

Оценка точности позиционирования в сети nanoLOC

Evaluation of positioning accuracy in the nanoLOC network

Ключевые слова: симметричное двустороннее двухступенчатое измерение расстояния – symmetric double sided two way ranging; точность позиционирования – positioning accuracy; беспроводные локальные сети – wireless local area network; nanoLOC – nanoLOC.

В настоящей статье рассматривается экспериментальная оценка точности позиционирования в сети nanoLOC. Определен критерий оценки точности нахождения местоположения метки на основе значений двух координат и проведен краткий анализ полученных результатов.

This article discusses an experimental estimate of the positioning accuracy in the nanoLOC network. Defined a criterion for positioning accuracy of the tag location based on the values of two coordinates and was held brief analysis of the results.

В настоящее время увеличение спроса пользователей на расширение спектра предоставляемых услуг побуждает операторов связи реализовывать все новые и новые технологии. Услуга определение местоположения (позиционирования) широко распространена благодаря использованию глобальных спутниковых навигационных систем (GNSS), таких как GPS и ГЛОНАСС. Однако применение спутниковых систем ограничено необходимым условием прямой видимости, это не позволяет использовать их для определения местоположения объектов находящихся внутри здания, туннелей из-за поглощения стенами энергии сигнала и многолучевого характера распространения сигнала. Для работы внутри помещений могут быть использованы беспроводные широкополосные сети абонентского доступа (WLAN). Использование широкополосных сетей обусловлено тем, что ошибка в определении местоположения объекта в таких сетях обратно пропорциональна ширине полосы используемого сигнала.

Выбор сети nanoLOC обусловлен рядом преимуществ, а именно использование метода симметричного двустороннего двухступенчатого изме-

ВОЛГУШЕВ / VOLGUSHEV D.

Дмитрий Борисович

(volgushev@loniis.org)
старший инженер,
Санкт-Петербургский филиал «Ленинградское
отделение центрального научно-исследовательского
института связи»,
Санкт-Петербург

АГАФОНОВ / AGAFONOV S.

Сергей Юрьевич

(agich_9@mail.ru)
аспирант,
Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург

рения расстояний (SDS-TWR - Symmetric Double Sided Two Way Ranging) и ЛЧМ (линейно-частотная модуляция) сигналов с шириной полосы 80 МГц. Данная технология является одним из методов расширения спектра и позволяет повысить помехоустойчивость при воздействии узкополосных помех.

Метод SDS-TWR является разновидностью метода TOF (Time Of Flight – время распространения сигнала), при этом проводится два симметричных цикла измерений (рисунок 1). Первый инициируется радиоузлом 1, второй радиоузлом 2. После завершения измерений вычисляется среднее значение времени распространения. Скорость распространения радиоволн известна и равна скорости света, следовательно, можно вычислить расстояние между радиоузлами 1 и 2. Измерив расстояния от мобильного объекта до четырех контрольных точек с известными координатами, можно однозначно определить его местоположение в трехмерном пространстве.

Для изучения возможности применения системы nanoLOC для задач позиционирования был проведен ряд экспериментов. Целью проведения экспериментов является оценка точности определения координат метки. Введение критерия оценки точности определения местоположения метки на основе значений двух координат.

При проведении экспериментов использовался пакет разработчика nanoPAN 5375 Development Kit в состав, которого входит 6 отладочных плат.

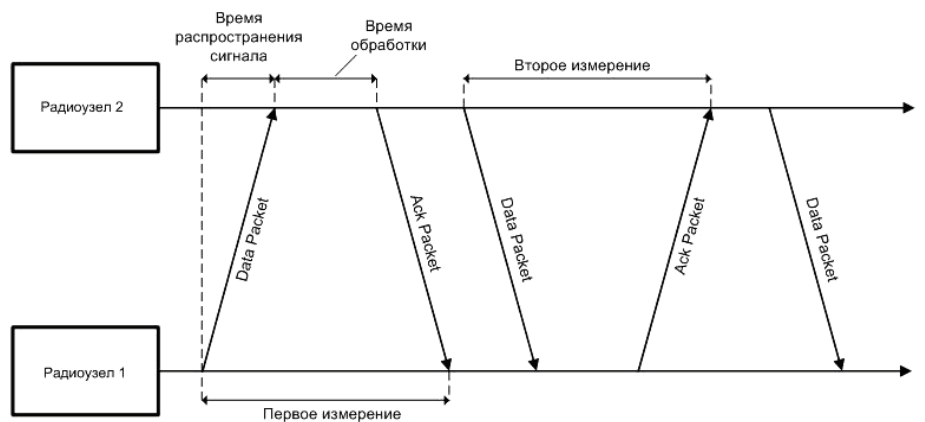


Рис. 1. Работа метода SDS-TWR

Таблица 1.

