หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๔

ประเมินการทำงานของระบบ (Performance Evaluation)

จากบทที่ ๓ จะเห็นว่า ค่า U และ T ของระบบค่อนข้างต่ำ ซึ่งเราสามารถทำให้ค่าดังกล่าวสูงขึ้นได้ โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของระบบ เช่น

๑) โดยการเพิ่มขนาดของหน่วยความจำหลัก (main memory) ซึ่งมีผลทำให้สามารถเพิ่มค่า M ได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า M นี้ เสมือนกับว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนงานในระบบนั่นเอง เนื่องจากเราใช้แบบจำลองข่ายแถวคอยปิด (จำนวนงานในระบบจะคงที่) การเปลี่ยนค่า M จึงเป็นการเปลี่ยนค่าคงที่ของจำนวนงานในระบบด้วย

๒) เพิ่มความเร็วของหน่วยบังคับการกลาง (CPU) ทำให้เวลาที่แต่ละงานใช้หน่วยบังคับการกลางน้อยลง นั่นคือ ค่า C และ c ลดลง

๓) เปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ขาเข้าขาออกให้มีความเร็วสูงขึ้น ค่า i จะลดลง และ c/i จะมากขึ้น (ถ้าค่า c คงเดิม) ซึ่งช่วยให้ค่า U และ T เพิ่มขึ้น

ในบทนี้จะได้แสดงการคำนวณ เปรียบเทียบค่า U และ T ของระบบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงส่วนต่าง ๆ ของระบบ ดังแสดงในตารางที่ ๔.๑ ถึง ๔.๔ โดยการคำนวณจะใช้ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ ๑

ตารางที่ ๔.๑ เปรียบเทียบค่า U และ T เมื่อความเร็วของหน่วยบังคับการกลางเปลี่ยนแปลง

No.	CPU Speed	main memory (MB)	I/O Devices		M	P	C (S)	e (MS)	i (MS)	e/i	U	T (Job/S)
1	1	0.5	3340	3420	4	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.48	0.013
2	2	0.5	3340	3420	4	5912.14	18.20	3.08	44.87	0.069	0.254	0.014
3	4	0.5	3340	3420	4	5912.14	9.10	1.54	44.87	0.034	0.13	0.0143

ตารางที่ ๔.๒ เปรียบเทียบค่า U และ T เมื่อขนาดความจำหลัก และค่า M เปลี่ยนแปลง

NO.	CPU speed	main memory (MB)	I/O Devices		M	P	C (S)	C (MS)	i (MS)	c/i	U	T (Job/S
1	1	0.5	3340	3420	3	5912.14	36.40	6.16	44.87	.14	0.35	.009
2	1	0.5	3340	3420	4	5912.14	36.40	6.16	44.87	.14	0.48	.013
3	1	1.0	3340	3420	4	5912.14	36.40	6.16	44.87	.14	0.48	.013
4	1	1.0	3340	3420	10	5912.14	36.40	6.16	44.87	.14	0.915	.025

ตารางที่ ๔.๓ เปรียบเทียบ U และ T เมื่อเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ ขาเข้า ขาออก

NO.	CPU speed	main memory (MB)	I/O Devices		M	P	C (S)	c (MS)	i (MS)	c/i	U	T (Job/S)
1	1	0.5	3340	3340	4	5912.14	36.4	6.16	37.38	0.165	0.53	.014
2	1	0.5	3350	3420	4	5912.14	36.4	6.16	43.5	0.143	0.49	.013

ตารางที่ ๔.๔ เปรียบเทียบค่า U และ T เมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนงานที่ทำพร้อมกันในระบบ

No.	CPU speed	main memory (MB)	I/O Devices		M	P	C (S)	c (MS)	i (MS)	c/i	U	T Job/S
1	1	0.5	3340	3420	1	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.123	.003
1	1	0.5	3340	3420	3	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.35	.009
2	1	0.5	3340	3420	4	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.48	.013
3	1	0.5	3340	3420	5	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.567	.015
4	1	0.5	3340	3420	6	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.66	.018
5	1	0.5	3340	3420	8	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.81	.022
6	1	0.5	3340	3420	10	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.91	.025
7	1	0.5	3340	3420	12	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.97	.026
8	1	0.5	3340	3420	14	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.999	.027

ตารางที่ ๔.๕ สรุป เปรียบเทียบค่า U และ T เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงส่วนต่าง ๆ ของระบบ

