Управление на паметта (*Rev:1.3*)

Любомир Чорбаджиев[1]
lchorbadjiev@elsys-bg.org

[1]Технологическо училище "Електронни системи"
Технически университет, София

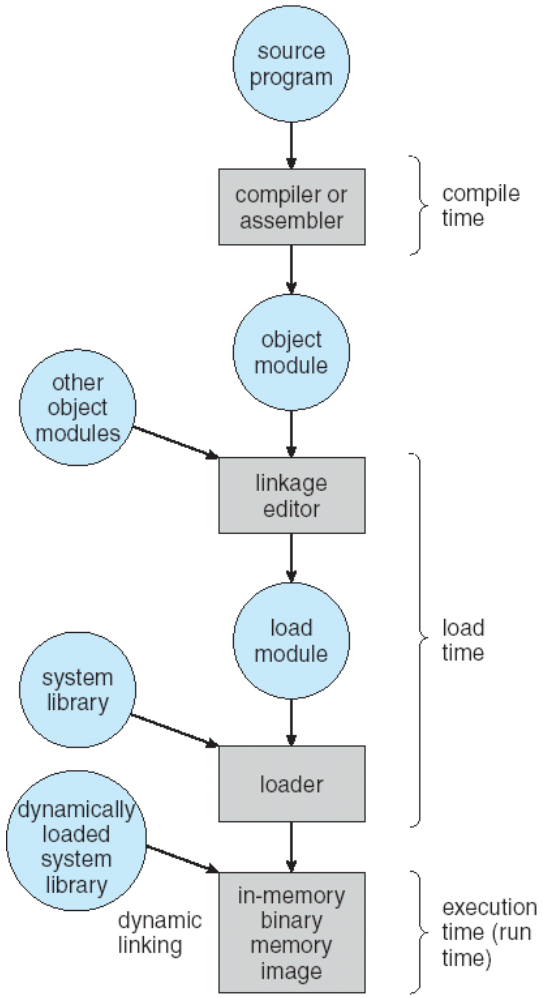
6 декември 2007 г.

Съдържание

Въведение

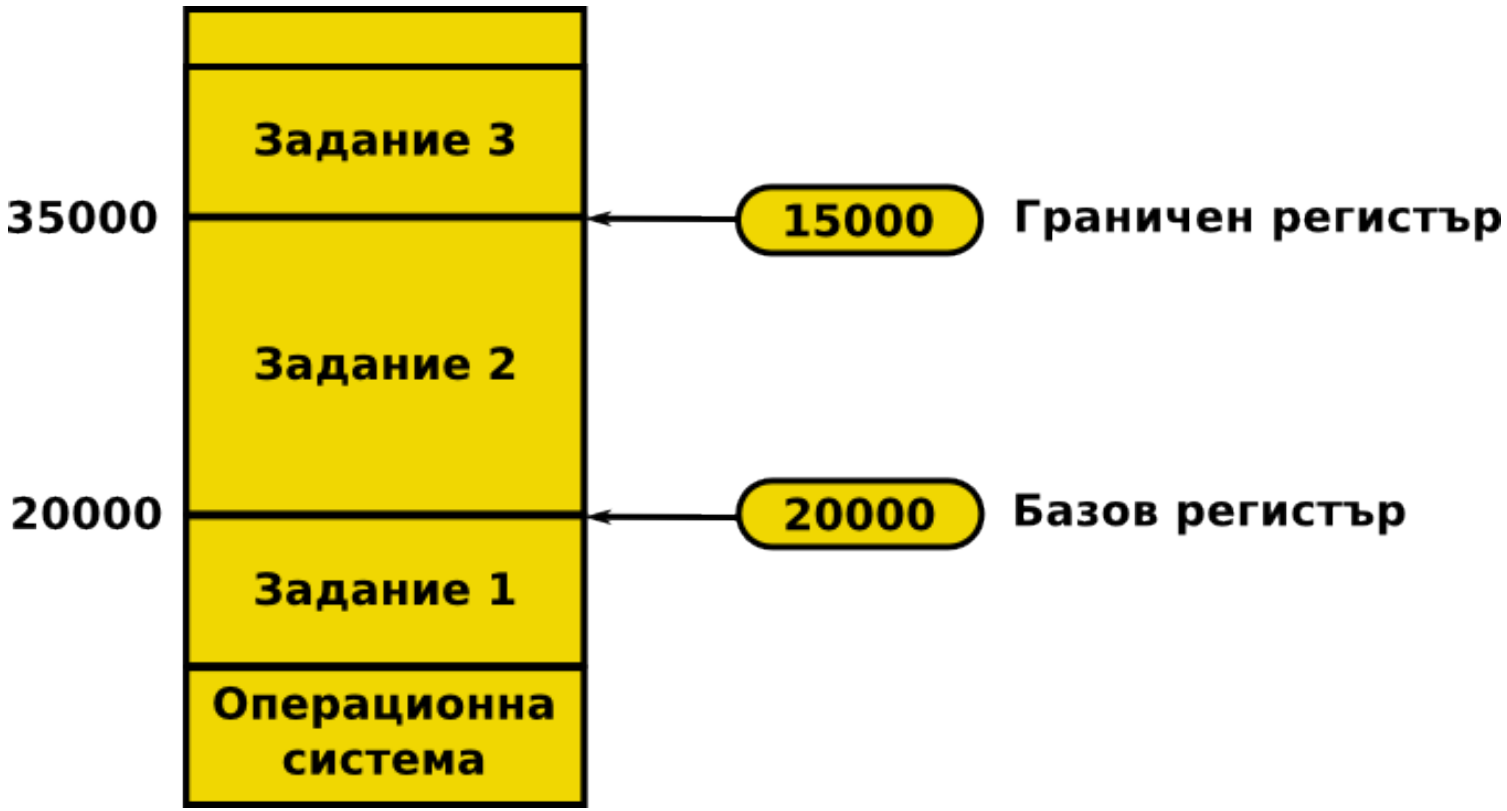
- За да бъде изпълнена една програма, първо тя трябва да бъде заредена в оперативната памет на компютърната система.
- *Входна опашка* се нарича опашка от процеси, които чакат да бъдат заредени в оперативната памет на компютъра за да бъдат изпълнени.
- Потребителската програма преминава през няколко стъпки преди да бъде изпълнена.

Въведение

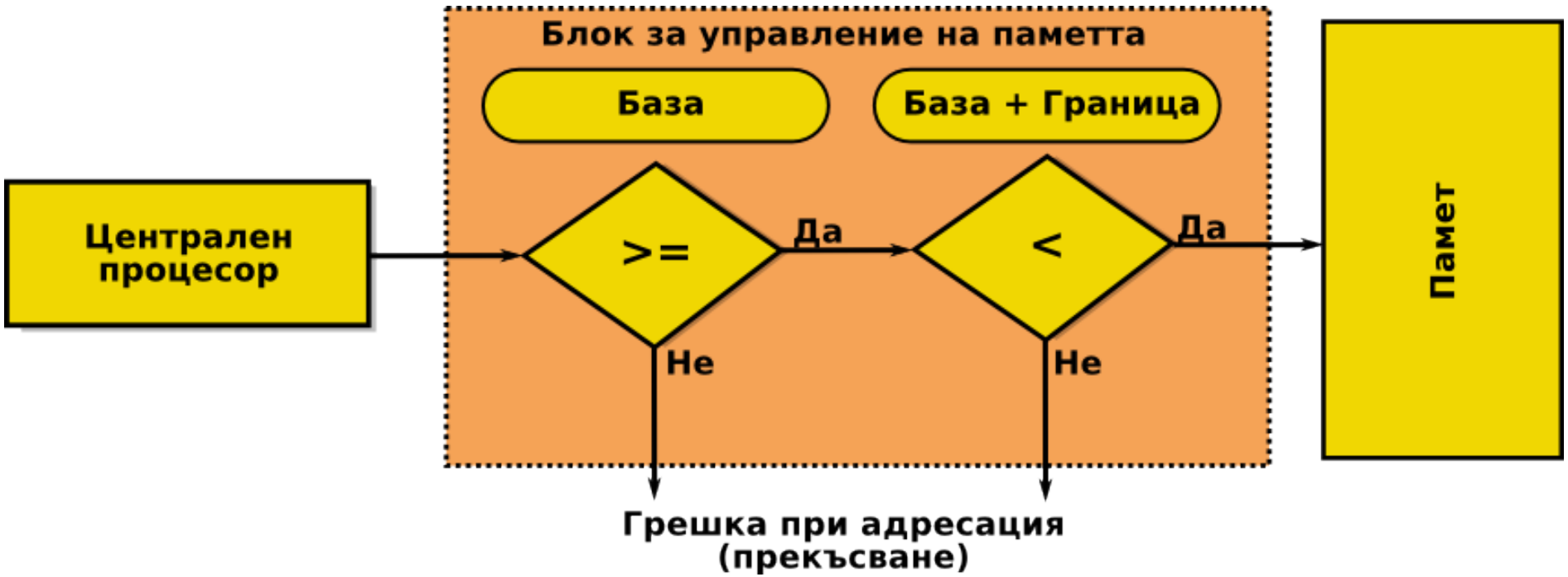


Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Базов и граничен регистър



Базов и граничен регистър



Свързване на програмата с адреси в паметта

Свързването на инструкциите и данните на програмата с адреси в оперативната памет на компютъра може да се реализира в различни моменти от жизнения цикъл на програмата.

