



إدارة الذاكرة

الصفحة	العنوان
4	1. بنية الخزن
4	2. هرمية التخزين
5	3. اتساق الخبيئة
5	4. إدارة الذاكرة الرئيسية
6	5. إدارة الخزن الثانوي
7	6. عناوين الذاكرة الفيزيائية والمنطقية
8	7. أقسام الذاكرة
9	8. التبادل (Swapping)
10	9. صفحات الذاكرة
11	10. جدول الصفحات
12	11. حماية الصفحات
13	12. التقطيع
13	13. تمرين
14	14. الذاكرة الافتراضية
15	15. نظام طلب الصفحات
16	16. إدارة مساحة التبادل
16	17. حجز أطر الذاكرة
17	18. استبدال الصفحات
18	19. خوارزميات التبادل
18	20. تمرين
19	21. التمارين

الكلمات المفتاحية:

الخبئية، سجل الحد، سجل القاعدة، التبديل، التبديل للخارج، التبديل للداخل، مدير الذاكرة، مُسند المهمات، الأطر، الذاكرة الافتراضية، عنوان منطقي، عنوان فيزيائي، جدول الصفحات، جدول المقاطع، التقطيع، نظام طلب الصفحات.

ملخص:

يركز هذا الفصل على التعرف على المفاهيم التالية: إدارة الذاكرة، التبديل، صفحات الذاكرة، التقطيع، خوارزميات التبديل.

أهداف تعليمية:

يهدف هذا الفصل إلى:

- التعرف على بنية وهرمية الخزن.
- إدارة الذاكرة الرئيسية والخزن الثانوي.
- عناوين الذاكرة الفيزيائية والمنطقية وأقسام الذاكرة.
- التبديل.
- صفحات الذاكرة وجدول الصفحات وآلية حماية الصفحات.
- التقطيع.
- الذاكرة الافتراضية.
- نظام طلب الصفحات.
- إدارة مساحة التبديل وحجز أطر الذاكرة.
- خوارزميات تبديل الصفحات.

المخطط:

1. بنية الخزن.
2. هرمية التخزين.
3. اتساق الخبيئة.
4. إدارة الذاكرة الرئيسية.
5. إدارة الخزن الثانوي.
6. عناوين الذاكرة الفيزيائية والمنطقية.
7. أقسام الذاكرة.
8. التبديل (Swapping).
9. صفحات الذاكرة.
10. جدول الصفحات.
11. حماية الصفحات.
12. التقطيع.
13. تمرين.
14. الذاكرة الافتراضية.
15. نظام طلب الصفحات.
16. إدارة مساحة التبديل.
17. حجز أطر الذاكرة.
18. استبدال الصفحات.
19. خوارزميات التبديل.
20. تمرين.
21. التمارين.

1. بنية الخزن

إن الذاكرة الرئيسية (RAM) والسجلات داخل المعالج نفسه، هما نوعا الخزن الوحيدين اللذين يمكن لوحدة المعالجة النفاذ إليهما مباشرة، لذلك فإن أي معطيات تحتاجها وحدة المعالجة يجب نقلها للذاكرة الرئيسية (RAM) قبل المعالجة.

يتضمن كل متحكم دخل/خرج سجلات من أجل الاحتفاظ بالأوامر والمعطيات، حيث تسمح تعليمات دخل/خرج خاصة بنقل المعطيات بين هذه السجلات وذاكرة النظام، ومن أجل توفير نفاذ أكثر ملائمة لمتحكمات الدخل/الخرج يتوفر في العديد من البنى دخل/خرج مقابل بالذاكرة، حيث يوضع مجال من عناوين الذاكرة جانباً ويُقابل بسجلات التجهيزة.

توفر الأقراص المغناطيسية معظم الخزن الثانوي لنظم الحواسيب، ويقسم سطح قرص التخزين منطقياً إلى مسارات دائرية والمسارات إلى قطاعات، وتسمى مجموعة المسارات الدائرية ذات البعد الواحد من مركز القرص بالاسطوانة.

2. هرمية التخزين

التخبيئة (caching) هي مبدأ هام في النظم الحاسوبية، إذ تحفظ المعلومات عادةً في نظام خزن (الذاكرة الرئيسية) وعندما تستخدم هذه المعلومات، تنسخ إلى نظام خزن أسرع (الذاكرة الخبيئة). عندما نحتاج إلى معلومة معينة ننظر أولاً إذا كانت موجودة في الخبيئة (نحصل عليها مباشرة)، أما في الحالة المعاكسة فإننا نحصل عليها من نظام الخزن الرئيسي ونضع في الوقت نفسه نسخة منها في الخبيئة، إذ أن هنالك احتمال كبير أن نحتاج إلى هذه المعلومات مرة ثانية قريباً.

يمكن اعتبار الذاكرة الرئيسية خبيئة سريعة للخزن الثانوي (أقراص صلبة أو مدمجة مثلاً)، ذلك أن المعطيات في الخزن الثانوي يجب أن تنسخ في الذاكرة الرئيسية لكي تستخدم.

يمكن أن تكون حركة المعلومات بين مستويات هرمية الخزن إما صريحة، أو ضمنية، وفقاً لتصميم عتاديات الجهاز وبرمجيات نظام التشغيل، فعلى سبيل المثال تكون عملية نقل المعطيات من الخبيئة إلى سجلات وحدة المعالجة عادةً وظيفة عتادية، بينما يكون نقل المعطيات من القرص إلى الذاكرة عملية يتحكم بها نظام التشغيل.

3. اتساق الخبيئة

في بنية خزن هرمية، يمكن أن تظهر نفس المعطيات في مستويات مختلفة من نظام الخزن. مثلاً لنفترض أن العدد الصحيح A موجود في الملف B ويجب زيادة قيمته بمقدار 1، وأن الملف B موجود في القرص المغناطيسي. تنفذ الزيادة بإجراء دخل/خرج أولاً، لنسخ كتلة القرص التي تحوي A إلى الذاكرة الرئيسية، يلي هذه العملية نسخ A إلى الخبيئة وإلى سجل داخلي. وبعد إجراء الزيادة في السجل الداخلي، تأخذ A قيمةً مختلفة في نظم الخزن المختلفة. ولا تصبح قيمة A وحيدة إلا بعد نقل القيمة الجديدة لـ A من السجل الداخلي إلى القرص المغناطيسي.

