

APPLICATION OF GIS AND GNSS IN NAVIGATION

Andreeva P., Dimova G., Andreev A.

Department Geography, Sout-West University, Blagoevgrad, Bulgaria, peti_and@abv.bg

*Department of Foreign Language Learning - Shumen / NMU "Vasil Levsky", Bulgaria,
geriandimova@gmail.com*

*Department Artillery and Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty -
Shumen / NMU "Vasil Levsky", Bulgaria, andreev_an@abv.bg*

Abstract: Терминът "навигация" е от латински произход и означава "плаване на кораб". С развитието на ГИС и ГНСС технологиите, които улесняват навигацията на корабите в океаните и моретата, с появата на авиацията, космическите технологии и усъвършенстването на сухоземния транспорт, терминът „навигация“ значително разширява обхвата на възможните интерпретации. Днес навигацията е процес, при който се контролира обект въз основа на неговите пространствени координати. Навигацията се състои от две процедури - това е пряк контрол на местоположението на обекта и изчисляването на оптималния път на движение на обекта.

Keywords: ГНСС, ГИС, навигация, GPS, GLONASS, GALILEO, Automatic Vehicle Location Systems.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГИС И ГНСС В НАВИГАЦИЯТА

Андреева П., Димова Г., Андреев А.

Въведение

Терминът "навигация" е от латински произход и означава "плаване на кораб". С развитието на ГИС и ГНСС технологиите, които улесняват навигацията на корабите в океаните и моретата, с появата на авиацията, космическите технологии и усъвършенстването на сухоземния транспорт, терминът „навигация“ значително разширява обхвата на възможните интерпретации. Днес навигацията е процес, при който се контролира обект въз основа на неговите пространствени координати. Навигацията се състои от две процедури - това е пряк контрол на местоположението на обекта и изчисляването на оптималния път на движение на обекта.

1. Класификация и структура на навигациите системи

Класификацията на навигацията е многообразна: автомобилна, авиационна, морска, космическа (сателитна), инерциалната и др. Някои от горните видове навигация са тясно свързани, поради общия характер на участващите технологии. Например, в автомобилната навигация се използва и сателитна навигация. Съществуват смесени видове, в рамките на които се използват едновременно няколко технологични ресурси, като навигационни и геоинформационни системи. Крайната цел на използването им обаче е да се предостави на потребителите необходимата ин-

формация.

Създава се навигационна система, която е комбинация от различни видове оборудване, което позволява да се определи позицията на обекта, както и да се изчисли маршрута на движение. В повечето случаи навигационните системи се характеризират със следните основни компоненти: цифрови карти или ГИС; сензори, сателитни приемници и други прибори за изчисляване на пространствените координати; хардуерна и софтуерна част, която осигурява въвеждане и извеждане на данни, както и свързва първите два компонента.

Структурата на навигационната система е адаптирана към нуждите на крайните потребители. Определени видове решения могат да бъдат разработени към софтуерната част или, обратно, към хардуерната част. Например, навигационната система Navitel, е предимно софтуер и е предназначен за използване от широк кръг ползватели, които притежават различни видове мобилни устройства - лаптопи, таблети, смартфони, навигационни системи и др.

Всяка навигационна система, преди всичко, определя координатите на даден обект – пространствени, географски (геодезически) или проекционни. Днес най-модерните навигационни системи са сателитни и тяхната структура е набор от високо прецизно оборудване, като някои са разположени на Земята, а други в космическото пространство. Съвременните сателитни навигационни системи са в състояние да определят не само пространствените координати, но и скоростта на движение на обекта, както и посоката на неговото движение.

Работата на навигационната система, която използва сателитна част се основава на алгоритъм за измерване на разстоянието от обекта до сателитите. Последните се намират в орбита практически без промяна на позицията си и следователно координатите им спрямо Земята винаги са постоянни. Съответните номера на сателитите са включени в навигационното съобщение. Намирайки сателит и свързвайки се с него (или с няколко наведнъж), устройството за навигация от своя страна определя пространственото му положение. Основният метод тук е да се изчисли разстоянието до сателитите въз основа на скоростта на радиовълните. Орбиталният обект изпраща заявка до Земята с изключителна точност във времето - за това се използват атомни часовници. След като получи отговор от навигатора, спътникът (или група от тях) определя до каква степен радиовълната е успяла да измине разстоянието за регистрирания период от време. Понастоящем автомобилните навигационни системи са доста технически усъвършенствани устройства, които значително повишават безопасността и комфорта на движение.

2. Навигационни системи в сухопътния транспорт

С развитието на новите навигационни средства - инерционни, радиотехнически, както и нарастващата роля и обем на сухопътния транспорт в ежедневието, постепенно започна да се появява модерно навигационно оборудване в сухопътния транспорт. Това беше предизвикано и от необходимостта да се автоматизира управлението на транспортните предприятия, да се контролира работата и почивката на водачите, да се организира безопасността на транспорта и да се защитят стоки и превозни средства. Технологиите за позициониране е основата за изграждане на навигационни системи и системи за проследяване на превозни средства.

Известни са следните методи за позициониране в сухопътния транспорт: методи на маркера (зона); одомерични методи; инерционни методи; радио маяци и радиопосока; методи за сателитна навигация. През последните години сателитните навигационни методи, основани на използването на информация от космическата навигация и навигационно-комуникационните системи, стават все по-широко разпространени за определяне на позицията на наземните превозни средства. Космическите навигационни и комуникационни системи въплъщават най-новите постижения на науката и технологиите и имат глобална зона на покритие, осигуряват ефективност и висока точност при определяне на координатите на автомобила.



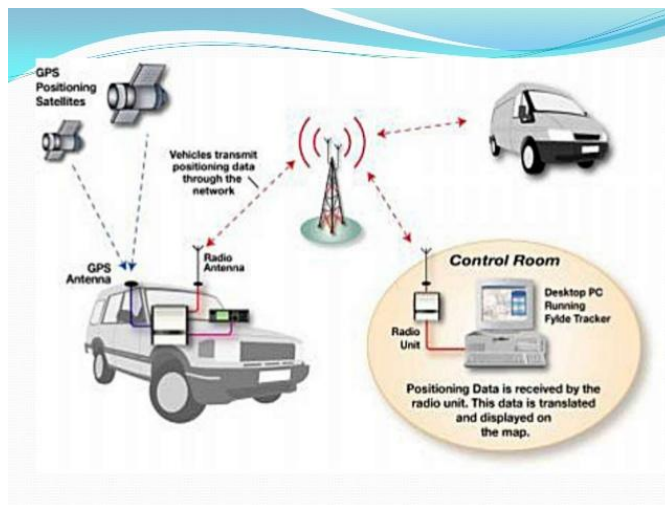
Фиг. 1. Системи за проследяване

Системите за проследяване (наблюдение) се изграждат на базата на системи за позициониране на превозното средство. За това навигационните данни от автомобилната навигационна система се предават чрез комуникационен канал до диспечерския център в реално време или след края на полета. Получените данни в диспечерския център се показват на електронна карта на района или ГИС, въвеждат се в бази данни и се използват за управление на трафика [4]. Комбинацията от навигационно и комуникационно оборудване на превозни средства, комуникационен канал и обмен на данни, както и оборудване на диспечерски център образува система за проследяване на превозни средства (в английското съкращение AVL - Automatic Vehicle Location Systems)[2]. В AVL системи, базирани на сателитни технологии, на автомобила е инсталиран бордов комплект, състоящ се от ГНСС навигационен приемник (GPS, GLONASS, GALLILEO и др.), контролен блок (контролер), модем, съоръжения за комуникация и пренос на данни (в най-простия случай, радиостанция). Данните, получени от приемника за сателитна навигация за текущите стойности на географска дължина, географска ширина, надморска височина, скорост и посока на движение на превозното средство автоматично или по искане на проследяващия център (диспечерски център) чрез комуникационен канал (специален VHF или HF радиоканал, трекинг или клетъчна комуникационна система) се предават в контролната зала на Центъра. В центъра за проследяване (диспечерски център), на електронна карта се показва високо прецизна информация за скоростта и местоположението на превозното средство. В същото време е възможно да се променя мащабът на картите в широк диапазон, да се показва текущото положение на целия парк и отделни обекти, да се види целият преминават маршрут в динамика, като се посочва времето и скоростта, да се показват обекти в различни цветове, да се мащабират обекти и т.н. Това позволява на диспечера винаги да знае текущото местоположение на всички превозни средства, да предскаже времето на пристигане в дестинацията, ако е необходимо, да коригира маршрута на превозните средства и да има двупосочна комуникация с водача по всяко време.

Информацията за местоположението, скоростта и състоянието на превозното средство за анализ, получена в процеса на проследяване, се съхранява в база данни и може да се използва и за анализ след пътуване. Системите за проследяване на превозните средства според зоната на покритие могат условно да бъдат разделени на системи: Местно покритие (до 50 км); Регионално покритие (няколкостотин км); Глобално покритие. Размерите на зоната на покритие на системите за проследяване се определят, както от зоната на покритие на навигационната подсистема, така и от зоната на покритие на комуникационните системи. В системите за проследяване, базирани на сателитни навигационни технологии, зоната на покритие на проследяващите системи се определя изцяло от обхвата на използваните комуникационни системи.

Системите за проследяване с глобално покритие се използват за наблюдение на превозни средства в междуградския и международния транспорт. За тези системи могат да се използват канали на сателитни мобилни комуникационни системи, базирани на геостационарни сателити

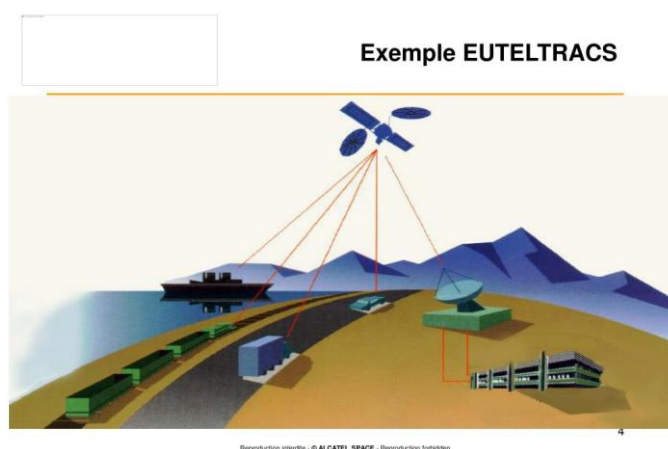
или базирани на LEO сателити. Понастоящем повечето системи за проследяване на транспорта на дълги разстояния използват системи, базирани на геостационарни комуникационни спътници - системата Inmarsat [3], системата EutelTracs.



Фиг. 2. Система за проследяване на превозни средства AVL



Фиг.3. Системи за проследяване на транспорта на дълги разстояния Inmarsat



Фиг.4. Системи за проследяване на транспорта на дълги разстояния EutelTracs

През последните няколко години автомобилният навигатор се превърна от скъпа играчка в надежден помощник на водача. Автомобилната навигационна система е проектирана да определя

позицията на автомобила, да избира и следва маршрута. Първият автомобилен навигатор е представен през 1981 г. от Alpine. Има няколко вида автомобилни навигационни системи: стандартни, мобилни, както и навигационен софтуер за преносими компютри и смартфони. Изброените видове навигационни системи имат свои предимства и недостатъци. Те се различават по дизайн, функции, цена. OEM навигационната система е инсталирана от производителя на автомобила и обикновено е част от мултимедийната система. Съвместими навигационни системи от други производители могат да бъдат инсталирани на редовно място. Мобилната навигационна система е преносимо, самостоятелно навигационно устройство, което се закупува отделно и се монтира на предното стъкло или табло. Под термина "автомобилен навигатор" обикновено се разбира мобилна навигационна система. Лаптоп, смартфони и дори обикновени мобилни телефони могат да се използват като автомобилен навигатор, ако в тях са инсталирани съответните навигационни програми.



Фиг. 5. Автомобилната навигационна система Alpine

В основата се автомобилната навигационна система е персонален компютър с всичките му атрибути: дънна платка, централен процесор, RAM, памет само за четене, твърд диск, устройства за въвеждане и извеждане, устройства за свързване на външни източници на данни. Характеристика на устройството за автомобилен навигатор е присъствието на навигационен процесор (ГНСС чипът на приемника). В редица навигационни проекти навигационният процесор се комбинира с централния процесор. В допълнение към изброените елементи в навигационната система на автомобила могат да бъдат включени GPRS модул, Bluetooth, радиоприемник и други компоненти. Антена осигурява приемане на сигнали от сателити за навигация. Стандартната навигационна система използва външна антена, която е монтирана на покрива на автомобила. Мобилният навигатор, подобно на смартфон, има вградена антена. За въвеждане и извеждане на информация се използва сензорен дисплей, които се характеризира със скорост, многофункционалност и ниска консумация на енергия. В стандартна навигационна система може да се използва проекционен дисплей за показване на информация. Стандартната навигационна система се захранва от бордовата мрежа на автомобила. Мобилният навигатор се захранва от собствена батерия. Батерията също се зарежда от бордовата мрежа. Софтуерът за автомобилна навигационна система включва операционна система, навигационна програма и други приложения (офис приложения, мултимедийен плейър, игри, четци на електронни книги и др.). Операционната система свързва хардуера на навигатора („хардуер“) с приложната програма. Като операционна система използваните програми са Windows CE, Windows Mail, Android, iOS и др. Функционалната основа на навигационната система е навигационен софтуер. В автомобилните навигационни системи се използват много навигационни програми, които се различават една от друга по интерфейс, функционалност, сте-

пен на производителност и унификация. Стандартните навигатори използват предимно собствена разработка на навигационни програми. Навигационни програми Navitel, Avtosputnik, CityGuide, ProGorod и редица други са създадени за мобилни навигатори, PDA и смартфони. Сред най-използваните програми трябва да се отбележи популярната програма iGo. Програмата iGo се използва и в OEM навигационните системи на корейските автомобили Hyundai, Kea, SangYong. Няколко навигационни програми могат да бъдат инсталирани в мобилни навигатори, PDA, смартфони, което значително разширява възможностите на навигационната система. Навигационната програма е изградена върху електронна карта. Автомобилните навигатори използват предимно векторни електронни карти, които поддържат маршрутизация. Векторната карта включва много обекти с техните географски координати. Ако се планира движение с автомобил извън пътя, тогава е необходима навигационна програма с растрена карта. За разлика от векторната карта, растрена карта е изображение на района (сканирана карта или сателитна снимка), която е геореферирани. Водещите световни разработчици на електронни карти са TeleAtlas и Navteq. В съвременния автомобилен навигатор изпълнени са много функции, основните от които са: определяне на позиция; влизане в дестинация; изчисляване на маршрута; ескорт по маршрута. Определяне на позицията (позициониране) на превозното средство се извършва чрез сигнали от сателити за навигация. За да определите позицията (географската ширина и дължина) на колата, трябва да получавате сигнали от поне 3 сателита. Сигналят от 4-ти спътник също така дава възможност да се определи надморската височина над морското равнище. При получаване на сигнали, ГНСС приемникът изчислява разстоянието до всеки сателит, въз основа на което се определят пространствените координати на превозното средство. В света има две сателитни навигационни системи: американската Navstar GPS (система за глобално позициониране) и руски ГЛОНАСС (глобална навигационна спътникова система), които се използват за автомобилна навигация.

При определени условия (трафик в град, тунел) получаването на сигнали от сателити става проблематично. Навигационната система OEM използва сензори за скорост на колелата на ABS и сензори за надлъжно и странично ускорение ESP за позициониране при лоши условия на сигнала. Сензорите измерват скоростта и посоката на движение. В мобилните системи тази функция се изпълнява от навигационната програма. Ако сигналят се загуби, системата приема, че превозното средство се движи по посочения маршрут с постоянна скорост.

