

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

5.2023

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Том 1

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2023, Issue 5, Volume 325, Part 1

Хмельницький

**ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2023, № 5, Том 1 (325)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu_tekh

Включено до науково-метричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAJ
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221
CrossRef	http://doi.org/10.31891/2307-5732

Головний редактор	Скиба М. Є. , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора	Синюк О. М. , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Горяченко С. Л. , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї
Технічні науки

Березненко С.М., д.т.н., **Бойко Ю.М.**, д.т.н., **Говорушченко Т.О.**, д.т.н., **Гордєєв А.І.**, д.т.н., **Горяченко С. Л.**, к.т.н.,
Грабко В.В., д.т.н., **Диха О.В.**, д.т.н., **Защепкіна Н.М.**, д.т.н., **Рубаненко О. О.**, д.е.н., **Захаркевич О.В.**, д.т.н.,
Злотенко Б.М., д.т.н., **Зубков А.М.**, д.т.н., **Каплун П.В.**, д.т.н., **Карташов В.М.**, д.т.н., **Кичак В.М.**, д.т.н., **Любош Хес**,
д.т.н., (Чехія), **Мазур М.П.**, д.т.н., **Мандзюк І.А.**, д.т.н., **Мартинюк В.В.**, д.т.н., **Мельничук П.П.**, д.т.н., **Місяць В.П.**,
д.т.н., **Мясіщев О.А.**, д.т.н., **Нелін Є.А.**, д.т.н., **Павлов С.В.**, д.т.н., **Параска О.А.**, д.т.н., **Рогатинський Р.М.**, д.т.н.,
Горошко А.В., д.т.н., **Сарібекова Ю.Г.**, д.т.н., **Семенко А.І.**, д.т.н., **Славінська А.Л.**, д.т.н., **Харжевський В.О.**, д.т.н.,
Шинкарук О.М., д.т.н., **Шклярський В.І.**, д.т.н., **Щербань Ю.Ю.**, д.т.н., **Бубулєс Альгімантас**, доктор наук (Литва),
Елсаєд Ахмед Ельнашар, доктор наук (Єгипет), **Кальчинські Томаш**, доктор наук (Польща),
Лунтовський Андрій, д.т.н. (Німеччина), **Матушевський Мацей**, доктор наук (Польща), **Мушлевський Лукаш**,
доктор наук (Польща), **Мушял Януш**, доктор наук (Польща), **Натріашвілі Тамаз Мамієвич**, д.т.н., (Грузія),
Попов Валентин, доктор природничих наук (Німеччина)

Технічний редактор	Горяченко С. Л., к.т.н.
Редактор-коректор	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 6 від 25.10.2023 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

т	(038-2) 67-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik
e-mail:	visnyk.khnu@khmnu.edu.ua		http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm
	visnyk.khnu@gmail.com		

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24922-14862ПР від 12 липня 2021 року

© Хмельницький національний університет,
2023
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького
національного університету", 2023

ЗМІСТ

АНДРІЙЧУК ВОЛОДИМИР, НАКОНЕЧНИЙ МИРОСЛАВ, ФІЛЮК ЯРОСЛАВ, КОСТИК ЛЮБОВ, ОСАДЦА ЯРОСЛАВ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СВІЧЕННЯ СВІТЛОДІЮДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА	9
АФТАНАЗІВ ІВАН. , СТРОГАН ОРИСЯ, ШЕВЧУК ЛІЛІЯ , СТРУТИНСЬКА ЛЕСЯ КІНЕМАТИЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЯК ЗАСІБ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОШУКУ МОРСЬКИХ МІН	16
БАБИН ІГОР, БУРЛАКА СЕРГІЙ, ХОЛОДЮК ОЛЕКСАНДР ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТРІЧКОВОЇ СУШАРКИ	26
БЕРДНИК ДАНИЛО, ПЕЛЕШКО ДМИТРО ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАТИВНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	30
БЛАЖЕНКО МАРІЯ, ФАЛЕНДИШ НАТАЛІЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ КОНОПЕЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБА	35
БОЙКО ЮЛІЙ, КАРПОВА ЛЕСЯ, СЕМЕНЮК ВІТАЛІЙ ВИСОКОРІВНЕВА ОДНОПЛОЩИННА АНТЕНА МІМО ДЛЯ ДЕВАЙСІВ 5G	40
БУРЕНКО ВОЛОДИМИР АНАЛІЗ НАПОВНЕНОСТІ ЗУПИНОК ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ІР-КАМЕР «РОЗУМНОГО МІСТА»	47
ГУРКОВСЬКА ОЛЕНА , АНДРЕЄВА ОЛЬГА ПОРІВНЯЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ ЕКСПРЕСІЇ У ВИРОБНИЦТВІ РЕКОМБІНАНТНОГО ІНСУЛІНУ	53
ДОРОГИЙ ЯРОСЛАВ, КОЛІСНІЧЕНКО ВАДИМ ЗАСТОСУВАННЯ ЛОГУВАННЯ РІЗНИМИ УЧАСНИКАМИ БЛОКЧЕЙН-МЕРЕЖ ДЛЯ ДЕАНОНІМІЗАЦІЇ КІНЦЕВОГО КОРИСТУВАЧА	60
ЗАЛУЦЬКА ОЛЬГА, МОЛЧАНОВА МАРИНА, МАЗУРЕЦЬ ОЛЕКСАНДР, МЕЛЬНИК ОЛЕГ, СКРИПНИК ТЕТЯНА МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЕМОЦІЙНОЇ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВЕДІНКОВИХ НАМІРІВ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИМИ ЗАСОБАМИ	67
ЗАЛЮБОВСЬКИЙ МАРК, ПАНАСЮК ІГОР, КОШЕЛЬ ОЛЕКСАНДР ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ РЕАКЦІЙ У КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАХ ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ, У ЯКІЙ ЄМНІСТЬ ЗДІЙСНЮЄ СКЛАДНИЙ ПРОСТОРОВИЙ РУХ	74
ЗОЛОТУХА РОМАН, ГЛАЗУНОВА ОЛЕНА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПІДБОРУ КОМАНДИ В ІТ ПРОЄКТАХ	81
ІВАНШЕНА ТЕТЯНА, МАНДЗЮК ІГОР, ТРУХІНА ОКСАНА, ПЕКАРСЬКА ВАЛЕРІЯ ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ МАТЕРІАЛІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ КРУГОВОЇ ЕКОНОМІКИ ВИРОБНИЦТВ	89
ІЛЛЯШ ОКСАНА, БРЕДУН ВІКТОР ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРМІСЦЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	98
КАМІНСЬКИЙ РОМАН, ПШЕНИЧНИЙ ОЛЕКСАНДР, ХУДИЙ АНДРІЙ РОЛЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ КОНСТАНТИ ЦИКЛІЧНОГО ЧАСОВОГО РЯДУ	103
КАМІНСЬКИЙ РОМАН, ПШЕНИЧНИЙ ОЛЕКСАНДР, ХУДИЙ АНДРІЙ ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЦИКЛІЧНОГО ЧАСОВОГО РЯДУ ЧИСЕЛ ВОЛЬФА (ПОКАЗНИКА СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ)	108

ГОРЯЩЕНКО КОСТЯНТИН СТЕЦІЮК ВІКТОР, ГОРЯЩЕНКО СЕРГІЙ, ЛИСИЙ АНДРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ	117
КАЧАН РОМАН, ПЕТРОВА ЛЕСЯ, ПРОХОРЕНКО МАРІЯ, СОБОЛЄВА КАТЕРИНА ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ З ФУНГІЦИДНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	123
КОВАЛЕНКО БОГДАН, ЛУКІН ВОЛОДИМИР АНАЛІЗ СПОТВОРЕНЬ, СПРИЧИНЕНИХ ВРГ-СТИСНЕННЯМ З ВТРАТАМИ БЕЗШУМНИХ І ЗАШУМЛЕНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	128
КОВАЛЬОВ СТАНІСЛАВ, МІЩЕНКО ВЛАДИСЛАВА, ГІРІН ОЛЕГ ВЛАСТИВОСТІ НІКЕЛЕВИХ ПОКРИТТІВ ЕЛЕКТРООСАДЖЕНИХ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ НИЗЬКОЇ ІНДУКЦІЇ	136
КОПИТІНА ІРИНА, АНДРЕЄВА ОЛЬГА, МОКРОУСОВА ОЛЕНА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЗИМІЗАЦІЇ ШКІРЯНОГО ВИРОБНИЦТВА	141
КОШЛАНЬ МИКОЛА, ШАХОВСЬКА НАТАЛІЯ, МЕЛЬНИКОВА НАТАЛІЯ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЛІТАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	150
КУТІНА МАРИНА, КОВАЛЬОВ АРТЕМ ДІАГНОСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ОБ'ЄКТА МОДЕЛІ	154
ЛАКТИОНОВ ОЛЕКСАНДР, ПЕДЧЕНКО НАЗАР КОНЦЕПЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ГОТОВНОСТІ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ДО ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ	160
НАДОПТА ТЕТЯНА, МИХАЙЛОВСЬКА ОКСАНА, ОЛІЙНИК АНАСТАСІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНІХ ДЕФОРМАЦІЙ НА СТІЙКІСТЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЗУТТЯ ДО БАГАТОРАЗОВОГО ЗГИНУ	166
НАКАШИДЗЕ ЛІЛІЯ, ГІЛЬОРМЕ ТЕТЯНА ВПЛИВ СПОСОБУ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОГЕНЕРУВАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ	173
ПРАВОРСЬКА НАТАЛІЯ, МАРТИНЮК ВАЛЕРІЙ КОНСТРУЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СИНХРОННОГО ПІДХОДУ: ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ DEVOPS	182
ПОЛІЩУК АНДРІЙ СКИБА МИКОЛА ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СОПЛА ЕСТРУДЕРА 3D-ПРИНТЕРА, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ГРАНУЛИ ТА ПОДРІБНЕНІ ЧАСТКИ ПОЛІМЕРУ В ЯКОСТІ ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ	192
СЕРЕНКО АНТОН , ЮДІНА ТЕТЯНА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СКВАШУВАННЯ МОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ НИЗЬКОЛАКТОЗНИХ ЙОГУРТІВ	205
СОКОЛАН ЮЛІЯ , ЛАРІОНОВ ІВАН , МАЙДАН ПАВЛО , СОКОЛАН КАТЕРИНА АВТОМАТИЗОВАНЕ ГЕНЕРУВАННЯ КОДІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ	212
СОЛОВЕЙ АНДРІЙ, ЩІПАНОВ ІГОР ПАРАМЕТРИ НАПРАВЛЕНОГО РОЗКОЛУ ГІРСЬКИХ ПОРІД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕВИБУХОВИХ РУЙНУЮЧИХ СУМІШЕЙ (НРС)	220
СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ ВІКТОР, КІБАКОВ ОЛЕКСАНДЕР ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У МЕХАНІЗМІ ПІДЙОМУ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ «СОКІЛ»	226

СТРИЖОВА ОКСАНА СТИЛІЗАЦІЯ ТА ТРАНСФОРМУВАННЯ ОДЯГУ У FASHION ІЛЮСТРУВАННІ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРВІСІВ ГЕНЕРУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	230
ТИМЧУК ВОЛОДИМИР ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДАНИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНЮВАНИХ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ ДЛЯ МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У КОМПЛЕКСІ МЕТЕОЗОНДУВАННЯ: ЛЮДСЬКІ ПОМИЛКИ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ СИСТЕМ	235
ЧИГІНЬ ВАСИЛЬ, ПАЗИНЮК МИХАЙЛО АВТОНОМНА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА І ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗВУКОВОГО ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ON-LINE СПОВІЩЕННЯ	240
ШІЛІНГ АННА, ПАСЬКО АНАСТАСІЯ ЛІНГВІСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО НАПОВНЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ СПІЛЬНОТ ПОПИТУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ	246
ШРАМ МАКСИМ, АНТОНЕНКО АРТЕМ, ЗАМКОВИЙ ОЛЕКСІЙ, ОРЛЮК ХРИСТИНА, ДУТКО ПАВЛО ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАСИВУ ДАНИХ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖІ У СФЕРІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ	252
ЩЕРБАТЮК ТЕТЯНА, АНДРЕЄВА ОЛЬГА ЗАСТОСУВАННЯ ОЗОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОСЛИННИЦТВІ	258
ЩІПАНОВ ІГОР, СОЛОВЕЙ АНДРІЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНЬОЇ ОБОЛОНКИ ЗАРЯДУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО НАПРАВЛЕНОГО РОЗКОЛУ ГІРСЬКИХ ПОРІД	263
ЩУР НАТАЛІЯ, ПОКОТИЛО ОЛЕКСАНДРА, БАЙЛЮК ЄЛІЗАВЕТА ОГЛЯД ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ-ФІНАЛІСТІВ КОНКУРСУ NIST 3I СТАНДАРТИЗАЦІЇ ЛЕГКОВАГОВОЇ КРИПТОГРАФІЇ	269
ЯСІНСЬКИЙ АНДРІЙ, СОЛОВЕЙ ЛЮДМИЛА, ГРИСЮК АНДРІЙ РОЗВИТОК ГЛОБАЛЬНО РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ІНФРАСТРУКТУР	279

