

Burak KOLUKISA



burak.kolukisa@agu.edu.tr

0000-0003-0423-4595



Thesis Advisor

Prof. V. Çağrı GÜNGÖR

cagri.gungor@agu.edu.tr

Machine Learning Approaches for Internet of Things Based Vehicle Type Classification and Network Anomaly Detection

Abstract This thesis presents innovative approaches in the realms of Intelligent Transportation Systems (ITS) and Network Intrusion Detection Systems (NIDS) within the Internet of Things (IoT). Leveraging IoT technologies, a low-cost, battery-operated 3-D magnetic sensor has been developed for ITS to enable the classification of vehicle categories. The research presents machine learning and deep learning models that are improved by using oversampling, feature selection and extraction methods, hyperparameter optimization, and converting signals into 2-D images. New methods have been proposed for vehicle type classification to boost classification performance and achieve an accuracy of up to 92.92%. Additionally, the increasing reliance on IoT devices for such applications introduces significant cybersecurity risks. To mitigate these vulnerabilities, a novel logistic regression model trained with a parallel artificial bee colony (LR-ABC) algorithm has been proposed for network anomaly detection. This model incorporates hyperparameter optimization to enhance detection capabilities, showcasing superior performance on popular benchmark NIDS datasets with accuracies of 88.25% and 90.11%. Overall, this research contributes to the advancement of IoT and IoT cybersecurity by offering robust, scalable, and efficient solutions. These innovations not only enhance vehicle type classification and network security in the IoT era but also pave the way for future IoT infrastructure development in an increasingly connected digital landscape.

Keywords Internet of Things (IoT), Intelligent Transportation Systems (ITS), Network Intrusion Detection Systems (NIDS), Machine Learning, Deep Learning

Özet Bu tez, Nesnelerin İnterneti kapsamında Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Ağ Saldırı Tespit Sistemleri alanlarında yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır. Nesnelerin İnterneti teknolojilerinden yararlanılarak, Akıllı Ulaşım Sistemleri için düşük maliyetli, pil ile çalışan 3 boyutlu manyetik sensör geliştirilmiştir ve bu sensör araç tiplerinin sınıflandırılmasını sağlamaktadır. Araştırma, makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerini, aşırı örnekleme, özellik seçimi ve çıkarma yöntemleri, hiperparametre optimizasyonu ve sinyallerin 2 boyutlu görüntülere dönüştürülmesi de dahil olmak üzere bir dizi teknik geliştirmektedir. Araç tipi sınıflandırması için yeni yöntemler önerilmiş, bu yöntemler sınıflandırma performansını artırarak %92,92'ye varan bir doğruluk elde etmiştir. Ayrıca, bu tür uygulamalar için IoT cihazlarına artan bağımlılık, önemli siber güvenlik risklerini de beraberinde getirmektedir. Bu güvenlik açıklarını azaltmak için, ağ anomalisi tespiti için paralel bir yapay arı kolonisi (LR-ABC) algoritması ile eğitilmiş yeni bir lojistik regresyon modeli önerilmiştir. Bu model, tespit yeteneklerini geliştirmek için hiperparametre optimizasyonunu içermekte ve popüler NIDS veri kümelerinde %88,25 ve %90,11 doğruluk oranlarıyla üstün performans sergilemektedir. Genel olarak, bu araştırma, sağlam, ölçeklenebilir ve verimli çözümler sunarak Nesnelerin İnterneti ve Nesnelerin İnterneti siber güvenliğinde ilerlemeye katkıda bulunmaktadır. Bu yenilikler, sadece Nesnelerin İnterneti çağında araç tiplerinin sınıflandırmasını ve ağ güvenliğini artırmakla kalmayıp, giderek daha bağlantılı bir dijital manzarada gelecekteki IoT altyapısının gelişimine de öncülük etmektedir.

Anahtar kelime Nesnelerin İnterneti, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Ağ Saldırı Tespit Sistemleri, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme