

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 24 日現在

機関番号：34315

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22800071

研究課題名（和文） 組み込みシステム向けコンポーネントシステムを用いたシステムレベル設計

研究課題名（英文） System level design using embedded component system

研究代表者 安積 卓也（AZUMI TAKUYA）

立命館大学・情報理工学部・助教

研究者番号：40582036

研究成果の概要（和文）：

携帯電話、家電、自動車などの組み込みシステムは、大規模化、複雑化しており、組み込みソフトウェアと同様にハードウェア設計の生産性も重要な問題である。本研究課題では、ソフトウェアの生産性を向上する組み込みシステム向けのコンポーネントシステム（TECS）を活用し、ソフトウェア資源をハードウェア設計に直接利用することでハードウェア設計を効率化するフレームワークの研究・開発を行った。

研究成果の概要（英文）：

The size and complexity of the embedded systems such as mobile phones, home electrical appliances, and automobiles, have been increasing. This research has presented a framework based on TECS, which is a software component technology for enhancing the productivity of embedded software, to enable efficient designs of embedded hardware by effectively reusing the existing software resources.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 1,260,000 | 378,000 | 1,638,000 |
| 2011年度 | 1,160,000 | 348,000 | 1,508,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,420,000 | 726,000 | 3,146,000 |

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：情報工学・ソフトウェア

キーワード：組み込みシステム、コンポーネントベース開発、システムレベル設計、ソフトウェア・ハードウェアコデザイン、システム LSI

1. 研究開始当初の背景

（1）近年の組み込みシステムは、半導体技術の進歩によるハードウェア性能の向上を背景に、商品価値を高めるための高機能化に伴うハードウェア（LSI）の設計生産性

が問題となってきた。さらに、製品の競争力を高めるためには、早期の市場投入が必要であり、組み込みシステムの開発期間短縮が求められている。

(2) 回路規模は、年率 58%向上しているのに対して、設計生産性は 21%しか向上していない。そのため、ギャップは年率 37%で拡大している。これまでの関連研究では、配置配線の自動化ツール（レイアウト CAD）、論理合成ツールなどの新しい CAD ツールを採用することで、このギャップを埋めてきた。

(3) 最近では、動作合成技術を利用する事でこのギャップを埋めている。動作合成技術とは C 言語などで記述された動作記述からハードウェア設計記述を合成する技術である。動作合成は、携帯電話やプリンタ用のチップなど実用的に利用できるようになってきている。動作合成技術の進歩により、ソフトウェアとハードウェアの両方を一つの言語で設計でき、システム全体を設計するシステム設計が可能となる。しかし、既存の研究では、ソフトウェアとハードウェア間の通信部分の記述を書き直す必要があり、ソフトウェア資源をそのまま利用することはできていない。

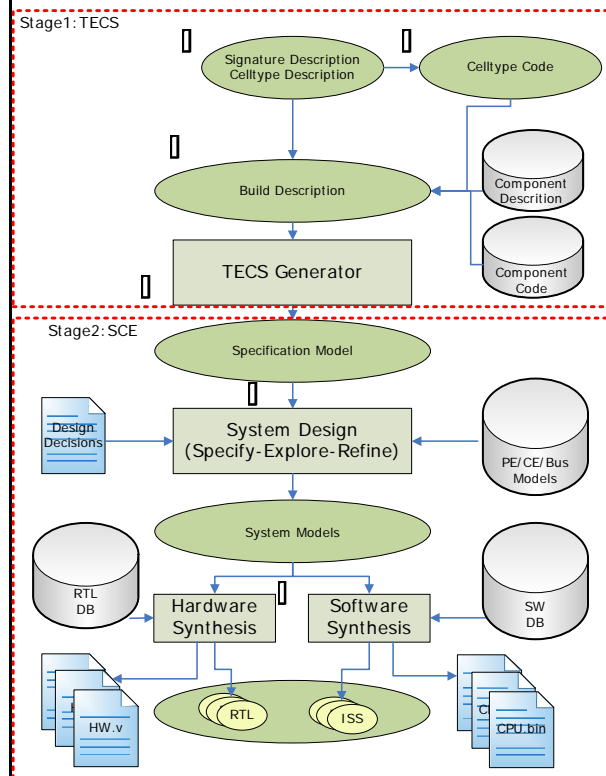
2. 研究の目的

(1) 本研究では、申請者が今まで行ってきた研究である組込みシステムに適したコンポーネントシステム(TECS)を利用し、この問題を解決する。本研究課題の目的は、**TECS を利用し、システムレベル設計・探索を効率的に行うとともに、ソフトウェア資源をハードウェア設計に直接利用すること**である。

3. 研究の方法

(1) 上記の目的を達成する TECS とソフトウェア・ハードウェアコデザイン環境である SCE を利用したフレームワークの研究開発を行った。

(2) 図 1 に本フレームワークの開発の流れ



れを示す。

図 1 : 提案フレームワークの開発の流れ

各コンポーネントのインタフェース定義 (Signature Description) 及びコンポーネント定義 (Celltype Description) の定義を行う。

