Chương 1 Lý thuyết về cơ sở dữ liệu phân tán

Mục tiêu của phần này là trình bày khái quát về lý thuyết cơ sở dữ liệu phân tán.

Phần này sẽ đề cập đến các vấn đề sau:

- *Giới thiệu về cơ sở dữ liệu phân tán:*

  Giới thiệu các khái niệm về cơ sở dữ liệu phân tán, so sánh cơ sở dữ liệu phân tán với cơ sở dữ liệu tập trung từ đó rút ra những lý do để phát triển một hệ thống dựa trên cơ sở dữ liệu phân tán, cuối cùng trình bày khái quát về hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán.

- *Kiến trúc về cơ sở dữ liệu phân tán*

- *Kiến trúc của hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán.*

1.1 Giới thiệu về cơ sở dữ liệu phân tán

Trong những năm gần đây, cơ sở dữ liệu phân tán đã trở thành một lĩnh vực xử lý thông tin quan trọng và chúng ta dễ dàng nhận ra tầm quan trọng của nó ngày càng lớn mạnh. Chúng ta có lý do về tổ chức cũng như về kỹ thuật để phát triển theo xu hướng này: cơ sở dữ liệu phân tán loại đi nhiều thiếu sót của cơ sở dữ liệu tập trung và phù hợp hơn qua các cấu trúc phi tập trung cùng với các ứng dụng phân tán.

Chúng ta có thể định nghĩa sơ nét về cơ sở dữ liệu phân tán như sau: Một cơ sở dữ liệu phân tán là một tập hợp dữ liệu của một hệ thống nhưng được phân bố trên nhiều địa điểm (site) của một mạng máy tính. Định nghĩa này nhấn mạnh hai khía cạnh quan trọng của cơ sở dữ liệu phân tán là :

1. **Sự phân tán**: dữ liệu không lưu trữ trên cùng một địa điểm vì thế chúng ta có thể phân biệt nó với cơ sở dữ liệu tập trung.
2. **Mối tương quan luận lý** : Các dữ liệu có một số thuộc tính ràng buộc với nhau từ các cơ sở dữ liệu cục bộ mà được lưu trữ tại các địa điểm khác nhau trên mạng.

Ví dụ :

Xét một ngân hàng có ba chi nhánh nằm ở ba nơi khác nhau (hình 1.1). Tại mỗi chi nhánh, một hệ thống máy tính điều khiển các trạm thu hay rút tiền và quản lý cơ sở dữ

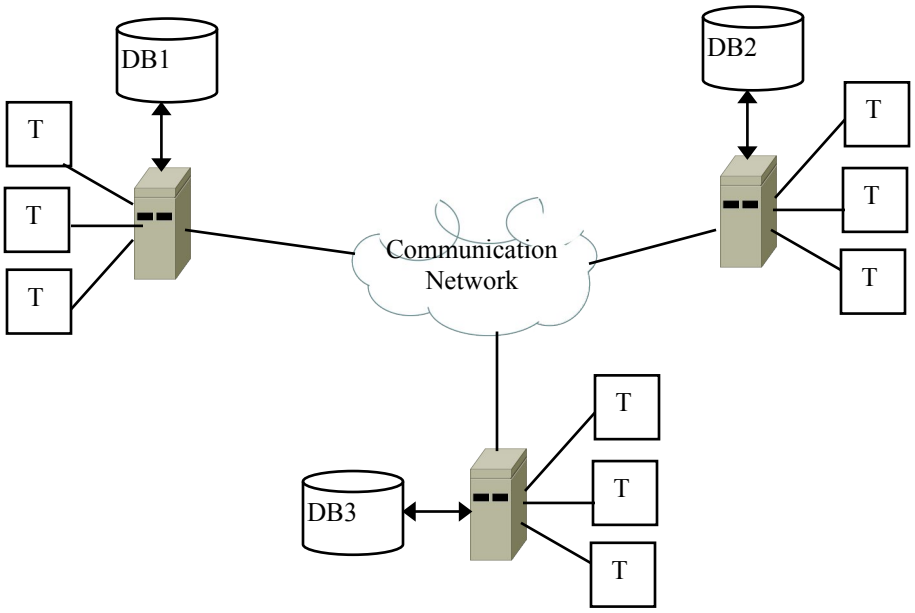
liệu về tài khoản. Mỗi hệ thống này với cơ sở dữ liệu tài khoản cục bộ tạo thành một site của cơ sở dữ liệu phân tán. Các hệ thống máy tính này được kết nối bởi một mạng truyền thông. Với những hoạt động thông thường, các yêu cầu từ các trạm chỉ cần truy xuất đến cơ sở dữ liệu tại chi nhánh của chúng. Vì thế ứng dụng này được gọi là ứng dụng cục bộ.

Với ví dụ trên nảy sinh hai câu hỏi sau: mỗi nhánh chỉ lưu trữ cơ sở dữ liệu cục bộ có đủ chưa? Cơ sở dữ liệu phân tán có phải là một tập các cơ sở dữ liệu cục bộ?

Để trả lời các câu hỏi này chúng ta tìm hiểu xem việc xử lý trên cơ sở dữ liệu cục bộ khác gì trên cơ sở dữ liệu phân tán. Về mặt kỹ thuật, chúng ta thấy cần có các ứng dụng mà truy xuất dữ liệu đang đặt ở nhiều nhánh. Các ứng dụng này được gọi là ứng dụng toàn cục hay ứng dụng phân tán.

Một ứng dụng toàn cục thông thường trong ví dụ trên là việc chuyển tiền từ một tài khoản này đến tài khoản khác. Ứng dụng này yêu cầu cập nhật cơ sở dữ liệu ở cả hai nhánh.

Hơn nữa ứng dụng toàn cục giúp cho người sử dụng không phân biệt được dữ liệu đó cục bộ hay từ xa. Đó là tính trong suốt dữ liệu trong cơ sở dữ liệu phân tán. Và đương nhiên khi ứng dụng toàn cục truy cập dữ liệu cục bộ sẽ nhanh hơn ứng dụng từ xa điều này nói lên sự nhân bản dữ liệu ở các nơi cũng làm tăng tốc độ xử lý chương trình.



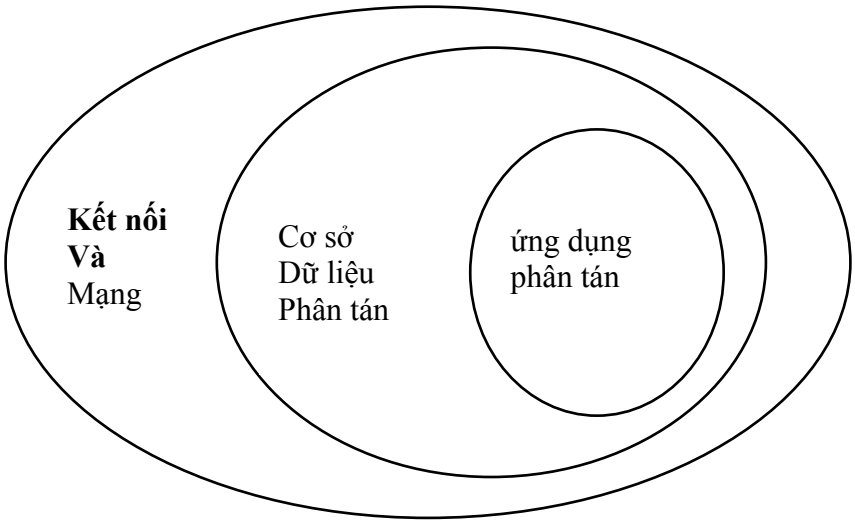
Hình 1.1 Cơ sở dữ liệu phân tán của ngân hàng có ba chi nhánh

1.1.1 **Định nghĩa về cơ sở dữ liệu phân tán**

Một cơ sở dữ liệu phân tán là tập hợp dữ liệu quan hệ lẫn nhau một cách luận lý trên cùng một hệ thống *nhưng được trãi rộng trên nhiều vị trí của một mạng máy tính.*

Mỗi vị trí có quyền tự quản cơ sở liệu cục bộ của mình và thực thi các ứng dụng cục bộ. Mỗi vị trí cũng phải ***tham gia vào việc thực thi ít nhất một ứng dụng toàn cục****: yêu cầu truy xuất dữ liệu tại nhiều vị trí qua mạng.*

Hình ảnh của cơ sở dữ liệu phân tán (hình 1.2) minh họa mối quan hệ của cơ sở dữ liệu phân tán với môi trường kết nối mạng máy tính và các ứng dụng phân tán.



Hình 1.2 Mối liên hệ giữa mạng máy tính, cơ sở dũ liệu phân tán và ứng dụng phân tán

1.1.2 Các điểm đặc trưng của cơ sở dữ liệu phân tán so với cơ sở dữ liệu tập trung

Cơ sở dữ liệu phân tán không đơn giản là việc phân tán các cơ sở dữ liệu tập trung bởi vì nó cho phép thiết kế các hệ thống có các tính chất khác với hệ thống tập trung truyền thống. Vì thế nên xem lại các tính chất đặc trưng của cơ sở dữ liệu tập trung truyền thống và so sánh nó với các tính chất của cơ sở dữ liệu phân tán. Các tính chất đặc trưng của cơ sở dữ liệu tập trung là điều khiển tập trung, độc lập dữ liệu, chuẩn hóa để loại bỏ sự dư thừa dữ liệu, các cấu trúc lưu trữ vật lý phức tạp đáp ứng cho việc truy xuất hiệu quả, toàn vẹn, phục hồi, điều khiển đồng thời và an toàn.

Dưới đây là bảng so sánh các tính chất đặc trưng của cơ sở dữ liệu tập trung và cơ sở dữ liệu phân tán:

Tính chất đặc trưng	**Cơ sở dữ liệu tập trung**	**Cơ sở dữ liệu phân tán**
Điều khiển tập trung	- Khả năng cung cấp sự điều khiển tập trung trên các tài nguyên thông tin. - Cần có người quản trị cơ sở dữ liệu.	- Cấu trúc điều khiển phân cấp: quản trị cơ sở dữ liệu toàn cục và quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ phân tán.
Độc lập dữ liệu	- Tổ chức dữ liệu trong suốt với các lập trình viên. Các chương trình được viết có cái nhìn "quan niệm" về dữ liệu. - Lợi điểm: các chương trình không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi tổ chức vật lý của dữ liệu	- Ngoài tính chất độc lập dữ liệu như trong cơ sở dữ liệu tập trung, còn có tính chất trong suốt phân tán nghĩa là các chương trình được viết như cơ sở dữ liệu không hề được phân tán.
Sự dư thừa dữ liệu	Giảm thiểu sự dư thừa dữ liệu do: - Tính nhất quán dữ liệu cao - Tiết kiệm dung lượng nhớ.	- Giảm thiểu sự dư thừa dữ liệu đảm bảo tính nhất quán. - Nhưng lại nhân bản dữ liệu đến các địa điểm mà các ứng dụng cần đến, giúp cho việc thực thi các ứng dụng không dừng nếu có một địa điểm bị hỏng. Từ đó vấn đề quản lý nhất quán dữ liệu sẽ phức tạp hơn.
Các cấu trúc vật lý phức tạp và truy xuất hiệu quả	Các cấu trúc vật lý phức tạp giúp cho việc truy xuất dữ liệu được hiệu quả.	Các cấu trúc vật lý phức tạp giúp liên lạc dữ liệu trong cơ sở dữ liệu phân tán .
Tính toàn vẹn, phục hồi, đồng thời	Dựa vào giao tác.	Dựa vào giao tác phân tán.

Từ bảng so sánh trên, chúng ta thấy việc chọn lựa cơ sở dữ liệu phân tán sẽ thích hợp hơn đối với các ứng dụng phát triển trong một hệ thống mạng diện rộng do giảm được chi phí truyền thông để truy xuất dữ liệu.

1.1.3 Tại sao cần có cơ sở dữ liệu phân tán ?

1.1.3.1 Lý do tổ chức kinh tế

Nhiều tổ chức có cơ cấu tổ chức phi tập trung nên giải pháp cơ sở dữ liệu phân tán thích hợp hơn. Những năm gần đây do sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ máy tính cùng với sự phát triển rộng rãi của các tổ chức kinh tế trên thế giới nên việc lưu trữ thông tin trên cơ sở dữ liệu tập trung cần xem xét lại về mặt hiệu quả.

1.1.3.2 Lý do kết nối các cơ sở dữ liệu hiện có

Cơ sở dữ liệu phân tán là giải pháp tự nhiên khi tổ chức đã có sẵn các cơ sở dữ liệu và cần mở rộng nó cho các ứng dụng phổ quát hơn. Trong trường hợp này cơ sở dữ liệu phân tán được xây dựng theo phương pháp từ dưới lên, dựa trên các cơ sở dữ liệu cục bộ có sẵn. Quá trình này có thể yêu cầu cấu trúc lại cơ sở dữ liệu cục bộ tuy nhiên công việc này lại đơn giản hơn xây dựng một cơ sở dữ liệu tập trung hoàn toàn mới.

1.1.3.3 Lý do tăng trưởng tổ chức

Nếu một tổ chức phát triển bằng cách thêm vào những đơn vị tổ chức tự quản như chi nhánh, kho bãi thì cách tiếp cận theo cơ sở dữ liệu phân tán hỗ trợ cho việc tăng trưởng cơ sở dữ liệu với mức độ ảnh hưởng nhỏ nhất. Trong khi đó cách tiếp cận theo cơ sở dữ liệu tập trung thì ngay từ đầu phải quan tâm đến sự phát triển của nó trong tương lai mà việc này thì khó dự đoán và tốn kém, nếu không dự liệu trước thì sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng không chỉ cho những ứng dụng mới mà còn cho cả hệ thống có sẵn.

1.1.3.4 Lý do tải truyền thông

Với một hệ cơ sở dữ liệu phân tán về mặt địa lý thì các ứng dụng truy cập sẽ giảm chi phí truyền thông so với cơ sở dữ liệu tập trung.

1.1.3.5 Đánh giá về hiệu suất

Sự tồn tại của các bộ xử lý tự quản nâng hiệu suất lên nhờ mức độ xử lý song song. Cơ sở dữ liệu phân tán có ưu thế là phân tán dữ liệu tại các địa điểm nên các ứng dụng có thể chạy riêng rẽ trên từng địa điểm và sự giao tiếp giữa các bộ xử lý là nhỏ nhất.

1.1.3.6 Độ tin cậy và tính hiệu quả

Mặc dầu việc phân tán dữ liệu làm tăng việc dư thừa dữ liệu trên toàn hệ thống nhưng lại cho chúng ta độ tin cậy và tính hiệu quả cao hơn trong cơ sở dữ liệu tập trung. Tuy nhiên để đạt được mục tiêu trên không phải dễ dàng mà đòi hỏi các kỹ thuật khá phức tạp. Sự hỏng hóc trong cơ sở dữ liệu phân tán có thể xảy ra thường hơn trong cơ sở dữ liệu tập trung vì số địa điểm tăng lên nhưng không bao giờ ảnh hưởng lên toàn hệ thống bởi thế nên nó có độ tin cậy và tính hiệu quả cao hơn cơ sở dữ liệu tập trung.

1.1.3.7 So sánh ưu và nhược điểm của việc phân tán dữ liệu

- Ưu điểm
  - Chia sẽ dữ liệu và điều khiển phân tán: Người sử dụng tại một vị trí này có thể truy xuất dữ liệu (được phép) ở vị trí khác. Hơn nữa việc quản trị cơ sở dữ liệu có thể được phân tán và thực hiện tự quản tại mỗi vị trí.
  - Độ tin cậy và tính sẵn sàng: Nếu một vị trí bị hỏng thì các vị trí còn lại trong hệ thống cơ sở dữ liệu phân tán vẫn tiếp tục hoạt động. Nếu dữ liệu được

nhân bản ở một số vị trí thì một giao dịch cần truy xuất một mục dữ liệu có thể tìm thấy ở bất kỳ vị trí nào trong số vị trí đó. Như thế sự cố tại một vị trí không ảnh hưởng đến hệ thống.

- Tăng tốc độ xử lý truy vấn: Nếu một truy vấn cần dữ liệu ở một số vị trí thì có thể chia câu truy vấn đó thành các câu truy vấn con rồi thực thi nó song song tại các vị trí.

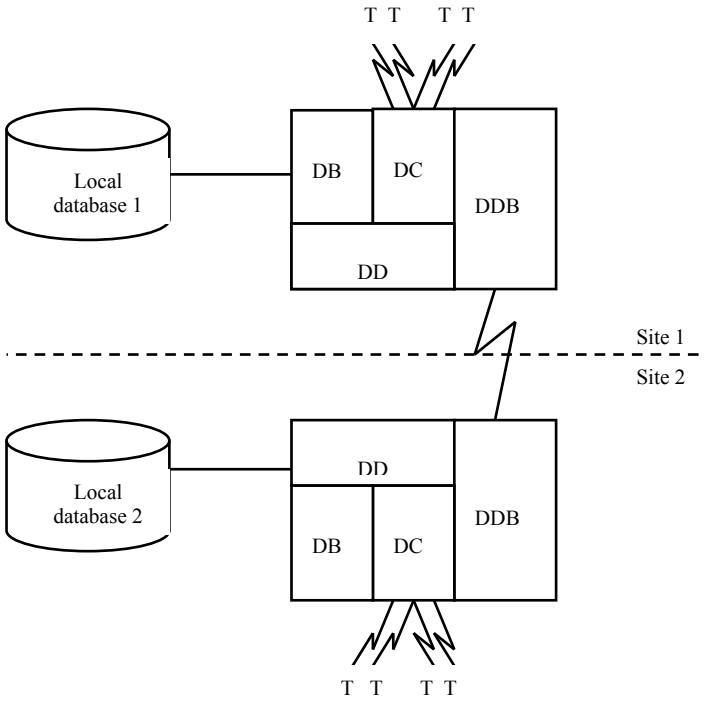
Nhược điểm

- Chi phí phát triển phần mềm: Việc phát triển một hệ thống cơ sở dữ liệu phân tán khá phức tạp vì thế cần chi phí lớn.
- Khó phát hiện lỗi: Việc phát hiện lỗi và đảm bảo tính đúng đắn của các thuật toán song song sẽ rất khó khăn.
- Chi phí xử lý tăng: Sự trao đổi các thông báo và xử lý phối hợp giữa các vị trí sẽ tăng chi phí xử lý hơn trong các hệ thống tập trung.

1.1.4 Hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán hỗ trợ việc tạo và duy trì cơ sở dữ liệu phân tán. Các hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán hiện nay được phát triển bởi các nhà sản xuất các hệ quản trị cơ sở dữ liệu tập trung. Chúng chứa các thành phần bổ sung mở rộng các khả năng của các hệ quản trị cơ sở dữ liệu tập trung như hỗ trợ sự truyền thông và sự cộng tác giữa các hệ quản trị cơ sở dữ liệu trên các địa điểm khác nhau qua mạng máy tính. Các thành phần cơ bản cần thiết cho việc xây dựng một cơ sở dữ liệu phân tán là :

1. Thành phần quản trị cơ sở dữ liệu (DB Database Management)
2. Thành phần truyền dữ liệu (DC Data Communication)
3. Tự điển dữ liệu (DD Data Dictionnary) mở rộng để biểu diễn thông tin về sự phân tán dữ liệu trên mạng.
4. Thành phần cơ sở dữ liệu phân tán (DDB Distributed Database)

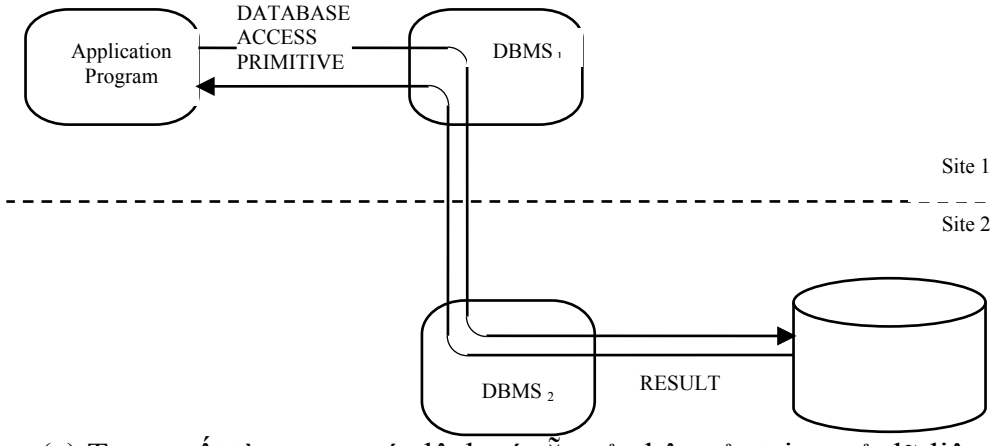


Hình 1.3 Các thành phần của hệ quản trị cơ sở dữ liệu

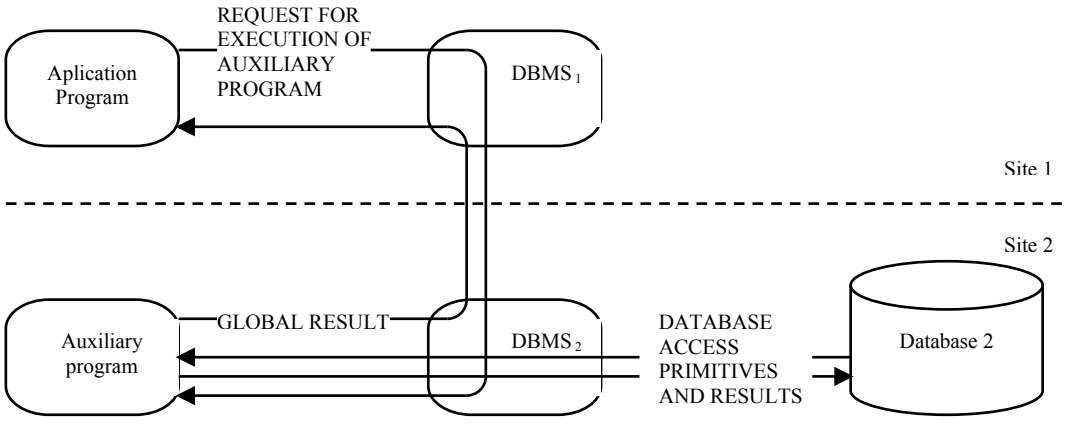
Các thành phần này được minh họa ở hình 1.3 đối với hai địa điểm trên mạng.

Các dịch vụ được hỗ trợ cho hệ thống trên thông thường là:

- Dịch vụ truy xuất cơ sở dữ liệu từ xa: tính chất này là một tính chất quan trọng nhất và được cung cấp bởi tất cả các hệ thống có thành phần cơ sở dữ liệu phân tán.
- Mức độ trong suốt của sự phân tán: tính chất này được hỗ trợ bởi các hệ thống khác nhau vì đó là sự cân bằng các yếu tố để đạt được sự kết hợp tốt nhất giữa sự trong suốt phân tán và hiệu suất.
- Hỗ trợ việc quản trị và điều khiển cơ sở dữ liệu: tính chất này bao gồm các công cụ để giám sát cơ sở dữ liệu, lấy thông tin về việc sử dụng cơ sở dữ liệu, cung cấp một cái nhìn toàn cục về các file dữ liệu lưu trữ trên các vị trí khác nhau.
- Hỗ trợ cho việc điều khiển đồng thời và phục hồi các giao tác phân tán.



(a) Truy xuất từ xa qua các lệnh có sẵn của hệ quản trị cơ sở dữ liệu



(b) Truy xuất từ xa qua chương trình bổ trợ

Hình 1.4 Các kiểu truy xuất đến cơ sở dữ liệu phân tán

Việc truy xuất đến một cơ sở dữ liệu từ xa bởi một ứng dụng có thể được thực hiện bởi một trong hai cách cơ bản minh họa ở hình 1.4. Hình 1.4a minh họa một ứng dụng đưa ra một yêu cầu tham khảo dữ liệu từ xa. Yêu cầu này được định tuyến bởi hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán đến vị trí mà dữ liệu đó được lưu trữ, sau đó yêu cầu được thực thi tại vị trí đó và trả kết quả về. Trong cách này, đơn vị cơ bản liên lạc giữa các hệ thống là các nghi thức truy xuất cơ sở dữ liệu và kết quả nhận về cũng từ nghi thức này. Nếu các tiếp cận này được sử dụng cho việc truy xuất từ xa, sự trong suốt phân tán có thể được thực hiện bằng cách cung cấp các tên file toàn cục; các nghi thức sẽ tự động định vị các vị trí từ xa thích hợp.

Hình 1.4b minh họa một tiếp cận khác, ứng dụng yêu cầu sự thực thi của một chương trình bổ trợ (auxiliary program) tại vị trí từ xa. Chương trình bổ trợ này truy xuất cơ sở dữ liệu từ xa và trả kết quả cho ứng dụng yêu cầu.

Lợi ích của cách tiếp cận thứ nhất là cung cấp sự trong suốt phân tán nhiều hơn trong khi cách tiếp cận thứ hai có thể linh động hơn nếu nhiều truy xuất cơ sở dữ liệu được yêu cầu vì ứng dụng bổ trợ có thể thực hiện tất cả các truy xuất yêu cầu và chỉ gởi kết quả về.

Một đặc tính quan trọng của hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán trong hệ thống là chúng cùng loại hay khác loại. Các hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán khác loại phải thêm vấn đề thông dịch giữa các mô hình dữ liệu khác nhau, các cấu trúc dữ liêu khác nhau. Đây là một vấn đề rất khó giải quyết, nên nó được khắc phục bằng cách hỗ trợ sự truyền thông giữa các thành phần truyền thông dữ liêu (data communication component DC) khác nhau. Bài toán này cũng đã được công ty Microsoft giải quyết bằng các thành phần truy xuất dữ liệu (Microsoft Data Access Components (MDAC)). Cho nên một hệ thống bao gồm các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ khác nhau sẽ thích hợp hơn cho việc phát triển hệ thống thông tin một cách linh động và tự trị.

1.2 **Kiến trúc của hệ cơ sở dữ liệu phân tán và hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán**

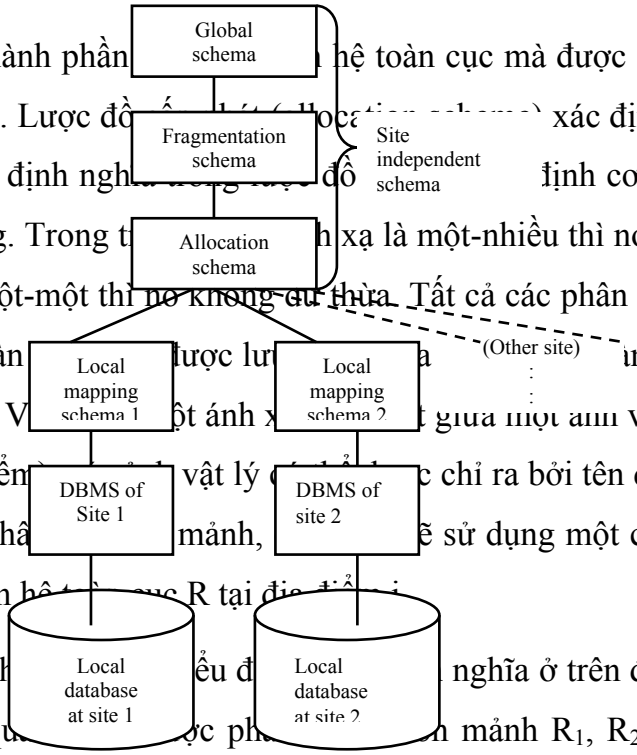
1.2.1 Kiến trúc tham khảo cho hệ cơ sở dữ liệu phân tán

Hình 1.5 mô tả kiến trúc tham khảo cho cơ sở dữ liệu phân tán. Kiến trúc tham khảo này không áp dụng cho mọi cơ sở dữ liệu phân tán. Tuy nhiên các mức của nó giúp cho

ta hiểu tổ chức một cơ sở dữ liệu phân tán bất kỳ. Vì thế chúng ta sẽ phân tích và tìm hiểu tất cả các thành phần trong kiến trúc này.

Mỗi quan hệ toàn cục có thể được chia thành các thành phần không trùng nhau được gọi là các phân mảnh. Có nhiều cách để phân mảnh mà chúng ta sẽ bàn đến sau. Ánh xạ từ các quan hệ toàn cục đến các phân mảnh được định nghĩa trong lược đồ phân mảnh. Phép ánh xạ này là một-nhiều nghĩa là có một số phân mảnh tương ứng với một quan hệ toàn cục nhưng chỉ có một quan hệ toàn cục ứng với một phân mảnh. Các phân mảnh được chỉ định bởi tên quan hệ toàn cục với một chỉ mục (chỉ mục phân mảnh) ví dụ R_i chỉ phân mảnh thứ i của quan hệ toàn cục R.

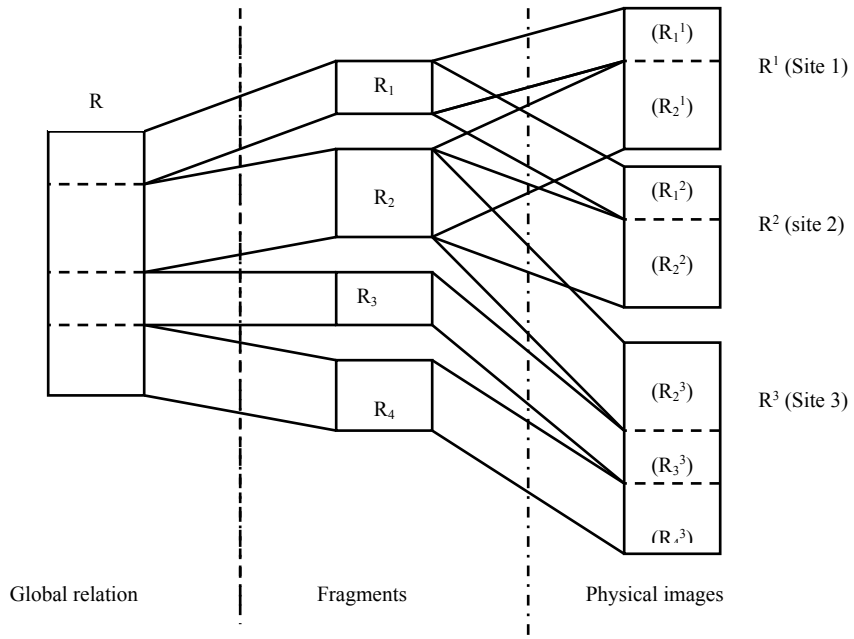
Hình 1.5 Kiến trúc tham khảo cho một cơ sở dữ liệu phân tán



Các phân mảnh là các thành phần [illegible] hệ toàn cục mà được lưu trữ vật lý tại một hay một số địa điểm. Lược đồ [illegible] xác định vị trí của một phân mảnh. Kiểu ánh xạ định nghĩa [illegible] định cơ sở dữ liệu phân tán có dư thừa hay không. Trong t[illegible]nh xạ là một-nhiều thì nó dư thừa, ngược lại nếu ánh xạ có kiểu một-một thì nó không dư thừa. Tất cả các phân mảnh tương ứng với cùng một quan hệ toàn [illegible]ược lư[illegible]a [illegible]nh ảnh vật lý của quan hệ R tại địa điểm j. V[illegible]ột ánh x[illegible]t giữa một ảnh vật lý và một cặp (quan hệ toàn cục, địa điểm[illegible] vật lý [illegible]c chỉ ra bởi tên quan hệ toàn cục và chỉ số địa điểm. Để phâ[illegible] mảnh, [illegible]ẽ sử dụng một chỉ số mũ; ví dụ, R^j chỉ ảnh vật lý của quan hệ [illegible]ục R tại địa điểm j.

Một ví dụ của mối quan h[illegible]ều đ[illegible] nghĩa ở trên được minh họa ở hình 3.2. Một lược đồ qu[illegible]ợc ph[illegible]n mảnh R_1, R_2, R_3 và R_4. Bốn phân mảnh này được lưu trữ dư thừa tại ba địa điểm trên mạng máy tính, vì thế tạo ra ba ảnh vật lý R^1, R^2, R^3.

Để làm rõ kỹ thuật này, hãy xét một bản sao của một phân mảnh tại một địa điểm và chú thích nó bằng cách sử dụng tên của quan hệ toàn cục và hai chỉ số (chỉ số phân mảnh và chỉ số địa điểm). Ví dụ, trong hình 1.6, chú thích R^3_2 chỉ một bản sao của phân mảnh R_2 lưu trữ tại địa điểm 3.



Hình 1.6 Các phân mảnh và các ảnh vật lý đối với một quan hệ toàn cục

Cuối cùng sẽ thấy hai ảnh vật lý bất kỳ có thể được phân biệt. Trong trường hợp này ta sẽ nói một ảnh vật lý là một bản sao của một ảnh vật lý khác. Ví dụ trong hình 1.6, R^1 là một bản sao của R^2.

Kiến trúc tham khảo ở hình 1.5 đã mô tả mối quan hệ giữa các đối tượng tại ba mức trên cùng của kiến trúc này. Ba mức này độc lập vị trí, vì thế chúng không phụ thuộc vào mô hình dữ liệu của các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ. Ở mức thấp hơn, cần ánh xạ các ảnh vật lý đến các đối tượng được thao tác bởi các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ. Ánh xạ này được gọi là lược đồ ánh xạ cục bộ và nó phụ thuộc vào kiểu của hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ; vì thế trong hệ thống không đồng nhất, có nhiều kiểu ánh xạ cục bộ tại các vị trí khác nhau.

Kiến trúc này cung cấp một mô hình quan niệm tổng quát để hiểu được cơ sở dữ liệu phân tán. Ba đối tượng quan trọng nhất của kiến trúc này là sự tách biệt giữa sự phân mảnh dữ liệu và sự định vị dữ liệu, điều khiển dư thừa dữ liệu và tính độc lập ở các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ.

- *Sự tách biệt quan niệm phân mảnh dữ liệu và quan niệm định vị dữ liệu*: Sự tách biệt này giúp ta phân biệt hai mức khác nhau của sự trong suốt phân tán được gọi là sự trong suốt phân tán và sự trong suốt định vị. Sự trong suốt phân tán là mức độ cao nhất của sự trong suốt và bao gồm các yếu tố mà người sử dụng và các lập trình viên làm

việc trên các quan hệ toàn cục. Sự trong suốt định vị là mức thấp hơn và yêu cầu người sử dụng và các lập trình viên làm việc trên các phân mảnh thay vì trên các quan hệ toàn cục. Tuy nhiên họ không cần biết các phân mảnh này lưu trữ ở đâu. Sự tách biệt hai quan niệm phân mảnh và định vị rất phù hợp trong thiết kế cơ sở dữ liệu phân tán vì sự xác định các thành phần thích hợp của dữ liệu được nhận biết từ bài toán định vị tối ưu.

- *Điều khiển tường minh sự dư thừa dữ liệu*: Kiến trúc tham khảo cung cấp một sự điều khiển tường minh cho sự dư thừa dữ liệu tại mức phân mảnh. Ví dụ trong hình 1.6 hai ảnh vật lý R^2_2 và R^3_2 trùng lắp nghĩa là chúng chứa chung dữ liệu. Định nghĩa các phân mảnh một cách tách biệt khi xây dựng các khối vật lý cho phép tham khảo tường minh đến từng phần trùng lắp này tức phân mảnh nhân bản R_2. Điều khiển sự dư thừa dữ liệu rất hữu dụng trong một số khía cạnh quản trị cơ sở dữ liệu phân tán.

- *Tính độc lập tại các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ*: Tính chất này gọi là sự trong suốt ánh xạ cục bộ, nó cho phép nghiên cứu một số vấn đề quản trị cơ sở dữ liệu mà không quan tâm đến mô hình dữ liệu cụ thể tại các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cục bộ.

Một kiểu trong suốt khác liên quan chặt chẽ tới sự trong suốt định vị là sự trong suốt nhân bản. Sự trong suốt nhân bản có nghĩa là người sử dụng không nhận thấy được sự nhân bản của các phân mảnh.

1.2.2 Kiến trúc của hệ quản trị CSDL phân tán.

Phần này sẽ xem xét chi tiết các kiến trúc hệ thống là hệ khách/chủ (client/server), các hệ cơ sở dữ liệu phân tán và các phức hệ cơ sở dữ liệu.

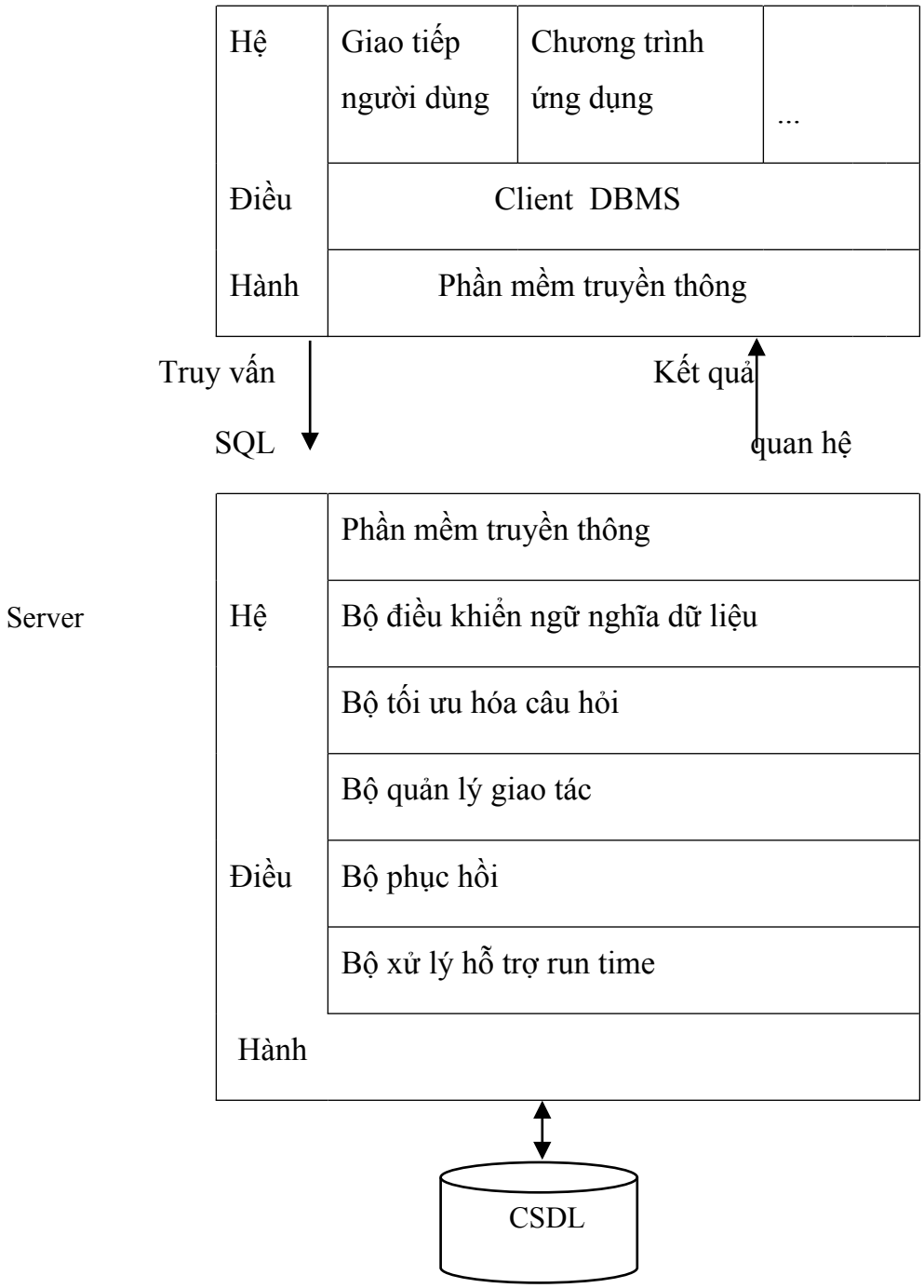
1.2.2.1 Các hệ khách/chủ (Client/Server)

Trong hệ khách/chủ, ta phân biệt chức năng cần được cung cấp và chia những chức năng này thành hai lớp: chức năng chủ, chức năng khách. Nó cung cấp một kiến trúc hai mức, tạo dễ dàng cho việc quản lý mức độ phức tạp của các hệ quản trị cơ sở dữ liệu hiện đại và độ phức tạp của việc phân tán dữ liệu.

Vì thế, có thể nghiên cứu những khác biệt về chức năng khách và chức năng chủ. Điều đầu tiên phải chú ý là máy chủ thực hiện phần lớn các công việc quản lý dữ liệu. Điều này có nghĩa là mọi việc xử lý và tối ưu hóa vấn tin, quản lý giao tác và quản lý thiết bị lưu trữ đều được thực hiện tại máy chủ. Khách, ngoài giao diện và ứng dụng, sẽ có

một module quản trị cơ sở dữ liệu, khách chịu trách nhiệm quản lý dữ liệu được gởi đến và đôi khi cả việc quản lý các khoá chốt giao tác.

Kiến trúc khách/chủ được biểu diễn trong hình 1.7. Kiến trúc này rất thông dụng trong các hệ thống quan hệ, ở đó việc giao tiếp giữa khách và chủ thông qua các câu lệnh SQL. Nói cách khác, khách sẽ chuyển các yêu cầu cho máy chủ mà không tìm hiểu và tối ưu hoá chúng. Máy chủ thực hiện hầu hết các công việc và trả quan hệ kết quả về cho khách.



