

14. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie
Hamburg 1980

Kommission VII
Arbeitsgruppe 1

Freiwilliger Fachbeitrag

Dr. D. Bannert, Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe, Hannover

Prof. Dr. G. Pöhlmann, Technische Fachhochschule Berlin

Dr. R. W. Scholz, Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe, Hannover

Ein schneller Weg von der Analyse multispektraler
Satellitendaten zum Druck thematischer Karten

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren beschrieben, nach welchem es möglich ist,
mit Hilfe klassifizierter Daten auf LANDSAT-Magnetbändern
thematische Karten in mehreren Farben binnen weniger Stunden zu
drucken.

Ein schneller Weg von der Analyse multispektraler Satellitendaten zum Druck thematischer Karten

Ohne aktuelle Kartenunterlagen können weiträumige Planungsaufgaben kaum sachgerecht in Angriff genommen werden. Die Aktualität der Informationen ist besonders wichtig, wenn Gebiete überwacht werden sollen, die schnellen und tiefgreifenden Veränderungen unterworfen sind und in denen im ungünstigen Fall kritische ökologische Situationen entstehen können. Hierzu gehören die Regionen intensiver wirtschaftlicher Nutzung ebenso wie die stark frequentierten Schifffahrtswege in Küstennähe, von Überflutungen bedrohte Gebiete ebenso wie desertifikationsgefährdete Wüstenrandzonen.

Die Fernerkundung, insbesondere durch erdumkreisende Satelliten liefert mit ihrer schnellen und regelmäßig wiederholten Erfassung weiter Räume aktuelle Daten, die für Überwachungsaufgaben von großen Nutzen sein können. Wenn die Ergebnisse der Fernerkundung allerdings erst nach Abschluß der eigentlichen Erkundungsphase kartographisch aufbereitet, die Karten in einem zweiten, mehr oder weniger isolierten Arbeitsprozeß hergestellt werden, dann geht ein erheblicher Teil der gewonnenen Zeit wieder verloren. Neue, aktuellere Fernerkundungsdaten stehen schneller zur Verfügung, als kartographische Darstellungen auf konventionellem Weg abgeleitet werden können.

Im Rahmen eines Projektauftrages des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit zur Erstellung von Planungsunterlagen für die Sahelzone Afrikas durch Auswertung von Satellitenbildern wurde von den Verfassern ein Verfahren entwickelt, in dem Erkenntnis- und Darstellungsprobleme gleichermaßen gelöst und gedruckte Karten mit einem System abgestimmter Arbeitsschritte unmittelbar von Satellitendaten abgeleitet werden (Bannert, Pöhlmann, Scholz 1979). Die Klassifizierung der Daten und die Ableitung der kartographischen Darstellung bilden auch hier die Hauptkomponenten der Aufgabe; sie werden jedoch als Teile eines durchgehenden Arbeitsprozesses organisiert.

Zur Klassifizierung von LANDSAT-Daten

Die Klassifizierung von LANDSAT-Daten nach den Methoden "Maximum-Likelihood" und "Minimum-Distance" erfordert für ein ganzes Bild, wie es das EROS-Data-Center in Sioux-Falls, USA liefert (2340 Abtastzeilen mal 3240 Bildelemente), auch auf schnellen Rechenanlagen einen erheblichen Zeitaufwand. Da in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zur Zeit eine Rechenanlage vom Typ SIEMENS 7.738 (512 KByte) mit Magnetplattenlaufwerken für 144 MByte-Plattenstapel installiert ist, war es erforderlich, ein Verfahren zu entwickeln, das mit hinreichender Genauigkeit und einem vertretbaren Zeitaufwand im Routinebetrieb von einem ganzen LANDSAT-Bild (7.6 Mio Bildelemente mit 4 Merkmalen) thematische Klassifizierungen liefert.

Um diese Forderung zu erfüllen, wird folgendes Verfahren angewandt:

1. Die Daten eines Bildes (4 Dateien auf einer, zwei oder vier Magnetbandspulen) werden in eine Datei auf einen Magnetplattenstapel übertragen. Dabei werden die vier Merkmale eines Bildelements (Reflexionswerte in vier Spektralbereichen) in ein 32-bit-Wort (vier Byte) zusammengeführt.
2. Die 32-bit-Wörter werden aufsteigend sortiert, so daß alle Bildelemente mit gleichen Reflexionseigenschaften sequentiell zusammen stehen.
3. Die Sortierung ermöglicht eine einfache Häufigkeitszählung der Bildelemente mit gleicher Reflexionseigenschaft.
4. Eine abermalige Sortierung absteigend nach der Häufigkeit liefert eine Datei, in der die Abfolge der häufigsten Bildelemente mit gleicher Reflexionseigenschaft stehen.
5. Unter der Voraussetzung, daß die Merkmalsklassen auf einem LANDSAT-Bild annähernd normal verteilt sind, kann angenommen werden, daß der Mittelpunkt einer vierdimensionalen Merkmalsmenge am häufigsten belegt ist.
6. Werden den am häufigsten auftretenden Bildelementen mit gleicher Reflexionseigenschaft noch die unmittelbaren Nachbarn in allen vier Richtungen und gegebenenfalls auch noch die Nachbarn höherer Ordnung zugeschlagen, dann läßt sich die Zahl

der Klassenmittelpunkte auf ein darstellbares Maß verringern. Die Klassenmittelpunkte vertreten Merkmalsmengen mit ähnlichen Reflexionseigenschaften.

7. Mit Hilfe der Quadermethode (obere und untere Schranke einer Merkmalsmenge in allen vier Richtungen), verfeinert durch die Zuordnung nach der Bestimmung des kleinsten Abstandes vom Mittelpunkt einer Merkmalsmenge (Minimum Distance) bei sich durchdringenden Quadern können die Bildelemente der Merkmalsmengen durch bestimmte Druckerzeichen auf dem Schnelldrucker dargestellt werden.

Dieses Verfahren läßt sich sowohl für ein gesamtes Bild mit vielen heterogenen Flächen (unsupervised) wie auch für homogen erscheinende Teilflächen eines Bildes (supervised) für die Ermittlung von Klassen anwenden. Eine zusätzliche optische Auswertung von zweidimensionalen Häufigkeitsdiagrammen verbessert Größe und Form der Quader, die die Merkmalsmengen im vierdimensionalen Merkmalsraum umhüllen. Ein Vergleich der Flächen ähnlicher Reflexionseigenschaften mit den natürlichen Gegebenheiten erlaubt in gewissen Grenzen eine Zuordnung und Benennung der Klassen über das gesamte Bild.

Wird zusätzlich zur Schnelldruckerausgabe jeder Merkmalsmenge ein bestimmter Wert für Cyan, Gelb und Magenta zugeordnet, dann läßt sich das gesamte Bild bei Einarbeitung einer einfachen geometrischen Korrektur auf drei Magnetbänder übertragen, von denen die für einen Dreifarbendruck benötigten Vorlagen der Cyan-, Gelb- und Magentaplatte mit einem Trommelplotter (z.B. OPTRONICS) erzeugt werden.

Zur Ableitung der kartographischen Darstellung

Nach abgeschlossener Klassifizierung wird die digitale Bildverarbeitung nicht mit einer Fixierung der Ergebnisse abgebrochen, sondern über ihren ursprünglichen Zweck hinaus zur Ausgabe reprofertiger Druckoriginale eines kartographischen Farbauszuges eingesetzt. Dieses Farbauszugsverfahren unterscheidet sich vom konventionellen Farbauszug der Reprotechnik vor allem dadurch, daß hier kein vorhandenes Farboriginal

reproduziert, in seine Farbbestandteile zerlegt wird, sondern hypothetische Farbtöne mit einer bestimmten Zusammensetzung als Ziel vorgegeben und den Objektklassen des Bildinhaltes zugeordnet werden. Die Rasterstufen entsprechen DIN 16 601, die Farben sind auf die Europaskala nach DIN 16 539 abgestimmt. Mischfarben können als Farbmuster in einer Farbtabelle im Format DIN A3 auf einfachste Weise kontrolliert werden.

