

通信プロトコルの自動設計と性能評価

山口 弘純 (大阪大学大学院情報科学研究科 助手)

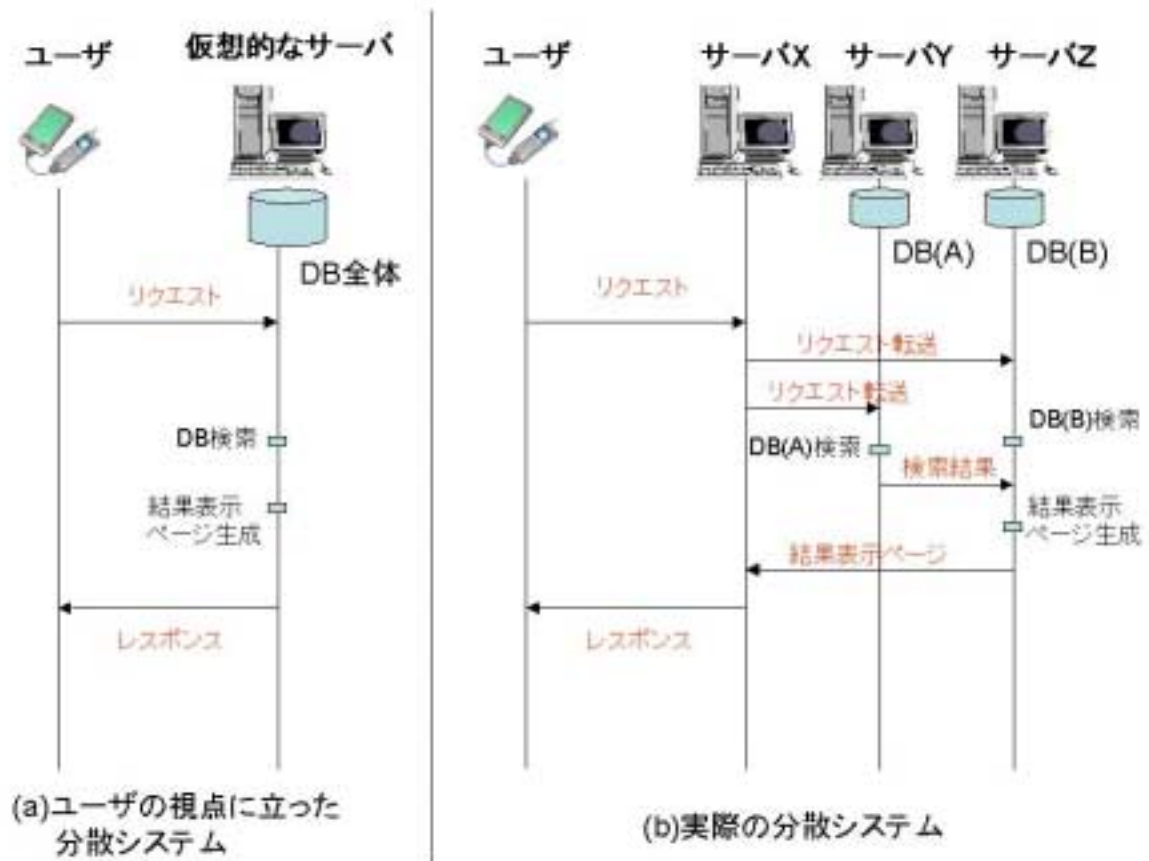
インターネットに代表される情報通信網の発達により、現在では一般家庭でも光ファイバーで結ばれた高速通信インフラを導入することが可能となっている。そのような高速ネットワークの浸透は、様々なユーザが様々な意図でネットワーク上の複数のコンピュータを利用できる時代が到来したことを示している。例えば、私たちインターネットユーザは、Peer-to-Peer ネットワークと呼ばれるクライアント間仮想通信網を構築し、その上でコラボレーティブワーク支援など様々な協調動作を行うアプリケーションを動作させることができる。また、近年話題の広域グリッド計算は、広域網に散在する多数のコンピュータを管理統合し、科学計算に代表される極めて高負荷かつ膨大な計算を分散して行わせる。これらに代表される分散コンピューティング技術は高速ネットワーク網が整備された現在こそ有用かつ必要であるといえる。