- *По време на компилация:* Ако разположението на програмата в паметта е известно предварително, още по време на компилация на програмата, то компилатора може да генерира абсолютни адреси в паметта. Ако трябва да се промени разположението в паметта на програмата, то е необходима тя да се прекомпилира.

Свързване на програмата с адреси в паметта

- *По време на зареждане:* Когато разположението на програмата в паметта не е предварително известно, то е необходимо компилатора да генерира *премества*ем код.
- *По време на изпълнение:* Свързването на програмата с адреси в оперативната памет може да се отложи до момента на изпълнение на програмата, ако програмата (или части от нея) може да бъде преместен от един сегмент на оперативната памет в друг. За тази цел обикновено е необходима хардуерна поддръжка.

Логически и физически адреси

- Логически адрес се нарича адрес, генериран от централния процесор. Понякога тези адреси се наричат виртуални адреси.
- Физически адрес е адресът на клетката от оперативната памет, който се зарежда върху шината за адресиране.
- Разделянето на концепциите за логическо и физическо адресно пространство има основно значение за управлението на паметта.
- Управлението на паметта се заключава в начините, по които логическото адресно пространство се свързва с физическото адресно пространство.

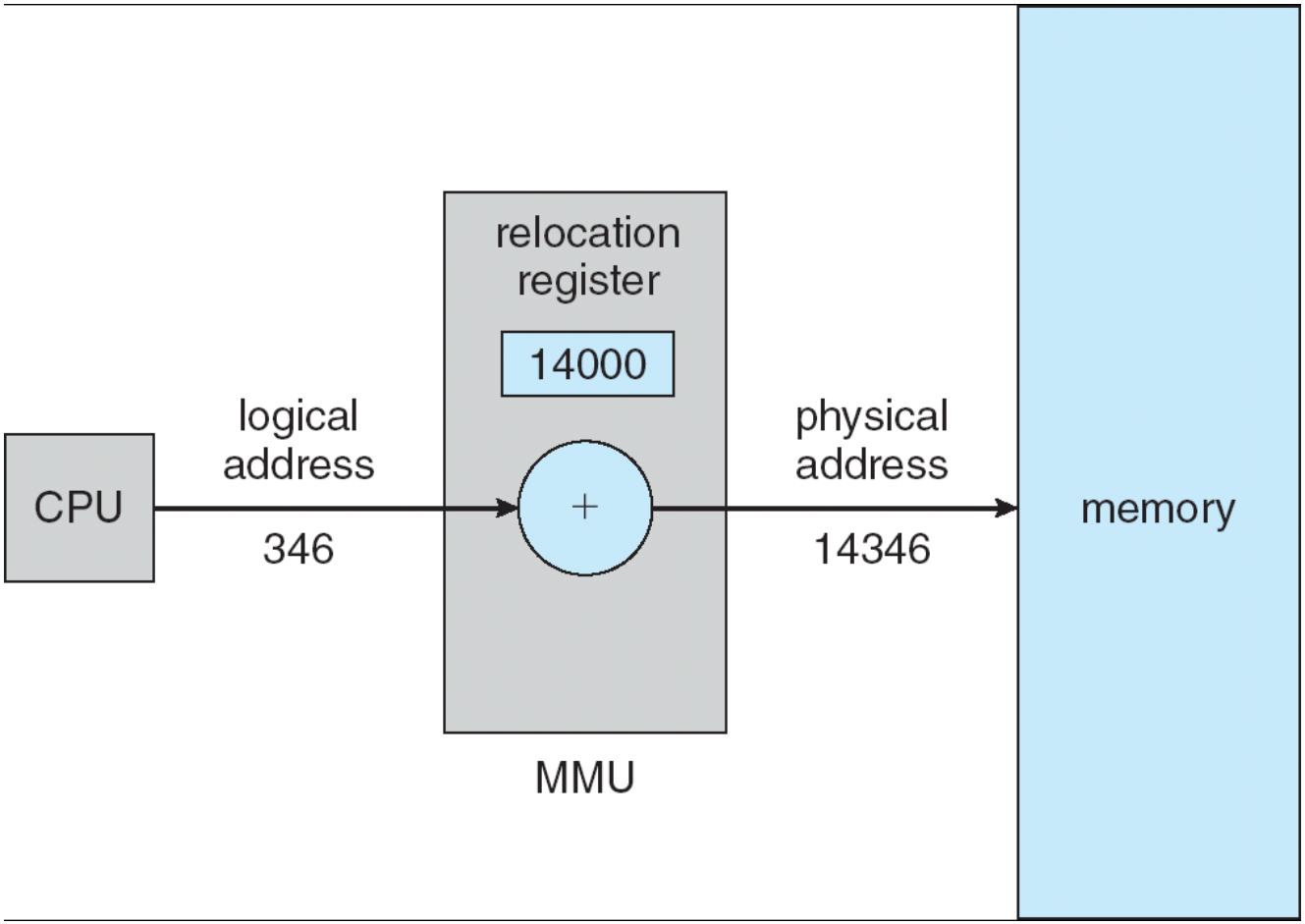
Логически и физически адреси

- В случаите на свързване на адреси при компилация и по време на зареждане на програмата, логическите и физическите адреси съвпадат.
- При използване на подхода за свързване на адресите по време на изпълнение, логическите и физическите адреси са различни.

Блок за управление на паметта (MMU)

- Блок за управление на паметта се нарича част от хардуера (централния процесор), който се използва за изграждане на съответствие между логическите и физическите адреси.
- Основен елемент на блока за управление на паметта е регистърът за преместване (базов регистър) (relocation register, base register), който се добавя към всеки генериран от централния процесор логически адрес в момента, в който централния процесор се обръща към паметта.
- Потребителската програма работи само с логически адреси — тя никога не използва физически адреси.

Блок за управление на паметта (MMU)