في بيئة حاسوبية تنفذ فيها إجراء واحد فقط في وقت واحد، لا يسبب هذا الترتيب أية صعوبات، ولكن في بيئة متعددة المهمات حيث يتم تبديل وحدة المعالجة بين الإجراءات يجب التأكد من حصول جميع الإجراءات على أحدث قيمة لـ A.

تصبح الحالة أكثر تعقيداً في البيئة المتعددة المعالجات، حيث تحوي كل وحدة معالجة إضافة إلى السجلات الداخلية، خبيئة محلية أيضاً.

يدعى هذا الوضع اتساق الخبيئة وهو عادة مسألة عتادية تعالج في مستوى دون مستوى نظام التشغيل.

4. إدارة الذاكرة الرئيسية

الذاكرة الرئيسية عبارة عن مخزن معطيات مشترك بين وحدة المعالجة وتجهيزات الدخل/الخرج، وهي تجهيزة الخزن الكبيرة الوحيدة التي يمكن لوحدة المعالجة أن تعنونها وتنفيذ إليها مباشرة. نظام التشغيل مسؤول عن الفعاليات التالية فيما يخص إدارة الذاكرة:

- تعقب أجزاء الذاكرة المستخدمة حالياً، وهوية مستخدميها
 - اختيار الإجراء الذي يجب تحميله في الذاكرة، حين يصبح فضاء الذاكرة متاحاً
 - تقسيم فضاء الذاكرة إلى حصص، وإعادة تقسيمه بحسب الحاجة
- كما أن نظام التشغيل مسؤول عن الحماية، من خلال التحكم في نفاذ البرامج أو الإجراءات أو المستخدمين إلى الموارد التي يحددها.

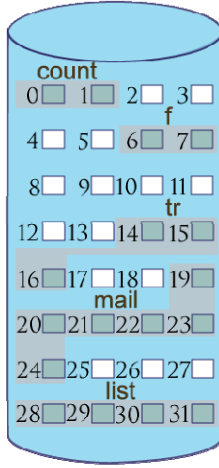
5. إدارة الخزن الثانوي

يجب أن تكون البرامج والمعطيات التي يتعامل معها النظام، ضمن الذاكرة الرئيسية من أجل تنفيذها. وبسبب كون الذاكرة الرئيسية أصغر من اللازم لتكفي كل المعطيات والبرامج، وبسبب فقدان المعطيات ضمنها بمجرد توقف التغذية، يجب توفير مخزن معطيات أكبر (ولا يفقد المعطيات)، من أجل التخزين والتعامل مع المعطيات والبرامج.

تستخدم معظم نظم الحواسيب الأقراص المغناطيسية كخزن ثانوي، ويهتم نظام التشغيل بالعمليات الخاصة على هذا الخزن من إدارة وتخصيص لمساحة التخزين، بالإضافة على جدولة القرص. البنية الأساسية للتخزين على القرص هي الكتلة، وبالتالي جميع الملفات التي تخزن على القرص تكون عبارة عن مجموعة من الكتل.

هنالك عدة طرق لحجز كتل الملفات:

1. حجز مستمر:

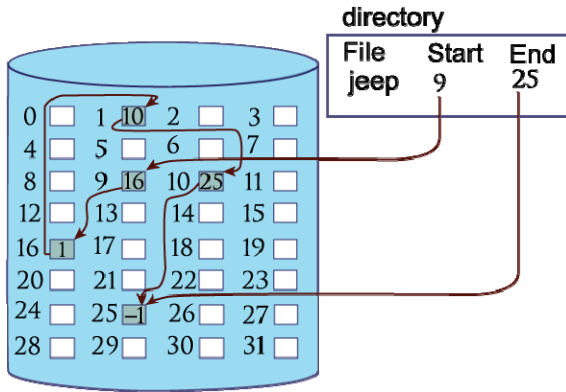


directory			
file	start	length	
count	0	2	
tr	14	3	
mail	19	6	
list	28	4	
f	6	2	

يحتاج كل ملف إلى حجز مجموعة متتالية من كتل المعطيات من أجل تخزينه. وبالتالي فإن عملية القراءة من القرص تتم بشكل تسلسلي أيضاً. المشكلة الأساسية في هذه الطريقة هي إيجاد عدد كافي من الكتل المتتالية لتخزين الملف.

Contiguous allocation
حجز مستمر

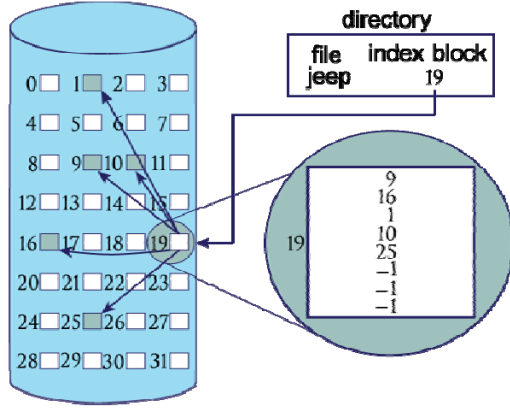
2. حجز مترابط:



Linked allocation
حجز مترابط

كل ملف عبارة عن مجموعة من الكتل المترابطة، حيث يحتوي المجلد على مؤشر إلى أول وآخر كتلة في الملف، كما أن كل كتلة تشير إلى الكتلة التي تليها.

3. حجز مفهرس:



Indexed allocation
حجز مفهرس

يوجد لكل ملف كتلة فهرس تحوي على عناوين الكتل الخاصة بهذا الملف، وبالتالي فإن الوصول إلى أي كتلة، يتم بشكل مباشر من خلال كتلة الفهرس، وهذا يسرع عملية الوصول.

