The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Code Generation Method for Embedded Processors with Application Domain Specific Instruction Set
Author(s)	Tanaka, Hiroaki
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/23435
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【10】

氏　　名	田　中　浩　明（たなか ひろあき）
博士の専攻分野の名称	博　士（情報科学）
学　位　記　番　号	第　２２１４９　号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年３月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第４条第１項該当 情報科学研究科情報システム工学専攻
学　位　論　文　名	Code Generation Method for Embedded Processors with Application Domain Specific Instruction Set （特定応用分野向けの命令セットを持つ組込みプロセッサのためのコード生成手法）
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　今井　正治 （副査） 教　授　尾上　孝雄　　教　授　山田　晃久　　准教授　武内　良典 株式会社東芝主務　繁田　良則

論 文 内 容 の 要 旨

近年の組込みシステム開発では、短期間で高いコスト性能比を達成する製品を開発するために、特定分野向けの命令セットプロセッサ（Application Spefic Instruction set Processor, ASIP）が利用されている。ASIP は特定分野に特化した命令セットを持つため対象のアプリケーションを効率的に実行でき、また、ソフトウェアの変更によってさまざまなアプリケーションを実現できる。しかしながら、ASIP を用いた組込みシステム開発では、ASIP で実行する応用プログラムの開発工数が膨大になる問題がある。汎用のプロセッサの応用プログラムの開発では、一般的に、高級プログラミング言語でプログラムを記述し、コンパイラによってプロセッサが実行可能なプログラムを生成する。一方、ASIP の応用プログラムの開発では、高級プログラミング言語で記述されたプログラムからのコンパイラによる特定分野向けの命令を利用したアセンブリコードの生成が難しいため、アセンブリ言語での応用プログラムの開発が一般的である。アセンブリ言語でのプログラムの開発は、高級プログラミング言語でのプログラムの開発よりも膨大な開発工数がかかるため、特定分野向けの命令を利用するコード生成手法が要求されている。

本論文では、特定分野向けの命令セットを持つ組込みプロセッサのためのコード生成手法を提案する。第３章では、コンパイラによる特定分野向け命令の生成を容易にするために、プログラム中で特定分野向けの処理を記述できるように拡張した高級プログラミング言語を定義し、コンパイラによってアセンブリコードを生成する手法を提案している。ブロック浮動小数点算術を利用するためのプロセッサを対象として、ブロック浮動小数点算術演算を記述できるように高級プログラミング言語を拡張している。対象プロセッサはブロック浮動小数点算術演算命令を有しており、提案するコード生成手法では、プログラム中のブロック浮動小数点算術演算を対象プロセッサの命令に変換し、特定分野向けの命令の生成を実現している。第４、５章では、汎用の高級プログラミング言語のプログラムから、コンパイラによって特定用途分野向けの命令を自動的に生成する手法を提案している。メディア処理向けプロセッサを対象として、高級プログラミング言語で記述されたプログラムから、並列に実行可能な演算を抽出し、メディア処理向けの並列演算命令である SIMD 命令に対応させ、SIMD 命令を利用するコードを生成する。本論文では、メディア処理向け命令の最適なコード生成、および、短時間でコード生成するための発見的なコード生成を提案している。提案す

るコード生成手法では、メディア処理向け命令を有効に利用し、利用しない場合と比較して大きな性能向上を達成している。

本論文で提案する手法では、高級プログラミング言語でのアプリケーションの開発を可能としながら特定分野向けの命令を利用することができ、ASIP のアプリケーション開発を効率よく行うことができる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年、組込みシステムの分野で要求の高まっている特定分野向け命令セットプロセッサ（Application Specific Instruction set Processor：ASIP）に対して、その応用プログラム開発環境のコード生成手法に関する研究をまとめたものであり、以下の主要な結果を得ている。

⑴特定分野向けの命令セットを持つ組込みプロセッサのためのコード生成手法

コンパイラによる特定分野向け命令の生成を容易にするために、プログラム中で特定分野向けの処理を記述できるように拡張した高級プログラミング言語を定義し、コンパイラによってアセンブリコードを生成する手法を提案している。特にブロック浮動小数点算術を利用するためのプロセッサを対象として、ブロック浮動小数点算術演算を記述できるように高級プログラミング言語を拡張している。対象プロセッサはブロック浮動小数点算術演算命令を有しており、提案するコード生成手法では、プログラム中のブロック浮動小数点算術演算を対象プロセッサの命令に変換し、特定分野向けの命令の生成を実現している。

⑵コンパイラによる特定用途分野向け命令の自動生成手法

汎用の高級プログラミング言語のプログラムから、コンパイラによって特定用途分野向けの命令を自動的に生成する手法を提案している。特にメディア処理向けプロセッサを対象として、高級プログラミング言語で記述されたプログラムから、並列に実行可能な演算を抽出し、メディア処理向けの並列演算命令である SIMD 命令に対応させ、SIMD 命令を利用するコードを生成する。本論文では、メディア処理向け命令の最適なコード生成、および、短時間でコード生成するための発見的なコード生成を提案している。提案するコード生成手法では、メディア処理向け命令を有効に利用し、大きな性能向上を達成している。

以上のように、本論文で提案している特定分野向け命令セットプロセッサ向け応用プログラム開発環境のコード生成手法を用いることにより、当該分野での高級プログラミング言語からの特定分野向け命令の利用の知見に貢献し、また従来問題であった、組込みシステムにおける応用プログラム開発の膨大な工数の削減に対しても貢献するものと期待できる。以上のことから、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。