

分散移動型データベースシステム*

3G-8

吉田 文成 滝沢 誠†
 東京電機大学理工学部経営工学科‡
 E-mail {take, taki}@takilab.k.dendai.ac.jp

1 はじめに

光ファイバ、無線を用いた高速通信網の発展により、移動型情報機器、家電機器、工場のロボット等を含めて、世界中の情報機器が相互接続されてきている。利用者がいつでもどこでも計算機を利用できる Ubiquitous-computing [6] を行う情報機器として、タブ (tab)、パッド (pad)、ボード (board) が示されている。これら機器は、これまでのメモ、ノート、黒板にかわるもので、計算機と通信ネットワークの存在を、利用者は意識せずにいつでもどこでも利用できるものである。各情報機器は、データベースシステムと通信機能を持つ。このように、組織体のデータベースシステムから、移動型情報機器内の個人データベースシステムを含めて、多種多様なデータベースシステムが相互接続されてくる。現在の網技術では、移動型機器間でコネクションを保持したまま通信を行うことが可能となってきた [4, 5]。

高速通信網の発展と種々の情報機器の普及により、これまでとは桁違いの数のデータベースシステムが相互接続されてきている。これまでの分散型データベースシステム [3] に対して、こうした膨大な数の多種多様なデータベースシステムから構成されるシステムを超分散型データベースシステムとする。また、各データベースシステムは、種々の情報機内に構成され、自律的である。超分散型システムでは、利用者が必要とするデータベースシステムをどのように特定し、自律的で異種なデータベースシステムをどのようにアクセスするかが問題となる。超分散型データベースシステムでは、各個人、自動車等とともに移動する移動型データベースシステム [2] が重要な構成要素の一つとなってくる。[2] では、冗長な複数のデータベースシステムをクライアントのトランザクションが移動しながら最適なアクセス時間のデータベースシステムを選択する問題を論じている。ここでは、クライアントとサーバの両方が移動する場合に、トランザクションが、自律的データベースシステムにアクセスする場合について考える。

本論文の2章では、分散移動型データベースシステムのモデルについて述べる。3章では、クライアントとサーバが移動するもとの処理方式について述べる。

2 分散移動型システムのモデル

データベースシステムは、クライアントとサーバから構成される。サーバはデータベースに対するデータ操作演算を提供するシステムである。即ち、各データベースサーバは、あるデータモデルを提供するオブジェクトと考えられる。利用者は、クライアントを通して、通信網に接続された1つ以上のデータベースサーバを利用できる。分散移動型データベースシステム S は、通信網で相互接続された1つ以上のデータベースサーバ $DBS_1, \dots, DBS_n (n \geq 1)$ と、1つ以上のクライアント $C_1, \dots, C_m (m \geq 1)$ から構成される [図1]。利用者は、クライアントを通して、1つ以上のサーバを利用できる。各 DBS_i は、データベース D_i と、これに対する

管理システム M_i から構成される。クライアント内で、1つ以上のサーバで操作するプログラムの実行状態をトランザクションとする。トランザクションは、1つ以上のサーバにデータ操作演算を発行する原子的な実行単位 [1] であるトランザクションからサーバにデータ操作演算を発行し、サーバはこれを実行し、結果を返す。即ち、遠隔手続き呼び出し (RPC) に基づいて通信される。本論文では、各 DBS_i について、以下の仮定を設ける。

1. 各 DBS_i は、リレーショナルモデルを提供する。即ち、 DBS_i は、クライアントからのSQLを受け付け、実行する。
2. データベースサーバ内に意味的な異種性はない。即ち、各 DBS 間のテーブルの実体キーは同じであり、各属性に同じ定義域を持つ。