CONTENT

ANDRIICHUK VOLODIMIR, NAKONECHYI MYROSLAV, FILIUK YAROSLAV, KOSTYK LIUBOV, OSADTSA YAROSLAV RESEARCH OF THE KINETICS OF GLOWING OF LED LIGHT SOURCES	9
AFTANAZIV IVAN, STROGHAN ORYSIA, SHEVCHUK LILIA, STRUTYNSKA LESIA KINEMATIC DESIGN AS A TOOL IMPROVEMENT OF NAVAL MINES SEARCH	16
BABYN IHOR, BURLAKA SERHIY, KHOLODYUK OLEKSANDR EFFICIENCY OF A CONVEYOR DRYER	26
BERDNYK DANYLO, PELESHKO DMYTRO IMAGE RECONSTRUCTION USING GENERATIVE NEURAL NETWORKS	30
BLAZHENKO MARIIA, FALENDYSH NATALIYA USE OF PRODUCTS OF HEMP SEED PROCESSING IN THE PRODUCTION OF BREAD	35
BOIKO JULIY, KARPOVA LESYA, SEMENYUK VITALIY SINGLE PLANE MIMO ANTENNA FOR 5G DEVICES	40
BURENKO VOLODYMYR ANALYSIS OF FILLING OF PASSENGER TRANSPORT STOPS USING ALGORITHMS OF IMAGE PROCESSING FROM SMART CITY IP CAMERAS	47
HURKOVSKA OLENA, ANDREYEVA OLGA COMPARATIVE ASSESSMENT OF EXPRESSION SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF RECOMBINANT INSULIN	53
DOROGIY YAROSLAV KOLISNICHENKO VADIM APPLICATION OF LOGGING IN VARIOUS PARTICIPANTS OF BLOCKCHAIN NETWORKS FOR DE-ANONYMIZATION OF THE END USER	60
ZALUTSKA OLHA, MOLCHANOVA MARYNA, MAZURETS OLEKSANDR, MELNYK OLEH, SKRYPNYK TETIANA METHOD FOR INTELLECTUAL ANALYSIS OF TEXTUAL INFORMATION EMOTIONAL TONALITY FOR DETERMINE THE BEHAVIORAL INTENTIONS BY NEURAL NETWORKS MEANS	67
ZALYUBOVSKIY MARK , PANASYUK IGOR, KOSHEL OLEXANDR DETERMINATION OF EXTREME VALUES OF REACTIONS IN KINEMATIC COUPLES OF A TURNING MACHINE IN WHICH THE CAPACITY PERFORMS COMPLEX SPATIAL MOVEMENT	74
ZOLOTUKHA ROMAN GLAZUNOVA OLENA CREATING A MATHEMATICAL ALGORITHM FOR TEAM SELECTION IN IT PROJECTS	81
IVANISHENA TETIANA, MANDZYUK IGOR, TRUKNINA OKSANA, PEKARSKA VALERIY ASSESSMENT OF THE LIFE CYCLE OF MATERIALS AS A TOOL FOR THE IMPROVEMENT OF LIGHT INDUSTRY PROCESSES AND THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF THE CIRCULAR ECONOMY OF MANUFACTURING	89
ILLIASH OKSANA, BREDUN VIKTOR JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE SITE FOR STUDYING THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF HOUSEHOLD WASTE	98
KAMINSKYI ROMAN, PSHENYCHNYY OLEKSANDR, KHUDYY ANDRIY THE ROLE AND DEFINITION OF THE FRACTAL CONSTANT OF CYCLIC TIME SERIES	103
KAMINSKYI ROMAN, PSHENYCHNYY OLEKSANDR, KHUDYY ANDRIY FRACTAL ANALYSIS OF PERIODIC TIME SERIES OF WOLF NUMBERS (SOLAR ACTIVITY METRIC)	108

KOSTYANTYN HORIASHCHENKO, VIKTOR STETSIUK, SERH IY HORIASHCHENKO, ANDRIY LYSYI MODELLING AND TESTING OF SYNCHRONOUS MOTORS WITH PERMANENT MAGNETS.....	117
KACHAN ROMAN, PETROVA LESYA, PROHORENKO MARIA, SOBOLEVA KATERINA JUSTIFICATION OF THE COMPOSITION OF THE POLYMER COMPOSITE MATERIAL WITH FUNGICIDAL PROPERTIES	123
KOVALENKO BOGDAN, LUKIN VOLODYMYR ANALYSIS OF DISTORTIONS DUE TO BPG-BASED LOSSY COMPRESSION OF NOISE-FREE AND NOISY IMAGES	128
STANISLAV KOVALYOV, VLADYSLAVA MISHCHENKO, OLEG GIRIN PROPERTIES OF NICKEL DEPOSITS ELECTRODEPOSITED IN A LOW INDUCTION MAGNETIC FIELD	136
KOPYTINA IRYNA, ANDREYEVA OLGA, MOKROUSOVA OLENA INNOVATIVE APPROACHES TO ENZIMIZATION OF LEATHER PRODUCTION	141
KOSHLAN MYCOLA, SHAKHOVSKA NATALIA, MEKNYKOVA NATALIA METHODS AND MEANS OF RECOGNITION OF FLYING OBJECTS	150
KUTINA MARYNA, KOVALOV ARTEM DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE MODEL OBJECT	154
OLEKSANDR LAKTIONOV, NAZAR PEDCHENKO THE CONCEPT OF DETERMINING THE READINESS LEVEL OF ROBOTIC SYSTEMS FOR PERFORMING COMBAT TASKS	160
TETYANA NADOPTA, OKSANA MYKHAILOVSKA, ANASTASIA OLIYNYK DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF PREVIOUS DEFORMATIONS ON THE RESISTANCE OF SPECIAL SHOES TO MULTIPLE BENDING	166
NAKASHYDZE LILIYA V., HILORME TETIANA V. INFLUENCE OF THE ESTIMATION METHOD OF ENERGY-GENERATING EFFICIENCY OF SOLAR CELLS ON THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF THE SOLAR PANEL	173
PRAVORSKA NATALYA, MARTYNYUK VALERII DEVELOPING SOFTWARE USING A SYNCHRONOUS APPROACH: KEY PROCESSES AND TOOLS FOR EFFECTIVE DEVOPS	182
POLISHCHUK ANDRII, SKYBA MYKOLA JUSTIFICATION OF THE DESIGN OF A 3D PRINTER EXTRUDER NOZZLE USING GRANULES AND CUT POLYMER PARTICLES AS INPUTS.....	192
SERENKO ANTON, YUDINA TETIANA JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF FERMENTATION OF MILK MIXTURES FOR LOW LACTOSE YOGURTS	205
IULIIA SOKOLAN, IVAN LARIONOV, PAVLO MAIDAN, KATERYNA SOKOLAN AUTOMATED GENERATION OF PART PROCESSING CODES ON CNC MACHINES	212
SOLOVEI ANDRII, SCHIPANOV IGOR PARAMETERS OF DIRECTED SPLITTING OF ROCKS USING NON-EXPLOSIVE DESTRUCTIVE MIXTURES (NeDM)	220
STRELBITSKYI VIKTOR, KIBAKOV OLEXANDER RESEARCH OF DYNAMIC LOADS IN THE LIFTING MECHANISM OF THE «SOKOL» PORTAL CRANES.....	226
STRYZHOVA OKSANA STYLING AND TRANSFORMATION OF CLOTHES IN FASHION ILLUSTRATION WITH THE HELP OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IMAGE GENERATION SERVICES	230

