

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 26 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500033

研究課題名(和文) 組み込みソフトウェア開発支援環境の研究

研究課題名(英文) A Research on Computer Aided Design System for Embedded Software

研究代表者

白石 洋一 (Shiraishi, Yoichi)

群馬大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：80261858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：組み込みシステムを開発するための支援システムに関する研究開発を行った。組み込みシステムには、強いロバスト性、すなわち、想定外をできるだけ最小化する制御が必須である。そのためにモデルベース設計手法が提案されているが、本研究開始前では、モデルの正当性、再利用性、実用性において不十分なレベルであった。本研究では、電気自動車の制御のための組み込みプログラム設計を対象として研究開発を行った。また、プラントのシミュレータを効率的に開発できる利点をもとに、モデルベース解析手法を提案し、循環器系のモデル化とシミュレーションによる疾患推定への応用、非破壊検査のためのプラントモデル作成と実行を行い、成果を挙げた。

研究成果の概要(英文)：A research and development on the computer aided design system for embedded systems is promoted. It is commonly said that a strong robustness, that is, the minimization of unexpected events, is required. To cope this requirement, a model based design method is suggested. However, before this research, the validity, reusability, and practicality of models are insufficient. This research tackles to improve these insufficiencies by using embedded system design of electric vehicles. Moreover, a model based analysis method is newly suggested and it is applied to the disease estimation by simulation in a cardiovascular system and to the plant model construction in the non-destructive inspection.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学

キーワード：組み込みソフトウェア

1. 研究開始当初の背景

組込みシステムを開発するための支援システムに関する研究開発を行った。組込みシステムは、専用のソフトウェアとハードウェアから構成され、通常、プラントと呼ぶ制御対象を、正確に、かつリアルタイム性を満足して制御しなければならない。さらに、強いロバスト性、すなわち、想定外をできるだけ最小化する制御が必須である。そのためにモデルベース設計 (MBD: Model Based Design) 手法が提案されているが、本研究開始前では、モデルの正当性、再利用性、実用性において、例えば自動車の ECU (Electronic Control Unit) などの超高信頼性を必要とする設計に対して応用するには不十分なレベルであった。

また、MBD 手法は、シミュレーション駆動製品設計 (SDPD: Simulation Driven Product Design) 手法を実際に実現するための手法であり、モデルをベースにしたシミュレータを正確、かつ効率的に開発するための手法としても位置付けられている。このような利点を持つにもかかわらず、MBD 手法は、上に述べたように、主に制御システムの設計開発にのみ使用されてきている。我々は、この利点にも注目し、これまでシミュレーションの開発工数と開発期間が隘路となって利用されてこなかったと推定される問題に対しても、MBD 手法を応用したアプローチが可能であるかどうかを検討した。

2. 研究の目的

本研究では、まず次の点について実用レベルに近づける成果を達成した。MBD 手法に関する研究では、広く抽象的に問題を取り扱った一般論では成果を挙げることがほとんど不可能である上に、一般論で得られた成果を実用製品の設計に適用するにはギャップが大きすぎる。そこで本研究では、実用的に要求が大きい次のテーマを設定して、上記の MBD 手法を適用する上での課題を研究開発することにした。

3. 研究の方法

実際に適用対象を設定して、MBD 手法に関する課題を研究した。適用対象は、(1) 電気自動車の制御のための組込みプログラム設計への応用、(2) 循環器系のプラントモデルとシミュレーションによる疾患推定への応用、(3) 非破壊検査のためのプラントモデル作成と非破壊検査の実行、である。(1) については、モデルの正当性を、(2) (3) については、MBD 手法によるプラントモデルのシミュレータ開発容易性をもとにしたシミュレーション駆動手法を確立する。MBD 手法の実装は、MathWorks 社の MATLAB/Simulink と呼ぶツールを使用し、ライブラリに含まれているブロックを適宜使用し、含まれていないブロックは M-file として C プログラムにより、実装する。実行に