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

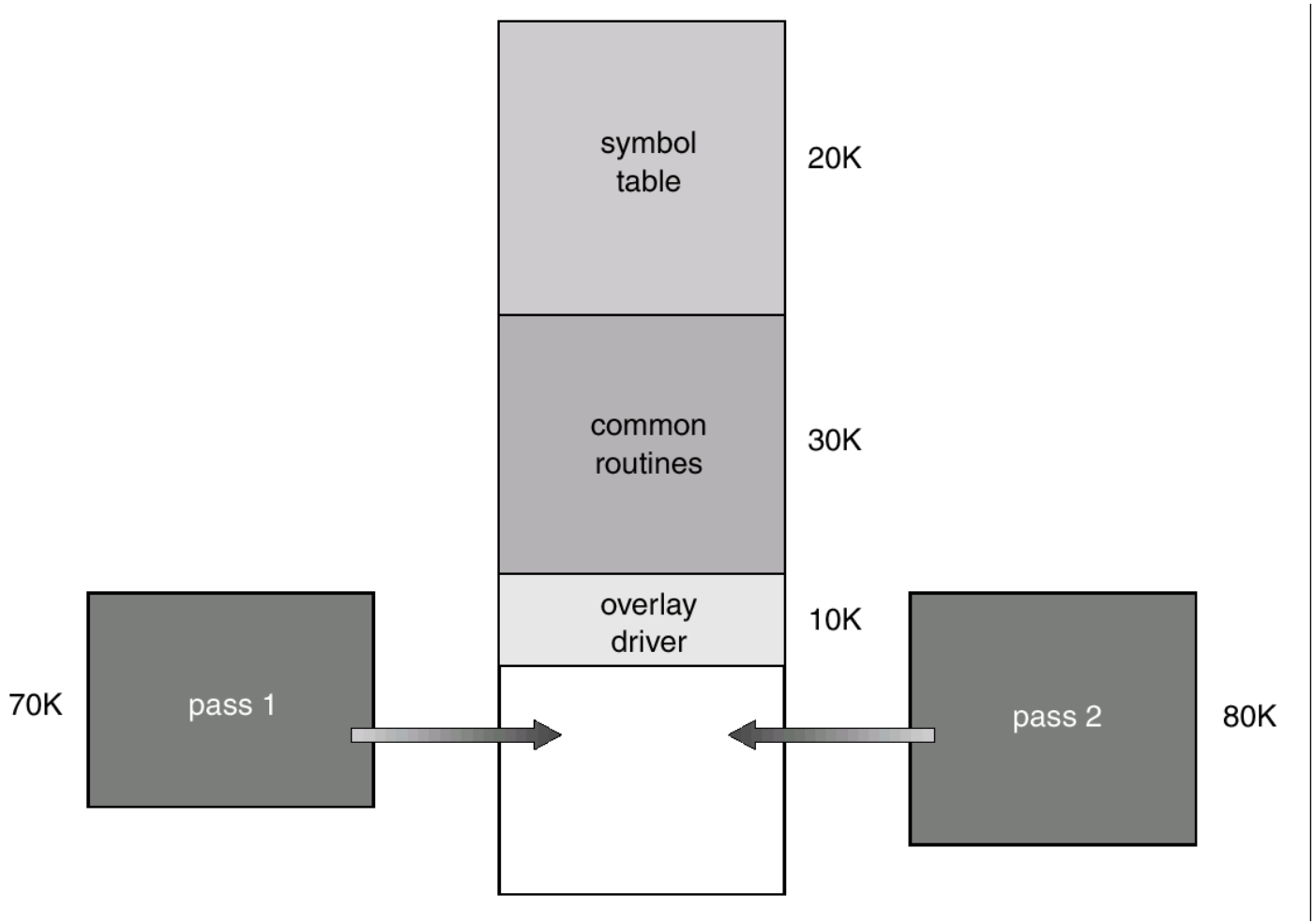
Динамично зареждане

- Зареждането в паметта на функциите и подпрограмите се отлага до момента, в който те действително са необходими (мързеливо зареждане).
- Този подход позволява по-добро използване на паметта – функциите и подпрограмите които не се използват, не се зареждат в оперативната памет. Когато големи участъци от кода са предназначени за обработка на рядко случващи се ситуации, динамичното зареждане води до значително по-добро използване на паметта.
- Динамичното зареждане не изисква специална поддръжка от операционната система. То може да бъде реализирано изцяло в потребителската програма.

Динамично свързване

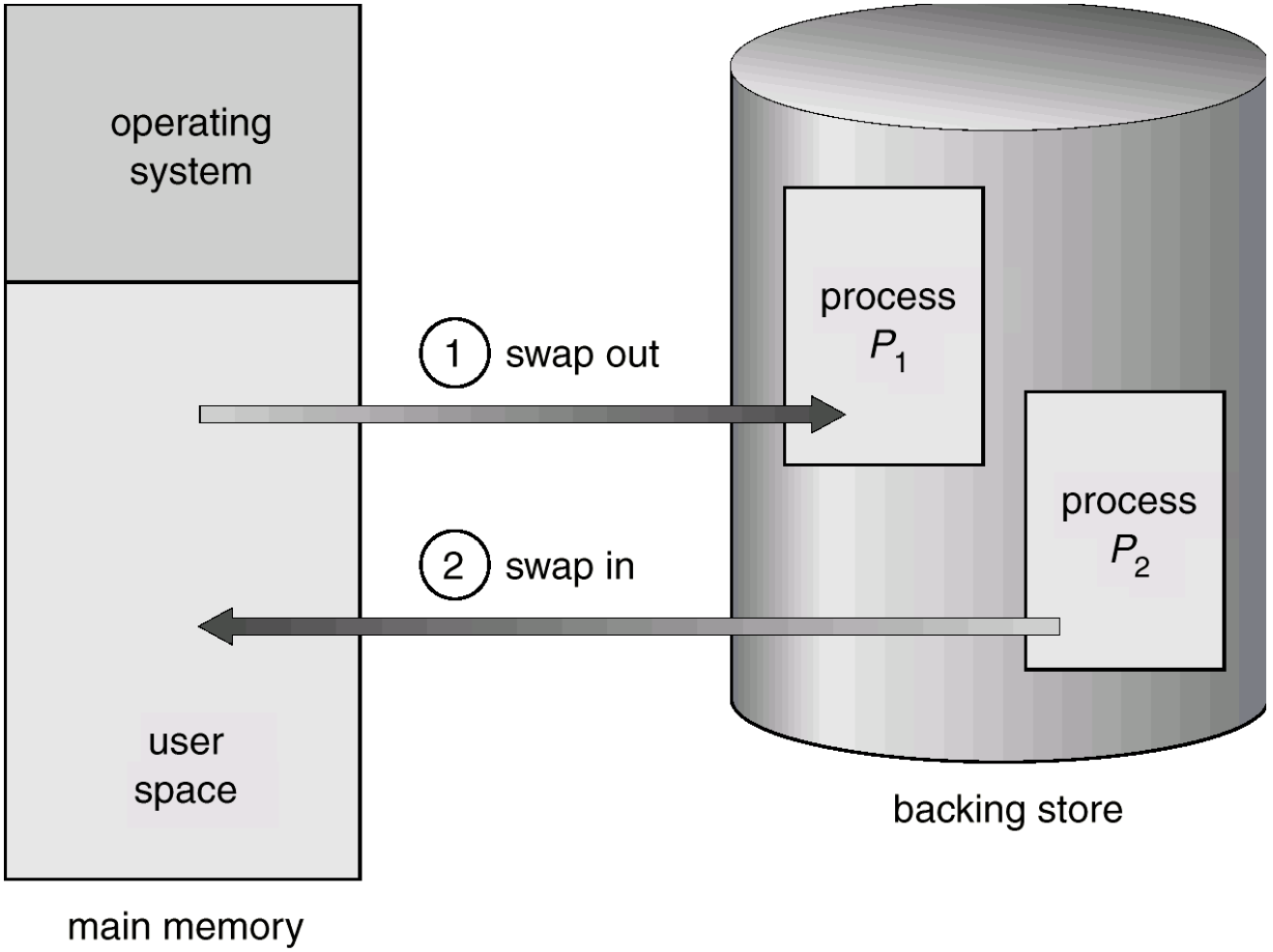
- Динамичното свързване е особено полезно при реализиране на библиотеки.
- В кода на приложението се интегрират малки участъци код, наречени *стъбове (stub)*, чиято задача е да намерят правилната, заредена вече в оперативната памет функция.
- Когато стъбът намери необходимата функция, той се заменя с адреса на тази функция и я извиква.
- Операционната система трябва да провери дали съответната функция е в адресното пространство на процеса, който я извиква.

Препокриване (Overlay)



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Размяна (swapping)