No.	CPU speed	main memory (MB)	I/O Devices		M	P	C (S)	e (MS)	i (MS)	e/i	U	T
1	1	0.5	3340	3420	3	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.35	0.009
2	1	0.5	3340	3340	3	5912.14	36.40	6.16	37.38	0.165	0.406	0.011
3	1	0.5	3350	3420	3	5912.14	36.40	6.16	43.50	0.143	0.363	0.011
4	1	0.5	3340	3420	4	5912.14	36.40	6.16	44.87	0.14	0.48	0.013
5	1	0.5	3350	3420	4	5912.14	36.40	6.16	43.50	0.143	0.49	0.013
6	1	0.5	3340	3340	4	5912.14	36.40	6.16	37.80	0.165	0.53	0.013
7	2	0.5	3340	3420	3	5912.14	18.20	3.08	44.87	0.069	0.193	0.01
8	2	0.5	3350	3420	3	5912.14	18.20	3.08	43.50	0.07	0.20	0.011
9	2	0.5	3340	3340	3	5912.14	18.20	3.08	37.38	0.08	0.219	0.012
10	2	0.5	3340	3340	4	5912.14	18.20	3.08	37.38	0.08	0.29	0.012
11	2	0.5	3340	3420	4	5912.14	18.20	3.08	44.87	0.069	0.254	0.014
12	2	0.5	3350	3420	4	5912.14	18.20	3.08	43.50	0.07	0.26	0.014
13	2	1	3340	3420	10	5912.14	18.20	3.08	44.87	0.069	0.63	0.035
14	2	1	3340	3340	4	5912.14	18.20	3.08	37.38	0.08	0.29	0.015
15	4	0.5	3340	3420	3	5912.14	9.10	1.54	44.87	0.034	0.10	0.011
16	4	0.5	3350	3420	3	5912.14	9.10	1.54	43.50	0.035	0.11	0.012
17	4	0.5	3340	3340	3	5912.14	9.10	1.54	37.38	0.041	0.117	0.013
18	4	1	3340	3420	4	5912.14	9.10	1.54	44.87	0.034	0.13	0.014
19	4	1	3340	3420	10	5912.14	9.10	1.54	44.87	0.034	0.33	0.035
20	4	1	3340	3340	4	5912.14	9.10	1.54	37.38	0.041	0.16	0.017
21	4	1	3340	3340	10	5912.14	9.10	1.54	37.38	0.041	0.38	0.042
22	4	1	3350	3420	4	5912.14	9.10	1.54	43.50	0.035	0.135	0.015
23	4	1	3350	3420	10	5912.14	9.10	1.54	43.50	0.035	0.35	0.038

ตารางที่ ๔.๖ คุณสมบัติของจานแม่เหล็ก IBM 3350[๒๐]

Average Rotational delay	=	8.4	ms.
Average Seek time	=	25	ms.
Data transfer rate	=	1198	KB.

ค่าเฉลี่ยของเวลาในการให้บริการ

DSV = Average seek time + Average Rotational delay
+ transfer rate per page

= $25 + 8.4 + 2 \times 10^3/1198$

= 35.07 ms.

จากตารางที่ ๔.๑ เมื่อเพิ่มความเร็วของ หน่วยบังคับการกลาง เป็น ๒เท่าจะมีผลต่อค่า C และ c กล่าวคือ ค่า C และ c จะลดลงครึ่งหนึ่ง ซึ่งทำให้ค่า U ลดลง แต่ค่า T เพิ่มขึ้น เนื่องจากหน่วยบังคับการกลางทำงานได้เร็วขึ้น งานที่ได้จากระบบ ก็จะมากขึ้น แต่ ค่า U ลดลงเพราะความเร็วของอุปกรณ์ขาเข้าขาออกไม่ได้เปลี่ยตามความเร็วของหน่วยบังคับการลาง ทำให้งานไปล่าช้าที่อุปกรณ์ขาเข้าขาออกมากขึ้น และโอกาสที่หน่วยบังคับการกลางจะอยู่ว่าง ๆ ก็มีมากขึ้นด้วย

