

СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ В ПРИМІЩЕННІ ЛЮДЕЙ З ВАДАМИ ЗОРУ

Остапенко М.С., Штогріна О.С.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: mak7.ostapenko@gmail.com

Computer vision indoor navigation system for vision-impaired people

The problem of indoor navigation of visually impaired people is considered. A navigation system is offered to solve the problem. Proposed a solution to the problem using approaches for indoor robot navigation. In the future, the system will be implemented as a mobile application and a web service.

Проблема підтримки переміщення людей з вадами зору є практично невирішеною. Хоча й навігація на вулиці можлива за допомогою GPS [1] та тактильних елементів брукувочки, але ці методи не дозволяють в повній мірі безпечно взаємодіяти із світом. Це не тільки із-за обмеженості тактильного покриття та похибок GPS, а також із-за обмеженої кількості інформації, яку можна передати через ці джерела. В приміщеннях проблема стоїть ще гостріше. По-перше, в приміщенні похибка GPS може сягати п'яти метрів і більше, а в деяких випадках сигнал відсутній, що унеможлиблює його використання. По-друге, більшість приміщень не мають тактильної плитки навіть на першому поверсі, відсутнє дублювання тексту шрифтом Брайля та відсутні тактильні мапи, які дозволяють уявити схему приміщення.

Існуючі технологічні рішення не справляються із проблемою, тому що вони є або дорогими, або незручними у використанні для користувачів. Для прикладу, використання NFC[2] міток чи знаходжень координат мобільного пристрою за допомогою мережі Wi-Fi, в якій він знаходиться, може допомогти орієнтуватись в приміщенні людині з вадами зору. Ці технології є зручними, відносно дешевими та доступними для вирішення поставленої задачі. Однак на ринку немає масового продукту з необхідною функціональністю, який можна просто встановити і користуватись. Тому в роботі стоїть актуальна задача створити систему комп'ютерного зору для навігації людей з вадами зору практично у будь-якому приміщенні.

Розроблювана система повинна задовольняти наступним вимогам:

- безпечність переміщення – визначення чітких меж приміщення, для уникнення нещасних випадків;
- можливість взаємодії із навколишнім світом – визначення місцезнаходження необхідних предметів для уникнення перешкод;

- використання в будь-якому спеціально не пристосованому приміщенні – приміщення не переобладнується заздалегідь, не вимагає зусиль та витрат від власників приміщень для підтримки та впровадження системи;

- масова доступність – використання тільки загальнодоступних приладів та технологій без залучення спеціалізованих приладів;

- простий та зрозумілий інтерфейс взаємодії із користувачем;

- стійкість та надійність при збільшенні кількості користувачів.

При вирішенні поставленої задачі по розробці системи навігації людей з вадами зору у будь-якому спеціально не пристосованому приміщенні доцільно застосувати алгоритми комп'ютерного зору та на їх основі створити мобільний додаток, який можливо широко та швидко поширювати та використовувати з вже наявним у користувача смартфоном.

Припустимо, що користувач зі своїм смартфоном розглядається як агент чи робот із простором можливих дій та набором сенсорів. Це припущення дозволяє вирішувати задачу з точки зору робототехніки. Тому система, як і робот, повинна містити наступні модулі:

- модуль побудови тривимірної мапи простору з потоку двовимірних зображень;

- модуль планування шляху;

- модуль локалізації на мапі;

- модуль розпізнавання об'єктів для можливої взаємодії агента із середовищем;

- модуль знаходження та уникнення перешкод.

Окрім всіх вище згаданих модулів є необхідним інтерфейс взаємодії програми із агентом-користувачем. Модуль взаємодії для агента має забезпечувати:

- ефективний опис навколишнього середовища;

- чіткий набір команд для управління програмою і встановлення мети.

Сучасні смартфони мають необхідні сенсори – акселерометр, гіроскоп та камера, показники з яких виступають основним джерелом вхідної інформації для основних модулів системи. Також смартфони мають достатню обчислювальну потужність для забезпечення роботи вищезгаданих модулів, але у випадку, якщо запропоновані алгоритми будуть на високому рівні оптимізовані по критеріям економного використання обчислювальних ресурсів та управління пам'яттю.

Для забезпечення високої якості знаходження перешкод та розпізнавання об'єктів з потоку кадрів використовуються згорткові нейронні мережі [3]. Після проведеного аналізу, було прийнято рішення використовувати архітектури типу MobileNet [4], тому що вони є оптимізованими для мобільних пристроїв і мають

високу якість роботи. Таким чином, використовуючи алгоритми сегментації цільових об'єктів на зображеннях, можливо робити дослідження середовища та пошук об'єктів, в яких зацікавлений користувач.

Для додавання мапи приміщення в систему необхідними кроками є:

1. Заздалегідь записати відео переміщення по всьому приміщенню, для якого створюється мапа.

2. Завантажити відео в систему, де з нього буде створена мапа навігації.

Робота користувача з системою буде включати наступні кроки:

1. Ініціалізація – агент підходить до будівлі і повідомляє свої GPS координати або адресу будівлі, у відповідь система надсилає мапу приміщення на телефон агента та ініціалізує його на вході.

2. Встановлення цілі – агент встановлює ціль у вигляді адреси кабінету або може увімкнути режим дослідження будівлі.

3. Активна робота системи – агент знаходиться у приміщенні і має робити відео зйомку перпендикулярно підлозі. Використовуючи потік зображень та дані із сенсорів, виконується локалізація агента на мапі.

4. Досягнення цілі – фіксується досягнення агентом цілі та відбувається сповіщення про успішне переміщення до запланованої точки. Після досягнення цілі можна встановити нову або вимкнути систему.

Висновок. В роботі розглянуті проблеми при переміщенні людей з вадами зору по території незнайомого приміщення, висунуті вимоги до системи підтримки навігації у таких умовах. В результаті запропонована система комп'ютерного зору для навігації в спеціально непристосованому приміщенні людей з вадами зору. Описана її архітектура та принцип роботи. Система є простою у використанні та не вимагає залучення додаткових спеціалізованих пристроїв для її впровадження.

Література

1. "GPS: Global Positioning System (or Navstar Global Positioning System)" Wide Area Augmentation System (WAAS) Performance Standard, Section B.3, Abbreviations and Acronyms. [1] Archived April 27, 2017, at the Wayback Machine.
2. Cameron Faulkner. "What is NFC? Everything you need to know". Techradar.com. Retrieved 30 November 2015.
3. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. Hinton "Imagenet classification with deep convolutional neural networks". InNIPS, 2012.
4. Andrew G. Howard, Menglong Zhu, Bo Chen, Dmitry Kalenichenko, Weijun Wang, Tobias Weyand, Marco Andreetto, Hartwig Adam "MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications". arXiv:1704.04861, 2017.