



深層ニューラルネットワークを用いた 光ネットワークのモニタリング

株式会社富士通研究所
東京大学大学院 工学系研究科
谷村崇仁

1. はじめに

2006 年は偶然にも、当時ほとんど接点のなかった 2 つの分野が、同時に転換を迎えた年であった。その一つは機械学習、もう一つは光ファイバ通信である。十余年の年月を経た 2 つの分野は、今度は偶然ではない接点を持ちつつある。

光ファイバ通信を研究する多くの者にとって、2006 年はコヒーレント通信がリバイバルした年として記憶されているだろう¹⁾。半導体技術の発達、従来のコヒーレント通信では難しかった信号・局発光間の位相同期をデジタル信号処理により解決することを可能にし、光ファイバ通信における高多値変復調と、波形劣化のデジタル信号処理による等化への道を開いた。

2006 年は同時に、ニューラルネットワークが深層ニューラルネットワーク (Deep Neural Network) としてリバイバルした年でもあった²⁾。従来のニューラルネットワークより多数の層を持つこのニューラルネットワークは、この 10 年で最も成功した機械学習 (Machine Learning) フレームワークのひとつである。今日、深層ニューラルネットワークは、碁の打筋を見つけ出すこと³⁾から、カメラからの画像を認識して自動車を運転すること⁴⁾まで、様々なことに応用されている。深層学習の成功の理由は、いまだ未解明の部分が多い。しかしながらアルゴリズムの改良に加えて、学習に必要な大量のデータが手に入るようになったこと、強力なコンピューティングパワーが安価に手に入るようになったことが、深層学習が可能になった主要な理由であることは間違いない。

デジタルコヒーレント方式へ移行した現在の基幹系光ネットワークには、多数のデジタルコヒーレント受信器が配備されている。典型的なデジタルコヒーレント受信器一台は、光信号を毎秒数十 GB 以上のデジタルデータに変換し、専用に設計された集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC) 上で処理する能力を持つ。この強力なデジタル化と信号処理の機能は、従来は光の領域で行われてきた様々な処理 (波長分散補償、偏波モード分散補償、復調処理……) をデジタル領域へと移動させると同時に、深層学習に必要な大量のデータと強力な処理能力を提供する可能性を秘めている。

本稿では、深層ニューラルネットワークの概要を紹介するとともに、この技術の光通信分野への応用例のひとつとして、特に光物理層のモニタリングに適用した結果について解説する。

2. データから学ぶ：深層学習

2-1 機械学習と深層学習

一般に「人間は知性とよばれる新しい知識と技能を獲得する能力を持っているが、機械はそうではない」と信じられていた⁵⁾。しかしながら、近年の機械学習の急速な進歩により、一部の研究者に限らず、多くの人々の間でこの認識は変わりつつある。機械学習とは、人間が特定のプログラミングをすることなしに、コンピュータがタスク (例：画像の分類、音声の認識など) を実行できるよう訓練する方法である。深層学習は、機械学習の一分野である。また、深層学習を実現する深層ニューラル