

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 101 (2003)

**Heft:** 7

**Artikel:** Intégration d'un odomètre optique dans un système de mobile mapping

**Autor:** Eberhart, D. / Gontran, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236039>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Intégration d'un odomètre optique dans un système de mobile mapping

Le développement de la télématique routière des transports réclame la gestion d'une quantité sans cesse croissante de données rattachées à l'espace routier. Des systèmes de levé topométrique mobile peuvent acquérir ces informations, en offrant un gain sensible de productivité grâce à la combinaison d'outils de navigation et d'imagerie numérique. Néanmoins, de tels systèmes, à mise en œuvre délicate, imposent un investissement financier considérable tant du point de vue matériel qu'humain. L'unité de Topométrie de l'EPFL engage donc des recherches dans l'élaboration d'un procédé d'extraction de données routières convivial et peu onéreux. Jusqu'à présent, notre système allie une localisation précise issue d'une plateforme GPS/INS à la capture de séquences vidéo par une caméra à balayage progressif. L'intégration d'un odomètre dans le système existant permet une augmentation de la fiabilité de la qualité de la solution de navigation dans des zones de faible visibilité GPS grâce à des mesures de distance supplémentaires.

*Die Entwicklung der Telematik für den Strassenverkehr bedingt die Verwaltung einer ständig wachsenden Menge an verkehrsspezifischen Daten. Mobile topometrische Aufnahmesysteme können diese Informationen erfassen. Sie bieten einen beträchtlichen Gewinn an Produktivität dank der Kombination von Navigationsinstrumenten und digitaler Bilderfassung. Jedoch sind solche Systeme heikel bei der Anwendung und stellen eine beträchtliche finanzielle Investition dar, dies im materiellen sowie im menschlichen Bereich. Deshalb engagiert sich das Institut für Topometrie der EPFL in der Entwicklung einer effizienten und einfach anwendbaren Aufnahme-prozedur für strassenverkehrsspezifische Daten. Momentan besteht unser System auf einer GPS/INS-Plattform zur Positionierung und einer digitalen Kamera mit progressiver Abtastung für die Bilderfassung. Die Integration eines Odometers in das existierende System ermöglicht dank zusätzlichen Distanzmessungen eine Verbesserung der Zuverlässigkeit der Navigation in Bereichen mit schlechter GPS-Sichtbarkeit.*

Lo sviluppo della telematica per i trasporti stradali presuppone la gestione di una quantità in crescendo di dati relativi al traffico su strada. I sistemi mobili di rilevamento topometrico riescono a raccogliere queste informazioni, offrendo un leggero aumento della produttività, grazie all'abbinamento di strumenti di navigazione e di immagini digitali. Tuttavia, tali sistemi sono delicati da usare e impongono notevoli investimenti finanziari, sia dal punto di vista del materiale che dell'impegno umano. L'unità di Topometria del Politecnico di Losanna ha lanciato delle ricerche per cercare di elaborare un sistema che permetta di estrapolare facilmente e convenientemente questi dati stradali. Finora tale sistema abbina una localizzazione precisa, proveniente da una piattaforma GPS/INS, a una telecamera digitale a scansione progressiva. L'integrazione di un odometro nel sistema esistente permette, grazie a misurazioni addizionali della distanza, di incrementare l'affidabilità della qualità di navigazione in campi con una pessima visibilità GPS.

D. Eberhart, H. Gontran

## Introduction

STRADA-DB gère en Suisse toutes les données nécessaires aux besoins du Système de Gestion de l'Entretien des routes, à savoir les caractéristiques des éléments constitutifs des voies de circulation, leur état structurel et fonctionnel, ainsi que tous les événements et activités qui influent sur l'entretien et l'exploitation des routes. Le repérage dans l'espace constitue un point crucial de cette banque d'informations. Chaque donnée routière est en principe rattachée à des points connus, marqués sur la chaussée, et qui constituent un système curviligne de repérage de base.

