

УДК 004.89:681.51

Острецов Дмитро Іванович

магістрант, Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Миргород, Україна,
dmytroostretsov@gmail.com
ORCID: 0009-0005-6984-760X

Тихонов Юрій Леонтійович

доцент, кандидат технічних наук, викладач кафедри інформаційних технологій і систем
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Миргород, Україна,
uruytikhonov1@gmail.com
ORCID: 0009-0003-9365-618X

Семенов Микола Анатолійович

доцент, кандидат педагогічних наук, завідувач кафедри інформаційних технологій та систем
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, Миргород, Україна,
nick@luguniv.edu.ua
ORCID: 0000-0003-4989-8109

ІННОВАЦІЇ В AI ТА РОБОТОТЕХНІЦІ: ОГЛЯД КОНФЕРЕНЦІЇ NVIDIA GTC 2024

Анотація. У статті розглянуто сучасні тенденції розвитку штучного інтелекту та інтернету речей, зокрема, їх інтеграцію в нову технологію AIoT. Проаналізовано матеріали Міжнародної конференції NVIDIA GTC 2024, що демонструють широке застосування штучного інтелекту речей (AIoT) у різних сферах: промисловості, логістиці, робототехніці, розвитку міст, автономному транспорті. Розглянуто інноваційні розробки NVIDIA, такі як платформа для генеративного штучного інтелекту Blackwell, платформа Omniverse для створення цифрових двійників та Isaac для розвитку робототехніки. Ці технології відкривають нові горизонти для застосування AIoT у різних сферах, включаючи міське планування, громадський транспорт, навігацію дронів та побутові роботи. Окрема увага присвячена концепції Edge AI, що передбачає обробку даних та прийняття рішень на периферії мережі. Перехід від хмарних рішень до Edge AI забезпечує зниження затримки, підвищення надійності та персоналізацію роботи пристроїв. Висвітлено досвід розробників зі Швеції, що продемонстрували результати своєї роботи по переносу у віртуальний світ цифрової копії міста Гетеборг за допомогою технології NVIDIA Omniverse. Зроблено огляд представлених на конференції проєктів, присвячених розвитку автономного громадського транспорту, створенню та навчанню побутових та промислових роботів, рішень для інтелектуальних міст. У статті також аналізуються успішні приклади співпраці європейських стартапів з NVIDIA у сфері робототехніки. Зокрема, розглядаються розробки компаній Fraunhofer IML, Enchanted Tools та ANYbotics, що демонструють практичне застосування AIoT для вирішення реальних проблем у різних галузях промисловості. Зроблено висновок про зростаючу потребу в AI-рішеннях у різних галузях, що свідчить про визнання їх практичної цінності. Відзначено важливість співпраці між розробниками, дослідниками та технологічними компаніями для створення рішень, адаптованих до конкретних потреб. Наголошено на актуальності правового регулювання AI, що сприятиме підвищенню довіри до цієї технології та створенню більш надійних та безпечних AI-систем.

Ключові слова: штучний інтелект; інтернет речей; IoT; AIoT; Edge AI; NVIDIA; GTC; Omniverse

Постановка й обґрунтування актуальності проблеми. Життя людини все більше фокусується на цифровому світі. Покупки в Інтернеті, спілкування на віртуальних зустрічах, безліч повідомлень на смартфони. Згадуючи про «технології» вже давно мають на увазі «технології для життя в мережі». В процесі розвитку мережевих технологій та покращення здатності мереж передавати великі об'єми даних виникла концепція IoT, в якій ключовим

моментом стала ідея використовувати Інтернет для безпосереднього з'єднання фізичних пристроїв між собою.

Сьогодні ми знаємо інтернет речей (IoT), як концепцію, що передбачає поєднання різних фізичних пристроїв, автомобілів, побутової техніки, сенсорів та інших об'єктів з Інтернетом, що дозволяє їм збирати та обмінюватися даними. Це перетворило звичайні речі в «розумні», тобто здатні взаємодіяти з іншими і автономно виконувати свої завдання. Впровадження IoT в промисловість дозволяє здійснювати моніторинг і оптимізацію виробничих процесів, значно скорочуючи витрати і підвищуючи ефективність виробництва. У фермерських господарствах використання IoT дозволяє оптимізувати зрошення, внесення добрив та інші аспекти сільського господарства. Застосування IoT у сфері охорони здоров'я дозволяє відстежувати стан пацієнтів на відстані, покращувати діагностику та надавати можливість швидко реагувати на стан здоров'я людини. IoT використовується для розвитку автономних автомобілів та транспортних систем, що можуть покращити безпеку та ефективність дорожнього руху.

В свою чергу стрімкий розвиток штучного інтелекту (AI), безперечні прориви в машинному навчанні, обробці природної мови, комп'ютерному зорі та інших областях робить його все більш інтегрованим у наше повсякденне життя. Технології дозволили машинам самостійно вчитися, аналізуючи величезні масиви даних. В результаті цієї генези, на перетині Штучного Інтелекту і Інтернету Речей виник AIoT – штучний інтелект речей. Прогнозується, що до 2028 року загальна вартість галузі AIoT досягне 24,9 мільярдів доларів із середньорічним темпом зростання 37,7% [1].

AIoT стрімко розвивається. У зв'язку з цим особливий інтерес українських науковців викликали матеріали Міжнародної конференції NVIDIA GTC 2024, яка проводилася 18-21 березня 2024 року в місті Сан-Хосе, США – в найбільшому конференц-центрі Кремнієвої долини, що традиційно приймає технологічні виставки та івенти найвищого рівня.

Мета статті – представити огляд інноваційних розробок у галузі штучного інтелекту та робототехніки, продемонстрованих на конференції NVIDIA GTC 2024.

Для досягнення поставленої мети ми визначили наступні завдання:

- Проаналізувати основні тренди та технологічні нововведення, представлені на конференції NVIDIA GTC 2024.
- Розглянути конкретні приклади застосування AIoT у різних галузях.
- Виявити можливості та виклики, пов'язані з впровадженням цих технологій.

Виклад основного матеріалу. Конференція NVIDIA GTC (GPU Technology Conference) – це один з найбільших заходів у галузі штучного інтелекту, який проводиться компанією NVIDIA. На цій конференції обговорюються нові тренди та інновації у галузі штучного інтелекту, відбуваються презентації від провідних фахівців, демонструються передові технології та інші заходи, що спрямовані на сприяння розвитку і впровадженню AI. Заснована в 2009 році, конференція розпочала свій шлях як форум, спрямований на публічне висвітлення новітніх технологічних розробок компанії NVIDIA та її партнерів. На сьогоднішній день GTC переросла у величезний захід, який об'єднує тисячі науковців, розробників програмного забезпечення, підприємців та фахівців у багатьох галузях. Сучасна GTC є по суті міжнародною ареною для обміну ідеями, демонстрації новітніх технологій та розробок, а також підтримки досліджень у сфері AI та обчислень.

Розпочинаючи конференцію J. Huang, засновник та генеральний директор NVIDIA, спрогнозував майбутнє, кероване прискореними обчисленнями та генеративним штучним інтелектом [8]. Він представив останню інновацію NVIDIA – платформу Blackwell, потужну архітектуру GPU, розроблену спеціально для генеративного AI та великих мовних моделей.

Крім цього була продемонстрована платформа NVIDIA Omniverse – потужний інструмент для створення цифрових двійників реального середовища [7]. Omniverse дозволяє створювати цифрові копії реальних об'єктів, наприклад, складів, заводів, міст або навіть цілої планети. Ці «двійники» допомагають інженерам, вченим та іншим фахівцям краще зрозуміти, як працюють складні системи, та знайти нові шляхи їх покращення.

«Все, що рухається, буде роботизованим», – заявив очільник NVIDIA і представив останні досягнення в галузі робототехніки. Зокрема, робототехнічна платформа NVIDIA Isaac надає роботам розширені можливості сприйняття та взаємодії зі світом, а проєкт GROOT – зосереджений на розробці універсальних роботів-гуманоїдів, що можуть навчатися за допомогою імітаційного навчання, тобто на прикладах людей або з відео.

Виступ Хуанга підкреслив прагнення NVIDIA розширювати межі можливого. Керівник NVIDIA повідомив, що на сьогодні компанія має понад 1 мільйон розробників робототехніки, які вже успішно використовують її платформу.

Зокрема, розробники зі Швеції, представили на конференції результати своєї роботи по переносу у віртуальний світ міста Гетеборг [11]. Це друге за величиною місто Швеції, щоб спланувати святкування свого 400-річчя створило свою точну цифрову копію. За допомогою технології NVIDIA Omniverse було створено цифрового двійника – віртуальну копію середовища, де мали відбутися святкові заходи. Це дозволило організаторам провести «репетицію» фестивалю, адже у віртуальному світі можна було легко переміщати сцени, змінювати освітлення та навіть моделювати поведінку натовпу. Це допомогло виявити та усунути потенційні проблеми ще до початку заходу. В майбутньому місто планує використовувати цифрового двійника не лише для планування подій. Ця технологія має величезний потенціал для покращення міського планування, управління інфраструктурою та підвищення доступності міста для людей з обмеженими можливостями. Наприклад, цифровий двійник може допомогти спрогнозувати наслідки поведінки, моделюючи різні сценарії, місто може краще підготуватися до стихійних лих, стане доступнішим, люди з обмеженими можливостями зможуть віртуально відвідати місто та спланувати свій маршрут, уникаючи фізичних бар'єрів. Залучаючи громадян до процесу прийняття рішень цифровий двійник Гетеборгу може стати платформою для візуалізації та обговорення різних проєктів розвитку міста.

