

プロジェクトマネージャー：

田中 邦裕（さくらインターネット株式会社 代表取締役社長）

1. プロジェクト全体の概要

田中は未踏 IT 人材発掘・育成事業（以降、未踏事業）において、2018 年度より PM として就任した。

従前より自身のエンジニアとしてのバックグラウンドと、経営者としての経験をもとに、個別に未踏事業のプロジェクトに対して支援をしていたが、PM としては今期が初めてである。

プロジェクト全体の目的は、ソフトウェアを生み出す技術力とクリエイティビティにおいてトップランクに居る人材を選び出し、アイデアと行動力を支援し、育成し、世界を変えるようなプロダクトを生み出すことである。

第 4 次産業革命、コネクテッドインダストリーズ、デジタルトランスフォーメーションなど、あらたな社会の潮流について叫ばれる現在であるが、すべてに共通するのは情報技術とソフトウェアをバックグラウンドにしているということである。

来年度からは初等教育におけるプログラミングが必須となり、若年層におけるプログラミングの裾野は大幅に拡大することを背景に、頂点の高さはどんどん上がっていくと考えられている。

そのような人材を継続的に支援することが、ひいては日本の国力につながるものであると確信している。

2018 年度においては、コンピューティングの世界における新たな技術的な潮流をバックグラウンドとした、実現可能性の高い 3 つのプロジェクトを採択した。

それぞれ、深層機械学習（ディープラーニング）でシミュレーションした結果を元にロボットを動かす「機械学習を用いたロボット制御のための汎用システムの開発」、低廉化かつ低消費電力化したコンピューティングノードを活用してエッジコンピューティングを実現する「ユーザ近傍におけるコンピューティング環境の開発」、不揮発性メモリにおける新たな潮流をバックグラウンドにした「NVDIMM 向けファイルシステムの開発」である。

プロジェクトの成果については、すべて及第点には達しており、当初の目標を達成したが、世界を変えるようなプロダクトにつながったかどうかという点では改善の余地もあった。

2. プロジェクト採択時の評価（全体）

プロジェクト採択においては、以下の3点を重視して採択した。

- 実際にプロダクトとして世の中に出ていくものであるか
- 実際にそれをクリエイター自身が心からやりたいと思っているか
- それを実装する技術力が備わっているか

加えて、プロダクトが採択時点で未完成であり、PM 自らの指導によってプロジェクト期間中にクリエイターが成長するかどうかという点にも注目した。

その結果、以下の3プロジェクトを担当することとした。

- 機械学習を用いたロボット制御のための汎用システムの開発

近年、深層機械学習（ディープラーニング）の普及によって、その適用範囲が広がってきた。ロボットの分野においても、フィードバック制御や、動作を事前にプログラミングするだけでなく、ロボットが動作した結果に報酬を与え、強化学習によって動作を決定するというアプローチが広がっている。しかしながら、ロボットの部品故障などのハードウェア条件が変わった際には再学習を行う必要があり、学習を経ないままでは動作を継続させることができず、かといって再学習には時間がかかり、現実的には物理的な修理を必要としている。そのような中で、CPG (Central Pattern Generator) と呼ばれる、脊椎動物固有の反復運動を模した学習パターンを取り込み、再学習にかかる時間を大幅に短縮するというアプローチをとったのが、本プロジェクトである。

本プロジェクトにおいては、シミュレータ環境において CPG を実装した仮想のロボットが歩行するまで強化学習を行い、歩行を達成した学習データをもとに、実際のロボットを動かすという提案であった。人間においても、身体部位に支障をきたした際に、頭の中で考えて歩行のイメージを持ったうえで、支障のない身体部位を使用して、歩行を獲得することができるが、実際には脊椎に存在する CPG における歩行の基本パターンが支援することにより、比較的短時間の間に、歩行を獲得することができる。本プロジェクトにおいても、強化学習において同様の仕組みを込むことにより、比較的短時間で再学習を行うことを目標とした。

