

L'évolution de la navigation et cartographie routière, un exemple à suivre pour l'intérieur ?

■ Philippe SAINT-MARTIN

Alors que le sujet de la localisation à l'intérieur des sites et bâtiments commence à prendre toute son importance, se pose naturellement la question des cartographies associées. Le développement de la navigation automobile au cours des dix dernières années, n'a été possible que grâce à celui, en parallèle, d'une cartographie numérique spécifique. Sans préjuger de sa pertinence pour l'intérieur, la navigation et la cartographie routière offrent un exemple d'une application grand public réussie qui peut enrichir la réflexion actuelle.

Quelques rappels sur l'évolution des technologies de navigation routière

Les premiers systèmes de navigation offrant l'ensemble des fonctionnalités de positionnement, calcul d'itinéraire, guidage par pictogrammes et messages vocaux sont apparus fin 1994, avec le lancement en Europe de la BMW série 7 équipée du système Carin développé par Philips. Quelques mois plus tard Mercedes proposait le système Bosch et une série limitée de la Renault Safrane était également équipée du système Carin. Parallèlement à ces systèmes complètement intégrés au véhicule dits de "1^{re} monte", une offre de produits seconde monte s'est très rapidement développée.

Ces systèmes de première génération se sont peu à peu démocratisés mais leur technologie n'a pas fondamentalement évolué. La localisation, en particulier, est restée basée sur un processus en deux étapes. Un ensemble de capteurs constitué du signal tachymétrique du véhicule ou de capteurs de roue, d'un gyromètre ou accéléromètre capable de mesurer les changements de direction et pour les tous premiers systèmes d'un compas magnétique fournissent les données nécessaires au processus dit de "dead reckoning" qui est en réalité un calcul d'estimation de la trajectoire du véhicule entre deux instants. Cette trajectoire est ensuite recalée sur

■ mots-clés

Dead reckoning -
Map matching -
LIASON - Attribut
cartographique



Exemple de système intégré 1^{re} monte.

la géométrie des routes contenue dans la cartographie embarquée par la seconde étape du processus appelée le "map matching" afin d'obtenir une position précise sur la carte.

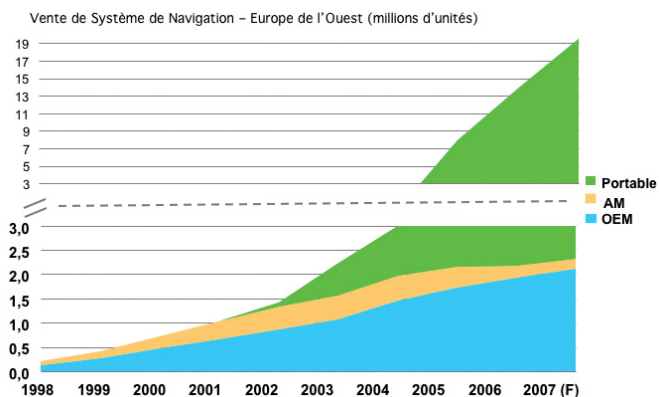
Le GPS, qui n'existait qu'à l'état embryonnaire à l'époque du lancement des premiers systèmes, a pris un rôle de plus en plus important dans la localisation à mesure que sa couverture s'étendait et que le temps de calcul et la précision des récepteurs s'amélioraient. Utilisé initialement uniquement pour effectuer un recalage automatique sur la carte numérique, notamment lorsque le véhicule sortait de la zone couverte par la carte, le GPS a rapidement été utilisé pour calibrer automatiquement les capteurs (gyromètre et tachymètre) puis est devenu une des sources d'information de position principale en étant combiné avec les autres capteurs grâce à l'utilisation des techniques de filtrage de Kalman.

Les supports de cartographie ont également évolué. Les CD-ROM des premiers systèmes qui ne pouvaient stocker qu'un seul pays à la fois ont été remplacés par des DVD pouvant embarquer la carte de toute la cartographie de l'Europe de l'Ouest. Aujourd'hui un nombre croissant de systèmes "première monte" est équipé de disques durs dont la capacité varie de 20G octets à près de 100G octets.

■ ■ ■ Développement d'un marché grand public

Depuis quelques années se sont développés des systèmes de navigation portables de plus en plus opérationnels, fonctionnant uniquement à l'aide du positionnement GPS. Grâce à la suppression du brouillage appliqué au signal GPS civil et l'amélioration de la sensibilité des récepteurs GPS ces derniers offrent des performances de positionnement tout à fait satisfaisant en terrain dégagé comme en ville, même s'ils n'égalent pas en précision et robustesse de positionnement les systèmes première monte multi-capteurs. Ces produits, dont les premiers prix sont à moins de 200 € ont permis de démocratiser la navigation et de faire de cette application un produit grand public.