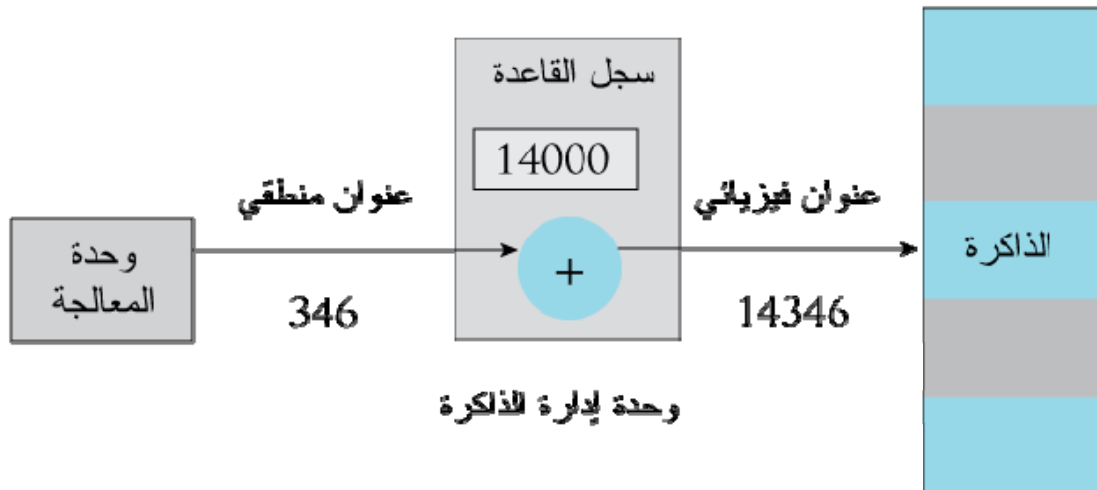
6. عناوين الذاكرة الفيزيائية والمنطقية

يُشار عادةً إلى العنوان الذي يتم توليده من قبل المعالج، على أنه عنوان منطقي. بينما يُشار إلى العنوان الذي تتعامل معه وحدة الذاكرة، على أنه عنوان فيزيائي.

تقوم وحدة إدارة الذاكرة بإجراء التقابل بين العناوين المنطقية والعناوين الفيزيائية. وهناك عدة طرق لتحقيق هذا التقابل، وأحد هذه الطرق بالاعتماد على سجل القاعدة، حيث يتم إضافة أي عنوان منطقي يُولد من قبل الإجراء، إلى القيمة الموجودة في السجل، للحصول على القيمة الفيزيائية المقابلة لذلك العنوان.

نلاحظ أن الإجراء لا يتعامل أبداً مع العناوين الفيزيائية المباشرة.

مثال: إذا كانت القيمة الموجودة في سجل القاعدة تساوي 14,000، والعنوان المنطقي المولد هو 0، فإن العنوان الفيزيائي يكون 14,000.



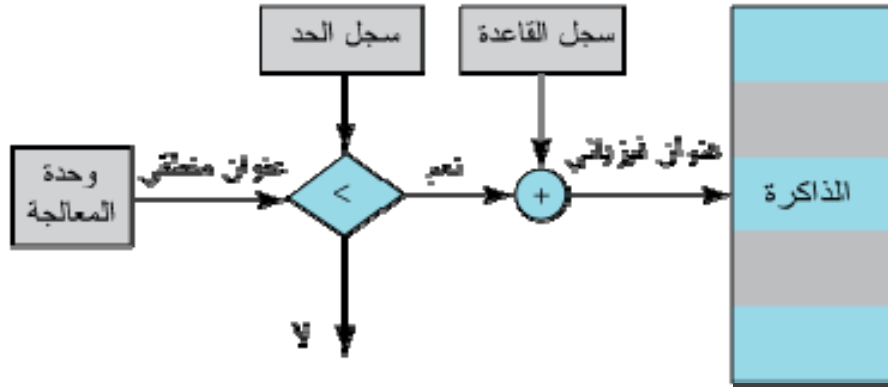
7. أقسام الذاكرة

يجب أن تتسع الذاكرة إلى نظام التشغيل وإجراءات المستخدمين، حيث تُقسم عادةً إلى قسمين: الأول لنظام التشغيل، والثاني لإجراءات المستخدمين.

ويكون عادةً القسم الخاص بنظام التشغيل ضمن العناوين الدنيا من الذاكرة، والقسم الخاص بإجراءات المستخدمين ضمن العناوين العليا.

بما أن نظام التشغيل والإجراءات تُحمّل في الذاكرة، لذلك نحتاج إلى حماية نظام التشغيل من إجراءات المستخدم، كما يجب حماية إجراءات المستخدمين فيما بينها. ولذلك الغرض نستخدم سجل القاعدة أو سجل الموضع، وسجل الحد. حيث يحوي سجل القاعدة على أصغر عنوان فيزيائي ضمن الجزء، بينما يحوي سجل الحد على مجال العناوين المنطقية ضمن الجزء. ويجب أن يكون كل عنوان منطقي أصغر من سجل الحد.

يقوم مُسند المهمات بتحميل القيم الصحيحة للسجلين السابقين، أثناء تحميل الإجراء إلى الذاكرة من أجل التنفيذ.

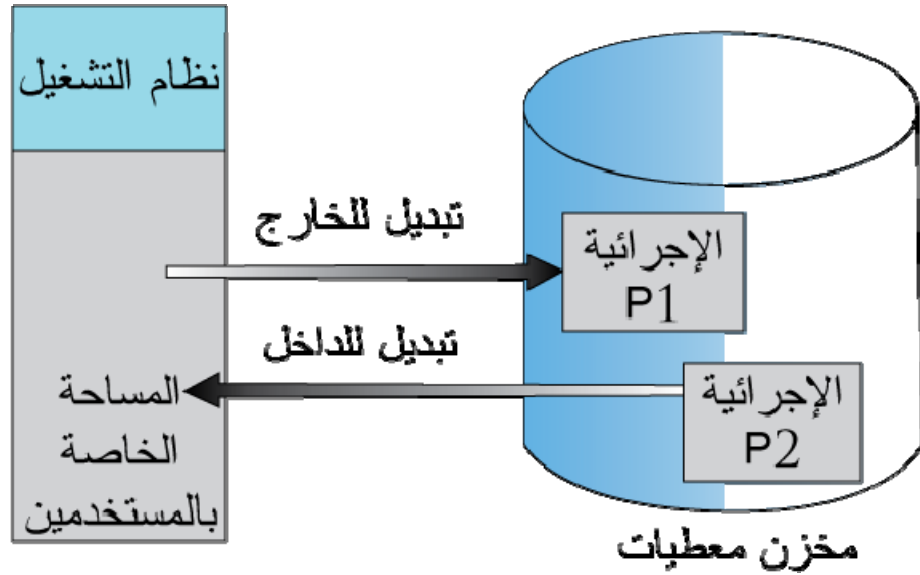


8. التبديل (Swapping)

كما رأينا في الدروس السابقة، يحتاج الإجراء أن يكون في الذاكرة الرئيسية من أجل التنفيذ، لكن يمكن للإجراء أن ينتقل من الذاكرة الرئيسية (مكان التنفيذ)، إلى مكان تخزين للمعطيات (القرص الصلب)، ومن ثم يعود ثانية إلى الذاكرة، وهذه العملية تدعى التبديل (swapping).

