

S26a 量子機械学習による XMM-Newton カタログからの異常 X 線変動天体の検出

川室太希 (大阪大学, 理研), 山田真也, 酒井優輔 (立教大学), 長瀧重博, 松浦俊司, 山田智史 (理研)

広視野、高感度そして高頻度な次世代サーベイ観測によって取得される膨大な時系列データは、これまで以上に多数の突発現象の検出を可能にすると期待されている。そのため、時系列データを効率的に分析する手法の重要性が高まっており、機械学習を用いた手法が注目されている。そのような中、我々は特に機械学習の発展の方向の一つとして挙げられる量子コンピュータを活用した量子機械学習の有用性について調査している。

今回我々は量子機械学習により最新の XMM-Newton カタログ (4XMM-DR14) が提供する膨大な光度曲線データベースから突発的な X 線放射の検出を試みた。学習モデルとして、これまで検討してきた古典的ニューラルネットワーク Long short-term memory (LSTM) の主要な全結合層を量子回路に置き換えた量子 LSTM を採用した (2024 年春季年会 S05a)。量子 LSTM で未来の値を逐次予測し、それらを実測データと比較し異常変動を突発現象候補として検出する。量子回路は性能を左右するため、回路の量子特性が異なる 6 種類の量子 LSTM を用意した。そして、学習データとして活動銀河核の光度曲線をシミュレーションし、さらに性能評価のために Quasi-periodic eruption のようなフレアを加えた異常データを生成した。量子 LSTM と古典 LSTM の性能を比較した結果、特に量子エンタングルメントを活かした量子 LSTM が僅かに優れたデータ表現力、再現精度、真陽性率を示した。得られた最も良い性能を示した量子 LSTM を用いて、4XMM-DR14 で明るく (平均 0.01 cts/s 以上)、露光時間の長い (30 ks 以上) 42866 個の PN 光度曲線について異常検知した。結果、103 個について異常を検知することに成功した。うち 20 個に対して、SIMBAD、そして、SkyMapper、Pan-STARRS、WISE からなる全天可視光・赤外線カタログからは対応天体が見つからず、興味深い突発現象を検出できた可能性がある。