

ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ В РОЗУМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Анотація. Розглянуто кілька сценаріїв, в яких ультразвукові датчики використовуються для моніторингу пацієнтів та літніх людей. У кожному сценарії застосовуються різні алгоритми передачі даних та вибору датчиків, використовуючи підходи, що базуються на якості або поділі часу. Розглянуто розроблені алгоритми узгодження траєкторій для класифікації траєкторій руху людей у приміщенні.

Ключові слова: мережа датчиків, ультразвукові датчики, якість інформації, розумні середовища.

ВСТУП

Одне з ключових застосувань сенсорних мереж - сфера інтелектуального середовища. У таких інтелектуальних системах один або кілька типів сенсорів розташовуються для збору та передачі даних для отримання корисної інформації. Однак, враховуючи конкретну програму, наприклад моніторинг пацієнтів з деменцією, який тип сенсора вибрати? У системах без використання комп'ютерного бачення, ціль повинна носити спеціальні пристрої, такі як акселерометри [1]. У подібних системах також використовуються і інші пристрої, такі як ультразвукові датчики. Однак головна проблема цих пристроїв полягає в тому, що якість даних від датчиків залежить від багатьох факторів, таких як температура, місце розташування цілі, склад цілі, середовище передачі, інтерференція від інших датчиків.

Загальну архітектуру будь-якого додатка на основі датчиків можна розділити на 4-шарову. На кожному рівні існує декілька дослідницьких завдань, таких як управління датчиками, вибір датчиків, передача даних та виведення даних. В наш час перспективно застосовували цю загальну архітектуру до конкретної проблеми моніторингу діяльності літньої людини вдома або в лікарняній палаті. Існує три сценарії з різними стратегіями розташування датчиків, вибору датчиків та передачі даних. У першому сценарії датчики розташовані у кімнаті, вибір датчиків ґрунтується на профілі якості окремих датчиків, а в синтезі даних використовується тріангуляція. Другий сценарій схожий на перший, лише етап передачі даних використовує фільтри Кальмана [2]. У третьому сценарії датчики розміщуються в сітці на стелі, і планування датчиків здійснюється на основі розподілу часу. Всі три сценарії використовують ультразвукові датчики для фіксації траєкторій пацієнта, а потім для класифікації захоплених траєкторій з метою аналізу діяльності. Мета роботи полягає в тому, щоб проілюструвати переваги застосування ультразвукових датчиків для відстеження людей ненав'язливим, недорогим способом, враховуючи відхилення від норми якості цих датчиків.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Ця робота базується на шкалі спостереження за агітацією у осіб з деменцією типу Альцгеймера (ШСАОД) [3]. Ця шкала прагне об'єктивно класифікувати ступінь збудження людини, що страждає на деменцію. В даний час оцінка за шкалою ШСАОД є надзвичайно трудомістким завданням, яке виконують люди

в клініках, які оцінюють тривалість фізичних рухів та локалізацій протягом п'яти хвилин за раз, і присвоюють суб'єктивний рейтинг кожній виявленій поведінці. Метою роботи є автоматизація цього виснажливого і суб'єктивного завдання за допомогою використання датчиків. В роботі [4] запропоновано наступний алгоритм. Відбувається початкова робота над двома особливостями поведінки ШСАОД, а саме загальним рухом тіла (ЗРТ) та рухом вгору / вниз (РВВ). За допомогою розташування на стелі можна контролювати як ЗРТ, так і РВВ. Для виявлення ЗРТ використовуються ультразвукові датчики для точного розпізнавання та відстеження замість типових рішень на основі відео, які часто вважаються занадто нав'язливими. Для виявлення РВВ використовуються два типи датчиків, що працюють разом, а саме датчиків тиску та ультразвукових датчиків.

Передача даних, отриманих цими двома методами сканування, забезпечує більш точне виявлення. Відповідно до розташування датчика, показання датчиків зберігаються у матриці певної розмірності. Кожного разу, коли надходять дані, надіслані від одного з датчиків, створюється знімок матриці, що представляє поточне значення зчитування всіх датчиків. Оскільки дані, які ми маємо від ультразвукових датчиків, це відстань від датчиків до найближчого об'єкта, очевидно, що людина повинна знаходитися під датчиком, який дає найменше значення у кімнаті.