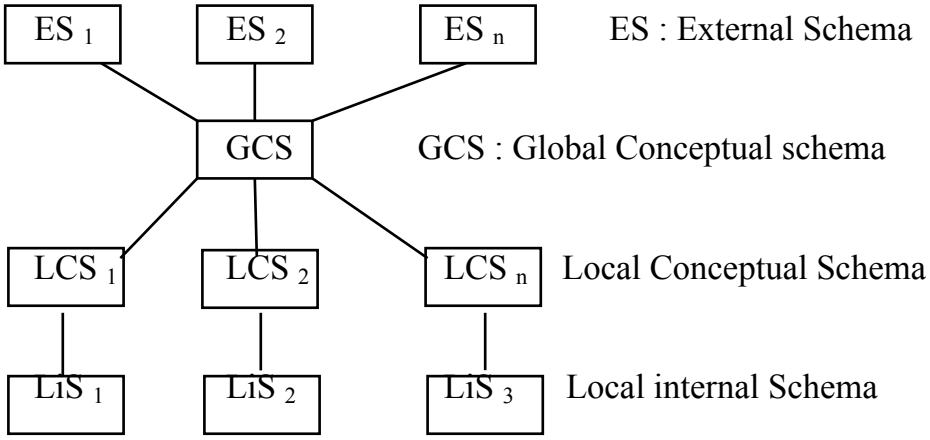
Hình 1.7 Kiến trúc khách/chủ

1.2.2.2 Hệ phân tán ngang hàng

Chúng ta bắt đầu mô tả kiến trúc này bằng cách xem xét hình ảnh tổ chức dữ liệu. Trước tiên ta chú ý rằng tổ chức dữ liệu vật lý trên mỗi máy có thể khác nhau. Vì thế cần có một định nghĩa nội tại riêng tại mỗi vị trí được gọi là lược đồ nội tại cục bộ LIS

(Local Internal Schema). Hình ảnh của mô hình dữ liệu toàn cục được mô tả bằng lược đồ quan niệm toàn cục GCS (Global Conceptual Schema). Để xử lý hiện tượng nhân bản và phân mảnh, cần phải mô tả việc tổ chức logic của dữ liệu tại mỗi vị trí, vì thế cần có một tầng thứ ba được gọi là lược đồ quan niệm cục bộ LCS (Local Conceptual Schema). Do vậy trong mô hình kiến trúc này, lược đồ quan niệm toàn cục là hợp của các quan niệm cục bộ. Cuối cùng các ứng dụng và truy xuất cơ sở dữ liệu được hỗ trợ qua lược đồ ngoài ES (External Schema). Mô hình kiến trúc này được trình bày ở hình 1.8.

Các thành phần cụ thể của một hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán gồm hai thành phần chính (minh họa ở hình 1.9): bộ phận giao tiếp người sử dụng (user processor) và bộ phận xử lý dữ liệu (data processor).



Hình 1.8 Kiến trúc tham khảo cơ sở dữ liệu phân tán

Các thành phần của bộ phận giao tiếp người sử dụng gồm:

- Bộ phận giao tiếp (user interface handler): chịu trách nhiệm dịch các câu lệnh người sử dụng và định dạng dữ liệu kết quả để chuyển cho người sử dụng.

- Bộ phận kiểm soát dữ liệu ngữ nghĩa (semantic data controller): sử dụng các ràng buộc toàn vẹn và thông tin quyền hạn, được định nghĩa như thành phần của lược đồ quan niệm toàn cục để kiểm tra xem các câu truy vấn có thể xử lý được hay không.

- Bộ phận phân rã và tối ưu hoá vấn tin toàn cục (global query optimizer and decomposer): xác định như một chiến lược hoạt động nhằm giảm thiểu chi phí,

phiên dịch các câu vấn tin toàn cục thành các câu vấn tin cục bộ bằng cách sử dụng các lược đồ quan niệm toàn cục, lược đồ quan niệm cục bộ và thư mục toàn cục. Bộ phận tối ưu vấn tin toàn cục còn chịu trách nhiệm tạo ra một chiến lược thực thi tốt nhất cho phép nối phân tán.

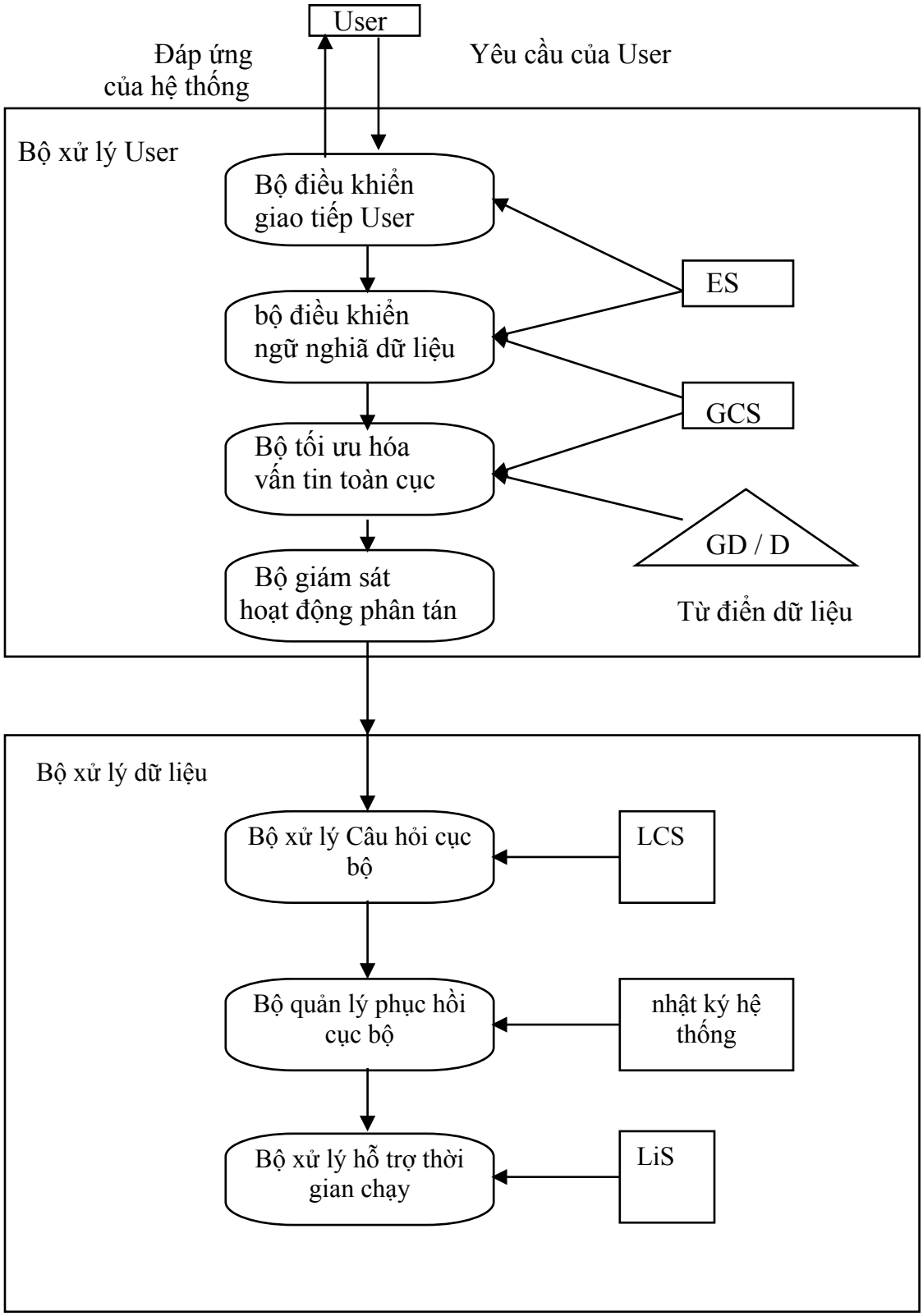
- Bộ phận giám sát hoạt động phân tán (distributed execution monitor): điều phối việc thực hiện phân tán các yêu cầu người sử dụng và cũng được gọi là bộ quản lý giao tác phân tán (distributed transaction manager).

Thành phần chủ yếu thứ hai của hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán là bộ xử lý dữ liệu (data processor), bao gồm các thành phần:

- Bộ phận tối ưu hoá vấn tin cục bộ (local query optimizer): thường hoạt động như bộ chọn đường truy xuất, chịu trách nhiệm chọn ra một đường truy xuất thích hợp nhất để truy xuất các mục dữ liệu.

- Bộ phận khôi phục cục bộ (local recovery manager) bảo đảm cho các cơ sở dữ liệu cục bộ vẫn duy trì được tính nhất quán ngay cả khi có sự cố xảy ra.

- Bộ phận hỗ trợ lúc thực thi (run-time support processor): truy xuất cơ sở dữ liệu tùy thuộc vào các lệnh trong lịch biểu do bộ phận tối ưu vấn tin tạo ra. Nó chính là bộ giao tiếp với hệ điều hành và chứa bộ quản lý vùng đệm cơ sở dữ liệu, chịu trách nhiệm quản lý vùng đệm và quản lý việc truy xuất dữ liệu.



Hình 1.9 Kiến trúc của hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán.

Chương 2. SỰ TRONG SUỐT PHÂN TÁN

Mục tiêu

Chương này giới thiệu về các vấn đề sau:

1. Khái niệm về phân tán dữ liệu, các kiểu phân mảnh, quy tắc phân mảnh.
2. Sự trong suốt phân tán trong việc truy xuất, cập nhật dữ liệu

2.1 Các kiểu phân đoạn dữ liệu

Trong cơ sở dữ liệu phân tán, chúng ta đã biết các quan hệ trong lược đồ cơ sở dữ liệu thường được phân ra thành các mảnh nhỏ hơn nhưng chưa đưa ra lý do hoặc chi tiết nào về quá trình này. Phần này đề cập đến các chi tiết đó.

Các câu hỏi sau đây sẽ bao quát toàn bộ vấn đề:

- Tại sao cần phải phân mảnh?
- Làm thế nào để thực hiện phân mảnh?
- Phân mảnh nên thực hiện đến mức độ nào?
- Có cách gì kiểm tra tính đúng đắn của phân mảnh hay không?
- Chúng ta sẽ cấp phát như thế nào?

Những thông tin nào cần thiết cho việc cấp phát?

2.1.1 Các lý do phân mảnh

Đối với phân mảnh, điều quan trọng là có được một đơn vị phân mảnh thích hợp. Một quan hệ không phải là một đơn vị đáp ứng được yêu cầu đó.

- Trước tiên, khung nhìn của các ứng dụng thường chỉ là tập con của quan hệ. Vì thế đơn vị truy xuất không phải là toàn bộ quan hệ mà chỉ là các tập con của quan hệ. Kết quả là *xem tập con của các quan hệ là đơn vị phân tán sẽ là điều thích hợp nhất*.
- Thứ hai là nếu các ứng dụng có các khung nhìn được định nghĩa trên một quan hệ cho trước lại nằm tại những vị trí khác nhau thì có hai cách chọn lựa với đơn vị phân tán là : hoặc *quan hệ được lưu ở một vị trí* hoặc *quan hệ được nhân bản cho tất cả hay một số vị trí có chạy ứng dụng*. Chọn lựa đầu gây ra một số lượng lớn các truy xuất đến dữ liệu ở xa. Còn chọn lựa sau thực hiện nhân bản không cần thiết, gây ra nhiều vấn đề khi cập nhật và có thể gây ra lãng phí không gian lưu trữ. Vì thế, việc phân rã một quan hệ thành nhiều mảnh, mỗi mảnh được xử lý như một đơn vị, sẽ cho phép thực hiện nhiều giao tác đồng thời. Ngoài ra, việc phân mảnh các quan hệ sẽ cho phép thực hiện song song một câu vấn tin bằng cách chia nó thành một tập các câu vấn tin con hoạt tác trên từng mảnh. Do đó việc phân

mảnh sẽ làm tăng mức độ hoạt động song hành và như thế làm tăng lưu lượng hoạt động của hệ thống.

- Tuy nhiên cũng cần chỉ rõ những khiếm khuyết của việc phân mảnh:

- Nếu ứng dụng cần phải truy xuất dữ liệu từ hai mảnh rồi nối hoặc hợp chúng lại thì chi phí rất cao.

- Vấn đề thứ hai liên quan đến tính toàn vẹn dữ liệu: do kết quả của việc phân mảnh, các thuộc tính tham gia vào một phụ thuộc hàm có thể bị phân rã vào các mảnh khác nhau và được cấp phát cho những vị trí khác nhau. Trong trường hợp này việc kiểm tra các phụ thuộc hàm cũng phải thực hiện truy tìm dữ liệu ở nhiều vị trí.

2.1.2 Các kiểu phân mảnh

Có ba kiểu phân mảnh khác nhau là phân mảnh theo chiều dọc, phân mảnh theo chiều ngang và phân mảnh hỗn hợp sẽ được trình bày chi tiết ở phần sau.

2.1.3 Mức độ phân mảnh

Phân mảnh cơ sở dữ liệu đến mức độ nào là một quyết định rất quan trọng, nó có ảnh hưởng đến hiệu suất vấn tin. Mức độ phân mảnh có thể đi từ thái cực không phân mảnh đến phân mảnh thành từng bộ (trong trường hợp phân mảnh ngang) hoặc từng thuộc tính (trường hợp phân mảnh dọc).

Các đơn vị phân mảnh quá lớn hoặc quá nhỏ cũng gây ảnh hưởng xấu đến hệ thống. Vì thế điều cần tìm là mức độ phân mảnh thích hợp. Các phương pháp phân mảnh sẽ được đề cập đến nó trong phần 2.1.6.

2.1.4 Các quy tắc phân mảnh

Trong quá trình phân mảnh chúng ta phải *tuân thủ ba qui tắc để bảo đảm cơ sở dữ liệu sẽ không thay đổi về mặt ngữ nghĩa*.

1. **Tính đầy đủ** (completeness): Nếu một quan hệ R được phân rã thành các mảnh $R_1, R_2, \ldots, R_n$ thì mỗi mục dữ liệu trong R cũng có thể có trong một hay nhiều mảnh R_i. Đặc tính này nói lên sự phân mảnh mà không mất thông tin.

2. **Tính tái thiết** được (reconstruction): Nếu một quan hệ R được phân rã thành các mảnh $R_1, R_2, \ldots, R_n$ thì cần định nghĩa một phép toán quan hệ Ñ sao cho: $R = ÑR_i \quad i Î [1,n]$

Phép toán Ñ thay đổi tùy theo loại phân mảnh. Khả năng tái thiết một quan hệ từ các mảnh của nó bảo đảm rằng các ràng buộc được định nghĩa trên dữ liệu dưới dạng phụ thuộc hàm sẽ được bảo toàn.

3. **Tính tách biệt** (disjointness): Nếu một quan hệ R được phân rã thành các mảnh $R_1, R_2, \ldots, R_n$ và mục dữ liệu d_i nằm trong mảnh R_j, thì nó sẽ không nằm trong một mảnh R_k khác ($k \neq j$). Tiêu chuẩn này đảm bảo các mảnh ngang sẽ tách biệt. Nếu quan hệ được phân rã dọc, các thuộc tính khoá chính phải được lặp lại trong mỗi mảnh.

2.1.5 Các kiểu cấp phát :

Giả sử cơ sở dữ liệu được phân mảnh thích hợp và cần phải quyết định cấp phát các mảnh cho các vị trí trên mạng. Khi dữ liệu được cấp phát, nó có thể được nhân bản hoặc chỉ giữ một bản duy nhất. Lý do cần phải nhân bản nhằm đảm bảo độ tin cậy

và hiệu quả cho các câu truy vấn chỉ đọc. *Nếu có nhiều bản sao thì chúng ta vẫn có cơ hội truy xuất được dữ liệu đó ngay khi hệ thống xảy ra sự cố.* Hơn nữa các câu truy vấn chỉ đọc truy xuất đến cùng một mục dữ liệu có thể cho thực hiện song song bởi vì các bản sao có mặt tại nhiều vị trí. *Ngược lại câu vấn tin cập nhật có thể gây ra nhiều rắc rối bởi vì hệ thống phải đảm bảo rằng tất cả các bản sao phải được cập nhật chính xác*. Vì vậy quyết định nhân bản cần phải cân nhắc và phụ thuộc vào tỷ lệ giữa các câu vấn tin chỉ đọc và các câu vấn tin cập nhật. Quyết định này hầu như có ảnh hưởng đến tất cả các thuật toán của hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán và các chức năng kiểm soát khác

	Nhân bản hoàn toàn	**Nhân bản 1 phần**	**Phân hoạch**
Xử lý vấn tin	Dễ	Khó ⟷	
Quản lý từ điển dữ liệu	Dễ	Khó ⟷	
Điều khiển đồng thời	Khó	Vừa phải	Dễ
Độ khả tín	Rất cao	Cao	Thấp
Tính thực tế	Thực tế	Thực tế	Thực tế

Hình 2.1 So sánh các chọn lựa nhân bản

Một cơ sở dữ liệu không nhân bản (thường gọi là cơ sở dữ liệu phân hoạch) có chứa các mảnh được cấp phát cho các vị trí, trong đó chỉ tồn tại một bản sao duy nhất cho mỗi mảnh trên mạng. Trong trường hợp nhân bản, hoặc toàn bộ cơ sở dữ liệu đều tồn tại ở mọi vị trí (cơ sở dữ liệu nhân bản hoàn toàn) hoặc các mảnh được phân tán đến các vị trí, trong đó một mảnh có thể có nhiều bản sao tại nhiều vị trí (cơ sở dữ liệu nhân bản một phần). Hình 2.1 so sánh ba lựa chọn nhân bản.

2.1.6 Các phương pháp phân mảnh:

2.1.6.1 Phân mảnh ngang

Phân mảnh ngang chia một quan hệ theo các bộ. Vì vậy mỗi mảnh là một tập con của quan hệ. Có hai loại phân mảnh ngang: phân mảnh ngang nguyên thủy và phân mảnh ngang dẫn xuất.

- Phân mảnh ngang nguyên thủy (Primary Horizontal Fragmentation) là sự phân mảnh một quan hệ dựa trên một vị từ được định nghĩa trên một quan hệ.

- Phân mảnh ngang dẫn xuất (Derived Horizontal Fragmentation) là phân rã một quan hệ dựa vào các vị từ được định nghĩa trên một quan hệ khác.

Trước khi trình bày thuật toán hình thức cho phân mảnh ngang, chúng ta sẽ thảo luận một cách trực quan về quá trình phân mảnh.

Cho quan hệ R, các mảnh ngang R_i là :

$$R_i = \sigma_{Fi}(R)$$

Trong đó F_i là công thức chọn để có được mảnh R_i.

Ví dụ : Cho lược đồ quan hệ toàn cục :

SUPPLIER (SNUM, NAME, CITY)

Chúng ta có thể có hai phân mảnh ngang sau:

$$SUPPLIER_1 = \sigma_{CITY= \text{“SF”}}(SUPPLIER)$$

$$SUPPLIER_2 = \sigma_{CITY= \text{“LA”}}(SUPPLIER)$$

- Sự phân mảnh trên thỏa điều kiện đầy đủ nếu “SF” và “LA” chỉ là các giá trị có thể có của thuộc tính CITY; ngược lại chúng ta sẽ không biết những mảnh nào với các giá trị CITY khác.

- Điều kiện tái thiết được kiểm tra dễ dàng vì chúng ta luôn luôn có thể tái thiết lại quan hệ toàn cục SUPPLIER bằng phép toán hội:

$$SUPPLIER = SUPPLIER_1 \cup SUPPLIER_2$$

- Điều kiện tách biệt cũng được kiểm tra một cách rõ ràng.

2.1.6.2 Phân mảnh ngang dẫn xuất

Trong một số trường hợp sự phân mảnh ngang được dẫn ra từ một phân mảnh ngang của một quan hệ khác.

Ví dụ: Một quan hệ toàn cục

SUPPLY (SNUM, PNUM, DEPTNUM, QUAN)

Với SNUM là mã số người cung cấp. Chúng ta muốn phân chia quan hệ này sao cho một mảnh chứa các bộ cho những người cung cấp ở một thành phố cho trước. Tuy nhiên thành phố không phải là thuộc tính của quan hệ SUPPLY mà là thuộc tính của quan hệ SUPPLIER. Vì thế chúng ta cần thực hiện phép nữa kết để xác định các bộ của SUPPLY tướng ứng với những người cung cấp

trong một thành phố cho trước. Sự phân mảnh dẫn xuất của SUPPLY có thể được định nghĩa như sau:

$SUPPLY_1 =$ SUPPLY SJ $SUPPLIER_1$

$SUPPLY_2 =$ SUPPLY SJ $SUPPLIER_2$

Với SJ là phép toán nửa kết (Semi Join)

- Tính tái thiết quan hệ toàn cục SUPPLY có thể được thể hiện qua phép hội.

- Rõ ràng với phép kết như vậy thì một bộ trong quan hệ SUPPLY chỉ có thể thuộc 1 trong 2 mảnh SUPPLY1 hoặc SUPPLY2 , do đó, nó thỏa tính đầy đủ và tách biệt .

2.1.6.3 Phân mảnh dọc

Sự phân mảnh dọc của một quan hệ toàn cục là việc chia các thuộc tính vào nhiều nhóm; các mảnh nhận được từ phép chiếu quan hệ toàn cục trên mỗi nhóm. Sự phân mảnh này sẽ đúng đắn nếu mỗi thuộc tính được ánh xạ vào ít nhất vào một thuộc tính của các phân mảnh; hơn nữa, nó phải có khả năng tái thiết lại quan hệ nguyên thủy bằng cách kết nối các phân mảnh lại với nhau. *Để có khả năng tái thiết lại quan hệ nguyên thủy thì mỗi phân mảnh dọc phải chứa khóa chính của quan hệ nguyên thủy đó*.

Ví dụ : Xét quan hệ toàn cục

EMP (EMPNUM, NAME, SAL, TAX, MNRNUM, DEPTNUM)

Một sự phân mảnh dọc của quan hệ này được định nghĩa:

$EMP_1 = \rho_{EMPNUM,\ NAME,\ MGRNUM,\ DETPNUM}\ (EMP)$

$EMP_2 = \rho_{EMPNUM,\ SAL,\ TAX}\ (EMP)$

Phân mảnh này phản ánh lương và thuế của các nhân viên được quản lý riêng. Việc tái thiết lại quan hệ EMP có thể nhận được từ :

$EMP = EMP_1$ JNN EMP_2

(với JNN là phép kết nối tự nhiên hai quan hệ)

Từ đó chúng ta thấy sự phân mảnh cũng thỏa tính đầy đủ và tính tách biệt.

2.1.6.4 Sự phân mảnh hỗn hợp

Các phân mảnh nhận được bởi các phép phân mảnh trên là các quan hệ, vì thế chúng ta có thể áp dụng các phép toán phân mảnh một cách đệ qui. Việc tái thiết quan hệ thực hiện được bằng cách áp dụng các luật tái thiết theo thứ tự ngược. Các biểu thức mà định nghĩa các phân mảnh trong trường hợp này sẽ phức tạp hơn.

Ví dụ: Xét quan hệ toàn cục:

EMP (EMPNUM, NAME, SAL, TAX, MNRNUM, DEPTNUM)

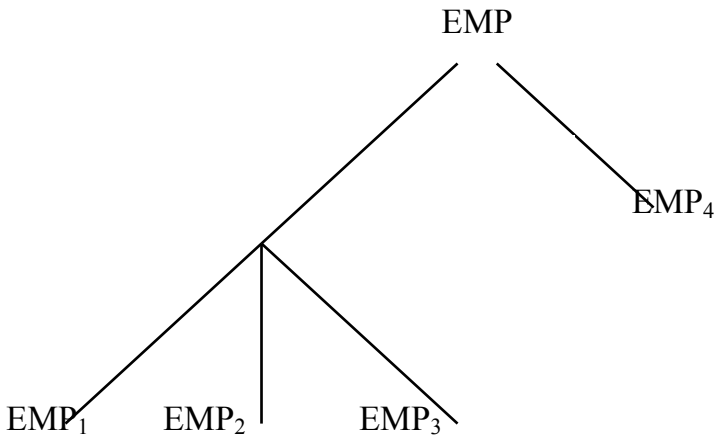
Dưới đây là một sự phân mảnh hỗn hợp bằng cách áp dụng sự phân mảnh dọc rồi sau đó áp dụng phân mảnh ngang trên DEPTNUM:

$EMP_1 = \sigma_{deptnum<=10}\ (\rho_{empnum,\ name,\ mgrnum,\ deptnum}\ (EMP))$

$EMP_2 = \sigma_{10<deptnum<=20}(\rho_{empnum,\ name,\ mgrnum,\ deptnum}\ (EMP))$

$EMP_3 = \sigma_{deptnum>20}\ (\rho_{empnum,\ name,\ mgrnum,\ deptnum}\ (EMP))$

$EMP_4 = \rho_{empnum,\ name,\ sal,\ tax}(EMP)$



Hình 2.2 Cây phân mảnh của quan hệ EMP

Việc tái thiết lại quan hệ EMP được định nghĩa bởi biểu thức:

$$EMP = U(EMP_1, EMP_2, EMP_3)\ JNN\ \rho_{empnum,\ sal,\ tax}(EMP_4)$$

Sự phân mảnh hỗn hợp có thể được biểu diễn bởi cây phân mảnh. Trong cây phân mảnh, gốc tương ứng với quan hệ toàn cục, các lá tương ứng với các phân mảnh và các nút trung gian tương ứng với các kết quả trung gian của các biểu thức phân mảnh. Tập các nút con của một nút thể hiện sự phân rã của nút này bởi một phép toán phân mảnh ngang hoặc dọc. Hình 2.2 minh họa cây phân mảnh của quan hệ EMP.

2.2 Sự trong suốt phân tán

2.2.1 Sự trong suốt phân tán của ứng dụng chỉ đọc:

Để hiểu được sự trong suốt phân tán của ứng dụng chỉ đọc, chúng ta sẽ xem xét các ví dụ được minh họa bằng ngôn ngữ tựa Pascal có nhúng ngôn ngữ SQL. Trong các ví dụ này chúng ta có một số chú ý sau:

- Các biến có kiểu chuỗi ký tự. (Declare @manv nvarchar(20))
- Nhập xuất được thực hiện qua các thủ tục chuẩn: Read(filename, variable)

(**Set** @bien = giatri hoặc **gởi giá trị cho tham số** của SP) , write(filename, variable) (**Select @bien**). Nếu nhập xuất được thực hiện tại một trạm thì filename sẽ là "terminal".

- Trong các phát biểu SQL, các biến của ngôn ngữ Pascal sẽ bắt đầu bằng ký tự '$'.

Ví dụ: Xét câu truy vấn : Tìm tên của người cung cấp khi biết mã số người cung cấp.

SET $NAME = (Select NAME From SUPPLIER Where SNUM = $SNUM)

SET $CITY = (Select CITY From SUPPLIER Where SNUM = $SNUM)

Select $NAME =NAME, $CITY =CITY From SUPPLIER Where SNUM = $SNUM

Trong câu truy vấn này $NAME là biến xuất còn $SNUM là biến nhập.

- Các biến của Pascal sử dụng để liên hệ với hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán bắt đầu bằng ký tự '#'.

Ví dụ: Sau khi truy vấn một câu SQL, biến luận lý #FOUND = TRUE nếu kết quả trả về khác rỗng (@@ROWCOUNT>0). Biến #OK = TRUE (@@ERROR =0) nếu phép toán thực hiện đúng bởi hệ quản trị cơ sở dữ liệu.

Các mức độ trong suốt sẽ được xét từ cao đến thấp qua hai trường hợp sau.

a. Xét trên một đồ quan hệ phổ quát

Mức 1: Sự trong suốt phân tán

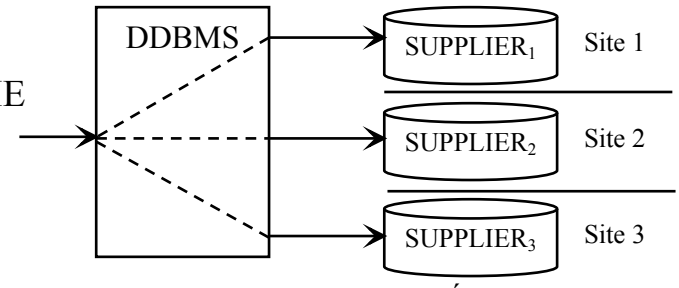
Read (terminal, $SNUM)

Select NAME into $NAME

From SUPPLIER

Where SNUM = $SNUM

Write(terminal, $NAME)

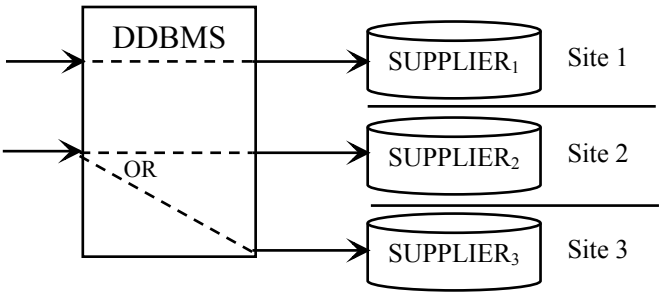


Hình 2.3a Sự trong suốt phân tán

Nhận xét: Theo hình 2.3a và đoạn lệnh ở trên, chúng ta thấy câu truy vấn trên tương tự như câu truy vấn cục bộ, không cần chỉ ra các phân mảnh cũng như các vị trí cấp phát cho các phân mảnh đó. Khi đó người sử dụng không hề có cảm giác là đang thao tác trên một câu truy vấn phân tán.

Mức 2: Sự trong suốt vị trí (location)

```
Read (terminal, $SNUM)
        Select NAME into $NAME
        From SUPPLIER1
        Where SNUM = $SNUM
If not #Found then
        Select NAME into $NAME
        From SUPPLIER2
        Where SNUM = $SNUM
Write(terminal, $NAME)
```



Hình 2.3b Sự trong suốt vị trí

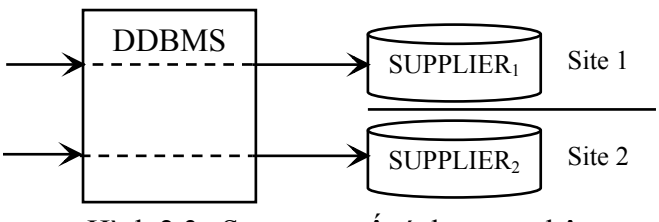
Nhận xét: Người sử dụng phải cung cấp tên các phân mảnh cụ thể cho câu truy vấn nhưng không cần chỉ ra vị trí của các phân mảnh.

Sự trong suốt vị trí ở hình 2.3b có thể được viết như sau:

```
Read(Terminal, $SNUM)
Read(Terminal, $CITY)
Case $CITY Of
  "SF": Select NAME into $NAME
        From SUPPLIER1
        Where SNUM = $SNUM;
  "LA": Select NAME into $NAME
        From SUPPLIER2
        Where SNUM = $SNUM
End;
Write(Terminal, $NAME)
```

Mức 3: Sự trong suốt ánh xạ cục bộ

```
Read (terminal, $SNUM)
        Select NAME into $NAME
        From SUPPLIER
        Where SNUM = $SNUM
If not #Found then
        Select NAME into $NAME
```



Hình 2.3c Sự trong suốt ánh xạ cục bộ

From SUPPLIER AT SITE 2

Where SNUM = $SNUM

Write(terminal, $NAME)

Nhận xét: tại mức trong suốt này người sử dụng phải cung cấp tên các phân mảnh và vị trí cấp phát của chúng.

Mức 4: Không trong suốt

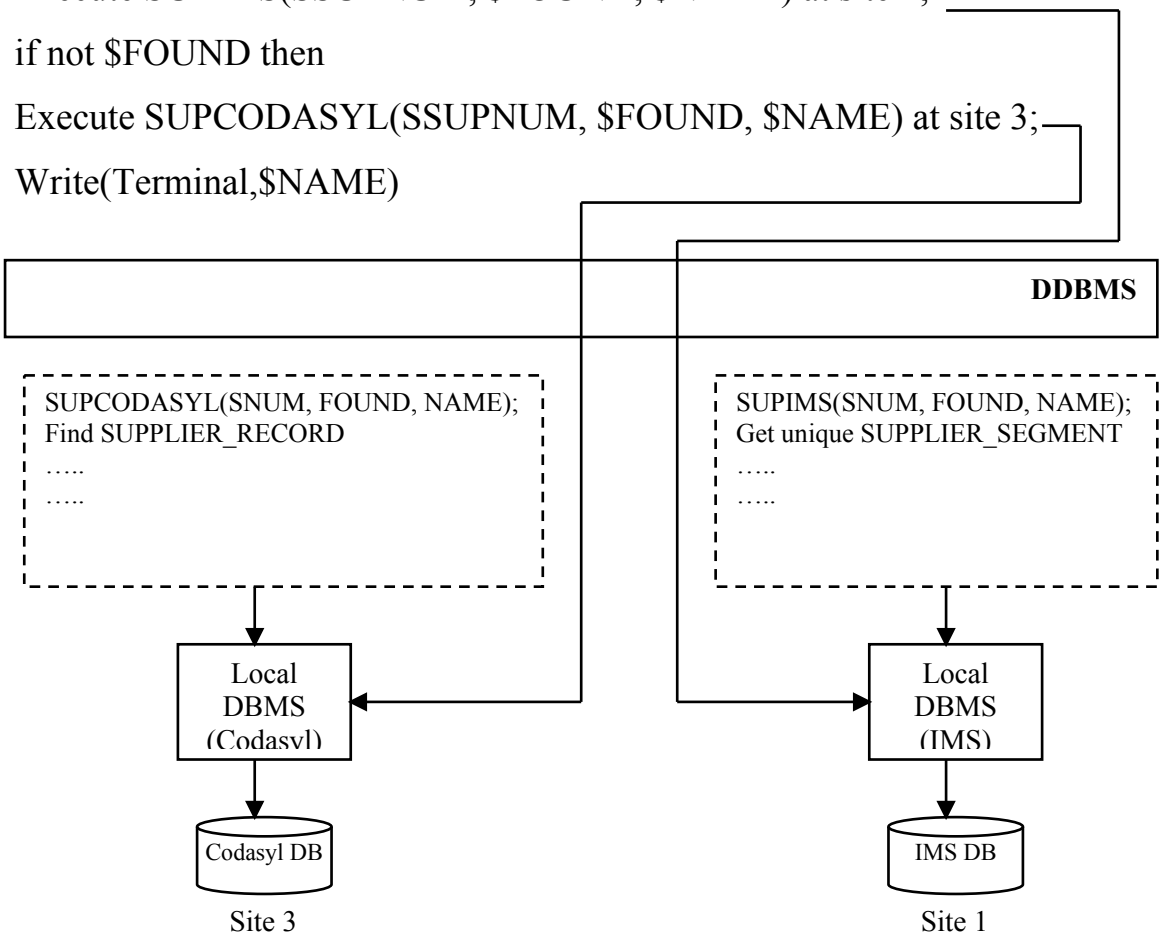
Read(Terminal,SSUPNUM)

Execute SUPIMS(SSUPNUM, $FOUND, $NAME) at site 1;

if not $FOUND then

Execute SUPCODASYL(SSUPNUM, $FOUND, $NAME) at site 3;

Write(Terminal,$NAME)



Hình 2.4 Một ứng dụng trên cơ sở dữ liệu phân tán không đồng nhất và không trong suốt

Nhận xét: Tại mức thấp nhất này chúng ta cần phải viết lệnh theo hệ quản trị cơ sở dữ liệu tương ứng.

b. Xét trên hai lược đồ quan hệ phổ quát

Chúng ta hãy xét một ví dụ phức tạp hơn. Giả sử cần tìm tên những nhà cung cấp mặt hàng có mã số (mặt hàng) cho trước.

Mức 1: Trong suốt phân tán

Read(Terminal, $PNUM)
Select @NAME =NAME

```
from SUPPLIER, SUPPLY
where SUPPLIER.SNUM = SUPPLY.SNUM and
        SUPPLY.PNUM = $PNUM
write(Terminal, $NAME)
```

Nhận xét:

Mức 2: Trong suốt vị trí

```
Read(Terminal, $PNUM)
Select NAME into $NAME
from SUPPLIER1, SUPPLY1
where SUPPLIER1.SNUM = SUPPLY1.SNUM and
        SUPPLY1.PNUM = $PNUM
if not #FOUND then
 Select NAME into $NAME
from SUPPLIER2, SUPPLY2
where SUPPLIER2.SNUM = SUPPLY2.SNUM and
        SUPPLY2.PNUM = $PNUM
write(Terminal, $NAME)
```

Nhận xét:

Mức 3: Trong suốt ánh xạ cục bộ

Giả sử các sơ đồ cấp phát các phân mảnh của quan hệ SUPPLY và SUPPLIER như sau:

$SUPPLIER_1$: Tại site 1

$SUPPLIER_2$: Tại site 2

$SUPPLY_1$: Tại site 3

$SUPPLY_2$: Tại site 4

```
Read(Terminal, $PNUM)
Select SNUM into $SNUM
from SUPPLY1 at site 3
where SUPPLY1.PNUM = $PNUM
if   #FOUND then
begin
send $SNUM from site 3 to site 1
 Select NAME into $NAME
from SUPPLIER1 at site 1
where SUPPLIER1.SNUM = $SNUM
end
else  begin
Select SNUM into $SNUM
from SUPPLY2 at site 4
where SUPPLY2.PNUM = $PNUM
send $SNUM from site 4 to site 2
 Select NAME into $NAME
from SUPPLIER2 at site 2
where SUPPLIER2.SNUM = $SNUM
```

end;
write(Terminal, $NAME)

Nhận xét:

2.2.2 Sự trong suốt phân tán đối với các ứng dụng cập nhật

Trong phần trước, chúng ta chỉ xét các ứng dụng tìm kiếm dữ liệu trong cơ sở dữ liệu phân tán . Phần này chúng ta sẽ xem xét các ứng dụng cập nhật dữ liệu trong cơ sở dữ liệu phân tán. Bài toán cập nhật ở đây chỉ xét dưới khía cạnh trong suốt phân tán đối với các lập trình viên, trong khi bài toán bảo đảm tính nguyên tử của các giao tác cập nhật sẽ được xem xét ở chương sau.

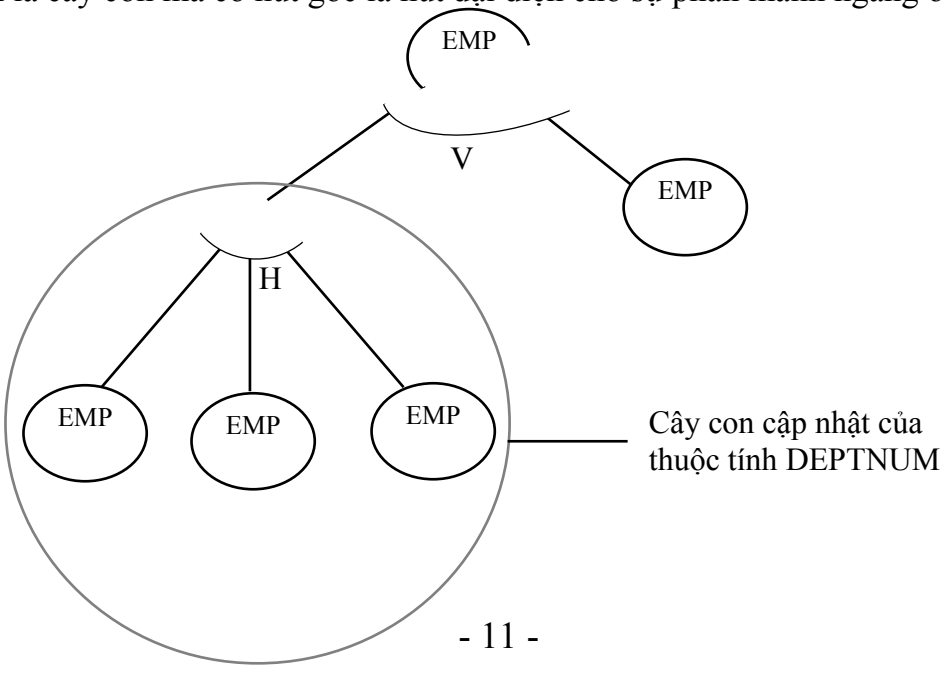
Các mức trong suốt phân tán cũng được phân tích như trong các ứng dụng chỉ đọc. Tuy nhiên một phép cập nhật phải được thực hiện trên tất cả các bản sao của một mục dữ liệu trong khi phép tìm kiếm chỉ cần thực hiện trên một bản sao. Điều này có nghĩa là nếu hệ quản trị cơ sở dữ liệu không hỗ trợ sự trong suốt vị trí và sự trong suốt nhân bản thì lập trình viên chịu trách nhiệm thực hiện mọi cập nhật được yêu cầu.

Trong việc hỗ trợ sự trong suốt phân tán cho các ứng dụng cập nhật có một vấn đề khá phức tạp hơn việc cập nhật tất cả các bản sao của một mục dữ liệu. Đó là vấn đề di chuyển dữ liệu sau khi cập nhật.