في المعالج متعدد المهام يتم التبديل بين الإجراءات المنفذة بشكل مستمر، حيث يتم استخدام عمليتي التبديل للخارج، والتبديل للداخل بين الإجراءات المنفذة.

يقوم مدير الذاكرة بإدارة عملية التبديل بين الإجراءات بسرعة، بحيث يكون دائماً أحد الإجراءات قيد التنفيذ. هنالك عدة سياسات لعملية التبديل، ففي خوارزمية الجدولة المعتمدة على الأولوية، عندما يصل إجراء ذو أولوية عليا ويحتاج وحدة المعالجة، يقوم مدير الذاكرة بالتبديل بين هذا الإجراء والإجراء ذو الأولوية الدنيا الذي يجري تنفيذه، وبعد انتهاء تنفيذ الإجراء ذو الأولوية العليا، يعود الإجراء ذو الأولوية الدنيا للتنفيذ. تحتاج عملية التبديل إلى مخزن معطيات سريع وكبير كفاية.



عندما يقرر جدول وحدة المعالجة تنفيذ إجراء ما، يقوم باستدعاء مسند المهمات، الذي يفحص بدوره إذا كان الإجراء الذي سيجري تنفيذه موجود في الذاكرة أم لا، وهنالك ثلاث حالات:

1. إذا كان الإجراء موجود في الذاكرة، فإنه يبدأ عملية التنفيذ مباشرة.
2. إذا لم يكن الإجراء موجود في الذاكرة وهنالك مساحة كافية في الذاكرة، يقوم مسند المهمات بتحميل الإجراء ومن ثم يبدأ التنفيذ.
3. أما إذا لم يكن هنالك مساحة كافية، فإن مسند المهمات يقوم بعملية التبديل بين الإجراء الموجود في الذاكرة، والإجراء المطلوب تنفيذه.

9. صفحات الذاكرة

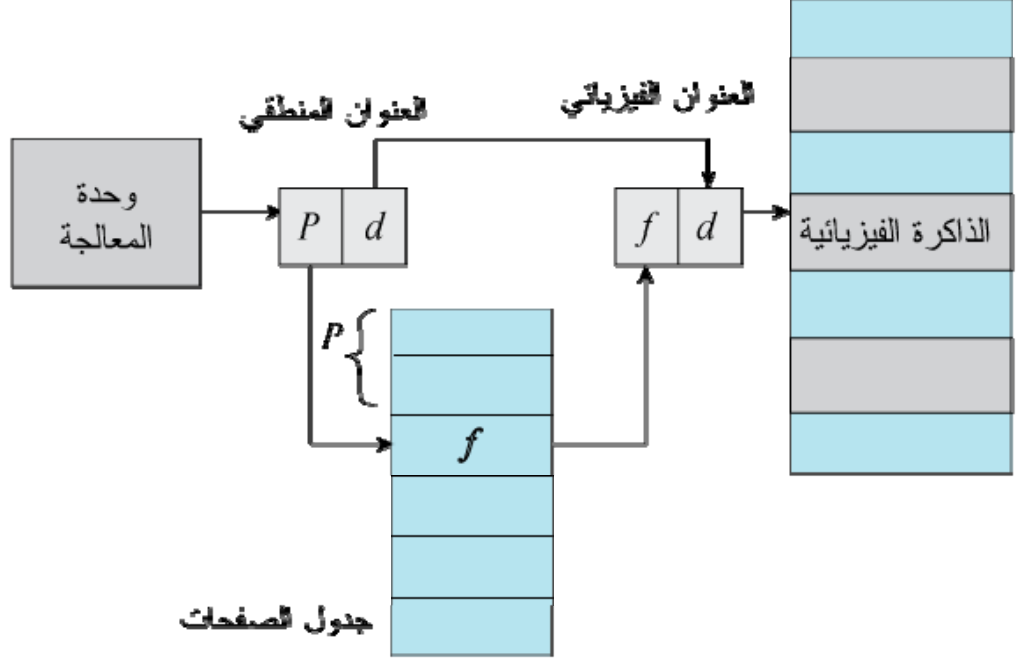
تقسم الذاكرة الفيزيائية إلى كتل ثابتة الحجم تدعى أطر، كما أن الذاكرة المنطقية مقسمة إلى كتل من نفس الحجم تدعى صفحات.

عندما يُطلب تنفيذ إجراء معين، يتم تحميل صفحاته من مخزن المعطيات إلى أطر الذاكرة الرئيسية المتوفرة، حيث أن أطر الذاكرة الرئيسية مساوية في الحجم لأطر مخزن المعطيات.



من أجل التعامل مع صفحات الذاكرة، يتم تقسيم عناوين الذاكرة التي يطلبها المعالج، إلى رقم الصفحة (p) وانزياح الصفحة (d).

يُستخدم رقم الصفحة (p) كمدخل لجدول الصفحات، الذي يحوي على العنوان الأساسي للصفحة ضمن الذاكرة الفيزيائية (f)، بينما يستخدم الانزياح (d) مع عنوان الذاكرة (f) من أجل تحديد صفحة الذاكرة الفيزيائية. إذاً يُعرّف عنوان الذاكرة الفيزيائية من خلال تجميع العنوان الأساسي لصفحة الذاكرة مع انزياح هذا العنوان. يُعرّف حجم الصفحة من قبل العتاد، وهو من مضاعفات 2، بين 512 بايت و 16 ميغابايت.