TYMCHUK VOLODYMYR AN APPROACH TO THE METEOROLOGICAL DATA ANALYSIS AND PREDICTION FOR THE TRAINED MODEL FOR THE METEOROLOGICAL STATION: HUMAN FAILURES IN SYSTEMS OF SYSTEMS DESIGNING	235
CHYHIN VASYL , PAZYNIUK MYHAILO AUTONOMOUS EXPERIMENTAL SYSTEM AND SOFTWARE FOR SOUND OBJECT DETECTION AND NOTIFICATION	240
SHILINH ANNA, PASKO ANASTASIIA LINGUISTIC ANALYSIS OF THE INFORMATION CONTENT FORMATION FOR VIRTUAL COMMUNITIES OF DEMAND AND SUPPLY OF EDUCATIONAL SERVICES	246
SHRAM MAKSYM, ANTONENKO ARTEM ZAMKOWYI OLEKSII, ORLIUK KHRYSTYNA, DUTKO PAVLO FEATURES OF BUILDING A DATA ARRAY BASED ON A NEURAL NETWORK IN THE SPHERE OF THE INTERNET OF THINGS FOR THE HOTEL AND RESTAURANT BUSINESS	252
SHCHERBATIUK TETIANA, ANDREYEVA OLGA APPLICATION OF OZONE TECHNOLOGIES IN CROP CULTIVATION	258
SCHIPANOV IGOR, SOLOVEI ANDRII ANALYSIS OF PARAMETERS OF THE EXTERNAL CHARGE CASING FOR EFFICIENT DIRECTIONAL ROCK SPLITTING	263
SHCHUR NATALIYA, POKOTYLO OLEKSANDRA, BAILIUK YELYZAVETA OVERVIEW AND COMPARATIVE ANALYSIS OF NIST COMPETITION FINALIST ALGORITHMS FOR LIGHTWEIGHT CRYPTOGRAPHY STANDARDIZATION	269
YASINSKIIY ANDRIY, SOLOVEI LIUDMYLA, HRYSYUK ANDRIY DEVELOPMENT OF GLOBALLY DISTRIBUTED COMPUTING INFRASTRUCTURES	279

БУРЕНКО ВОЛОДИМИР

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

<https://orcid.org/0000-0002-0862-5879>e-mail: volodymyr.burenko22@gmail.com

АНАЛІЗ НАПОВНЕНOSTІ ЗУПИНOK ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ІР-КАМЕР «РОЗУМНОГО МІСТА»

В роботі розглянуто методи реєстрації кількості людей на зупинці пасажирського транспорту. Проведений аналіз використання глобальних (порогових) та локальних (адаптивних) методів бінаризації зображень, отриманих з ІР-камер, які є хостами інформаційно-вимірювальної мережі Smart City. Доведено доцільність використання алгоритму Оцу для знаходження оптимального порогу при бінаризації зображень у процесі планування пасажироперевезень. Наведено приклад роботи розробленого застосунку на мові JavaScript при розрахунку загальної кількості пікселів із фото людей на зупинці.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна мережа, відеоспостереження, розумне місто, пасажироперевезення, обробка зображень, методи бінаризації, діаграма яскравості, кросплатформний застосунок.

BURENKO VOLODYMYR O.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

ANALYSIS OF FILLING OF PASSENGER TRANSPORT STOPS USING ALGORITHMS OF IMAGE PROCESSING FROM SMART CITY IP CAMERAS

Counting the number of people at a passenger transport stop is necessary to ensure the timely delivery of vehicles of the required capacity to existing stops. In addition, it is necessary to provide for the construction of new public transport stops on the main routes of large cities in case of overloading of the existing ones. Computer systems of the "smart city" make it possible counting the number of people at the stops due to innovative technologies. For example, it is possible to use sensors that react to the presence of people, and turn on the sidewalk lights. The increasing spread of video surveillance systems within the Smart City makes it expedient to use video streams or photos from IP cameras, which are the end hosts of the information-measurement network. The analysis of the use of global (threshold) and local (adaptive) methods of binarization of images obtained from IP cameras was carried out. As a result, it is indicated that adaptive binarization can be recommended if it is necessary to process low-quality halftone images. However, in the presence of inhomogeneities of the background with low contrast, in this case the appearance of false objects is possible. At the same time, the loss of small details when using the methods of global image binarization does not affect the estimation of filling of passenger transport stops. The expediency of using Otsu's algorithm for finding the optimal threshold for image binarization in the process of passenger transportation planning is proven. The developed JavaScript application provides for the conversion of color photos from IP cameras into Grayscale images. An example of the work of the developed application when calculating the total number of pixels from photos of people at city transport stops is given.

Keywords: information and measurement network, video surveillance, Smart City, passenger transportation, image processing, binarization methods, brightness diagram, cross-platform application.

Постановка проблеми

В умовах зміни ціннісних імперативів на ринку обслуговування соціально-економічних потреб населення, об'єктивного існування ризиків та пов'язаних з ними витратами, існує нагальна необхідність в ціннісно-орієнтованому управлінні бізнес-процесами, пов'язаними з впровадженням інноваційних ІТ-технологій [1]. Однією з таких проблем є організація пасажирських перевезень міським автомобільним транспортом [2]. В такому разі необхідне комплексне розв'язання задач своєчасної подачі громадського транспорту за існуючими маршрутними системами залежно від наповнення зупинок громадського транспорту пасажиром, що очікують. Тому актуальним є розробка та вдосконалення методів збору і обробки інформації про пасажиропотоки, моделювання системи пасажирського транспорту міст, а також математичних моделей і програмного забезпечення (ПЗ) маршрутизації перевезень пасажирів на основі інформаційно-вимірювальних мереж (ІВМ), інтегрованих в комп'ютерні системи «розумного міста» (Smart City).

Аналіз останніх джерел

В роботі [3] наведено дослідження щодо визначення підходів до мінімізації витрат проекту з використанням подвійних задач. Практична реалізація викладеного методу можлива при виведенні на обстежені маршрути пасажироперевезень транспорту, місткість якого відповідає заповненості зупинок людьми.

В міській інфраструктурі все ширше використовуються кіберфізичні або «розумні» системи. Відповідно до запропонованої в [4] інформаційно-технологічної архітектури мережевої платформи моніторингу кіберфізичних об'єктів «розумних міст», яка базується на трьох рівнях інфраструктури (кіберфізичний, мережевий та хмарний), найбільш обширним є мережевий рівень. Однією з найбільш розгалужених комп'ютерних систем цього рівня є інформаційно-вимірювальна мережа, кінцевими хостами якої виступають ІР-камери, що здійснюють відеоспостереження на зупинках міського транспорту. Однак, у [4] також зазначено, що на даний час широкомасштабне запровадження кіберфізичних систем

супроводжується обширним переліком невирішених задач, до яких зокрема відноситься експоненційне зростання обсягів даних та відсутність загальноприйнятих підходів до формування засобів їх зберігання та аналітичного опрацювання. За такими умовами необхідно розробити методи та алгоритми формування та передачі на сервери обробки даних зображень з системи відеоспостереження, зроблених згідно з дискретними відкличками у часі.

У науковій літературі також наведені результати досліджень впровадження додаткових зупинок міського пасажирського транспорту в залежності від просторової самоорганізації населення [5]. У наведених моделях передбачена розбудова додаткових зупинок, спричинених перенавантаженням існуючих зупинок, спричинених соціологічними умовами життєдіяльності суспільства. У роботі визначено, що своєчасність подачі пасажирського транспорту має забезпечувати добові витрати часу на переміщення, які для міст не повинні перевищувати меж у 50–90 хв. Для забезпечення таких умов нові розроблювані алгоритми обробки зображень в інформаційно-вимірjuвальній мережі моніторингу наповненості зупинок пасажирського транспорту мають також діагностувати перенавантаженість існуючих зупинок та визначати верхню межу їх наповненості. До того ж, для ефективної роботи моделі обробки інформації в зазначеній комп'ютерних системах необхідно зонування зупинок при одночасному обслуговуванні кількома видами транспорту.

Для вирішення проблеми часових затримок під час планування інтенсивності транспортного потоку у роботі [6] розроблено моделі організації та регулювання дорожнього руху наповненості магістральних вулиць та доріг великих і найбільших міст. Зменшенню часових затримок у пасажироперевезеннях присвячені дослідження у роботі [7]. Розроблені підходи потребують у подальшому експериментальної перевірки шляхом проведення імітаційного та/або натурного експерименту на вибраних об'єктах з визначенням меж навантаженості кожної зупинки.

Метою роботи є дослідження методів визначення кількості пасажирів, які очікують транспорт на зупинках, на основі бінаризації зображень із IP-камер системи відеоспостереження у складі Smart City.

Виклад основного матеріалу

В архітектурі комп'ютерних мереж для Smart City зростає кількість IP-камер, які найбільшою часткою встановлюються на зупинках пасажирського транспорту та можуть бути використані для задач інформаційно-вимірjuвальній мережі моніторингу наповненості таких зупинок з наступним плануванням вчасної подачі транспорту необхідної місткості. Моніторинг наповненості зупинок пасажирського транспорту – це процес визначення рівня зайнятості зупинок та контролю за кількістю пасажирів, які користуються транспортом на конкретній зупинці. Це важлива інформація для операторів транспорту, яка дозволяє їм ефективно планувати рух транспорту, забезпечувати комфортні умови для пасажирів і покращувати якість обслуговування.

Для моніторингу наповненості зупинок пасажирського транспорту можуть використовуватися різні технології. Одна з них – використання сенсорів, які реєструють рух людей на зупинці. Наприклад, можна на тротуарі встановлювати сенсори, які реагують на присутність людей та фіксують їх рух (рис. 1). Такі датчики повинні мати ступінь захисту не нижче IP65, при спрацьовуванні передавати живлення на джерело світла (нп., LED-світильник Horoz Electric AWAX-1). Таким чином, для обліку може використовуватись потужність датчика, яка дорівнює сумарній потужності світильників, що включилися. Ця інформація може передаватися операторам транспорту для подальшого аналізу.



Рис. 1. Тротуарні LED-світильники: а – лінійні; б – точкові; в – вбудований датчик руху e100101

Важливим етапом в обробці зображень, отриманих з IP-камер IBM Smart City, є сегментація зображень, яка допомагає вирішувати складні завдання комп'ютерного зору.

Одним з основних методів сегментації зображень є використання глибоких згорткових нейронних мереж (англ. Deep Convolutional Neural Networks – CNN). Ці мережі можуть навчитися автоматично визначати границі об'єктів та розподіляти пікселі зображення до відповідних сегментів [8]. Використання глибокого навчання (англ. Deep Learning – DL or ML) дозволяє досягти високої точності та швидкості обробки зображень. Сегментація зображення базується на принципах розривності та подібності.

Принцип розривності передбачає, що сусідні сегменти зображення повинні бути різними об'єктами або різними частинами одного об'єкта. Це означає, що границі між сегментами повинні бути чіткими і не перетинатися.

Принцип подібності передбачає, що пікселі в межах одного сегмента повинні мати подібні характеристики, такі як колір, текстура або яскравість. Це означає, що об'єкти з однаковими характеристиками будуть належати до одного сегмента.

Існуючі різні методи бінаризації зображень можна умовно поділити на глобальні (порогові) та локальні (адаптивні).

У загальному сенсі завдання виявлення об'єктів полягає у встановленні наявності на зображенні об'єкта, що має деякі певні характеристики. Такою характеристикою може бути, наприклад, яскравість зображення.

Локальні (адаптивні) методи бінаризації розбивають зображення на декілька областей, для кожної з яких необхідно обчислити поріг, ґрунтуючись на інформації про інтенсивність пікселів. Алгоритми даного класу передбачають розбиття зображення на блоки певного розміру, при цьому розмір блоку має бути мінімальним, але достатнім для збереження вихідних особливостей та деталей зображення. Однак при цьому блоки мають бути настільки більшими, щоб шуми впливали на результат мінімально. Найбільш популярними адаптивними методами бінаризації зображень є метод Ніблека, метод Бернсена, метод Ейквеля, метод Саувола та метод Крістіана [9]. Адаптивну бінаризацію можна рекомендувати у разі, якщо необхідно обробити напівтонові зображення невисокої якості. Однак, у разі неоднорідностей фону з низькою контрастністю можлива поява хибних об'єктів. Адаптивні способи та пристрої, що їх реалізують, добре підходять для застосувань з обмеженими обчислювальними можливостями та/або обмеженими доступними ресурсами, що використовуються для виконання обробки зображень [10].

