

総合情報学部による看護との融合を念頭にした新規分野発掘のための調査

① 情報システム学系における次世代 ICT 技術のコア技術についての調査（ディープラーニング、IoT 関連技術を中心として）

1. 研究組織

研究代表者： 永井保夫 （東京情報大学・教授）

研究分担者： マッキン ケネスジェームス （東京情報大学・准教授）

大見嘉弘 （東京情報大学・准教授）

大城正典 （東京情報大学・准教授）

花田真樹 （東京情報大学・准教授）

鈴木英男 （東京情報大学・准教授）

布広永示 （東京情報大学・教授）

河野義広 （東京情報大学・助教）

2. プロジェクトの目的

「第4次産業革命では、IoT、ビッグデータ、人工知能（AI）等の技術革新を的確に捉え、これをリードする大胆に経済社会システムを変革することが、新たな成長フェーズに移行する鍵となる」と提言されている（経済産業省・産業構造審議会・新産業部会 H28 年 4 月）。H29 年度から始まる情報システム学系では、このような技術を次世代 ICT 技術と位置づけ、データ駆動型社会の実現を目指した情報システムの開発を支援していくことを目指している。情報システム学系では、分野ごとの研究室において、システム開発、ネットワーク、人工知能・ビッグデータについての研究教育を実施していく予定である。本学系がターゲットとしている情報システムでは、実世界のあらゆる事業・情報がデータ化・ネットワークを通じて自由にやりとり可能に（IoT 技術）、集まった大量のデータを分析し、新たな価値を生む形で利用可能に（ビッグデータ技術）、機械が自ら学習し、人間を超える高度な判断が可能に（人工知能（AI）技術）していくために技術と、ネットワーク技術ならびにサイバーセキュリティ技術が不可欠であると考えます。本プロジェクトでは、これらの技術の中で、人工知能（AI 技術）と IoT 技術、さらに、システム開発としてのクラウド技術を取り上げて、次世代 ICT 技術の基盤として利活用していくための調査やフィージビリティの検討を行った。将来的には、本学の総合情報学部と看護学部が連携して、医療分野に適用することで、データ駆動の情報サービス・情報システムを提供・創成していく核技術として利用できることを目指している。

3. プロジェクトの実施内容

(1) 人工知能技術

人工知能（AI 技術）では、ディープラーニング（深層学習）について調査をおこなうとともに、GPU を搭載した PC 上で適用例を検討することで各種フレームワーク（ライブラリ）

のフイージビリティ検討をおこなった。その際、ゲームや医療分野などの問題に対して、適用調査をおこなうとともに、フイージビリティの検討もおこなった。

具体的には、書籍、論文雑誌、および学会参加(学会研究会、学会総合大会、国内シンポジウム)による調査を実施することで、有望なディープラーニング(深層学習)アルゴリズムの理解とともに、これらを実装したツールを用いた適用事例を取り上げて、本技術の有望性についてのフイージビリティを検討した。

a) ディープラーニング(深層学習)アルゴリズムとフレームワーク(ライブラリ)の調査
機械学習は、人手でデータから特徴を抽出するフェーズと、それを学習し予測・分類するフェーズに分けられる。ディープラーニングでは、前者の人手でデータから特徴を抽出するフェーズを人手でおこなう必要がない点が大きな特徴である。このようなディープラーニングは、ICTのインテリジェント化には、不可欠な技術である。

