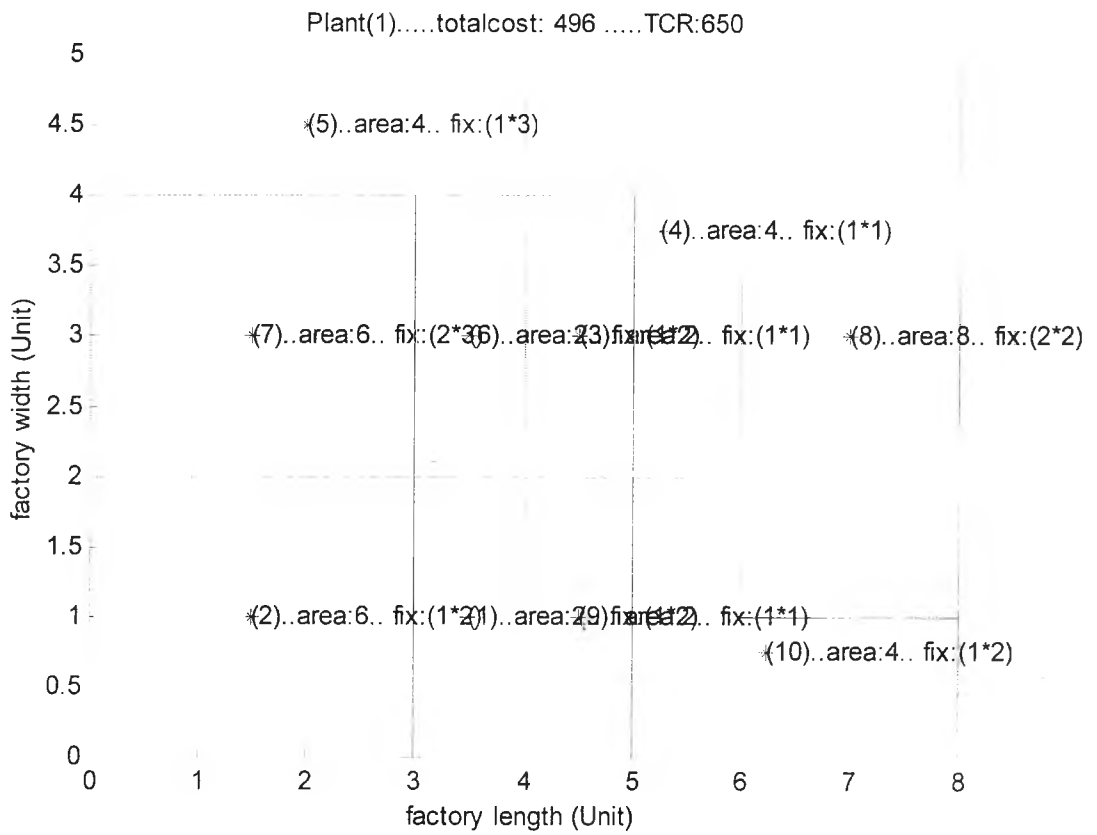
สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 2-7-5-6-1-9-3-4-10-8

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 3-1-1-1-2

ค่าใช้จ่าย : 495.826

ค่า TCR : 649.9

รูปคำตอบผังโรงงานแสดงได้ดังรูปที่ จ.3



รูปที่ จ.3 *รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 6*

จ.7 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 7

ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด W1=0.25 W2=0.75

คำตอบที่ได้คือ

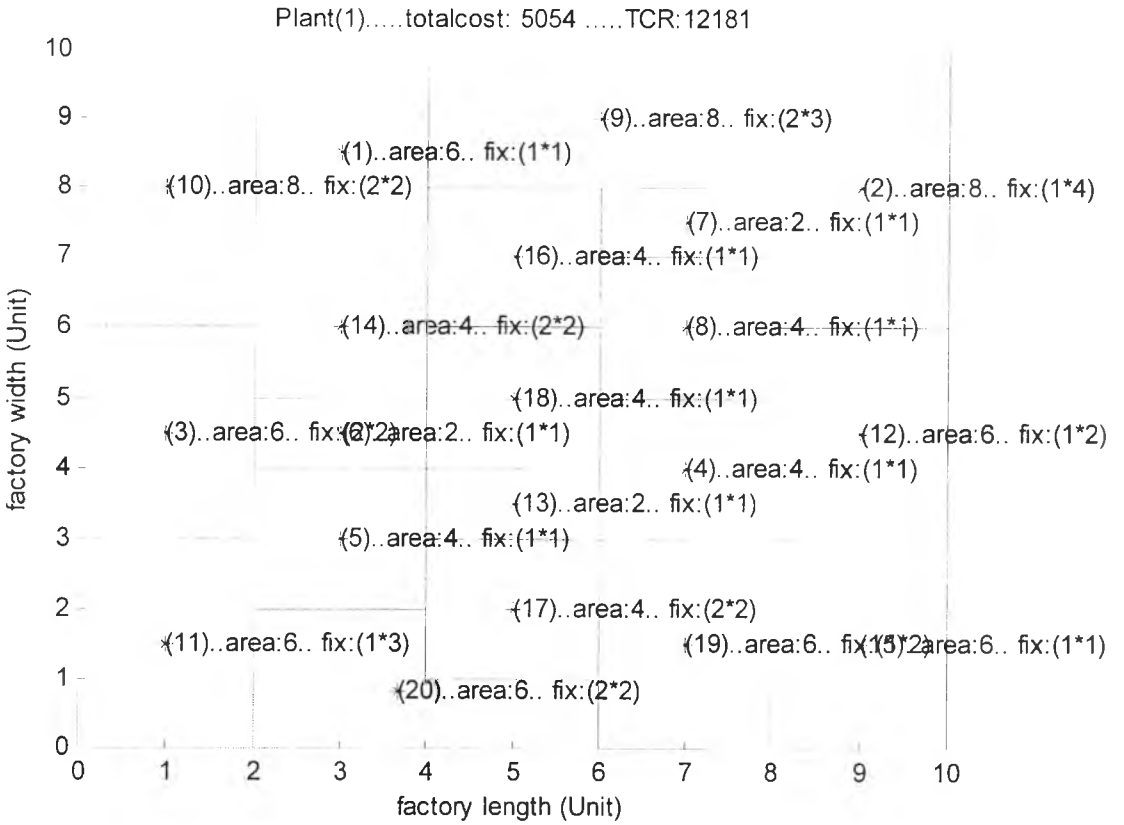
สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 11-3-10-1-14-6-5-20-17-13-18-16-9-7-8-4-19-15-12-2

