

Extraktion und automatische  
Anpassungsrechnung von Linienobjekt

Ye Qinghua

Zhengzhou Institute of

Surveying and Mapping

59 West Long Road

Zhengzhou, Henan

P.R. China

Commission Number:III

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird Linienverfolgung zuerst behandelt. Dabei wird eine Methode der Anpassungsverfolgung aufgestellt, um Eigenpunkte des Linienobjektes, also die Punkte der Korrelationsrechnung zu extrahieren. Anpassungsrechnung von Linienobjekt darf durch die Korrelation der Eigenpunkte vollgeendet werden. Gleichzeitig diskutiert Autor mehrere Stufen Korrelation. Aufzustellende mehrere Stufen Korrelationsverfahren in variabler Fenstergrösse hat mit dem Korrelationsverfahren des Multifrequenzbandes gegenseitiges Nutzen.

1. Einleitung

In der Photogrammetrie ist die wichtige Voraussetzung der digitalen Auswertung Stereobild-Korrelation. Geländekorrelation wird z.Z. schon tiefer untergesucht und in der Praxis angewendet. Aber für die Objektkorrelation ist die Forschung nicht in vollem Masse, da man zuerst automatische Mustererkennung und Objektextraktion usw. lösen muss. Dafür wird in dieser Artikel die Anpassung des Objektes diskutiert.

2. Linienverfolgung

Das Institut für Informationsverarbeitung und Mustererkennung Karlsruhe hat seit einigen Jahren es unternommen, die Mustererkennung und Objektextraktion zu forschen[1--4].

Im vorgegebenen Rahmen kann es jedoch nicht vorstellen.

Linienverfolgung ist eine mit Hilfe der Rechenmaschine Extraktionsprozess der Information von Linienobjekt aus. Ihre hauptsächlichsten Anwendungen sind Eigenextraktion der Bilder, Kartenfortführung, Bildverstärkung und Objektanpassung usw. Hier interessieren wir uns für die Anpassungsrechnung des Linienobjektes, deshalb werden bei der Linienverfolgung nur die Eigenpunkte extrahiert.

Im folgenden wird Methode der Anpassungsverfolgung vorgestellt.

#### a. Grundliches Denken

Zwei benachbarten Querprofile eines Linienobjektes, besonders dessen Breite nicht variable ist (z.B. Autobahn, Kanal, Strasse und Eisenbahn), besitzen eine bestimmte Ähnlichkeit. Die im unten vorgestellte Methode der Anpassungsverfolgung beruht auf der Ähnlichkeit.

Danach man Startpunkt, Suchrichtung und Schrittweite des Linienobjektes abgestimmt hat (automatisch oder interaktiv), kann man die Lage des nächsten Eigenpunktes ausrechnen. Zuerst entnimmt man in bekannter Eigenpunkt und Schätzpunkt je ein Querprofil und bezeichnet wie digitale Korrelationsrechnung das erste Profil als die Mustermatrix, das zweite als Suchmatrix. Nach Minimaler Summe der Absolutbeträge wird, der optimale Anpassungspunkt in der Mustermatrix, der dem bekannten Eigenpunkt entspricht, ermittelt. Der optimale Anpassungspunkt ist der zu ermittelnde Eigenpunkt. Nach dieser Methode kann man weiter das Linienobjekt verfolgen, bis zum Ende des Linienobjektes.

#### b. Einfluss der Mustermatrix auf Genauigkeit

Schrittweite, Mustermatrix und Suchmatrix haben in verschiedenen Umfang Einfluss auf die Genauigkeit der Anpassungsrechnung. Dabei ist Mustermatrix das wichtige Faktor. Dafür wird Mustermatrix hier in drei Fällen behandelt.

##### 1) Mustermatrix kleiner als Breite des Linienobjektes

In Abb.1 (a) ist Querprofil der Suchmatrix gegeben,  $A$  ist Breite des Linienobjektes. (b) ist Profil der Mustermatrix, dessen Größe  $B$  gleicht. Dann verschiebt man Mustermatrix im

Suchfenster und für jede Lage der Mustermatrix einen Korrelationswert zu ermitteln. (c) zeigt die Kurve von Korrelationswert. Von dieser Kurve kann man den optimalen Anpassungspunkt nicht genau festlegen. Der maximale Fehlerwert erreicht bis zu  $|A-B|/2$ .