On estime que le marché de la navigation devrait atteindre vingt millions d'unités vendues en 2007 en Europe dont deux millions en première monte. Près de 25 millions de véhicules seraient actuellement équipés, tous systèmes confondus, en Europe de l'Ouest.



La cartographie

Les cartes constituent le référentiel essentiel de la navigation routière. Par rapport au carte papier, les cartes numériques navigables sont incroyablement plus détaillées et riches en information facilitant le calcul d'un itinéraire pertinent aussi proche que possible de l'optimal ainsi qu'un guidage fiable du conducteur. On distingue plusieurs couches d'information. La géométrie des voies tout d'abord, constituée de points reliés entre eux par des arcs de longueur variables afin de coller au plus près au tracé réel. L'utilisation de la technologie du GPS différentiel permet d'obtenir une précision absolue inférieure à 5 m et relative de 1 m.

La couche suivante est constituée de l'habillage cartographique, lacs, rivières, zones boisées, voies de chemin de fer, etc. qui permet une représentation visuelle naturelle et facilement identifiable par l'utilisateur. Le découpage administratif comprenant communes, régions, départements, pays... est essentiel pour la saisie d'une destination.

Les voies avec leurs codifications nationale et européenne, leur nom et numéro d'adresse quand il s'agit d'une rue, permettent à la fois de saisir une adresse mais également d'aider au guidage.

Structure de la base NAVTEQ

Géométrie	Links, Nodes, Shape points, Relative elevation, Connectivity
Habillage Cartographique	Railroads, Rivers, Canals, Lakes, Golf courses, Shopping centers, Woodlands etc.
Découpage Administratif	Country, State, City, Settlement, Province, Postal codes, etc.
Voie	Street names, Route number and Address ranges
Point d'Intérêt	Hotels, Restaurants, Tourist attractions, Transportation terminals etc....
Attribut de Navigation	Arterial classification, Dividers, Barriers, One-ways, Speed limits, Road signs, Turn restrictions, Ramp signs, Time of Day and Flow Restrictions
Localisant d'Info.Trafic	RDS-TMC codes from national providers
Spécifique	Special requests aggregated to underlying geometry

La couche de données constituée des attributs de navigation code l'ensemble des informations relatives à la circulation comme les restrictions de tourner, les sens interdits, les carrefours giratoires, etc. Elle joue un rôle capital et spécifique en permettant le calcul d'itinéraires compatibles avec les règles de circulation.

Les points d'intérêt répartis en plus de soixante catégories, constituent une base de données d'informations géo-localisées avec précision qui permettent à l'utilisateur d'accéder rapidement à un hôtel, restaurant, de trouver les stations essences proches de sa position, etc.

D'autres couches d'information peuvent également être ajoutées pour des applications spécifiques comme les points de localisation pour l'information sur le trafic routier, des modèles pour l'affichage de bâtiments en trois dimensions, des guides touristiques, etc.

Au total plus de cent soixante attributs différents renseignent chaque lien de la base de données cartographique.