Інший міський проєкт, а точніше майбутнє громадського транспорту представив D. Watenig, представник дослідницького центру Virtual Vehicle. Він розповів про автономний електричний автобус, який буде запущено на дорогах Австрії у 2024 році [12]. Автономні електричні автобуси мають потенціал зробити громадський транспорт більш безпечним, ефективним та екологічним. Автобус оснащений різноманітними датчиками, включаючи лідари, камери та радары. Ці датчики збирають дані про навколишнє середовище, а потім обробляються бортовим комп'ютером NVIDIA Orin. Для забезпечення безпеки автобуса використовується багатосенсорне злиття даних. Дані з різних датчиків об'єднуються, щоб створити більш точну та надійну картину навколишнього середовища. Проєкт є результатом співпраці між Virtual Vehicle, AVL та NVIDIA. Така співпраця між дослідницькими центрами, виробниками та технологічними компаніями має вирішальне значення для розвитку автономного транспорту. У другій половині 2024 року автобус буде випробувано на дорогах загального користування в Граці, Австрія. Після цього планується запустити автобус у туристичному регіоні на заході Австрії.

В наш час жодна галузь не може розвиватись без ефективної логістики. Fraunhofer IML представив на конференції робота, що поєднує такі складні навички, як спритне пересування та маніпулювання об'єктами [4]. Робот призначений для широкого спектру потенційних

застосувань у сфері логістики. Розробка отримала назву evoBOT. Робот розвиває швидкість до 60 км/год, при цьому демонструє силу і вправність. Він оснащений руками, які дозволяють йому взаємодіяти з різними об'єктами, переносити 100 кілограмові вантажі та виконувати складні завдання. evoBOT навчається за допомогою симуляції в Omniverse Isaac Gym, що дозволяє йому швидко опанувати нові навички та адаптуватися до різних завдань. Fraunhofer IML розробив унікальний підхід до моделювання, який враховує всі аспекти робота від датчиків до приводів. Це дозволяє зменшити розрив між симуляцією та реальністю, і evoBOT працює у реальному світі настільки ж ефективно, як і у віртуальному. За твердженням розробників evoBOT – це не просто черговий робот. Це представник нового покоління роботів, які поєднують у собі гнучкість, спритність та інтелект. Він здатний виконувати завдання у різних сферах, і ми, за словами компанії, ще не раз почуємо про нього.

Компанія Evolute представила на конференції своє рішення для автоматизації інвентаризації на складах за допомогою автономних дронів. Інвентаризація на складах – це рутинна та трудомістка робота, яка зазвичай виконується вручну великою кількістю працівників у позаробочий час. Це дорого, неефективно та небезпечно, оскільки доволі часто працівникам доводиться працювати на великій висоті. В свою чергу дрони можуть вільно переміщатися у тривимірному просторі, що робить їх ідеальними для роботи на складах. Вони можуть обстежити до 500 квадратних метрів за один виліт, що значно швидше, ніж ручна інвентаризація. Дрони усувають необхідність для людей працювати на великій висоті, що знижує ризик травм. Дані, зібрані дронами, є більш точними та надійними, ніж дані, зібрані вручну. Evolute розробила власний дрон, спеціально призначений для роботи на складах. Він оснащений датчиками, включаючи стереокамери, датчик часу польоту, та використовує систему візуальної одометрії для навігації в приміщенні, а також спеціальні маркери для точного визначення свого місця розташування. Для розпізнавання товарів на складі використовується модель машинного навчання YOLO, розроблена NVIDIA. Після завершення польоту дані автоматично передаються на сервер для обробки. Завдяки цьому рішенню Evolute вдалося досягти 92% точності розпізнавання товарів. Це означає, що інвентаризація на складах тепер може проводитися швидше, безпечніше та точніше.

Використання дронів для інвентаризації на складах – це лише один із прикладів того, як ця технологія може революціонізувати логістику. У майбутньому дрони можуть бути використані для виконання ще більш складних завдань, таких як доставка товарів, автоматичного огляду інфраструктури та моніторингу навколишнього середовища.

