

5. Висновок

Процес формалізації місії програми є відправною точкою у процесі розробки програми розвитку, але не слід забувати про те, що він є дуже складним і тому потребує значної уваги зі сторони керівництва комунальним підприємством.

Коректно сформульована місія програми здатна значно спростити процес налагодження відносин із стейкхолдерами, покращити ефективність самої програми, а також підвищити якість процесу управління розвитком комунальним підприємством, та як наслідок підвищити ефективність діяльності самого підприємства а цілому.

Література

1. Економіка міського господарства [Текст] : Навч. посібник./ за ред. Т.П. Юр'євої. – Х. : ХДАМГ, 2002. – 750 с.
2. Экономика, организация и планирование водопроводно-канализационного хозяйства [Текст] : учебник для техникумов / Розенберг С.В. и др. - М. : Стройиздат, 1972.-240 с.
3. Руководство по управлению инновационными проектами и программами [Текст] : пер. на рус. язык под ред. С. Д. Бушуева; – К.: Наук. Світ, 2009. - 173 с.
4. Старостіна А.Ю. Використання інноваційних систем управління при формуванні програми розвитку систем енергоспоживання підприємств комунальної сфери [Текст] // Комунальне господарство міст: Науч.-техн. збір. Вип.95. – К.: Техніка, 2010. – С.292-295.
5. Сухонос М.К. Основы управления сообществом программы энергосбережения на коммунальном предприятии [Текст] / М.К.Сухонос, А. Ю. Старостина //Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010.- №3(73). – С.32-35.

Наведені результати експериментальних вимірювань, які дозволяють зробити висновки щодо ефективності використання деяких методів визначення місцезнаходження абонентів в мережі стільникового зв'язку стандарту GSM.

Ключові слова: GSM, позиціонування, TA, Cell ID

Приведены результаты экспериментальных измерений, которые позволяют сделать выводы об эффективности некоторых методов определения местоположения абонентов в сети сотовой связи стандарта GSM

Ключевые слова: GSM, позиционирование, TA, Cell ID

There are represented results of experimental measurements that allow to make conclusion about efficiency of using different methods to define location of mobiles in GSM networks

Key words: GSM, location, TA, Cell ID

1. Вступ

Наше дослідження мало на меті визначити найбільш ефективний метод для позиціонування мобільних абонентів, який дозволяє отримати найкращі результати при використанні існуючих можливостей стільникових мереж.

ПОЗИЦІОНУВАННЯ АБОНЕНТІВ В GSM МЕРЕЖІ

УДК 621.396.969.3

О.І. Бибка

Старший викладач

Кафедра «Мережі зв'язку»

Харківський національний університет радіоелектроніки
пр. Леніна, 14, г. Харків, Україна, 61166

E-mail: bbk@kture.kharkov.ua

О.В. Дерев'я

Інженер радіочастотного планування

ТОВ «Нетплан»

E-mail: oleksandr.dereiev@gmail.com

Техніка дослідження базувалась на аналізі сигналів, прийнятих від базової станції і геометричних розрахунках для отримання даних про місцезнаходження абонента.

2. Способи позиціонування в мережах GSM

Мобільний телефон в ввімкненому стані завжди „слідкує“ за найближчими базовими станціями, при цьому він приймає сигнали від однієї (най-

більш сильної станції) і постійно відслідковує рівень сигналів ще від декількох. При будь-якому спілкуванні з мережею (дзвінок, SMS) телефон встановлює в більшості випадків зв'язок з найсильнішою за рівнем сигналу станцією. Зазвичай ця станція є найближчою.

Відстань від телефону до найближчої станції залежить від щільності розташування базових станцій. В великому місті це зазвичай не більше 400 метрів. В обласному центрі - до кілометра. В сільській місцевості та по трасах до 15-20 км. MSC (комутатор мобільного зв'язку) при кожному спілкуванні з мережею визначає і зберігає в журналі (CDR) серійний номер телефону і номер стільника Cell ID в якому знаходився термінал. Таким чином, в стандартній GSM мережі можливо визначити місцезнаходження абонента з точністю до стільника, що дає точність в великому місті максимум 200-400 метрів. В місті обласного значення похибка до кілометра. В сільській місцевості 15-20 км.

