

DVG : UN SYSTÈME AÉROPORTÉ DE SAISIE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES TRIDIMENSIONNELLES POUR PROJETS LINÉAIRES D'INGÉNIERIE

M. Taylor - IMA/GEO Paris

Résumé

L'idée qui conditionne le développement du système aéroporté de saisie automatisée de données géographiques DVG, est de créer un système évolutif qui fournira une cartographie précise de façon plus flexible que les méthodes de photogrammétrie existantes.

Précurseur dans les domaines de GPS et du laser, Nortech a construit un système de profilage laser déjà opérationnel, il y a près de 10 ans. L'introduction des caméras vidéo et de logiciels de traitement cartographique a donné naissance au Digital Video Geographic System (DVG), un système de cartographie intégré conçu pour profiter pleinement des développements technologiques nouveaux.

Le système est opérationnel depuis plusieurs années et a déjà contribué à la réussite de plusieurs projets en Amérique, Afrique et Asie.

Nortech a maintenant construit une nouvelle version du système, le DVG ATLAS qui sera introduit en Europe pour réaliser des travaux en janvier 1995.

IMA/GEO est le représentant de Nortech en Europe et est aussi responsable pour le traitement des images vidéos.



LE SYSTEME

Le DVG intègre les éléments suivants :

GPS

Le DVG utilise le système NAVSTAR GPS pour positionner le vecteur et la plateforme DVG dans les trois dimensions. Ceci

s'effectue en mode différentielle afin d'obtenir des précisions de 30 cm à 2 m selon le type de récepteur utilisé et la configuration des satellites observés. Le positionnement peut être réalisé en temps réel par liaison radio pour que le vecteur soit sur un axe de vol prédéterminé avec une précision de 3 à 5 mètres.

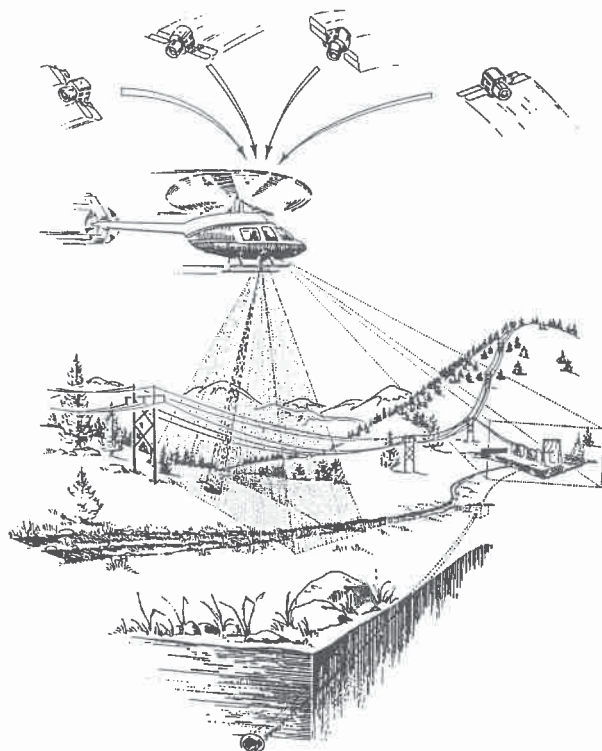
Profilateur laser

Un profilateur laser à haut débit mesure la distance entre la plateforme et la surface de la terre en continu. Ceci permet de mesurer les altitudes du sol et de la couverture végétale, même dans les zones de forêt dense. La précision du laser est d'environ 20 cm EMQ. Une fois les données mises en adéquation avec les valeurs GPS, on dégage les profils terrestres en long.

Images Vidéos

Une caméra vidéo haute résolution reliée à un enregistreur VHS fournit une couverture vidéo d'un couloir de taille et de résolution variable selon l'altitude de vol. La largeur du couloir couvert par une focal standard est des deux tiers l'altitude de vol (350 m à alt 500 m). La caméra utilisée sur le nouveau système DVG est de type CCD 3 puces avec une résolution de 700 lignes, ce qui donne un pixel de 50 cm à 500 m d'altitude. L'image résultante est corrélée en temps

et en position. Elle peut être mise à l'échelle par traitement d'images une fois qu'elle est intégrée avec les données GPS et laser.