以下の表は、代表的なオープンソースとして利用できるディープラーニング用のフレームワークをまとめたものである。Caffeは、Python向けの代表的なディープラーニング用のフレームワークであり、C++で実装されている。GPUに対応しているため、高速な計算処理が可能となっている。Chainerは、国産のPreferred Networksが開発したニューラルネットワークを実装するためのフレームワークである。記述が直感的で簡潔であるため、単純なニューラルネットワークから複雑なディープラーニングまで幅広く対応している。上記のCaffeで記述したネットワークを、Chainerでは167行で記述できるなど、問題を簡潔に記述できるところが特徴である。CNTK(Microsoft Cognitive Toolkit)は、Microsoftが主導して開発しているオープンソースのディープラーニング用のフレームワークである。C++とPythonで利用でき、複数のGPUを使えるところが特徴である。DeepLearning4Jは、Javaのディープラーニング用のフレームワークである。オープンソースであり、独自のC++行列計算バックエンド(ND4J)を利用している。Tensorflowは、Googleが開発したオープンソースのディープラーニング用のフレームワークである。データフローグラフを使用しており、複雑なネットワークをわかりやすく記述できる。Theanoは、Python向けのディープラーニング用のフレームワークである。ディープラーニングの他に、行列計算、実行時C言語を生成してコンパイル、自動微分、GPU処理についての機能を有しており、高速に計算ができることが特徴である。Torch7は、ニューヨーク大学や、Facebook、Twitterが利用しているフレームワークであり、Luaスクリプトで実行する。柔軟性が高く、画像処理における最新の手法の実装が多いところが特徴である。本プロジェクトでは、Caffe、Chainer、Tensorflow、Theanoの4つのフレームワークの環境構築を行い、実際にいくつかの例題を動作させ、それぞれのフレームワークの特徴の把握をおこなった。

ディープラーニング用のフレームワーク（ライブラリ）

| 名称 | 開発元 | 言語 | GPU 対応 | ホームページ（参考書類） |
|----------------|---|----------------|--------|---|
| Caffe | Berkley Vision and Learning Center | C++, Python | ○ | http://caffe.berkeleyvision.org/ |
| Chainer | PFI | Python | ○ | http://chainer.org/ |
| CNTK | Microsoft | C++, Python | ○ | http://cntk.ai/ |
| Deeplearning4J | Adam Gibson | Java | | http://deeplearning4j.org/ |
| Tensorflow | Google | Python | ○ | http://www.tensorflow.org/ |
| Theano | Universite de Montreal | Python | ○ | http://github.com/Theano/ |
| Torch7 | Ronan Cokkober ら | C, Lua | ○ | http://torch.ch/ |

b) ゲーム（ボードゲーム）や他の問題への適用

ディープラーニングは、画像処理を中心としたデータ解析には適用されているが、それ以外の探索処理や意思決定を含んだ問題（たとえば、ボードゲーム）への適用は不十分である。ボードゲームについては、AlphaGO で注目された強化学習とモンテカルロ探索を組み合わせた問題の定式化に対するディープラーニングの適用事例とみなして、調査をおこなった。さらに、医療分野に代表される問題への適用を目的として、探索処理や意思決定処理への適用も検討した。特に、これにより、医療分野でのビッグデータの活用による医療支援システムの高度知能化実現により、機器と人間との業務モデリングに基づく医療の高度化や安全確保の支援が期待できると考える。

(2) IoT 関連技術（フォグコンピューティング、エッジコンピューティング、クラウドコンピューティング）

IoT によるセンシングと AI 技術、ビッグデータ処理により次世代 ICT 技術を実現するためには、以下の技術が必要であると考え、調査を実施した。IoT で集められたデータ（ビッグデータ）の活用は、単に蓄積して分析しそのから何らかの知見を見つけ出すだけでなく、得られた知見を活用し、具体的にサービスを改善するプロセスを考え、生み出されたデータを利用して知的なふるまいを実現することにつながる。その際に、データを生成・蓄積

していく部分で機械学習が利用される。IoTを考える場合には、どのようなセンサを取り付けてどう繋ぐかを考えるのではなく、知的なふるまいを実現するためにどのような IoT のインフラが必要かを考えることが重要である。たとえば、スマートフォンなどの携帯端末を利用する AI を搭載したシステムが、情報をクラウド環境に貯蔵するのではなく、その場でリアルタイムに処理し、ユーザに対するアシスタントとして機能することが要求される。そのためには、端末そのもので情報の収集・処理ができるようにすることが必要であり、従来のクラウドコンピューティングに対して、エッジコンピューティングやフォグコンピューティングが置き換わる技術であると考えている。