Професор Цюріхського університету D. Scaramuzza розповів про захоплюючі досягнення в галузі автономної навігації дронів. Технології комп'ютерного зору вже зробили роботів більш автономними та продуктивними. Наприклад роботи-пилососи Roomba стали набагато ефективнішими завдяки камерам та бортовим комп'ютерам, а людиноподібний робот Atlas від Boston Dynamics демонструє неймовірну спритність завдяки передовим алгоритмам сприйняття. Професор Scaramuzza та його команда розробили дрон зі штучним інтелектом, який зміг перемогти чемпіонів світу з перегонів дронів. В цьому дроні, оснащеному камерою Intel RealSense та бортовим комп'ютером NVIDIA Jetson, дослідники поєднали традиційні методи керування з машинним навчанням, що дозволило досягти безпрецедентної спритності та надійності. Щоб навчити дрон літати на такому високому рівні, дослідники використовували симуляцію. Це дозволило їм зібрати величезну кількість даних та безпечно протестувати різні алгоритми. Після навчання в симуляції алгоритми були перенесені на реального дрона. В результаті дрон з AI зміг

перемогти чемпіонів світу з перегонів дронів у більшості змагань. Проте, незважаючи на вражаючі результати, дослідники визнають, що роботи все ще поступаються людям у спритності, універсальності та надійності. Професор Scaramuzza вважає, що для подальшого розвитку робототехніки потрібні нові технології, такі як камери, що зможуть фіксувати рух з дуже низькою затримкою та високою роздільною здатністю. Досягнення в галузі автономної навігації дронів можуть мати значний вплив на суспільство, покращивши ефективність пошуково-рятувальних операцій, інспекції інфраструктури, доставки товарів та багатьох інших сфер.

Багато систем IoT створені щоб просто реагувати на події, коли сигнал від датчика викликає відповідну реакцію. Проте часто події набагато складніші і вимагають від додатків певної інтерпретації з використанням аналітичних методів для ініціювання належної дії. Застосування в такому випадку штучного інтелекту надає пристроям можливість розуміти дані, спостерігати за навколишнім середовищем і вирішувати, що робити найкраще з мінімальним втручанням людини. Зазвичай дані з пристроєм обробляються віддалено, проте тут виникає проблема з перенавантаженням мереж від великої кількості даних від датчиків та певні затримки в обробці і прийнятті рішень.

Застосування AI не в хмарі, а на передньому краю дозволило датчикам бути не просто месенджерами, що передають інформацію в центри керування, а еволюціонувати в розумні машини, здатні виконувати аналітику самостійно та діяти незалежно. Такі рішення отримали назву Edge AI [5]. Це IoT-рішення з низькою затримкою, які забезпечують швидкість, безпеку та стабільність навіть у найскладніших сценаріях. Завдяки ним речі стають не тільки взаємопов'язаними, але й інтелектуальними, більш надійними та ще більш потужними. Завдяки інтегрованому AI пристрої працюють персоналізовано для людини на основі отриманих даних, адаптуються до її реальних, персональних потреб.

Дослідники з Стенфордського університету E. Lee та J. Wong представили на конференції Behavior 1K – платформу для навчання роботів тисячі повсякденних побутових завдань. Behavior 1K – це симулятор, який дозволяє роботам навчатися виконувати завдання у віртуальному середовищі. Платформа містить 50 реалістичних сцен: ресторани, будинки, офіси та багато іншого, 10 000 об'єктів: меблі, посуд, одяг, продукти харчування, 1000 завдань: прибирання, прання, приготування їжі, сервірування столу тощо. Навчання роботів у симуляції має ряд переваг. По-перше, роботи можуть робити помилки у віртуальному середовищі, не завдаючи шкоди собі чи оточуючим, по-друге, навчання у симуляції відбувається набагато швидше, ніж у реальному світі, і нарешті важливим аспектом є відтворюваність: дослідники можуть легко відтворювати результати експериментів. Симулятор, розроблений на базі технології NVIDIA Omniverse [9], забезпечує реалістичну візуалізацію та фізику, що дозволяє роботам навчатися більш ефективно. Проте, незважаючи на значний прогрес, роботи все ще далекі від того, щоб повністю замінити людей у виконанні хатньої роботи. Наразі це відкритий проєкт і будь-який дослідник або розробник може використовувати ці інструменти для створення нових рішень у сфері робототехніки.

Ринок побутових роботів, таких як роботи-пилососи, вже досяг багатомільярдного обороту. В свою чергу такі розробки як, наприклад, роботи-газонокосарки мають потенціал стати наступним проривом у цій сфері, оскільки вони використовують ті ж технології, що й роботи-пилососи, але при цьому вирішують проблему догляду за газоном. Проте є і певні складнощі в розробці таких моделей. По-перше, газон це складне середовище: роботи-газонокосарки працюють на відкритому повітрі, де їм доводиться мати справу з нерівним рельєфом, високою контрастністю зображення через сонячне світло та тіні, а також з

особливими перешкодами, такими як спринклери. По-друге, складність тестування: тестування роботів-газонокосарок на реальних газонах є дорогим і трудомістким процесом, який залежить від погодних умов та часу доби. Проблему допомагає вирішити симулятор робототехніки ISAAC Sim, який дозволяє розробникам створювати реалістичні віртуальні середовища для тестування своїх роботів. NVIDIA Isaac Sim – це розширювана платформа моделювання робототехніки, яка надає швидший і кращий спосіб проєктувати, тестувати та навчати роботів на основі AI. Він працює на базі Omniverse для створення масштабованих, фотореалістичних і фізично точних віртуальних середовищ для створення високоякісних симуляцій.