際しては、A&D 社の AD5435 と呼ぶラピッドプロトタイプを使用し、モデルの実行とプラントの制御をリアルタイム処理のもとで行う。

シミュレータの構築に関しては、MATLAB/Simulink に加えて、ムラタソフトウェア (株) の Fentet を使用する。これは、特に有限要素法をもとにしたシミュレーションツールで、樹幹内部、および鋼管柱内部の打音の伝播状況を調和解析アルゴリズムに基づいて解析する。このツールを用いて、プラントモデルのシミュレータを開発する。

4. 研究成果

モデルの正当性に関して、3 (1) において重要になるバッテリー、キャパシタ、モータ、それぞれのモデルを理論的、かつ実物の測定により構築し、単体での正当性を示した。現在は、さらにこれらのモデルを結合し、電気自動車の駆動系全体のシミュレーションを実施することで、モデルを連結した場合の各モデルの正当性を確認するための研究開発を推進している。3 (2) については、心臓左心室、動脈、末梢系の各部分を電気回路モデルとする最新のモデル化を行った。実際にこれらのモデルを結合した循環器系全体に対するシミュレータを開発し、出力結果から対象の内部の状態を推定する逆問題手法をもとにした循環器系パラメータ推定手法を確立した。この結果、例えば、人を対象として実際には同時には測定することが不可能な 2 種類のパラメータの値を同時に推定することを可能にして、臨床における実用化への手掛かりとした。3 (3) については、具体的に、打音による樹幹内部の空洞推定と打音による鋼管柱の欠陥推定の装置と推定基準を確立した。特に後者に対しては、鋼管柱とハンマをそれぞれモデル化して、仮想空間内で打撃を拘置するシミュレーション駆動手法を実現した。サンプルとする鋼管柱に対して、打撃をシミュレートして得られた打音と、実際に実空間で打撃を行って得られた打音に対してシミュレーション駆動手法を実験評価した。シミュレーションと実験によって得られた打音のそれぞれにフーリエ変換を適用し、鋼管柱サンプルの、健全、錆あり、穴ありの各状態に対して、両者の変換結果の傾向が一致することを確認した。

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)

1. Kaier Wang, Moira L Steyn-Ross, D Alistair Steyn-Ross, Marcus T Wilson, Jamie W Sleight and Yoichi Shiraishi, "Simulations of pattern dynamics for reaction-diffusion systems via SIMULINK," BMC Systems Biology 2014, Vol.8, No.45, pp.1-21 11 April (2014). (査読あり).

2. Umair F. Siddiqi, Yoichi Shiraishi and Sadiq M. Sait, "A Memory-Efficient Stochastic Evolution based Algorithm for the Multi-Objective Shortest Path Problem," Applied Soft Computing, Vol.14, Part C, pp.653-662, January (2014). (査読あり).

3. Umair F. Siddiqi, Yoichi Shiraishi and Sadiq M. Sait, "Memory Efficient Genetic Algorithm for Path Optimization in Embedded Systems," IPSJ Transactions on Mathematical Modeling and Applications, Information Processing Society of Japan, Vol.6, No.1, pp.1-9, March (2013). (査読あり).

4. Umair F. Siddiqi, Yoichi Shiraishi and Sadiq M. Sait, "Multi-Objective Optimal Path Selection in Electric Vehicles," Artificial Life and Robotics, Vol.17, No.1, pp.113-122, October (2012). (査読あり).

[学会発表](計 14 件)

1. Shuji Takahashi, Keitaro Mizunuma, Atsushi Horiguchi, Kazuhiro Motegi and Yoichi Shiraishi, "Simulation based Defect Estimation of Metal Pole by analyzing Hammering Sounds," SICE 2014, September, Hokkaido (to appear). (査読あり).

2. Umair Siddiqi, Yoichi Shiraishi, Shuji Takahashi and Sadiq Sait: "An Evaluation of Game Theory for Rip-Up and Re-Routing in Global Routing," 29th International Conference on Computers and Their Applications CATA-2014, pp.141-146, March 24-26, Las Vegas (2014). (査読あり).

