

УДК 004.896

Ткачук А.Г., к.т.н., доц., в.о. декана ФКІТМР
 Добржанський О.О., к.т.н., доц., доц. кафедри РЕ та А ім. проф. Б.Б. Самотокіна
 Кравчук А.Р., доктор філос., ст. викл. кафедри РЕ та А ім. проф. Б.Б. Самотокіна
 Державний університет «Житомирська політехніка»

Система керування приладовою інформаційно-вимірювальною системою для проведення розвідувальних операцій на базі рухомої гусеничної роботизованої платформи

Командою науковців Державного університету «Житомирська політехніка» розроблено приладову інформаційно-вимірювальну систему для проведення розвідувальних операцій на базі рухомої гусеничної роботизованої платформи. Також розроблено спеціалізований пульт керування роботизованою платформою. (рис. 1) [1].

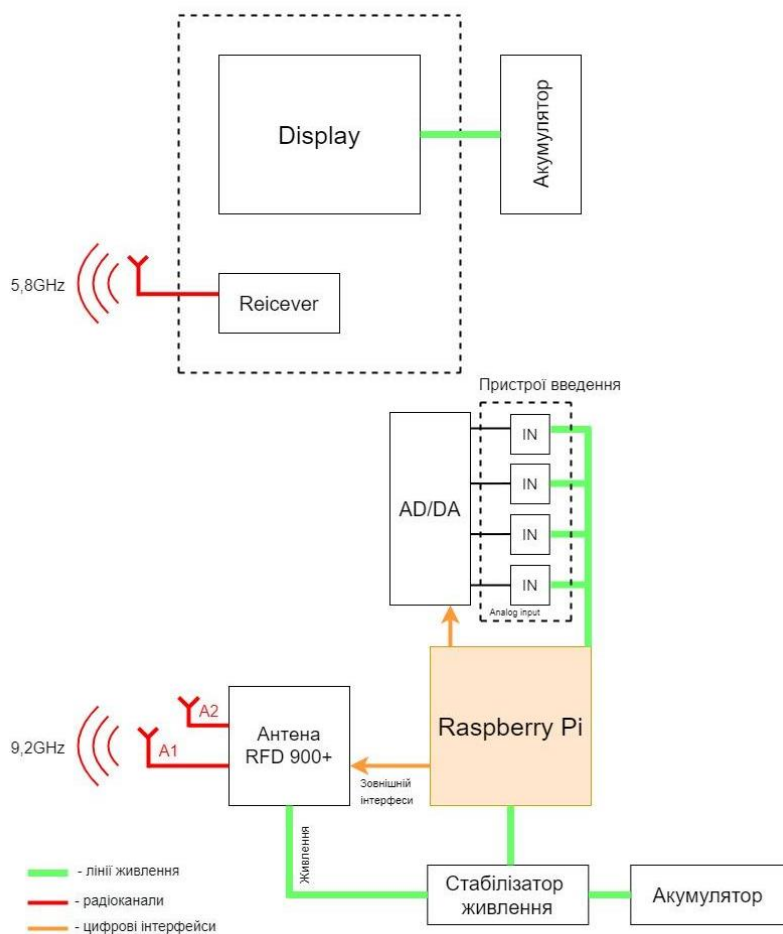


Рис. 1. Структура системи управління пультом оператора гусеничної роботизованої платформи

У якості камери нічного бачення для спроектованої системи обрано камеру переднього огляду з діодним підсвічуванням. Елементи живлення: живлення плати процесора центрального управління пульта оператора мобільної платформи; живлення дисплея пульта оператора; живлення головного трансмітера / ресивера прийому / передачі сигналів управління.

