

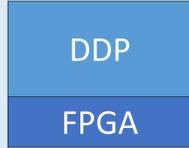
# データ駆動型プロセッサを用いたIoT機器

学習駆動コース 今岡ゼミ 植元 陸

## 背景・動機

IoT技術の工場・農業・自動車などへの応用・発展によるセンサデータ数や種類の増加

- 高い処理性能
- 省電力動作
- 設計時の柔軟性



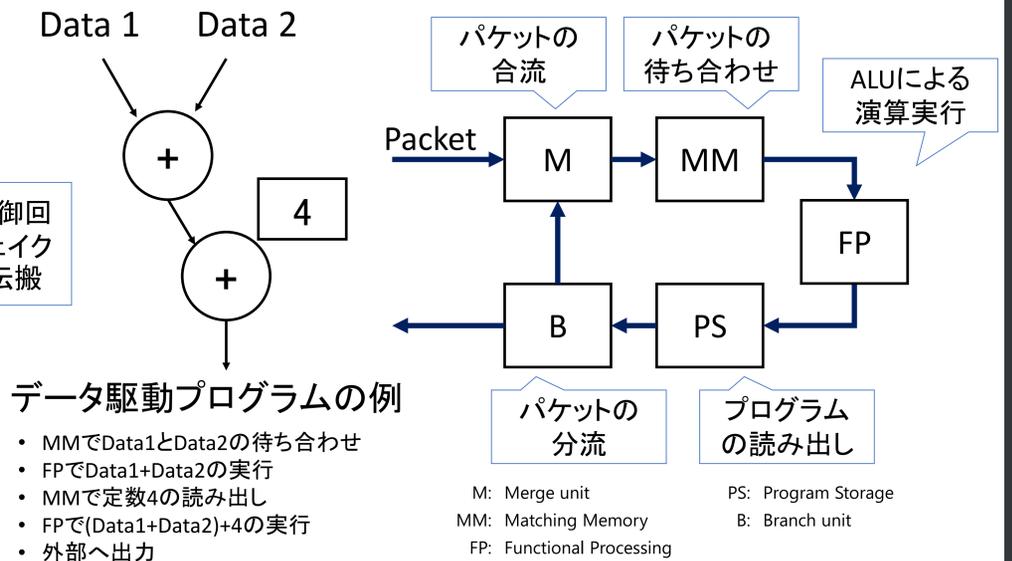
FPGAにDDPを実装しIoTに応用

FPGA: 回路情報を自由に書き換え可能なICチップ

実際にDDPで動くIoTデバイスを可能な限りFPGA上の回路で実現してみたい

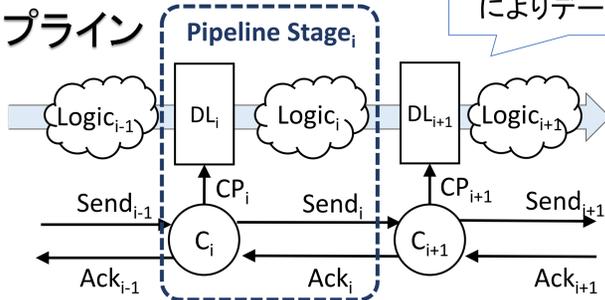
## データ駆動型プロセッサ (DDP)

- データの到着時に動作するプロセッサであり環状パイプラインで構成
- 到着したデータはデータの種類に応じて処理
- データの処理に必要な情報はヘッダに付加(パケット形式)
- グローバルクロック信号を使わず自己同期式パイプラインを利用すれば省電力動作が可能



