

2021年度 助成金交付について

当財団の助成事業を、今年も実施いたします。当財団では、助成総件数718件に達し、助成総金額は5億9,745万円となりました。学術、ひいては社会の発展のためにお役立てくだされば幸いです。ご応募を心よりお待ちしております。

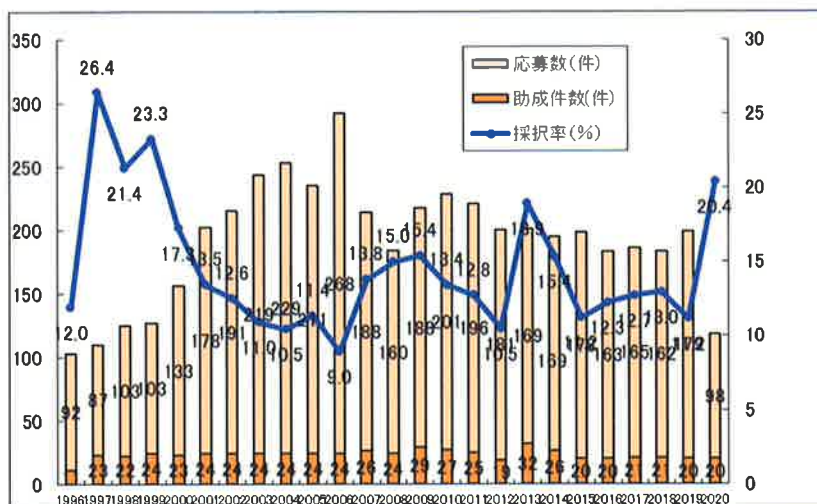
詳細は財団のホームページをご覧ください。

【申請書受付期間:2021年6月1日(火)~8月31日(火)】

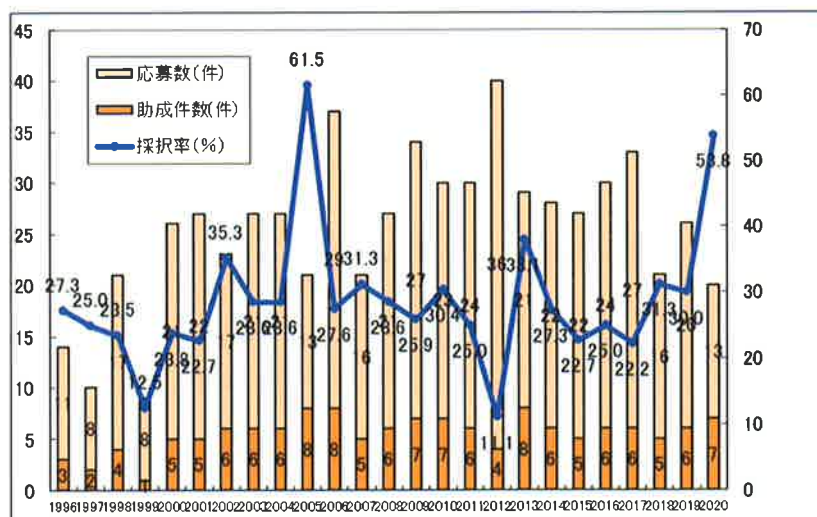
応募手続き

- ◆財団所定の書式(当財団のHPに掲載)を用いて、必要事項を記入して財団事務局あてにEメールで提出してください(郵送も可)。
- ◆申請書の受付完了報告をEメールにてお知らせいたします。
- ◆申請書受付期間外に到着した申請書につきましては受付できませんのでご注意ください。また、電話などで申請書到着遅延、期間外の受付などのお問い合わせはお断りいたします。

■研究助成の推移



■フォーラム・シンポジウム等開催助成の推移



応募要領

(1) 研究助成

◆応募の資格

助成の対象となる研究を、計画に従って遂行する能力のある方(研究グループを含む)。

◆テーマ・内容

- ◎情報科学に関する調査、研究および開発で、学術的発展に寄与するものであること。
- ◎研究の計画および方法が、当該研究の目的を達成するために適切であり、かつ十分な成果が期待できるものであること。

◆助成金の額

助成総額2000万円までを原則とし、選考結果に基づき助成額を決定します。

◆選考結果通知

2021年11月中旬の予定。全員にお知らせします。

◆対象となる経費

機械器具装置の購入費および賃貸料、旅費、消耗品費、謝金等。

◆研究完了日

助成金の交付決定後2年以内。

◆研究成果の帰属

助成研究によって取得された知的財産権は、研究実施者に帰属することとします。ただし、助成研究成果の特許、実用新案または意匠登録として出願し、その後、特許権、実用新案権または意匠権を取得したときは、速やかにその旨を当財団に届け出てください。また、当財団では、「特許庁長官指定学術団体」として指定されていますので、当財団が主催または共催する研究集会で文書でもって発表した場合、発表後6ヶ月以内に特許、実用新案の出願をされたときは、その発明または考案は新規性の喪失の例外とされています。その場合、当財団の証明書が必要となりますのでお申し出ください。