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 2-2-2-2-2

ค่าใช้จ่าย : 5054.06

ค่า TCR : 12181

รูปคำตอบผังโรงงานแสดงได้ดังรูปที่ จ.4



รูปที่ จ.4 รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 7

จ.8 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 8

ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด W1=0.50 W2=0.50

คำตอบที่ได้คือ

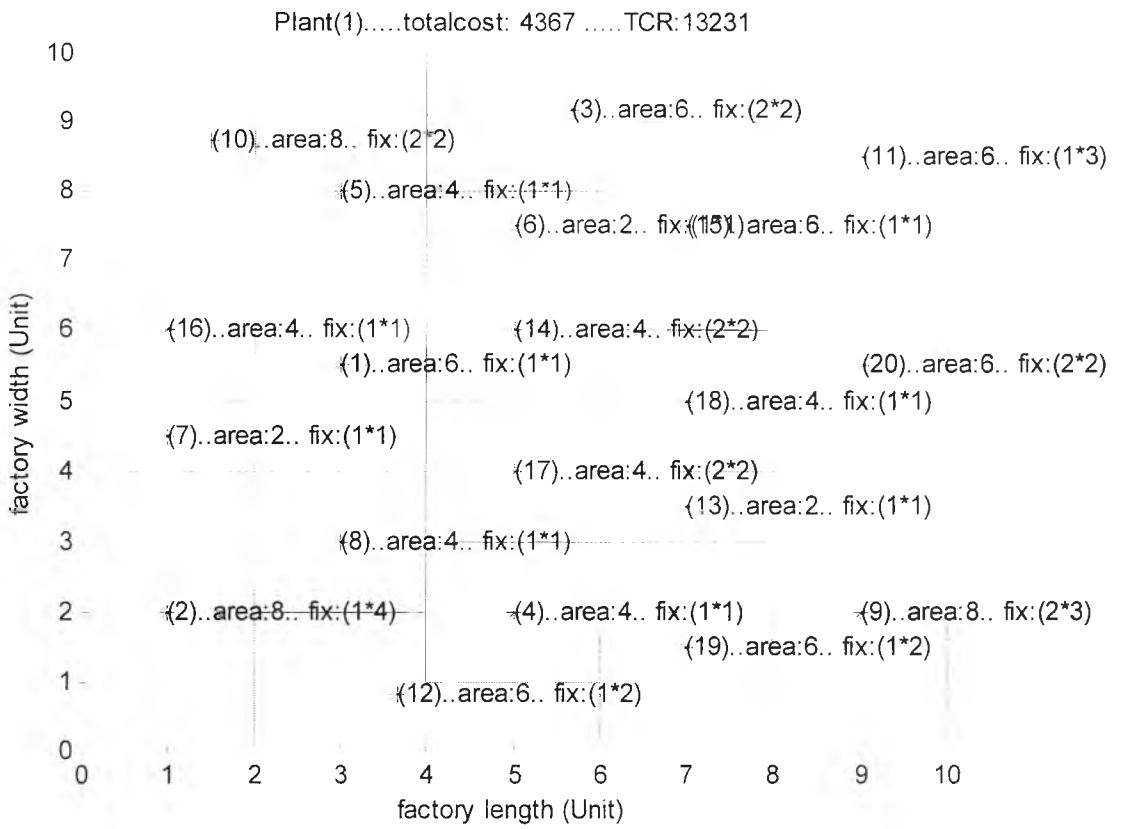
สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 2-7-16-10-5-1-8-12-4-17-14-6-3-15-18-13-19-9-20-11

