

TRIOLEの目指すテクノロジー

Goals of TRIOLE Technology

あらまし

ITシステムが大規模化すると同時に、24時間止まらないビジネスに合わせたITシステムの無停止運用が求められている。このようなITシステムの運用負担は年々増大している。著者らは、ITシステムの高信頼性、高可用性を実現するためにIT基盤「TRIOLE」において、生体が外部環境の変化や細胞の死滅などに対応して、生体システムとして常に安定に制御されているメカニズムに注目し、生体の持つ自律機能・仮想機能をコンピュータシステムで実現することで、大規模なITシステムの無停止運用という要求に対しても、オペレータの負担を増大させることなく、高信頼性と高可用性を実現するテクノロジーを目指して研究開発に取り組んでいる。

本稿では、IT基盤「TRIOLE」がどのように生体機能の実現を目指し、どのようなテクノロジーを開発しようとしているのかについて概観する。

Abstract

IT systems are becoming much bigger and need to operate non-stop to support 24-hour, 365-day business operations. This has caused the operation costs of these IT systems to increase year by year. In TRIOLE, to realize high-reliability, high-operability IT systems, we studied the mechanisms by which living organisms stably control themselves to adapt to changes in the external environment and the death of their cells. We also continued research to implement a suitable autonomic control mechanism and virtualization architecture in computing systems. As a result, we can meet the requirements for non-stop operation of large-scale, high-reliability, high-operability IT systems and a reduction of the operators' burden. This paper introduces our research to implement these mechanisms in TRIOLE and our future goals for developing new technologies.



秋元晴雄（あきもと はるお）
ITコア研究所 所属
現在、コンピュータシステムの研究
企画に従事。

まえがき

大規模化、複雑化するITシステムの信頼性と可用性を高めるために自律機能・仮想機能が重要である。TRIOLEが目指す自律技術・仮想化技術は生体の持つ機能に学び、両機能をコンピュータシステムの上に実現することを目指している。とくに、自律機能をオーガニックコンピューティングと呼んでいる。日本語で書くならば「有機的計算機」となるだろうが、生体が持っている機能をコンピュータに導入したいという意識で「オーガニック」と称している。オーガニックコンピューティングによって、生体において細胞単位で見れば日々多くの細胞が失われたり、新しい細胞によって置き換えられる新陳代謝や、新たな細胞が組み込まれることで成長するといった機能をコンピュータシステムにも実現したいと考えている。さらに、特定の資源を意識することなく、システム全体から必要な量の資源をユーザが簡単に利用できる仮想化技術の開発を進めている。

本稿では、ITシステムを取り巻く環境からITシステムの方向を議論し、ITシステムを目指すべきテクノロジーとして自律機能・仮想機能について述べ、IT基盤「TRIOLE」によって高信頼性、高可用性が実現され、ユーザの運用負担を軽減して効率的なITシステムを構築できることを示す。

ITシステムの方向

ネットワークの高速化と低価格化が進展している。ADSLに代表されるコンシューマ向けのインターネットアクセスだけでなく、企業システムにおいても従来型の専用線から広域イーサネットやIP-VPNの活用が広がっており、大量のデータ転送に対する負担が軽くなりつつある。

さらに、パソコン用プロセッサの高性能化が急速に進展しており、クライアントPCの性能向上とともにサーバの性能向上の原動力となっている。また、ストレージデバイスも容量の拡大が急であり、携帯用のノートPCですら30~40Gバイトのハードディスクが普通になってきている。

このような状況においてITシステムの方向としては、多数のサーバやストレージが高速ネットワークを介して連携する姿が見えてくる。これは、単にイーサネットの高速化によってサーバ間のインタ

フェースが高速化されるだけでなく、サーバシステム内のインタコネクタや、現在はファイバチャネルが主流であるストレージインタフェースにおいてもイーサネットすなわちIPベースのインタフェースが主流になっていくと予測している。イーサネットの高速化がこの流れを加速していく。富士通研究所では米国富士通研究所および富士通と協力して、12ポートの10ギガビットイーサネットスイッチLSIを開発し⁽¹⁾ さらに、このLSIを用いたレイヤ2スイッチを開発している。図-1はあらゆるIT資源がIPネットワークによって連携するAll-IP戦略の姿を示すものであり、このキーデバイスとなるのがIPスイッチである⁽²⁾ ここでは、いわゆる3階層モデルで説明しているが、この構成に限定されるものではなく、グリッド技術などを活用することで散在するIT資源を最適な形態で構成することが可能となる。