จากตารางที่ ๔.๒ เมื่อเราเพิ่มขนาดของหน่วยความจำหลัก เป็น 1.0 MB. แต่ไม่เพิ่มค่า M (เปรียบเทียบ No. 2 กับ No.3 ในตาราง) จะได้ค่า U และ T คงเดิม แต่ถ้าหากเรามีการเพิ่มค่า M ด้วย (No. 4 ในตาราง) โดยคิดว่า จำนวนหน่วยความจำที่ใช้กับระบบ มีค่าคงที่ คือ 80 + 58 + 30 = 168 KB (ดูหัวข้อ ๓.๑.๑) ดังนั้นจะเหลือหน่วยความจำให้งานโปรแกรมใช้ได้ 1024 KB - 168 KB = 856 KB = 428 pages

และยอมให้แต่ละงานใช้หน่วยความจำหลักเท่าเดิม คือ 43 pages จะสามารถให้งานทำพร้อมกันได้ ครั้งละ 428/43 = 9.953 = 10 งาน ซึ่งจะให้ค่า U และ T สูงขึ้นมาก นอกจากนี้ ถ้าดูที่ No.1 ของตารางซึ่งมีขนาดของหน่วยความจำหลัก และค่า M เท่ากับของระบบคอมพิวเตอร์จุฬาฯ จะเห็นว่าได้ค่า U = 0.35 และ T = 0.009 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากระบบจุฬาฯ (U = 0.38, T = 0.011) ค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากมีค่าตัวแปร ๒ ตัว ซึ่งทั้ง ๒ ระบบจะแตกต่างกันคือ เวลาที่แต่ละงานใช้หน่วยบังคับการกลาง (C) และจำนวนครั้งที่แต่ละงานอ่านอุปกรณ์ขาเข้าขาออก

จากตารางที่ ๔.๓ เมื่อเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ขาเข้าขาออก ให้มีความเร็วสูงขึ้น จะมีผลทำให้ค่า i น้อยลง และ c/i มากขึ้น มีผลทำให้ ค่า U และ T สูงขึ้นในที่นี้ได้แสดงการเปลี่ยนแปลง ๒ ลักษณะคือ No.1 ในตารางใช้จานแม่เหล็ก IBM 3340 ทั้ง ๒ ตัว ซึ่งในการคำนวณค่า i ทำได้ดังนี้

$$\therefore \quad i = 0.56 \times 37.38 + 0.44 \times 37.38 = 37.38 \text{ S.}$$

และได้ค่า U = 0.53 , T = 0.014

ส่วน No.2 ในตาราง ได้ใช้จานแม่เหล็ก IBM 3350 คู่กับเทปแม่เหล็ก IBM 3420 สามารถคำนวณค่า i ได้ดังนี้ (เวลาในการบริการของ IBM 3350 ดูจากตารางที่ ๔.๖)

$$i = 0.56 \times 35.07 + 0.44 \times 54.40$$

$$= 43.50 \text{ S.}$$

และได้ค่า U = 0.49, T = 0.013 Job/S

จากตารางที่ ๔.๔ เปลี่ยนแปลงค่า M โดยไม่เปลี่ยนขนาดของหน่วยความจำหลัก จะได้ U ประมาณ 1 และ T = 0.027 เมื่อค่า M=14 งาน ซึ่ง ในระบบจริง ๆ อาจเป็นไปไม่ได้ ที่จะทำงานพร้อมกันคราวละ 14 งาน หรือถ้าเป็นไปได้ ค่า U และ T ก็จะเปลี่ยนไปจากที่คำนวณได้บ้าง เพราะเมื่อ ค่า M มากขึ้น โดยหน่วยความจำหลักคงเดิม แต่ละงานก็จะได้ส่วนแบ่งของหน่วยความจำหลักน้อยลง ในกรณีที่ M=14 จะได้ส่วนแบ่งของหน่วยความจำหลัก งานละ = $\frac{172}{14}$ = 12.28page แทนที่จะเป็น 43 page เหมือนเดิม

ค่าที่คำนวณได้จึงเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ค่าที่แท้จริง จะต้องวัดจากระบบซึ่งทำงานในลักษณะดังกล่าวจริง ๆ

รูปที่ ๔.๑ แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงค่า M ที่มีต่อค่า U ที่ค่า c/i = 0.14,0.3 และ 1 จะเห็นว่า เมื่อ c/i = 1 ค่า U จะเข้าใกล้ 1 เมื่อ M = 5 เท่านั้น เพราะไม่มีการล่าช้าที่อุปกรณ์ขาเข้า ขาออกและหน่วยบังคับการกลางได้ทำงานอย่างเต็มที่ ไม่ต้องมีการรอ สำหรับระบบที่ทำการศึกษา มีค่า c/i = 0.14 และค่า U จะประมาณ 1 เมื่อ M = 14