Xét ví dụ sau: Điều gì xảy ra khi cập nhật lại giá trị của thuộc tính CITY trong quan hệ SUPPLIER. Rõ ràng, các bộ Supplier phải được chuyển từ một phân mảnh này đến phân mảnh khác. Hơn nữa, như trong ví dụ ở phần 2.2.1, các bộ của quan hệ SUPPLY mà tham khảo đến cùng Supplier cũng phải thay đổi phân mảnh vì quan hệ SUPPLY có một phân mảnh dẫn xuất. Một cách trực quan chúng ta dễ dàng thấy việc thay đổi giá trị của một thuộc tính mà chúng ta định nghĩa trong lược đồ phân mảnh có dẫn đến các hệ quả phức tạp. Mức độ mà các hệ quản trị cơ sở dữ liệu phân tán quản lý các hệ quả đó chính là đặc trưng cho các mức trong suốt phân tán cho sự cập nhật.

Để minh họa cho các phép toán di chuyển dữ liệu trong việc cập nhật dữ liệu phân tán người ta sử dụng cây con cập nhật.

Xét một thuộc tính A được sử dụng trong vị từ phân mảnh ngang. Cây con cập nhật của A là cây con mà có nút gốc là nút đại diện cho sự phân mảnh ngang ở trên.



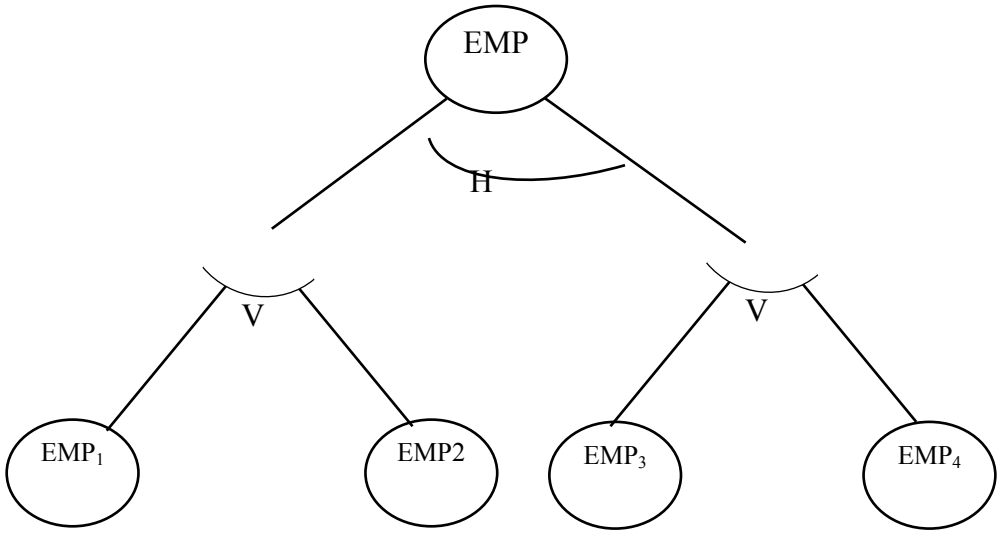
V: Phép toán phân mảnh dọc H: Sự phân mảnh ngang

Hình 2.5 Cây con cập nhật của thuộc tính DEPTNUM trong cây phân mảnh của quan hệ EMP

- Các ảnh hưởng của sự thay đổi giá trị của một thuộc tính chỉ giới hạn trong các phân mảnh ở nút lá của cây con cập nhật.

Ví dụ: Một sự thay đổi giá trị của thuộc tính DEPTNUM chỉ ảnh hưởng đến EMP_1, EMP_2 và EMP_3. Một bộ có thể di chuyển giữa hai trong ba phân mảnh trên.

Xét một ví dụ khác phức tạp hơn. Giả sử quan hệ EMP có cây phân mảnh như hình 2.6a.



$EMP_1 = PJ_{EMPNUM, NAME, SAL, TAX}SL_{DEPTNUM <10}(EMP)$

$EMP_2 = PJ_{EMPNUM, MGRNUM, DEPTNUM}SL_{DEPTNUM <10}(EMP)$

$EMP_3 = PJ_{EMPNUM, NAME, DEPTNUM}SL_{DEPTNUM >=10}(EMP)$

$EMP_4 = PJ_{EMPNUM, SAL, TAX, MGRNUM}SL_{DEPTNUM >=10}(EMP)$

Hình 2.6a Cây phân mảnh khác của quan hệ EMP

EMP_1

EMPNUM	NAME	SAL	TAX
100	SMITH	10000	1000

EMP_2

EMPNUM	MGRNUM	DEPTNUM
100	20	**3**

Trước khi cập nhật

Sau khi cập nhật

EMP_3

EMPNUM	NAME	DEPTNUM

EMP_4

EMPNUM	SAL	TAX	MGRNUM

100	SMITH	**15**

100	10000	1000	20

Hình 2.6b Hệ quả của việc cập nhật DEPTNUM của EMPNUM=100 từ 3 sang 15

Trong trường hợp này cây con cập nhật của thuộc tính DEPTNUM tương tự như cây phân mảnh. Sự ảnh hưởng của việc thay đổi giá trị của DEPTNUM của bộ có EMPNUM=100 từ 3 thành 15 được minh họa ở hình 2.6b. Sự cập nhật của bộ này chỉ thuộc về cây con trái, sau khi cập nhật nó trở thành một phần cây con phải. Chúng ta nhận thấy không chỉ dữ liệu được chuyển giữa các mảnh mà bộ này cũng được tổ hợp lại theo một cách khác.

Bây giờ chúng ta sẽ xem xét các mức trong suốt phân tán cho một ứng dụng cập nhật đơn giản.

Mức 1: Sự trong suốt phân tán

Mức này minh hoạ chương trình ứng dụng cập nhật dữ liệu như trong một cơ sở dữ liệu không phân tán. Bởi thế các lập trình viên không cần biết thuộc tính nào được dùng để phân mảnh. Để thay đổi giá trị DEPTNUM của employee có EMPNUM=100, đoạn chương trình được viết như sau:

```
Update EMP
        set DETPNUM=15
        where EMPNUM =100
```

Mức 2: Sự trong suốt vị trí

Tại mức này, lập trình viên phải làm việc với các phân mảnh một cách tường minh.

Đoạn chương trình được viết như sau:

```
Select NAME, SAL, TAX into $NAME, $SAL, $TAX
        from EMP1 where EMPNUM=100;
Select MGRNUM into $MGRNUM
        from EMP2 where EMPNUM=100;
Insert into EMP3 (EMPNUM, NAME, DEPTNUM)
        Values (100, $NAME, 15);
Insert into EMP4 (EMPNUM, SAL, TAX, MGRNUM)
        Values (100, $SAL, $TAX, $MGRNUM);
Delete EMP1 where EMPNUM = 100;
Delete EMP2 where EMPNUM = 100;
```

Mức 3: Sự trong suốt ánh xạ cục bộ

Tại mức này ứng dụng phải giải quyết vị trí của các phân mảnh một cách tường minh. Giả sử các phân mảnh của quan hệ EMP được cấp phát như sau:

EMP1 : site1 và 5
EMP2 : site2 và 6
EMP3 : site3 và 7
EMP4 : site4 và 8

Đoạn chương trình được viết như sau:

```
Select NAME, SAL, TAX into $NAME, $SAL, $TAX
        from EMP1 at site 1 where EMPNUM=100;
Select MGRNUM into $MGRNUM
```

from EMP_2 at site 2 where EMPNUM=100;
Insert into EMP_3 (EMPNUM, NAME, DEPTNUM) at site 3
Values (100, $NAME, 15);
Insert into EMP_3 (EMPNUM, NAME, DEPTNUM) at site 7
Values (100, $NAME, 15);
Insert into EMP_4 (EMPNUM, SAL, TAX, MGRNUM) at site 4
Values (100, $SAL, $TAX, $MGRNUM);
Insert into EMP_4 (EMPNUM, SAL, TAX, MGRNUM) at site 8
Values (100, $SAL, $TAX, $MGRNUM);
Delete EMP_1 at site 1 where EMPNUM = 100;
Delete EMP_1 at site 5 where EMPNUM = 100;
Delete EMP_2 at site 2 where EMPNUM = 100;
Delete EMP_2 at site 6 where EMPNUM = 100;

2.3 Các nguyên tắc truy xuất cơ sở dữ liệu phân tán

Trong các ví dụ ở phần trước chúng ta chỉ xét các truy vấn dữ liệu chỉ trả về một giá trị. Tuy nhiên trong trường hợp tổng quát, một câu truy vấn có thể trả về một quan hệ. Khi đó chúng ta sẽ qui ước dùng tham số có tiếp vị ngữ "REL", được xem như một file, để nhận kết quả trả về.

Ví dụ: Cho câu SQL sau:

Select EMPNUM, NAME INTO **$EMP_REL($EMPNUM, $NAME)**
from EMP

Bây giờ chúng ta sẽ xem xét các cách truy xuất cơ sở dữ liệu và đánh giá hiệu quả của các cách đó theo yêu cầu sau:

Cho biết danh sách các nhà cung cấp đã cung cấp sản phẩm (được nhập)

1: Cơ sở dữ liệu được truy xuất với mỗi giá trị $SNUM

```
Repeat
        read(terminal, $SNUM);
        select PNUM into $PNUM_REL($PNUM)
        from SUPPLY where SNUM = $SNUM;
        repeat
              read($PNUM_REL, $PNUM)
               write(terminal, $PNUM)
        until END-OF-$PNUM_REL
until END-OF-TERMINAL-INPUT
```

Cách 2: Cơ sở dữ liệu được truy xuất sau khi tất cả giá trị của $SNUM được nhập

```
Repeat
     read(terminal, $SNUM);
     write($SNUM_REL($SNUM), $SNUM)
Until END-OF-TERMINAL-INPUT
 select PNUM into $PNUM_REL($PNUM)
        from SUPPLY, $SNUM_REL
        where SUPPLY.SNUM = $SNUM_REL.$SNUM;
Repeat
```

```
        read($PNUM_REL, $PNUM)
        write(terminal, $PNUM)
    Until END-OF-$PNUM_REL
```

Cách 3: Cơ sở dữ liệu được truy xuất trước khi nhập giá trị $SNUM

```
Select PNUM, SNUM into $TEMP_REL($TEMP_PNUM, $TEMP_SNUM)
from SUPPLY;
Repeat
        read(terminal, $SNUM);
        select $TEMP_PNUM into $TEMP2_REL($TEMP2_PNUM)
        from $TEMP_REL  where $TEMP_SNUM = $SNUM;
        Repeat
                read($TEMP2_REL, $TEMP2_PNUM);
                write(terminal, $TEMP2_PNUM);
        until END-OF-$TEMP2_PNUM
Until END-OF-TERMINAL-INPUT
```

Nhận xét về hiêu quả của ba cách trên?

CHƯƠNG 3 **THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU PHÂN TÁN**

MỤC TIÊU

Chương này đề cập đến hai vấn đề chính sau:

1. Một số tiêu chuẩn thiết kế về cách thức phân tán dữ liệu một cách hợp lý.
2. Nền tảng toán học hỗ trợ cho nhà thiết kế xác định sự phân tán dữ liệu.

Chương này chia làm ba phần:

- Phần thứ nhất giới thiệu mô hình thiết kế cơ sở dữ liệu phân tán với hai tiếp cận từ trên xuống và từ dưới lên.
- Phần thứ hai trình bày sự thiết kế phân mảnh ngang, phân mảnh dọc và phân mảnh hỗn hợp.
- Phần thứ ba trình bày sự cấp phát các phân mảnh. Vấn đề này nhắm đến sự ánh xạ các phân mảnh đến các ảnh vật lý.

3.1. Mô hình thiết kế cơ sở dữ liệu phân tán

Trong chương này chúng ta chỉ tập trung vào những khía cạnh riêng biệt trong cơ sở dữ liệu phân tán mà không đề cập kỹ đến những vấn đề thiết kế cơ sở dữ liệu tập trung. Việc thiết kế cơ sở dữ liệu tập trung nhắm đến hai vấn đề sau:

- Thiết kế lược đồ quan niệm.

- Thiết kế "cơ sở dữ liệu vật lý" nghĩa là ánh xạ lược đồ quan niệm đến các vùng lưu trữ và xác định các phương pháp truy xuất thích hợp.

Trong cơ sở dữ liệu phân tán hai vấn đề này trở thành vấn đề thiết kế lược đồ phổ quát và thiết kế các cơ sở dữ liệu cục bộ tại mỗi site. Sự phân tán cơ sở dữ liệu cộng thêm vào các vấn đề trên hai vấn đề mới:

Thiết kế sự phân tán, nghĩa là xác định các quan hệ phổ quát được phân mảnh ngang, dọc hay hỗn hợp như thế nào?

Thiết kế sự cấp phát các phân mảnh, nghĩa là xác định các phân mảnh được ánh xạ đến các ảnh vật lý như thế nào, kể cả việc xác định sự nhân bản dữ liệu.

Hai vấn đề mới này đặc trưng đầy đủ cho sự thiết kế phân tán dữ liệu. Sự thiết kế phân mảnh là một tiêu chuẩn luận lý trong khi sự thiết kế cấp phát nhắm đến việc sắp đặt dữ liệu vật lý tại các sites.

Mặc dầu việc thiết kế các chương trình ứng dụng được xây dựng sau khi thiết kế lược đồ, sự hiểu biết về các yêu cầu của các chương trình ứng dụng cũng quyết định đến sự thiết kế lược đồ vì các lược đồ phải hỗ trợ các ứng dụng một cách hiệu quả. Các yêu cầu của ứng dụng như sau:

- Site mà ứng dụng được đưa ra (còn được gọi là site gốc của ứng dụng)
- Tần số hoạt động của ứng dụng (nghĩa là số lượng yêu cầu hoạt động trong một đơn vị thời gian); trong trường hợp tổng quát các ứng dụng có thể được

đưa ra từ nhiều sites, chúng ta cần biết tần số hoạt động của mỗi ứng dụng tại mỗi site.

Số lượng, kiểu và sự thống kê phân tán của các truy xuất được tạo bởi các ứng dụng đến mỗi đối tượng dữ liệu được yêu cầu.

3.1.1. **Các mục tiêu của việc thiết kế phân tán dữ liệu**

a. Sự truy xuất cục bộ

Mục tiêu của sự phân tán dữ liệu là để các *ứng dụng truy xuất dữ liệu cục bộ càng nhiều càng tốt*, giảm bớt các truy xuất dữ liệu từ xa.

Việc thiết kế sự phân tán dữ liệu để tối đa hoá truy xuất cục bộ có thể được thực hiện bằng cách thêm số lượng các tham khảo cục bộ và các tham khảo từ xa tương ứng cho mỗi phân mảnh dự tuyển và mỗi cấp phát phân mảnh, từ đó chọn ra giải pháp tốt nhất.

b. Tính sẵn sàng và khả tín của các dữ liệu phân tán

Trong chương 1, chúng ta đã chỉ ra tính sẵn sàng và khả tín (độ tin cậy) như là các điểm mạnh của cơ sở dữ liệu phân tán so với cơ sở dữ liệu tập trung. Mức độ sẵn sàng cao đối với các ứng dụng chỉ đọc được thực hiện bằng cách lưu trữ nhiều bản sao của cùng một thông tin; hệ thống phải có khả năng chuyển đến bản sao được chọn thích hợp khi một bản sao không được truy xuất bình thường.

Độ khả tín cũng được thực hiện bằng cách lưu trữ nhiều bản sao, khi đó nó có khả năng phục hồi khi có sự phá huỷ một số bản sao.

c. Sự phân bố tải

Sự phân tán bố trí trên các sites là một tính chất quan trọng của các hệ thống máy tính phân tán. Sự phân bố tải để tận dụng sức mạnh của việc sử dụng các máy tính, và cực đại hoá mức độ xử lý song song các lệnh thực thi của các ứng dụng. Vì sự phân bố tải có thể ảnh hưởng xấu đến sự truy xuất cục bộ nên cần xem xét để cân bằng hai mục tiêu này.

d. Chi phí lưu trữ

Sự phân tán cơ sở dữ liệu phản ánh chi phí của sự lưu trữ tại các sites khác nhau. Tuy nhiên chi phí lưu trữ dữ liệu không đáng kể so với chi phí xuất nhập, chi phí truyền thông của các ứng dụng. Nhưng giới hạn của bộ lưu trữ phải được xem xét kỹ.

3.1.2 **Các tiếp cận từ trên - xuống và từ dưới - lên để thiết kế sự phân tán dữ liệu**

Có hai cách tiếp cận cho sự thiết kế cơ sở dữ liệu: tiếp cận từ trên - xuống và tiếp cận từ dưới - lên.

Trong cách tiếp cận từ trên xuống, chúng ta bắt đầu 1. thiết kế lược đồ phổ quát; 2. thiết kế sự phân mảnh cơ sở dữ liệu và sau cùng 3. cấp phát các mảnh đến các sites, tạo các ảnh vật lý của chúng.

Cách tiếp cận này thích hợp nhất đối với các hệ thống được phát triển từ đầu và nó cho phép thiết kế một cách hợp lý. Trong chương này chúng ta không đề cập đến cách thiết kế lược đồ phổ quát và lược đồ vật lý vì nó không riêng biệt gì đối với cơ

sở dữ liệu phân tán mà tập trung vào sự thiết kế phân mảnh và cấp phát các phân mảnh.

Khi cơ sở dữ liệu phân tán được phát triển như là sự tổ hợp các cơ sở dữ liệu sẵn có thì nó lại không dễ dàng đối với phương pháp tiếp cận từ trên -xuống. Trong trường hợp này lược đồ phổ quát thường được tạo ra từ sự thoả hiệp giữa các mô tả dữ liệu sẵn có. Từ đó cách tiếp cận từ dưới-lên có thể được sử dụng để thiết kế sự phân tán dữ liệu. Cách thiết kế từ dưới lên yêu cầu:

Ä Chọn một mô hình cơ sở dữ liệu chung để mô tả lược đồ phổ quát của cơ sở dữ liệu.

Ä Chuyển dịch mỗi lược đồ cục bộ vào trong mô hình dữ liệu chung.

Ä Tổ hợp lại lược đồ cục bộ vào trong lược đồ phổ quát chung.

Ba vấn đề này không riêng biệt gì đối với cơ sở dữ liệu phân tán mà nó hiện diện ngay trong các hệ thống tập trung. Bởi thế phương pháp thiết kế từ dưới lên không được đề cập ở đây. Tuy nhiên ba vấn đề này rất quan trọng trong các hệ thống cơ sở dữ liệu phân tán không đồng nhất.

3.2. Thiết kế sự phân mảnh dữ liệu

Thiết kế phân mảnh là vấn đề đầu tiên phải giải quyết trong phương pháp thiết kế phân tán dữ liệu từ trên xuống. Mục đích của việc thiết kế phân mảnh là **xác định các phân mảnh không chồng chéo lên nhau**. Đó là các đơn vị logic của sự cấp phát.

Thiết kế phân mảnh là nhóm các bộ (trong trường hợp phân mảnh ngang) hoặc nhóm các thuộc tính (theo phân mảnh dọc) mà có những tính chất giống nhau từ quan điểm cấp phát chúng. ***Mỗi một nhóm các bộ hay các thuộc tính có cùng tính chất sẽ tạo nên một phân mảnh.***

Ví dụ 3.1:

Xét sự phân mảnh ngang cho quan hệ phổ quát EMP. Giả sử rằng các ứng dụng quan trọng của cơ sở dữ liệu phân tán này yêu cầu thông tin từ quan hệ EMP về các nhân viên là thành viên của các dự án. Mỗi phòng ban là một site của cơ sở dữ liệu phân tán.

Các ứng dụng có thể được gọi từ bất kỳ phòng ban nào; tuy nhiên khi chúng được gọi từ một phòng ban thì nó sẽ ưu tiên tìm các bộ nhân viên trong phòng ban đó trước với xác suất cao hơn ở những nhân viên của phòng ban khác. Trong trường hợp này các nhân viên được phân mảnh ngang theo tính chất "làm việc cùng một phòng ban".

Một ví dụ đơn giản về sự phân mảnh dọc của quan hệ EMP như sau: giả sử các thuộc tính SAL và TAX chỉ được sử dụng bởi các ứng dụng quản trị thì các thuộc tính này sẽ nằm trong phân mảnh dọc thích hợp.

3.2.1 Sự phân mảnh nguyên thủy

Nhắc lại sự phân mảnh nguyên thủy được định nghĩa bằng cách sử dụng phép chọn lựa trên quan hệ toàn cục. Tính đúng đắn của sự phân mảnh nguyên thủy đòi hỏi mỗi bộ trong quan hệ toàn cục chỉ nằm trong một và chỉ một phân mảnh. Vì thế xác định một phân mảnh nguyên thủy của một quan hệ toàn cục yêu cầu xác định một tập

các vị từ chọn đầy đủ và rời nhau. Tính chất mà chúng ta yêu cầu cho mỗi phân mảnh phải được tham khảo đồng nhất bởi tất cả các ứng dụng.

Cho R là quan hệ toàn cục mà chúng ta phân mảnh ngang nguyên thủy. Chúng ta đưa ra một số định nghĩa sau:

1. Một vị từ đơn giản là vị từ có kiểu:

Thuộc tính = giá trị

2. Một vị từ sơ cấp Y cho một tập các vị từ đơn giản P là chuẩn hội của tất cả các vị từ xuất hiện trong P :

$$y = V (p^*_i)$$

Với $p^*_i = p_i$ hoặc p^*_i= not p_i và y = true

3. Một phân mảnh là một tập các bộ tương ứng với một vị từ sơ cấp

4. Một vị từ đơn giản p_i *là thích hợp* đối với một tập các vị từ sơ cấp P nếu tồn tại ít nhất hai vị từ sơ cấp mà biểu thức của nó chỉ khác nhau do vị từ p_i (xuất hiện ở dạng thông thường và dạng phủ định của nó) mà các phân mảnh tương ứng được tham khảo đến bởi ít nhất một ứng dụng.

Ví dụ 2: Xét sự phân mảnh ngang ở ví dụ 1. Giả sử có một số ứng dụng quan trọng yêu cầu các thông tin về các nhân viên tham gia vào các dự án; lại có một số ứng dụng quan trọng khác không chỉ yêu cầu thông tin trên mà còn cần thông tin về nghề nghiệp. Hai vị từ đơn giản cho ví dụ này là DEPT =1 và JOB =”P”. Các vị từ sơ cấp cho hai vị từ này là:

DEPT = 1 AND JOB = ”P”
DEPT = 1 AND JOB ¹ “P”
DEPT ¹ 1 AND JOB = “P”
DEPT ¹ 1 AND JOB ¹ “P”

Tất cả các vị từ đơn giản trên là thích hợp, trong khi, ví dụ, SAL > 50 không là một vị từ thích hợp;

Các định nghĩa trên không dễ xây dựng. Thật không may, phép chọn lựa của các vị từ không được hỗ trợ bởi các luật chính xác mà thường dựa trên trực quan của người thiết kế cơ sở dữ liệu. Tuy nhiên chúng ta cũng có thể định nghĩa hai tính chất đặc trưng cho một sự phân mảnh thích hợp.

Cho P = {p_1, p_2, ..., p_n } là tập các vị từ đơn giản. Để P thể hiện sự phân mảnh một cách đúng đắn và hiệu qủa. P phải *đầy đủ và cực tiểu*.

1. Tập các vị từ đơn giản P_r được gọi là *đầy đủ* nếu và chỉ nếu xác xuất mỗi ứng dụng truy xuất đến một bộ bất kỳ thuộc về một mảnh hội sơ cấp nào đó được định nghĩa theo P_r đều bằng nhau.
2. Tập các vị từ đơn giản P_r được gọi là *cực tiểu* nếu tất cả các vị từ của nó thích hợp (nghĩa là các phân mảnh tương ứng được tham khảo đến bởi ít nhất một ứng dụng)

Ví dụ 3:

Hai ví dụ 1, 2 có thể được sử dụng để làm rõ các định nghĩa này.

P_1 = { DEPT =1 } không đầy đủ, vì các ứng dụng tham khảo các bộ của các lập trình viên với xác suất lớn hơn những phân mảnh khác dẫn từ P_1.

P_2 ={ DEPT = 1, JOB = "P" } là đầy đủ và cực tiểu.

P_3 = {DEPT = 1, JOB = "P", SAL >50 }là đầy đủ nhưng không cực tiểu vì SAL > 50 không thích hợp.

Sự phân mảnh có thể thực hiện như sau:

Nguyên tắc: Xét một vị từ p_1 phân chia các bộ của R vào hai phần mà chúng được tham khảo khác nhau bởi ít nhất một ứng dụng. Cho P = p_1.

Phương pháp: Xét một vị từ đơn giản mới p_i phân chia ít nhất một phân mảnh của P thành hai phần mà được tham khảo khác nhau bởi ít nhất bởi một ứng dụng. Đặt P = P U p_i. Xoá các vị từ không thích hợp khỏi P. Lặp lại bước này cho đến khi tập của các phân mảnh cơ sở là đầy đủ.

Ví dụ 4:

Lấy lại các ví dụ để làm ví dụ minh họa cho phương pháp ở trên. Xét vị từ đầu tiên SAL > 50; *giả sử lương trung bình của các lập trình viên lớn hơn 50*, vị từ này xác định hai tập nhân viên mà được tham khảo một cách khác nhau bởi các ứng dụng. Ta có P_1 = { SAL > 50}

Chúng ta xét DEPT =1; vị từ này là thích hợp và được thêm vào tập P_1, ta được P_2 = {SAL > 50, DEPT = 1}

Cuối cùng, xét JOB = "P". Vị từ này cũng thích hợp và thêm nó vào P_2, ta được P_3 = { SAL>50, DEPT = 1, JOB ="P"}. Chúng ta khám phá ra SAL>50 không thích hợp trong P_3. Vì thế chúng ta nhận được tập cuối cùng là P_4 = { DEPT =1 , JOB = "P"} đầy đủ và cực tiểu.

Xét một ví dụ tổng quát :

Ví dụ này dựa trên cơ sở dữ liệu ở chương 2 gồm có các quan hệ EMP, DEPT, SUPPLIER, SUPPLY. Giả sử cơ sở dữ liệu phân tán của công ty ở California có ba sites tại San Francisco (site 1), Fresno (site 2), và Los Angeles (site 3); Fresno nằm giữa San Francisco và Los Angeles. Có tất cả 30 phòng ban được nhóm lại như sau: 10 phòng ban đầu tiên ở gần San Francisco, các phòng ban từ 11 đến 20 ở gần Fresno và các phòng ban trên 20 thì ở gần Los Angeles. Tất cả các nhà cung cấp ở San Francisco hoặc ở Los Angeles. Ngoài ra công ty cũng được chia theo khái niệm miền: San Francisco ở miền Bắc, Los Angeles ở miền nam còn Fresno nằm giữa hai miền đó nên một số phòng ban nằm gần Fresno sẽ rơi vào miền bắc hoặc miền nam.

Chúng ta thiết kế sự phân mảnh của SUPPLIER và DEPT với sự phân mảnh ngang nguyên thủy.

Các nhà cung cấp trong quan hệ SUPPLIER(SNUM, NAME, CITY) có giá trị của thuộc tính CITY là "SF" hoặc là "LA". Giả sử *có một ứng dụng quan trọng yêu cầu cho biết tên nhà cung cấp (NAME) khi nhập mã số nhà cung cấp (SNUM).* Câu lệnh SQL cho ứng dụng đó như sau:

```
Select NAME
from SUPPLIER
where SNUM = $X
```

Ứng dụng được gọi tại bất kỳ site nào; nếu nó được gọi tại site 1, nó sẽ tham khảo đến SUPPLIERS có CITY = "SF" với xác suất 80%; nếu được gọi từ site 2, nó sẽ tham khảo đến SUPPLIERS của "SF" và "LA" với xác suất bằng nhau; nếu nó được gọi từ site 3, nó sẽ tham khảo đến SUPPLIERS của "LA" với xác suất 80%. Điều này dẫn đến là các phòng ban sẽ liên hệ đến các nhà cung cấp ở gần đó.

Chúng ta đưa các vị từ sau:

p_1 : CITY = "SF"
P_2: CITY = "LA"

Tập $\{p_1, p_2\}$ là đầy đủ và cực tiểu.

Mặc dầu đơn giản, ví dụ này minh họa hai tính chất quan trọng sau:

- Các vị từ thích hợp mô tả cho phân mảnh này không thể được suy ra bằng cách phân tích mã lệnh của ứng dụng.
- Quan hệ mật thiết giữa các vị từ giảm đi số lượng phân mảnh. Trong trường hợp này chúng ta nên xem xét những vị từ tương ứng với các vị từ sơ cấp sau:

y_1: (CITY = "SF") AND (CITY = "LA")
y_2: (CITY = "SF") AND NOT(CITY = "LA")
y_3: NOT(CITY = "SF") AND (CITY = "LA")
y_4: NOT(CITY = "SF") AND NOT(CITY = "LA")

Nhưng chúng ta đã biết rằng:

(CITY = "LA") Þ NOT (CITY = "SF")

và (CITY = "SF") Þ NOT (CITY = "LA")

và vì thế chúng ta suy ra y_1 và y_4 mâu thuẫn lẫn nhau và y_2 và y_3 sẽ đơn giản thành hai vị từ p_1 và p_2.

Bây giờ chúng ta hãy xét quan hệ phổ quát sau:

DEPT(<u>DEPTNUM</u>, NAME, AREA, MGRNUM)

Chúng ta sẽ tập trung vào các ứng dụng quan trọng sau:

Các ứng dụng quản trị chỉ được gọi từ site 1 và site 3; các ứng dụng quản trị về các phòng ban ở miền bắc được gọi tại site 1 và các ứng dụng quản trị về các phòng ban ở miền nam được gọi tại site 3.

Các ứng dụng về công việc được quản lý tại mỗi phòng ban; chúng có thể được gọi từ bất kỳ phòng ban nào nhưng chúng phải tham khảo các bộ của phòng ban gần site của nó nhất với xác xuất cao hơn các bộ ở những lưu ở những nơi khác.

Chúng ta đưa ra các vị từ sau:

p_1: DEPTNUM <= 10
p_2: 10 < DEPTNUM <= 20

p_3: DEPTNUM > 20
p_4: AREA = “North”
p_5: AREA = “South”

Có một số quan hệ giữa các vị từ trên như AREA= “North” kéo theo DEPTNUM > 20 là sai; vì thế sự phân mảnh giảm còn 4 phân mảnh:

y_1: DEPTNUM <=10
y_2: (10 < DEPTNUM <= 20) AND (AREA = “North”)
y_3: (10 < DEPTNUM <= 20) AND (AREA = “South”)
y_4: DEPTNUM > 20

	p_4: AREA = “North”	p_5: AREA = “South”
p_1: DEPTNUM <= 10	y_1	FALSE
p_2: 10 < DEPTNUM <= 20	y_2	y_3
p_3: DEPTNUM > 20	FALSE	y_4

Hình 4.2 Sự phân mảnh của quan hệ DEPT

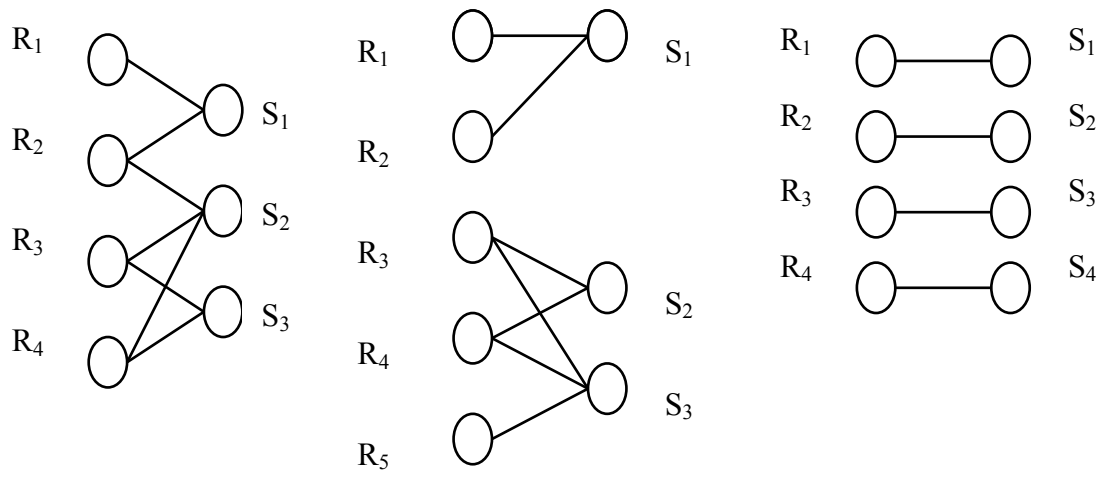
Một nhận xét cuối cùng là sự cấp phát phân mảnh cũng dễ dàng thấy qua sự phân mảnh này. Các phân mảnh tương ứng với vị từ y_1 và y_4 được lưu trữ tại site 1 và site 3; các phân mảnh ứng với các vị từ y_2 hoặc y_3 thể hiện các ứng dụng quản trị thì được phân bố tại site 1 hoặc 3 và các phân mảnh ứng về công việc của phòng ban có thể được lưu trữ tại site 2.

3.2.2 **Sự phân mảnh dẫn xuất ngang**

Sự phân mảnh dẫn xuất ngang của một quan hệ toàn cục R không dựa trên các thuộc tính của nó mà được dẫn ra từ sự phân mảnh ngang của một quan hệ khác. Sự phân mảnh dẫn xuất ngang được sử dụng để thuận lợi cho việc kết nối các mảnh.

Một kết nối phân tán là một kết nối giữa các quan hệ phân mảnh ngang. Khi một ứng dụng yêu cầu một kết nối giữa hai quan hệ toàn cục R và S, tất cả các bộ của R và S cần được so sánh; vì thế, cần phải so sánh tất cả các phân mảnh R_i của R với các phân mảnh S_j của S. Tuy nhiên, đôi khi chúng ta có thể giảm một số kết nối cục bộ rỗng giữa các phân mảnh. Điều này xảy ra khi các giá trị của thuộc tính kết nối trong R_i và S_j rời nhau.

Kết nối phân tán được biểu diễn một cách hiệu quả bằng cách dùng đồ thị kết nối. Đồ thị kết nối G của kết nối phân tán R và S là một đồ thị (N,E) với các nút N thể hiện các phân mảnh của R và S và các cạnh vô hướng E biểu diễn các kết nối không rỗng giữa các phân mảnh. Để đơn giản, chúng ta không chứa trong các phân mảnh nào của R và S mà có kết nối rỗng. Đồ thị kết nối được minh họa ở hình I.10.



Hình I.10 Các đồ thị kết nối

Chúng ta nói một *đồ thị kết nối là hoàn toàn* khi nó chứa tất cả các cạnh có thể có giữa các phân mảnh của R và S. Nó được rút gọn khi mất một số cạnh. Có hai kiểu đồ thị rút gọn:

1. Đồ thị kết nối được phân hoạch nếu đồ thị gồm hai hay nhiều đồ thị con rời nhau.

2. Đồ thị kết nối đơn giản nếu nó được phân hoạch và mỗi đồ thị con có một cạnh.

Xác định một kết nối của một đồ thị kết nối đơn giản là rất quan trọng trong thiết kế cơ sở dữ liệu. Một cặp phân mảnh mà được kết nối bởi một cạnh trong một đồ thị đơn giản thì có một tập giá trị chung ứng của thuộc tính kết nối. Vì thế, nếu có thể xác định sự phân mảnh và sự định vị của hai quan hệ R và S sao cho đồ thị kết nối là đơn giản và các cặp phân mảnh tương ứng được lưu trữ tại một địa điểm thì kết nối này có thể được biểu diễn phân tán bằng cách kết nối cục bộ các cặp phân mảnh và sau đó suy ra các kết quả của những kết nối qua các địa điểm.

Tới đây có thể đưa ra một định nghĩa hình thức của sự phân mảnh dẫn xuất ngang. Cho một quan hệ toàn cục R, các phân mảnh R_i của nó được dẫn xuất từ sự phân mảnh R và S qua phép nửa kết nối SJ:

$$R_i = R \ SJ_f \ S_t$$

Kết nối R SJ_f S_t là đơn giản nếu các điều kiện tách biệt và đầy đủ của sự phân mảnh được thỏa.

Ví dụ tổng quát (tiếp theo)

Xét quan hệ SUPPLY (SNUM, PNUM, DETPNUM, QUAN). Giả sử các ứng dụng mà sử dụng quan hệ này luôn luôn liên hệ đến quan hệ khác như quan hệ SUPPLIER, DEPT như sau:

- Một số ứng dụng yêu cầu thông tin về các giao dịch cung cấp từ các nhà cung cấp cho trước; vì thế phải kết nối SUPPLY với SUPPLIER trên thuộc tính SNUM.

Các ứng dụng khác yêu cầu thông tin về các giao dịch cung cấp từ các phòng ban cho trước. vì thế phải kết nối SUPPLY với DEPT trên thuộc tính DEPTNUM.

Giả sữ quan hệ phổ quát DEPT được phân mảnh ngang theo DEPTNUM và quan hệ SUPPLIER phân mảnh ngang theo DEPTNUM. Có hai phân mảnh ngang dẫn xuất

cho quan hệ SUPPLY bằng phép nửa kết với các phân mảnh SUPPLIER và với các phân mảnh DEPT.

3.2.3 Sự phân mảnh dọc

Xác định sự phân mảnh dọc của một quan hệ toàn cục đòi hỏi nhóm lại các thuộc tính mà được tham khảo cùng kiểu bởi các ứng dụng.

Điều kiện đúng đắn của sự phân mảnh dọc yêu cầu mỗi thuộc tính của R phụ thuộc vào ít nhất một tập thuộc tính và mỗi tập thuộc tính phải chứa thuộc tính khoá của R.

Mục đích của sự phân mảnh dọc là để xác định các mảnh R_i nào mà nhiều ứng dụng có thể thực thi trên một mảnh. Xét một quan hệ toàn cục R được phân hoạch dọc thành R_1 và R_2. Một ứng dụng sẽ có lợi qua việc phân hoạch này nếu nó có thể được thực thi bằng cách chỉ sử dụng R_1 hoặc R_2. Tuy nhiên nếu ứng dụng yêu cầu cả hai phân mảnh thì việc phân hoạch này không có lợi vì phải thực hiện phép kết nối để xây dựng lại R.

Việc xác định một phân mảnh dọc cho một quan hệ toàn cục không dễ dàng khi số lượng tổ hợp các thuộc tính lớn. Vì thế cách tiếp cận heuristic có ưu thế hơn. Chúng ta sẽ mô tả vắn tắt hai cách tiếp cận này:

1. Tiếp cận phân rã: Một quan hệ toàn cục sẽ được lần lượt phân rã vào thành các phân mảnh.

2. Tiếp cận gom nhóm: Các thuộc tính được gom nhóm lần lượt để tạo thành các phân mảnh.

Cả hai tiếp cận này giống nhau ở điểm: Chúng tiếp diễn bằng cách tạo ra một chọn lựa tốt nhất tại mỗi vòng lặp. Trong cả hai trường hợp, các công thức chọn lựa được dùng để xác định khả năng tốt nhất cho việc phân rã hay gom nhóm. Một số dạng quay lui (backtracking) có thể được tạo ra để chuyển một số thuộc tính từ tập này đến tập khác cho đến khi đạt dược phân mảnh cuối cùng.

Việc phân mảnh dọc đã nói lên sự nhân bản trong các phân mảnh. Sự nhân bản có ảnh hưởng khác nhau trong các ứng dụng cập nhật hay ứng dụng chỉ đọc. Sự nhân bản có lợi cho các ứng dụng chỉ đọc vì nó được tham khảo cục bộ. Nhưng đối với các ứng dụng cập nhật thì nó lại không phù hợp vì chúng ta phải cập nhật tất cả các bản sao để bảo đảm tính nhất quán.

Ví dụ tổng quát (tiếp theo)

Xét quan hệ phổ quát:

EMP(EMPNUM, NAME, SAL, TAX, MGRNUM, DEPTNUM)

Giả sử các ứng dụng sử dụng quan hệ EMP như sau:

Các ứng dụng quản trị tập trung ở site 3 yêu cầu thông tin NAME, SAL, TAX của các nhân viên.

Các ứng dụng về công việc được quản lý tại các phòng ban yêu cầu thông tin về NAME, MGRNUM và DEPTNUM của các nhân viên; các ứng dụng này có thể được

gọi tại tất cả các sites và tham khảo các bộ nhân viên trong cùng một nhóm của các phòng ban với xác suất 80%.

Vì thế sự phân mảnh dọc của EMP thành hai mảnh với các thuộc tính "quản trị" và các thuộc tính "mô tả công việc" là khá tự nhiên. Từ đó chúng ta có được hai phân mảnh dọc như sau:

EMP_1(EMPNUM, *NAME*, TAX, SAL)

EMP_2(EMPNUM, *NAME*, MGRNUM,DEPT)

Trong hai phân mảnh này chúng ta quyết định để thuộc tính NAME ở cả hai phân mảnh nhằm tăng hiệu suất chương trình (khỏi thực hiện phép kết) và hơn nữa là tên của các nhân viên thì thường là không thay đổi.