Компанія Nvidia просуваючи свої технології, пропонує різні програми та ресурси для підтримки стартапів, включаючи програму Inception, яка надає знижки на обладнання та програмне забезпечення, консультації та курси. Один із учасників цієї програми, компанія Wandelbots (Німеччина), представила своє програмне рішення, яке спрощує взаємодію людини з роботом і дає змогу розробникам будь-якого рівня кваліфікації програмувати роботів. Спочатку потрібно створити цифровий двійник робота, тобто додати з існуючої бази віртуальну копію реального пристрою. Потім можна за допомогою інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу навчити робота завданням, керуючи його віртуальною моделлю. Після того, як робота навчено у віртуальному середовищі, можна перенести програму на реального робота. Навіть люди без досвіду програмування можуть легко навчити робота виконувати завдання. Розробка та тестування програми для роботів у віртуальному середовищі, перш ніж розгортати їх на реальних роботах, економить час і гроші. В результаті платформа компанії дає змогу підприємствам будь-якого розміру використовувати переваги робототехніки.

Французька Enchanted Tools представила свого гуманоїдного робота Mirokaï, розробленого для маніпулювання об'єктами в лікарнях, ресторанах та готелях [3]. Mirokaï має унікальну шарову систему пересування, яка дозволяє здійснювати рух у всіх напрямках. Робот використовує два пристрої Nvidia Jetson для аналізу зображень, розпізнавання та синтезу мови, а також взаємодії з LLM. Mirokaï має привабливий дизайн та інтуїтивно зрозумілі методи взаємодії за допомогою голосу, жестів або спеціальних міток розпізнавання об'єктів. Mirokaï оснащено датчиками, які дозволяють йому уникати зіткнень з людьми та предметами. Робот може доставляти ліки та медичне обладнання, допомагати пацієнтам пересуватися, може подавати їжу та напої, прибирати столи, у готелях може доставляти багаж, надавати інформацію гостям та виконувати інші завдання, що покращує якість обслуговування гостей.

Ще одна європейська компанія ANYbotics (Швейцарія) представила своїх автономних роботів, призначених для автоматизованого огляду об'єктів у небезпечних промислових умовах [2]. Роботи ANYbotics збирають дані в режимі реального часу для оновлення систем цифрових двійників і генерування висновків, що дає змогу здійснювати автономну роботу та зменшувати залежність від присутності людини в небезпечних зонах. ANYbotics використовує такі технології Nvidia як Isaac Gym та Omniverse для навчання та моделювання роботів, наголошуючи на важливості реалістичного моделювання та генерації синтетичних даних для економічно ефективної розробки та розгортання роботів. Роботи ANYbotics мають унікальну здатність пересуватися по складній місцевості, включаючи сходи, схили та нерівні поверхні. Вони оснащені різними датчиками, такими як камери, тепловізори та акустичні датчики, які дозволяють їм збирати дані про стан промислових об'єктів. Можуть працювати в небезпечних умовах, таких як вибухонебезпечні середовища, звільняючи людей від ризику, автономно оглядати великі та складні об'єкти, збираючи дані набагато

швидше та ефективніше, ніж люди. ANYbotics можуть бути використані для огляду нафтогазових та хімічних заводів, виявляти витіки, корозію та інші проблеми, оглядати електростанції, шахти, виявляти небезпечні умови та допомагати уникнути аварій.

В цілому європейські стартапи продемонстрували на конференції вражаючу роботу у сфері робототехніки. Ці компанії розробляють рішення, які вирішують реальні проблеми в різних галузях промисловості, прокладаючи шлях до більш автоматизованого та ефективного майбутнього.

Співпраця стартапів з таким флагманом індустрії як Nvidia стає ще більш важливою в контексті введення правового регулювання AI, адже Європейський парламент ухвалив закон про штучний інтелект, який встановлює єдині правила для розробки, виведення на ринок, введення в експлуатацію та використання систем штучного інтелекту в ЄС [10]. Це перший у своєму роді комплексний законодавчий акт, який регулює сферу штучного інтелекту. Він матиме значний вплив на розробників та користувачів AI-систем. Розробники повинні будуть дотримуватися нових вимог, що може збільшити витрати та час на розробку. Однак, це також допоможе створити більш надійні та безпечні AI-системи, що підвищить довіру до цієї технології. AI-системи високого ризику будуть перебувати під наглядом людини, щоб запобігти або мінімізувати небезпеку. А користувачі отримують більше інформації про роботів, з якими вони взаємодіють, що дасть їм змогу робити більш усвідомлений вибір.

