



30年後のオペレーティング・システム

清水 謙多郎† 田 胡 和 哉††

今後の計算機技術の発展の要素として指摘できる点は、計算機の処理能力や記憶容量の向上に止まらない。計算機と人間の関係自体が変化していくことが考えられる。分散処理技術の発展は、地球規模の処理系が構築を可能にする。これは、人間間の距離の概念を大きく変えることが予想される。また、人間の直感に訴えるインタフェース技術が発展することが予想される。これは、高並列機によるシミュレーション技術の進歩と相まって、擬似体験の利用の機会が増加することを意味する。これにより、コミュニケーションが容易になる一方で、情報処理機構としての人間の側面が強調されることになり、人間の本質が問い直されることになる。計算機の利用形態の予想に基づき、オペレーティング・システム (OS) 技術の立場からみた、計算機の位置づけ、分散処理技術、並列処理技術およびマン・マシン・インタフェースについて考えてみる。

1. 計算機システムの位置づけ

計算機システム全体の利用形態について考えてみると、それが巨大な道具として計算機を運用すべきであるのか、有能な部下として計算機を運用すべきであるのかが大きな別れ道となる。道具は、どのように優秀なものであっても、自発的に動作することはない。また、みずから変容することもない。一方、部下は、上司と同様の思考過程と、価値観をもつことが要求されている。ただ、仕事の対象がより限定されている点のみが異なる。部下は、上司の思考をある程度再現することができるから、詳細な命令を与えずに仕事を依頼することができ、利用者（この場合の上司）の負担はより軽い。一方、制御しきれなくなる危険性をと

なう。人間と計算機間の情報転送速度に限界があることを考えると、純粹に道具として計算機を利用することには限界があるように思える。

部下としての計算機を実現するためには、価値観をもち、自発的に動作する基本ソフトウェアが必要になる。これが OS の一つの未来像となる。現在の、道具としてのソフトウェアから、部下としてのソフトウェアへの変換を図るのが、技術的チャレンジの対象となる。

2. 広域分散処理

進歩の著しい情報処理のような分野で 30 年後の予測をたてるのはきわめてむずかしいが、少なくとも計算機というものが日常生活のあらゆる面でごく自然に使われていることは明らかである。とくに、今日の電子手帳やパームトップをさらに発展させた個人用の計算機が、各人の知的活動を支援し、また互いに通信するのに利用されるようになる。これらは、各人が持ち歩ける極小型の計算機である。これによって地理的に分散し移動するきわめて多数の計算機が互いに情報交換を行う大規模な分散処理形態が想定される。もちろん、こうした移動体通信だけでなく、さまざまなローカル・エリア・ネットワークが構築され、これらが地球規模の広域網に接続されることになる。

各人が持ち歩く計算機は通信機能を備えていなければならない。したがって、移動中いつでも使える必要があり、光や電波のような媒体が利用されることになる。当然、通信の機密を守るため暗号化などの技術が重要となる。建物内あるいは建物間はもちろん、広域に利用できる公衆網が整備され、全世界規模で利用できるようになる。また、音声、動画、テキストなどあらゆるメディアが統合的に利用されるようになるのはまちがいない。これらの情報表現形式や転送形式に対して

† オペレーティング・システム研究会幹事
 †† 電気通信大学
 † オペレーティング・システム研究会
 †† 日本 IBM 東京基礎研究所

は、ほとんどの機能がチップ化される。動画が転送できるギガビット級のネットワークは、ローカル・エリア・ネットワークはもちろん、主要な広域網でも利用可能となる。

上に述べたような計算機は、オフィスや家庭に置かれた計算機と自由に通信する。また、大画面や立体画面をもつ表示装置やハードコピー装置、超大容量記憶装置は物理的な制約からオフィスや家庭に据え置かれるが、これらを自由に利用することができなくてはならない。分散処理の観点からみると、アクセスしている情報・資源がどこにあると、また自分がどこにしようと、物理的な位置を意識させない処理技術が求められる。通信の方式やネットワークの形態についても同様に使う側からは意識されるべきでない。すなわち、人間の作業環境を物理的な側面から(必要に応じて)完全に切り離すことができなくてはならない。

今日、実用化が進んでいる広域分散ファイル・システムは、情報・資源のスムーズな共有という分散処理の最も基本的な目的を達成する有力な手段となるが、大域的な名前づけだけでなく、信頼性やセキュリティの強化が実際問題としてよりいっそう重視されることは明らかである。将来は、ネットワーク通信速度の飛躍的な向上により、複数の計算機を有機的に結合して並列処理や多重処理を行う技術も次第に実用化されていくものと思われる。各人が最低1台の計算機を持ち歩き、またオフィスや家庭で何台かの計算機を利用する。これらの計算機間はもちろん、必要に応じて他の計算機も合わせた場合によっては地球規模のグローバルな範囲で統合的な分散処理が行えなくてはならない。こうした分散処理技術は、OSの最も基本的な機能として組み込まれ、さまざまな計算機に実装される。

3. 並列処理技術

高並列計算機は、特に、シミュレーションの分野で、種々の自然現象の再現、解析に有効である。計算量の要求に限界はないので、今後も、多数のプロセッサをネットワークによって結合した計算機が実現されると考えられる。このとき、システムを構成するうえでの最も大きな問題は、外部との情報交換速度にあると考えられる。また、非常に多くの計算機が協調して動作するときのマ

クロな振舞い、大規模システムの特徴なども今後の重要な研究テーマである。OSの機能自体の並列化・分散化も求められる。

4. OSの形態

計算機の用途は限りなく広がるから、それだけ違ったOSが必要となる。何から何まで統一したOSが用いられることはありえない。むしろ、ほとんどのアプリケーションで、アプリケーションと一体化した、OSとはいえないようなものが用いられるかも知れない。しかし、汎用の計算機を中心に、ソフトウェアの最も基本的な部分については共通化が図られるものと思われる。今日、OSの標準化というものが現実に進展しつつある。いずれ近い将来、いろいろなメーカーのいろいろな機種 of 計算機に共通したOSが用いられるようになることはまちがいない。

そもそも、OSというものは、それがどういう仕様でどう動いているのか、一般の利用者にいちいち意識されるべきものではない。また、OSがある程度統一されていないと、ソフトウェアの有効利用が行えない。OSに限らず、今後、ソフトウェアは基本的なものほど新しく作られることは次第になくなり、固定化してくるものと予想される。こうした傾向の中で、今日OSと呼ばれているものの基本部分はマイクロコード化され、プロセッサ・チップに組み込まれることが当然考えられる。(シリコン・カーネルとでもいうべきか。)アプリケーションに即した機能やその他の付加的機能は、このシリコン・カーネルの外に実装されるが、こうした機能の多くもチップ化され、必要に応じて付加的に利用することができるようになる。

現在のMVSやUNIX、OS/2のようなOSはもちろん、30年後になくなってしまふことはない。古いプログラムは古いOSで動かす、新しいプログラムは新しいOSで動かすことになる。余談だが、CやFortranも相変わらず利用されているだろう。ただし、これらのOSは新しいOSのエミュレーション機能によって提供される。

5. マン・マシン・インタフェース

計算機の利用インタフェースは、自然言語や図や絵を駆使したものになろう。ただ、どれかに限

定されるというのではなく、好きな方法を選んで利用できる柔軟性が求められるようになろう。計算機に対する入力、音声や指の動きが用いられるが、キーによる入力手段も相変わらず利用されるであろう。いずれにしても、人間の五感に訴えらるべく自然なマン・マシン・インタフェース（人工現実感のようなもの）が提供される。人間に論理的思考をあまり強制しない、2次元や3次元のイメージを主体にしたインタフェースが使われることになる。もちろん、今日のような計算機の利用形態は、人間の思考や生態に影響を与えるであろうが、人間の進化はそれほど速くはないので、さしあたり（少なくとも30年後は）上に述べたような人間にあったインタフェースを提供することになろう。

以上、計算機技術の動向をおおざっぱに予測し、それに基づいて将来のOSについて考えてみた。これ以外にも、光の波動性を利用した超高並列処理、生体情報処理の模倣技術の出現などが考えられる。いずれにしても、計算機が、情報処理を行う物理装置である以上、それを制御するための、さまざまなOSが実現され利用されていくものと考えられる。



清水謙多郎（正会員）

昭和32年生。昭和55年東京大学理学部情報科学科卒業。昭和60年同大学院博士課程修了。理学博士。同大学理学部情報科学科助手を経て、平成2年電気通信大学情報工学科講師。LISPマシンの開発、ジョセフソン計算機向きアーキテクチャの設計に従事。現在は分散オペレーティング・システムに関する研究を行っている。電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会、IEEE各会員。



田胡和哉（正会員）

昭和31年生。昭和56年筑波大学第3学群情報学類卒業。昭和61年同大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。同年同大学電子・情報工学系助手。昭和63年東京大学工学部計数工学科助手。平成2年より日本IBM東京基礎研究所勤務。オペレーティング・システムの設計方式に興味を持つ。昭和60年本学会論文賞受賞。計測自動制御学会、ソフトウェア科学会各会員。



2020年の初夏のある日

松下 温†

大手のコンピュータ・通信機器メーカーに勤めるA氏は、子供が一人いる30歳のシステム開発を担当するプロジェクトリーダーで、将来を嘱望されている。A氏は庭のある70坪の家を郊外に購入し、住宅ローンを一生懸命で返済している。家から電車で20分のサテライトオフィスに毎日通勤している。電車には、ICカードで無人の改札口を

通り、乗車する。車内は130%程度の乗車率で、さほどの混雑もなく、毎日快適に通勤できる。A氏は車内で、電子手帳を取り出し、今日のスケジュールをチェックし、9時からの電子会議のポイントを確認し、新しく気付いた点をメモすると、電車はもうオフィスのある駅へすべり込んでいた。

ICカードにより、会社のセキュリティシステムを通過しオフィスに入る。電子機器満載のデスクにつき、フラットディスプレイ上で、コーヒーを飲

マルチメディア通信と分散処理研究会主査
† 慶応義塾大学工学部計測工学科