

# オンライン学習によるイベント駆動型 低消費電力3次元デジタルスパイク ニューロモーフィックシステム



教授 Ben A. Abderazek

## 概要

○スパイク・ニューロモーフィック・システムは、エネルギー効率の高いスパイク・ニューラル・ネットワーク (SNN) 実行のための有望なプラットフォームとして紹介されています。SNNでは、変量時間スケールに加えて、神経細胞やシナプスの状態を計算モデルに取り込みます。また、SNNではスパイク時間を用いて情報を符号化するため、正確な通信遅延も必要となるが、SNNは全体として見ればスパイク遅延のばらつきに対してある程度の耐性があります。

○本研究は、スパイクタイミングの疎なパターンでネットワーク内の情報を表現し、局所的なスパイクタイミング依存可塑性規則に基づいて学習する、3D-IC生体脳の3次元構造を明示的に指向した、信頼性の高い3次元デジタルニューロモーフィックシステムに関するものです。私たちのプラットフォームは、スパイクネットワークの高集積密度とスパイク遅延の低減を可能にし、スケーラブルな設計を特徴としています。R-NASHはThrough-Silicon-Via技術に基づく設計で、ネットワークオンチップをベースにしたクラスター型ニューロンへのスパイク神経ネットワークの実装を容易にします。ホストCPUとのメモリアンタフェースを提供し、スパイクニューラルネットワークのオンライントレーニングと推論を可能にしています。さらに、R-NASHは性能の劣化を緩やかにするフォールトリカバリーをサポートしています。

## 実用化の可能性

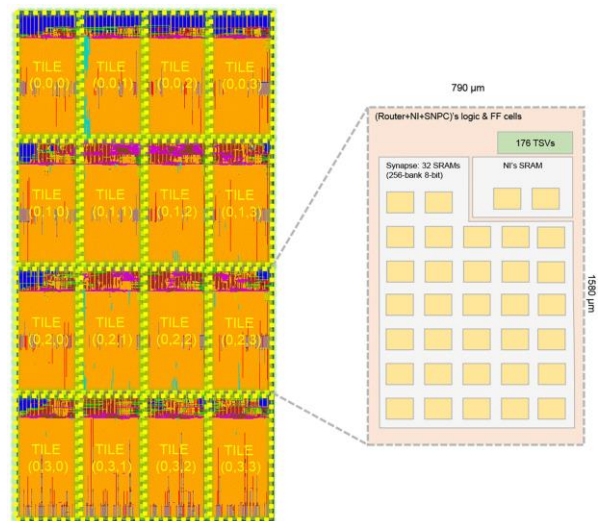
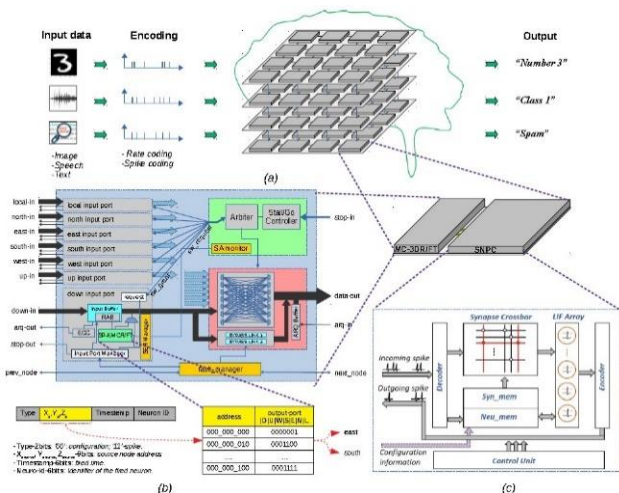
○本プロジェクトの成果は、以下のような実用化に向けた取り組みに応用可能です。

- (1) エッジ/IoTデバイス。
- (2) 低消費電力ニューロモーフィックAIチップ
- (3) 義肢装具

## UBICからのメッセージ

生物学的な脳の構造を模倣したニューロモーフィックコンピューティングは近年におけるAIチップのトレンドになっています。本技術は、低消費電力な適応型スパイクニューラルネットワークの処理をハードウェアによって実装することを目指しており、今後のエッジAIシステムやIoT分野において高い需要が期待されます。

## 研究概要図



ニューロインスパイアド3Dシリコンブレイン システム/プロセッサ

## ハードウェアによる低消費電力なAIシステムの構築

関連発明: 3次元ネットワークオンチップによるスパイクニューラルネットワーク(特願2019-124541)

# AlzuHand: 適応型リアルタイム 非侵襲的ニューロモルフィック義手



教授 Ben A. Abderazek

## 概要

○プロテーゼ/神経プロテーゼは、神経障害を持つ人々の生活の質を大幅に改善することができます。これらのデバイスは、広範な治療ソリューションになりつつあります（つまり、パーキンソン病、網膜インプラント、歩行リハビリテーション、義肢の感覚フィードバックの回復、乳房充血または触診など）。ただし、さまざまな感覚入力を組み合わせて複雑なタスクを正確に実行する生きているエージェントとは異なり、ほとんどの義肢および擬人化ロボットアームは、精度に影響を与える単一感覚入力を使用します。しかし、それらは制御方法が原因で電力を大量に消費するデバイスです。

したがって、義手の感覚運動機能の豊富さとその適応性を理解することは、現代の科学と工学における課題の1つです。

○このプロジェクトでは、感覚運動の統合とフィードバックセンシングを備えた高度なリアルタイムで電力効率の高いニューロモルフィック義手 AlzuHand を調査します。私たちは、義肢を制御して、神経障害や切断を受けた人々の動きを回復させるためのソリューションを開発することを目指しています。

## 実用化の可能性

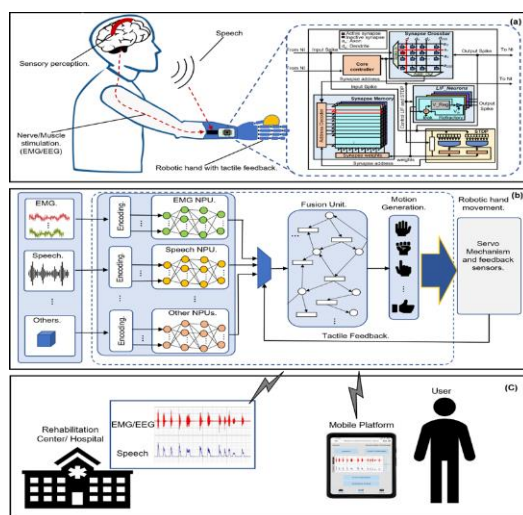
○このプロジェクトの結果は、次の実用的なアプリケーションに適用できます。

- 肢体不自由者のリハビリ、
- 四肢切断者のための柔軟で低コストの義肢
- 乳房充血のためのプロテーゼ
- 触診用プロテーゼ

## UBICからのメッセージ

本研究は3次元ネットワークオンチップによるスパイクングニューラルネットワーク（SNN）を利用し、複雑な神経入力を処理し直感的な動作を可能にした義手の制御技術です。リアルタイムで直感的な制御が必要な四肢切断者用の義手やリハビリテーション用途の他、特定疾患により義手の利用が望ましい方への適用など幅広い活用が期待できます。

## 研究概要図



AlzuHand I

- Device Name: AlzuHand I
- Total Weight: 422g (276g without controller)
- Control: sEMG
- DoF: 5
- Feedback: No
- Related patent: 特願2019-124541
- Contact "benab(at)u-aizu.ac.jp"

アダプティブリアルタイム非侵襲ニューロモルフィック義手。左:アプローチの全体像、右: AlzuHand I 義足初試作

## 直感的な制御が可能な人工装具の開発

関連発明: 3次元ネットワークオンチップによるスパイクングニューラルネットワーク（特願2019-124541）