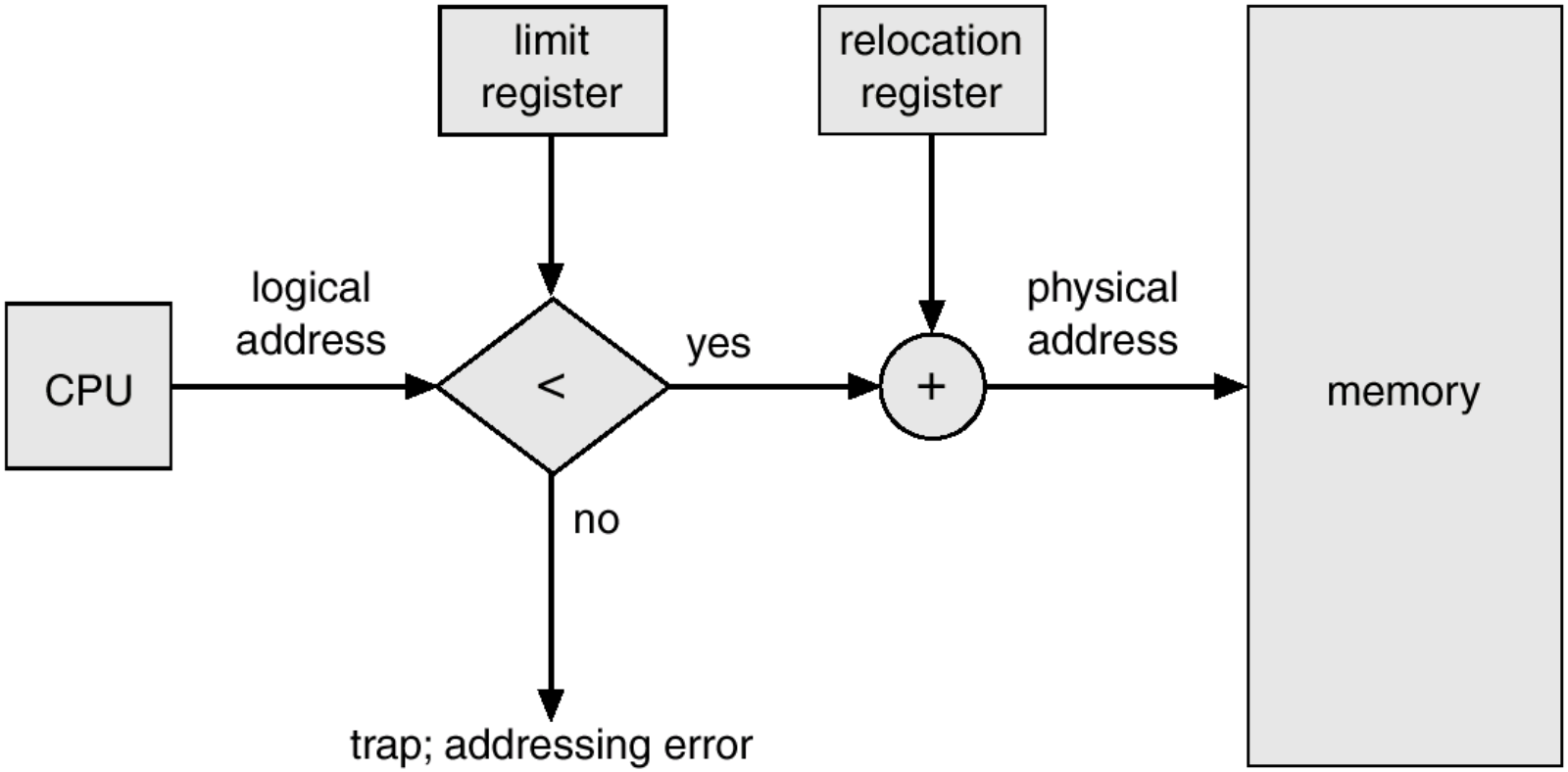


Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Фиксирани раздели

- Оперативната памет се разделя на определен брой и с определен размер парчета – раздели.
- В първите операционни системи често се използва във варианта два фиксирани раздела – един за резидентния монитор (операционна система) и втори раздел за потребителското задание.
- Този подход може да се комбинира със свързването на физическите адреси по време на компилация. По време на компилация се определя в кой точно раздел ще работи дадена програма и компилатора и свързващия редактор генерират абсолютни адреси.
- По-гъвкаво е да се използва преместваем обектен код – свързването на физическите адреси да става по време на зареждане на програмата, в зависимост от това в кой раздел се зарежда тя.

Фиксирани раздели



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Фрагментация

- Наличието на неизползвани участъци от паметта се нарича *фрагментация*
- Една от основните причини за фрагментация на оперативната памет при фиксираните раздели, е че част от раздела не се използва, тъй като размера на раздела е фиксирана и не може да се променя.

Фрагментация

- Фрагментацията на оперативната памет се разделя на два вида:
  - *Външна фрагментация* – съществува свободна оперативна памет, но тя е разделена на малки дупки между разделите, които се използват от работещите процеси.
  - *Вътрешна фрагментация* – заделената памет е по-голяма от паметта, която реално се използва от процеса; тази памет е вътрешна за раздела, но не се използва от процеса.

Променливи раздели

- *Дупка* – свободен участък от оперативната памет.
- Първоначално цялата оперативна памет (преди да се заредят процеси) може да се разглежда като една “дупка”.
- Когато един процес трябва да бъде зареден в оперативната памет, то за него се заделя памет от някоя от дупките, които са достатъчно големи за да поберат процеса.
- Операционната система трябва да съхранява информацията за заетите раздели и за свободните раздели (дупки) в оперативната памет.
- Този подход също страда от фрагментация.

Уплътняване

- Възможен подход за справяне с фрагментацията при променливите раздели е *уплътняването* на оперативната памет.
- Идеята е всички процеси да се преместят в оперативната памет така, че да остане само една дупка.
- Този подход има ред недостатъци:
  - Местенето на процеси обаче, е времеемко.
  - Докато се местят процесите трябва да бъдат спрени.
- Поради тези недостатъци уплътняването на оперативната памет се използва рядко.

Стратегии за избиране на раздел

Нека си представим, че са стартира нов процес, който има нужда от N байта оперативна. Възможните стратегии за избор на подходящ раздел от паметта се следните:

- *Първият подходящ:* избира се първата дупка в паметта, която е достатъчно голяма.
- *Най-подходящият:* избира се най-малката дупка в паметта, която е достатъчно голяма.
- *Най-неподходящият:* избира се най-голямата дупка в оперативната памет.

Моделиране на тези стратегии показва, че стратегиите "първият подходящ" и "най-подходящият" имат по-добра производителност от гледна точка на бързодействие и използваемост на оперативната памет. Това са най-често използваните стратегии при работа с раздели.

Делене на страници

- Логическото и физическото адресно пространство на процеса не са непрекъснати (един раздел), а са разделени на парчета.
- Физическото адресно пространство е разделено на фиксирани по размер блоково, които се наричат *кадри (frames)*. Типично като размер на кадъра се избира число, степен на 2 – да речем 512, 1024,...
- Логическото адресно пространство се разделя на блокове със същия размер (като размера на кадъра), които се наричат *страници (pages)*.
- Операционната система трябва да съхранява информация за всички свободни кадри.