Список використаних джерел

1. Ткачук А.Г. Концепція підбору двигунів мобільної роботизованої платформи із автономною системою стабілізації. Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки». 2023. Том 34 (73), №2. с. 241-245
2. Ткачук А.Г., Громовий О.А., Безвесільна О.М., Бондарчук В.М. Дослідження на ударні навантаження мобільної гусеничної платформи із автономною системою стабілізації. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», Том 1, №2 (319), 2023. с. 308-313

Левченко О.Г., д.т.н., магістрант
Кирилович В.А., д.т.н., проф. каф. РЕ та А ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Пуховський Є.С., д.т.н., проф. каф. РЕ та А ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

Щодо можливості використання ChatGPT при розв'язуванні задач нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив

ChatGPT (англ. Generative Pre-trained Transformer, укр. Породжувальний попередньо натренований трансформер) [1] – це відносно недавно відомий (на Україні офіційно з 2022 року) та безкоштовний (для версії ChatGPT-3,5, основні характеристики та властивості наведені нижче), що важливо для користувачів, розвинений інструмент штучного інтелекту, який базується на моделях природної мови. ChatGPT може бути застосований та фактично застосовується у різних галузях, таких як автоматизація в різних її проявах, різногалузеві технологічні задачі, фінанси, економіка, менеджмент та інших для розв'язування багатьох інженерних задач, в тому числі задач нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив (НБВА) при прийнятті оптимальних рішень векторної (багатокритеріальної) оптимізації.

ChatGPT є фактично чат-ботом з породжувальним штучним інтелектом, розроблений компанією OpenAI.

Функціонально ChatGPT може імітувати діалог, відповідати на основні та додаткові запитання, визнавати помилки, заперечувати неправильні передумови, відхилити недоречні запити тощо.

Нижче стисло розглядається сутність та аналізується можливість використання штучного інтелекту у вигляді його моделі ChatGPT, заснованою на нейромережових технологіях для їх використання при НБВА в частині НБВ роботизованих механоскладальних технологій (РМСТ), що реалізується гібридним алгоритмом [2]. Останній поєднує методику НБВ РМСТ методом ортогональних векторів (ТАОВ – Total Area based on Orthogonal Vectors) та генетичного алгоритму (ГА).

Використання ChatGPT у розв'язанні задач НБВА є не достатньо апробованим, але, на думку авторів, апріорі перспективним через здатність моделі обробляти велику кількість даних та працювати з нечіткими поняттями, які характерні для подібних задач та відтворюються звичайною “людською” мовою. Вказане визначається наступними особливостями ChatGPT.

Робота з природною мовою. ChatGPT базується на обробці природної мови, що дозволяє йому розуміти та аналізувати інформацію у формі текстових даних. Це дозволяє моделі взаємодіяти з користувачами, отримуючи від них критерії та пріоритети для розв'язання задач НБВА, а також надаючи зрозумілі рекомендації.

Нечіткі критерії. задачі НБВА часто включають нечіткі критерії, які можуть мати різні значення та тлумачення залежно від контексту. ChatGPT здатний працювати з такими нечіткими поняттями завдяки своїм можливостям розпізнавання контексту та обробки складної інформації.

Автоматизація та оптимізація. ChatGPT може автоматизувати процес аналізу даних та ранжування альтернатив, що значно прискорює процес обґрунтованого прийняття рішень. Це особливо важливо в умовах великих обсягів даних та складних критеріїв вибору.

Машинне навчання та адаптація. ChatGPT може навчатися на базі великих обсягів даних, що дозволяє моделі вдосконалювати свої можливості та пристосовуватися до конкретних задач НБВА. Це підвищує точність та ефективність роботи моделі.

Інтеграція з іншими системами. ChatGPT може бути інтегрований з іншими програмними продуктами та системами, такими як бази даних та аналітичні інструменти. Це забезпечує комплексний підхід до розв'язання задач НБВА та полегшує доступ до необхідної інформації.

Можливість навчання та розвитку. Оскільки ChatGPT є динамічним інструментом, його можна навчати та вдосконалювати під час використання. Це дозволяє моделі залишатися актуальною та ефективною навіть у швидко змінюваних умовах.

Використання ChatGPT для розв'язування задач НБВА відкриває нові можливості для ефективного та швидкого прийняття рішень при розв'язуванні різногалузевих задач завдяки своїй здатності обробляти природну мову та працювати з нечіткими критеріями, ChatGPT стає цінним інструментом для професіоналів, які займаються аналізом даних та прийняттям рішень.

