

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500063

研究課題名(和文)画像処理LSI設計のためのモデルベース自動合成ツールの構築

研究課題名(英文)Development of model based design tool for image processing LSI.

研究代表者

黒木 修隆 (Kuroki, Nobutaka)

神戸大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90273763

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年のスマートフォン、4K/8Kテレビ、デジタルカメラ等の開発において、画像処理回路の搭載は不可欠となっている。本プロジェクトでは画像処理LSIの設計ツール“Image Processing Builder”を開発し、インターネット上で無償公開した。この開発ツールはLSI設計者にとって非常に有用であるのみならず、将来の画像処理技術者を目指す学生の教育にも利用できる。

研究成果の概要(英文)：Recently, image processing LSIs are very important in smart phones, 4K/8K televisions, digital cameras, etc. In this project, a model based LSI design tool "Image Processing Builder" was developed and released on the Internet. "Image Processing Builder" is very useful for not only LSI developers, but also students learning image processing algorithms.

研究分野：情報通信工学

キーワード：画像処理 LSI設計 CAD FPGA 自動合成

1. 研究開始当初の背景

近年の家電製品や情報機器においては、ほぼ全てにディスプレイが搭載されていると言っても過言ではない。それらの制御には専用の LSI が不可欠である。特にスマートフォン、4K/8K テレビ、デジタルカメラの中において、画像処理 LSI は重要な役割を担っている。その製造にあたっては、国際的に競争が激しく、品質のみならず、開発スピードが重要視されている。日本が国際的な競争力を持つためには、大学や研究所が持つ優秀な理論・技術を短期間で LSI に実装する能力が必要である。

2. 研究の目的

本プロジェクトの目的は、画像処理アルゴリズムを短期間でシミュレーション/LSI 上に実装するための専用 CAD ツールを構築することである。これにより、画像処理 LSI の生産性を飛躍的に改善できると考える。

3. 研究の方法

従来の LSI 設計では技術者が Verilog と呼ばれる言語を用いてアルゴリズムの記述を行っていた。それに対して本研究では画像処理アルゴリズムから Verilog 記述を自動生成することを目指す。画像処理アルゴリズムについては、PC 上の簡単なマウス操作によって構築可能なモデルベース設計手法を取り入れる。これらの機能を持つ新しい CAD ツール “Image Processing Builder” を構築する。これによって産業界および画像処理の研究分野の発展に貢献する。

4. 研究成果

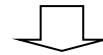
本プロジェクトでは、画像処理アルゴリズム設計ツール “Image Processing Builder” を開発し、無償でインターネット上に公開した。このツールによる LSI 設計の様子を図 1 に示す。

設計者は図 1(a)のように PC 上でマウスを用いた簡単な操作によって画像処理アルゴリズムを記述する。次にメニューから “Verilog 生成” を選ぶことにより、(b)のような Verilog コードを自動生成することができる。例えば FPGA を用いてハードウェア化する場合は、(b)の Verilog コードを(c) QuartusII のような合成ツールに通す。これにより、(d)のような画像処理 LSI を構築することができる。

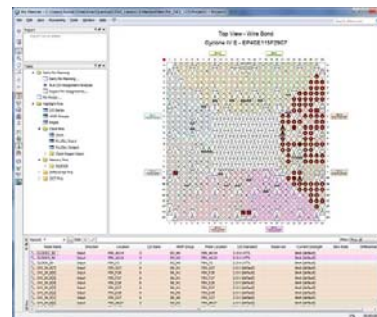
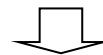
この開発ツールは LSI 設計者にとって非常に有用であるのみならず、画像処理アルゴリズムの研究にも有用である。さらに、将来の画像処理技術者を目指す学生の教育にも利用可能である。今後もインターネットを通じて設計例を公開・充実させていく予定である。



(a) モデル設計ウインドウ



(b) 自動生成された Verilog コード



(c) QuartusII による FPGA 実装



(d) 画像処理 LSI

図 1 完成した画像処理 CAD ツール “IP Builder”

(<http://cas.eeddept.kobe-u.ac.jp/>

WelcomeES1/IPBuilder/にて一般公開中)

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 2 件)

- ① 橋本明信, 中矢知宏, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "学習型超解像のための二分木辞書," 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol. J96-D, No. 2, pp. 357-361, Feb. 2013.
- ② Y. Osaki, T. Hirose, N. Kuroki, and M. Numa, "A low-power level shifter with logic error correction for extremely low-voltage digital CMOS LSIs," IEEE Journal of Solid-State Circuits, 査読有, vol. 47, no. 7, pp. 1776-1783, July 2012.