3. Tuan Anh To, Dang Anh Tuan, Vo Chi Thanh, Umair F. Siddiqi, Yoichi Shiraishi and Kazuhiro Motegi: "A Hybrid Particle Swarm Optimization for Component Placement in 3D IC Design," EDAPS 2013, pp.68-71, December, Nara(2013). (査読あり).

4. Umair F. Siddiqi, Yoichi Shiraishi and Kazuhiro Motegi: "A General Multi-layer Global Router using Simulated-Evolution-based Optimization," EDAPS 2013, pp.185-188, December, Nara (2013). (査読あり).

5. Yoichi Shiraishi, Takashi Yatsuda, Phan Chau Dai, Shinji Aoki, Shuji Takahashi and Kazuhiro Motegi, "Design and Analysis of Wireless Power Transfer System by using Model Based Approach," AMDE2013, L10,

December 19, Kiryu (2013). (査読なし).

6. Shuji Takahashi, Atsushi Horiguchi, Kazuhiro Motegi and Yoichi Shiraishi, "Modeling, Simulation and Defect Estimation of Metal Pole by using Model Based Approach," AMDE2013, P92, December 19, Kiryu (2013). (査読なし).

7. Shuji Takahashi, Kenta Sakawa, Yoichi Shiraishi and Hiroshi Miyashita, "Modeling, Simulation and Parameter Estimation of the Cardiovascular System by using Model Based Approach," SICE 2013 Annual Conference, pp.493-500, September, Nagoya (2013). (査読あり).

8. Shuji Takahashi, Kenta Sakawa, Yoichi Shiraishi and Hiroshi Miyashita, "Left Ventricular Elastance Estimation from Arterial Hemodynamic Parameters based on Model Based Approach," 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2013), July, Osaka (2013). (査読あり).

9. 高橋修司, 坂和健太, 白石洋一, 宮下洋: モデルベースアプローチに基づいた、動脈血流パラメータによる左心室エラストランス推定, 第53回脈波・加速度脈波研究会, 6月, 東京 (2013). (査読なし).

10. Umair Siddiqi, Yoichi Shiraishi, Mona Dahn and Sadiq Sait, "Finding Multi-Objective Shortest Paths using Memory-Efficient Stochastic Evolution based Algorithm," The Third International Conference on Networking and Computing (ICNC), pp.182-187, December, Okinawa (2012). (査読あり).

11. 坂和健太, 白石洋一, 宮下洋: 循環器系のモデル化の一検討, 第51回脈波・加速度脈波研究会, 6月, 東京(2012). (査読なし).

12. Umair Farooq Siddiqi, Yoichi Shiraishi, Sadiq M. Sait, "A Novel Particle Swarm Optimization based Algorithm for Path Optimization in Embedded Systems," 情報処理学会, 数理モデル化と問題解決研究会, Vol.2012-MPS-87, No.1, 3月, 指宿 (2012). (査読なし).

13. Umair F. Siddiqi, Yoichi Shiraishi and Sadiq M. Sait, "A Novel Particle Swarm Optimization based Algorithm for Path Optimization in Embedded Systems," International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB), GS12-4, pp.50-53,

January, Beppu (2012). (査読あり).

14. 白石洋一, 谷貞宏, 除村均, 島寄睦: システム Jisso-CAD/CAE の課題と展望, エレクトロニクス実装学会誌, Vol.15, No.1, pp.5-7, 1月(2012). (査読なし).

〔図書〕(計 1 件)

1. Mona Abo-El Dahb and Yoichi Shiraishi, "Potential of Grid Technology for Embedded Systems and Applications," Grid Computing - Technology and Applications (eds.), InTech, pp.325-354 (2012). (査読あり).

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 打撃装置及び内部状況検査装置
発明者: 阿部典之, 白石洋一
権利者: 株式会社 D A i E N, 国立大学法人 群馬大学
種類: 特許
番号: 出願: 2012-013095
出願年月日: 2012-01-25
国内外の別: 内

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等
<https://sites.google.com/site/shiraishilabgunmauniv/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白石 洋一 (SHIRAISHI YOUICHI)
群馬大学・理工学研究院・准教授
研究者番号: 80261858

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: