

ОСОБЕНОСТИ НА ТРАНСПОРТНИТЕ ПОЗИЦИОНИРАЩИ СИСТЕМИ В РЕЖИМ НА РЕАЛНО ВРЕМЕ

Светлин Стефанов, Емилия Димитрова
Svetlin.b@abv.bg, edimitrova@bitex.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
София, 1574, ул. "Гео Милев" 158,
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: Система за позициониране, RFID, RTLS, IPS, транспортни системи

Резюме: В доклада се анализирани основни технологии, които позволяват да се идентифицира и определи местоположението на даден обект, в режим на реално време, в определена локална област. Тези технологии е възможно да се разделят в три основни групи:

RFID - Radio Frequency IDentification - радиочестотна идентификация – системи за автоматична идентификация на обектите, в които посредством радиосигнал се четат или записват данни, съхраняващи се в транспондери или RFID-етикети;

RTLS - Real-time Locating Systems - система за позициониране в реално време – автоматизирана система, осигуряваща идентификация, определяне на координати, показване на карта местоположението на наблюдаваните обекти в определена територия. RTLS събира, обработва и съхранява информация за местонахождението и преместването на транспортни средства с цел мониторинг и сигнализация за отклоняване от маршрут, а така също и за анализиране на някои ситуации. RTLS се явява технология RFID от второ поколение;

IPS - Indoor Positioning System - вътрешна система за позициониране - система за локално позициониране в реално време, базирана на мобилни устройства (смартфони). Използването на такива системи е необходимо, защото все повече клиенти използват мобилни телефони за навигация и получаване на услуги, свързани с определяне на местоположението в режим на реално време.

Трите технологии са внедрени в съвременните средства за позициониране и допринасят за качествено определяне на местоположението на транспортните средства.

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на системи за позициониране на хора и обекти е една от актуалните области за подобряване на технологичните и бизнес процеси в широк спектър от дейности. Тези системи позволяват наблюдението на стационарни и подвижни обекти не само в транспорта, а и в сферата на услугите, здравеопазването, селското стопанство и много други различни отрасли на икономиката, където това е

необходимо. Голямото разнообразие от области на приложение и относителната новост на тези системи са базирани на различни технологии за позициониране.

СЪЩНОСТ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ

Системите за позициониране в реално време могат да бъдат класифицирани според вида на използваната технология [1-13]: в клетъчни мрежи; на Wi-Fi; на Ultra Wideband (UWB); чрез активни или пасивни радиочестотни идентификатори (RFID); чрез технологията "близко поле" NFC (Near Field Communication); чрез CSS и SDS-TWR или ZigBee мрежа и MEMS акселерометри. Могат да бъдат класифицирани три основни групи:

Радиочестотни технологии, на които се базират системите за автоматична идентификация на обектите RFID (Radio Frequency Identification - радиочестотна идентификация), в които посредством радиосигнал се четат или записват данни, съхраняващи се в така наречените транспондери или RFID – етикети [1].

Спутникови навигационни системи, обозначени като системи за позициониране в реално време RTLS (Real-time Locating Systems) – това са автоматизирани системи, осигуряващи идентификация, определяне на координати и показване на карта местоположението на наблюдаваните обекти в определена територия. RTLS събира, обработва и съхранява информация за местонахождението и придвижването на транспортни средства с цел мониторинг и сигнализация за отклоняване от маршрут, а така също и за анализиране на някои ситуации [2, 3]. RTLS се явява технология RFID от второ поколение.

Вътрешни системи за позициониране IPS (Indoor Positioning System), базирани на технологии за оптично (инфрачервено) или ултразвуково позициониране. Предназначени са за локално позициониране в реално време с малък периметър и в затворени пространства [4-6].

Предимствата на RTLS включват точност и ефективност за проследяване на желаните обекти. RTLS осигурява и някои допълнителни предимства, като подобряване на безопасността и сигурността на персонала, ефикасни и ефективни операции по логистична и верижна доставка и безпроблемна работа. Най-често срещаният пример за RTLS е GPS, който не работи на закрито и функцията за проследяване и локализация изчезва при встъпване в сграда, тунел, подземни пространства и др. Нивото на сигнала се влошава сериозно дори под големи корони на дървета и при значителна облачност.

