

# 車載システム向けディペンダブルネットワークオンチッププラットフォーム

## Dependable Network-on-Chip Platform for Automotive Applications

米田 友洋  
Tomohiro YONEDA

CRESTプロジェクト: ディペンダブルネットワークオンチッププラットフォームの構築(平成20~25年度)  
研究代表者: 米田友洋(国立情報学研究所)  
主たる共同研究者: 今井 雅(弘前大学), 羽生 貴弘(東北大学), 齋藤 寛(会津大学), 吉瀬 謙二(東工大)

### 何がわかる？

半導体プロセス技術の進歩に伴い、大規模でディペンダブルなVLSIを実現する上で、今までにないタイプの故障が問題となりつつあります。この研究は、ハードウェアとソフトウェアが協調し、システムレベルでこのような問題を解決することを目指しています。これにより、人間・社会に関わる重要なシステムをより安全にしていく基盤を確立します。

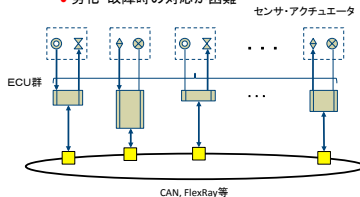
### どんな研究？

車載制御系システムでは、さまざまなタイプのECUが多数混在し分散的に配置されているため、製造コストや耐故障性などに関してさまざまな問題が指摘されています。そこで、センサやアクチュエータのみを必要場所に残し、各ECUを統合した、集中型ECUをネットワークオンチップアーキテクチャを用いて高信頼に実現する手法を研究します。

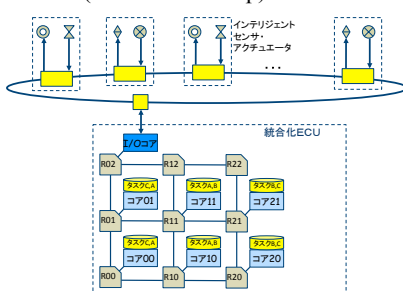
### 基本的アイデア

#### ◆従来手法

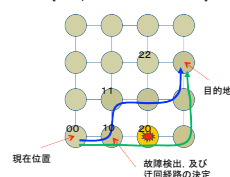
- センサ・アクチュエータとECUの対応が固定
- 能力が余っても他に流用不可
- 劣化・故障時の対応が困難



#### ◆NoC(Network on Chip)アプローチ

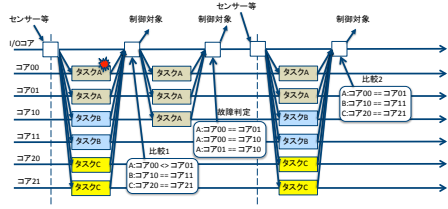
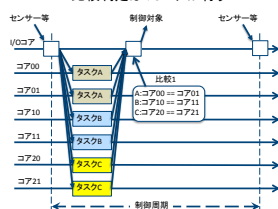


- センサ・アクチュエータの制御はどのコアも可
  - 利用可能な資源を有効に活用できる
  - 劣化・故障時には他のコアを利用できる
- ディペンダビリティのアプローチ
  - CPUコア: ペア実行と故障検出に基づくペア再構成 [Imai, Yoneda DFT2011, IEICE Trans 2013]
  - ディペンダブルルーティングアルゴリズム [Imai, Yoneda ASYNC2011]