Також фіксується час, коли людина рухається з-під одного датчика на інший. Це дозволяє дізнатись тривалість перебування під кожним датчиком. Було продемонстровано, що така система фіксує з 90% коректністю положення людини в кімнаті [3]. Причиною втрати точності на 10% є інтерференція. Хоча були спроби по-різному розташувати датчики та вибрати відповідну частоту дискретизації, інтерференція все ще є, і іноді спричиняє неправильні показники.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пропонується використовувати комбінацію всіх алгоритмів та компонентів для отримання найбільш якісного результату. Можна використовувати два типи ультразвукових датчиків, дротові та бездротові. Дротові датчики повинні мати концентратори для зв'язку з ПК через COM-порт або USB-порт.

Прикладом бездротового датчика може бути ультразвуковий датчик Devantech SRF04, що працює на платформі MicaZ, який використовувався в різних галузях промисловості та моніторингу навколишнього середовища. Ультразвуковий датчик відстані Devantech SRF04 визначає відстань до об'єкта, вимірюючи час відображення звукової хвилі від об'єкта. Має робочу частоту 40кГц, кут зору $<15^\circ$, дальність вимірювання 2см-450см, точність 3мм. Також для бездротової версії необхідна плата програмування для зв'язку з ПК та пристрій базової станції, наприклад, шлюз MIB600, який може підтримувати до 254 датчиків. Додатково необхідно розробити програмні алгоритми аналізу отриманих даних. Така система може базуватись на інтелектуальних алгоритмах, описаних в роботі [5].

Описана система не працює добре в заваленому приміщенні через природу ультразвукових датчиків. Ці датчики можуть виявити лише найближчий об'єкт

у своєму діапазоні. Отже, якщо людина знаходиться за датчиком, її неможливо виявити за допомогою датчика. Якщо між людиною та датчиком присутня перешкода, цей датчик не може виявити рух людини. Однак у випадку розташування потоку для ЗРТ ефективність залежить від зросту пацієнта. Якщо пацієнт вищий за (або у вищому положенні) від інших об'єктів поблизу, система все одно працює добре. Це ще одна перевага розташування датчиків на стелі.

ВИСНОВКИ

У цій роботі представлено характеристики ультразвукових датчиків, що можуть використовуватись як неінвазивні пристрої для моніторингу руху людей в приміщенні. Розкриті питання, пов'язані з якістю, які, як правило, ігноруються науковою спільнотою. Розглянуто визначену характеристику якості окремих датчиків, а потім запропоновані алгоритми для поліпшення якості комбінованої інформації від двох або більше датчиків. Представлено три сценарії використання ультразвукових датчиків.

Відстеження кількох цілей є складною проблемою. У нашому випадку це ще складніше, оскільки ми не маємо іншої інформації, крім інформації, що надходить від ультразвукових датчиків. Розташування датчиків на стелі дозволяє їм працювати незалежно, отже, ми можемо відстежувати більше однієї цілі одночасно. Це дослідження має багато напрямів для подальшої роботи. У майбутньому планується протестувати різні датчики іншого типу разом із ультразвуковими для поліпшення якості розпізнавання. Також планується розробити алгоритми передачі даних та узгодження траєкторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Evaluation of a new sensor system for ambulatory monitoring of human posture and walking speed using accelerometers and gyroscope / K. Motoi, S. Tanaka, M. Nogawa, K. Yamakoshi. // SICE Ann. Conf.. – 2003.
- [2] Takanashi K. Real-time Estimation of Human Body Postures using Kalman Filter / K. Takanashi, T. Sakaguchi, J. Ohya. // International Work-shop on Robot and Human Interaction. – 1999. – №8.
- [3] Biswas J. Agitation monitoring of persons with dementia based on acoustic sensors, pressure sensors and ultrasound sensors / J. Biswas. // In the Proceedings of the International Conference On Aging Disabilities and Independence. – 2006.
- [4] Automated analysis of nursing home observation / [A. G. Hauptmann, J. Gao, R. Yan та ін.]. // Pervasive computing. – 2004.
- [5] Galagan R. M. The use of ART-2 neural network for processing information signals of non-destructive testing / R. M. Galagan, A. S. Momot. // proc. 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) Kiev, 29 May-2 June 2017 / IEEE. – 2017. – pp. 981–985.

Наук. керівник – доктор філософії, ас. Момот А.С.