◆その他、留意していただく事項

- ①研究の成功・不成功にかかわらず助成金の返還は求めませんが、当該研究が実施されなかったり、研究実施者が当財団の規程等に違反した場合には、助成金の一部または全額を返還していただくことがあります。
- ②助成研究完了の日から起算して30日以内に、完了報告書の提出をお願いします。
- ③研究の成果を当財団の機関誌等に記載したり、講演会等で発表していただくことがあります。
- ④助成研究の成果を学会等で発表したり論文にまとめたりする場合は、財団の助成を受けて遂行されたことを明示してください。
- ⑤応募者の機会均等化を期するため、採択された方は、原則としてその年度後3年間は、選考の対象とされません。

(2) フォーラム・シンポジウム等開催助成

◆応募の条件

情報科学に関する学術的発展に寄与するフォーラム・シンポジウム等で、2021年12月1日から2023年3月末日までに開催されること。

◆助成金の額

年度内助成総額200万円までを原則とし、選考結果に基づき、助成額を決定します。

◆選考結果通知

2021年11月上旬の予定。

◆対象となる経費

謝金、旅費、会場費、人件費、消耗品費、印刷製本費、通信運搬費等。

◆その他、留意していただく事項

- ①フォーラム・シンポジウム等の終了後3ヶ月以内に報告書を提出してください。
- ②フォーラム・シンポジウム等開催の資料は、申請時に添付のほか、印刷物を発行する場合は送付してください。
- ③応募者の機会均等化を期するため、採択された団体等は、原則としてその年度後3年間は、選考の対象とされません。

会 議 開 催 報 告

「第22回 理事会」開催

新型コロナウイルスの感染拡大が懸念され始めたことから、集合型会議は自粛して、2021年2月に、第22回理事会を決議の省略により実施いたしました。

理事長より各理事監事に対して、

- ① 2021年度事業計画書案及び収支予算書案、資金調達及び設備投資の見込みの承認の件
- ② 「研究助成規程」改正および「フォーラム・シンポジウム規程」改正ならびに「Kフォーラムに関する内規」制定の承認の件
- ③ 第22回評議員会の日時及び場所並びに目的である事項決定の件

が書面にて提案され、全理事からの同意書と全監事から異議のない旨回答書を得て、2021年2月15日に決議の省略が成立しました。

「第22回 評議員会」開催

2021年3月4日(木)15:00より、WEB会議システムにより、第22回評議員会が開催されました。

今回の評議員会は、

- ① 2021年度事業計画書案及び収支予算書案、資金調達及び設備投資の見込みの承認の件が審議され、原案通り可決されました。

「第9回 臨時理事会」開催

2021年3月4日(木)15:30より、WEB会議システムにより、第9回臨時理事会が開催されました。

今回の臨時理事会の議案は報告事項1件で、「代表理事による自己の職務の執行状況報告」が行われました。

理事長(代表理事)から2020年度の公益目的事業の執行内容を、専務理事(代表理事)から2020年度の財団会計管理の執行内容をそれぞれ報告いたしました。

フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告

(いずれも提出原文のまま、所属は提出時のもの)

■第18回ACM組込みネットワークセンサシステム会議(SenSys2020)ならびに 第7回ACMエネルギー効率の高い建物、都市および 交通システム国際会議(BuildSys2020) K31FSXXIV第126号

開催責任者：中澤 仁(慶應義塾大学 教授)
開催期間：2020年11月16日～2020年11月21日
会場と所在地：オンライン開催(事務局のみパシフィコ横浜に設置)
参加人員：1,800名

成果：

SenSys2020国際会議(以降、SenSysと呼ぶ)では、基調講演(1件)、併設ワークショップ(7件)、口頭発表(8セッション、43件)、デモ・ポスター発表(4セッション、79件)、およびCOVID-19対応研究発表セッションを実施した(別紙1: SenSys2020プログラム参照)。

またBuildSys2020国際会議(以降、BuildSysと呼ぶ)では、基調講演(1件)、併設ワークショップ(3件)、口頭発表(7セッション、38件)、デモ・ポスター発表(2セッション、23件)を実施した(別紙1: BuildSys2020プログラム参照)。この他に合同基調講演(1件)と合同ワークショップ(1件)、および博士学生フォーラムを実施した。

これらのうち基調講演の内容は以下の通りであった。

"Is Accuracy Overrated?"

Dr. Marilyn Wolf, University of Nebraska -- Lincoln

動画リンク：https://www.youtube.com/watch?v=3pBF-Adh_NQ

"Challenges of Startup Company on Wireless Concurrent Transmissions"

Dr. Makoto Suzuki, Sonas Inc.

動画リンク：<https://youtu.be/rZNKdiGK-aQ>

"Global and Local Autonomy of Embedded Sensing Systems in Civil Infrastructure based on a Cyber-Physical System Framework"

Dr. Jerome P. Lynch, University of Michigan

動画リンク：https://www.youtube.com/watch?v=rI4NO-u_Yo0

これら2つの会議に対して、64か国より1,811人の参加登録があった。このうち日本からの参加登録は209人であったことから、海外からの参加登録は1,602人であった。本会議は全てオンラインで実施したため単純な比較はできないものの、1,811人の参加登録数は例年の6倍である。また64か国からの参加登録は国連加盟国の1/3にわたるものであり、SenSysおよび

BuildSysの高い国際性を示すものであると言える。また協賛団体からの支援により、発表者を含む全ての登録者について、参加費を無料とすることができた。このことは、参加登録数が上記のように大幅増加したことの一因と考えられる。

