

РОБОТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА МАНІПУЛЮВАННЯ НИМИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛНИХ РОБІТ

С. С. Шишута, к. т. н. П. С. Сафронов

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ
zp141592stas@gmail.com; p.s.safronov@gmail.com

Запропоновано систему розпізнавання об'єктів та маніпулювання ними для виконання електрозварювальних робіт, що базується на трьох основних технологіях: платформі програмного забезпечення ROS, системі навігації RTAB-Map та технології стереоскопічного бачення Intel RealSense. Ця роботизована система дає можливість оптимізувати робочий процес електрозварювальних робіт.

Ключові слова: роботизована система, електрозварювання, 3D-сканування, ROS, навігаційна система, Intel RealSense.

Одним з основних методів з'єднання металоконструкцій в сучасному світі є електрозварювання. В ході банальних маніпуляцій цей процес здатний створити із окремих деталей єдине ціле, що є незамінним в рамках життєдіяльності людини. Завдяки високотехнологічному роботизованому обладнанню необхідні маніпуляції можна виконати за оптимальний проміжок часу, що дає значну перевагу над ручним зварюванням. Ручне електрозварювання — відповідальний, складний та монотонний процес, на якість якого дуже сильно пов'язана з людським фактором. Цей вид діяльності потребує від людини особливі знання та великий досвід роботи. Людські можливості обмежені фізичною втомою, фізіологічними потребами, тоді як роботизована техніка не має таких недоліків і здатна довгий період працювати без зупинок на технічне обслуговування. Використання роботизованої техніки є просто необхідним для промислового зростання, універсальності та точності виконання робіт, оскільки людським трудом такого прогресу досягнути неможливо. Також необхідно враховувати, що деякі режими зварювання можуть шкодити здоров'ю людини, в той час як за роботизованого електрозварювання оператор налаштовує обладнання та запускає механізм не в робочій зоні. Завдяки цьому ризик та вплив світлового ефекту дуги короткого замикання на людину відсутній. Основною проблемою сучасних роботизованих систем є відсутність орієнтації, оскільки працюють вони лише в ізольованому робочому просторі, що обмежує можливості адаптації до різних умов праці та не задовольняє всі потреби індустрії. Такі роботи не можуть самостійно проводити аналіз, через те що інформація не поступає з зовнішнього середовища для обробки даних, а закладається лише шляхом програмування на певні дії. Також потрібно зазначити, що цей вид роботизованих систем потребує навчання персоналу програмуванню та обслуговуванню робота, що не повністю виключає людський фактор з процесу роботи даної системи.

Для компенсації указаних недоліків запропоновано розв'язання проблеми у вигляді роботизованої системи розпізнавання об'єктів та маніпулювання ними для виконання електрозварювальних робіт. Основна перевага цієї системи — її мобільність, основними складовими якої є:

- відчуття потенційно динамічного середовища;
- визначення поточного місцеперебування;
- перехід від одного місця до іншого (поєднання навичок керування з навігацією);
- взаємодія з людьми за потреби (здатність розпізнавати в об'єкті людину, слідувати за ним або реагувати на голосові або жестові команди).

Проект, заснований на програмному забезпеченні ROS, системі навігації RTAB-Map та технології стереоскопічного бачення Intel RealSense, охоплює ці вимоги та може служити платформою для

вивчення того, як їх задовольнити. Технологія RealSense дозволяє взаємодіяти з комп'ютером за допомогою міміки, рухів і жестів. Ця технологія формування стереозображення використовує дві камери для визначення глибини, розрахунок якої відбувається на основі триангуляції. Інформація про глибину зображення дозволяє також проводити маніпуляції з фоном, здійснювати тривимірне сканування, і завдяки цьому система може бачити, розуміти, взаємодіяти з довкіллям і навчатись. Intel RealSense D435 працює як всередині приміщень, так і зовні в різних умовах освітлення [1, 2].

Для роботи RealSense необхідні:

- комп'ютер на базі процесора Intel Core четвертого покоління або новіше (в такому випадку UP board Series);
- камера RealSense;
- мінімум один порт USB 3.0 для підключення камери;
- операційна система Windows 8.1 або новіша, Linux 16.4 або вище;
- програмне забезпечення RealSense, драйвера та SDK.

Розглянуто задачу навігації для мобільних систем на основі методу одночасної локалізації та побудови карти. Для автономної навігації та інших функцій, що потребують повну інформацію про оточення, потрібна карта самого оточення. Для цих завдань добре підходить карта у вигляді масиву точок. SLAM-алгоритми дозволяють будувати карту оточення та оцінювати місцез перебування в ньому. Як SLAM-алгоритм було обрано реалізацію бібліотеки rtabmap. RTAB-Map (відображення на основі зовнішнього вигляду в реальному часі) — це підхід SLAM на основі RGB-D, стерео та LidarGraph, заснований на додатковому детекторі закриття циклу на основі зовнішнього вигляду. ROS — одна із основних структур з розробки програмного забезпечення для роботів, яка забезпечує велику кількість модулів, що охоплюють широкий спектр областей робототехніки [3]. Для автономного руху ROS використовує:

- tf(tf2) — координація бібліотеки перетворень, один з найважливіших пакетів цієї структури, завдяки якому можна керувати усіма значеннями координат, включно з положенням робота або відносим положенням камери та колес;
- move_base — основний модуль для автономної навігації, який забезпечує різні функції, включно з плануванням маршруту, веденням карт витрат та виданням команд щодо швидкості та напрямку обертання двигунів;
- robot_state_publisher — публікує 3D-позиції положень робота, важливих для маніпуляторів (положення і орієнтація робота та розташування камери відносно його положення).

Роботизація електрозварювальних робіт — процес неминучий і в найближчі десятиліття він зачепить не тільки зварювальну, а й інші види промисловості, де небажана наявність людського фактора. Запропонована роботизована система за допомогою представлених алгоритмів спроможна проводити аналіз, маніпуляції, а також бачити, розуміти, взаємодіяти з оточенням і навчатись. Це дозволяє економити людський ресурс та перейти на новий етап модернізації виробництва.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Dorodnicov S. *SLAM with RealSense™ D435i camera on ROS*. <https://github.com/IntelRealSense/realsense-ros/wiki/SLAM-with-D435i>
2. Integrating the Intel RealSense D435 with ROS. *Robotics. and other stuff too, Computer vision, robotics*, November 2, 2018. <https://idorobotics.com/2018/11/02/integrating-the-intel-realsense-d435-with-ros/>
3. SDK 2.0. Start building your own depth applications. Intel RealSense. Your facial authentication SDK. *Intel RealSense*. <https://www.intelrealsense.com/developers/>

S. S. Shyshuta, P. S. Safronov

Robotic system for object recognition and manipulation for arc welding

The authors present a system for recognizing objects and manipulating them to perform arc welding. The system is based on three main technologies: ROS software platform, RTAB-Map navigation system and Intel RealSense stereoscopic vision technology. ROS provides coordination of the library of transformations, route planning and publishes the 3D position of the robot coordinates. RTAB-Map allows building a map of the environment and estimating the location in it. Intel RealSense provides information about the environment through 3D scanning. This robotic system makes it possible to optimize the arc welding workflow.

Keywords: robotic system, arc welding, 3D scanning, ROS, navigation system, Intel RealSense.