

**Stato dell'arte della tecnologia hw/sw e dei prodotti
nel settore della navigazione satellitare**

Luciano Fortunati

Luglio 2007

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione

I sistemi per la navigazione satellitare

I sistemi per la navigazione satellitare, detti anche Global Navigation Satellite System (GNSS) fanno uso delle tecniche di posizionamento per fornire la posizione geospaziale (con copertura globale) ed opportune informazioni di navigazione in tempo reale. Essi consentono a piccoli ricevitori di rilevare la rispettiva posizione (longitudine, latitudine, altezza) con precisione di alcuni metri, mediante segnali radio trasmessi da satelliti.

Attualmente (2007), il sistema NAVSTAR degli Stati Uniti è quello completamente operativo; il sistema russo GLONASS è in fase di ripristino della completa operatività; il sistema europeo GALILEO è schedato per un inizio di attività dopo il 2011; per il sistema cinese BEIDOU, attualmente operativo in ambito regionale, è programmata una espansione per trasformarlo in sistema di navigazione globale (COMPASS).

E' possibile ottenere un miglioramento dell'accuratezza e dell'affidabilità della rilevazione di posizione mediante l'integrazione di una rete di satelliti geostazionari ed una rete di stazioni terrestri (Satellite Based Augmentation System, SBAS) in grado di generare un fitto reticolo di fattori di correzione, a partire dal dato ricevuto dal sistema di posizionamento. Si basa su di un gran numero di punti di posizione certa, per ciascuno dei quali viene elaborato il dato di correzione relativo al segnale ricevuto da ciascun satellite del sistema di posizionamento. In Europa è attivo dal 2005 il sistema EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System); in Nord America opera il sistema WAAS (Wide Area Augmentation System); in Giappone opera il sistema MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System).

In generale si può dire che questi sistemi satellitari consentono di acquisire la posizione di utenti che operano in vari settori, tra i quali quelli di maggiore interesse sono:

- trasporti terrestri su strada (assistenza alla guida, gestione delle flotte, gestione del traffico, servizi di emergenza) e ferroviari (sistemi anticollisione, localizzazione treni, monitoraggio treni ad alta velocità, sistemi di guida), aerei (navigazione classica, ottimizzazione delle rotte, gestione dei movimenti in aeroporto) e marittimi (navigazione offshore, assistenza alla pesca, sicurezza di manovra nei porti, ricerca e salvataggio);
- Location Based Services (servizi di informazione e navigazione, assistenza all'emergenza, servizi di tracking, pagamenti, geomarketing, pedaggi, gestione della logistica, informazioni meteo e sul traffico, servizi collegati ad Internet, ...)
- gestione del territorio e dell'ambiente (sistemi informativi geografici, produzione di cartografia, supporto in agricoltura...);
- sicurezza della persona.

I sistemi di posizionamento globale

I sistemi di posizionamento globale si basano sull'emissione, da parte di satelliti artificiali, di segnali radio che contengono informazioni (in particolare l'indicazione del tempo estremamente precisa) che consentono di ricavare la distanza satellite-ricevitore. Impiegando contemporaneamente le misure di distanza tra un ricevitore e tre o quattro satelliti, è teoricamente possibile determinare la posizione 2D o 3D del ricevitore. I satelliti trasmettono varie informazioni a terra mediante l'invio di segnali complessi. L'equipaggiamento di base per ricevere i segnali radio inviati dai satelliti è costituito da un'antenna ed un ricevitore.

I principali sistemi di posizionamento globale sono:

- **NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System):**
è gestito dal dipartimento della difesa USA. E' costituito da una costellazione di 29 satelliti artificiali (18 operativi e 6 di scorta), distribuiti su sei piani orbitali egualmente spazati in longitudine di 60 gradi. Ogni piano ospita 3 satelliti operativi e 1 di riserva. Le orbite sono pressoché circolari con un raggio di circa 26000 km (dal centro della terra) e presentano una inclinazione rispetto al piano equatoriale di 55 gradi. In ogni momento sono visibili fino a 12 satelliti.
Le misure GPS forniscono un posizionamento globale del punto, sia planimetrico che altimetrico. Il risultato di una misura GPS è costituito dalle coordinate di un punto posto sulla superficie terrestre rispetto ad un sistema di riferimento denominato WGS84 (World Geodetic System). Il posizionamento GPS in tempo reale consente di ottenere una precisione <100 m., immediatamente utilizzabile in applicazioni di navigazione.
- **GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System):**
è il sistema di navigazione satellitare della Russia. E' costituito da una costellazione di 24 satelliti artificiali (27 operativi e 3 di scorta), distribuiti su tre piani orbitali egualmente spazati in longitudine di 120 gradi. Ogni piano ospita 8 satelliti distanziati di 45° tra loro. Le orbite sono pressoché circolari con

un raggio di circa 25400 km (dal centro della terra) e presentano una inclinazione rispetto al piano equatoriale di 64,8 gradi. In ogni momento sono visibili almeno 5 satelliti fino ad un massimo di 14. Nel periodo di massima efficienza il sistema offriva servizi di posizionamento e tempo standard con una accuratezza in orizzontale di 55 metri, verticale 70 metri, misura di velocità in 15 cm/s e tempo 1 μ s, quando il ricevitore era in vista di quattro satelliti.

- **GALILEO :**

è un sistema di navigazione satellitare civile sviluppato in Europa; la sua entrata in servizio è prevista per il 2011 ma è molto probabile uno slittamento al 2014. È costituito da una costellazione di 30 satelliti artificiali, distribuiti su tre piani orbitali egualmente spazati in longitudine di 120 gradi. Le orbite sono pressoché circolari con un raggio di circa 29600 km (dal centro della terra).

L'accuratezza della rilevazione di posizione effettuata con i sistemi EGNOS (attivo in Europa) o WAAS (attivo nel Nord America) consente di ottenere la precisione di circa un metro.

I ricevitori GPS

I ricevitori GPS sono ricevitori radio operanti sulle frequenze usate dal sistema, dotati di sistemi di decodifica ed elaborazione dei segnali ricevuti e di una memoria per l'immagazzinamento dei dati. Le caratteristiche dei ricevitori variano a seconda del produttore e del modello; le differenze più significative fra i vari tipi di ricevitori attualmente in commercio sono le seguenti:

- possibilità di ricezione dei segnali su una sola frequenza, (apparati "monofrequenza") o su entrambe le frequenze disponibili;
- numero di canali di ricezione (ne occorre uno per satellite), da un minimo di 4 a un massimo di 32;
- misura con il metodo "pseudorange" (minore precisione) o anche con il metodo per "differenza di fase" (elevata precisione);
- eventuale alimentazione con celle fotovoltaiche.