Згідно з глобальними (пороговими) методами одним з способів виявлення об'єктів є вибір порога за яскравістю, або гранична класифікація (thresholding). Сенс такого порогу полягає в тому, щоб розділити зображення на світлий об'єкт (foreground) та темне тло (background). Тобто об'єкт – це сукупність тих пікселів, яскравість яких перевищує поріг ($I > T$), а тло — сукупність інших пікселів, яскравість яких нижче за поріг ($I < T$). Питання постає у тому, як обрати ключовий параметр – поріг T .

Одним з найбільш популярних методів глобальної бінаризації зображень є метод Оцу [11], запропонований японським вченим Нобуюкі Оцу в 1979 р.

Алгоритм Оцу складається з таких основних кроків:

1. Розрахуйте гістограму інтенсивності зображення.
2. Розрахуйте загальну кількість пікселів у зображенні.
3. Для кожного значення порогу (від 0 до максимальної інтенсивності пікселів) розрахуйте вагу кожної частини зображення (до та після порогу), а також середні значення інтенсивності для кожної частини.
4. Для кожного значення порогу розрахуйте дисперсії кожної частини (відносно середнього значення інтенсивності кожної частини) та загальну внутрішньокласову дисперсію, використовуючи вагу кожної частини.
5. Знайдіть поріг, для якого міжкласова дисперсія максимальна.
6. Застосуйте отриманий поріг до зображення.

Недоліком методу Оцу можливість втрати дрібних деталей, але для обліку кількості людей на зупинках дрібні деталі не є важливими, тому для планування пасажироперевезень алгоритм Оцу дозволяє знайти оптимальний поріг для бінаризації зображення. У цьому випадку він забезпечує точну та надійну бінаризацію зображення, що допомагає покращити якість подальшої обробки зображення.

До того ж, у глобальних (порогових) методах бінаризації визначені порогові значення застосовуються до піксельних значень градації сірого (gray scale), щоб отримати набір двійкових піксельних значень [12]. Але сучасні системи відеоспостереження базуються на IP-камерах, які формують відеострім та/або зображення у кольоровому форматі. Тому при розробленні спеціалізованого ПЗ необхідно передбачити при обробленні кольорових зображень, отриманих з IP-камер систем Smart City, попередню конвертацію таких зображень у відтінки сірого. Слід зауважити, що в залежності від погодних умов якість отриманих знімків може дуже відрізнятися один від одного. В такому разі перед формуванням діаграми яскравості необхідно застосувати до зображення один з алгоритмів покращення. До варіантів такого покращення входять покрокове лінійне розтягування, лінійне вирівнювання, глобальне вирівнювання гістограми, модифікація роздільної здатності тощо [13].

Для генерування гістограми яскравості та розрахунку загальної кількості пікселів у зображенні був розроблений програмний застосунок у середовищі розробки Webstorm, для чого було встановлено кросплатформне середовище Node.js 18.12 LTS для виконання JavaScript з відкритим вихідним кодом [14] та менеджер пакетів JavaScript – Node Package Manager (npm), – що керує залежностями в проєктах, написаних на Node.js, та дозволяє завантажувати пакети у застосунок з хмарного сервера **npm** [15; 16].

Послідовність кроків, що виконується програмою, яка буде приймати кольорове зображення наповненості зупинки громадського транспорту людьми та генерувати гістограму яскравості цього зображення:

- Крок 1. Прийняти вхідний параметр, який є шляхом до зображення.
 - Крок 2. Завантажити зображення за заданим шляхом.
 - Крок 3. Використовуючи пакет **sharp**, перетворити зображення на градації сірого.
 - Крок 4. Отримати масив значень яскравості пікселів зображення.
 - Крок 5. Створити гістограму на основі отриманих значень яскравості, використовуючи пакет **D3.js**.
 - Крок 6. Зображення гістограми зберегти у файл.
- Застосунок складається з двох модулів – **get-brightness.js** та **index.js**.

Перший модуль містить в собі всю основну логіку застосунку, а саме: приймає зображення, обробляє його за допомогою бібліотеки **sharp**, генерує гістограму яскравості за допомогою бібліотеки **d3-node** та зберігає її в форматі **png**.

Другий модуль слугує коренем застосунку, він імпортує в себе перший модуль. Спочатку, за допомогою бібліотеки **readline** зчитується з консолі шлях до зображення, з якого необхідно отримати гістограму. Після цього, запускаємо функцію **get-brightness** (перший модуль), в який в якості аргументу передається шлях до файлу.

Діаграма компонентів програми наведена на рис. 2.

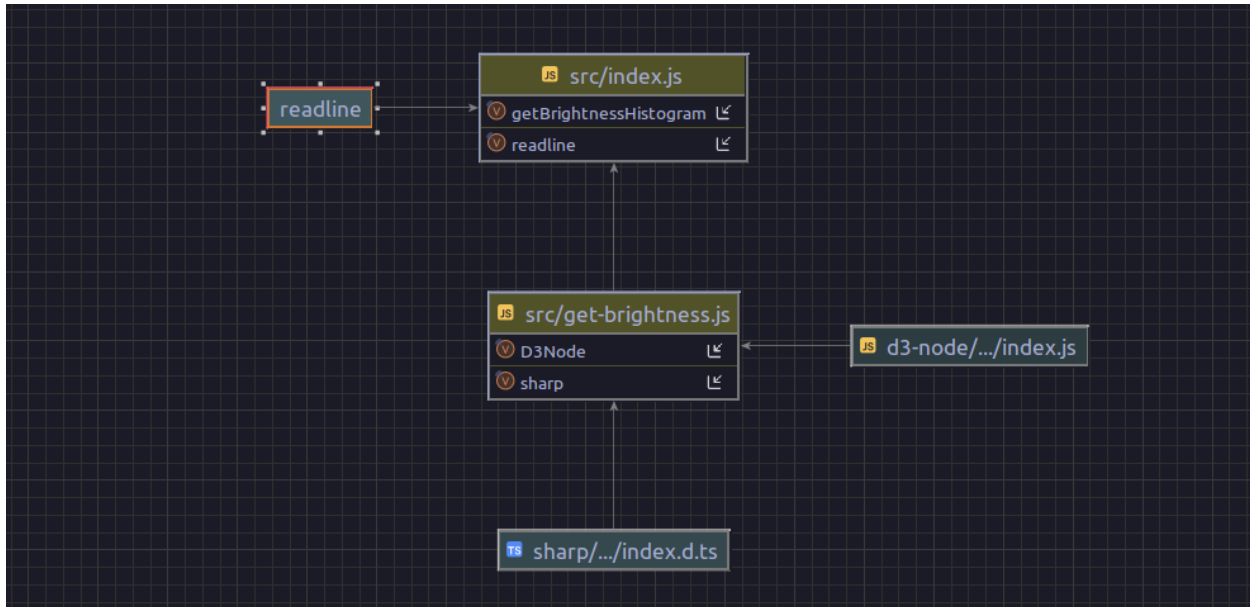


Рис. 2. Діаграма компонентів програми

Для запуску програми потрібно виконати наступні команди:

- 1) використовуючи термінал, перейти в кореневу директорію застосунку;
- 2) виконати команду **npm i** (для встановлення залежностей);
- 3) виконати команду **npm run start**;
- 4) слідувати вказівкам на екрані;
- 5) після успішного виконання програми результат буде збережений в корені застосунку у директорії **output**.

