
Возможности системы RF-Capture по обнаружению живых объектов через препятствия

Панов Илья Владимирович,
Сутько Татьяна Александровна,
Шувалов Роман Игоревич

Студенты Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ,
Россия, Красноярск,
E-mail: antonov-co@mail.ru

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные принципы работы системы RF-Capture. Рассмотрены результаты работы системы, а также дана статистика точности определения объектов. Приведен научный эксперимент.

Ключевые слова: RF-Capture, антенная решетка, радиочастоты.

В данной статье рассматривается RF-Capture, система, которая способна обнаруживать живые объекты, в том числе и человека, сквозь различные препятствия, т.е. передает данные о расположении объекта, который находится в невидимой зоне. RF-Capture отслеживает позиции конечностей и частей тела человека, даже когда человек полностью закрыт от его датчика и делает это без размещения каких – либо маркеров (различных типов датчиков, включая инерционные, инфракрасные, радиочастотные, акустические или сверхзвуковые) на теле человека [1, с. 550]. Разработка RF-Capture основана на открытиях в области беспроводных технологий, которые показали, что определенные радиочастотные (RF) сигналы могут пронизывать стены и отражаться от человеческого тела, допуская обнаружение человеческого движения сквозь стены. В отличие от предыдущих систем, которые обнаруживали человеческое тело как точку, RF-Capture передает информацию о положении различных конечностей человеческого тела. В ходе эксперимента система смогла различить 15 человек с точностью в 90%.

Системы-предшественники работают на принципах, подобных радару или гидролокатору, на низких мощностях [2, с. 56]. Проблема в использовании радиоволн заключается в том, что не все части тела отражают сигнал назад к датчикам. Конечности, да и тело в целом, нельзя назвать идеальными отражателями, так как они имеют неправильную форму, следовательно, могут отклонить сигнал далеко от датчиков, а не назад к ним. В разный момент времени радиочастотные датчики получают сигналы от различных частей человеческого тела и испытывают недостаток в информации, не понимая, какая часть тела отражает сигнал назад в этот момент [3, с. 7]. Чтобы решить данную проблему, предыдущие системы, которые использовали радарные методы для восстановления образа человеческого тела, требовали окружения человека очень большой антенной решеткой, которая получала отражения от частей тела, подобно голографическим системам в аэропортах.

При использовании RF-Capture мы ограничиваемся компактной антенной решеткой, которая находится в углу комнаты, как датчик-приемник, и получает фигуру человека за стеной, что показано на рисунке 1.

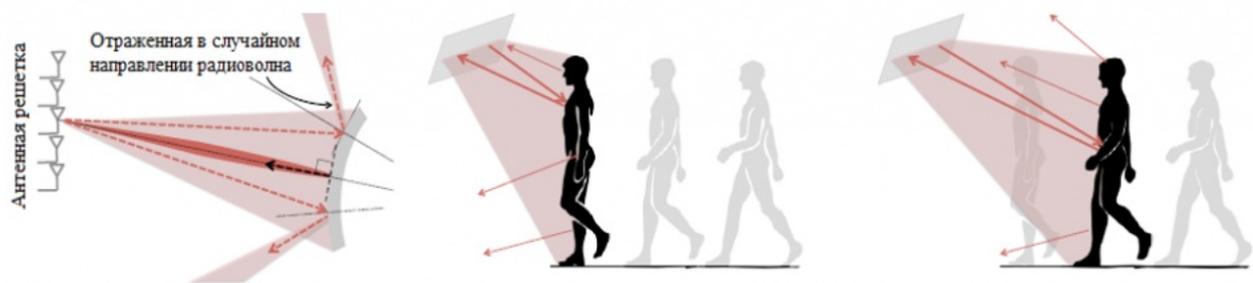


Рисунок 1 – Направление распространение электромагнитных волн, отраженных живого объекта

У RF-Capture есть два основных алгоритмических компонента. Первый компонент: алгоритм, который полностью сканирует 3D пространство и, обнаруживая радиочастотные отражения разных человеческих конечностей, генерирует 3D снимки этих отражений. Второй компонент использует тот факт, что из-за человеческого движения в разный момент времени части тела находятся в разных положениях. Таким образом этот компонент представляет алгоритм, идентифицирующий части человеческого тела по радиочастотным снимкам на протяжении всего времени и сшивающий многократные снимки вместе, чтобы получить человека в целом.

RF-Capture состоит из Т-образной антенной решетки. Вертикальный сегмент «Т» состоит из передающих антенн, горизонтальный сегмент состоит из, принимающих антенн. Общий размер антенной решетки равняется 60 на 18 см, которая работает в диапазоне частот между 5,46 ГГц и 7,24 ГГц. Преимущество работы в таком относительно низком диапазоне в том, что радиоволны преодолевают стены без существенного ослабления и искажения. Программное обеспечение, с помощью которого реализуется работа RF-Capture относительно не требовательно, для корректной работы требуется: операционная система Ubuntu 14.04, с процессором intel core i7, 32 ГБ оперативной памяти и графический процессор Nvidia Quadro K4200.