Проте важливо враховувати зазначені вище обмеження ChatGPT. Це перш за все потреба у постійному моніторингу та оновленні моделі для забезпечення точності та актуалізації результатів. Незважаючи на ці обмеження, ChatGPT порівняно з іншими програмними продуктами виділяється своєю здатністю обробляти велику кількість даних, працювати з нечіткими критеріями та надавати зрозумілі рекомендації для отримання кінцевого результату та/або отримувати такий результат, що є в ряді випадків оптимальним.

Функціональні особливості ChatGPT при використанні зазначеної вище гібридної методики НБВ РМСТ, що дозволяють стверджувати про можливість використання ChatGPT, є такими:

1. Методика ТАОВ:

- ChatGPT може бути використаний для аналізу та оцінки різних критеріїв, формування векторної оцінки для множини альтернатив та для кожної з них;
- модель може автоматично генерувати можливі альтернативи та оцінювати їх відповідно до заданих критеріїв;
- ChatGPT дозволяє ранжувати альтернативи та вибирати із них оптимальну в заданому сенсі.

2. Методика ГА :

- ChatGPT може сприяти в аналізі складних моделей, обробці даних та підтримці алгоритмів гібридів;
- інструмент, тобто ChatGPT, може генерувати рішення та їх ранжувати на основі нечітких даних та критеріїв;
- ChatGPT здатен підтримувати процес оптимізації шляхом надання рекомендацій, виконання оптимізаційних розрахунків та підвищення ефективності обробки як проміжних, так і кінцевих даних.

Очевидними перевагами ChatGPT є такі:

- можливість роботи з великими обсягами даних та обробки нечітких критеріїв;
- гнучкість у розв'язуванні задач різної складності та в різних галузях;
- швидкість та ефективність у генерації та ранжуванні альтернатив;
- можливість інтеграції з іншими системами та базами даних для полегшення обробки інформації.

Основні недоліки ChatGPT наступні:

- можливість недостатньої точності у деяких випадках через нечіткість критеріїв, хоча в певних випадках вказане можна розглядати як особливість розв'язування задач нечіткого прийняття рішень;
- потреба в додатковому навчанні моделі для оптимального розв'язування специфічних задач;
- необхідність моніторингу та оновлення моделі для збереження актуальності наявної моделі.

Узагальнюючи змістовно-методичну сутність НБВ РМСТ вказаним методом та з врахуванням функціональності самого ChatGPT авторами виділені наступні важливі положення щодо можливості використання ChatGPT при НБВ РМСТ гібридним методом:

- прийнятне рішення для достатньо складних задач вимагає виконання декомпозиції глобальної задачі на підзадачі, що можливо тільки за умови глибокого володіння користувачем інформаційно-методично-алгоритмічного змісту та тлумачення сутності задачі та її декомпонованих підзадач, що вказує щонайменше на не дилетантський рівень професійної підготовки користувача;
- декомпозиція вимагає багаторазове, не завжди ітераційне, розв'язування декомпонованих підзадач;
- за не досить обгрунтованої (невдалої) декомпозиції не завжди вдається автоматично об'єднати результати розв'язування підзадач для отримання прийнятного кінцевого рішення, що в свою чергу вимагає перегляду та уточнення проведеної декомпозиції.

Загалом, на думку авторів, ChatGPT є перспективним інструментом для розв'язування задач НБВА, включаючи НБВ РМСТ. Його використання може призвести до значного підвищення ефективності та якості прийняття кінцевих, в ряді випадків оптимальних, рішень.

Важливо продовжувати дослідження та розробку нових підходів для використання ChatGPT в частині розв'язування задач нечіткої багатокритеріальної оптимізації, що забезпечує максимальну ефективність використання його, ChatGPT, потенціалу та досягнення кращих результатів у розв'язанні різнопланових задач НБВА загалом.

Список використаних джерел

1. OpenAI URL: <https://chat.openai.com/>.
2. A Novel Hybrid Approach for Technology Selection in the Information Technology Industry / Nima Garoosi Mokhtarzadeh and another. Technologies 2018, 6, 34; doi:10.3390/technologies6010034
3. Journal technologies URL: www.mdpi.com/journal/technologies.

