

# Khối Kho Kết cấu



## Bài tập thực hành

**12.1** Tìm kiếm tăng tốc được mô tả trong Bài tập 12.3 là điển hình của ổ đĩa cứng. Ngược lại, đĩa mềm (và nhiều đĩa cứng được sản xuất trước giữa những năm 1980) thường tìm kiếm ở một tốc độ cố định. Giả sử rằng đĩa trong Bài tập 12.3 có một tìm kiếm tốc độ không đổi chứ không phải một tìm kiếm gia tốc không đổi, vì vậy thời gian tìm kiếm có dạng  $t = x + yL$ , ở đâu  $t$  là thời gian tính bằng mili giây và  $L$  là khoảng cách tìm kiếm. Giả sử rằng thời gian để tìm kiếm một hình trụ liền kề là 1 mili giây, như trước đây và là 0,5 mili giây cho mỗi hình trụ bổ sung.

Một. Viết phương trình cho thời gian tìm kiếm này dưới dạng hàm của khoảng cách tìm kiếm.

b. Sử dụng hàm thời gian tìm kiếm trong phần a, tính tổng thời gian tìm kiếm cho mỗi lịch trình trong Bài tập 12.2. Câu trả lời của bạn có giống với câu trả lời cho Bài tập 12.3 (c) không?

c. Phần trăm tốc độ tăng của lịch trình nhanh nhất so với FCFS trong trường hợp này là bao nhiêu?

### Trả lời:

Một.  $t = 0.95 + 0.05L$

b. FCFS 362.60; SSTF 95.80; QUÉT 497.95; NHÌN 174.50; C-QUÉT 500.15; (và C-LOOK 176.70). SSTF vẫn là người chiến thắng, và LOOK là á quân.

c.  $(362.60 - 95.80)/362.60 = 0.74$  Tốc độ phần trăm của SSTF trên FCFS là 74%, liên quan đến thời gian tìm kiếm. Nếu chúng ta bao gồm chi phí của độ trễ quay và truyền dữ liệu, tốc độ phần trăm sẽ ít hơn.

**12,2** Lập lịch đĩa, khác với lập lịch FCFS, có hữu ích trong môi trường một người dùng không? Giải thích câu trả lời của bạn.

**Trả lời:** Trong môi trường một người dùng, hàng đợi I / O thường trống. Các yêu cầu thường đến từ một quy trình duy nhất cho một khối hoặc cho một chuỗi các khối liên tiếp. Trong những trường hợp này, FCFS là một phương pháp lập lịch đĩa tiết kiệm. Nhưng LOOK gần như dễ lập trình và sẽ cho hiệu suất tốt hơn nhiều khi nhiều quy trình đang thực hiện I / O đồng thời, chẳng hạn như khi trình duyệt Web truy xuất dữ liệu trong nền trong khi hệ điều hành đang phân trang và một ứng dụng khác đang hoạt động ở nền trước.

**12.3** Giải thích lý do tại sao lập kế hoạch SSTF có xu hướng ưu tiên các xi lanh ở giữa hơn các xi lanh trong cùng và ngoài cùng.

**Trả lời:** Tâm đĩa là vị trí có khoảng cách trung bình nhỏ nhất đến tất cả các rãnh khác. Do đó đầu đĩa có xu hướng di chuyển ra khỏi các cạnh của đĩa. Đây là một cách khác để nghĩ về nó. Vị trí hiện tại của đầu chia các xi lanh thành hai nhóm. Nếu phần đầu không nằm ở trung tâm của đĩa và một yêu cầu mới đến, thì yêu cầu mới có nhiều khả năng nằm trong nhóm bao gồm trung tâm của đĩa; do đó, đầu có nhiều khả năng di chuyển theo hướng đó.

**12.4** Tại sao độ trễ quay thường không được xem xét trong lập lịch đĩa? Bạn sẽ sửa đổi SSTF, SCAN và C-SCAN như thế nào để bao gồm tối ưu hóa độ trễ?

**Trả lời:** Hầu hết các đĩa không xuất thông tin vị trí quay của chúng sang máy chủ. Ngay cả khi họ làm như vậy, thời gian để thông tin này đến bộ lập lịch sẽ không chính xác và thời gian mà bộ lập lịch sử dụng có thể thay đổi, do đó thông tin vị trí quay sẽ trở nên không chính xác. Hơn nữa, các yêu cầu đĩa thường được đưa ra dưới dạng số khối logic và ánh xạ giữa các khối logic và vị trí vật lý là rất phức tạp.

**12,5** Việc sử dụng đĩa RAM sẽ ảnh hưởng đến việc lựa chọn thuật toán lập lịch đĩa của bạn như thế nào? Bạn cần xem xét những yếu tố nào? Các cân nhắc tương tự có áp dụng cho việc lập lịch đĩa cứng, với điều kiện hệ thống tệp lưu trữ các khối được sử dụng gần đây trong bộ đệm ẩn trong bộ nhớ chính không?

**Trả lời:** Lập lịch đĩa cố gắng giảm thiểu thời gian định vị đầu đĩa. Vì đĩa RAM có thời gian truy cập đồng nhất nên việc lập lịch biểu phần lớn là không cần thiết. Việc so sánh giữa đĩa RAM và bộ nhớ đệm trên đĩa chính không có ý nghĩa gì đối với việc lập lịch đĩa cứng vì chúng tôi chỉ lập lịch cho các lần bỏ sót bộ đệm đệm chứ không phải các yêu cầu tìm thấy dữ liệu của chúng trong bộ nhớ chính.

**12,6** Tại sao việc cân bằng I / O hệ thống tệp giữa các đĩa và bộ điều khiển trên hệ thống trong môi trường đa nhiệm lại quan trọng?

**Trả lời:** Một hệ thống chỉ có thể hoạt động ở tốc độ tắc nghẽn chậm nhất của nó. Đĩa hoặc bộ điều khiển đĩa thường là nút thắt cổ chai trong các hệ thống hiện đại vì hiệu suất riêng của chúng không thể theo kịp tốc độ của CPU và bus hệ thống. Bằng cách cân bằng I / O giữa các đĩa và bộ điều khiển, không có đĩa riêng lẻ hoặc bộ điều khiển nào bị quá tải, do đó tránh được tình trạng tắc nghẽn cổ chai.

**12,7** Sự cân bằng liên quan đến việc đọc lại các trang mã từ hệ thống tệp so với việc sử dụng không gian hoán đổi để lưu trữ chúng là gì?

**Trả lời:** Nếu các trang mã được lưu trữ trong không gian hoán đổi, chúng có thể được chuyển nhanh hơn vào bộ nhớ chính (vì phân bố không gian hoán đổi được điều chỉnh để có hiệu suất nhanh hơn so với cấp phát hệ thống tệp chung). Sử dụng không gian hoán đổi có thể yêu cầu thời gian khởi động nếu các trang được sao chép ở đó khi gọi quy trình thay vì chỉ được phân trang để hoán đổi không gian theo yêu cầu. Ngoài ra, nhiều không gian hoán đổi hơn phải được phân bổ nếu nó được sử dụng cho cả trang mã và dữ liệu.

**12,8** Có cách nào để triển khai bộ nhớ thực sự ổn định không? Giải thích câu trả lời của bạn.

**Trả lời:** Bộ nhớ thực sự ổn định sẽ không bao giờ mất dữ liệu. Kỹ thuật cơ bản để lưu trữ ổn định là duy trì nhiều bản sao của dữ liệu, để nếu một bản sao bị phá hủy, một số bản sao khác vẫn có sẵn để sử dụng. Nhưng đối với bất kỳ kế hoạch nào, chúng ta có thể tưởng tượng một thảm họa đủ lớn mà tất cả các bản sao đều bị phá hủy.