สำหรับตารางที่ ๔.๕ เป็นการสรุปเปรียบเทียบค่า U และ T เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของระบบ ในลักษณะต่าง ๆ กัน

เมื่อมีงานเข้ามารับบริการจากระบบมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อถึงจุดหนึ่งจะต้องมีการปรับปรุงระบบ ในการปรับปรุงระบบมักต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่าย ความคุ้มค่า และความจำเป็นของงานประกอบกัน โดยปกติ ถ้าหาก ปรับปรุง ระบบแล้ว คุณลักษณะการทำงานของระบบดีขึ้น A % แต่ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมากกว่า A % ถือว่าไม่ควร ที่จะปรับปรุง[๒๑] แต่ในบางครั้ง ความเร่งด่วนหรือความจำเป็นของงานบังคับให้ต้องมีการปรับปรุงระบบ แม้ว่าจะได้ผลไม่คุ้มค่าก็ตาม ในการปรับปรุงระบบ อาจทำได้ ๒ วิธีคือ

๑) โดยการเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลงบางส่วนภายในระบบ การที่จะเปลี่ยนแปลงส่วนใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เช่น

๑.๑ เปลี่ยนอุปกรณ์ขาเข้าขาออก ถ้าหากมีความเร็วต่ำเกินไปเมื่อเทียบกับความเร็วของหน่วยบังคับการกลาง โดยดูจากค่า c/i ซึ่งก็คือเวลาในการให้บริการของหน่วยบังคับการกลางต่อเวลาในการให้บริการของอุปกรณ์ขาเข้าขาออก จากรูปที่ ๔.๒ เมื่อ M = 4 ถ้าเราต้องการให้ U = 0.87 จะต้องให้ค่า c/i = 0.5

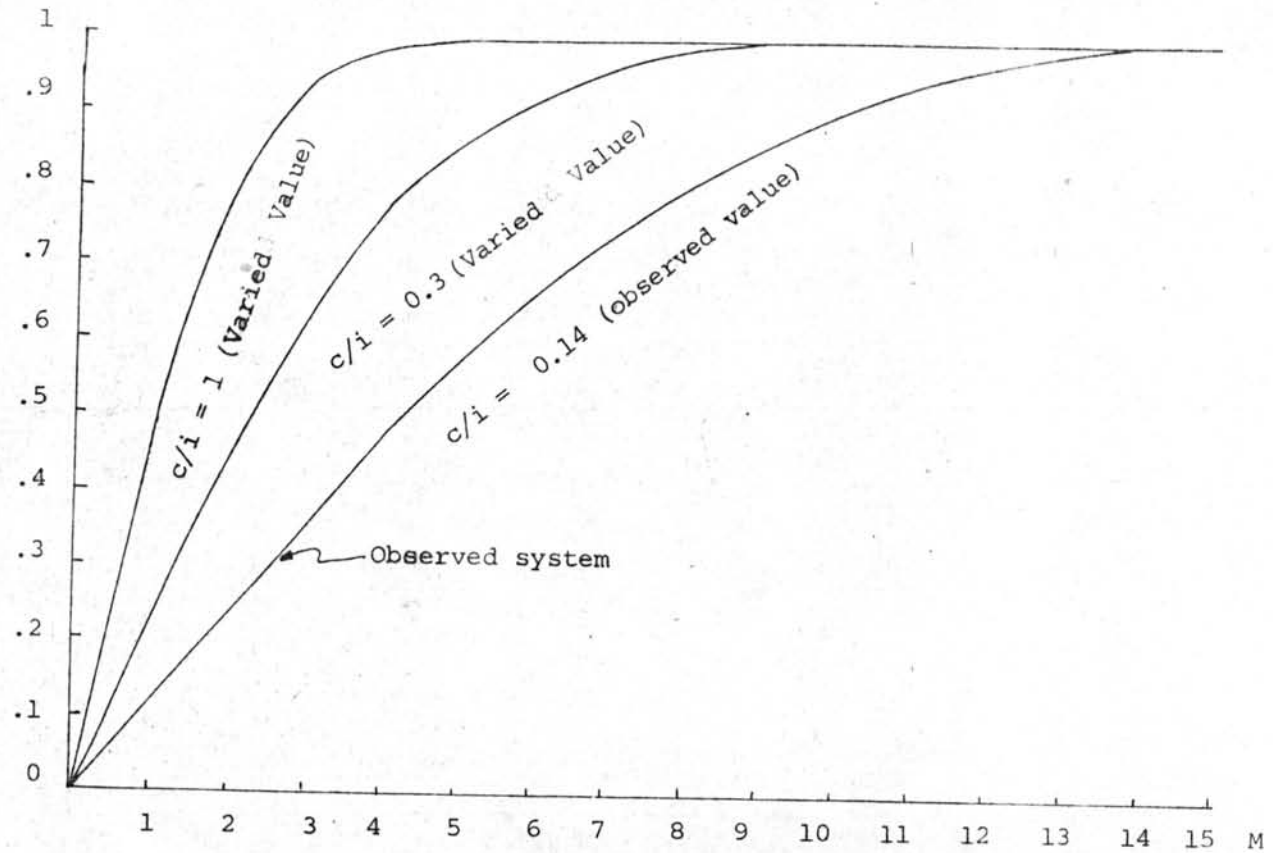
๑.๒ ถ้ามีปริมาณงานมาก อาจเพิ่มขนาดของหน่วยความจำหลักพร้อมกับเพิ่มค่า M (ดูรูปที่ ๔.๓) หรือเพิ่มความเร็วของหน่วยบังคับการกลาง ควบคู่กับการเพิ่ม

