室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

サケ漁獲量予測のための深層学習に関する研究

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2023-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: チャン, ユエ メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15118/00010890

氏　　名	ZHANG　YUE(ﾁｬﾝ ﾕｴ)
学位論文題目	A Study on Deep Learning for Catch Forecast of Salmon （サケ漁獲量予測のための深層学習に関する研究 ）
論文審査委員	主査　教　授　塩谷　浩之 教　授　佐賀　聡人 准教授　倉重 健太郎

論文内容の要旨

新しい計算科学の発展に貢献する情報学的研究において、広く工学や科学分野の課題に対して数理データサイエンスを基盤とした分野融合的な研究が活発となっている。本論文では、水産業の分野に数理データサイエンス的手法による産業支援につながる ICT に関する研究についてまとめている。代表的な魚種であるサケ漁を対象として、データ学習に各種 AI の利活用を通じて、スマート水産業の実現に貢献することを目的としている。

漁獲量予測は、効果的な漁業管理・資源配分システムの確立に関係するため、これからの水産業の発展には必要不可欠となる。港湾向けに収集された短期の詳細な漁獲量予測は、具体的な漁獲努力の指針となる。長期的な漁獲データを利用すれば、地域全体の水産資源配分に異なる漁獲時間スケールに対応したデータ処理手法を通じて、より実用的な漁業向けデータ支援を実現につなげる。漁獲量予測に機械学習を適用するには深層学習方式が有効となり、予測情報を漁に活用できることがわかる。深層学習とは入力データと対応する出力ラベルを用いて、データの特徴を学習させる機械学習手法である。

本論文では、時間・空間的に密度が異なるマルチスケールの漁獲や気象のデータを協調的に処理することで漁獲量の予測および分析を行う。まず、短期と長期の漁獲量を予測するモデルをそれぞれ構築しこれらに基づき漁獲量を予測する。具体的に、短期の漁獲量の予測手法では、畳み込みニューラルネットワークに基づいた漁獲量データの特徴抽出を行い、LSTM に基づき漁獲量を予測する。一方で、長期の漁獲量予測に対しては、時空間データのスパース条件下において短期の水温と長期の漁獲量データを活用するために、時系列分析手法の ARIMA とニューラルネットワークを組み合わせた予測モデルにより長期の漁獲量予測を行う。その後、長期と短期の予測結果から漁獲量、気象データ、および海区などの地形情報間の関連性を分析する。以上のように、本論文では、短期および長期的な漁獲量を予測するためにデータ特性に合わせた深層学習に基づいた手法を導入することで、マルチスケールの漁獲データ予測と分析を実現し、北海道をはじめとする地域ごとの水産業に対して

貢献がある。

本論文の提案は、異なるデータサイズ、量、および、その他の複雑性に適応して、漁獲量を効果的に予測・分析できることが示され、実産業分野に貢献する数理データサイエンスの研究として位置づけられる。

ABSTRACT

In the field of informatics research contributing to the development of new computational science, multi-field fusion research has been active in solving the various problems of engineering and science fields. In this doctoral thesis, ICT research supporting the industry by mathematical data science methods was compiled. The objective of the research is to contribute to the smart fishery industry, especially the salmon fisheries as a representative seafood of Japan.

The fish-catch prediction has been required for establishing the fishery management and sea-resource allocation system for the next fishery generation industry. A detailed prediction using port-based information as short-term data is helpful to realize an improved catch. By using long-term catch data, practical fishery data support is established with the data processing corresponding to the regional-based fish-catch allocation. Deep learning is a kind of machine learning method using input and label data. The method effectively predicts the fish catch, and the forecast information is helpful for fishing.

In this doctoral thesis, catches are predicted and analyzed by coordinating the processing of multi-scale catch and weather data with different spatial and temporal densities. First, models are constructed to predict short-term and long-term catches, respectively, and catches are predicted based on these models. Specifically, in the short-term catch forecasting method, features are extracted from the catch data based on a convolutional neural network, and the catch is forecasted based on LSTM. On the other hand, for long-term catch forecasting, in order to utilize short-term water temperature and long-term catch data under the sparse-temporal data, long-term catch forecasting is performed by a forecasting model combining the time-series analysis method ARIMA and neural network. The long-term and short-term forecast results are then used to analyze the relationship between the catch, meteorological data, and topographical information such as sea zones. As described above, this doctoral thesis introduces a deep learning-based method tailored to data characteristics to predict short-term and long-term catches, thereby realizing multi-scale catch data prediction and analysis and contributing to the fisheries industry in Hokkaido and other regions.

The proposal in this doctoral thesis is positioned as mathematical data science research that contributes to real industrial fields by showing that it can effectively predict and analyze fish catches by adapting to different data sizes, volumes, and other complexities.

論文審査結果の要旨

情報科学の発展によってデータ基盤とした課題解決が有効とされ、理工学系の様々な分野において、データ利活用によって研究の新展開を促進している。データ科学においては、統計学を出発点に数理科学を取り込んで発展したデータ学習が理論基盤を形成し、驚異的な計算速度による予測モデルが構築されてきた。それらの高度な組み合わせによるデータ学習システムにより、社会におけるデータの利活用が本格化している。データ科学の応用分野として申請者は水産科学を対象としている。海洋の資源科学においては、地球規模のデータによる解析が主流となっているが、実際には海洋生物の詳細なデータの収集は困難とされ、水産業のスマート化には対象地域に適合する予測モデルが必要となる。ふ化放流を基礎とした増殖漁業であるシロザケを主としたサケ漁に申請者が着目したことで、限られた各種データからの高精度な漁獲予測の可能性を高めている。

北海道におけるシロザケは全国8割の漁獲を占めるなど代表的な水産業データの一つである。年間10億尾のシロザケの稚魚が放流され、北太平洋で回遊し４年から５年で放流場所に来遊する。遡上河川における捕獲データ、定置網、刺し網、さらには沿岸漁などを総合した漁港水揚げデータ、道庁や水産庁による自治体集約データなどがあり、データの時間軸や時期などで各種多様であるため、単一的なAI適用によるデータ予測では十分な結果が得られない状況にある。申請論文においては、このような不均一で多様な形式のデータの総合活用のためのAI利用の枠組みとして、長期と短期のデータを相互活用する新たな機械学習モデル、および環境要因である漁場海域の海水温を組み込んだ手法が提案されている。サケ水産業に関係する省庁、漁業者、増殖業者など、現状で収集されているデータに対応した実用的な予測手法であることから、水産庁が主導するスマート水産業の実現に寄与する研究成果であり、食品加工や流通に関係する漁港単位の予測アプリに発展可能な計算モデルも提示されている。

水産科学を応用領域とする本申請論文は、情報科学分野における不均一データの総合活用のための機械学習の研究として位置付けられ、提案されている手法は統一的にデータの蓄積がされていない個別の産業分野にも応用可能である。このようなデータ利活用のための柔軟な情報モデルと予測手法は、各種産業分野における課題解決につながる研究成果であることから、本申請論文は情報科学分野の博士の学位論文として十分に評価できる。