Проблемні питання застосування наземних роботизованих комплексів

Під час повномасштабного вторгнення та збройної агресії російської федерації, наземні роботизовані комплекси набули та й надалі набувають все більшого значення у проведенні операцій (бою, бойових дій). Лідери світових країн приділяють увагу концепції щодо збільшення кількості наземних роботизованих комплексів у різних сферах застосування. Так, у НАТО ще з 2007 року був затверджений один з програмних документів (Unmanned Systems Roadmap), у якому визначені основні напрямки створення й розвитку безкіпажних і безпілотних систем наземного, морського й повітряного базування в період 2007-2032 років [1-2].

На даному етапі розвитку, провідні країни світу активно працюють над розробкою військових роботів, що володіють високим рівнем автономності, і мають здатність здійснювати бойові операції, включаючи сценарії без прямого керування людьми. За оцінками військових фахівців Збройних сил США планується, що на 2030 рік близько 50% від загального складу бойових машин будуть становити безпілотні та безкіпажні комплекси, при цьому бойові можливості підрозділів, які оснащені роботизованими засобами, зростуть у 2-2,5 рази [3].

Сьогодні перед розробниками військових роботів ставляться завдання щодо часткової автономності комплексів, залишаючи управління важливими функціями за людиною-оператором. Перспективою такого розвитку вважається повна автономія, але також із залишенням за людиною права прийняття складних та важливих рішень. Військова робототехніка базується на останніх досягненнях науки і техніки і тому є новітнім сучасним видом озброєння, військової і спеціальної техніки. Для її розвитку потрібні дуже об'ємні бюджетні асигнування. Тут, як ніде, практична реалізація науково-технічних розробок має потребу в наявності висококваліфікованих фахівців широкого профілю і належного рівня розвитку науково-виробничої і випробувальної баз.

Найбільший досвід розробки нових систем наземних роботизованих комплексів, налагодження їх серійного випуску і практичного бойового застосування цього перспективного виду озброєння, військової і спеціальної техніки за останні двадцять років накопичений в США та Ізраїлі – державах, що займають провідні місця у світі в галузі новітньої військової техніки і технології.

Станом на сьогодні Збройні Сили України застосовують для виконання бойових та спеціальних завдань наземні роботизовані комплекси вітчизняного виробництва. Які за своїми тактико-технічними характеристиками і технологічністю не поступаються, а за певними показниками навіть перевершують характерні зразки. Наземні роботизовані комплекси виконують низку бойових і спеціальних завдань, перелік яких щодня збільшується [4]. Але існують проблемні питання, які заважають застосовувати наземні роботизовані комплекси в бойових умовах.

Вирішення проблемних питань, передусім, полягає у розвитку технологій і технічних засобів військової робототехніки та створенню: завадо захищених і прихованих каналів передачі даних різної пропускної спроможності; малогабаритних високоточних завадо захищених навігаційних систем з високою автономністю, здатних вирішувати завдання в умовах пригнічення каналів супутникової радіонавігаційної системи; високоточних виконавчих елементів (приводів) для бортових і наземних систем; малогабаритних радіолокаційних систем і станцій радіо- і радіотехнічної розвідки, що мають високі технічні характеристики; систем автоматичного управління рухом, озброєнням і спеціальним устаткуванням; електронної компонентної бази; оптико-електронних засобів; спеціалізованих систем наземної обробки, зберігання і відображення інформації.

Вирішення зазначених питань значно підвищить ефективність застосування та спроможності наземних роботизованих комплексів під час виконання бойових завдань.

Список використаних джерел

1. AD1059546. (2018-08-01). Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2017-2042. Technical Report. Office of the Assistant Secretary of Defense for Acquisition Washington United States. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1059546>
2. The U. S. (2021). Army Robotic and Autonomous Systems Strategy
3. U. S. Department of the Army. (2014). The U. S. Army Operating Concept – Win a Complex World 2020-2040. TRADOC Pamphlet 525-3-1.
4. Доктрина застосування безпілотних систем у Силах оборони України, затверджена Головнокомандувачем Збройних Сил України 01.01.2024.

