

AIMaP 研究集会等実施報告書

(Part 1/4) 名称・重点テーマ・キーワード等

項目	内容
名称	非ノイマン型計算、理論と応用
採択番号	2017A019
重点テーマ	非ノイマン型計算機、特に近年各社が活発に開発しているイジング型計算機等のハードウェアのアプリケーション探索 理論の側から望ましい専用ハードウェアの模索
キーワード	イジング型計算機、バイナリーニューラルネット、離散最適化、計算ファイナンス、ブースティング
主催機関	北海道大学
運営責任者	寺本 央
開催日時(開始)	2018/03/30
開催日時(終了)	2017/03/30
開催場所	北海道大学電子科学研究所 1 階会議室

(Part 2/4) 最終プログラム・参加者数

項目	内容
最終 プログラム	9:45 - 10:00 寺本 央 (北海道大学) 趣旨説明 10:00 - 11:00 竹本享史 (日立製作所) 非ノイマン型 CMOS アニールマシン 11:15 - 12:15 神山直之先生 (九州大学) 離散最適化とその社会応用 13:30 - 14:30 楠岡成雄先生 (東京大学) ファイナンスと数値計算 14:45 - 15:45 畑埜晃平先生 (九州大学) ブースティング:最適化の視点に基づくサーベイ 16:00 - 17:00 高前田伸也先生 (北海道大学) 量子化ニューラルネットワークのためのハードウェアとアルゴリズムの協調設計 意見交換会
参加者数	数学・数理科学:13人, 諸科学:04人, 産業界:02人, その他:00人

(Part 3/4) 論点・現状・今後の展開

項目	内容
当日の論点	<p>非ノイマン型計算機、特に近年各社が活発に開発しているイジング型計算機等のハードウェアのアプリケーション探索</p> <p>理論の側から望ましい専用ハードウェアの模索</p>
研究の現状と課題（既にできていること、できていないことの切り分け）	<p>研究の現状に関する報告：</p> <ul style="list-style-type: none">・ 日立のイジング計算機と富士通のデジタルアニーラの現状に関しては、竹本様、神山先生らからご報告があった。・ マトロイド、劣モジュラ関数など離散最適化と相性の良い構造による社会問題のモデル化に関し神山先生よりご報告があった。・ 数理ファイナンスの背景知識と現状に関する報告は楠岡先生よりあった。・ 種々のブースティングと最近の動向に関しては畑埜先生からご報告があった。・ バイナリーニューラルネットのレビューと近年の取り組みに関するご報告が高前田先生よりあった。 <p>課題：</p> <ul style="list-style-type: none">・ イジングモデルよりより広いクラスのモデルを解けるよう計算機を拡張できないか、例えばなぜ隣接スピン間の2体相互作用だけという制約があるのか、等ハードウェアの制約を考慮に入れながらどこまでモデルを一般化するのかの検討。・ 日立のイジング計算機には画像解析、四色問題等長距離相互作用がないものが向いているのではないかと考えられるが、より明確なキラアアプリケーションの模索。・ イジング計算機で解きやすい問題を狙うのかあるいはNP-hard等難しい問題を狙うべきかのターゲットの見定め。・ Population simulated annealingのように多点スタートでスコアの良い（エネルギーが低い）状態を複製する等の方式がハードウェア実装と相性が良いのかどうかの検討。・ マトロイドは一般に極大を複数持つのだが、どの程度の数の極大を持ちうるのか、その全列挙は可能なのか等の検討。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日立のイジング計算機は計算ファイナンスで現れる期待値の評価と相性が良いのかの検討。 ・ 現実的には準モンテカルロ法で扱える積分計算の次元には上限がある。その上限の改良。 ・ LPBoost 並みに速い必要計算ステップ数の上限の見積もりを備えたブースティング手法の開発。 ・ 機械学習の半化性能を向上させるために望ましい正則化項の検討。
<p>新たに明らかになった課題、今後解決すべきこと</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日立のイジング計算機で初期条件はランダムに決まっているが、初期条件を工夫することでその性能を改善することができるかどうかの検証。 ・ 日立のイジング計算機で乱数を入れてスピンの状態をその状態から離れた状態へと遷移させることの是非を検証。 ・ 日立のイジング計算機の計算ファイナンスの CVA (or XVA) への適用可能性の吟味。 ・ Qboost 以外のブースティングを QUBO で定式化可能性の検討。 ・ イジング計算機の磁場、相互作用係数の対数量子化の実装。
<p>今後の展開・フォローアップ</p>	<p>本ワークショップを通じ、日立製作所と数学・数理科学の新たなつながり、理論とハードウェアの専門家とのつながりが生じた。本ワークショップの質疑およびその後の意見交換会にて新たな検討課題も抽出できた。今後の開催は未定だが、本ワークショップで生まれたつながりをもとに非ノイマン型計算機のアプリケーション探索および理論の側から望ましい専用ハードウェアの模索を続けていきたい。</p>

(Part 4/4) 写真

項目	内容
添付写真 1	

2017/08/24b)