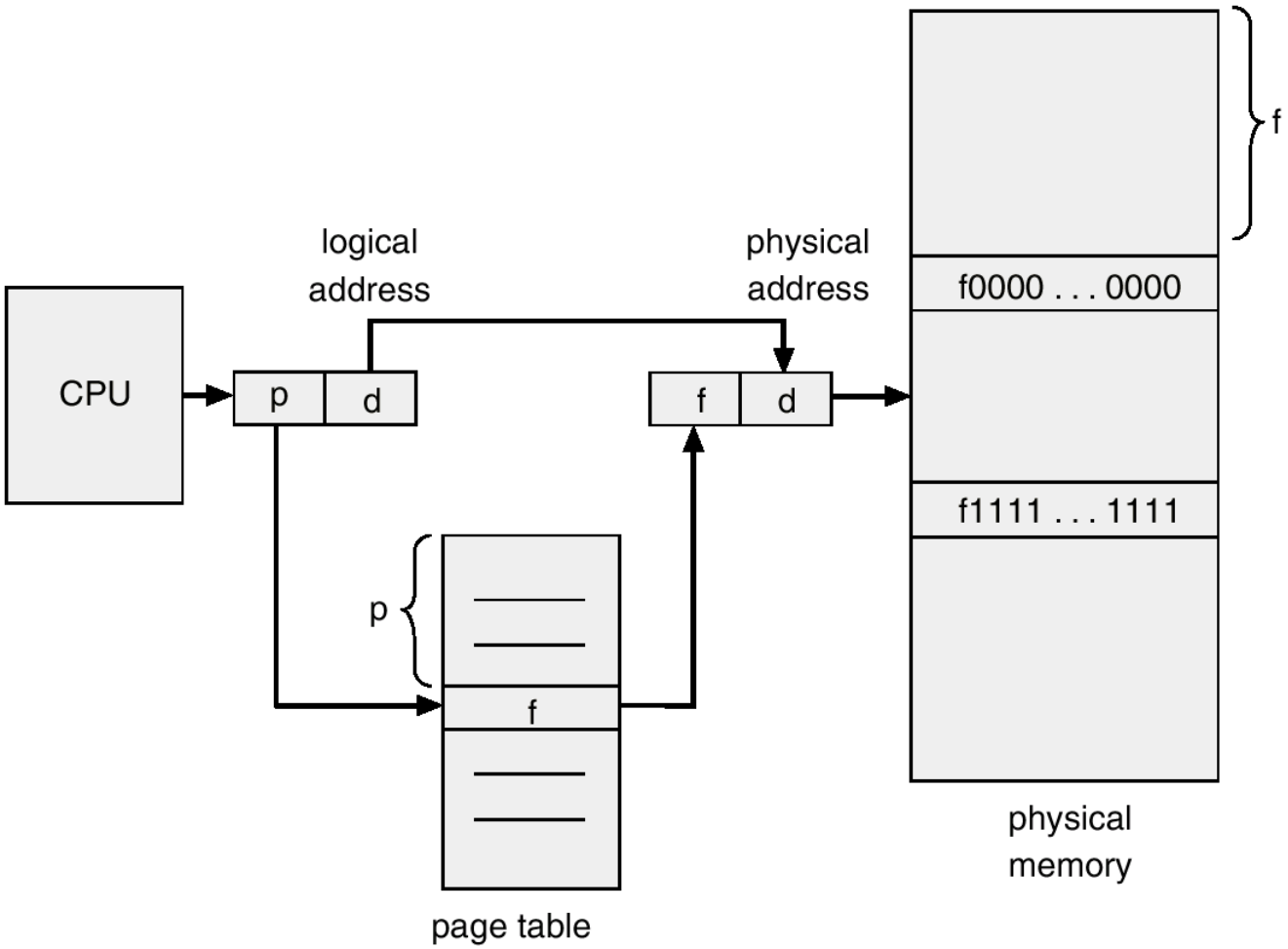
Делене на страници

- За да се зареди една програма с размер N страници в оперативната памет е необходимо операционната система да намери съответния брой свободни кадри, да зареди програмата и да инициализира таблицата за преобразуване на логическите във физически адреси.
- Деленето на страници води до увеличаване на вътрешната фрагментация.

Преобразуване на адреси

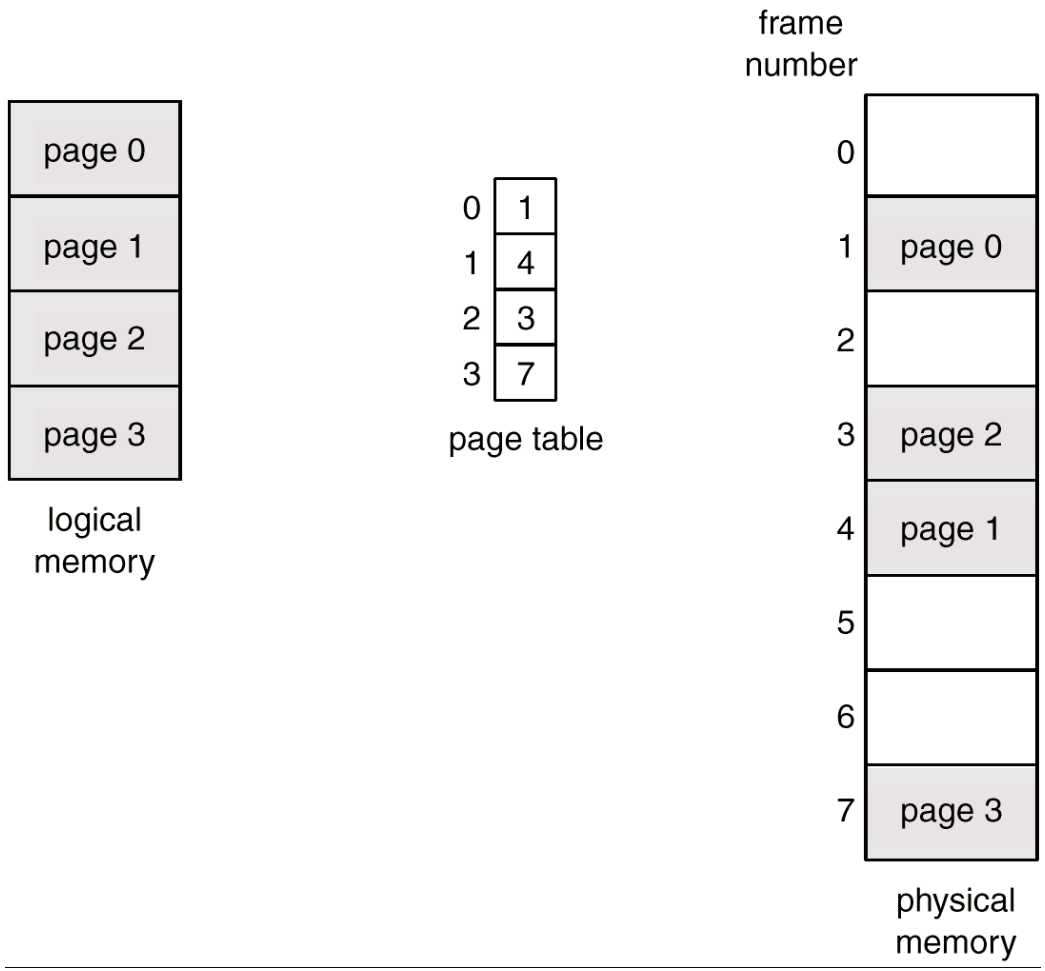
- Всеки логически адрес генериран от централния процесор се разделя на две: *номер на страница (p)* и *отместване в страницата (d)*.
- Номерът на страницата (p) се използва като индекс в *преобразуващата таблица (таблицата на страниците, page table)*, където се съхранява базовия адрес на кадъра, съответстващ на дадената страница.
- Отместването в страницата (d) се добавя към базовия адрес на кадъра за да се получи физическия в оперативната памет.

Преобразуване на адреси



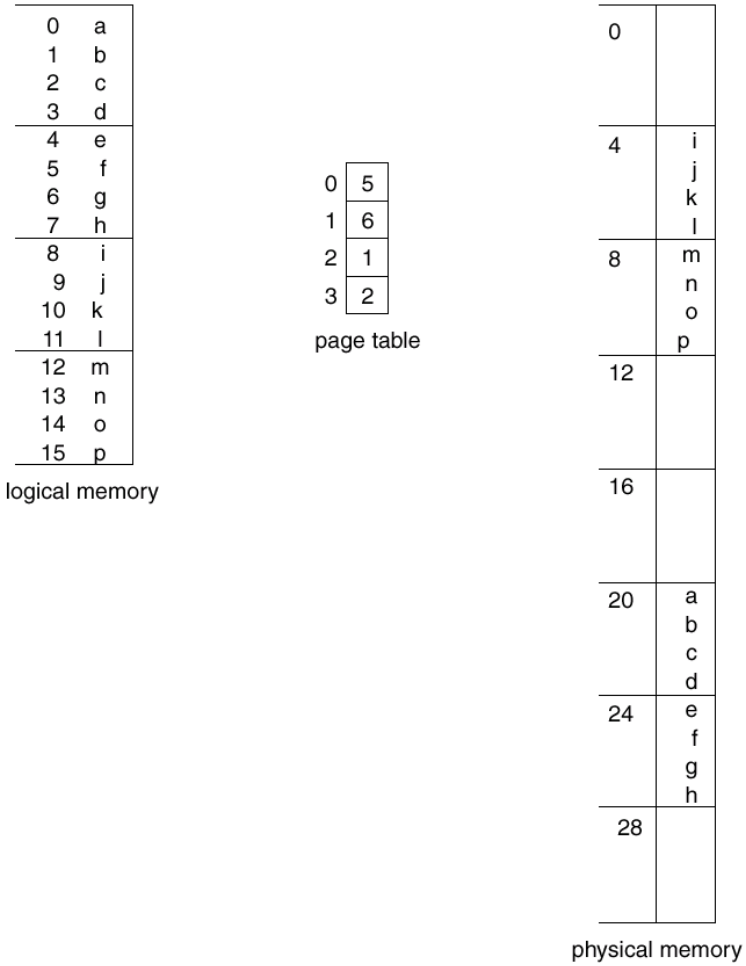
Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Страници