Ткачук Д.Ю., асистентка
Кравчук А.Р., доктор філософії, ст. викладач
Ткачук А.Г., к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

Автоматизоване детектування та моніторинг контролю якості в 3D друку

Комп'ютерний зір активно застосовується в адитивному виробництві для автоматизованого виявлення дефектів та контролю якості. Натреновані моделі машинного навчання, зокрема згорткові нейронні мережі та залишкові нейронні мережі (ResNet), успішно використовуються для виявлення різноманітних дефектів, таких як аномалії під час розподілу порошкового матеріалу, делюмінація, розбризкування, тріщини, газові пори та брак зчеплення. Ці моделі аналізують зображення процесу 3D друку в режимі реального часу та досягають високої точності класифікації дефектів.

Більшість FFF 3D принтерів мають лише сенсори для контролю температури сопла та платформи, але зазвичай не моніторять сам процес друку чи виникнення дефектів. Відсутність моніторингу може призводити до марнування матеріалів, часу та потенційних ушкоджень від несправностей. Більшість підходів фокусуються на виявленні деформацій чи відхилень від заданої форми, але актуальним є також детектування браку називаного строжками (stringing) - залишками ниток пластику на поверхні виробу, який може спричиняти естетичні та механічні дефекти. Строжки виникають через високі температури, швидкості друку чи неналежні налаштування ретракції.



Рис.1. Деталь з дефектом

Для створення якісної моделі було зібрано набір зображень в обсязі 300 зображень з певним типом дефекту. Для навчання моделі на ознаках зображень необхідно було надати істинні класи та їх місцезнаходження на зображеннях (ground truth). Для цього використовувався інструмент відкритого вихідного коду LabelImg для ручної розмітки зображень. Для кожного навчального зображення був отриманий файл розмітки у форматі PASCAL VOC.

Для автоматичного виявлення дефекту строжки був обраний алгоритм Single Shot Detector (SSD) завдяки балансу між точністю та швидкістю обробки, необхідному для роботи в режимі реального часу. SSD демонстрував середню точність (mAP) 74.3% на тестовому наборі VOC-2007 при швидкості 59 кадрів/сек [1]. SSD складається з згорткової нейронної мережі VGG16 для класифікації зображень та додаткових шарів для виявлення обмежувальних рамок об'єктів. VGG16 містить 16 згорткових шарів і досягла 92.7% точності на ImageNet. Вибір SSD був зумовлений потребою в швидкому виявленні дефектів з достатньою точністю для роботи в режимі реального часу, а також можливістю працювати з низькоякісним відео.

Для кількісної оцінки точності виявлення дефектів за допомогою розробленої нейронної мережі використовується метрика Intersection over Union (IoU) [2]. Ця метрика визначає ступінь перекриття між прогнозованою обмежувальною рамкою (bounding box) та рамкою істинного розташування дефекту (ground truth). Якщо значення IoU перевищує певний поріг, то прогноз вважається істинно позитивним (True Positive, TP), що означає, що виявлений дефект дійсно присутній. У випадку, коли значення IoU менше порогового значення, маємо хибно позитивний результат (False Positive, FP) – прогнозований дефект фактично відсутній. Нарешті, якщо модель повністю пропускає наявний дефект, результат класифікується як хибно негативний (False Negative, FN).

$$IoU = \frac{\text{Area of Union}}{\text{Area of Intesection}}, \quad (1)$$

де Area of Intersection – площа перетину між двома областями;

Area of Union – площа об'єднання цих областей.

