

AIコンピューティング研究ユニット 紹介資料

2023年 11月 14日

東京工業大学 科学技術創成研究院

AIコンピューティング研究ユニット (ArtIC)

情報通信系 本村研究室 藤木研究室



Tokyo Tech



ArtICの成り立ち

情報通信系

本村・劉研究室 => 本村・藤木研究室
(2月まで) (11月から)



=
(イコール)

科学技術創成研究院

AIコンピューティング研究ユニット



2019年4月
に発足



Artificially Intelligent Computing Research Unit

もう一つの意味: ArtなIC => ソフトとハードの総合技術・芸術

今年度は本村研・藤木研ともに3年生の配属を受け入れます

AIコンピューティングとは？

入力: データ爆発



法則

分類

予測

推論

計画

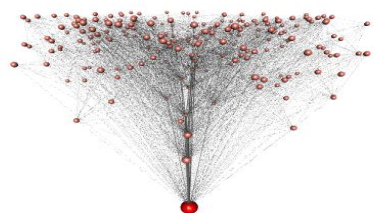
判断

管理

- 計算機 -



出力: 組み合わせ爆発

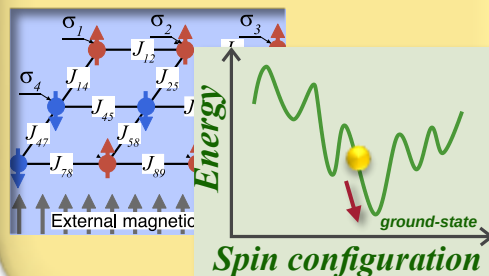


- 深層学習・深層ニューラルネットワーク
 - より伝統的な機械学習手法
 - 統計的機械学習
 - アンサンブル学習
 - データマイニング・グラフマイニング
-
- 組み合わせ最適化・離散最適化
 - アニーリング
 - 解の列挙

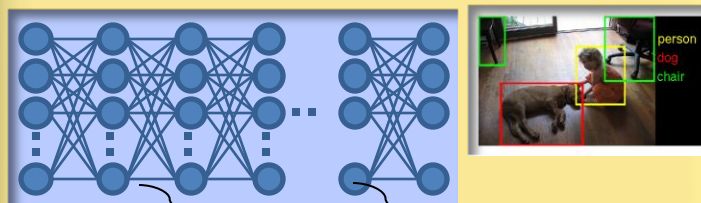
ArtIC: 研究ターゲット

人工知能(AI)応用の急速な拡大
↓
計算機アーキテクチャの革命

最適化問題の並列解法
(量子インスパイアド計算
技術として注目)



AI革命の中心技術

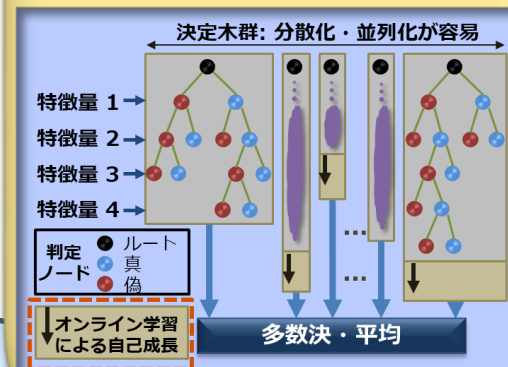


抽象シナプス

抽象ニューロン

深層ニューラルネット
・ディープラーニング
(DL)

説明可能なAI技術
として再注目



アニーリング計算機
(アニーリング)

統計的機械学習
(フォレスト)

疎行列処理 (スパース)

共通基盤
アーキテクチャ化

アルゴリズム理解 ⇒ アーキテクチャ研究 ⇒ ハードウェア実現

ArtIC: 研究ターゲット

人工知能(AI)応用の急速な拡大
↓
計算機アーキテクチャの革命

データ量の
急激な増加

1000-2000 pJ 1-50 pJ

Data movement

Operation

20-40x
1000x

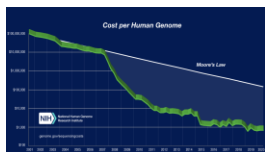


リアルタイム情報

- ・センサデータ
- ・環境情報
- ・医療情報

- フィードバック
- ・高付加価値情報
- ・提案
- ・スマート社会化

Genomics等の
技術革新



交通
自動走行車



医療
Precision
Medicine



防災
地震予測



データ移動の低減



超並列計算が可能



>90%を占める受動的メモリ
を能動的計算資源に転換

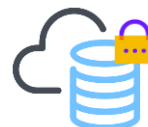
Processing in
Memory

Domain Specific
Architecture



t を漏洩せずに $d[t]$ を
取得したい。

準同型暗号
紛失通信



Privacy
Preserved
Computing

アルゴリズム理解 => アーキテクチャ研究 => ハードウェア実現

ArtIC(本村研・藤木研)責任教員の紹介

本村

テクノロジストの時代

世界の研究機関や巨企業を動員して人工知能（AI）向けの専用ハードウェア、その研究開発のソフトウェアグループに、日本が加わっているのが東芝の食い込みである。東芝工業大学の本村貞人教授が、NEC在籍時代、約40年間にわたって半導体の基本となるシリコン半導体の研究を、AI半導体に向けて進展させ、世界初の研究成果を次々に発表している。