Der Zeitaufwand für die Herstellung der Kartendrucke ist weitgehend von der Qualität der Farbauszüge abhängig. Die vorgegebenen Rastertonwerte müssen ohne größere Abweichungen eingehalten werden, wenn die Klassifizierung richtig und störungsfrei im Kartenbild wirksam werden soll. Über die Größenordnung tolerierbarer Tonwertschwankungen wurden bisher keine konkreten Angaben veröffentlicht; aus anderen Anwendungsbereichen der standardisierten Farbrasterkombination liegen jedoch Erfahrungen vor, die zeigen, daß Verschiebungen des Rastertonwertes von $\pm 3\%$ bei hellen Mischfarben zu Farbbänderungen führen, die eine Kartenaussage bis zur Unbrauchbarkeit verfälschen (List u.a. 1978).

Mit der Präzision der Rastertonwerte wächst die Anzahl der nutzbaren Farbnuancen. Selbst unter ungunstigen Bedingungen stehen mit über fünfzig gut unterscheidbaren Farbtönen im Dreifarbendruck mehr Differenzierungsmöglichkeiten zur Verfügung, als im allgemeinen benötigt werden. Die Stabilität und die Genauigkeit der Rastertonwerte muß jedoch im gesamten Verarbeitungsprozeß wesentlich höheren Anforderungen genügen, wenn Bilder oder Szenen zu einem Mosaik zusammengefügt werden sollen. Dann führen auch geringere Abweichungen zu störenden Farbsprüngen und beeinträchtigen den Gesamteindruck erheblich. Plottertechnik und Filmverarbeitung stoßen hier noch an ihre Grenzen.

Der klassische Weg kartographischer Datenverarbeitung beginnt stets mit dem Erkennen und Beurteilen eines Objektes oder einer Situation; erst nach erfolgter Selektion werden Daten erhoben, wird gemessen und gerechnet und das Ergebnis schließlich zur graphischen Umsetzung weitergegeben. Die Darstellung bleibt deshalb nicht nur hinter den Ereignissen, sondern auch hinter dem Kenntnisstand zurück. Für Überwachungs-

aufgaben ist ein solches Vorgehen unbrauchbar; hier sollen Veränderungen in der Darstellung erkannt und ausgewertet werden, bevor sie in der Sache bekannt sind. Die Fernerkundungsdaten dürfen deshalb weder individuell generalisiert, noch in ihrer geometrischen Struktur willkürlich verändert werden; sie sollen einen Ausdruck der Wirklichkeit und nicht die Auffassung eines Bearbeiters widerspiegeln. Der Flächeneffekt des Rasters erfüllt diesen Zweck trotz seiner Unschärfe besser als die nur mit einem weiteren Umsetzungsschritt erreichbaren klassischen kartographischen Darstellungsmittel.

Im Rahmen der Überwachungsaufgabe erhält die Darstellung Signalcharakter. Landschaftsbezogene Naturalistik würde eher ablenkend wirken. In einigen zur Erprobung des Verfahrens bearbeiteten Kartenausschnitten sollte insbesondere das Vorkommen und die Ausdehnung des Bewässerungsfeldbaues beobachtet werden; er wurde deshalb in einem leuchtenden Magentarot dargestellt.

In dieser Konzeption eines schnellen Weges von der Analyse multispektraler Satellitendaten zum Druck thematischer Karten wird der Karteninhalt in gleichbleibende Standardinformationen und veränderliche, jeweils aktuelle Informationen aufgeteilt. Während letztere den eigentlichen Beobachtungsgegenstand erfassen, bilden erstere ein stabiles Gerüst für Konstruktion und Gebrauch der Karte. Die Standardinformationen werden mit der Schwarzplatte vorab bereitgestellt; die aktuellen Daten können dann in einer bedarfsgerechten Kleinauflage aufgedruckt werden. Nur das jeweils neue Fernerkundungsergebnis ist im Sinne einer Wiederholungsmessung aufzubereiten. Und das kann binnen weniger Stunden geschehen.

Literatur

Bannert, D.; Pöhlmann, G. und Scholz, R.W.: Einsatz von Satellitendaten zur schnellen Herstellung thematischer Karten. Bildmessung und Luftbildwesen 47 (1979) S. 157-160.

List, F.K.; Helmcke, D.; Meissner, B.; Pöhlmann, G. und Roland, N.W.: Geologische Interpretation des Tibesti nach Aufnahmen von LANDSAT-1 (Republik Tschad). Bildmessung und Luftbildwesen 46 (1978) S. 139-145.