Il componente più qualificante di un ricevitore GPS è il chipset. Le caratteristiche principali di un chipset sono la sensibilità, l'accuratezza nella localizzazione ed il tempo per il primo fix all'accensione. Altro aspetto importante, specialmente se il chipset è usato nei palmari o negli smartphone, è il suo consumo.

In commercio sono disponibili vari chipset, aventi caratteristiche specifiche, quali:

- **SiRF Star III (SiRF):** ha alta sensibilità (-159 dBm), un basso consumo e supporta 20 canali; tempo per il primo fix (hot start <1 sec; avvio a freddo <35 sec; avvio a caldo <35 sec); accuratezza della posizione orizzontale <2,5 m;
- **SiRF Star RFMD (SiRF):** 32 canali paralleli; accuratezza della posizione orizzontale di 5 m; tempo di avvio: Cold/Warm/Hot Start Time: 30/18/6 Sec; tempo di riacquisizione del segnale di 0.1 sec;
- **Nemerix (Wonde Proud):** è in grado di ricevere il segnale da un massimo di 16 canali paralleli, raggiungere il fix (in condizioni ottimali) dopo 45 secondi dal primo avvio e offre una sensibilità massima di -152 dBm;
- **STA2051 VESPUCCI (STMicroelectronics):** con 12 canali di correlazione, specifici valori di accuratezza (stand alone <30 m; differential <1 m) e tempo per il primo fix (autonomous start 90 sec; avvio a freddo 45 sec; avvio a caldo 7 sec);
- **uN3010 (U-Nav):** ha alta sensibilità (-156 dBm), un basso consumo e supporta 20 canali; consente di operare in modo autonomo, in modalità A-GPS e multi-mode GPS.
- **CXD2951 (Sony):** ha alta sensibilità (-150 dBm), con 12 canali, un basso consumo;
- **GP2021 (Zarlink):** con 12 canali di correlazione (C/A code baseband correlator);
- **MTK MT3318 (Holux):** 32 canali paralleli a bassissimo consumo; tempo di acquisizione del segnale: riacquisizione: 0.1 sec., avvio a freddo: < 36 sec, avvio a caldo: < 33 sec, hot start 1 sec ; correzione differenziale WAAS/Egnos;
- **u-blox LEA-4S (AG):** permette la navigazione satellitare guidata anche in zone dove il segnale si perderebbe (stazioni, interni edifici, ecc...) grazie alla tecnologia SuperSense;
- **Instant GPS (Motorola&IBM):** ricevitore GPS per dispositivi in-car e PDA capace di operare anche in modalità "assisted GPS (AGPS)";
- **GPS/AGPS (Fujitsu):** per ricevitori ad alta sensibilità integrati nei sistemi di telecomunicazione (UMTS/WCDMA, GSM/GPRS, PDC e CDMA), capaci di operare in modo "autonomous GPS/standalone" o "assisted GPS (AGPS)".

Esistono in commercio ricevitori GPS connettabili, mediante porta USB, connessioni senza fili (Bluetooth) o porta seriale, a vari dispositivi: personal computer (PC), computer portatili (UMPC, Ultra Mobile PC), palmari (PDA), smartphone (SP).

Esistono inoltre ricevitori GPS embedded in sistemi hw/sw specifici (smartphone, palmari, Ultra Mobile PC) destinati ad una molteplicità di usi.

I dispositivi hardware per la navigazione satellitare

Si hanno essenzialmente due tipi di soluzioni, in funzione del tipo di interfacciamento del ricevitore GPS:

- *Integrate*: sono dispositivi portatili all-in-one (Portable Navigation Device [PND], Personal Navigation Assistant [PNA], In-Car Navigation Device [ICND]) che incorporano un ricevitore GPS, un display LCD, un altoparlante, il processore che esegue le istruzioni date solitamente da un sistema operativo proprietario, uno slot per schede di memoria ove memorizzare la cartografia;
- *Ibride*: sono dispositivi portatili nati per scopi diversi dalla Navigazione Satellitare (PC, UMPC, palmari, smartphone) trasformati come tali attraverso il collegamento di un ricevitore GPS esterno (Bluetooth o porta seriale) e l'adozione di un software dedicato, in grado di gestire la cartografia.

Tra le caratteristiche principali dei device hardware si può avere un'ampia combinazione di componenti, tra quelle elencate di seguito:

- processore (modello, frequenza del clock);
- display (LCD/TFT, risoluzione in pixel, dimensioni in cm/pollici, numero di colori, in-dash);
- memoria ROM e RAM (dimensioni);
- memoria di massa (hard disk, SD card)
- collegamenti (Bluetooth, porta seriale, porta infrarossi, wi-fi, ethernet, GSM, GPRS, UMTS);
- audio (auricolare/altoparlante, microfono, sintesi vocale);
- slot disponibili;
- CD o DVD drive;
- sintonizzatore AM/FM;
- fotocamera;
- ricevitore GPS (modello, numero canali);
- girosensore 3D;
- ricevitore TMC (informazioni sul traffico);
- sistema operativo
- batteria (tipo, durata);
- dimensioni e peso
- accessori (supporto veicolare, cavetto Mini USB, antenna esterna, caricabatterie da auto, custodia).

La necessità di contenere mappe sempre più dettagliate ed informazioni testuali tematiche sempre più arricchite richiede, in particolare per le soluzioni integrate, dimensioni di memoria di massa sempre più ampie, soddisfatte principalmente da schede di memoria flash o SD, ma anche dalla presenza di hard disk o lettori di CD/DVD. Tale capacità consente anche di contenere dati multimediali dell'utente e di usare quindi l'apparecchio come strumento di intrattenimento.

Sempre negli all-in-one cominciano a vedersi schermi sempre di crescenti dimensioni, da 2.8 pollici a 3.5, 4.3, 5, fino al formato wide di 6.5 pollici (in 16:9), che fornisce una visione panoramica in grado di replicare il più possibile quanto inquadrato dal parabrezza dell'automobile. Questo trend è riscontrabile anche nelle soluzioni ibride, specialmente per quanto riguarda quelle implementate con sistemi UMPC, per i quali si ha una dimensione dello schermo di 7 pollici con risoluzioni analoghe a quelle dell'adapter VGA o SVGA. Inoltre, i dispositivi nati principalmente come strumenti per car entertainment (come ricevitori TV o riproduttori di DVD), dotati quindi di schermi di grandi dimensioni (fino a circa 10 pollici), sono sempre più in grado di interfacciare ricevitori GPS esterni e di consentire l'uso di software di navigazione e di dati cartografici di terze parti.

I software per la navigazione satellitare

In commercio esiste un'ampia varietà di software per la navigazione satellitare, operativo su tutta la gamma dei dispositivi hardware, sia portatili che fissi, sia con ricevitore GPS integrato che esterno.