**12,9** Thuật ngữ “SCSI-II rộng nhanh” biểu thị một bus SCSI hoạt động với tốc độ dữ liệu 20 megabyte mỗi giây khi nó di chuyển một gói byte giữa máy chủ và thiết bị. Giả sử rằng ổ đĩa SCSI-II rộng nhanh quay ở tốc độ 7200 vòng / phút, có kích thước khu vực là 512 byte và chứa 160 cung trên mỗi rãnh.

Một. Ước tính tốc độ truyền liên tục của ổ đĩa này tính bằng megabyte mỗi giây.

b. Giả sử rằng ổ đĩa có 7000 xi lanh, 20 rãnh trên mỗi xi lanh, thời gian chuyển đổi đầu (từ đĩa này sang đĩa khác) là 0,5 mili giây và thời gian tìm kiếm hình trụ liên kề là 2 mili giây. Sử dụng thông tin bổ sung này để đưa ra ước tính chính xác về tốc độ truyền được duy trì cho một khoản chuyển lớn.

c. Giả sử rằng thời gian tìm kiếm trung bình cho ổ đĩa là 8 mili giây. Ước tính I / Os mỗi giây và tốc độ truyền hiệu quả cho khối lượng công việc truy cập ngẫu nhiên đọc các khu vực riêng lẻ nằm rải rác trên đĩa.

d. Tính toán I / Os truy cập ngẫu nhiên mỗi giây và tốc độ truyền cho các kích thước I / O là 4 kilobyte, 8 kilobyte và 64 kilobyte.

e. Nếu nhiều yêu cầu nằm trong hàng đợi, một thuật toán lập lịch như SCAN sẽ có thể giảm khoảng cách tìm kiếm trung bình. Giả sử rằng khối lượng công việc truy cập ngẫu nhiên đang đọc các trang 8 kilobyte, độ dài hàng đợi trung bình là 10 và thuật toán lập lịch giảm thời gian tìm kiếm trung bình xuống 3 mili giây. Bây giờ hãy tính I / Os mỗi giây và tốc độ truyền tải hiệu quả của ổ đĩa.

**Trả lời:**

Một. Đĩa quay 120 lần mỗi giây và mỗi lần quay truyền một bản nhạc 80 KB. Do đó, tốc độ truyền duy trì có thể được tính gần đúng là 9600 KB / s.

b. Giả sử rằng 100 xi lanh là một sự chuyển giao rất lớn. Tốc độ truyền là tổng số byte chia cho tổng thời gian. Số byte:  $100 \text{ cyl} * 20 \text{ trk} / \text{cyl} * 80 \text{ KB} / \text{trk}$ , tức là 160.000 KB. Thời gian: thời gian quay + thời gian chuyển mạch theo dõi + thời gian chuyển đổi xi lanh. Thời gian quay vòng là  $2000 \text{ trks} / 120 \text{ trks}$  mỗi giây, tức là 16,667 s. Thời gian chuyển mạch theo dõi là 19 công tắc trên mỗi cyl \*  $100 \text{ cyl} * 0,5 \text{ ms}$ , tức là 950 ms. Thời gian chuyển đổi xi lanh là  $99 * 2 \text{ ms}$ , tức là 198 ms. Như vậy, tổng thời gian là  $16,667 + 0,950 + 0,198$ , tức là 17,815 s. (Chúng tôi đang bỏ qua mọi tìm kiếm ban đầu và độ trễ quay, có thể thêm khoảng 12 ms vào lịch biểu, tức là 0,1%.) Do đó, tốc độ truyền là 8981,2 KB / s. Chi phí chuyển đổi đường ray và xi lanh là khoảng 6,5%.

c. Thời gian mỗi lần truyền là 8 ms để tìm kiếm + độ trễ quay trung bình  $4,167 \text{ ms} + 0,052 \text{ ms}$  (được tính từ  $1 / (120 \text{ trk}$  mỗi giây  $\pm 160$  sector trên mỗi trk)) để xoay một sector qua đầu đĩa trong quá trình đọc. Chúng tôi tính số lần chuyển mỗi giây là  $1 / (0,012219)$ , tức là 81,8. Vì mỗi lần truyền là 0,5 KB nên tốc độ truyền là 40,9 KB / s.

