

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ АВТОНОМНІЙ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТИЗОВАНИХ ПРИСТРОЇВ

На сьогодні в умовах інтенсивного розвитку технології та виробництва, збільшується кількість процесів, пов'язаних з виготовленням або використанням шкідливих речовин та небезпечної продукції. В силу своєї технічної складності підприємства не можуть бути абсолютно захищені від виникнення на них аварій і інших ситуацій, наслідки яких не можна нейтралізувати силами персоналу без ризику для життя, тому розробка мобільних роботизованих пристроїв є актуальною задачею.

За рахунок зростання складності розв'язуваних науково-технічних завдань, автоматична обробка і аналіз візуальної інформації стає все більш актуальним питанням. Дані технології використовуються в багатьох областях науки і техніки, таких як автоматизація виробничих процесів, підвищення якості виробів, що випускаються, контроль виробничого обладнання, інтелектуальні робототехнічні комплекси, системи управління рухомими апаратами та інших.

Промислове застосування мобільних роботів стрімко набирає популярності, відповідно до високої надійності (безперебійне та надійне виконання монотонних завдань, таких як спостереження), легкість огляду (інспекція поверхностей та місць, недоступних для людини, таких як зони радіаційного забруднення, дослідження космосу) та зменшення витрат (транспортні системи на основі автономних транспортних засобів). Метою даної роботи є автоматизація процесу виявлення перешкод при переміщенні мобільних пристроїв за рахунок використання сучасних алгоритмів машинного зору для забезпечення автономності їх навігації.

Однією із найважливіших вимог, що висуваються до мобільних роботизованих пристроїв є можливість вільно переміщуватись у просторі уникаючи перешкоди та вчасно реагувати на виникнення нештатних ситуацій, таких як зіткнення із іншими рухомими та нерухомими об'єктами, враховуючи особливості навколишнього середовища. При виконанні певних виробничих задач досить імовірно є відсутність зв'язку із мобільним пристроєм через під впливом завад, що унеможливує підтримання стійкої комунікації для керування ним, тому особливо актуальною при цьому є можливість автоматичного керування рухом та прийняття рішень. Автоматичне керування рухом мобільного робота передбачає виявлення перешкод та прийняття рішень щодо подальших дій. У контексті даної задачі виявлення перешкод умовно можна розділити на такі етапи:

- 1) безпосереднє виявлення потенційних перешкод на шляху переміщення мобільного пристрою;
- 2) оцінка відстані до перешкоди;

Аналіз існуючих на сьогодні напрацювань вказує на неоднозначність до вирішення цієї задачі. Зокрема основні підходи при вирішенні задачі виявлення перешкод при русі мобільних пристроїв вказані на рис. 1. Існуючі методи умовно поділені на 2 групи: сенсорні та візуальні. Вказані методи можуть бути використувуватись як окремо, так і в різних поєднаннях.



Рис. 1. Узагальнення існуючих методів виявлення перешкод

При створенні даної системи особливу увагу необхідно приділити задачі розпізнавання об'єктів на зображенні, що можуть бути потенційними перешкодами. Для вирішення цієї задачі в роботі запропоновано використання апарату штучних нейронних мереж, серед яких перевагу віддано згортковим нейронним мережам (Convolutional Neural Networks) та логії глибокого навчання (Deep Learning). Згорткові нейромережі широкого застосування для задачі розпізнавання об'єктів завдяки особливостям їх архітектури. Дана особливість полягає у почерговому використанні шарів згортки та шарів підвибірок, завершує архітектуру мережі повноз'єднаний шар. Дана особливість дозволяє зменшити кількість нейронів, що в свою чергу суттєво підвищує швидкодію. Тому згорткові нейронні мережі на сьогодні використовуються для задач класифікації, локалізацію об'єктів та сегментації зображень.

В основі загорткових нейронних мереж лежить три ідеї:

- кожен нейрон отримує вхідний сигнал від локального рецептивного поля в попередньому шарі, що забезпечує локальну двовимірну зв'язність нейронів;
- кожен прихований шар мережі складається з множини карт ознак, на яких всі нейрони мають загальні ваги, що забезпечує інваріантність до зміщення і скорочення загального числа вагових коефіцієнтів мережі;
- за кожним шаром згортки слід обчислювальному шар, який здійснює локальне усереднення, що забезпечує зменшення розміру для карт ознак.

Навігація мобільного пристрою здійснюється за рахунок аналізу відеопотоку отриманого із камери, що встановлена на ньому із застосуванням попередньо навченої CNN. Остання дозволяє проаналізувати середовище та об'єкти, визначити потенційні перешкоди, і як наслідок, враховуючи особливості середовища і розташування перешкод – відкорегувати поточний або згенерувати новий маршрут руху. Структурна схема автоматизованої системи виявлення перешкод представлена на рис. 2.

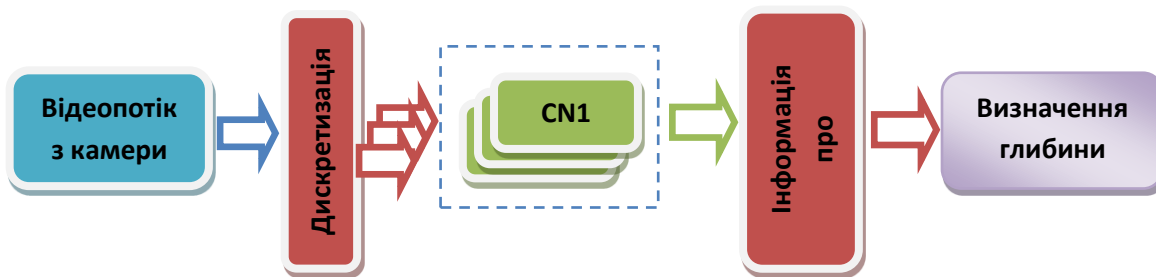


Рис. 2. Структурна схема процесу виявлення перешкод

Відеопотік, що надходить із камери попередньо дискретизується та обробляється CNN. Крім даних щодо координат розміщенні перешкоди на плоскому зображенні, для успішної навігації необхідним є визначення просторового положення перешкоди, тобто від 2D-простору перейти до 3D представлення. При цьому слід зазначити, що для задач виявлення перешкод, залежності від умов, можуть бути використані такі візуальні системи як: монокулярні, біокулярні та камери глибини (RGB-D) та ін.. Прикладом останньої є Microsoft Kinect. Кожна із цих візуальних систем має ряд переваг та недоліків. З огляду на простоту обчислення тримірних координат при використанні RGB-D камер слід зазначити ряд недоліків такої системи, зокрема: дискретність представлення простору. Це означає, що об'єкти малих розмірів можуть бути втрачені, крім того, RGB-D камер має так званий радіус дії, що обмежує можливість застосування цієї системи на відкритому просторі.

Біокулярні системи дозволяють побудувати досить точно карту глибини зображення, але мають досить високу вартість, що унеможлиблює їх використання в умовах України. Тому, увагу в роботі приділено монокулярним візуальним системам. При цьому, глибина залягання (відстань від камери до перешкоди) визначається за такими параметрами: висота кріплення, фокусна відстань, розідна здатність камери.

У подальшому планується вдосконалити розроблений програмно-апаратний засіб, а саме підвищити його швидкодію за рахунок оптимізації архітектури нейромережі, провести її подальше навчання.