

รายการอ้างอิง

1. P.E. Linvadas and T. Johnson. A new approach to finding objects in programs. Journal of Software Maintenance: Research and Practice vol. 6 (1994): 249-260.
2. S. Yeh, D.R. Harris, and H. B. Reubenstein. Recovering Abstract Data Type and Object Instances from a Conventional Procedural Language. Proceedings of the 2nd Working Conference on Reverse Engineering (1995): 252-261.
3. H.M. Sneed and E. Nyary. Downsizing large application programs. Journal of Software Maintenance: Research and Practice vol. 6 (1994): 105-116.
4. G. Canfora, A. Cimitile, and M. Munro. An improved algorithm for identifying reusable objects in code. Software-Practical and Experiences vol. 26 (1996): 24-48.
5. B.L. Achee and D. L. Carver. A greedy approach to object identification in imperative code. Proceedings of the 3rd Workshop on Program Comprehension Washington, D.C. (1994): 4-11.
6. N. Anquetil and T.C. Lethbridge. Experiment with clustering as a software modularization method. Proceedings of the 6th Working Conference on Reverse Engineering (1999): 235-255.
7. M. Siff and T. Reps. Identifying modules via concept analysis. Proceedings of Conference on Software Maintenance (1997): 170-179.
8. S. Phattarasukol and P. Muenchaisri. Identifying candidate objects using hierarchical clustering analysis. Proceedings of the 8th Asia-Pacific Software Engineering Conference (2001): 381-389
9. T.A. Wiggerts. Using clustering algorithms in legacy systems modularization. Proceedings of the 4th Working Conference on Reverse Engineering (1997): 33-43.
10. T. Kuipers and A. van Deursen. Identifying object using cluster and concept analysis. Proceedings of the 21st International Conference on Software Engineering (1999): 246-255.
11. S. Liu and N. Wilde. Identifying objects in a conventional procedural language: an example of data design recovery. Proceedings of Conference on Software Maintenance (1990): 266 – 271.
12. H. Gall and R. Klosch. Finding objects in procedural programs: an alternative approach. Proceedings of the 2nd Working Conference on Reverse Engineering (1995): 208 -216.
13. R.R. Valasareddi, D.L. Carver. A graph-based object identification process for procedural programs. Proceedings of the 5th Working Conference on Reverse Engineering (1998): 50 – 58.

14. K. Kontogiannis and P. Patil. Evidence driven object identification in procedural code. Proceedings of Conference on Software Technology and Engineering Practice (1999): 12 – 21.
15. C. Lindig and G. Snelting. Assessing modular structure of legacy code based on mathematical concept analysis. Proceedings of International Conference on Software Engineering (1997): 349-359.
16. H.A. Sahraoui, W. Melo, H. Lounis, and F. Dumont. Applying concept formation methods to object identification in procedural code. Proceedings of 12th Conference on Automated Software Engineering (1997): 210 -218.
17. G. Canfora, A. Cimitile, A. De Lucia, and G.A. Di Lucca. A case study of applying an eclectic approach to identify objects in code. Proceedings of the 7th International Workshop on Program Comprehension (1999)
18. Martin Fowler, Refactoring: Improving the design of existing code. Addison-Wesley, 2000



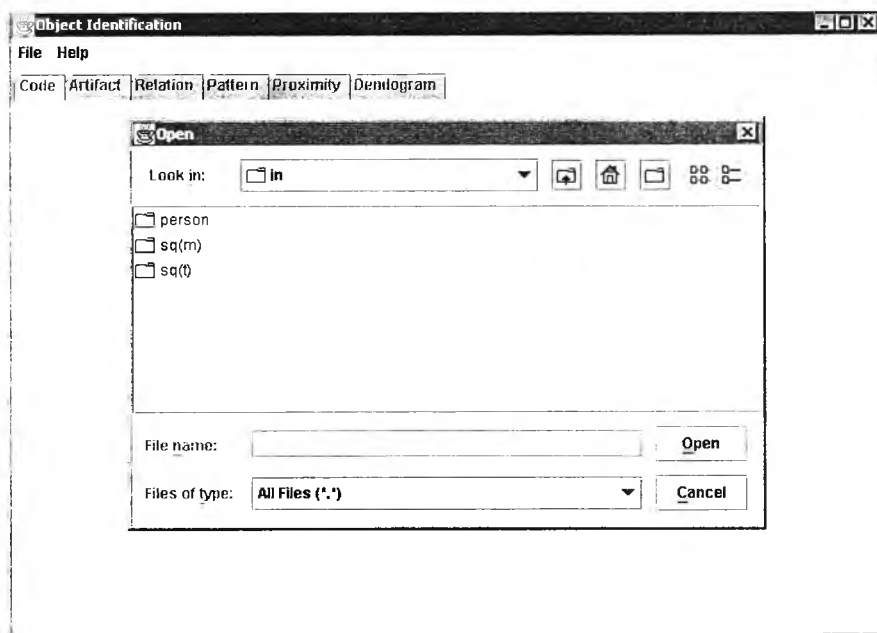
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการใช้เครื่องมือระบุวัตถุซอฟต์แวร์ที่เป็นไปได้ ซึ่งประยุกต์ใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลแบบลำดับชั้นและการให้ค่าน้ำหนัก

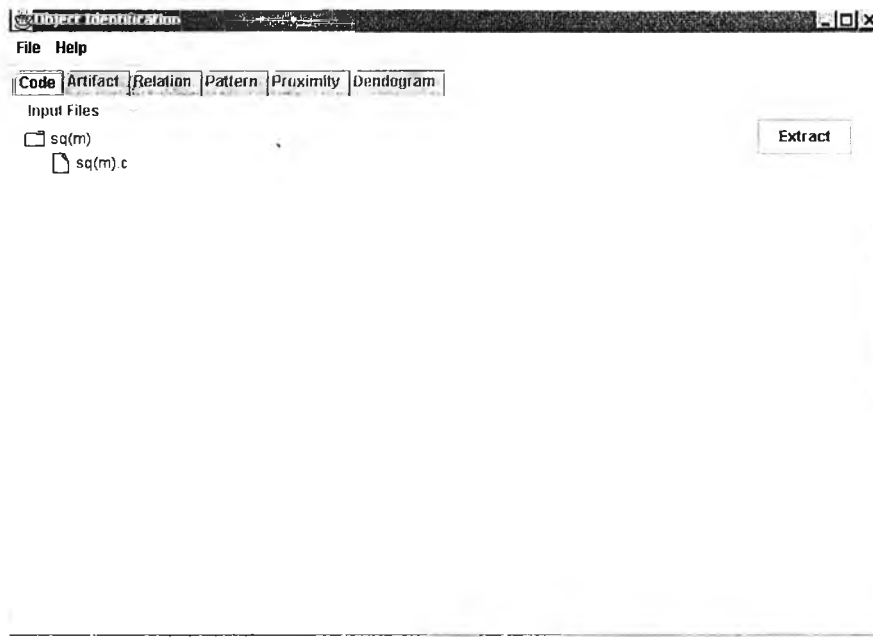
การใช้งานของเครื่องมือระบุวัตถุซอฟต์แวร์ที่เป็นไปได้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เริ่มต้นการทำงาน โดยเลือกคำสั่งไฟล์ -> โฟเพ่น (File -> Open) จากเมนู เพื่อเปิดกล่องเลือกไดเรกทอรีขึ้นมา ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นดังรูปที่ ก.1
2. คลิกเลือกไดเรกทอรีที่ต้องการ แล้วกดปุ่มโฟเพ่น (Open Button)



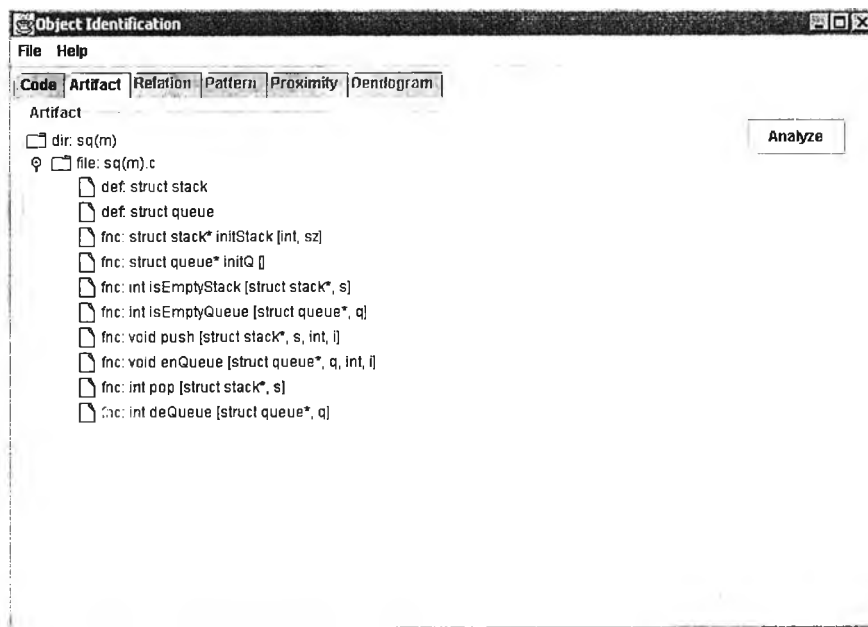
รูปที่ ก.1 กล่องเลือกไดเรกทอรี

เครื่องมือจะแสดงชื่อไฟล์โปรแกรมต้นฉบับทั้งหมดภายในไดเรกทอรีที่เลือก ไว้ในแท็บโค้ด (Code Tab) ดังแสดงในรูปที่ ก.2



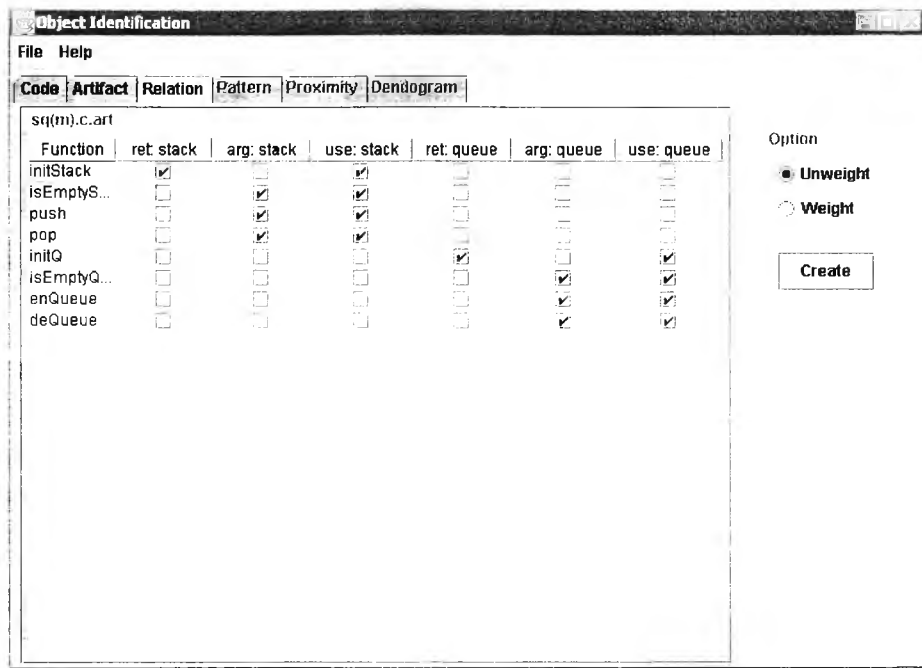
รูปที่ ก.2 แท็บได้แสดงชื่อไฟล์โปรแกรมต้นฉบับ

3. กดปุ่มเอ็กซ์แทร็ก (Extract Button) เพื่อสั่งให้เครื่องมือทำการคัดแยกส่วนประกอบเดิมออกมา และถูกแสดงผลที่ได้ไว้ในแท็บอาร์ทิแฟกต์ (Artifact Tab) ดังแสดงในรูปที่ ก.3



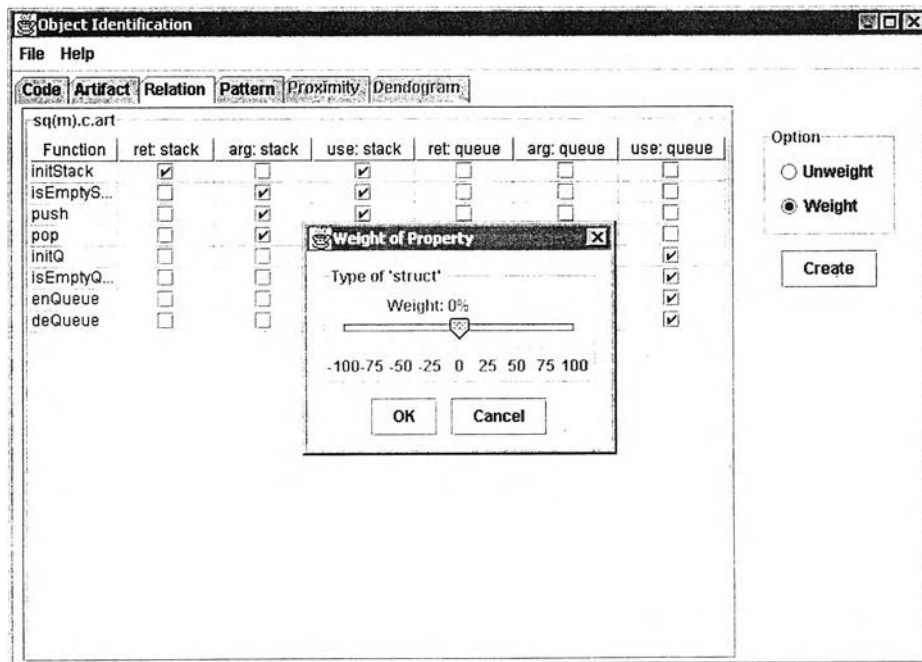
รูปที่ ก.3 แท็บอาร์ทิแฟกต์แสดงส่วนประกอบเดิมที่ถูกคัดแยก