Деякі виробники GSM обладнання надають комутаторам мобільного зв'язку можливість визначати місцезнаходження абонента не тільки по номеру стільника, але й уточнювати його за критерієм дальності знаходження абонента від поточної базової станції. Так як технологія GSM використовує частотно-часове розділення каналів, існує можливість визначити відстань знаходження абонента від базової станції з точністю 550 метрів, використовуючи параметр TA (Time Advanced). В цьому випадку місцезнаходження абонента визначається окружністю з шириною смуги 550 метрів. Якщо абонент переміщується по місцевості, то, відслідковуючи параметри Cell ID і TA, можливо визначити напрямлення його руху, особливо на великих шляхах і автомагістралях.

Згідно прийнятої класифікації, засоби мобільного позиціонування (ЗМП) діляться на два основних типи:

- системи, для функціонування яких необхідна доробка або заміна абонентських пристроїв;
- системи, що працюють із звичайними мобільними терміналами (системи позиціонування всередині стільникової мережі).

В першому випадку потрібні або нова SIM-карта, або новий апарат (можливо, і те і інше). В другому випадку ніяких змін апаратної частини мобільного терміналу не знадобиться, а необхідно лише змінити програмну частину, таким чином, всі витрати на розгортання системи несе оператор мережі.

Позиціонування по Cell ID (CI) – це одна з найпростіших і дешевих технологій, так як вона вже закладена в стандарт GSM. Під час ведення розмови, для обміну інформацією з мережею мобільна станція зв'язується з сектором (стільником). Завдяки унікальності кожного стільника і знаючи його місцезнаходження, можна вчислити місцезнаходження мобільного телефону. Точність даного метода залежить від радіуса дії стільника, а тому он є придатним в центрі міста або в місцевості з щільно розташованими стільниками. За містом, на шосе даний метод є практично некорисним. Однак його можна використовувати для грубого позиціонування, коли велика точність не потрібна. Даний метод не потре-

бує додаткових оновлень ані мережі, ані мобільних терміналів, ані апаратної ані програмної частини, оскільки вся інформація зберігається в готовому вигляді в журналі CDR.

Для більш точного позиціонування можна використовувати метод CI+TA від одного стільника, але все одно, він не забезпечує велику точність, хоча може використовуватись для визначення напрямлення руху на автомагістралях. Даний метод передбачає додавання сервера на стороні оператора для підрахунку і стеження за змінами даних, отриманих з мережі (CI і TA параметри).

Метод CI+TA від декількох сусідніх стільників може дати нам ділянку місцевості, де може знаходитись абонент (діаметр окружності до 550 метрів). Даний метод потребує незначного оновлення програмного забезпечення на стороні оператора, так як в стандарті GSM параметр TA вимірюється від однієї БС, а даний метод потребує вимірювання параметра TA від декількох сусідніх БС. Також необхідно мати сервер для обробки даних вимірювань та розрахунку області місцезнаходження абонента.

Метод часу отримання (Time of Arrival - TOA) схожий з технологією супутникової навігації GPS і базується на вимірюванні затримки в зсуві фрейму при проходженні сигналу від базової станції до телефону (який в свою чергу є показником, що визначає відстань до базових станцій). Щоб визначити координати необхідно, як мінімум „три одночасних пеленги“ (замірів відстані) до різних базових станцій, обладнаних LMU (Location Measurement Unit). В ідеалі більш точні координати можливо отримати при вимірюванні часу проходження сигналу до чотирьох - п'яти базових станцій. Всі розрахунки виконує обладнання, яке встановлюється у оператора (використовуючи алгоритми триангуляції), при цьому, оскільки мова йде про різницю в мікросекунди в отриманні сигналів, гостро стає питання синхронізації всіх LMU (наприклад, використовуючи сигнали GPS). Ініціювати процес визначення місцезнаходження може як сам користувач, так і оператор. Звісно, такий метод неминуче збільшуватиме навантаження на службові канали мережі в момент запиту координат.

Блок LMU повинен працювати по принципу блока вимірювання TA, але розраховувати час проходження сигналу набагато точніше, ніж з кроком 3,69 мкс, як при вимірюванні TA. В даному випадку при такій великій точності також необхідно враховувати час реакції телефону на прийнятий ним сигнал (час від приходу сигналу до відправки відгуку). При урахуванні всіх цих деталей можна домогтись дуже високої точності вимірювань.

Метод різності часу (Enhanced Observed Time Difference (EOTD), TDoA) має в основі схожі принципи, що і TOA, тільки вимірювання виконуються до двох - трьох найближчих LMU і вимірюється різниця часу затримки сигналів. В подальшому ця різниця конвертується в відстань від мобільного телефону до двох конкретних базових станцій. В систему обробки даних вводяться точні координати базових станцій, і подальші розрахунки не є складними. По деяким оцінкам точність такого метода навіть перевищує метод TOA. Особливість метода EOTD полягає в не-

обхідності інтеграції в мобільному терміналі модуля розрахунків. Ринок пропонує деякі популярні моделі терміналів з підтримкою EOTD: Siemens A56, Nokia 3650, 7610, 6610, Samsung S100, Sony Ericsson T610 та ін.

Також є можливим варіант без інтеграції в телефони модуля розрахунків. Для цього необхідно знати точний час прибуття сигналу на кожну базову станцію, а все решту розрахує сервер на стороні оператора і видасть готовий результат.

Найбільш реальним для оператора є використання системи CI (в містах з щільним розташуванням базових станцій), CI+TA від декількох БТС (на шосе, автомагістралях, місцевості з віддаленням базових станцій одна від одної на декілька кілометрів), тому що обидва методи практично не потребують затрат на впровадження і забезпечують прийнятну точність. Для більш розвинених операторів краще ставити системи ToA або TDoA, так як вони дають найкращу точність. Реалізація часових методів для розрахунків місцезнаходження можлива тільки з урахуванням затримок при переключенні між стільниками тому, що телефон одночасно не може працювати на декількох частотах в стандартному виконанні. Оскільки нам потрібні часові значення від декількох БТС, переключення між стільниками не уникнути.

3. Експериментальні дослідження

Для перевірки наведених припущень були проведені експериментальні вимірювання точності визначення параметра TA в різних умовах.

Спочатку були проведені вимірювання в місті з щільною забудовою будівлями. Результати вимірювань показані на рис. 1.

