



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ



**Матеріали
Міжнародної наукової конференції**

**Івано-Франківськ
20-23 травня 2025 року**

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника
Представництво "Польська Академія Наук" в Києві
Вінницький національний технічний університет
Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача. НАН України
AGH науково-технологічний університет
ім. Ст.Сташіца, Польща
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний авіаційний університет
Національний університет «Львівська політехніка»
Фінансово-економічний інститут Таджикистану
Економічна академія "Д.А.Ценов", Болгарія
Штуттгардський університет, Німеччина
НДІ інтелектуальних комп'ютерних систем THEU та ІК НАН України
Інститут інженерів з електротехніки
та електроніки (IEEE), Українська секція
Громадська організація "Івано-Франківський ІТ кластер"

"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"

**матеріали
міжнародної науково-практичної конференції**

**20-23 травня 2025 року
Івано-Франківськ**

**"INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER MODELLING"
proceedings
of the International Scientific Conference
2025, May, 20th to 23th
Ivano-Frankivsk**

Івано-Франківськ — 2025

УДК (004:004.2/004.9+007):33/37+51+621
ББК 22.17 32.81
І-74 Т

Науковий редактор: докт. техн. наук, проф. **Л.Б. Петришин** (ПНУ, AGH)

Матеріали статей опубліковані в авторській редакції

"Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання"; матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Івано-Франківськ, 20-23 травня 2025 року. – Івано-Франківськ: п. Голіней О.М., 2025. –267с.

Збірка містить матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції з проблем інформаційних технологій в технічних системах, в соціумі, освіті, медицині, економіці та екології; теорії інформації, кодування та перетворення форми інформації; технологій цифрової обробки інформації; захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах; математичного та імітаційного моделювання систем.

УДК (004:004.2/004.9+007):33/37+51+621
ББК 22.17 32.81
І-74 Т

ISBN 978-617-8470-31-9

© ПНУ ім. В. Стефаника та автори, 2025

Зміст

1. Програмна система для аналізу медичних томографічних зображень із використанням SVM.....	3
Катерина Горішня, Ілля Головашенко, Володимир Кобзєв	
2. Розпізнавання військової техніки на супутникових знімках за допомогою ШІ.....	5
Віталій Витрикуш, Наталія Гузинець	
3. Архітектура та дизайн безсерверної системи для збору спеціалізованих даних.....	10
Олександр Демідов, Оксана Гонсьор	
4. База даних, як частина автоматизованої системи управління земельними ресурсами.....	12
Дрозд Василь, Мічута Ольга	
5. Оптимізація продуктивності корпоративних мереж за допомогою SD-WAN технологій.....	15
Жуков Роман, Юрченко Юрій,	
6. Analysis of war-related landscape fires around the Bucha-Irpin-Hostomel agglomeration using satellite monitoring data.....	17
Tetiana Ivanova, Ruslana Pashko, Rostyslav Bun	
7. CNN-ViT Hybrid Framework for Histopathological Breast Cancer Analysis.....	19
Oleksandr Papchenko, Borys Kuzikov	
8. Spatial Assessment of Thermal Anomalies in Ukraine Using Intelligent Data Analysis Methods.....	22
Svitlana Kuznichenko, Dmytro Ivanov	
9. Fractality Formation of Self-Organized Structures and their Initiation in the Education.....	26
Mykhaylo Mar'yan, Nataliya Yurkovych, Vladimir Seben	
10. Appreciative Inquiry (AI) method in the study of sustainable development of education quality improvement.....	29
Iryna Melnyk, Kateryna Kotsiubivska	
11. Development of a Chatbot for End-to-End Encrypted Messaging.....	32
Volodymyr Palahin, Olena Palahina, Oleksandr Protsenko, Oleksandr Ivchenko, Anatolii Bairak	
12. Модель оцінки ефективності електронного навчального процесу на основі психофізіологічних показників.....	35
Лебеза Андрій Васильович, Повхан Ігор Федорович, Сароз Віталій Ярославович	
Яковлев Владислав Олександрович	
13. Spatial analysis of consequences of war-related landscape fires in the Kharkiv region using satellite image processing methods and a cloud platform.....	41
Dmytro Pohorilets, Alina Puto, Yuliia Ivato, Rostyslav Bun	
14. Електронні навігаційні карти для безпеки судоходства.....	44
Наталія Пунченко	
15. Порівняльний аналіз оптимізації системи контрольних допусків при розпізнаванні інфраструктурних об'єктів.....	46
Максим Руденко, Микита Мироненко	
16. Метод агрегування експертних оцінок функціонального стану персоналу.....	50
Володимир Темніков, Андрій Темніков	
17. Підхід до моделювання проблемної області інтелектуальної навчальної системи.....	52
Олена Темнікова, Андрій Темніков	
18. Концепція програмного забезпечення цифрового кластера безпеки.....	54
Антон Турок	
19. Програмна система вивчення англійської мови з використанням штучного інтелекту для аналізу та навчання.....	56
Євдоким Федорчук, Мирослав Труняк	
20. Method of improving an interference-resistant for radiosystem with FHSS and dynamic channel state analysis.....	58
Dmytro Tsybulnykov, Shostko Igor	
21. Formalization of Deductive Rules for Syntactic-Semantic Transformations in a System for Ontology Construction from Textual Documents.....	61
Andrii Chorny, Dmytro Dosyn	
22. Modernization of the Video Surveillance System Network Using Software-Defined Networking and Network Function Virtualization Technologies.....	68
Oleksandr Shloma, Stanislav Korobka	

