

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor

Admis la susținere

Șefă DIIS: conf. univ., dr. V. Sudacevschi

„_” _____ 2022_

**METODE DATA MINING PENTRU GESTIONAREA STĂRII
TEHNICE A ECHIPAMENTELOR**

Managementul Aplicațiilor Informaționale

(programul de masterat)

Masterand: Boronciuc Andrei

Conducător: conf. univ., dr. Perebinos Mihail

Chișinău – 2022

ADNOTARE

La teza de master cu tema “Metode data mining pentru gestionarea stării tehnice a echipamentelor

” a masterandului gr. MAI-201M

Cuvinte cheie: Data Mining, TIC, Regresie, Analiza ABC, Rețele neuronale, „echivalentul digital”

Autor: Boronciuc Andrei, MAI-201M

Titlul tezei de master: Metode data mining pentru gestionarea stării tehnice a echipamentelor

Problema diagnosticării și efectuarea lucrărilor de mentenanță a unităților de transport reprezintă o problemă majoră în societate. Calitatea efectuării acestor lucrări implică în mod direct securitatea de pe drumurile publice. Rezolvarea problemei diagnosticării timpurii a defecțiunilor va contribui la micșorarea riscurilor în procesul de exploatare și reducerea costurilor de întreținere.

Lucrarea *Gestionarea stării tehnice a echipamentelor utilizând metode Data Mining* prezentată de Boronciuc Andrei ca teză de master, elaborată la Universitatea Tehnică din Moldova mun. Chișinău, a fost scrisă în limba Română și conține 119 pagini, 81 figuri, 8 tabele. Este alcătuită din 3 capitole, partea introductivă și concluzii. În primul capitol este descris domeniul problematic de diagnosticare stării tehnice, principalele strategii de mentenanță, și abordările existente pentru evaluarea și estimarea stării tehnice. Al doilea capitol este dedicat descrierii modelului “echivalentul digital”, analiza principalelor metode de diagnosticare și cercetarea metodelor *regresiei, rețelelor neuronale, analiza ABC*. În capitolul 3 este prezentat rezultatele lucrării. Sunt aplicate metodele Data Mining cercetate în capitolul 2 la rezolvarea studiilor de caz.

Scopul prezentei teze de master constă în studiul și analiza modelelor, metodelor și instrumentele de mentenanță preventivă/predictivă a unei unități de transport auto, cu ajutorul algoritmilor Data Mining care să contribuie la rezolvarea problemelor de calitate și siguranță a ei în traficul rutier, cercetarea unor studii de caz în domeniul problematic abordat.

Obiectivele cercetării sunt: studiul domeniului problematic abordat; identificarea modelului și a metodelor de rezolvare a problemei majore identificate; studierea algoritmilor Data Mining; studiul instrumentelor și tehnologiilor de lucru cu metodele identificate de rezolvare a problemei identificate; cercetarea studiilor de caz cu instrumentele și tehnologiile identificate.

ANNOTATION

The master thesis on " DATA MINING METHODS FOR EQUIPMENT MANAGEMENT" of the master student gr. MAI-201M

Keywords: data mining, ICT, regression, ABC analysis, neural networks, "digital equivalent"

Author: Boronciuc Andrei, MAI-201M

Master thesis title: DATA MINING METHODS FOR EQUIPMENT MANAGEMENT

The problem of diagnosing and carrying out maintenance work on transport units is a major issue in society. The quality of this work directly affects safety on public roads. Solving the problem of early fault diagnosis will help to reduce risks in the operation process and reduce maintenance costs.

The work **Management of the technical state of the equipment using data mining methods** presented by Boronciuc Andrei as a master thesis, developed at the Technical University of Moldova mun. Chisinau, was written in Romanian and contains 119 pages, 81 figures, 8 tables. It consists of 3 chapters, the introductory part and conclusions. The first chapter describes the problematic field of technical condition diagnosis, the main maintenance strategies, and the existing approaches for technical condition assessment and estimation. The second chapter is devoted to the description of the "digital equivalent" model, the analysis of the main diagnostic methods and the investigation of regression methods, neural networks, ABC analysis. The data mining methods investigated in chapter 2 are applied to solve the case studies.

The aim of this master thesis is to study and analyze models, methods and tools for preventive/predictive maintenance of a motor transport unit, with the help of Data Mining algorithms that contribute to solving quality and safety problems in road traffic, researching case studies in the problematic area addressed.