Gyroscope vertical

Un gyroscope vertical à deux axes fournit des données de roulis et de tangage en temps réel. Combiné avec un servomoteur, ces données maintiennent le système stable en position horizontale.

Compas "Flux gate"

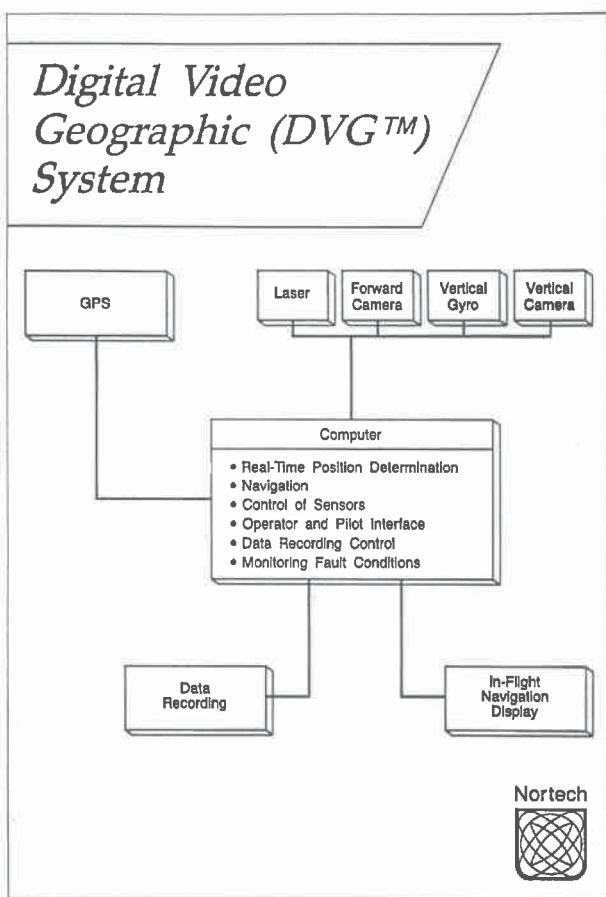
Le compas "flux gate" fournit une orientation continue en azimut du vecteur. Cette information est utilisée pour assister l'orientation des images vidéos et pour le transfert du contrôle GPS au centre de l'image.

Caméra oblique

Un caméra VHS montée sur le nez du vecteur permet une visualisation oblique pour obtenir une information supplémentaire sur le relief.

Ordinateur système

L'ordinateur système intègre toutes les données GPS, LP et VIS par une corrélation de temps. Il permet aussi de faire un contrôle qualité en temps réel ainsi qu'un filtrage des données pour obtenir les fichiers préliminaires de traitement.



LE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

L'acquisition de données DVG s'effectue par un survol de la zone avec saisie des données intégrées. D'un passage simple on obtient un profil et une bande d'images vidéos.

Pour pouvoir construire un modèle numérique de terrain, on effectue des vols parallèles multiples (au moins 5) à l'intervalle désiré.

La méthode de saisie utilisée dépend bien sûr des besoins spécifiques à chaque projet. Avant le commencement de la saisie il faut identifier ou créer un réseau de points géodésiques à un intervalle de 10 à 25 kilomètres selon la précision désirée. Les axes de vol sont définis à l'intervalle désiré (généralement de 10 à 50 mètres) sur la cartographie existante ou sur de l'imagerie SPOT.

Le plus souvent la saisie des données est effectuée en temps réel pour permettre une navigation précise. Pour certaines applications telles que les inventaires de lignes électriques, il est possible de naviguer en visuel. Dans tous les cas, des données GPS brutes sont stockées pour être ensuite traitées en mode différentielle.