Ce système suisse de repérage de base est actuellement en révision. Dans ce cadre, le Laboratoire de Topométrie de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne a conçu un dispositif d'extraction du réseau routier par levé topométrique mobile: le Photobus. A l'instar du système VISAT (Schwarz et al., 1993) ou du GPSVan (Goad, 1991), notre système exploite le concept de géoréférencement direct, à savoir la définition immédiate des paramètres d'orientation de la caméra, en associant des capteurs de navigation à une caméra à balayage progressif, le tout embarqué dans un bus spécialement aménagé.

Intégrant des récepteurs GPS et une centrale inertielle, notre système de mobile mapping présente la particularité de géoréférencer la ligne centrale de route par le biais d'une caméra numérique orientée verticalement (Gilliéron, et al., 2001). Cette technique monoscopique simple et économique suffit à restituer le tracé routier avec une précision sub-décimétrique.

## Adjonction d'un nouveau capteur

Jusqu'à présent, la plateforme inertielle déterminait la position du véhicule dans des zones sans réception de signaux GPS avec des mesures accélérométriques et

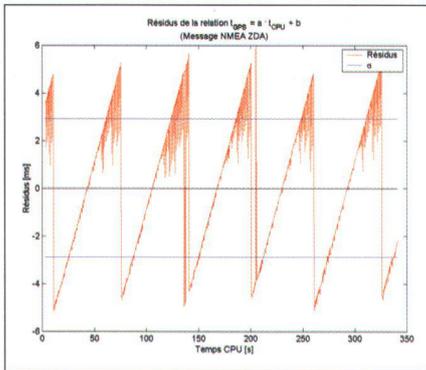


Fig. 1: Résidus du modèle linéaire liant le temps GPS ZDA au chronométrage CPU.

gyroscopiques. Ces mesures permettent le calcul de la distance parcourue et des changements d'orientation depuis la dernière mesure GPS. Nous souhaitons augmenter la redondance de la distance parcourue en intégrant un odomètre. En effet, la théorie explique clairement que l'existence de plusieurs mesures indépendantes d'une même grandeur, ici la distance, améliore considérablement la fiabilité et la précision de la solution de navigation finale.

L'odomètre Correvit L-CE de CORRSYS-DARTON Sensorsysteme GmbH est un système optique – sans contact – basant ses mesures de distance sur l'interprétation de la corrélation pixellaire. Insensible aux glissements du véhicule, ce capteur détecte des déplacements qui correspondent à des vitesses comprises entre 0.5 et 400 km/h à une précision meilleure que  $\pm 0.1\%$ .

## Principes de l'intégration d'un capteur

L'intégration d'un nouveau capteur dans un système de mobile mapping comporte deux étapes:

- l'intégration technique
- l'intégration mathématique.

L'intégration technique vise à recueillir et synchroniser les mesures du nouveau capteur, la référence temporelle étant le temps GPS.

L'intégration mathématique comprend l'introduction des mesures du nouveau

capteur dans le processus de compensation et de filtrage des données de navigation, puis l'évaluation de l'apport de qualité et de fiabilité à la solution de navigation.

## Intégration technique

Le fonctionnement correct d'un système de mobile mapping dépend de deux processus fondamentaux, qui sont l'enregistrement des données et la synchronisation des mesures des différents capteurs.

### Stockage des données

L'odomètre peut fournir des données par l'intermédiaire de deux interfaces. La première implique des impulsions simples en mode fréquence, auquel cas l'appareil est connecté à l'unité d'enregistrement par un port série RS-485. Chaque impulsion correspond à une distance parcourue unitaire, ici le  $\frac{1}{460}$ <sup>e</sup> de mètre (2.2 mm) selon le calibrage initial du fournisseur. Dans ce mode, l'odomètre émet activement des impulsions.

La seconde interface permet la récupération d'une distance cumulée et d'un temps interne de l'odomètre. Ces informations sont fournies par requête de l'appareil d'enregistrement, d'où la dénomination de «mode requête». La connexion impliquée utilise un port série standard, de type RS-232.