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 2-2-2-2-2

ค่าใช้จ่าย : 4367.07

ค่า TCR : 1323.09

รูปคำตอบผังโรงงานแสดงได้ดังรูปที่ จ.5



รูปที่ จ.5 *รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 8*

จ.9 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 9

ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด W1=0.75 W2=0.25

คำตอบที่ได้คือ

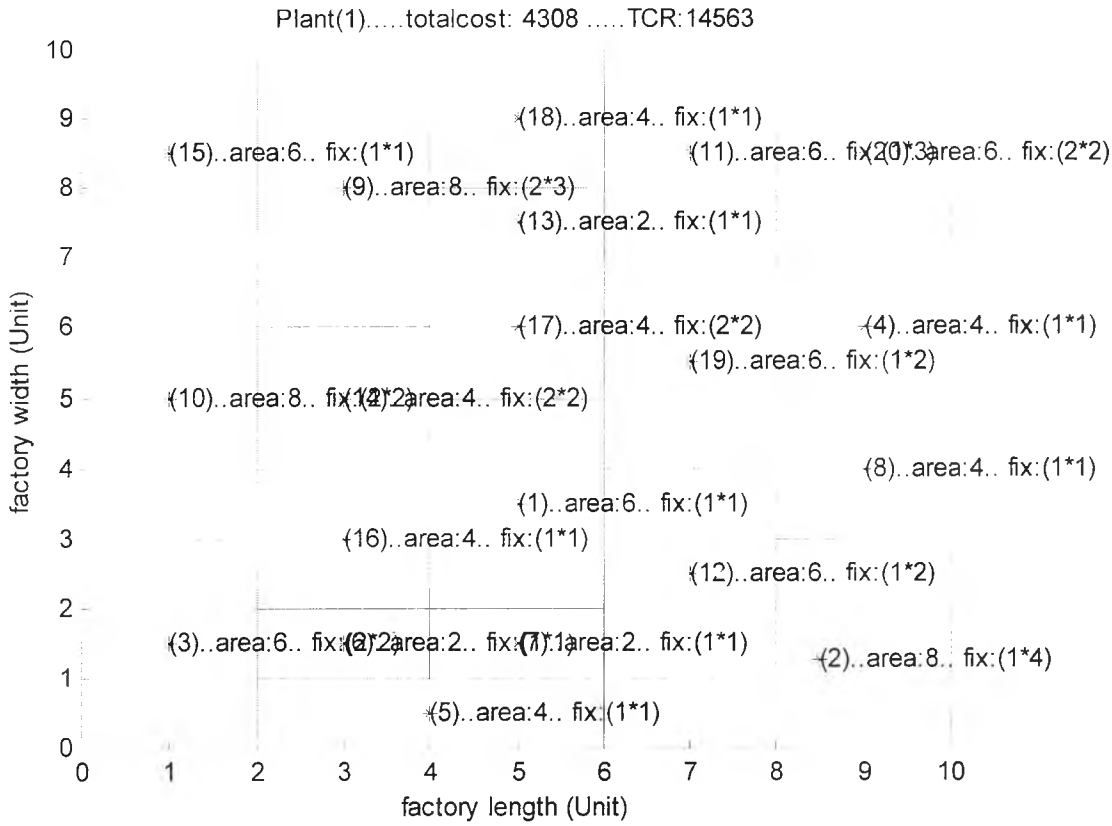
สตริงลำดับการเรียงของแผนก : 2-7-16-10-5-1-8-12-4-17-14-6-3-15-18-13-19-9-20-11

สตริงขนาดความกว้างของแถบ : 2-2-2-2-2

ค่าใช้จ่าย : 4367.07

ค่า TCR : 1323.09

รูปคำตอบผังโรงงานแสดงได้ดังรูปที่ จ.6



รูปที่ จ.6 รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 9

ภาคผนวก ฉ

กรณีศึกษาการปรับปรุงผังโรงพยาบาลสัตว์

ในปัจจุบันพบว่าลักษณะการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติงานของโรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน นั้นมีความยุ่งยาก ซับซ้อนและเจ้าหน้าที่มีความเหนื่อยล้าจากการทำงานมาก และมีผลกระทบถึงระยะเวลาในการรอรับการรักษาที่นานเกินไป ซึ่งจากการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการจัดวางตำแหน่งของห้องปฏิบัติงานไม่ถูกต้องตามหลักของการวางผังโรงงาน จึงเลือกที่จะทำการปรับปรุงผังของห้องปฏิบัติงานของโรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขนเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกรวดเร็วมากขึ้น และเพื่อลดระยะเวลาในการรอรับการรักษาของผู้มาใช้บริการและลดเวลาสูญเปล่าที่เกิดจากการทำงานลง ซึ่งในการปรับปรุงแผนผังนั้นได้นำเอาวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมสำหรับการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอนที่นำเสนอในงานวิจัยมาใช้ปรับปรุงแผนผัง โดยในการออกแบบผังโรงพยาบาลสัตว์จะพิจารณาสองวัตถุประสงค์คือ เพื่อให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำที่สุด และเพื่อให้ค่า TCR ที่พิจารณาระยะทางระหว่างแผนกมีค่าน้อยที่สุดพร้อมกัน ซึ่งเป็นลักษณะการแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ ทั้งนี้การแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ได้ใช้วิธีการรวมฟังก์ชั่นโดยอาศัยการให้น้ำหนัก