なお、プロジェクト達成には、シミュレーション環境の学習データをどのようにして実際のロボットに適用させるか、CPG をどのようにしてニューラルネットワークに組み込むかがチャレンジであるが、達成に至るプロセスにおいて、様々な論文を読み込み、試行錯誤を続ける必要性があり、クリエイターの成長と、世の中へのインパクトが大きいものと考え、採択した。

- ユーザ近傍におけるコンピューティング環境の開発

クラウドコンピューティングが広く社会に普及している昨今、クラウドへの接続

性がインターネットサービスの利用の条件となっている。しかしながら、オフライン環境においてはインターネットサービスが利用できないことが課題となっている。本プロジェクトでは、近年普及が進む ARM アーキテクチャを使ったシングルボードコンピュータを活用し、複数台のコンピューティングノードを利用者の近傍に設置し、そのコンピューティング資源を活用できるシステムを提案した。

本システムは、沖縄オープンラボの教育プログラムにおいて開発を開始したものであり、未踏事業への提案時点において、実際にアプリケーションを稼働させることは達成していた。しかしながら、複数台のノードを一括管理するシステム実装はできておらず、起動させるためのファームウェアは SD カードの中に入っており、ファイルシステムについても、ノードごとに分離されていた。そのために、一体したひとつのシステムにはなっておらず、運用上においてスケールアウトさせることが難しく、耐障害性についても十分ではなかった。

プロジェクト期間中においては、起動するためのファームウェアを SD カード上に置くのではなく、ネットワークブートさせることで、ノードが増加した際の運用性の向上と、耐障害性の向上を目指すこととした。また、ネットワークをまたいだストレージを用意することで、ノード間のデータ共有をより容易にできるような実装を行うこととした。

このように、未踏事業のプロジェクト期間中に達成すべき課題は多く、様々なチャレンジ要素があり、さらなる発展が期待できることから採択した。

- NVDIMM 向けファイルシステムの開発

コンピュータアーキテクチャにおいて、CPU とメモリ、ハードディスクなどの二次記憶の関係性は長年変化がなかったが、不揮発性メモリを活用したストレージクラスのデバイスの登場によって、その関係性に変化が生まれている。そのような中で、メインメモリの空間にフラッシュメモリをマッピングするという NVDIMM の登場は、ある意味コンピュータアーキテクチャを根本的に変えるものであり、その将来性は大きな期待を持たれている。本プロジェクトは、NVDIMM を利用するための専用ファイルシステムと Linux のカーネルドライバを開発するものである。

NVDIMM は不揮発性であるという特徴からデータを保存するための記憶媒体としての利用が想定されることが多い。ファイルシステムを開発する意義は、個々のソフトウェア資産の特別なチューニング無しにファイルシステムを入れ替えるだけで NVDIMM の恩恵を享受できるシステムことにある。さらに、NVDIMM を記憶媒体として利用する際ファイルを扱う全てのソフトウェアの基盤となるカーネルのファイルシステムが NVDIMM の特性を活かしたものであるかどうかは、より性能の高いコンピュータシステム実現のために重要な要素となる。

この基本ソフトウェアであるファイルシステムの開発によってコンピュータ全体の性能の向上を目指し、コンピュータを使用する様々な領域のさらなる発展の基礎となる意義深いものである。今回、低レイヤの提案が少ない中でチャレンジする姿

勢に共感し、未踏事業として採択した。

3. プロジェクト終了時の評価

プロジェクト全体でいえば、当初想定していた完成に近いものとなった。

一つ反省点があるとする、作成されたプロダクトをいかに社会に広げていくのかという視点を持ち切れなかったことであり、結果として今回のプロダクトを社会へアウトプットするということまでは至らなかった。しかしながらそれぞれのプロダクト制作において、まだ事例が少ないようなことへの取り組みや、試行錯誤しながらの検証を加えて、技術的な成果をあげられた事は評価に値する。今後、どのようなプロダクトを作るのか、それによって社会をどう変えていくのか、この両面において、指導することが重要であると考えている。