

# 命令の再発行を可能にする命令ウィンドウの初期評価

佐藤 寿倫†

近年、データ依存関係の投機実行が注目を集めている。データ依存関係の投機実行を実現するには、以下の二つの機構が必要である。一つは各命令の実行結果を予測するデータ値予測機構である。もう一つは、データ値の予測に失敗した時にプロセッサを投機状態から正しい状態に回復させるための機構である。本稿は後者を実現する命令ウィンドウについて述べている。投機実行に失敗した命令を命令ウィンドウ内部で再発行することにより、ミスペナルティの小さな機構を実現している。

## Preliminary Evaluation of an Instruction Reissue Mechanism

TOSHINORI SATO†

### 1. 命令の再発行を可能にする命令ウィンドウ

プロセッサ状態を回復させるためには、従来分岐予測の失敗からの回復に用いられているように、命令を破棄すればよい。しかし、そのような機構を用いた場合、以下の2点が問題となる。まず、データ依存の投機失敗によるミスペナルティは分岐予測失敗によるそれと比べて非常に大きいことである。そして、投機に失敗した命令と依存関係のない命令までも破棄するため、有意義な演算結果も捨てられてしまうことである。われわれは上記の問題を検討し、投機に失敗した命令と依存関係にある命令だけを選択し、それらの命令を命令ウィンドウ内部で再発行させる機構を考案した<sup>1)</sup>。図1に命令ウィンドウの1エントリを示す。命令スケジューリングの詳細は1)を参照されたい。

Source Operand 1			Source Operand 2			Destination	
Ready	Tag	Content	Ready	Tag	Content	Register	Content
Dispatched	Functional Unit	Executed	Predicted	Reissued	Program Counter		
Yes/No	Unit Number	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Content		

図1 命令再発行可能な命令ウィンドウ

### 2. シミュレーション結果

仮想的なデータ値予測機構を用いて行なったシミュレーション結果を示す。この予測機構は、レジスタファイルに演算結果を書き戻す全ての命令の予測を行っており、予測精度を90～98%まで変化させてシミュレーションを行なった。プロセッサモデルは1)を参照されたい。図2に命令を破棄した場合のプロセッサの性能向上率を示す。ほとんどの場合でプロセッサの性能が低下しており、データ依存の投機実行による効果が得られていない。図3に命令を再発行した場合の結果を示す。前者と対比的にプロセッサの性能が著しく向上していることが確認できる。

### 3. まとめ

命令の再発行を可能にする命令ウィンドウをシミュレ

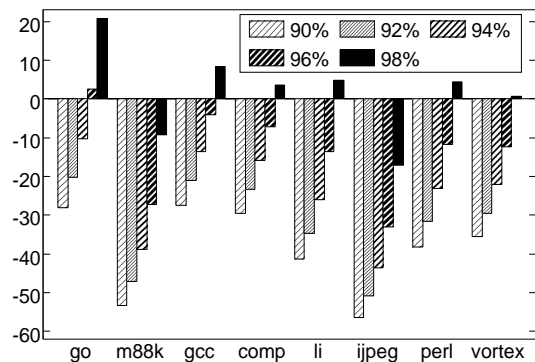


図2 (%)性能向上率(破棄)

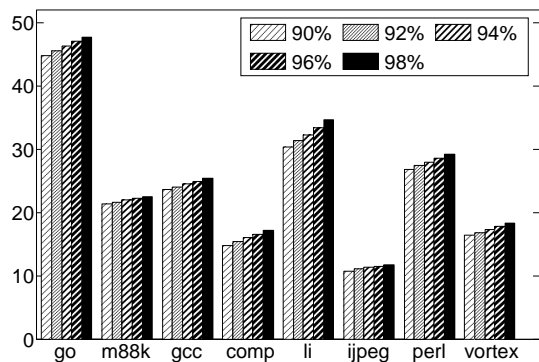


図3 (%)性能向上率(再発行)

シミュレーションにより評価した。データ依存の投機失敗の回復する際に命令を破棄するとプロセッサの性能は意図とは逆に低下してしまう。命令の再発行を行なうと、プロセッサの性能は著しく向上することが確認できた。以上により、提案する命令ウィンドウの効果を確認できた。

### 参考文献

- 1) 佐藤寿倫: アドレス名前替えによるロード命令の投機的実行, 並列処理シンポジウム JSPP '98 予稿集, (1998).

† 東芝マイクロエレクトロニクス技術研究所  
Toshiba Microelectronics Engineering Laboratory  
toshinori.sato@toshiba.co.jp