**Phân tích hệ thống quản lý vận tải và logistics toàn cầu**

**1. Mô tả bài toán (mở rộng quy mô toàn cầu)**

Công ty logistics hoạt động trên phạm vi toàn cầu, với các trạm trung chuyển đặt tại 7 khu vực địa lý lớn (Bắc Mỹ, Nam Mỹ, Châu Âu, Châu Á, Châu Phi, Úc, và Trung Đông). Hệ thống cần quản lý:

* **Đơn hàng**: Từ khách hàng toàn thế giới, bao gồm các giai đoạn tạo, xử lý, vận chuyển xuyên biên giới, và giao hàng.
* **Phương tiện vận chuyển**: Xe tải, container, tàu biển, máy bay chở hàng, và các phương tiện liên phương thức (intermodal).
* **Tài xế và nhân viên điều phối**: Đội ngũ nhân sự phân bố tại các khu vực, bao gồm thông tin visa và giấy phép hoạt động quốc tế.
* **Tuyến đường**: Các tuyến vận chuyển nội địa và quốc tế (đường bộ, đường biển, đường hàng không).
* **Trạm trung chuyển**: Trung tâm logistics lớn tại 7 khu vực, kết hợp với kho vệ tinh ở các quốc gia cụ thể.
* **Hóa đơn và phí vận chuyển**: Tính toán chi phí dựa trên thuế quan quốc tế, phí hải quan, và tỷ giá tiền tệ.
* **Quy định pháp lý**: Tuân thủ các quy định hải quan, thuế, và vận chuyển của từng quốc gia.

Hệ thống được thiết kế để minh họa cơ sở dữ liệu phân tán, sử dụng SQL Server làm công nghệ chính, với khả năng phân mảnh và truy vấn phân tán trên 7 khu vực.

**2. Các thực thể và mô hình dữ liệu quan hệ (cập nhật)**

**(a) Danh sách các bảng**

Danh sách bảng đã bỏ Customer\_Review để tập trung vào các chức năng cốt lõi của hệ thống logistics:

| **STT** | **Bảng** | **Mô tả** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Order | Thông tin đơn hàng toàn cầu (trạng thái, thời gian giao hàng dự kiến, region\_code) |
| 2 | Customer | Thông tin khách hàng (quốc gia, múi giờ) |
| 3 | Vehicle | Thông tin phương tiện (loại, tải trọng, quốc gia đăng ký) |
| 4 | Driver | Thông tin tài xế (quốc tịch, giấy phép quốc tế) |
| 5 | Route | Tuyến đường (nội địa/quốc tế, khoảng cách, thời gian dự kiến) |
| 6 | Station | Trạm trung chuyển tại 7 khu vực chính |
| 7 | Shipment\_Details | Chi tiết vận chuyển (liên kết đơn hàng, phương tiện, tuyến đường) |
| 8 | Invoice | Hóa đơn (thuế quốc tế, phí hải quan) |
| 9 | Transport\_Provider | Nhà cung cấp dịch vụ vận tải (công ty nội địa hoặc quốc tế) |
| 10 | Warehouse | Kho bãi tại các quốc gia cụ thể |
| 11 | Shipping\_Fee | Phí vận chuyển (tính theo tuyến, thuế, tỷ giá) |
| 12 | Customs | Thông tin hải quan (quốc gia, quy định, thời gian xử lý) |
| 13 | Currency\_Exchange | Tỷ giá tiền tệ (hỗ trợ thanh toán đa tiền tệ) |

**(b) Xác định khóa chính (PK) và khóa ngoại (FK)**

* **Order**: order\_id (PK), customer\_id (FK), station\_id (FK), customs\_id (FK).
* **Customer**: customer\_id (PK), country\_code (FK).
* **Vehicle**: vehicle\_id (PK), provider\_id (FK), station\_id (FK).
* **Driver**: driver\_id (PK), vehicle\_id (FK).
* **Route**: route\_id (PK), station\_from (FK), station\_to (FK).
* **Station**: station\_id (PK), region\_code (FK).
* **Shipment\_Details**: shipment\_id (PK), order\_id (FK), vehicle\_id (FK), route\_id (FK).
* **Invoice**: invoice\_id (PK), order\_id (FK), currency\_id (FK).
* **Transport\_Provider**: provider\_id (PK).
* **Warehouse**: warehouse\_id (PK), station\_id (FK).
* **Shipping\_Fee**: fee\_id (PK), route\_id (FK), currency\_id (FK).
* **Customs**: customs\_id (PK), country\_code (FK).
* **Currency\_Exchange**: currency\_id (PK).

