

IoT が拓く未来
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

田中 雄一

東京農工大学 大学院工学研究院
准教授

ハイパーモーダル時空間データの超スパース表現

§ 1. 研究成果の概要

IoT を用いた情報センシングでは、空間上に存在する多数のセンサから得られたデータを低計算量かつ高性能に解析する必要がある。センサが形作るネットワークは数理的にグラフとして表現できる。グラフ上のデータ解析を目的とする信号処理理論である「グラフ信号処理」は、理論だけでなく IoT の産業応用の観点からも大きな注目を集めている。

2020 年度においては、昨年度に引き続き、センサから得られたデータを効率的に表現するための基礎理論である、グラフ上でのサンプリング定理に関する研究を行った。シャノンのサンプリング定理は、現在の ICT 世界の基盤理論の一つである。本年度は、グラフ信号処理のためのサンプリング定理に関して理論的な検討を行った。特に、今まで提案されてきた様々なグラフ信号に対するサンプリング手法が、一般化されたサンプリング定理の特別な場合として表現できることを明らかにした。さらに、サンプリングしたデータから元のデータを復元するための理論的な条件も示した。

加えて、データからデータが形作るネットワークを学習する手法である、グラフ学習についても検討を行った。特に今年度は時間的に変動すると同時に様々な時間的解像度を持つグラフの学習に関して研究を行った。これは例えばセンサネットワークにおける季節的なネットワークの変化や、生体信号処理における脳内活動の変化の計測など、様々なデータ解析の分野で必要とされる技術である。一方、従来手法では 1 種類の時間解像度を持つネットワークしか推定できなかった。時変グラフに求められる特徴を適切にモデル化することで、従来手法ではなし得なかったグラフ学習手法を実現した。

両成果とも、グラフ信号処理の基礎理論だけでなく応用に関しても大きく広がる可能性があり、今後さらなる発展が期待される。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Y. Tanaka, Y. C. Eldar, A. Ortega, and G. Cheung, “Sampling signals on graphs: From theory to applications,” *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 37, no. 6, pp. 14–30, 2020.
- 2) J. Hara, K. Yamada, S. Ono, and Y. Tanaka, “Design of graph signal sampling matrices for arbitrary signal subspace,” *IEEE ICASSP 2021, Virtual Conference*, Jun. 2021, to be presented.
- 3) K. Yamada and Y. Tanaka, “Learning graphs with multiple temporal resolutions,” *Proc. APSIPA ASC 2020, Virtual Conference*, Dec. 2020.
- 4) M. Nagahama, K. Yamada, Y. Tanaka, S. H. Chan, and Y. C. Eldar, “Graph signal denoising using nested-structured deep algorithm unrolling,” *IEEE ICASSP 2021, Virtual Conference*, Jan. 2021(Accepted).