

УДК 681.3.07

¹М.Б. Гумен, к.т.н., ²Т.Ф. Гумен**СИСТЕМА РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ**¹Національний авіаційний університет, e-mail: fitgm@nau.edu.ua²Національний технічний університет України "КПІ", e-mail: magney2008@mail.ru; bela_09@ukr.net

Запропоновано принцип побудови та систему взаємодії з довкіллям, що підходить для інфраструктури радіочастотної ідентифікації (РЧІД) УВЧ-діапазону. Система не обмежується пошуком та ідентифікацією об'єкта, а спроможна визначати його стан. Запропонована система буде корисною для людей з вадами зору.

Вступ. Технологія радіочастотної ідентифікації (РЧІД) є одним із перспективних різновидів технології доповненої реальності (ДР-технології) як потужного інструмента для визначення розташування об'єктів і ідентифікації їх статусу [4-6, 9]. ДР-технологія стрімко прогресує і застосовується в кіно і телебаченні, для військових завдань, в медицині. Незабаром цей напрямок стане невід'ємною складовою повсякденного життя. Цьому сприяють нові алгоритми обробки зображень, сучасні мікропроцесори і графічні мікросхеми. Для реалізації ДР-технології на практиці потрібне відповідне устаткування. Залежно від можливостей кожного компонента і методів відображення результатів його роботи відкриваються широкі перспективи використання ДР-технології для розв'язання прикладних задач.

Аналіз останніх досліджень. Багато досягнень людства є практично недоступними для людей з обмеженнями зору. Проте воно завжди намагалося розширити можливості таких людей, розробляючи різноманітні пристрої та системи. Початково – це тактильні модулі голок [2], потім пристрої на основі локалізації об'єкта та можливості озвучення реальності з використанням системи візуалізації звуку для позначення специфічного просторового розташування [3]. У подальшому – це системи комп'ютерного зору з оптичними датчиками [8] та сенсорні мережі для стеження за довкіллям [6].

Перші РЧІД системи [10, 11] ґрунтувалися на моделях взаємодії людини з комп'ютером, що використовували штрих-коди або РЧІД-мітки для пошуку і запам'ятовування цифрової інформації з фізичних об'єктів. У роботі [10] описано одну з ранніх переносних РЧІД-систем, що мала лише антену, вбудовану в робочу рукавичку, а решта елементів розміщувалася на поясі користувача. Система IGlove [11], розроблена центром досліджень Intel, більш компактна і реалізована в одному корпусі, а IBracelet [13] є аналогом IGlove і виготовлена у формі браслета. Система ReachMedia [14] використовує вхідну жестикуляцію в поєднанні з ідентифікатором (ІД) для визначення розташування даних, з якими він пов'язаний.

Мобільний телефон також може бути застосований для реалізації проблеми ідентифікації об'єктів, оскільки цей пристрій забезпечує ближню взаємодію з побутовою електронікою, об'єктами та картування розташування [17].

Невирішені проблеми. Системи комп'ютерного зору з використанням штрих-кодів потребують чіткого розміщення оптичного пристрою відносно маркера для початку процесу отримання цифрової інформації з фізичного об'єкта. Пристрої, що містять сенсорні модулі, є дорогими та відносно великих розмірів.

Ранні системи забезпечували стабільну ідентифікацію, але були обмежені тим, що користувач мав чітко вказати на об'єкт взаємодії для зчитування інформації. Фактично в таких системах був реалізований сценарій взаємодії «один-до-одного», що потребував від конкретного користувача чіткої мітки на об'єкті для зчитування інформації з неї. Більшість взаємодій були ініційовані намірами користувача, коли він мав заздалегідь знати, яку зчитати мітку. Внаслідок цього, зазначені системи допомагають користувачам дістати більше інформації про те, що вони хочуть знати, але не про те, що вони не усвідомлюють в даний момент.

Система РЧІД УВЧ діапазону Уелборна [17] забезпечує взаємодію між об'єктами шляхом співставлення їх слідів, але, загалом не в змозі надати докладної інформації щодо взаємодії різних об'єктів.

