



# Використання робототехніки в радіаційно небезпечному середовищі

В.І. Резоглазов, О.А. Безшийко, Л.О. Голінка-Безшийко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Робототехніка — це дуже популярна та перспективна міждисциплінарна галузь науки та техніки, що включає машинобудування, електронну техніку, інформаційну техніку, інформатику та інші.

Існує безліч видів роботів: колісні, гусеничні, змієподібні тощо. Більшість із них мають робототехнічні руки для виконання різних операцій. Стійкі до радіації роботи - це те, що люди успішно використовують у різних галузях своєї діяльності.



Рис. 1: Місія «Mars Science Laboratory» (Автопортрет марсохода К'юріосіті на Марсі)

Основна мета цього проекту — вивчення можливостей побудови радіаційно стійких бездротових автономних роботів для використання в місцях з високими дозами радіації, перш за все, для експериментальних установ фізики високих енергій.

Такі роботи можуть застосовуватися в зонах аварій з радіаційним забрудненням, виведенні з експлуатації АЕС та їх ремонту, утилізації радіоактивних відходів, обслуговування та управління космічними кораблями, дослідження планет з несприятливим радіаційним фоном.

Актуальність. Замінивши людей роботами, інженери ЦЕРНу можуть швидко усувати невеликі несправності на Великому Адронному Колайдері, що значно зменшить час простою ВАК та набагато знизить ризик ураження персоналу. Навіть за ідеальних умов після "відключення" пучка на ВАК повинно пройти 30 хвилин, щоб працівники змогли безпечно дістатися до входу в тунель. Отже, подібні роботи використовуються для отримання доступу до внутрішніх частин величезних детекторних систем, таких як ATLAS або CMS.



Рис. 2: Гусеничний робот в ЦЕРНі

У ЦЕРНі є кілька телеоперуючих роботів, які можуть аналізувати проблемні області ВАК, проводити оцінку безпеки та переносити інструменти.

Нашою командою була створена спрощена модель робототехнічної системи. Такий робот може бути використаний для заміни зламаних або опромієних деталей у зонах з небезпечним рівнем радіації для чергового персоналу.

Також цей робот може застосовуватися на атомних електростанціях. Оскільки більшість із них були побудовані в 1970-х - 90-х роках, найближчим часом виникне потреба у виведенні їх з експлуатації. Таким чином, на допомогу приходить робототехніка.