Процес запуску розробленого застосунку наведено на рис. 3.

```

anton@sowell: ~
anton@sowell:~$ cd MainStorage/dev/brightness-histogram/ && npm i && npm run start

up to date, audited 145 packages in 3s

10 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

9 high severity vulnerabilities

To address issues that do not require attention, run:
  npm audit fix

To address all issues (including breaking changes), run:
  npm audit fix --force

Run `npm audit` for details.

> brightness-histogram@1.0.0 start
> node src/index.js

Input the absolute path to the image: path/to/the/image.png
  
```

Рис. 3. Приклад запуску застосунку

Приклад розрахунку загальної кількості пікселів із фото людей на зупинці наведено на рис. 4–5.

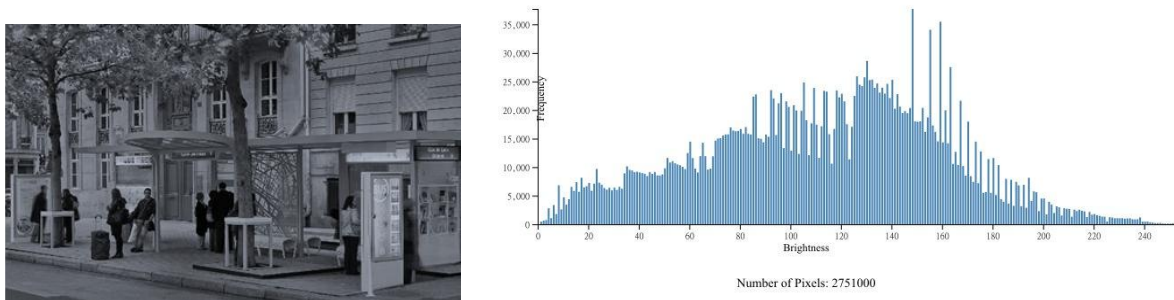


Рис. 4. Розрахунок загальної кількості пікселів з gray-scale фото людей на зупинці транспорту

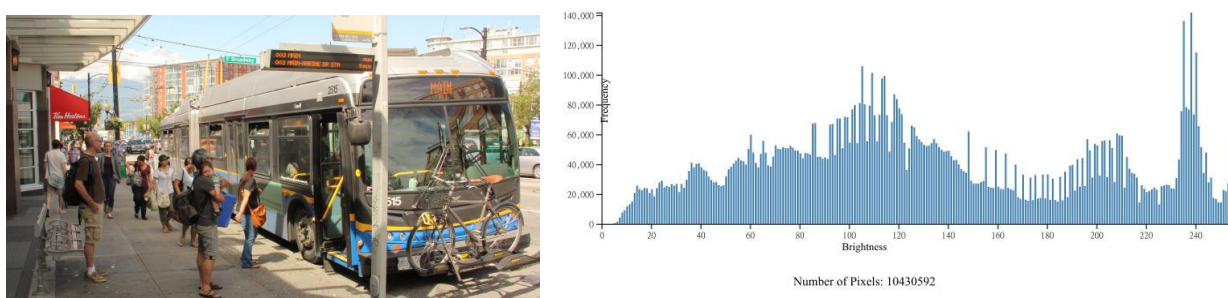


Рис. 5. Розрахунок загальної кількості пікселів з кольорового фото людей на зупинці транспорту

На графічному представленні гістограми яскравості зображень (рис. 4–5) вісь x представляє значення яскравості (від 0 до 255), а вісь y представляє кількість пікселів у зображенні, які мають це значення яскравості.

Висновки

Моніторинг наповненості зупинок пасажирського транспорту дозволяє операторам ефективно планувати рух транспорту, уникати переповнених автобусів чи трамваїв, а також забезпечити комфортні умови для пасажирів. Крім того, ця інформація може бути використана для аналізу популярності різних зупинок та визначення потреб у розвитку громадського транспорту. Все більше поширення інноваційних технологій у рамках комп'ютерних систем «розумного міста» дозволяє реалізувати облік наповненості людьми зазначених зупинок за допомогою IP-камер системи відеоспостереження Smart City. Проведений аналіз використання глобальних (порогових) та локальних (адаптивних) методів бінаризації зображень, отриманих з IP-камер, показав, що адаптивну бінаризацію можна рекомендувати у разі, якщо необхідно обробити напівтонові зображення невисокої якості. Однак, при наявності неоднорідностей фону з низькою контрастністю можлива поява хибних об'єктів. Втрата дрібних деталей при застосуванні методів глобальної бінаризації зображень не впливає на оцінку завантаженості зупинок транспорту. Доведено доцільність використання алгоритму Оцу для знаходження оптимального порогу при бінаризації зображень у процесі планування пасажироперевезень. Зважаючи на те, що для отримання набору двійкових піксельних значень при застосуванні глобальних (порогових) методів бінаризації виконується аналізування зображень у градаціях сірого (gray scale), у розробленому застосунку на мові JavaScript передбачено конвертацію кольорових фото з IP-камер у Grayscale-зображення. Наведено приклад роботи розробленого застосунку при розрахунку загальної кількості пікселів із фото людей на зупинках міського транспорту.

Література

1. Чернов С. К., Савіна О. Ю. Метод формування ціннісно-орієнтованого портфеля проектів наукоміського підприємства. Управління розвитком складних систем. 2018. № 34. С. 78–84. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6a9b1321-4dcf-4f00-975c-95167bc0bfad/content>.
2. Доля О., Доля К. Методи рішення задач з організації пасажирських перевезень автомобільним транспортом. International Science Journal of Engineering & Agriculture. 2023. Vol. 2, no. 3. P. 101–119. DOI: 10.46299/j.isjea.20230203.10.
3. Chernov S., Titov S., Chernova L., Kunanets N., Chernova L. Determination of approaches for project costs minimization with use of dual problems. Econtechmod : an international quarterly journal. Polish Academy of Sciences. 2019. Vol. 08, No. 2. P. 61–68.
4. Дуда О., Станько А. Архітектура мережевої платформи моніторингу об'єктів у кіберфізичних системах «розумних міст». Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2023. Т. 323, № 4. С. 123–130. DOI: 10.31891/2307-5732-2023-323-4-123-130.
5. Войтович О. А., Ткач В. О., Луб'яний П. В. Модель впровадження додаткових зупинок міського пасажирського транспорту. Вісник Херсонського національного технічного університету. Інженерні науки.