The research objectives are: study of the problem domain addressed; identification of the model and methods to solve the identified major problem; study of Data Mining algorithms; study of tools and technologies working with the identified methods to solve the identified problem; research of case studies with the identified tools and technologies.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	6
1. GESTIONAREA STĂRII TEHNICE A ECHIPAMENTELOR, IMAGINE DE ANSAMBLU. FORMULAREA PROBLEMEI MAJORE. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII	1
1.1. Domeniul problematic. Consideratii generale privind gestionarea stării tehnice a echipamentelor. Necesitatea abordării. Probleme	1
1.2. Principalele strategii de mentenanță în procesul de gestionare a stării tehnice a echipamentelor. Probleme.....	2
1.3. Analiza abordărilor existente pentru evaluarea și estimarea stării tehnice a echipamentelor. Probleme	5
1.3.1. Prevederi generale privind prognoza stării tehnice a echipamentelor	6
1.3.2. Analiza abordărilor existente de prognoză a stării tehnice a echipamentelor.	7
1.3.3. Analiza abordărilor de prognoză a stării tehnice a echipamentelor bazate pe date	8
1.4. Identificarea problemei majore privind gestionarea stării tehnice a echipamentelor.	8
1.5. Scopul și obiectivele cercetării.....	10
2. MODELE SI METODE DE CERCETARE PRIVIND GESTIONAREA STĂRII TEHNICE A ECHIPAMENTELOR UNEI UNITĂȚI AUTO.....	11
2.1. Modelul „echivalentul digital” pentru diagnosticarea timpurie și predicția fiabilității echipamentelor unei unități auto	11
2.2. Principalele metode de diagnosticare și prognoză utilizate în procesul de identificare a defecțiunilor echipamentelor unei unități auto utilizând metodele Data Mining	15
2.2.1. Metoda - analiza corelației.....	20
2.2.2. Metode de regresie (liniară, neliniară, regresie multiplă, regresia logistică)	25
2.2.1 Regresia logistică.....	33
2.3. Rețele neuronale.....	40
2.3.1. Analiza ABC.....	57

2.4. Formularea sarcinii privind procesul de identificare a defecțiunilor echipamentelor unei unități auto	64
2.4.1. 1 Diagnosticare tehnică.....	66
2.5. Formularea sarcinii privind procesul de prognoză a defecțiunilor echipamentelor unei unități auto	83
3. UTILIZAREA INSTRUMENTELOR TIC PENTRU EFECTUAREA CERCETĂRII PROCESULUI DE GESTIONARE A STĂRII TEHNICE A ECHIPAMENTELOR UNEI UNITĂȚI DE WTRANSPORT UTILIZÂND METODELE DATA MINING. REZULTATELE CERCETĂRII	85
3.1. Proiectarea arhitecturii produsului software pentru gestionarea stării tehnice a echipamentelor unei unități de transport.	85
3.2. Tehnologii informaționale utilizate pentru cercetarea procesului de gestionare a stării tehnice a echipamentelor unei unități de transport.	88
3.2.1. Mediul de lucru Visual studio code (VSCode).....	88
3.2.2. Limbajul de programare Python	89
3.2.3. Bibliotecile Numpy, Pandas, Scikit-learn și Keras.	90
3.2.4. Framework-ul Streamlit.....	92
3.3. Proiectarea BD și a DD pentru diagnosticarea timpurie și predicția fiabilității echipamentelor unei unități de transport.	92
3.4. Utilizarea instrumentelor TIC pentru efectuarea cercetării procesului de gestionare a stării tehnice a echipamentelor unei unități de transport utilizând metodele Data Mining. Rezultatele cercetării unor studii de caz.	95
3.4.1. Metoda regresiei	95
3.4.2. Metoda ABC	102
3.4.3. Rețele neuronale	103
Concluzii.....	109
Bibliografie.....	110

INTRODUCERE

Dea lungul evoluției omenirea a tins să-și ușureze lucrul inventând diverse instrumente care îl ajută în acest scop. Oricare descoperire esențială tragea omenirea dintr-o epocă în alta, astfel producând schimbări în conștiință și modul de viață.

În ultimul secol tehnologiile s-au dezvoltat cu pași uriași, astfel reprezentând un punct inițial în dezvoltării sistemelor complexe care constă din multe mecanisme separate. Astfel funcționarea corectă întregului sistem este rezultatul funcționării corecte a tuturor elementelor în parte.