a) IoT

IoT (Internet of Things :モノのインターネット) とは、センサやデバイスといった「モノ」がインターネットを通じてクラウドやサーバに接続され、情報交換することにより相互に制御する仕組みである。世界中に張り巡らされたインターネットは、あらゆるモノが通信するための情報伝達路と進化しつつある。IoTにより、従来のように、人間がコンピュータを利用して入力したデータ以外にモノに取り付けられたセンサが人手を介さずにデータを入力し、インターネット経由で利用されるようになる。

b) エッジコンピューティング

エッジコンピューティング (Edge Computing) とは、ユーザ近くにエッジサーバを分散させ、距離を短縮することで通信遅延を短縮する技術である。スマートフォンなどの端末側で行っていた処理をエッジサーバに分散させることで、高速なアプリケーションでの処理が可能になり、さらにリアルタイムなサービスやサーバとの通信頻度や量の多いビッグデータなどの処理にこれまで以上の効果が期待できる。エッジコンピューティングによりクラウドへのデータ集中を緩和することができれば、渋滞によるデータ転送の遅れが 1/100 程度に圧縮されることも報告されている。クラウドはエッジによって補完され、より効率的な仕組みへと進化することが期待される。エッジコンピューティングでは、中央にあるサーバに対して、ネットワークのエッジ (末端) 側のユーザに近い部分でコンピューティング処理を実行する。これにより、ネットワークコストを抑制し、レスポンスのリアルタイム性を向上できるメリットがある。

c) フォグコンピューティング

フォグコンピューティング (Fog Computing) は、シスコシステムズが提唱するクラウドとデバイスの間にある分散処理環境で、クラウドよりデバイスに近い位置に広く分散したデータ処理装置を設置し、全体を統一したネットワーク構造で設計されたネットワーク構造での仕組みである。クラウド (雲) よりデバイスに近いところに位置しているために、フォグ (霧) と表現されている。フォグコンピューティングで行われる処理は、IoT デバイ

スにある LAN 内で行われる。そのネットワーク内の IoT ゲートウェイ、あるいはフォグノードにデータが集められ、処理・貯蔵される。処理されたデータは、それを必要とするデバイスに送り返される。フォグコンピューティングは、エッジコンピューティングと比較すると、よりスケラブルであると考えられる。集中的な処理装置を持ち、様々なポイントからデータが送られてくるネットワークは大きなものであると想定される。

d) クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティングとは、ネットワーク、サーバ、ストレージ、アプリケーション、サービスなどの構成可能なコンピューティングリソースの共用プールに対して、便利かつオンデマンドにアクセスでき、最小の管理労力またはサービスプロバイダ間の相互作用によって迅速に提供され利用できるというモデルのひとつである。このクラウドモデルは可用性を促進し、5つの基本特性、3つのサービスモデルと、4つの配置モデルによって構成される。クラウドコンピューティングでは、ネットワーク上に存在するサーバが提供するサービスを、それらのサーバ群を意識することなしに利用できるというコンピューティング形態を表している。クラウドは、ネットワークを図示するのに雲状 (Cloud) の絵を使うことが多いことからきた表現である。雲の中にはハードウェアやソフトウェアの実体があるが、その中身は見えない (気にしなくてよい) というイメージを表している。

4. プロジェクトの成果

今年度は、本学の総合情報学部と看護学部が連携して、次世代 ICT 技術を実現していくために、ディープラーニングと IoT 技術に焦点をあてて関連する研究や技術動向についての調査をおこなった。ディープラーニングについては、次世代 ICT におけるインテリジェント化の基盤技術であると考え、いくつかのフレームワーク (ライブラリ) を開発環境とみなして構築をおこなった。IoT 技術については、センサなどの機器によるセンシングと AI 技術、ビッグデータ処理による次世代 ICT 技術を実現するためには不可欠な技術と考え、調査と適用検討をおこなった。これらの結果から、具体例による定式化や実行結果にもとづき、今後の分野への適用へのフィージビリティを検討していきたい。特に、医療分野に対するビッグデータ利活用による機械学習や人工知能技術を導入した付加価値を持つ情報サービスを実現するための基盤技術として位置付けていきたい。

以上