Мета і завдання. Запропонувати концепцію побудови та структуру оптимальної за ціною, розмірами та енергоспоживанням переносної системи спостереження за навколишнім середовищем і взаємодії з довкіллям на базі УВЧ РЧІД – технології.

Основна частина. УВЧ РЧІД-системи мають перевагу у стеженні за багатьма об'єктами на відстані. Ця особливість систем застосовується для забезпечення контролю користувачем за

оточенням. Проте, оскільки РЧІД мітки слугують для повсякденних взаємодій, система стикається з проблемою сингуляції – зчитуванням в даний момент особливої мітки з декількох.

На основі аналізу була розроблена система РЧІД в діапазоні УВЧ, що стежить за оточенням користувача, для забезпечення розуміння користувачем подій, які відбуваються поза його увагою. У такій системі рухається зчитувач всередині великої кількості міток. Цей підхід реалізується переносним РЧІД зчитувачем дальньої дії та РЧІД мітками з інтегрованими сенсорами для встановлення взаємодії між людиною та об'єктами і є протилежним до покладеного в основу раніше розроблених систем.

Система складається з трьох основних частин (рис. 1, а): РЧІД міток-маркерів (транспондерів), РЧІД зчитувача та мобільного телефону. Транспондер (мітка) – це УВЧ РЧІД імітатор із інтегрованим у нього сенсором та загальними властивостями мікрокомп'ютера.

Пасивні РЧІД мітки (транспондери) закріплюються нанерухомих об'єктах таких, як двері, підлога, шафи, столи, дошки тощо, здійснюючи маркування місця знаходження об'єкта. Такий підхід найбільше використовує переваги такого маркування, особливо коли маємо маленьку групу користувачів на великій площі. РЧІД мітки містять інформацію про місцезнаходження об'єкта або посилання на відповідну базу даних на сервері, яка і характеризує його статус. Розширення сітки охоплення системою навколишнього середовища здійснюється простим встановленням додаткових РЧІД міток.

З кожною міткою позиціонується унікальний ідентифікатор ІД відповідно до місцезнаходження об'єкта. У процесі взаємодії з РЧІД зчитувачем мітка посилає до нього статичний ІД та дані сенсору, що змінюються залежно від об'єкта.

У запропонованій системі користувач носить мобільний пристрій, який фіксує кожний оточуючий об'єкт, що містить РЧІД мітку. Подібно радару, система створює поле, що знаходить будь-який об'єкт із РЧІД міткою, яка потрапляє в його діапазон. Діапазон поля може бути встановлений за бажанням користувача. Система генерує відповідний сигнал у разі, якщо РЧІД мітка покривається цим полем або виходить за його межі. Система відстежує всі РЧІД мітки в межах сферичного поля і вирішує, в якому об'єкті користувач зацікавлений більш за все відповідно до рейтингу міток. Кожний вмонтований в об'єкти навколишнього середовища РЧІД чіп (мітка) є чутливим до тих факторів, що найкращим чином зображують статус цього об'єкта.

У зв'язку з впливом тіла користувача сигнал, випромінюваний антеною зчитувача, спотворюється та послаблюється. Таким чином поле, створюване навколо користувача, не має форму ідеальної сфери, і не центрується навколо антени.

Швидкість опитування міток залежить найбільше від того, як часто РЧІД зчитувач їх опитує. Теоретично, цеможестановити 500 зчитувань за секунду. Проте, слід зазначити, що канал зв'язку між зчитувачем і мобільним телефоном та процеси візуалізації спричиняють додаткову затримку.

Зчитувач легко виявляє РЧІД мітки на будівлях, у кімнатах та меблях і використовує дані для знаходження місця користувача на мапі, надаючи можливість локального розпізнавання. Також зчитувач здатен визначити, що користувач несе з собою, які об'єкти користувач зустрічає, що користувач залишив позаду, на якому стільці користувач сидів тощо.