また、本会議においても、COVID-19の影響は甚大であった。会議の開催形態をオンラインとしたことが最も顕著な影響であったものの、特にSenSysにおいては、論文投稿締め切りを大幅に後ろ倒しすることとなった。当初の論文投稿締め切りは4月6日(月)であったものの、これを一旦4月17日(金)に延期し、最終的には7月10日(金)まで約3ヶ月間再延期した。3ヶ月間の延期は、SenSysのような国際トップ会議では極めて稀であったものの、主催学会であるACMとも調整の上、より多くの研究者や学生に論文投稿の機会を設けることを目的として、最大限の延期を行った。これによって今回のSenSysではこれまでで最大数となる214件の論文投稿があった。このうち44件を採録したことから、採録率は約20%となった。

本年度のSenSys/BuildSysは、横浜での物理開催を断念することとなったが、例年の約6倍となる64か国より1,811人の参加登録があり、センサネットワーク分野の多数の研究者や学生を新たに研究者コミュニティに迎え入れ、研究者コミュニティの拡大に成功した。参加登録者に占める日本人の割合は約11%であり、極めて国際的かつ多様性の高い会議となった。全ての発表を日本時間とアメリカ東部時間で計2回ずつ行うダブルラン プログラムを用い、その運営のために当初会場としていたパシフィコ横浜の一室を借り上げ、配信事務局を設定。Slack・zoom・YouTubeを複合的に活用したデジタルプラットフォームによって、全世界の研究者らの間で有意義な議論を行うことができた。SenSys/BuildSysにはこれまで日本人の存在を示せていなかったが、新たな取り組みを多く含む今回の成功を通じて、日本の研究コミュニティの発展に寄与できた。

■2020情報理論とその応用国際シンポジウム K31FSXXIV第131号

開催責任者：萩原 学(千葉大学 准教授)

開催期間：2020年10月24日～2020年10月27日

会場と所在地：オンラインとオンデマンドを共用したバーチャル開催

参加人員：206名

成果：

本会議では、一般公演として、情報理論、符号理論および情報通信、情報セキュリティ等の各分野において、多くの優れた研究成果が発表された。特に近年注目を集めている機械学習に関する情報理論的な研究や、暗号・情報セキュリティに関する研究、量子通信に関する研究等、情報理論の周辺分野の研究や萌芽的な研究の成果も発表された。またこれらと共に数学や情報科学といった近隣分野からも大きな注目を集めている情報理論の基礎的な研究成果も多数発表された。

一般講演に加え、著名な研究者による以下の3件の基調講演を実施した。

【基調講演】

Olgica Milenkovic (University of Illinois at Urbana-Champaign),

“Semiquantitative Group Testing with Applications”

Masahito Hayashi (Southern University of Science

and Technology/Nagoya University), “Information-Theoretic Anonymous Cryptographic Protocols”

Paul H. Siegel (University of California; San Diego),

“Costly Constrained Channels: Theory and Applications”

最後に会議の実施方法について記す。当初の計画では米国ハワイ州にて開催する予定であったが、COVID-19の影響によりオンラインとオンデマンドを共用した会議へと計画を変更した。一般講演は予め録画した発表動画を参加者各自がサーバーにアップロードし、視聴者は期間中いつでも聴講可能なオンデマンド講演とした。一方上記基調講演は時間を指定したオンライン講演とし、講演者と聴講者が共に同じ時間帯に参加するようにした。また、通常のシンポジウムではセッション後に研究内容について議論することが多いが、これを実現するために参加者同士がオンラインで議論をできる場を各日2～3時間程度提供した。

研究助成完了報告概要

(いずれも提出原文のまま、所属は提出時のもの)

■持続可能なシェアリングエコノミーのためのメカニズム設計

K28研XXI第479号

櫻井 祐子(産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 主任研究員)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究の目的は、今後更なる発展が見込まれるシェアリングエコノミーの基盤技術として、限られた資源の持続可能な利用／活用のためのメカニズム設計を行うことである。クラウドソーシングはインターネット上でリクエスタ(作業依頼者)と不特定多数のワーカー(作業員)をマッチングさせるサービスであり、シェアリングエコノミーの一形態として位置付けられる。従来、ワーカーの報酬は経験則に基づいて、決定される場合が多い。そこで、本研究では、ワーカーに適切な報酬(インセンティブ)を与えるため、マルチエージェントシステムにおけるメカニズム設計技術に基づいたルール(メカニズム)設計を行った。

本研究ではまず、画像のラベル付けなど、機械学習の訓練集合に用いるラベルをクラウドソーシングで得る場合、膨大なラベル付きデータが得られる一方で、ラベルの信頼性に関する問題が生じる点に着目した。リクエスタがワーカーへ支払うことが可能な予算制約がある下で一定の作業品質を得るためには、ワーカーに対してどのように作業を依頼すればよいか、また、どのように報酬設定を行うことで作業品質を保証することができるかについて実

証実験を行い、実証実験の結果をメカニズム設計理論と社会心理学に基づいて分析を行った。

さらに、ワーカーの能力を公平に評価するために、協力ゲームにおける解概念であるシャプレイ値を応用した手法の提案を行った。具体的には、機械学習で提案されているシャプレイ値回帰を応用して、正解への寄与を相関のあるワーカー間で分配することで、ワーカーの貢献度を公平に推定する方式の提案を行った。シャプレイ値の計算にはワーカーの部分集合の列挙が必要であるため、ワーカーの数の増加に従って計算コストが増大することが課題となる。そこで、本研究では、ワーカー間の作業品質に関する関係性をグラフで簡潔に表現し、ワーカーの部分集合の列挙を高速に行うことで、効率的にシャプレイ値の計算を行う手法の提案を行った。