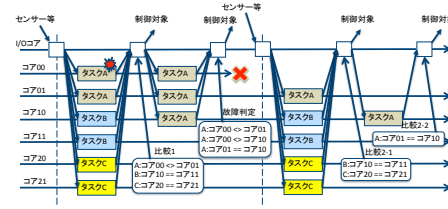


#### ◆統合化ECUをターゲットとした改良Pair&Swap

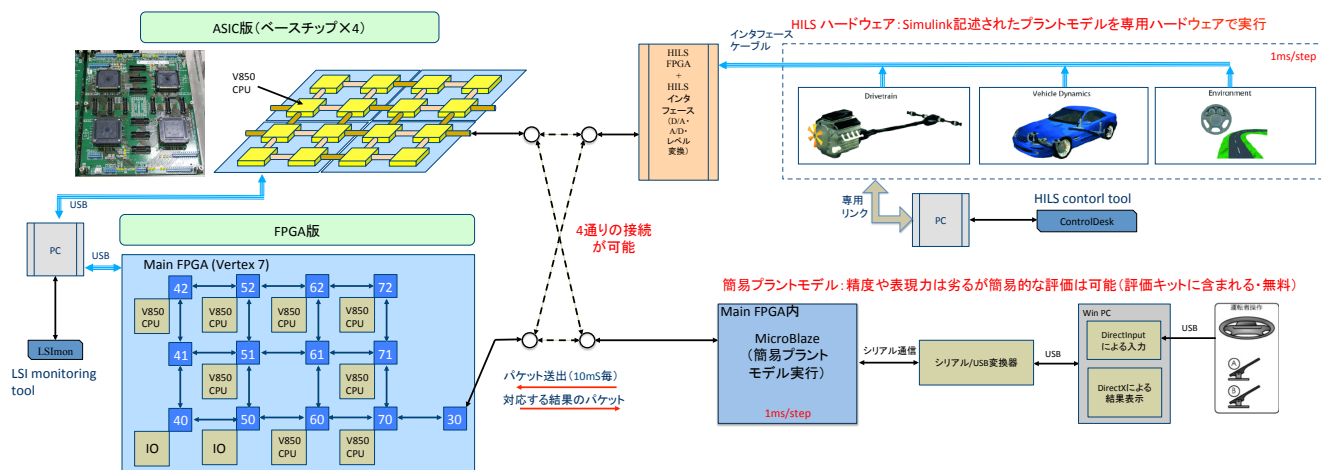
- 無故障時の動作
  - ペアを構成して二重実行
  - 比較判定はI/Oコアが行う
- 故障発生時の動作
  - 三重化実行による故障判定と再構成(一過性故障の場合)



- 故障発生時の動作
  - 三重化実行による故障判定と再構成(永久故障の場合)



### 評価キットによる実証



連絡先: 米田 友洋(Tomohiro YONEDA) / 国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 教授  
TEL : 03-4212-2557 FAX : 03-4212-2693 Email : yoneda@nii.ac.jp

# 車載システム向けディペンダブルネットワークオンチッププラットフォーム

## Dependable Network-on-Chip Platform for Automotive Applications

米田 友洋  
Tomohiro YONEDA

CRESTプロジェクト: ディペンダブルネットワークオンチッププラットフォームの構築(平成20~25年度)  
研究代表者: 米田友洋(国立情報学研究所)  
主たる共同研究者: 今井 雅(弘前大学), 羽生 貴弘(東北大学), 齋藤 寛(会津大学), 吉瀬 謙二(東工大)

## マルチチップ NoC アプローチ

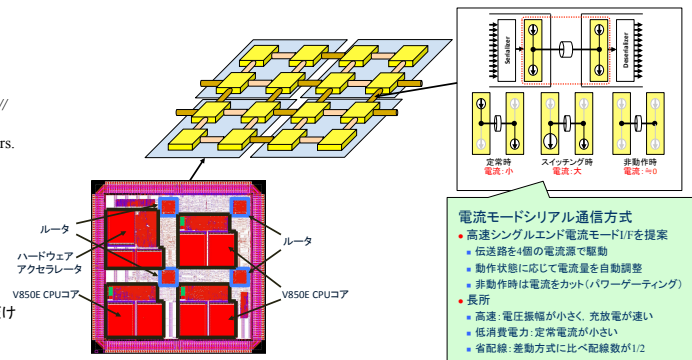
### ◆ 集中型ECUアプローチ

#### ■ NoC (ネットワークオンチップ) ベース

- スケーラブルかつフレキシブル
- いくつかのヨーロッパのプロジェクトで仮定
  - Recomp: Reduced certification costs for trusted multi-core platforms. <http://atc.ugr.es/recomp/>.
  - Race: Robust and reliable automotive computing environment for future cars. <http://projekt-race.de/>.

#### ■ マルチチップNoCベース (提案手法)

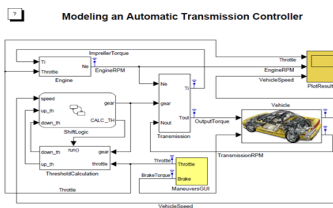
- 小規模NoCチップをチップ間リンクで接続
- オンチップネットワークをシームレスに拡張
- 非同期オンチップネットワークにより容易に実現
- 電流モード高効率チップ間通信により低オーバーヘッド実現
- 利点
  - 低コスト: 小さなNoCチップは安く、異なるサイズのNoCを単に接続するだけで構成可能
  - チップレベルの冗長構成を実現可: チップ故障に耐えられる



