

システムレベル設計方法論研究室（富山研究室）

<http://www-ja.tomiyaama-lab.org/>

研究テーマ： 組み込みシステム／サイバーフィジカルシステムの設計方法論

現在、実世界（Physical System）に存在する様々な機器（例えば、家電製品、自動車、ロボットなど）は、内部に組み込みシステム（Embedded System）と呼ばれる小さなコンピュータが組み込まれており、ネットワーク化された仮想世界（Cyber System）の強力なコンピュータと連携しながら、高度な制御や情報処理を行っています。このように、実世界と仮想世界が連携して高度なサービスを提供するシステムをサイバーフィジカルシステム（Cyber-Physical System）と呼びます。本研究室では、サイバーフィジカルシステムや組み込みシステムの設計技術について、ハードウェアとソフトウェアの両面から研究しています。特に、組み込みシステムの設計自動化、多数のCPUコア（メニーコア）による並列処理、ドローンの省エネルギー化、IoTなどの研究に取り組んでいます。



所在地・連絡先

富山教員室 ローム記念館 3 階
学生部屋 ローム記念館 1 階（2 部屋）
ミーティング部屋 イーストウィング 4 階（1 部屋）
電子メール ht@fc.ritsumei.ac.jp
Web サイト <http://www-ja.tomiyaama-lab.org/>

メンバ

教授 富山宏之（とみやま ひろゆき）
学生 博士後期課程：1 名（社会人）
 修士課程 2 回生：4 名
 修士課程 1 回生：7 名
 卒研生：9 名

研究室の特長

様々な特長がありますが、敢えてひとつ挙げるなら、対外志向（特に海外志向）です。

- 国内だけでなく、国際会議での発表を積極的に行っています。
 - 研究室発足（2010 年度）以降、大学院修士課程を修了した 14 名中、12 名が国際会議で発表しました。
 - 2016 年度は、5 名の大学院生と 4 名の学部生が国際会議で発表しました。
- 海外への短期留学やインターンシップを推進しています。
 - 研究室発足以降、大学院修士課程を修了した 14 名中、4 名が海外の大学に短期留学（カナダ 1 名、オーストラリア 1 名、台湾 2 名）、1 名がアメリカの企業にインターンシップに行きました。
 - 2017 年度は、学生 1 名（M1）がアメリカの大学に短期留学しました。
 - 2016 年度は、富山がアメリカの大学を 5 ヶ月間訪問しました。
- 他大学／他学部の教員とも密接に共同研究を実施しています。
 - 大阪大学・谷口一徹准教授、東京工業大学・原祐子准教授、情報理工学部・山下茂教授など。

2016 年度の卒業論文のテーマ

- 32 コアアーキテクチャの FPGA への実装と評価
- 可変な並列度を持つタスクのスケジューリング
- Intel HD Graphics 上での OpenCL ベンチマークプログラムの実行と評価
- 高位合成における関数インライン展開の評価
- Vivado HLS と OpenCV を用いたエッジ検出システムの設計
- OpenVX を用いた画像処理プログラムの作成
- 荷物配送のためのクアッドコプターの消費エネルギーの測定と最適化
- ROS を用いたクアッドコプターの消費エネルギー測定実験環境の構築
- デッドライン制約を考慮したドローンによる荷物配送計画
- バッテリー制約を考慮したドローンによる荷物配送計画
- スマートハウス実現のための IoT ノードの開発

2016 年度の応用演習のテーマ

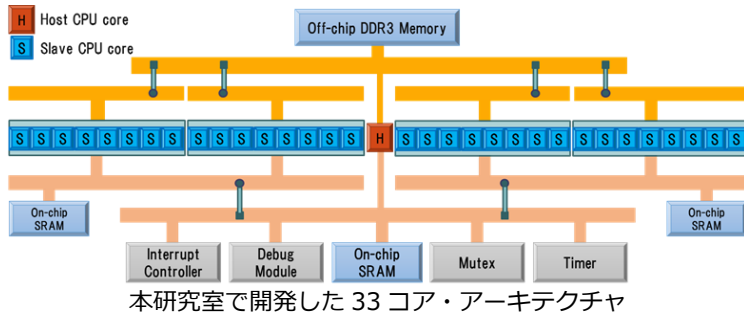
- ドローン飛行プログラムの作成
- ドローンによる荷物配送の最適経路探索
- ROS によるドローンの飛行シミュレーション
- マルチコアタスクスケジューリング
- OpenCL による並列プログラミング
- C 言語による論理回路設計
- Raspberry Pi を用いた IoT の開発
- Raspberry Pi による音声認識

2016 年度の修士論文のテーマ

- FPGA ベースの組み込みシステム向け階層型マルチコア/メニーコアアーキテクチャの設計
- FPGA 上のヘテロロジニアス・マルチコア向け OpenCL フレームワークの開発
- GPU 向け OpenCL プログラムのマルチコアプロセッサ上でのスレッド制御方式