3.2.4 **Sự phân mảnh hỗn hợp**

Cuối cùng chúng ta xét sự phân mảnh hỗn hợp. Cách thức dễ nhất để thực hiện sự phân mảnh hỗn hợp là:

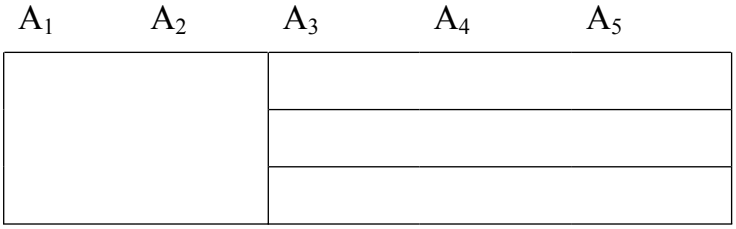
1. Áp dụng sự phân mảnh ngang đối với các phân mảnh dọc.
2. Áp dụng sự phân mảnh dọc đối với các phân mảnh ngang.

Mặc dầu các phép toán trên có thể lặp lại một cách đệ qui, nhưng trên thực tiễn sự phân mảnh không nên quá hai cấp.

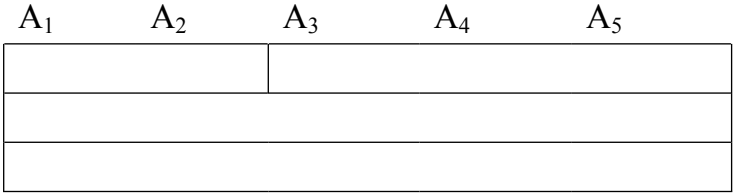
Hình 4.4 thể hiện thứ tự của sự phân mảnh như sau:

Sự phân mảnh ngang được áp dụng ngay trên một phân mảnh dọc.

Sự phân mảnh dọc được áp dụng ngay trên một phân mảnh ngang.



Sự phân mảnh dọc rồi sau đó phân mảnh ngang



Sự phân mảnh ngang sau đó phân mảnh dọc

Hình 4.4 Sự phân mảnh hỗn hợp của quan hệ R(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5)

Ví dụ tổng quát

Xét lại quan hệ phổ quát EMP được phân mảnh dọc thành EMP_1 và EMP_2. Giả sử các ứng dụng về công việc được điều hành tại các phòng ban mà sử dụng phân mảnh EMP_2 tham khảo đến xác suất 80% các bộ của các phòng ban lân cận với site mà các

ứng dụng đó được gọi. Vì thế EMP2 có thể được phân mảnh ngang tiếp tục theo nhóm các phòng ban.

3.3. Sự cấp phát các phân mảnh

Bài toàn cấp phát các phân mảnh không giống như bài toán cấp phát hệ thống file vì :

- Các phân mảnh không được xem như là các files.
- Có nhiều phân mảnh hơn các quan hệ cục bộ.
- Mô hình hoá hoạt động ứng dụng của hệ thống file đơn giản hơn ứng dụng trong cơ sơ dữ liệu phân tán.

Tiêu chuẩn chung cho sự cấp phát phân mảnh: Trong việc xác định sự cấp phát các phân mảnh, điều quan trọng là phải xác định chúng ta đang thiết kế sự cấp phát không dư thừa hay sự cấp phát dư thừa (tức là có sự nhân bản dữ liệu không)

Sự nhân bản dữ liệu sinh ra nhiều phức tạp hơn trong thiết kế, vì:

- Mức độ nhân bản của mỗi phân mảnh là một biến của bài toán.
- Mô hình hoá các ứng dụng chỉ đọc sẽ phức tạp hơn bởi các ứng dụng phải chọn ra site nào để truy xuất dữ liệu.

Để xác định việc nhân bản dữ liệu, có hai phương pháp sau:

- Xác định một tập của tất cả các site mà lợi ích của việc cấp phát một bản sao nhiều hơn chi phí bỏ ra.
- Đầu tiên tiến hành không nhân bản dữ liệu sau đó bắt đầu nhân bản dữ liệu đến các site mà có lợi ích cao nhất.

Chöông 4 Toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn

Muïc tieâu

Chöông naøy ñeà caäp ñeán vaán ñeà toái öu hoaù trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn nghóa laø *giaûm chi phí boä nhôù trung gian, giaûm thôøi gian truy vaán cuõng nhö giaûm thôøi gian truyeàn döõ lieäu* trong caùc truy vaán phaân taùn.

Caùc vaán ñeà ñöôïc ñeà caäp trong chöông naøy nhö sau:

4.1. Truy vaán. Bieåu thöùc chuaån taéc cuûa truy vaán:
Phaàn naøy neâu leân khaùi nieäm veà truy vaán vaø theá naøo laø bieåu thöùc chuaån taéc cuûa moät caâu truy vaán. Bieåu thöùc chuaån taéc laø moät bieåu thöùc ñöôïc söû duïng nhieàu trong vieäc truy vaán cô sôû döõ lieäu phaân taùn.

4.2. Toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu taäp trung:
Phaàn naøy nhaéc laïi quaù trình toái öu hoaù moät caâu truy vaán cuïc boä, noù goàm caùc böôùc sau:

4.2.1. Böôùc 1- Kieåm tra ngöõ phaùp
4.2.2. Böôùc 2- Kieåm tra söï hôïp leä
4.2.3. Böôùc 3- Dòch truy vaán
4.2.4. Böôùc 4- Toái öu hoùa bieåu thöùc ñaïi soá quan heä
4.2.5. Böôùc 5- Choïn löïa chieán löôïc truy xuaát
4.2.6. Böôùc 6-Taïo sinh maõ

4.3. Toái öu hoùa trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn:
Phaàn naøy trình baøy quaù trình toái öu hoaù moät caâu truy vaán phaân taùn, noù bao goàm caùc böôùc sau:

4.3.1. Böôùc 1 – Phaân raõ truy vaán
4.3.1.1. Böôùc 1.1- Phaân tích truy vaán
4.3.1.2. Böôùc 1.2- Chuaån hoùa ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE
4.3.1.3. Böôùc 1.3- Ñôn giaûn hoùa ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE
4.3.1.4. Böôùc 1.4- Bieán ñoåi truy vaán thaønh bieåu thöùc ñaïi soá quan heä hieäu quaû
4.3.1.5. Moät giaûi thuaät toái öu hoùa moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà
toaøn cuïc
4.3.2. Böôùc 2- Ñònh vò döõ lieäu
4.3.2.1. Böôùc 2.1. Bieán ñoåi bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc
4.3.2.2. Böôùc 2.2. Ñôn giaûn hoùa bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà
phaân maûnh
4.3.2.3. Moät giaûi thuaät toái öu hoùa moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà
phaân maûnh
4.3.3. Böôùc 3- Toái öu hoùa truy vaán toaøn cuïc
4.3.4. Böôùc 4- Toái öu hoùa truy vaán cuïc boä

Môû ñaàu

Chöông naøy trình baøy veà caùc böôùc thöïc hieän trong vieäc toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu taäp trung vaø trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn, caùc tieâu chuaån toái öu hoùa nhaèm ñeå laøm **giaûm thôøi gian thöïc hieän truy vaán**, **giaûm vuøng nhôù trung gian** vaø chi phí truy vaán thoâng trong quùa trình thöïc hieän truy vaán, boä suy dieãn duøng trong vieäc ñôn giaûn hoùa bieåu thöùc ñaïi soá quan heä cuûa truy vaán.

Chöông naøy söû duïng moät cô sôû döõ lieäu sau ñaây ñeå minh hoïa cho caùc noäi dung ñöôïc trình baøy trong chöông:

Sinhvien (masv, hoten, ngaysinh, malop)
Lop (malop, tenlop, malt, tenkhoa)
Monhoc(mamh, tenmh)
Hoc (masv, mamh, Diem)

Trong ñoù :

Sinhvien : chöùa thoâng tin veà sinh vieân goàm: maõ sinh vieân (masv), hoï teân (hoten),ngaysinh , thuoäc lôùp (malop). Khoùa laø masv.

Lop : chöùa thoâng tin veà lôùp hoïc goàm: maõ lôùp (malop), teân lôùp (tenlop), maõ lôùp Tröôûng (malt), thuoäc khoa (tenkhoa). Khoùa laø malop.

Monhoc : chöùa thoâng tin veà moân hoïc goàm: maõ moân hoïc (mamh), teân moân hoïc (tenmh).

Hoc : chöùa thoâng tin veà sinh vieân (masv) hoïc moân hoïc (mamh) coù ñieåm thi cuoái Kyø (diem). Khoùa laø masv vaø mamh.

4.1. Truy vaán. Bieåu thöùc chuaån taéc cuûa truy vaán

4.1.1. Truy vaán

Truy vaán (query) laø moät bieåu thöùc ñöôïc bieåu dieãn baèng moät ngoân ngöõ thích hôïp vaø duøng ñeå xaùc ñònh moät phaàn döõ lieäu ñöôïc chöùa trong cô sôû döõ lieäu.

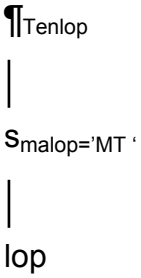
Moät truy vaán coù theå ñöôïc duøng ñeå xaùc ñònh ngöõ nghóa cuûa moät öùng duïng, hoaëc noù coù theå ñöôïc duøng ñeå xaùc ñònh coâng vieäc caàn ñöôïc thöïc hieän bôûi moät öùng duïng nhaèm ñeå truy xuaát cô sôû döõ lieäu.

Ví duï: Xeùt truy vaán cho bieát teân lôùp cuûa lôùp coù maõ lôùp laø ‘MT’ . Truy vaán naøy coù theå ñöôïc bieåu dieãn bôûi moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä nhö sau :

$$\P_{Tenlop}(s_{malop='MT'}(lop))$$

Moät truy vaán coù theå ñöôïc bieåu dieãn bôûi moät caây toaùn töû. Moät *caây toaùn töû operator tree* cuûa moät truy vaán, coøn ñöôïc goïi laø *caây truy vaán (query tree)* hoaëc *caây ñaïi soá quan heä (relational algebra tree)*, laø moät caây maø moät nuùt laù laø moät quan heä trong cô sôû döõ lieäu, vaø moät nuùt khaùc laù (nuùt trung gian hoaëc nuùt goác) laø moät quan heä trung gian ñöôïc taïo ra bôûi moät pheùp toaùn ñaïi soá quan heä. Chuoãi caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä ñöôïc thöïc hòeân töø caùc nuùt laù ñeán nuùt goác ñeå taïo ra keát quaû truy vaán.

Ví duï : Truy vaán treân coù theå ñöôïc bieåu dieãn baèng moät caây toaùn töû nhö sau:



4.1.3. Bieåu thöùc chuaån taéc cuûa truy vaán

Bieåu thöùc chuaån taéc : cuûa moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc laø moät bieåu thöùc coù ñöôïc baèng caùch thay theá moãi teân quan heä toaøn cuïc xuaát hieän trong bieåu thöùc bôûi bieåu thöùc taùi laäp cuûa quan heä toaøn cuïc naøy.

Töông töï, chuùng ta coù theå bieán ñoåi moät caây toaùn töû treân löôïc ñoà toaøn cuïc thaønh moät caây toaùn töû treân löôïc ñoà phaân maûnh baèng caùch thay theá caùc nuùt laù cuûa caây ñaàu tieân baèng caùc bieåu thöùc chuaån taéc cuûa chuùng. Moät ñieàu quan troïng laø baây giôø caùc nuùt laù cuûa caây toaùn töû cuûa bieåu thöùc chuaån taéc laø caùc maûnh thay vì laø caùc quan heä toaøn cuïc.

Ví duï : Giaû söû chuùng ta coù hai khoa teân laø 'CNTT' vaø 'VT'. Quan heä lop ñöôïc phaân maûnh ngang döïa vaøo tenkhoa thaønh hai maûnh *lop1* vaø *lop2*

$Lop1 = s_{tenkhoa='CNTT'}(lop)$

$Lop2 = s_{tenkhoa='VT'}(lop)$

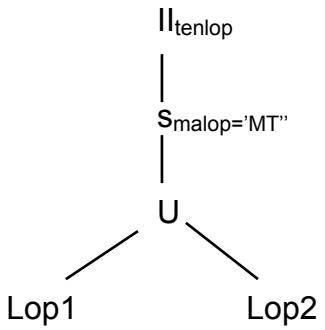
Bieåu thöùc taùi laäp cuûa quan heä toaøn cuïc lop laø :

$Lop = lop1 \cup lop2$

Bieåu thöùc chuaån taéc cuûa bieåu thöùc truy vaán laø :

$\Pi_{tenlop}(s_{malop='MT'}(lop1 \cup lop2))$

Thay theá quan heä toaøn cuïc **lop** trong caây toaùn töû bôûi bieåu thöùc taùi laäp ôû treân, chuùng ta ñöôïc caây toaùn töû nhö sau :



4.2. Toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu taäp trung

Khi moät heä quaûn trò döõ lieäu (DBMS) nhaän moät truy vaán vieát baèng ngoân ngöõ cao caáp, chaúng haïn SQL, DBMS thöïc hieän caùc böôùc sau ñaây:

4.2.1. Böôùc 1- Kieåm tra ngöõ phaùp (Syntax Checking)

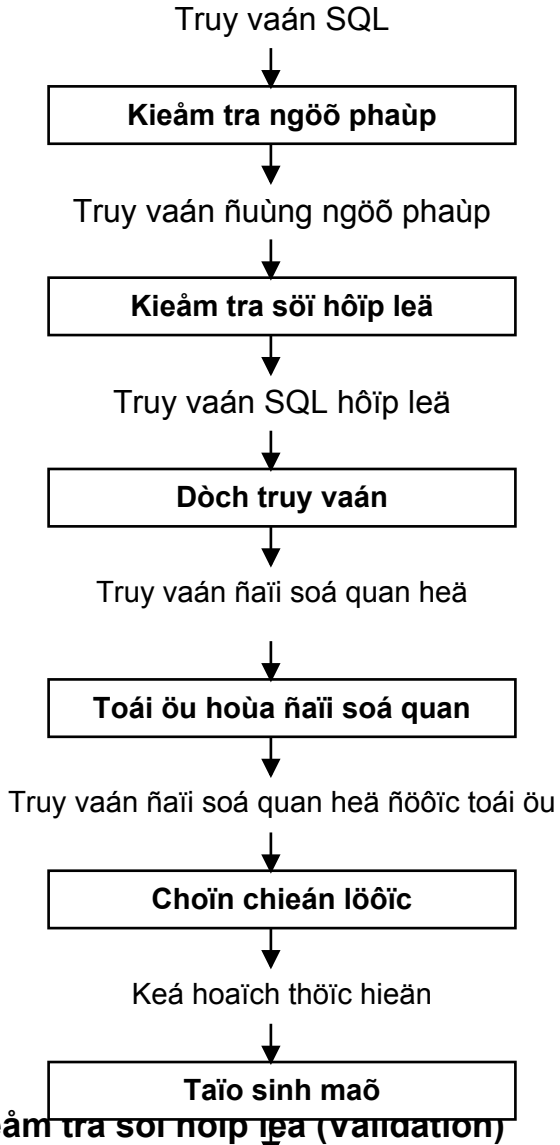
Trong böôùc naøy, DBMS seõ kieåm tra ngöõ phaùp cuûa truy vaán ban ñaàu (SQL query). Neáu truy vaán bò sai ngöõ phaùp thì DBMS seõ thoâng baùo truy vaán bò sai ngöõ phaùp vaø truy vaán naøy seõ khoâng ñöôïc thöïc hieän. Neáu truy vaán ñuùng ngöõ phaùp (syntactically correct SQL query) thì DBMS seõ tieáp tuïc thöïc hieän böôùc 2.

Ví duï: Xeùt truy vaán Q1

Q1: SELECT masv , hoten FORM sinhvien;

Truy vaán naøy bò sai ngöõ phaùp (vieát sai töø khoùa FROM)

Sô ñoà toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu taäp trung bao goàm caùc böôùc sau:



4.2.2. Böôùc 2- Kieåm tra söï hôïp leä (Validation)

Trong böôùc naø[illegible] coâng vieäc:

- Kieåm tra söï [illegible]ng döõ lieäu (caùc coät, caùc bieán, caùc baûng, …) cuûa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu.

- Kieåm tra söï hôïp leä veà kieåu döõ lieäu cuûa caùc ñoái töôïng döõ lieäu (caùc coät, caùc bieán, vv…) trong truy vaán.

Ví duï : Xeùt truy vaán Q2

Q2: SELECT masv, hoten FROM sinh_vien ;

Truy vaán naøy coù baûng sinh_vien khoâng toàn taïi trong cô sôû döõ lieäu.

Ví duï: Xeùt truy vaán Q3

Q3: SELECT masv, hoten FROM sinhvien
WHERE masv='123';

Truy vaán naøy khoâng hôïp leä vì coù coät masv (thuoäc kieåu döõ lieäu number) so saùnh vôùi moät haèng chuoãi '123'trong meänh ñeà WHERE.

Neáu truy vaán chöùa caùc ñoái töôïng döõ lieäu khoâng toàn taïi hoaëc truy vaán cuûa caùc ñoái töôïng döõ lieäu khoâng phuø hôïp kieåu döõ lieäu vôùi nhau thì DBMS seõ thoâng baùo caùc ñoái töôïng döõ lieäu naøo khoâng toàn taïi hoaëc caùc ñoái töôïng döõ lieäu naøo khoâng phuø hôïp kieåu döõ lieäu vaø truy vaán naøy seõ khoâng ñöôïc thöïc hieän. Neáu caùc ñoái töôïng döõ lieäu naøy ñeàu toàn taïi trong cô sôû döõ lieäu (truy vaán hôïp leä – valid SQL query) thì DBMS seõ tieáp tuïc thöïc hieän böôùc 3.

4.2.3. Böôùc 3 – Dòch truy vaán (Translation)

Trong böôùc naøy, DBMS seõ bieán ñoåi truy vaán hôïp leä naøy thaønh moät daïng bieåu dieãn beân trong heä thoáng ôû möùc thaáp hôn maø DBMS coù theå söû duïng ñöôïc. Moät trong caùc daïng bieåu dieãn beân trong naøy laø vieäc söû duïng ñaïi soá quan heä bôûi vì caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä ñöôïc bieán ñoåi deã daøng thaønh caùc taùc vuï cuûa heä thoáng : truy vaán ban ñaàu ñöôïc bieán ñoåi thaønh moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä hay coøn goïi laø truy vaán ñaïi soá quan heä (relational algebra query)

Ví duï : Xeùt truy vaán Q4 sau ñaây cho bieát caùc maõ moân hoïc maø caùc sinh vieân thuoäc lôùp coù maõ 'MT' hoïc.

Q4 : SELECT DISTINCT mamh
FROM sinhvien, hoc
WHERE sinhvien.**masv=hoc**.masv AND malop='MT'

Truy vaán naøy seõ ñöôïc bieán ñoåi thaønh bieåu thöùc ñaïi soá quan heä nhö sau :

$\Pi_{mamh}(\sigma_{malop='MT'}(sinhvien \blacktriangleright\blacktriangleleft hoc))$

4.2.4. Böôùc 4- Toái öu hoùa bieåu thöùc ñaïi soá quan heä (relational Algebra Optimization)

Trong böôùc naøy DBMS söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa ñaïi soá quan heä ñeå bieán ñoåi bieåu thöùc ñaïi soá quan heä coù ñöôïc ôû böôùc 3 thaønh moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä töông ñöông (theo nghóa chuùng coù cuøng moät keát quaû) nhöng bieåu thöùc sau seõ hieäu quaû hôn: loaïi boû caùc pheùp toaùn khoâng caàn thieát vaø giaûm vuøng nhôù trung gian. Cuoái böôùc naøy, DBMS taïo ra moät truy vaán ñaïi soá quan heä ñaõ ñöôïc toái öu hoaù (optimized relational algebra query).

VÍ duï: Bieåu thöùc quan heä cuûa truy vaán Q4 ôû cuoái böôùc 3 coù theå' ñöôïc bieán ñoåi thaønh bieåu thöùc ñaïi soá quan heä töông ñöông toát hôn nhö sau:

$\Pi_{mamh}(\Pi_{masv}(\sigma_{malop='MT'}(sinhvien)) \ltimes \Pi_{masv,mamh}(hoc))$

```
SELECT DISTINCT mamh
    FROM (SELECT MASV FROM sinhvien WHERE MALOP='MT') SV
            (SELECT MASV, MAMH FROM hoc) HOC
    WHERE SV.masv=hoc.masv
```

4.2.5. Böôùc 5- Choïn löïa chieán löôïc truy xuaát (strategy selection)

Trong böôùc naøy, DBMS söû duïng caùc thoâng soá veà kích thöôùc cuûa caùc baûng, caùc chæ muïc vv… ñeå xaùc ñònh caùch xöû lyù truy vaán. DBMS seõ ñaùnh giaù chi phí cuûa caùc keá hoaïch thöïc hieän khaùc nhau coù theå coù ñeå töø ñoù choïn ra moät keá hoaïch thöïc hieän (execution plan) cuï theå sao cho toán ít chi phí nhaát (thôøi gian xöû lyù vaø vuøng nhôù trung gian). Caùc thoâng soá duøng ñeå ñaùnh giaù chi phí cuûa keá hoaïch thöïc hieän goàm: soá laàn vaø loaïi truy xuaát ñóa, kích thöôùc cuûa vuøng nhôù chính vaø vuøng nhôù ngoaøi, vaø thôøi gian thöïc hieän cuûa caùc taùc vuï ñeå taïo ra keát quaû cuûa truy vaán. Cuoái böôùc naøy, DBMS taïo ra moät keá hoaïch thöïc hieän cho truy vaán.

4.2.6. Böôùc 6- Taïo sinh maõ (code generation)

Trong böôùc naøy, keá hoaïch thöïc hieän cuûa truy vaán coù ñöôïc ôû cuoái böôùc 5 seõ ñöôïc maõ hoaù vaø ñöôïc thöïc hieän.

4.3. Toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn

Toái öu hoaù truy vaán trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn bao goàm moät soá böôùc ñaàu cuûa toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu taäp trung vaø moät soá böôùc toái öu hoùa coù lieân quan ñeán söï phaân taùn döõ lieäu.

4.3.1. Böôùc 1- Phaân raõ truy vaán (Query Decomposition)

Böôùc naøy coøn ñöôïc goïi laø böùôc **Toái öu hoùa truy vaán treân löôïc ñoà toaøn cuïc.** Böôùc naøy gioáng vôùi caùc böôùc 1, 2, 3 vaø 4 cuûa

toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu taäp trung, nhaèm ñeå bieán ñoåi moät truy vaán vieát baèng ngoân ngöõ caáp cao, chaúng haïn SQL, thaønh moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä tuông ñöông (theo nghóa chuùng cho ra cuøng moät keát quaû) vaø hieäu quaû (theo nghóa loaïi boû caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä khoâng caàn thieát, giaûm vuøng nhôù trung gian). Böôùc naøy chöa ñeà caäp ñeán söï phaân taùn döõ lieäu.

Toái öu hoùa truy vaán treân löôïc ñoà toaøn cuïc bao goàm 4 böôùc sau:

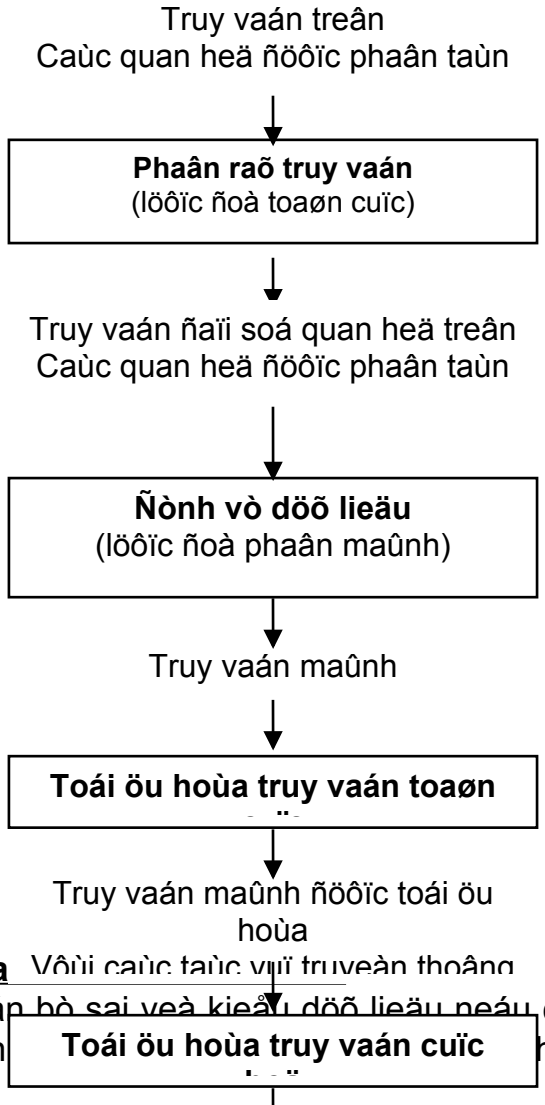
4.3.1.1. Böôùc 1.1- Phaân tích truy vaán

Trong böôùc naøy, DBMS kieåm tra ngöõ phaùp cuûa truy vaán, kieåm tra söï toàn taïi cuûa caùc ñoái töôïng döõ lieäu (teân coät, teân baûng, vv…) cuûa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu, phaùt hieän caùc pheùp toaùn trong truy vaán bò sai veà kieåu döõ lieäu, ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE coù theå bò sai veà ngöõ nghóa.

Phaân tích ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE ñeå phaùt hieän truy vaán bò sai. Coù hai loaïi sai:

- Sai veà kieåu döõ lieäu (type incorrect)
- Sai veà ngöõ nghóa (semantically incorrect)

Sô ñoà toái öu hoùa truy vaán trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn bao goàm caùc böôùc sau:



Truy vaán bò sa

Vôùi caùc taùc vuï truyeàn thoâng

Moät truy vaán bò sai veà kieåu döõ lieäu neáu caùc thuoäc tính cuûa noù hoaëc caùc teân hóa trong löôïc ñoà qoaøn

cuïc, hoaëc neáu caùc pheùp toaùn ñöôïc aùp duïng cho caùc thoäc tính bò sai veà kieåu döõ lieäu.

Ñeå giaûi quyeát cho vaán ñeà naøy, trong löôïc ñoà toøan cuïc chuùng ta phaûi moâ taû kieåu döõ lieäu cuûa caùc thuoäc tính cuûa caùc quan heä.

Ví duï: Xeùt truy vaán Q5:

```
Q5: SELECT mssv, hoten     FROM sinhvien
     WHERE masv='123';
```

Truy vaán naøy coù hai loãi sai:

(1) mssv khoâng toàn taïi trong quan heä sinhvien, vaø
(2) masv thuoäc kieåu number khoâng theå so saùnh vôùi haèng chuoãi '123'.

Truy vaán bò sai veà ngöõ nghóa

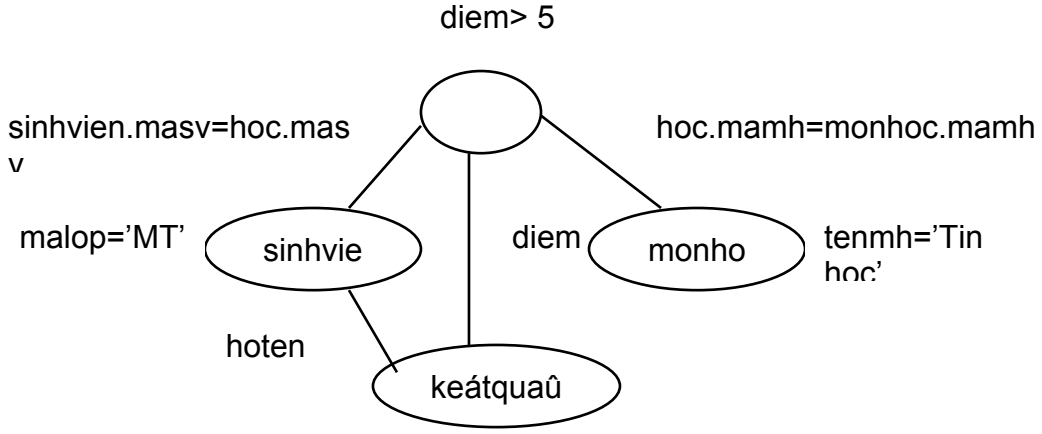
Moät truy vaán bò sai veà ngöõ nghóa neáu noù coù chöùa caùc thaønh phaàn khoâng tham gia vaøo quaù trình taïo ra keát quaû cuûa truy vaán.

Ñeå phaùt hieän moät truy vaán bò sai veà ngöõ nghóa, chuùng ta duøng moät ñoà thò truy vaán (query graph) hoaëc ñoà thò keát noái quan heä (relation connection graph) cho caùc truy vaán coù chöùa caùc pheùp choïn, pheùp chieáu vaø pheùp keát. Trong moät ñoà thò truy vaán, moät nuùt bieåu dieãn cho moät quan heä keát quaû (result relation) vaø caùc nuùt khaùc bieåu dieãn cho caùc quan heä toaùn haïng (operand relation). Moät caïnh giöõa hai nuùt quan heä toaùn haïng bieåu dieãn cho moät pheùp keát, moät caïnh giöõa moät nuùt quan heä toaùn haïng vôùi moät nuùt quan heä keát quaû bieåu dieãn cho moät pheùp chieáu. Moät nuùt quan heä toaùn haïng coù theå chöùa moät ñieàu kieän choïn. Moät ñoà thò con quan troïng cuûa ñoà thò naøy laø ñoà thò keát quaû (join graph) ñöôïc duøng trong böôùc toái öu hoùa truy vaán.

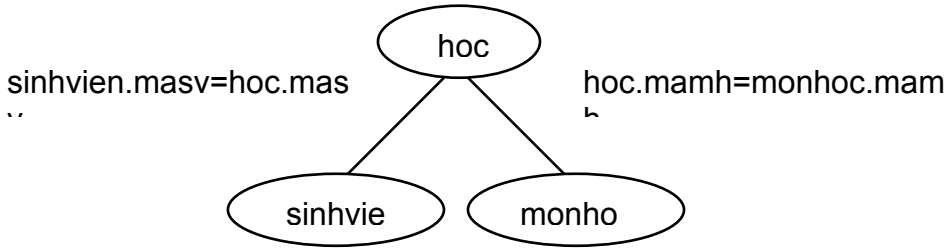
Ví duï: Xeùt truy vaán Q6 lieät keâ hoï teân sinh vieân vaø ñieåm cuûa moân hoïc 'Tin hoïc' cuûa lôùp maõ 'MT' vôùi ñieàu kieän ñaït ñieåm treân 5.

```
Q6:  SELECT hoten, diem
       FROM sinhvien, hoc, monhoc
       WHERE sinhvien.masv=hoc.masv
             AND hoc.mamh=monhoc.mamh
             AND malop='MT'   AND diem > 5   AND tenmh = 'Tin hoc';
```

Ñoà thò truy vaán cuûa truy vaán naøy nhö sau:



Vaø ñoà thò keát noái töông öùng laø:

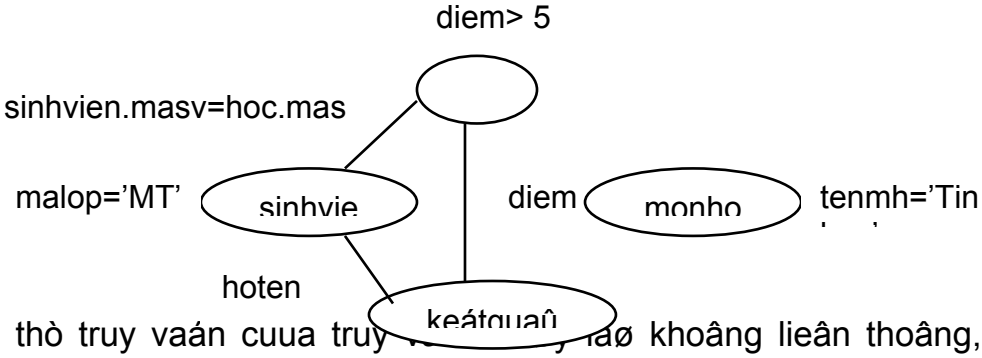


Moät truy vaán bò sai veà ngöõ nghóa neáu ñoà thò truy vaán cuûa noù laø khoâng lieân thoâng. Ñoà thò khoâng lieân thoâng laø moät ñoà thò bao goàm nhieàu thaønh phaàn lieân thoâng, moãi thaønh phaàn lieân thoâng laø moät ñoà thò con rieâng bieät, hai thaønh phaàn lieân thoâng khoâng döôïc noái vôùi nhau thoâng qua caùc caïnh. Trong tröôøng hôïp naøy, moät truy vaán ñöôïc xem laø ñuùng ñaén baèng caùch chæ giöõ laïi thaønh phaàn coù lieân quan ñeán quan heä keát quaû vaø loaïi boû caùc thaønh phaàn coøn laïi.

Ví duï: Xeùt truy vaán Q7

```
Q7:  SELECT hoten, diem
     FROM sinhvien, hoc, monhoc
     WHERE sinhvien.masv=hoc.masv
          AND malop='MT'    AND diem > 5    AND tenmh = 'Tin hoc';
```

Ñoà thò truy vaán cuûa truy vaán naøy nhö sau:



Ñoà thò truy vaán cuua truy vaán naøy laø khoâng lieân thoâng, neân truy vaán bò sai veà ngöõ nghóa. Coù ba giaûi phaùp cho vaán ñeà naøy laø:

(1) Huûy boû truy vaán naøy.
(2) Huûy boû caùc baûng khoâng caàn thieát trong meänh ñeà From vaø caùc ñieàu kieän coù lieân quan ñeán caùc baûng naøy trong meänh ñeà WHERE.

Giaû söû truy xuaát ñeán monhoc laø khoâng caàn thieát, ta huûy boû baûng monhoc trong meänh ñeà From vaø ñieàu kieän tenmh ='Tin hoc' trong meänh ñeà WHERE. Ta coù truy vaán Q8 nhö sau:

Q8: SELECT hoten, diem
FROM sinhvien, hoc
WHERE sinhvien.masv =hoc.masv AND malop ='MT' AND diem > 5;

(3) Boå sung ñieàu kieän keát sao cho ñoà thò truy vaán ñöôïc lieân thoâng. Moät ñoà thò truy vaán coù theå khoâng bò sai ngöõ nghóa neáu ñoà thò naøy laø moät doà thò ñôn (coù nhieàu nhaát moät caïnh noái giöõa hai ñænh), lieân thoâng vaø soá caïnh baèng soá ñænh trööø 1.

Boå sung ñieàu kieän keát hoc.mamh = monhoc.mamh vaøo trong meänh ñeà WHERE.
Ta coù truy vaán Q9:

Q9: SELECT hoten, diem
FROM sinhvien, hoc
WHERE sinhvien.masv = hoc.masv
AND hoc.mamh =monhoc.mamh AND malop ='MT' AND diem > 5
AND tenmh ='Tin hoc';

4.3.1.2. Böôùc 1.2- Chuaån hoùa ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE

Ñieàu kieän ghi trong meänh ñeà WHERE laø moät bieåu thöùc luaän lyù coù theå bao goàm caùc pheùp toaùn luaän lyù (not, and, or) ñöôïc vieát döôùi moät daïng baát kyø. Kyù hieäu caùc pheùp toaùn luaän lyù: not (-), and (^), or (v). Böôùc naøy nhaèm muïc ñích chuaån hoùa ñieàu kieän cuûa meänh ñeà Where veà moät trong hai daïng chuaån:

- Daïng chuaån giao (conjunctive normal form)
  $(P_{11} \vee P_{12} \vee \ldots \vee P_{1n}) \wedge \ldots \wedge (P_{m1} \vee P_{m2} \vee \ldots \vee P_{mn})$

- Daïng chuaån hôïp (disjunctive normal form)
  $(P_{11} \wedge P_{12} \wedge \ldots \wedge P_{1n}) \vee \ldots \vee (P_{m1} \wedge P_{m2} \wedge \ldots \wedge P_{mn})$

trong ñoù P_{ij} laø moät bieán luaän lyù (coù giaù trò laø true hoaëc false) hoaëc laø moät vò töø ñôn giaûn (simple predicate) coù daïng:

a **R** b

vôùi a,b laø caùc bieåu thöùc soá hoïc vaø **R** laø moät trong nhöõng pheùp toaùn so saùnh:

=	baèng
< > hoaëc !=	khoâng baèng
<	nhoû hôn
<=	nhoû hôn hoaëc baèng
>	lôùn hôn
>=	lôùn hôn hoaëc baèng

Ñeå bieán ñoåi ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE veà moät trong hai daïng chuaån treân, chuùng ta söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa caùc pheùp toaùn luaän lyù.
Kyù hieäu ≡ laø söï töông ñöông.

Caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông:

(1) $P_1 \wedge P_2 \equiv P_2 \wedge P_1$
(2) $P_1 \vee P_2 \equiv P_2 \vee P_1$
(3) $P_1 \wedge (P_2 \wedge P_3) \equiv (P_1 \wedge P_2) \wedge P_3$
(4) $P_1 \vee(P_2 \vee P_3) \equiv (P_1 \vee P_2) \vee P_3$
(5) $P_1 \wedge (P_2 \vee P_3) \equiv (P_1 \wedge P_2) \vee (P_1 \wedge P_3)$
(6) $P_1 \vee(P_2 \wedge P_3) \equiv (P_1 \vee P_2) \wedge (P_1 \vee P_3)$
(7) $\neg(P_1 \wedge P_2) \equiv \neg P_1 \vee \neg P_2$
(8) $\neg(P_1 \vee P_2) \equiv \neg P_1 \wedge \neg P_2$
(9) $\neg(\neg P) \equiv P$

Ví duï: Xeùt truy vaán Q10

```
Q10:  SELECT malop
        FROM sinhvien
        WHERE (  malop<>'MT1'
                  AND (malop='MT1' OR malop='MT2')
                 AND malop <>'MT2'  )     OR hoten='Nam';
```

Ñieàu kieän q cuûa meänh ñeà WHERE laø:
(NOT (malop='MT1') AND (malop='MT1' OR malop='MT2')
AND NOT (malop='MT2')) OR hoten='Nam'

Kyù hieäu:

P_1 laø malop='MT1'
P_2 laø malop='MT2'
P_3 laø hoten='Nam'

Ñieàu kieän q seõ laø:
$(\neg P_1 \wedge (P_1 \vee P_2) \wedge \neg P_2) \vee P_3$
Baèng caùch aùp duïng caùc pheùp bieán ñoåi (3), (5) ñeå ñöa ñieàu kieän q veà daïng chuaån hôïp:
$(((\neg P_1 \wedge P_1) \vee (\neg P_1 \wedge P_2)) \wedge \neg P_2) \vee P_3$
$(\neg P_1 \wedge P_2 \wedge \neg P_2) \vee P_3 = P_3$

4.3.1.3. Böôùc 1.3- Ñôn giaûn hoaù ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE
Böôùc naøy söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa caùc pheùp toaùn luaän lyù (not, and, or) ñeå ruùt goïn ñieàu kieän cuûa meänh ñeà WHERE.

Caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông goàm coù :

(10) $P \wedge P \equiv P$
(11) $P \vee P \equiv P$
(12) $P \wedge true \equiv P$
(13) $P \vee false \equiv P$
(14) $P \wedge false \equiv false$
(15) $P \vee true \equiv true$
(16) $P \wedge \neg P \equiv false$
(17) $P \vee \neg P \equiv true$
(18) $P_1 \wedge (P_1 \vee P_2 \vee P_3) \equiv P_1$
(19) $P_1 \vee (P_1 \wedge P_2 \wedge P_3) \equiv P_1$

Víduï: Xeùt truy vaán Q10 ôû treân, ñieàu kieän q ôû daïng chuaån hôïp laø:
$(\neg P_1 \wedge P_1 \wedge \neg P_2) \vee (\neg P_1 \wedge P_2 \wedge \neg P_2) \vee P_3$

Baèng caùch aùp duïng pheùp bieán ñoåi (16), chuùng ta ñöôïc:
$(false \wedge \neg P_2) \vee (\neg P_1 \wedge false) \vee P_3$

Aùp duïng pheùp bieán ñoåi (14), cuùng ta ñöôïc:

$False \vee False \vee P_3$

Aùp duïng pheùp bieán ñoåi (15), chuùng ta ñöôïc dieàu kieän q cuoái cuøng laø P_3, töùc laø hoten='Nam'. Vaäy truy vaán Q10 trôû thaønh truy vaán Q11 nhö sau:

```
Q11:  SELECT malop
      FROM sinhvien
      WHERE hoten='Nam';
```

4.3.1.4. Böôùc 1.4- Bieán ñoåi truy vaán thaønh moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä hieäu quaû

Böôùc naøy söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä nhaèm ñeå loaïi boû caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä khoâng caàn thieát vaø giaûm vuøng nhôù trung gian ñöôïc söû duïng trong quaù trình thöïc hieän caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä caàn thieát cho truy vaán.

Böôùc naøy bao goàm hai böôùc sau ñaây:
Böôùc 1.4.1 – Bieán ñoåi truy vaán thaønh moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä, bieåu dieãn bieåu thöùc ñaïi soá quan heä naøy baèng moät caây toaùn töû.
Böôùc 1.4.2 – Ñôn giaûn hoùa caây toaùn töû ñeå coù ñöôïc moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä hieäu quaû.