L'altitude de vol est alors choisie en fonction des critères de la résolution de l'image, de la couverture de bande et de la pénétration désirée de la couverture végétale. Avec les caméras vidéos modernes, il est possible d'obtenir des résolutions de l'ordre de quelques centimètres. Utilisant une caméra à grand angle à l'altitude maximale d'enregistrement laser à 500 mètres on peut obtenir une couverture de presque un kilomètre avec une résolution métrique. Si la zone à relever est fortement boisée il serait peut-être nécessaire de voler à des altitudes basses (100 mètres) pour pouvoir pénétrer la couverture végétale.

Pendant le vol, la caméra vidéo et le laser sont maintenus stables en orientation verticale utilisant des données du gyroscope vertical et un servomoteur. Un profil laser continu ainsi que des images verticales et obliques sont saisies. Toutes les données numériques sont enregistrées sur disque dur et les données vidéo sur cassette.

Une fois le vol terminé, toutes les données sont transférées sur station de travail. Des sorties préliminaires sont effectuées in situ pour comparaison avec les images vidéos afin de rendre compte du travail effectué.

Traitement des données finales

Au bureau les données GPS sont traitées en mode différentielle et les profils laser sont numérisés. Les images vidéos sont visualisées et positionnées en synchronisant l'horaire codé sur les positions GPS. Ceci permet d'intégrer toutes les données et de les mettre à l'échelle et au format désiré afin de fournir une cartographie de projet en mode raster pour la planimétrie et en mode vecteur pour l'altimétrie.

La cartographie altimétrique est fournie par un réseau de points triangulés entre les profils pour créer un MNT et une carte en courbes de niveau.

Traitements des images vidéos : Une fois améliorées, rectifiées et mises en mosaïque par le système de traitement d'images GEOimage (Sophia Antipolis, France), les images vidéos servent comme cartes de base. Utilisant des algorithmes spécifiques, le système produit une structure orientée à partir des grandes quantités d'images générées par la vidéo. GEOimage fournit aussi un contrôle indépendant sur l'altimétrie en comparant des images voisines et les corrige éventuellement en cas d'imprécision.

Les travaux nécessaires à la restitution des cartes sont regroupés en trois phases :

- rectification géométrique des images
- mosaïquage des images par coupure
- rotation et habillage des coupures

La rectification géométrique

L'objectif est de transformer les images dans la projection des cartes en un pseudo niveau 2.

Le centre de l'image est adopté comme point de référence fixe. Les images vidéo ont une géométrie semblable à celle d'une image aérienne sauf que la résolution est différente dans le sens des lignes et des colonnes. Nous avons donc adapté la modélisation aérienne à ce cas.

Pour la modélisation une base de données de points d'amers est constituée liant les images entre elles. Les modèles sont ensuite calculés par une méthode d'optimisation des paramètres à l'aide des images cartographiques, image par image.

Les modèles ainsi obtenus permettent la rectification des images par une méthode de rééchantillonnage bicubique.

Mosaïquage des images par coupure

Pour chaque coupure d'un travail on construit un projet de mosaïque en positionnant les images les unes par rapport aux autres à partir des coordonnées cartographiques de leurs centres.

Le logiciel GEOimage permet alors une fusion des images en une mosaïque en lissant les informations de part et d'autre d'une frontière calculée automatiquement et retouchée manuellement si nécessaire afin de rendre la transition la plus discrète possible.

Rotation et habillage des coupures

Les mosaïques ainsi constituées sont dans la projection des ortho images avec une verticale correspondant au Nord cartographique.

Si nécessaire, l'on effectue une rotation afin d'obtenir la zone géographique correspondant à la carte.

L'habillage consiste alors à créer la grille des coordonnées cartographiques, à ajouter le cartouche et à mettre à jour les informations avec incrustation des toponymes.

On génère finalement les fichiers images (3 canaux RGB et un fichier comprenant l'ensemble de l'objet) et les sorties jet d'encre d'une résolution de 300DPI.