研究テーマ1：メニーコア・アーキテクチャと並列ソフトウェア技術

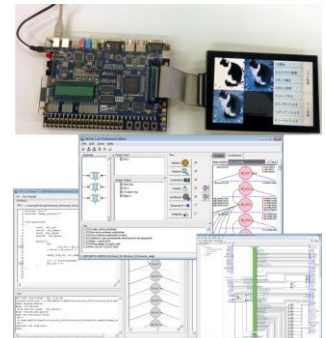
スマートフォンに使われているシステムオンチップ（SoC）の内部に、CPU コア（以下、単にコア）が何個入っているか知っていますか？ 数十個のコアが、1つのSoCの中に入っています。その中のあるコアはGUI、あるコアは動画画像処理、あるコアはパケット処理、といったように役割分担を行っています。数年後には、1個のSoCの内部に100個以上のコアが搭載されるようになります。しかしコア数が増えると、ソフトウェアのプログラミングが難しくなります。また、どの処理をどのコアに担当させるかを決定するマッピングと呼ばれる処理も難しくなります。これらの問題を解決するため、本研究室では、メニーコア SoC 向けのコンパイラ、マッピング、および、シミュレーション技術の研究を行っています。また、実際にFPGAを用いたメニーコア SoCのプロトタイプング（試作）も行っています。



開発した 33 コア・アーキテクチャを実装した FPGA ボード

研究テーマ2：高位合成（CプログラムからのLSIの自動合成）

現在、LSIの論理設計は、Verilog-HDLなどのハードウェア記述言語（HDL）を使って行われています。質問です。同じ処理（例えば、画像の圧縮）を記述する場合、Verilog-HDLとC言語のどちらを使って記述の方が楽でしょうか？ 多くの方が「C言語」と答えると思います。なぜなら、C言語は「処理の手順」だけを記述すれば良いのに対し、Verilog-HDLでは「処理の手順」を実現するための「詳細な回路構造」を記述しなければならないためです。Verilog-HDLの記述量は、C言語に比べて、5～10倍多くなります。本研究室では、Cプログラムから論理回路を自動生成する「高位合成」と呼ばれる技術の研究をしています。高位合成により、大規模なLSIを短時間で設計することが可能になります。



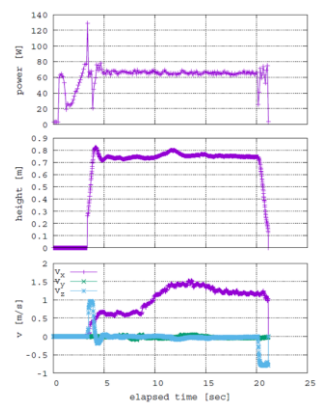
Cプログラムによる回路設計

研究テーマ3：ドローンの電力制御

ドローン（無人飛行機）は、娯楽目的だけでなく、建物（橋やビルなど）の安全検査やセキュリティなど、様々な分野で利用されています。また、ドローンを使った自動商品配送も実用化に近づいています。ドローンの自動運転を実現するためには、組込みシステムによる高度な電力制御が欠かせません（そうでなければ、バッテリー切れにより墜落する危険があります）。本研究室では、ドローンの電力制御技術について研究しています。特に、与えられた飛行計画における消費電力の予測技術や、低消費電力な飛行計画最適化について研究しています。また、これらの成果をもとにドローン制御用アプリケーションの開発も行います。



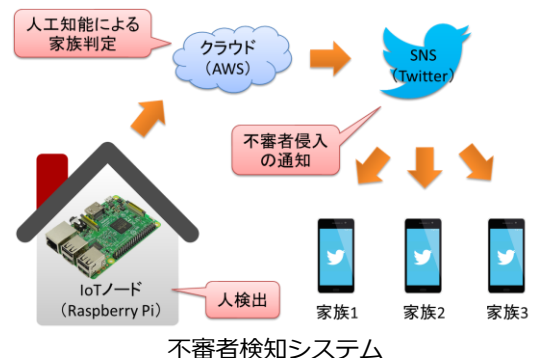
ドローン自動飛行実験



電力測定結果

研究テーマ4：スマートハウスを実現するIoT/クラウド/SNS連携システム

IoT (Internet-of-Things) とは、インターネットを用いてサイバーフィジカルシステムを実現する技術です。IoT 技術により、身の周りの様々なモノがインターネットに接続され、高度なサービスを実現することができます。本研究室では、IoT、クラウドコンピューティング、および、ソーシャルメディアを連携させることにより、安全で快適な生活環境を実現する研究を行っています。具体的には、高齢者の見守り（転倒の検出）、不審者の検出などを行うシステムを開発しています。



上記以外のテーマも多々行っています。研究室の Web ページを見てください。