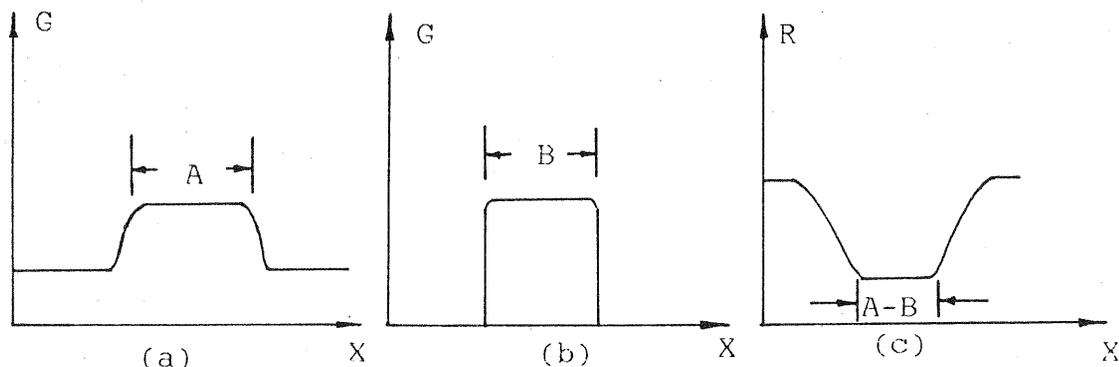


Abb. 1

## 2) Mustermatrix grösser als Breite des Linienobjektes

In diesem Fall ist der Ähnlichkeitsgrad zwischen zwei benachbarten Grauwertprofilen gesunken. Es nutzt die Korrelationsrechnung nicht, aber ist besser als im ersten Fall.

## 3) Mustermatrix gleich Breite vom Linienobjekt

Hier ist A gleich B (Abb. 1 (c)) und die Genauigkeit der Korrelation ist am höchsten.

Bei der Anpassungsverfolgung gilt es Problem von Fehleranfälligkeit und Fehlerfortpflanzung. Dieses Problem wird hier aber nicht diskutiert.

## c. Die eigene Vorteile

Die Methode der Anpassungsverfolgung kann die Verfolgungsrichtung am Kreuz des Linienobjektes selbst abstimmen. Das hängt von der Ähnlichkeit der Grauwertprofile ab. Ausserdem analysiert diese Methode Grauwertprofil nicht qualitativ sondern quantitativ.

## d. Extraktionsversuche aus Strasse

Weil Breite der Strasse im Bild Variable ist, hat Auswahl von Grösse der Mustermatrix Schwierigkeit. Dafür machen wir Anpassungsverfolgung je nach verschiedenen Grössen der Mustermatrix. Das Format von Suchmatrix, das im ganzen Ver-

suchen nicht geändert wird, ist 57 Pixel, und die extraktierte Punktzahl gleicht 31. In Tabelle 1 sind Beziehungen zwischen dem Format der Mustermatrix und der Extraktionsgenauigkeit.

Tabelle 1

Mustermatrix (Pixel)	11	21	27	31	35	41	51
Fehlerwert (Pixel)	20.2	9.6	1.9	2.3	3.5	9.2	11.8

Wenn Format der Mustermatrix 27 Pixel ist, bleicht der Mittelwert der Abweichung am kleinsten. Hier entsprechen 27 Pixel dem Mittelwert von Strassenbreite. Das bestätigt die Richtigkeit der in b Analyse.

### 3. Anpassungsrechnung vom Linienobjekt

Danach man mit der Anpassungsverfolgung die Eigenpunkte des Linienobjektes extraktiert hat, kann man durch die für diese Eigenpunkte Korrelationsrechnung Anpassungsrechnung vom ganzen Linienobjekt ersetzen. Aber Eigenpunkt ist Mittelpunkt des Linienobjektes und Grauwerte der Umgebung von Mittelpunkt sind etwa gleich, gehört dem Bild der tiefen Frequenz. Es mangelt der Korrelationsrechnung an Bestandteile der hohen Frequenz, zum Beispiel Textur und Detail des Bildes usw.. Daher gilt allgemeine ein- oder zwei- dimensionale Korrelation für die Anpassungsrechnung des Linienobjektes nicht.

Dehalb wird im folgenden eine neue Korrelationsmethode, die für Anpassungsrechnung vom Linienobjekt gilt, vorgestellt.

### 4. Mehrere Stufen Korrelation in variabler Festergröße

Da die Korrelationsmethode des Multifrequenzbandes die Rechnung der Tiefpassfilterung braucht, gilt sie für die Bildkorrelation der Hochfrequenz. Aber für die Korrelation der Tieffrequenz (z.B. Eigenpunkte des Linienobjektes) wird diese Methode die Korrelation leicht verlieren. Um die Bildkorrelation der Tieffrequenz zu lösen, wird ein neue mehrere Stufen Korrelationsmethode hier dargestellt.

Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergröße

braucht die Rechnung der Tiefpassfilterung nicht, jede Stufen Korrelation betrachte originale Grauwertmatrix als Grundlage. Ihr Korrelationsfenster jeder Stufe verändert sich von 'gross' bis 'klein', um Prozess von groben 'Aufnahme' bis genauen 'Korrelation' zu vollenden.

In Abb.2 ist ein Beispiel von Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergrösse. Jede Stufe Korrelation rechnet sieben Ähnlichkeitsmass. Bei der dritten Stufe Korrelation verschiebt Mustermatrix in dem Suchfenster 5 Pixel und für jede Lage der Mustermatrix einen Korrelationswert zu ermitteln. Für die zweite Stufe Korrelation ist Verschiebungs- distanz 3 Pixel und für die erste 1 Pixel.