เมื่อทำการออกแบบผังโรงพยาบาลสัตว์ด้วยวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึมแล้ว จะนำคำตอบที่ได้เปรียบเทียบกับผังโรงพยาบาลสัตว์ในปัจจุบัน เพื่อดูว่าแผนผังที่ได้มีค่าวัตถุประสงค์โดยรวมดีกว่าหรือไม่

ฉ.1 แผนผังโรงพยาบาลสัตว์ในปัจจุบัน

ข้อมูลต่างๆของแผนผังโรงพยาบาลสัตว์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีดังนี้ จำนวนแผนกทั้งหมด พื้นที่ผังโรงพยาบาลสัตว์ ความกว้างและความยาวของผังโรงพยาบาลสัตว์ พื้นที่ที่ต้องการของแต่ละแผนก ความกว้างและความยาวของแต่ละแผนกที่อยู่ในแผนผังปัจจุบัน แผนภูมิจาก-ไปของโรงพยาบาลสัตว์ แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนก แผนผังโรงพยาบาลสัตว์ในปัจจุบันและค่าใช้จ่ายโดยรวมและค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนกที่เกิดจากลักษณะการจัดวางผังโรงพยาบาลสัตว์ปัจจุบัน

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลขนาดผังโรงพยาบาลสัตว์

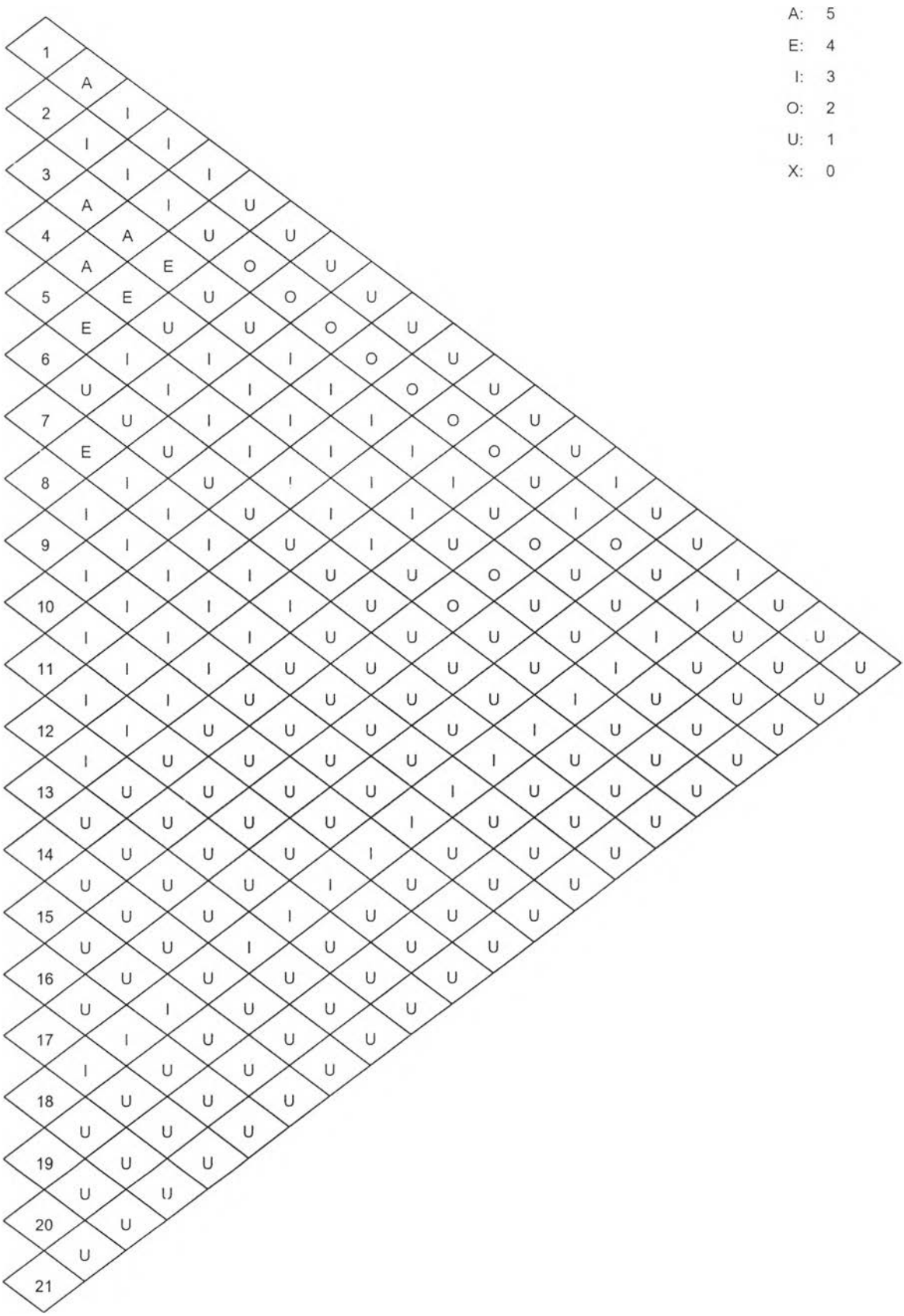
จำนวนแผนก	พื้นที่ทั้งหมด (ตารางเมตร)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)
21	526.5	13.5	39