本研究で得られた研究成果や知見は、人間中心型の社会的意思決定や合意形成に関する基盤技術の一つになりえると考える。今後も、様々な社会課題解決のため、マルチエージェントシステムにおけるメカニズム設計技術の深化を行っていく予定である。

■マルチエージェント・オーケストラ:人工知能による創造的協働

K28研XXI第486号

河瀬 諭(神戸学院大学 心理学部 准教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要
実施内容

本研究の目的は、マルチエージェント・システムによって、集団による創造的活動を行う過程を明らかにすることである。具体的には、演奏家個人の演奏解釈と集団での演奏時の違いを、実際の演奏とマルチエージェント・システムによるシミュレーションで比較する。これにより、人の集団的創造活動を工学的に応用するための知見を得る。

実験は、演奏家のデータ収集と、マルチエージェント・シミュレーションの2段階で構成される。はじめに、トッププロを含む、複数の演奏者のデータを収集した。実験では、共演者と練習する前の、個人の演奏解釈と、練習後の集団としての演奏解釈が記録された。次に、演奏の時系列的なテンポ変化であるタイミングプロファイルが計測された。演奏家どうしのインタラクションがどのようにアウトプットしての合奏に反映されているかをシミュレートするため、個人の演奏解釈のタイミングプロファイルを各エージェントの初期値として、マルチエージェント・シミュレ

ーションを行った。エージェントどうしは、曲中のタイミングが互いに似た部分については交渉に労力をかけず、互いに大きく異なる部分に注力して交渉するように設計された。また、各エージェントの労力の配分方略として、利己的方略と総評価最大化方略の2つが設定された。これは、将来的に実際の演奏家の個性を反映させるためのものである。

成果

研究の結果、本研究で実施したマルチエージェント・シミュレーションの手法は、かなりうまく人の演奏を反映することができた。すなわち、人の演奏のタイミングプロファイルと、シミュレートされたタイミングプロファイルには、楽曲構造に依存して、共通の傾向が見られた。一方で、大きくタイミングが変化する箇所などでは、人の合奏とシミュレーションの結果の差は大きかった。これらの成果は、新規性が認められ、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会において、ヒューマンコミュニケーション賞を受賞した。

予想される効果

本研究は、集団的創造性という人の本質的能力に工学的に接近するための知見を提供する。実験の結果から、マルチエージェント・シミュレーションには、人の集団的創造性と類似する部分と、異なる部分が見られた。この結果は、「人に近づくにはどうすればよいか」という示唆を

もたらすと同時に「人と異なるものを生み出すにはどうすればよいか」という知見も提供する。人の創造性の工学的に理解し、エージェントに人とは異なる創造性を発揮させるという意味で、本研究は有用な知見を提供した。

■超低消費電力通信を活用したセンサ連携による行動認識手法の設計

K30研XXⅢ第517号

内山 彰(大阪大学 大学院情報科学研究科 助教)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

人の行動を認識することは、状況を理解し、それに対する適切なフィードバックを行う上で必要不可欠である。これまでに多数の行動認識手法が提案されており、様々な行動を認識できることが分かっている。一方で、ウェアラブルセンサやスマートフォンなど、バッテリーで動作するセンサが用いられており、行動認識に伴う消費電力の課題は依然として残されている。そこで、光や振動から電力を回収する環境発電と、近年注目を集めている超低消費電力型の無線通信技術ambient backscatterを組み合わせて、センサを連携させることで、消費電力を抑えつつ、行動認識の性能向上実現を目的として研究を実施した。

具体的には、環境発電型ウェアラブルセンサによる移動状況の推定を想定し、腕、両足などの複数センサから得られる加速度および気圧を組み合わせることで、認識性能の向上を試みた。このため、想定される発電量に対して、センシングやbackscatter通信の消費電力を実測し、実現可能なサンプリングレートを検討した。さらに、機械学習によってbackscatter通信により集約されたセンサデータから静止、歩行、階段の昇降、電車、バスの移動状況推定を行った。

環境発電型センサのセンシング性能は、データ取得やbackscatter通信にかかる消費電力と、環境発電により得られる電力に依存する。環境発電により得られる電力は状況によって異なるが、消費電力はセンサの動作

に依存して決まるため、まず消費電力の測定を行い、その結果に基づきセンシング性能を評価する。このため、超低消費電力なマイクロコンピュータと加速度センサを組み合わせたプロトタイプを作成し、サンプリングレートおよびbackscatter通信の送信レートを変化させたときの消費電力を実測した。その結果、backscatter通信による送信ビットレート1kbps、最大12.5Hzでの加速度データが取得可能であり、消費電力は約30 μ Wとなることが分かった。このことから、振動発電や光発電などの日常の環境で回収可能な電力に対して、加速度データを全て送信すると仮定した場合に、最大12.5Hzのサンプリングレートが実現可能なことが分かった。