## マルチタスクスケジューリング・アロケーション

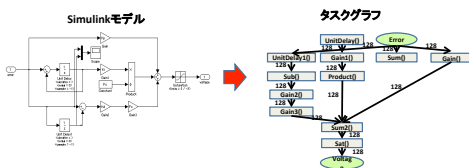
### ◆ アプリケーション

- MathWorks社のSimulinkにてモデリングされていることを想定



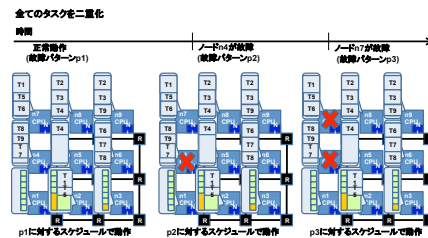
### ◆ タスクグラフ

- アプリケーションのタスクとタスク間のデータ・制御依存を表す
- タスクには以下のパラメータを持たせる
  - そのタスクを実行することができるノードの集合
  - 実行時間、コード量
  - タスク間データ転送量



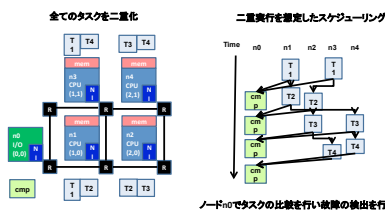
### ◆ Keyとなるアイデア

- ソフトウェアの冗長化
- マルチタスクアロケーション
- タスクごとに多重度(コピーの数)を設定

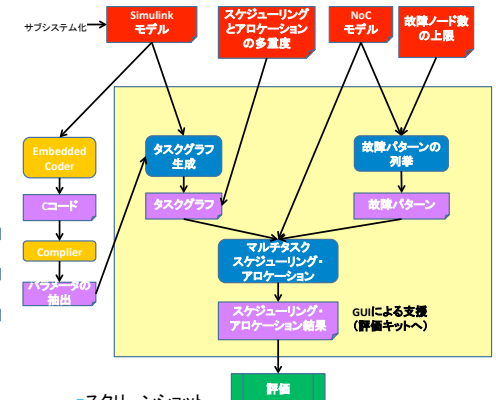


### ■ マルチタスクスケジューリング

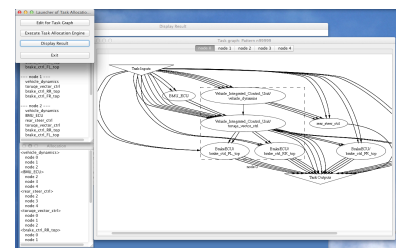
- タスクグラフに対して多重度(二重実行、三重実行)を設定



### ◆ ツールセット



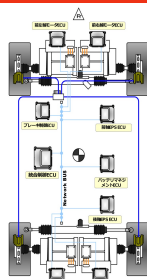
### ■ スクリーンショット



## 4輪統合制御に基づく車体姿勢制御

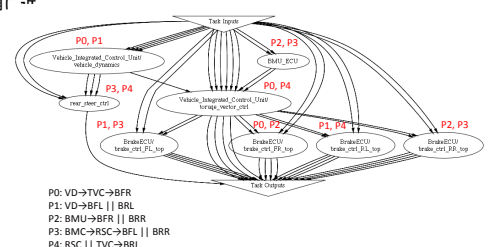
### ◆ 対象車両の構成

- 駆動用モータ・インバータ (PCU) 制御
  - 4輪それぞれに駆動用のモータを配し、独立してトルク制御可能
- ブレーキ制御
  - 回生ブレーキと油圧ブレーキの協調制御
  - ABS制御も含む
- 前輪EPS制御
- 後輪EPS制御
  - 電動アクチュエータによる位相制御機構
  - CPUコアの故障や劣化の検出
  - 変位量はタイヤ舵角で  $\pm 0.5[\text{deg}]$  程度



### ◆ 車両運動制御アルゴリズム

- 実車体すべり角を目標車体すべり角に近づけるようにヨーを制御
- 車両センサ情報・運転者操作から
  - 実挙動
  - 車両モデルによる目標挙動を求める
  - それら偏差が小さくなるように
    - 駆動モータの制駆動力
    - 油圧ブレーキ
    - 後輪操舵量を操作する



連絡先: 米田 友洋(Tomohiro YONEDA) / 国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究所 教授  
TEL : 03-4212-2557 FAX : 03-4212-2693 Email : yoneda@nii.ac.jp