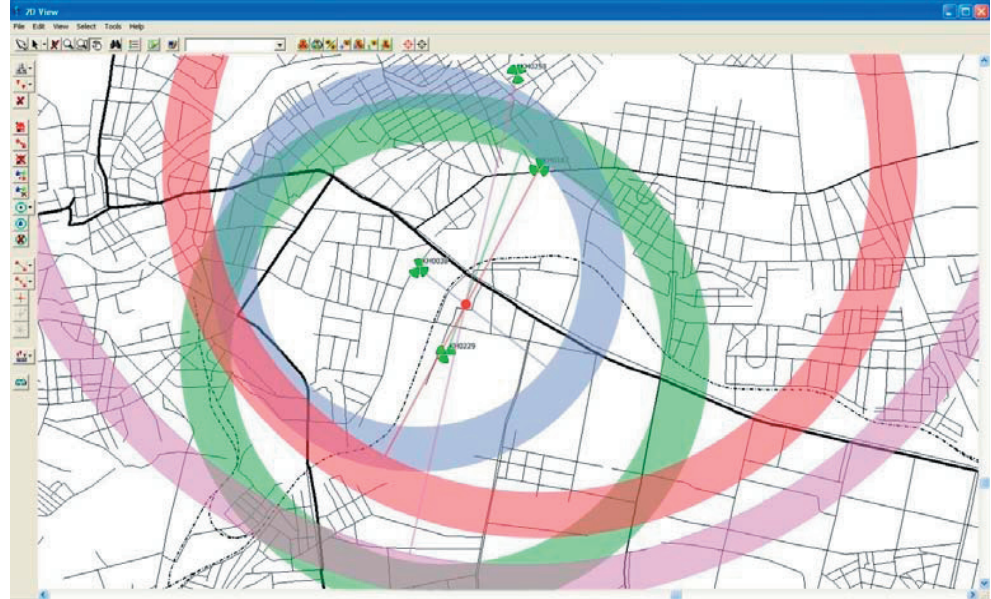


Рис. 1. Результати вимірювань в умовах міста

Вимірювання проводились від базових станцій КН0038, КН0167, КН0229 і КН0253. Отримані наступні дані: КН0038 TA = 3, КН0167 TA = 6, КН0229 TA = 4, КН0253 TA = 9. Потім дані результати були нанесені на карту вулиць.

Як видно з рис. 1, дані параметри TA не дозволяють визначити місцезнаходження абонента в умовах щільної забудови (точка, в якій виконувались вимірювання, на рисунку показана красним кольором). Як вже говорилося вище, можна використовувати метод CellID (визначення місцезнаходження за ім'ям стільника). Знаючи ім'я стільника і його зону обслуговування, можна визначити місцезнаходження абонента з точністю 100-300 метрів (саме такий серед-

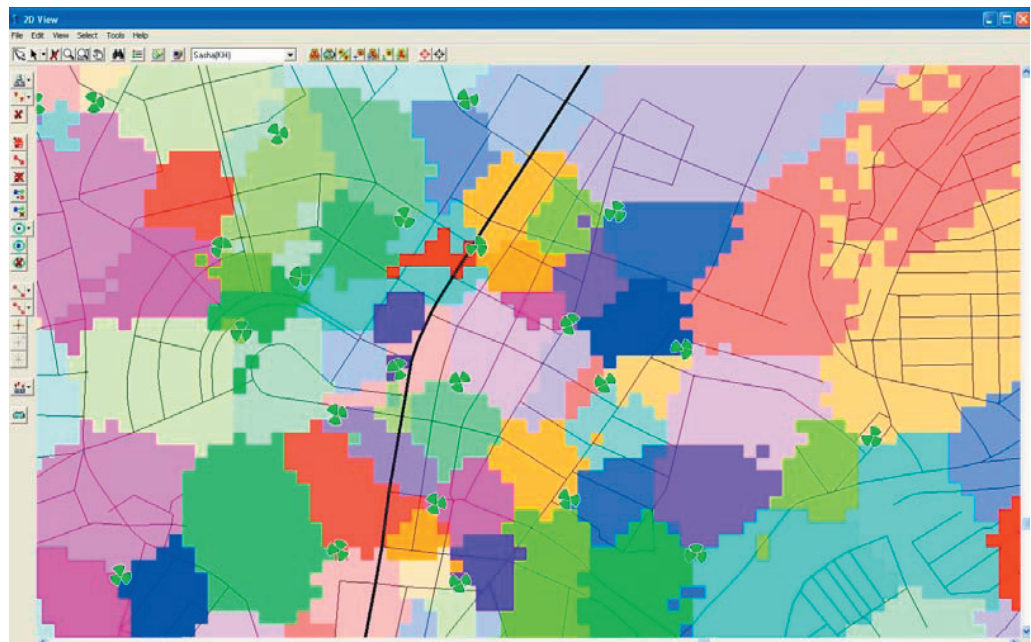


Рис. 2. Зони обслуговування стільників

ній радіус стільника в межах міста). Але для даного метода потрібно дуже ретельне планування мережі (частотне планування з мінімумом інтерференцій, правильно виставлені кути нахилу антен и т. і.) щоб границі стільників були чіткими для більш точного визначення місцезнаходження абонентів.

На рис. 2 показані реальні зони обслуговування стільників.

Кожен колір – це зона обслуговування одного стільника. Рисунок був зроблений на основі передбачених програмою рівнів сигналу. Обслуговувати дану точку буде той

стільник, сигнал від якого буде найбільшим. Можна помітити неоднорідності зон обслуговування мережі, що погано впливає на точність визначення місцезнаходження абонента по методу CellID. До моменту впровадження даної технології можна провести глобальну оптимізацію існуючої мережі, що дозволить покращити якість визначення місцезнаходження. Враховуючи те, що мережа розширюється з кожним днем, середній радіус стільника може бути зменшеним, що дасть змогу підвищити точність визначення.

