

Рис. 5. Вид целевой функции

Спад $U(\mu)$ при малых значениях μ объясняется ростом стоимости системы $O(\mu)$ при низком качестве обслуживания в (4). При дальнейшем увеличении μ происходит рост качества обслуживания, что ведет к росту $U(\mu)$. После достижения максимального значения, увеличение μ не приводит к ощутимому росту качества обслуживания, в то время как ощутимо растет стоимость системы, что приводит к снижению $U(\mu)$.

Для нахождения максимального значения $U(\mu)$ был использован численный метод. Для приведенного примера, был получен результат $\max_{\mu}(U(\mu)) = 5,11$ при $\mu = 37,50$ сообщений/с.

Вывод

Предложенная модель оптимизации производительности серверов, реализующих функции управления позволяет найти оптимальное значение производительности с учетом стоимости обслуживания, доходов оператора от обслуживания абонентского трафика и расходов, обусловленных снижением качества обслуживания вызовов.

Литература

1. Кутбитдинов С.Ш., Исаев Р.И. Критерии оптимальности функционально-структурной организации управляющей системы цифрового коммутационного узла. Доклады и тезисы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития связи и информационных технологий Узбекистана», Ташкент, 11-12 мая, 2005. – С. 33-34.
2. Кутбитдинов С.Ш. Об одной модели цифрового функционально-структурной организации управляющей системы коммутационного узла // Инфокоммуникации: Сети-Технологии-Решения. №1, 2009. – С. 8-12.
3. Кучерявый А.Е., Парамонов А.И., Кучерявый Е.А. Сети связи общего пользования. Тенденции развития и методы расчета. М.: ФГУП ЦНИИС, 2008. – 296 с.
4. Recommendation Y.1540. IP packet transfer and availability performance parameters. ITU-T, 2002.
5. Rajagopal N., Devetsikiotis M. Modeling and Optimization for the Design of IMS Networks. Proceedings of the 39th Annual Simulation Symposium (ANSS'06), 2006.
6. RFC 3261 SIP: Session Initiation Protocol. June 2002.
7. Recommendation Y.1541. Network performance objectives for IP-based services. ITU-T, 2006.
8. Recommendation E. 721. ASDN Traffic Engineering. ITU-T, 1999.
9. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. М. Машиностроение, 1979. – 431 с.

УДК 621.395.8

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ СТАНЦИИ ПО УРОВНЯМ СИГНАЛОВ ОТ ТРЕХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ В СЕТЯХ GSM

Штанько Н.Н.

В статье предлагается методика определения местоположения, позволяющая добиться высокой точности позиционирования, используя параметры, измеряемые любым телефоном стандарта GSM и доступные для приложений SIM Tool Kit, то есть не требующие модификации ни телефонов, ни оборудования и ПО сети связи. К таким параметрам относятся уровень принимаемой мощности обслуживающей базовой станции (БС) и мощности трех соседних БС.

Постановка задачи

Инфраструктура современного города оказывает существенное влияние на условия распространения радиоволн. Препятствиями могут быть как естественные элементы инфраструктуры города (неровности рельефа местности, деревья), так и искусственные (здания, мачты, башни, транспорт и т.д.). Представляется актуальным нахождение зависимости уровня сигнала от рас-

стояния в районах с довольно плотной городской застройкой, так как эта зависимость может стать основой для разработки методики определения координат мобильной станции (МС).

Методика определения местоположения (МС) состоит из двух частей:

- расчета координат МС по уровням сигналов от трех ближайших БС;
- экспериментального нахождения статистической зависимости уровня сигнала от расстояния и оценки погрешности.

Расчет координат МС

Методика нахождения координат МС показана на рис. 1, где (x_1, y_1) – координаты БС1, (x_2, y_2) – координаты БС2 и (x_3, y_3) – координаты БС3, (x, y) – координаты МС.

Чтобы получить координаты МС достаточно двух прямых, образованных точками пересечения окружностей.