Böôùc 1.4.1. Bieåu dieãn truy vaán baèng caây toaùn töû

Quaù trình bieán ñoåi moät truy vaán ñöôïc vieát baèng leänh SELECT thaønh moät caây toaùn töû bao goàm caùc böôùc sau:

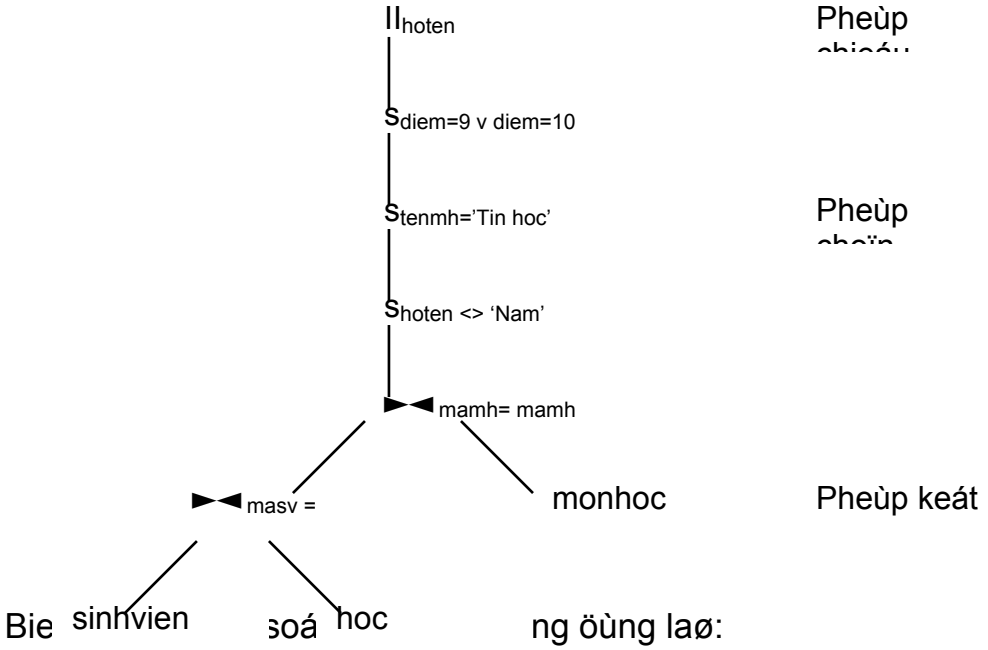
(1) Caùc nuùt laù ñöôïc taïo laäp töø caùc quan heä ghi trong meänh ñeà From
(2) Nuùt goác ñöôïc taïo laäp baèng pheùp chieáu treân caùc thuoäc tính ghi trong meänh ñeà SELECT.
(3) Ñieàu kieän ghi trong meänh ñeà WHERE ñöôïc bieán ñoåi thaønh moät chuoãi thích hôïp caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä (pheùp choïn, pheùp keát, pheùp hôïp…) ñi töø caùc nuùt laù ñeán nuùt goác. Chuoãi caùc pheùp toaùn naøy coù theå ñöôïc cho tröïc tieáp bôûi thöù töï cuûa caùc vò töø ñôn giaûn vaø caùc pheùp toaùn luaän lyù.

Moät caây toaùn töû töông öùng vôùi moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä.

Ví duï: Xeùt truy vaán Q12 cho bieát hoï teân cuûa caùc sinh vieân khoâng phaûi laø 'Nam' hoïc moân hoïc 'Tin hoc' ñaït ñieåm 9 hoaëc 10.

```
Q12:  SELECT hoten
      FROM sinhvien, hoc, monhoc
      WHERE sinhvien.masv= hoc.masv
            AND hoc.mamh= monhoc.mamh
            AND hoten<> 'Nam'
            AND tenmh= 'Tin hoc'
            AND (diem= 9 OR diem = 10);
```

Truy vaán naøy coù theå ñöôïc bieåu dieãn thaønh moät caây toaùn töû, caùc vò töø ñôn giaûn ñöôïc bieán ñoåi theo thöù töï xuaát hieän töông öùng vôùi caùc pheùp keát roài ñeán caùc pheùp choïn.



Bie soá ng öùng laø:

Πhoten (σ (diem=9 v diem=10) ^ tenmh= 'Tin hoc' ^ hoten <> 'Nam'
((sinhvien ⋈ masv=masv hoc) ⋈ mamh=mamh monhoc))

Böôùc 1.4.2. Ñôn giaûn hoùa caây toaùn töû

Ñôn giaûn hoaù caây toaùn töû nhaèm muïc ñích ñeå ñaït hieäu quaû (loaïi boû caùc pheùp toaùn dö thöøa treân caùc quan heä, giaûm vuøng nhôù trung gian, giaûm thôøi gian xöû lyù truy vaán) baèng caùch söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä.

Trong böôùc ñôn giaûn hoaù caây toaùn töû, *moät ñieàu quan troïng trong vieäc aùp duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cho moät bieåu thöùc truy vaán laø vieäc phaùt hieän caùc bieåu thöùc con chung (common subexpression) coù trong bieåu thöùc truy vaán*, nghóa laø caùc bieåu thöùc con xuaát hieän nhieàu laàn trong bieåu thöùc truy vaán. Ñieàu naøy coù yù nghóa laø tieát kieäm thôøi gian thöïc hieän truy vaán vì caùc bieåu thöùc con naøy chæ ñöôïc ñònh trò duy nhaát moät laàn. Moät phöông phaùp ñeå nhaän bieát chuùng laø ôû choã vieäc bieán ñoåi caây toaùn töû töông öùng thaønh moät ñoà thò toaùn töû baèng caùch tröôùc tieân goäp caùc nuùt laù gioáng nhau cuûa caây (nghóa laø caùc quan heä gioáng nhau), vaø sau ñoù goäp caùc nuùt trung gian khaùc cuûa caây töông öùng vôùi cuøng caùc pheùp toaùn vaø coù cuøng caùc toaùn haïng.

Khi caùc bieåu thöùc con ñaõ ñöôïc xaùc ñònh, chuùng ta coù söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông sau ñaây ñeå ñôn giaûn hoùa moät caây toaùn töû:

(1) $R \bowtie R \equiv R$

(2) $R \cup R \equiv R$

(3) $R - R \equiv \emptyset$

(4) $R \bowtie \sigma_F(R) \equiv \sigma_F R$

(5) $R \cup \hat{o}_F(R) \equiv R$

(6) $R - \sigma_F(R) \equiv \sigma_{\neg F}(R)$

(7) $\sigma_{F1}(R) \bowtie \sigma_{F2}(R) \equiv \sigma_{F1 \wedge F2}(R)$

(8) $\sigma_{F1}(R) \cup \sigma_{F2}(R) \equiv \sigma_{F1 \vee F2}(R)$

(9) $\sigma_{F1}(R) - \sigma_{F2}(R) \equiv \sigma_{F1 \wedge \neg F2}(R)$

(10) $R \cap R \equiv R$

(11) $R \cap \sigma_F(R) \equiv \sigma_F R$

(12) $\sigma_{F1}(R) \cap \sigma_{F2}(R) \equiv \sigma_{F1 \wedge F2}(R)$

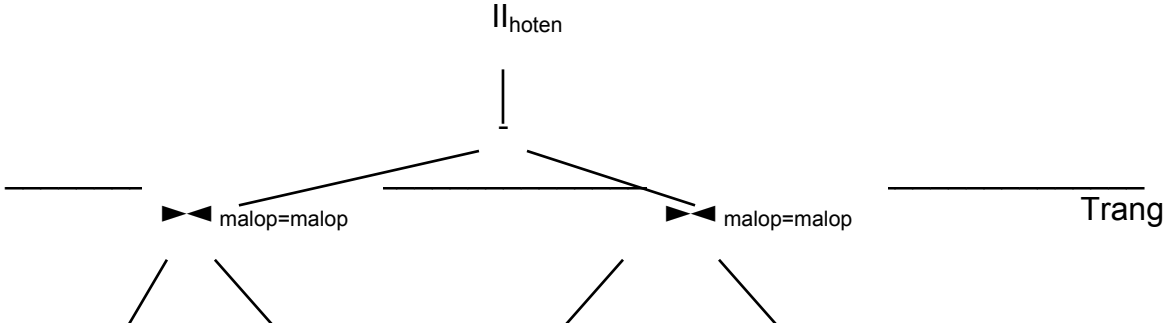
(13) $\sigma_F(R) - R \equiv \emptyset$

YÙ nghóa cuûa caùc pheùp bieán ñoåi naøy laø loaïi boû caùc pheùp toaùn dö thöøa.

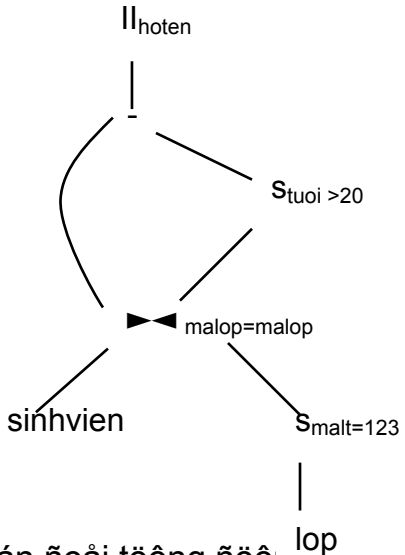
Ví duï: Xeùt truy vaán Q13 cho bieát caùc hoï teân cuûa caùc sinh vieân thuoäc lôùp coù maõ lôùp tröôûng laø 123 vaø caùc sinh vieân naøy coù tuoåi khoâng lôùn hôn 20 tuoåi. Moät bieåu thöùc cho truy vaán naøy laø:

$$\Pi_{hoten}((sinhvien \bowtie_{malop=malop} \sigma_{malt=123}(lop)) - (\sigma_{tuoi>20}(sinhvien) \bowtie_{malop=malop} \sigma_{malt=123}(lop))$$

Caây toaùn töû töông öùng :



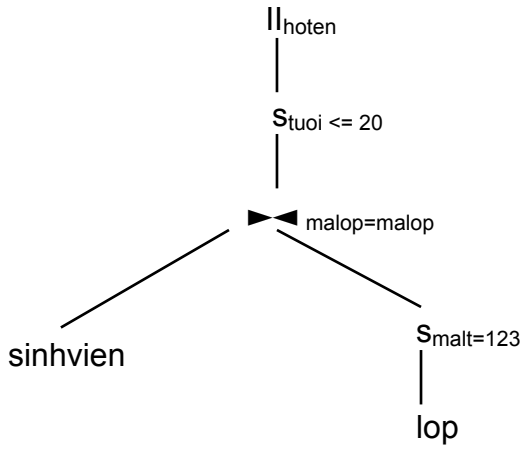
Ñeå phaùt hieän ra bieåu thöùc con chung, chuùng ta baét ñaàu baèng caùch goäp caùc nuùt laù töông öùng vôùi caùc quan heä sinhvien vaø lop. Sau ñoù chuùng ta ñaët thöøa soá laø pheùp choï treân tuoi ñoái vôùi pheùp keát (trong caùch laøm naøy, chuùng ta di chuyeån pheùp choïn leân phía treân). Baây giôø chuùng ta coù theå troän caùc nuùt töông öùng vôùi pheùp choïn treân malt vaø cuoái cuøng caùc nuùt töông öùng vôùi pheùp keát, chuùng ta ñöôïc caây toaùn töû sau:



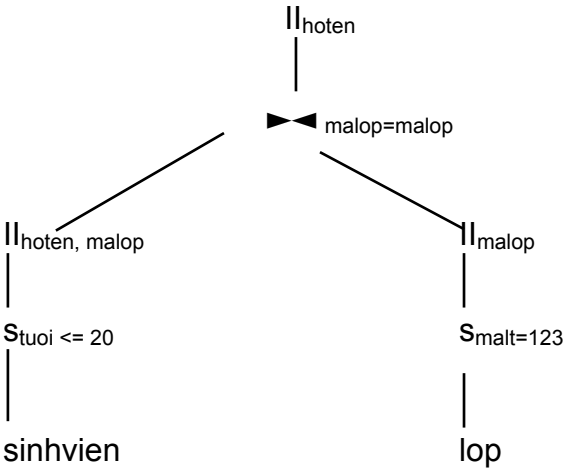
Aùp duïng pheùp bieán ñoåi töông ñöông laø bieåu thöùc :

sinhvien ⋈ malop=malop σ malt=123 lop

chuùng ta ñöôïc caây toaùn töû sau:



Sau ñoù aùp duïng tính phaân phoái cuû . . éáu vaø pheùp choïn ñoái vôùi pheùp keát, ta ñöôïc caây toaùn töû :



Vaø bieåu á quan heä sau k iaûn hoaù laø :

$\Pi_{hoten}(\Pi_{hoten,malop}(\sigma_{tuoi < =20}(sinhvien)) \bowtie_{malop=malop} \Pi_{malop}(\sigma_{malt=123}(lop)))$

Ñôn giaûn hoaù moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä ñöôïc thöïc hieän döïa treân caùc tieâu chuaån sau ñaây :

Tieâu chuaån 1. Duøng tính idempotence (töông ñöông) cuûa pheùp choïn vaø pheùp chieáu ñeå taïo ra caùc pheùp choïn vaø pheùp chieáu thích hôïp cho moãi quan heä toaùn haïng.

Tieâu chuaån 2. Thöïc hieän caùc pheùp choïn vaø caùc pheùp chieáu caøng sôùm caøng toát, töùc laø ñaåy caùc pheùp choïn vaø caùc pheùp chieáu xuoáng phía döôùi caây caøng xa caøng toát.

Tieâu chuaån 3. Khi caùc pheùp choïn ñöôïc thöïc hieän sau moät pheùp tích thì keát hôïp caùc pheùp toaùn naøy ñeå taïo thaønh moät pheùp keát.

Tieâu chuaån 4. Keát hôïp chuoãi caùc pheùp toaùn moät ngoâi lieân tieáp nhau aùp duïng cho moät quan heä toaùn haïng. Moät chuoãi caùc pheùp choïn lieân tieáp nhau (hoaëc moät chuoãi caùc pheùp lieân keát lieân tieáp nhau) coù theå ñöôïc keát hôïp thaønh moät pheùp choïn (hoaëc moät pheùp keát).

Tieâu chuaån 5. Khi phaùt hieän caùc bieåu thöùc con chung trong bieåu thöùc truy vaán, aùp duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông ñeå ñôn giaûn hoaù bieåu thöùc truy vaán.

4.3.1.5. Moät giaûi thuaät toái öu hoùa moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc

Vaøo: Moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc
Ra: Moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä ñaõ ñöôïc toái öu hoùa

Giaûi thuaät toái öu hoaù moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc bao goàm caùc böôùc sau ñaây:

Böôùc 1. Phaùt hieän caùc bieåu thöùc con chung coù trong caây toaùn töû, bieán ñoåi caây toaùn töû döïa treân bieåu thöùc con chung

Böôùc 2. Thöïc hieän pheùp choïn caøng sôùm caøng toát. Söû duïng tính idempotence cuûa pheùp choïn, tính giao hoaùn cuûa pheùp choïn vôùi pheùp chieáu, vaø tính phaân phoái cuûa pheùp choïn ñoái vôùi pheùp hôïp, pheùp giao, pheùp hieäu, pheùp keát vaø pheùp tích ñeå di chuyeån pheùp choïn caøng xuoáng phía döôùi caây caøng toát.

Söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông:

$\sigma_{F1}(\sigma_{F2}(R)) \equiv \sigma_{F2}(\sigma_{F1}(R))$
$\sigma_{F1}(\sigma_{F2}(R)) \equiv \sigma_{F1 \wedge F2}(R)$

$\Pi_X(\sigma_F(R)) \equiv \sigma_F(\Pi_X(R))$
(® neáu Attr(F) Í X)
$\Pi_X(\sigma_F(R)) \equiv \Pi_X(\sigma_F(\Pi_{X \cup Attr(F)}(R)))$
$\sigma_F(R \cup S) \equiv \sigma_F(R) \cup \sigma_F(S)$
$\sigma_F(R \cap S) \equiv \sigma_F(R) \cap \sigma_F(S)$
$\sigma_{F1 \wedge F2}(R \cap S) \equiv \sigma_{F1}(R) \cap \sigma_{F2}(S)$
(® neáu Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(S))
$\sigma_F(R - S) \equiv \sigma_F(R) - \sigma_F(S)$
$\sigma_F(R \bowtie_{F1} S) \equiv \sigma_F(R) \bowtie_{F1} S$
(® neáu Attr(F) Í Attr(R))
$\sigma_{F1 \wedge F2}(R \bowtie_{F3} S) \equiv \sigma_{F1}(R) \bowtie_{F3} \sigma_{F2}(S)$
(® neáu Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(S))
$\sigma_F(R \bowtie_{F3} S) \equiv \sigma_{F2}(\sigma_{F1}(R) \bowtie_{F3} S)$

(® neáu F=F1 ^ F2 vaø Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(R) È Attr(S))

$\sigma_F (R \times S) \equiv \sigma_F (R) \times S$
(® neáu Attr(F) Í Attr(R))

$\sigma_{F1 \wedge F2} (R \times S) \equiv \sigma_{F1} (R) \times \sigma_{F2} (S)$
(® neáu Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(S))

$\sigma_F (R \times S) \equiv \sigma_{F2} (\sigma_{F1} (R) \times S)$
(® neáu F=F1 ^ F2 vaø Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(R) È Attr(S))

Böôùc 3. Thöïc hieän pheùp chieáu caøng sôùm caøng toát. Söû duïng tính idempotence cuûa pheùp chieáu, tính phaân phoái cuûa pheùp chieáu ñoái vôùi pheùp hôïp, pheùp keát vaø pheùp tích ñeå di chuyeån pheùp chieáu caøng xuoáng phía döôùi caây caøng toát. Kieåm tra taát caû caùc pheùp chieáu laø caàn thieát, loaïi boû pheùp chieáu khoâng caàn thieát neáu pheùp naøy chieáu treân taát caû caùc thuoäc tính cuûa quan heä toaùn haïng.

Söû duïng pheùp bieán ñoåi:

$\Pi_{X1} (\Pi_{X2} (R)) \equiv \Pi_{X1} (R)$ vôùi X1 Í X2

$\Pi_X (R \text{ È } S) \equiv \Pi_X (R) \text{ È } \Pi_X (S)$

$\Pi_X (R \blacktriangleright\!\blacktriangleleft_F S) \equiv \Pi_X (R) \blacktriangleright\!\blacktriangleleft_F (S)$
(® neáu Attr(F_R) Í X vaø X Í Attr(R))

$\Pi_{X1 \text{ È } X2} (R \blacktriangleright\!\blacktriangleleft_F S) \equiv \Pi_{X1} (R) \blacktriangleright\!\blacktriangleleft_F \Pi_{X2} (S)$
(® neáu Attr(F) Í X1 È X2 vaø X1 Í Attr(R) vaø X2 Í Attr(S))

$\Pi_{X1 \text{ È } X2} (R \times S) \equiv \Pi_{X1} (R) \times \Pi_{X2} (S)$
(® neáu X1 Í Attr(R) vaø X2 Í Attr(S))

Böôùc 4. Neáu moät pheùp choïn ñöôïc thöïc hieän ngay sau moät pheùp tích, maø pheùp choïn bao goàm caùc thuoäc tính cuûa caùc quan heä trong pheùp tích, thì bieán ñoåi pheùp tích thaønh pheùp keát. Neáu pheùp choïn chæ bao goàm caùc thuoäc tính cuûa moät quan heä trong pheùp tích, thì thöïc hieän pheùp choïn cho quan heä naøy tröôùc khi thöïc hieän pheùp tích.

Söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi:

$\sigma_F (R \times S) \equiv \sigma_F (R) \times S$
(® neáu Attr(F) Í Attr(R))

$\sigma_{F1 \wedge F2} (R \times S) \equiv \sigma_{F1} (R) \times \sigma_{F2} (S)$
(® neáu Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(S))

$\sigma_F (R \times S) \equiv \sigma_{F2} (\sigma_{F1} (R) \times S)$
(® neáu F=F1 ^ F2 vaø Attr(F1) Í Attr(R) vaø Attr(F2) Í Attr(R) È Attr(S))

Böôùc 5. Neáu coù moät chuoãi caùc pheùp choïn vaø/ hoaëc caùc pheùp chieáu, söû duïng tính giao hoaùn hoaëc tính idempotence ñeå keát hôïp chuùng thaønh moät pheùp choïn, moät pheùp chieáu hoaëc moät pheùp choïn ñi tröôùc moät pheùp chieáu vaø aùp duïng chuùng cho moãi boä

cuûa quan heä toaùn haïng. Neáu moät pheùp keát hoaëc pheùp tích ñi tröôùc moät chuoãi caùc pheùp choïn hoaëc caùc pheùp chieáu, thì aùp duïng chuùng cho moãi boä cuûa pheùp keát hoaëc pheùp chieáu ngay khi taïo ra keát quaû.

Böôùc 6. Söû duïng tính keát hôïp cuûa pheùp giao, pheùp tích vaø pheùp keát ñeå saép xeáp laïi caùc quan heä trong caây toaùn töû, sao cho pheùp toaùn naøo maø noù taïo ra keát quaû ít nhaát seõ ñöôïc thöïc hieän tröôùc tieân.

Söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi:

(R Ç S) Ç T ≡ (R Ç T) Ç S
(R x S) x T ≡ (R x T) x S
(R ►◄$_{F1}$ S) ►◄$_{F2}$ T « (R ►◄$_{F2}$ T) ►◄$_{F1}$ S
(® neáu Attr(F2) Í Attr(R) È Attr(T))
(¬ neáu Attr(F1) Í Attr(R) È Attr(S))

4.3.2. Böôùc 2 – Ñònh vò döõ lieäu

Böôùc ñònh vò döõ lieäu (Data Localization) coøn ñöôïc goïi laø böôùc **toái öu hoùa truy vaán treân löôïc ñoà phaân maûnh** . Böôùc naøy bieán ñoåi truy vaán toaøn cuïc (keát quaû cuûa Böôùc 1) thaønh caùc truy vaán maûnh hieäu quaû*: loaïi boû caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä khoâng caàn thieát treân caùc maûnh vaø giaûm vuøng nhôù trung gian.*
Toái öu hoùa truy vaán treân löôïc ñoà phaân maûnh bao goàm 2 böôùc sau:

Böôùc 2.1. Bieán ñoåi bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc (chöùa caùc quan heä toaøn cuïc) thaønh bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà phaân maûnh (chöùa caùc maûnh cuûa quan heä toaøn cuïc) baèng caùch thay theá caùc quan heä toaøn cuïc bôûi bieåu thöùc taùi laäp cuûa chuùng.

Böôùc 2.2. Ñôn giaûn hoaù bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà phaân maûnh ñeå coù ñöôïc moät bieåu thöùc hieäu quûa (loaïi boû caùc pheùp toaùn khoâng caàn thieát giaûm vuøng nhôù trung gian) baèng caùch söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa ñaïi soá quan heä vaø caùc ñaïi soá quan heä ñöôïc tuyeån choïn.

4.3.2.1. Böôùc 2.1 – Bieán ñoåi bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc

Böôùc naøy seõ bieán ñoåi bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà toaøn cuïc (chöùa caùc quan heä toaøn cucï) thaønh bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà phaân maûnh (chöùa caùc maûnh cuûa quan heä toaøn cuïc) baèng cach thay theá moãi quan heä toaøn cuïc trong caây toaùn töû bôûi bieåu thöùc taùi laäp cuûa noù. Bieåu thöùc taùi laäp cuûa moät quan heä toaøn cuïc laø moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä bao goàm caùc maûnh cuûa quan heä naøy maø bieåu thöùc naøy cho pheùp taïo laïi quan heä toaøn cuïc naøy. Bieåu thöùc taùi laäp cuõng ñöôïc bieåu dieãn baèng moät caây toaùn töû.

Xeùt löôïc ñoà quan heä sinhvien vaø lop sau ñaây:
Sinhvien (masv, hoten, tuoi, malop)
Lop (malop, tenlop, malt, tenkhoa)

Giaû söû chuùng ta coù hai khoa teân laø ‘CNTT’ vaø ‘DIEN’. Quan heä *lop* ñöôïc phaân maûnh ngang döïa vaøo *tenkhoa* thaønh hai maûnh *lop1* vaø *lop2* . Quan heä *sinhvien* ñöôïc phaân maûnh ngang suy daãn theo *lop* döïa vaøo *malop* thaønh hai maûnh *sinhvien1* vaø *sinhvien2*. Löôïc ñoà phaân maûnh nhö sau:

Lop1 (malop, tenlop, malt, tenkhoa)
Lop2 (malop, tenlop, malt, tenkhoa)
Sinhvien1 (masv, hoten, tuoi, malop)
Sinhvien2 (masv, hoten, tuoi, malop)

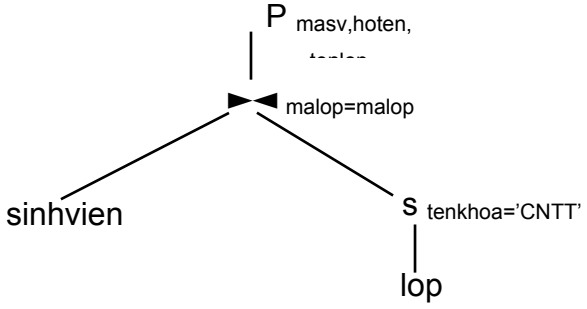
Caùc bieåu thöùc taùi laäp cuûa quan heä *lop* vaø *sinhvien* laø:

Lop = Lop1 U Lop2
Sinhvien= sinhvien1 U sinhvien2

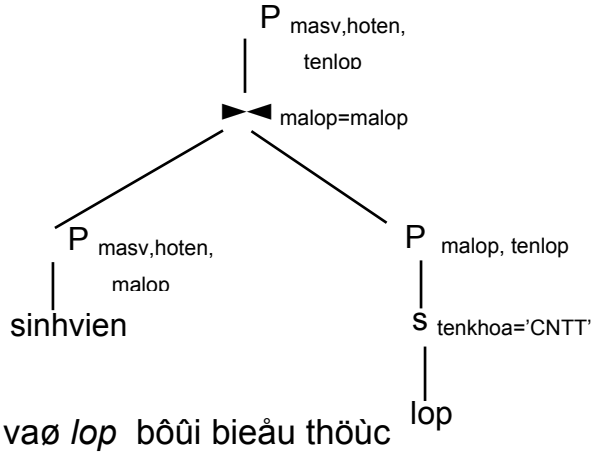
Trong ñoù:

Lop1 = $s_{tenkhoa = 'CNTT'}$ (lop)
Lop2 = $s_{tenkhoa = 'DIEN'}$ (lop)
Sinhvien1 = sinhvien ►< (Lop1)
Sinhvien2 = sinhvien ►< (Lop2)

Ví duï: Xeùt caây toaùn töû



AÙp duïng tính idempotence cuûa pheùp chieáu, chuùng ta ñöôïc:

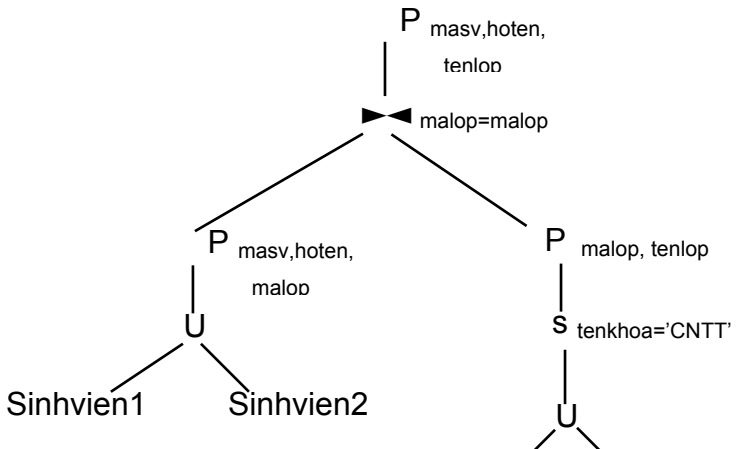


Thay theá *sinhvien* vaø *lop* bôûi bieåu thöùc

Sinhvien = sinhvien1 U sinhvien2

Lop = lop1 U lop2

Ta ñöôïc caây toaùn töû sau:



4.3.2.2 Böôùc 2.2– Ñôn giaûn hoaù soá quan heä treân löôïc ñoà phaân maûnh

Ñôn giaûn hoaù bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà phaân maûnh ñeå coù ñöôïc moät bieåu thöùc hieäu quaû (*loaïi boû caùc pheùp toaùn khoâng can thieát, giaûm vuøng nhôù trung gian)* baèng caùch söû duïng caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông cuûa ñaïi soá quan heä vaø cuûa ñaïi soá quan heä ñöôïc tuyeån choïn.

Caùc pheùp bieán ñoåi töông ñöông (aùp duïng cho caùc quan heä vaø caùc quan heä ñöôïc tuyeån choïn) goàm coù:

(1) $s_F(Æ) º Æ$

(2) $P_X(Æ) º Æ$

(3) R x Æ º Æ

(4) R U Æ º R

(5) R Ç Æ º Æ

(6) R - Æ º R

(7) Æ - R º Æ

(8) R ►◄ Æ º Æ

(9) R ►< Æ º Æ

(10) Æ ►< Rº Æ

Ñôn giaûn hoaù moät bieåu thöùc ñaïi soá quan heä treân löôïc ñoà phaân maûnh ñöôïc thöïc hieän döïa treân caùc tieâu chuaån sau:

Tieâu chuaån 6: Di chuyeån caùc pheùp choïn xuoáng caùc nuùt laù cuûa caây, vaø sau ñoù aùp duïng chuùng baèng caùch duøng ñaïi soá quan heä ñöôïc tuyeån choïn; thay theá caùc keát quaû choïn löïa bôûi quan heä roãng neáu ñieàu kieän choïn cuûa keát quaû bò maâu thuaãn.

Tieâu chuaån 7: Ñeå phaân phoái caùc pheùp keát xuaát hieän trong moät truy vaán toaøn cuïc, caùc pheùp hôïp (bieåu dieãn taäp hôïp cuûa caùc phaân maûnh) phaûi ñöôïc di chuyeån leân phía treân caùc pheùp keát maø chuùng ta muoán phaân phoái ñeå loaïi boû caùc pheùp keát khoâng caàn thieát.

Tieâu chuaån 8: Duøng ñaïi soá quan heä ñöôïc tuyeån choïn ñeå ñònh trò ñieàu kieän choïn cuûa caùc toaùn haïng cuûa caùc pheùp keát; thay theá caây con, bao goàm pheùp keát vaø caùc toaùn haïng cuûa noù, baèng quan heä roãng neáu ñieàu kieän choïn cuûa keát quaû cuûa pheùp keâùt bò maâu thuaãn.

Ví duï : Xeùt caây toaùn töû treân löôïc ñoà phaân maûnh treân
Ñaåy pheùp choïn vaø pheùp chieáu xuoáng khoûi pheùp hôïp ta ñöôïc:

$P_{malop,tenlop}(s_{tenkhoa='CNTT'}(lop1 \cup lop2))$
$= P_{malop,tenlop}(s_{tenkhoa='CNTT'}(lop1)) \cup P_{malop,tenlop}(s_{tenkhoa='CNTT'}(lop2))$

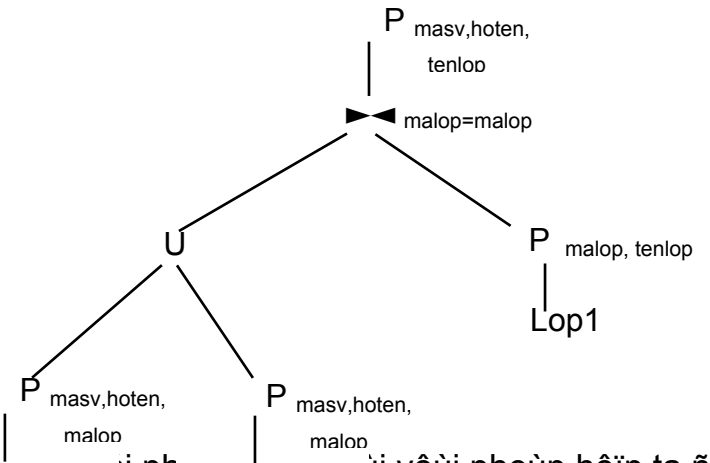
Ta nhaän thaáy keát quaû cuûa pheùp choïn $s_{tenkhoa='CNTT'}(lop2)$ laø roãng vaø pheùp choïn $s_{tenkhoa='CNTT'}(lop1)$ laø khoâng caàn thieát vì ñieàu kieän choïn cuûa lop1 laø tenkhoa= 'CNTT'.
Do ñoù:

$$P_{malop,tenlop}(s_{tenkhoa='CNTT'}(lop1 \cup lop2)) = P_{malop,tenlop}(lop1)$$

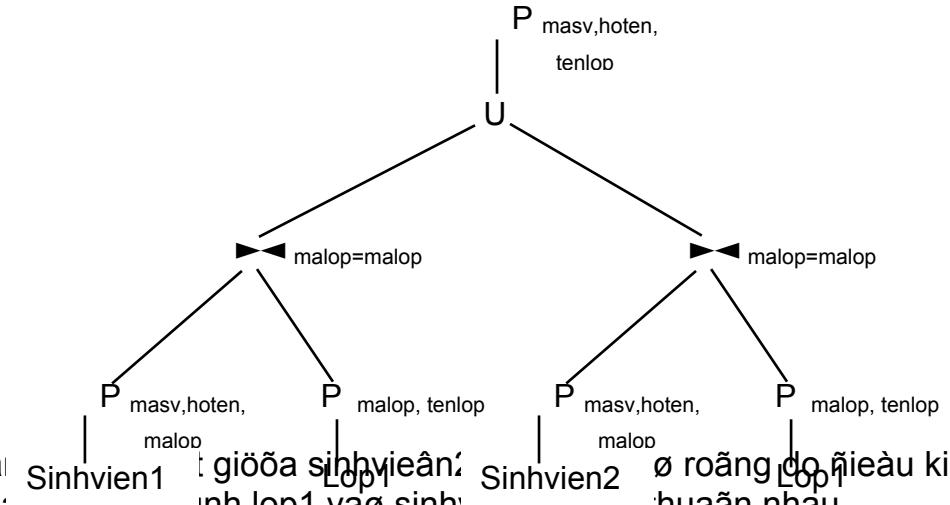
Ñaåy pheùp chieáu xuoáng khoûi pheùp hôïp trong bieåu thöùc:

$$P_{masv,hoten,\ malop}(sinhvien1 \cup sinhvien2) =$$
$$P_{masv,hoten,\ malop}(sinhvien1) \cup P_{masv,hoten,\ malop}(sinhvien2)$$

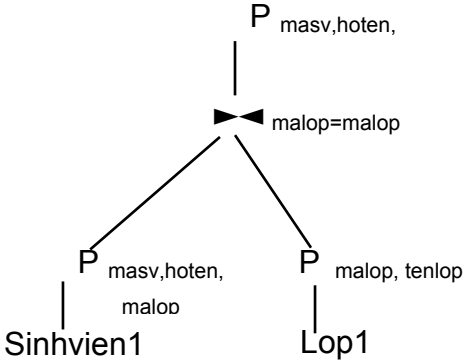
Ta coù caây toaùn töû:



Sau ñoù [illegible] vôùi pheùp hôïp ta ñöôïc:



Tuy nhieân [illegible] giöõa sinhvieân1 ø roãng do ñieàu kieän choïn cuûa phaân maûnh lop1 vaø sinhvien2 maàu thuaãn nhau.
Cuoái cuøng ta coù caây toaùn töû treân löôïc ñoà phaân maûnh nhö sau:



Ñôn giaûn hoaù bieåu thöùc ñaïi soá quan heä trong löôïc ñoà phaân maûnh coøn döïa vaøo moät heä suy dieãn ñöôïc goïi laø Boä chöùng minh ñònh lyù (Theorem Prover).
Ví duï: Giaû söû chuùng ta chæ coù hai khoa laø ‘CNTT’,’DIEN’ vaø coù toái ña 20 lôùp, caùc lôùp coù maõ lôùp töø 1 ñeán 10 thuoäc khoa ‘CNTT’ vaø caùc lôùp coù maõ töø 11 ñeán 20 thuoäc khoa ‘DIEN’. Töø ñoù, chuùng ta coù caùc luaät suy dieãn sau:

Malop > 10 ® tenkhoa = ‘DIEN’
Malop <= 10 ® NOT (Malop >10)
Malop > 10 ® NOT (Malop <=10)
tenkhoa = ‘CNTT’ ® Malop <= 10
tenkhoa = ‘DIEN’ ® Malop > 10
tenkhoa = ‘CNTT’ ® not(tenkhoa = ‘DIEN’)
tenkhoa = ‘DIEN’ ® not(tenkhoa = ‘CNTT’)

Xeùt truy vaán Q14 cho bieát teân lôùp cuûa lôùp coù maõ lôùp baèng 1:

```
Q14: Select tenlop
     From lop
     Where malop = 1
```

Tröôùc khi thöïc hieän truy vaán naøy, chuùng ta coù caùc suy dieãn sau ñaây:

Malop = 1 ® malop <=10
Malop <= 10 ® tenkhoa= ‘CNTT’

Do ñoù truy vaán naøy chæ lieân quan ñeán lop1 vì ñieàu kieän choïn cuûa lop1 laø tenkhoa = ‘CNTT’. Vì theá bieåu thöùc ñaïi soá quan heä cuûa truy vaán naøy laø:

P_{tenlop} ($s_{malop=1}$ (lop1))

4.3.3 Böôùc 3 Toái öu hoaù truy vaán toaøn cuïc

Böôùc toái öu hoaù truy vaán toaøn cuïc nhaèm ñeå tìm ra moät chieán löôïc thöïc hieän truy vaán sao cho chieán löôïc naøy gaàn toái öu (theo nghóa giaûm thôøi gian thöïc hieän truy vaán treân döõ lieäu ñöôïc phaân taùn, giaûm vuøng nhôù trung gian).

Moät chieán löôïc ñöôïc ñaëc tröng bôûi *thöù töï thöïc hieän caùc pheùp toaùn ñaïi soá quan heä vaø caùc taùc vuï truyeàn thoâng cô baûn (gôûi/nhaän)* duøng ñeå truyeàn döõ lieäu giöõa caùc vò trí. Baèng caùc hoaùn ñoåi thöù töï cuûa caùc pheùp toaùn trong bieåu thöùc truy vaán phaân maûnh, ta coù theå coù ñöôïc nhieàu truy vaán töông ñöông.

Toái öu hoùa truy vaán toaøn cuïc laø tìm ra moät thöù töï thöïc hieän caùc pheùp toaùn trong bieåu thöcù truy vaán sao cho ít toán thôøi gian nhaát. Ñaëc bieät khaâu toáùn keùm thôøi gian trong cô sôû döõ lieäu phaân taùn laø khaâu truyeàn döõ lieäu do toác ñoä vaø baêng thoâng giôùi haïn.

Trong tröôøng hôïp nhaân baûn thì coøn phaûi tính xem nhaân baûn naøo ñöôïc söû duïng nhaèm giaûm chi phí truyeàn thoâng.

Moät khía caïnh quan troïng cuûa toái öu hoaù truy vaán laø *thöù töï thöïc hieän caùc pheùp keát phaân taùn.* Nhôø tính giao hoaùn cuûa caùc pheùp keát, chuùng ta coù theå laøm giaûm chi phí thöïc hieän caùc pheùp keát naøy. Moät kyõ thuaät cô baûn ñeå toái öu hoaù moät chuoãi caùc pheùp keát

phaân taùn laø söû duïng pheùp nöûa keát nhaèm laøm giaûm chi phí truyeàn thoâng giöõa caùc vò trí vaø taêng tính xöû lyù cuïc boä taïi caùc vò trí.

$$R \ltimes_{A=B} S = S \ltimes_{A=B} (R \ltimes_{A=B} P_B S)$$

Ví duï: Giaû sö coù söï phaân taùn döõ lieäu sau:

- maûnh *sinhvien1* ñaët taïi vò trí 1 vaø
- maûnh *lop1* ñaët taïi vò trí 2

Chuùng ta caàn thöïc hieän pheùp keát phaân taùn sau:

$$\text{Sinhvien1} \ltimes \text{lop1}$$

Baèng caùch aùp duïng pheùp nöûa keát bieåu thöùc treân töông ñöông vôùi:

$$\text{Lop1} \ltimes (\text{sinhvien1} \ltimes P_{malop}(\text{lop1}))$$

Do ñoù ta coù moät chieán löôïc thöïc hieän cho pheùp keát phaân taùn naøy vôùi caùc taùc vuï truyeàn thoâng sau:

1) Thöïc hieän $T_1 = P_{malop}(\text{lop1})$ cuïc boä taïi vò trí 2.
2) Truyeàn T_1 töø vò trí 2 qua vò trí 1.
3) Thöïc hieän $T_2 = \text{sinhvien1} \ltimes T_1$ cuïc boä taïi vò trí 1.
4) Truyeàn T_2 töø vò trí 1 qua vò trí 2.
5) Thöïc hieän $T_3 = \text{lop1} \ltimes T_2$ cuïc boä taïi vò trí 2.
6) Truyeàn T_3 töø vò trí 2 qua vò trí cuûa öùng duïng caàn thöïc hieän cuûa pheùp keát naøy.