***ตารางที่ ฉ.2** ข้อมูลพื้นที่และความกว้างและความยาวของแต่ละแผนกที่อยู่ในแผนผังปัจจุบัน*

ลำดับ	แผนก	พื้นที่ทั้งหมด(ตารางเมตร)	กว้าง(เมตร)*ยาว(เมตร)
1	เวชระเบียน	42.25	6.5*6.5
2	ประชาสัมพันธ์	22.75	3.5*6.5
3	ฉุกเฉิน 1	22.75	3.5*6.5
4	ฉุกเฉิน 2	22.75	3.5*6.5
5	ฉุกเฉิน 3	22.75	3.5*6.5
6	ห้องน้ำเกลือ CCU	22.75	3.5*6.5
7	ห้องตรวจ 1	22.75	3.5*6.5
8	ห้องตรวจ 2	22.75	3.5*6.5
9	ห้องตรวจ 3	22.75	3.5*6.5
10	ห้องตรวจ 4	11.375	3.25*3.5
11	ห้องตรวจ 5	11.375	3.25*3.5
12	ห้องตรวจ 7	11.375	3.25*3.5
13	ห้องตรวจ 8	11.375	3.25*3.5
14	ห้องว่าง	26.00	4*6.5
15	ห้องตรวจ 6	11.375	3.25*3.5
16	ห้องตรวจ9 (EXOTIC)	32.50	5*6.5
17	ห้องวัคซีน	32.5	5*6.5
18	ห้องนำยากลับและการเงิน	78.00	6.5*12
19	ห้องว่าง	42.25	6.5*6.5
20	ห้องว่าง	22.75	3.5*6.5
21	Treatment Room	11.375	3.25*3.5

ตารางที่ ฉ.3 *แผนภูมิจาก-ไปของโรงพยาบาลสัตว์ (เที่ยว)*

จาก-ไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	2495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	154	141	0	0	0	183	223	214	257	234	260	0	235	240	354	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	215	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	354	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	85	78	69	92	105	67	0	88	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



รูปที่ ฉ.1 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่างๆในโรงพยาบาลสัตว์

ค่าใช้จ่ายของการขนถ่ายเท่ากับ 1 หน่วย/เที่ยว และคำนวณระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ของแต่ละแผนกแบบเรคติลิเนียร์ (ระยะทางรวมเท่ากับผลรวมของระยะทางตามแกน X และระยะทางตามแกน Y) จากข้อมูลทั้งหมดและแผนผังโรงพยาบาลสัตว์ในปัจจุบัน จะคำนวณค่าใช้จ่ายโดยรวมเท่ากับ 95159 บาท และค่า TCR ที่พิจารณาระยะทางระหว่างแผนกเท่ากับ 11709

ฉ.2 การออกแบบแผนผังโรงพยาบาลสัตว์ด้วยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมที่เสนอในงานวิจัย

การใช้วิธีเจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 6 นั้น จะต้องมีการเตรียมข้อมูลต่าง ๆก่อนดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของผังโรงพยาบาลสัตว์ แสดงได้ดังตารางที่ ฉ.1

2. ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ต้องการของแต่ละแผนก ความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่เล็กที่สุดของแต่ละแผนก และอัตราส่วนด้านยาวต่อด้านกว้างของแต่ละแผนก แสดงได้ดังตารางที่ ฉ.4

ตารางที่ ฉ.4 *ข้อมูลความต้องการพื้นที่ของแต่ละแผนกและรายละเอียดต่าง ๆ ของการออกแบบผังโรงพยาบาลสัตว์*

ลำดับ	แผนก	พื้นที่ทั้งหมด (ตารางเมตร)	พื้นที่ที่เล็กที่สุดในแผนก (กว้าง*ยาว)	อัตราส่วนด้านยาวต่อด้านกว้าง
1	เวชระเบียน	42.25	6.5*6.5	5
2	ประชาสัมพันธ์	22.75	2*2	5
3	ฉุกเฉิน 1	22.75	2*2	5
4	ฉุกเฉิน 2	22.75	2*2	5
5	ฉุกเฉิน 3	22.75	2*2	5
6	ห้องน้ำเกลือ CCU	22.75	2*2	5
7	ห้องตรวจ 1	22.75	2*2	5
8	ห้องตรวจ 2	22.75	2*2	5
9	ห้องตรวจ 3	22.75	2*2	5
10	ห้องตรวจ 4	11.375	2*2	5
11	ห้องตรวจ 5	11.375	2*2	5
12	ห้องตรวจ 7	11.375	2*2	5