10. جدول الصفحات

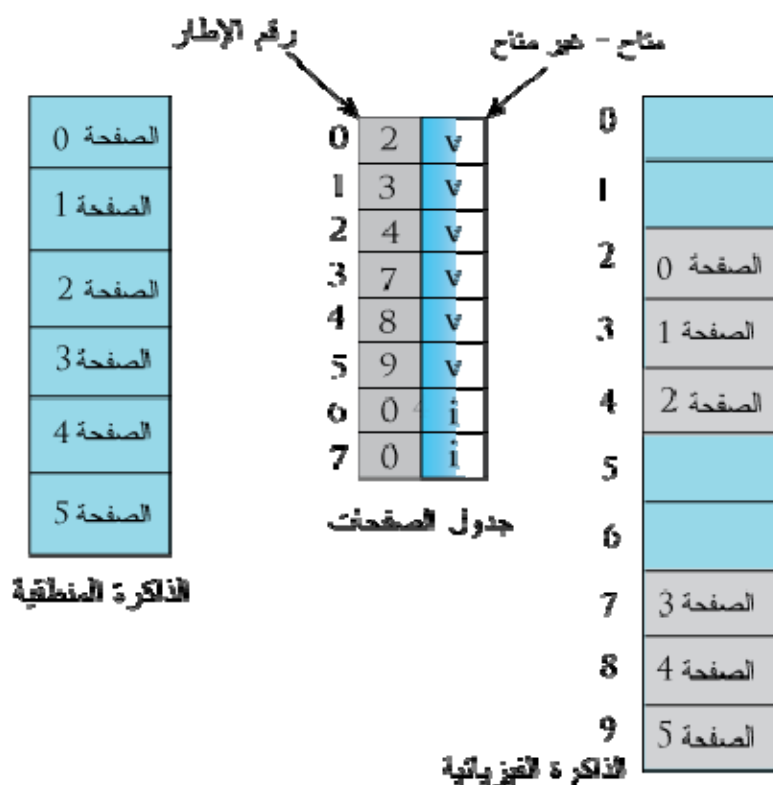
يستخدم كل نظام تشغيل طريقة خاصة لتخزين جداول الصفحات، ولكن معظم النظم تحجز جدول صفحات من أجل كل إجراء، حيث يُخزَّن المؤشر إلى هذا الجدول في أحد سجلات كتلة التحكم بالإجراء، ولذلك عندما يُطلب من مُسند المهمات تنفيذ إجراء جديد، يقوم بتحميل جدول الصفحات الخاص بالإجراء الجديد، وتعديل قيمة السجلات.

هنالك طرق مختلفة لتحقيق جدول الصفحات بشكل عتادي، وأبسط هذه الطرق هي بتحقيق جدول الصفحات من خلال مجموعة من السجلات، حيث يتم تحميل هذه السجلات مع السجلات الأخرى للإجراء. هذه الطريقة جيدة إذا كان حجم الجدول صغير (حوالي 256 مدخل). ولكن حجم الجدول في معظم الحواسيب كبير جداً (حوالي 1 مليون مدخل)، لذلك فإن طريقة السجلات غير فعّالة، لذا يتلخص الحل في إبقاء جدول الصفحات في الذاكرة الرئيسية (بدلاً من السجلات)، وتخزين المؤشر إلى هذا الجدول في السجل "سجل جدول الصفحات الأساسي"، وبالتالي يجري تعديل سجل جدول الصفحات الأساسي أثناء عملية التبديل بين الإجراءات، بدلاً من تبديل جميع السجلات.

المشكلة في الطريقة الثانية هو زمن الوصول إلى الذاكرة، حيث نحتاج أولاً إلى زمن للوصول إلى جدول الصفحات في الذاكرة للحصول على العنوان الأساسي للصفحة، ومن ثم استخدام هذا العنوان مع انزياح الصفحة لتشكيل العنوان الفعلي لإطار المعطيات، ومن ثم جلبه من الذاكرة.

11. حماية الصفحات

يُستخدَم بت إضافي مع كل إطار ذاكرة من أجل الحماية (بت الحماية protection bit)، حيث يُحفظ هذا البت عادةً في جدول الصفحات، ويُعرّف الصفحة على أنها للقراءة والكتابة، أو للقراءة فقط. وبما أن عملية الوصول إلى الإطار المناسب من الذاكرة تتم عن طريق جدول الصفحات، من خلال حساب العنوان الفيزيائي للذاكرة، انطلاقاً من العنوان الأساسي ضمن جدول الصفحات. يتم فحص بت الحماية أثناء حساب العنوان الفيزيائي، للتحقق من عدم الكتابة على صفحة للقراءة فقط. تُسبب عملية الكتابة على صفحة للقراءة فقط، مقاطعة عتادية تتم معالجتها من قبل نظام التشغيل. هنالك بت إضافي آخر تتم إضافته عادةً إلى كل صفحة للدلالة إذا كانت الصفحة متاحة للاستخدام أم لا (valid أو in-valid). فإذا كانت الصفحة متاحة، يعني أنها موجودة ضمن مساحة الذاكرة المنطقية التابعة للإجراء، وبالتالي يمكن استخدام هذه الصفحة من قبل الإجراء. وبالعكس إذا كانت الصفحة غير متاحة، فهذا يعني أنها خارج مساحة الذاكرة المنطقية التابعة للإجراء، وبالتالي لا يمكن استخدامها من قبل الإجراء.



12. التقطيع

التقطيع هو آلية تنظيم وإدارة للذاكرة، فمساحة العناوين المنطقية التي تتعامل معها الإجراءات عبارة عن مقاطع، وكل مقطع له اسم وطول.

تحدد العناوين اسم المقطع والانزياح ضمنه، كما يُستخدم عادةً رقم للمقطع بدلاً من الاسم، وذلك من أجل سهولة التعامل.

نحتاج إلى آلية للتقابل بين العناوين المنطقية والعناوين الفيزيائية، ويُستخدم لهذا الغرض جدول للمقاطع كل مدخل منه يحوي على قاعدة المقطع وعلى حد المقطع.

تحتوي قاعدة المقطع على العنوان الفيزيائي لبداية المقطع في الذاكرة، بينما يحدد حد المقطع طول هذا المقطع. يتألف العنوان المنطقي من قسمين:

1. رقم المقطع s: حيث يُستخدم رقم المقطع كدليل للوصول إلى مدخل هذا المقطع ضمن جدول المقاطع.