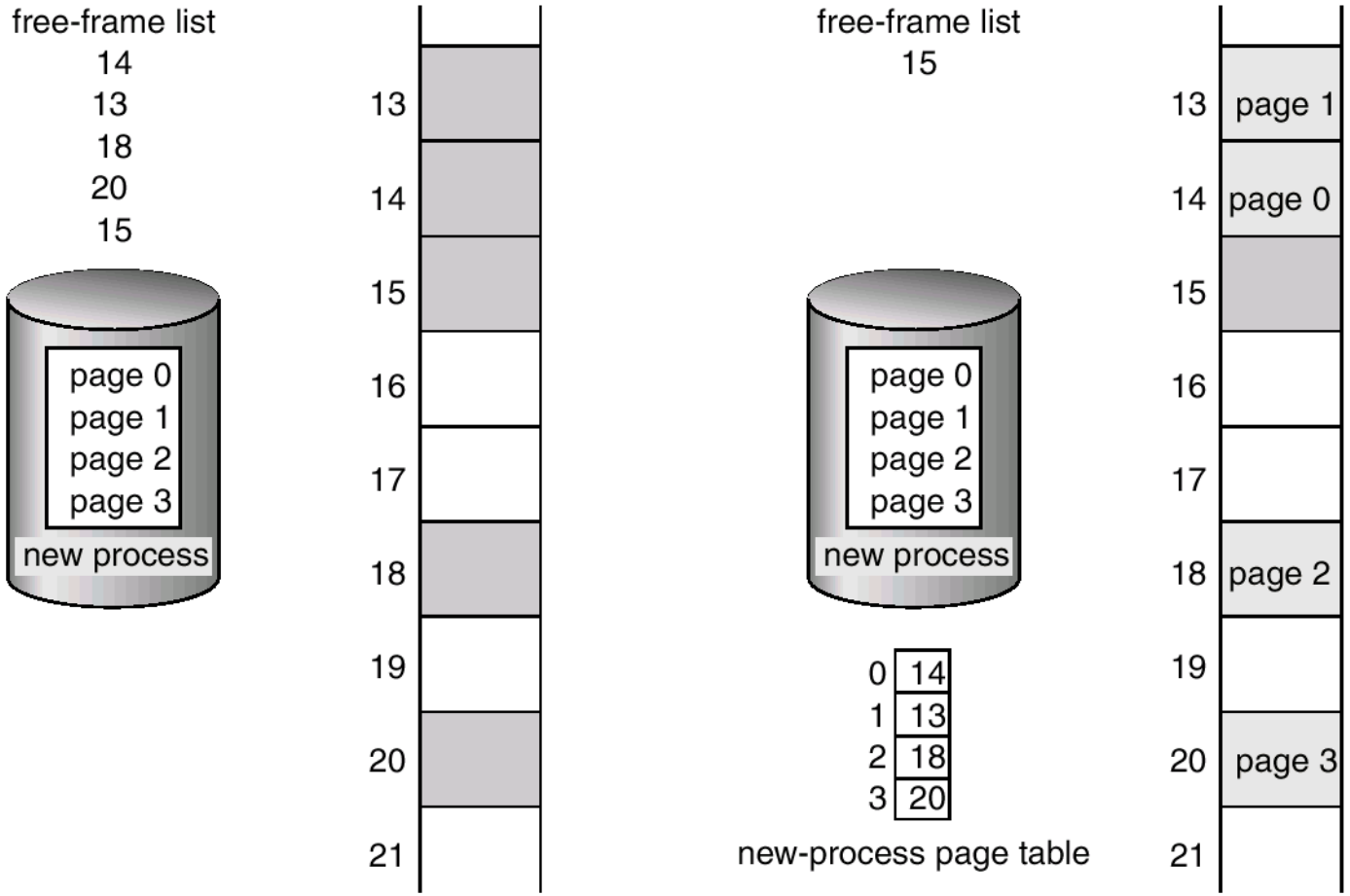
Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Страници



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Свободни кадри

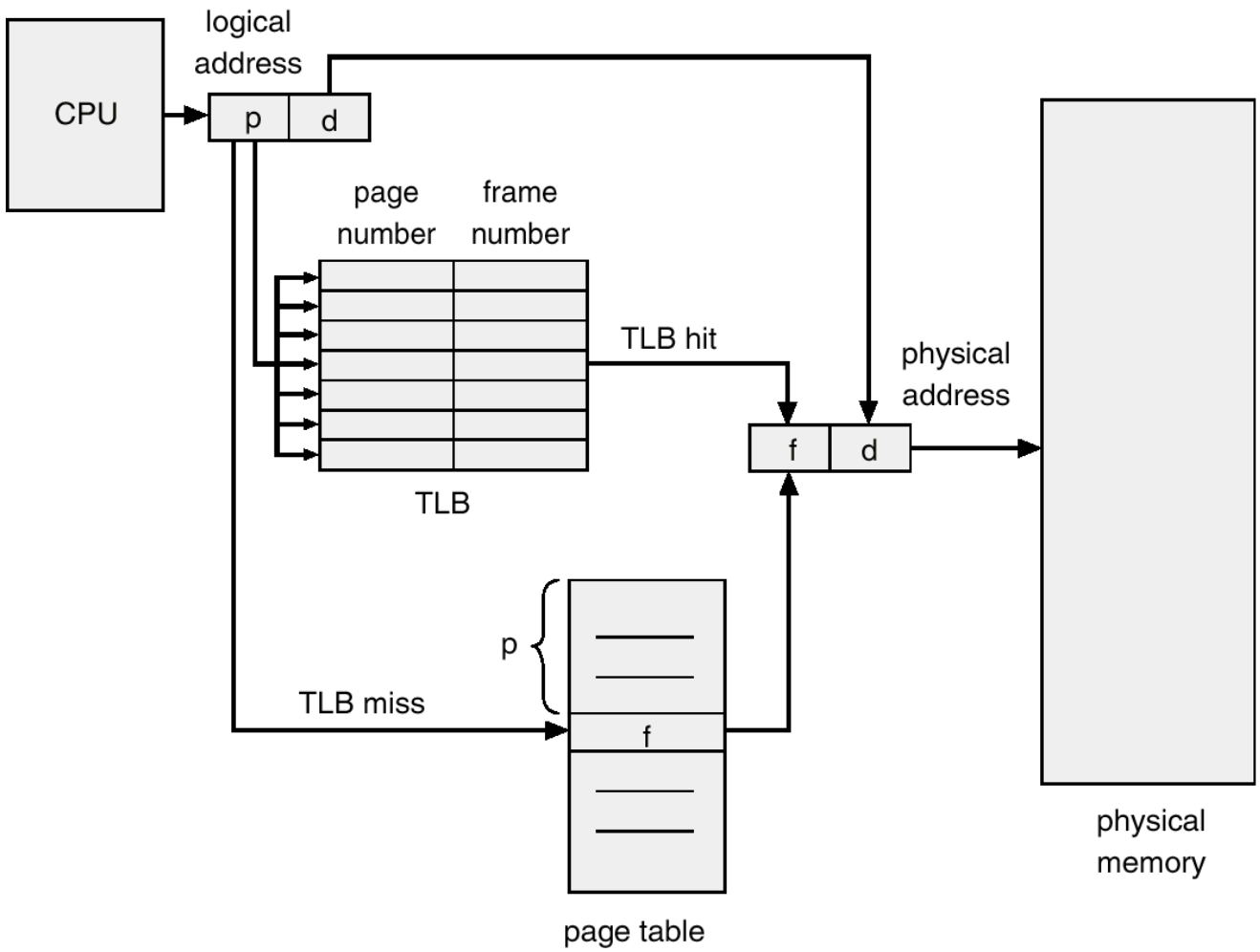


Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Преобразуваща таблица

- Преобразуващата таблица (page table) типично се съхранява в оперативната памет.
- При такъв подход достъпът до данните и инструкциите изисква две обръщания към паметта – веднъж към преобразуващата таблица за да се формира физическия адрес и веднъж към съответния адрес в оперативната памет.
- Този проблем може да бъде решен като се използва специализиран бърз хардуерен кеш, който е организиран като асоциативна памет (associative memory, translation look-aside buffer (TLB)).