Результаты эксперимента

	Положение	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Истинные значения	Координата x, м	0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	2,5
	Координата y, м	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
Измерения	Координата x, м	0,8	1,32	2,37	0,63	1,53	2,79	0,77	1,67	2,38
	Координата y, м	0,76	0,89	0,91	1,31	1,64	1,34	2,37	2,13	2,24

Четыре платы должны быть запрограммированы для работы в качестве опорных точек, одна в качестве метки и одна в качестве базовой станции. В качестве средства для отображения результатов измерений использовалась программа nanoLOC Location Demo GUI из состава ПО пакета разработчика.

В данном эксперименте один из модулей, работающий в режиме базовой станции, подключается к компьютеру с программным обеспечением nanoLOC Location Demo GUI. Четыре опорные точки расположены в углах квадрата со стороной 3 м. Опорной точке 1 (Anchor 1) присваиваются координаты (0,0). Метка поочередно располагалась в 9 точках с координатами, представленными в таблице 1 (данные координаты рассматриваются как истинные). В каждой точке метка

находилась по 25 секунд с частотой измерений 10 раз в секунду. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Для оценки точности определения положения мобильного объекта введем величину MD (Mean Distance), которая определяется как среднее значение расстояния между действительным и вычисленным значением:

$$MD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2},$$

где x_0 и y_0 – истинные координаты объекта, x_i и y_i – измеренные значения координат, n – количество измерений. В таблице 2 приведены значения величины MD для всех измеренных точек.

Таблица 2

Значение величины MD

Положение	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MD, м	0,39	0,43	0,43	0,26	0,16	0,35	0,3	0,43	0,33
Среднее значение MD _{ср} =0,34 м									

Процесс вычисления координат можно разделить на три этапа:

- измерение времени распространения сигнала методом SDS-TWR;
- вычисление расстояния между меткой и опорными точками;
- вычисление координат метки по известным расстояниям.

Необходимо определить какая погрешность вносится на каждом из этапов.

На третьем этапе вычисление координат происходит по определенному алгоритму. В идеальном случае окружности с радиусами равными измеренные расстояния пересекаются в одной точке, что определяет положение метки. В реальном случае образуется некоторая область нахождения метки. Величина ошибки, вносимой на данном этапе, определяется алгоритмом расчета.

Точность вычисления расстояния по известному значению задержки определяется используемым значением скорости света, которое может отличаться от значения при проведении эксперимента. Учитывая это и величину измеряемых расстояний, можно сказать, что на данном этапе вычисление происходит с внесением малой величины ошибки.

На этапе измерения временной задержки распространения сигнала можно выделить некоторые причины возникновения ошибок. А именно, наличие многолучевости при распространении сигнала и зависимость отклонения измерений временной задержки от эффективной ширины полосы сигнала и отношения сигнал шум. Аппаратная часть, обеспечивающая измерение всех временных задержек, так же вносит ошибку.

Исходя из представленных результатов, можно сделать вывод, что полученная точность позиционирования позволяет использовать сеть nanoLOC для широкого круга задач, в частности определения местоположения человека. Для повышения точности целесообразно применять программные алгоритмы способные учесть явление многолуче-

вости и отсутствие прямой видимости между меткой и опорной точкой, методы оценки результатов измерений, способы оптимизации методов измерений. Применение интегральной сети, например объединяющей систему GPS и сеть nanoLOC, позволит получить безразрывную услугу позиционирования и устранить снижение точности определения местоположения внутри зданий.

Литература

1. Мещевикин А. П., Галов А.С., Волков А.С. Точность расчета локации в беспроводных сетях датчиков стандарта nanoLOC // Информационные технологии. -2012. N9, с. 37-41.
2. Real Time Location Systems (RTLС). Nanotron Technologies GmbH, Berlin, Germany, White paper NA-06-0248-0391-1.02, Apr. 2007.