

時間周波数国家標準の高精度化に向けた深層学習活用の試み

Application of the deep learning towards the improvement of synchronous accuracy between the UTC and its local representation at NMIJ

田邊健彦, 鈴木智也, 山口祐, 赤松大輔, 小林拓実, 安田正美 (産総研)

○T. Tanabe, T. Suzuyama, Y. Yamaguchi, D. Akamatsu, T. Kobayashi, and M. Yasuda

National Metrology Institute of Japan (NMIJ, AIST), E-mail: t.tanabe@aist.go.jp

産総研計量標準総合センター(NMIJ)では、協定世界時(coordinated universal time, UTC)と同期した時間周波数国家標準 UTC(NMIJ)を生成し、これを周波数機器の校正や現在開発中の光周波数標準の絶対周波数測定などに利用している。UTC(NMIJ)は、国際度量衡局(BIPM)から毎月報告される UTC と UTC(NMIJ)の時刻差データを参考に、周波数源である水素メーザー周波数標準器(以下 HM)の周波数値を適宜調整することで、UTC との差が約 10 ns に維持されている。この差をより小さくする、つまり UTC との同期精度の向上は重要な研究課題である。我々は最近、UTC(NMIJ)の UTC との同期精度の向上を目的として、深層学習の手法を活用する研究に取り組んでいる。本講演では研究の現状を発表する。

本研究の目的である「深層学習を用いた UTC(NMIJ)の UTC との同期精度の向上」は、(i) 過去の UTC と UTC(NMIJ)の時刻差の時系列データを用いた深層学習により UTC(NMIJ)の挙動を予測し、(ii) 予測結果を参考に、より効率的に HM の周波数調整を行うことで UTC との同期精度の向上を果たす、という 2 段階で達成できると考えられる。本講演では、特に上記 (i) の「深層学習による UTC(NMIJ)の挙動の予測」について発表する。UTC(NMIJ)の挙動を予測するため、本研究では一

次元畳み込みニューラルネットワークを用いた[1]。これは時系列データの解析によく用いられる深層学習の手法の一つである。具体的には、過去約 10 年間にわたる UTC と UTC(NMIJ)の時刻差データのうち、90%をニューラルネットワークの学習に使用し、ニューラルネットワークによる予測結果と実際の時刻差データを比較した。得られた予測結果と実際の時刻差データを比較したのが図 1 である。赤が予測結果、青が実際の UTC と UTC(NMIJ)の時刻差データである。図 1 を見ると、短期的な構造の予測には課題が残るが、長期的な構造は予測できている。予測結果と実際の時刻差データの不一致の原因の一つとして、最適化すべきニューラルネットワークのパラメータ数に対して学習データが少ないことが挙げられる。当日の発表では、仮にこの予測結果に基づいて周波数調整を行なった場合の UTC(NMIJ)の安定度についても議論する。

[1] F. Chollet, "Deep Learning with Python", (Manning Publications, 2017)

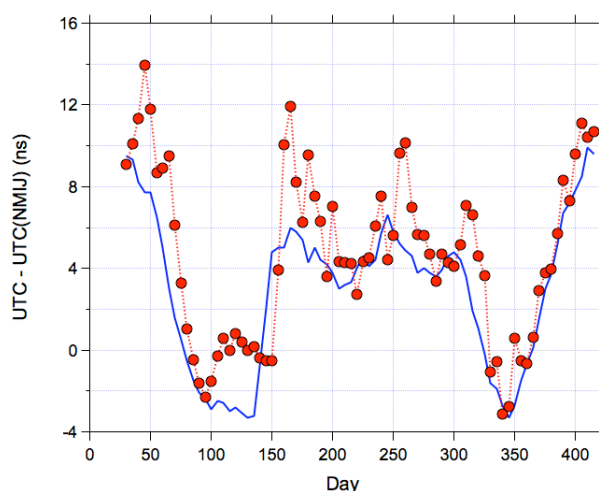


Figure 1. A comparison between the actual data (blue line) and the prediction (red circle) obtained by the deep learning technique.