

平成 18 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[計算機工学]

1. プロセッサにおけるパイプライン化の効果について以下の問いに答えよ。

【 25 点】

命令の種類とその発行割合、必要なサイクル数が表 1 のプログラム実行について考える。

(1) プロセッサ A はパイプライン化されておらず、クロックサイクルは 5 ナノ (10^{-9}) 秒とする。プロセッサ A の命令スループット (1 秒間あたり平均実行命令数) を求めよ。

図 1 は、5 ステージのパイプライン処理における命令の理想的な進行を表している。図 1 中網かけされている命令は必要サイクル数が 4 のものを、それ以外は 5 サイクル必要であるものを表している。例えば、命令 i はサイクル c においてステージ 1 の処理を行っており、サイクル $c+4$ においてステージ 5 の処理を行っていることを示している。

命令の種類	命令の発行割合	必要サイクル数
算術演算	40%	4
分岐	20%	5
メモリアクセス	40%	5

表 1

ステージ

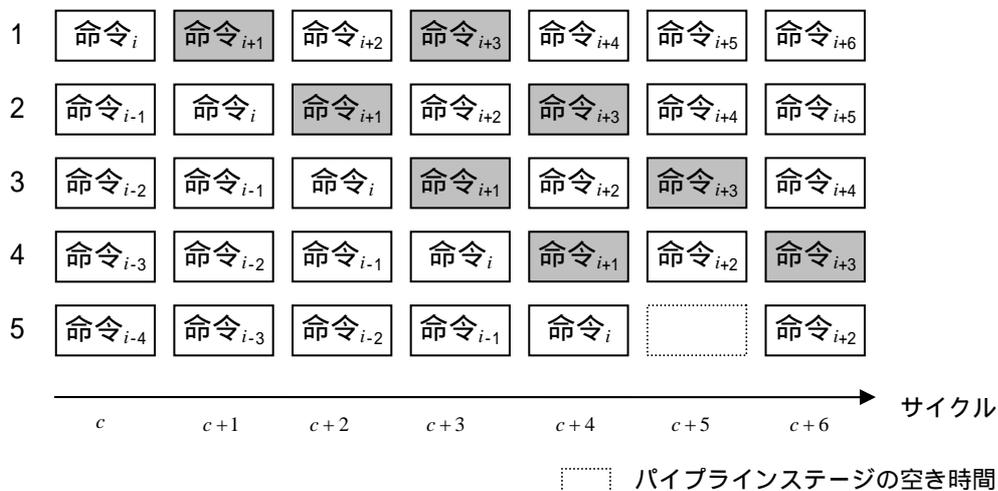


図 1

(2) プロセッサ B は 5 ステージにパイプライン化されていて、全ステージは図 1 のように並列実行可能とする。ただし、パイプライン化によりプロセッサ A に比べて 1 クロックサイクルが 1 ナノ秒増えるとする。それ以外の要因での処理の遅延はないものとする。プロセッサ B の命令スループットを求めよ。

(3) プロセッサ C は分岐命令に関して 3 ステージ分ストール(遅延)する。他の条件はプロセッサ B と同じである。すなわち、5 ステージにパイプライン化されていて、全ステージは図 1 のように並列実行可能であり、パイプライン化によりプロセッサ A に比べて 1 クロックサイクルが 1 ナノ秒増え、それ以外の要因での遅延はない。プロセッサ B に対するこのハザードのオーバーヘッドを求めよ。ただし、ここでのオーバーヘッドは、

$$\frac{\text{ハザードがある場合の1命令あたりの平均実行時間}}{\text{ハザードがない場合の1命令あたりの平均命令実行時間}} - 1$$

とする。

(4) 主要なパイプラインハザードを三つ挙げ、その原因と対処法について論ぜよ。

2. 次の各用語について、それぞれ数行程度で説明せよ。

【25点】

- (1) VLIW(Very Long Instruction Word)
- (2) マイクロカーネル
- (3) MPI(Message Passing Interface)
- (4) スヌープキャッシュ
- (5) DMA(Direct Memory Access)

論点 [計算機工学]

- 1 . 大部分のプロセッサに採用されている高速化手法であるパイプライン方式について、その効果を定量的に捉えることが出来るかを問う。更に、パイプラインの様々な乱れとその原因、対策の理解を問う。
 - (1) 1命令当たり平均して必要となる時間を求め、そこからスループットを求める。
 - (2) パイプライン化によるオーバーヘッドを考慮したスループットの計算。
 - (3) パイプライン処理に於けるストールによるペナルティの計算。
 - (4) 構造ハザード、データハザード、制御ハザードのそれぞれについて原因と可能な対策を述べる。

- 2 . 計算機工学に関連する用語(プロセッサアーキテクチャ、オペレーティングシステム構成法、メッセージ通信規格、キャッシュー貫性制御機構、データ転送方式)に関する理解を問う。