Преобразуваща таблица

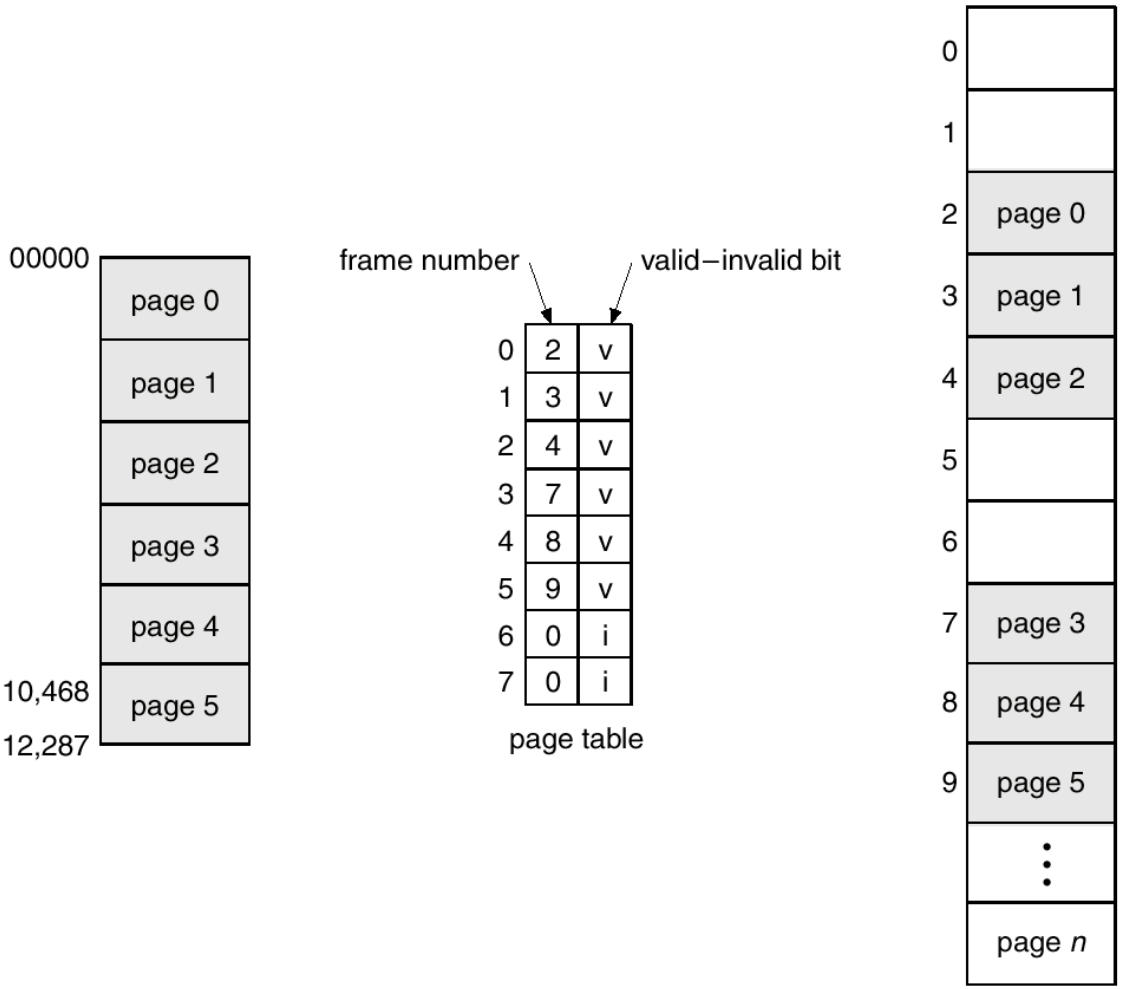


Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Защита на паметта

- Защитата на паметта при деленето на страници се реализира като с всеки кадър се асоциира допълнителен бит (или битове).
- Най-простата схема асоциира с всяка страница в таблицата за преобразуване допълнителен бит за валидност на страницата (valid/invalid bit).
- Когато битът е в състояние “валиден (valid)”, то това означава че страницата е в логическото адресно пространство на процеса и следователно може да бъде използвана (адресирана).
- Когато битът е в състояние “невалиден (invalid)”, то това означава, че страницата не е в логическото адресно пространство.

Преобразуваща таблица

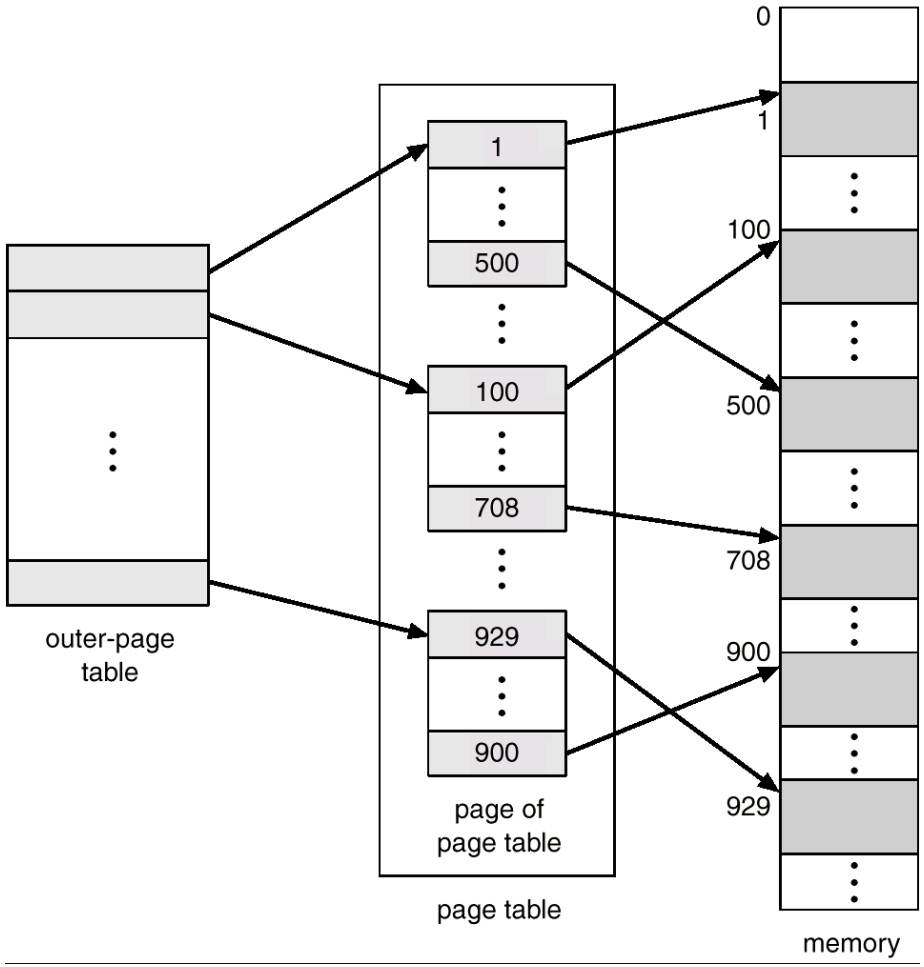


Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Видове преобразуващи таблици

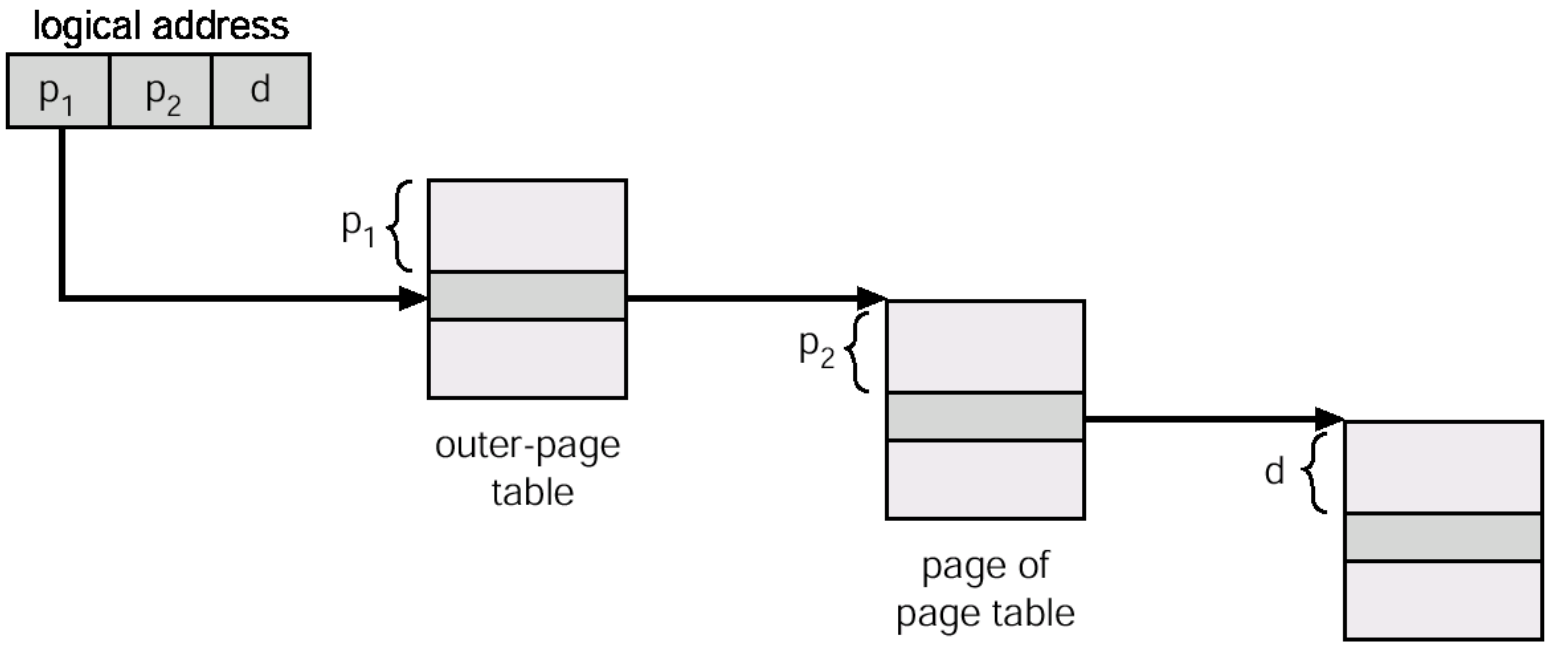
- Йерархични преобразуващи таблици.
- Преобразуващи хеш-таблици.
- Обърнати преобразуващи таблици.