LES APPLICATIONS DU SYSTÈME

Le nombre de produits qui peut être obtenu au fur et à mesure que la technologie s'améliore est presque sans limites. Cependant, puisque nous avons privilégié la flexibilité de fonctionnement du système, il est particulièrement performant sur des grands projets linéaires où les conditions de terrain et de climat sont difficiles.

Voici quelques applications que DVG peut fournir :

A. Cartographie de réseau - Electricité, gaz, pétrole, eau, télécommunications

- Etudes de faisabilité et de tracé préliminaire : Le système est bien adapté à cette tâche et peut générer des données analytiques, quantitatives et spatiales.

- Cartographie de projet avec des précisions meilleures que le mètre : DVG peut fournir une cartographie de projet dans des zones trop accidentées pour des relevés clas-

siques.

- Cartographie des servitudes : L'image vidéo fournit des données à jour sur les implantations humaines le long des tracés du projet.

- Relevés d'ouvrages : Le relevé des infrastructures existantes est aisé et fournit des profils là où ils n'existent pas.

- La maintenance : Avec une orientation de caméra télécommandée il est possible de survoler des infrastructures existantes et de les filmer avec des angles et des résolutions diverses afin de documenter l'état des structures.

B. Occupation des sols et environnement

- Gestion de l'occupation des sols : Utilisant une caméra CCD pour une plus grande résolution (jusqu'à 4000x4000 pixels), le DVG fournit des données précises pour des transects qui peuvent compléter les images satellites ou photos aériennes. Par exemple : des inventaires forestiers peuvent être réalisés avec une classification des essences d'arbres ainsi que de leur hauteur.

- Gestion des ressources en eau. Avec peu de points terrain et avec des précisions verticales élevées, le DVG est bien adapté aux relevés de zones marécageuses, inondables et côtières. La flexibilité de l'hélicoptère permet de suivre des côtes ou vallées accidentées plus facilement.

- Inventaires d'environnement. A cause de sa capacité de fonctionnement par tous temps le DVG peut être utilisé pour obtenir une vision rapide des problèmes d'environnement tels qu'inondations, pollution etc.

UN PROJET DVG: RELEVÉ PRÉLIMINAIRE : PROJET DE GAZÉODUC PAR NORTECH SURVEYS & GEOIMAGE

En avril 1994 Nortech Surveys (Canada) a débuté un relevé aérien pour Total utilisant le Système numérique géographique à images vidéo, le DVG, à travers 175 kilomètres de terrain mixte allant d'une plaine côtière avec forêts tropicales localisées jusqu'à une altitude maximale de 800 m pour fournir une cartographie au 1/2500 et 1/5000 afin de déterminer le meilleur tracé pour un projet de gazoduc.

Une fois le réseau géodésique établi par observations GPS différentielles (D-GPS), le DVG et un hélicoptère ont été mobilisés. Le système a permis de capter 2 000 kilomètres de profil pendant 21 jours de travail. La production a pu continuer même par temps nuageux. Plusieurs axes parallèles ont été saisis à des intervalles variant entre 40 mètres là où le terrain est relativement facile, jusqu'à 7 mètres dans les zones les plus montagneuses. Afin d'obtenir une précision de pointé suffisante, le positionnement a été fourni par le système **Hydrostar** de D-GPS en temps réel par lien radio. Le tracé a été aussi couvert par une bande d'images vidéo de 250 m de large et d'une taille pixel d'environ 40 cm.

Sur site l'assurance qualité du système a permis de valider les données saisies. Un ingénieur du client a visualisé et contrôlé les vidéos ainsi que des profils préliminaires sortis sur un traceur A3. Ceci lui a permis de choisir le programme de vol en fonction des résultats pour obtenir une couverture de toutes les zones pouvant l'intéresser.

Les données DVG ont été ensuite traitées au bureau

pour dégager les précisions finales métriques, créer le MNT et sortir l'altimétrie en format DXF et graphique. 1200 images vidéos avec un recouvrement variant entre 20-35% ont été numérisées et envoyées en France pour amélioration, rectification et mosaïquage par l'atelier de traitement d'images **GEOimage** (Valbonne). Les fichiers résultants ont été livrés au client en format **Intergraph** et des sorties couleur à l'échelle 1/5 000 produites sur traceur jet d'encre.