Положення зчитувача та розміщення мобільного телефону не впливає на характеристики зчитування міток. У контрольованому середовищі зчитувач може зчитати мітки на відстані до 1,8 метра.

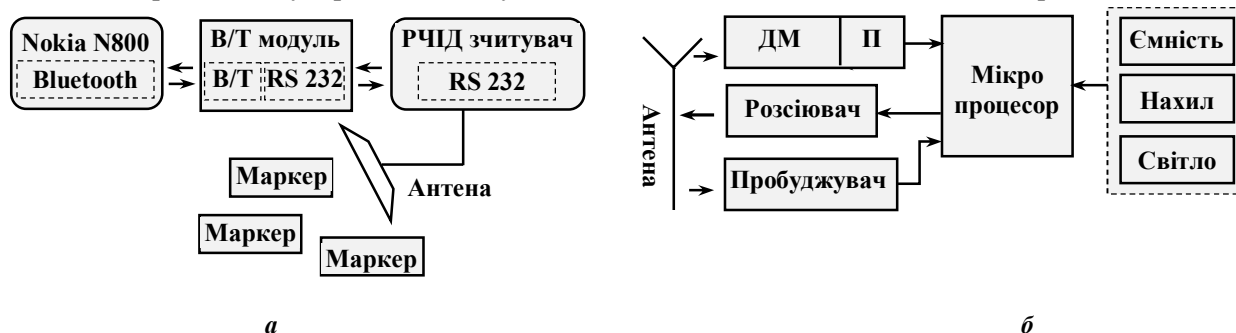


Рис. 1. Структурна схема системи УВЧ радіочастотної ідентифікації (а) та мітки-маркера з вбудованими сенсорами (б).

Тоді як технології типу WiFi та Bluetooth на разі інтегровані в кишенькові пристрої, зокрема, мобільному телефоні, то потреба в компактному УВЧ РЧІД зчитувачі є нагальним питанням. Хоча мобільні телефони нового покоління з вбудованим РЧІД зчитувачем вже існують на ринку, але через їх ціну, пропонується система з використанням зовнішнього РЧІД зчитувача, зв'язаного з

мобільним комп'ютером. Вибір відповідного за розміром і енергоспоживанням мобільного РЧІДзчитувача в діапазоні УВЧ на ринку не дуже великий. Тому рекомендовано обрати модель Mercury 4e, що забезпечує відповідну зону зчитування та незначне енергоспоживання.

Дані між мобільним телефоном та РЧІД зчитувачем передаються каналом Bluetooth, а від РЧІД зчитувача до В/Т модуля через інтерфейс RS232. Зв'язок між міткою-маркером та зчитувачем здійснюється відповідно до ефективного щодо енергоспоживання протоколу EPCC1G1, що ґрунтується на амплітудній модуляції. Дані від маркера до зчитувача, а потім до Bluetooth модуля передаються через інтерфейс RS232. Мобільний телефон на зразок NokiaN800 отримує дані з модуля Bluetooth і запам'ятовує ідентифікатори (ІД) маркерів.

Структурна схема маркера з сенсором зображена на рис. 1, б. Складовими маркера є такі компоненти: мікропроцесор (наприклад, Atmega88V), антена, демодулятор ДМ, підсилювач сигналу П, блок зворотного розсіювання (розсіювач), пробуджувач, сенсори (фоторезистори, ємнісні, куту нахилу), батарея на зразок CR2032. Atmega88V - це 8-бітний мікропроцесор, який працює в діапазоні від 4 МГц/1,8 В до 20 МГц/3,3В.

Зазначимо, що на активну зону РЧІДсистеми впливають такі фактори: передавальна потужність зчитувача, ефективність антени зчитувача, ефективність антени маркера, потужність активації мітки та чутливість зчитувача до сигналу РЧІД мітки.

