

第6章

結論

6.1 序言

本章では、本論文のまとめを行う。まず、関連研究の調査、提案手法の実装、および評価実験を通して得られた知見を??節で述べる。次に、今後の課題について??節で述べる。最後に、??節にて本研究のまとめを示す。

6.2 得られた知見

本研究を通して、次の知見が得られた。

知見 1 時空間データから時空間データを予測するタスクにおいて、マルチモーダル学習を行うことができた

知見 2 最も簡単なアプローチにおいても、マルチモーダル学習の有効性が示せた

知見 3 短時間の降水量予測に適した提案モデルが得られた

知見 1 時空間データから時空間データを予測するタスクにおいて、マルチモーダル学習を行うことができた

本研究では、系列データから系列データを生成する Sequence-to-Sequence フレームワークに基づいた、時空間データから時空間データを予測するモデルの拡張を行うことで、マルチモーダル学習を可能としたモデルを提案した。複数の要素 (モダリティ) が互いに関係する予測の問題は、本論文で取り扱ったレーダー観測値と衛星画像を用いた予測や RGB 画像と深度画像を用いた予測など、数多存在する。複数のモダリティを用いることができる予測タスクにおいて用いることができる、汎用的なマルチモーダル学習を行う手法を示すことができた点が、本論文の貢献として挙げられる。

知見 2 マルチモーダル学習により、モダリティ間に跨る相関を捉えられた

本論文において、ディープネットによりマルチモーダル学習を行った関連研究を述べた。本論文で提案した手法は複数モダリティを多チャンネルの画像として用いることでマルチモーダル学習を行う手法と、正準相関分析 (CCA) を取り入れることでマルチモーダル学習を行う手法である。単純に各モダリティの入力を結合したモデルと見ることができ、関連研究で述べた中では最も簡単なアプローチをとったものとされる。降水量予測のタスクによる評価実験の結果、マルチモーダル学習によりモダリティ間に跨る相関を捉えられ、単一モーダル学習とは異なる予測結果を得られた。しかし、降水量予測において予測精度の大きな向上は見られなかった。

知見 3 短時間の降水量予測に適した提案モデルが得られた

本論文では 2 種類の提案手法から 6 つのモデルを提案し、評価実験において実データを用いた降水量予測のタスクにより、それぞれのモデルを評価した。実験結果から、正準相関分析を取り入れマルチモーダル学習を行う提案手法の、DCCA-Pretrain ConvLSTM-MM モデルが、5 分後から 30 分後といった短い予報時間の降水量予測において、既存手法を上回る予測精度が得られることを確認した。

6.3 今後の課題・展望

今後の課題としては、正準相関分析の取り入れ方の工夫を行うこと、および観測間隔の異なる複数モダリティにおいてマルチモーダル学習を行うことが挙げられる。

本研究で提案したモデルについて、評価実験の結果、DCCA ConvLSTM-MM モデルが極めて悪い結果を得ている。DCCA ConvLSTM-MM は、正準相関分析を取り入れることで、モダリティ間に跨る相関の最大化と予測精度の最小化を同時に行うモデルであり、両者の最適化の結果、降水量予測のタスクにおいて良い精度を得られなかった。しかし、??節で述べた通り、DCCA では学習の際に大きなミニバッチを用いる必要があるとされている上、本モデルに関して実験で用いたハイパーパラメータの設定に対する深い考察ができていない。従って、DCCA ConvLSTM-MM モデルについて、なぜ予測精度の向上に繋がらないのか調査を行い、Sequence-to-Sequence モデルへの正順相関分析のより工夫のなされた取り入れ方を調べる必要がある。

また、本研究での評価実験では、実データのレーダー観測値と衛星画像を用い

た．レーダー観測値の観測間隔は5分間であるのに対し，衛星画像の観測間隔が30分間であることから，実験では衛星画像と異なる時刻で観測されたレーダー観測値を排除し，30分毎に観測されたデータのみを用いた．複数モダリティから成る時空間データを扱う上で，モダリティ間の観測間隔が必ずしも同じではないことは容易に想像出来る．観測時刻が一致するデータのみを用いる今回の手法では，時間的に高解像度なモダリティが予測に用いられず，無駄になってしまう．従って，各モダリティの観測間隔が異なっているデータも余すことなくマルチモーダル学習が行えるような手法を提案することが課題となる．

6.4 本研究のまとめ

本研究では，降水短時間予報モデルにより，機械学習の手法で0-6時間後といった近い将来の降水量を予測するために，ConvLSTMを用いた Encoding-Forecasting ネットワークによる Sequence-to-Sequence 学習モデルをもとに，複数モダリティの時空間データから時空間データを予測する，マルチモーダル学習手法を提案した．本研究で提案する手法は2つある．提案手法の一つは，ConvLSTMをモダリティ間での局所正規化を行うよう拡張し，複数モダリティを多チャンネルの画像として入力することでマルチモーダル学習を行う手法である．もう一つの提案手法は，正準相関分析(CCA)を取り入れ，モダリティごとに異なるエンコーダを用い，エンコーダから得られた表現間に跨る相関を最大化することでマルチモーダル学習を行う手法である．提案手法と既存手法について，レーダー観測値と衛星画像の実データを用いて降水量予測のタスクを行い，評価実験を行った．実験の結果，提案手法であるマルチモーダル学習による予測結果が，既存手法である単一モーダル学習による予測結果よりも高い精度で予測できていることが確認できた．