このセンシング性能の下で、移動状況認識の性能評価を行った。機械学習アルゴリズムにはRandom Forest(RF)、Decision Tree (DT)を適用し、腕、両足、ポケット、鞆の加速度データと気圧データを組み合わせることで、認識性能の向上を図った。評価結果より、移動状況の推定精度は片足とポケットのセンサデータを組み合わせることで92%となり、センサ協調の有効性が確認できた。

本研究成果と同様の仕組みを用いて、超低消費電力で様々な行動認識を実現することが可能である。これは、センサの維持管理にかかる手間を抑えることにつながるため、行動認識技術の普及実現に向けた重要な一歩と考えられる。

■マージン分布制御による機械学習の安定化および信頼性向上の研究

K30研XXⅢ第518号 HOLLAND,Matthew James(大阪大学 データビリティフロンティア機構 助教)

研究の背景と目的

本研究は「AI(人工知能)」を駆動する機械学習という技術の基礎的な研究であり、ある意味で「特に困難な」課題における学習器の挙動と基本原理の解明、またそれを踏まえた新しい手法の創出と性能解析や保証を目的とするものであります。「困難」となる原因はさまざまですが、具体的に本研究において着目してきた学習課題の範疇を端的に述べると、学習器を駆動させる確率的な「フィードバック」の分布が統計的に不都合である場合に注力しています。入力と出力の関係が非対称で激しくばらつくようなノイズに影響されるとき、学習用のデータには

教師ラベルの顕著な不均衡が見られるとき、入力そのものの分布が従来のパラメトリックモデルでは捉えにくいときなど多種多様であります。多様であるがゆえに、対策が必要になります。ノイズの種類がワンパターンでしたら、前もってそれに備える方法を仕込んでおくことは容易にできますが、きわめて多様である場合、微調整のために試行錯誤を繰り返す、膨大なリソースを投入してしまうことになり、効率的な「AIのワークフロー」の妨げとなってしまいます。この背景を踏まえて、本研究では、「フィードバックの都合の良し悪し」を学習前に知らなくても、良いときも悪いときも同一の手法で済むような汎用化を目的としています。

研究成果の概略

まず、本研究の出発点となった新しいアイデアを端的に述べます。最初は識別課題(入力データの離散的なラベルを正しく当てる課題)に限定し、学習器の返す結果の正否のみならずその「自信度」も同時に評価する「識別マージン」という数値的なフィードバックに注目し、従来の「平均的に小さければ良い」という「平均偏重」のアプローチから脱し、その識別マージンの確率分布そのものを最適化の対象とするアプローチをとりました。実装が至って簡単な上、統計的な性能保証(高い確率で汎化誤差が急速に減少していく証明)も付きます。さらに「AIの過剰な自信」をどの程度罰すべきかは、ユーザー自身が簡単に調節できるような新しい評価指標を提案しています。この延長線上で、識別課題に限定せず、教師有り無しとの区別もなく「損失関数」や「損失の勾配」といったフィードバックを処理する一般的な最適化アルゴリズムの挙動を対象としたロバスト化法を開発し、「ほとんどど

のような分布でも性能保証は劣化しない」という理論的な根拠の上に立つ機械学習手法の適用範囲を大幅に拡げることができました。識別課題向けの代表的な結果はAISTATS 2019(国際会議)に採択され、一般化された手法はAAAI 2021(国際会議)に採択されました。今後予想される効果

本研究の成果のもっとも重要な特徴は、「数学的に解析している手法」と「実際にソフトウェアとして作動している手法」の間には乖離がない、ということです。同一の手法が対応できるデータ分布の範囲をバックエンドの改良によって拡大させることにより、AIのユーザーによる微調整の負担が軽減されるほか、学習器の「報酬」に相当する指標を自ら調整できる仕組みも副産物として得たので能動的に調整できて「予想するパフォーマンス」と「実際のパフォーマンス」のギャップが縮小し、AIの信頼性向上と学習プロセスの透明化につながることを期待しています。

■ 超大規模計算環境におけるMPI並列アプリケーションのプロファイル予測に関する研究

K30研XXIII第524号 三輪 忍(電気通信大学 大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻 准教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

本研究課題では、MPI並列アプリケーションのプロファイルを高速に取得する手法の開発に取り組んだ。具体的には、あるMPI並列アプリケーションを小規模実行した時の通信トレースから当該アプリケーションを大規模実行した時の通信トレースを予測することにより、大規模実行時の通信トレースの取得を飛躍的に(最大1,612倍)高速化する技術を開発した。また、本手法により得られる通信トレースは、手法の性質上、近似的なものとなるが、その精度は十分に高く(平均誤差率0.11)、MPI並列アプリケーションのプロセス配置最適化などの応用においてはオリジナルの通信トレースと遜色ない結果が得られることを確認した。

上記の研究成果をまとめた論文は、高性能計算分野の著名な論文誌であるIEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems(2018年のインパクトファクターは3.402)に採択済みである。また、本研究課題の

発展形が2020年度科学研究費補助金基盤B(採択率27.8%)に採択されるという成果も得られた。

今後の課題として、本研究課題で開発した手法を通信トレース以外の情報(例えば関数の実行時間、コール回数、キャッシュミス率など)の取得に拡張する、さらにはMPI以外の並列アプリケーションに同手法を拡張することなどが考えられる。これらの発展的手法については現在も研究を続けており、今後は科学研究費補助金基盤Bの助成のもとで開発を継続する予定である。上記の発展的手法の開発が完了すれば、「富岳」のような超並列スーパーコンピューティング環境において多様な超大規模アプリケーション(数千台の計算ノードを使用して数時間から数日間かけて実行するアプリケーション)のプロファイリング時間を大幅に短縮できると見込んでいる。また、プロファイリング時間の大幅な短縮により、同システムにおけるアプリケーション開発の生産性が飛躍的に向上することが期待できる。