Запишем уравнения окружностей:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = R_1^2;$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = R_2^2;$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = R_3^2,$$

где $R_1; R_2; R_3$ – расстояния от МС до БС1; БС2; БС3 соответственно.

Если вычтем из уравнения окружности БС1 уравнение окружности БС2, то получим уравнение прямой А, проходящей через точки пересечения БС1 и БС2. Аналогично для прямой В.

Запишем уравнения прямой А и В:

$$\begin{cases} -2xx_1 + xx_2 + x_1^2 - x_2^2 - 2yy_1 + 2yy_2 + y_1^2 - y_2^2 = R_1^2 - R_2^2, \\ -2xx_1 + xx_3 + x_1^2 - x_3^2 - 2yy_1 + 2yy_3 + y_1^2 - y_3^2 = R_1^2 - R_3^2. \end{cases} \quad (1)$$

Решая систему уравнений (1), получим координаты МС:

$$\begin{cases} y = \frac{(-x_1 + x_2)(R_1^2 - R_3^2 - x_1^2 + x_3^2 - y_1^2 + y_3^2) - (R_1^2 - R_2^2 - x_1^2 + x_2^2 - y_1^2 + y_2^2)(-x_1 + x_3)}{(-x_1 + x_3)(2y_1 - 2y_2) + (-x_1 + x_2)(2y_1 - 2y_3)}, \\ x = \frac{R_1^2 - R_2^2 - x_1^2 + x_2^2 + 2yy_1 - 2yy_2 - y_1^2 + y_2^2}{-2x_1 + 2x_2}. \end{cases} \quad (2)$$

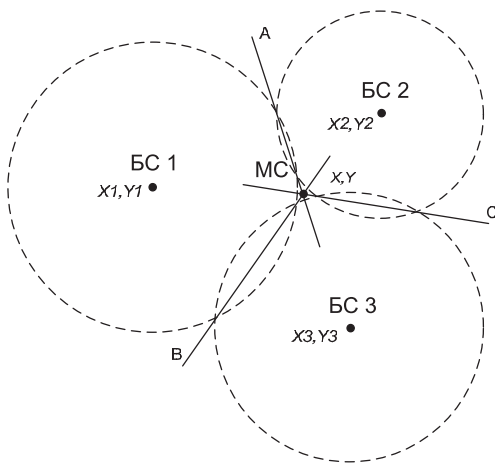


Рис. 1. Методика определение координат МС

Для нахождения R_{1-3} необходимо найти статистическую зависимость уровня сигнала от расстояния.

Вывод статистической зависимости

Для расчета статистической зависимости было сделано порядка 150 измерений для GSM-900 и GSM-1800 в пределах городской застройки. В каждой точке производилось три измерения с интервалом по времени 5 с. Это необходимо для получения

усредненных данных, так как в одной точке уровень сигнала колеблется в диапазоне 8 dB/m. В качестве измерительного комплекса использовалась МС Nokia 6210, с активизированной функцией Net-monitor [3], который позволяет выводить на дисплей МС служебную информацию широкоэвещательного канала, а именно уровни приема сигналов в dB/m. В итоге была выведена следующая зависимость (см. рис. 2).

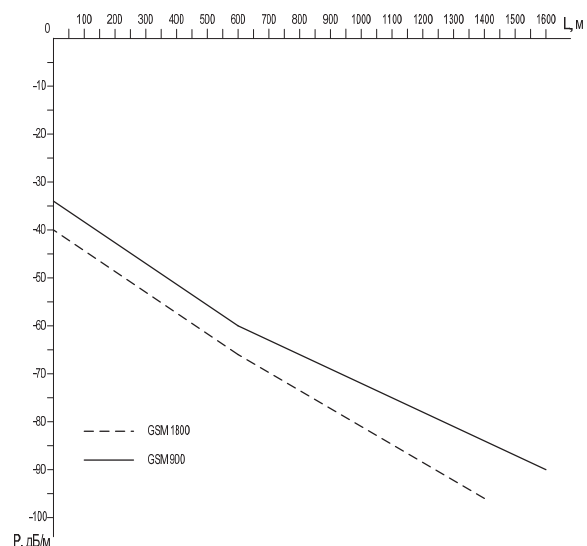


Рис. 2. Зависимость уровня сигнала от расстояния в GSM-900; 1800

Из рис. 2 видно, что зависимости для GSM-900 и GSM-1800 почти линейны, следовательно, их можно задать через уравнения прямых:

$$\begin{aligned} & \text{- для GSM-900: } R = -21,82P - 742,13; \\ & \text{- для GSM-1800: } R = -19,605P - 742,05; \end{aligned} \quad (3)$$

где P – уровень сигнала dB/m.

С помощью зависимости (3) можно определить R_1 ; R_2 ; R_3 и, подставив полученные значения в (2), получить координаты МС.

Оценка погрешности

С помощью найденной зависимости можно относительно точно определить расстояние от МС до БС. Определим погрешность данного метода определения расстояния МС – БС. Для определения погрешности было сделано 150 измерений. Затем по электронной карте определено расстояние L_1 , по графику (рис. 2) – расстояние L_2 . Тогда абсолютная погрешность $\Delta L = |L_1 - L_2|$, м. Относительная погрешность $\delta = \Delta L / L_1$.

Обработка статистических данных показала, что максимальная относительная погрешность составила 44%. В 12% случаев погрешность составила более 40% при расстоянии 150-200 м. В 16% случаев погрешность составила 20-40% при расстоянии 200-650 м, в остальных случаях по-

грешность составила менее 20% при расстоянии 650-1000 м.

Заключение

Предложенный метод сотового позиционирования позволяет достигать высоких показателей точности в различных условиях. Техническая реализация данного метода отличается от реализации метода Cell ID [1,2] лишь в деталях, сопоставима с ним по стоимости, в то же время значительно превосходя в точности. Таким образом, данный метод может служить экономически эффективной основой широкомасштабного развития услуг на базе определения местоположения.

Литература

1. Громаков Ю.А., Северин А.В., Шевцов В.А. Технологии определения местоположения в GSM и UMTS. М.: Эко-Трендз, 2005. – 144 с.
2. Штанько Н.Н. Методика определения местоположения абонента в сетях GSM. // Докл. 9-й МНТК «Цифровая обработка сигналов и ее применение» (DSPA-2007). Москва, 2007. – С.171-173.
3. GSM Rec. 05.08. Digital Cellular Communications Systems. Radio Subsystem Link Control. ETSI.

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

УДК 621.396.93:681.7.068

СТРУКТУРНАЯ МИНИМИЗАЦИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Куревин В.В., Морозов О.Г., Просвирина В.П., Салихов А.М., Смирнов А.С.

В статье излагается методический подход к обоснованию структурной минимизации волоконно-оптических сенсорных сетей для инструментального мониторинга районов дислокации экологически и промышленно опасных веществ. Рассмотрена общая постановка задачи и предложены методы и методики для ее решения, основанные на двухчастотных и двухволновых методах зондирования волоконно-оптических датчиков на базе решеток Брэгга.

Введение

Основной задачей инструментального мониторинга районов дислокации экологически и промышленно опасных веществ (ЭПОВ) является обнаружение и регистрация источников экологических нагрузок, находящихся в пределах указанных районов и непосредственной бли-

зости от них [1]. Всегда следует рассматривать структурированную экологическую систему, в которой важны как возможное влияние объекта мониторинга на экологическую обстановку региона, так и влияние внешних угроз (террористических, техногенных, природных и т.д.) на экологическую обстановку объекта, который является составным элементом окружающей природной среды (ОПС). В связи с этим физический уровень сетей мониторинга (СМ) должен содержать датчики параметров состояния ОПС, условий хранения ЭПОВ (температура, влажность, давление и т.д.), сигнализации (возгорание, запыленность и т.п.), охраны периметра и т.д.

Последнее десятилетие основные претензии на лидерство в области построения СМ принадлежат беспроводным и волоконно-оптическим