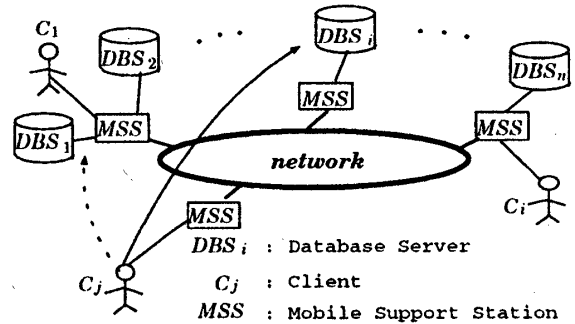


図1: 分散移動型データベースシステム

クライアントとサーバは、固定の計算機内のみならず、移動型機器内にも存在する。従って、クライアントとサーバは、通信網内を移動する場合がある。ここで、クライアントとサーバを総称して、ステーションと呼ぶ。各ステーションは、通信網のサービスアクセス点 (SAP) を通して通信を行なう。各 SAP は固定の番地を持つ。各ステーションは、接続された SAP の番地により識別される。各ステーションの移動にともない、ステーションの SAP が変化する。実際には、各ステーションは、移動体サポートステーション (MSS) と通信を行う。MSS がサービスを提供する範囲をセルとする。各セルは格子状に配置され、クライアントは任意のクライアントとサーバがどのセル内に存在するかわかるとする。MSS は、ステーションに SAP を提供する。ステーションの移動に伴い、移動先の MSS より、通信がサポートされる。このとき、ステーションの SAP が変化する。

現在の移動型通信 [4, 5] 技術では、ステーションの SAP が変化してもステーション間のコネクションを維持できる。従って、ステーション間では、互いに相手の SAP の変化を意識せずに通信を行なえる。例えば、 MSS_D によりサポートされている利用者 C_j が、 DBS_i を利用しているとする。ここで、 C_j が MSS_A に移動しても、 C_j と DBS_i 間のコネクションは通信網により維持される。クライアントとサーバの立場で、移動を考えてみる。クライアントとサーバが移動し、互いの SAP

*Distributed Mobile Database Systems

†Takeaki Yoshida and Makoto Takizawa

‡Dept. of Computers and Systems Engineering, Tokyo Denki University

が変化することにより、ステーション間で受ける以下の通信サービス品質 (QoS) が変化する。

1. 通信速度 (QoS)
2. 通信時間

従って、クライアントから、同等なサービスを提供するサーバが複数ある場合を考える。あるサーバと固定的に通信を行なうのではなく、移動の都度、最適なサービス品質を提供するサーバを選択して利用することが考えられる。例えば、通信速度が最大となるサーバを選択して、このサーバと通信を行なうことが考えられる。また、一番近くのサーバを選択することが考えられる。

時刻 t_1 にクライアント C_j がデータベースサーバ DBS_1 と DBS_2 のどちらかに操作要求をだそうとしているとする。時刻 t_1 では、 DBS_1 と DBS_2 は C_j から同距離にあるが、クライアントまたはサーバの移動により、時刻 t_2 では、 DBS_2 の方が近い場合が考えられる。

このように、クライアントとサーバの両方が移動していることから、クライアントは、最適なデータベースサーバを選択する必要がある。ここでは、お互いの移動を考慮し、最適なデータベースサーバを選択して利用する方法について述べる。

クライアントが、冗長なデータベースのどれかを選択する場合、クライアントは目的とするデータベースと利用者がどのような移動速度と方向で各セル間を移動しているかを調べ、利用者の移動方向の延長線上に近いデータベースを選択するほうが適切であると考えられる。

3 移動型通信

ステーション S_i から S_j に、データ転送を行なう時のサービスの品質を $QoS(S_i, S_j)$ とする。ここで、 $QoS(S_i, S_j) < QoS(S_i, S_k)$ であるとき、 S_i からみて、 S_j よりも S_k との通信の方がより良い QoS が提供されるものとする。例えば、 S_i と S_j 間よりも、 S_i と S_k 間の方が通信速度が速いときに、 $QoS(S_i, S_j) < QoS(S_i, S_k)$ となる。一般に、 $QoS(S_i, S_j) = QoS(S_j, S_i)$ とは限らない。

テーブル R_1 と R_2 の自然結合 $R_1 * R_2$ を考える。 R_i は、多重化されており、 $i_i (\geq 1)$ 個のレプリカ R_{i1}, \dots, R_{ii} が複数のサーバに存在しているとする。各 R_{ij} の存在するサーバを S_{ij} と書く。このためには、 $QoS(S_{1i}, S_{2j})$ が最大となる R_{1i} と R_{2j} に対して、 $R_{1i} * R_{2j}$ が行なわれる。即ち、テーブル R_{1i} がサーバ S_{1i} から S_{2j} に通信され、 S_{2j} で、 $R_1 * R_2$ が計算される。

