

Instruction set synthesis with efficient instruction encoding for configurable processors

Referência: Jong-Eun Lee, Kiyong Choi, Nikil D. Dutt; "Instruction set synthesis with efficient instruction encoding for configurable processors"; TODAES: Volume 12, Issue 1, Article No. 8 (January 2007).

Aluno: Breno Piva Ribeiro RA:069254

O trabalho em questão trata da síntese de conjunto de instruções para processadores configuráveis. Processadores configuráveis são processadores *específicos para a aplicação* que podem ter diversos parâmetros – como, por exemplo, o conjunto de instruções – facilmente modificados durante o projeto, de modo a melhorar a utilização dos recursos pela aplicação.

A customização de conjunto de instruções (CI) é a criação de um CI para um processador configurável, específico para uma aplicação. O processo consiste em determinar quais novas instruções seriam potencialmente úteis para serem incluídas no CI e quais instruções devem ser removidas do CI original. O projeto automático de tais CIs é chamado de síntese de CI.

O trabalho apresenta um framework para a síntese de CI que elimina o custo de re-engenharia, que num processo típico de customização de CI seria inevitável, através da utilização de uma abordagem centrada na estrutura, isto é, tentando melhorar o processador apenas modificando o CI para um dado datapath. Além disso, o framework busca otimizar a codificação das instruções, gerando CIs econômicos em relação ao tamanho das instruções.

Macroscopicamente, podemos ver o processo de síntese, realizado pelo framework, da seguinte forma: um subconjunto do CI original é escolhido, formando o que é chamado de CI básico; a aplicação é re-compilada em assembly do CI básico; as informações sobre a estrutura do datapath, o CI básico (anotado com informações sobre utilização de recursos de hardware) e o código da aplicação re-compilado (juntamente com informações sobre o perfil de execução da aplicação, caso o objetivo seja desempenho) são dados como entrada para o framework que baseado nestas informações e na análise de padrões no código re-compilado, gera uma biblioteca de instruções mais complexas (instruções-C) que realizam as mesmas ações que uma sequência de instruções básicas; por fim, um subconjunto das instruções-C obtidas é selecionado formando o CI sintetizado.

A seleção de um subconjunto da biblioteca de instruções-C deve ser realizada, devido à limitação do espaço para codificação de instruções. Obviamente, o subconjunto selecionado deve ser aquele que proporcione o melhor desempenho possível na execução da aplicação e, portanto, a seleção das instruções pode ser visto como um problema de otimização em que o objetivo é a maximização do benefício gerado pelo conjunto de instruções-C selecionadas. Para isso foi utilizada uma formulação em Programação Linear Inteira (PLI) e um Algoritmo Heurístico (AH). De acordo com os testes realizados, os desempenhos de ambos os algoritmos se mostraram bastante semelhantes.

Alguns experimentos foram realizados para testar a eficiência dos CIs sintetizados pelo framework. Nestes experimentos foram utilizados os processadores SH-3 e MIPS e como domínios de aplicações foram usados: aplicações multimídia (H.263 e JPEG) de controle intensivo (ADPCM) e de criptografia (DES). Os resultados mostraram que a utilização do CI sintetizado proporcionou uma melhora do desempenho de 20~40% para aplicações multimídia e de 4~16% para outros domínios no caso do SH-3 e uma melhora de 20~40% para aplicações multimídia e de 6~10% para outros domínios no caso do MIPS.

Esse trabalho é bastante relevante, pois apresenta um framework para síntese de CI para processadores baseados em RISC utilizando uma abordagem estrutural e levando em conta a codificação das instruções, características que não foram reunidas em nenhum outro trabalho e, além disso, a customização de CI tem atraído a atenção da indústria e da academia devido à crescente utilização de processadores configuráveis.

Apesar de não existir nenhum outro trabalho que reúna as características apresentadas por esse framework, acredito que deveria ter sido algum teste para comparar o desempenho do CI sintetizado pelo framework com o CI obtido utilizando um método apresentado em algum outro trabalho desenvolvido para processadores baseados em RISC e que utilize uma abordagem centrada na estrutura. Desta forma seria possível avaliar o ganho de desempenho decorrente da utilização do framework, em comparação com outro método.