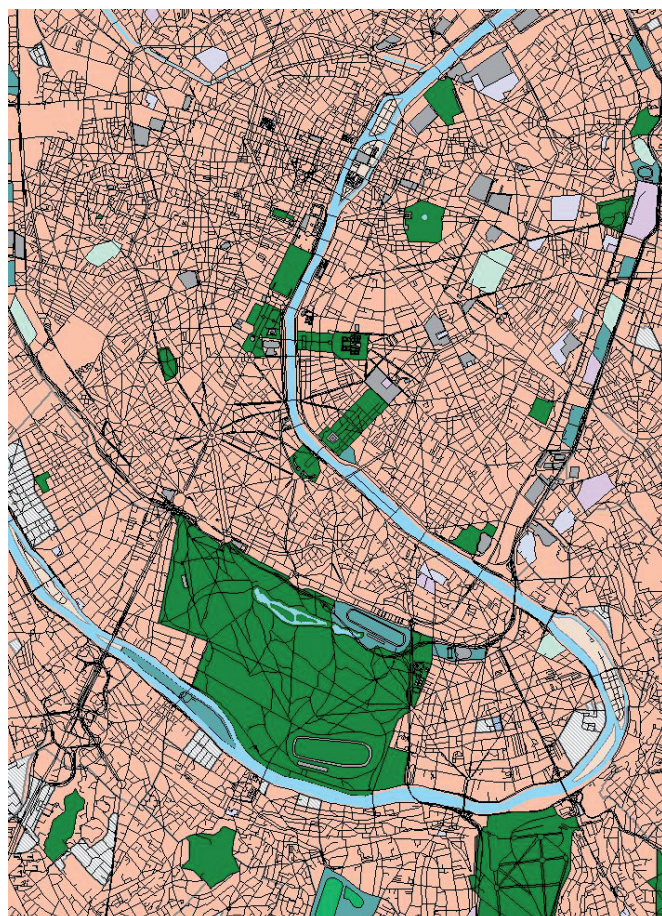
La cartographie en intérieur

Il serait prématuré, dans l'état actuel des connaissances, d'extrapoler l'expérience acquise sur le routier à la cartographie et localisation en intérieur. Par rapport au réseau routier des différences notables existent qui ont été illustrées par le projet Européen LIASON.

Le processus de localisation sur la carte ou "Map Matching" est radicalement différent. Alors que le modèle routier recherche un segment de route la localisation en intérieur doit identifier un volume comme une pièce ou une sous-zone d'un espace intérieur (stand d'un exposant sur un salon par exemple) et fonctionner dans un espace à trois dimensions en intégrant la notion de niveaux.

Par ailleurs la cartographie nécessite de juxtaposer un modèle de représentation spatiale en volume pour la localisation avec une représentation sous forme de graphe pour le calcul d'itinéraire. En intérieur la cartographie s'apparente à des volumes de présences reliés entre eux par un graphe de déplacement.

Le concept de modèle de données en couches successives et attributs doit cependant pouvoir être repris moyennant une

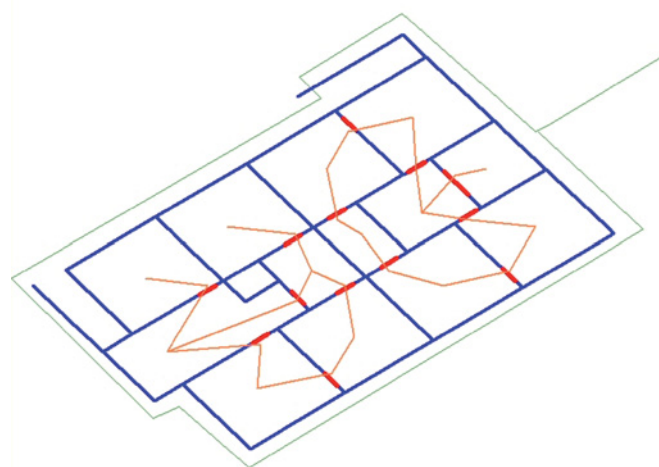
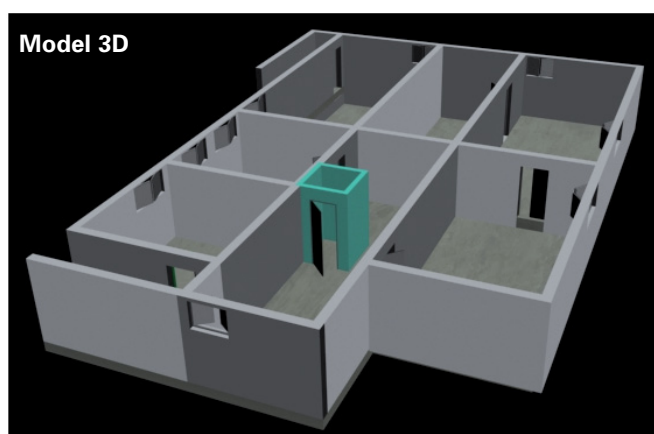


Géométrie et habillage cartographique

refonte complète de la définition de son contexte. Le tableau ci-dessous donne en première analyse quelques éléments de réflexion concernant les adaptations nécessaires.