コンポーネントのソースコード (Celltype Code) の実装 (Celltype Code) を行う。

コンポーネントの組み上げ (Build Description) を記述する、既存のコンポーネントを利用する場合には、からスタートする。データ分割数の指定はここで行う。

Signature, Celltype, Build Description の情報を元に TECS ジェネレータが、SpecC 言語のビヘイビア及びチャネル (Specification Model) を生成する

開発者が各ビヘイビアの PE (Processing Element) にマッピン

グシ、System Model を生成する System Model でハードウェアに指定された部分を動作合成 (RTL を生成) とソフトウェア合成 (コンパイル) を行う。

4 . 研究成果

(1) ソフトウェアコンポーネントで作成されたソフトウェア部品を SpecC 言語のシステム仕様記述に変換することで、研究の方法で述べたソフトウェア・ハードウェア協調設計を可能とするフレームワークを研究・開発した。

(2) 変換の基本方針は、TECS のソフトウェアコンポーネントの定義を SpecC のピヘイピアに、コンポーネント間のインタフェースをチャンネルに変換することである。

(3) 本フレームワークを利用することで、既存研究より一段抽象度の高いコンポーネントレベルでのデータ分割を実現できる。本研究のフレームワークの有効性を示すために、撮影されたパノラマ画像から、背景を抽出するアプリケーション作成し、本フレームワークの有用性を確かめた。

(4) 本フレームワークを利用することによって、C 言語で実装されたソフトウェアに変更を加えずに、ハードウェアに直接利用できるようになった。さらに、コンポーネントレベルで選択されたデータ分割に応じたシステム仕様記述を自動生成でき、システムレベル設計の生産性を改善できる。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

著者名: 谷口 一徹, 安藤 友樹, 高瀬 英希, 安積 卓也, 松原 豊, 細合 晋太郎, 村上 靖明, 菅谷 みどり, 論文標題: 学生および若手技術者による組込みシステム技術に関するサマースクールの実践, 雑誌名: 情報処理学会論文誌,

査読: 有, 巻: Vol.52, No.12, 発行年: 2011, ページ: 3221-3237

著者名: 石川拓也, 安積卓也, 一場利幸, 柴田誠也, 本田晋也, 高田広章, 論文標題: TECS 仕様に基づいた NXT 用ソフトウェアプラットフォームの開発, 雑誌名: コンピュータソフトウェア, 査読: 有, 巻: Vol.28, No.4, 発行年 2011, ページ: 158-174

著者名: 安積卓也, 古川貴士, 相庭裕史, 柴田誠也, 本田晋也, 富山宏之, 高田広章, 論文標題: オープンソース組込みシステム向けシミュレータのマルチプロセッサ拡張, 雑誌名: コンピュータソフトウェア, 査読: 有, 巻: Vol.27, No.4, 発行年: 2010, ページ: 24-42

著者名: 安積卓也, 山田晋平, 大山博司, 中本幸一, 高田広章, 論文標題: コンポーネントシステムを用いた組込みシステム向けアクセス制御機構, 雑誌名: 電子情報通信学会和文論文 D, 査読: 有, 巻: vol. J93-D, No.10, 発行年: 2010, ページ: 2021-2031

[学会発表](計4件)

発表者名: Atsushi Ohno, Takuya Azumi, and Nobuhiko Nishio, 発表標題: "TECS Components Providing Functionalities of OSEK Specification for ITRON OS", 学会名: The 9th IEEE International Conference on Embedded Software and Systems, 発表年月日: 2012年6月25日~27日, 発表場所: リバプール(イギリス)

発表者名: Takuya Azumi, Yuko Hara-Azumi, Rainer Dömer, 発表標題: "Virtual Platform Generation Using TECS Software Component and SCE", 学会名: Quo Vadis, Virtual Platforms? Challenges and Solutions for Today and Tomorrow (QVVP'12), Dresden, Germany, 発表年月日: 2012年3月16日, 発表場所: ドレスデン(ドイツ)

発表者名: Takahiro Ito, Takuya Azumi, Nobuhiko Nishio, 発表標題: "Extending Intent in Android for Distributed Collaboration Framework", 学会名: Proceedings of the Workshop on Synthesis and System Integration of Mixed Information Technologies (SASIMI

2012), 発表年月日: 2012 年 3 月 9 日,
発表場所: 別府 (大分県)

発表者名: Takuya Azumi, Yuko
Hara-Azumi, Shinya Honda and
Hiroaki Takada, 発表標題: "Software
Component-Based HW/SW
Cosimulation Framework: A Case
Study", 学会名: Work-in-Progress
Session of 17th IEEE Real-Time and
Embedded Technology and
Applications Symposium, 発表年月
日: 2011 年 4 月 12 日, 発表場所: シカ
ゴ (アメリカ)

〔図書〕(計 1 件)

著者名: 安積卓也, 石川拓也, コンポー
ネントで組み上げる MINDSTORMS NXT
用プラットフォーム TOPPERS/ASP+TECS を
使いこなす, 出版社: CQ 出版社, 書名:
Interface 2011 年 7 月号, May 2011. ペ
ージ: 147-157

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.toppers.jp/tecs.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安積 卓也 (AZUMI TAKUYA)

立命館大学・情報理工学部・助教

研究者番号: 40582036