4.3.4 Böôùc 4 Toái öu hoaù truy vaán cuïc boä

Toái öu hoaù truy vaán cuïc boä nhaèm ñeå thöïc hieän caùc truy vaán con ñöôïc phaân taùn taïi moãi vò trí, goïi laø truy vaán cuïc boä coù chöùa caùc maûnh, sau ñoù ñöôïc toái öu hoaù treân löôïc ñoà cuïc boä taïi moãi vò trí. Toái öu hoaù truy vaán cuïc boä söû duïng caùc thuaät toaùn toái öu hoaù truy vaán cuûa cô sôû döõ lieäu taäp trung.

Chöông 5 GIÔÙI THIEÄU VEÀ GIAO TAÙC

MUÏC TIEÂU

Chöông naøy giôùi thieäu khaùi nieäm giao taùc vaø ñònh nghóa hình thöùc cuûa giao taùc. Chöông naøy chia laøm ba phaàn:

1. Phaàn thöù nhaát: Khaùi nieäm giao taùc, ñònh nghóa hình thöùc cuûa giao taùc.
2. Phaàn thöù hai: Caùc tính chaát cuûa giao taùc
3. Phaàn thöù ba: Phaân loaïi giao taùc

MÔÛ ÑAÀU

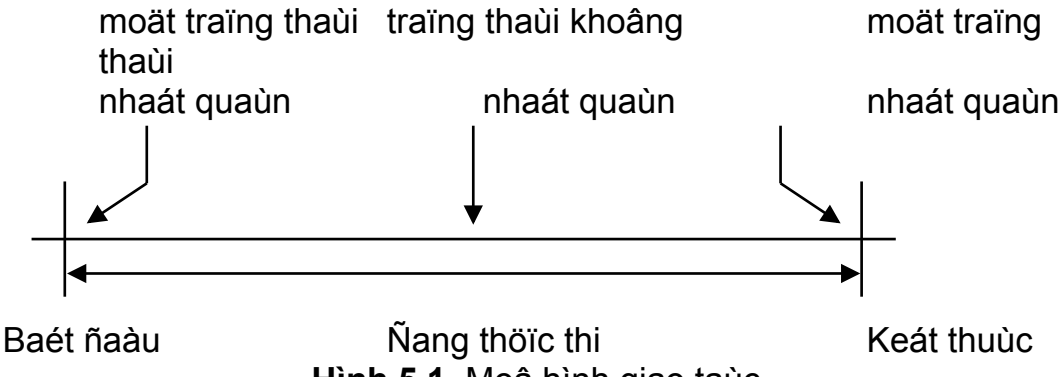
Cho ñeán luùc naøy, ñôn vò truy xuaát cô baûn laø caâu truy vaán. Trong caùc chöông 4, chuùng ta ñaõ thaûo luaän veà caùch xöû lyù vaø toái öu hoaù caùc truy vaán. Tuy nhieân chuùng ta chöa bao giôø xeùt ñeán caùc tình huoáng xaûy ra, chaúng haïn khi hai caâu truy vaán cuøng caäp nhaät moät muïc döõ lieäu, hoaëc tình huoáng heä thoáng bò söï coá phaûi ngöøng hoaït ñoäng trong khi ñang thöïc hieän caâu caäp nhaät. Ñoái vôùi nhöõng caâu truy vaán chæ truy xuaát, khoâng coù tình huoáng naøo ôû treân gaây raéc roái. Ngöôøi ta coù theå cho hai caâu truy vaán ñoïc döõ lieäu cuøng moät luùc. Töông töï, sau khi ñaõ xöû lyù xong söï coá, caùc truy vaán chæ ñoïc chæ caàn khôûi ñoäng laïi. Nhöng ngöôïc laïi coù theå nhaän ra raèng ñoái vôùi nhöõng caâu truy vaán caäp nhaät, nhöõng tình huoáng naøy coù theå gaây ra nhöõng toån haïi nghieâm troïng cho cô sôû döõ lieäu. Nhö chuùng ta khoâng theå chæ khôûi ñoäng laïi cho caâu truy vaán caäp nhaät sau moät söï coá heä thoáng vì moät soá giaù trò cuûa caùc muïc döõ lieäu coù theå ñaõ ñöôïc caäp nhaät tröôùc khi coù söï coá xaûy ra vaø khoâng cho pheùp caäp nhaät laïi khi caâu truy vaán ñöôïc khôûi ñoäng laïi, neáu khoâng thì cô sôû döõ lieäu seõ chöùa nhöõng döõ lieäu sai leäch.

Ñieåm maáu choát ôû ñaây laø khoâng coù khaùi nieäm “thöïc thi nhaát quaùn” hoaëc “tính toaùn ñaùng tin caäy” ñi keøm vôùi khaùi nieäm truy vaán. Khaùi nieäm *giao taùc* (transaction) ñöôïc söû duïng trong laõnh vöïc cô sôû döõ lieäu nhö moät ñôn vò tính toaùn nhaát quaùn vaø tin caäy

ñöôïc. Vì theá caùc caâu truy vaán seõ ñöôïc thöïc thi nhö caùc giao taùc moät khi caùc chieán löôïc thöïc thi ñöôïc xaùc ñònh vaø ñöôïc dòch thaønh caùc thao taùc cô sôû döõ lieäu nguyeân thuûy.

Trong thaûo luaän ôû treân chuùng ta ñaõ duøng thuaät ngöõ *"nhaát quaùn"* (consistent) vaø *"ñaùng tin caäy"* (reliable) moät caùch hoaøn toaøn khoâng hình thöùc. Theá nhöng do taàm quan troïng cuûa chuùng maø chuùng ta caàn phaûi ñònh nghóa chuùng moät caùch chuaån xaùc. Tröôùc tieân phaûi chæ ra raèng caàn phaân bieät giöõa *nhaát quaùn* cô sôû döõ lieäu (database consistency) vaø *nhaát quaùn giao taùc* (transaction consistency).

Moät cô sôû döõ lieäu ôû trong moät *traïng thaùi nhaát quaùn* (consistent state) neáu noù tuaân theo taát caû caùc raøng buoäc toaøn veïn (nhaát quaùn) ñöôïc ñònh nghóa treân noù. Dó nhieân chuùng ta caàn baûo ñaûm raèng cô sôû döõ lieäu khoâng bao giôø chuyeån sang moät traïng thaùi khoâng nhaát quaùn. Cô sôû döõ lieäu coù theå taïm thôøi khoâng nhaát quaùn trong khi thöïc hieän giao taùc. Ñieàu quan troïng laø cô sôû döõ lieäu phaûi trôû veà traïng thaùi nhaát quaùn khi quan heä giao taùc chaám döùt.



Hình 5.1. Moâ hình giao taùc.

Ngöôïc laïi, tính nhaát quaùn giao taùc muoán noùi ñeán haønh ñoäng cuûa caùc giao taùc ñoàng thôøi. Chuùng ta mong raèng cô sôû döõ lieäu vaãn nhaát quaùn ngay caû khi coù moät soá yeâu caàu cuûa ngöôøi söû duïng ñoàng thôøi truy xuaát ñeán cô sôû döõ lieäu (ñoïc hoaëc caäp nhaät). Tính chaát phöùc taïp naûy sinh khi xeùt ñeán caùc cô sôû döõ lieäu coù nhaân baûn. Moät cô sôû döõ lieäu ñöôïc nhaân baûn ôû trong moät *traïng thaùi nhaát quaùn laãn nhau* (mutually consistent state) neáu taát caû caùc baûn sao cuûa moãi muïc döõ lieäu ôû trong ñoù ñeàu coù giaù trò gioáng nhau. Ñieàu naøy thöôøng ñöôïc goïi laø *söï töông ñöông moät baûn* (one copy equivalence) vì taát caû caùc baûn ñeàu bò buoäc phaûi nhaän cuøng moät traïng thaùi vaøo cuoái luùc thöïc thi giao taùc. Moät soá khaùi nieäm veà tính nhaát quaùn baûn sao cho pheùp giaù trò caùc baûn sao coù theå khaùc nhau. Nhöõng vaán ñeà naøy seõ ñöôïc thaûo luaän sau.

Ñoä *tin caäy* hay *khaû tín* (reliability) muoán noùi ñeán khaû naêng *töï thích öùng* (resistency) cuûa moät heä thoáng ñoái vôùi caùc loaïi söï coá

vaø khaû naêng khoâi phuïc laïi töø nhöõng söï coá naøy. Moät heä thoáng khaû tín seõ töï thích öùng vôùi caùc söï coá heä thoáng vaø coù theå tieáp tuïc cung caáp caùc dòch vuï ngay caû khi xaûy ra söï coá.
Moät heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu khaû hoài phuïc laø heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu coù theå chuyeån sang traïng thaùi nhaát quaùn (baèng caùch quay trôû laïi traïng thaùi nhaát quaùn tröôùc ñoù hoaëc chuyeån sang moät traïng thaùi nhaát quaùn môùi) sau khi gaëp moät söï coá.

Quaûn lyù giao taùc (transaction management) laø ***giaûi quyeát caùc baøi toaùn duy trì ñöôïc cô sôû döõ lieäu ôû trong tình traïng nhaát quaùn ngay caû khi coù nhieàu truy xuaát ñoàng thôøi vaø khi coù söï co***á.

Muïc ñích cuûa chöông naøy laø ñònh nghóa nhöõng thuaät ngöõ cô baûn vaø ñöa ra moät boä khung treân cô sôû ñoù ñeå thaûo luaän caùc vaán ñeà naøy. Ñaây cuõng laø phaàn giôùi thieäu ngaén goïn veà baøi toaùn caàn giaûi quyeát vaø caùc vaán ñeà coù lieân quan. Vì theá chuùng ta seõ trình baøy caùc khaùi nieäm ôû moät möùc tröøu töôïng khaù cao vaø khoâng trình baøy nhöõng kyõ thuaät quaûn lyù. Trong phaàn tieáp theo chuùng ta seõ ñònh nghóa moät caùch hình thöùc vaø moät caùch tröïc quan veà khaùi nieäm giao taùc.

5.1 ÑÒNH NGHÓA GIAO TAÙC:

Giao tác được xem như một dãy các thao tác đọc **và ghi** trên cơ sở dữ liệu cùng với các bước tính toán cần thiết (Begin Trans, Commit, Rollback, Begin Distributed Trans) để đảm bảo tập lệnh như 1 đơn vị lệnh .

Thí duï 5.1

Xeùt caâu truy vaán SQL laøm taêng ngaân saùch cuûa döï aùn CAD/CAM leân 10%

```
UPDATE PROJ
SET     BUTGET = BUTGET * 1.1
WHERE   PNAME = “CAD/CAM”
```

Caâu truy vaán naøy coù theå ñöôïc ñaëc taû, qua kyù phaùp SQL gaén keát, nhö moät giao taùc baèng caùch cho noù moät teân (thí duï BUDGET_UPDATE) vaø khai baùo nhö sau:

```
Begin transaction BUDGET_UPDATE
begin
        UPDATE PROJ
                SET  BUTGET = BUTGET * 1.1
                WHERE  PNAME = “CAD/CAM”
end
```

Caùc caâu leänh **Begin transaction** vaø **end** aán ñònh ranh giôùi moät giao taùc. Chuù yù raèng vieäc söû duïng caùc kyù hieäu phaân caùch naøy hoaøn toaøn khoâng baét buoäc trong moïi heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu. Chaúng haïn neáu caùc daáu phaân caùch khoâng ñöôïc ñaëc taû, DB2 seõ xöû lyù toaøn boä chöông trình thöïc hieän truy xuaát cô sôû döõ lieäu nhö moät giao taùc.

Thí duï 5.2

Trong phaàn thaûo luaän veà caùc khaùi nieäm quaûn lyù giao taùc, chuùng ta seõ söû duïng thí duï veà moät heä thoáng ñaët choã maùy bay. Caøi ñaët thöïc teá cuûa öùng duïng naøy luoân söû duïng ñeán khaùi nieäm giao taùc. Chuùng ta giaû söû raèng coù moät quan heä **FLIGHT** ghi nhaän döõ lieäu veà caùc *chuyeán bay* (flight), quan heä **CUST** cho caùc khaùch haøng coù ñaët choã tröôùc vaø quan heä **FC** cho bieát khaùch haøng naøo seõ ñi treân chuyeán bay naøo. Chuùng ta cuõng giaû söû raèng caùc ñònh nghóa quan heä sau (thuoäc tính gaïch döôùi bieåu thò khoaù):

FLIGHT (FNO, DATE, SRC, DEST, STSOLD, CAP)
CUST (CNAME, ADDR, BAL)
FC (FNO, CNAME, SPECIAL)

Ñònh nghóa thuoäc tính trong löôïc ñoà naøy nhö sau: **FNO** laø maõ soá chuyeán bay, **DATE** bieåu ngaøy thaùng chuyeán bay, **STSOLD** chæ soá löôïng gheá (seat) ñaõ ñöôïc baùn treân chuyeán bay ñoù, **CAP** chæ söùc chuyeân chôû (soá löôïng haønh khaùch coù theå chôû ñöôïc, capacity) treân chuyeán bay, **CNAME** chæ teân khaùch haøng vôùi ñòa chæ ñöôïc löu trong **ADDR** vaø soá dö trong **BAL**, coøn **SPECIAL** töông öùng vôùi caùc yeâu caàu ñaëc bieät maø khaùch haøng ñöa ra khi ñaët choã.

Chuùng ta xeùt moät phieân baûn ñôn giaûn hoaù cuûa moät öùng duïng ñaët choã, trong ñoù moät nhaân vieân baùn veù nhaäp maõ soá chuyeán bay, ngaøy thaùng, teân khaùch haøng vaø thöïc hieän ñaët choã tröôùc. Giao taùc thöïc hieän coâng vieäc naøy coù theå ñöôïc caøi ñaët nhö sau, trong ñoù caùc truy xuaát cô sôû döõ lieäu ñöôïc ñaëc taû baèng SQL:

```
Begin transaction Reservation -- ñaët choã
begin
   input (flight_no, date, customer_name);
      UPDATE FLIGHT
            SET STSOLD = STSOLD +1
            WHERE FNO = flight_no
      INSERT
            INTO FC (FNO, CNAME, SPECIAL)
            VALUES (flight_no,  customer_name, null);
   output (“reservation completed”)
end
```

5.1.1 Tình huoáng keát thuùc giao taùc

Moät giao taùc luoân luoân phaûi keát thuùc ngay caû khi coù xaûy ra söï coá. Neáu giao taùc coù theå hoaøn taát thaønh coâng taùc vuï cuûa noù, chuùng ta noùi raèng giao taùc coù *uyû thaùc* (commit). Ngöôïc laïi

neáu moät giao taùc phaûi ngöøng laïi khi chöa hoaøn taát coâng vieäc, chuùng ta noùi raèng noù *bò huûy boû* (abort). Moät giao taùc phaûi töï huûy boû vì coù moät ñieàu kieän laøm cho noù khoâng hoaøn taát ñöôïc coâng vieäc. Ngoaøi ra heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu coù theå huûy boû moät giao taùc, chaúng haïn do bò *khoaù cheát* (deadlock). Khi moät giao taùc bò huûy boû, quaù trình thöïc thi seõ ngöøng vaø taát caû moïi haønh ñoäng ñaõ ñöôïc thöïc hieän ñeàu phaûi ñöôïc "undo", ñöa cô sôû döõ lieäu trôû veà traïng thaùi tröôùc khi thöïc hieän giao taùc. Quaù trình naøy goïi laø "rollback".

Vai troø quan troïng cuûa uûy thaùc bieåu hieän ôû hai maët. **Thöù nhaát** leänh uûy thaùc baùo cho heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu bieát raèng taùc duïng cuûa giao taùc ñoù baây giôø caàn ñöôïc phaûn aûnh vaøo cô sôû döõ lieäu, qua ñoù laøm cho *caùc giao taùc ñang truy xuaát caùc muïc döõ lieäu ñoù coù theå thaáy ñöôïc chuùng*. **Thöù hai**, ñieåm maø giao taùc uûy thaùc laø moät *ñieåm "khoâng ñöôøng veà*". Keát quaû cuûa moät giao taùc ñaõ uûy thaùc baây giôø ñöôïc löu coá ñònh vaøo cô sôû döõ lieäu vaø khoâng theå phuïc hoài laïi ñöôïc.

Thí duï 5.3

Moät ñieàu chuùng ta chöa xeùt ñeán laø tình huoáng khoâng coøn choã troáng treân chuyeán bay. Ñeå bao quaùt khaû naêng naøy, giao taùc caàn ñöôïc vieát laïi nhö sau:

```
Begin_transaction Reservation
begin
   input(flight_no, date, customer_name);
   SELECT STSOLD, CAP
            INTO temp1, temp2
            FROM FLIGHT
            WHERE FNO = flight_no

   if temp1 = temp2 then
   begin
      Output("no free seat");
      Abort
   end
   else begin
      UPDATE FLIGHT
               SET STSOLD = STSOLD +1
               WHERE FNO = flight_no

      INSERT
               INTO FC(FNO, CNAME, SPECIAL)
               VALUES(flight_no,  customer_name, null);
      Commit;
      Output("reservation completed")

      end
```

end.

Qua thí duï naøy chuùng ta thaáy ñöôïc nhieàu ñieåm quan troïng. Roõ raøng neáu khoâng coøn choã troáng, giao taùc phaûi huûy boû. Thöù hai laø vieäc saép thöù töï caùc keát quaû ñeå trình baøy ra cho ngöôøi söû duïng tuøy theo caùc leänh **abort** vaø **commit**. Chuù yù raèng neáu giao taùc bò huûy boû, ngöôøi söû duïng seõ ñöôïc thoâng baùo tröôùc khi heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu ñöôïc höôùng daãn ñeå huûy boû noù. Theá nhöng vôùi tröôøng hôïp uûy thaùc, thoâng baùo cho ngöôøi söû duïng phaûi xaûy ra sau khi heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu ñaõ thöïc hieän xong leänh uûy thaùc ñeå baûo ñaûm ñoä khaû tín.

5.1.2 Ñaëc tröng hoaù caùc giao taùc

Chuùng ta nhaän xeùt raèng caùc giao taùc ñeàu ñoïc vaø ghi moät soá döõ lieäu. Ñieàu naøy ñöôïc duøng laøm cô sôû nhaän bieát moät giao taùc. Caùc muïc döõ lieäu ñöôïc giao taùc ñoïc caáu taïo neân *taäp ñoïc* RS (read set) cuûa noù. Töông töï, caùc muïc döõ lieäu ñöôïc moät giao taùc ghi ñöôïc goïi laø *taäp ghi* WS(write set). Chuù yù raèng taäp ñoïc vaø taäp ghi cuûa moät giao taùc khoâng nhaát thieát phaûi taùch bieät. Cuoái cuøng hôïp cuûa taäp ñoïc vaø taäp ghi cuûa moät giao taùc taïo ra *taäp cô sôû* BS (base set), nghóa laø BS = RS È WS.

Thí duï 5.4

Chuùng ta xeùt laïi giao taùc ñaët choã cuûa thí duï 5.3 vaø thao taùc cheøn chöùa moät soá thao taùc ghi. Caùc taäp neâu treân ñöôïc ñònh nghóa nhö sau:

RS [Revervation] = {FLIGHT.STSOLD, FLIGHT.CAP}
WS[Revervation] = {FLIGHT.STSOLD, FC.FNO,
FC.CNAME, FC.SPECIAL}
BS[Revervation] = {FLIGHT.STSOLD, FLIGHT.CAP, FC.FNO,
FC.DATE, FC.CNAME, FC.SPECIAL}

Chuùng ta ñaõ ñaëc tröng caùc giao taùc chæ treân cô sôû caùc thao taùc ñoïc vaø ghi maø khoâng xem xeùt caùc thao taùc cheøn, xoaù. Nhö theá chuùng ta ñaõ thaûo luaän veà khaùi nieäm caùc giao taùc döïa treân caùc cô sôû döõ lieäu tónh, khoâng nôùi roäng hoaëc thu laïi. Giaûn löôïc naøy ñöôïc ñöa ra ñeå coù ñöôïc tính ñôn giaûn. Caùc cô sôû döõ lieäu ñoäng phaûi giaûi quyeát baøi toaùn *aûnh aûo* (phantom), ñöôïc giaûi thích nhö ví duï sau.

Xeùt giao taùc T_1, khi thöïc hieän caàn tìm trong baûng **FC** teân nhöõng khaùch haøng ñaõ yeâu caàu duøng moät böõa aên ñaëc bieät. Noù nhaän ñöôïc moät taäp **CNAME** goàm nhöõng khaùch haøng thoûa thuaän ñieàu kieän tìm kieám. Khi T_1 ñang thöïc hieän, moät giao taùc T_2 cheøn caùc boä môùi vaøo **FC** coù yeâu caàu böõa aên ñaëc bieät roài uûy thaùc. Neáu sau ñoù T_1 laïi ñöa ra caâu truy vaán tìm kieám nhö cuõ, noù seõ nhaän ñöôïc moät taäp **CNAME** khaùc vôùi taäp ban ñaàu maø noù

ñaõ nhaän. Vì theá caùc boä "aûnh aûo" ñaõ xuaát hieän trong cô sôû döõ lieäu.

5.1.3. Hình thöùc hoaù khaùi nieäm giao taùc

Cho ñeán luùc naøy, yù nghóa tröïc quan cuûa giao taùc ñaõ hoaøn toaøn roõ raøng. Ñeå baøn luaän veà caùc giao taùc vaø suy dieãn tính ñuùng ñaén cuûa caùc thuaät toaùn quaûn lyù giao taùc, chuùng ta caàn ñònh nghóa khaùi nieäm naøy moät caùch hình thöùc. Chuùng ta bieåu thò *pheùp toaùn* Oj cuûa giao taùc T_i khi hoaït taùc treân thöïc theå cô sôû döõ lieäu x laø $O_{ij}(x)$. Theo qui öôùc ñöôïc thöøa nhaän ôû phaàn tröôùc, O_{ij} Î {read, write}. Caùc pheùp toaùn ñöôïc giaû thieát laø *nguyeân töû* (nghóa laø moãi pheùp toaùn ñöôïc thöïc thi nhö moät ñôn vò khoâng theå chia nhoû ñöôïc nöõa). Chuùng ta haõy kyù hieäu OS_i laø taäp taát caû caùc pheùp toaùn trong T_i (nghóa laø $OS_i = U_j O_{ij}$). N_i bieåu thò cho tình huoáng cuûa T_i, trong ñoù N_i Î {abort, commit}.

Vôùi caùc thuaät ngöõ naøy, chuùng ta coù theå ñònh nghóa T_i laø moät *thöù töï boä phaän* treân caùc pheùp toaùn vaø tình huoáng keát thuùc cuûa noù. Thöù töï boä phaän P = {å, p} ñònh nghóa moät traät töï giöõa caùc phaàn töû cuûa å (ñöôïc goïi laø *mieàn*) qua moät quan heä hai ngoâi baéc caàu vaø khoâng phaûn xaï p ñöôïc ñònh nghóa treân å. Trong tröôøng hôïp ñang xeùt, å bao goàm caùc pheùp toaùn vaø tình huoáng keát thuùc cuûa moät giao taùc, trong ñoù p chæ thöù töï thöïc hieän cuûa caùc pheùp toaùn naøy (ñöôïc chuùng ta ñoïc laø "ñöùng tröôùc theo thöù töï thöïc thi").

Moät caùch hình thöùc, moät giao taùc T_I laø moät thöù töï boä phaän T_i= $\{å_i, p_i\}$, trong ñoù

1. $å_i = OS_i$ È $\{N_i\}$.
2. Vôùi hai pheùp toaùn baát kyø O_{ij}, O_{ik} Î OS_i, neáu O_{ij} = {R(x) or W(x)} vaø O_{ik} =W(x) vôùi moät muïc döõ lieäu x naøo ñoù, theá thì $O_{ij} <_i O_{ik}$ hoaëc $O_{ik} <_i O_{ij}$.
3. "O_{ij} Î OS_i, $O_{ij} <_i N_i$.

Ñieàu kieän thöù nhaát veà hình thöùc ñònh nghóa *mieàn* nhö moät taäp caùc thao taùc ñoïc vaø ghi caáu taïo neân giao taùc coäng vôùi tình huoáng keát thuùc, coù theå laø *commit* hoaëc *abort*. Ñieàu kieän thöù hai xaùc ñònh quan heä thöù töï giöõa caùc thao taùc ñoïc vaø ghi coù töông tranh cuûa giao taùc, coøn ñieàu kieän cuoái cuøng chæ ra raèng tình huoáng keát thuùc luoân ñi sau taát caû nhöõng thao taùc khaùc.

Coù hai ñieåm quan troïng caàn löu yù trong ñònh nghóa naøy. Tröôùc tieân, quan heä thöù töï p ñöôïc cho tröôùc vaø ñònh nghóa naøy khoâng heà xaây döïng noù. Quan heä thöù töï thöïc söï phuï thuoäc vaøo öùng duïng. Keá ñeán, ñieàu kieän thöù hai chæ ra raèng thöù töï giöõa caùc thao taùc coù töông tranh phaûi toàn taïi beân trong p. Hai thao taùc $O_i(x)$ vaø $O_j(x)$ ñöôïc goïi laø coù töông tranh neáu O_i = Write hoaëc O_j =

Write (coù nghóa ít nhaát moät trong chuùng laø Write vaø chuùng truy xuaát cuøng moät muïc döõ lieäu).

Thí duï 5.5

Xeùt moät giao taùc ñôn giaûn T coù caùc böôùc sau:

Read(x)
Read(y)
x¬ x+y
Write(x)
Commit

Ñaëc taû cuûa giao taùc naøy theo kyù phaùp hình thöùc ñaõ ñöôïc giôùi thieäu ôû treân laø:

å = {R(x), R(y), W(x), C}
p = {(R(x), W(x)), (R(y), W(x)), (W(x),C), (R(x), C), (R(y), C)}

trong ñoù (Oi, Oj), laø moät phaàn töû cuûa quan heä p, bieåu thò raèng Oi < Oj.

Chuù yù raèng quan heä thöù töï töông ñoái cuûa taát caû caùc thao taùc öùng vôùi tình huoáng keát thuùc. Ñieàu naøy laø do ñieàu kieän thöù ba cuûa ñònh nghóa giao taùc. Cuõng caàn chuù yù raèng chuùng ta khoâng moâ taû thöù töï giöõa moãi caëp thao taùc. Ñieàu ñoù giaûi thích vì sao ñaây laø moät thöù töï boä phaän.

Thí duï 5.6

Giao taùc ñaët choã ñöôïc xaây döïng trong thí duï 5.3 phöùc taïp hôn. Chuù yù cho raèng coù hai tình huoáng keát thuùc, tuøy vaøo tình traïng coù coøn choã troáng hay khoâng. Tröôùc tieân, ñieàu naøy döôøng nhö maâu thuaãn vôùi ñònh nghóa cuûa giao taùc, ñoù laø chæ toàn taïi moät tình huoáng keát thuùc. Tuy nhieân caàn nhôù raèng giao taùc laø moät thöïc thi cuûa moät chöông trình. Roõ raøng laø trong baát kyø laàn thöïc thi naøo, chæ moät trong hai tình huoáng keát thuùc xaûy ra. Vì theá ñieàu coù theå xaûy ra laø moät giao taùc huûy boû vaø moät giao taùc khaùc uûy thaùc. Söû duïng kyù phaùp hình thöùc naøy, giao taùc ñaàu coù theå ñöôïc ñaëc taû nhö sau:

= {R(STSOLD); R(CAP),A}
= {(O_1,A), (O_2,A)}

vaø giao taùc sau ñöôïc ñaëc taû nhö sau

= {R(STSOLD), R(CAP), W(STSOLD), W(FNO),
W(DATE), W(CNAME), W(SPECIAL), C}

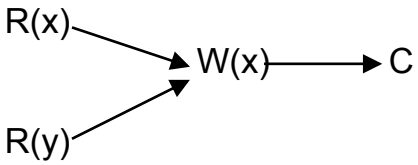
< = {(O_1,O_3), (O_2,O_3), (O_1,O_4), (O_1, O_5), (O_1, O_6),
(O_1, O_7), (O_2, O_4), (O_2, O_5), (O_2, O_6), (O_2, O_7),
(O_1, C), (O_2, C), (O_3, C) (O_4, C), (O_5, C), (O_6, C), (O_7, C)}

trong ñoù O_1 = R(STSOLD), O_2 = R(CAP), O_3 = W(STSOLD), O_4 = W(FNO), O_5= W(DATE), O_6 = W(CNAME), O_7 = W(SPECIAL).

Moät öu ñieåm cuûa vieäc ñònh nghóa giao taùc nhö moät thöù töï boä phaän laø söï töông öùng cuûa noù vôùi *ñoà thò coù höôùng khoâng voøng* DAG (directed acylic graph). Nhö theá moät giao taùc coù theå ñöôïc ñaëc taû nhö moät DAG vôùi ñænh laø caùc pheùp toaùn giao taùc vaø cung chæ ra moái lieân heä thöù töï giöõa caùc caëp pheùp toaùn ñaõ cho.

Thí duï 5.7

Giao taùc ñöôïc thaûo luaän trong thí duï 5 coù theå ñöôïc veõ nhö moät DAG cuûa hình 5.2. Chuù yù raèng chuùng ta khoâng veõ caùc cung ñöôïc suy ra nhôø tính chaát baéc caàu duø raèng chuùng ta xem chuùng nhö nhöõng phaàn töû cuûa p



Hình 5.2. Bieåu dieãn daïng DAG cho moät giao taùc.

Trong phaàn lôùn caùc tröôøng hôïp chuùng ta khoâng caàn phaûi ñeà caäp ñeán nhieàu mieàn cuûa thöù töï boä phaän moät caùch rieâng reõ vôùi quan heä thöù töï. Vì theá thoâng thöôøng chuùng ta boû å ra khoûi ñònh nghóa giao taùc vaø söû duïng teân cuûa thöù töï boä phaän ñeå chæ ñeán caû mieàn laãn teân cuûa thöù töï boä phaän. Ñieàu ñoù seõ tieän lôïi bôûi vì noù cho pheùp chuùng ta ñaëc taû thöù töï cuûa caùc pheùp toaùn trong moät giao taùc nhôø moät phöông thöùc khaù ñôn giaûn baèng caùch duøng thöù töï töông ñoái cuûa ñònh nghóa giao taùc. Chaúng haïn chuùng ta coù theå ñònh nghóa giao taùc cuûa thí duï 5 nhö sau:

T = {R(x), R(y), W(x), C}

thay vì ñaëc taû daøi doøng nhö tröôùc.

5.2 CAÙC TÍNH CHAÁT CUÛA GIAO TAÙC

Caùc khía caïnh nhaát quaùn vaø khaû tín cuûa giao taùc laø do boán tính chaát: (1) *tính nguyeân töû* (atomicity), (2) *tính nhaát quaùn* (consistency), (3) *tính bieät laäp* (isolation), (4) *tính beàn vöõng* (durability); vaø chuùng ta thöôøng ñöôïc goïi chung laø tính chaát ACID.

5.2.1 Tính nguyeân töû

Tính nguyeân töû lieân quan ñeán söï kieän laø moät giao taùc ñöôïc xöû lyù nhö moät ñôn vò hoaït taùc. Chính vì theá maø caùc haønh ñoäng cuûa giao taùc, hoaëc taát caû ñeàu hoaøn taát hoaëc khoâng moät haønh ñoäng naøo hoaøn taát. Ñieàu naøy cuõng ñöôïc goïi laø tính chaát "ñöôïc aên caû ngaõ veà khoâng" (all-or-nothing). Tính nguyeân töû ñoøi hoûi raèng neáu vieäc thöïc thi giao taùc bò caét ngang bôûi moät loaïi söï coá naøo ñoù thì heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu seõ chòu traùch nhieäm xaùc ñònh coâng vieäc caàn thöïc hieän ñoái vôùi giao taùc ñeå khoâi phuïc laïi sau söï coá. Dó nhieân coù hai chieàu höôùng haønh ñoäng: hoaëc noù

seõ ñöôïc keát thuùc baèng caùch hoaøn taát caùc haønh ñoäng coøn laïi, hoaëc coù theå ñöôïc keát thuùc baèng caùch hoài laïi taát caû caùc haønh ñoäng ñaõ ñöôïc thöïc hieän.

5.2.2 Tính nhaát quaùn

Tính nhaát quaùn (consistency) cuûa moät giao taùc chæ ñôn giaûn laø tính ñuùng ñaén cuûa noù. Noùi caùch khaùc, moät giao taùc laø moät chöông trình ñuùng ñaén, aùnh xaï cô sôû döõ lieäu töø traïng thaùi nhaát quaùn naøy sang moät traïng thaùi nhaát quaùn khaùc.

Trong ñònh nghóa döôùi ñaây, döõ lieäu raùc (dirty data) muoán noùi ñeán nhöõng giaù trò döõ lieäu ñaõ ñöôïc caäp nhaät bôûi moät giao taùc tröôùc khi noù uûy thaùc. Do ñoù döïa treân khaùi nieäm veà döõ lieäu raùc, ba möùc ñoä ñöôïc ñònh nghóa nhö sau:

Ñoä 3: Giao taùc T thoûa **nhaát quaùn ñoä 3** neáu:
1. T khoâng ñeø leân döõ lieäu raùc cuûa nhöõng giao taùc khaùc.
2. T khoâng uûy thaùc baát kyø thao taùc ghi naøo cho ñeán khi noù hoaøn taát moïi thao taùc ghi [nghóa laø cho ñeán luùc cuoái giao taùc (end-of-transaction, EOT)].
3. T khoâng ñoïc döõ lieäu raùc cuûa nhöõng giao taùc khaùc.
4. *Nhöõng giao taùc khaùc khoâng laøm cho döõ lieäu maø T ñaõ ñoïc - tröôùc khi T hoaøn taát - trôû thaønh döõ lieäu raùc.*

Ñoä 2: Giao taùc T thoûa **nhaát quaùn ñoä 2** neáu:
1. T khoâng ñeø leân döõ lieäu raùc cuûa nhöõng giao taùc khaùc.
2. T khoâng uûy thaùc baát kyø thao taùc ghi naøo tröôùc EOT.
3. T khoâng ñoïc döõ lieäu raùc cuûa nhöõng giao taùc khaùc.

Ñoä 1: Giao taùc T thoûa **nhaát quaùn ñoä 1** neáu:
1. T khoâng ñeø leân döõ lieäu raùc cuûa nhöõng giao taùc khaùc.
2. T khoâng uûy thaùc baát kyø thao taùc ghi naøo tröôùc EOT.

Ñöông nhieân ñoä nhaát quaùn cao bao truøm taát caû ñoä nhaát quaùn möùc thaáp hôn. YÙ töôûng trong vieäc ñònh nghóa nhieàu möùc nhaát quaùn laø cung caáp cho laäp trình vieân öùng duïng moät khaû naêng linh hoaït khi ñònh nghóa caùc giao taùc hoaït taùc ôû nhöõng möùc khaùc nhau. Heä quaû laø maëc duø moät soá giao taùc hoaït taùc ôû möùc nhaát quaùn Ñoä 3, caùc giao taùc khaùc coù theå hoaït taùc ôû nhöõng möùc thaáp hôn, vaø raát coù theå seõ nhìn thaáy caùc döõ lieäu raùc.

5.2.3 Tính bieät laäp

Bieät laäp laø tính chaát cuûa caùc giao taùc, ñoøi hoûi moãi giao taùc phaûi luoân nhìn thaáy cô sôû döõ lieäu nhaát quaùn. Noùi caùch khaùc, moät giao taùc ñang thöïc thi khoâng theå laøm loä ra caùc keát quaû cuûa noù cho nhöõng giao taùc khaùc ñang cuøng hoaït ñoäng tröôùc khi noù uûy thaùc.

Coù moät soá lyù do caàn phaûi nhaán maïnh ñeán tính bieät laäp. Moät laø duy trì tính nhaát quaùn qua laïi giöõa caùc giao taùc. Neáu hai giao taùc ñoàng thôøi truy xuaát ñeán moät muïc döõ lieäu ñang ñöôïc moät trong chuùng caäp nhaät thì khoâng theå baûo ñaûm raèng giao taùc thöù hai seõ ñoïc ñöôïc giaù trò ñuùng.

Thí duï 5.8

Xeùt hai giao taùc ñoàng thôøi T1 vaø T2 cuøng truy xuaát ñeán muïc döõ lieäu x. Giaû söû **giaù trò cuûa x tröôùc khi baét ñaàu thöïc hieän laø 50**.

T1:	Read(x)	T2:	Read(x)
	x¬ x + 1		x¬ x + 1
	Write(x)		Write(x)
	Commit		Commit

Döôùi ñaây laø moät daõy thöïc thi cho caùc haønh ñoäng naøy.

T_1:	Read(x)
T_1:	x¬ x + 1
T_1:	Write(x)
T_1:	Commit
T_2:	Read(x)
T_2:	x¬ x + 1
T_2:	Write(x)
T_2:	Commit

ÔÛ tröôøng hôïp naøy khoâng coù vaán ñeà gì; caùc giao taùc T_1 vaø T_2 ñöôïc thöïc hieän laàn löôït vaø giao taùc T_2 ñoïc ñöôïc giaù trò cuûa x laø 51. Chuù yù raèng neáu T_2 thöïc thi tröôùc T_1 thì T_2 ñoïc ñöôïc giaù trò 50. Vì theá neáu T1 vaø T2 ñöôïc thöïc thi laàn löôït giao taùc naøy roài ñeán giao taùc kia, giao taùc thöù hai seõ ñoïc ñöôïc giaù trò cuûa x laø 51 vaø sau khi keát thuùc hai giao taùc x coù giaù trò 52. Tuy nhieân vì caùc giao taùc ñang thöïc thi ñoàng thôøi, daõy thöïc thi sau ñaây coù theå seõ xaûy ra:

T_1:	Read(x)
T_1:	x¬ x + 1
T_2:	Read(x)
T_1:	Write(x)
T_2:	x¬ x + 1
T_2:	Write(x)
T_1:	Commit
T_2:	Commit

Trong tröôøng hôïp naøy, giao taùc T_2 ñoïc ñöôïc giaù trò cuûa x laø 50. Giaù trò naøy khoâng ñuùng bôûi vì T_2 ñoïc x trong khi giaù trò cuûa noù ñang ñöôïc thay ñoåi töø 50 thaønh 51. Hôn nöõa giaù trò cuûa x seõ laø 51 vaøo luùc keát thuùc caùc giao taùc T_1 vaø T_2 bôûi vì haønh ñoäng ghi cuûa T_2 seõ ñeø leân keát quaû ghi cuûa T_1.

Baûo ñaûm tính bieät laäp baèng caùch khoâng cho pheùp caùc giao taùc khaùc nhìn thaáy caùc keát quaû chöa hoaøn taát nhö trong thí duï

treân seõ giaûi quyeát ñöôïc vaán ñeà *caäp nhaät thaát laïc* (lost update). Loaïi bieät laäp naøy ñaõ ñöôïc goïi laø *tính oån ñònh con chaïy* (cursor stability). Trong thí duï ôû treân, daõy thöïc thi thöù hai ñaõ laøm cho taùc duïng cuûa T_1 bò maát. Moät lyù do thöù hai cuûa tính bieät laäp laø caùc *huûy boû daây chuyeàn* (cascading abort). Neáu moät giao taùc cho pheùp nhöõng giao taùc khaùc nhìn thaáy nhöõng keát quaû chöa hoaøn taát cuûa noù tröôùc khi uûy thaùc roài noù quyeát ñònh huûy boû, moïi giao taùc ñaõ ñoïc nhöõng giaù trò chöa hoaøn taát ñoù cuõng seõ phaûi huûy boû. Xaâu maéc xích naøy deã laøm taêng nhanh vaø gaây ra nhöõng phí toån ñaùng keå cho heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu.

Cuõng coù theå xöû trí caùc möùc nhaát quaùn ñaõ thaûo luaän trong phaàn tröôùc töø quan ñieåm cuûa tính chaát bieät laäp (vì theá ñaõ minh hoaï cho söï phuï thuoäc giöõa tính nhaát quaùn vaø tính bieät laäp). Khi di chuyeån leân caây phaân caáp caùc möùc nhaát quaùn, caùc giao taùc ngaøy caøng bieät laäp hôn. Ñoä 0 cung caáp raát ít tính chaát "bieät laäp" ngoaøi vieäc ngaên caûn caùc caäp nhaät thaát laïc. Tuy nhieân vì caùc giao taùc seõ uûy thaùc tröôùc khi chuùng hoaøn taát taát caû moïi thao taùc ghi cuûa chuùng, neáu coù moät huûy boû xaûy ra sau ñoù, noù seõ ñoøi hoûi phaûi hoài laïi taát caû caùc caäp nhaät treân caùc muïc döõ lieäu ñaõ ñöôïc uûy thaùc vaø hieän ñang ñöôïc truy xuaát bôûi nhöõng giao taùc khaùc. Nhaát quaùn ñoä 2 traùnh ñöôïc caùc huûy boû daây chuyeàn. Ñoä 3 cung caáp toaøn boä khaû naêng bieät laäp, buoäc moät trong caùc giao taùc töông tranh phaûi ñôïi cho ñeán khi giao taùc kia keát thuùc. Nhöõng daõy thöïc thi nhö theá ñöôïc goïi laø nghieâm ngaët (strict) vaø seõ ñöôïc thaûo luaän nhieàu hôn trong chöông tieáp theo. Roõ raøng laø vaán ñeà bieät laäp coù lieân quan tröïc tieáp ñeán tính nhaát quaùn cô sôû döõ lieäu vaø vì theá laø ñeà taøi cuûa ñieàu khieån ñoàng thôøi.