Le projet a été achevé sur le terrain sans dégradation de l'environnement sept semaines seulement après la commande et juste avant le début de la saison pluvieuse. C'était aussi la première fois à notre connaissance que des images vidéos géographiques ont servi à produire une carte de base -les experts en télédétection conviendraient que les quantités d'images traitées sont impressionnantes. Mais la conclusion la plus éloquente est contenue dans cette citation du client :

" Sans cette technique nous n'aurions jamais pu réaliser en respectant l'environnement ce relevé dans les temps et le budget. Pour moi, il ne fait pas de doute, l'équipe était la clé du succès.

Avec notre expérience je ne peux que recommander Nortech Surveys pour des relevés similaires de tracés difficiles de pipeline."

LES AVANTAGES DU SYSTEME

sont, entre autres:

- Cartographie linéaire économique : Pour des largeurs de moins d'un kilomètre et des axes de vol d'un total de plus de 100 kilomètres le DVG est moins cher que la photogrammétrie.
- Vitesse de saisie rapide : DVG peut obtenir des centaines de kilomètres de données tridimensionnelles chaque jour. Les taux de production journaliers vont de 100 kilomètres en mode temps réel à plus de 200 kilomètre en suivie de structures existantes. Les données DVG sont déjà numériques (GPS, Laser) ou facilement numérisables (Vidéo) pour assurer un traitement plus rapide.

• Opération tous temps : DVG vole également par temps médiocre. Les projets en zones climatiques difficiles deviennent plus facilement réalisables.

• Capacité de suivi du terrain : Utilisant des hélicoptères, le DVG peut suivre des tracés tortueux et fournir des images d'échelle plus homogène en zone accidentée.

• Saisies dans les zones les plus inaccessibles : Le profilateur laser permet d'obtenir des informations altimétriques précises dans les conditions les plus difficiles. Couplé avec nos techniques de traitement d'images ceci donne l'assurance de toujours obtenir une carte de base précise.

• Flexibilité du système : Les possibilités de traitement d'images s'appliquent à tout capteur qui peut être inclut à un coût réaliste. Chaque année, les caméras vidéos et CCD s'améliorent et les équipements de télédétection aéroportés deviennent plus abordables. Le DVG a été conçu pour profiter pleinement de ces développements.

CONCLUSION

Nous avons présenté un système de saisie et de traitement de données flexible. DVG a effectué efficacement un bon nombre de projets dans les derniers cinq ans faisant de Nortech le leader sur le marché pour cette application.

Le système peut fournir un grand nombre d'applications en cartographie de réseaux, occupation des sols et environnement.

Utilisant des données tridimensionnelles avec des images facilement numérisées il fournit la solution la plus rapide pour une cartographie numérique.

Basé sur des technologies évolutives le DVG va s'améliorer pour devenir un rival sérieux de la photogrammétrie. Avec l'arrivée des lasers à balayage il commence à devenir faisable de générer automatiquement des MNT pour des bandes allant jusqu'à un kilomètre. Au fur et à mesure que les coûts se réduisent nous verrons la saisie aéroportée de données automatisées s'appliquer toujours plus au marché cartographique.



Le CURVIMESUREUR 700B

- * Cadran horizontal
- * Manche métal télescopique



Présenté au Salon EUROPROPRE 1993

Mesure tout partout de 1 cm à 100 m

- Pour évaluer rapidement les longueurs, surfaces, telles que murs, sols, plafonds, revêtements, tapis, peinture, canalisations.
- Entretien, nettoyage : des années d'usage.
- Un service immédiat en cas d'incident.
- Si petit et léger qu'il se range dans une serviette.
- Livré avec un étui de protection qu'il est possible de porter à la ceinture, laissant les mains libres pour faciliter les relevés.
- Service dans 5 pays.
- Fabrication française