Le funzionalità rese disponibili da questi software hanno tutte generalmente un denominatore comune, quello che consente la navigazione (identificare un percorso per una destinazione, fornire indicazioni per raggiungere la destinazione, determinare la localizzazione e fornire informazioni sui punti di interesse circostanti), ma si possono avere delle specificità in funzione del target cui sono destinati (navigazione per auto, per pedoni, aerea, marittima, ...) e/o delle caratteristiche funzionali del device hardware su cui operano. Di seguito sono sintetizzate le principali funzionalità riscontrate nei kit software di mercato:

- Door-to-door Navigation: navigazione verso qualsiasi indirizzo di uno stato o regione;
- Itinerary Planning: pianificazione del percorso per destinazioni multiple con fermate intermedie;
- Turn-by-turn Driving Instructions: informazioni anticipate sulle manovre di guida da effettuare;
- Route Choice: criteri di elaborazione del percorso: più veloce, più corta, pedonale, non a pedaggio, evitando le aree congestionate, ...;
- Fast Route Calculation: ricalcolo e visualizzazione del percorso in caso di deviazione;

- Multi-Point Routing: elaborazione di percorsi con più destinazioni;
- Voice-prompted Guidance: indicazioni vocali per la guida ;
- Navigazione continua anche nelle gallerie e nelle aree urbane;
- Postcode Navigation: selezione rapida della destinazione;
- Points of Interest: hotels, ristoranti, parcheggi, banche, cinema, distributori di benzina, negozi, edifici, monumenti, trasporti, impianti sportivi, servizi medici... , con numeri di telefono ed indirizzi web;
- Visualizzazione delle informazioni sulla navigazione: velocità, waypoints, strade, distanza da percorrere (Km/miglia o tempo), prossime deviazioni, link a foto digitali, proximity detection alerts, ecc.
- Visualizzazione 3D: rendering (color and texture surfaces mapping) del territorio e delle città, supporto per immagini da satellite ed aeree, visualizzazione dell'elevazione e del profilo del percorso;
- Personal Data: memorizzazione di indirizzi di uso frequente, creazione di mappe personalizzate, aggiunta di POI;
- Information: informazioni sul tempo e sul traffico;
- Gestione limiti di velocità, localizzazione autovelox;;
- Gestione di waypoint:
- Tracking;
- GPS Sky View, Satellite View, Compass View;
- Proiezione della mappa e selezione del datum;
- Web Maps download: importazione on-the-fly di mappe via internet (da Map Server, ad es. Google Maps) e memorizzate in cache;
- Smart extras: Mp3 player, DVD player, ricevitore TV, convertitore valute e unità di misura.

In funzione della destinazione d'uso del navigatore (escursionistico, auto, moto) e della tipologia fisica del dispositivo (smartphone, PDA-based, PDA-like, all-in-one, ecc.), si possono avere caratteristiche di interfaccia utente che riflettono la struttura delle varie componenti dell'hardware usato, come di seguito sintetizzate:

- Friendly user interface: interfaccia grafica avanzata multifunzione;
- Interazione: tastiera, joystick, touch screen, telecomando;
- Multilingue: testi disponibili in decine di lingue;
- Video: display di mappe 2D o 3D, variazione della scala, dettaglio testuale del percorso, barra di stato dinamica (tempo stimato di arrivo, lunghezza del percorso, Km/miglia, UTM o lat/lon, ...), bussola;
- Audio: supporto vocale (text-to-speech) nelle varie lingue con più tipologie di voci, istruzioni tempestive ed accurate sul percorso, messaggi SMS, riconoscimento comandi vocali, ...;
- Hands-free calling: effettuare e ricevere chiamate telefoniche mediante touch screen (via collegamento Bluetooth con lo smartphone).

Vista quindi la tipicità dell'uso specifico, occorre tenere in considerazione alcuni aspetti fondamentali dell'interfaccia utente:

- Ergonomia: la praticità d'uso e la chiarezza di consultazione, che dipendono soprattutto dalla qualità del software ma anche dall'hardware vanno visti non solo come elementi che rendono piacevole l'utilizzo del navigatore, ma soprattutto perché costituiscono aspetti vitali per la sicurezza. Lo schermo, ad esempio, deve comunicare le informazioni in modo chiaro e immediato, senza affaticare l'occhio né costringere ad avvicinarsi per vedere i dettagli. Deve avere proporzioni appropriate, un buon contrasto, un angolo di visione ampio e un efficace trattamento antiriflesso. La visualizzazione di immagini 3D del territorio e delle città si sta via via diffondendo, consentendo una visione più realistica, e quindi di immediata lettura, del territorio. La tastiera deve consistere in pochi tasti da attivare, meglio se questi sono interagibili su touch screen o addirittura sostituibili con comandi vocali. La sintesi vocale è da considerarsi quindi elemento di primaria importanza: oltre a fornire le fondamentali indicazioni riferite a distanze, corsie, curve e rotatorie, vie e piazze, può consentire anche di "leggere" gli SMS che arrivano sul cellulare collegato via Bluetooth o eventuali comunicazioni provenienti da un host.
- Facilità d'uso: i sistemi integrati, privi di funzioni PDA o di accessori esterni, semplificano la configurazione e la messa in servizio e sono da preferire per l'uso corrente soprattutto per quegli utenti che non hanno familiarità con gli strumenti informatici.
- Funzioni accessorie: i navigatori basati su PDA o UMPC sono generalmente i più versatili, dal momento che, essendo dei computer, possono eseguire qualsiasi programma e quindi implementare funzionalità aggiuntive a quelle del kit di navigazione. Ultimamente, però, anche alcuni modelli di navigatori veicolari dedicati all-in-one cominciano a offrire funzioni accessorie, come quella di player multimediale (di CD, DVD, TV), anche grazie alla notevole capacità dell'hard disk integrato nei prodotti di fascia alta.

- **Versatilità:** adottando come hardware del navigatore un PDA o un UMPC, questo consente di sfruttare tutte le capacità elaborative anche a fini diversi di quelli della navigazione satellitare, permettendo la gestione degli appuntamenti, della rubrica telefonica, e di operare da lettore MP3, da calcolatrice, da videogioco, da browser Internet, da client e-mail, e così via. In particolare, il collegamento con i sistemi di comunicazione (ottenibile attraverso componenti embedded al dispositivo o tramite collegamenti col cellulare alle reti wireless) consente una molteplicità di applicazioni aggiuntive legate alla posizione del navigatore, prima fra tutte quella di tracking del mezzo, essenziale per il monitoraggio delle flotte. Infine, la possibilità di interfacciamento con sensori RFID apre ulteriori possibilità applicative, specialmente nei settori dei trasporti merci e della logistica.

Per la navigazione esiste in mercato un'ampia varietà di prodotti software, alcuni da installare su sistemi PDA, UMPC o PC, altri preinstallati nei sistemi integrati all-in-one (Tabella 1).