Провідний виробник мобільних роботів та постачальник рішень для мобільної робототехніки AgileX Robotics [6] також представив на конференції свої новітні розробки. Компанія продемонструвала широкий спектр мобільних роботів, комплектів для розробки з відкритим кодом та інноваційну навігаційну систему Navis. AgileX Robotics була заснована в 2016 році і на сьогоднішній день є одним з провідних гравців на ринку мобільної робототехніки. Компанія має три філії в Китаї та розгалужену мережу партнерів по всьому світу. AgileX Robotics пропонує повний спектр рішень для мобільної робототехніки, включаючи апаратне забезпечення, програмне забезпечення та послуги з налаштування. Серед розробок компанії універсальні роботи для досліджень, логістики, інспекції та сільськогосподарства, роботи для низькошвидкісної безпілотної логістики, всенаправлені роботи з високою маневреністю, роботи на гусеничному ході для складних умов експлуатації, роботи для внутрішніх перевезень. Крім того, AgileX Robotics пропонує комплекти для розробки з відкритим кодом, які дозволяють користувачам створювати власні роботи та рішення для мобільної робототехніки. Інноваційна навігаційна система для мобільних роботів Navis, створена фірмою, забезпечує точне позиціонування та навігацію в напівзакритих та повністю закритих приміщеннях. Система проста у використанні та не вимагає від користувачів спеціальних знань з мобільної робототехніки.

Компанія Arrow Electronics, спільно з NVIDIA та eInfochips, представила на конференції Nvidia GTC платформу Arrow SmartRover AMR Reference Design, яка призначена для прискорення розробки автономних мобільних роботів (AMR). Зазвичай, розробка AMR – це складне завдання, яке вимагає глибоких знань у різних сферах, таких як робототехніка, штучний інтелект, комп'ютерний зір тощо. Адже AMR повинні вміти точно сприймати своє оточення, визначати своє місцезнаходження, ефективно планувати траєкторії руху, уникати перешкод та дотримуватися суворих вимог безпеки. Крім того, AMR генерують величезні обсяги даних, які необхідно ефективно збирати, зберігати, керувати та аналізувати. Запропонована платформа допомагає розробникам подолати складнощі, пов'язані з розробкою AMR, та скоротити час виходу на ринок. Платформа побудована на базі набору розробника NVIDIA Jetson Orin Nano, який підходить для

створення роботів з AI, дронів та інтелектуальних камер початкового рівня. Вона також містить датчики від Analog Devices для безпечної та ефективної навігації. Програмний стек побудований на базі фреймворку Robot Operating System (ROS2), що забезпечує доступ до широкого спектру інструментів та бібліотек з відкритим кодом. Платформа сумісна з інструментами моделювання NVIDIA Isaac Sim™, Blender та Gazebo, що дозволяє розробникам тестувати та налагоджувати своїх роботів у віртуальному середовищі. Цей прилад може бути використаний як відправна точка для розробки мобільних роботів для застосування у лабораторіях, промисловості, складах та логістиці, транспорті, торгівлі, розвагах.

Фірма REBOTNIX – ще одна європейська компанія, що спеціалізується на візуальних обчисленнях, представила на конференції доповідь про інтелектуальний моніторинг виробництва в промислових умовах. Сучасні промислові клієнти прагнуть не лише підвищити ефективність та знизити витрати, але й інтегрувати інноваційні технології, щоб зміцнити свої конкурентні позиції. Однією з таких технологій є обчислення AI на периферії (edge computing). REBOTNIX розробила інструмент для моніторингу процесу виробництва міді для компанії Aurubis AG, світового лідера в цій галузі. Цей інструмент, що базується на програмних продуктах REBOTNIX, дозволив інженерам Aurubis AG виявляти аномалії у виробництві та підвищити його ефективність. Для збору даних використовуються спеціалізовані камери та датчики, які відповідають вимогам промислового середовища. Наприклад, камери мають клас захисту IP67, що робить їх стійкими до пилу, тепла та хімічних речовин. Важливою особливістю системи є те, що вона збирає не лише зображення, але й метадані з виробничої лінії, такі як вага, час та інформацію про задіяні машини. Це дозволяє отримати більш повну картину процесу та точніше виявляти аномалії. Після збору дані обробляються за допомогою платформи Vision Tools, розробленої REBOTNIX. Ця платформа дозволяє переглядати та навчати моделі AI, а також розгортати їх на периферійних пристроях. Використання інтелектуального моніторингу виробництва дозволяє клієнтам компанії підвищити ефективність виробництва, знизити витрати, виявляти та усувати аномалії.