### Faiblesse de la connexion RS-485

L'odomètre est connecté à un système d'enregistrement doté d'un port RS-485, et diffuse par ce port des impulsions à cadence élevée. Le chronométrage, indication indispensable pour calculer la distance parcourue et synchroniser les capteurs, est réalisé par ce système de stockage.

Pour obtenir directement le temps de référence, à savoir le temps GPS, il est logique d'utiliser un récepteur GPS pour mémoriser les impulsions. Malheureusement les récepteurs GPS actuels ne permettent qu'un stockage d'événements à une cadence maximale de 1 Hz dans le cas du Leica System 500, ou à 80 Hz dans le cas du récepteur Javad Legacy-GD.

D'où une incompatibilité totale avec notre odomètre calibré à 460 pulses par mètre. En effet, pour ne pas dépasser la capacité des moyens d'enregistrement des impulsions, la vitesse maximale possible est de 17.4 cm/s soit 0.626 km/h pour le récepteur Javad. Cette vitesse est loin d'être utile pour un système de mobile mapping!

### Solution: connexion RS-232

Confrontés à cette incompatibilité, nous avons choisi de relier l'odomètre au port série RS-232 d'un ordinateur portable qui intervient comme support d'enregistrement. Ce type de connexion permet l'exploitation des mesures du capteur en mode requête. L'odomètre estime la distance cumulée, laquelle est datée à sa réception par l'ordinateur. Ainsi, pour déterminer la distance parcourue, il est nécessaire d'appliquer un algorithme de requête et d'interprétation commandé par l'ordinateur. On constate que les mesures ne sont plus directement liées au temps GPS, mais au temps interne du support d'enregistrement: l'ordinateur. Un processus permettant l'attribution du temps GPS aux mesures de distance est donc nécessaire.

## Synchronisation

Deux solutions possibles sont envisageables pour acquérir le temps GPS. La première utilise un enregistrement du temps GPS diffusé par un récepteur GPS vers l'ordinateur. La deuxième envoie une

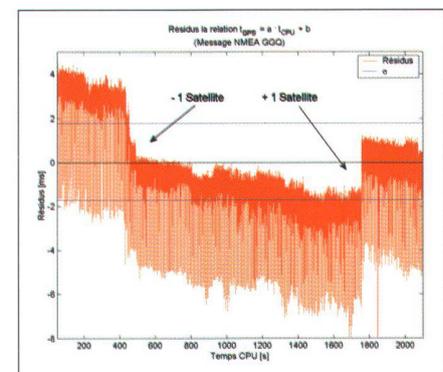


Fig. 2: Résidus du modèle linéaire liant le temps GPS GGQ au chronométrage CPU.

impulsion vers un récepteur GPS qui l'interprète comme événement daté.

La précision de synchronisation est a priori fixée à une milliseconde. En effet, cette unité de temps correspond à une distance parcourue de 2.8 cm à 100 km/h, vitesse limite d'utilisation du Photobus.

## Acquisition du temps GPS

Le temps GPS est issu de l'interprétation du message NMEA (National Marine Electronics Association) diffusé par la liaison série d'un récepteur GPS. De nombreux messages NMEA contiennent une information temporelle, nous avons focalisé nos recherches sur les séquences ZDA (Time and Date) et GGQ (Leica Geographic Position with 3D-Coordinate quality).

Les temps contenus dans ces messages sont mis en relation avec le chronométrage généré par l'algorithme de requête pour les mesures odomètre (chronométrage CPU). Le modèle fonctionnel choisi pour la description de la relation est une fonction linéaire du type  $f(t)=a.t+b$ .

Des écarts-types de 6 ms pour les deux relations entre le temps issu des messages ZDA et GGQ et le chronométrage par l'algorithme témoignent d'une inaptitude à la synchronisation. Par ailleurs, l'analyse des résidus montre un comportement cyclique dans le cas du message ZDA (cf. Figure 1). Ceci prouve que le temps diffusé par cet intermédiaire ne correspond pas au temps GPS vrai. Le message GGQ est quant à lui sensible au changement du nombre de satellites disponibles. (cf. Figure 2).