■ 標準診療指示列の最適化と個人情報保護の両立を可能とする研究

K30研XXIII第526号 LE HIEUHANH(東京工業大学 情報理工学院・情報工学系 助教)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

1. 研究の実施内容

医療の高度化、人類の高齢化等から、個人情報保護しながら診療の最適化を行うことは世界的に重要な課題となっているが、解決方法論はまだ確立していない。一方、情報技術の発達により、診療現場においても情報システムの利用が進み、電子カルテの利

用は一般的となっている。電子カルテを利用することで、患者の情報の整理や病歴へのアクセスが容易になる。その上、データベースとして蓄積された電子カルテにビックデータ解析技術を適用する二次利用により、さらなる診療の高度化が期待できる。

先行研究では、医療従事者への支援として、医療指示の履歴に時系列データマイニング(SPM)を適用

することで、医療指示の頻出クリニカルパス集合の抽出を行い、抽出した頻出クリニカルパス集合からパス中で部分的に異なる医療指示であるクリニカルパス分岐を含むシーケンシャルパターンバリエーション(SPV)を検出した。

本研究では、標準診療支持列の最適化のために、SPVを評価する手法を提案した。まず、分岐の要因推定を行い、より各患者に合った医療の支援を試みるために、SPMで生成された頻出シーケンスの分岐要因推定をシーケンスの静的及び動的情報の両方を考慮して行う手法を提案した。さらに、シーケンスIDを保持するSPMのより、バリエーション分析のための安全性・効率性を表す指標を電子カルテから取得可能とした。さらに、得られた各指標を統計的手法により評価し、視認性の高いWebアプリケーションによる可視化ツールの作成を行うことで、最適なSPV選択を支援する。また、個人情報の保護を実現するために、差分プライバシーを利用し指示オーダーシーケンスの出現頻度の計算に適切なノイズを加えるアルゴリズムも提案した。

2. 成果

実験では宮崎大学医学部附属病院で使用されている実電子カルテのデータを用いて、クリニカルパス分岐に対して静的情報として年齢や入院時期を、動的情報として体重、体温と血圧を用いてロジスティック回帰分析によるクリニカルパス分岐要因推定を行った。その結果、有意な差を持つクリニカルパス分岐とその要因の推定をすることが出来た。

また、SPVの評価では安全性・効率性を踏まえて、併発症発生リスクや重篤度を考慮したリスク、平均費用、平均在院日数において有意差があることを確認できた。

最後に、個人情報の保護に関して、提案したアルゴリズムは少量のノイズだけで、高精度なデータ解析を実現できた。

3. 今後予想される効果

宮崎大学以外の病院のデータを用いて、今回の提案手法の効果をさらに評価する予定である。

4. 外部発表

本研究テーマに関する外部発表は以下の通りである。

- [1] Hieu Hanh Le, Tatsuhiro Yamada, Yuichi Honda, Masaaki Kayahara, Muneo Kushima, Kenji Araki, Haruo Yokota, "Effects of Mining Parameters on the Performance of the Sequence Pattern Variants Analyzing Method Applied to Electronic Medical Record Systems", Proceeding of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019), pp. 127-135, 2019.12.
- [2] Hieu Hanh Le, Tatsuhiro Yamada, Yuichi Honda, Masaaki Kayahara, Muneo Kushima, Kenji Araki, Haruo Yokota, "Analyzing Sequence Pattern Variants in Sequential Pattern Mining and its Application to Electronic Medical Record Systems", Proceeding of the 30th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA2019), Vol. 11707, pp. 393-408, 2019.8.
- [3] Hieu Hanh Le, Muneo Kushima, Kenji Araki, Haruo Yokota, "Differentially Private Sequential Pattern Mining considering Time Interval for Electronic Medical Record Systems", Proceeding of the 23rd International Database Engineering & Applications Symposium (IDEAS2019), pp. 95-103, 2019.6.
- [4] 山田 達大, 本田 祐一, 萱原 正彬, Le Hieu Hanh, 串間 宗夫, 小川 泰右, 松尾 亮輔, 山崎 友義, 荒木 賢二, 横田 治夫, 「SIDを保持するシーケンシャルパターンマイニングによるクリニカルパスバリエーション分析」, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集, D1-1, 2019.3.
- [5] 本田 祐一, 山田 達大, 萱原 正彬, Le Hieu Hanh, 串間 宗夫, 小川 泰右, 松尾 亮輔, 山崎 友義, 荒木 賢二, 横田 治夫, 「患者の固有情報及び動的状況を考慮したクリニカルパス分岐要因推定」, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集, D1-5, 2019.3.

