

## 解説



## 2010年マルチメディアコミュニケーションと社会

## 1.2 通信とコンピュータ†

相田 仁竹

## 1. はじめに

近年のコンピュータ技術の進展はすさまじい。今回のシンポジウムで話題としている2010年は今から16年後のことになるが、振り返って16年前の1978年にはどうであったかというところ、"超高性能電子計算機"の大型プロジェクトの成功によって日本のコンピュータ技術が世界に追いつき、競争を始めた頃であり、アメリカではCRAY-IやVAX-IIが新しいジャンルのコンピュータを開拓しつつあり、16ビットのマイクロプロセッサがアナウンスされている頃であった。この間のマイクロプロセッサやスーパーコンピュータの性能向上はおおよそ3桁であり、コストパフォーマンスでは4桁近い向上が得られている。20世紀最後の4半世紀はこのようなコンピュータ技術の進展に支えられたコンピュータ文明であったことはだれもが認めるところであろう。

一方この間通信はどうであったかというところ、速度向上はLANがイーサネットからFDDIになって1桁、電話線用モデムが2桁くらいで、デジタル専用線サービスの開始や長距離通信料金の値下げを考へても、コストパフォーマンスは3桁くらいしか改善されていない。このようなコンピュータの性能向上に比べての通信の立ち後れが日本においてコンピュータのネットワーク化、すなわちコンピュータ間での積極的な情報交換を阻害し、情報の囲い込みや「処理偏重主義」の傾向を生んできたといえよう。

## 2. 2010年のコンピュータ・通信技術

さて、2010年のコンピュータ技術や通信技術がどうなっているか、分析的に技術予測をしようとしても、16年も先のことになるときわめて難しい。たとえばプロセッサ本体を例にとっても、電力消費がどうなっているか、スーパーカラヤスーパーパイプラインはどこまで進むか、それらをサポートするコンパイラ技術はどれくらい進んでいるか、さらにGaAsなどSi以外の状況はどうなっているか、それぞれに予測の難しい問題であり、それらを総合した性能予測の精度を上げることはきわめて困難である。

こんなときにはトレンドカーブで割り切ってしまう方がかえってよく当たったりするものである。過去のコンピュータの性能向上をプロットして見ると、メインフレーム、ミニコンピュータ、スーパーコンピュータとジャンルごとに絶対的な性能は異なるものの、いずれも誕生後しばらくの間やや大きな性能向上を遂げるが、その後は安定成長を続ける。この安定成長の時期の性能向上はメインフレームやミニコンピュータの場合でおおよそ4年で2倍の割合である。マイクロプロセッサの場合、まだ大きな成長が続いているように見えるが、今後16年間をならしてこの比率になるとすると、16年間で16倍であり、現在を120 MIPSとして2010年の性能は2000 MIPSとなる。これはかなり低い数字に思えるが、前述の各種の技術予測の指し示す値とそれほど大きく異なっていない。もっともこれはシングルプロセッサの性能であり、1チップの上に複数のプロセッサが乗るようになって、チップとしての性能はもっと高くなっているものと思われる。

これに対して16年後の通信がどうなっているかというところ、NTTの計画、あるいは先日の郵政

† Computer and Communication by Hitoshi AIDA (Department of Information and Communication Engineering, The University of Tokyo).

竹 東京大学工学部電子情報工学科

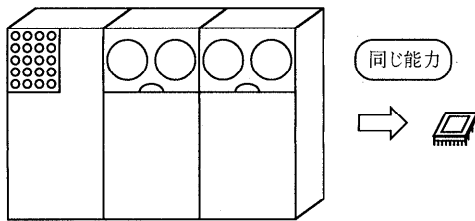


図-1 過去16年間のコンピュータ技術の進歩

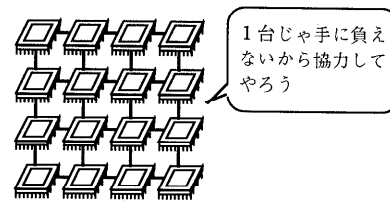


図-2 マルチプロセッサ化

審議会の答申どおりに話が進めば2010年にはすべての家庭に光ファイバが行きわたり、家庭で155 Mbps、大きめの事業所では622 Mbpsあるいは2.4 Gbpsの通信容量が自由に使えるようになる。これはおおよそ現在の1000倍の容量であり、通信料金が現在の数倍の範囲に抑えられるとすれば数百倍のコストパフォーマンスの改善になる。これまでの16年間コンピュータに後れをとってきた通信が今後16年間でその遅れをかなり取り戻すということができよう。ちなみにこの改善には技術革新の要素はほとんど入っておらず、実施するかどうかの社会的決断のみによって達成される改善ということができる。

さて、コンピュータに対する計算需要が今後どれくらい伸びるであろうかということに関しては、米国のHPCCプロジェクトのグランドチャレンジとしてあげられている分野などで、10年間で100倍という数字がでている。これから概算すると、2010年に要求されるスーパーコンピュータの性能は10 TFLOPSから100 TFLOPSぐらいと考えることができる。このようなスーパーコンピュータを形作る要素プロセッサの性能が先ほどのマイクロプロセッサと同程度の性能であるとすると、少なくとも $10^4$ から $10^5$ のオーダの要素プロセッサを結合しないと所要の性能をあげることができない。

このような高い処理能力を必要とする計算を行う場合、現在のスーパーコンピュータのように、ある1つの方式に基づく超高性能のコンピュータをすべての計算用途に用いる方式ももちろん考えられるが、このようなコンピュータがいずれにしてもフラットな構造というよりも階層的なクラスタ構成になる可能性が高いとすれば、積極的に数値計算、画像処理といったそれぞれの計算用途に適した複数のコンピュータをネットワークで結合し、分散処理を行う方がコストパフォーマンスが

よくなる可能性が高い。

もっと身近なところで要求される処理能力としては、ビデオ・オン・デマンドなどで必要とされる、動画の圧縮・伸張処理があげられる。現在すでに使われ始めている家庭用ビデオと同等の品質(352×240ドット)のMPEG1では、30フレーム/秒のフルフレームを汎用プロセッサで処理しようとした場合、伸張処理でも600 MIPS、圧縮処理で1200 MIPSの処理能力が必要といわれている。したがってこれを現状の汎用プロセッサで行うことは無理であり、専用のLSIで行わざるを得ない。この品質であれば無圧縮でのデータ量が60 Mbps程度であるので、高速の伝送路が得られるようになれば無圧縮で送ってしまうことも考えられないではないが、放送品質(720×480ドット)、さらには高品位テレビ(1920×1035ドット)となると、情報量が250 Mbps~1.5 Gbpsのオーダとなり、B-ISDNが行き渡ったとしても無圧縮で送ることは不可能である。この場合必要とされる処理能力は伸張処理で2,000 MIPS~14,000 MIPS程度、圧縮処理では25,000 MIPS~150,000 MIPSに達し、2010年になっても汎用のマイクロプロセッサ1チップで実現するのは無理であろう。

このようなことから、2010年にはコンピュータと通信の関係が現在とはかなり質的に違うものになっていることが予測される。すなわち、1台の大きな計算機が中央にあってすべてをこなしていた時代は去り、ある程度以上大きな仕事は、ネットワークでつながれた複数のコンピュータが互いに情報交換を行い、協力して解決するようになる。その情報交換自体にもかなりの量の処理が必要となり、複数のコンピュータや専用チップが協力してその処理を行わざるを得なくなるものと考えられる。

世の中に多数のコンピュータが存在すること自

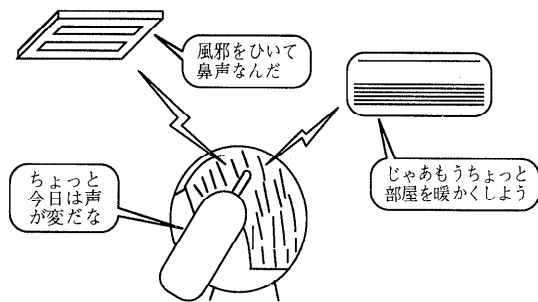


図-3 ユービキタスコンピューティングのアイデア

体は今ではほとんどあたり前のこととなっている。特に最近の日本製の電気機器では、エアコン、洗濯機、炊飯器などどれをとってもほとんどマイコンが内蔵されている。しかし現状ではこれらのコンピュータの間での情報交換はまったくなされておらず、それぞれのコンピュータが自分の持っている情報のみに基づいて判断を行っている。

これに対して、これら「どこにでもある」コンピュータの間でどんどん情報交換を行って、より高度なユーザインタフェースを実現しようというのが Xerox PARC で提唱されているユービキタスコンピューティングの概念である。ユービキタスコンピューティングの世界においては、そもそも独立した「コンピュータ」というものは存在しない。すべてのものにコンピュータが埋め込まれており、それらが互いに情報交換を行っている。たとえばある人が音声ダイヤルの電話機に向かっていて、電話機に内蔵されている音声認識用のコンピュータはその人の声がいつもと違うことに気づき、もう少し精密な分析を他の機器に埋め込まれている暇なコンピュータ群に依頼する。どうもその人が風邪をひいているようだということが分かると、部屋の空調に連絡をとって温度を調節したり（その人が部屋を移動すると当然移動先の部屋の空調も調整される）、昼食の配達弁当の内容を食欲の湧くようなものに変更するよう依頼したりする。

このようにユービキタスコンピューティングの目指すものは非常に賢い秘書のようなものと考えることができる。振り返って考えてみるに、有能な秘書というものは本人あての手紙や電話の大部

分を取り次ぎ、しょっちゅう本人と顔を合わせてその気配を感じとってこそその能力を發揮できる。コンピュータが人間の秘書並みになるためには、特定のコンピュータに対して人間から明示的に与えられた情報を利用するだけでは不十分であり、いろいろな場所でいろいろな機会に与えられたできる限りの情報を収集・交換し合うことがぜひとも必要であるということが納得できるであろう。

### 3. おわりに

従来コンピュータ技術というと、スーパーコンピュータやデータベースマシン、あるいはワークステーションといった、いかにもコンピュータらしいコンピュータについてのみ論じられることが多かったが、将来的にはそのようなコンピュータばかりではなく、コンピュータらしくない、外からは見えないようなコンピュータも重要になってくると考えてユービキタスコンピューティングの考えを紹介した。ご批判いただければ幸いである。

### 参考文献

- 1) (社)日本電子工業振興協会：2001年コンピュータシステム技術に関する調査研究（最終調査報告書）、295 p. (1994).
- 2) Weiser, M.: Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing, Comm. ACM, Vol. 36, No. 7, pp. 75-85 (1993).

(平成7年1月23日受付)



相田 仁 (正会員)

1957年生。1980年東京大学工学部電気工学科卒業。1985年同大学院博士課程修了。工学博士。同大学助手、講師を経て1990年より同大学工学部助教授。この間、1988年～1990年日本学術振興会海外特別研究員としてSRI国際ナショナル（米国）にて海外研修。コンピュータネットワーク、不均質分散処理システム、超並列コンピュータなどの研究に従事。著書「第五世代コンピュータ入門」（共著）、訳書「UNIX 4.3 BSD の設計と実装」、「SUN ネットワーク詳説」（いずれも共訳）など。電子情報通信学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会、IEEE、ACM 各会員。