## 自己同期式パイプライン

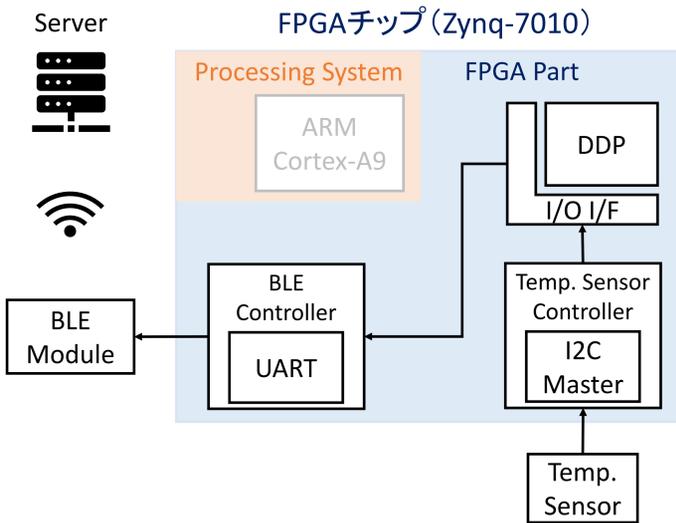
- Logic: データ処理回路
- C: 転送制御回路
- DL: データラッチ
- CP: データラッチ開放信号
- Send: 転送要求信号
- Ack: 転送許可信号



## 作品の構成(目標)

温度データを取得しサーバに送信するシステム

目標: 全ての機能をFPGA上に実装する回路で実現



## DDPをFPGA上に実装し簡単なIoTシステムを作成

- 温度センサから温度データを取得
- DDPでデータを処理
- BLE (Bluetooth Low Energy) を用いてサーバにデータ送信

## DDPが特に有用な場面

- 電力供給が難しい場所に設置されたデバイス
- 複数種類のデータが入力されるアプリケーション

IoT機器のバッテリー交換コストの問題  
タスクスイッチが発生せず多重に処理可能

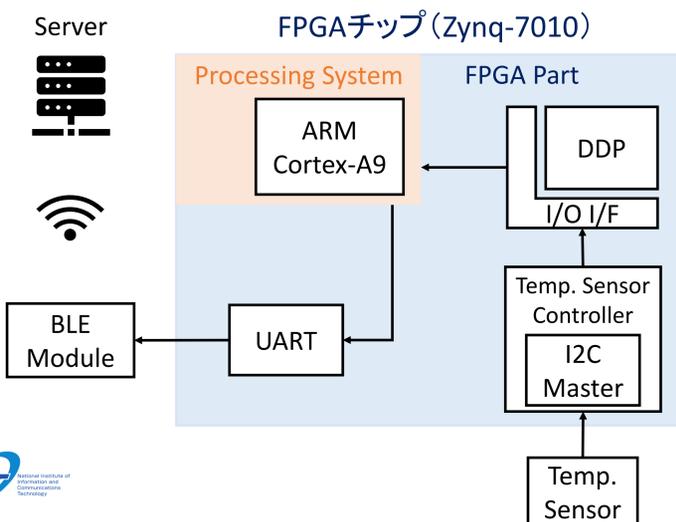
## 活用可能な事例

- 温湿度, 水質, 動植物の画像, 音響など様々な自然に関する情報をセンシングすることで森林保護に活用
- 樹木に温湿度センサや二酸化炭素, 一酸化炭素センサなどを取り付け, 山火事の発生を検知

※ 今回は温度センサのみ実装

## 実際に作成したプロトタイプ構成

- 可能な限りFPGA上の回路とDDPプログラムで動作
- BLEの操作はARM側で行うように設計
- ARM上で動作する組込みLinuxを利用してBLEを操作



## 展望

### セキュリティ(脅威・対策)

- 脅威: データの盗聴      対策: BLE通信の暗号化
- 今回用いるBLEモジュール(RN4871)ではペアリング後の通信は128bit AESにより暗号化通信が可能

### 電力消費量の比較

- グローバルクロック信号を用いたノイマン型プロセッサを利用 vs. 自己同期式パイプラインを用いたデータ駆動型プロセッサを利用

### センサ・アクチュエータの追加

- 応用例に示すようなより複雑なシステムの実装
- BLEで外部から操作

## 謝辞

作品の実装にあたり, SecHack365関係者の皆様, 特に学習駆動コースの今岡通博トレーナーには大変お世話になりました。また, 高知工科大学 情報学群 コンピュータ構成学研究室の皆様, 特に岩田誠教授にはDDPについてご教授いただき, FPGA評価ボードもご提供いただきました。ご支援いただきました関係者の皆様に心より御礼申し上げます。