■ 仮想化環境における不揮発性メモリの最適配置

K30研XXⅢ第527号

品川 高廣 (東京大学 情報基盤センター・情報メディア教育研究部門 准教授)

実施内容、成果および今後予想される効果の概要

近年、不揮発性メモリの活用に関する研究が盛んにおこなわれている。不揮発性メモリは、DRAMに近いアクセス速度を持ちながら、電源が切断されても内容を保持し続けることが可能であり、かつDRAMよりもバイト単価が安いという特徴を持っている。不揮発性メモリを効果的に利用するためには、システムソフトウェアの対応が

不可欠であり、オペレーティングシステムによる活用に関する研究が多数おこなわれている。しかし、仮想化環境において不揮発性メモリを活用する研究はまだ十分にはなされていない。

本研究では、不揮発性メモリと従来のストレージ領域を組み合わせ管理し、仮想化環境において不揮発性メモリを最適に配置する手法の実現を目指した。不揮発

性メモリはバイト単価が高価であるため、不揮発性メモリだけでは必要な記憶容量を賄うことは難しい。本研究では、不揮発性メモリの速度やメモリとしてアクセス可能といった特徴を生かして、仮想化環境に適した手法の実現を目指した。具体的には、仮想マシン内のエージェントと仮想マシンモニタが連携することで、アプリケーションの性質を考慮した不揮発性メモリの割り当てや、複数の仮想マシン間の調整によりシステム全体の性能を改善する方式の実現を目指した。

研究の結果、仮想マシン内で動作するアプリケーションは種類が限られていることが多く、不揮発メモリを仮想マシン内で共有する必要が低いということが分かってきた。そこで、既存のアプリケーションの改変を最小限に抑えつつ不揮発メモリの特性を活用した仮想マシン間の

最適配置をおこなうために、アプリケーションにエージェントを結合させて、ファイルアクセスのAPIを横取りすることでOSや仮想マシンモニタを経由せずに直接ファイルデータを不揮発メモリに格納させることが効果的であるという結論に至った。このアプローチに基づいて設計・実装・実験をおこなったところ、従来のファイルシステムであるXFSと比べて6.48倍、不揮発性メモリに対応したNOVAと比べても1.47倍の性能向上を得られることが分かった。

本研究の成果は、既存のアプリケーションを改変せずに仮想化環境において不揮発性メモリを用いてデータへのアクセス性能を大幅に改善できることが期待されるため、クラウド環境やデータセンターなど幅広い環境において処理性能の向上に寄与する効果が予想される。

■双方向変換記述のための高水準プログラミング言語

K30研XXⅢ第529号

松田 一孝(東北大学 大学院情報科学研究科・情報基礎科学専攻 准教授)

実施内容

双方向変換は複数のデータ間の同期を可能とし、プログラミング言語、ソフトウェア工学、データベース等様々な分野で注目を集めている。言語に基づく双方向変換の実装、すなわち双方向プログラミング言語は双方向変換における重要な基盤技術の一つである。本研究では、高水準の双方向プログラミング言語の設計技術を追及し、より具体的には実際の問題の記述を可能とするような表現力と記述性を持つ言語の設計および設計技術の確立を目指した。

成果

研究代表者は複数のデータ間の同期を行う際において、一部のデータを局所的に「固定」されたものとして扱うことが言語の記述性および表現力の観点から重要であることを発見した。そこで、研究代表者はまずはそのアイデアを、双方向変換の特殊な場合である可逆計算に応用し、線形型付き高階の部分可逆プログラミング言語 Sparcl を設計・実装した。これまで、プログラム変換の分野では、プログラムの「逆」を求めるのに、単射なプログラムのみを対象とするのではなく、部分評価の知見に基

づき、一部の入力を「固定」したときに単射になるプログラムを対象としたほうが、より多くプログラムに対し逆プログラムが導出可能であることが知られていた。本研究は、その知見を言語設計に応用したものであると見ることができる。提案言語に関する成果は、プログラミング言語理論分野においてトップレベル会議であるESOP 2020およびICFP 2020に採録された。また、研究代表者はこの言語およびその前身となるプログラミング言語 HOBiT (研究代表者らが2018年に発表)に関する技術についてSFDI 2020にて招待講演を行った。

今後予想される効果

こうした一部のデータを「固定」することは双方向変換ではさらに重要となる。ユーザの観点からは固定されたデータは同期によって更新されないことが保証される。また、双方向変換分野のオープンな課題の一つに同期の戦略の記述があるが、局所的にデータを固定することは「同期戦略の記述」の一方式であるとも見ることができる。そのため、双方向変換プログラミングに応用する意義は、可逆プログラミングへの応用と比べても大きいものであると期待される。

■リザーバー計算の混合ダイナミクスによる高性能化と光デバイス実装の研究

K30研XXⅢ第530号

吉村 和之(名古屋工業大学 大学院工学研究科 教授)

実施内容

近年、機械学習技術が様々な社会的課題に活用され、その重要性が増している。リザーバコンピューティング (Reservoir Computing, RC) とは、入力層、中間層、出力層からなる学習器に基づく手法であり、中間層として力学系を用いる点、および、中間層を固定して出力層への結合重みのみを学習する点を特徴とする。中間層

を固定するため、RCは高速学習が可能であり、かつ、物理実装に適する。適切な物理系の利用により省エネルギー・高速性を備える計算機の実現が期待される。

RCの中間層(リザーバ)としては、様々な力学系が利用可能である。タスクが与えられたとき、高い計算性能を有するリザーバを構成するための基礎となる知見を得ることは重要な課題である。そのような知見は、RCの効果