Società	Software	PC/UMPC	PDA	PND/PNA	SP	in-car
Alk	CoPilot	X	Pocket PC		X	
Alturion	Alturion GPS	Windows	Pocket PC			
AvMap	Geosat		Pocket PC	X		
Becker	Traffic Assist			X		
Deluo	Routis	Windows	Pocket PC			
Destinator Tech.	Destinator	X	Pocket PC	X	X	
DigiWalker	MioMap		Pocket PC	X	Windows Mobile	
Directions	Navigator	X	X	X		
Falk	NaviBook	Windows				
Flux	Centrafuse	Windows				
Fugawi	Global Navigator	Windows	Pocket PC PalmOs			
Garmin	Que		Pocket PC PalmOs	X		
	n'Route	X				
Infogation	Odyssey Mobile		Pocket PC		Windows Mobile	
iNav	iGuidance	Windows	Pocket PC			
JVC	Navigator			X		
Magellan	Navigation		X	X	X	
Macrom	Pocket Driver Itinera			X		
Map & Guide	TravelBook	Windows				
Medion	Navigator			X		
Microsoft	Autoroute	X				
Navicore	Navicore Personal				Symbian OS	
NaviPC	NaviPC	Windows Linux				
Navman	SmartST		Pocket PC			
	Smart-MAP			X		
Navigon	MobileNavigator	X	X	X	X	
Nokia	Smart2Go		Pocket PC		X	
Nav'n Go	iGO		Pocket PC			
Novogo	Navigation			X		
Route 66	Chicago	X		X		
	Navigate		Pocket PC			
	Mobile				Windows Mobile	
	Navigator		Pocket PC			
Sony	nav-u			X		X
TomTom	Navigator		X	X		
	Mobile				X	
ViaMichelin	Navigation MapSonic/MapStore	X	Pocket PC PalmOs	X		
Wayfinder	Navigator				X	
Freeware / Open Source	GPS Drive	Linux	Linux			
	FreeDrive	X				
	MapMonkey	Windows				
	RoadMap	Linux	PocketPC			
	Roadnav	Windows Linux				

Tabella 1 – Software disponibile sul mercato per la navigazione satellitare

Rispetto ai vari sistemi di trattamento dell'informazione geografica, i software per la navigazione satellitare devono consentire funzionalità specifiche della navigazione con approcci alla visualizzazione ed al reperimento di informazioni efficaci, efficienti ed immediati. A questo riguardo, alcuni aspetti sono particolarmente interessanti:

- **Shortest Path:** è la capacità di calcolare il percorso, strada per strada, fino alla destinazione. L'algoritmo (Dijkstra's algorithm) usato fa uso del metodo matematico "least cost" per andare da un punto all'altro di una rete: nel contesto specifico di navigazione geografica, "least cost" sta a significare minima distanza, minimo tempo, minima spesa, minima energia. Per poter calcolare il percorso da un punto all'altro della rete stradale, oltre al grafo della rete stessa, sono necessari tutti gli attributi tematici (relativi ai nodi o gli archi della rete) per i quali si vuole ottimizzare il percorso.
- **Moving Map:** è la capacità di mostrare in tempo reale la mappa in funzione della posizione corrente rilevata dal GPS. La mappa è automaticamente visualizzata e la posizione è identificata da un triangolo posto al centro della mappa. Generalmente la mappa contiene le strade circostanti la posizione ed eventuali POI. Al variare della posizione (quando il veicolo si muove, ad esempio) il triangolo rimane nel centro dello schermo ma la mappa si muove conseguentemente (con movimenti di shift e di rotazione). Sono possibili due opzioni: la mappa o la strada rimangono sempre orientate a Nord (north-up o course-up). Questo approccio richiede un caricamento veloce della mappa (il formato vector è più indicato rispetto a quello raster), per cui è preferibile che questa si trovi nella memoria di massa del dispositivo hardware.
- **Automatic (Smart) Zoom:** in prossimità di incroci viene effettuato automaticamente un ingrandimento della mappa ("sliding map") per rendere maggiormente visibile il percorso;
- **Smart Mapping:** consiste nella possibilità di link tra la mappa e le informazioni relative accessorie. Ad esempio, se la posizione GPS è su di una strada, automaticamente compare il nome della strada. Oppure possono anche comparire le identificazioni dei POI che si trovano nelle vicinanze della posizione GPS od essere nascoste quelle informazioni che non sono rilevanti nel contesto. In pratica ci si aspetta che l'interazione con una "smart map" ci "informi" anziché visualizzare una mappa.

L'operatività delle varie funzioni di navigazione è resa possibile da un database (generalmente presente nel sistema) che contiene le informazioni relative alla rete stradale (grafo stradale e relative caratteristiche). Tali informazioni sono descritte secondo modelli propri di ciascun fornitore di cartografia.

Il software di sviluppo per la navigazione satellitare:

Alcuni produttori del software di navigazione mettono anche a disposizione il toolkit software per lo sviluppo di applicazioni personalizzate di navigazione satellitare, che possono anche integrarsi col software di navigazione standard del produttore. Generalmente questi toolkit comprendono un insieme di funzionalità di base rese disponibili sia in ambienti proprietari (Symbian) che compatibili con le piattaforme più comuni (J2ME, Windows CE, Windows Mobile, Pocket PC) e vari linguaggi di programmazione (Visual Basic, C++, C#, Java): librerie API (librerie C/C++), tecnologia .Net, oggetti COM, ecc. . Queste funzionalità sono rivolte a creare applicazioni per la gestione dei percorsi, per la visualizzazione di dati grafici propri (anche in overlay alla view standard), per la creazione di dataset di POI, per la gestione dei menu, importazione di dati da altri sistemi o di più produttori, ecc. .

Di seguito sono riportati i più comuni SDK reperibili sul mercato ed i relativi ambienti di operatività:

- **TomTom (Navigator):** PDA [Windows Mobile];
- **Magellan (NavCreator):** PDA [Windows CE], PND [Windows CE], SP [Windows CE];
- **ViaMichelin (Maps & Drive API):** PC/UMPC;
- **Destinator Technologies (Destinator SDK):** PDA [Windows Mobile], PND [Windows CE], SP [Symbian];
- **iDrive (Navigator):** PDA [Windows Mobile], PND [Windows CE];
- **Webraska (Navigation):** PC/UMPC [Windows, Linux], PDA [Windows Mobile, J2ME], PND [Windows CE], SP [Symbian];
- **deCarta (Navigation):** UMPC [Windows, Linux], PND [Windows CE];
- **Alk (CoPilot):** PC/UMPC [Windows], PDA [Windows Mobile];
- **Flux (Centrafuse):** PC/UMPC [Windows];
- **GPS.NET:** PC/UMPC [.NET].

La cartografia per i software di navigazione satellitare

Un navigatore satellitare basa tutta la sua "intelligenza" su una accurata conoscenza della rete stradale, non solo relativamente alla struttura del grafo stradale, ma anche alle sue caratteristiche, quali incroci, sensi unici, aree chiuse al traffico, strade a pedaggio, barriere fisiche, ecc. . Per questo, un modello basilare per la codifica di queste informazioni si basa su alcuni elementi geometrici (entità) fondamentali

che compongono la rete stradale (punti, linee, poligoni) e sulle proprietà (attributi) di tali elementi. Altri elementi, associati alla rete stradale, possono essere inclusi, per una maggiore informazione (Points of Interest, limiti amministrativi, immagini fotografiche, ...). Tutto questo può essere contenuto in un file per archiviare tutti i contenuti cartografici necessari per la navigazione.

Un formato di file basato su questo modello è il **Geographic Data Files (GDF)**, nato in ambito europeo (CEN) originariamente per il settore della "automotive navigation" ma usato anche nei campi della logistica, della gestione delle flotte, nella gestione del traffico ed in applicazioni GIS oriented. Questo formato ha una struttura a tre livelli:

- topologia: esprime le relazioni tra nodi, bordi e facce (simile al DIGEST);
- features semplici: contiene gli elementi geografici relativi a strade, fiumi, confini, ecc. i relativi attributi e le relazioni per la navigazione;
- feature complesse: sono aggregazioni di feature semplici per una rappresentazione sintetica.

Esso va visto però più come un "interchange format" che come un "run-time" format: infatti i dati contenuti nel GDF non sono organizzati per un uso ottimale da parte del software, per cui devono essere prima trasformati nel formato proprio del sistema per poter essere usati. Il database deve quindi essere riorganizzato con vari processi rivolti alla validazione dell'informazione contenute (controllo di consistenza), alla velocizzazione del reperimento dell'informazione (assegnazione di identificatori, indici multipli, eliminazione delle ridondanze) ed alla riduzione della quantità di dati (tecniche di compressione).

I principali venditori di cartografia producono mappe nel formato GDF, ma ciascun fornitore di apparecchi per la navigazione trasforma questi dati nel formato ottimizzato proprio, generalmente proprietario. Nel mercato abbiamo sostanzialmente la seguente cartografia digitale:

- **TeleAtlas**: è contenuta nel database MultiNet ed è una accurata riproduzione della rete stradale (a livello mondiale) aggiornata quattro volte l'anno. Ha una accuratezza orizzontale dell'ordine di 12 m. L'informazione contenuta è organizzata secondo i seguenti aspetti:
 - **Geometria**: linee rappresentanti la mezzera di strade, ferrovie, fiumi; poligoni per rappresentare laghi, uso del suolo, ambiti amministrativi; punti per identificare il centro delle città, gli incroci, i POI, ecc.;
 - **Geocoding**: nomi delle strade, numerazione dei civici, strutture amministrative, codici postali, ...;
 - **Routing**: classificazione delle strade, numerazione delle strade, direzione del traffico, condizione delle strade, passaggi bloccati, passaggi bloccati, strade a pedaggio, restrizioni speciali, ...;
 - **Navigation**: intersezioni complesse, z-livelli per ponti e tunnel, localizzazioni TMC, ...;
 - **Embedded location codes**: centinaia di migliaia di codici di localizzazione (per aggiunta di servizi location-related);
 - **Points of interest**: 60 categorie di POI (aeroporti, ospedali, stazioni ferroviarie, distributori, alberghi, ristoranti, uffici postali, noleggio auto, ...) per un totale di circa 20 milioni di POI.
- **Navteq/Navtech** (Navigation Technologies Corp.): è una cartografia a livello mondiale della rete stradale con una accurata rappresentazione (il dettaglio è al numero civico per la maggior parte dei centri urbani di una certa importanza) ed è corredata di 204 attributi tematici. Le mappe contengono inoltre milioni di Points of Interest (POIs) consentendo di localizzarli facilmente anche in base all'indirizzo. Questa cartografia fa uso del formato **SDAL** (Shared Data Access Library), appositamente sviluppato da Navigation Technologies e reso di dominio pubblico.
- **Global Road Database** (Automotive Navigation Data): è una cartografia a livello mondiale della rete stradale con un'alta copertura dei paesi e delle città del terzo mondo (nord Africa, Europa dell'est, Asia centrale, sud America). Il Global Road Database contiene mappe stradali (in formato vector) ottimizzate per la pianificazione dei percorsi mediante calcoli basati sul tempo e sulla distanza. Come riferimenti geografici sono disponibili i limiti di stato, di provincia, delle aree urbane ed i laghi, i fiumi e le ferrovie, nonché un insieme di Points of Interest (aeroporti, aree di servizio, ecc.). Una mappa digitale deve pertanto caratterizzarsi per gli aspetti relativi alla accuratezza, al livello di dettaglio, alla affidabilità delle informazioni contenute, alla flessibilità di uso.

Questa conoscenza, tuttavia, è soggetta a continua obsolescenza a causa delle modifiche che vengono apportate a strade, incroci, sensi unici, aree chiuse al traffico. E' quindi importante che le mappe siano mantenute periodicamente aggiornate (ad esempio con cadenza trimestrale) sia per quanto riguarda la struttura del grafo stradale che per gli attributi relativi ed i Points of Interest.

I formati della cartografia per la navigazione satellitare

I formati dei dati geografici usati nei GIS (Geographical Information System) non trovano riscontro nei sistemi per la navigazione satellitare. Infatti vengono principalmente usati formati proprietari del produttore del sistema o della cartografia che sono altamente ottimizzati per contenere grandi quantità di informazione in piccole dimensioni di memoria e per consentire un rapido accesso all'informazione. L'informazione contenuta nel dataset è limitata alle sole funzionalità implementate dal software di

navigazione satellitare ed è strutturata in modo da rendere possibili sia le query di tipo alfanumerico che di tipo spaziale (contenendo quindi anche la topologia opportunamente organizzata). Tra i formati di cui si ha conoscenza, sono riportati i seguenti:

- **Shared Data Access Library (SDAL)** format: è uno standard cartografico aperto, indipendente dalla piattaforma, e definisce l'organizzazione dei vari dati rappresentati. E' stato creato appositamente per l'ambiente "automotive" ed affronta vari aspetti applicativi della navigazione: Map Display, Vehicle Positioning, Geocoding, Route Calculation e Route Guidance. La sua struttura dati è organizzata secondo un kd-tree che rappresenta la suddivisione in particelle (non sovrapposte) di uno spazio a due dimensioni; essa consente il multidimensional search ed è ottimizzata per il calcolo veloce dei percorsi (conseguito con funzioni specializzate per il retrieval dei dati) e la rappresentazione immediata di mappe personalizzabili e ricche di attributi informativi (con funzionalità avanzate di "smooth scroll" e di visualizzazioni 3D). Consente inoltre un rapido accesso agli indirizzi, agli incroci ed ai POI.
- **MultiNet**: è disponibile in vari formati, in funzione della piattaforma cui è destinato:
 - **MultiNet Shapefile**: è un database per applicazioni nell'ambito di Geographic Information Systems (GIS), Location-Based Services (LBS) ed utenti telematici. Contiene una struttura a layers per un immediato uso in applicazioni di map display.
 - **MultiNet Interchange**: questo formato facilita la descrizione di strutture composite, dove più valori sono aggregati ad un singolo elemento. Il dataset è composto da due componenti: il *data file* (.csv) e lo *schema definition file* (.def). Quest'ultimo descrive la struttura degli elementi compositi e la corrispondenza dei nomi degli attributi con i valori del file dati.
- **Rich Map Format (RMF)**: è il formato proprietario del produttore deCarta (ex Telcontar). E' un formato binario altamente compatto ed ottimizzato per le query spaziali. Mediante una metodologia di compattazione (non di compressione) che fa uso di un efficiente algoritmo di encoding dei dati consente di ridurre il "white noise" (campi a lunghezza fissa parzialmente riempiti) e la ridondanza dei dati, aspetti generalmente presente in altri formati. Ciò consente di ottenere files di dimensioni 10-15 volte inferiori a quelle del file originale (ad es. GDF). Inoltre un particolare formato spaziale consente di organizzare i dati in modo multidimensionale, tale che feature tra loro vicine nel mondo reale sono memorizzate ugualmente vicine nel database e quindi più rapidamente recuperabili.

Funzionalità aggiuntive alla navigazione satellitare

Per i PND ed i PNA, nei modelli più evoluti, si registra la presenza di funzionalità che vanno oltre quelle proprie della navigazione: da riproduttore di audio MP3/WMA a visualizzatore di testi (TXT, PDF) e di immagini (JPEG\BMP\GIF\PNG), da ricevitore Radio/TV a riproduttore di DVD/MPEG4.

Per i PDA e gli UMPC, essendo dei veri e propri computers, sono disponibili invece un insieme di prodotti software orientati all'office automation ed all'entertainment. Per questo tipo di device, nel caso non fossero dotati di chipset GPS interno, è possibile connetterne uno esterno attraverso la porta bluetooth; con questa soluzione il panorama dei sistemi per la navigazione satellitare si allarga ulteriormente (questo aspetto non è qui trattato).

Per tutti quei device che consentono invece la comunicazione wireless sono disponibili in particolare tutte le funzionalità di comunicazione dati, che vanno dalla semplice gestione dei messaggi SMS/MMS ed e-mail alla apertura di connessioni Internet e quindi all'accesso a server Web di dati o di servizi. Ove il device non disponga dell'hardware per la comunicazione wireless è frequente trovare la disponibilità della porta bluetooth mediante la quale connettere un comune telefono cellulare per collegare il sistema di navigazione ai servizi suddetti.

Negli SP si hanno frequentemente le tipiche funzionalità di fotocamera e webcam.

I sistemi di navigazione satellitare in commercio

In Appendice è riportata una tabella contenente una sintesi della disponibilità di sistemi di navigazione satellitare (con le loro principali caratteristiche tecniche) presenti nel mercato. Questo elenco non è certamente esaustivo né omnnicomprensivo: è in grado però di evidenziare l'elevato numero di produttori di questi sistemi e la notevole quantità di prodotti disponibili con un ampio spettro di caratteristiche tecniche e di funzionalità offerte.

Mentre questi prodotti vengono generalmente descritti in funzione delle funzionalità offerte all'utente, spesso però si deve riscontrare una carenza nella esatta descrizione delle caratteristiche hw/sw dei sistemi, il che non consente di valutare appieno le potenzialità del device e di renderlo quindi confrontabile con altri modelli. Nei modelli all-in-one, mentre è sempre esplicitato il fornitore dei dati

geografici, raramente viene dichiarato il tipo di software di navigazione implementato e quasi mai il formato interno dei dati gestito.

I link ai siti web per la navigazione satellitare

- <http://europa.eu/scadplus/leg/it/lvb/l24205.htm>
- <http://www.pocketpcitalia.com/>
- <http://www.gpsnews.it/>
- <http://www.tuttogps.it/>
- <http://www.mobit.com/>
- <http://www.tecnocino.it/s/navigatori-satellitari-gps/>
- <http://www.solopalmari.com/>
- <http://www.telefonino.net/index.html>
- <http://www.tecnozoom.it/>
- <http://www.satellitenavigation.org.uk/>
- <http://gpsinformation.net/>
- <http://www.mobileplanet.com>
- <http://www.gpsworld.com/gpsworld/>
- <http://www.gpsmaniac.com/gpsmaniac/>
- <http://www.gps-planet.com/>
- <http://www.mobilewhack.com/>
- <http://www.pocketgpsworld.com/>
- <http://www.navigadget.com/>