Компанія AAEON, провідний виробник вбудованих обчислювальних платформ та рішень для промислового IoT та AI, зосереджена на впровадженні рішень Industry 4.0 в контексті IoT, надаючи клієнтам можливість створювати стійкі, взаємопов'язані та персоналізовані системи. На конференції AAEON продемонструвала свої рішення для інтелектуальних міст, включаючи AirBox – вбудовану мережу датчиків повітря, що збирає та передає дані про навколишнє середовище в режимі реального часу, та інтелектуальні вуличні ліхтарі, які живляться від сонячних панелей. AAEON активно використовує технології IoT та AI у своїх продуктах та рішеннях. Їхні вбудовані платформи та системи можуть бути легко налаштовані для різних застосувань IoT, таких як керування будівлями, логістика, керування автопарком та сільське господарство. Рішення Edge AI від AAEON дозволяють використовувати AI на периферії, що дає змогу обробляти дані в режимі реального часу та приймати рішення без затримки. Також компанія пропонує централізовану систему керування для розумних термостатів, вентиляції, контролю вологості та освітлення. Система здатна визначати кількість людей у кожній кімнаті будівлі та відповідно налаштовувати параметри навколишнього середовища для забезпечення максимальної енергоефективності.

Висновки. Конференція виявила кілька важливих тенденцій, наприклад таких як перехід від хмарної обробки AI до периферійних обчислень (Edge AI), що зумовлено потребою в меншій затримці та прийнятті рішень у режимі реального часу. Цьому сприяє

розвиток комунікаційних технологій, таких як 5G та 6G. AI-рішення користуються попитом у різних секторах, включаючи промислову автоматизацію, розумні міста, роздрібну торгівлю та готельну справу, а також сферу охорони здоров'я. Це свідчить про визнання потенціалу AI для підвищення ефективності, оптимізації процесів та покращення клієнтського досвіду. Компанії все більше усвідомлюють практичну цінність AI, таку як підвищення ефективності, економія енергії, покращення зручності та підвищення безпеки. Існує потреба в зручних програмних рішеннях та комплексній підтримці, щоб полегшити впровадження AI для підприємств. В екосистемі AI дуже важливою для розробки різноманітних та передових рішень, адаптованих до конкретних потреб стає співпраця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AIoT platforms market size, share – Growth Analysis Report – 2032. MarketsandMarkets. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/aiot-platform-market-4544896.html> (date of access: 16.10.2024).
2. ANYbotics. ANYbotics introduces end-to-end robotic inspection solution, 2021. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=g30def0EAFa> (date of access: 16.10.2024).
3. Enchanted Tools: we are changing the face of robotics. Enchanted Tools. URL: <https://enchanted.tools/robot> (date of access: 16.10.2024).
4. evoBOT - Fraunhofer IML. Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML. URL: https://www.iml.fraunhofer.de/en/fields_of_activity/material-flow-systems/iot-and-embedded-systems/evobot.html (date of access: 16.10.2024).
5. Lea P. IoT and Edge Computing for Architects: Implementing Edge and IoT Systems from Sensors to Clouds with Communication Systems, Analytics, and Security, 2nd Edition. Packt Publishing, Limited, 2020. 632 с.
6. Mobile the world. AgileX Robotics. URL: <https://global.agilex.ai> (date of access: 16.10.2024).
7. NVIDIA Announces Omniverse Cloud APIs to Power Wave of Industrial Digital Twin Software Tools. NVIDIA Newsroom. URL: <https://nvidianews.nvidia.com/news/omniverse-cloud-apis-industrial-digital-twin> (date of access: 16.10.2024).
8. NVIDIA. GTC March 2024 Keynote with NVIDIA CEO Jensen Huang, 2024. YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Y2F8yisiS6E> (date of access: 16.10.2024).
9. NVIDIA Omniverse. NVIDIA. URL: <https://www.nvidia.com/en-us/omniverse/> (date of access: 16.10.2024).
10. Regulation - EU - 2024/1689 - EN - EUR-Lex. The official portal for European data | data.europa.eu. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj> (date of access: 16.10.2024).
11. Virtuella Göteborg – stadens digitala tvilling. Start – Göteborgs Stad. URL: <https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/poddar-och-video/filmer%20om%20stadsutveckling/virtuella-goteborg-stadens-digitala-tvilling> (date of access: 16.10.2024).
12. Watzenig D. Reliable multi-modal perception in complex urban multi-agent settings | GTC 24 2024 | NVIDIA on-demand. NVIDIA. URL: <https://www.nvidia.com/en-us/on-demand/session/gtc24-s62706/> (date of access: 16.10.2024).