2. الانزياح ضمن المقطع d: بينما يكون الانزياح بين 0 وحد المقطع.

13. تمرين

ليكن لدينا جدول المقاطع التالي:

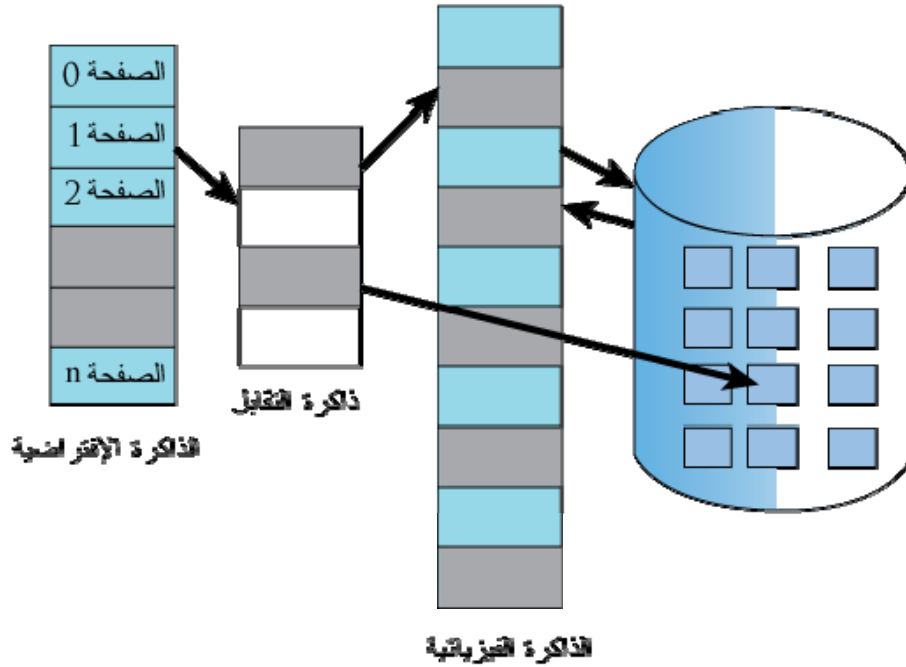
المقطع	القاعدة	الطول
0	219	600
1	2300	14
2	90	100
3	1327	580
4	1952	96

ما هي العناوين الفيزيائية للعناوين المنطقية التالية:

0,430 - 1,10 - 2,500 - 3,400 - 4,112.

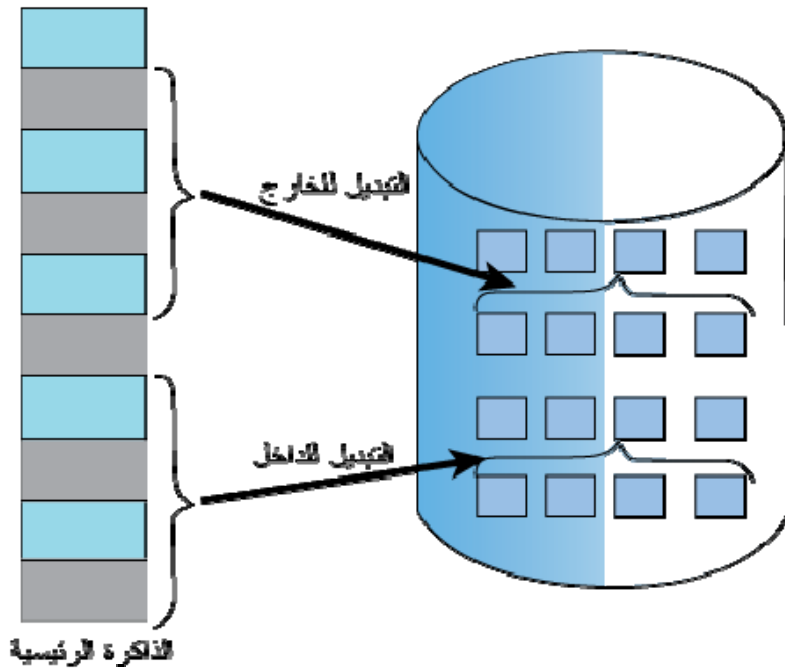
14. الذاكرة الافتراضية

إن الهدف الأساسي من تقنيات إدارة الذاكرة (صفحات الذاكرة، والتبديل، والاستراتيجيات الأخرى)، هو إبقاء مجموعة من الإجراءات في الذاكرة بنفس الوقت وتبديل التنفيذ فيما بينها. أما بالنسبة للذاكرة الافتراضية فهي تقنية تسمح بتنفيذ إجراء لا يمكن تحميله بشكل كامل ضمن الذاكرة الرئيسية، والفكرة هي تحويل الذاكرة الرئيسية بشكل منطقي إلى ذاكرة كبيرة في الحجم، من خلال استخدام مخزن معطيات (القرص الصلب). حيث تظهر الذاكرة الرئيسية والقرص الصلب على أنهما ذاكرة منطقية واحدة بالنسبة للإجراء. وبذلك فعلى الرغم من وجود ذاكرة فيزيائية صغيرة الحجم، إلا أن الإجراء يتعامل مع ذاكرة منطقية كبيرة جداً. يمكن تحقيق الذاكرة الافتراضية بعدة طرق، واحدة هذه الطرق هي استخدام نظام طلب الصفحات.



15. نظام طلب الصفحات

يشبه نظام طلب الصفحات، نظام التبديل بين الصفحات، حيث توضع الإجراءات في مخزن المعطيات (القرص الصلب)، ويتم تحميل صفحاتها في الذاكرة عند طلب تنفيذ هذا الإجراء. ولكن في نظام طلب الصفحات، لا تتم عملية تحميل صفحات الإجراء دفعة واحدة إلى الذاكرة، إنما يُستخدم مُبدل يدعى المُبدل الكسول، حيث لا يقوم هذا المُبدل بتحميل الصفحة إلى الذاكرة، إلا عند الحاجة إليها. فعند الحاجة إلى صفحة معينة يقوم المُبدل بتحميلها مباشرة إلى الذاكرة (عملية "تبديل للداخل") في حال وجود مساحة كافية في الذاكرة، أو استبدال أحد الصفحات في الذاكرة بالصفحة المطلوبة وذلك في حال عدم توفر مساحة كافية (عملية "تبديل للخارج" ثم عملية "تبديل للداخل").



نحتاج في هذا النظام إلى تقنية عتادية للتمييز بين الصفحات الموجودة في الذاكرة والصفحات الموجودة على القرص، ولذلك الغرض يمكن استخدام بت الدلالة على متاحة الاستخدام (الذي تم شرحه سابقاً valid-invalid bit)، فإذا كانت الصفحة متاحة هذا يعني أنها في الذاكرة ويمكن استخدامها، أما إذا كانت غير متاحة فهي إما موجودة على القرص (حيث يحتوي جدول الصفحات في مدخل هذه الصفحة على عنوانها على القرص)، أو ضمن الذاكرة ولكن خارج مجال عناوين هذا الإجراء.

16. إدارة مساحة التبديل

تستخدم الذاكرة الافتراضية مساحة القرص كتوسعة للذاكرة الرئيسية، وبما أن الوصول إلى القرص أبطأ من الوصول إلى الذاكرة، لذلك فإن لاستخدام مساحة التبديل تأثير كبير على أداء النظام. يختلف حجم مساحة التبديل التي يحتاجها النظام، تبعاً إلى حجم الذاكرة الفيزيائية وحجم الذاكرة الافتراضية، بالإضافة إلى طريقة استخدام الذاكرة الافتراضية. يمكن أن تكون مساحة التبديل ضمن نظام الملفات نفسه، أو على جزء آخر من القرص. فعندما تكون مساحة التبديل عبارة عن ملف كبير ضمن نظام الملفات، يهتم نظام الملفات ووظائفه بالتعامل مع هذه المساحة. بينما إذا تم استخدام جزء آخر من القرص من أجل مساحة التبديل، فإن مدير مستقل لعملية التخزين يهتم بآلية حجز وإلغاء حجز كتل المعطيات ضمن مساحة التبديل.

17. حجز أطر الذاكرة

كيف تتم عملية تقسيم مساحة الذاكرة المحدودة بين مجموعة الإجراءات التي يجري استخدامها. وما هو عدد الأطر التي يجب أن يحصل عليها كل إجراء. يمكن إتباع طريقة بسيطة للحجز، حيث يتم حجز كل الأطر التي يحتاجها نظام التشغيل، ومن ثم استخدام الأطر المتبقية للإجراءات الأخرى في النظام. هنالك عدة خوارزميات من أجل تقسيم الأطر غير المحجوزة بين إجراءات النظام:

1. **طريقة الحجز المتساوي (equal allocation):** وهي أبسط الطرق حيث تعتمد على تقسيم m إطار على n إجراء، بحيث يحصل كل إجراء على m/n إطار.
2. **طريقة الحجز المتناسب (proportional allocation):** حيث تعتمد على حجز عدد من أطر الذاكرة يتناسب مع حجم كل إجراء.

18. استبدال الصفحات

تأخذ عملية استبدال الصفحات المنحى التالي، في حال عدم وجود أي إطار غير محجوز ضمن الذاكرة، البحث عن إطار محجوز وتحريره ومن ثم استخدامه لتحميل الصفحة المطلوبة.

تتم عملية تحرير الإطار من خلال كتابة محتواه ضمن مساحة التبديل، وتغيير جدول الصفحات للإشارة أن هذه الصفحة لم تعد موجودة بعد الآن ضمن الذاكرة.

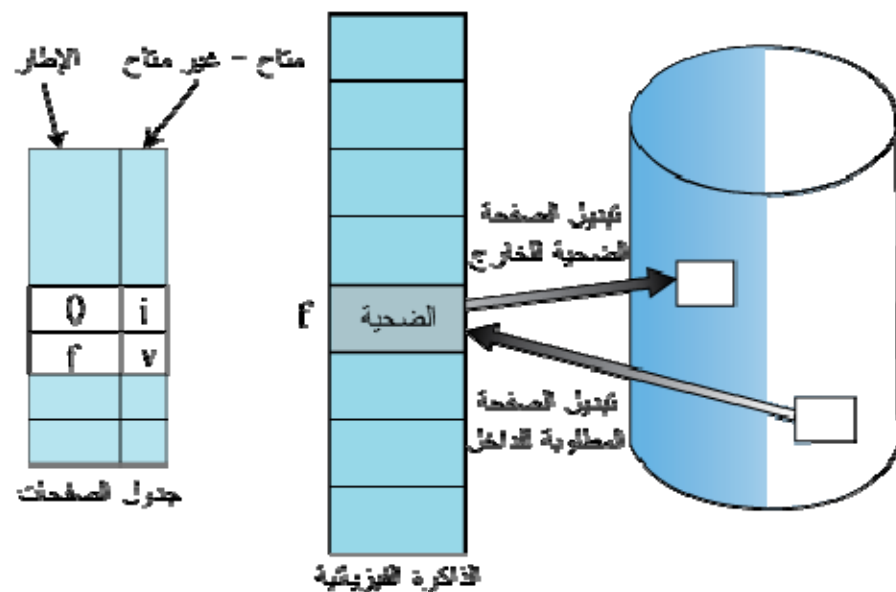
تتضمن عملية استبدال الصفحات الخطوات التالية:

1. إيجاد مسار الصفحة المطلوب على القرص.

2. إيجاد إطار غير محجوز: في حال وجود إطار غير محجوز يتم استخدامه مباشرة، يتم استخدام أحد خوارزميات التبديل من أجل اختيار الإطار الضحية لعملية التبديل، ثم كتابة الصفحة الضحية على القرص وتعديل الصفحة وجدول الصفحات.

3. قراءة الصفحة المطلوبة وتحميلها ضمن الإطار غير المحجوز، ثم تعديل الصفحة وجدول الصفحات.

4. متابعة عمل الإجراء.



19. خوارزميات التبديل

هناك عدة خوارزميات مستخدمة لعملية التبديل، وكل منها يتبع استراتيجية معينة من أجل اختيار الصفحة التي سيجري تبديلها.