Основните тенденции, към които се развиват системите за позициониране, са следните: решаване на проблема с електромагнитната съвместимост с други радио-електронни съоръжения, работещи в подобен честотен диапазон; разширяване на обхвата на предоставяните услуги; подобряване на потребителските характеристики в рамките на съществуващите технологии, както и създаване на системи, базирани на нови технологии с цел повишаване на икономическата ефективност [8-13].

Системите, получаващи сигнал, който е основния източник на информация, от големи разстояния, се влияят от грешки, натрупани при преноса (фиг. 1). Те внасят изкривявания в точното местоположение от порядъка на десетки метри. Ефемеридната грешка се поражда от неточности във фактическото положение на спътника и изчисленото. Тя е от порядъка 3 – 5 m. Незначителна грешка в часовниците на спътника води до значителни отклонения в позиционирането (за отстраняването ѝ земните станции непрекъснато следят и внасят корекции). Грешката от йоносферната рефракция се дължи на промяна в траекторията на сигнала и намаляване на скоростта му и е невъзможно да се компенсира изцяло с математически модели - тя внася най-голямата част от общата грешка в псевдоразстоянието (20-30 m през деня и 3-6 m през нощта). Грешката от тропосферната рефракция се поражда от изменението на плътността на

молекулите и намалява с увеличаване на височината. Влияе се и от влажността на въздуха и е около 5 m. Освен това се получава интерференция между отразения и пристигащия директно сигнал, което намалява нивото и влошава качеството на сигнала.

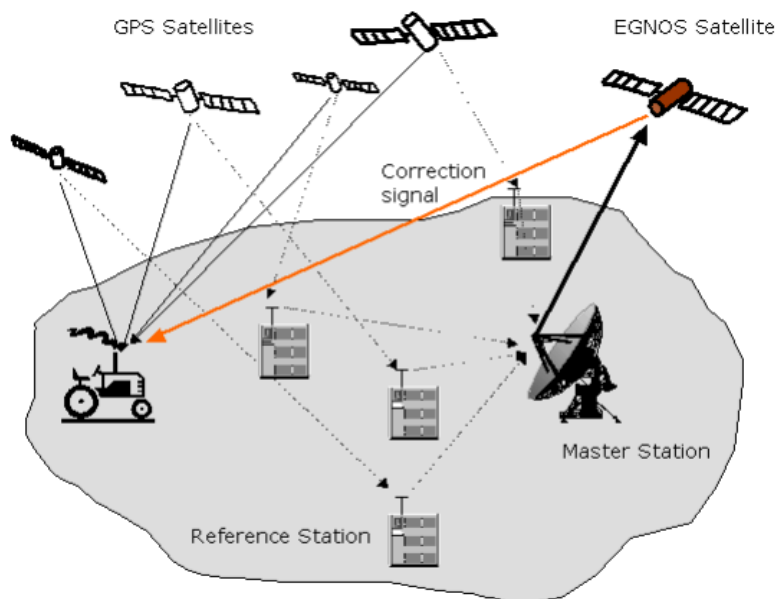


Фиг. 1 Основни грешки

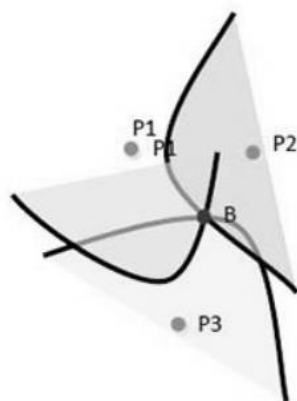
Постигането на задоволителна точност в резултатите в много случаи се осъществява с помощта на диференциални системи за позициониране, които са в помощ на основната система. При тях се използват базови наземни станции с известни координати, които изпращат коригираща информация до потребителите на навигационна информация.

Такава система за борба с изкривяванията е EGNOS. Примерна схема е показана на фиг. 2 [15]. Тя работи със сигнали на GPS и ГЛОНАСС. Има три спътника, разположени на определени точки в орбита, които излъчват сигнали подобни на GPS и заедно с навигационните съобщения се приемат от потребителите, което допълнително повишава точността. Наземният сегмент на EGNOS се състои от десетки станции, които непрекъснато следят за навигационните съобщения от спътниците. Изчисляват и коригират грешките и тази информация се зарежда в EGNOS сателитите, за да се предава на потребителите.

