

金井 良太

(株)アラヤ・ブレイン・イメージング
代表取締役

神経科学の公理的計算論と工学の構成論の融合による人工意識の構築と
その実生活空間への実装

§ 1. 研究実施体制

(1) 金井グループ

- ① 研究代表者: 金井 良太 (株式会社アラヤ・ブレイン・イメージング、代表取締役)
- ② 研究項目
 - ・統合情報理論の計算アルゴリズムの開発
 - ・実神経データにおける統合情報量 Φ の計算
 - ・自由エネルギー最小化原理実装に向けたプログラム作成

(2) 川鍋グループ

- ① 主たる共同研究者: 川鍋 一晃 (株式会社国際電気通信基礎技術研究所脳情報通信総合研究所、主幹研究員)
- ② 研究項目
 - ・コンテキスト依存の眼球運動計測のための実験
 - ・日常環境実験データに対する行動・物体・位置のラベル付与
 - ・自己位置推定・障害物回避機能を備えたモバイルロボットを製作

(3) 前川グループ

- ① 主たる共同研究者: 前川 卓也 (大阪大学大学院情報科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・Kinect および人が携帯するスマートフォンを用いた行動認識手法の開発
 - ・屋内位置推定手法を開発
 - ・インパルス応答や磁気センサを用いた屋内位置のセマンティクスを推定する手法を開発

§ 2. 研究実施の概要

本研究は、人工知能システムに意識を持たせるための計算理論の開発と、スマートハウスなどの実システムにおける実装にむけての研究開発を目標として、平成27年度10月に発足した。

まず、計算理論についての開発だが、これには現在意識研究の観点から提案されている「統合情報理論」と神経科学の観点から提案されている「自由エネルギー原理」の2つの理論を元に研究開発を行っている。「統合情報理論」は、人間自身が経験している意識の特徴を公理として設定した理論であり、そこから、脳や人工知能などの複雑なシステムにおいて、どの程度情報が統合されているのかを元に、意識の量を統合情報量 Φ として定義できると主張している。このような情報量は古典的な機械学習などの文脈では考察されておらず、本研究の目的の一つは、システムの機能と Φ の挙動の関係を理解することである。しかしながら、 Φ の計算は要素数に対して計算量が爆発的に増えてしまうため、深層学習などのシステムにおいて計算を行うことが困難であった。平成27年度の成果としては、この Φ の計算を高速で実現するためのアルゴリズムの開発に成功した点である。このことにより、次年度以降、ロボットや人工知能において、 Φ の値がどの程度なのかを計算することが可能となる。当然ながら Φ が意識の指標として妥当であるのかどうかは、今後神経科学分野において、神経システムの持つ Φ と意識の関係を精査していく必要があるが、今回の Φ 計算の高速化の成果は神経科学においても広く応用可能なものである。一方、もう一つの「自由エネルギー原理」に関わる計算アルゴリズムの実装は、次年度でのコード公開にむけて継続中である。

一方、スマートハウスでの知能システムの実装においては、「注意モジュール」の開発を目指している。「注意モジュール」では、生活環境におけるセンサデータより、どの部分に重要な情報があるかを同定し、そこを対象とした分析を自動的促すためのシステムである。初年度においては、この「注意モジュール」の仕様設計を行い、既存のライブラリ(OpenCV など)と開発予定のコードが利用可能な画像処理サーバ、処理結果を表示するウェブサーバからなるアーキテクチャの一部を実装した。また、この「注意モジュール」によって選択された情報について、一人称視点カメラ、加速度計などのウェアラブルセンサからの情報、ジェスチャセンサ、レーザー式測位計などの環境センサからの情報などのマルチモーダルな情報を統合して、ある程度の抽象度で環境内の人間の状態を表現するシステムを構築を目指している。これを「モニタリングモジュール」と呼び、初年度においては Kinect および人が携帯するスマートフォンを用いた屋内位置推定・行動認識手法の開発を行った。さらに、スマートフォンを用いた屋内位置推定手法として、インパルス応答や磁気センサを用いた屋内位置のセマンティクスを推定する手法の開発に成功し、対象とする環境で収集したトレーニングデータ無しでユーザの現在地の場所クラスを推定が可能となった。

また、スマートハウスでの知能システムに「言語アノテーションモジュール」を実装し、日常環境において生活者の行動・物体・位置について言語表現を自動生成することを目指している。初年度においては、実験環境データにラベルを付与し、センサデータに単語のアノテーションを行うシステムのためのデータセットを作成した。さらに、単語ラベルから実環境で起こる出来事を説明する文の自動生成アルゴリズムの1次試作を行い、生成した文の統計的な正しさを評価するニューラルネットワークに基づく言語モデルを実装した。