Appendice

Sistemi di navigazione satellitare e relative caratteristiche

Società	Modello	Tipo	GPS	ROM (MB)	RAM (MB)	ExtMem (MB)	HD (MB)	CD/DVD
Acer	e300 series	PND	Sirf Star III	64	64	256		
	p600 series	PND	Sirf Star III	64	64	1024		
Asus	P526	SP	Sirf Star III	128	64			
	MyPal A696	PDA	Sirf Star III	256	64	si		
	S102	PND		64	64	si		
	T83	UMPC			512		30000	
Avmap	GEOSAT 4	PND	Sirf Star III (20 ch.)	32	64		4096	
	GEOSAT 5 GT	PND	Sirf Star III (20 ch.)		32	512		
	GEOSAT 5e blu	PND	Sirf Star III (20 ch.)		32	512		
Clarion	MAP 670, MAP 770	PND	Sirf Star III (20 ch.)	512/2048		si		
DIXCOM	CNS-4320	PND	Sirf Star III			X		
Dopod	U1000 (HTC Athena)	UMPC	NMEA 0183	256	128		7620	
E-Ten	Glofish X800	PDA-SP	Sirf Star III (20 ch.)	128	64			
	Glofish X500	PDA-SP	Sirf Star III (20 ch.)	128	64			
	InfoTouch M600+	PDA-SP	no	256	64			
FALK	Serie N	PND	Sirf Star III (20 ch.)	1024	64	1024		
Garmin	Nüvi 200 series	PND	WAAS-enabled					
	Nüvi 600 series	PND	WAAS-enabled					
	Nüvi 679	PND	Sirf Star III					
	Nüvi 670T	PND	Sirf Star III		4096	si		
	Nüvi 660T	PND	Sirf Star III		4096	no		
	iQue 3000	PDA			32	si		
	iQue M4	PDA	SIRFStar III		64	si		
HP	iPaq rx1950 Navigator	PND	Sirf Star III	64	32	1024		
	iPAQ hw6515	PDA		64	64	si		
HTC	P3300 (Artemis)	PDA	GPS (20 canali)	128	64			
	P3600	PDA	GpsOne					
i-mate	Advantage	UMPC	NMEA 0183	256	128		7620	
	PDA-N	PDA	SIRFStar III	128	32	si		
LG	LAN-9600R	ICND	Sirf Star III	2048	64	512		
	LN800	PND	Sirf Star III			2048		
	LN700-Series	PND	Sirf Star III	32	64	1024		
Longcheer	G300	SP	AG u-blox LEA-4S					
Lowrance	iWay 600c	PND	12 ch. + WAAS				30000	
Macrom	Navix	PND	GPS 16 canali			2048		
Magellan	CrossoverGPS series	PND	Sirf Star III (20 ch.)					
	Maestro series	PND	Sirf Star III (20 ch.)					
Magneti Marelli	Connect Nav	ICND						
Majestic	NP 06 MP3	PND	Sirf Star III	256				
Medion	PNA1500	PDA						
	GoPal PNA515	PND	Sirf Star III	64	256	si		
	GoPal PNA470	PND				2048		
	GoPal PNA460	PND	Sirf Star III		256			
	GoPal PNA300	PND						
Mio DigiWalker	Mio A501	PDA-SP	Sirf Star III	256	64	si		
	Mio A701	PDA-SP	Sirf Star III	128	64	si		
	Mio C520	PND	Sirf Star III (20 ch.)		64	1024		
	Mio C320	PND	Sirf Star III (20 ch.)					
	Mio C220	PND	Sirf Star III (20 ch.)					
	MIO269 EUROPA	PND		32	64			
Navigon	Mio C720	PND	Sirf Star III (20 ch.)		64	2048		
	3100/3110 GPS	PND	Sirf Star III	64	64	2048		
	7100/7110 GPS	PND	Sirf Star III	64	256	2048		
Navman	N60i	PND	Sirf Star III		64	2048		
	F20	PND	Sirf Star III		32			
	N20	PND	Sirf Star III		64	2048		
Nokia	330 Auto Navigation	PND	Sirf Star III		64	2048		
	N95 GPS	SP	TI NavILink™		160	2048		
Novogo	6110 Navigator	SP				2048		
	S700	PND	Sirf Star III (20 ch.)		64			
Pioneer	AVIC-D1	ICND	8 Channels		64			DVD
	AVIC-Z2	ICND	8 Channels				30000	DVD
	AVIC-S2	PND	Sirf Star III			1024		
Quantum	QTM 1000	UMPC		128	64			
Route 66	Chicago series	PND	Sirf Star III	64	64	si		
Samsung	Q1 Ultra	UMPC			1024		60000	
	H9	UMPC	si				20000	

Seat	PagineGialle Nav	PND	Sirf Star III (20 ch.)	64	64	4096	
Skyway	Navi 4000	PND	Sirf Star III (20 ch.)				30000
Sony	NV-XYZ	UMPC				si	
	UX1	UMPC					
Tom Tom	GO 910	PND	Sirf Star III		64		20000
	GO 715	PND			64		
	GO 710	PND	Sirf Star III		64	1024	
	Go	PND	12 ch. + ANS		32	si	
Touring Club	Touring T-370	PND	Sirf GSC III			1024	
VDO Dayton	MS 6200	ICND	12 Channels			si	
	PN 3000	PND	12 Channels	64	64	2048	
Via Michelin	Navigation X-980T	PND	Sirf Star III	256	64	2048	

Appendice

Sistemi di navigazione satellitare e relative caratteristiche

Società	Modello	Processore	Clock (MHz)	LCD (pixel)	LCD (inch)	USB	Bluetooth	Wireless
Acer	e300 series	Samsung S3C2442XL	300	320x240	2.8	1.1		
	p600 series		400	480x272	4.0			
Asus	P526	TI OMAP 850	200	320x240	2.6	1.1	1.2	
	MyPal A696	Intel Xscale	416	320x240	3.5	1.1	2.0	802.11b
	S102			320x240	3.5			
Avmap	T83	Via C7-M	1000	800x480	7.0		si	Wi-Fi
	GEOSAT 4	Arm 9	200	320x240	6.6	si		
	GEOSAT 5 GT	Arm 9	300	320x240	5.0	si	?	no
	GEOSAT 5e blu	Arm 9	300	320x240	5.0	si	?	no
Clarion	MAP 670, MAP 770		400		4.3	2.0		
DIXCOM	CNS-4320			480x272	4.3		X	
Dopod	U1000 (HTC Athena)	Intel XScale PXA270	624	640x480	5.0	2.0	2.0	802.11b/e
E-Ten	Glofish X800	Samsung SC32442	400	480x640	2.8	1.1	2.0	802.11b/g
	Glofish X500	Samsung SC32442	400	240x320	2.8	1.1	2.0	802.11b/g
	InfoTouch M600+	Samsung SC32440	400	240x320	2.8		2.0	802.11b
FALK	Serie N	Samsung	300	320x240	3.5	1.1		
Garmin	Nüvi 200 series			320x240	2.8	si		
	Nüvi 600 series			480x272	3.8	si		
	Nüvi 679			480x272	4.3	si		
	Nüvi 670T			480x272	4.3	si	si	
	Nüvi 660T			480x272	3.5	si	si	no
	iQue 3000	Arm 9	200	320x240	3.0	1.1		
	iQue M4	Intel PXA271 Xscale	312	320x241	3.5	1.1		
	iQue 3600	Arm 9	200	480x320	3.8	1.1		
HP	iPAQ rx1950 Navigator	Samsung (S3C2410)	300	320x240	3.5	1.1		802.11b
	iPAQ hw6515	Intel PXA270	312			si		
HTC	P3300 (Artemis)	TI OMAP 850	200	240x320	2.8	si	2.0	802.11b/g
	P3600	Samsung SC 2442					si	Wi-Fi
	Advantage	Intel XScale PXA270	624	640x480	5.0	2.0	2.0	802.11b/e
i-mate	PDA-N	Samsung	300	320x240	2.8	si	si	Wi-Fi
LG	LAN-9600R	SPC5200CVR400B		480x234	7.0	si	si	
	LN800	Atlas-II		320x240	4.0	1.1		
	LN700-Series	Arm 9	300	320x240	4.0	1.1		
Longcheer	G300							
Lowrance	iWay 600c			640x480	5.0	si		
Macrom	Navix	STM Nomadik	264		3.5	1.2		
Magellan	CrossoverGPS series				3.5			
	Maestro series				4.3			
Magneti Marelli	Connect Nav	RISC SH4						
Majestic	NP 06 MP3			320x240	3.5	si		
Median	PNA1500						si	no
	GoPal PNA515	Samsung	300	320x240	3.5	2.0		
	GoPal PNA470	Samsung	400	480x272	4.3		si	
	GoPal PNA460	Samsung	400	480x272	4.5	si	si	no
	GoPal PNA300				5.0			
Mio DigiWalker	Mio A501	TI OMAP 850		320x240	2.7	1.1		no
	Mio A701	Intel PXA-270	520	320x240	2.7	1.2		
	Mio C520		400	480x272	4.3	2.0		
	Mio C320							
	Mio C220							
	MIO269 EUROPA	Intel XScale PXA255	300	320x240	3.5	1.1	no	no
	Mio C720	Samsung S3C2440	400	480x272	4.3	2.0	2.0	
Navigon	3100/3110 GPS	Samsung	400	320x240	3.5			
	7100/7110 GPS	Samsung	400	480x272	4.3			
Navman	N60i	Samsung 244	400		4.3	1.1		
	F20	Intel PXA 255	200			si		
	N20	Samsung 244	400			1.1		
Nokia	330 Auto Navigation	Samsung S3C2440			3.5	si		
	N95 GPS	Texas Instruments		320x240	2.6	si		si
	6110 Navigator			320x240	2.2	si	si	no
Novogo	S700	Intel	400	320x240	3.5	si		
Pioneer	AVIC-D1			1440x234	6.5			
	AVIC-Z2			1440x234	7.0	si		
	AVIC-S2			320x240	3.5	si		
Quantum	QTM 1000			480x272				
Route 66	Chicago series		400	480x272	4.3	1.1		
Samsung	Q1 Ultra	AMD Geode LX800		1024x600	7.0			
	H9			800x480	7.0			