d. Chúng tôi bỏ qua các giao cắt đường ray và xi lanh để đơn giản hóa. Đối với các lần đọc có kích thước 4 KB, 8 KB và 64 KB, I / Os tương ứng mỗi giây được tính từ lượt tìm kiếm, độ trễ quay và thời gian truyền xoay như trong mục trước, cho (tương ứng)  $1 / (0,0126)$ ,  $1 / (0,013)$  và  $1 / (0,019)$ . Do đó, chúng tôi nhận được lần lượt 79,4, 76,9 và 52,6 chuyển mỗi giây. Tốc độ truyền nhận được từ 4, 8 và 64 lần các tốc độ I / O này, cho ra lần lượt là 318 KB / s, 615 KB / s và 3366 KB / s.

e. Từ  $1 / (3 + 4,167 + 0,83)$ , chúng tôi thu được 125 I / Os mỗi giây. Từ 8 KB cho mỗi I / O, chúng tôi thu được 1000 KB / s.

### 12.10 Có thể gắn nhiều ổ đĩa vào một bus SCSI. Đặc biệt,

một bus SCSI-II rộng nhanh (xem Bài tập 12.9) có thể được kết nối với nhiều nhất 15 ổ đĩa. Nhớ lại rằng bus này có băng thông 20 megabyte mỗi giây. Tại bất kỳ thời điểm nào, chỉ một gói tin có thể được truyền trên bus giữa bộ đệm bên trong của một số đĩa và máy chủ. Tuy nhiên, một đĩa có thể di chuyển nhánh đĩa của nó trong khi một số đĩa khác đang chuyển một gói trên bus. Ngoài ra, một đĩa có thể truyền dữ liệu giữa các đĩa từ và bộ nhớ đệm bên trong của nó trong khi một số đĩa khác đang chuyển một gói trên bus. Xem xét tốc độ truyền mà bạn đã tính toán cho các khối lượng công việc khác nhau trong Bài tập 12.9, thảo luận xem có bao nhiêu đĩa có thể được sử dụng hiệu quả bởi một bus SCSI-II rộng nhanh.

#### Trả lời:

Đối với I / Os ngẫu nhiên 8 KB trên đĩa được tải nhẹ, trong đó thời gian truy cập ngẫu nhiên được tính là khoảng 13 ms (xem Bài tập 12.9), tốc độ truyền hiệu quả là khoảng 615 MB / s. Trong trường hợp này, 15 đĩa sẽ có tốc độ truyền tổng hợp dưới 10 MB / s, tốc độ này sẽ không làm bão hòa bus. Đối với các lần đọc ngẫu nhiên 64 KB vào đĩa được tải nhẹ, tốc độ truyền là khoảng 3,4 MB / s, do đó, năm ổ đĩa trở xuống sẽ bão hòa bus. Đối với các lần đọc 8 KB với hàng đợi đủ lớn để giảm tìm kiếm trung bình xuống 3 ms, tốc độ truyền là khoảng 1 MB / s, do đó băng thông bus có thể đủ để chứa 15 đĩa.

