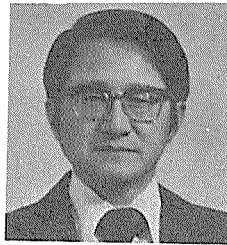


● 振興컬럼

슈퍼 컴퓨터 開發을 위한 基礎研究 投資



金 貞 欽
高麗大 教授 / 理博

限界에 도달한 汎用컴퓨터의 性能

大型컴퓨터의 性能은 이미 그 限界에 도달하고 있다. 그 限界는 이미 17年前인 1969년에 도달하고 있다. 사실 1969年 以來 17年間이나 지났다는데도 汎用 大型컴퓨터의 性能은 겨우 4 배밖에 늘지 않고 있다. IC(集積回路)의 集積度가 5年에도 10倍, 10年에는 100倍, 15年에는 무려 1,000倍로나 늘고 있다는데도 말이다. 믿어지지 않지만 사실이다.

大型컴퓨터의 性能을 나타내는데는 1 MIPS (밧스)란 단위를 쓴다. 1 MIPS란 One Mega Instructions Per Second란 뜻이다. 즉 1秒 동안에 100萬회의 演算을 할 수 있는 能力, 쉽게 말해 1秒 동안에 100萬회의 計算을 할 수 있는 速度를 뜻한다.

IBM이 10MIPS (1秒 동안에 1,000萬번의 計算速度)라는 놀라운 計算速度를 갖는 汎用 大型 컴퓨터인 IBM 360/195를 發表한 것은 1969年度였다. 360이란 機種은 360°, 즉 全天候 機種이란 뜻이다.

즉, 광범한 種類의 문제의 解를 求하는 갖가지 프로그램을 풀어낼 수 있다는 뜻이다. 그래서 이 汎用컴퓨터는 어느 特定한 문제를 풀기 위한 特殊用 컴퓨터 (Special Purpose Computer)의 반대뜻으로 사용되고 있다. 그런 까닭에 汎用 컴퓨터는 特殊用 컴퓨터보다 그 速度가 약간 희생이 된다. 그럼에도 불구하고 IBM 360/195는 汎用 컴퓨터 (all-purpose computer, 또는 general purpose computer) 이면서도 10 MIPS의 性能을 자랑했던 것이다.

그러나 그 뒤로 汎用 大型컴퓨터의 性能은 좀체로 올라가지는 못했다. 1970年에서 1980年에 이르기까지 11年 사이에 開發된 모든 汎用 大型 컴퓨터의 速度는 오히려 10MIPS를 밀들기만 하였었다. 80年代에 들어와서야 겨우 IBM이 약 40MIPS의 汎用機를 발표했을 뿐이다. 이것을 끝으로 적어도 汎用 大型컴퓨터의 性能은 한계에 도달한 것이다. IC쪽이 예컨대 DRAM (Dynamic Random Access Memory, 記憶維持動作이 필요한 隨時 記入, 隨時判讀, 記憶裝置)의 경우, 거의 2年~3年마다 4K, 16K, 64K, 256K, 1M 등 4 배씩 늘고 있는데 비해 汎用 大型컴퓨터의 속도는 이제 거의 그 한계에 도달한 것이다.

슈퍼컴퓨터에도 限界가 왔다.

물론 大型컴퓨터보다 더 빠른 슈퍼컴퓨터 (Super computer)가 없다는 것은 아니다. 예컨대 1976년에 첫 선을 보인 CRAY-1 슈퍼컴퓨터는 160MFLOPS (메가 플롭스)의 計算速度를 자랑한다. 메가 플롭스란 Million Floating Operations Per Second, 즉 浮動小數를 쓴 數字의 演算을 1秒 사이에 100萬回 實行할 수 있는 能力으로서 1MFLOPS는 대략 1MIPS와 그 속도가 같다. 그러니 160MFLOPS란 결국 10자리수 만큼이나 큰 數字를 쓴 $+-\times\div$ 의 計算을 1秒 동안에 1億6,000萬回나 할 수 있다는 뜻이 된다.

일반적으로 50MFLOPS 以上の 計算速度를 갖는 컴퓨터를 슈퍼컴퓨터라 부르고 있는데, CRAY-1 以後, 1981년에는 美國의 CDC社가 피이크 性能 400 MFLOPS의 性能을 갖는

CYBER205를 完成시켰고, 1983년에는 日本의 日立(히다찌)社가 630MFLOPS의 HITACS-810을 完成시켰고, 1984년에는 日本의 NEC(日本電氣)社가 SX2라는 機種을 発表하여 1300M FLOPS(즉 1.3G FLOPS)를 달성하고 있다. 한편 CRAY社도 CRAY-1에 이어 X-MP/48을 開發하여 이에 맞서고 있는데 이런 슈퍼컴퓨터의 性能은 약 1260 MFLOPS 즉 1.26G FLOPS, 1 Giga FLOPS)의 수준에 도달되고 있다. 1 G FLOPS란 결국 1秒 동안에 10億회의 計算을 할 수 있는 能力를 뜻한다.

그러나 그 슈퍼컴퓨터도 아마도 이 1 G FLOPS의 速度가 그 性能의 限界인 것으로 밝혀지고 있다. 적어도 현재의 실리콘 基板을 쓰는 IC(LSI, VLSI 등)를 쓰고 있는 限은 말이다.

왜 울트라 슈퍼 컴퓨터냐?

1秒 동안에 10億회의 計算이란 것은 實은 대단한 計算速度이다. 예전대 10자리수 두개를 筆算으로 곱셈을 한다면 보통 사람의 경우 약 5분이 걸린다. 따라서 10億회를 하는 데는 50億분이 걸린다. 그런데 人生 70年은 겨우 3,680万分에 불과하다. 그러니 일생동안 計算해도 혼자서는 도저히 10億회를 계산할 수는 없다. 도대체 몇사람이 해야만이 10億회의 계산을 할 수 있을까?

사람이 하루 8時間동안 내내 쉬지 않고 計算만 한다 하자. 그러면 이 사람은 하루에 10자리수 두개의 곱셈을 96회밖에 못한다. 1年内내 쉬지 않고 해도 겨우 3万 5,040회밖에 못한다. 따라서 10億회를 하는 데는 2万 8,539년이 걸린다. 人生은 길어야 70年이고, 어릴때와 늙었을 때는 計算을 못할 것이므로 50年만 일한다면 570名이 일생동안 動員되어야만 10자리수 2개의 곱셈을 10億회할 수 있다. 그런데 현재의 슈퍼컴퓨터는 그것을 단 1秒에 해치운다.

그러니 이보다도 컴퓨터가 더 빨라져서 무슨 소용이 있는가 하는 질문이 나올 법도 하다.

그러나 실재는 그렇지 않다. 1초에 10億회를 계산하는 현재의 슈퍼컴퓨터로도 끔찍할 못

할 計算문제는 얼마든지 있기 때문이다.

예전대 氣象予報가 그것이다. 颱風이 밀어닥쳐 올 때 어느 經路로 언제 그 태풍이 濟州道 또는 南海의 어느 場所를 습격할 것인가 하는 것을 현재의 컴퓨터는 미처 계산을 해내지 못한다. 氣象衛星의 写真과 各 測候所에서 얻은 데이터를 종합해서 결론을 내릴 때까지 현재의 最高水準의 컴퓨터를 써도 약 40余時間이 걸린다고 한다. 40余時間이 지나서 計算이 끝났을 때는 그 颱風은 이미 지나가고 난 뒤가 된다. 더구나 40余時間이 걸려 計算했다는 그 計算結果는 15km 정도의 誤差를 갖고 있다는 데는 열린 입이 닫혀지기가 않는다. 따라서 올바른 氣象予測을 하려면 적어도 현재의 컴퓨터의 100배 내지 1万배의 빠른 速度가 필요해진다. 그런데 그 計算速度는 현재의 실리콘(硅素) 基板의 IC 回路로는 더 이상의 向上은 바랄 수 없다는 것이 科學者들의 일치된 見解이다. 어떻게 하면 좋을까?

HEMT의 등장

여러가지 방도가 研究되고 있다. 그 중의 하나는 현재의 실리콘 基板의 半導體 IC대신 이보다 컴퓨터의 計算處理速度가 빠른 갈륨비소(GaAs) 半導體 IC나 조셉슨 素子を 쓰는 방법이다.

計算處理速度가 빠르려면 半導體内에서의 電子速度가 빨라야만 된다. 導體나 半導體内에서의 電子의 速度를 電子移動度라 부르고 있다. 測定에 의하면 실리콘의 電子移動度가 $1,450\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{秒}$ 인데 비해 GaAs 化合物의 電子移動도는 이 값의 5.9배인 $8,500\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{秒}$ 가 된다.

이 速度의 比는 高速道路를 최고속으로 달리는 自動車(스포츠카)의 시속 150km에 대해 제트旅客機의 시속 900km의 比와 맞먹는다. 半導體内에서 電子의 速度가 빠르면 그 만큼 電子回路를 열었다 닫았다 해주는 스위칭 時間이 빠르게 마련되고 또 記憶장치에 記憶시키거나, 그 記憶을 불러내서 읽어내는 時間이 빨라져서 전체의 計算速度가 그 만큼 빨라진다.

이렇게 빠른 電子移動度를 利用한 트랜지스터를 HEMT(High Electron Mobility Transistor, 高電子移動度 트랜지스터)라 하는데 이미

數K비트 정도의 集積度를 갖는 S RAM(static RAM, 記憶維持機能)이 필요없이 한번 기억시켜 두면 시간이 지나도 記憶이 꺼지지 않는 RAM)이 開發되어 高速컴퓨터를 향해 한발자욱 전진하고 있다. 이 S RAM은 溫度를 -196°C 로 冷却(液体窒素의 液化溫度 -210°C 로 冷却可能)시켜주면 데이터의 記憶 및 읽어내기에 걸리는 時間이 100億分の 9 초로 무척이나 짧게 만들 수가 있다.

조셉슨 素子

또 하나의 未來型 電子素子인 조셉슨 素子이다. 이것은 絶對零度(-273°C)부근이라는 超低温에서 일어나는 現象을 이용한 素子이다. 「니오브」와 같은 特殊金屬 또는 合金을 -270°C 부근의 낮은 溫度로 냉각시켜주면 超伝導現象이 일어난다. 超伝導現象이란 金屬의 電氣抵抗이 0이 되는 現象이다. 이 때 超伝導現象을 일으키는 두 金屬사이에서 매우 얇은 絶緣體를 끼워주면 터널 效果라는 物理現象이 일어나 스위칭 역할을 해준다. 이것을 조셉슨 效果라고 부르는데, 이 스위칭 效果를 일으키는 시간은 무척이나 짧아 1兆分の 20초 정도로나 빠르다. GaAs의 경우에 比해서도 약 50分の 1이나 빠른 속도였던 것이다.

이런 빠른 동작을 하는 電子素子를 쓸 수만 있다면 컴퓨터의 계산속도는 현재것의 100배 내지 1만배 정도 빠르게 할 수도 있다. 그렇게 된다면 氣象予報의 경우 1.5km의 오차로 단 數分사이에 태풍의 진로를 정확히 계산해낼 수 있는 超高速 컴퓨터(Ultra Super Computer)도 만들어 낼 수 있을 것이다. 理論上으로는 이 스위칭 時間은 1兆分の 6秒 정도로까지 짧아질 것이 예상되고 있다.

이 조셉슨 素子는 이 以外에도 消耗電力이 실리콘의 경우에 比해 數천分の 1이나 적게 들어 高密度 集積回路를 만들어도 熱이 발생치 않는다는 長点도 있는 등 크게 그 장래가 有望視되고 있다. 그러나 현재로서는 그 成敗는 判가름하기가 매우 힘들다.

非노이만型으로의 革命

또 한가지의 方法은 현재와 같은 노이만型 컴퓨터의 計算方式을 벗어나는 일이다.

周知하는 바와 같이 현재의 컴퓨터는 폰 노이만 博士가 提唱한 방식을 基本으로 하고 있다. 이 방식에서는 演算時마다 명령은 단 한가지밖에 실행할 수가 없게 되어 있다. 그래서 명령을 한계단 한계단 토막토막으로 순서에 따라 실행해야 하기 때문에 同一種의 計算을 대량으로 執行하는데는 맞질 않는다. 또 사람의 경우라면 힘들지 않게 할 수 있는 綜合判斷이나 認識 등을 할때도 在來式 컴퓨터로는 터무니 없이 많은 단계를 밟아야 한다. 그래서 프로그램이 무척이나 巨大化된다.

그래서 CRAY-1 슈퍼컴퓨터에서는 이런 문제를 해결하는 方途의 하나로써 동시에 並列해서 動作하는 12個의 演算 유닛과 計算의 도중에 얻어진 값을 축적해두는 多數의 레지스터 群을 쓰고 있다. 즉 多數의 演算部를 이용해서 동시에 複數의 演算을 並列로 처리하게 되어 있다.

또 演算速度를 올리기 위해서는 高速IC를 쓰는 것은 물론이려니와, 素子間의 配線距離를 短縮할 수 있도록 円筒型의 독특한 構造를 갖는 등 演算速度 향상을 위해 고심하고 있다.

이런 노력끝에 1 G FLOPS 水準의 슈퍼컴퓨터는 가능해졌지만, 科學者들은 앞서 말한 GaAs半導體IC, 조셉슨素子를 활용하고, 또 새로운 컴퓨터의 設計思想(Architecture)를 導入해서 더빠른 超高速 컴퓨터를 만들어 내려하고 있다.

이런 새로운 設計思想에 의하면 앞으로의 컴퓨터는 사람처럼 联想도 하고 推理도 하고 學習도 할 수 있는, 말하자면 人間의 두뇌에 더욱더 가까운 機能을 갖는 것이 되리란 것이다. 이런 컴퓨터를 第5世代의 컴퓨터라 한다.

우리 나라에서는 아직도 슈퍼컴퓨터나 第5世代 컴퓨터에는 전연 손을 대지 못하고 있다. 그러나 앞으로 10大 技術大國이 되기 위해서는 이 방향의 基礎研究는 꼭 필요하게 된다. 따라서 당장 필요한 製品開發 外에 이런 未來型 컴퓨터를 위한 基礎研究에 研究開發費를 투입하는 것은 물론이려니와 이를 위한 많은 人材養成과 研究雰圍氣 조성은 무엇보다도 요구되고 있는 것이다.