La momentul de față reprezentanții al unui asemenea sistem poate servi transportul, indiferent de ce tip el este, fie acesta o navă (maritimă, aeriană, spațială) sau motocicletă, autoturism, trenuri etc. toate aceste tipuri de transport cum le cunoaștem astăzi, este rezultatul combinării a unei mulțimi de mecanisme care operează între ele.

Cu trecerea timpului numărul unităților de transport devine tot mai mare, din punct de vedere tehnic devin mai complexe, și unui simplu conducător, proprietar îi apar greutăți în depistarea unei defecțiuni.

La etapa actuală de dezvoltare a sistemelor tehnice complexe, în deosebi și implementarea lor în unitățile de transport, este prezent fenomenul de modernizare și complicarea, odată cu creșterea cerințelor pentru eficiență tehnică, economică, ecologică, fiabilitate și siguranță. Întreținerea unor asemenea sisteme necesită un nivel de costuri materiale considerabile, și totuși nu se poate exclude probabilitatea apariției unei defecțiuni. În scopul de a asigura o stare de funcționare fiabilă și în același timp minimizând costurile de întreținere, problema detectării defecțiunilor tehnice devine una relevantă. O soluție eficientă ar fi dezvoltarea și implementarea al unor sisteme intelectuale, pe bază unei analitici predictive.

Aceste sisteme permit trecerea de la mentenanța planificată spre asigurarea funcționării mecanismelor pe baza predicției sau a resursei reziduale (din limba engleză. Remaining Useful Life)

Astfel, sarcina științifică care vizează studierea și implementarea metodelor de evaluare și gestionare a stării tehnice a echipamentului este relevantă. Este extrem de important să se dezvolte tehnologii inteligente și metode de analiză predictivă care să permită desfășurarea eficientă a exploatării datelor din domeniu IoT și rezolvarea sarcinilor importante.

Bibliografie

1. Г.Г. Маслов, А.П. Карабаницкий, Е.А. Кочкин. *ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ МТП Учебное пособие для студентов агроинженерных вузов*. Краснодар 2008.
2. Щербаков Максим Владимирович. *МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОАКТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ*. Волгоград 2020.
3. В.В. КОСТРИЦКИЙ. *ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ*. Новополюцк 2015
4. Machine Learning Adaption in Predictive Maintenance Applications [citat 20.03.2022]. Disponibil: arcweb.com/blog/machine-learning-adaption-predictive-maintenance-applications
5. Как работает нейронная сеть: алгоритмы, обучение, функции активации и потери [citat 11.04.2022]. Disponibil: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyh-setej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri/>
6. Introducere în rețele neuronale – Teorie și aplicații. [citat 21.04.2022]. Disponibil: <https://code-it.ro/introducere-in-retele-neuronale-teorie-si-aplicatii/>
7. SISTEME INTELIGENTE DE SUPORT DECIZIONAL. [citat 24.04.2022] Disponibil: http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/sisd/SISD_curs_6_Retele_Neuronale_Artificiale.pdf
8. DL: Hyperparameters Tuning for Neural Network. [citeat 26.04.2022] Disponibil: <https://medium.com/s-a-a-s/dl-hyperparameters-tuning-for-neural-network-40aa26c9aa97>
9. ABC analisys for Professional [citat 27.04.2022]. Disponibil: <https://esoftclub.ru/product/abc-analysis-for-professional-4-5-ot-konsi-ltd/>
10. Метод касательных в ABC-анализе. [citat 27.04.2022] Disponibil: <https://loginom.ru/blog/abc-tangent>
11. Перспективные рынки и технологии интернета вещей. ISBN 978-5-6042289-0-6 Москва: ООО «Лайм», 2019. – 274 с.
12. Disponibil: <https://redmonk.com/sogrady/2021/08/05/language-rankings-6-21/>
13. What is Keras? The deep neural network API explained. [citat 04.05.2022] Disponibil: <https://www.infoworld.com/article/3336192/what-is-keras-the-deep-neural-network-api-explained.html>
14. citat [02.05.2022] <https://www.kaggle.com/datasets/arnabbiswas1/microsoft-azure-predictive-maintenance>

15. citat [04.05.2022] <https://softline.ru/about/blog/data-mining-vyibor-prioritetov-i-neyronnyie-seti>