

#5 性能向上、ブレイクスルー、集中と分散

Yutaka Yasuda, 2004 spring term

地球シミュレータ

- <http://www.es.jamstec.go.jp/esc/jp/outline.html>
- 超並列アプローチ
 - 8台のスパコンからなる計算ノードを高速ネット で640台接続
 - 5120のスーパーコンピュータで並列計算
- 何故今このようなスタイルの計算機が？
(極端に大きな処理能力を実現する手法としてこのスタイルを採った理由は？)

繰り返し処理

- (一般的) コンピュータの特長
 - 単純な装置で複雑な処理を可能にする
- 役割分担の存在
 - ハードウェアは単純なもので実現
 - 複雑さはソフトウェアによって実現
 - 複雑な処理は単純な処理の組み合わせや繰り返しに分解
 - これがコンピュータのハードウェアに高速性が求められる理由
- 繰り返し処理の例
 - 二進での多数桁の足し算

二進での筆算

234+456=690 は?

- 筆算は「一桁演算の繰り返し」へ単純化する例
- 10進で3桁の足し算を分解
 - 10進1桁の足し算を三回(繰り上がり込み)
- 2進では9桁、足し算も9回

234 (11101010) + 456 (111001000) = 690

	1	1	1	0	1	0	1	0	
	+	+	+	+	+	+	+	+	
1	1	1	0	0	1	0	0	0	
=	=	=	=	=	=	=	=	=	
1	10	10	1	0	10	0	1	0	
+1	+1				+1				
1	0	1	0	1	1	0	0	1	0

二進での計算

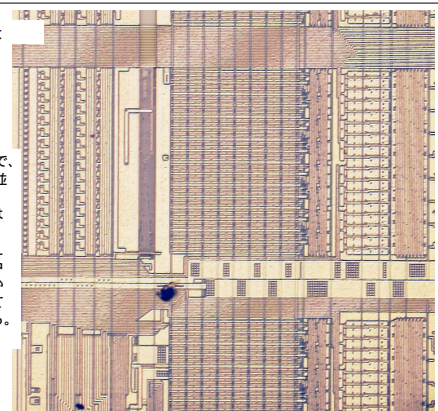
234 (11101010) + 456 (111001000) = 690

	1	1	1	0	1	0	1	0	
	+	+	+	+	+	+	+	+	
1	1	1	0	0	1	0	0	0	
=	=	=	=	=	=	=	=	=	
1	10	10	1	0	10	0	1	0	
+1	+1				+1				
1	0	1	0	1	1	0	0	1	0

- このような方法(筆算)で処理を行なう場合、
 1. 一つの素子を9回使い回して処理する
 2. 素子を9つ並べて一回で処理するかのいずれかとなる。

CPU回路の拡大

64bit CPUなので、同一回路が64並列で並ぶ。目に映る回路は16並列なので、恐らくこの見えている構造の中に4つずつ何かの回路がきていると思われる。

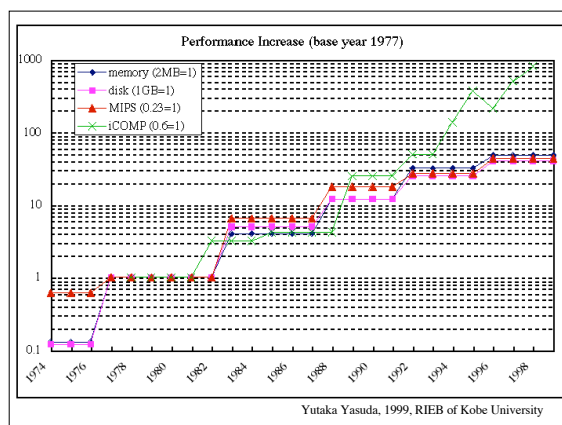


性能 (処理速度) は何で決まるか

- ビット並列度を高める
 - 性能 = 回路の複雑さに直結
- 繰り返し周期をより短く
 - 性能 = 短い繰り返し周期 = 高速な回路に直結
 - Intel 4004 (1971) の 108KHz から 3GHz 程度に
 - より細く短い配線 : 電気の伝わる速度
 - より小さな回路 : 素子が機能する最短時間
- とともに技術的困難さと価格の問題に直結

マイクロプロセッサ

- いわゆるCPU
 - 半導体の微細化、集積化による高速化技術を追及
 - 他の高速化手法を大きく抜いて成功
 - チップ価格 = 開発費用 / 生産数
 - 共通品、量販品としての PC の成功
 - 最高速製品が最廉価品であるという矛盾
- 参考
 - 「マイクロプロセッサのテクノロジー」 Intel
 - <http://www.intel.co.jp/jp/home/technology/processor/index.htm>



さらなる高速化と限界

- 半導体技術における微細化と高速化
 - Moore, 1965 : 半導体回路の集積度は18-24ヶ月ごとに倍になる
 - 現行は 0.13 μm 程度の配線幅
 - 静電気ですら簡単に配線を壊してしまう
- 熱問題
 - 過去において、微細化と高速化は同義だった
 - 熱の集中 : あの面積に 100W 程度集めると？
 - リーク電流による熱問題の増大

ブレイクスルー

既存技術の限界を別の視点から
打ち破る動きが必要な時がある

並列分散・グリッド・P2P

- 並列処理
 - 単体プロセッサ依存というモデルからのシフト
 - 複数のプロセッサを同時に利用するモデル
- グリッド
 - 大量のコンピュータを集めて大きな計算資源を
 - 「汎用計算資源」を構築できる可能性
- P2P
 - 互いに対等なコンピュータを接続して協調動作
 - サーバ・クライアントとは異なる新しいモデル

集中と分散、技術のバランス

- 集積回路への技術集中
 - 従来手法での高速化の限界
- それを補う処理能力向上の手法
 - 並列処理・分散処理
(実は両者は同じもの)
- 素子・デバイス技術のブレイクスルー
 - 光スイッチ、Millipede、etc..
- 歴史
 - 計算機が実用化されて50年
 - そのダイナミズムを感じる
 - 次の判断をその波の上で行う感覚が求められている