Seat	PagineGialle Nav	Samsung S3C2440	400	480x272	4.0		si	
Skyway	Navi 4000				4.0	2.0		
Sony	NV-XYZ	MIPS-based		800x480	6.5	2.0		
	UX1							
Tom Tom	GO 910	Arm 920T	400	480x272	4.0	no	si	
	GO 715	Arm 920T	400					
	GO 710	Arm 920T	400	480x272	4.0	no	si	
	Go	Arm 920T	200	320x240			si	
Touring Club	Touring T-370	Samsung S3C2440	400		3.5			
VDO Dayton	MS 6200				6.5			
	PN 3000		300	480x272	4.3		si	
Via Michelin	Navigation X-980T	Intel	416	480x272	4.3	si		

Appendice

Sistemi di navigazione satellitare e relative caratteristiche

Società	Modello	GSM	GPRS	UMTS	IRDA	Serial	Sistema Operativo	Navigation Software
Acer	e300 series						Windows CE Net 5.0	Destinator V6
	p600 series						Windows CE Net 5.0	ALK Co-pilot V6
Asus	P526	Quadband	si				Windows Mobile 6.0 - J2ME	
	MyPal A696				si		Windows Mobile 5.0	
Avmap	S102							
	T83							
	GEOSAT 4				si	2	C-Map	
Avmap	GEOSAT 5 GT	si	si	si	si	2	Windows Mobile 5.0	
	GEOSAT 5e blu	si	si	si	si	2	Windows Mobile 5.0	
Clarion	MAP 670, MAP 770							
DIXCOM	CNS-4320	si	si				Windows CE 5.0	
Dopod	U1000 (HTC Athena)	Quadband	si	3 band			Windows Mobile 5.0	
E-Ten	Glofish X800	si	si			115200 bit/s	Windows Mobile 6.0	
	Glofish X500	Quadband	si				Windows Mobile 5.0	
FALK	InfoTouch M600+	Quadband	si			115200 bit/s		
	Serie N						Windows CE.net 4.2	
Garmin	Nüvi 200 series							
	Nüvi 600 series							
	Nüvi 679							
	Nüvi 670T							
	Nüvi 660T	no	no	no			Garmin	
	iQue 3000				si	si	Palm OS 5.2.1	
HP	iQue M4				si	si	Windows Mobile 2003	
	iQue 3600				si	si	Palm OS 5.2.1	
HP	iPaq rx1950 Navigator				si	si	Window Mobile 5.0	ViaMichelin Navigation 4.2
	iPAQ hw6515	si	si		si		Window Mobile	TomTom GPS Navigation
HTC	P3300 (Artemis)	Quadband	si	no			Windows Mobile 5.0	TomTom Navigator 6
	P3600							
HTC	Advantage	Quadband	si	3 band			Windows Mobile 5.0	TomTom Navigator 6
i-mate	PDA-N		no	no	si		Windows Mobile 5.0	Route66 Navigate 7
LG	LAN-9600R						QNX v 6.3	
	LN800						Windows CE	
Longcheer	LN700-Series						Windows CE 5.0	
	G300	Triband						
Lowrance	iWay 600c							
Macrom	Navix						WindowsCE 5.0	Pocket Driver Itinera 2007
Magellan	CrossoverGPS series							
Magellan	Maestro series							
Magneti Marelli	Connect Nav	Dualband	si					
Majestic	NP 06 MP3							Destinator Navigates
Medion	PNA1500							Navigon 5
	GoPal PNA515						Windows CE 4.2	GoPal PE
	GoPal PNA470						Windows CE 5.0	GoPal Navigator 2.0
	GoPal PNA460	no	no	no			Windows CE .NET 5.0	
Mio DigiWalker	GoPal PNA300							Navigator 5.0
	Mio A501	Quadband	si		no		Windows Mobile 5.0	
	Mio A701	Quadband	si				Windows Mobile 5.0	
	Mio C520						Windows CE .NET 5.0	MioMap v3.3
	Mio C320							
	Mio C220							
Mio DigiWalker	MIO269 EUROPA					115200 bit/s	Windows CE .NET 4.2	
	Mio C720					115200 bit/s	Windows CE .NET 5.0	
Navigon	3100/3110 GPS						Windows CE 5.0	MobileNavigator 6
	7100/7110 GPS						Windows CE 5.0	MobileNavigator 6
Navman	N60i							SmartST™ 2006 SE
	F20							SmartST
Navman	N20							SmartST 2006 SE
	330 Auto Navigation							
Nokia	N95 GPS		si	si			Symbian - Java	smart2go
	6110 Navigator	Quadband	si	si	no		Symbian - Java	Navigator
Novogo	S700							
Pioneer	AVIC-D1							
	AVIC-Z2							
	AVIC-S2							

Quantum	QTM 1000					Linux	Geosat 5
Route 66	Chicago series					Windows CE 5.0	Route 66
Samsung	Q1 Ultra					Windows XP	
	H9						
Seat	PagineGialle Nav					Windows CE 5.0	
Skyway	Navi 4000						
Sony	NV-XYZ					Windows - Linux	
	UX1						
	GO 910					TomTom Ver. 6	
Tom Tom	GO 715	si	si				
	GO 710					TomTom	
	Go					Linux	
Touring Club	Touring T-370						
VDO Dayton	MS 6200						
	PN 3000				si		
Via Michelin	Navigation X-980T					Windows CE .NET 5.0	ViaMichelin Navigation