Ba hieän töôïng ñöôïc ñaëc taû cho nhöõng tình huoáng coù theå xaûy ra neáu söï bieät laäp thích hôïp khoâng ñöôïc duy trì laø:

Ñoïc raùc (Dirty Read): döõ lieäu raùc muoán noùi ñeán caùc muïc döõ lieäu maø giaù trò cuûa chuùng ñaõ ñöôïc söûa ñoåi bôûi moät giao taùc chöa uûy thaùc. Xeùt tröôøng hôïp giao taùc T1 söûa ñoåi moät giaù trò döõ lieäu roài noù laïi ñöôïc boïc bôûi moät giao taùc T2 khaùc tröôùc khi T1 thöïc hieän Commit hay Abort. Trong tröôøng hôïp Abort, T2 ñaõ ñoïc moät giaù trò chöa ñöôïc toàn taïi trong cô sôû döõ lieäu.

Moät ñaëc taû chính xaùc trong hieän töôïng naøy nhö sau (vôùi caùc cöôùc soá chæ ra teân caùc giao taùc)

…, $W_1(x)$,…, $R_2(x)$,… C_1(hoaëc A_1),…, C_2(hoaëc A_2)

hoaëc

…, $W_1(x)$,…, $R_2(x)$,… C_2(hoaëc A_2),…, C_1(hoaëc A_1)

Khoâng theå ñoïc laïi (Non-repeatable Read): Giao taùc T1 ñoïc moät muïc döõ lieäu. Sau ñoù moät giao taùc T2 khaùc söûa hoaëc xoaù muïc döõ lieäu ñoù roài uûy thaùc. Neáu sau ñoù T1 ñoïc laïi muïc döõ lieäu ñoù, hoaëc noù ñoïc ñöôïc moät giaù trò khaùc hoaëc noù khoâng theå tìm thaáy ñöôïc muïc ñoù; vì theá hai haønh ñoäng

ñoïc trong cuøng moät giao taùc T1 traû veà caùc keát quaû khaùc nhau.
Moät ñaëc taû chính xaùc cuûa hieän töôïng naøy nhö sau:
…, $R_1(x)$,…, $W_2(x)$,… C_1(hoaëc A_1),…, C_2(hoaëc A_2)
hoaëc
…, $R_1(x)$,…, $W_2(x)$,… C_2(hoaëc A_2),…, C_1(hoaëc A_1)

Aûnh aûo (phantom): Ñieàu kieän aûnh aûo tröôùc kia ñaõ ñöôïc ñònh nghóa xaûy ra khi T1 thöïc hieän tìm kieám theo moät vò töø vaø T2 cheøn nhöõng boä môùi thoûa vò töø ñoù. Ñaëc taû chính xaùc cuûa hieän töôïng naøy laø (P laø vò töø tìm kieám)
…, R_1(P),…, W_2(y thuoäc P),… C_1(hoaëc A_1),…, C_2(hoaëc A_2)
hoaëc
…, R_1(P),…, R_2(y thuoäc P),… C2(hoaëc A_2),…, C_1(hoaëc A_1)
Döïa treân nhöõng hieän töôïng naøy, caùc möùc bieät laäp ñaõ ñöôïc ñònh nghóa nhö sau. Muïc tieâu cuûa vieäc ñònh nghóa nhieàu möùc bieät laäp cuõng gioáng nhö vieäc ñònh nghóa caùc möùc nhaát quaùn.

5.2.4 Tính beàn vöõng

Tính beàn vöõng (durability) muoán noùi ñeán tính chaát cuûa giao taùc, baûo ñaûm raèng moät khi giao taùc uûy thaùc, keát quaû cuûa noù ñöôïc duy trì coá ñònh vaø khoâng bò xoùa ra khoûi cô sôû döõ lieäu. Vì theá heä quaûn trò cô sôû döõ lieäu baûo ñaûm raèng keát quaû cuûa giao taùc seõ vaãn toàn taïi duø coù xaûy ra söï coá heä thoáng. Ñaây chính laø lyù do maø trong thí duï 5.2 chuùng ta ñaõ nhaán maïnh raèng giao taùc uûy thaùc tröôùc khi noù thoâng baùo cho ngöôøi söû duïng bieát raèng noù ñaõ hoaøn taát thaønh coâng. Tính beàn vöõng ñöa ra vaán ñeà *khoâi phuïc* cô sôû döõ lieäu (database recovery), nghóa laø caùch khoâi phuïc cô sôû döõ lieäu veà traïng thaùi nhaát quaùn maø ôû ñoù moïi haønh ñoäng ñaõ uûy thaùc ñeàu ñöôïc phaûn aùnh.

5.3 CÁC LOẠI GIAO TÁC: giao tác tập trung , giao tác phân tán.

5.3.1. Giao taùc tập trung:

a/ Giao taùc phaúng

Giao taùc phaúng (flat transaction) coù moät khôûi ñieåm duy nhaát (**Begin_transaction**) vaø moät ñieåm keát thuùc duy nhaát (**End_transaction**). Taát caû caùc thí duï cuûa chuùng ta ñaõ xem xeùt ñeàu naèm trong nhoùm naøy. Phaàn lôùn caùc nghieân cöùu veà quaûn lyù giao taùc trong cô sôû döõ lieäu ñeàu taäp trung vaøo caùc giao taùc phaúng.

b/ Giao taùc loàng

Ñaây laø moâ hình giao taùc cho pheùp moät giao taùc goàm chöùa giao taùc khaùc vôùi ñieåm baét ñaàu vaø uûy thaùc cuûa rieâng chuùng. Nhöõng giao taùc nhö theá ñöôïc goïi laø *giao taùc loàng* (nested

transaction). Nhöõng giao taùc ñöôïc ñaët vaøo trong giao taùc khaùc thöôøng ñöôïc goïi laø *giao taùc con* (subtransaction)

Thí duï 5.10

Chuùng ta haõy môû roäng giao taùc ñaët choã cuûa thí duï 2. Phaàn lôùn caùc haõng du lòch ñeàu lo caû vieäc ñaët choã khaùch saïn vaø möôùn oâ toâ ngoaøi dòch vuï ñaët veù maùy bay. Neáu ngöôøi ta muoán moâ taû taát caû nhöõng coâng vieäc naøy baèng moät giao taùc, thì giao taùc ñaët choã seõ coù caáu truùc nhö sau:

Begin_transaction Reservation
begin
  Begin_transaction Airline with mark
  …
    Begin_transaction Hotel with mark
  …
  end. { Hotel}

…….
end. {Airline}

  Begin_transaction Car with mark
  …
  end. {Car }
end.

Caùc giao taùc loàng ñaõ ñöôïc chuù yù nhö moät khaùi nieäm giao taùc toång quaùt hôn. Möùc ñoä loàng noùi chung laø ñeå ngoû, cho pheùp caùc giao taùc con cuõng coù theå coù caùc giao taùc loàng. Tính toång quaùt naøy coù ích trong caùc laõnh vöïc öùng duïng maø ôû ñoù caùc giao taùc phöùc taïp hôn so vôùi vieäc xöû lyù döõ lieäu truyeàn thoáng.

5.3.2. Giao taùc phân tán: chỉ có giao tác phẳng

Chöông 6: ÑIEÀU KHIEÅN ÑOÀNG THÔØI PHAÂN TAÙN.

MUÏC TIEÂU:

Nhö ñaõ thaûo luaän trong chöông 5, ñieàu khieån ñoàng thôøi giaûi quyeát caùc tính chaát *bieät laäp* (isolation) vaø *nhaát quaùn* (consistency) cuûa giao dòch. Cô cheá ñieàu khieån ñoàng thôøi phaân taùn cuûa moät heä quaûn trò CSDL phaân taùn baûo ñaûm raèng tính nhaát quaùn cuûa CSDL, nhö ñaõ ñöôïc ñònh nghóa trong phaàn 5.2.2.

Trong chöông naøy chuùng ta ñöa ra moät giaû thieát quan troïng: heä thoáng phaân taùn hoaøn toaøn khaû tín vaø khoâng coù baát kyø söï coá naøo (caû phaàn cöùng laãn phaàn meàm).

6.1 LYÙ THUYEÁT KHAÛ TUAÀN TÖÏ

Trong phaàn 5.3 chuùng ta thaûo luaän vaán ñeà laøm bieät laäp caùc giao taùc vôùi nhau theo taùc duïng cuûa chuùng treân CSDL. Chuùng ta cuõng ñaõ chæ ra raèng neáu vieäc thöïc thi ñoàng thôøi caùc giao taùc laøm cho CSDL ôû moät traïng thaùi coù theå coù ñöôïc gioáng nhö khi cho chuùng thöïc hieän tuaàn töï theo moät soá thöù töï naøo ñoù, caùc vaán ñeà nhö caäp nhaät bò thaát laïc seõ ñöôïc giaûi quyeát. Ñaây laø ñieåm maáu choát cuûa nhöõng lyù luaän veà tính khaû tuaàn töï. Phaàn coøn laïi seõ taäp trung vaøo caùc vaán ñeà khaû tuaàn töï moät caùch hình thöùc hôn.

Moät *lòch* S (schedule) ñöôïc ñònh nghóa treân taäp giao taùc T = {T_1, T_2,…, T_n} vaø xaùc ñònh thöù töï thöïc thi ñan xen laãn nhau cuûa caùc thao taùc trong giao dòch. Döïa treân ñònh nghóa giao taùc ñaõ ñöôïc giôùi thieäu trong phaàn 5.1, lòch coù theå moâ taû nhö moät thöù töï boä phaän treân T. Daàu vaäy chuùng ta cuõng caàn moät khaùi nieäm cô baûn tröôùc khi ñöa ra ñònh nghóa hình thöùc.

Nhaéc laïi ñònh nghóa veà thao taùc töông tranh ñaõ ñöa ra trong chöông 5. Hai thao taùc $O_{ij}(x)$ vaø $O_{kl}(x)$ (i vaø k khoâng nhaát thieát phaûi phaân bieät) cuøng truy caäp ñeán moät thöïc theå CSDL x ñöôïc goïi laø *coù töông tranh* (conflict) neáu ít nhaát moät trong chuùng laø *thao taùc ghi* (write). Hai ñieàu maø chuùng ta caàn chuù yù trong ñònh nghóa naøy:

- Tröôùc tieân caùc thao taùc ñoïc khoâng töông tranh vôùi nhau. Vì theá chuùng ta coù theå noùi veà hai loaïi töông tranh: *ñoïc-ghi* (read-write) vaø *ghi-ghi* (write-write).
- Thöù hai, hai thao taùc naøy coù theå thuoäc veà cuøng moät giao taùc hoaëc thuoäc veà hai giao taùc khaùc nhau .Trong tröôøng hôïp sau, hai giao taùc ñöôïc goïi laø coù töông tranh. Veà tröïc quan, söï toàn taïi cuûa moät töông tranh giöõa hai thao taùc cho thaáy raèng thöù töï thöïc hieän cuûa chuùng laø quan troïng. Vieäc saép thöù töï cho hai thao taùc ñoïc laø khoâng caàn thieát.

Tröôùc tieân chuùng ta ñònh nghóa *moät lòch ñaày ñuû* (complete schedule): laø lòch ñònh nghóa thöù töï thöïc hieän cuûa taát caû caùc thao taùc trong mieàn bieán thieân cuûa noù. Sau ñoù chuùng ta ñònh nghóa raèng moät lòch ñöôïc xem laø moät *tieàn toá* (prefix) cuûa moät lòch ñaày ñuû. Veà hình thöùc, moät lòch ñaày ñuû S^c_T ñöôïc ñònh nghóa treân moät taäp giao taùc $T = \{T_1, T_2, \ldots, T_n\}$ laø moät thöù töï boä phaän $= \{å_T, <_T\}$, trong ñoù

1. $å_T = È^n_{i=1} å_i$
2. $<_T = È^n_{i=1} <_i$
3. Ñoái vôùi hai thao taùc trong töông tranh baát kyø O_{ij}, O_{kl} Î $å_T$, chuùng ta coù
   $O_{ij} <_T O_{kl}$ hoaëc $O_{kl} <_T O_{ij}$.

Thí duï 1

T_1:	Read(x)	T_2:	Read(x)
	X ¬ x + 1		X ¬ x + 1
	Write(x)		Write(x)
	Commit		Commit

Moät lòch ñaày ñuû S^c_T khaû höõu treân $T = \{T_1, T_2\}$ coù theå ñöôïc vieát nhö thöù töï boä phaän sau ñaây (caùc chæ soá döôùi bieåu thò giao dòch):

$S^c_T = \{å_T, <_T\}$

trong ñoù

$å_1 = \{R_1(x), W_1(x), C_1\}$
$å_2 = \{R_2(x), W_2(x), C_2\}$

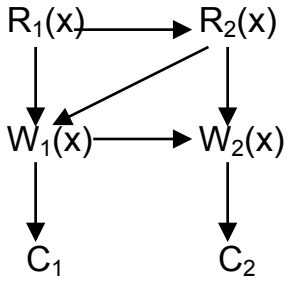
Vì vaäy

$å_T = å_1 È å_2 = \{R_1(x), W_1(x), C_1, R_2(x), W_2(x), C_2\}$

vaø

$<_T = \{(R_1, R_2), (R_1, W_1), (R_1, C_1), (R_1, W_2), (R_1, C_2), (R_2, W_1), (R_2, C_1), (R_2, W_2), (R_2, C_2), (W_1, C_1), (W_1, W_2), (W_1, C_2), (C_1, W_2), (C_1, C_2), (W_2, C_2)\}$

coù theå ñaëc taû nhö moät DAG trong Hình 6.1.



Hình 6.1. Bieåu dieãn DAG cuûa moät lòch ñaày ñuû.

$S^c_T = \{R_1(x), R_2(x), W_1(x), C_1, W_2(x), C_2\}$

Moät lòch ñöôïc ñònh nghóa laø moät *tieàn toá* (prefix) cuûa moät lòch ñaày ñuû. Moät tieàn toá cuûa moät thöù töï boä phaän coù theå ñöôïc ñònh nghóa nhö sau. Cho tröôùc moät thöù töï boä phaän P = {å, <}, P' = {å', <'} laø moät tieàn toá cuûa P neáu

1. å'Í å;
2. "e_i Îå', e_1 <' e_2 neáu vaø chæ neáu $e_1 < e_2$; vaø
3. "e_i Îå', neáu $ e_jÎ å vaø $e_j < e_i$ thì e_j Î å'.

Hai ñieàu kieän ñaàu tieân ñònh nghóa P' nhö moät haïn cheá cuûa P treân mieàn å', trong ñoù caùc quan heä thöù töï trong P ñöôïc duy trì trong P'. Ñieàu kieän cuoái cuøng chæ ra raèng vôùi moïi phaàn töû cuûa å', taát caû caùc phaàn töû ñöùng tröôùc noù trong å cuõng phaûi thuoäc å'.

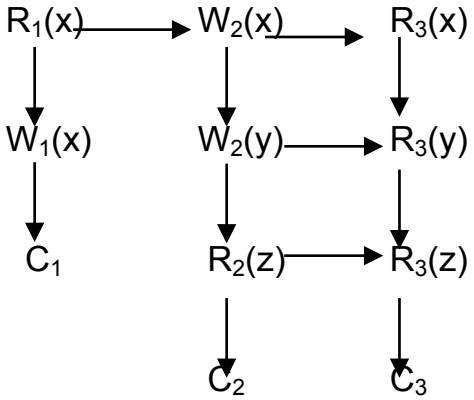
Ñònh nghóa moät lòch thöùc nhö moät tieàn toá cuûa moät thöù töï boä phaän ñeå laøm gì? Caâu traû lôøi ñôn giaûn laø chuùng ta baây giôø coù theå xöû lyù caùc lòch khoâng ñaày ñuû. Ñieàu naøy laø coù ích vì moät soá lyù do. Töø quan ñieåm lyù thuyeát khaû tuaàn töï, chuùng ta chæ phaûi giaûi quyeát moät soá thao taùc cuûa caùc giao taùc coù töông tranh chöù khoâng phaûi vôùi taát caû moïi thao taùc. Hôn nöõa, vaø coù leõ quan troïng hôn laø khi xuaát hieän söï coá, chuùng ta caàn phaûi coù khaû naêng giaûi quyeát vôùi nhöõng giao taùc khoâng ñaày ñuû, maø ñoù laø ñieàu moät tieàn toá cho pheùp chuùng ta laøm ñöôïc.

Thí duï 2

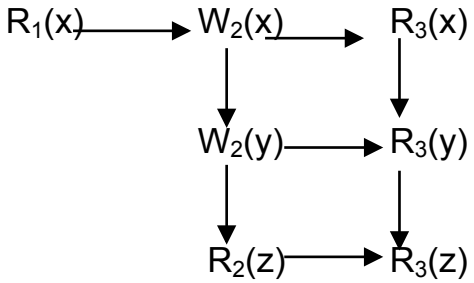
Xeùt ba giao taùc sau ñaây

T_1:	Read(x)	T_2:	Write(x)	T_3:	Read(x)
	Write(x)		Write(y)		Read(y)
	Commit		Read(z)		Read(z)
			Commit		Commit

Moät lòch ñaày ñuû S^c cho nhöõng giao taùc naøy ñöôïc trình baøy trong hình 6.2, vaø moät lòch S (moät tieàn toá cuûa S^c) ñöôïc moâ taû trong hình 6. 3.



Hình 6.2. Moät lòch ñaày ñuû.



Hình 6.3. Tieàn toá cuûa lòch ñaày ñuû cuûa hình 6.2.

Neáu trong lòch S, caùc thao taùc cuûa caùc giao taùc khaùc nhau khoâng ñöôïc thöïc hieän xen keõ (nghóa laø caùc thao taùc cuûa moãi giao taùc xaûy ra lieân tieáp), lòch ñöôïc goïi laø *tuaàn töï* (serial).

Thí duï 3

Xeùt ba giao taùc cuûa thí duï 2. Lòch sau ñaây:

$$S = \{W_2(x), W_2(y), R_2(z), C_2, R_1(x), W_1(x), C_1, R_3(x), R_3(y), R_3(z), C_3\}$$

laø tuaàn töï bôûi vì taát caû caùc thao taùc cuûa T_2 ñöôïc thöïc hieän tröôùc taát caû caùc thao taùc cuûa T_1 vaø taát caû thao taùc cuûa T_1 ñöôïc thöïc hieän tröôùc taát caû caùc thao taùc cuûa T_3. Moät caùch thöôøng ñöôïc duøng ñeå bieåu thò moái lieân heä thöù baäc giöõa caùc thöïc thi giao taùc laø $T_2 <_s T_1 <_s T_3$ hoaëc $T_2 \,®\, T_1 \,®\, T_3$.

Veà tröïc quan, hai lòch S_1 vaø S_2 ñöôïc ñònh nghóa treân cuøng moät taäp giao taùc T ñöôïc goïi laø *töông ñöông* neáu vôùi moãi caëp thao taùc töông tranh O_{ij} vaø O_{kl} (i ¹ k), moãi khi $O_{ij} <_1 O_{ki}$ thì $O_{ij} <_2 O_{kl}$. Ñaây ñöôïc goïi laø *töông ñöông töông tranh* (conflict equivalence) bôûi vì noù ñònh nghóa söï töông ñöông cuûa hai lòch theo thöïc thi töông ñoái cuûa caùc thao taùc töông tranh trong caùc lòch bieåu.

Thí duï 4

Chuùng ta xeùt laïi ba giao taùc cuûa thí duï 2. Lòch S döôùi ñaây ñöôïc ñònh nghóa treân chuùng laø töông ñöông töông tranh vôùi S cuûa thí duï 3:

$$S' = \{W_2(x), R_1(x), W_1(x), C_1, R_3(x), W_2(y), R_3(y), R_2(z), C_2, R_3(z), C_3\}$$

Moät lòch S ñöôïc goïi laø *khaû tuaàn töï* (serializable) neáu vaø chæ neáu coù töông ñöông töông tranh vôùi moät lòch tuaàn töï.

Chuù yù raèng tính khaû tuaàn töï chæ töông ñöông vôùi tính nhaát quaùn ñoä 3 ñaõ ñöôïc ñònh nghóa trong phaàn 5.2.2. Tính khaû tuaàn töï ñöôïc ñònh nghóa nhö theá cuõng ñöôïc goïi laø *khaû tuaàn töï theo töông tranh* bôûi vì noù ñöôïc ñònh nghóa theo söï töông ñöông töông tranh.

Thí duï 5

Lòch S' trong thí duï 4 laø khaû tuaàn töï bôûi vì noù töông ñöông vôùi lòch tuaàn töï S cuûa thí duï 3. Cuõng chuù yù raèng vaán ñeà khi thöïc hieän moät caùch khoâng kieåm soaùt caùc giao taùc T_1 vaø T_2 cuûa thí duï 10.8 ñoù laø chuùng coù theå sinh ra moät lòch baát khaû tuaàn töï.

Baây giôø khi ñaõ ñònh nghóa moät caùch hình thöùc tính khaû tuaàn töï, chuùng ta coù theå chæ ra raèng chöùc naêng cô baûn cuûa boä phaän ñieàu khieån ñoàng thôøi laø taïo ra moät lòch khaû tuaàn töï ñeå thöïc hieän caùc giao taùc ñang chôø ñôïi.

Lyù thuyeát khaû tuaàn töï coù theå môû roäng cho caùc CSDL phaân taùn khoâng nhaân baûn (hoaëc phaân hoaïch). Lòch thöïc thi giao taùc taïi moãi vò trí ñöôïc goïi laø *lòch cuïc boä* (local schedule). Neáu CSDL khoâng ñöôïc nhaân baûn vaø moãi lòch cuïc boä ñeàu khaû tuaàn töï thì hôïp cuûa chuùng (ñöôïc goïi laø lòch toaøn cuïc) cuõng khaû tuaàn töï, vôùi ñieàu kieän laø caùc thöù töï tuaàn töï hoaù cuïc boä ñeàu gioáng nhau. Tuy nhieân trong caùc CSDL phaân taùn coù nhaân baûn, môû roäng lyù thuyeát khaû tuaàn töï ñoøi hoûi phaûi caån troïng. Coù theå laø caùc lòch cuïc boä khaû tuaàn töï nhöng tính nhaát quaùn töông hoã cuûa CSDL vaãn bò toån haïi.

Thí duï 6

Chuùng ta seõ ñöa ra moät thí duï raát ñôn giaûn nhaèm minh hoaï cho ñieàu naøy. Xeùt hai vò trí vaø moät muïc döõ lieäu (x) hieän dieän caû hai taïi caû hai nôi. Xeùt giao taùc sau:

T_1:	Read(x)	T_2:	Read(x)
	x¬ x + 5		x¬ x + 5
	Write(x)		Write(x)
	Commit		Commit

Roõ raøng caû hai giao taùc ñeàu phaûi thöïc hieän ôû caû hai nôi. Xeùt caùc lòch coù theå ñöôïc taïo ra taïi hai vò trí ñoù:

$S_1 = \{R_1(x), W_1(x), C_1, R_2(x), W_2(x), C_2\}$
$S_2 = \{R_2(x), W_2(x), C_2, R_1(x), W_1(x), C_1\}$

Tính nhaát quaùn töông hoã ñoøi hoûi raèng taát caû caùc giaù trò cuûa moïi muïc döõ lieäu nhaân baûn ñeàu phaûi nhö nhau. Caùc lòch coù theå duy trì ñöôïc tính nhaát quaùn töông hoã ñöôïc goïi laø *khaû tuaàn töï moät baûn* (one-copy serializable).

Veà tröïc quan, lòch toaøn cuïc khaû tuaàn töï moät baûn phaûi thoûa maõn nhöõng ñieàu kieän sau:

1. Moãi lòch cuïc boä ñeàu phaûi khaû tuaàn töï.
2. Hai thao taùc töông tranh phaûi coù cuøng thöù töï töông ñoái trong taát caû caùc lòch cuïc boä nôi maø chuùng cuøng xuaát hieän.

Ñieàu kieän thöù hai chæ nhaèm baûo ñaûm raèng thöù töï tuaàn töï hoùa ñeàu nhö nhau taïi taát caû moïi vò trí coù caùc giao taùc töông tranh cuøng thöïc hieän. Caàn nhôù raèng caùc thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi baûo ñaûm ñöôïc tính khaû tuaàn töï baèng caùch ñoàng boä hoùa caùc truy xuaát töông tranh ñeán CSDL. Trong caùc CSDL nhaân baûn, nhieäm vuï baûo ñaûm tính khaû tuaàn töï moät baûn thöôøng laø traùch nhieäm cuûa *nghi thöùc ñieàu khieån baûn sao* (replica control protocol).

Chuùng ta haõy giaû söû laø toàn taïi moät muïc döõ lieäu x vôùi caùc baûn sao $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Chuùng ta seõ xem nhö x laø moät muïc döõ lieäu logic vaø moãi baûn sao laø moät muïc döõ lieäu vaät lyù. Neáu tính voâ hình nhaân baûn ñöôïc cung caáp, caùc giao taùc cuûa ngöôøi söû duïng seõ ñöa ra caùc thao taùc ñoïc vaø ghi treân muïc döõ lieäu x. Nghi thöùc ñieàu khieån baûn sao chòu traùch nhieäm aùnh xaï moãi thao taùc ñoïc treân muïc döõ lieäu logic x [Read(x)] thaønh thao taùc ñoïc treân moät trong nhöõng baûn sao vaät lyù x_j cuûa x [Read(x_j)]. Ngöôïc laïi, moãi thao taùc ghi treân muïc logic x ñöôïc aùnh xaï thaønh moät taäp thao taùc ghi treân moät taäp con (coù theå laø taäp con thöïc söï) cuûa caùc baûn sao vaät lyù x. Baát keå aùnh xaï chuyeån ñeán toaøn boä taäp cuûa caùc baûn sao hay chæ ñeán

moät taäp con thì noù vaãn laø cô sôû ñeå phaân loaïi caùc thuaät toaùn ñieàu khieån baûn sao. Trong chöông naøy vaø phaàn lôùn cuoán saùch, chuùng ta seõ xeùt caùc nghi thöùc ñieàu khieån baûn sao aùnh xaï moät thao taùc ñoïc treân moät muïc logic ñeán moät baûn sao cuûa noù nhöng laïi aùnh xaï thao taùc ghi thaønh taäp caùc thao taùc ghi treân taát caû caùc baûn sao vaät lyù. Nghi thöùc naøy thöôøng ñöôïc goïi laø *nghi thöùc ñoïc moät/ghi taát caû* (read-one/write-all protocol, ROWA).

Moät nhöôïc ñieåm cuûa nghi thöùc ROWA laø noù laøm giaûm ñoä khaû duïng cuûa CSDL, khi coù söï coá bôûi vì giao taùc coù theå khoâng hoaøn taát ñöôïc tröø khi noù ñaõ phaûn aùnh taùc duïng cuûa taát caû caùc thao taùc ghi treân caùc baûn sao.

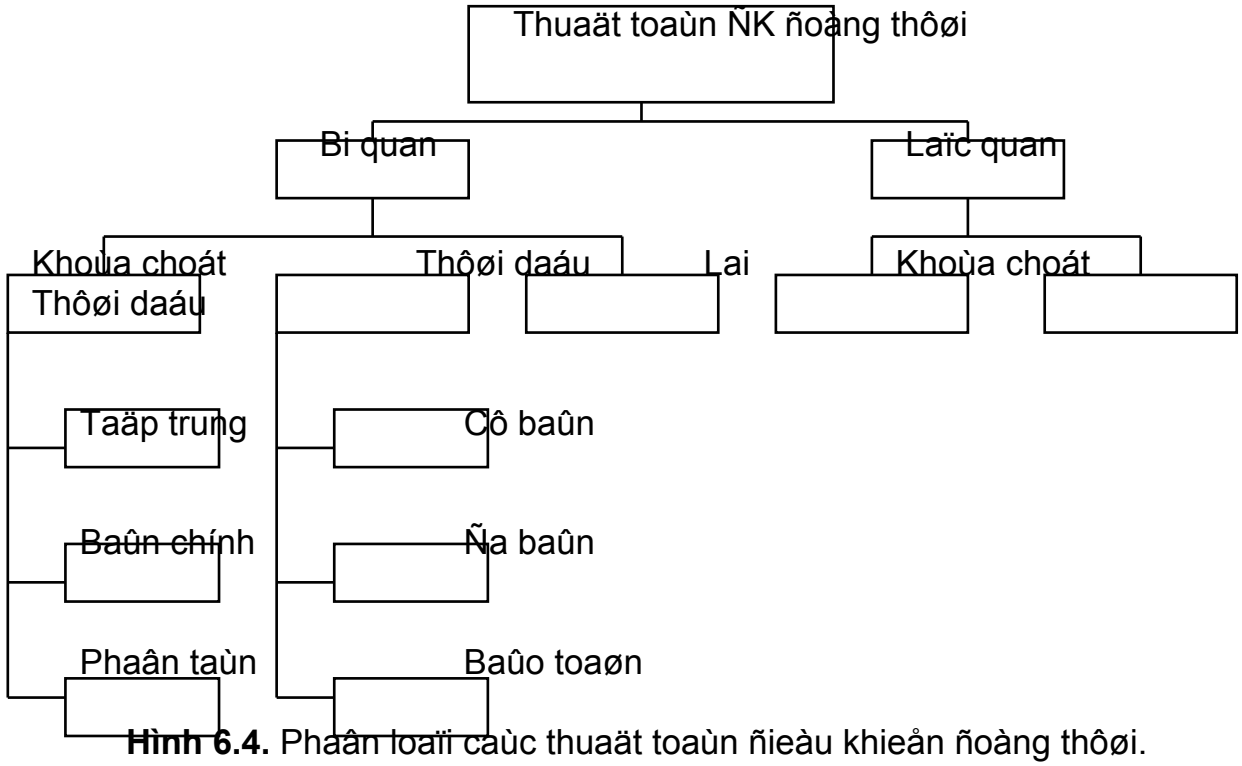
Vì theá coù moät soá thuaät toaùn coá gaéng duy trì tính nhaát quaùn töông hoã maø khoâng söû duïng ñeán nghi thöùc ROWA. Chuùng ñeàu döïa treân moät tieàn ñeà laø chuùng ta vaãn coù theå tieáp tuïc tieán haønh moät thao taùc, mieãn laø thao taùc naøy coù theå ñöôïc xeáp lòch taïi moät taäp con caùc vò trí chieám hôn phaân nöûa caùc vò trí coù löu caùc baûn sao hoaëc laø taát caû caùc vò trí coù theå ñeán ñöôïc (nghóa laø coøn duøng ñöôïc). Vaãn coù nhöõng nghi thöùc khaùc thöïc hieän caùc caäp nhaät treân moät baûn chính ñöôïc choïn ra cuûa muïc döõ lieäu nhaân baûn roài lan truyeàn caùc caäp nhaät naøy cho nhöõng baûn sao khaùc vaøo thôøi ñieåm thích hôïp.

6.2 PHAÂN LOAÏI CAÙC CÔ CHEÁ ÑIEÀU KHIEÅN ÑOÀNG THÔØI

Coù moät soá caùch phaân loaïi caùc phöông phaùp ñieàu khieån ñoàng thôøi. Moät tieâu chuaån hieån nhieân laø cheá ñoä phaân taùn CSDL. Moät soá thuaät toaùn ñaõ ñöôïc ñeà xuaát ñoøi hoûi coù moät CSDL nhaân baûn hoaøn toaøn, coøn moät soá khaùc coù theå hoaït taùc treân caùc CSDL phaân hoaïch hoaëc nhaân baûn moät phaàn. Caùc thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi cuõng coù theå ñöôïc phaân loaïi theo topo maïng, chaúng haïn nhö moät maïng con phaûi coù khaû naêng phaùt taùn hoaëc caùc thuaät toaùn hoaït ñoäng treân caùc maïng hình sao hoaëc caùc maïng keát voøng.

Tuy nhieân tieâu chuaån phaân loaïi thoâng duïng nhaát laø theo *nguyeân thuyû ñoàng boä hoùa* (synchronization primitive). Söï phaân chia töông öùng ñöa caùc thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi vaøo hai lôùp: nhöõng thuaät toaùn döïa treân caùc truy xuaát ñoäc quyeàn ñeán döõ lieäu duøng chung (khoùa choát) vaø nhöõng thuaät toaùn coá gaéng saép thöù töï hieän giao taùc theo moät taäp qui taéc (nghi thöùc). Tuy nhieân caùc nguyeân thuûy naøy ñeàu coù theå duøng ñöôïc duøng trong caùc thuaät toaùn vôùi hai quan ñieåm khaùc nhau: *quan ñieåm bi quan* (pessimistic view) cho raèng coù nhieàu giao taùc seõ töông tranh vôùi nhau, coøn *quan ñieåm laïc quan* (optimistic view) cho raèng khoâng coù quaù nhieàu giao taùc töông tranh vôùi nhau.

Vì vaäy chuùng ta seõ xeáp caùc cô theå ñieàu khieån ñoàng thôøi thaønh hai nhoùm lôùn: caùc phöông phaùp ñieàu khieån ñoàng thôøi laïc quan vaø caùc phöông phaùp ñieàu khieån ñoàng thôøi bi quan. Caùc thuaät toaùn bi quan ñoàng boä hoùa vieäc thöïc hieän ñoàng thôøi cuûa caùc giao taùc tröôùc khi thöïc hieän chuùng, trong khi ñoù caùc thuaät toaùn laïc quan ñeå vieäc ñoàng boä hoùa caùc giao taùc cho ñeán khi chuùng keát thuùc. Nhoùm laïc quan goàm coù caùc *thuaät toaùn döïa theo khoùa choát* (locking-based algorithm), caùc thuaät toaùn bi quan döïa theo thöù töï giao taùc vaø caùc *thuaät toaùn lai* (hybrid algorithm). Töông töï, nhoùm laïc quan cuõng coù theå ñöôïc phaân loaïi thaønh caùc thuaät toaùn döïa theo khoùa vaø caùc thuaät toaùn theo thöù töï thôøi gian. Phaân loaïi naøy ñöôïc trình baøy trong hình 6.4.



Hình 6.4. Phaân loaïi caùc thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi.

Trong caùch tieáp caän duøng khoaù choát, vieäc ñoàng boä hoùa giao taùc coù ñöôïc baèng caùch söû duïng caùc khoaù choát vaät lyù hoaëc logic treân moät phaàn CSDL. Kích thöôùc cuûa caùc phaàn naøy (thöôøng ñöôïc goïi laø ñoä *mòn khoùa*, locking granularity) laø moät vaán ñeà quan troïng. Tuy nhieân trong luùc naøy chuùng ta seõ boû qua noù vaø xem kích thöôùc ñöôïc choïn laø *moät ñôn vò khoùa* (lock unit). Lôùp cô cheá naøy ñöôïc chia nhoû hôn nöõa tuøy theo vò trí thöïc hieän caùc hoaït ñoäng quaûn lyù khoùa:

1. Trong loái khoùa taäp quyeàn, moät trong caùc vò trí cuûa maïng ñöôïc chæ ñònh laøm vò trí chính, ôû ñoù löu tröõ caùc baûng khoùa cho toaøn boä CSDL vaø chòu traùch nhieäm trao khoùa cho caùc giao dòch.
2. Theo loái khoùa baûn chính thì ngöôïc laïi, moät trong caùc baûn sao (neáu coù nhieàu baûn) cuûa moãi ñôn vò khoùa ñöôïc chæ ñònh laøm *baûn chính* (primary copy), vaø ñoù chính laø baûn seõ bò

khoùa khi giao taùc truy xuaát ñeán ñôn vò ñoù. Ví duï neáu ñôn vò khoùa x ñöôïc nhaân baûn taïi caùc vò trí 1,2, vaø 3, moät trong nhöõng vò trí naøy (chaúng haïn 1) ñöôïc choïn laøm vò trí chính cho x. Taát caû moïi giao taùc muoán truy xuaát x seõ nhaän ñöôïc moät khoùa cuûa chuùng taïi vò trí 1 tröôùc khi chuùng coù theå truy xuaát ñöôïc moät baûn sao cuûa x. Neáu CSDL khoâng ñöôïc nhaân baûn (nghóa laø moãi ñôn vò khoùa chæ coù moät baûn duy nhaát), caùc cô cheá khoùa baûn chính seõ phaân phoái traùch nhieäm quaûn lyù khoùa cho moät soá vò trí.

3. Theo loái khoùa phi taäp trung, nhieäm vuï quaûn lyù khoùa laø cuûa taát caû caùc vò trí trong maïng. Trong tröôøng hôïp naøy, thöïc hieän moät giao taùc coù söï tham gia vaø ñieàu phoái cuûa caùc boä xeáp lòch taïi nhieàu vò trí. Moãi boä xeáp lòch cuïc boä chòu traùch nhieäm veà caùc ñôn vò khoùa naèm cuïc boä taïi vò trí ñoù. Trong thí duï treân, caùc thöïc theå muoán truy xuaát x phaûi nhaän ñöôïc khoùa taïi taát caû ba vò trí.

Lôùp cô cheá theo *thöù töï thôøi daáu* (timestamp ordering, vieát taét laø TO) phaûi toå chöùc thöù töï thöïc hieän cuûa caùc giao taùc nhaèm duy trì ñöôïc tính nhaát quaùn laãn töông hoã giöõa caùc vò trí (lieân nhaát quaùn). Vieäc xeáp thöù töï naøy ñöôïc duy trì baèng caùch gaùn thôøi daáu cho caû giao taùc laãn muïc döõ lieäu ñöôïc löu trong CSDL. Nhöõng thuaät toaùn naøy coù theå thuoäc loaïi *cô baûn* (basic TO), *ña phieân baûn* (multiversion TO), hoaëc *baûo toaøn* (conservative TO).

Chuùng ta caàn chæ ra raèng moät soá thuaät toaùn döïa theo khoùa cuõng coù theå duøng thôøi daáu, chuû yeáu nhaèm caûi thieän hieäu quaû vaø möùc ñoä hoaït ñoäng ñoàng thôøi. Chuùng ta goïi lôùp thuaät toaùn naøy laø thuaät toaùn lai. Chuùng ta seõ khoâng thaûo luaän veà chuùng trong chöông naøy bôûi vì chuùng chöa heà ñöôïc caøi ñaët trong caùc heä quaûn trò CSDL phaân taùn thöông maïi vaø caùc heä thöû nghieäm.

6.3 CAÙC THUAÄT TOAÙN ÑIEÀU KHIEÅN ÑOÀNG THÔØI BAÈNG KHOÙA CHOÁT

YÙ töôûng chính cuûa vieäc ñieàu khieån ñoàng thôøi baèng khoùa choát laø baûo ñaûm döõ lieäu duøng chung cho caùc thao taùc töông tranh chæ ñöôïc truy xuaát moãi laàn moät giao dòch. Ñieàu naøy ñöôïc thöïc hieän baèng caùch lieân keát *moät khoùa choát* (lock) vôùi moãi ñôn vò khoùa. Khoùa naøy ñöôïc giao taùc ñaët ra tröôùc khi noù truy xuaát vaø ñöôïc ñieàu chænh laïi vaøo luùc noù heát söû duïng. Hieån nhieân laø moät ñôn vò khoùa khoâng theå truy xuaát ñöôïc neáu ñaõ bò khoùa bôûi moät giao taùc khaùc. Vì vaäy yeâu caàu khoùa cuûa moät giao taùc chæ ñöôïc trao neáu khoùa ñi keøm hieän khoâng bò moät giao taùc khaùc giöõ.

Bôûi vì chuùng ta quan taâm ñeán vieäc ñoàng hoùa caùc thao taùc töông tranh cuûa caùc giao taùc töông tranh neân coù hai loaïi khoùa choát (thöôøng ñöôïc goïi laø *theå thöùc khoùa*, lock mode) ñöôïc keøm vôùi moãi

ñôn vò khoùa: *khoùa ñoïc* (real lock, rl) vaø *khoùa ghi* (write lock, wl). Moät giao taùc T_i ñang muoán ñoïc moät muïc döõ lieäu ñöôïc chöùa trong ñôn vò khoùa x seõ nhaän ñöôïc moät khoùa ñoïc treân x [kyù hieäu laø $rl_i(x)$] vaø cuõng töông töï vôùi caùc thao taùc ghi. Thöôøng thì chuùng ta hay noùi veà *tính töông thích* (compatibility) cuûa caùc theå thöùc khoùa choát. Hai theå thöùc khoùa laø *töông thích* neáu hai giao taùc truy xuaát ñeán cuøng moät muïc döõ lieäu coù theå nhaän ñöôïc khoùa treân muïc döõ lieäu ñoù cuøng moät luùc. Nhö Hình 6.5 cho thaáy, caùc khoùa ñoïc laø töông thích vôùi nhau, coøn caùc khoùa ñoïc-ghi hoaëc ghi-ghi thì khoâng. Vì vaäy hai giao taùc vaãn coù theå ñoàng thôøi ñoïc cuøng moät muïc.

	$rl_i(x)$	$wl_i(x)$
$rl_j(x)$	töông thích	khoâng töông thích
$wl_j(x)$	khoâng töông thích	khoâng töông thích

Hình 6.5. Ma traän töông thích cuûa caùc theå thöùc khoùa

Caùc DBMS phaân taùn khoâng chæ phaûi quaûn lyù caùc khoùa maø coøn phaûi coù traùch nhieäm xöû lyù khoùa duøm cho giao dòch. Noùi caùch khaùc, ngöôøi söû duïng khoâng caàn phaûi xaùc ñònh khi naøo phaûi khoùa döõ lieäu; DBMS phaân taùn seõ lo lieäu ñieàu ñoù moãi khi caùc giao taùc ñöa ra yeâu caàu ñoïc hoaëc ghi.