4. ต่อจากนั้น กดปุ่มอนาไลซ์ (Analyze Button) เพื่อสั่งให้เครื่องมือค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเดิม และแสดงผลที่ได้ไว้ในแท็บรีเลชัน (Relation Tab) ดังแสดงในรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 แท็บรีเลชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเดิม

- กำหนดเงื่อนไขการคำนวณค่าระยะทางว่า ต้องการหรือไม่ต้องการให้ค่าน้ำหนักแก่ความสัมพันธ์ที่เกิดจากส่วนข้อมูลสตรักท์
 - ถ้าต้องการให้ค่าน้ำหนัก ให้คลิกเลือกที่ปุ่มวิทยุเวท (Weight Radio Button) จากนั้นกดปุ่มครีเอท (Create Button) เครื่องมือจะสร้างกล่องรับค่าขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ ก.5 เลื่อนปุ่มสไลด์เพื่อลดหรือเพิ่มค่าน้ำหนักตามต้องการ แล้วกดปุ่มโอเค (OK Button)



รูปที่ ก.5 การกำหนดค่าน้ำหนักแก่โปรแกรม

- ถ้าไม่ต้องการให้ค่าน้ำหนัก ให้เลือกที่ปุ่มวิทยุอันเวท (Unweight Radio Button) แล้วกดปุ่มครีเอท เพื่อเริ่มการคำนวณ

เครื่องมือจะแปลงความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ข้อมูล และแสดงผลที่ได้ในแท็บแพทเทิร์น (Pattern Tab) ดังแสดงในรูปที่ ก.6

The screenshot shows a window titled "Object Identification" with a menu bar "File Help". Below the menu bar are tabs for "Code", "Artifact", "Relation", "Pattern", "Proximity", and "Dendogram". The "Pattern" tab is active, displaying a matrix of relationships between code artifacts. The artifacts listed are: sq(m).c, initStack, isEmptyStack, push, pop, initQ, isEmptyQueue, enqueue, and dequeue. The matrix has columns for each artifact, with the first column being the artifact name and the subsequent columns representing its relationships with the other artifacts. A "Combine" button is visible on the right side of the matrix.

Code	Artifact	Relation	Pattern	Proximity	Dendogram
sq(m).c					
initStack		1	0	1	0
isEmptyStack		0	1	1	0
push		0	1	1	0
pop		0	1	1	0
initQ		0	0	0	1
isEmptyQueue		0	0	0	1
enqueue		0	0	0	1
dequeue		0	0	0	1

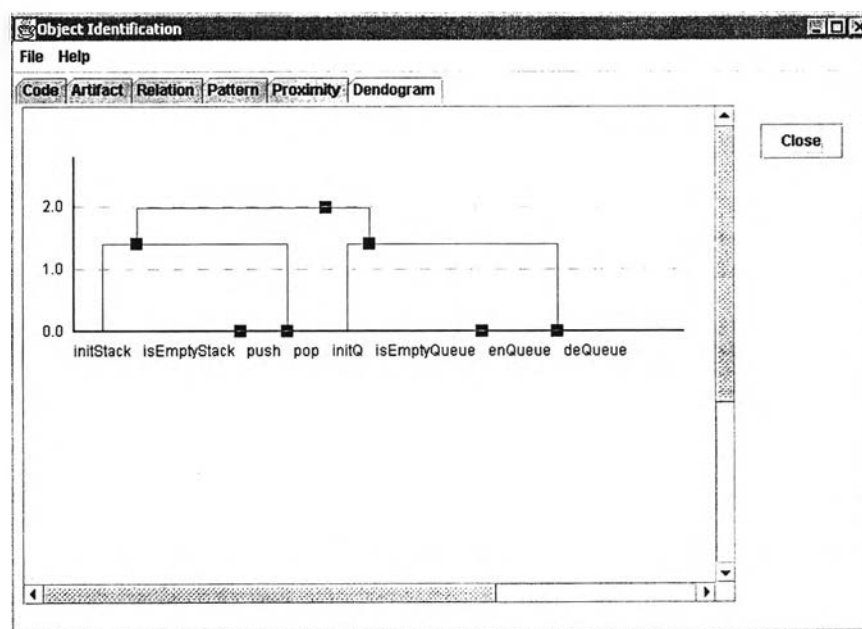
รูปที่ ก.6 แท็บแพทเทิร์นแสดงเมตริกซ์ข้อมูลที่ได้จากการแปลงความสัมพันธ์

6. กดปุ่มคอมไบน์ (Combine Button) เพื่อสั่งให้เครื่องมือจัดกลุ่มส่วนคำสั่งให้เป็นคลาสเตอร์ และแสดงเมตริกซ์ความแตกต่างที่ถูกสร้างขึ้นระหว่างการทำงานไว้ในแท็บพร็อกซิมีตี (Proximity Tab) ดังแสดงในรูปที่ ก.7

sq(m.c)					
Combination #0					
	initStack	isEmptyStack	push	pop	initQ
initStack	1.4071248	1.4071248	1.4071248	1.9899749	1.9899749
isEmptyStack		0.0	0.0	1.9899749	1.9899749
push			0.0	1.9899749	1.9899749
pop				1.9899749	1.9899749
initQ					1.9899749
isEmptyQue...					
enqueue					
dequeue					
Combination #1					
	initStack	isEmptyStack+push	pop	initQ	
initStack	1.4071248	1.4071248	1.4071248	1.9899749	1.9
isEmptyStack...		0.0	0.0	1.9899749	1.9
pop				1.9899749	1.9
initQ					1.4
isEmptyQueue					
enqueue					
dequeue					
Combination #2					
	initStack	isEmptyStack+push+pop	initQ	isEr	
initStack	1.4071248	1.4071248	1.9899749	1.989974	
isEmptyStack+...			1.9899749	1.989974	

รูปที่ ก.7 แท็บพรีอิมิตีแสดงเมตริกซ์ความแตกต่างที่ถูกสร้างขึ้นระหว่างการทำงาน

- กดปุ่มวิว (View Button) เพื่อสั่งให้เครื่องมือสร้างและแสดงเดนโดแกรมไว้ที่แท็บเดนโดแกรม (Dendogram Tab) ดังแสดงในรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 แท็บเดนโดแกรมแสดงเดนโดแกรม

- เมื่อพิจารณาเดนโดแกรมเสร็จแล้ว ให้กดปุ่มโคลส (Close Button) เพื่อจบการทำงาน

ภาคผนวก ข

เมตริกซ์ความแตกต่าง

เมตริกซ์ความแตกต่างที่ถูกสร้างขึ้นระหว่างทำการทดลองมีจำนวนทั้งหมด 234 เมตริกซ์ ซึ่งสามารถแจกแจงรายละเอียดตามประเภทของวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ชนิดของโปรแกรม และค่าน้ำหนักที่ใช้ได้ดังนี้

ข.1 เมตริกซ์ความแตกต่างที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนัก

ข.1.1 โปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน

1) ค่าน้ำหนัก-1%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.1 - ข.8

ตารางที่ ข.1 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.407	1.407	1.407	1.989	1.989	1.989	1.989
IES		X	0.000	0.000	1.989	1.989	1.989	1.989
PSH			X	0.000	1.989	1.989	1.989	1.989
POP				X	1.989	1.989	1.989	1.989
INQ					X	1.407	1.407	1.407
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.2 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมคลัสเตอร์ครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.407	1.407	1.989	1.989	1.989	1.989
IES+PSH		X	0.000	1.989	1.989	1.989	1.989
POP			X	1.989	1.989	1.989	1.989
INQ				X	1.407	1.407	1.407
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.3 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมคลัสเตอร์ครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.407	1.989	1.989	1.989	1.989
IES+PSH+POP		X	1.989	1.989	1.989	1.989
INQ			X	1.407	1.407	1.407
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.4 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมคลัสเตอร์ครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.407	1.989	1.989	1.989
IES+PSH+POP		X	1.989	1.989	1.989
INQ			X	1.407	1.407
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.5 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมคลังเตอรืครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.407	1.989	1.989
IES+PSH+POP		X	1.989	1.989
INQ			X	1.407
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.6 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมคลังเตอรืครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.989	1.989
INQ		X	1.407
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.7 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมคลังเตอรืครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.989
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.8 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมคลังเตอรื

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

2) คำนวณหัก -5%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.9 - ข.16

ตารางที่ ข.9 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.378	1.378	1.378	1.949	1.949	1.949	1.949
IES		X	0.000	0.000	1.949	1.949	1.949	1.949
PSH			X	0.000	1.949	1.949	1.949	1.949
POP				X	1.949	1.949	1.949	1.949
INQ					X	1.378	1.378	1.378
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.10 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.378	1.378	1.949	1.949	1.949	1.949
IES+PSH		X	0.000	1.949	1.949	1.949	1.949
POP			X	1.949	1.949	1.949	1.949
INQ				X	1.378	1.378	1.378
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.11 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.378	1.949	1.949	1.949	1.949
IES+PSH+POP		X	1.949	1.949	1.949	1.949
INQ			X	1.378	1.378	1.378
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.12 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.378	1.949	1.949	1.949
IES+PSH+POP		X	1.949	1.949	1.949
INQ			X	1.378	1.378
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.13 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.378	1.949	1.949
IES+PSH+POP		X	1.949	1.949
INQ			X	1.378
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.14 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.949	1.949
INQ		X	1.378
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.15 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.949
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.16 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

3) คำนวณหัก -25%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียด
ในตารางที่ ข.17 - ข.24

ตารางที่ ข.17 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.224	1.224	1.224	1.732	1.732	1.732	1.732
IES		X	0.000	0.000	1.732	1.732	1.732	1.732
PSH			X	0.000	1.732	1.732	1.732	1.732
POP				X	1.732	1.732	1.732	1.732
INQ					X	1.224	1.224	1.224
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.18 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.224	1.224	1.732	1.732	1.732	1.732
IES+PSH		X	0.000	1.732	1.732	1.732	1.732
POP			X	1.732	1.732	1.732	1.732
INQ				X	1.224	1.224	1.224
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.26 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	0.707	0.707	1.000	1.000	1.000	1.000
IES+PSH		X	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
POP			X	1.000	1.000	1.000	1.000
INQ				X	0.707	0.707	0.707
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.27 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	0.707	1.000	1.000	1.000	1.000
IES+PSH+POP		X	1.000	1.000	1.000	1.000
INQ			X	0.707	0.707	0.707
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.28 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	0.707	1.000	1.000	1.000
IES+PSH+POP		X	1.000	1.000	1.000
INQ			X	0.707	0.707
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.29 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	0.707	1.000	1.000
IES+PSH+POP		X	1.000	1.000
INQ			X	0.707
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.30 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.000	1.000
INQ		X	0.707
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.31 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.000
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.32 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

5) คำนวณ +1%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียด
ในตารางที่ ข.33 - ข.40

ตารางที่ ข.33 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.421	1.421	1.421	2.009	2.009	2.009	2.009
IES		X	0.000	0.000	2.009	2.009	2.009	2.009
PSH			X	0.000	2.009	2.009	2.009	2.009
POP				X	2.009	2.009	2.009	2.009
INQ					X	1.421	1.421	1.421
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.34 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.421	1.421	2.009	2.009	2.009	2.009
IES+PSH		X	0.000	2.009	2.009	2.009	2.009
POP			X	2.009	2.009	2.009	2.009
INQ				X	1.421	1.421	1.421
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.35 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.421	2.009	2.009	2.009	2.009
IES+PSH+POP		X	2.009	2.009	2.009	2.009
INQ			X	1.421	1.421	1.421
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.36 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.421	2.009	2.009	2.009
IES+PSH+POP		X	2.009	2.009	2.009
INQ			X	1.421	1.421
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.37 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.421	2.009	2.009
IES+PSH+POP		X	2.009	2.009
INQ			X	1.421
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.38 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.009	2.009
INQ		X	1.421
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.39 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.009
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.40 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

6) คำนวณหัก +5%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.41 - ข.48

ตารางที่ ข.41 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.449	1.449	1.449	2.049	2.049	2.049	2.049
IES		X	0.000	0.000	2.049	2.049	2.049	2.049
PSH			X	0.000	2.049	2.049	2.049	2.049
POP				X	2.049	2.049	2.049	2.049
INQ					X	1.449	1.449	1.449
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.42 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.449	1.449	2.049	2.049	2.049	2.049
IES+PSH		X	0.000	2.049	2.049	2.049	2.049
POP			X	2.049	2.049	2.049	2.049
INQ				X	1.449	1.449	1.449
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.43 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.449	2.049	2.049	2.049	2.049
IES+PSH+POP		X	2.049	2.049	2.049	2.049
INQ			X	1.449	1.449	1.449
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.44 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.449	2.049	2.049	2.049
IES+PSH+POP		X	2.049	2.049	2.049
INQ			X	1.449	1.449
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.45 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.449	2.049	2.049
IES+PSH+POP		X	2.049	2.049
INQ			X	1.449
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.46 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.049	2.049
INQ		X	1.449
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.47 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.049
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.48 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

7) คำนวณหนัก +25%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.49 - ข.56

ตารางที่ ข.49 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.581	1.581	1.581	2.236	2.236	2.236	2.236
IES		X	0.000	0.000	2.236	2.236	2.236	2.236
PSH			X	0.000	2.236	2.236	2.236	2.236
POP				X	2.236	2.236	2.236	2.236
INQ					X	1.581	1.581	1.581
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.50 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.581	1.581	2.236	2.236	2.236	2.236
IES+PSH		X	0.000	2.236	2.236	2.236	2.236
POP			X	2.236	2.236	2.236	2.236
INQ				X	1.581	1.581	1.581
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.51 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.581	2.236	2.236	2.236	2.236
IES+PSH+POP		X	2.236	2.236	2.236	2.236
INQ			X	1.581	1.581	1.581
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.52 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.581	2.236	2.236	2.236
IES+PSH+POP		X	2.236	2.236	2.236
INQ			X	1.581	1.581
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.53 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.581	2.236	2.236
IES+PSH+POP		X	2.236	2.236
INQ			X	1.581
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.54 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.236	2.236
INQ		X	1.581
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.55 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.236
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.56 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