ここで、 $QoS(S_{1i}, S_{2j})$ が最大となる R_{1i} と R_{2j} を見つけることが問題となる。2つのサーバ S_{1i} から S_{2j} への QoS は、クライアント C が、各サーバに問い合わせることにより得られるものとする。従って、 C は、QoS が最大となるサーバ S_{1i} と S_{2j} を見つける。 C は、 S_{1i} に R_{1i} を S_{2j} に送信することを指示する。

各サーバは移動するので、2つのサーバ S_{1i} と S_{2j} 間の $QoS(S_{1i}, S_{2j})$ は時間可変である。従って、 S_{1i} が、 R_{1i} を S_{2j} に通信中に、他のサーバ S_{1k} について、 $QoS(S_{1k}, S_{2j}) > QoS(S_{1i}, S_{2j})$ となる場合がある。このとき、以下の手順により、 S_{1i} は送信を中止して、 S_{1k} が S_{1i} にかわり S_{2j} に送信を行なう [図2]。

1. S_{1i} は、 R_{1i} を一定の単位に分割して転送する。例えば、 $R_{1i}^1, R_{1i}^2, \dots, R_{1i}^i$ に分割されるとする。各 R_{1i}^k は複数のパケットにより転送される。
2. R_{1i}^k の転送終了時に、 $QoS(S_{1i}, S_{2j}) < QoS(S_{1k}, S_{2j})$ となるならば、 S_{1k} が、 R_{1i}^{k+1} を S_{2j}

に送信する。そうでなければ、 S_{1i} が R_{1i}^{h+1} を S_{2j} に送信する。

3. 以上を繰り返す、すべての単位を S_{2j} に送信する。

R_{1i}^k を S_{1i} が送信中に、 R_{1i}^{h+1} をどのサーバが送信するかを決定する。このために、 C は各 S_{1i} の QoS をモニタする。クライアントが、冗長なデータベースのどれかを選択する場合、クライアントは目的とするデータベースと利用者がどのような移動速度と方向で各セル間を移動しているかを調べ、利用者の移動方向の延長線上に近いデータベースを選択するほうが適切であると考えられる。

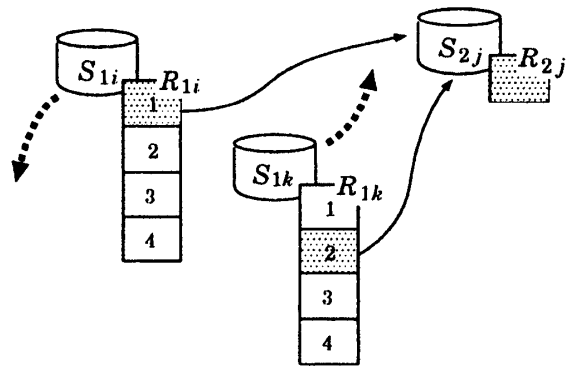


図2: 移動型結合

4 まとめ

情報システムでは、移動型ステーションが主要な構成要素となってきた。本論文では、移動型内にクライアントとサーバが存在する分散型データベースシステムについて論じた。特に、冗長サーバとクライアントが移動する環境のもとで、複数サーバ内のテーブルの間で結合を行なう方式を示した。サーバの移動により、サーバ間での通信品質 (QoS) が変化するもとで、最適な通信を行なえるサーバを動的に設定していく方式を示した。

参考文献

- [1] Gray, J., "The Transaction Concept: Virtues and Limitations," *Proc. of VLDB*, 1981, pp. 144-154.
- [2] Huang, Y., Sistla, P., and Wolfson, O., "Data Replication for Mobile Computers," *Proc. of the ACM SIGMOD*, 1994, pp. 13-24.
- [3] Sheth, A. P. and Larson, J. A., "Federated Database Systems for Managing Distributed, Heterogeneous, and Autonomous Databases," *ACM Computer Surveys*, Vol. 22, No. 3, 1990.
- [4] Tanaka, R. and Tsukamoto, M., "A CLNP-based Protocol for Mobile End Systems within an Area," *Proc. of IEEE IPSJ*, 1993, pp. 64-71.
- [5] Teraoka, F., Yokote, Y., and Tokoro, M., "A Network Architecture Providing Host Migration Transparency," *Proc. of ACM SIGCOMM*, 1991, pp. 209-220.
- [6] Weiser, M., "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing," *Comm. of the ACM*, Vol. 7, No. 36, 1993, pp. 74-84.