บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้หน่วยความจำเสมือน

เมื่อระบบการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้มีการนำเอาหน่วยความจำเสมือนมาใช้ แม้ว่าระบบจะต้องมีส่วนประกอบในการทำงานเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็นทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งได้แก่ ตัวแปลงตำแหน่งข้อมูลแบบพลศาสตร์ หรือทางซอฟท์แวร์ซึ่งได้แก่ โปรแกรมควบคุมที่ทำหน้าที่ด้านการจัดการเพจก็ตาม แต่ผลประโยชน์ที่ระบบได้รับนั้นย่อมคุ้มค่ามากกว่า ดังกล่าวคือ

1. การแยกกระจายของพื้นที่ภายในหน่วยความจำหลักลดลงเป็นอย่างมาก แม้ว่าจะยังคงมีอยู่ในหน่วยความจำเสมือนแต่ก็ไม่มีผลโดยตรงต่อระบบซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้หน่วยความจำหลักมากกว่า ทำให้การใช้งานของหน่วยความจำหลักมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ช่วยให้ผู้ใช้ไม่มียึดจำกัดในด้านขนาดของหน่วยความจำหลักอีกต่อไป ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่มากกว่าหน่วยความจำหลักที่ระบบติดตั้งได้ แม้ว่าขนาดของงานจะถูกกำหนดด้วยขนาดของพาติชันเสมือน แต่ขนาดของพาติชันเสมือนก็สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อขนาดของหน่วยความจำหลักที่ใช้อยู่

3. ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีการทำโอเวอร์เลย์ (Overlay) หรือแบ่งงานออกเป็นหลาย ๆ ขั้นตอนเพื่อให้ขนาดของแต่ละตอนสามารถทำงานในหน่วยความจำหลักที่มีอยู่

4. สามารถนำไปใช้กับระบบการประมวลผลระยะไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะแม้ว่าโปรแกรมของงานประเภทนี้แม้ว่าจะมีขนาดใหญ่ แต่เวลาทำงานจริงจะมีเพียงบางส่วนที่ใช้งานเท่านั้น ดังนั้นจึงมีเพียงส่วนที่เกี่ยวข้องของการทำงานที่ต้องอยู่ภายในหน่วยความจำหลัก จึงทำให้สามารถใช้เนื้อที่ที่เหลือของหน่วยความจำหลักกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้

6.2 หลักการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้กับหน่วยความจำเสมือนอย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากระบบการจัดการหน่วยความจำแบบเสมือนนั้นแตกต่างจากแบบสถิตย์ คือการใช้หน่วยความจำหลักนั้นเป็นไปแบบพลศาสตร์ (Dynamic) มีการเปลี่ยนงานที่ครอบครองหน่วยความจำหลักบริเวณใดบริเวณหนึ่งอยู่เกือบตลอดเวลา ดังนั้นหลักการเขียนโปรแกรมเพื่อให้มีประสิทธิภาพย่อมแตกต่างไปบ้าง แต่สามารถสรุปข้อพิจารณาที่ควรคำนึงถึงได้ 3 ประการคือ

- ตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลที่ถูกอ้างอิงอยู่บริเวณเดียวกัน (Locality of Reference)
- การใช้หน่วยความจำหลักให้น้อยที่สุด
- ความถูกต้องของการอ้างอิงข้อมูล (Validity of Reference)

6.2.1 ตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลที่ถูกอ้างอิงอยู่บริเวณเดียวกัน

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์นี้ จึงควรพิจารณาถึงข้อแนะนำดังต่อไปนี้

1. งานบางส่วนที่มีอัตราการใช้ต่ำ เช่น งานที่ทำเมื่อพบความผิดพลาดควรแยกออกไปจากโปรแกรมหลัก โดยอาจจะเขียนเป็นโปรแกรมย่อย

2. โปรแกรมย่อยควรนำมาไว้ใกล้โปรแกรมที่ทำการเรียกและควรศึกษาถึงทางเดินของโปรแกรมส่วนต่าง ๆ เพื่อพิจารณาถึงความถี่ในการเรียกใช้ เมื่อนำโปรแกรมส่วนต่าง ๆ เหล่านั้นมาประกอบกันเข้าจะทำให้การอ้างถึงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การจัดเรียงข้อมูลที่โปรแกรมอ้างถึงควรจัดแบบเรียงลำดับและจัดตำแหน่งไว้ใกล้กับงานที่ใช้