8) คำนำน้หนัก +75%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียด
ในตารางที่ ข.57 - ข.64

ตารางที่ ข.57 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.870	1.870	1.870	2.645	2.645	2.645	2.645
IES		X	0.000	0.000	2.645	2.645	2.645	2.645
PSH			X	0.000	2.645	2.645	2.645	2.645
POP				X	2.645	2.645	2.645	2.645
INQ					X	1.870	1.870	1.870
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.58 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.870	1.870	2.645	2.645	2.645	2.645
IES+PSH		X	0.000	2.645	2.645	2.645	2.645
POP			X	2.645	2.645	2.645	2.645
INQ				X	1.870	1.870	1.870
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.59 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.870	2.645	2.645	2.645	2.645
IES+PSH+POP		X	2.645	2.645	2.645	2.645
INQ			X	1.870	1.870	1.870
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.60 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.870	2.645	2.645	2.645
IES+PSH+POP		X	2.645	2.645	2.645
INQ			X	1.870	1.870
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.61 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.870	2.645	2.645
IES+PSH+POP		X	2.645	2.645
INQ			X	1.870
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.62 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.645	2.645
INQ		X	1.870
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.63 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.645
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.64 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

ข.1.2 เมตริกซ์ความแตกต่างของโปรแกรมแถวลำดับแถวค้อยแบบผูกติด

1) คำนวณหน้า -1%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.65 - ข.72

ตารางที่ ข.65 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.407	1.723	1.407	1.723	1.407	1.989	1.989
IES		X	1.723	0.000	1.723	0.000	1.989	1.989
IEQ			X	1.723	0.000	1.723	1.723	0.994
PSH				X	1.723	0.000	1.989	1.989
ENQ					X	1.723	1.723	0.994
POP						X	1.989	1.989
INQ							X	1.407
DEQ								X

ตารางที่ ข.66 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.407	1.723	1.723	1.407	1.989	1.989
IES+PSH		X	1.723	1.723	0.000	1.989	1.989
IEQ			X	0.000	1.723	1.723	0.994
ENQ				X	1.723	1.723	0.994
POP					X	1.989	1.989
INQ						X	1.407
DEQ							X

ตารางที่ ข.67 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.407	1.723	1.723	1.989	1.989
IES+PSH+POP		X	1.723	1.723	1.989	1.989
IEQ			X	0.000	1.723	0.994
ENQ				X	1.723	0.994
INQ					X	1.407
DEQ						X

ตารางที่ ข.68 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.407	1.723	1.989	1.989
IES+PSH+POP		X	1.723	1.989	1.989
IEQ+ENQ			X	1.723	0.994
INQ				X	1.407
DEQ					X

ตารางที่ ข.69 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.407	1.989	1.989
IES+PSH+POP		X	1.989	1.989
IEQ+ENQ+DEQ			X	1.723
INQ				X

ตารางที่ ข.70 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.989	1.989
IEQ+ENQ+DEQ		X	1.723
INQ			X

ตารางที่ ข.71 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.989
IEQ+ENQ+DEQ+INQ		X

ตารางที่ ข.72 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ	X

2) คำนวณ -5%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.73 - ข.80

ตารางที่ ข.73 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.378	1.688	1.378	1.688	1.378	1.949	1.949
IES		X	1.688	0.000	1.688	0.000	1.949	1.949
IEQ			X	1.688	0.000	1.688	1.688	0.974
PSH				X	1.688	0.000	1.949	1.949
ENQ					X	1.688	1.688	0.974
POP						X	1.949	1.949
INQ							X	1.378
DEQ								X

ตารางที่ ข.74 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.378	1.688	1.688	1.378	1.949	1.949
IES+PSH		X	1.688	1.688	0.000	1.949	1.949
IEQ			X	0.000	1.688	1.688	0.974
ENQ				X	1.688	1.688	0.974
POP					X	1.949	1.949
INQ						X	1.378
DEQ							X

ตารางที่ ข.75 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.378	1.688	1.688	1.949	1.949
IES+PSH+POP		X	1.688	1.688	1.949	1.949
IEQ			X	0.000	1.688	0.974
ENQ				X	1.688	0.974
INQ					X	1.378
DEQ						X

ตารางที่ ข.76 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.378	1.688	1.949	1.949
IES+PSH+POP		X	1.688	1.949	1.949
IEQ+ENQ			X	1.688	0.974
INQ				X	1.378
DEQ					X

ตารางที่ ข.77 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.378	1.949	1.949
IES+PSH+POP		X	1.949	1.949
IEQ+ENQ+DEQ			X	1.688
INQ				X

ตารางที่ ข.78 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.949	1.949
IEQ+ENQ+DEQ		X	1.688
INQ			X

ตารางที่ ข.79 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.949
IEQ+ENQ+DEQ+INQ		X

ตารางที่ ข.80 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ	X

3) คำนวณหัก -25%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.81 - ข.88

ตารางที่ ข.81 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.224	1.500	1.224	1.500	1.224	1.732	1.732
IES		X	1.500	0.000	1.500	0.000	1.732	1.732
IEQ			X	1.500	0.000	1.500	1.500	0.866
PSH				X	1.500	0.000	1.732	1.732
ENQ					X	1.500	1.500	0.866
POP						X	1.732	1.732
INQ							X	1.224
DEQ								X

ตารางที่ ข.82 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.224	1.500	1.500	1.224	1.732	1.732
IES+PSH		X	1.500	1.500	0.000	1.732	1.732
IEQ			X	0.000	1.500	1.500	0.866
ENQ				X	1.500	1.500	0.866
POP					X	1.732	1.732
INQ						X	1.224
DEQ							X

ตารางที่ ข.90 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	0.707	0.866	0.866	0.707	1.000	1.000
IES+PSH		X	0.866	0.866	0.000	1.000	1.000
IEQ			X	0.000	0.866	0.866	0.500
ENQ				X	0.866	0.866	0.500
POP					X	1.000	1.000
INQ						X	0.707
DEQ							X

ตารางที่ ข.91 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	0.707	0.866	0.866	1.000	1.000
IES+PSH+POP		X	0.866	0.866	1.000	1.000
IEQ			X	0.000	0.866	0.500
ENQ				X	0.866	0.500
INQ					X	0.707
DEQ						X

ตารางที่ ข.92 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	0.707	0.866	1.000	1.000
IES+PSH+POP		X	0.866	1.000	1.000
IEQ+ENQ			X	0.866	0.500
INQ				X	0.707
DEQ					X

ตารางที่ ข.93 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	0.707	1.000	1.000
IES+PSH+POP		X	1.000	1.000
IEQ+ENQ+DEQ			X	0.866
INQ				X

ตารางที่ ข.94 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.000	1.000
IEQ+ENQ+DEQ		X	0.866
INQ			X

ตารางที่ ข.95 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP	X	1.000
IEQ+ENQ+DEQ+INQ		X

ตารางที่ ข.96 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ	X

5) คำนวณ +1%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียด
ในตารางที่ ข.97 - ข.104

ตารางที่ ข.97 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.421	1.740	1.421	1.740	1.421	2.009	2.009
IES		X	1.740	0.000	1.740	0.000	2.009	2.009
IEQ			X	1.740	0.000	1.740	1.740	1.004
PSH				X	1.740	0.000	2.009	2.009
ENQ					X	1.740	1.740	1.004
POP						X	2.009	2.009
INQ							X	1.421
DEQ								X

ตารางที่ ข.98 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.421	1.740	1.740	1.421	2.009	2.009
IES+PSH		X	1.740	1.740	0.000	2.009	2.009
IEQ			X	0.000	1.740	1.740	1.004
ENQ				X	1.740	1.740	1.004
POP					X	2.009	2.009
INQ						X	1.421
DEQ							X

ตารางที่ ข.99 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.421	1.740	1.740	2.009	2.009
IES+PSH+POP		X	1.740	1.740	2.009	2.009
IEQ			X	0.000	1.740	1.004
ENQ				X	1.740	1.004
INQ					X	1.421
DEQ						X

ตารางที่ ข.100 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.421	1.740	2.009	2.009
IES+PSH+POP		X	1.740	2.009	2.009
IEQ+ENQ			X	1.740	1.004
INQ				X	1.421
DEQ					X

ตารางที่ ข.101 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.421	2.009	2.009
IES+PSH+POP		X	2.009	2.009
IEQ+ENQ+DEQ			X	1.740
INQ				X

ตารางที่ ข.102 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.009	2.009
IEQ+ENQ+DEQ		X	1.740
INQ			X

ตารางที่ ข.103 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.009
IEQ+ENQ+DEQ+INQ		X

ตารางที่ ข.104 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ	X

6) คำน้่าน้ำหนัก +5%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.105 - ข.112

ตารางที่ ข.105 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.449	1.774	1.449	1.774	1.449	2.000	2.000
IES		X	1.774	0.000	1.774	0.000	2.000	2.000
IEQ			X	1.774	0.000	1.774	1.774	1.024
PSH				X	1.774	0.000	2.000	2.000
ENQ					X	1.774	1.774	1.024
POP						X	2.000	2.000
INQ							X	1.449
DEQ								X

ตารางที่ ข.106 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.449	1.774	1.774	1.449	2.000	2.000
IES+PSH		X	1.774	1.774	0.000	2.000	2.000
IEQ			X	0.000	1.774	1.774	1.024
ENQ				X	1.774	1.774	1.024
POP					X	2.000	2.000
INQ						X	1.449
DEQ							X

ตารางที่ ข.107 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.449	1.774	1.774	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	1.774	1.774	2.000	2.000
IEQ			X	0.000	1.774	1.024
ENQ				X	1.774	1.024
INQ					X	1.449
DEQ						X

ตารางที่ ข.108 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.449	1.774	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	1.774	2.000	2.000
IEQ+ENQ			X	1.774	1.024
INQ				X	1.449
DEQ					X

ตารางที่ ข.109 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.449	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	2.000	2.000
IEQ+ENQ+DEQ			X	1.774
INQ				X

ตารางที่ ข.110 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.000	2.000
IEQ+ENQ+DEQ		X	1.774
INQ			X

ตารางที่ ข.111 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.000
IEQ+ENQ+DEQ+INQ		X

ตารางที่ ข.112 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ	X

7) คำนวณหนัก +25%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียด
ในตารางที่ ข.113 - ข.120

ตารางที่ ข.113 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.581	1.936	1.581	1.936	1.581	2.236	2.236
IES		X	1.936	0.000	1.936	0.000	2.236	2.236
IEQ			X	1.936	0.000	1.936	1.936	1.118
PSH				X	1.936	0.000	2.236	2.236
ENQ					X	1.936	1.936	1.118
POP						X	2.236	2.236
INQ							X	1.581
DEQ								X

ตารางที่ ข.114 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.581	1.936	1.936	1.581	2.236	2.236
IES+PSH		X	1.936	1.936	0.000	2.236	2.236
IEQ			X	0.000	1.936	1.936	1.118
ENQ				X	1.936	1.936	1.118
POP					X	2.236	2.236
INQ						X	1.581
DEQ							X

ตารางที่ ข.115 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.581	1.936	1.936	2.236	2.236
IES+PSH+POP		X	1.936	1.936	2.236	2.236
IEQ			X	0.000	1.936	1.118
ENQ				X	1.936	1.118
INQ					X	1.581
DEQ						X

ตารางที่ ข.116 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.581	1.936	2.236	2.236
IES+PSH+POP		X	1.936	2.236	2.236
IEQ+ENQ			X	1.936	1.118
INQ				X	1.581
DEQ					X

ตารางที่ ข.117 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.581	2.236	2.236
IES+PSH+POP		X	2.236	2.236
IEQ+ENQ+DEQ			X	1.936
INQ				X

ตารางที่ ข.118 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.236	2.236
IEQ+ENQ+DEQ		X	1.936
INQ			X

ตารางที่ ข.119 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.236
IEQ+ENQ+DEQ+INQ		X

ตารางที่ ข.120 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ
INS+IES+PSH+POP+IEQ+ENQ+DEQ+INQ	X

8) คำนวณหัก +75%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียด
ในตารางที่ ข.121 - ข.128

ตารางที่ ข.121 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.870	2.291	1.870	2.291	1.870	2.645	2.645
IES		X	2.291	0.000	2.291	0.000	2.645	2.645
IEQ			X	2.291	0.000	2.291	2.291	1.322
PSH				X	2.291	0.000	2.645	2.645
ENQ					X	2.291	2.291	1.322
POP						X	2.645	2.645
INQ							X	1.870
DEQ								X

ตารางที่ ข.122 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.870	2.291	2.291	1.870	2.645	2.645
IES+PSH		X	2.291	2.291	0.000	2.645	2.645
IEQ			X	0.000	2.291	2.291	1.322
ENQ				X	2.291	2.291	1.322
POP					X	2.645	2.645
INQ						X	1.870
DEQ							X

ตารางที่ ข.123 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.870	2.291	2.291	2.645	2.645
IES+PSH+POP		X	2.291	2.291	2.645	2.645
IEQ			X	0.000	2.291	1.322
ENQ				X	2.291	1.322
INQ					X	1.870
DEQ						X

ตารางที่ ข.124 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.870	2.291	2.645	2.645
IES+PSH+POP		X	2.291	2.645	2.645
IEQ+ENQ			X	2.291	1.322
INQ				X	1.870
DEQ					X

ตารางที่ ข.125 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.870	2.645	2.645
IES+PSH+POP		X	2.645	2.645
IEQ+ENQ+DEQ			X	2.291
INQ				X

ตารางที่ ข.132 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.729	1.994	1.726	2.229	1.994
CHP		X	1.410	2.231	1.994	2.443	2.231
ENR+DSM			X	2.229	1.992	2.229	1.994
INI+ADD				X	1.726	1.723	1.407
DEL					X	1.992	1.726
SRC						X	0.994
PRN							X