2020. T. 4, № 75. C. 20–27. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2020.4.2.

6. Bielecka O., Liubiy Y., Ocheretenko S., Muzylyov D., Ivanov V., Pavlenko I. Approach to determine transport delays at unsignalized intersections. *Communications – Scientific Letters of the University of Zilina*. 2023. Vol. 25, no. 3. P. A124–A136. DOI: 10.26552/com.C.2023.052.

7. Royko Yu., Yevchuk Yu., Bura R., Velhan A. Minimization of public transport delays at arterial streets with coordinated motion. *Transport Technologies*. 2022. Vol. 3, no. 1. P. 14–29. DOI: 10.23939/tt2022.01.014.

8. Yang C., Guo H. A Lightweight semantic segmentation algorithm based on deep convolutional neural networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022. Vol. 2022. Article ID 5339664. 9 pages. DOI: 10.1155/2022/5339664.

9. Eyupoglu C. Implementation of Bernsen's locally adaptive binarization method for gray scale images. *The Online Journal of Science and Technology*. April 2017. Vol. 7, Is. 2. P. 68–72.

10. Patent № US8,351,699 B2 USA. Int. CI (2006.01) G06K 9/00. Methods and apparatus for adaptive auto image binarization. D. Li, J. Elton, S. Steger; Assignee: Accusoft Co., Tampa, FL (US). Appl. No. 12/642,643; Filed: Dec. 18, 2009; Date of Pat.: Jan. 8, 2013. 17 p.

11. Shaikh A., Botcha S., Krishna M., Kumar S. Otsu based differential evolution method for image segmentation : preprint, 19 pages, October 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/364422460_Otsu_based_Differential_Evolution_Method_for_Image_Segmentation

12. Patent № US9,025,897 B1 USA. Int. CI (2006.01) G06K 9/00. Methods and apparatus for adaptive auto image binarization. J. H. Elton, S. A. Martucci; Assignee: Accusoft Co., Tampa, FL (US). Appl. No. 13/867,605; Filed: Apr. 5, 2013; Date of Pat.: May. 5, 2015. 16 p.

13. Pradeep, Namratha M., Manu G. V. Global and localized histogram equalization of an image. *International Journal of Computational Engineering Research*. Oct. 2012. Vol. 2, Is. 6. P. 238–252.

14. Node.js® is an open-source, cross-platform JavaScript runtime environment. URL: <https://nodejs.org/en>.

15. NPM: Public collection of packages of open-source code for Node.js. URL: <https://www.npmjs.com/>.

16. NPM Docs: Downloading and installing Node.js and npm. URL: <https://docs.npmjs.com/downloading-and-installing-node-js-and-npm#using-a-node-version-manager-to-install-nodejs-and-npm>.

References

1. Chernov S., Savina O. A method of formation of value-oriented project portfolio for a science-based enterprise. Management of the development of complex systems. 2018. Issue 34. P. 78–84. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6a9b1321-4dcf-4f00-975c-95167bc0bfad/content>.

2. Doliia O., Doliia K. Methods of solving problems related to the organization of passenger transportation by road transport. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2023. Vol. 2, no. 3. P. 101–119. DOI: 10.46299/j.isjea.20230203.10.

3. Chernov S., Titov S., Chernova L., Kunanets N., Chernova L. Determination of approaches for project costs minimization with use of dual problems. *Econtechmod : an international quarterly journal*. Polish Academy of Sciences. 2019. Vol. 08, No. 2. P. 61–68.

4. Duda O., Stanko A. The network platform architecture for monitoring objects in cyberphysical systems of smart cities. *Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences*. 2023. Vol. 323, Is. 4. P. 123–130. DOI: 10.31891/2307-5732-2023-323-4-123-130.

5. Voytovich O. A., Tkach V. O., Lubyany P. V. Model of implementation of additional stoppings city passenger transport. *Herald of Khersonskyi national technical university. Engineering sciences*. 2020. Vol. 4, Is. 75. P. 20–27. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2020.4.2.

6. Bielecka O., Liubiy Y., Ocheretenko S., Muzylyov D., Ivanov V., Pavlenko I. Approach to determine transport delays at unsignalized intersections. *Communications – Scientific Letters of the University of Zilina*. 2023. Vol. 25, no. 3. P. A124–A136. DOI: 10.26552/com.C.2023.052.

7. Royko Yu., Yevchuk Yu., Bura R., Velhan A. Minimization of public transport delays at arterial streets with coordinated motion. *Transport Technologies*. 2022. Vol. 3, no. 1. P. 14–29. DOI: 10.23939/tt2022.01.014.

8. Yang C., Guo H. A Lightweight semantic segmentation algorithm based on deep convolutional neural networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022. Vol. 2022. Article ID 5339664. 9 pages. DOI: 10.1155/2022/5339664.

9. Eyupoglu C. Implementation of Bernsen's locally adaptive binarization method for gray scale images. *The Online Journal of Science and Technology*. April 2017. Vol. 7, Is. 2. P. 68–72.

10. Patent № US8,351,699 B2 USA. Int. CI (2006.01) G06K 9/00. Methods and apparatus for adaptive auto image binarization. D. Li, J. Elton, S. Steger; Assignee: Accusoft Co., Tampa, FL (US). Appl. No. 12/642,643; Filed: Dec. 18, 2009; Date of Pat.: Jan. 8, 2013. 17 p.

11. Shaikh A., Botcha S., Krishna M., Kumar S. Otsu based differential evolution method for image segmentation : preprint, 19 pages, October 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/364422460_Otsu_based_Differential_Evolution_Method_for_Image_Segmentation

12. Patent № US9,025,897 B1 USA. Int. CI (2006.01) G06K 9/00. Methods and apparatus for adaptive auto image binarization. J. H. Elton, S. A. Martucci; Assignee: Accusoft Co., Tampa, FL (US). Appl. No. 13/867,605; Filed: Apr. 5, 2013; Date of Pat.: May. 5, 2015. 16 p.

13. Pradeep, Namratha M., Manu G. V. Global and localized histogram equalization of an image. *International Journal of Computational Engineering Research*. Oct. 2012. Vol. 2, Is. 6. P. 238–252.

14. Node.js® is an open-source, cross-platform JavaScript runtime environment. URL: <https://nodejs.org/en>.

15. NPM: Public collection of packages of open-source code for Node.js. URL: <https://www.npmjs.com/>.

16. NPM Docs: Downloading and installing Node.js and npm. URL: <https://docs.npmjs.com/downloading-and-installing-node-js-and-npm#using-a-node-version-manager-to-install-nodejs-and-npm>.