[国際会議] (計 13 件)

- ① Y. Kabata, T. Hirose, N. Kuroki, and M. Numa, "An ECO-friendly Design Style Based On Reconfigurable Cells," The 19th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies (SASIMI 2015), 査読有, pp. 319-324, May 2015.
- ② K. Miyahara, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "Bayer Demosaicing with Example-Based Super-Resolution," Proceedings of 2015 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2015), 査読有, pp. 421-424, Mar. 2015.
- ③ T. Onishi, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "Architecture of a JPEG Noise Reduction Method with Total Variation," Proceedings of 2015 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2015), 査読有, pp. 353-356, Mar. 2015.
- ④ S. Ohtani, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "Object Detection with Deformable Part Models and Deep Convolutional Neural Networks," Proceedings of 2015 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2015), 査読有, pp. 218-221, Mar. 2015.
- ⑤ Y. Shizuku, T. Hirose, N. Kuroki, M. Numa, and M. Okada, "A 24-Transistor Static Flip-Flop Consisting of NORs and Inverters for Low-Power Digital VLSIs," 12th IEEE International NEWCAS conference, 査読有, pp. 137-140, Trois-Rivieres, Canada, Jun. 22-25, 2014.
- ⑥ Y. Sugahara, K. Tsuchikawa, N. Kuroki,

- T. Hirose, and M. Numa, "Architecture of Digital Zooming Function with Example-Based Hierarchical Super-Resolution," Proceedings of 2014 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2014), 査読有, pp. 301-304, Mar. 2014.
- ⑦ J. Oura, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "A Scene Matching Method for TV Programs Based on Audio Features," Proceedings of 2014 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2014), 査読有, pp. 361-364, Mar. 2014.
- ⑧ N. Izumi, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "Estimation of Visual Importance Map for Image Quality Assessment," Proceedings of 2014 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2014), 査読有, pp. 501-504, Mar. 2014.
- ⑨ S. Ijiri, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "Scene Segmentation for TV Programs Based on a Bag-of-VisualWords Model," Proceedings of 2014 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2014), 査読有, pp. 41-44, Mar. 2014.
- ⑩ A. Kiriyama, R. Matsuzuka, K. Michibata, T. Kitayama, Y. Shizuku, T. Hirose, N. Kuroki, and M. Numa, "A memory-saving technique for 4K super-resolution circuit with binary tree dictionary," The 18th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies (SASIMI 2013), 査読有, pp. 360-365, Oct. 2013.
- ⑪ Y. Kabata, T. Hirose, N. Kuroki, and M. Numa, "Technology remapping based on multiple solutions for post-mask functional ECO," The 18th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies (SASIMI 2013), 査読有, pp. 253-258, Oct. 2013.
- ⑫ K. Kugai, Y. Shizuku, T. Hirose, N. Kuroki, and M. Numa, "A technique for accelerating adaptive super resolution technique based on local features of images using GPU," The 18th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies (SASIMI 2013), 査読有, pp. 170-175, Oct. 2013.

- ⑬ T. Sadamoto, M. Kataoka, N. Kuroki, T. Hirose, and M. Numa, "Highlight Generation Technique for Baseball Games Based on Information Entropies," Proceedings of 2013 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2013), 査読有, pp. 373-376, March 2013.