ตารางที่ ข.133 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.729	1.994	1.726	2.229
CHP		X	1.410	2.231	1.994	2.443
ENR+DSM			X	2.229	1.992	2.229
INI+ADD				X	1.726	1.723
DEL					X	1.992
SRC+PRN						X

ตารางที่ ข.134 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.729	2.231	1.994	2.443
ENR+DSM		X	2.229	1.992	2.229
INI+ADD			X	1.726	1.723
DEL				X	1.992
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.135 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD+SRC+PRN	DEL
ADP+CLP+CHP	X	1.729	2.443	1.994
ENR+DSM		X	2.229	1.992
INI+ADD+SRC+PRN			X	1.992
DEL				X

ตารางที่ ข.136 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่เจ็ด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+SRC+PRN	DEL
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.443	1.994
INI+ADD+SRC+PRN		X	1.992
DEL			X

ตารางที่ ข.137 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่แปด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+SRC+PRN+DEL
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.443
INI+ADD+SRC+PRN+DEL		X

ตารางที่ ข.138 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+SRC+PRN+DEL
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+SRC+PRN+DEL	X

2) คำนวณหัก -5%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 10 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.139 - ข.148

ตารางที่ ข.139 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	ADP	CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP	X	0.000	1.000	1.717	1.414	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
CLP		X	1.000	1.717	1.414	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
CHP			X	1.396	1.000	1.987	2.213	1.974	2.418	2.213
ENR				X	0.974	1.974	2.202	1.962	1.974	1.717
DSM					X	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
INI						X	0.974	1.396	1.378	0.974
ADD							X	1.702	1.688	1.378
DEL								X	1.962	1.702
SRC									X	0.974
PRN										X

ตารางที่ ข.140 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	ADP+CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.717	1.414	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
CHP		X	1.396	1.000	1.987	2.213	1.974	2.418	2.213
ENR			X	0.974	1.974	2.202	1.962	1.974	1.717
DSM				X	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
INI					X	0.974	1.396	1.378	0.974
ADD						X	1.702	1.688	1.378
DEL							X	1.962	1.702
SRC								X	0.974
PRN									X

ตารางที่ ข.141 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.717	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
CHP		X	1.396	1.987	2.213	1.974	2.418	2.213
ENR+DSM			X	1.974	2.202	1.962	2.202	1.974
INI				X	0.974	1.396	1.378	0.974
ADD					X	1.702	1.688	1.378
DEL						X	1.962	1.702
SRC							X	0.974
PRN								X

ตารางที่ ข.142 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.717	1.974	1.702	2.202	1.974
CHP		X	1.396	2.213	1.974	2.418	2.213
ENR+DSM			X	2.202	1.962	2.202	1.974
INI+ADD				X	1.702	1.688	1.378
DEL					X	1.962	1.702
SRC						X	0.974
PRN							X

ตารางที่ ข.143 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.717	1.974	1.702	2.202
CHP		X	1.396	2.213	1.974	2.418
ENR+DSM			X	2.202	1.962	2.202
INI+ADD				X	1.702	1.688
DEL					X	1.962
SRC+PRN						X

ตารางที่ ข.144 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.717	2.213	1.974	2.418
ENR+DSM		X	2.202	1.962	2.202
INI+ADD			X	1.702	1.688
DEL				X	1.962
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.151 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.658	1.658	1.870	1.581	2.061	1.870
CHP		X	1.322	1.936	2.121	1.870	2.291	2.121
ENR+DSM			X	1.870	2.061	1.802	2.061	1.870
INI				X	0.866	1.322	1.224	0.866
ADD					X	1.581	1.500	1.224
DEL						X	1.802	1.581
SRC							X	0.866
PRN								X

ตารางที่ ข.152 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.658	1.870	1.581	2.061	1.870
CHP		X	1.322	2.121	1.870	2.291	2.121
ENR+DSM			X	2.061	1.802	2.061	1.870
INI+ADD				X	1.581	1.500	1.224
DEL					X	1.802	1.581
SRC						X	0.866
PRN							X

ตารางที่ ข.153 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.658	1.870	1.581	2.061
CHP		X	1.322	2.121	1.870	2.291
ENR+DSM			X	2.061	1.802	2.061
INI+ADD				X	1.581	1.500
DEL					X	1.802
SRC+PRN						X

ตารางที่ ข.154 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.658	2.121	1.870	2.291
ENR+DSM		X	2.061	1.802	2.061
INI+ADD			X	1.581	1.500
DEL				X	1.802
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.155 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD+SRC+PRN	DEL
ADP+CLP+CHP	X	1.658	2.291	1.870
ENR+DSM		X	2.061	1.802
INI+ADD+SRC+PRN			X	1.802
DEL				X

ตารางที่ ข.156 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่เจ็ด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+SRC+PRN	DEL
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.291	1.870
INI+ADD+SRC+PRN		X	1.802
DEL			X

ตารางที่ ข.157 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่แปด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+SRC+PRN+DEL
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.291
INI+ADD+SRC+PRN+DEL		X

ตารางที่ ข.158 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+SRC+PRN+DEL
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+SRC+PRN+DEL	X

4) ค่าน้ำหนัก -75%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 10 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.159 - ข.168

ตารางที่ ข.159 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	ADP	CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP	X	0.000	1.000	1.500	1.414	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
CLP		X	1.000	1.500	1.414	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
CHP			X	1.118	1.000	1.802	1.870	1.581	1.936	1.870
ENR				X	0.500	1.581	1.658	1.322	1.581	1.500
DSM					X	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
INI						X	0.500	1.118	0.707	0.500
ADD							X	1.224	0.866	0.707
DEL								X	1.322	1.224
SRC									X	0.500
PRN										X

ตารางที่ ข.160 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	ADP+CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.500	1.414	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
CHP		X	1.118	1.000	1.802	1.870	1.581	1.936	1.870
ENR			X	0.500	1.581	1.658	1.322	1.581	1.500
DSM				X	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
INI					X	0.500	1.118	0.707	0.500
ADD						X	1.224	0.866	0.707
DEL							X	1.322	1.224
SRC								X	0.500
PRN									X

ตารางที่ ข.161 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.500	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
CHP		X	1.118	1.802	1.870	1.581	1.936	1.870
ENR+DSM			X	1.581	1.658	1.322	1.658	1.581
INI				X	0.500	1.118	0.707	0.500
ADD					X	1.224	0.866	0.707
DEL						X	1.322	1.224
SRC							X	0.500
PRN								X

ตารางที่ ข.162 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.500	1.581	1.224	1.658	1.581
CHP		X	1.118	1.870	1.581	1.936	1.870
ENR+DSM			X	1.658	1.322	1.658	1.581
INI+ADD				X	1.224	0.866	0.707
DEL					X	1.322	1.224
SRC						X	0.500
PRN							X

ตารางที่ ข.163 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP	CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.500	1.581	1.224	1.658
CHP		X	1.118	1.870	1.581	1.936
ENR+DSM			X	1.658	1.322	1.658
INI+ADD				X	1.224	0.866
DEL					X	1.322
SRC+PRN						X

ตารางที่ ข.170 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	ADP+CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.734	1.414	1.734	2.004	1.737	2.242	2.004
CHP		X	1.417	1.000	2.002	2.240	2.004	2.455	2.240
ENR			X	1.004	2.004	2.242	2.007	2.004	1.734
DSM				X	1.734	2.004	1.737	2.242	2.004
INI					X	1.004	1.417	1.421	1.004
ADD						X	1.737	1.740	1.421
DEL							X	2.007	1.737
SRC								X	1.004
PRN									X

ตารางที่ ข.171 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP+CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.734	1.414	2.002	2.240	2.004	2.455	2.240
ENR		X	1.004	2.004	2.242	2.007	2.004	1.734
DSM			X	1.734	2.004	1.737	2.242	2.004
INI				X	1.004	1.417	1.421	1.004
ADD					X	1.737	1.740	1.421
DEL						X	2.007	1.737
SRC							X	1.004
PRN								X

ตารางที่ ข.172 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.734	2.002	2.240	2.004	2.455	2.240
ENR+DSM		X	2.004	2.242	2.007	2.242	2.004
INI			X	1.004	1.417	1.421	1.004
ADD				X	1.737	1.740	1.421
DEL					X	2.007	1.737
SRC						X	1.004
PRN							X

ตารางที่ ข.173 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.734	2.240	2.004	2.455	2.240
ENR+DSM		X	2.242	2.007	2.242	2.004
INI+ADD			X	1.737	1.740	1.421
DEL				X	2.007	1.737
SRC					X	1.004
PRN						X

ตารางที่ ข.174 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.734	2.240	2.004	2.455
ENR+DSM		X	2.242	2.007	2.242
INI+ADD			X	1.737	1.740
DEL				X	2.007
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.175 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.242	2.007	2.455
INI+ADD		X	1.737	1.740
DEL			X	2.007
SRC+PRN				X

ตารางที่ ข.176 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่เจ็ด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.242	2.455
INI+ADD+DEL		X	2.007
SRC+PRN			X

ตารางที่ ข.177 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่แปด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.455
INI+ADD+DEL+SRC+PRN		X

ตารางที่ ข.178 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN	X

6) คำน้าหนัก +5%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 10 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.179 - ข.188

ตารางที่ ข.179 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	ADP	CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP	X	0.000	1.000	1.746	1.414	1.746	2.024	1.760	2.269	2.024
CLP		X	1.000	1.746	1.414	1.746	2.024	1.760	2.269	2.024
CHP			X	1.431	1.000	2.012	2.258	2.024	2.479	2.258
ENR				X	1.024	2.024	2.269	2.037	2.024	1.746
DSM					X	1.746	2.024	1.760	2.269	2.024
INI						X	1.024	1.431	1.449	1.024
ADD							X	1.760	1.774	1.449
DEL								X	2.037	1.760
SRC									X	1.024
PRN										X

ตารางที่ ข.180 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	ADP+CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.746	1.414	1.746	2.024	1.760	2.269	2.024
CHP		X	1.431	1.000	2.012	2.258	2.024	2.479	2.258
ENR			X	1.024	2.024	2.269	2.037	2.024	1.746
DSM				X	1.746	2.024	1.760	2.269	2.024
INI					X	1.024	1.431	1.449	1.024
ADD						X	1.760	1.774	1.449
DEL							X	2.037	1.760
SRC								X	1.024
PRN									X

ตารางที่ ข.181 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP+CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.746	1.414	2.012	2.258	2.024	2.479	2.258
ENR		X	1.024	2.024	2.269	2.037	2.024	1.746
DSM			X	1.746	2.024	1.760	2.269	2.024
INI				X	1.024	1.431	1.449	1.024
ADD					X	1.760	1.774	1.449
DEL						X	2.037	1.760
SRC							X	1.024
PRN								X

ตารางที่ ข.182 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.746	2.012	2.258	2.024	2.479	2.258
ENR+DSM		X	2.024	2.269	2.037	2.269	2.024
INI			X	1.024	1.431	1.449	1.024
ADD				X	1.760	1.774	1.449
DEL					X	2.037	1.760
SRC						X	1.024
PRN							X

ตารางที่ ข.183 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.746	2.258	2.024	2.479	2.258
ENR+DSM		X	2.269	2.037	2.269	2.024
INI+ADD			X	1.760	1.774	1.449
DEL				X	2.037	1.760
SRC					X	1.024
PRN						X

ตารางที่ ข.184 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.746	2.258	2.024	2.479
ENR+DSM		X	2.269	2.037	2.269
INI+ADD			X	1.760	1.774
DEL				X	2.037
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.185 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.269	2.037	2.479
INI+ADD		X	1.760	1.774
DEL			X	2.037
SRC+PRN				X

ตารางที่ ข.186 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่เจ็ด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.269	2.479
INI+ADD+DEL		X	2.037
SRC+PRN			X

ตารางที่ ข.187 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่แปด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.479
INI+ADD+DEL+SRC+PRN		X

ตารางที่ ข.188 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN	X

7) คำนวณหน้า +25%

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 10 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.189 - ข.198

ตารางที่ ข.189 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	ADP	CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP	X	0.000	1.000	1.802	1.414	1.802	2.121	1.870	2.397	2.121
CLP		X	1.000	1.802	1.414	1.802	2.121	1.870	2.397	2.121
CHP			X	1.500	1.000	2.061	2.345	2.121	2.598	2.345
ENR				X	1.118	2.121	2.397	2.179	2.121	1.802
DSM					X	1.802	2.121	1.870	2.397	2.121
INI						X	1.118	1.500	1.581	1.118
ADD							X	1.870	1.936	1.581
DEL								X	2.179	1.870
SRC									X	1.118
PRN										X

ตารางที่ ข.190 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	ADP+CLP	CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP	X	1.000	1.802	1.414	1.802	2.121	1.870	2.397	2.121
CHP		X	1.500	1.000	2.061	2.345	2.121	2.598	2.345
ENR			X	1.118	2.121	2.397	2.179	2.121	1.802
DSM				X	1.802	2.121	1.870	2.397	2.121
INI					X	1.118	1.500	1.581	1.118
ADD						X	1.870	1.936	1.581
DEL							X	2.179	1.870
SRC								X	1.118
PRN									X

ตารางที่ ข.191 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP+CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.802	1.414	2.061	2.345	2.121	2.598	2.345
ENR		X	1.118	2.121	2.397	2.179	2.121	1.802
DSM			X	1.802	2.121	1.870	2.397	2.121
INI				X	1.118	1.500	1.581	1.118
ADD					X	1.870	1.936	1.581
DEL						X	2.179	1.870
SRC							X	1.118
PRN								X

ตารางที่ ข.192 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.802	2.061	2.345	2.121	2.598	2.345
ENR+DSM		X	2.121	2.397	2.179	2.397	2.121
INI			X	1.118	1.500	1.581	1.118
ADD				X	1.870	1.936	1.581
DEL					X	2.179	1.870
SRC						X	1.118
PRN							X

ตารางที่ ข.193 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.802	2.345	2.121	2.598	2.345
ENR+DSM		X	2.397	2.179	2.397	2.121
INI+ADD			X	1.870	1.936	1.581
DEL				X	2.179	1.870
SRC					X	1.118
PRN						X

ตารางที่ ข.194 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.802	2.345	2.121	2.598
ENR+DSM		X	2.397	2.179	2.397
INI+ADD			X	1.870	1.936
DEL				X	2.179
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.201 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	ADP+CLP+CHP	ENR	DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.936	1.414	2.179	2.549	2.345	2.872	2.549
ENR		X	1.322	2.345	2.692	2.500	2.345	1.936
DSM			X	1.936	2.345	2.121	2.692	2.345
INI				X	1.322	1.658	1.870	1.322
ADD					X	2.121	2.291	1.870
DEL						X	2.500	2.121
SRC							X	1.322
PRN								X

ตารางที่ ข.202 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.936	2.179	2.549	2.345	2.872	2.549
ENR+DSM		X	2.345	2.692	2.500	2.692	2.345
INI			X	1.322	1.658	1.870	1.322
ADD				X	2.121	2.291	1.870
DEL					X	2.500	2.121
SRC						X	1.322
PRN							X

ตารางที่ ข.203 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.936	2.549	2.345	2.872	2.549
ENR+DSM		X	2.692	2.500	2.692	2.345
INI+ADD			X	2.121	2.291	1.870
DEL				X	2.500	2.121
SRC					X	1.322
PRN						X

ตารางที่ ข.204 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.936	2.549	2.345	2.872
ENR+DSM		X	2.692	2.500	2.692
INI+ADD			X	2.121	2.291
DEL				X	2.500
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.205 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.692	2.500	2.872
INI+ADD		X	2.121	2.291
DEL			X	2.500
SRC+PRN				X

ตารางที่ ข.206 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่เจ็ด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.692	2.872
INI+ADD+DEL		X	2.500
SRC+PRN			X

ตารางที่ ข.207 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่แปด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.872
INI+ADD+DEL+SRC+PRN		X

ตารางที่ ข.208 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN	X

ข.2 เมตริกซ์ความแตกต่างที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ (แบบปกติ)

ข.2.1 โปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข.209 - ข.216

ตารางที่ ข.209 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.414	1.414	1.414	2.000	2.000	2.000	2.000
IES		X	0.000	0.000	2.000	2.000	2.000	2.000
PSH			X	0.000	2.000	2.000	2.000	2.000
POP				X	2.000	2.000	2.000	2.000
INQ					X	1.414	1.414	1.414
IEQ						X	0.000	0.000
ENQ							X	0.000
DEQ								X

ตารางที่ ข.210 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.414	1.414	2.000	2.000	2.000	2.000
IES+PSH		X	0.000	2.000	2.000	2.000	2.000
POP			X	2.000	2.000	2.000	2.000
INQ				X	1.414	1.414	1.414
IEQ					X	0.000	0.000
ENQ						X	0.000
DEQ							X

ตารางที่ ข.211 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ	ENQ	DEQ
INS	X	1.414	2.000	2.000	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	2.000	2.000	2.000	2.000
INQ			X	1.414	1.414	1.414
IEQ				X	0.000	0.000
ENQ					X	0.000
DEQ						X

ตารางที่ ข.212 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ	DEQ
INS	X	1.414	2.000	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	2.000	2.000	2.000
INQ			X	1.414	1.414
IEQ+ENQ				X	0.000
DEQ					X

ตารางที่ ข.213 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS	X	1.414	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	2.000	2.000
INQ			X	1.414
IEQ+ENQ+DEQ				X

ตารางที่ ข.214 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	INS+IES+PSH+POP	INQ	IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.000	2.000
INQ		X	1.414
IEQ+ENQ+DEQ			X

ตารางที่ ข.215 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	INS+IES+PSH+POP	INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP	X	2.000
INQ+IEQ+ENQ+DEQ		X

ตารางที่ ข.216 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ
INS+IES+PSH+POP+INQ+IEQ+ENQ+DEQ	X

ข.2.2 โปรแกรมแถวลำดับแถวค้อยแบบผูกติด

วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ได้สร้างเมตริกซ์ความแตกต่างขึ้นมาจำนวน 8 เมตริกซ์ ดังรายละเอียดในตาราง

ที่ ข.217 – ข.224

ตารางที่ ข.217 เมตริกซ์ความแตกต่างก่อนการรวมกลุ่ม

	INS	IES	IEQ	PSH	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.414	1.732	1.414	1.732	1.414	2.000	2.000
IES		X	1.732	0.000	1.732	0.000	2.000	2.000
IEQ			X	1.732	0.000	1.732	1.732	1.000
PSH				X	1.732	0.000	2.000	2.000
ENQ					X	1.732	1.732	1.000
POP						X	2.000	2.000
INQ							X	1.414
DEQ								X

ตารางที่ ข.218 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หนึ่ง

	INS	IES+PSH	IEQ	ENQ	POP	INQ	DEQ
INS	X	1.414	1.732	1.732	1.414	2.000	2.000
IES+PSH		X	1.732	1.732	0.000	2.000	2.000
IEQ			X	0.000	1.732	1.732	1.000
ENQ				X	1.732	1.732	1.000
POP					X	2.000	2.000
INQ						X	1.414
DEQ							X

ตารางที่ ข.219 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สอง

	INS	IES+PSH+POP	IEQ	ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.414	1.732	1.732	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	1.732	1.732	2.000	2.000
IEQ			X	0.000	1.732	1.000
ENQ				X	1.732	1.000
INQ					X	1.414
DEQ						X

ตารางที่ ข.220 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ	INQ	DEQ
INS	X	1.414	1.732	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	1.732	2.000	2.000
IEQ+ENQ			X	1.732	1.000
INQ				X	1.414
DEQ					X

ตารางที่ ข.221 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	INS	IES+PSH+POP	IEQ+ENQ+DEQ	INQ
INS	X	1.414	2.000	2.000
IES+PSH+POP		X	2.000	2.000
IEQ+ENQ+DEQ			X	1.732
INQ				X

ตารางที่ ข.228 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สาม

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI	ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.732	2.000	2.236	2.000	2.449	2.236
ENR+DSM		X	2.000	2.236	2.000	2.236	2.000
INI			X	1.000	1.414	1.414	1.000
ADD				X	1.732	1.732	1.414
DEL					X	2.000	1.732
SRC						X	1.000
PRN							X

ตารางที่ ข.229 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่สี่

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC	PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.732	2.236	2.000	2.449	2.236
ENR+DSM		X	2.236	2.000	2.236	2.000
INI+ADD			X	1.732	1.732	1.414
DEL				X	2.000	1.732
SRC					X	1.000
PRN						X

ตารางที่ ข.230 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่ห้า

	ADP+CLP+CHP	ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP	X	1.732	2.236	2.000	2.449
ENR+DSM		X	2.236	2.000	2.236
INI+ADD			X	1.732	1.732
DEL				X	2.000
SRC+PRN					X

ตารางที่ ข.231 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่หก

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD	DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.236	2.000	2.449
INI+ADD		X	1.732	1.732
DEL			X	2.000
SRC+PRN				X

ตารางที่ ข.232 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่เจ็ด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL	SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.236	2.449
INI+ADD+DEL		X	2.000
SRC+PRN			X

ตารางที่ ข.233 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังการรวมกลุ่มครั้งที่แปด

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM	X	2.449
INI+ADD+DEL+SRC+PRN		X

ตารางที่ ข.234 เมตริกซ์ความแตกต่างหลังจบการรวมกลุ่ม

	ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN
ADP+CLP+CHP+ENR+DSM +INI+ADD+DEL+SRC+PRN	X

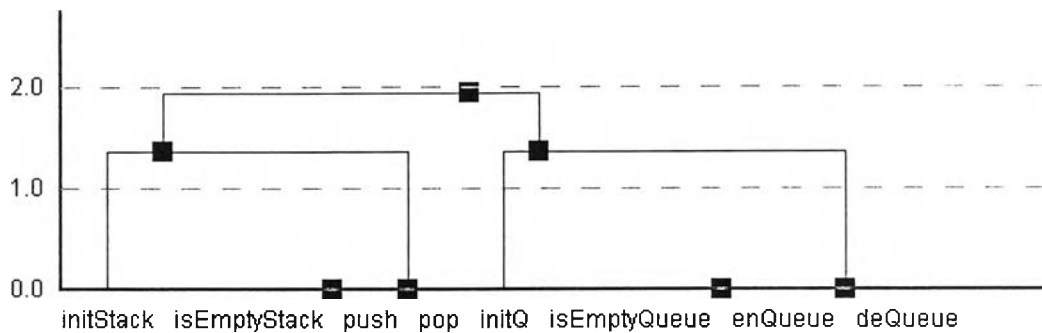
ภาคผนวก ค

เดนไดแกรม

เดนไดแกรมที่ถูกสร้างขึ้นในการทดลองใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ร่วมกับการให้ค่าน้ำหนัก ซึ่งถูกอ้างถึงในบทที่ 6 ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

ค.1 เดนไดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน

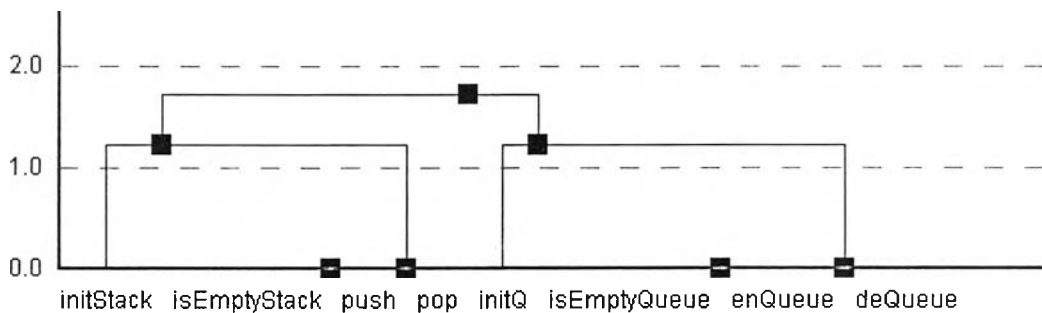
1) ค่าน้ำหนัก -5%



รูปที่ ค.1 เดนไดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน

จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ที่ค่าน้ำหนัก -5%

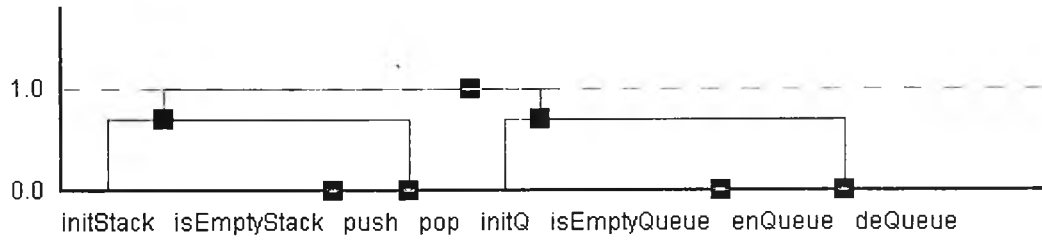
2) ค่าน้ำหนัก -25%



รูปที่ ค.2 เดนไดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน

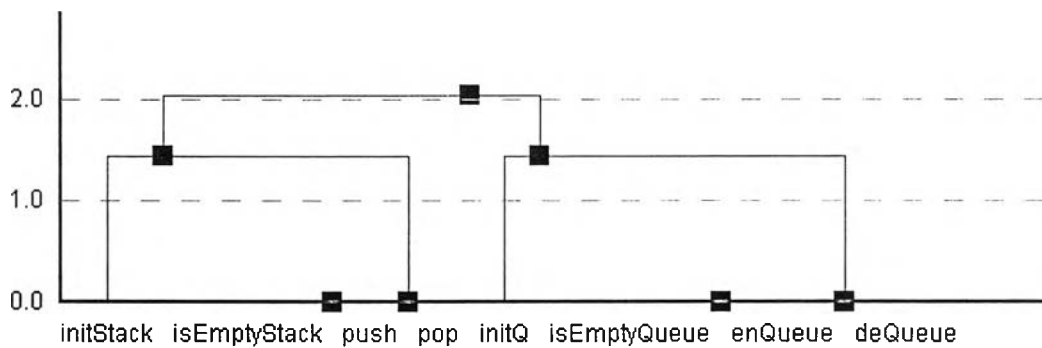
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ ที่ค่าน้ำหนัก -25%

3) คำน้หนัก -75%



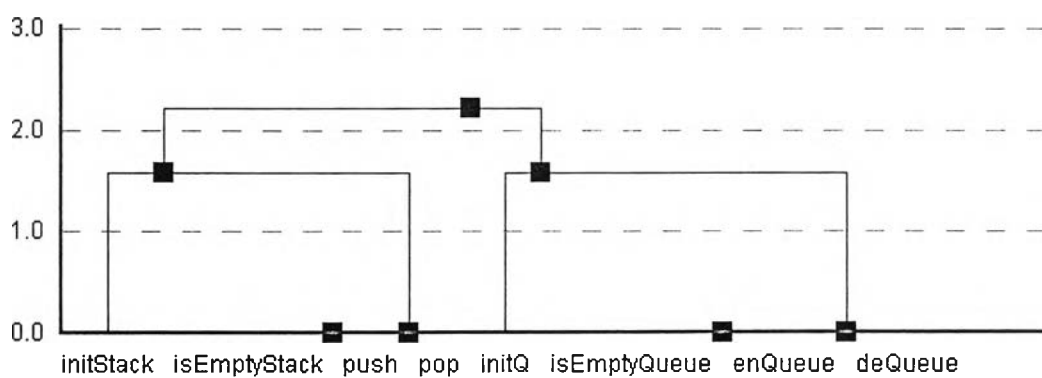
รูปที่ ค.3 เคนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ค่าน้ำหนัก -75%