## Génération d'événements GPS

Les propriétés des messages NMEA étudiés mettent en évidence la nécessité de choisir un dispositif différent pour synchroniser les mesures odomètre avec le temps GPS. Nous avons donc mis au point un dispositif forçant l'ordinateur à émettre une impulsion vers un récepteur GPS, au même instant qu'une requête à l'odomètre. Ce dispositif impose l'émission, par le port série de l'ordinateur, d'un caractère transformé en impulsion TTL (Transistor to Transistor Logic) par une pu-

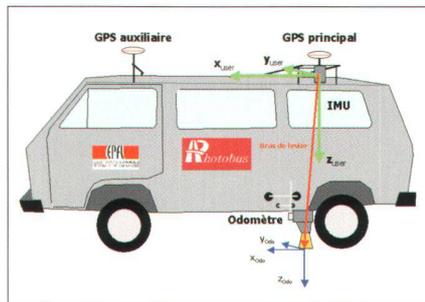


Fig. 3: Le système Photobus, les capteurs de navigation, orientation des systèmes de référence utilisateur et odomètre et bras de levier.

ce électronique dédiée (la puce Maxim MAX232). Cette impulsion est enregistrée par le récepteur GPS comme un événement affecté d'un temps précis à la microseconde.

L'émission d'impulsion est lancée par l'algorithme utilisé pour l'acquisition des mesures odomètre. Ceci assure que l'émission d'impulsion est intégrée dans le même processus que les requêtes, donc dans un temps GPS homogène. En outre, la grande stabilité des horloges en jeu (odomètre, algorithme et GPS) permet l'association directe du temps GPS enregistré pour un événement à la mesure de distance correspondante.

## Intégration mathématique

Le processus de compensation par un filtre de Kalman est assuré par le logiciel POSProc de la firme Applanix. Ce processus demande une intégration mathématique et géométrique. La première est résumable à l'évaluation de la qualité des mesures et des différents paramètres intervenant dans le filtre de Kalman. L'intégration géométrique décrit la position et l'orientation du sous-système odomètre dans le référentiel du système Photobus.

### Paramètres géométriques

Les informations géométriques peuvent être réduites au bras de levier entre l'origine du cadre de référence du système Photobus et le centre de mesure de l'odomètre, ainsi qu'aux angles d'orientation du référentiel du sous-système

odomètre dans le référentiel du système Photobus dit cadre utilisateur. Ce dernier est défini par un trièdre direct dont l'axe  $x$  est colinéaire au déplacement et de même sens, alors que l'axe  $z$  pointe vers le bas. Son origine est assimilée au centre de mesure de la plateforme inertielle (Figure 3).

Les composantes du bras de levier entre les systèmes odomètre et utilisateur sont déterminés à l'aide d'une station totale donnant la position relative des différents capteurs dans le système de coordonnées suisses. La centrale inertielle permet la détermination de l'azimut initial, nécessaire pour transformer les coordonnées suisses en coordonnées du système utilisateur.

Il est à noter que la verticalité du système odomètre est contrôlée par une nivelle, alors que l'alignement entre l'axe de déplacement du système utilisateur et l'axe de mesure du système odomètre ne peut être estimé qu'à l'œil.

### Paramètres mathématiques

Les paramètres mathématiques correspondent à l'écart-type des mesures odomètre et aux paramètres des différents processus aléatoires intervenant dans le filtre de Kalman. Dans le cas du sous-système odomètre, il s'agit de processus de Markov du premier ordre.

Les paramètres intervenant sont:

- l'erreur de facteur d'échelle selon l'axe du déplacement
- les erreurs d'alignement entre les systèmes odomètre et utilisateur
- les erreurs de corrélation dans le système utilisateur

L'introduction de tous ces facteurs n'est pas indispensable. Un paramètre exclu signifie que le processus décrit par celui-ci n'existe pas, n'a pas de poids important ou est constant. Le bon choix de paramètres et l'estimation de leur valeur est délicat et demande une certaine expérience.

Une première introduction d'un jeu de données odomètre dans le processus de compensation et de filtrage donne des résultats prometteurs même si leur qualité n'atteint pas encore la qualité souhaitée.

