

生き延びるシステムの研究

加藤和彦

システム情報工学研究科教授

生き延びる生命と社会

我々人類は、きびしい自然環境の中、ここまで生き延びてきました。人類だけでなく、動物も、植物も、すべての生命体は生き延びる性質を有しています。生命体だけではなく、生命体が形成する社会や組織体も、生き延びる性質を有しています。会社は厳しい生存競争の中、生き残りをかけて、日々事業を営んでいます。そして今や大学までもが生き残りをかけて努力を重ねるようになりました。生命体にせよ、生命体が作り上げる社会的なものにせよ、「生き延びるシステム」は、長い時間をかけて育まれてきた極めて巧妙なシステムです。

人間が作り出した人工物も生き延びる性質をもつことが出来るのでしょうか？

サステナビリティ

これまでもコンピュータシステムの研究分野においては、事前に想定されるシス

テム障害や、変動する外部負荷に対して、自動的に対処可能とする研究が、リアルなシステム、ディペンダブルなシステムの研究として進められて来ました。それらの研究においては、コンピュータシステムそのものに対して、構成部品を二重化、多重化させて冗長度を持たせ、システム自体を頑強にするというアプローチがとられてきました。そのようなアプローチは、予め想定される障害に対しては有効ですが、想定を超えたり、多重化が簡単には行えない構成部の障害に対しては有効性を発揮できません。例えば、頑強なサービスを提供するサーバを構築しようとして、サーバ計算機のハードウェアとソフトウェアや、LAN環境を多重化させたとしても、想定外の障害、例えば、インターネットとLANの接続部の故障、人為的な設定ミス、ソフトウェアのバグ、ネットワーク経路で侵入してきたコンピュータウイルス、地震・火災・

台風等の天災等から免れることは困難です。もはや後戻りはできない程にIT化が社会インフラの一部となった今日、情報システムを何とかして「生き延びさせる」工夫が必要となってきたと我々は考えています。

さらに、今日のコンピュータシステムは、その構成要素が極めて多く、複雑なものになっています。高度に集積化しているのは、ハードウェアのみならず、ソフトウェアも同様です。さらに、最近の有用なサービスは、インターネット上の分散システムとして提供されることがごく普通のこととなっており、集積度、複雑度は増加の一途を辿り続けていて、もはや、人手によるコントロールの限界を超えていると言って過言がありません。

現在、私達の研究室で取り組んでいる大きな研究テーマの一つは、このような複雑化した情報システムに、未知のものも含めた障害すら乗り越え、生き延びさせる性質を与えることを試みようというものです。そのような性質をサステナビリティ (sustainability ; 持続可能性) と呼んでいます。情報システムをサステナブルにするための私たちのアプローチは、以下に述べる二つの着想に基づいています。

自律連合型システム

第一の着想は、自律した複数の構成要素

が連合することによってシステムを構成することです。生命的なものも、社会的なものも、未知の障害を生き延びる性質を有しているものは、自律した複数の要素の連合によって構成されているということが、私たちが立てている一つの仮説です。「ワンマン」によって支配された組織は、ワンマンに不測の障害が発生した場合、その障害を乗り越え、克服することは困難でしょう。しかし、自律性を有したメンバーが連携・連合することによって構成された組織は、互いの役割を補完し合うことによって、誰かに発生するかもしれない不測の障害を乗り越えていく可能性があります。このような考察から、情報システムがサステナビリティを有するように構成するための重要な鍵は、自律連合型システムとして構成することであると我々は考えています。

サービスの仮想化

第二の着想は、情報システムをサステナブルにするためには、コンピュータシステム (ハードウェア、ソフトウェアを含む) 自体を冗長性等によって頑強にしていけるのではなく、コンピュータシステム上に作られたサービスを仮想的なものとし、仮想化されたサービスをサステナブルにしていこうとするアイデアです。

従来より、コンピュータ技術において仮

仮想化技術は非常に重要な役割を果たしています。さまざまな工学的技術の中で、コンピュータ技術の特徴づける最も端的なものの一つが仮想化です。仮想化を実現している、最も重要で、典型的なソフトウェアがオペレーティングシステム (Operating System ; OS) です。世の中には膨大な数の種類のコンピュータがありますが、コンピュータごとに操作法を習得する必要はなく、WindowsやUnix等、一つのOSの利用法を習得すれば、そのOSの操作を通してさまざまな種類のコンピュータを操作することができます。これは、OSがその内部で、さまざまなコンピュータの種類の違いを吸収し、仮想化してユーザに提供する機能を有しているためです。最近、ソフトウェアおよびハードウェアの両者の技術の進展により、この仮想化技術がさらに発展を遂げつつあります。一つのコンピュータ上で複数のOSを同時に動作させたり、あるいは、OS上のアプリケーションプログラムであるかのように他のOSを動作させることが可能となってきました。このようなことは従来は、特別なハードウェアを備えた高価なコンピュータシステムのみで可能でしたが、最近、ごく普通のパーソナルコンピュータにおいても、実行速度をあまり犠牲とせず実現可能となってきました。我々は、このような進んだ仮想化技術を開

拓・活用することによってサービスを仮想化し、サステナブルにする技術の開発に取り組んでいます。

おわりに

コンピュータシステムを人類が手にしてから今日まで、わずか60年ほどしか経っていません。人間の平均寿命に比べられるほどの時間しか歴史を持たない人工物に、我々の文化活動の多くが依存するようになってきていることは驚くべきことです。

今日、書物、音楽、映像の電子化が進んでいます。これらの情報を我々の子孫に受け渡していくことが、人類の歴史の時間スケールで、確実に行えるのでしょうか？ もっと身近な例でいえば、デジカメで記録した電子的な写真ファイルを、無事に次の世代に渡すことができるのでしょうか？ (脚注：光メディアの寿命は保存環境によって大きく変動しますが、CD-Rを含む光メディアのデータ寿命は約30年と見積もられています。)

通常の工業製品は、生産という行為によって、同等の品質のものが生み出されていきます。壊れたら、また作れるという意味で、工業製品は「生き残る」性質をもっていると言えます。工業製品を生み出す工場等の生産拠点も、壊れたら、再建設によって復旧することができるで

しょう。しかしそれは、生産法という「情報」が保たれていればこそです。情報化がいたるところで急速に進展するようになった現在、不測の事態をも考慮しながら、情報を生き残らせる技術を開拓することが必要でしょう。

(かとう かずひこ/コンピュータサイエンス)