ตารางที่ ฉ.4 (ต่อ) ข้อมูลความต้องการพื้นที่ของแต่ละแผนกและรายละเอียดต่างๆ ของการออกแบบผังโรงพยาบาลสัตว์

ลำดับ	แผนก	พื้นที่ทั้งหมด (ตารางเมตร)	พื้นที่ที่เล็กที่สุดในแผนก (กว้าง*ยาว)	อัตราส่วนด้านยาวต่อด้านกว้าง
13	ห้องตรวจ 8	11.375	2*2	5
14	ห้องว่าง	26.00	2*2	5
15	ห้องตรวจ 6	11.375	2*2	5
16	ห้องตรวจ9 (EXOTIC)	32.50	2*2	5
17	ห้องวัคซีน	32.5	2*2	5
18	ห้องนำยากลับและการเงิน	78.00	2*2	5
19	ห้องว่าง	42.25	2*2	5
20	ห้องว่าง	22.75	2*2	5
21	Treatment Room	11.375	2*2	5

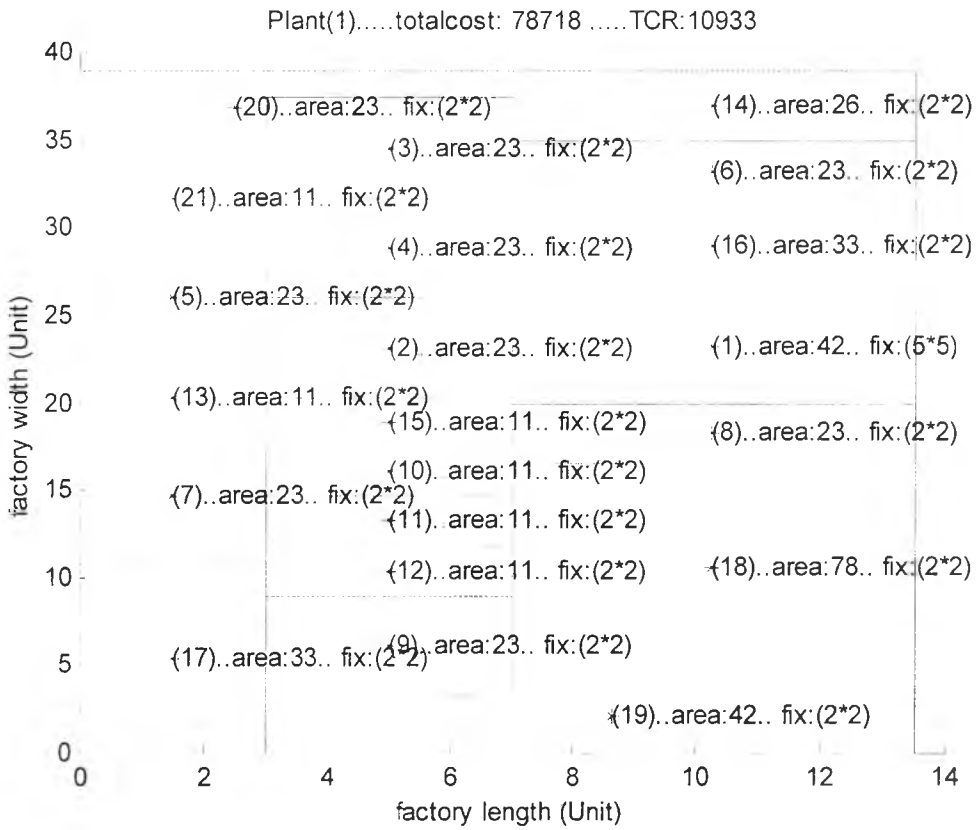
3. ข้อมูลที่เป็นแผนภูมิการไหลระหว่างแผนกดังตารางที่ ฉ.3 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่างๆดังรูปที่ ฉ.1 ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ ประเภทของการวัดระยะทาง น้ำหนักที่ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายของผังโรงงานและน้ำหนักที่ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่างแผนกดังนี้
   ค่าใช้จ่ายของการไหลเท่ากับ 1 บาท/เที่ยว และคิดระยะทางระหว่างจุดเซ็น ทรอยด์ของแต่ละแผนกแบบเรคติลิเนียร์ (ระยะทางรวมเท่ากับผลรวมของระยะทางตามแกน X และระยะทางตามแกน Y) และค่า $W1$=0.25 $W2$=0.75

4. ข้อมูลของแผนกที่ผู้ออกแบบกำหนด โดยเลือกกำหนดแผนก 1 ให้มีรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และมีความยาวตามแนวนอนเท่ากับ 6.5 เมตร