Для того, чтобы оценить производительность RF-Capture, разработчиками системы было отобрано 15 человек, в возрасте 21-58 лет, в весовой категории 53-93 кг и ростом 157-187 см. Для чистоты эксперимента участники носили повседневную одежду. Эксперименты выполнены в офисном здании – стандартные бетонные стены, с металлическим каркасом. Помимо участников эксперимента в офисе так же находилась мебель, включая столы, стулья, диваны и компьютеры. Антенны RF-Capture, были размещены позади стены, на высоте двух метров от пола. Для базового сравнения полученных данных так же был использован Kinect, который установлен в зоне видимости объекта [4, с. 21]. Результаты хода эксперимента приведены на рисунке 2.

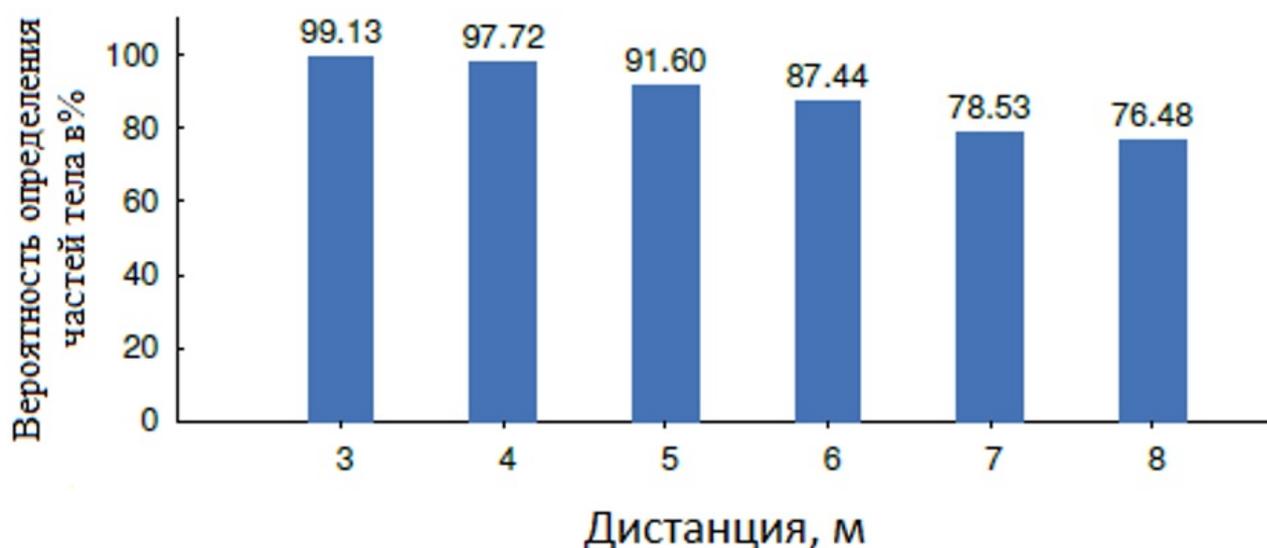


Рисунок 2 – Показатели точности, достигнутые в ходе эксперимента

Таким образом были рассмотрены лишь основные принципы работы системы RF-Capture. Приведены значения точности определения, полученные в ходе практического эксперимента. В ходе исследования не обнаружено достоверных данных о более высоких показателях точности и достоверности определения живых объектов за преградой, чем в анализируемой системе. Согласно приведённым данным можно сделать вывод, что RF-Capture является одной из лучших и самых перспективных систем в своем роде.

Как подчеркнули разработчики, существует вероятность использования RF-Capture в шпионаже, что подталкивает приступить к созданию устройства, способного противодействовать разработанной ими технологии. Кроме того, нельзя отбрасывать и пользу, которую можно извлечь от проделанной работы, ведь данная система может оказать неоценимую помощь при спасении людей, из-под обломков, после крушения зданий, а также при освобождении заложников, захваченных злоумышленниками.

Литература

1. Ye, M., Wang, H., Real-time human pose and shape estimation for virtual try-on using a single commodity depth camera. IEEE transactions on visualization and computer graphics, 2014.
2. Shotton, J., Sharp, T., Real-time human pose recognition in parts from single depth images. Communications of the ACM, 2013.
3. Depatla, S., Buckland, L., X-ray vision with only wifi power measurements using rytov wave models. IEEE Transactions on Vehicular Technology, special issue on Indoor Localization, Tracking, and Mapping, 2015.
4. Liu, D., Chen, X.,. Frequency-based 3d reconstruction of transparent and specular objects. In IEEE CVPR, 2014.