

# モノの中に組み込む脳型計算機を目指して

生命体工学研究科人間知能システム工学専攻 教授

田向 権 (M生脳H15)



平成26年に初めて本会報で「実用的な脳型計算機を目指して」というタイトルで研究室紹介記事を執筆してから早7年、平成25年にラボを立ち上げてから数えると約8年、多数の研究プロジェクトに携わってまいりました。本稿では「モノの中に組み込む」という視点から、当研究室の技術紹介をさせていただきます。

## 三本柱でエッジの知能化に挑む

本研究室は、①書き換え可能半導体 Field Programmable Gate Array (FPGA) を含む回路とシステム、②近年急速に進化している深層学習を含む人工知能、③ロボットや自動車への応用という三本柱を融合する

分野融合型の研究を進めています。学生にとっては、最先端のハード・ソフトの技術を学んだ上で、時代の

要請が大きい自動車やロボットの知能化、人工知能の回路化などのテーマに挑戦します。分野融合型の研究を志向する方針は、生命体工学研究科設立当初からの理念であり、当ラボでもその理念を受け継いだ教育研究を進めています。これにより、例えば回路の立場から深層学習のアルゴリズムを考案し、エッジシステムの省電力化に資するといった、分野融合研究ならではの考え方が身に付きます。

本研究室の研究ターゲットを図1に示します。まず、クラウドとエッジの観点から産業領域を見てみましょう。クラウド側の例えばソーシャルネットワークや広告といった産業およびそのエンジンとなるクラウドの中で動く人工知能は北米や中国に市場を完全に抑えられております。また、その市場を支えるコン

ピューティングデバイス観点でも、GPUやデータベースなどの技術開発においても日本はもはや太刀打ちできる状況ではありません。一方で産業の観点から我が国を見直すと、自動車やロボットなど、世



図1 本研究室が狙うエッジ指向脳型計算機システム

界最高の技術と市場を持つ領域があります。これらはすべて、エッジ機器と言われるものになります。すなわち、ユーザの目の前に実態を持っているモノとして存在する機器になります。この「モノの中に組み込んで活用する人工知能技術」を確実に抑えることは、我が国の産業をより強固に発展させていくうえで必要不可欠です。万が一、エッジ領域での人工知能技術において他国に手綱を握られてしまうと、我が国の産業はあつという間に二番手、三番手へと転落していくでしょう。よって、当研究室は、人工知能を全ての「モノ」の中に組み込むために、エッジ指向の脳型計算機システムの構築と応用を目指しています。

## @ホームロボットの知能

ロボカップは、西暦2050年にサッカーの世界チャンピオンチームに勝てる自律型ロボットのチームを作る、という遠大な目的の元に日本の研究者らによって提唱された自律ロボット世界最大の競技会です。この中で、@ホームリーグは、家庭やオフィスといった人間の生活空間の中で、人間と一緒に協調して仕事を



図2 @ホームロボット  
左: Exi@、  
右: TOYOTA HSR

するというコンセプトの下で設立されたリーグになります。九州工大の Hibikino-Musashi@Home チームは世界大会三連覇を筆頭に、Japan Open の二年連続実機二冠優勝など、@ホームリーグの強豪校として世界中にその名を知られています。本学広報誌 Ambitious などでの成果が取り上げられておりますので、是非、WEB からご覧いただくと幸いです。

図2は我々が開発する@ホームロボットです。このプラットフォームを活用して、ロボットミドルウェアのデファクトスタンダードである Robot Operating System (ROS) から FPG A 内部の知的処理回路へと自在にアクセスする ROS-FPGA を提案し、ROS のトップ国際会議である ROSCon 2017 に日本の

さらに、深層学習の次を狙う研究開発として、海馬・扁桃体・前頭前野を融合した脳型人工知能の実現を進めています。図4は家庭での典型的コミュニケーション例です。人間は家族との会話や思い出から「アレ」を推定でき、この実現には、海馬でのエピソード記憶形成や扁桃体での価値判断が大きく関わっていると言われています。一方「アレ」に関する知識はユーザや環境依存でビッグ



図3 脳型チップ搭載  
TOYOTA HSR

研究チームから初めて採択されました。また、この仕組みを拡張し、脳型チップを搭載したロボットデモにて、回路とシステム分野で世界最高峰国際学会 IEEE ISCAS 2019 にて Best Live Demonstration Award を受賞しました(図3)。回路、人工知能、ロボット応用の分野融合研究の好例であり、他大学ではなかなか真似できない、生命体ならではの研究成果です。

**自動運転車の知能**

世界中で広く研究開発され、一部は実用化されている自動運転車の知能開発も本研究室の大きなターゲットの一つです。図5は経産省 NED O プロジェクトで開発し自動運転実験車両です。ロボカップで培った R

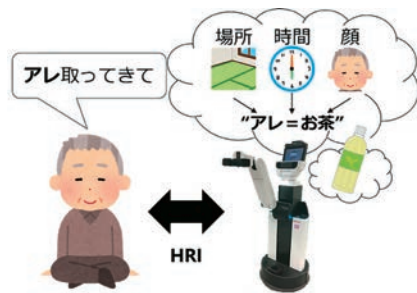


図4 脳機能に学ぶ「アレ」の推定

データ化できないため現行の深層学習には不向きです。そこで我々は、生物の脳機能にその答えを求め人とロボットとの少試行のインタラクション (Human-Robot-Interaction) を通しユーザ個人に寄り添って機能を形成し成長する脳型人工知能の研究を進めています。未来の家庭では、単なる機械ではない、思い出を共有した本当の家族のようなロボットが実現できているかもしれません。

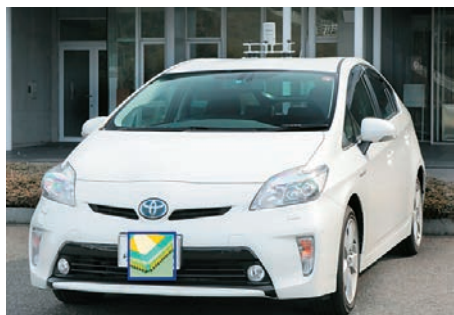


図5 自動運転実験車両

本報告では「モノの中に組み込む」という視点から、当研究室の技術紹介をさせていただきました。このコンセプトに基づき、我が国の将来を支える脳型計算機の実現に向けて、今後も教育研究に力を入れてまいります。

OS に関するノウハウをベースに、ROS 上から運転行動をプログラミング可能です。この実験車両を活用して、論理知識型 AI とデータ駆動型 AI の融合や、動画像のリアルタイム解析を行う FPG A 回路の実装など、多数の研究開発に活用してきました。また、現在、世界中が参画する超大規模プロジェクトにも関わっております。近い将来、成果を本会報で報告できるよう頑張ります。