При RTLS системите за позициониране съществуват много методи за определяне на точното местоположение на потребителя, но основният е показан на фиг. 3 [14] - разлики във времето на пристигане на сигналите от различни референтни точки (РТ) - TDoA (Time Difference of Arrival). Потребителят „В“ комуникира поотделно с всяка една от референтните точки (P1, P2 и P3).



Фиг.2 Схема на EGNOS



Фиг. 3 TDoA с три видими референтни точки

Всяка от референтните точки калкулира времето на пристигане на сигнала от потребителя.

За да се изчисли точно разстоянието, трябва да се обменят съобщения два пъти между потребителя и референтните точки. Най-простото обяснение на определянето на местоположението е следното: РТ изпраща съобщение към потребителя и записва времето, когато съобщението е напуснало антената ѝ (t_1). Потребителят получава съобщението и изпраща обратно отговор. РТ записва времето, в което получава отговора (t_2). След това РТ изчислява времевата разлика T_r :

$$(1) \quad T_r = t_2 - t_1$$

След това РТ изчислява разстоянието по формулата:

$$(2) \quad d = c \cdot T_r / 2,$$

където „ c “ е скоростта на светлината.

В реално време съществува и закъснение от обработка на сигнала, предаван между РТ и потребителя. Чрез използването на методи, които компенсират това време на закъснение, се получава крайният израз [14]:

$$(3) \quad T_T = 2T_t + T_{TA},$$

където T_T е общото време, T_t е времето на пренасяне на сигнала, T_{TA} е времето на закъснение, нужно за определяне на разстоянието.

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СИСТЕМИТЕ ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ И ПРИЛОЖЕНИЕТО ИМ В ТРАНСПОРТА

Радиочестотната идентификация RFID и позиционирането в реално време RTLS са сравнително нови технологични области, но са динамично развиваща се индустрия с огромен потенциал. Основните доставчици на световния пазар са такива чуждестранни компании, като Cisco, GE Healthcare, Awarepoint, Aeroscout Decawave, Ecived, Loc8tor, Samsung, Axcoss International, Nanotron Technologies, Nokia, ZebraTechnologies Corporation, Ubisense, Skyhook Wireless, Mexens Technologies, Hewlett Packard, Syris Technology Group, EkaHau [8]. В момента в технологиите за позициониране инвестират такива големи корпорации, като Menlo Ventures, Greylock Partners, Star Ventures, Pitango, Cisco Systems, MobileAccess, Intel, Convergence Partners, Woodside Fund, Rustic Canyon Partners и Investor Growth Capital, Siemens и Cingular [8]. Съединените щати са лидерите в прилагането на новите технологии за радиочестотна идентификация [8].

В момента IPS намира широко промишлено приложение в компании като Google, Apple, Nokia и Microsoft.

Световният пазар на IPS и RTLS се увеличава ежегодно с една трета и този темп на растеж се очаква през следващите десет години. Въпреки рецесията и според прогнозите на чуждестранни изследователи ще продължи да расте [8].

Основните тенденции в развитието на пазара на услуги и оборудване на базата на технологиите IPS и RTLS са създаването на мобилни приложения, по-добра навигация и информационни услуги и подобряване на следящите устройства и идентификационните маркери [10].

Тенденцията за постепенна интеграция на технологиите IPS и RTLS ще доведе до подобряване на интелектуалните функции на двете системи и ще осигури по-голяма достъпност и всеобхватност на навигационните услуги [8]. Във връзка с прогнозите разпространението на RTLS технологията ще повиши изискванията към техническата инфраструктура. Всичко това създава възможност за разширяване на приложението на тези системи в транспорта:

- мониторинг на подвижни обекти и контролиране на съответния график за движение по зададения маршрут;
- автоматично извеждане на информация за отклонение от оперативния график или от маршрута и за местоположение на критични ситуации;
- контрол за идентификация на състоянието на обектите;
- намаляване на риска и минимизация на последствията от извънредни ситуации, произшествия, аварии и природни бедствия;
- откриване на потенциално опасни предмети;
- предоставяне на информация за обективен анализ на ситуациите и процесите (в т.ч. анализ на транспортните потоци, на маршрутите на движение и т.н.).

ИЗВОДИ

Широкото и бързо разпространение на позициониращите технологии, както и активният растеж в броя на приложенията и успешните им реализации, в дългосрочен план ще позволят изплащане на разходите по внедряване на системите в рамките на много кратък период от време. За успешното внедряване на технологии за позициониране в реално време в бъдеще е необходимо да се намаляват разходите за оборудване и да се разработват гъвкави решения в областта на оптимизацията на технологичната интеграция с информационната среда на предоставеното съоръжение.

