

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Савочкин Д.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Гимпилевич Ю.Б.
Севастопольский национальный технический университет, Украина
E-mail: sllord@mail.ru

Аннотация — Проведен анализ трех типов вероятностных методов пространственной локализации объектов с помощью систем радиочастотной идентификации. Приведены достоинства рассмотренных методов.

1. Введение

Существует потребность в бесконтактной пространственной локализации объектов, необходимой при отслеживании товаров в магазинах, персонала на предприятиях и в других областях. Известны системы на базе технологии *Radio frequency identification (RFID)*, позволяющие проводить локализацию объектов в пространстве по уровням ответного сигнала (*RSS*) от *RFID*-меток, размещаемых на объектах локализации. Важным вопросом является выбор метода обработки информации с целью локализации объектов (метода локализации). В работе проводится анализ вероятностных методов локализации, позволяющих проводить оценку местоположения как движущихся, так и неподвижных объектов.

2. Основная часть

Вероятностные методы пространственной локализации объектов, в отличие от детерминированных, учитывают неопределенность измерений, по которым производится оценка местоположения объекта.

Рассмотрим метод, базирующийся на поиске максимума условной плотности вероятности $P(I|RSS)$ нахождения искомого объекта в точке с координатами I при измеренном значении RSS . При нахождении максимума функции $P(I|RSS)$ оценкой местоположения объекта считается соответствующее максимуму местоположение I . Функцию $P(I|RSS)$ в одномерном пространстве в первом приближении можно задать в виде нормального закона распределения, где среднеквадратическое отклонение (СКО) определяется опытным путем, а математическому ожиданию соответствует некоторое расстояние, которое может быть найдено из выражения [1]

$$RSS = A + B \lg(d),$$

где A и B — константы, которые определяются экспериментально; d — дальность от антенны до метки.

Для нахождения условной плотности вероятности при использовании нескольких антенн производится перемножение функций $P(I|RSS_i)$ для каждой i -й антенны и ищется максимум полученной функции.

Описанный метод в отличие от классического метода трилатерации позволяет получить однозначную оценку местоположения даже при наличии шумовых составляющих в измеренных значениях RSS .

Существует группа вероятностных методов, отличительной чертой которых является проведение фазы предварительного анализа области локализации для сбора информации о величинах RSS . Для этого область делится на сетку из M ячеек, в каждой m -й из которых N раз производится измерение RSS для каждой k -й из K антенн, то есть формируется таблица массивов, состоящих из N значений RSS . Далее строится $M \times K$ плотностей вероятностей $P_{m,k}(RSS)$ распределения RSS для каждой m, k -й ячейки таблицы [2]:

$$P_{m,k}(RSS) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F(RSS, O_{m,k,n}),$$

где $O_{m,k,n}$ — величина RSS n -го элемента массива m, k -й ячейки таблицы; $F(RSS, O_{m,k,n})$ — ядерная функция, которая часто задается гауссовской:

$$F(RSS, O_{m,k,n}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(RSS - O_{m,k,n})^2}{2\sigma^2}\right),$$

где σ — СКО, которое выбирается опытным путем.

В рабочей фазе для локализации искомого объекта рассчитываются значения функции правдоподобия L нахождения объекта в m -й ячейке сетки:

$$L_m(R) = \prod_{k=1}^K P_{m,k}(R_k),$$

где R — массив измеренных значений RSS K антенн.

Ячейка сетки с максимальным правдоподобием считается оценкой местоположения объекта.

Благодаря проведению фазы предварительного анализа области локализации в рассмотренном методе повышается точность локализации в сравнении с методами, построенными лишь на теоретических моделях распространения сигналов.

Третья группа вероятностных методов локализации использует для оценки местоположения объектов рекурсивные фильтры. Наиболее эффективными в плане точности считаются фильтры Калмана и фильтры частиц [3], учитывающие местоположение объекта, определенное на прошлых итерациях.

3. Заключение

На основании обзора вероятностных методов локализации объектов в пространстве с помощью *RFID*-систем проведен анализ трех типов методов локализации и приведены их основные достоинства.

4. Список литературы

- [1] Zamanillo J.M. Path-loss model for UHF bands IV and V / J.M. Zamanillo, C.P. Vega, B. Cobo // Proc. of conference on simulation, modeling and optimization. — Santander, 2008. — P.337—339.
- [2] Teemu R. A probabilistic approach to WLAN user location estimation / R. Teemu [et al.] // International Journal of Wireless Information Networks. — 2002. — Vol. 9, No 3. — P. 155 — 164.
- [3] Daum F. Nonlinear filters: beyond the Kalman filter / F. Daum // Aerospace and Electronic Systems Magazine. — 2005. — Vol. 20, No 8. — P. 57 — 69.

ANALYSIS OF PROBABILISTIC OBJECT LOCALIZATION METHODS FOR RADIO- FREQUENCY IDENTIFICATION SYSTEMS

Savochkin D.A.

Scientific adviser: Gimpilevich Yu.B.
Sevastopol National Technical University, Ukraine

Abstract — The analysis of probabilistic object localization methods using radio-frequency identification systems is performed and main advantages of these methods are presented.