**12,11** Việc loại bỏ các khối xấu bằng cách tiết kiệm lĩnh vực hoặc trượt lĩnh vực có thể ảnh hưởng đến hiệu suất. Giả sử rằng ổ đĩa trong Bài tập 12.9 có tổng cộng 100 bad sector tại các vị trí ngẫu nhiên và mỗi bad sector được ánh xạ tới một ổ đĩa dự phòng nằm trên một rãnh khác, nhưng trong cùng một trụ. Ước tính số I/Os mỗi giây và tốc độ truyền hiệu quả cho khối lượng công việc truy cập ngẫu nhiên bao gồm các lần đọc 8 kilobyte, với độ dài hàng đợi là 1 (nghĩa là lựa chọn thuật toán lập lịch không phải là một yếu tố). Ảnh hưởng của một khu vực xấu đến hiệu suất là gì? **Trả lời:** Vì đĩa chứa 22.400.000 cung nên xác suất yêu cầu một trong 100 lĩnh vực được ánh xạ lại là rất nhỏ. Ví dụ về trường hợp xấu nhất là chúng tôi cố đọc một trang 8 KB, nhưng một cung từ giữa bị lỗi và đã được ánh xạ lại đến vị trí xấu nhất có thể trên một rãnh khác trong hình trụ đó. Trong trường hợp này, thời gian tìm kiếm có thể là 8 mili giây, cộng với hai công tắc theo dõi và hai độ trễ quay đầy đủ. Có khả năng một bộ điều khiển hiện đại sẽ đọc tất cả các sector tốt được yêu cầu từ rãnh gốc trước khi chuyển sang rãnh dự phòng để truy xuất sector được ánh xạ lại và do đó sẽ chỉ phải chịu một công tắc theo dõi và độ trễ quay. Vì vậy, thời gian sẽ là 8 ms tìm kiếm + độ trễ quay trung bình 4,17 ms + công tắc theo dõi 0,05 ms + độ trễ quay 8,3 ms + thời gian đọc 0,83 ms (8 KBis 16 cung, 1/10 của một vòng quay). Do đó, thời gian để phục vụ yêu cầu này sẽ là 21,8 mili giây, cho tốc độ I/O là 45,9 yêu cầu mỗi giây và băng thông hiệu dụng là 367 KB/s. Đối với một ứng dụng bị giới hạn thời gian nghiêm trọng, điều này có thể thành vấn đề, nhưng tác động tổng thể trong mức trung bình có trọng số của 100 lĩnh vực được ánh xạ lại và 22,4 triệu lĩnh vực tốt là con số không.

**12,12** Trong máy hát tự động bằng đĩa, tác dụng của việc có nhiều tệp mở hơn so với số lượng ổ đĩa trong máy hát tự động?

**Trả lời:** Hai kết quả tồi tệ có thể dẫn đến. Một khả năng là bỏ đói các ứng dụng chặn I/Os đối với các băng không được gắn trong ổ đĩa. Một khả năng khác là sự cố, vì máy hát tự động được lệnh chuyển băng sau mỗi thao tác I/O.

**12,13** Nếu các đĩa cứng từ tính cuối cùng có cùng giá mỗi gigabyte như các loại băng khác, thì liệu băng sẽ trở nên lỗi thời, hay chúng vẫn còn cần thiết? Giải thích câu trả lời của bạn.

**Trả lời:** Băng có thể tháo rời dễ dàng, vì vậy chúng rất hữu ích cho việc sao lưu bên ngoài trang web và để truyền dữ liệu hàng loạt (bằng cách gửi hộp mực). Theo quy luật, đĩa cứng từ tính không phải là phương tiện di động.

**12,14** Đôi khi người ta nói rằng băng là một phương tiện truy cập tuần tự, trong khi đĩa từ là một phương tiện truy cập ngẫu nhiên. Trên thực tế, sự phù hợp của một thiết bị lưu trữ để truy cập ngẫu nhiên phụ thuộc vào kích thước truyền. Thời hạn *tốc độ truyền trực tuyến* biểu thị tốc độ dữ liệu cho quá trình truyền đang được thực hiện, loại trừ ảnh hưởng của độ trễ truy cập. Ngược lại, *tốc độ truyền tải hiệu quả* là tỷ lệ của tổng số byte trên tổng số giây, bao gồm cả thời gian trên không, chẳng hạn như độ trễ truy cập.

Giả sử rằng, trong máy tính, bộ đệm cấp 2 có độ trễ truy cập là 8 nano giây và tốc độ truyền trực tuyến là 800 megabyte mỗi giây, bộ nhớ chính có độ trễ truy cập là 60 nano giây và tốc độ truyền trực tuyến là 80 megabyte mỗi giây. , đĩa từ

có độ trễ truy cập là 15 mili giây và tốc độ truyền trực tuyến là 5 megabyte mỗi giây và ổ đĩa băng có độ trễ truy cập là 60 giây và tốc độ truyền trực tuyến là 2 megabyte mỗi giây.