23. Investigation of the Remote Control Method of Autonomous Video Surveillance Dahua Cameras from the SpaceX Satellite Networks.....	71
Oleksandr Shloma, Stanislav Korobka	
24. Моделювання Методу Усереднення Несинхронних Сигналів на Прикладі ЕКГ.....	74
Леонід Файнзільберг, Ольга Сапон	
25. Розпаралелювання стиску зображень зі сканерів земної поверхні.....	79
Тарас Грицько, Валерій Глухов	
26. Комп'ютерна технологія захищеної передачі текстових повідомлень на основі процесів спотворення та відновлення зображень.....	82
Анастасія Маріненко, Сергій Вовк	
27. Wavelet Filtering of Colored Noise in an Image.....	87
Olena Osharovska, Andrii Doroshuk	
28. Одночасна апроксимація серіями типу вибірки у зважених просторах функцій.....	89
Метін Тургай	
29. Моделювання Каскадного Фільтру Приглушення Зосереджених Гармонічних Завад на Основі ДПФ.....	95
Леонід Файнзільберг, Владислав Самборський	
30. Modeling of a Cascade Filter for Suppression of Harmonic Interference Based on DFT.....	95
Leonid Fainzilberg, Vladislav Samborskyi	
31. Штучний інтелект та використання його можливостей для смарт-аналітики.....	98
Людмила Колечкіна, Софія Середа, Анна Мещерякова	
32. Апроксимація залежності опору термістора від температури.....	105
Роман Малахівський	
33. Портфелі алгоритмів для розв'язання задачі про найкоротше покриття множини.....	107
Сергієнко Іван, Шило Володимир, Рошин Валентина, Шило Петро, Боярчук Дмитро	
34. Automatic Grayscale Images Contrast Enhancement Based on Power Transformations.....	109
Lyudmila Akmetshina, Artyom Yegorov, Olexandra Nikishyna	
35. Три Моделі Створення Стереозображень За Сенсорними Даними БПЛА.....	112
Віталій Боюн, Людмила Возненко, Аніса Касім, Олександр Матвієнко	
36. Порівняльний аналіз NLP-бібліотек NLTK та spaCy.....	116
Дадиверін Віталій, Бісікало Олег	
37. Advancements in Agent-Based Modeling for Enhanced Transportation Network Simulation: Methodological Innovations and Practical Applications.....	119
Bohdan Dokhniak, Viktor Khavalko	
38. Особливості розрахунку спотворень сигналу в електронних системах.....	122
Ігор Заячук, Богдан Благітко	
39. Наївний метод на основі правил в аналізі емоційного забарвлення контенту українською мовою.....	125
Антон Ломовацький, Тарас Басюк	
40. Comparison of Entity Framework Core File Export Strategies Under Parallel Processing.....	127
Yaroslav Luchenko, Volodymyr Kobziev	
41. Апаратна оптимізація генеративних змагальних мереж: аналіз продуктивності та енергоефективності.....	129
Микола Максимів	
42. Вдосконалення методів моніторингу додатків в мікросервісній архітектурі.....	133
Олексій Мельник	
43. Underwater Images Preprocessing Techniques.....	136
Dmytro Moroz	
44. Climate Models and Temperature Forecast for Odesa.....	138
Yurii Ilnytskyi, Volodymyr Moroz	
45. Концептуальні підходи до адаптивного синтезу моделей для задач інтелектуального моніторингу.....	143
Володимир Остапук, Сергій Голуб	
46. The Method of Context-Aware Data Management in Customer Relationship Management Systems.....	145
Marian Pisotskyi	
47. Невизначеність в задачах штучного інтелекту та її вирішення самоналагоджувальними алгоритмами.....	147
Тимофієва Н.К.	