1. خوارزمية القادم أولاً يُستبدل أولاً (FIFO):

هي أبسط خوارزميات التبديل، حيث يُسند إلى كل صفحة تاريخ جلبها إلى الذاكرة، وبالتالي عند الحاجة إلى تبديل أحد الصفحات، تقوم الخوارزمية باختيار الصفحة الأقدم (من خلال زمن جلبها إلى الذاكرة)، ومن ثم استبدالها.

بشكل عام إن أداء هذه الخوارزمية ليس جيد، ولكنها سهلة التحقيق البرمجي.

2. خوارزمية التبديل الأمثلية (Optimal):

تعتبر هذه الخوارزمية الأفضل بين خوارزميات التبديل ولكن تحقيقها البرمجي صعب، وهي تعتمد على فكرة تبديل الصفحة التي لن يتم استخدامها لاحقاً إلا بعد أطول فترة ممكنة، ولذلك فإن هذه الخوارزمية تهتم بالزمن التي ستستخدم فيه الصفحة من جديد، والصفحة ذات الزمن الأطول هي التي تُستبدل.

3. خوارزمية التبديل للأقل استخداماً مؤخراً (LRU):

تعتمد هذه الخوارزمية على فكرة تبديل الصفحة التي لم يتم استخدامها منذ أطول فترة، ولذلك فإن هذه الخوارزمية تهتم بزمن آخر مرة تم استخدام الصفحة فيها، والصفحة ذات الزمن الأطول هي التي تُستبدل.

4. خوارزمية عدد مرات الطلب (Counting):

يُخزن في هذه الخوارزمية مع كل صفحة، عدد المرات التي تم استخدامها، وهناك استراتيجيتان:

- تبديل الصفحة التي استُخدمت أكبر عدد من المرات، لأنها ربما لم يعد هناك حاجة إليها.
- تبديل الصفحة التي استُخدمت أقل عدد من المرات، لأنه من المحتمل أكثر استخدام الصفحات الأخرى.

20. تمرين

احسب عدد مرات التبديل التي سيقوم بها النظام من أجل سلسلة عناوين الكلمات التالية:
1,2,3,4,2,1,5,6,2,1,2,3,7,6,3,2,1,2,3,6

وذلك باستخدام خوارزميات:

- خوارزمية FIFO
- الخوارزمية الأمثلية
- خوارزمية LRU

ومن أجل ذاكرة تحوي 1 أو 2 أو 3 أو 4 أو 5 أو 6 أو 7 أطر.

21. التمارين:

1. إن الذاكرة الرئيسية (RAM) والسجلات داخل المعالج نفسه، هما نوعا الخزن الوحيدين اللذين يمكن لوحدة المعالجة النفاذ إليهما مباشرة:

A. صح

B. خطأ

2. يمكن أن تكون حركة المعلومات بين مستويات هرمية الخزن إما صريحة، أو ضمنية، وفقاً لتصميم عتاديات الجهاز وبرمجيات نظام التشغيل:

A. صح

B. خطأ

3. نظام التشغيل مسؤول عن الفعاليات التالية فيما يخص إدارة الذاكرة:

A. تقسيم فضاء الذاكرة إلى حصص، وإعادة تقسيمه بحسب الحاجة

B. تعقب أجزاء الذاكرة المستخدمة حالياً، وهوية مستخدمها

C. اختيار الإجراء الذي يجب تحميله في الذاكرة

D. جميع الإجابات صحيحة

4. هنالك عدة طرق لحجز كتل الملفات:

A. حجز مفهرس

B. حجز مباشر

C. حجز مترابط

D. الإجابتين 1 و 3

E. الإجابتين 1 و 2

5. يُشار عادةً إلى العنوان الذي يتم توليده من قبل المعالج، على أنه عنوان فيزيائي. بينما يُشار إلى العنوان الذي تتعامل معه وحدة الذاكرة، على أنه عنوان منطقي:

A. صح

B. خطأ

6. تقسم الذاكرة الفيزيائية إلى كتل ثابتة الحجم تدعى أطر، كما أن الذاكرة المنطقية مقسمة إلى كتل من نفس الحجم تدعى صفحات:

A. صح

B. خطأ

7. الذاكرة الافتراضية هي تقنية تسمح بتنفيذ إجراء لا يمكن تحميله بشكل كامل ضمن الذاكرة الرئيسية:

A. صح

B. خطأ

8. يمكن تحقيق الذاكرة الافتراضية بعدة طرق، واحد هذه الطرق هي استخدام نظام طلب الصفحات:

A. صح

B. خطأ

9. في نظام طلب الصفحات، تتم عملية تحميل صفحات الإجراء دفعة واحدة إلى الذاكرة:

A. صح

B. خطأ

10. يختلف حجم مساحة التبديل التي يحتاجها النظام، تبعاً إلى:

A. طريقة استخدام الذاكرة الافتراضية

B. حجم الذاكرة الفيزيائية

C. حجم الذاكرة الافتراضية

D. جميع الإجابات صحيحة

11. هنالك عدة خوارزميات من أجل تقسيم الأطر غير المحجوزة بين إجراءات النظام:

A. طريقة الحجز المتناسب

B. طريقة الحجز المتساوي

C. طريقة الحجز المباشر

D. الإجابتين 1 و 2

E. جميع الإجابات صحيحة

12. تتضمن عملية استبدال الصفحات الخطوات التالية:

- A. إيجاد إطار غير محجوز
- B. متابعة عمل الإجراء
- C. إيجاد مسار الصفحة المطلوب على القرص
- D. جميع الإجابات صحيحة

13. تعتمد على فكرة تبديل الصفحة التي لن يتم استخدامها لاحقاً إلا بعد أطول فترة ممكنة:

- A. خوارزمية التبديل للأقل استخداماً مؤخراً
- B. خوارزمية التبديل الأمثلية
- C. خوارزمية عدد مرات الطلب
- D. خوارزمية القادم أولاً يُستبدل أولاً

الإجابة الصحيحة	رقم التمرين
(A)	.1
(A)	.2
(D)	.3
(D)	.4
(B)	.5
(A)	.6
(A)	.7
(A)	.8
(B)	.9
(D)	.10
(D)	.11
(D)	.12
(B)	.13