ความเร็วของอุปกรณ์ขาเข้าขาออก โดยต้องให้ขนาดของความเร็วสัมพันธ์กัน เป็นต้น (ดูรูปที่ ๔.๒)

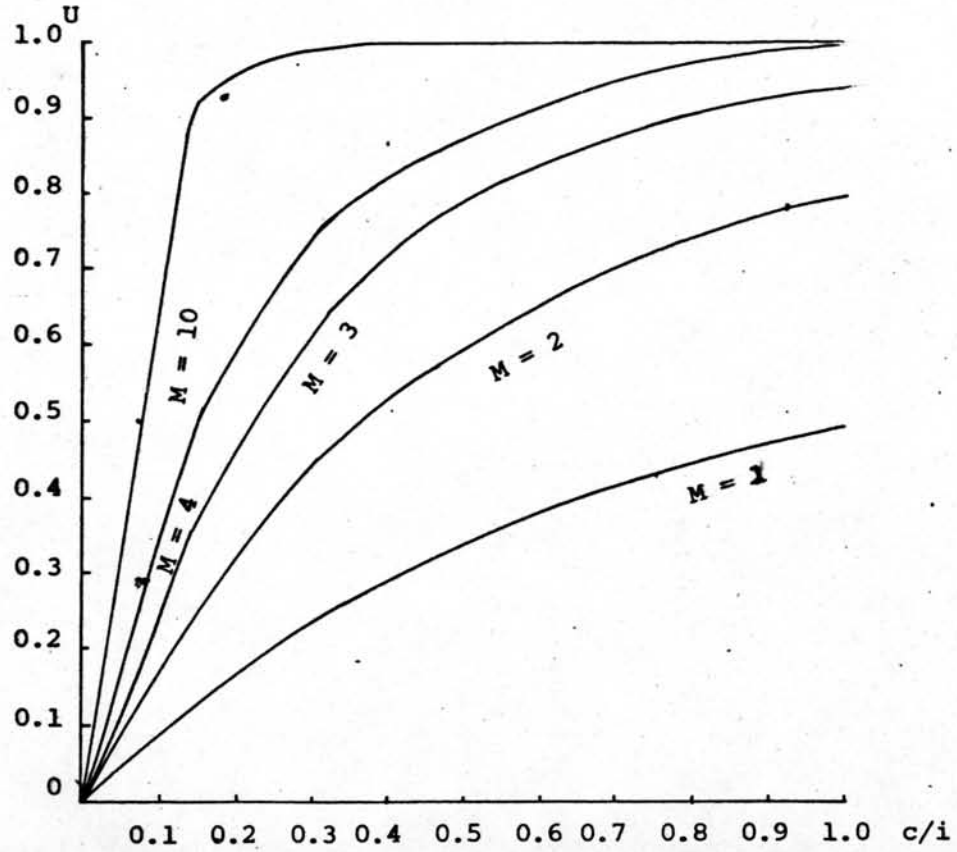
๒) โดยการจัดระบบที่มีอยู่เสียใหม่ เช่น

๒.๑ จัดการให้การใช้หน่วยความจำหลักเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