48.Розробка Архітектури Глибокого Навчання для Класифікації Дефектів Дорожнього Покриття.....	149
Є.С. Чернов, С.Ю.Борю	
49.Заземлене розуміння мови ШІ-моделями через втілену взаємодію та моделі світу.....	153
Олексій Шамов	
50.Predictive Maintenance for Agricultural Vehicles: Impact of GIS Data on LSTM-Based RUL Prediction.....	155
Anton Shykhmat, Zenoviy Veres	
51.Порівняння ефективності інструкцій для мовних моделей у контексті генерації зображень за допомогою GAN моделей.....	157
Володимир Якимів, Йосиф Піскозуб	
52.Практика аналізу витрат і вигравів кібербезпеки.....	160
Василь Горбачук, Максим Дунаєвський	
53.Методи Захисту Від Атак На Біометричні Системи Аутентифікації.....	162
Єлизавета Єжова	
54.Соціальна інженерія як частина тестування на проникнення.....	165
Анастасія Журавчак, Андріян Піскозуб	
55.Security Models for IoT Systems.....	168
Oleksiy Kovalenko, Natalia Karevina	
56.Comparative Analysis of Curves Performance of ElGamal Algorithm.....	170
Yurii Baryshev, Vladyslava Lanova	
57.Applying an intelligent disinformation search algorithm to a dataset of Ukrainian-language news.....	172
Olga Lozynska, Oksana Markiv, Victoria Vysotska	
58.Елементи Великого Порядку в Групових Кільцях, Заданих Скінченням Полем та Дієдральною Групою. .	175
Роксолана Оберишин, Роман Попович	
59.Інтелектуальна система прогнозування внутрішніх інцидентів на основі даних SOCMINT: практична реалізація.....	177
Вадим Пантелєєв, Володимир Білодід	
60.Інтегрований підхід до прогнозування внутрішніх інцидентів на основі аналізу соціальних мереж та емоційно-часових характеристик.....	180
Вадим Пантелєєв, Володимир Білодід	
61.Масштабованість та продуктивність розподілених баз даних з використанням фрагментації даних у блокчейн-мережах.....	183
Петро Петрів, Іван Опірський	
62.Інтеграція LLM у технологію автоматизованого тестування безпеки веб-застосунків.....	188
Андрій Притула, Леонід Куперштейн	
63.Застосування моделі ShieldGemma для аналізу відео з мобільних пристроїв з метою виявлення потенційно небезпечних осіб.....	192
Тарас Фединашин, Партика Ольга	
64.Реалізація апаратних та програмних рішень для дослідження надійності роботи мікропроцесорних засобів в складі АСУ ТП комунальної сфери.....	195
Олександр Гедзь, Ольга Скрипнікова	
65.Інтерактивна карта індексів безпеки країн світу: розробка та моделювання.....	198
Олександр Палагін, Денис Симонов, Аніса Касім, Масуд Касім	
66.Підходи до побудови комп'ютерної системи розпізнавання запахів.....	201
Северин Рибка, Максим Попов, Severyn Rybka, Maksym Popov	
67.Застосування псевдообернених матриць для розв'язання задач теплопровідності.....	204
Білоус Максим, Варенюк Наталія, Тукалевська Нелля	
68.Genetic programming tool involving fractional-order operators.....	208
Vsevolod Bohaienko	
69.Spatial modeling of carbon dioxide fugitive emissions from coke production in Ukraine.....	210
Yuliia Ivato, Dmytro Pohorilets, Alina Puto, Rostyslav Bun	
70.Minimax Rational Approximations for the Hyperbolic Tangent Activation Function.....	212
Larysa Vakal, Yevhen Vakal	
71.Відновлення функції концентрації домішкових частинок за дискретними даними в області тіла.....	214
Богдан Гера	

72. Thermoelastic damping in a piezoelectric microbeam resonators with microstructure.....	216
Olha Hrytsyna, Maryan Hrytsyna	
73. Erroneous Parallel Gateways Detection in BPMN Models using Fuzzy Logic-based Techniques.....	218
Andrii Kopp, Dmytro Kudii	
74. Дослідження екстремальних експлуатаційних характеристик підземних сховищ газу в складі газотранспортної системи.....	220
Мирослав Притула, Зоя Притула, Назар Притула, Ольга Химко	
75. Greenhouse gas emissions from railway transport in Ukraine: Spatial modeling for 2015-2022.....	224
Alina Puto, Yuliia Ivato, Dmytro Pohorilets, Rostyslav Bun	
76. Homogenization and Modeling of Processes in Composite Materials with a Layered Structure.....	227
Gennadiy Sandrakov	
77. Про підхід до аналізу кібер-фізичних атак на розумні мережі на основі бі-матричних ігор.....	229
Володимир Г. Скобелев, Сергій В. Компан	
78. Mathematical Modeling and Optimization of Rooftop Solar Panel Placement in Urban Environments Using Genetic Algorithms.....	233
Petro Topylko, Artur Dankanych	
79. Taguchi's optimization of surface eddy current probes with rectangular orthogonal coils.....	237
Volodymyr Halchenko, Ruslana Trembovetska, Volodymyr Tychkov	
80. Математичне моделювання дифузії домішки у трифазному стохастично неоднорідному тілі із застосуванням діаграм Фейнмана.....	240
Юрій Чернуха	
81. Ймовірно-статистичний підхід до моделювання масоперенесення у випадково неоднорідному тілі за експериментальних даних на границі.....	242
Ольга Чернуха, Галина Білушак, Юрій Білушак, Анастасія Чучвара	
82. Approximation by Hermite-type exponential sampling series in logarithmic weighted spaces of functions.....	245
Sadettin Kursun	
83. Метод блокового шифрування на основі перетворень Уолша.....	249
Володимир Лужецький, Євгеній Кесарчук	
84. Математична Модель Фільтрації Газу з Використанням Похідних Дробових порядків.....	252
Ярослав П'янило, Назар Лопух, Ганна Лянце, Галина П'янило	
85. Похідні Дробових порядків в Математичному Моделюванні.....	256
Ярослав П'янило, Назар Лопух, Ганна Лянце, Галина П'янило	

Наукове видання

**"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"**

матеріали

**Міжнародної науково-практичної конференції
20-23 травня 2025 року
Івано-Франківськ**

**"INFORMATION TECHNOLOGIES
AND
COMPUTER MODELLING"**

**proceedings
of the International Scientific Conference
2025, May, 20st to 23th
Ivano-Frankivsk**

Науковий редактор: Л.Б. Петришин
Технічний редактор: М.О. Федоряк
Коректор: Ю.Ю. Іляш
Комп'ютерна верстка: О.М. Голіней

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
76018, Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57,
ПНУ, адміністративний корпус

ISBN 978-617-8470-31-9

Для нотаток

Для нотаток

Концептуальні підходи до адаптивного синтезу моделей для задач інтелектуального моніторингу

Володимир Остапюк

Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем
Черкаський державний технологічний університет
Черкаси, Україна
v.v.ostapiuk.asp22@chdtu.edu.ua

Сергій Голуб

Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем
Черкаський державний технологічний університет
Черкаси, Україна
s.holub@chdtu.edu.ua

Conceptual approaches to adaptive model synthesis for intelligent monitoring tasks

Volodymyr Ostapiuk

Department of software for automated systems
Cherkasy state technological university
Cherkasy, Ukraine
v.v.ostapiuk.asp22@chdtu.edu.ua

Serhii Holub

Department of software for automated systems
Cherkasy state technological university
Cherkasy, Ukraine
s.holub@chdtu.edu.ua

Анотація - У матеріалі розглядається важливість задач інтелектуального моніторингу та доцільність використання програмних агентів для їх вирішення. Окреслено проблему поступового зниження ефективності агентних моделей, коли вони побудовані на історичних даних і функціонують в динамічно змінних умовах. Представлено загальну концепцію адаптивного синтезу моделей. Цей підхід має на увазі автоматичний вибір, коригування або й повну перебудову моделей програмного агента безпосередньо під час його роботи, щоб підтримувати якість моніторингу на належному рівні. Описано можливі умови запуску адаптації та загальні стратегії її реалізації.

Abstract - This abstract discusses the importance of intelligent monitoring tasks and the feasibility of using software agents to solve them. The problem of the gradual decrease in the effectiveness of agent models built on historical data when operating under dynamically changing conditions is outlined. The general concept of adaptive model synthesis is presented. This approach implies the automatic selection, adjustment, or complete reconstruction of software agent models directly during its operation to maintain the quality of monitoring at the proper level. Possible conditions for initiating adaptation and general strategies for its implementation are described.

Ключові слова -- інтелектуальний моніторинг, програмний агент, адаптивний синтез моделей, машинне навчання, концептуальні підходи, агентні системи.

Keywords -- intelligent monitoring, software agent, adaptive model synthesis, machine learning, conceptual approaches, agent-based systems.

I. ВСТУП

Сучасні системи – чи то технічні, економічні, чи екологічні – стають дедалі складнішими та динамічнішими. Це робить актуальним створення систем інтелектуального моніторингу, які могли б ефективно відстежувати стан об'єктів, оперативно реагувати на зміни, виявляти проблеми чи прогнозувати розвиток подій [1]. Для побудови таких систем часто використовують агентний підхід. Він дозволяє розробляти автономні програмні сутності – агенти, що здатні сприймати інформацію з оточення, аналізувати її за допомогою своїх моделей та виконувати потрібні дії [2]. Зазвичай, ці вбудовані моделі (наприклад, для класифікації чи прогнозування) створюються методами машинного навчання на основі зібраних раніше даних.

Проте, тут постає ключовий виклик: як забезпечити, щоб ці агентні моделі залишалися ефективними тривалий час? Адже умови можуть змінюватися, нові дані можуть відрізнятися від старих. Статистичні властивості процесів не завжди стабільні. Це означає, що статична модель, навчена колись, з часом може почати помилятися частіше. Звідси й виникає потреба в механізмах, які б дозволяли моделям програмних агентів пристосовуватися, адаптуватися до нових умов роботи.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Проблема статичних моделей. Моделі машинного навчання, які є основою інтелекту програмного агента, часто будуються на певній "порції" історичних даних. Розрахунок робиться на те,

що закономірності, знайдені в минулому, діятимуть і надалі. Але в реальних задачах моніторингу це не завжди так. Умови роботи обладнання можуть змінитися, можуть виникнути нові сезонні фактори, поведінка користувачів може еволюціонувати. Все це призводить до того, що нові дані вже не схожі на ті, на яких модель навчалася. Як наслідок, статична модель починає працювати гірше: прогнози стають менш точними, класифікація – помилковою. Це, своєю чергою, знижує ефективність всієї системи моніторингу.

Концепція адаптивного синтезу. Щоб вирішити цю проблему, можна застосувати ідею адаптивного синтезу моделей. Йдеться про процес, коли модель програмного агента автоматично оновлюється, коригується чи навіть повністю перебудовується просто під час роботи системи. Основна мета – підтримати або покращити якість роботи агента (наприклад, точність прогнозу) відповідно до поточних умов та вимог, пристосовуючи модель до актуальних даних [3].

Тригери та критерії адаптації. Важливим аспектом є визначення умов запуску процесу адаптації. До можливих тригерів належать:

- Систематичний моніторинг показників якості поточної моделі на нових даних. Ініціація адаптації відбувається, якщо показники (наприклад, помилка) виходять за допустимі межі.
- Виявлення значних змін у статистичних характеристиках потоку вхідних даних (зміна середнього значення, дисперсії тощо).
- Проведення адаптації за встановленим розкладом (наприклад, періодичне оновлення моделі).
- Отримання зовнішньої команди на адаптацію від користувача або керуючої системи.

Критеріями для вибору або побудови нової моделі в процесі адаптації можуть слугувати не лише точність, але й обчислювальна складність, час навчання та роботи, інтерпретованість результатів.

Концептуальні стратегії адаптації. Існують різні можливі стратегії реалізації адаптивного синтезу, вибір яких залежить від специфіки задачі:

1. *Перенавчання моделі:* Періодичне донавчання поточної моделі на нових даних або її повне перенавчання на оновленому (ковзному) вікні даних.
2. *Вибір з бібліотеки ACM:* Оперування заздалегідь визначеним набором різних алгоритмів синтезу моделей (ACM). Така бібліотека може включати представників різних сімейств алгоритмів, наприклад, **моделі на основі дерев рішень (Decision Trees, Random Forests), методи градієнтного підсилення (XGBoost, LightGBM), різні архітектури нейронних мереж (MLP, RNN), а також методи на основі регуляризації (Ridge, Lasso, ElasticNet)**. При необхідності адаптації проводиться тестування моделей-кандидатів, синтезованих цими ACM, на актуальних даних. Часто це вимагає попередньої **оптимізації гіперпараметрів** для кожного

кандидата, що може бути виконано за допомогою сучасних фреймворків (наприклад, **Optuna**). Після оцінки обирається алгоритм, що демонструє найкращі показники за заданими критеріями, і агент переходить на використання моделі, синтезованої цим ACM[4].

3. *Коригування гіперпараметрів:* Динамічна зміна гіперпараметрів поточної моделі (наприклад, швидкості навчання, параметрів регуляризації) для її кращої відповідності новим даним без зміни базової архітектури. Цей процес також може бути автоматизований за допомогою інструментів гіперпараметричної оптимізації.
4. *Зміна структури моделі:* У складних випадках може бути доцільною зміна архітектури моделі, наприклад, додавання чи видалення ознак, зміна кількості шарів. Одним з варіантів може бути поступове ускладнення моделі, зокрема, через побудову багатоваріантних структур для моделювання більш складних залежностей.

Виклики. Реалізація адаптивного синтезу потребує вирішення певних задач, зокрема, забезпечення необхідної швидкості реакції на зміни, врахування обчислювальних обмежень агента та знаходження компромісу між точністю і складністю моделі.

III. ВИСНОВКИ

Отже, адаптація моделей – це важливий елемент для побудови надійних та ефективних систем інтелектуального моніторингу, особливо тих, що працюють у динамічних умовах. Покладатися лише на статичні моделі, навчені на старих даних, ризиковано, адже це може призвести до зниження якості моніторингу.

У цій роботі ми розглянули концептуальні основи адаптивного синтезу моделей для програмних агентів. Такий підхід дозволяє автоматично оновлювати чи перебудовувати моделі агента, орієнтуючись на актуальні дані та показники якості. Були обговорені можливі умови запуску адаптації та загальні стратегії її проведення.

Представлені ідеї створюють підґрунтя для подальших досліджень. Наступні кроки можуть включати розробку конкретних алгоритмів адаптивного синтезу, створення програмних засобів для їх реалізації та, звичайно, перевірку ефективності цих підходів на практичних задачах моніторингу.

REFERENCES

- [1] V. Mařík, W. Wahlster, T. Strasser, and P. Kadera, Eds., *Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems*, vol. 10444, in Lecture Notes in Computer Science, vol. 10444. Cham: Springer International Publishing, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-64635-0.
- [2] M. Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons, 2009.
- [3] J. Gama, I. Žliobaitė, A. Bifet, M. Pechenizkiy, and A. Bouchachia, “A survey on concept drift adaptation,” *ACM Comput Surv*, vol. 46, no. 4, p. 44:1-44:37, Mar. 2014. doi: 10.1145/2523813.
- [4] J. Ding, V. Tarokh, and Y. Yang, “Model Selection Techniques – An Overview,” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 35, no. 6, pp. 16–34, Nov. 2018. doi: 10.1109/MSP.2018.2867638.