

氏名	IBNU DAQIQIL ID		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	統合科学		
学位授与番号	博甲第	6735	号
学位授与の日付	2022年 9月 22日		
学位授与の要件	ヘルスシステム統合科学研究科	ヘルスシステム統合科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)	
学位論文の題目	A Study of Acoustic Scene Classification in Concept Drift Situation (音響情景におけるコンセプトドリフトに対応可能な分類方式に関する研究)		
論文審査委員	教授 横平 徳美	教授 五福 明夫	教授 阿部 匡伸
<b>学位論文内容の要旨</b>			
<p>In predictive models, models are trained on historical data by modelling the relationship between input features and target variables. These models are used to predict unseen test data or future data. However, in a dynamic environment, changes in the distribution between training data and test data are inevitable. This change causes the performance of our deployed models to become less reliable over time. This phenomenon is commonly referred to as concept drift.</p> <p>This study aims to solve the concept drift problem in acoustic scene classification. Firstly, we propose algorithms for detecting and adapting to concept drifts, namely Kernel density drift detector (KD3) and Combine-merge Gaussian mixture model (CMGMM). KD3 detect concept drift by comparing two windows and then calculating the variation between the windows. When the variation exceeds a certain limit, CMGMM will adapt to the change by merging similar or new components of the current and drifted model. In the experiment, we optimize the hyperparameter, evaluate the proposed method using several types of concept drift and improve the algorithm's performance. The result shows that CMGMM and KD3 can adapt from drifted data to maintain model performance by preserving previously learned knowledge and including new knowledge into the model.</p> <p>In the next experiment, we aim to improve CMGMM performance. Previously, we used low-level feature Mel-frequency cepstral coefficients (MFCCs) as the feature vector for CMGMM, but in this experiment, we use the Pre-trained audio neural networks (PANNs) as a feature extractor for scene audio. PANNs is a convolutional neural network (CNN) based model trained under large-scale event audio. It processes the log-mel spectrogram of an audio scene to obtain the high-level features containing the occurrence probability of a particular sound event in the scene. A motivation is, instead of acoustic features, to make the best use of high-level features obtained by a model that is trained using a large amount of audio data. The experiment result shows that the proposed method using PANNs improves model performance, especially in abrupt and gradual concept drift.</p> <p>In the last experiment, we try to solve the concept drift problem where a new class emerges. We propose a framework to perform incremental learning using rehearsal strategies. This method consists of three modules: classifier, rehearsal data and pseudo-rehearsal data using the Generative Adversarial Model (GAN). Experimental results show promising results, prevent catastrophic forgetting, and increase backward transfer. The model performs better when using a low logit sample than a high logit in selecting the representative data and GAN.</p>			

## 論文審査結果の要旨

本論文は、機械学習による音響情景分類方式において、学習に用いたデータと異なる音響信号が含まれるようになった場合でも、分類性能が低下しないようにモデルを適応する方式を提案している。音響信号から我々を取り巻く状況を推定したものが「音響情景」であり、人、動物、自動車などの存在の有無、街中や森の中などの雰囲気、工事現場や祭りなどのイベント、を知ることができる。音響情景を利用して、その場に適したサービス提供、危険の注意喚起が可能で、状況に応じて人間生活をサポートするシステムを構築するために必要な技術として期待されている。近年では、性能改善の著しい機械学習での方式が精力的に研究されている。機械学習によるクラス分類方式では、与えられたデータからクラスモデルを構築し、そのモデルを用いて未知のデータを分類する。この際、与えられたデータはクラスの特徴を十分に網羅できるデータ量であることが前提であるが、モデル利用時に事前に与えられていたデータとは異なる傾向を示すデータが含まれる場合がある。これは、コンセプトドリフトと呼ばれ、分類性能を低下させる大きな要因の一つであり、実際の商用サービスにおいてはこれに対処できる機械学習法が求められている。

本論文では、音響情景分類におけるコンセプトドリフトの問題に対し、まず第一に、能動的に動作するアルゴリズムとして、コンセプトドリフトを検知してモデルを適応する方法を提案した。この方式の特徴は、過去に学習したモデルを生かしつつ、新たなデータに適応する点にある。一定の周期でモデル更新する受動的な方式に比べ、モデルの適応タイミングが適切に判定され、計算量を抑さえつつ性能が向上できることを示した。第二に、提案したアルゴリズムに利用する特徴量として、スペクトルレベルの低次特徴量と、イベントレベルの高次特徴量とを比較した。その結果、音響情景の構成要素を大まかに抽出してから分類を行う高次特徴量が高性能であることを示した。第三に、コンセプトドリフトを示すデータが少量である場合に学習データを疑似的に増加させる方式を検討した。その結果、敵対的生成ネットワーク（GAN Generative adversarial network 方式）により、偏りが少ない疑似データを生成しつつ、これに加えて過去の学習データを用いる方式が最も高性能であることを示した。

以上のように本論文は、音響情景分類方式におけるコンセプトドリフトの課題を的確にとらえているとともに、能動的に動作するアルゴリズムを提案し、その有効性を示した。

学位審査会においては、上記の博士論文の内容が要約されて発表されており、質疑応答も適切に行うことができた。

以上のことを考慮し、本学位審査会は、Ibnu Daqiqil Id氏が、博士の学位が授与されるのに相応しいと判断する。