5. พารามิเตอร์ของ GAs ที่กำหนดในการหาคำตอบคือ

จำนวนประชากรเบื้องต้น	10 ตัว
วิธีการรีโปรดักชั่นแบบ	วงล้อรูลเล็ท
วิธีการครอสโอเวอร์แบบ	PMX
ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	0.7
วิธีการมิวเตชั่นแบบ	Reciprocal Exchange
ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น	0.3
จำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุด	5000

หลังจากผ่านกระบวนการของเจนเนติกอัลกอริทึมจนครบตามจำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุด ผลคำตอบผังโรงงานที่ได้คือ ลำดับการเรียงของแผนก: 14-6-16-1-8-18-19-9-12-11-10-15-2-4-3-20-21-5-13-7-17 ขนาดความกว้างของแถบ: 6.5-4-3 ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 78718 บาท และค่า TCR เท่ากับ 10933 และรูปคำตอบผังโรงพยาบาลสัตว์แสดงได้ดังรูปที่ ฉ.2



รูปที่ ฉ.2 รูปคำตอบผังโรงพยาบาลสัตว์

ฉ.3 การเปรียบเทียบคำตอบ

การปรับปรุงผังโรงพยาบาลสัตว์ด้วยการนำเอาวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมสำหรับการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอนที่นำเสนอในงานวิจัยมาใช้ปรับปรุงแผนผังนั้น ให้ผลคำตอบโดยรวมดีกว่าผังโรงพยาบาลสัตว์ก่อนการปรับปรุงคือ คำตอบจากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมให้ค่าใช้จ่ายลดลง 17.28 % และให้ค่า TCR ลดลง 6.63 %

ภาคผนวก ช

โปรแกรมและวิธีการใช้

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการสร้างโปรแกรมออกแบบผังโรงงาน โดยมีหลักการสร้างตามที่ได้กล่าวไปในบทที่ 5 และบทที่ 6 ซึ่งโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นใช้รันบนโปรแกรม MATLAB version 5.3.1

1. ขั้นตอนการใช้โปรแกรมออกแบบผังโรงงาน

ขั้นตอนการใช้โปรแกรมประกอบด้วย

1.1 การเตรียมการใช้โปรแกรม โดยการติดตั้งโปรแกรม MATLAB version 5.3.1 ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ที่มีหน่วยความจำ 32 MB ขึ้นไป

1.2 Copy Folder ชื่อ PlantLayout ลงใน Directory C:

1.3 ในการรันโปรแกรม เริ่มต้นจากเปิดโปรแกรม MATLAB แล้ว Set Path ไปที่โฟลเดอร์ชื่อ PlantLayout และเมื่อจะรันโปรแกรมให้พิมพ์ชื่อไฟล์ที่ใช้รันคือ PLANTGA (PLANTGA.m) แล้วกด Enter โปรแกรมจะแสดงคำสั่งต่างๆเพื่อให้ใส่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการรันโปรแกรม

เพื่อความเข้าใจในวิธีการใช้โปรแกรม จึงขอยกตัวอย่างในการป้อนข้อมูลต่างๆของปัญหาที่ 1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1$=0.25 $W2$=0.75 ที่ใช้ทดลองในงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

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

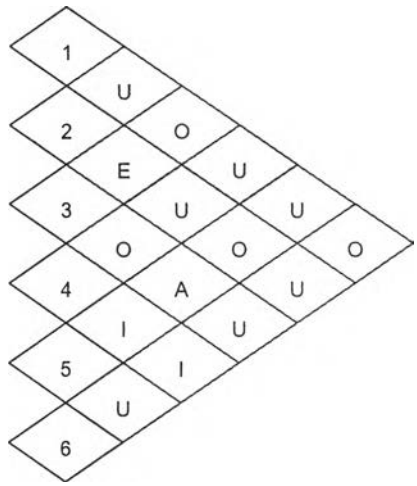
แผนกที่	พื้นที่ทั้งหมด	พื้นที่สำหรับวางเครื่องจักร(กว้าง*ยาว)	อัตราส่วนด้านยาวต่อด้านกว้าง
1	3	1*3	5
2	9	2*3	5
3	3	1*3	5
4	1	1*1	5
5	2	1*2	5
6	6	2*3	5

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

แผนภูมิความสัมพันธ์

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



ค่าใช้จ่ายของการขนถ่าย เท่ากับ 1 หน่วย/เที่ยว

คิดระยะทางระหว่างจุดเซ็นทรอยด์ของแต่ละแผนก แบบเรคติลิเนียร์

แผนกที่กำหนดให้มีรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แผนก 6

ความยาวตามแนวนอน เท่ากับ 2 หน่วย

MAIN MENU มีทางเลือก 4 ทางเลือก

1. Criterion Selection

- โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมการออกแบบผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ให้ป้อนค่าน้ำหนักที่ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่าย *W1* โดยมีค่าระหว่าง [0,1]
- และเลือกประเภทของการคำนวณระยะทางระหว่างแผนก
    1. แบบยูคลิเดียน
    2. แบบเรคติลิเนียร์

