

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ В СЕТЯХ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ (UMTS)

Сети UMTS представили совершенно новую радиотехнологию, обеспечивающую высокую скорость передачи данных для всеобщего применения, основанную на широкополосном многостанционном доступе с кодовым разделением каналов WCDMA. Развитие таких сетей открывает новую эпоху в распространении мультимедиа услуг. Одним из ключевых сервисов для оказания этих услуг является определение местоположения мобильного абонента.

В настоящее время только три метода определения местоположения полностью стандартизованы комитетом 3GPP для сетей UMTS:

- метод на основе идентификатора соты Cell ID;
- метод наблюдаемой разности времени прохождения сигнала в паузах нисходящего канала OTDOA-IPDL;
- метод на основе спутниковой навигационной системы А-GPS;

При позиционировании по идентификатору соты информационный параметр Cell ID фиксированной длины (2 байта) сопоставляется с зоной обслуживания определенной базовой станции.

Поскольку площадь покрытия соты изменяется в зависимости от характеристик радиоканала и стратегии планирования радиосети, выбранной оператором, то метод Cell ID имеет значительные погрешности (от сотен метров до десятков километров).

В методе позиционирования по наблюдаемой разнице времени распространения сигнала в паузах нисходящего канала OTDOA-IPDL неизвестное положение терминала оценивается по результатам обработки измерений разницы во времени прохождения сигналов между терминалом и, по меньшей мере, тремя БС с известными координатами (TDOA).

Если имеется более двух значений TDOA, то положение мобильного терминала мобильного терминала может быть вычислено как среднеквадратическое расстояние до терминала на гиперболе:

$$D_1 - D_3 = c \cdot \Delta t = \sqrt{(X_i - x_m)^2 + (Y_i - y_m)^2 + (Z_i - z_m)^2},$$

где D_i – расстояние от мобильного телефона до соседних базовых станций; c – скорость света; Δt – разница времени прохождения сигнала TDOA от соседних базовых станций; X_i , Y_i и Z_i – координаты соседних базовых станций; x_m , y_m , z_m – координаты мобильного терминала.

Но в сетях UMTS измерение разницы в наблюдаемом времени прибытия TDOA является не очень простой задачей, так как в некоторых случаях проведения измерений оборудованием пользователя UE контрольных сигналов нисходящих каналов может оказаться недостаточно. Это может случиться, когда оборудование UE расположено так близко к обслуживающей базовой станции, что ее приемник блокируется мощным сигналом передатчика БС (эффект слухового подавления).

Чтобы уменьшить проблему слухового подавления, обслуживающие базовые станции должны останавливать передачу на короткие периоды времени. Этот метод называется методом паузы нисходящего канала (IPDL). Оборудование UE может измерить сигналы соседних базовых станций в паузах передачи обслуживающей его базовой станции.

Точность метода OTDOA-IPDL изменяется от десятков метров в сельских районах до 300 и более метров в условиях плотной городской застройки, где значительное влияние на точность оказывает явление многолучевого распространения сигналов.

Стандарты 3GPP (3G Partnership Project), разработанные объединением по разработке стандартов мобильной связи третьего поколения, предусматривают использование в сетях GSM и UMTS методов позиционирования на основе GPS. Существует два метода позиционирования с использованием системы GPS: самим оборудованием пользователя UE (UE-based) и с его помощью (UE-assisted). Разница между ними заключается в том, где фактически производится вычисление местоположения.

В первом случае, пользовательское оборудование UE содержит полный приемник GPS, производящий вычисление координат. Во втором случае, пользовательское оборудование UE может также принимать из сети дополнительные данные GPS, при этом все вычисления производятся сетью. Точность расчётов может составлять от 5 до 50 метров.

В результате анализа методов определения местоположения в сетях UMTS для дальнейших исследований выбраны методы, которые не требуют изменений и дополнений в абонентских устройствах, что приводит к удорожанию этих устройств и зачастую неприемлемо для ряда применений.

Поскольку погрешность метода Cell ID очень велика, то для более точного определения координат абонента этот метод предлагается объединять с методом позиционирования, основанном на определении времени полного (кругового) обращения сигнала от базовой до абонентской станции и обратно (RTT).

Параметр RTT представляет собой время между началом передачи фрейма по выделенному физическому каналу вниз и началом получения соответствующего фрейма из канала вверх. Основываясь на этой информации, расстояние от БС до UE может быть рассчитано посредством использования подходящей модели распространения радиоволн. Местоположение UE может быть вычислено с достаточно высокой точностью при использовании множественных измерений RTT, которые производятся для осуществления процедуры мягкого хэндовера.

В UMTS измерения RTT даже с разрешающей способностью 1 чип дают точность определения местоположения 80м. В настоящее время методы избыточной дискретизации позволяют обеспечить разрешение 1/16 чипа, что дает точность определения местоположения 5м. При этом основными факторами, влияющими на точность определения местоположения, становятся, главным образом, эффекты, связанные с распространением радиоволн.

Основной задачей дальнейшего исследования методов определения местоположения мобильных абонентов в сетях UMTS является экспериментальная проверка ожидаемой точности метода Cell ID + RTT в реальных условиях городской и сельской местности при различном числе видимых базовых станций и различных параметрах передающих антенн.