

Commission I
Communication

Ing. M. Albotă, Bucarest, Roumanie

ASPECTS CONCERNANT L'ÉTALONNAGE DES ENREGISTREMENTS AÉRIENS ET SPATIAUX DE TÉLÉDETECTION

RÉSUMÉ

Les enregistrements effectués à l'aide des capteurs photographiques ou non-photographiques de télédétection se caractérisent par le domaine spectral, par la sensibilité de celui-ci, et par la résolution comme fonction du contraste et de la fidélité géométrique. Par l'étalonnage des enregistrements, géométrique et radiométrique, on a comme but d'assurer la qualité des déterminations éliminant ou diminuant les influences externes. On analyse la relation existante entre le type des enregistrements, les facteurs externes d'influence et le mode d'étalonnage.

INTRODUCTION

Le problème de l'étalonnage des enregistrements aériens et spatiaux de télédétection, dans son ensemble, a une importance majeure dans l'assurance de la qualité des déterminations et des mesures dans le procès d'exploitation des informations de télédétection, puisque les objets et les phénomènes sont étudiés sans prendre directement contact avec ceux, mais de loin par l'analyse de la réponse spectrale de la scène enregistrée.

Les signaux obtenus des objets ou des phénomènes qui se trouvent, ou qui sont produits à distance, sont enregistrés par les capteurs passifs ou actifs et il est nécessaire que les enregistrements effectués par ceux-ci ne soient pas affectés par les influences dues au capteur et au véhicule qui le transporte, ou au milieu qui se trouve entre le capteur et l'objet. Les objets qui se trouvent à distance, se découvrent au capteur par les ondes électromagnétiques ou sonores, par l'intensité du champ magnétique ou de gravitation. Les capteurs diffèrent par le domaine spectral où ils actionnent, par la sensibilité de celui-ci, par la résolution comme fonction du contraste naturel, par la transmission de ce contraste au capteur et par la capacité de garder les caractéristiques géométriques.

L'ÉTALONNAGE

D'habitude on aborde séparément, premièrement l'étalonnage des capteurs de prélèvement et d'enregistrement et deuxièmement l'étalonnage des enregistrements de télédétection. L'étalonnage des capteurs de télédétection, différant d'un capteur à l'autre (chambres photographiques normales, métriques ou multi-spectrales, radiomètres en IR ou UV, scanners normaux ou multi-spectraux, chambres de télévision ou de phototélévision, cap-

teurs-radar etc.) se rapporte à l'aspect géométrique et photométrique. L'étalonnage se réalise avant d'effectuer la mission, au sol, ou pendant le fonctionnement du capteur dans l'espace aérien ou cosmique.

L'étalonnage des enregistrements de télédétection se fait d'habitude à l'aide des déterminations géométriques qualitatives et spécialement spectro-radiométriques réalisées dans les zones de terrain affectées au test. L'étalonnage des enregistrements consiste dans des étalonnages généraux avant la préparation et les étalonnages spécifiques au domaine d'utilisation.

LE DOMAINE SPECTRAL

Si l'on sépare les capteurs de télédétection en photographiques et non-photographiques, donc ceux qui produisent directement une image sur un matériel photosensible (dans la zone visible du spectre électromagnétique ou dans l'infrarouge proche) et ceux qui réalisent des enregistrements sur la bande magnétique (par balayage, à radar etc.) on peut caractériser les enregistrements et en même temps la manière d'étalonnage de ceux-ci, en fonction de domaine spectral où ils actionnent.

L'étalonnage radiométrique des enregistrements de télédétection est spécifique pour chaque domaine spectral et par rapport à celui-ci, spécifique pour chaque type de capteur.

Aux chambres à film et aux chambres de télévision à tube vidicon l'enregistrement s'étalonne dans une manière spectro-radiométrique par le mesurage des variations d'intensité produites au-dessus de la surface de l'image de certains plans de référence, uniformément illuminés; dans l'espace cosmique on peut utiliser les zones couvertes de neige, de déserts ou de nuages.

Aux scanners multispectraux on inclut une source interne de référence, pendant la période d'une partie du cycle de balayage; par exemple un corps noir pour les bandes spectrales thermiques, le soleil pour les capteurs utilisés aux buts météorologiques et l'espace éloigné (le fond du ciel) pour les enregistrements réalisés dans les missions spatiales, qui ont comme but, l'obtention des images des autres corps célestes.

L'utilisation des zones de terrain affectées au test est caractéristique à l'étalonnage des enregistrements de télédétection du Terre, mais le mesurage de la réponse spectrale représentante le moyen opératif le plus indiqué.

SENSIBILITE

La sensibilité dans un domaine spectral est premièrement déterminée par le capteur et il est tout à fait important que les différences de densité dans un enregistrement soient produites seulement par les différences de réponse spectrale (réflectance) des objets et non pas provoquées par des causes parasites, par exemple l'influence du milieu qui existe entre l'objet et le capteur. Dans ce sens, il est nécessaire que: le système capteur-détecteur soit étalonné du point de vue spectrométrique, que la distribution spectrale de l'illumination soit connue, que les bandes spectrales soient correctement établies pour chaque image et que le procès de traitement des images soit ri-

gouvement contrôlé.

Parce que le milieu ambiant a une grande importance dans les mesurages radiométriques, l'étalonnage d'un capteur doit se référer à ses caractéristiques, y compris la sensibilité, mais aussi aux paramètres de l'influence du milieu.

La sensibilité est aussi dépendante de la fiabilité du système capteur-détecteur.

RÉSOLUTION

La résolution, comme fonction du contraste naturel de l'objet, détermine la qualité des informations prises par le système d'enregistrement (capteur-détecteur), la qualité spectrale ou métrique.

L'étalonnage des enregistrements aériens et spatiaux de télé-détection a comme but le maintien inaltéré de ce contraste naturel dans l'image obtenue, photographique ou non.

LE TRANSFÈRE DU CONTRASTE

Le mode, dont on produit le transfère du contraste naturel de la surface enregistrée vers le capteur-détecteur est d'habitude analysé à l'aide des mires test. On établit: le degré de détectabilité et de mesurabilité des détails, la capacité de sélection du matériel photosensible aux cas des enregistrements photographiques et la capacité de transmission des caractéristiques spectrales.

Dans une image noir-blanc, un certain niveau de gris représente l'énergie radiante pour une bande spectrale bien délimitée du spectre électromagnétique, délimitation strictement dépendante de qualités du capteur. Par exemple, divers niveaux de gris déterminent le contraste existant dans la scène de terrain.

L'image enregistrée est une fonction de deux variables spatiales $f(x,y)$, pour le noir-blanc la fonction de la luminosité est $f_n(x,y)$ et pour une image en couleurs $f_c(x,y)$ qui est composée de fonctions correspondantes pour le bleu, vert et rouge $f_b(x,y)$, $f_v(x,y)$ et $f_r(x,y)$, cette image en couleurs pouvant être considérée comme une combinaison de trois images noir-blanc, exprimant l'énergie radiante d'une bande spectrale.

Ces affirmations sont aussi valables pour les enregistrements sur bande magnétique, chaque élément d'image (pixel) assurant, par sa surface à deux dimensions, un certain niveau de gris, respectivement le transfère du contraste pour l'élément de surface (scène de terrain).

FIDÉLITÉ GÉOMÉTRIQUE

Suivant l'aspect géométrique des enregistrements de télédétection on constate que la fidélité géométrique de l'image est influencée par une série de facteurs et que l'étalonnage diffère en fonction:

- du genre d'enregistrement (analogique ou numérique);
- de la position du véhicule d'enregistrement (aérienne, spatiale, orbite terrestre circulaire ou spatiale éloignée);
- de la zone du spectre électromagnétique où travaille le capteur (US, IR, visible, UV);
- du type de capteur (photographique, de télévision, de bala-

yage, radar);

- de la destination des enregistrements etc.

Un véhicule aérien ou spatial peut provoquer dans son évolution, tracé ou orbite, certaines déformations de la géométrie de l'image obtenue par le capteur, par de déplacements non-planifiés (par exemple balancement, inclination et rotation sans compensation).

L'étalonnage géométrique se réfère au capteur-détecteur et à l'enregistrement. Par exemple, l'étalonnage des chambres photographiques se réalise dans des conditions de laboratoire, avec des installations à sol, ou en conditions normales de fonctionnement par l'utilisation d'un polygone photogrammétrique.

Pour les enregistrements aux capteurs photographiques on détermine la déformation du film et pour les capteurs de télévision à tube vidicon on détermine la distorsion électronique; dans les deux cas par le mesurage des coordonnées des images des réseaux plan-focaux.

Les enregistrements aux scanners peuvent être déformés à cause de la géométrie interne du dispositif, à cause du déplacement du véhicule et aussi à cause de la géométrie de balayage. Par exemple les principales sources de déformations géométriques des enregistrements Landsat MSS sont connues: différence d'échelle, variations de l'altitude (l'orbite n'est pas circulaire, et la Terre n'est pas sphérique et l'altitude diffère en fonction de la position sur l'orbite), la modification de la vitesse sur l'orbite (les mêmes causes), variations de position (balancement, inclination, rotation), distorsion pendant le cycle de balayage, le balayage non linéaire etc.

CONCLUSIONS

A l'étalonnage des enregistrements il y a les étalonnages géométriques et les étalonnages spectro-radiométriques. On tient compte de l'étalonnage capteur-détecteur de prélèvement (photographiques ou non-photographiques) et l'étalonnage des enregistrements.

Les déformations des enregistrements spatiaux et aériens de télédétection sont dues au véhicule, au capteur-détecteur, mais aussi à l'influence du milieu ambiant qu'il y a entre l'objet et le capteur.

BIBLIOGRAPHIE

Albotă, M., 1973 - Cîteva considerații cu privire la realizarea poligoanelor experimentale în vederea calibrării datelor aérospatiale. București, Buletin de fotogrammetrie, nr.2, p. 50-62.

Albotă, M., 1979 - Cap.6: "Testarea - calibrarea înregistrărilor" din Introducere în teledetecție. București, Editura științifică și enciclopedică, p.253-266.

Bernath, H.J., 1973 - Radiometric Calibration of a Multi-Spectral Aerial Camera. Photogrammetric Engineering, nr.9.

Masry, S.E., Gibbons, J.G., 1973 - Distortion and Rectification of IR. Photogrammetric Engineering, nr.8.

Oprescu, N., Albotă, M., Corcodei, G., Rădulescu, D., 1974 - Some Possibilities of Operational Calibration of the Photointerpretation - Remote Sensing Data: Some Applications in the Wetlands - the Danube Delta. Banff-Alberta, Proceedings ISP Commission VII Symposium, p.287-297.