ตัวอย่าง

****** Criterion Selection ******

This is Multi-Objective Problem (total cost(W1)+total closeness rating(W2))

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

Distance Between Department

1. Euclidean

2. Rectilinear

Choose (1):**2**

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

หมายเหตุ ค่าภายในเครื่องหมาย() เป็นค่า Default ที่ตั้งไว้

2. Information Input ประกอบด้วย

2.1 Plant's Information Input ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน

เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับขนาดโรงงานซึ่งได้แก่

- จำนวนแผนกในโรงงาน
- ความยาวของโรงงาน
- ความกว้างของโรงงาน

ตัวอย่าง

How many department (6):**6**

factory length:**6**

factory width:**4**

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

2.2 Material Flow ข้อมูลการขนถ่ายวัสดุในโรงงาน เริ่มป้อนการขนถ่ายวัสดุจากแผนกที่ 1 ไปยังแผนกอื่นๆจนครบ

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 Material Handling Cost ค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ เริ่มป้อนค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุจากแผนกที่ 1 ไปยังแผนกอื่นๆจนครบ

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 Department's Relation ความสัมพันธ์ระหว่างแผนก

- เลือกว่าจะคำนวณค่า TCR แบบใด
  1. Linear
  2. Exponential
- กำหนดค่าความสัมพันธ์ต่างๆเป็นตัวเลข
- ป้อนค่าความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่างๆ เริ่มจากแผนกที่ 1 ถึงแผนกสุดท้าย

ตัวอย่าง

Relation setting

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**

dept. relation between dept.[1] and dept.[5] (A/E/I/O/U/X): **U**

dept. relation between dept.[1] and dept.[6] (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): **O**

dept. relation between dept.[2] and dept.[5] (A/E/I/O/U/X): ....

3. Department's Information Input ข้อมูลเกี่ยวกับแผนกต่างๆ

3.1 ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับแผนกต่างๆ เริ่มจากแผนกแรกจนถึงแผนกสุดท้าย โดยในแต่ละแผนกจะต้องป้อนข้อมูล

- ชื่อของแผนก (แทนชื่อแผนกด้วยตัวเลข)
- พื้นที่ทั้งหมด
- ความกว้างบังคับ
- ความยาวบังคับ
- อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง

ตัวอย่าง

```
                    Department(1/6)
                        Department name:1
there are 24 unit area remain dept(1) total Area:3
                        fix width(0):1
                        fix length(0):3
                        ratio(5):5
1. BACK  2.NEXT  3.MAIN MENU  (2):2
```

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับแผนกที่ต้องการกำหนดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความยาวตามแนวนอนของแผนกนั้นจำนวนหนึ่งแผนก

ตัวอย่าง

```
Please Enter department name which will be fixed(only one department):6
and enter horizontal length of the fixed department:2
```

4. Design การออกแบบผังโรงงานซึ่งใช้วิธีเจนเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆที่จำเป็นในเจนเนติกอัลกอริทึม ดังนี้

- ขนาดของจำนวนประชากรเริ่มต้น
- จำนวนเจนเนอเรชั่น
- วิธีการครอสโอเวอร์
- ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์
- วิธีการมิวเตชั่น
- ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น
- จำนวนครั้งที่ซ้ำกันของค่าตอบสนอง

ตัวอย่าง

Design by GA.

Population size

Please enter population size:**15**

Number of generation

Please enter no. of generation:**20**

Crossover Type Selection

1. PMX

2. CX

3. OX

4. PBX

5. OBX

Choose:**5**

Probability of Crossover

Please enter Pc [0,1]:**0.9**

Mutation Type Selection

1. Random Sequence

2. Insertion

3. Reprocal Exchange

Choose:**3**

Probability of Mutation

Please enter Pm [0,1]:**0.3**

Number of iteration(is a criteria for stopping GAs-loop)

if do not want this stopping criteria,

please enter number of iteration equal to number of generation

Please enter Number of iteration:**20**

ผลหลังจากการป้อนข้อมูลพารามิเตอร์ของ GAs

Population Size: 15

no. of generation: 20

Reproduction: Roulette Wheel

Crossover: PBX

Pc: 0.9

Mutation: Reciprocal Exchange

Pm: 0.3

no. of iteration: 20

เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกอย่างครบหมดแล้วโปรแกรมจะถามให้บันทึกข้อมูล ข้อมูลจะถูกนำไปใช้ในการออกแบบผังโรงงานด้วยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม (GAoperation.m) โปรแกรมจะรันจนถึงเงื่อนไขในการหยุดทำงาน และจะแสดงผลคำตอบบนหน้าจอของโปรแกรม MATLAB ซึ่งได้แก่ ค่า Cost ค่า TCR เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ ลำดับการเรียงของแผนก และขนาดความกว้างของแถบ และผลดังกล่าวนี้จะถูกบันทึกไว้ในไฟล์ report.m ซึ่งสามารถเรียกดูภายหลังได้

ประวัติผู้วิจัย

นางสาววราภรณ์ จิรเกษมสุข เกิดวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดชัยภูมิ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542