**3. Phân mảnh dữ liệu (toàn cầu hóa)**

**(a) Phân mảnh ngang (Horizontal Fragmentation)**

* **Bảng Order**: Chia theo khu vực địa lý dựa trên region\_code:
  + Bắc Mỹ: SELECT \* FROM Order WHERE region\_code = 'NA'
  + Châu Âu: SELECT \* FROM Order WHERE region\_code = 'EU'
* **Bảng Customer**: Chia theo quốc gia của khách hàng:
  + Ví dụ: Khách hàng ở Nhật Bản: SELECT \* FROM Customer WHERE country\_code = 'JP'
* **Bảng Shipment\_Details**: Chia theo khu vực khởi hành hoặc điểm đến dựa trên route\_id.

**(b) Phân mảnh dọc (Vertical Fragmentation)**

* **Bảng Order**:
  + Order\_Basic: (order\_id, customer\_id, status, created\_at) – dùng cho truy vấn nhanh.
  + Order\_Details: (order\_id, total\_weight, special\_instructions, customs\_id) – lưu chi tiết bổ sung.
* **Bảng Customer**:
  + Customer\_Basic: (customer\_id, name, phone\_number, country\_code) – thông tin cơ bản.
  + Customer\_Details: (customer\_id, address, tax\_id) – thông tin chi tiết.

**4. Hệ thống phân tán toàn cầu**

* **Kiến trúc**:
  + Mỗi khu vực (7 trạm trung chuyển) có một instance SQL Server riêng, lưu trữ dữ liệu cục bộ.
  + Một SQL Server trung tâm (Global Hub) tổng hợp dữ liệu từ các khu vực để phân tích toàn cầu.
  + Các server kết nối qua mạng nội bộ (VPN) hoặc mạng đám mây (Azure SQL Database).
* **Đồng bộ hóa dữ liệu**:
  + Dữ liệu cục bộ được xử lý tại server khu vực để giảm độ trễ.
  + Sử dụng **SQL Server Replication** (Merge Replication hoặc Transactional Replication) để đồng bộ dữ liệu từ server khu vực lên server trung tâm mỗi 30 phút.
* **Truy vấn phân tán**:
  + Sử dụng **Linked Servers** trong SQL Server để truy vấn dữ liệu từ các server khu vực khác.
  + Ví dụ truy vấn:

SELECT o.order\_id, c.name, s.station\_name

FROM [ASIA\_SERVER].LogisticsDB.dbo.Order o

JOIN [ASIA\_SERVER].LogisticsDB.dbo.Customer c ON o.customer\_id = c.customer\_id

JOIN [ASIA\_SERVER].LogisticsDB.dbo.Station s ON o.station\_id = s.station\_id

WHERE o.status = 'In Transit' AND s.region\_code = 'ASIA';

* **Xử lý đa tiền tệ**: Bảng Currency\_Exchange được dùng để chuyển đổi phí vận chuyển sang tiền tệ địa phương.

**5. Điểm mạnh của hệ thống toàn cầu**

* ✅ **Quy mô lớn**: Hỗ trợ logistics toàn cầu với 7 khu vực chính.
* ✅ **Phân mảnh hiệu quả**: Tối ưu hóa truy vấn cục bộ nhờ phân mảnh ngang và dọc.
* ✅ **Hiệu suất cao**: SQL Server phân tán giảm tải và độ trễ.
* ✅ **Tính linh hoạt**: Hỗ trợ vận chuyển liên phương thức.
* ✅ **Tuân thủ pháp lý**: Tích hợp thông tin hải quan và thuế.
* ✅ **Khả năng mở rộng**: Dễ thêm khu vực mới bằng cách bổ sung instance SQL Server.

**6. Kết luận và triển khai**

Hệ thống minh họa tốt các khái niệm cơ sở dữ liệu phân tán (phân mảnh, đồng bộ, truy vấn phân tán) trong bối cảnh logistics toàn cầu. Để triển khai:

* **Công nghệ**: Sử dụng SQL Server với:
  + **Partitioning**: Phân mảnh ngang bảng Order theo region\_code.
  + **Linked Servers**: Kết nối các server khu vực để truy vấn phân tán.
  + **Replication**: Đồng bộ dữ liệu giữa các server.
* **Mạng**: VPN hoặc Azure SQL Database để kết nối an toàn.
* **Thời gian**: Dự án nhóm 6 người trong 1-2 tháng:
  + Thiết kế: 2 tuần.
  + Cài đặt SQL Server và phân mảnh: 3 tuần.
  + Viết truy vấn và thử nghiệm: 3 tuần.