的な性能向上につながり、社会におけるRCの活用を加速すると期待される。本研究では、リザーバ構成に関連した以下の問題を扱った。

1) リザーバ特性と計算能力の評価法開発

一般に、リザーバには種々のパラメータ等の可変自由度が存在する。その自由度を様々に変化させることによりリザーバ集合が得られる。そのようなリザーバ集合の特性や潜在的計算能力を、少数の指標で評価する可能性について調査した。具体的には、短期記憶Lと非線形変換能力NLと呼ばれる2つの量に着目し、それらの組(L,NL)が適切な指標となり得るか否か検討した。リザーバ集合を1つ固定し、その各リザーバに対する(L,NL)値を計算すると、(L,NL)平面内で1つの領域が得られる。その領域の大きさや形状により、リザーバ集合の特性を可視化できることを示した。また、領域のパレート面が(L,NL)平面の原点からより離れたリザーバ集合が、種々の個別タスクに対しても高い計算性能を達成できることを確認した。この意味で、(L,NL)がリザーバ集合の潜在的計算能力を測り得る指標であることを示した。

上述の結果は、優れたリザーバ構造を、(L,NL)平面の領域を最大化する2目的最適化問題として系統的に探索する可能性を示唆しており、RCの性能向上を促

進すると期待される。また、現在、光デバイス、スピン系など様々な物理系によるRCの実装が研究されている。本研究で提案した指標(L,NL)を用いることにより、異なる物理系の特性の可視化、および、計算能力の比較が可能となる。物理実装において、目的に適合した優れたリザーバ物理系の選択や構成を可能にするものと期待される。

2) Echo State Networkの高性能化

Echo State Network(ESN)は、リカレントニューラルネットワーク(RNN)をリザーバとするRCであり、現在広く利用されているRC形態の一つである。RNNはユニットがネットワーク状に結合された数理モデルであり、各ユニットは活性化関数を備える。線形関数を備えるユニットと非線形関数を備えるユニットをバランス良く混在させた混合ユニット型ESNは、優れた計算性能を示すことが知られている。非線形の活性化関数として、従来はtanh関数を用いられてきた。本研究では、活性化関数の変更による性能向上の可能性を調査した。その結果、多峰性の偶関数(例:sinc関数)を非線形活性化関数とすることで、混合ユニット型ESNの更なる高性能化が可能であることを明らかにした。高性能なESNの構成法を具体的に与える結果であり、様々な課題へのESN利用を促進するものと期待される。

■系列二分決定グラフを用いたアミノ酸配列モチーフ群表現とその応用に関する研究

K30研XXⅢ第536号

加藤 博明(広島商船高等専門学校 流通情報工学科 准教授)

実施内容

タンパク質は20種類のアミノ酸が直鎖状にペプチド結合して構成され、折りたたまれることで固有の立体構造をとり、機能を発現する。タンパク質中には特定の構造に対応するアミノ酸配列がよく保存されていることが知られている。その領域は配列モチーフと呼ばれ、モチーフモデルにより表現される。複数種類の配列モチーフを持つタンパク質も存在し、本研究ではこれらの複数のモチーフを配列モチーフ群と呼ぶ。既存のモチーフモデルでは、1モデルで1配列モチーフを表現するため、配列モチーフ群を表現することはできない。

本研究では、配列集合の圧縮表現である系列二分決定グラフ(SeqBDD: sequence binary decision diagram)を用いたタンパク質配列モチーフ群の表現と、そのモチーフ検索への応用について検討した。モチーフモデルの操作として、完全一致検索アルゴリズムと、相同性検索アルゴリズムの二つを実装した。完全一致検索アルゴリズムでは、Aho-Corasick法で用いられているような状態遷移を追加することで、系列二分決定グラフを有限オートマトンとして用いる。相同性検索アルゴリ

ズムでは、計算に用いる複数のDP表を一つに圧縮してトレースバックを工夫することで、類似配列を複数同時に得ることができるようにした。

性能評価のために、マトリクスメタロプロテアーゼ(MMP)ファミリーにおいて保存されている三つのドメインを、アミノ酸配列データベースSwiss-Protから得られた555,594の全ての配列に対して検索した。従来の正規表現に基づくモチーフモデルと比較して、本手法は、適合率、再現率、およびF値において良好な結果を示した。一方、ヒトにおい受容体の配列モチーフ群をもとにした相同性検索の結果、局所的に保存されている配列モチーフを同定することができた。

タンパク質のモチーフ、あるいは広い意味での共通構造特徴は、遺伝子配列の中でもよく保存されている部分であると考えられる。タンパク質アミノ酸配列と対応する遺伝子配列、および立体構造を関連付けたモチーフデータベースの構築も進めている。今後は、これらのモチーフ情報を積極的に活用したタンパク質およびゲノムの機能予測への応用が期待できる。

動 き

☆事務局日誌より☆

2020年

12.16

□K通信48号発送

3.4

□第22回評議員会成立(WEB会議)

2021年

1.26

□「ロボットシンポジウム2021名古屋
(吹上ホール)」開催中止決定

3.4

□第9回臨時理事会開催(WEB会議)

2.15

□第22回理事会成立(決議の省略)

3.12

□内閣府へ2021年度事業計画・
収支予算報告

CONTENTS

◇ 2021年度 助成金交付について	1
◇ 応募要領	2
◇ 会議開催報告	3
◇ フォーラム・シンポジウム等開催助成完了報告	4
◇ 研究助成完了報告概要	6