1987年に入社して、NECの中央研究所で集積回路の研究に取り組み、従来の研究に比べて、半導体の素子に、半導体材料を開発する道を進み始めた。専門分野の

東京工業大教授
本村 真人氏

AI半導体 世界と競う



計の前提となるシステム
ーキヤッチャーは回路設
られながら研究をして
最大成果は、用途
に応じて動的に演算の仕
の丸手書体が「長期費退
をたかろか、」輝きを
取り戻す」との思いにか
のスタートアップが生

[illegible]

'87 京大理学部修士
'96 京大工学博士
'87-'11 NEC研究所
'11-'18 北大
'19- 東工大
ArtIC立ち上げ

LSIのオリンピック
ISSCCで次々に世界
初のチップを発表



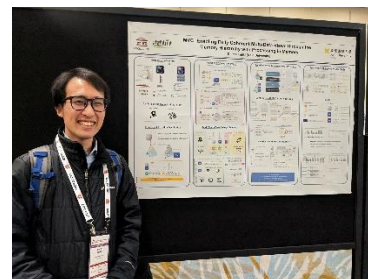
4千人参加の最高峰会議



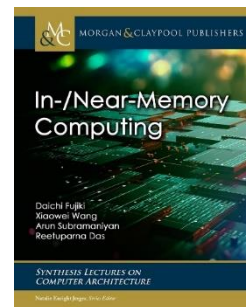
多くの国内外シンポジウムでAIハードウェアの招待講演

藤木

- '16 慶應理工学部卒
- '16 ミシガン大 Ph.D.課程入学
- '22 ミシガン大 Ph.D.取得
- '22-'23 慶應大学 助教
- '23.11月 東工大 准教授
- ArtICに参加



計算機アーキテクチャ
の5大トップ国際会議
で次々に論文発表。日
本には稀有な存在



若くして既に
著書も…



共同研究@Nvidia,
Samsung, Meta FAIR

日経新聞
21/10/26日朝刊

ArtICの研究レイヤ

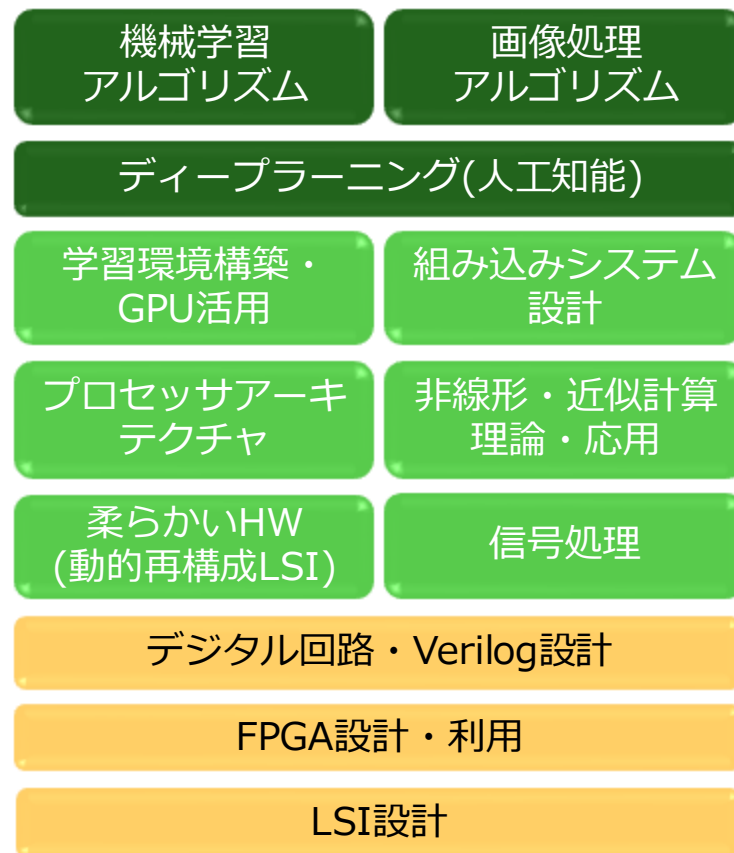
技術レイヤ

「論理」を相手にする世界



「物理」を相手にする世界

身に付くスキル・知識 (例)



ArtIC人員構成と仮配属関連情報

本村研

藤木研

教員	教授	本村 真人		全体運営、ディープラーニング
	准教授		藤木 大地	アーキテクチャ
	助教	Thiem Van Chu		フォレスト、スペース
	特任助教	川村 一志		アニメーリング
秘書		橋本, 土屋		
学生	博士	7名		昨年いったん受け入れを停止したため、現状学部はゼロ名
	修士	11名		
	学部	0名		



- 機械学習アルゴリズムや, 計算機アーキテクチャ, ハードウェア設計などに興味を持つ皆さんのArtICへの参加を歓迎します
- 二研究室で共同運営しており, 研究ユニット内に垣根はありません
 - どちらを志望しても全く差はありません
 - ArtIC教員全員で協力して, 丁寧な指導と居心地よい環境づくりとを心掛けています

研究室生活

ArtIC HP=>

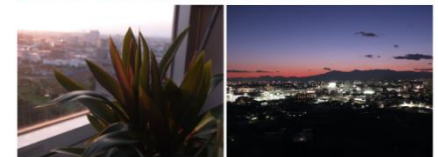
- 研究環境(オフィス, 計算機, 実験評価)の整備には力を入れています
- 導入教育 (~3月)
 - 輪講: アーキテクチャ, 機械学習
 - 実習: ディープラーニング, FPGA
- 研究テーマ配属
 - 4年生 4月頃
 - 本人の希望を聞きながらテーマ調整
- 研究の進め方
 - 全体進捗会議: 週1回 (バーチャル)
 - 4グループ毎の研究報告: 週1回 (バーチャル)
 - その他, 適宜個別に打合せ・議論 (対面)
 - ArtIC Slackにより, 密に情報を共有
 - コアタイムは設けていません

「良い研究は良い環境から」

まだ始まったばかりの研究ユニット(研究室)です。自由で闊達な雰囲気、創造的なアイデアを生み出せる環境づくりを目指しています。

真新しい建物、美しく広く眺望の良いオフィス(すずかけ台・J3棟17階フロア全体)という恵まれた環境を生かし、魅力的な居室環境の整備を進めています。構成メンバーの意見を柔軟に取り入れながら、居心地が良く研究モチベーションが湧いて出るような生活環境を目指します。

所属学生には、広めのデスクスペース、ノートPCと32型ディスプレイを支給します。深層学習用計算サーバやFPGAボード等、研究環境も充実しています。共同研究資金・競争的研究資金による博士・修士学生のRA雇用も積極的に進めています。



2021年11月のすずかけ台・ArtICオフィス











17F





← 1711-1716
1713-1714-1715

715

ART





















修論・卒論 タイトル名 (2022年度)

□ 修士論文

- 全並列アニーリングの解探索性能を向上させる動的なスピン反転機構の研究、小此木
- 局所解脱出を容易にするアニーリング手法とそのアクセラレータ設計、神保
- 乱数重みニューラルネットワークにおける精度・サイズトレードオフの向上に関する研究、大越
- 高効率な量子化決定森推論アクセラレータのためのモデル最適化手法の研究、北島

□ 卒業論文

- 強い宝くじ仮説に基づく超軽量物体検出ネットワーク、大塚
- 同変性ネットワークに基づく自律走行向け強化学習手法、塩田
- 表形式データを対象とした決定木とニューラルネットワークの融合型機械学習手法の研究、山倉
- 2スピン同時フリップを並列試行可能なシミュレーテッド アニーリング手法、兵頭
- 組合せ最適化問題のアニーリング解法に関する難易度評価、四元

最後に…

- 是非，ArtICホームページを確認ください（東工大 ArtIC）
- 機械学習アルゴリズムや，計算機アーキテクチャ，ハードウェア設計に興味を持つ皆さんのArtICへの参加を歓迎します
 - 特別な知識は求めません。この分野の研究に対する意欲を期待します
 - 4年生前半までに基礎知識が身に付くよう、輪講や研修を行います
- 二研究室で共同運営しており，研究ユニット内に垣根はありません
 - どちらを志望しても全く差はありません
 - ArtIC教員全員で協力して，丁寧な指導と居心地よい環境づくりとを心掛けています
- 一線級の国際会議で発表できるグループです
- 実戦的な研究活動を主体としています
- 実社会で役立つ考え方・スキル・知識を身に着けることができます
- 産学連携、大学間連携，国家プロジェクト参画を活発に進めています