Йерархична преобразуваща таблица с две нива



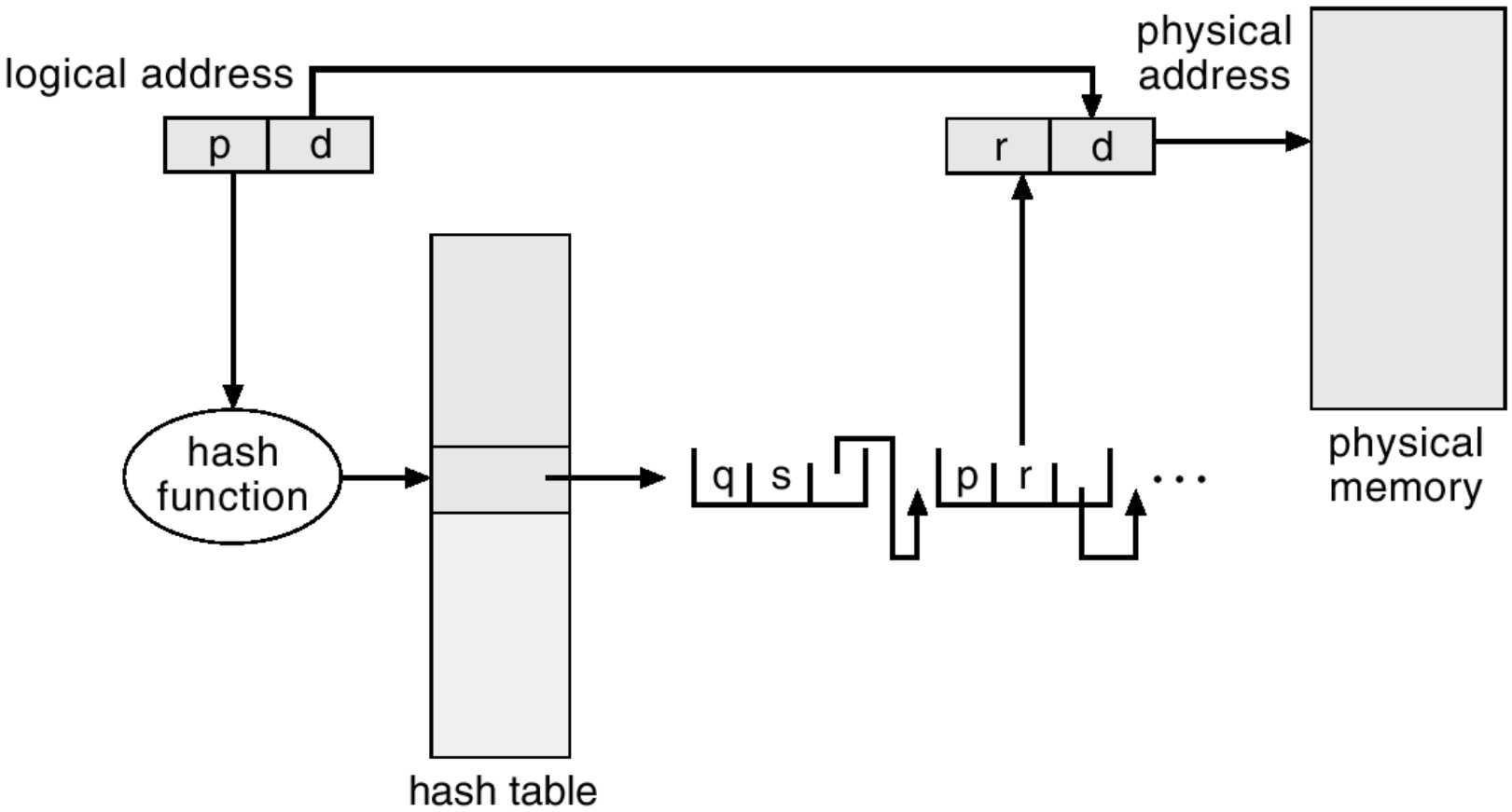
Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Йерархична преобразуваща таблица с две нива



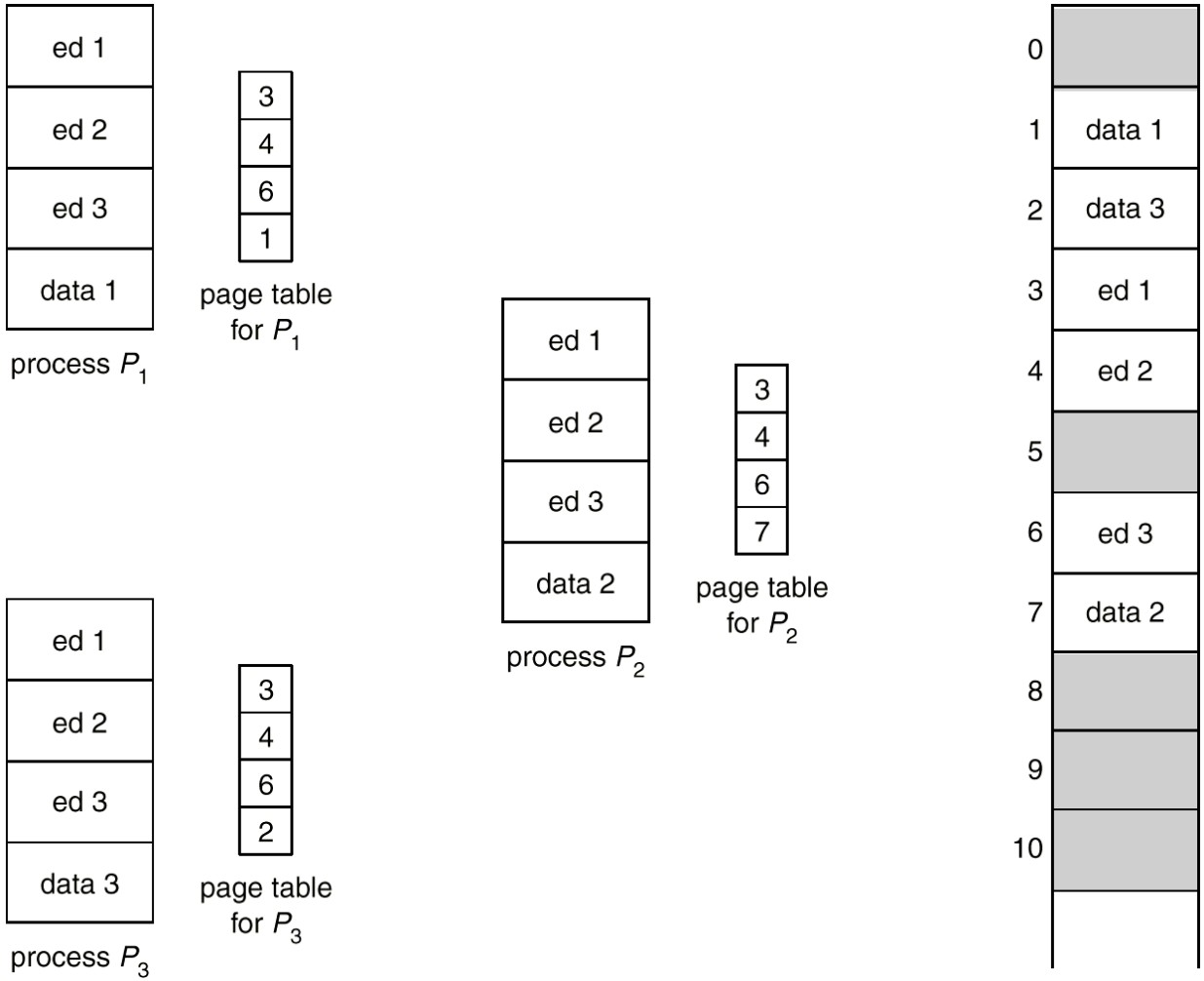
Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Преобразуваща хеш-таблица



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Общи страници



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*