4) คำน้หนัก +5%



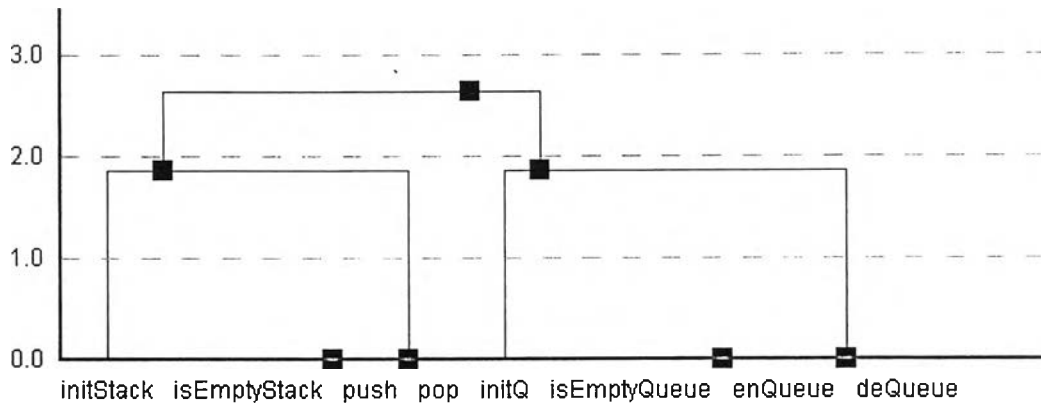
รูปที่ ค.4 เคนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ค่าน้ำหนัก +5%

5) คำน้หนัก +25%



รูปที่ ค.5 เคนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ค่าน้ำหนัก +25%

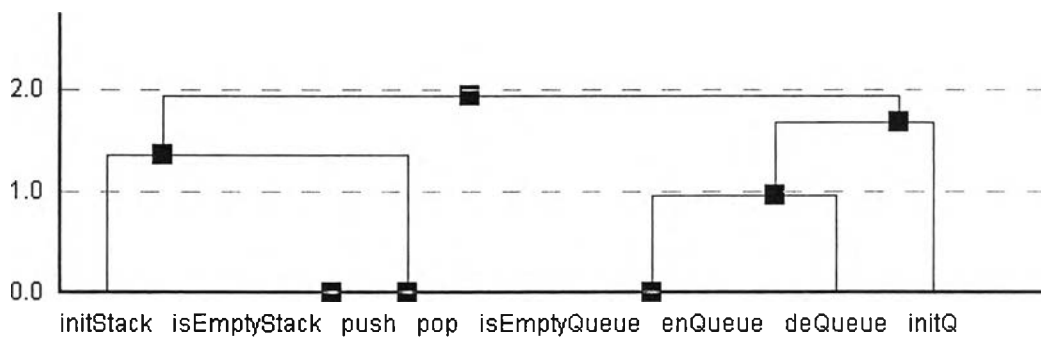
6) คำน้่านหนัก +75%



รูปที่ ค.6 เตนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบแยกส่วน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ คำน้่านหนัก +75%

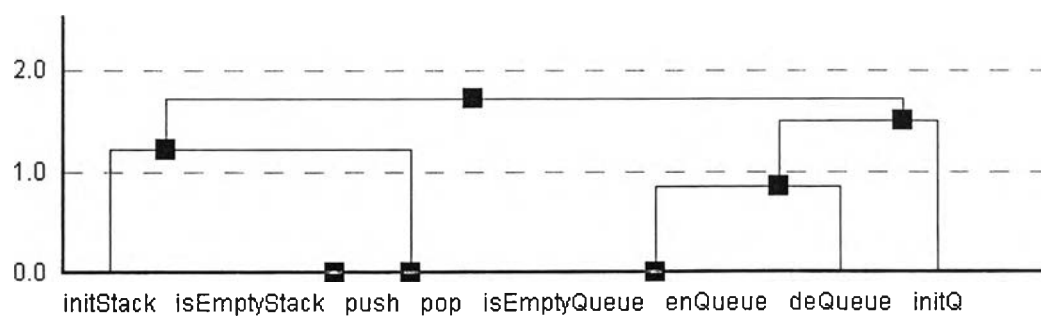
ค.2 เตนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด

1) คำน้่านหนัก -5%



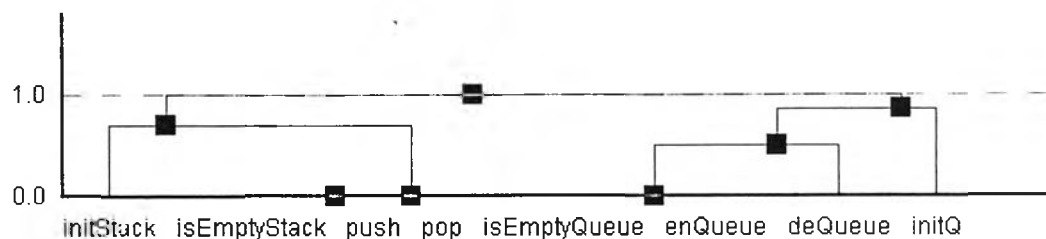
รูปที่ ค.7 เตนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ คำน้่านหนัก -5%

2) คำน้่านหนัก -25%



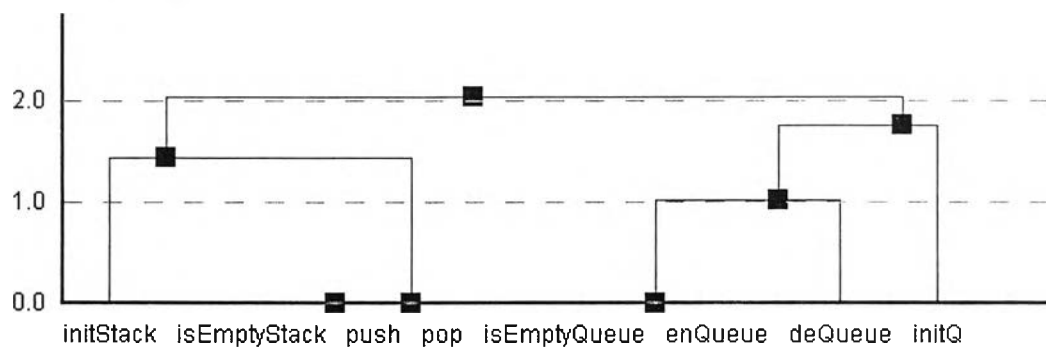
รูปที่ ค.8 เตนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ คำน้่านหนัก -25%

3) คำน้่านหนัก -75%



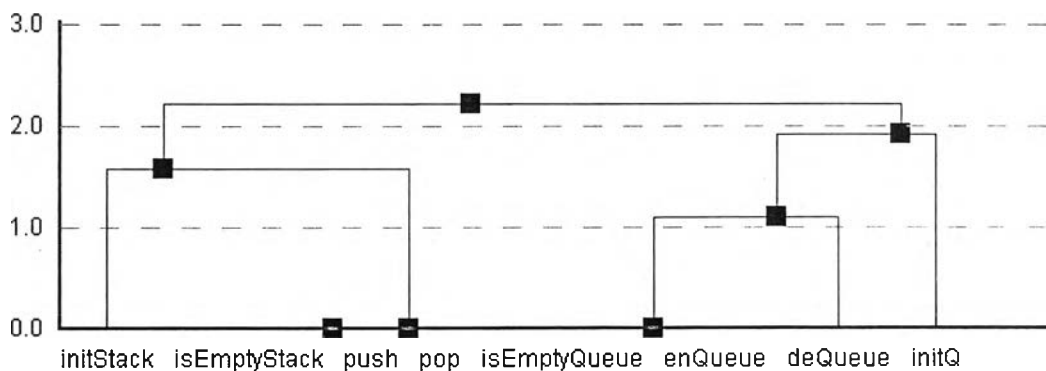
รูปที่ ค.9 เคนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้่านหนัก -75%

4) คำน้่านหนัก +5%



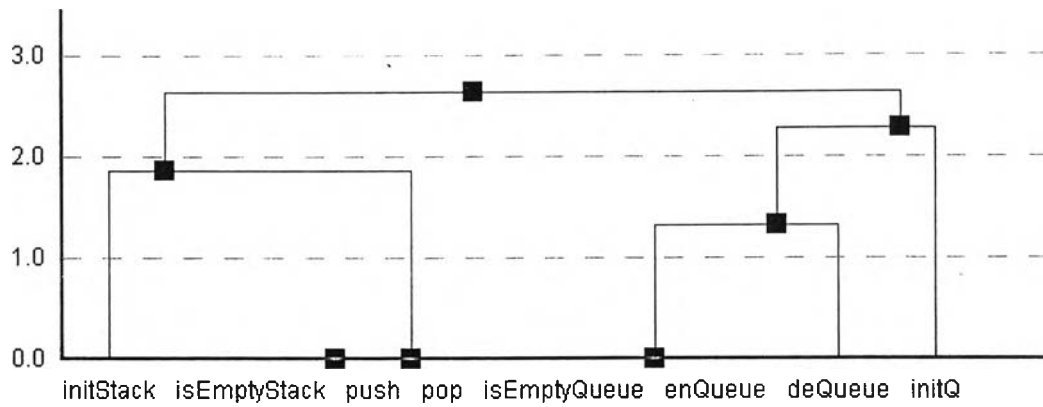
รูปที่ ค.10 เคนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้่านหนัก +5%

5) คำน้่านหนัก +25%



รูปที่ ค.11 เคนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้่านหนัก +25%

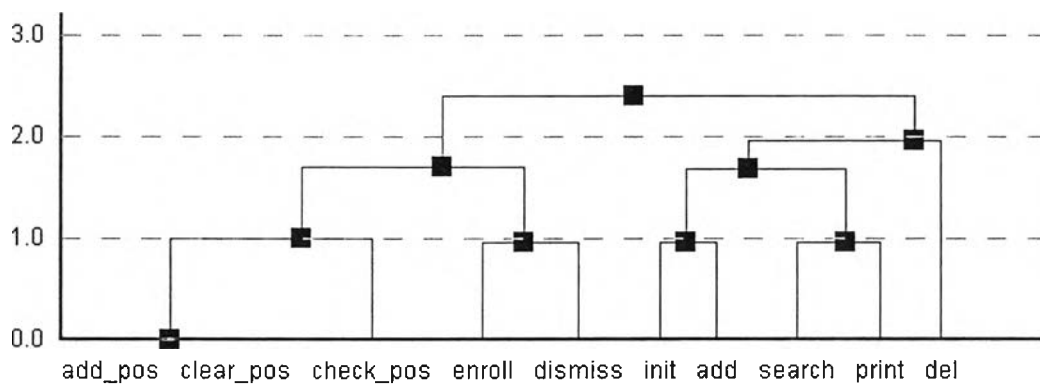
6) คำน้่านหนัก +75%



รูปที่ ค.12 เตนโดแกรมของโปรแกรมแถวลำดับแถวคอยแบบผูกติด
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้่านหนัก +75%

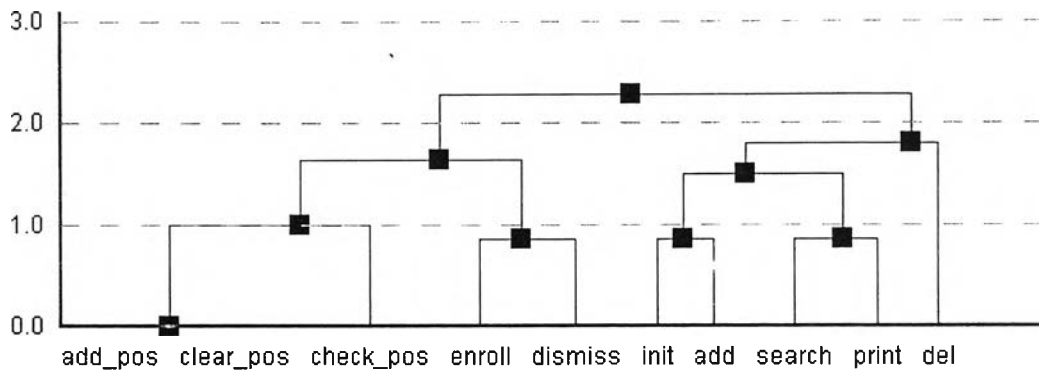
ค.3 เตนโดแกรมของโปรแกรมลงทะเบียนพนักงาน

1) คำน้่านหนัก -5%



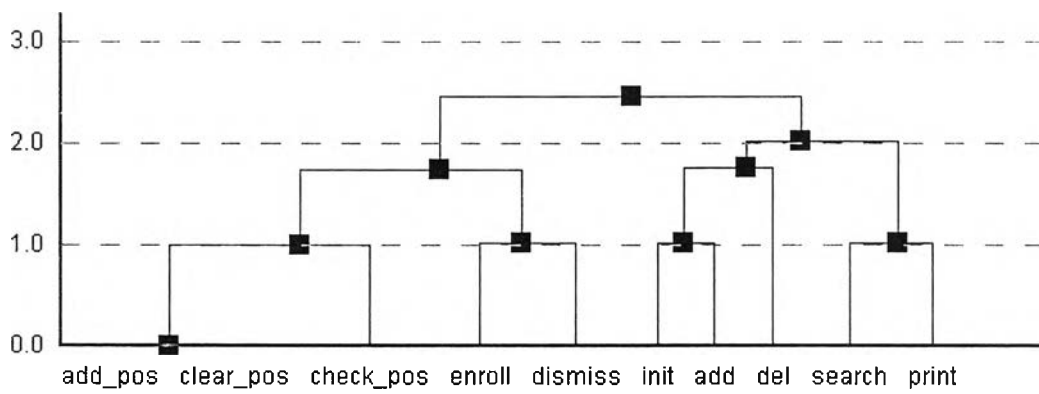
รูปที่ ค.13 เตนโดแกรมของโปรแกรมลงทะเบียนพนักงาน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้่านหนัก -5%