Антену РЧІДмітки-маркера виконує важливу роль у визначенні зчитувальної зони РЧІДсистеми. Взагалі поведінка антени пропорційна її розміру. Тому для малих значень частоти потрібно застосовувати антени великих розмірів. Оскільки мітка-маркер запропонованої системи розрахована на частоту 916 МГц УВЧдіапазону, то розміри її антени є невеликими і обмежуються одиницями сантиметрів. Конструктивно – це радіальна всюди спрямована антена.

Блок зворотного розсіювання (розсіювач) за керуючим сигналом від мікропроцесора встановлює або розриває зв'язок між антеною та землею. На вхід демодулятора ДМ від РЧІД зчитувача поступає носійний сигнал з частотою 902-928 МГц.

Мікропроцесор Atmega88V має бути запрограмований таким чином, щоб імітувати роботу протоколу EPCC1G1, відповідно до якого за сигналом РЧІД зчитувача формуються дані про оточуючі користувача об'єкти.

Різноманітні чутливі властивості міток забезпечуються відповідними сенсорами: фоторезистором - для виявлення наявності світла, сенсором кута нахилу - для визначення певного напрямку мітки відповідно до сили гравітації (сенсор відкритий або закритий залежно від того, якою стороною сенсор повернутий до землі), ємнісний сенсор - для вимірювання зміни ємності між двома точками (передавальною пластиною та землею).

Сценарій взаємодії користувача з об'єктом із використанням розробленої системи складається з трьох рівнів (рис. 2). Перший рівень – межі знаходження об'єкта. У цьому разі об'єкт розміщується на допустимій для зчитувача відстані (близько 1,8 м).

Другий рівень – це рівень дотику: торкання до об'єкта або його тримання вказує на те, що користувач зацікавлений в об'єкті найбільше.

Проте система не здатна визначити об'єкт зацікавленості користувача у разі декількох об'єктів, наприклад, якщо користувач тримає декілька книг. У цьому разі знання статусу об'єктів (наприклад, відкрита книга чи ні) допоможе системі це з'ясувати.

Третій рівень маємо, коли користувач взаємодіє з об'єктом, змінюючи його статус.

Наведемо деякі загальні концепції застосування міток-маркерів із сенсорами щодо звичайних повсякденних об'єктів. Наприклад мітка, вмонтована в плакат, зчитує зміну ємності між двома виводами і корегує дані сенсора, що додаються до незмінного ідентифікатора. Інший шлях визначення дотику - це використання фоторезистора. Коли палець користувача покриває фоторезистор, мітка відчує зміну напруги і зафіксує це як подію. У випадку з книгою зміна опору фоторезистора (на кожній сторінці розміщується свій фоторезистор) відбувається під дією світла, що проходить через отвір у сторінках. Чутлива мітка модулює свій ІД, вказуючи які сторінки відкриті.

Одержавши ІД та дані від сенсора, мобільний телефон відразу відкриває веб-сторінку, з якою пов'язується статичний ІД, що містить інформацію щодо теми плаката або змісту сторінки, пов'язаної з книгою. Таким чином, користувачі можуть вибрати інформацію, до якої вони

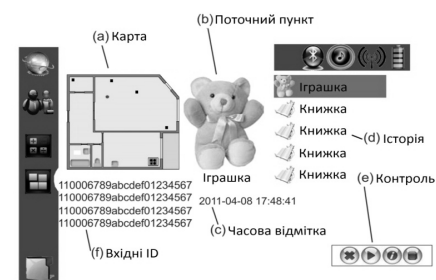


Рис. 3. Візуалізація даних в РЧІД системі

хочуть отримати доступ, маніпулюванням фізичними об'єктами, а не вибираючи її з екрану.

Інший приклад. Фоторезистор захоплює промінь світла, що потрапляє в коробку і вказує, чи є коробка відкритою чи ні, датчик нахилу визначає, чи є вікно у вертикальному положенні, а емнісні сенсори, розміщені на стінках коробки, виявляють чи тримає користувач коробку.