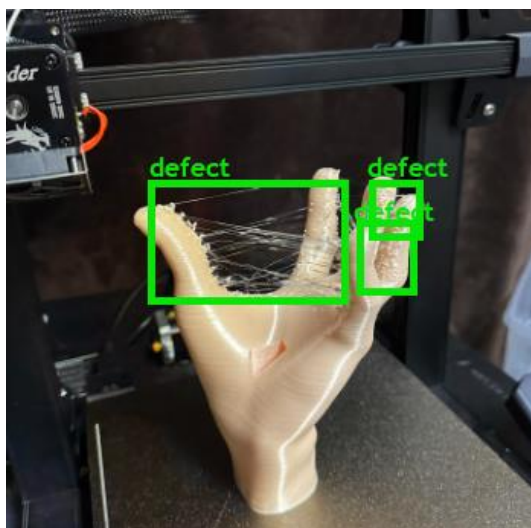


Рис.2. Результат роботи системи

Розроблена система на основі згорткової нейронної мережі Single Shot Detector для виявлення дефекту строжки може ефективно застосовуватись у режимі віддаленого моніторингу процесів 3D друку з метою зменшення матеріальних втрат. Завдяки швидкій роботі моделі в реальному часі (59 кадрів/сек), відсутності необхідності калібрування обладнання та високій точності виявлення специфічного дефекту на зображеннях, подібних до навчальних даних, система здатна своєчасно сповістити оператора про виникнення браку. Це дозволяє вчасно зупинити друк та запобігти подальшому марнуванню витратних матеріалів, електроенергії та робочого часу обладнання. Таким чином, пропонований підхід із застосуванням методів комп'ютерного зору та глибокого навчання демонструє потенціал для ефективного дистанційного контролю та оптимізації адитивних виробничих процесів шляхом оперативного виявлення конкретних типів дефектів.

Список використаних джерел

1. Single Shot Detector [Електронний ресурс]. – <https://developers.arcgis.com/python/guide/how-ssd-works/>
2. Intersection over Union [Електронний ресурс]. – <https://www.superannotate.com/blog/intersection-over-union-for-object-detection>

УДК 621.317

Ткачук А.Г., к.т.н., доц.
Хомич Р.А., магістр, I курс, гр. АТ-28м
Державний університет «Житомирська політехніка»

АСУ-ТП переробки PET пляшок в філамент для 3D друку

На сьогоднішній день однією з ключових проблем накопичення пластикових відходів, зокрема PET пляшок, та велика кількість відходів виробництва. Для розв'язання цієї проблеми виникає потреба у створенні ефективних та екологічно чистих способів їх переробки, а саме розробки та впровадження установки, яка здатна переробляти PET пляшки у філамент, придатний для використання у 3D друці. Основним завданням цієї установки є ефективне використання вторинної сировини та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Технологічні аспекти цієї установки. PET пляшка розпускається на стрічку за допомогою ножа, що дозволяє уникнути проблем з різними станами та товщиною пластику пляшки. Далі ця стрічка проходить через нагрівальний блок, де проходить термічну обробку та формується в пруток, за допомогою сопла з відповідним розміром.

Для різних матеріалів пляшок є відповідні температури, плавлення та склування. Конкретно PET пляшка має температури плавлення 250 °C, склування 76 °C, щоб сформувати філамент для 3D принтера, взята температура нижча температури плавлення, щоб пластик не розмякшувався надмірно. Температура плавлення в межах значень 215-225 °C.

Після виходу з сопла вже готового прутка, він проходить зону охолодження. Зона охолодження це відстань від сопла до котушки. Охолодження дуже важлива частина процесу, щоб пластик не був дуже м'який, та не крихкий. Охолодження відбувається за допомогою вентилятора та направленої сопла, для рівномірного охолодження.

Редуктор розраховується до сили натягу філаменту, та габаритів установки, так як повинен бути не великий, та не важкий, великої швидкості не потрібно, тому що при великій швидкості, можливе руйнування та розтяг філаменту. Філамент кріпиться до котушки та з рівномірним шагом укладається на котушку.

Всі параметри від швидкості до температури, можливо задати за допомогою енкодера, всі дані можливо побачити на екрану.

Однією з одних переваг цієї установки є її спрямованість на "мейкерів" які мають дефіцит пластику для 3D принтерів. Вона є доступною за ціною та простою у використанні, що робить її ідеальним рішенням для тих, хто цікавиться виробництвом власних матеріалів для 3D друку. Також розробка та впровадження установки для переробки пляшок у філамент для 3D друку є кроком вперед у напрямку створення більш сталого та екологічного виробництва.

Список використаних джерел

1. Технічні характеристики PET пластику [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://plastics.ua/packing/ua/products/plenka-pet/technicheskie-xarakte.html>