2) คำน้้าหนัก -25%



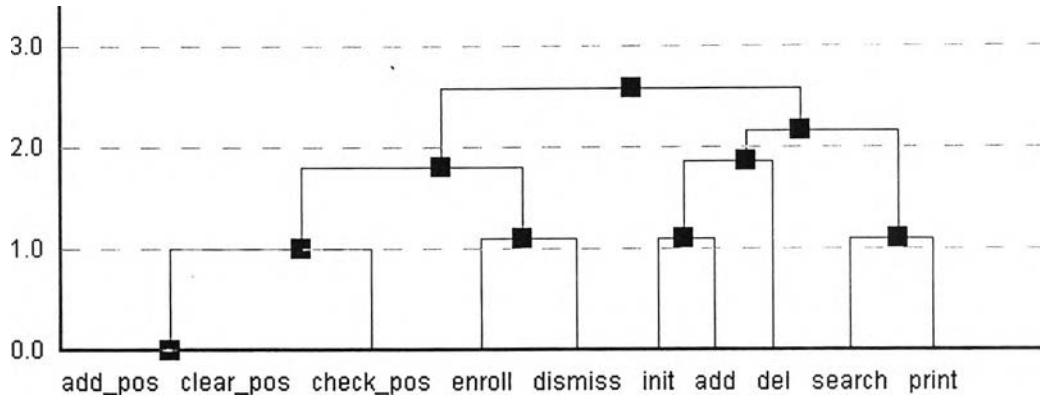
รูปที่ ค.14 เคนโดแกรมของโปรแกรมลงทะเบียนพนักงาน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ค่าน้ำหนัก -25%

3) คำน้้าหนัก +5%



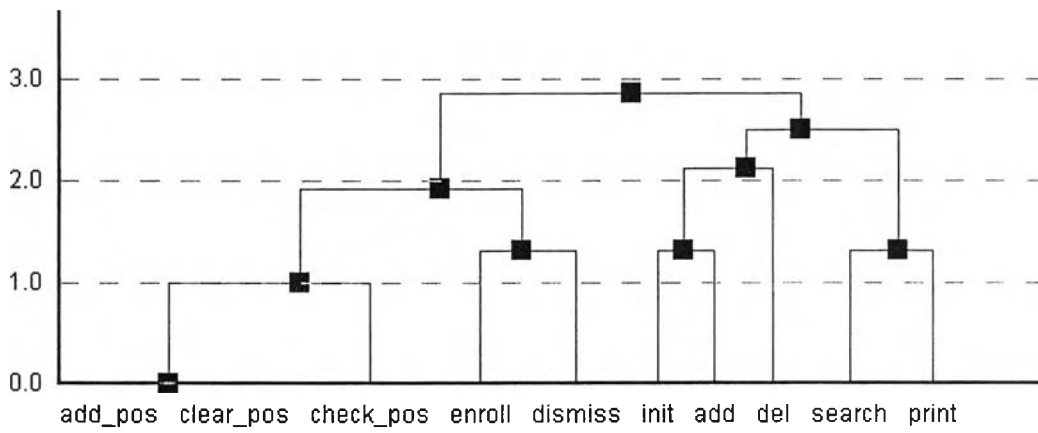
รูปที่ ค.15 เคนโดแกรมของโปรแกรมลงทะเบียนพนักงาน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ค่าน้ำหนัก +5%

4) คำน้่านหนัก +25%



รูปที่ ค.16 เคนโดแกรมของโปรแกรมลงทะเบียนพนักงาน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้ำหนัก +25%

5) คำน้่านหนัก +75%



รูปที่ ค.17 เคนโดแกรมของโปรแกรมลงทะเบียนพนักงาน
จากการใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล ที่ค่าน้ำหนัก +75%



ภาคผนวก ง
ผลงานตีพิมพ์

งานประชุมวิชาการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ภาคพื้นเอเชีย-แปซิฟิก ครั้งที่ 8 (The eighth Asia-Pacific Software Engineering Conference, APSEC 2001) ระหว่างวันที่ 4-7 ธันวาคม 2543 ที่เมืองมาเก๊า ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ในบทความเรื่อง Identifying Candidate Objects Using Hierarchical Clustering Analysis

โดยผู้แต่ง คือ Somsak Phattarsukol และ Pornsiri Muenchaisri

Identifying Candidate Objects Using Hierarchical Clustering Analysis

Somsak Phattarsukol and Pornsiri Muenchaisri
 Department of Computer Engineering
 Faculty of Engineering
 Chulalongkorn University
 Phatumwan Rd., Phatumwan, Bangkok, Thailand
 S.Phattara@chula.com, Pornsiri.Mu@chula.ac.th

Abstract

Clustering analysis has rarely been studied as a technique for object identification method, although it has long been broadly employed in data classification in a wide range of research areas. In this paper, we propose a review of clustering analysis method and a scheme for applying hierarchical clustering analysis to facilitate identification of candidate objects in procedural source code. The study shows that clustering analysis is able to correctly group functions to meaningful clusters even though functions are written in an interleaved order. Clustering analysis can work well with the modular case and the tangled case without any additional support.

1. Introduction

Maintaining legacy software has become an important subject in software maintenance community since cost and time spent is increasing every year. Although the maintenance task is complicated and costly, it is essential to preserve the knowledge underlying in the software. Because of ongoing modification, legacy software typically lacks of consistent and up to date documentation. Considering abundant line of code is obligatory, although it is tedious and time consuming. For that reason, the high-level representation of legacy system should be created at the beginning time to assist software comprehension. Once all major functionalities of the system are well comprehended, the architecture of software will be then adjusted to comply with modern software paradigms, for instance the object-oriented software paradigm, that provides benefit more.

Object identification is a reverse-engineering technique that is largely used to assist the software migration from procedural paradigm to object-oriented paradigm. Liu and Wilde [1] stated that object identification facilitates acquiring a precise knowledge of

the data items in a program. Livadas and Johnson [2] suggested that object identification reduces the degradation of original design. Object identification typically aims at finding match-up of legacy software components: data structures, and functions, for later building them as object-oriented classes. However, large application consists of numerous data structures and functions, it needs a statistical method to facilitate information classification.

In this paper, we propose the scheme of applying clustering analysis to facilitate identification of candidate objects in procedural source code. We use C programming implementation of stack and queue that is excerpted from [3] with the purpose of comparing the result of applying clustering analysis with the well-known object identification method—the concept analysis.

Section 2 of this paper presents some related works. Section 3 introduces the theory of clustering analysis. Section 4 describes the process of object identification. Section 5 presents a scheme for identifying candidate objects using hierarchical clustering analysis. Section 6 explains the result from hierarchical clustering analysis. Section 7 describes how to build up candidate class. Section 8 compares the application of clustering analysis with that of concept analysis. Finally, section 9 draws the conclusion.

2. Related works

Clustering analysis has been studied and proposed in many researches [4, 5, 6, and 7]; however, most of them did not specifically associate with object identification. There is still a little amount of studies describing the case of applying clustering analysis to facilitate identification of candidate objects in procedural source code.

Recently, concept analysis, one of the theories in the field of artificial intelligence, has been broadly recognized as a new technique for object identification method [3, 8, 9, and 10]. Siff and Reps [3] concluded that concept

analysis offers the possibility to go beyond other analysis methods because it is able to handle code that is more tightly intertwined. Deursen and Kuipers [10] compared the application of concept analysis with the application of clustering analysis. The experiment on clustering analysis was unsuccessful, thus they declared that concept analysis is more suitable to object identification than clustering analysis. One of the conclusions is that clustering analysis does not show all possible groups of data due to its principle that does not allow an entity to appear in more than one cluster. Nevertheless, Anquetil and Lethbridge [11] later suggested the possibility that such limitation may have its utility because clustering analysis extracts only the important groups of data from a domain set, whereas concept analysis extracts all possible concepts, which may lead to the information overflow.

3. Clustering analysis

Clustering analysis is a data exploratory method that helps to reveal associations and structures of data in a domain set. Its usage is appropriate when little or nothing is known about the structure of data. Clustering analysis consists of several issues as follow.

3.1 Input representation

Information used in clustering analysis is usually represented in two standard formats: pattern matrix and proximity matrix.

- Pattern matrix represents a property set of data (scores or measurements) in a table. Each row stands for a set of properties (a pattern), whereas each column denotes a score as shown in Table 1.

Table 1. Pattern matrix

Label	Pattern			
A	0	1	1	0
B	1	1	1	0
C	0	0	1	1

- Proximity matrix represents an index of association (proximity) between pair of patterns. The index can be either similarity index or dissimilarity index and can be computed by several ways, for example, Simple matching coefficient, Jaccard coefficient, Euclidean distance, Manhattan distance (For more information about the index computation, see [7]). The format of proximity matrix is shown in Table 2. Please remarks on the meaning of $i(B,C)$, it represents the association index between pattern B and pattern C

Table 2. Proximity matrix

	A	B	C
A			
B	$i(A,B)$		
C	$i(A,C)$	$i(B,C)$	

3.2 Clustering algorithms

There are several kinds of clustering algorithm. One of them is hierarchical clustering algorithm; the kind that is employed to the study as it provides the output that is most related to the means of object identification. Hierarchical clustering algorithms can be subsequently divided into two types: agglomerative clustering algorithm and divisive clustering algorithm. Both algorithms have the same steps but the step order is reverse. Thus, only the steps of agglomerative hierarchical algorithm is described, as follows:

Step 1: put each patterns in an individual cluster.

Step 2: compute the similarity index of each couple of clusters.

Step 3: look for the most similar couples of clusters in the proximity matrix.

Step 4: join the most similar couples of clusters into one cluster.

Step 5: use the updating rule to renew the similarity index between the newly formed cluster and others (For more information about the updating rule, see [7]).

Step 6: repeat steps 3-5 until all clusters are merged together, and

Step 7: assign the sequence of clusters merging into dendrogram.

3.3 Output representation

Output of clustering analysis can be represented in various forms depending on the objective of data classification. Output of hierarchical clustering analysis is usually represented in a special type of a tree structure called dendrogram. Dendrogram generally shows cluster names, relative distance between merged clusters, sequence of merging, and cutting line, as shown in Figure 1.

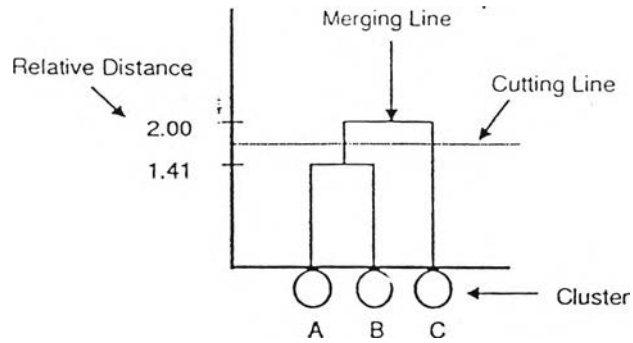


Figure 1. Dendrogram

```

#define QUEUE_SIZE 10

struct stack
{
    int *base, *sp, size;
};

struct queue
{
    struct stack *front, *back;
};

struct stack* initStack (int sz)
{
    struct stack* s = (struct stack*)
    malloc(sizeof(struct stack));
    s->base = s->sp =
    (int*)malloc(sz*(sizeof(int)));
    s->size = sz;
    return s;
}

struct queue initQ ()
{
    struct queue* q = (struct queue*)
    malloc(sizeof(struct queue));
    q->front = initStack(QUEUE_SIZE);
    q->back = initStack(QUEUE_SIZE);
    return q;
}

int isEmptyStack (struct stack* s)
{
    return (s->sp == s->base);
}

int isEmptyQueue (struct queue* q)
{
    return (isEmptyStack(q->front) &&
    isEmptyStack(q->back));
}

void push (struct stack* s, int i)
{
    /*no stack overflow check*/
    *(s->sp) = i;
    s->sp++;
}

void enqueue (struct queue* q, int i)
{
    push(q->front, i);
}

int pop (struct stack* s)
{
    if (isEmptyStack(s)) return -1;
    s->sp--;
    return (*(s->sp));
}

```

Figure 2. The modular case

4. Object identification

4.1 Source code

With the aim to evaluate the efficiency of the application of hierarchical clustering analysis to object identification, we thus intended to use standard software in the project. Unfortunately, the systems referred in several publications are completely different. For example, Lindig and Snelting [8] referred to a Modula-2 program from a student project, a FORTRAN program for airplane development, and an accounting system written in COBOL. Deursen and Kuipers [10] used a source code from Mortgage, a COBOL system from the bank area. Siff and Reps [3] employed a program taken from a computational geometry library, and the implementation of stack and queue. Eventually we decided to use the implementation of stack and queue suggested by Siff and Reps. Although the program is relatively small and simple, its source code is available for explaining the computation. It help readers to easily understand the whole process and the complicated algorithm.

The implementation of stack and queue is written in C language. It consists of eight functions and two data structures, one for stack and another for queue. Functions related to stack and queue are written in an interleaved order. With the aim to demonstrate the ability of concept analysis to go beyond other decomposition techniques, Siff and Reps divided the implementation to two cases: the modular case and the tangled case.

- *The modular case*: All of queue functions indirectly access the stack data structure. They make use of the fields by calling stack functions, thus keeps the implementation modular, as shown in Figure 2.

- *The tangled case*: The implementation of queue is slightly modified, two queue functions, 'isEmptyQ' and 'enQ', are intentionally written to directly access the field of stack data structure, as shown in Figure 3.

```
int isEmptyQueue (struct queue* q)
{
    return(q->front->sp==q->front->base
    && q->back->sp == q->back->base);
}

void enQueue(struct queue* q, int i)
{
    *(q->front->sp) = i;
    q->front->sp++;
}
```

Figure 3. The tangled case

4.2 Process

The process of object identification typically consists of four steps as follow:

Step 1: extract important legacy software components from source code, as shown in Table 3

Table 3. Extracted components

Software Component
struct stack
struct queue
struct stack* initStack(int sz)
struct queue* initQ()
int isEmptyStack(struct stack* s)
int isEmptyQ (struct queue* q)
void push(struct stack* s, int i)
void enQ(struct stack* q, int i)
int pop(struct stack* s)
int deQ(struct queue* q)

Step 2: define the interested relation between data part and operation part. In this paper, the relation definition from [3] is re-applied, as shown in Table 4,

Table 4. The relation definitions

Name	Definition
R0	Return type is struct stack
R1	Return type is struct queue
R2	Has argument of type struct stack
R3	Has argument of type struct queue
R4	Use field of struct stack
R5	Use field of struct queue

Step 3: find whether a function has relation to data structure or not, and then represent it in the property table, as shown in Table 5 and Table 6,

Table 5. Properties of the modular case

	R0	R1	R2	R3	R4	R5
initStack	X				X	
initQ		X				X
isEmptyStack			X		X	
isEmptyQ				X		X
push			X		X	
enQ				X		X
pop			X		X	
deQ				X		X

Table 6. Properties of the tangled case

	R0	R1	R2	R3	R4	R5
initStack	X				X	
initQ		X				X
isEmptyStack			X		X	
isEmptyQ				X	X	X
push			X		X	
enQ				X	X	X
pop			X		X	
deQ				X		X

Step 4: group functions based on their similarities, connect important groups of functions to associated data structures for building them as meaningful candidate classes.

5. Hierarchical clustering analysis application

Hierarchical clustering analysis is applied to object identification as a method for finding groups of related functions. It clusters functions together based on the similarity of patterns. When associating significant clusters to related data structures, these associations will become candidates for building object-oriented classes. The steps of applying hierarchical clustering analysis to object identification are concluded below:

Step 1: construct a pattern matrix from a property table by representing the presence of relation with '1', while representing the absence with '0', as shown in Table 7 and Table 8,

Table 7. Pattern matrix of the modular case

initStack	1	0	0	0	1	0
initQ	0	1	0	0	0	1
isEmptyStack	0	0	1	0	1	0
isEmptyQ	0	0	0	1	0	1
push	0	0	1	0	1	0
enQ	0	0	0	1	0	1
pop	0	0	1	0	1	0
deQ	0	0	0	1	0	1

Table 8. Pattern matrix of the tangled case

initStack	1	0	0	0	1	0
initQ	0	1	0	0	0	1
isEmptyStack	0	0	1	0	1	0
isEmptyQ	0	0	0	1	1	1
Push	0	0	1	0	1	0
EnQ	0	0	0	1	1	1
Pop	0	0	1	0	1	0
DeQ	0	0	0	1	0	1

Step 2: generate a proximity matrix by using Euclidean-distance method,

$$d(i,k) = \left\{ \sum_{j=1}^t (x_{ij} - x_{kj})^2 \right\}^{1/2}$$

where:

x_{ij} represents the j -ordered attribute of pattern i ,
 x_{kj} represents the j -ordered attribute of pattern k , and
 t represents the total attribute of pattern.

The results are shown in Table 9 and Table 10.

Table 9. The first proximity matrix of the modular case

	initStack	initQ	isEmptyStack	isEmptyQ	push	enQ	pop	deQ
initStack	0							
initQ	2.00	0						
isEmptyStack	1.41	2.00	0					
isEmptyQ	2.00	1.41	2.00	0				
push	1.41	2.00	0.00	2.00	0			
enQ	2.00	1.41	2.00	0.00	2.00	0		
pop	1.41	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0	
deQ	2.00	1.41	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0

Table 10. The first proximity matrix of the tangled case

	initStack	initQ	isEmptyStack	isEmptyQ	push	enQ	pop	deQ
initStack	0							
initQ	2.00	0						
isEmptyStack	1.41	2.00	0					
isEmptyQ	1.73	1.73	1.73	0				
push	1.41	2.00	0.00	1.73	0			
enQ	1.73	1.73	1.73	0.00	1.73	0		
pop	1.41	2.00	0.00	1.73	0.00	1.73	0	
deQ	2.00	1.41	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	0

Table 11. The second proximity matrix of the modular case

	initStack	initQ	C1	C2
initStack	0			
initQ	2.00	0		
C1	1.41	2.00	0	
C2	2.00	1.41	2.00	0

Table 12. The second proximity matrix of the tangled case

	initStack	initQ	C1	C2	deQ
initStack	0				
initQ	2.00	0			
C1	1.41	2.00	0		
C2	1.73	1.73	1.73	0	
deQ	2.00	1.41	2.00	1.00	0

Step 3: classify functions by using agglomerative hierarchical clustering algorithm (look for the least distant couple of clusters, then add them together).

Step 4: update the index of proximity by using single-linkage rule

$$s[(k),(i, j)] = \min\{s[(k),(i)],s[(k),(j)]\}$$

where:

$s[(k),(i)]$ represents the similarity between cluster k and cluster i ,

$s[(k),(j)]$ represents the similarity between cluster k and cluster j , and

$s[(k),(i,j)]$ represents the similarity between cluster k and the newly formed cluster i, j .

The results are shown in Table 11 and Table 12,

Step 5: repeat step 3-4 until all cluster are merged together as shown in Table 13-17, and

Table 13. The third proximity matrix of the modular case

	C3	C4
C3	0	
C4	2.00	0

Table 14. The fourth proximity matrix of the modular case

	C5
C5	0

Table 15. The third proximity matrix of the tangled case

	initStack	initQ	C1	C3
initStack	0			
initQ	2.00	0		
C1	1.41	2.00	0	
C3	1.73	1.41	1.73	0

Table 16 The fourth proximity matrix of the tangled case

	C4	C5
C4	0	
C5	1.73	0

Table 17. The fifth proximity matrix of the tangled case

	C6
C6	0

Step 6: select significant clusters from dendrogram to make candidate classes.

6. Result explanation

6.1 The modular case

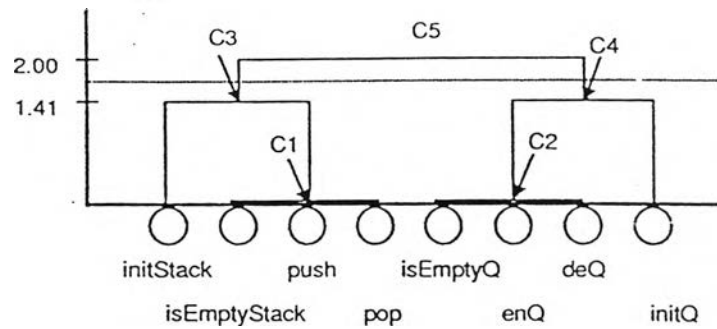


Figure 4. Dendrogram of the modular case

If the dendrogram in Figure 4 is approximately cut at height between 1.41 and 2.00, functions are divided into two chunks, represented by cluster C3 and cluster C4. Cluster C3 holds all functions that are related to the stack model; whereas cluster C4 contains functions that are associated to the queue model. Both clusters will be then associated to related data structures—struct 'stack' and struct 'queue', to form candidate classes. Next, look inside cluster C3 that holds two small clusters inside. One

cluster is the individual cluster 'initStack' and the other is cluster C1, which is made up from three individual clusters—'isEmptyStack', 'push', and 'pop'. If candidate class Stack is made from cluster C3, function 'initStack' may be assigned to constructor, where 'isEmptyStack', 'push', and 'pop', which are all the same group, may be applied to member methods.

6.2 The tangled case

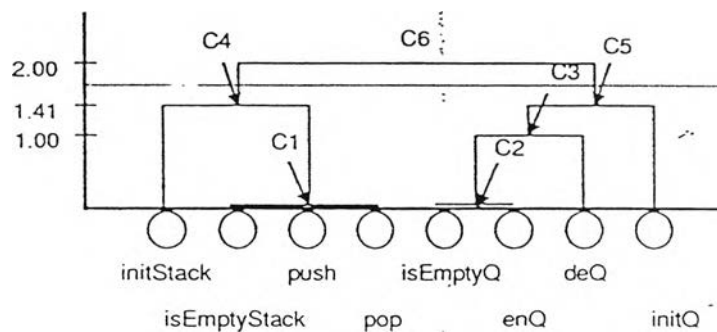


Figure 5. Dendrogram of the tangled case

The formation of cluster C4 is as same as the modular case since the patterns of 'initStack', 'isEmptyStack', 'push', and 'pop' are unchanged. In contrast to the formation of cluster C5, 'isEmptyQ' and 'enQ' have been modified to directly access stack field. As a result, these queue functions hold the stack related property incorrectly and have relative distant to the neighbor, 'deQ'.

Nevertheless, hierarchical clustering analysis is not confusing; eventually 'isEmptyQ', 'enQ', 'deQ', and 'initQ' are grouped into one cluster that harmonizes with queue model—cluster C5.

7. Building candidate classes

Stack
int *base int *sp int size
struct stack* initStack(int sz) int isEmptyStack(struct stack* s) void push(struct stack* s, int i) int pop(struct stack* s)

Figure 6. Candidate class Stack

Queue
int *base int *sp int size stack *front stack *back
struct queue* initQ() int isEmptyQ (struct queue* q) void enQ(struct stack* q, int i) int deQ(struct queue* q)

Figure 7. Candidate class Queue

Although several steps of object identification can be automated, step of building candidate class is done manually. Human intelligence is required to select clusters and build up meaningful classes. According to the modular case, matching of struct 'stacks' and cluster C3 is one option for building up a candidate class. Pair of struct 'stack' and cluster C6 is possible but it is lesser semantic. The first choice is thus selected. The candidate class is named as Stack and shown in Figure 6. In case of class Queue, the process is identical and the candidate class is shown in Figure 7.

8. Comparing results with concept analysis

Siff and Reps [3] applied concept analysis to C programming implementation of stack and queue. In the modular case, the output from concept analysis is similar to the output from hierarchical clustering analysis; there are two concepts conforming to stack model and queue model. However, there is difference in the tangled case. Concept analysis could not construct any concept related to the stack model. Notice concept C7 in Table 18. This concept collects stack functions such as initStack, isEmptyStack, push, and pop; however, it holds queue functions such as isEmptyQ and enQ as well. To solve the problem, Siff and Reps had to add attribute with negative information such as "does not use fields of struct queue" to the property domain.

9. Conclusions

In this paper, we have proposed a scheme for applying hierarchical clustering analysis to the context of object identification. We have used C programming implementation of stack and queue as a case study. Although the case is relatively small and simple, it is appropriate for describing the complicated computation. Hierarchical clustering analysis is applied to object identification as a method for grouping related functions. It clusters functions based on the similarity. When associating significant groups of functions to related data structures, the associations will become candidates for building object-oriented classes. Hierarchical cluster analysis works well in both the modular case and the tangled case, for this reason, it can be concluded that hierarchical clustering analysis is an effective classification technique for applying to identification of candidate object in procedural source code.

Table 18. Concepts of the tangled case from [3]

TOP	{{initStack,initQ,isEmptyStack,isEmptyQ,push,deQ,pop,enQ},∅}
C7	{{initStack,isEmptyStack,isEmptyQ,push,enQ,pop},{R4}}
C5	{{initQ,isEmptyQ,deQ,enQ},{R5}}
C3	{{isEmptyQ,enQ,deQ},{R3,R5}}
C6	{{isEmptyQ,enQ},{R3,RA,R5}}
C2	{{isEmptyStack,push,pop},{R2,R4}}
C1	{{initQ},{R1,R5}}
C0	{{initStack},{R0,R4}}
BOTTOM	{∅,{R0,R1,R2,R3,R4,R5}}

10. Reference

- [1] S.S. Liu and N. Wilde, Identifying Objects in A Conventional Procedural Language: An Example of Data Design Recovery, In Proc. of Conference on Software Maintenance, pp. 266 -271, 1990.
- [2] P. E. Livadas and T. Johnson, A New Approach to Finding Objects in Programs, In *Journal of Software Maintenance: Research and Practice*, vol. 6, pp. 249-260, 1994.
- [3] M. Siff and T. Reps, Identifying Modules via Concept Analysis, In Proc. of Conference on Software Maintenance 1997, pp. 170-179, 1997.
- [4] H. Muller, M. Orgun, S. Tilley, and J. Uhl. A Reverse Engineering Approach To Subsystem Structure Identification, In *Journal of Software Maintenance: Research and Practice*, 5(4): 181-204, Dec. 1993.
- [5] R. Schwanke, An Intelligent Tool For Re-Engineering Software Modularity. In Proc. of 13th International Conference on Software Engineering, pp. 83-92, 1991.
- [6] S. Mancoridis, B.S. Mitchell, Y. Chen, and E. R. Gansner, Bunch: a clustering tool for the recovery and maintenance of software system structures. In Proc. of International Conference on Software Maintenance (ICSM '99), pp. 50 - 59, 1999.
- [7] T.A. Wiggerts, Using Clustering Algorithms In Legacy Systems Remodularization, In Proc. of 4th Working Conference on Reverse Engineering, pp. 33 -43, 1997
- [8] C. Lindig and G. Snelting, Assessing Modular Structure of Legacy Code Based on Mathematical Concept Analysis. In Proc. of International Conference on Software Engineering, pp. 349-359, 1997.
- [9] H.A. Sahraoui, W. Melo, H. Lounis, F. Dumont, Applying Concept Formation Methods To Object Identification In Procedural Code. In Proc. of 12th Conference on Automated Software Engineering, pp. 210 -218, 1997.
- [10] T. Kuipers and A. van Deursen, Identifying Object Using Cluster And Concept Analysis, In 21st International Conference on Software Engineering, ICSE'99, pages 246-255, ACM Press, May 1999.
- [11] N. Anquetil and T.C. Lethbridge, Experiment With Clustering As A Software Remodularization Method, In Working Conference on Reverse Engineering, WCRE'99, pages 235-255, IEEE Comp. Soc. Press, 1999.



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสมศักดิ์ ภัทรศกุล เกิดเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2542 ขณะศึกษาได้มีโอกาสไปเสนอผลงานเรื่อง Identifying Candidate Objects Using Hierarchical Clustering Analysis ในงานประชุมวิชาการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ภาคพื้นเอเชีย-แปซิฟิก ครั้งที่ 8 (The 8th Asia-Pacific Software Engineering Conference, APSEC 2001) เมืองมาเก๊า ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน