

Arquitetura e Organização de Computadores II

Predição de desvio

Prof. Nilton Luiz Queiroz Jr.

Desvios

- Instruções de desvio provocam queda do desempenho do pipeline
 - Não é possível de se conhecer o destino da próxima instrução sem que antes a instrução de desvio seja calculada;
- Os desvios e as trocas de fluxo podem ser de quatro tipos:
 - Desvios condicionais;
 - Desvios incondicionais;
 - Chamada de procedimentos;
 - Retorno de procedimentos;



Desvios

- Desvios incondicionais, chamadas e retorno de procedimentos são mais simples de serem resolvidos quando os destinos fazem parte da instrução;
 - Carregar o PC com o valor;
- Quando estão em registradores é necessário aguardar a execução do desvio para atualizar o próximo pc



Desvios

- Desvios condicionais precisam de avaliação antes de determinar o caminho;
 - A maior parte dos desvios são condicionais;
- Esses desvios podem ser decididos de maneiras estáticas ou dinâmicas;



Previsão de desvios

- Tenta-se prever o comportamento dos desvios;
- A previsão de desvio pode ser feita de diferentes maneiras:
 - Previsão estática;
 - Previsão dinâmica;
 - Em dois níveis;
 - Combinada;



Previsão de desvio

- Previsão estática:
 - Prevê-se o comportamento no momento da compilação;
 - O principal modo de aplicação é o uso de informações de perfil coletadas das execuções anteriores;
 - Outras maneiras são:
 - Assumir o desvio como não tomado;
 - Assumir o desvio como tomado;
 - Baseada no opcode
 - Tem menos prejuízos com pipelines menores;



Previsão de desvio

- Previsão dinâmica:
 - Usam informações da execução para tomar ou não desvios;
 - Coletam informações de desvios
 - Usualmente são mais eficientes que as estáticas;
 - Armazenam as informações em pequenas tabelas ou registradores;



Previsão de desvio dinâmica

- Tabela de histórico de desvio

- Analisa as k ultimas ocorrências de um desvio e realiza a previsão baseado nelas;
- Os k resultados mais recentes tomados por cada desvio são armazenados numa tabela;
- Quando uma nova instrução tiver início (for buscada), ela é pré decodificada e o rumo a ser tomado é o presente na tabela;
 - A tabela é indexada com os bits menos significativos da intrução;
- No estágio de execução o estado da BHT é comparado com o resultado de desvio;
 - Nesse estágio, quando a previsão for feita de maneira errada, será descartada a instrução seguinte e buscada a próxima;
 - É também atualizada a tabela;
 - Caso contrário a instrução prossegue normalmente;



Previsão de desvio dinâmica

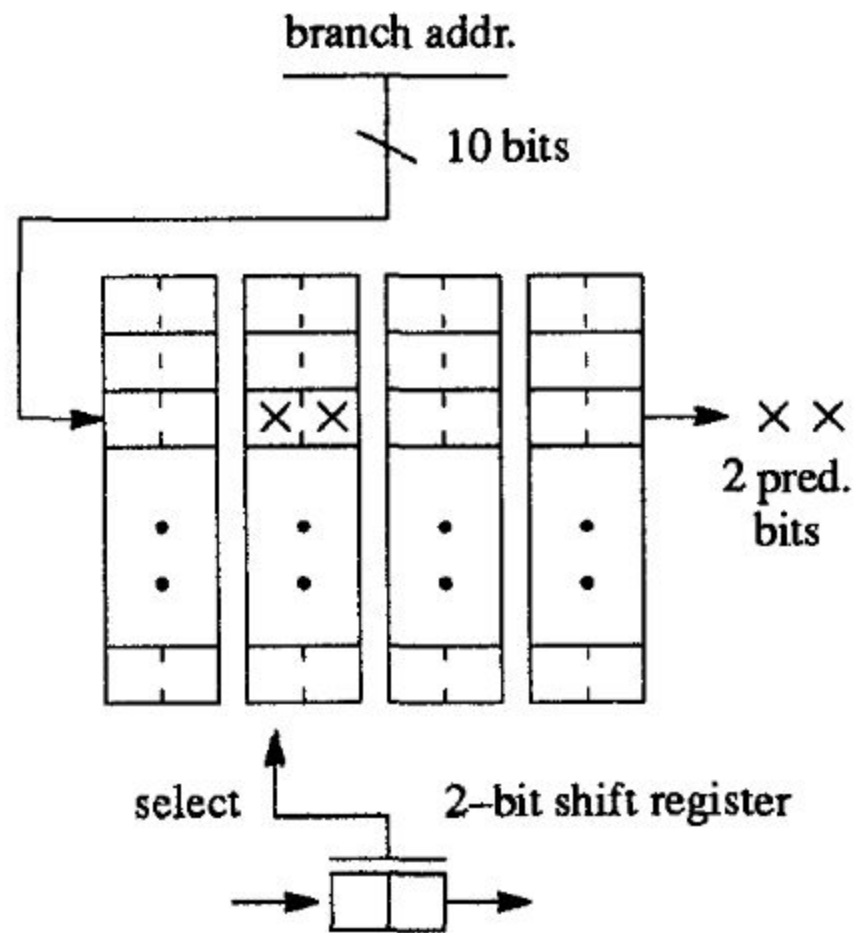
- Tabela de Histórico de desvios:

- Evolução das tabelas que contém os desvios;
- Também denominada de BTB (branch Target Buffer)
- Possui 3 campos:
 - Endereço da instrução de desvio;
 - Estado de uso da instrução e endereço da instrução alvo;
 - Endereço da instrução alvo, ou a própria instrução alvo;
- Funciona da seguinte maneira:
 - Busca-se a instrução na tabela;
 - Prevê em função do histórico na tabela;
 - Previsão diz que o desvio será tomado então toma o desvio;
 - Caso contrário não toma o desvio;
 - Após o estágio de execução pode ser corrigido o caminho e atualizada a tabela;

Predição de desvio dinâmica

- **Previsores de dois níveis**
 - Usam o comportamento de outros desvios para fazer uma previsão;
 - Também chamados de previsores de correlação;
 - Esses previsores acessam informações sobre o comportamento da maioria dos desvios recentes;
 - Em geral tem um esquema que usa os últimos m desvios para escolher dentre 2^m tabelas de desvio com n bits de previsão para cada entrada da tabela um;
 - Um esquema desse é chamado de **esquema de previsão (m,n)**;
 - **Requerem uma tabela para armazenar a previsão;**
 - **Tabela de previsão de desvios (Branch prediction table - BPT);**





Previsão dinâmica

- **Previsores de torneio**
 - Combinam predição de desvio global e local;
 -
 - Uma predição para cada tipo de branch;
 - Marcar qual previsor é o melhor para cada desvio;
 - Uma alternativa é contar qual preditor acertou mais;
 - Um seletor escolher qual previsão usar para cada desvio;



Previsão de desvio

- Preditor de desvio do core i7
 - Predição em dois níveis:
 - Primeiro nível menor;
 - Projetado para atender às restrições de ciclo de prever um ramo a cada ciclo de clock;
 - Segundo nível maior;
 - Usado como backup;
 - Ambos combinam três preditores diferentes que funcionam como um preditor de torneio:
 - Preditor simples de 2 bits;
 - Preditor global;
 - Igual a predição em dois níveis
 - Preditor de saída de loop;
 - Usa um contador para prever o número exato de desvios tomados;
 - Faz isso para desvios detectados como loops;

Referências

PIZZOL, Guilherme dal. Previsão de desvios em arquiteturas multitarefas simultâneas. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

Tse-Yu Yeh and Yale N. Patt. 1991. Two-level adaptive training branch prediction. In Proceedings of the 24th annual international symposium on Microarchitecture (MICRO 24). ACM, New York, NY, USA, 51-61.

PATTERSON, D. A.; HENNESSY, J. L. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface. Fourth edition.

PATTERSON, D. A.; HENNESSY, J. L. Computer Architecture: A Quantitative Approach. Fifth Edition