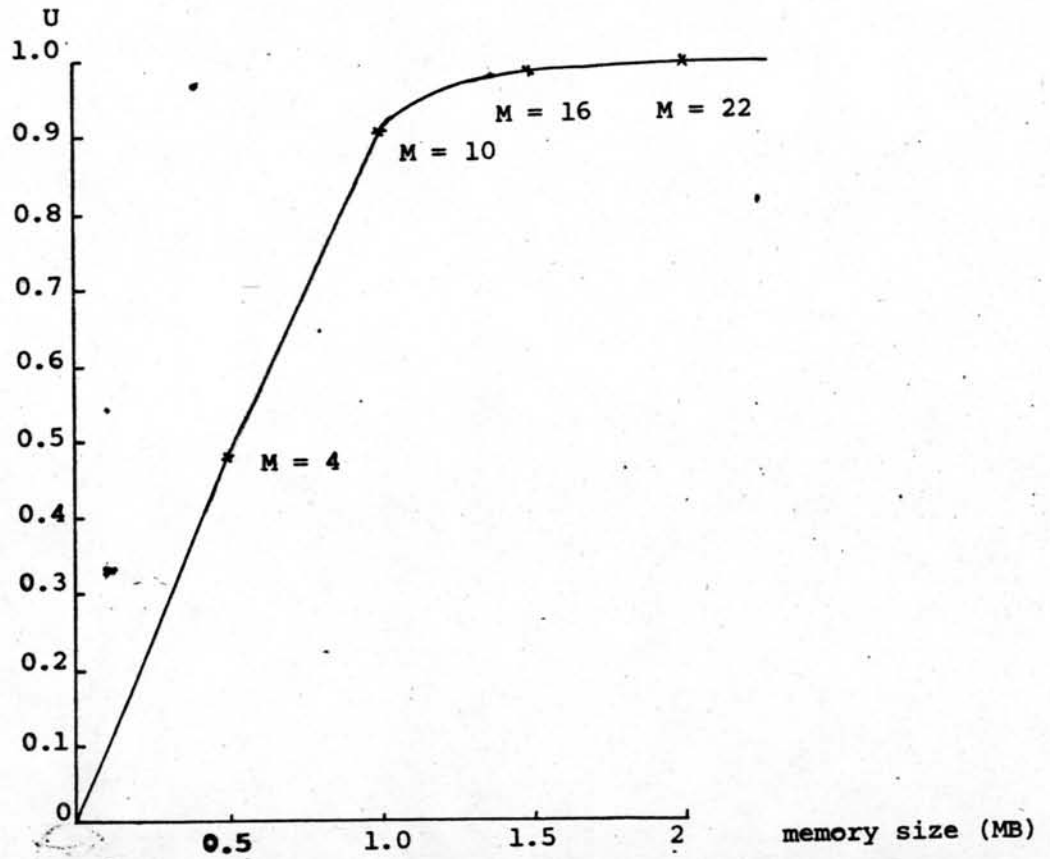
๒.๒ จัดการให้อุปกรณ์ภายในระบบ ทุกเครื่องทำงานอย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ ไม่ปล่อยให้เครื่องใดเครื่องหนึ่งทำงานมาก ขณะที่เครื่องอื่นมีเวลาอยู่ว่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยความจำหลัก ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพง ควรใช้ให้คุ้มค่าไม่ปล่อยให้ว่างอยู่เฉย ๆ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่นแชนแนล ถ้ามีหลาย ๆ หน่วย ควรจัดให้แต่ละหน่วย ทำงานเท่า ๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน



รูปที่ ๔.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนงานที่ทำพร้อมกันในระบบกับการใช้ประโยชน์หน่วยบังคับการกลางที่ค่า c/i ต่าง ๆ



รูปที่ ๔.๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง c/i กับ U ที่ค่า M ต่าง ๆ กัน



รูปที่ ๔.๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหน่วยความจำหลักกับการใช้ประโยชน์หน่วยบังคับการกลาง เมื่อเปลี่ยนค่า M ตามการเปลี่ยนขนาดหน่วยความจำหลัก

(ใช้ค่า M = 4 เมื่อหน่วยความจำหลักมีขนาด = 0.5 MB เป็นหลักในการคำนวณค่า M อื่น ๆ)