ITシステムの階層構造

ITシステムのアーキテクチャとしてとらえたTRIOLEの姿を図-2に示す。All-IP基盤の上にオーガニックコンピューティングテクノロジーによって自律機能を組み込んだサーバ、ストレージ、ネットワークのハードウェアが存在し、グリッドコン

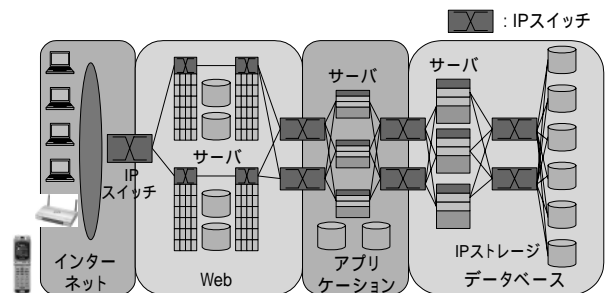


図-1 All-IP戦略
Fig.1-All-IP strategy.

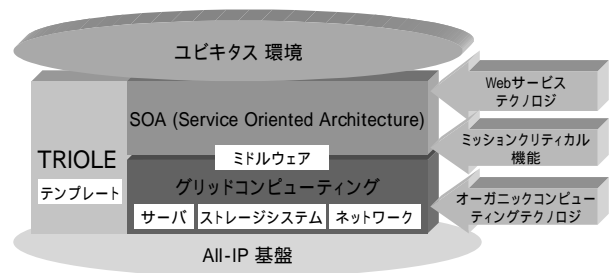


図-2 ITシステムの階層構造
Fig.2-Integrated layer structure of IT system.

ピューティングによりITシステムの仮想化が実現される。自律機能を持つハードウェアとグリッドコンピューティングによって実現される仮想化層によってIT資源を包み込むことで、ユーザから具体的なサーバ、ストレージ、ネットワークといったハードウェアを隠ぺいし、ユーザはITシステムに「何」をやらせるかを考えることに集中することができる。ミドルウェアはITシステムの運用負担を軽減してシステムを統合する役割を持つ。

アプリケーションはSOA (Service Oriented Architecture) に基づいて構築される。SOAはWebサービスを基に発展させたアーキテクチャであり、すべてのサービス(アプリケーション)がWebサービスなどの標準のインタフェースによって連携することができ、開発言語やOSも意識せずにシステムをサービスの集まりとして実現することができる。

TRIOLEアーキテクチャにより、ユーザはITシステムのコンポーネントを意識することなく、すなわち、どのサーバ、どのストレージという物理的な個々の資源を意識せず、また、障害のある資源は自動的に切り離され、障害機器の果たしていた機能はシステムの中でほかの資源によって代替される。さらにサービスはSOAにより、個々のプログラムの言語やOS、さらには実行されるサーバなどの環境を意識せずにサービスコンポーネントを組み合わせることで実現できる。ユーザはシステムの運用負担を増大させることなく、システムの高信頼性、高可用性を享受することができる。

自律技術の目指すもの

変動する負荷を自動的に分散したり、障害デバイスを代替デバイスに論理的に置換する機能は一般に自律コンピューティング (Autonomic Computing) と呼ばれている。Autonomic ComputingはIBM社が将来のITシステムの姿として提唱している⁹⁾ 富士通ではこのような機能を実現する仕組みをオーガニックコンピューティングと呼んでいる。オーガニックとは本来「有機的」という意味で、有機野菜が店頭で「オーガニック」と呼ばれていることがよくあるが、エレクトロニクスの世界でも有機半導体はOrganic Semiconductorと表記される技術用語でもある。自律機能を「オーガニックファンクション」と呼ぶ理由は、ITシステムはもっと生体の持

つ機能に学び、それをシステムの中に取り込んでいくことが重要であると考えているからである。

オーガニックコンピューティングが目指している機能としては以下の機能がある。

- (1) 自律 (自律神経による意識しない制御)
- (2) 自己治癒
- (3) 新陳代謝
- (4) 生体全体の調和を保った成長

以下、これらの機能について説明する。

(1) 自律機能

自律機能を実現するためにはシステムの状態を正確に把握する必要がある。生体においても自律神経の働きによって生体の状態を把握することで、意識することなく生体全体が調和した状態を維持することができる。このような機能を実現するために、システムの状態を監視して動作状態のモデルを自動的に生成し、常にモデルとの差異をチェックすることによりシステムの異常を検出したり、障害に至る前に予兆を検知して障害を未然に回避したりする技術を開発している。

(2) 自己治癒機能

自己治癒機能は障害デバイスを検知し、自動的に代替する機能である。コンピュータシステムでは一般的に代替デバイスを用意しておき、例えばRAID (Redundant Arrays of Independent Disks) システムでは障害が発生したディスクドライブを代替ドライブに切り換えるシステムが使用されている。このような、障害デバイス自体を代替デバイスと置換する方法の場合、障害のために代替デバイスが使用されると別のデバイスが障害となった場合、二重障害によるシステムダウンの危険があるため、速やかに障害デバイスの交換が必要となる。オーガニックストレージはデータを2重化することで障害に備えるという考え方は通常のRAID1^(注)と同じであるが、障害デバイスをシステム全体でバックアップする仕組みにより、あたかも生体が自然治癒力を持っているのと同様にシステムによって治癒が行われるアーキテクチャを開発している。

(注) RAID1では二つのストレージデバイスに同一データを書き込み、一つのデバイスで障害が発生しても、もう一方のデバイスが保持しているデータにより、システムとして正常動作を実現している。

(3) 新陳代謝機能

新陳代謝機能は、古くなった細胞が新しい細胞によって置き換えられ、生体としての機能を維持し続けるように、デバイスを置換するだけでシステム全体の設定をユーザが管理することなく、自動的に最適な設定を維持する仕組みである。

(4) 生体全体の調和を保った成長機能

ITシステムで処理する情報量の増大に伴い、システムの増設が必要になる場合がある。このとき、サーバで必要な処理能力、ストレージ容量、ネットワーク帯域などを計算して、システム増設後のシステム設計、システム移行などの作業が必要となる。とくに、データの移行はデータ量の増大に伴い大きな問題となってきた。生体が自然に全体の調和を保って成長するように、コンピュータシステムもシステム運用の負担を増すことなく成長させたい。オーガニックストレージでは、ストレージデバイスを組み込むだけで自律的にデータの再配置を行い、調和を保って成長するストレージシステムを実現している。

自律技術では大規模化・複雑化するITシステムにおいて、システム全体が調和した状態を保つことで運用負担を増大することなく、信頼性を向上する機能の実現を目指している。

仮想化技術の目指すもの

ITシステムの仮想化は、ジョブを実行するサーバや必要なデータを格納するストレージデバイス、他システムとの通信のためのネットワークなどの設定を容易にする技術である。仮想化技術によってユーザは、ジョブを実行するサーバの指定、ストレージシステムにおけるデータ配置、ネットワーク管理などの運用負担から解放され、必要な処理能力や容量などを指示するだけでシステムが自動的に最適なIT資源を割り当ててくれる。

仮想機能の実現はグリッドコンピューティング技術が担っている。グリッドは現状ではいわゆる「コンピューティンググリッド」と言われ、多数のコンピュータに処理を分散することでシミュレーションを高速に実行するなど、企業でも活用されるように

なってきた⁽⁴⁾

TRIOLEが目指す仮想技術は単に計算処理を多数のコンピュータでの分散処理によって高速化するだけでなく、IT資源であるサーバ、ストレージ、ネットワークを仮想化する技術を目指している。大規模化したITシステムでは、資源を適切に管理することが困難になってきている。自律機能とともに仮想機能を実現することによって、必要なコンピューティングパワー、ストレージ容量、ネットワーク帯域などを要求するだけで、実際のIT資源を気にかけることなく、複雑なシステム運用から解放されるようになり、高可用性を実現することを目指している。

む す び

TRIOLEは大規模化・複雑化するITシステムの運用を容易にし、高信頼性と高可用性の実現を目指している。この目標に向けて基盤技術である自律機能(オーガニック機能)・仮想機能の研究開発を進めている。コンピュータの処理能力やメモリ、ストレージ、ネットワークなどの容量拡大は目覚ましいが、自律機能・仮想機能の実現には神経に相当するセンサ技術、脊髄や小脳が行う正常か異常かの判断、異常が認識された場合の制御を行う神経系の研究が重要である。自律機能・仮想機能はその最初の製品が提供されるようになった段階であるが、今後もより使いやすく、信頼性の高いITシステムを目指して研究開発に取り組んでいく。

参考文献

- (1) 西川勝彦ほか：オーガニックサーバ．*FUJITSU*，Vol.54，No.4，p.298-304（2003）．
- (2) Haruo Akimoto：Next Generation IT Strategy Based on ALL-IP Strategy．*FUJITSU Sci. Tech. J.*，Vol.39，No.2，p.255-260（2003）．
- (3) J. O. Kephart et al.：The Vision of Autonomic Computing．*IEEE Computer*，Vol.36，No.1，p.41-50（2003）．
- (4) 秋元晴雄：グリッドコンピューティングとは．*FUJITSU*，Vol.55，No.2，p.82-85（2004）．