Một. Truy cập ngẫu nhiên làm cho tốc độ truyền hiệu quả của một thiết bị giảm xuống, vì không có dữ liệu nào được truyền trong thời gian truy cập. Đối với đĩa được mô tả, tốc độ truyền hiệu quả là bao nhiêu nếu một truy cập trung bình được theo sau bởi truyền trực tuyến 512 byte, 8 kilobyte, 1 megabyte và 16 megabyte?

b. Việc sử dụng một thiết bị là tỷ số giữa tốc độ truyền tải hiệu quả với tốc độ truyền trực tuyến. Tính toán việc sử dụng ổ đĩa để truy cập ngẫu nhiên thực hiện chuyển theo từng kích thước trong số bốn kích thước được đưa ra trong phần a.

c. Giả sử rằng việc sử dụng 25 phần trăm (hoặc cao hơn) được coi là có thể chấp nhận được. Sử dụng các số liệu hiệu suất đã cho, tính toán kích thước truyền tải nhỏ nhất cho đĩa mang lại hiệu quả sử dụng có thể chấp nhận được.

d. Hoàn thành câu sau: Đĩa là thiết bị truy cập ngẫu nhiên để truyền lớn hơn \_\_\_\_\_ byte, và là một tuần tự-truy cập thiết bị để chuyển giao nhỏ hơn.

e. Tính toán kích thước truyền tải tối thiểu để có thể sử dụng được cho bộ nhớ đệm, bộ nhớ và băng từ.

f. Khi nào thì một cuộn băng là thiết bị truy cập ngẫu nhiên và khi nào thì nó là thiết bị truy cập tuần tự?

### Trả lời:

Một. Đối với 512 byte, tốc độ truyền tải hiệu quả được tính như sau. ETR = quy mô chuyển nhượng / thời gian chuyển nhượng.

Nếu X là kích thước truyền, thì thời gian truyền là  $(X / STR) + \text{độ trễ}$ . Thời gian truyền là  $15\text{ms} + (512\text{B} / 5\text{MB mỗi giây}) = 15.0097\text{ms}$ . Do đó, tốc độ truyền tải hiệu quả là  $512\text{B} / 15.0097\text{ms} = 33.12\text{ KB / giây}$ .

ETR cho 8KB = .47MB / giây. ETR

cho 1MB = 4,65MB / giây. ETR

cho 16MB = 4,98MB / giây.

b. Sử dụng thiết bị cho  $512\text{B} = 33,12\text{ KB / giây} / 5\text{MB / giây} = .0064 = .64$

Đối với 8KB = 9,4%.

Đối với 1MB = 93%.

Đối với 16MB = 99,6%.

c. Tính  $.25 = \text{ETR} / \text{STR}$ , giải quyết kích thước truyền X.

$\text{STR} = 5\text{MB}$ , vì vậy  $1,25\text{MB} / S = \text{ETR}$ .

$1,25\text{MB} / S * ((X / 5) + .015) = X$ .

$.25X + .01875 = X$ . X

$= .025\text{MB}$ .

d. Đĩa là thiết bị truy cập ngẫu nhiên để truyền lớn hơn K byte (trong đó  $K > \text{kích thước khối đĩa}$ ), và là thiết bị truy cập tuần tự để truyền nhỏ hơn.

e. Tính toán kích thước truyền tối thiểu để sử dụng bộ nhớ đệm có thể chấp nhận được:

$$STR = 800MB, ETR = 200, \text{ độ trễ} = 8 \times 10^{-9} \cdot 200$$

$$(XMB / 800 + 8 \times 10^{-9}) = XMB.$$

$$.25XMB + 1600 \times 10^{-9} = XMB. X$$

$$= 2,24 \text{ byte.}$$

Tính toán cho bộ nhớ:

$$STR = 80MB, ETR = 20, L = 60 \times 10^{-9} \cdot 20$$

$$(XMB / 80 + 60 \times 10^{-9}) = XMB.$$

$$.25XMB + 1200 \times 10^{-9} = XMB. X$$

$$= 1,68 \text{ byte.}$$

Tính toán cho băng:

$$STR = 2MB, ETR = 0,5, L = 60 \text{ giây.}$$

$$5 (XMB / 2 + 60) = XMB.$$

$$.25XMB + 30 = XMB. X$$

$$= 40 \text{ MB.}$$

f. Nó phụ thuộc vào cách nó được sử dụng. Giả sử chúng ta đang sử dụng băng để khôi phục bản sao lưu. Trong trường hợp này, băng đóng vai trò như một thiết bị truy cập tuần tự, nơi chúng ta đọc tuần tự nội dung của băng. Một ví dụ khác, giả sử chúng ta đang sử dụng băng để truy cập nhiều bản ghi được lưu trữ trên băng. Trong trường hợp này, quyền truy cập vào băng là tùy ý và do đó được coi là ngẫu nhiên.

**12,15** Giả sử rằng chúng ta đồng ý rằng 1 kilobyte là  $1,024$  byte, 1 megabyte là  $1,024^2$  byte và 1 gigabyte là  $1,024^3$  byte. Quá trình này tiếp tục thông qua terabyte, petabyte và exabyte ( $1,024^6$ ). Hiện có một số dự án khoa học mới được đề xuất có kế hoạch ghi lại và lưu trữ một vài exabyte dữ liệu trong thập kỷ tới. Để trả lời những câu hỏi sau, bạn sẽ cần phải đưa ra một vài giả định hợp lý; nêu các giả định mà bạn đưa ra.

Một. Cần bao nhiêu ổ đĩa để chứa 4 exabyte dữ liệu?

b. Cần bao nhiêu băng từ để chứa 4 exabyte dữ liệu?

c. Cần bao nhiêu băng quang để chứa 4 exabyte dữ liệu (xem Bài tập 12.21)?

d. Cần bao nhiêu hộp mực lưu trữ ba chiều để chứa 4 exabyte dữ liệu (xem Bài tập 12.20)?

e. Mỗi tùy chọn sẽ yêu cầu bao nhiêu feet khối dung lượng lưu trữ?

**Trả lời:**

Một. Giả sử rằng ổ đĩa chứa 10 GB. Khi đó 100 ổ đĩa chứa 1 TB, 100.000 ổ đĩa chứa 1 PB và 100.000.000 ổ đĩa chứa 1 EB. Để lưu trữ 4 EB sẽ cần khoảng 400 triệu ổ đĩa. Nếu một băng từ có dung lượng 40 GB thì chỉ cần 100 triệu băng. Nếu

một băng quang chứa dữ liệu nhiều hơn 50 lần so với băng từ, 2 triệu băng quang là đủ. Nếu một hộp mực ba chiều có thể lưu trữ 180 GB thì cần khoảng 22,2 triệu hộp mực.

- b. Ổ đĩa 3,5 "cao khoảng 1", rộng 4 "và sâu 6". Tính theo feet, giá trị này là  $1/12 \times 1/3 \times 1/2$  hoặc  $1/72$  feet khối. Được đóng gói dày đặc, 400 triệu đĩa sẽ chiếm 5,6 triệu feet khối. Nếu chúng ta cho phép hệ số hai đối với không gian không khí và không gian dành cho nguồn cung cấp năng lượng, thì công suất cần thiết là khoảng 11 triệu feet khối.
- C. Hộp băng 1/2 "có kích thước khoảng 1" cao và 4,5 "hình vuông. Thể tích khoảng  $1/85$  feet khối. Đối với 100 triệu cuộn băng từ được đóng gói dày đặc, thể tích khoảng 1,2 triệu feet khối. Đối với 2 triệu băng quang, thể tích là 23.400 feet khối.
- d. Một đĩa CD-ROM có đường kính 4,75 "và dày khoảng  $1/16$ ". Nếu giả sử rằng một đĩa holostore được lưu trữ trong một khe thư viện rộng 5 "vuông và rộng  $1/8$ ", chúng tôi tính thể tích của 22,2 triệu đĩa là khoảng 40.000 feet khối.