Прогнозата за ефекта от развитието на системите за позициониране е в няколко аспекта: *научно-техническият ефект* се характеризира с възможността за създаване на нови методи за локализация и идентифициране на обекти в реално време, включително в космоса.

Социалният ефект се характеризира със степента на влияние на техническите разработки и развитието им в областта на транспорта върху безопасността, качеството на услугите, подобряване стандарта на живот, условията на труд и опазване на околната среда.

Икономическият ефект се изразява в намаляване на разходите вследствие развитието на научно-техническия напредък в областта на системите за позициониране и идентифициране в реално време, създаване на по-ефективна система, повишаване на производителността и т.н.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Cheng T., L. Jin, Analysis and Simulation of RFID Anti-collision Algorithms, School of Electronics and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, 2011
- [2] Real Time Location Systems, Clarinox Technologies Pty Ltd, 2009
- [3] Решение за промишлеността. RTLS - <http://www.rtlsnet.ru/solutions/solution/>
- [4] Curran K., E. Furey, T. Lunney, J. Santos, D. Woods, A. McCaughey, "An Evaluation of Indoor Location Determination Technologies". Journal of Location Based Services. 5 (2): 61–78. doi:10.1080/17489725.2011.562927, 2011

- [5] Qiu C., M. Mutka. "CRISP: cooperation among smartphones to improve indoor position information". *Wireless Networks* (Springer). doi:10.1007/s11276-016-1373-1, 2016
- [6] Chang N., R. Rashidzadeh, M. Ahmadi, "Robust indoor positioning using differential Wi-Fi access points". *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. 56 (3): 1860–7. doi:10.1109/tce.2010.5606338, 2010
- [7] Технологии идентификации и позиционирования в режиме реального времени. - <http://habrahabr.ru/post/157619/>
- [8] Перспективы развития IPS и RTLS систем - <http://www.idexpert.ru/reviews/6520>
- [9] RFID - Государство. Бизнес. ИТ, 2018, available at: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:RFID>
- [10] Технологии локального позиционирования и идентификации в режиме реального времени - foresight.ifmo.ru/
- [11] Нови решения на базата на RFID <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=8692>
- [12] RFID – мнения на руски специалисти <http://www.idexpert.ru/reviews/2382/>
- [13] Mobile Phone Indoor Positioning Systems (IPS) and Real Time Locating Systems (RTLS) 2014-2024 - <http://www.idtechex.com/research/reports/mobile-phone-indoor-positioning-systems-ips-and-real-time-locating-systems-rtls-2013-2023-000359.ja.asp>
- [14] <https://www.digikey.com/en/blog/real-time-location-system>
- [15] http://www.environmental-studies.de/Precision_Farming/EGNOS_WAAS__E/3E.html

FEATURES OF TRANSPORT POSITIONING SYSTEMS IN REAL TIME

Svetlin Stefanov, Emiliya Dimitrova
Svetlin.b@abv.bg, edimitrova@bitex.bg

Todor Kableshkov University of Transport – Sofia
158 Geo Milev Str., Sofia 1574,
BULGARIA

Key words: *Positioning System, RFID, RTLS, IPS, Transport Systems*

Abstract: *In the paper, basic technologies to identify and determine the location of an object in real-time mode in a particular area are analysed. These technologies can be divided into three main groups:*

RFID - Radio Frequency IDentification - RFID. These are systems for an automatic identification of objects in which data stored in the so-called transponders or RFID labels is read or recorded by means of a radio signal;

RTLS - Real-time Locating Systems - real-time positioning systems. This is an automated system providing identification, determining coordinations, map display of the locations of the monitored objects in a given territory. RTLS collects, processes and stores location and transport information for the purpose of monitoring and signaling for diversion from a route, as well as for analyzing some situations. RTLS is a second-generation RFID technology;

IPS - Indoor Positioning System - internal positioning system. These real-time local positioning systems are based on mobile devices (smartphones). The use of these systems is necessary because more and more customers are using mobile phones to navigate and receive real-time location services.

These three technologies are embedded in the contemporary positioning tools and contribute to the qualitative determination of the position of the vehicles.