

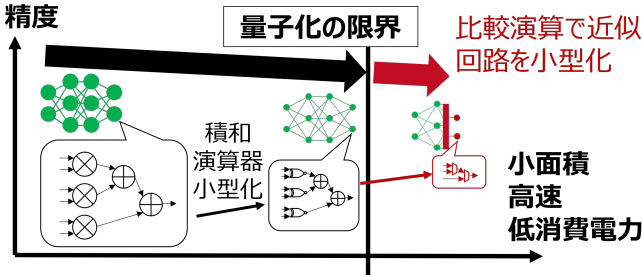
# 軽量で故障に強いニューラルネットワークモデルと回路の実現



上級准教授 富岡 洋一

## 概要

- Convolutional Neural Network (CNN)等の深層学習技術の発展により画像認識の品質が急速に向上しています。このような最先端の画像認識技術を監視、医療、自動運転システム等多くのシステムで活用していくことが期待されており、**処理速度、低消費電力に対する要求が、日々厳しくなっています。**
- セーフティクリティカルシステムでは、経年劣化等による故障リスクを削減するために、**回路の冗長化が必要となり回路面積や消費電力が増加したり、性能が低下する場合があります。**より高い性能の耐故障AIシステムを実現するためには、更に演算性能密度やエネルギー効率を向上することが求められます。
- 提案技術は積和演算に基づく従来の計算を少量の比較演算で部分的に近似することで、2値量子化したニューラルネットワークよりも更に小型化、低消費電力化を実現します。



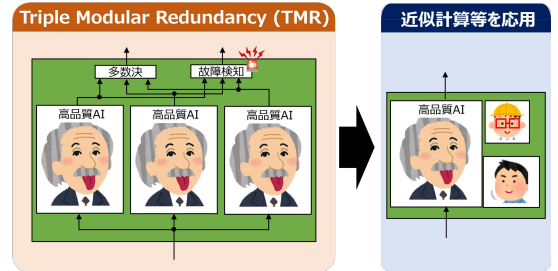
## 実用化の可能性

- 2値・3値量子化CNNの更なる小型化・低消費電力化・耐故障化により、以下の貢献が期待できます。
- CNN回路の小型FPGAへの実装可能性を拡大
  - バッテリー駆動やエネルギーハーベスティングIoTデバイス**における高速かつ低消費電力のCNN推論
- 冗長化による耐故障化と小型化・低消費電力化の両立
  - 悪環境化での運用や長期間安定した動作が求められる小型ロボットやインフラ機器**の信頼性を向上

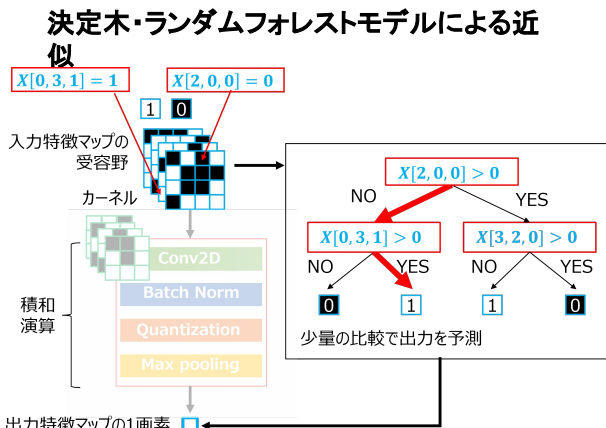
## 現在の取り組み

- 本技術より着想を得て、より複雑かつ高い計算精度が求められるニューラルネットワークモデルを対象に、小型・低消費電力・高性能な耐故障エッジAIモデル及びアクセラレータの開発に取り組んでいます。

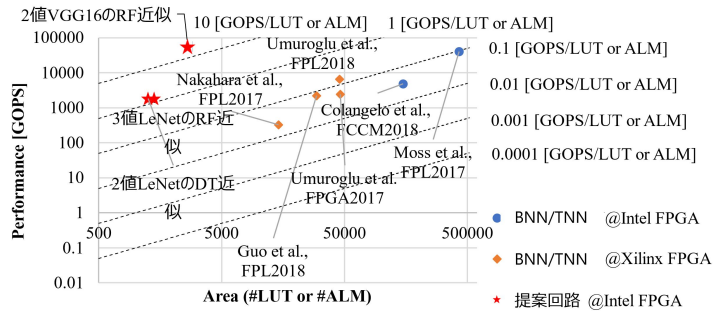
**「信頼されるAI」領域 持続可能な高効率AIシステムの実現**



## 研究概要図



## 提案手法により近似した部位の回路と2値・3値量子化ニューラルネットワーク回路との演算性能密度比較



DT: 決定木 RF: ランダムフォレスト BNN/TNN: Binary/Ternary Neural Network  
 FPGA: Field Programmable Gate Array  
 ALM: Adaptive Logic Module LUT: Look-Up Table

## ニューラルネットワークの量子化の限界を超えた小型化・低消費電力化を実現

関連発明: 学習モデル置換プログラム、学習モデル置換装置、学習モデル置換方法及びニューラルネットワーク回路装置 (特願2022-033334)