*Матеріал надіслано до редакції 30.09.2024 р.
Затверджено до друку 03.12.2024 р.*

NVIDIA GTC 2024: AI AND ROBOTICS INNOVATIONS OVERVIEW

Dmytro Ostretsov

Master's Student

Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Ukraine

dmytroostretsov@gmail.com

ORCID: 0009-0005-6984-760X

Yuriy Tikhonov

PhD, Associate Professor at the Department of Information Technologies and Systems

Luhansk Taras Shevchenko National University, Myrhorod, Ukraine

uruytikhonov1@gmail.com

ORCID: 0009-0003-9365-618X

Mykola Semenov

PhD, Associate Professor, Head of the Department of Information Technologies and Systems

Luhansk Taras Shevchenko National University, Myrhorod, Ukraine

nick@luguniv.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4989-8109

Abstract. This article explores the current trends in Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT), specifically focusing on their integration into the emerging technology of AIoT (Artificial Intelligence of Things). Analyzing materials from the NVIDIA GTC 2024 international conference, the paper highlights the wide-ranging applications of AIoT across diverse sectors, including industry, logistics, robotics, urban development, and autonomous vehicles. The article delves into NVIDIA's innovative developments, such as the Blackwell platform for Generative AI, the Omniverse platform for creating digital twins, and the Isaac platform for advancing robotics. These technologies unlock new possibilities for AIoT applications in various domains, including urban planning, public transportation, drone navigation, and household robotics. Particular attention is given to the concept of Edge AI, which involves data processing and decision-making at the network edge. The shift from cloud-based solutions to Edge AI promises reduced latency, enhanced reliability, and personalized device operation. The article showcases the experience of Swedish developers who successfully transferred a digital twin of Gothenburg city into the virtual world using NVIDIA Omniverse technology. Furthermore, the article reviews projects presented at the conference, dedicated to the development of autonomous public transport, the creation and training of household and industrial robots, and solutions for smart cities. Additionally, it analyzes successful collaborations between European startups and NVIDIA in the field of robotics. Notably, it examines the developments of Fraunhofer IML, Enchanted Tools, and ANYbotics, demonstrating the practical application of AIoT in solving real-world problems across various industrial sectors. The article concludes by emphasizing the growing demand for AI solutions across diverse industries, reflecting their recognized practical value. It underscores the importance of collaboration between developers, researchers, and technology companies to create solutions tailored to specific needs. Finally, it highlights the relevance of legal regulations for AI, which can foster trust in this technology and ensure the development of more reliable and secure AI systems.

Keywords: Artificial Intelligence; Internet of Things; IoT; AIoT; Edge AI; NVIDIA; GTC; Omniverse

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. AIoT platforms market size, share – Growth Analysis Report – 2032. (2023). MarketsandMarkets. October 10, 2024.
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/aiot-platform-market-4544896.html>
2. ANYbotics. (2021). ANYBotics introduces End-to-End Robotic Inspection Solution [Video]. YouTube. October 10, 2024.
<https://www.youtube.com/watch?v=g3odef0EAFA>

3. Enchanted Tools: We are changing the face of robotics. (2024). Enchanted Tools. October 10, 2024.
<https://enchanted.tools/robot>
4. evoBOT - Fraunhofer IML. (2024). Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML. October 10, 2024.
https://www.iml.fraunhofer.de/en/fields_of_activity/material-flow-systems/iot-and-embedded-systems/evobot.html
5. Lea, P. (2020). IoT and Edge Computing for Architects: Implementing Edge and IoT Systems from Sensors to Clouds with Communication Systems, Analytics, and Security, 2nd Edition. Packt Publishing, Limited.
6. Mobile the world. (2024). AgileX Robotics. October 10, 2024.
<https://global.agilex.ai>
7. NVIDIA Announces Omniverse Cloud APIs to Power Wave of Industrial Digital Twin Software Tools. (2024). NVIDIA Newsroom. October 10, 2024.
<https://nvidianews.nvidia.com/news/omniverse-cloud-apis-industrial-digital-twin>
8. NVIDIA. (2024). GTC March 2024 Keynote with NVIDIA CEO Jensen Huang [Video]. YouTube. October 10, 2024.
<https://www.youtube.com/watch?v=Y2F8yisiS6E>
9. NVIDIA Omniverse. (2024). NVIDIA. October 10, 2024.
<https://www.nvidia.com/en-us/omniverse/>
10. Regulation – EU – 2024/1689 – EN – EUR-LEX. (2024). October 10, 2024.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
11. Virtuella Göteborg – stadens digitala tvilling. (2024). Start – Göteborgs Stad. October 10, 2024.
<https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/poddar-och-video/filmer%20om%20stadsutveckling/virtuella-goteborg-stadens-digitala-tvilling>
12. Watzenig, D. (2024). Reliable multi-modal perception in complex urban multi-agent settings | GTC 24 2024 | NVIDIA on-demand. NVIDIA. October 10, 2024.
<https://www.nvidia.com/en-us/on-demand/session/gtc24-s62706/>