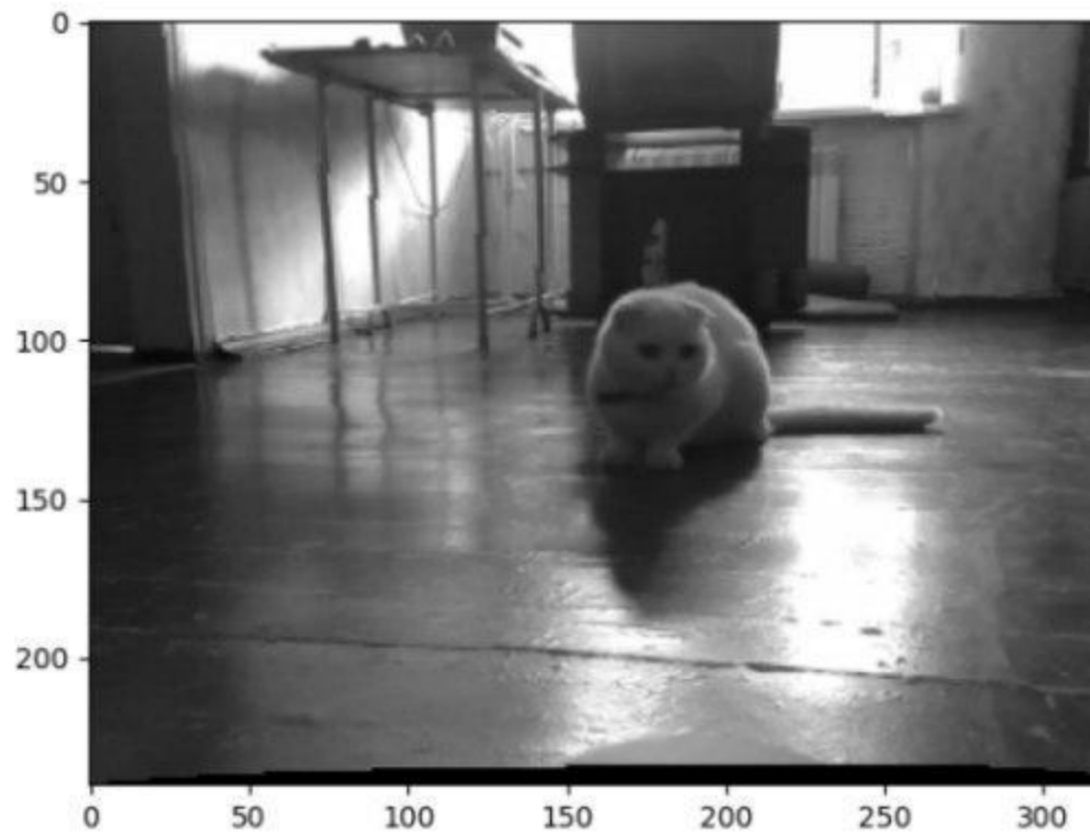


Рис. 3: Стереозображення з камер робота - чорно-біле фото

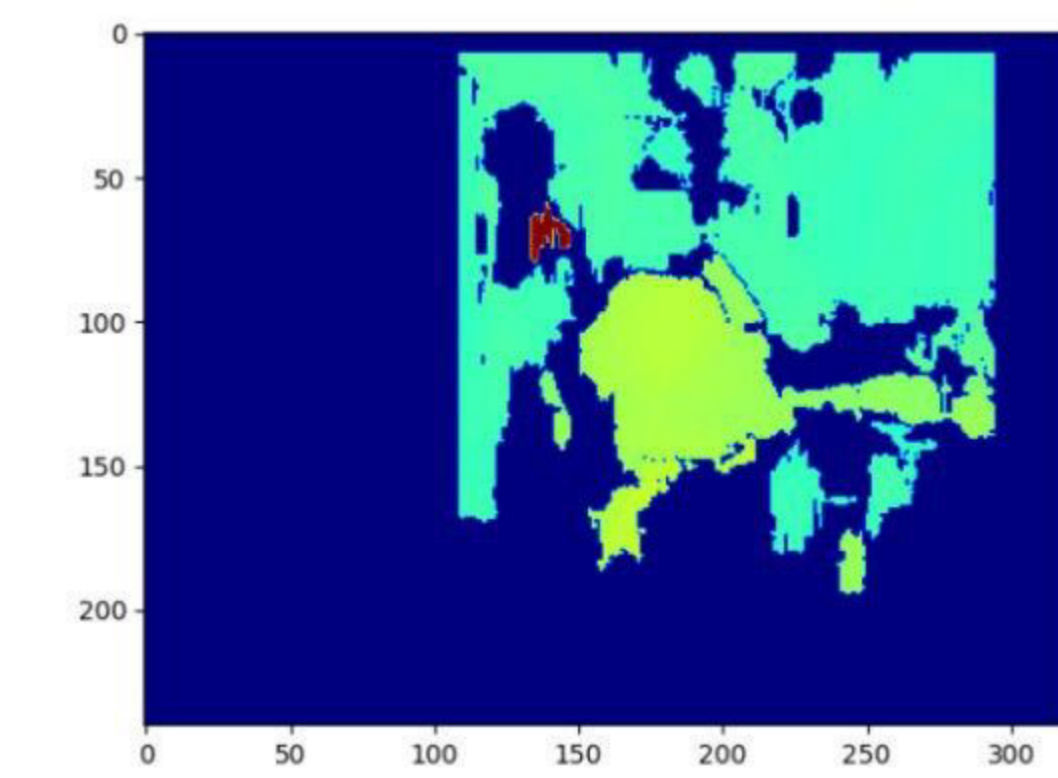


Рис. 4: Стереозображення з камер робота - глибина зображення

В результаті першої частини проекту було створено спрощений робочий макет робототехнічної системи та зроблено перші кроки у покращенні алгоритмів орієнтації робота в просторі та оминання перешкод. Однією з допоміжних технологій став стереозір, приклади реалізації якого можна побачити на Рисунок 3 та Рисунок 4.

Для побудови спрощеної робототехнічної системи ми використали набір Raspberry Pi 4 та Intel Neural Compute Stick 2 (як показано на Рисунок 5), щоб вивчити можливості використання нейронних мереж для таких завдань.

Переміщення та навігація реалізовані за допомогою невеликого чотириколісного шасі з сервомоторами, двома камерами, системою LIDAR, акумулятором.