Також проводились вимірювання за межами міста. Результати показані на рис. 3.

Як можна бачити на рис. 3, на відкритому просторі метод визначення по TA дає гарні результати. Вимірювання параметра TA проводились на чотирьох BTS: PO2529 TA = 12, PO9007 TA = 23, PO9009 TA = 28, PO0104 TA = 42. Відповідно даних вимірювань були побудовані можливі точки місцезнаходження абонента у вигляді кілець від кожної BTS, і в точці перетину даних кілець знаходилась експериментальна мобільна станція. Алгоритмом розрахунку місцезнаходження є стандартний алгоритм триангуляції.

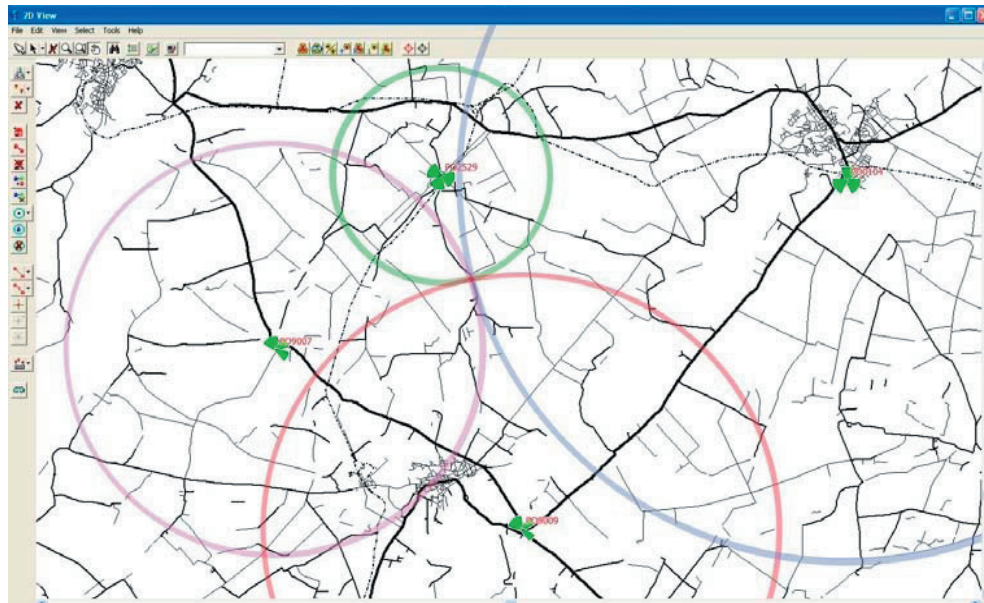


Рис. 3. Результати вимірювань за межами міста

Запит про визначення місцезнаходження може виконувати як сам абонент, так и оператор. В замських умовах при поступленні запиту, мобільна станція повинна перейти в режим розмови (інформація про параметр TA в режимі очікування не передається) і примусово зробити мінімум 2 хендовери для отримання параметра TA від 3-х станцій для подальшого визначення місцезнаходження абонента. Це збільшить навантаження на службові канали мережі, але без цього не обійтись.

В міських умовах мобільній станції не потрібно переходити в режим розмови, оскільки мобільна станція отримує інформацію про параметр CGI (Cell Global Identity), який містить інформацію про MCC (Mobile Country Code), MNC (Mobile Network Code), LAC (Location Area Code) і CI (Cell Identity). По CI можливо визначити місцезнаходження абонента.

4. Висновки

Для замських умов кращі результати дає метод з використанням TA, для міських умов краще метод з використанням Cell ID.

Література

1. Frederic Gustaffson, Frederic Gunnarson, Positioning using time-difference of arrival measurements.
2. Gordon L. Stuber, James J. Caffery, Radiolocation Techniques, CRC Press LLC, 1999.
3. Muhammad Aatique, Evaluation of TDOA techniques for position location in CDMA systems.