

18年度採択テーマ: 学習/数理モデルに基づく時空間展開型 アーキテクチャの創出と応用

2021年 10月 15日

研究代表者

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)

本村 真人



Tokyo Tech



本提案全体のロードマップ

提案体制・研究テーマ

Society 5.0を支える
革新的コンピューティング

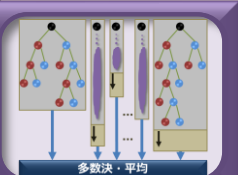
機械学習G

分散・信頼性志向機械学習理論

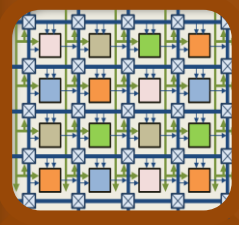
機械学習応用展開

アーキテクチャG

アンサンブル・
オンライン学習
エッジ
アクセラレータ



時空間展開型
エッジ知能
コンピュータ



多目的
エネルギー
最小化
エンジン



社会応用アルゴリズムG

アニーリング計算モデル・実問題適用

最適化問題応用展開

トポロ
ジー理論

数理科学G

統計物
理理論

- (1) 人間に代わってセンサからの大量データを高精度で識別し、リアルタイムな状況判断ができる
- (3) 大量のデータから自発的に学習することで、人手介在無しに(1)(2)の機能を強化・提供し続ける
- (2) 様々な制約充足型の社会/個人問題に関する最適解を瞬時に導き出せる
- (4) (1)-(3)の機能の安全性・信頼性やプライバシーが担保されている
- (5) (1)-(4)を低エネルギー・低コストで実現する

前半3年間

後半2.5年間

Pj 期間終了後、更に展開

達成目標: アンサンブル・オンライン学習エッジアクセラレータと多目的エネルギー最小化エンジンの技術確立

達成目標: 時空間展開型・エッジ知能コンピュータにより、最先端ソフトウェア(SW)解に比べて二桁のエネルギー効率向上を実現

参加組織



アーキテクチャG

東工大
(研究院)



東大
(情報
理工学)



北大
(情報科学)

機械学習G



理研
(ATR内)

豊橋技科
(情報・知能工学)



北大
(数学)

- 数理科学、機械学習、アルゴリズム、アーキテクチャ、社会応用に跨る**大型・分野横断型・多拠点**の研究体制
- **機械学習**と**離散最適化**の**融合**を志向する野心的な研究テーマ
- ドメインエキスパートの結集で**時空間展開型アーキテクチャ**を創出 (時間展開:= SW利便性, 空間展開:= HW効率性)



関大
(数学)



北大
(電子研) (日立北大)



京大
(情報学)



NII
(神田ラボ)

社会応用アルゴリズムG

前半の主要成果サマリ

提案体制・研究テーマ

現時点の成果

時間軸

数理学G (北大, 関大)

トポロ
ジー理論

統計物
理理論

機械学習G (北大, 理研, NII, 豊橋技科)

分散・信頼性志向機械学習理論

機械学習応用展開

アーキテクチャG (東工大, 東大)

アンサンブル機械学習
(決定森: Decision Forest)
アクセラレータ

時空間展開型
知能エンジン

非量子・アニーリング
(離散最適化)
アクセラレータ

社会応用アルゴリズムG (京大, NII, 日立)

アニーリング計算モデル・実問題適用

最適化問題応用展開

達成目標:
最先端ソ
フトに比
べて二桁
のエネル
ギー効率
向上

- 数理科学、機械学習、アルゴリズム、アーキテクチャ、社会応用に跨る分野横断型・多拠点の研究体制
- 機械学習分野と離散最適化分野の融合領域を志向する野心的な研究テーマ
- ドメインエキスパートの結集を力に時空間展開型アーキテクチャを創出
 - 時間展開 := SWの利便性
 - 空間展開 := HWの効率性
- 既に数々の成果: Pj後半で更なる大型成果を目指す

社会応用・アルゴリズム

- アニーリングマシンの前処理技術・時空間最適化をテーマに17年度から毎年開催。コンテスト知名度が高まり世界各地から1000名規模の参加登録
- 情報処理学会全国大会で表彰式を開催。受賞者と共著で結果を論文化

グラフ埋込み効率化('17)



- ・ 1st:登録者973名、提出者296名
- ・ 2nd:登録者446名、提出者126名

・ 国際会議TPNC2018発表

コスト関数変換アルゴ('18)



- ・ 登録者806名、提出者110名

・ 国際会議ISAROB2019発表

時空間最適化:貨物支援('19)



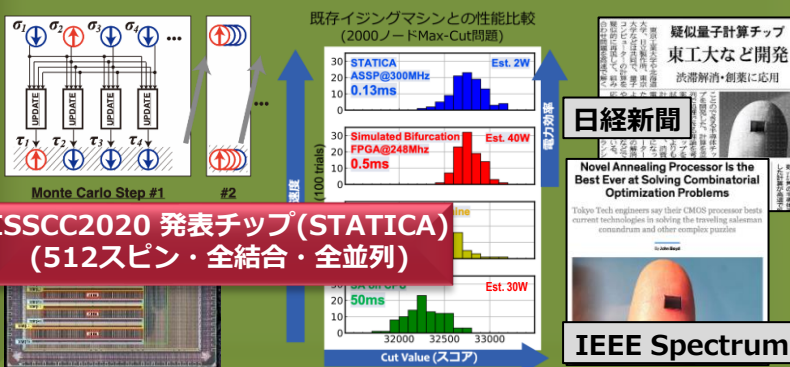
- ・ 1st:登録者1038名、提出者156名
- ・ 2nd:登録者577名、提出者73名

・ 国際会議NOLTA2020採択

20年度も継続的に実施

アニーリング(離散最適化)

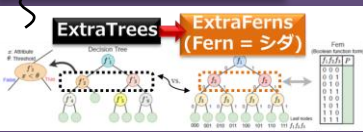
新数理モデルSCA(Stochastic Cellular Automata Annealing)提案



機械学習

アンサンブル学習 x 離散最適化に注目したアルゴ・アーキの軽量化・小型化研究群が進行中

ACML2020
ARC2020
CANDAR2020



高信頼・安全性の学習アルゴリズム等でも大きな成果: 難関国際会議・論文誌で次々に発表

IJCAI2020, AAAI2021(2件), ESA2020, Theoretical CS, STACS20, ACS Catalysis, 等