このような分散コンピューティングアプリケーションにおいて、複数のコンピュータがデータやメッセージ交換をする場合の手順や約束事(通信規約)を通信規約(プロトコル)と呼ぶ。上に述べた例だけでなく、分散協調システムの実現にはプロトコルの設計開発が不可欠である。その実現に関する問題を、極めてシンプルな例を用いて述べたい。東京や大阪など各地に商品データベースを分散保持する企業が、その商品販売を行うシステムを構築するとする。このシステムは、ユーザにとっては、商品データベース全体を管理する一台のサーバが仮想的に存在し、あたかもそのユーザのリクエストをすべて単独で処理しているかのように見える(図(a))。しかし実際には図(b)のように、各地に分散保持された商品データベースはそれぞれの地域に設置されたサーバにより管理されるのが通常である。また、負荷分散やセキュリティなどの観点から、ユーザのリクエストを受け付けて結果を返すサーバもそれらとは別のサーバに担当させることが多い。これらのサーバ群(図(b)ではサーバ X、Y、Z)は互いに連携して、あたかも1台のサーバがリクエストを処理しているように動作しなければならない。設計者はこれらのサーバ群が正しく連携しながら動作するようにサーバごとのプログラムを記述しなければならないため、設計誤りや煩雑さが増大する。

通常、ユーザだけでなく設計開発者も、複数のコンピュータを意識することなく、それらのコンピュータがユーザに対しどのようなサービスを提供するかのみに着目してシステムの設計開発を行いたい、すなわち、図(a)の視点からプログラム開発を行いたいのが通常である。そこで私のアプローチでは、設計開発者には図(a)の視点にたった仮想的な一台のサーバのプログラムを記述させる。これに対し、図(b)のように正しく動作するサーバごとのプログラムを自動で構成するための方法(アルゴリズム)を考案した。これにより設計開発者は相互連携のための通信を含む複雑なプログラムを直接書くわずらわしさから解放される。私のアプローチでは、多数の通信データフレーム群の並行処理を容易に表現でき、解析能力が高いペトリネット^{注)}の

注) 並列プログラムのフローをグラフィカルに記述できる一種のプログラミング言語

拡張モデルをプログラミング言語として用いている。この拡張モデルは Java などの実用プログラミング言語に近い記述能力を備え、かつオブジェクト指向設計との親和性も高い。さらに、システム実行効率化のためのサーバ間通信コスト削減、システムの部分的な設計仕様変更に対するプログラム自動再構成といった新しい概念を導入した。



また、このようなプログラム自動構成法だけでなく、自動構成したプログラムをネットワークシミュレータ用プログラミングコードに自動変換し、プロトコルの性能評価を容易にする方法も考案している。具体的には、自動構成されたプログラム(ペトリネットの拡張モデル)を、ns-2 と呼ばれる著名なネットワークシミュレータ用の組み込みコード (C++) に変換し、ns-2 を用いた性能評価を迅速に行うことを可能にした。応用分野の一環として、eXpress Transport Protocol (XTP) を元にしたトランスポート層プロトコルを自動設計及び性能評価し、その有用性を確認している。

最後に、私が今回採用したアプローチは形式記述技法 (Formal Description Technique) による信頼性保証設計技術と呼ばれる範疇に含まれる。これらの信頼性保証設計技術は以前より理論面で深く研究がなされているが、いかに実用に結びつけるかが重要課題の一つでもある。しかし最近では、ネットワーク機器設計への検証技術の適用なども見られるようになってきて

おり、少しずつではあるが理論面と実用面とのギャップは埋まりつつある。私は私なりのアプローチで今後産業界のニーズとどのように結び付けられるかなどを常に模索し、最新の研究を行っていこうと思う。

参考文献

Hirozumi Yamaguchi, Khaled El-Fakih, Gregor v. Bochmann and Teruo Higashino,
"Protocol Re-synthesis with Optimal Allocation of Resources Based on Extended Petri Nets"
Distributed Computing, Vol. 16, No. 1, pp. 21-35, Feb. 2003

Hirozumi Yamaguchi, Gregor von Bochmann and Teruo Higashino,
"Decomposing Service Definition in Predicate/Transition-Nets for Designing Distributed Systems"
Lecture Notes in Computer Science (Proc. of IFIP 23rd International Conference on Formal Techniques for Networked and Distributed Systems (FORTE2003)), Vol. 2767, pp. 399-414, Sep. 2003