Въвеждане на дестинация в навигационната система се извършва по няколко начина: по адрес, по име (точки на интерес, POI), по координати и директно от точка на картата. В редица стандартни и мобилни навигационни системи се прилага гласово въвеждане на дестинацията. След въвеждане на дестинацията системата произвежда изчисляване на маршрута като се вземат предвид много фактори (улици с еднопосочен трафик, мостове, задънени улици и др.). Редица стандартни навигационни системи предлагат няколко опции за маршрут, изчислени според различни критерии (разстояние, време, пари). Например, по-кратък маршрут би бил възможно най-кратък и би игнорирал ограниченията на скоростта. Бързият маршрут се изгражда, като се отчита класът на пътя (магистрала, градска улица) и ограниченията на скоростта по тези пътища. Икономичният маршрут взема предвид както разстоянието, така и времето. Времето обаче е за предпочитане. Но всички тези маршрути не отчитат текущата ситуация на пътя (задръствания, аварии, ремонти и др.). Поради това най-голямото търсене сред шофьорите е на навигационни системи, които предлагат динамично изчисляване на маршрута като се вземе предвид пътната обстановка. Информацията за трафика в реално време може да се предава по два начина: по радиото и Интернет.

TMC (Traffic Message Channel) е изграден върху радио комуникация [1]. Информацията се предава по TMC канала под формата на кодирани сигнали. TMC се използва в стандартните навигационни системи на автомобили Volvo, Land Rover, Honda и мобилни навигатори Alpine, Garmin. Алтернатива на TMC канала е предаването на информация за трафика през интернет канала. Тази технология се използва от повечето мобилни навигатори, PDA и смартфони.

Достъпът до Интернет от мобилен навигатор може да бъде организиран по два начина: с

помощта на GPRS модул и SIM карта, чрез мобилен телефон чрез Bluetooth. Информация за трафик ситуацията идва от различни източници в Интернет. Софтуерът на Navitel има собствена услуга „Navitel Задръствания". Навигационната програма CityGuide предлага собствена система за задръстване на пътищата по лента. Други програми използват добре познатия Yandex „Задръствания".

Трябва да се отбележи, че стандартните навигационни системи по правило нямат връзка с Интернет и ако имат такава, този канал не се използва за получаване на информация за трафик ситуацията. Изключение прави най-новата система на RTTI (Renault Time Traffic Information) на BMW, която се основава на клетъчна комуникация и получава информация чрез TPEG (Експертна група за транспортни протоколи).

Заклучение

Приложението на ГИС и ГНСС технологиите са от изключително значение за съвременните навигационни системи.

Използването на мобилен Интернет и комуникационни канали повишава възможността за по-голяма информираност на водачите на превозни средства и предотвратяване на задръствания и опасности по пътя.

В близко време при въвеждането на автопилот неделима част от оборудването на автомобила ще бъде и съвременната навигационна система оборудвана с ГИС и ГНСС.

References:

1. Emere Arco, Andrea Ajmar, Fabrizio Arneodo & Piero Boccoardo. (2017) An operational framework to integrate traffic message channel (TMC) in emergency mapping services (EMS), *European Journal of Remote Sensing*, 50:1, 478-495, DOI: 10.1080/22797254.2017.1361306
2. Riter S., McCoy J. Automatic vehicle location—An overview. *IEEE Transactions on Vehicular Technology* (Volume: 26, Issue: 1, Feb 1977)
3. Sagar, David (1999). Harris, R. A. (ed.). "The privatisation of INMARSAT: Special problems". *International Organisations and Space Law, Proceedings of the Third ECSL Colloquium, Perugia, Italy, 6–7 May 1999*. **442**: 127–142.
4. Understanding GIS. The ARC/INFO- Meth-d. ISBN 1–879102-00-5. ESRI Press. 380 New York Street, Redlands, California 92373-810. WWW.esri.com/gisstr