Trong caùc heä thoáng duøng khoùa choát, *boä xeáp lòch* (scheduler) (xem hình 6.4) chính laø *boä quaûn lyù khoùa* (lock manager, LM). Boä quaûn lyù giao taùc seõ chuyeån cho boä quaûn lyù khoùa caùc thao taùc CSDL (ñoïc hoaëc ghi) vaø caùc thoâng tin keøm theo (nhö muïc döõ lieäu caàn truy xuaát, ñònh danh cuûa giao taùc ñöa ra yeâu caàu). Sau ñoù boä quaûn lyù khoùa seõ kieåm tra xem ñôn vò khoùa coù chöùa muïc döõ lieäu ñoù ñaõ bò khoùa hay chöa. Neáu ñaõ khoùa, vaø neáu theå thöùc khoùa ñoù khoâng töông thích vôùi theå thöùc cuûa giao taùc ñang yeâu caàu, thao taùc seõ bò hoaõn laïi. Ngöôïc laïi, khoùa seõ ñöôïc ñaët vôùi theå thöùc mong muoán vaø thao taùc naøy ñöôïc chuyeån cho boä xöû lyù döõ lieäu ñeå truy xuaát CSDL thöïc söï. Sau ñoù boä quaûn lyù giao taùc ñöôïc thoâng tin veà caùc keát quaû thöïc hieän. Vieäc keát thuùc giao taùc seõ giaûi phoùng caùc khoùa cuûa noù vaø laøm khôûi hoaït moät giao taùc khaùc ñang ñôïi truy xuaát muïc döõ lieäu naøy.

Thuaät toaùn khoùa choát cô baûn naèm trong thuaät toaùn 6.1. Hình 6.6 ñöa ra caùc khai baùo kieåu vaø caùc ñònh nghóa thuû tuïc ñöôïc duøng trong caùc thuaät toaùn cuûa chöông naøy. Chuù yù trong thuaät toaùn 6.1, chuùng ta khoâng quan taâm ñeán caùch thöïc thi caùc thao taùc uûy thaùc vaø huûy boû giao dòch.

Declare-type

Operation: moät trong soá Begin-Transaction, Read, Write, Abort, hoaëc Commit

DataItem: moät muïc döõ lieäu trong CSDL phaân taùn
TransactionId: moät giaù trò duy nhaát ñöôïc gaùn cho moãi giao dòch.
DataVal: moät giaù trò coù kieåu döõ lieäu cô baûn (nghóa laø soá nguyeân, soá thöïc, vaân vaân)
SiteId: moät ñònh danh duy nhaát cho vò trí

Dbop: moät boä ba goàm {moät pheùp toaùn treân CSDL cuûa öùng duïng}
opn: Operation
data: DataItem
tid: TransactionId

Dpmsg: moät boä ba goàm
opn: Operation
tid: TransactionId
result: DataVal

Scmsg: moät boä ba goàm
opn: Operation
tid: TransactionId
result: DataVal

Transaction ¬ moät boä hai goàm
tid: TransactionId
body: thaân giao taùc

Message ¬ moät chuoãi kyù töï caàn ñöôïc truyeàn ñi
OpSet: moät taäp caùc Dbop
SiteSet: moät taäp caùc SiteId
WAIT(msg: Message)
begin
{ñôïi cho ñeán khi coù moät thoâng baùo ñeán}
end

Hình 6.6. Caùc ñònh nghóa chuaån bò cho caùc thuaät toaùn saép tôùi
Thuaät toaùn 6 .1. Boä quaûn lyù khoùa cô baûn (Basic LM)

Declare-var
msg: Message
dop: Dbop
Op: Operation
x: DataItem
T: TransactionId
pm: Dpmsg
res: DataVal
SOP: OpSet

```
Begin
   repeat
      WAIT(msg)
      case of msg
         Dbop: // pheùp toaùn
         begin
            Op ¬ dop.opn
           x ¬ dop.data
           T ¬ dop.tid
           case of Op
                Begin_Transaction, Abort or Commit:
              begin
               göûi dop ñeán boä xöû lyù döõ lieäu
              end
              Read or Write:
              begin
               tìm ñôn vò khoùa (lock unit) lu sao cho x Í lu
               if lu chöa bò khoùa or theå thöùc khoùa cuûa lu töông thích vôùi
       Op then
                  begin
                       ñaët khoùa treân lu ôû theå thöùc thích hôïp
                       göûi dop ñeán boä xöû lyù döõ lieäu
                  end
                  else ñöa dop vaøo moät haøng ñôïi cuûa lu
                 end-if
             end
        end-case // Op cuûa Dbop
      Dpmsg: // Thoâng baùo töø boä xöû lyù döõ lieäu          {traû lôøi cuûa
boä xöû lyù döõ lieäu}
      begin                                                  {yeâu  caàu môû
khoaù}
         Op ¬ pm.opn
         res ¬ pm.result
         T ¬ pm.tid
         tìm ñôn vò khoùa lu sao cho x Í lu, giaûi phoùng khoùa treân lu do T
giöõ
         if khoâng coøn khoùa naøo treân lu and
            coù nhöõng thao taùc ñang ñôïi khoùa lu trong haøng ñôïi then
         begin
            SOP ¬ thao taùc ñaàu tieân trong haøng ñôïi
            SOP ¬ SOP È {O½O laø moät thao taùc treân haøng ñôïi coù theå
khoùa lu ôû theå thöùc khoùa töông thích vôùi caùc thao taùc hieän haønh
trong SOP}
              ñaët caùc khoùa treân lu cho caùc thao taùc trong SOP
              for taát caû caùc pheùp toaùn trong SOP do
                göûi moãi thao taùc ñeán boä xöû lyù döõ lieäu
              end-for
            end-if
```

end
end-case
until forever
end. (Basic LM)

Khoâng may laø, thuaät toaùn khoùa ñöôïc cho trong Thuaät toaùn 6.1 khoâng ñoàng boä hoùa chính xaùc caùc thöïc thi giao dòch. Ñieàu naøy laø do khi taïo ra caùc lòch khaû tuaàn töï, caùc thao taùc khoùa vaø giaûi phoùng khoùa cuõng caàn phaûi ñöôïc ñieàu phoái. Chuùng ta minh hoïa noù baèng thí duï sau.

Thí duï 7

Xeùt hai giao taùc sau ñaây: x = 50, y = 20

T_1, T_2 ==> x = 102, y = 38
T_2, T_1 ==> x = 101, y = 39
S ==> x = 102, y = 39

T_1:	Read(x)	T_2:	Read(x)
	x ¬ x + 1		x ¬ x * 2
	Read(y)		Read(y)
	Y ¬ y – 1		Y ¬ y * 2
	Write(y)		Write(y)
	Commit		Commit

Döôùi ñaây laø moät lòch hôïp leä ñöôïc boä quaûn lyù khoùa taïo ra khi söû duïng Thuaät toaùn 6.1:

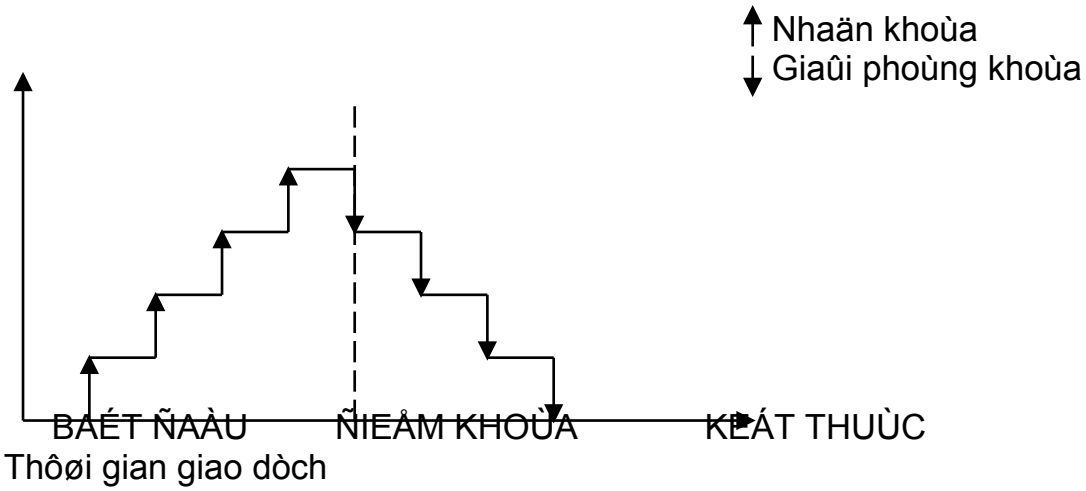
S = {$wl_1(x)$, $R_1(x)$, $W_1(x)$, $lr_1(x)$, $wl_2(x)$, $R_2(x)$, $W_2(x)$, $lr_2(x)$, $wl_2(y)$, $R_2(y)$, $W_2(y)$, $lr_2(y)$, C_2, $wl_1(y)$, $R_1(y)$, $W_1(y)$, $lr_1(y)$, C_1}

ÔÛ ñaây, $lr_i(z)$ bieåu thò thao taùc giaûi phoùng khoùa treân z ñang ñöôïc T_i giöõ.

Chuù yù raèng S khoâng khaû tuaàn töï. Chaúng haïn neáu tröôùc luùc thöïc hieän caùc giao taùc naøy, giaù trò cuûa x vaø y laàn löôït laø 50 vaø 20, chuùng ta hy voïng raèng giaù trò sau khi thöïc hieän töông öùng laø 102 vaø 38 neáu T_1 thöïc hieän tröôùc T_2, hoaëc laø 101 vaø 39 neáu T_2 thöïc hieän tröôùc T_1. Tuy nhieân keát quaû thöïc hieän S cho ra giaù trò cuûa x vaø y laàn löôït laø 102 vaø 39. Roõ raøng S khoâng khaû tuaàn töï.

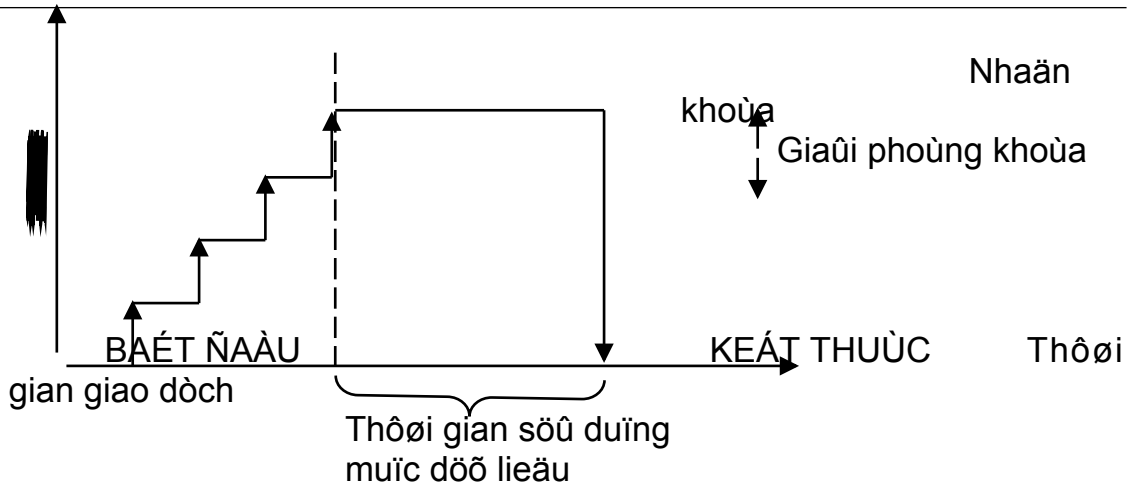
Vaán ñeà cuûa lòch S trong thí duï 7 laø, thuaät toaùn khoùa choát ñaõ giaûi phoùng caùc khoùa ñöôïc moät giao taùc giöõ (chaúng haïn T_1) ngay khi leänh ñi keøm (ñoïc hoaëc ghi) ñöôïc thöïc hieän, vaø ñôn vò khoùa (chaúng haïn x) khoâng caàn truy xuaát nöõa. Tuy nhieân baûn thaân giao taùc ñoù ñang khoùa nhöõng muïc khaùc (chaúng haïn Y) sau khi noù giaûi phoùng khoùa treân x. Duø raèng ñieàu naøy döôøng nhö coù lôïi vì laøm taêng khaû naêng hoaït ñoäng ñoàng thôøi, noù cho pheùp caùc giao taùc ñan xen vôùi nhau, laøm maát ñi tính bieät laäp vaø tính nguyeân töû toång theå. Ñaây chính laø laäp luaän cuûa *phöông phaùp khoùa choát hai pha* (two-phase locking, 2PL)

Qui taéc khoùa hai pha chæ ñôn giaûn khaúng ñònh raèng khoâng coù giao taùc naøo yeâu caàu khoùa sau khi noù ñaõ giaûi phoùng moät trong caùc khoùa cuûa noù. Ñieàu ñoù noùi raèng moät giao taùc khoâng ñöôïc giaûi phoùng khoùa cho ñeán khi noù baûo ñaûm raèng khoâng yeâu caàu theâm khoùa nöõa. Caùc thuaät toaùn 2PL thöïc hieän caùc giao taùc qua hai pha. Moãi giao taùc coù moät *pha taêng tröôûng* (growing phase), trong pha naøy noù nhaän caùc khoùa truy xuaát caùc muïc döõ lieäu, vaø coù moät *pha thu hoài* (shrinking phase), laø giai ñoaïn noù giaûi phoùng caùc khoùa (Hình 6.7). *Ñieåm khoùa* (lockpoint) laø thôøi ñieåm giao taùc ñaõ nhaän ñöôïc taát caû caùc khoùa nhöng chöa baét ñaàu giaûi phoùng baát kyø khoùa naøo. Vì theá ñieåm khoùa xaùc ñònh cuoái pha taêng tröôûng vaø khôûi ñieåm pha thu hoài cuûa moät giao dòch. Moät ñònh lyù noåi tieáng [Eswaran et al., 1976] khaúng ñònh raèng moïi lòch taïo bôûi moät thuaät toaùn ñieàu khieån ñoàng thôøi tuaân theo qui taéc 2PL ñeàu khaû tuaàn töï.



Hình 6.7. Bieåu ñoà khoùa 2PL

Hình 6.7 chæ ra raèng boä quaûn lyù khoùa giaûi phoùng caùc khoùa ngay sau khi hoaøn taát vieäc truy xuaát. Ñieàu naøy cho pheùp caùc giao taùc ñang ñôïi khoùa tieáp tuïc tieán haønh vaø nhaän khoùa, do vaäy laøm taêng hoaït ñoäng ñoàng thôøi. Tuy nhieân vieäc caøi ñaët gaëp nhieàu khoù khaên bôûi vì boä quaûn lyù khoùa phaûi bieát raèng giao taùc ñaõ nhaän ñuû taát caû moïi khoùa vaø seõ khoâng caàn khoùa moät muïc naøo nöõa. Boä quaûn lyù khoùa cuõng phaûi bieát raèng giao taùc khoâng coøn caàn truy xuaát nöõa muïc döõ lieäu ñoù nöõa, vì theá khoùa coù theå ñöôïc giaûi phoùng. Cuoái cuøng neáu giao taùc bò huûy boû sau khi giaûi phoùng moät khoùa, noù coù theå laøm huûy boû luoân caû giao taùc ñaõ truy xuaát caùc muïc ñaõ môû khoùa. Hieän töôïng naøy ñöôïc goïi laø *huûy boû daây chuyeàn* (cascading abort). Vì nhöõng khoù khaên ñoù, phaàn lôùn caùc boä xeáp lòch 2PL ñeàu caøi ñaët moät daïng khaét khe hôn coù teân laø *khoùa choát hai pha nghieâm ngaët* (strict two-phase locking) trong ñoù noù giaûi phoùng toaøn boä caùc khoùa vaøo luùc giao taùc keát thuùc (uûy thaùc hoaëc huûy boû). Bieåu ñoà khoùa loaïi naøy ñöôïc trình baøy trong Hình 6.8



Hình 6.8. Bieåu ñoà khoùa hai pha nghieâm ngaët.

Boä quaûn lyù khoùa 2PL nghieâm ngaët chæ söûa laïi moät ít trong thuaät toaùn 6.1. Thöïc söï chæ caàn söûa ñoåi phaàn xöû lyù caùc hoài ñaùp töø boä xöû lyù döõ lieäu nhaèm baûo ñaûm raèng caùc khoùa chæ ñöôïc giaûi phoùng neáu thao taùc laø uûy thaùc hoaëc huûy boû. Ñeå cho ñaày ñuû, chuùng toâi trình baøy toaøn boä thuaät toaùn 2PL nghieâm ngaët trong thuaät toaùn 6.2. Thuaät toaùn quaûn lyù giao taùc ñeå xeáp lòch theo 2PL ñöôïc cho trong Thuaät toaùn 6.3.

Thuaät toaùn 6.2 S2PL-LM
declare-var
msg: Message
dop: Dbop
Op: Operation
x: DataItem
T: TransactionId
pm: Dpmsg
res: DataVal
SOP: OpSet
begin
repeat
WAIT(msg)
Case of msg
Dbop:
Begin
Op ¬ dop.opn
x ¬ dop. Data
T¬ dop.tid
case of Op
Begin_transaction, Abort **or** Commit:
begin
göûi dop cho boä xöû lyù döõ lieäu

```
        end
        Read or Write
        begin
          tìm ñôn vò khoùa lu sao cho x Í lu
          if lu chöa khoùa or theå thöùc khoùa cuûa lu töông thích vôùi Op
          then
          begin
            ñaët khoùa treân lu ôû theå thöùc thích hôïp
            göûi dop ñeán boä xöû lyù döõ lieäu
          end
          else
            ñaët dop vaøo moät haøng ñôïi cho lu
          end-if
        end
      end-case
    Dpmsg:
    begin
      Op ¬ pm.opn
      res ¬ pm.result
      T¬ pm.tid
      if Op = Abort or Op = Commit then
      begin
       for moãi ñôn vò khoùa lu bò khoùa bôûi T do
       begin
        giaûi phoùng khoùa treân lu do T giöõ
        if khoâng coøn khoùa naøo treân lu and
          coù caùc thao taùc ñang ñôïi trong haøng ñôïi cho lu then
        begin
          SOP ¬ thao taùc ñaàu tieân treân haøng ñôïi
          SOP ¬ SOP È {O½O laø moät thao taùc treân haøng ñôïi coù theå
          khoùa lu
              ôû moät theå thöùc töông thích vôùi thao taùc hieän taïi trong
          SOP}
          ñaët caùc khoùa treân lu cho caùc thao taùc trong SOP
          for taát caû caùc thao taùc trong SOP do
            göûi moãi thao taùc ñeán boä xöû lyù döõ lieäu
          end-for
        end-if
      end-for
    end-if
end
end-case
until forever
end. {S2PL-LM}
```

Thuaät toaùn 6.3 Boä quaûn lyù giao taùc 2PL (2PL-TM)

```
Declare-var
   msg: Messager
```

```
   Op: Operation
   x: DataItem
   T: TransactionId
   O: Dbop
   sm: Scmsg
   res: DataVal
   SOP: OpSet
begin
   repeat
      WAIT(msg)
      case of msg
         Dbop:

         begin
            göûi O ñeán LM

         end
         Scmsg:

         begin
          Op ¬ sm.opn
          res ¬ sm.result
          T ¬ sm.tid
          case of Op
             Read:
             begin
                traû res veà cho öùng duïng cuûa ngöôøi söû duïng (nghóa laø giao dòch)
             end
             Write:
             begin
                thoâng tin cho öùng duïng veà vieäc hoaøn taát haønh ñoäng ghi
                traû res veà cho öùng duïng
             end
             Commit:
             begin
                huûy vuøng laøm vieäc cuûa T
                thoâng tin cho öùng duïng bieát veà vieäc hoaøn taát thaønh coâng caùc giao taùc  T
             end
             Abort:
             begin
                thoâng tin cho öùng duïng bieát veà vieäc hoaøn taát huûy boû giao taùc T
             end
          end-case
          end
      end-case
```

until forever
end. {2PL-TM}

Caàn chuù yù raèng maëc duø thuaät toaùn 2PL cöôõng cheá tính khaû tuaàn töï töông tranh, noù khoâng cho pheùp taát caû moïi lòch coù tính khaû tuaàn töï töông tranh. Xeùt thöû lòch sau ñaây:

$$S = w_1(x)r_2(x)r_3(y)w_1(y)$$

S khoâng ñöôïc thuaät toaùn 2PL cho pheùp duøng vì T_1 caàn thu moät khoùa ghi treân y sau khi noù giaûi phoùng khoùa ghi cuûa noù treân x. Tuy nhieân ñaây laø lòch khaû tuaàn töï theo thöù töï $T_3 \neg T_1 \neg T_2$. Thöù töï khoùa coù theå ñöôïc taän duïng ñeå thieát keá caùc thuaät toaùn khoùa cho pheùp nhöõng lòch thuoäc loaïi naøy.

YÙ töôûng chính naèm ôû choã tröôùc tieân caàn nhaän xeùt raèng trong lyù thuyeát khaû tuaàn töï, thöù töï tuaàn töï hoùa caùc thao taùc töông tranh cuõng quan troïng nhö vieäc phaùt hieän töông tranh vaø ñieàu naøy coù theå ñöôïc taän duïng khi ñònh nghóa caùc theå thöùc khoùa. Heä quaû laø ngoaøi caùc khoùa ñoïc (duøng chung, shared) vaø khoùa ghi (ñoäc quyeàn, exclusive), chuùng ta coù theå ñònh nghóa moät theå thöùc khoùa thöù ba: *duøng chung coù thöù töï* (ordered shared). Khoùa duøng chung coù thöù töï cuûa moät ñoái töôïng x bôûi caùc giao taùc T_i vaø T_j mang yù nghóa nhö sau: cho moät lòch S coù caùc khoùa duøng chung coù thöù töï giöõa caùc thao taùc o$\hat{I}_i$ T_i vaø p $\hat{I}$ T_j, neáu T_i thu ñöôïc khoùa o tröôùc khi T_j thu ñöôïc khoùa p thì o ñöôïc thöïc thi tröôùc p. Xeùt baûng töông thích giöõa caùc khoùa ñoïc vaø ghi ñaõ cho trong hình 6.5. Neáu coù theâm khoùa duøng chung coù thöù töï thì coù taùm bieán theå cuûa baûng naøy. Hình 6.5 chæ laø moät trong soá ñoù vaø hình 6.9 trình baøy theâm hai bieán theå nöõa. Thí duï trong hình 6.9(a) coù moät moái lieân heä duøng chung coù thöù töï giöõa $rl_j(x)$ vaø $wl_i(x)$ [kyù hieäu laø $rl_j(x)$ Þ $wl_i(x)$] chæ ra raèng T_i coù theå thu ñöôïc moät khoùa ghi treân x trong khi T_j giöõ moät khoùa ñoïc treân x vôùi ñieàu kieän coù moät moái lieân heä duøng chung coù thöù töï töø $rl_j(x)$ ñeán $wl_i(x)$. Taùm baûng töông thích coù theå ñöôïc so saùnh vôùi nhau öùng vôùi tính chaát ñöôïc pheùp cuûa chuùng (nghóa laø öùng vôùi caùc lòch sinh ra nhôø chuùng), taïo ra moät daøn caùc baûng sao cho baûng trong hình 6.5 laø haïn cheá nhaát vaø baûng trong Hình 6.9(b) laø töï do nhaát.

	$rl_i(x)$	$wl_i(x)$
$rl_j(x)$	töông thích	khoâng töông thích
$wl_j(x)$	duøng chung duøng chung coù thöù töï töï	khoâng töông thích

(a)

	$rl_i(x)$	$wl_i(x)$
$rl_j(x)$	töông thích coù thöù töï	
$wl_j(x)$	duøng chung coù thöù töï	coù thöù

(b)

Hình 6.9. Baûng töông thích coù theå thöùc khoùa duøng chung coù thöù töï.

Trong thí duï ôû treân, khoùa ghi daønh cho T_i ñöôïc goïi laø ñang ñöôïc giöõ (on hold) vì noù thu ñöôïc sau khi T_j ñaõ thu ñöôïc khoùa ñoïc treân x. Nghi thöùc khoùa cöôõng cheá moät ma traän töông thích coù chöùa caùc theå thöùc khoùa duøng chung coù thöù töï hoaøn toaøn gioáng vôùi 2PL, ngoaïi tröø laø giao taùc khoâng giaûi phoùng baát kyø khoùa naøo khi moät trong caùc khoùa cuûa chuùng coøn ñang ñöôïc giöõ. Baèng khoâng seõ xaûy ra caùc thöù töï tuaàn töï hoùa laån quaån.

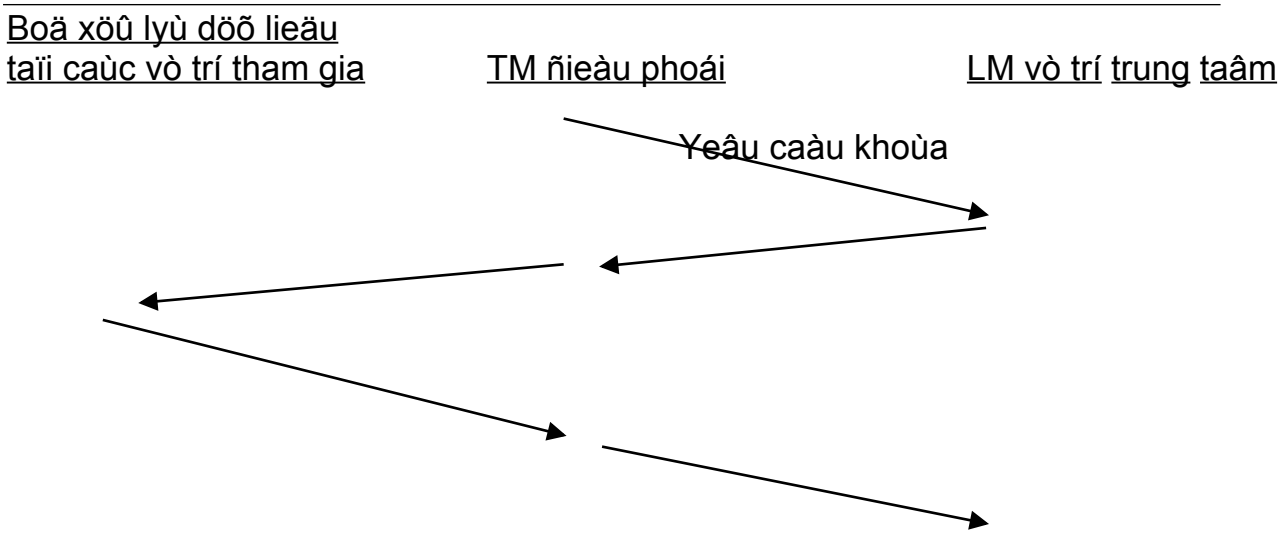
6.3.1 Nghi thöùc 2PL taäp trung

Thuaät toaùn 2PL ñöôïc thaûo luaän trong phaàn tröôùc coù theå deã daøng ñöôïc môû roäng cho moâi tröôøng phaân taùn (nhaân baûn hoaëc phaân hoaïch). Moät caùch ñeå laøm ñieàu naøy laø trao traùch nhieäm quaûn lyù khoùa cho moät vò trí duy nhaát, nghóa laø chæ coù moät vò trí laø coù boä quaûn lyù khoùa. Caùc boä quaûn lyù giao taùc ôû caùc vò trí khaùc phaûi giao tieáp vôùi noù chöù khoâng phaûi vôùi boä quaûn lyù khoùa rieâng cuûa chuùng. Caùch tieáp caän naøy ñöôïc goïi laø thuaät toaùn 2PL vò trí chính (primary site).

Truyeàn giao giöõa caùc vò trí hieäp taùc khi thöïc hieän moät giao taùc tuaân theo thuaät toaùn 2PL taäp trung (centralized 2PL hay C2PL) ñöôïc trình baøy trong hình 6.10. Truyeàn giao naøy xaûy ra giöõa boä quaûn lyù giao taùc taïi vò trí khôûi ñaàu giao taùc (ñöôïc goïi laø **T**ransaction **M**anager ñieàu phoái), boä quaûn lyù khoùa taïi vò trí trung taâm, vaø caùc boä xöû lyù döõ lieäu taïi caùc vò trí coù tham gia. Caùc vò trí tham gia laø nhöõng vò trí coù nhöõng thao taùc xaûy ra. Thöù töï caùc thoâng baùo cuõng ñöôïc trình baøy trong hình ñoù.

Moät khaùc bieät quan troïng giöõa thuaät toaùn TM taäp trung vaø thuaät toaùn TM cuûa Thuaät toaùn 6.3 ñoù laø TM phaân taùn phaûi caøi ñaët nghi thöùc ñieàu khieån baûn sao neáu CSDL ñöôïc nhaân baûn. Thuaät toaùn C2PL-LM cuõng khaùc vôùi boä quaûn lyù khoùa 2PL nghieâm ngaët ôû moät ñieåm. Boä quaûn lyù khoùa trung taâm khoâng göûi caùc thao taùc ñeán

caùc boä xöû lyù döõ lieäu töông öùng; vieäc naøy do TM ñieàu phoái thöïc hieän.



Hình 6.10. Caáu truùc truyeàn giao cuûa 2PL taäp quyeàn.

Thuaät toaùn quaûn lyù giao taùc 2PL taäp trung (C2PL-TM) ñöôïc trình baøy trong Thuaät toaùn 6.4 vaø coù ñöa theâm nhöõng thay ñoåi naøy vaøo, coøn thuaät toaùn quaûn lyù khoùa 2PL taäp trung (C2PL-LM) ñöôïc trình baøy trong Thuaät toaùn 6.5.

Thuaät toaùn 6.4 Boä quaûn lyù giao taùc 2PL taäp trung (C2PL-TM)

```
Declare-var
   T: TransactionId
   Op: Operation
   x: DataItem
   msg: Message
   O: Dbop
   pm: Dpmsg
   res: DataVal
   S: SiteSet
begin
   repeat
      WAIT(msg)
      case of msg
         Dbop:
         begin
            Op ¬ O.opn
            x ¬ O.data
            T ¬ O.tid
            case of Op
            Begin_transaction:
            begin
            S ¬ Æ
            end
            Read:
```

begin
S ¬ S È {vò trí löu x vaø chi phí truy xuaát ñeán x laø nhoû nhaát}
göûi O cho boä quaûn lyù khoùa trung taâm
end
Write:
begin
S ¬ S È {S_i½x ñöôïc löu taïi S_i }
göûi O cho boä quaûn lyù khoùa trung taâm
end
Abort **or** Commit
begin
göûi O cho boä quaûn lyù khoùa trung taâm
end
end-case
end
Scmsg: {yeâu caàu khoùa ñöôïc trao khi caùc khoùa ñöôïc giaûi phoùng}
begin
if yeâu caàu khoùa ñöôïc trao **then**
göûi O cho caùc boä xöû lyù döõ lieäu trong S
else
thoâng tin cho ngöôøi duøng bieát veà vieäc keát thuùc giao dòch
end-if
end
Dpmsg:
begin
Op ¬ pm.Opn
res ¬ pm.result
T ¬ pm.tid
case of Op
Read:
begin
traû res veà cho öùng duïng ngöôøi söû duïng (nghóa laø giao dòch)
end
Write:
begin
thoâng tin cho öùng duïng bieát veà vieäc hoaøn taát thao taùc ghi.
end
Commit:
begin
if taát caû caùc thaønh vieân ñeàu nhaän ñöôïc thoâng baùo uûy thaùc then
begin
thoâng tin cho öùng duïng bieát veà vieäc hoaøn taát thaønh coâng giao taùc

```
                    göûi pm cho boä quaûn lyù khoùa trung taâm
                 else {ñôïi cho ñeán khi taát caû ñeàu nhaän ñöôïc thoâng baùo
uûy thaùc}
                    ghi nhaän söï kieän thoâng baùo uûy thaùc ñeán caùc vò trí
                 end-if
              end
              Abort:
              begin
                 thoâng tin cho öùng duïng bieát veà vieäc huûy boû giao taùc T
                 göûi pm ñeán boä quaûn lyù khoùa trung taâm
              end
           end-case
        end
     end-case
  until forever
end. {C2PL-TM}
```

Thuaät toaùn 6.5 Boä quaûn lyù khoùa 2PL taäp trung (C2PL-LM)

```
  Declare-var
     msg: Message
     dop: SingleOp
     Op: Operation
     x: DataItem
     T: TransactionId
     SOP: OpSet
  begin
     repeat
        WAIT(msg)   {Thoâng baùo chæ coù theå do TM ñieàu phoái göûi
ñeán}
        Op ¬ dop.opn
        x ¬ dop.data
        T ¬ dop.tid
        case of Op
           Read or Write:
        begin
           tìm ñôn vò khoùa lu cho x Í lu
           If lu chöa khoùa or theå thöùc khoùa cuûa ly töông thích vôùi Op
then
           begin
              ñaët khoùa treân lu ôû theå thöùc thích hôïp
              msg ¬ "Khoùa ñöôïc trao cho thao taùc dop"
              göûi msg ñeán TM ñieàu phoái cuûa T
           end
           else
              ñaët Op vaøo moät haøng ñôïi cho lu
           end-if
           end
           Abort or Commit:
```

```
            begin
              for moãi ñôn vò khoùa lu bò khoùa T do
            begin
              giaûi phoùng khoùa treân lu do T giöõ
              if coøn nhöõng thao taùc ñang ñôïi lu trong haøng ñôïi then
              begin
                SOP ¬ thao taùc ñaàu tieân (goïi O) töø haøng ñôïi
                SOP ¬ SOP È {O½O laø moät thao taùc treân haøng ñôïi coù
                theå khoùa lu ôû
                      theå thöùc töông thích vôùi caùc thao taùc trong SOP}
                ñaët caùc khoùa treân lu cho caùc thao taùc trog SOP
                for taát caû caùc thao taùc O trong SOP do
                begin
                  msg ¬ "Khoùa ñöôïc trao cho thao taùc O"
                   göûi msg ñeán taát caû caùc TM ñieàu phoái
                end-for
              end-if
            end-for
            msg ¬ "Caùc khoùa cuûa T ñaõ giaûi phoùng"
            göûi msg ñeán TM ñieàu phoái cuûa T
          end
        end-case
      until forever
end. {C2PL-LM}
```

Moät yeáu ñieåm hay gaëp cuûa caùc thuaät toaùn C2PL laø coù theå taïo ra moät ñieåm uøn taéc quanh vò trí trung taâm. Hôn nöõa heä thoáng seõ keùm thích öùng (ñoä khaû tín thaáp) bôûi vì söï coá hoaëc tình traïng baát khaû truy ñeán vò trí trung taâm coù theå daãn ñeán caùc söï coá heä thoáng. Ñaõ coù nhöõng nghieân cöùu chæ ra raèng ñieåm uøn taéc thöïc söï seõ hình thaønh khi toác ñoä giao taùc taêng leân, nhöng khoâng ñaùng keå neáu toác ñoä giao taùc thaáp. Theá nhöng ngöôøi ta cuõng thaáy söï suy giaûm hieäu naêng khi taûi troïng taêng cao trong caùc thuaät toaùn döïa treân khoùa choát.

6.3.2 Thuaät toaùn 2PL baûn chính

Khoùa choát hai pha baûn chính laø söï môû roäng taàm thöôøng cuûa khoùa choát hai pha taäp quyeàn vôùi noå löïc giaûi quyeát caùc vaán ñeà veà hieäu naêng ñaõ ñöôïc thaûo luaän ôû treân. Veà cô baûn, noù caøi ñaët caùc boä quaûn lyù khoùa taïi moät soá vò trí, trao traùch nhieäm quaûn lyù khoùa treân moät taäp ñôn vò khoùa cho moãi boä quaûn lyù. Sau ñoù boä quaûn lyù giao taùc seõ göûi caùc yeâu caàu khoùa vaø môû khoùa ñeán caùc boä quaûn lyù khoùa chòu traùch nhieäm veà ñôn vò khoùa ñoù. Thuaät toaùn seõ xöû lyù moät baûn cuûa moãi muïc döõ lieäu nhö baûn chính cuûa noù.

Chuùng toâi khoâng trình baøy chi tieát thuaät toaùn 2PL baûn chính vì nhöõng thay ñoåi so vôùi thuaät toaùn 2PL taäp quyeàn raát ít. Veà cô baûn,

thay ñoåi duy nhaát laø caùc nôi ñaët baûn chính phaûi ñöôïc xaùc ñònh cho moãi muïc tröôùc khi göûi yeâu caàu khoùa hoaëc môû khoùa ñeán boä quaûn lyù khoùa taïi vò trí ñoù.

Thuaät toaùn 2PL baûn chính ñaõ ñöôïc ñeà xuaát cho phieân baûn phaân taùn thöû nghieäm cuûa heä INGRES. Duø raèng noù ñoøi hoûi phaûi coù moät thö muïc phöùc taïp taïi moãi vò trí, noù ñaõ giaûm ñöôïc taûi troïng cho vò trí trung taâm maø khoâng phaûi trao ñoåi quaù nhieàu giöõa caùc boä quaûn lyù giao taùc vaø caùc boä quaûn lyù khoùa. Veà moät nghóa naøo ñoù, ñaây laø moät böôùc trung gian giöõa thuaät toaùn 2PL taäp quyeàn ñaõ ñöôïc thaûo luaän trong phaàn tröôùc vaø thuaät toaùn 2PL phaân quyeàn seõ ñöôïc thaûo luaän trong phaàn keá tieáp.

6.3.3 Thuaät toaùn 2PL phaân quyeàn

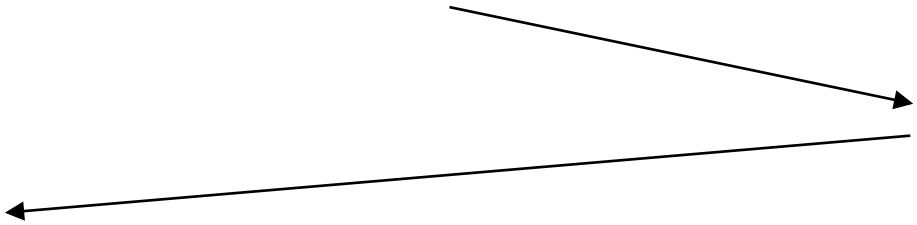
2PL *phaân quyeàn* (distributed 2PL hay D2PL) mong muoán coù saün caùc boä quaûn lyù khoùa taïi moãi vò trí. Neáu CSDL khoâng nhaân baûn, thuaät toaùn 2PL phaân quyeàn seõ suy bieán thaønh thuaät toaùn 2PL baûn chính. Neáu CSDL coù nhaân baûn, giao taùc seõ caøi ñaët nghi thöùc ñieàu khieån baûn sao ROWA.

Truyeàn giao giöõa caùc vò trí ñeå thöïc hieän moät giao taùc theo nghi thöùc 2PL phaân quyeàn ñöôïc trình baøy trong hình 6.11. Chuù yù raèng hình 6.11 khoâng trình baøy vieäc aùp duïng qui taéc ROWA.

Thuaät toaùn quaûn lyù giao taùc 2PL phaân quyeàn töông töï nhö 2PL-TM nhöng coù hai söûa ñoåi chính. Caùc thoâng baùo göûi ñeán boä quaûn lyù khoùa cuûa vò trí trung taâm trong C2PL-TM seõ ñöôïc göûi ñeán boä quaûn lyù khoùa cuûa taát caû caùc vò trí tham gia trong D2PL-TM. Khaùc bieät thöù hai laø caùc thao taùc khoâng do TM ñieàu phoái chuyeån ñeán caùc boä xöû lyù döõ lieäu nhöng do caùc boä quaûn lyù khoùa tham gia chuyeån ñi. Nghóa laø TM ñieàu phoái khoâng chôø thoâng baùo “yeâu caàu khoùa ñaõ ñöôïc trao”. Moät ñieåm khaùc veà hình 6.11 laø, caùc boä xöû lyù döõ lieäu seõ göûi thoâng baùo “keát thuùc thao taùc” ñeán TM ñieàu phoái. Choïn löïa khaùc laø moãi boä xöû lyù döõ lieäu seõ göûi thoâng baùo ñoù cho boä quaûn lyù khoùa cuûa rieâng noù roài boä quaûn lyù khoùa seõ giaûi phoùng khoùa vaø thoâng tin cho TM ñieàu phoái. Chuùng ta ñaõ giaûi quyeát ñònh moâ taû theo caùch thöù nhaát vì noù duøng moät thuaät toaùn quaûn lyù khoùa gioáng vôùi boä quaûn lyù khoùa 2PL nghieâm ngaët ñaõ ñöôïc thaûo luaän vaø noù laøm cho vieäc thaûo luaän caùc nghi thöùc uûy thaùc ñôn giaûn hôn (xem Chöông 12). Do nhöõng töông ñoàng naøy, chuùng ta khoâng ñöa ra caùc thuaät toaùn TM vaø LM phaân quyeàn ôû ñaây. Caùc thuaät toaùn 2PL phaân quyeàn ñöôïc duøng trong System R*.

Caùc boä xeáp lòch

TM ñieàu phoái coù tham gia Caùc DM coù tham gia



Hình 6 .11. Caáu truùc truyeàn giao cuûa 2PL phaân quyeàn.