Parallèlement de nouvelles technologies de collecte de données adaptées aux sites et bâtiments sont à développer :

- Capture de géométrie



Espace de localisation et graphe de déplacement

- Traitement en 3D
- Collecte d'informations en pédestre

En conclusion, la navigation routière a montré qu'il était parfaitement possible de mettre à la disposition du grand public, pour un prix accessible, des technologies complexes et sophistiquées de positionnement, guidage et de cartographie. La localisation

Géométrie	<ul style="list-style-type: none"> - Gérer des espaces (volume) de déplacement (une pièce, un hall) et non plus uniquement des liens à une dimension (route, chemin, voie). - Intégrer trois dimensions de déplacement (étage)
Habillage cartographique	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les représentations de nouveau type de zone et lien (hall d'accueil, bureau, restaurant, ascenseur, escalier, couloir...)
Découpage administratif	<ul style="list-style-type: none"> - Non défini a priori (un hôpital aura un découpage complètement différent de celui d'un centre commercial). - Créer une structure flexible et adaptable à chaque cas particulier.
Voie	<ul style="list-style-type: none"> - Créer un graphe de déplacement correspondant à la topologie des lieux et renseigner ce graphe par rapport en fonction.
Point d'intérêt	<ul style="list-style-type: none"> - Non défini a priori et spécifique à chaque type de bâtiments. Certaines catégories pourraient devenir génériques : chambre, zone de repos, salle d'attente, réfectoire, restaurant...
Attribut de Navigation	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre en compte le temps et... l'effort de déplacement pédestre (un escalier coûte plus qu'un ascenseur). - Inclure les restrictions d'accès : catégorie de visiteur, zone de sécurité, heures d'ouverture, accès pour handicapés...

■■■ en intérieur et ses applications associées doivent pouvoir suivre la même voie. Les technologies utilisées seront différentes ou devront être adaptées. La cartographie en particulier peut s'inspirer de l'organisation en couche de données. Elle nécessite cependant un modèle de représentation très différent sous la forme d'espaces localisés en volume reliés entre eux par un graphe des déplacements possibles.

Glossaire

Dead reckoning : Processus consistant à calculer l'estimation de la position, ou de la trajectoire, d'un mobile à un instant t par rapport à sa position à l'instant $t-\Delta t$ en intégrant dans l'intervalle Δt les valeurs Δe fournies par des capteurs de déplacement (tachéomètre, gyromètre, accéléromètre, compas...). Les marins pratiquent cette technique depuis fort longtemps en reportant sur leur carte le cap suivi et la distance parcouru fourni par le loch.

Map matching : Processus de recalage d'une position estimée sur les éléments topologiques fournie par une carte. Dans le cas de la navigation routière, il s'agit du tracé des voies de circulations. En intérieur les éléments cartographiques seront plutôt des espaces en volume (pièce, couloir...).

LIASON : "Location based services for the enhancement of

working environment". Projet de recherche européen consacré aux positionnement, communication, planification et suivi de déplacement en intérieur et plus spécifiquement dans des environnements critiques.

Attribut cartographique : ensemble des informations décrivant un élément de base d'une cartographie numérique. ●

Contact

Philippe SAINT-MARTIN

Director of Vehicule Strategy

philippe.saint-martin@navteq.com - www.navteq.com

ABSTRACT

Indoor positioning is tightly linked to the development of digital cartographies for building and sites. GPS car navigation systems have developed to become a mass market product with digital maps being widely available. There are no reasons for indoor application not to follow the same path. Technologies will be different or will have to be adapted. Maps especially will require a different model combining volume space for localization with a graph of possible path to navigate through while the general architecture of data layers could most probably be reused.

Olivier Reis

Ingénieur géomètre-topographe ENSAI Strasbourg

Diplômé de l'Institut de traducteurs et d'interprètes (ITI) de Strasbourg

9, rue des Champs F-57200 SARREGUEMINES

Téléphone : 03 87 98 57 04 Télécopie : 03 87 98 57 04 E-mail : o.reis@infonie.fr

Pour toutes vos traductions d'allemand et d'anglais en français en
topographie - géodésie - photogrammétrie - SIG - cartographie - GPS

Reinhart Stölzel

Ingénieur géomètre-topographe

Interprète diplômé de la Chambre de commerce et d'industrie de Berlin

Heinrich-Heine-Strasse 17, D-10179 BERLIN

Téléphone : 00 49 30 97 00 52 60 Télécopie : 00 49 30 97 00 52 61 E-mail : reinhart.stoelzel@eplus-online.de

Pour toutes vos traductions de français et d'anglais en allemand en
topographie - géodésie - SIG - GPS - chemin de fer - routes

Paul Newby

Membre de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)

Diplômé des universités de Cambridge (géographie) et de Londres (photogrammétrie)

9 Merrytree Close, West Wellow, Romsey, Hants SO51 6RB GB

Téléphone : 00 44 1794 322 993 Télécopie : 00 44 1794 324 354 E-mail : paulnewby@onetel.net.uk

Pour toutes vos traductions de français en anglais en
topographie - géodésie - GPS - SIG - cartographie - photogrammétrie - télédétection

Des topographes traducteurs à votre service