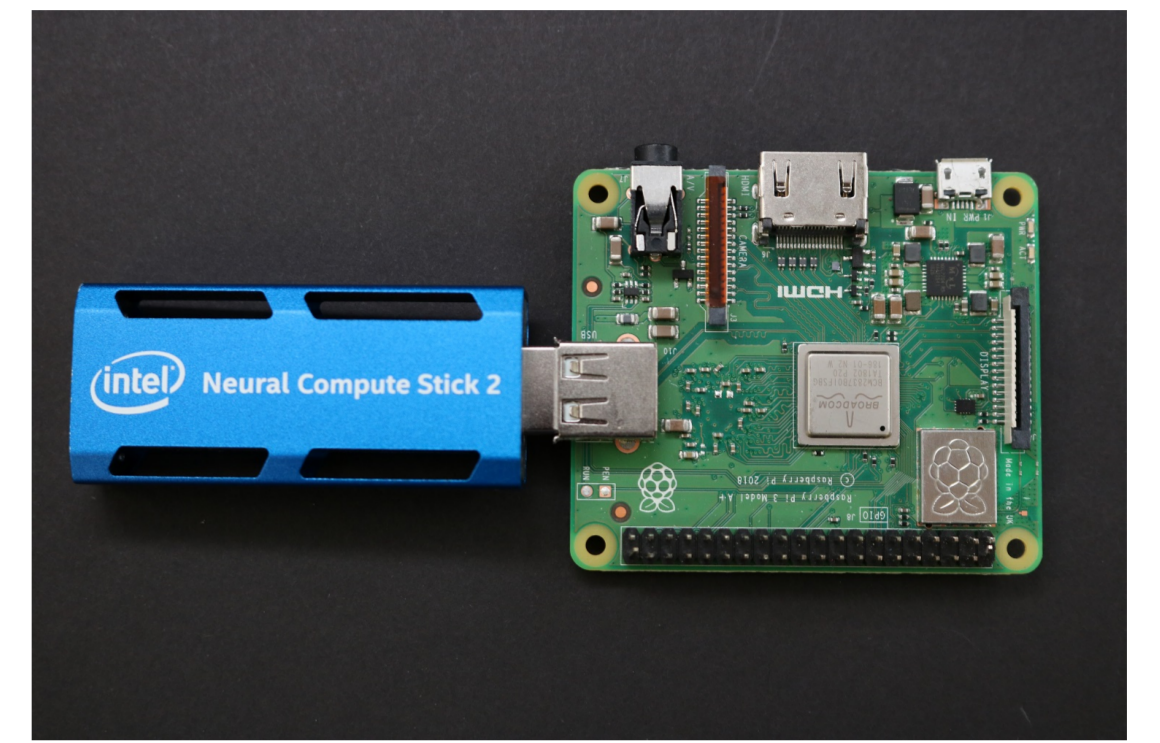


Рис. 5: Конфігурація Raspberry Pi 4 та Intel Neural Compute Stick 2

Одноплатний комп'ютер Raspberry та Intel NCS 2 забезпечують достатню потужність для ефективного використання алгоритмів штучного інтелекту. Ця комбінація добре оптимізована для програмування на Python і включає реалізовані бібліотеки для навчання нейронних мереж. Програмісти можуть створювати власні нейронні мережі, щоб використовувати їх у різноманітних завданнях.

Що стосується радіаційної стійкості електронних пристроїв, існує безліч фізичних та схематичних методів підвищення радіаційної стійкості електронних схем. Наприклад, дублювання окремих елементів схеми або схемних блоків.



Рис. 6: Попередній макет робототехнічної системи проходить тест з навігації в навколишньому середовищі

Висновки. В даній роботі був проведений аналіз можливостей побудови автономної радіаційно-стійкої робототехнічної системи для використання в радіаційно небезпечному середовищі, зокрема, на експериментальних установках фізики високих енергій. В результаті роботи було зібрано спрощену модель робота, для оцінки та оптимізації функціонування апаратного та програмного забезпечення. У подальшій роботі планується розробка покращених методів управління робототехнічної системи. Також, спираючись на найсучасніші розробки в області підвищення радіаційної стійкості електронних схем (Nature Electronics volume 2, pages 405–411 (2019), <https://doi.org/10.1038/s41928-019-0289-z>), планується провести вивчення можливостей їх вдосконалення або розробки більш довершених методів.