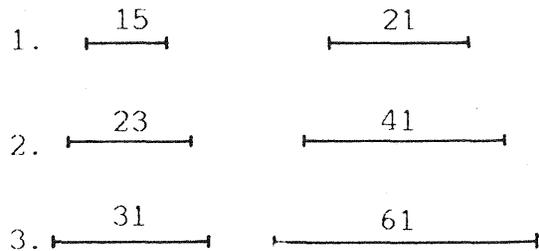


Abb.2

Aus dem Beispiel haben Mustermatrix, Suchfenster und Verschiebsdistanz jeder Stufen Korrelation zwar Unterschied, aber sind die zu ermittelnde Korrelationswerte jeder Stufen Korrelation gleich. Hier braucht man die Tiefpassfilterung nicht, und dadurch wird die Rechnungsgeschwindigkeit erhöht. Im wesentlichen hat Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergrösse mit der Korrelation des Multifrequenzbandes keine grosse Unterschiede. Besonders bei der Bild-Korrelation der Tieffrequenz.

In dieser Versuche wird die Korrelation des Multifrequenzbandes in drei Frequenzbande aufgeteilt. Tieffrequenzfilter aller Frequenzbande sind nach der arithmetischen Reihen zu 5, 3, 1 Pixel angeordnet. Bei der Korrelation sind Mustermatrix 15 Pixel und Suchfenster gleicht 21 Pixel. Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergrösse benutzt das in oben genannte Beispiel. Zwei Methode machen gleichzeitig für 30 Punkte Korrelationsversuche und Minimale Summe der Absolutbeträge wird als Ähnlichkeitsmass benutzt. Die Genauigkeit der Korrelation erreicht hier nur bis zu 1 Pixel. Das Ergebniss der Versuche ist: Für 21 Punkte besitzen zwei Methode das gleiche Korrelations-ergebniss. Ausserdem hat die Korrelation des Multifrequenz-

bandes 5 richtige Punkte und 4 Punkte mit dem groben Fehler. Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergrösse hat 4 richtige Punkte und 5 Punkte des groben Fehlers. Die Punkte des groben Fehlers sind in Tabelle 2 angeordnet.

Tabelle 2

Methode	Punkte Nummer	Zeilen	Spalten l.Bild	Spalten r.Bild	Spalten richtig	Fehlerswert
K	2	202	160	133	151	-18
	3	136	179	186	172	14
	11	102	162	180	154	26
	27	327	329	333	320	13
M	1	223	73	50	63	-13
	13	220	123	139	107	32
	17	382	287	309	279	30
	20	155	142	147	137	10
	24	392	321	330	314	16

K: die Korrelation des Multifrequenzbandes

M: Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergrösse

Aus der Tabelle kann man klar sehen, Dass zwei Korrelationsmethoden die verschiedenen Nummer der Punkte des groben Fehlers ergeben. Das Ergebniss hat ausgesagt, dass Mehrere Stufen Korrelation in variabler Fenstergrösse mit der Korrelation des Multifrequenzbandes gegenseitiges Nutzen hat. Das heisst, die Korrelation des Multifrequenzbandes gilt für die Bild-Korrelation der Hochfrequenz und die andere gilt für die Bild-Korrelation der Tieffrequenz.

## 5. Schluss

In dieser Artikel wird ein Weg von der Anpassungsrechnung des Linienobjektes vorgestellt. Also extrahiert man zuerst die Eigenpunkte des Linienobjektes durch die Linienverfolgung, dann kann man durch die für diese Eigenpunkte Korrelationsrechnung Anpassungsrechnung vom ganzen Linienobjekt ersetzen.

Das grundlegende Denken gilt auch für das Flächenobjekt.

Mit der Entwicklung der Rechenmaschine und Bilderkennung glauben wir, dass Extraktion und automatische Anpassungsrechnung des Objektes grosse Fortschritt machen werden.

Literatur:

1. Von U.Bausch, Teilautomatische Objektextraktion aus Luftbildern und Landkarten--Nachr.Kt.-u.Vermess.-wes, Reihe I,Heft 81, Frankfurt a.M. 1980,S.7-21.
2. Von Bernd-Siegfried Schulz, Untersuchungen und Ergebnisse zur automatischen und interaktiven und Linienverfolgung
3. Von Reinhard Lubkowitz, Kooperative Linienextraktion aus Luftbild und Karten--Nachr.Kt.-u.Vermess.-wes.,Reihe I. Heft 91, Frankfurt a.M.1985.
4. Von U.Bausch, Automatische Datenextraktion für Objekte aus Luftbildern (IDDL)  
--Bericht Nr.85, Forschungsinstitut für Informationsverarbeitung und Mustererkennung, Karlsruhe 1981.