Для візуалізації системи був використаний мобільний дисплей Nokia N800. На дисплеї відображається (див. рис. 3): місце розташування обраного об'єкта – (а); зображення об'єкта – (b); дата та час, коли цей об'єкт був виявлений, – (с); перелік об'єктів – (d); кнопки керування – (e); ІД міток – (f). Ці параметри оновлюються у реальному часі, коли мобільний телефон отримує список ІД міток від РЧІД зчитувача. Кнопки керування дають змогу встановлювати початок та кінець роботи системи, обирати типи РЧІД міток, що мають скануватися.

Висновки. Запропонована концепція та розроблена система забезпечує користувачам можливість надання переваги певним об'єктам, пошук об'єктів в середині приміщення, маркування місцезнаходження знайдених об'єктів, запис щоденної діяльності, доступ до інформації через фізичну взаємодію.

Перевагою описаної системи є те, що вона підтримує взаємодію одного користувача з багатьма об'єктами. Замість розгортання РЧІД зчитувачів, що відстежують користувачів, навпаки користувачі носять мобільні зчитувальні РЧІД-пристрої для сканування свого середовища.

Концепція є актуальною і на її основі можна розвинути багато інших сценаріїв так званого "Інтернету речей". Реалізація концепції в системах разом із технологіями аудіовізуального перетворення та тактильними дисплеями буде особливо корисною для людей з обмеженими можливостями. Але потрібне подальше вдосконалення характеристик апаратної частини і дослідження з більшою кількістю об'єктів із РЧІД мітками.

Список використаних джерел

1. LookTell.Beta <<http://www.looktel.com/>>
2. Tactile Display Corporation <<http://www.tactiledisplay.com/>>
3. The vOICE Learning Edition software for Microsoft Windows: *Augmented Reality for the Totally Blind*[Reference: 02.04.10.] <<http://www.seeingwithsound.com/>>
4. *An RFID-based Orientation System for People With Blindness*[Reference: 02.04.10.]<<http://talkingpoints.eecs.umich.edu/>>
5. S. Willis and S. Helal. Rfid information grid for blind navigation and wayfinding. In Proceedings. Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers, 2005, pages 34–37, 2005.
6. Talking Signs, Inc.: *Talking signs infrared communication system.* <<http://www.talkingsigns.com/>>
7. K. Kamijo, N. Kamijo, and M. Sakamoto, "Electronic clipping system with invisible barcodes," *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia*, Santa Barbara, CA, USA: ACM, 2006, pp. 753-762.
8. ASchmidt, H.W. Gellersen, and C. Merz, "Enabling implicit human computer interaction: a wearable RFID-tagreader," *Wearable Computers, 2000. The Fourth International Symposium on*, 2000, pp. 193-194.
9. K.P. Fishkin, M. Philipose, and A. Rea, "Hands-on RFID: Wireless wearables for detecting use of objects," *ISWC 2005*, 2005, p. 38 43.
10. K. Finkenzerler, *RFID handbook: radio-frequency identification fundamentals and applications*, John Wiley & Sons, 2000.
11. J. Gemmell et al., "Passive capture and ensuing issues for a personal lifetime store," *Proceedings of the the 1st ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences*, New York, New York, USA: ACM, 2004, pp. 48-55.
12. D. Merrill and P. Maes, "Invisible Media: Attention-sensitive informational augmentation for physical objects," *Seventh International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 05)*, 2005.
13. J.R. Smith et al., "RFID-based techniques for human-activity detection," *Communications of the ACM*, vol. 48, 2005, pp. 39-44.
14. Feldman et al., "ReachMedia: On-the-move interaction with everyday objects," *ISWC 05. 9th International Symposium on Wearable Computing*
15. "NFC Forum" <<http://www.nfc-forum.org/home>>
16. D.A.G. Gatenby, "Galatea: Personalized Interaction with Augmented Objects," Sep. 2005; Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MAUSA.
17. E. Welbourne et al., "Challenges for Pervasive RFID-Based Infrastructures," *Proc 5th Ann. IEEE Int / Conf Pervasive Computing and Communications Workshops*, p. 388-394.