**Giả lập với 6 thành viên nhóm tại Việt Nam**

**Cách giả lập**

* **Phân vai**: Giả định 6 thành viên nhóm tại Việt Nam đóng vai trò quản lý 6/7 khu vực (ví dụ: bỏ Trung Đông để phù hợp số lượng thành viên):
  1. Thành viên 1: Bắc Mỹ.
  2. Thành viên 2: Nam Mỹ.
  3. Thành viên 3: Châu Âu.
  4. Thành viên 4: Châu Á.
  5. Thành viên 5: Châu Phi.
  6. Thành viên 6: Úc.
* **Môi trường giả lập**:
  1. Mỗi thành viên cài đặt một instance SQL Server trên máy tính cá nhân (hoặc dùng máy ảo nếu tài nguyên hạn chế).
  2. Một máy tính khác (hoặc máy của trưởng nhóm) đóng vai trò **Global Hub**.
  3. Kết nối các máy qua mạng nội bộ (LAN) hoặc VPN giả lập (dùng phần mềm như Hamachi nếu không có mạng thực).

**Có truy vấn được không?**

* **Đáp án**: Có, hệ thống vẫn truy vấn được trong môi trường giả lập, nhưng với một số lưu ý:
  1. **Cấu hình Linked Servers**:
     + Mỗi instance SQL Server cần được cấu hình để liên kết với các instance khác qua địa chỉ IP nội bộ hoặc VPN.
     + Ví dụ cấu hình Linked Server:

EXEC sp\_addlinkedserver

@server = 'ASIA\_SERVER',

@srvproduct = '',

@provider = 'SQLNCLI',

@datasrc = '192.168.1.10'; *-- IP của máy Châu Á*

* + - Sau đó, truy vấn phân tán sẽ hoạt động như ví dụ ở phần 4.
  1. **Hiệu suất mạng**:
     + Nếu dùng mạng nội bộ hoặc VPN ổn định, truy vấn sẽ chạy tốt.
     + Nếu mạng chậm (ví dụ: kết nối internet công cộng), độ trễ sẽ tăng, nhưng vẫn truy vấn được.
  2. **Đồng bộ dữ liệu**:
     + Cấu hình **Transactional Replication** để đồng bộ dữ liệu từ các khu vực lên Global Hub.
     + Ví dụ:

sql

CollapseWrapCopy

EXEC sp\_addpublication @publication = 'Logistics\_Pub', @database = 'LogisticsDB';

EXEC sp\_addarticle @publication = 'Logistics\_Pub', @article = 'Order', @source\_object = 'Order';

* + - Trong giả lập, đồng bộ có thể chậm hơn thực tế do giới hạn phần cứng.
  1. **Giới hạn phần cứng**:
     + Máy tính cá nhân của sinh viên thường không mạnh như server thực tế, nên chỉ nên thử nghiệm với dữ liệu nhỏ (vài trăm bản ghi).

**Ví dụ truy vấn giả lập**

* Giả sử thành viên 4 (Châu Á) muốn xem đơn hàng đang vận chuyển:

sql

CollapseWrapCopy

SELECT o.order\_id, c.name, s.station\_name

FROM Order o

JOIN Customer c ON o.customer\_id = c.customer\_id

JOIN Station s ON o.station\_id = s.station\_id

WHERE o.status = 'In Transit' AND s.region\_code = 'ASIA';

* Nếu cần dữ liệu từ Bắc Mỹ (thành viên 1):

sql

CollapseWrapCopy

SELECT o.order\_id, c.name

FROM [NA\_SERVER].LogisticsDB.dbo.Order o

JOIN [NA\_SERVER].LogisticsDB.dbo.Customer c ON o.customer\_id = c.customer\_id

WHERE o.status = 'In Transit';

**Kết luận**

* **SQL Server**: Phù hợp để triển khai hệ thống phân tán với các tính năng như Partitioning, Linked Servers, và Replication.
* **Giả lập 6 thành viên**: Hoàn toàn khả thi tại Việt Nam nếu cấu hình đúng mạng và SQL Server. Truy vấn phân tán sẽ hoạt động, dù hiệu suất phụ thuộc vào mạng và phần cứng.