[学会発表] (計 15 件)

- ① 松塚 凌, 切山亜弓, 道島昂平, 雫 譲, 廣瀬哲也, 黒木修隆, 沼 昌宏, "学習型超解像による 4 倍拡大映像出力ハードウェアの実現と辞書探索回路の規模削減", 第 13 回情報科学技術フォーラム (FIT2014), C-001, 2014 年 9 月, 筑波大学 (茨城県).
- ② 泉 直孝, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "画質評価のための注視重要度の関数近似", 電子情報通信学会 技術研究報告, vol. 113, no. 350, IMQ2013-19, pp. 11-14, 2013 年 12 月, 静岡大学 (静岡県).
- ③ 後藤弘樹, 井尻将太, 大浦淳貴, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "HOG を用いた識別器の構成方法と歩行者検出への応用", 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT2013), H-015, 2013 年 9 月, 鳥取大学 (鳥取県).
- ④ 菅原佑貴, 土川健斗, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "超解像と誤差帰還を用いた電子ズームの構成方法", 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT2013), I-034, 2013 年 9 月, 鳥取大学 (鳥取県).
- ⑤ 土川健斗, 菅原佑貴, 泉直孝, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "事例参照型超解像における幾何学模様の学習", 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT2013), I-033, 2013 年 9 月, 鳥取大学 (鳥取県).
- ⑥ 清川正徳, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "超解像を用いた JPEG コーデックに関する一検討", 映像情報メディア学会技術報告, vol. 36, no. 53, pp. 27-30, 2012 年 11 月, 福井市地域交流プラザ (福井県).
- ⑦ 泉 直孝, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "カラー画像の主観的品质と SSIM の関係について", 信学技報, vol. 112, no. 234, pp. 7-10, 2012 年 10 月, 京都工芸繊維大学 (京都府).
- ⑧ 菅原佑貴, 橋本明信, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "階層的超解像による電子ズームの構成方法", 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2012), I-011, 2012 年 9 月, 法政大学 (東京都).
- ⑨ 井尻将太, 貞元太志, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "Bag-of-Visual Words 表現を用いた放送映像中の類似シーン検出", 第 11 回情報科学技術フォーラム

(FIT2012), I-005, 2012 年 9 月, 法政大学 (東京都).

- ⑩ 大浦淳貴, 辻 亮弥, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "組合せ最適化アルゴリズムに基づくオブジェクトとラベルのレイアウト認識", 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2012), H-029, 2012 年 9 月, 法政大学 (東京都).
- ⑪ 貞元太志, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "野球中継映像におけるスコアテロップのレイアウト認識", 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2012), H-004, 2012 年 9 月, 法政大学 (東京都).
- ⑫ 佐々木 仁, 坂本博之, 雫 譲, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "マルチモーダル入力に対応した重み付き多数決による識別器の GPU による高速化", 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2012), B-005, 2012 年 9 月, 法政大学 (東京都).
- ⑬ 坂本博之, 佐々木 仁, 雫 譲, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏, "ウェーブレット変換に基づく学習型超解像の GPU による高速化手法", 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2012), B-004, 2012 年 9 月, 法政大学 (東京都).
- ⑭ 道島昂平, 切山亜弓, 北山貴彦, 雫 譲, 廣瀬哲也, 黒木修隆, 沼 昌宏, "二分木辞書を用いた学習型超解像のストリーム処理型アーキテクチャ", DA シンポジウム 2012, pp. 31-36, 2012 年 8 月, ホテル下呂温泉水明館 (岐阜県).
- ⑮ 下野友大, 天満 健, 千崎弘人, 廣瀬哲也, 黒木修隆, 沼 昌宏, "メタル配線により再構成可能なセルと論理再合成への応用", DA シンポジウム 2012, pp. 7-12, 2012 年 8 月, ホテル下呂温泉水明館 (岐阜県).

[図書] (計 0 件)

[その他]

研究成果の公開ホームページ

"画像処理設計ツール Image Processing Builder" <http://cas.eeddept.kobe-u.ac.jp/WelcomE51/IPBuilder/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒木修隆 (KUROKI, Nobutaka)
神戸大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 90273763

(2) 研究分担者

沼 昌宏 (NUMA, Masahiro)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60188787