4. การอ้างถึงข้อมูล ควรอ้างถึงตามลักษณะที่ข้อมูลนั้นเก็บไว้ในหน่วยความจำ

6.2.2 การใช้หน่วยความจำหลักให้น้อยที่สุด

หมายถึงการใช้เนื้อที่ของหน่วยความจำเมื่อมีการอ้างถึงให้น้อยที่สุด สามารถทำได้โดยแยกงานออกเป็นโปรแกรมย่อยเมื่อตามทางเดินของงานไม่ได้เป็นไปตามลำดับ และทำการโหลดโปรแกรมย่อยเหล่านั้นตามลำดับที่เหมาะสม เมื่อกระทำเช่นนี้จะช่วยลดภาวะเพจฟอลท์ลง

6.2.3 ความถูกต้องของการอ้างอิงข้อมูล

จัดลักษณะการอ้างถึงข้อมูลให้เป็นไปโดยตรง โดยไม่ต้องใช้การค้นหา (Search) โดยอาจใช้แบบแถวข้อมูล (Array) แทนการใช้โครงสร้างแบบอื่น ๆ เช่น แบบลูกโซ่ (Chain) ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลต้องมีการค้นหา ซึ่งอาจก่อให้เกิดเพจ-ฟอลท์ได้ง่ายขึ้นและยังใช้เวลาในการอ้างถึงอีกด้วย

6.3 การนำหลักการของหน่วยความจำเสมือนไปใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กมีขนาดของหน่วยความจำไม่มากนัก ทำให้เป็นการกำหนดยึดจำกัดการใช้งานต่อผู้ใช้ขนาดของโปรแกรมถูกจำกัดด้วยขนาดของหน่วยความจำ ผู้ใช้ต้องใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมเข้าช่วย เช่น โอเวอร์เลย์หรือการแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ การควบคุมการทำงานของโปรแกรมดังกล่าวนั้นผู้ใช้ต้องเป็นผู้กระทำทั้งหมด แต่ถ้าหากมีการนำเอาหน่วยความจำเสมือนมาใช้จะช่วยขจัดปัญหาดังกล่าวได้ แต่ระบบต้องเพิ่มส่วนประกอบอีกหลายประการคือ

1. ตัวแปลงตำแหน่งข้อมูลแบบพลศาสตร์ เป็นฮาร์ดแวร์ที่ควรทำงานด้วยความเร็วสูง และหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของการแปลงตำแหน่งข้อมูล ก็อาจนำหลักการของ TLB มาใช้ได้

2. มีหน่วยความจำสำรองต่ออยู่กับระบบ และควรเป็นแบบจานแม่เหล็ก อาจจะใช้แบบฟล็อปปีดิสก์ก็ได้เช่นกัน แต่ที่สำคัญคือควรมีอัตราการถ่ายเทข้อมูลที่รวดเร็ว เพราะมีผลโดยตรงต่อระบบ

3. ต้องมีโปรแกรมควบคุมเพิ่มเติมเพื่อดูแลตารางแปลงข้อมูลที่ใช้ภายในหน่วยความจำหลัก ด้วยการทำเช่นนี้ทำให้ขนาดของโปรแกรมควบคุมใหญ่ขึ้น เนื้อที่ใช้งานย่อมลดลง

4. ถ้าหากระบบสามารถทำการประมวลผลแบบมัลติโปรแกรมมิงได้ ก็อาจจะต้องมีระบบควบคุมการโยกย้ายเพจเพิ่มขึ้นอีก

จะเห็นได้ว่า เนื่องจากขนาดของหน่วยความจำหลักที่มีอยู่มีขนาดเล็กและยังต้องเพิ่มโปรแกรมควบคุมเข้าไปอีก ทำให้เนื้อที่ใช้งานลดลง ย่อมมีผลให้อัตราการโยกย้ายเพจสูงมากและทำให้ความเร็วในการประมวลผลลดลงเป็นอันมาก จึงเป็นข้อพิจารณาประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึง แต่อาจจะปรับปรุงได้โดย

1. ใช้อุปกรณ์ความเร็วสูงมาประกอบเป็นวงจรฮาร์ดแวร์ที่ทำเป็นตัวแปลงตำแหน่งข้อมูลแบบพลศาสตร์

2. ใช้อุปกรณ์หน่วยความจำสำรองที่มีอัตราการถ่ายเทข้อมูลสูง ๆ เป็นตัวเก็บเพจภายนอก

3. ใช้เทคนิคในการเขียนโปรแกรมควบคุมให้มีขนาดเล็กที่สุด

6.4 การตรวจสอบการทำงานของส่วนจัดการเพจ

การตรวจสอบการทำงานของส่วนจัดการเพจใช้โปรแกรม SDAID ทำการตรวจสอบ ข้อกำหนดและลักษณะการตรวจสอบดูรายละเอียดในภาคผนวก ช.

จากตารางที่ 6.1 เป็นค่าคงที่ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานของส่วนจัดการเพจ ตารางที่ 6.2 เป็นค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปในการทำงานโดยการตรวจสอบจะทำจนเกิดเหตุการณ์เพจฟอลท์ (เหตุการณ์ TE ในผลลัพธ์) 3 ครั้ง ตารางที่ 6.3 เป็นการรวบรวมค่าของข้อมูลตารางเพจและตารางเพจเฟรมที่เกี่ยวข้องในกรณีที่เกิดเพจ-ฟอลท์ พารามิเตอร์ต่าง ๆ ดูความหมายจากภาคผนวก ช.

จากการพิจารณาผลการตรวจสอบที่รวบรวมดังตารางที่ 6.1 6.2 และ 6.3 จะแยกพิจารณาแต่ละขั้นตอนคือ

จากตารางที่ 6.3 เมื่อเกิดเพจฟอลท์ (TE) จากตำแหน่งของเพจ จะสามารถทราบข้อมูลตารางเพจที่สัมพันธ์กันได้ ตัวอย่างเช่น

ตำแหน่งเพจ = 00363800

ข้อมูลตารางเพจ = 0004

จะเห็นว่าเพจนี้ไม่อยู่ภายในหน่วยความจำหลักขณะอ้างถึง (Bit 13 = 1) และข้อมูลที่ถูกต้องอยู่ในที่เก็บเพจภายนอก (Bit 15 = 0) ดังนั้นต้องมีการย้ายเพจเข้า จากการเลือกเพจเฟรมจะได้เพจเฟรมตำแหน่ง 00020800 (บรรทัดที่ 3 ของตารางที่ 6.3) และข้อมูลตารางเพจจะเปลี่ยนเป็น 0208 ซึ่งบ่งว่าเพจอยู่ในหน่วยความจำหลักหลังการย้ายเพจเข้า

จากผลของการที่ต้องมีการย้ายเพจเข้า จะทำให้ค่าของ PIDCTR และ PIRCTR (ตัวนับการหยุดการทำงานและการเริ่มการทำงานของพาติชัน) เพิ่มค่าขึ้นอีก 1 ดังแสดงในตารางที่ 6.2 ที่ตำแหน่งเพจฟอลท์ 00363800 และ 0028F800 จากค่าของ PIDCTR จะเห็นว่าเดิมเป็น 00000014 แต่ค่าใหม่เป็น 00000001 เนื่องจากในตำแหน่งเพจฟอลท์ครั้งแรกนั้น ค่าของ PIDCTR = NPI ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนค่าเป็นศูนย์ แต่ที่ตำแหน่งเพจฟอลท์หลังค่าของ PIDCTR เป็น 1 เนื่องจากผลของการทำงานระบบ

ส่วนค่าของ 01 ถึง 05 จะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากผลของการเลือกเพจเฟรมเมื่อเกิดเพจฟอลท์ และค่าของตัวนับการนำกลับเข้ามาใหม่ (RRCTR) นั้นเปลี่ยนค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากผลของการทำงานในการตรวจสอบอัตราการโยกย้ายเพจดังผังงานที่ 5.3

ส่วนผลของค่าต่าง ๆ ในการเกิดเพจฟอลท์ครั้งต่อไปจะสามารถพิจารณาโดยใช้หลักการเดียวกัน

6.4.1 สรุปผลของการตรวจสอบ

จากผลของการตรวจสอบ พบว่าการทำงานของส่วนจัดการเพจเป็นไปตามการทำงานที่ได้ศึกษามาโดยตลอด แต่บางกรณีไม่อาจทำการตรวจสอบได้ เช่น ผลของการทำงานระบบ TFIX เนื่องจากผลลัพธ์ของการทำงานของโปรแกรม SDAID ไม่ได้ครอบคลุมถึง ทำให้ข้อมูลการตรวจสอบบางประการบกพร่อง และในกรณีเหตุการณ์ PAGEHDL 00290000 ซึ่งใช้เพจเฟรมเดียวกันกับเหตุการณ์ที่ผ่านมา (PAGEHDL 0028F800) ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบผลการทำงานของขั้นตอนนี้ได้

พารามิเตอร์	ค่า
Q00	00012EA8
Q01	00012EB0
HQ	00012E90
Q10	00012E98
Q11	00012EA0
ACONST	0000000A
CCONST	00000002
MINTIME	00000005
BCONST	00000005
NPI	00000014
DCONST	0000000A

ตารางที่ 6.1 ค่าพารามิเตอร์ในส่วนจัดการเพจที่มีค่าคงที่

	TE ADDR. = 00363800	TE ADDR. = 0028F800	TE ADDR. 00290000	CONTENTS AFTER TE ADDR. = 00290000
RCFLD	00000084	00000084	00000084	00000000
PIDCTR	00000014	00000001	00000002	00000003
PIRCTR	00000002	00000003	00000000	00000000
EXPAVD	00000000	00000000	00000000	00000000
EXPAVE	00000000	00000000	00000000	00000000
RRCTR	000A	0000	0001	0002
NSPE	00C8	00C8	00C8	00C8
Q1	00000450 00000240	00000450 00000348	00000450 00000240	00000450 00000680
Q2	00000208 000004A8	00000240 000004A8	00000680 000004A8	00000708 000004A8
Q3	000004C8 00000410	000004C8 00000218	000004C8 00000218	000004C8 00000218
Q4	00000818 00000818	00000818 00000818	00000818 00000818	00000818 00000818
Q5	00000678 00000750	00000678 00000750	00000678 00000750	00000678 00000750

ตารางที่ 6.2 ค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ขณะเกิดเพจฟอลท์

EVENT	TASK	PAGE ADDR.	PAGE TABLE ENTRY ADDR.	PAGE TABLE ENTRY CONTENT	PAGE FRAME NUMBER	PAGE FRAME TABLE ENTRY ADDR.	PAGE FRAME TABLE ENTRY CONTENT
TE	-	00363800	00013D46	0004			
PAGENQ	TE	00363800	00013D46	0004			
PAGEHDL	TE	00363800	00013D46	0208	00020800	00012898	00000338 06C702E8
PAGENQ	TFIX	0028D000	000139EC	0241			
PAGEHDL	TFIX	0028D000	000139EC	0449	00044800	00012AD8	00420680 051A0218
PAGENQ	TFIX	0028D800	000139EE	05D9			
PAGEHDL	TFIX	00287800	000139EE	0219	00021800	000128A8	00000810 051B01C8
PAGENQ	TFIX	0028E000	000139F0	0439			
PAGEHDL	TFIX	0028E00	000139F0	01C9	0001C800	00012858	00000218 051C0438
PAGENQ	TFIX	0028E800	000139F2	01C8			
PAGEHDL	TFIX	0028E800	000139F2	0439	00043800	00012AC8	000001C8 051D0410
PAGENQ	TFIX	0028F000	000139F4	0219			
PAGEHDL	TFIX	0028F000	000139F4	05D9	0005D800	00012C68	00220438 051E0240

ตารางที่ 6.3 ข้อมูลภายในตารางเพจและเพจเฟรมที่เกี่ยวข้อง

EVENT	TASK	PAGE ADDR.	PAGE TABLE ENTRY ADDR.	PAGE TABLE ENTRY CONTENT	PAGE FRAME ADDR	PAGE FRAME TABLE ENTRY ADDR.	PAGE FRAME TABLE ENTRY CONTENT
PAGENQ	TFIX	0028F800	000139F6	0449			
PAGEHDL	TFIX	0028F800	000139F6	***	00024000	000128D0	***
PAGENQ	TFIX	00290000	000139F8	0045			
PAGEHDL	TFIX	00290000	000139F8	0241	00024000	000128D0	00000680 05200808
TE	-	0028F800	000139F6	0044			
PAGENQ	TE	0028F800	000139F6	0044			
PAGEHDL	TE	0028F800	000139F6	0240	00024000	000128D0	00000800 051F0348
TE	-	00290000	000139F8	0044			
PAGENQ	TE	00290000	000139F8	0044			
PAGEHDL	TE	00290000	000139F8	0680	00068000	00012D10	00000800 05200240

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) ข้อมูลภายในตารางเพจและเพจเฟรมที่เกี่ยวข้อง

*** = ไม่สามารถทราบค่าได้