# Trimble GPS 5800 - Neue Software!

» RTK-Korrekturen via Internet (GPRS) «

- Keine teure GSM-Verbindung notwendig
- Immer On-Line (Einwahlzeit entfällt komplett)
- Einfache Installation einer eigenen GPRS-Basis für beliebig viele Nutzer
- Gleichzeitig Geodaten aus dem Internet beziehen
- Einfachere und kostengünstigere Nutzung von Referenzdiensten (z.B. swipos)

» Unterstützung von GSM-Handys mit Bluetooth «

» Anzeigen von ESRI-Shapefiles als Hintergrundkarte «

» Unterstützung von EGNOS «

- Nutzung von drei geostationären Satelliten über Europa



Rufen Sie uns an und verlangen Sie eine unverbindliche Vorführung.



allnav • Obstgartenstrasse 7 • 8035 Zürich • Tel. 043 255 20 20  
allnav@allnav.com • www.allnav.com  
Baden-Württemberg: 71522 Backnang • Tel. 07191 734 411



## Résultats

L'analyse des performances techniques des différentes composantes a montré que l'intégration de l'odomètre peut se faire efficacement par port série RS-232. L'exploitation des mesures de l'odomètre est assurée par un algorithme de requête qui interprète les données et les stocke dans un fichier texte.

L'élaboration d'une méthode de synchronisation des mesures odomètre avec le temps GPS a montré que la qualité du temps des deux formats NMEA ZDA et GGQ ne satisfait pas aux exigences pour la synchronisation.

Des impulsions TTL induites par l'algorithme de requête constituent une solution simple et élégante, pourvu qu'elles soient interprétées comme événement par un récepteur GPS. La bonne stabilité des horloges odomètre/GPS/CPU autorise une association directe du temps GPS enregistré pour une impulsion à la mesure de distance correspondante.

L'intégration mathématique donne une première estimation de la qualité des me-

sure odomètre. Les résultats sont prometteurs, même s'ils ne satisfont pas encore les exigences posées.

## Conclusion

L'intégration de l'odomètre dans le système de mobile mapping Photobus met en évidence les divers problèmes associés à l'adjonction d'un nouveau capteur dans un système multi-capteurs. Ceux-ci nécessitent des réflexions sur le temps de référence, le stockage des données et l'introduction des mesures dans le processus de compensation et de filtrage.

Même si l'évaluation de l'apport d'un odomètre optique au système Photobus ne se trouve qu'à ses débuts, ce travail élabore une intégration technique applicable à une future augmentation de la fiabilité du système de mobile mapping dans des zones urbaines.

### Bibliographie:

Gilliéron, P.-Y., Skaloud, J., Levet, Y., Mermi-  
nod, B., 2001. A mobile mapping system for  
automating road data capture in real time. 5<sup>th</sup>

Conference on Optical 3D Measurement Tech-  
niques, Vienna, Oct. 1-4, 2001.

Gilliéron, P.-Y., Gontran, H., Skaloud, J. (2002);  
Test With the System Photobus For Road Data  
Acquisition; Kinematische Messungen auf  
Strasse und Schiene, Sept. 2002, Universität  
der Bundeswehr München.

Goad, C. C., 1991. The Ohio state university  
mapping system: the positioning component.  
Proceedings of the 47<sup>th</sup> Annual Meeting. The  
Institute of Navigation (ION). June 10-12.

Schwarz, K.-P., Martell, H. E., El-Sheimy, N., Li,  
R., Chapman, M. A., Cosandier, D., 1993. VI-  
SAT - A mobile highway survey system of high  
accuracy. Proceeding of the Vehicle Navigation  
and Information Systems conference. Institute  
of Electrical and Electronics Engineers, Otta-  
wa, Canada. October 12-15.

Daniel Eberhart  
Hervé Gontran  
EPFL  
Institut du Développement Territorial  
(INTER)  
Laboratoire de Topométrie (TOPO)  
Bâtiment GR  
CH-1015 Lausanne  
<http://topo.epfl.ch>