

Luftbilder und Magnetfeldkarten – der Hochschul-Helikopter fotografiert aus der Vogelperspektive

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder
Fakultät Elektrotechnik
und Informationstechnik (E+I)

Badstraße 24
77652 Offenburg
Tel. 0781 205-271
E-Mail: w.schroeder@fh-offenburg.de

1954: Geboren in Osnabrück
1979: Studium der Physik an der Universität Bielefeld mit Abschlussdiplom
1982: Promotion über inelastische Streuprozesse
1983–1988: Aufbau und Leitung der Faserkreiselentwicklung bei der Firma Litef Freiburg
Seit 1988: Professur an der Hochschule Offenburg über Physik, Impulstechnik, Leitung des IAF-Schwerpunkts Physikalische Sensorik. Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und Society of Photoinstrumentation Engineers, Leitung des Steinbeis-Transferzentrums Physikalische Sensorik
Seit 1990: Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg
1996: Ausgründung einer Firma mit 12 Mitarbeitern



Forschungsgebiete: Laserkreiseltechnik, Photonik, Optische Spektrometrie und ihre Anwendungen in der Navigation

2.4 Luftbilder und Magnetfeldkarten – der Hochschul-Helikopter fotografiert aus der Vogelperspektive

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Einführung

Der autonom und geregelt fliegende Helikopter der Hochschule Offenburg eignet sich als Träger für unterschiedliche Sensoren. Natürlich ist die naheliegendste Anwendung, mit einer Digitalkamera Luftaufnahmen zu machen. Abbildung 2.4-1 zeigt eines der Ergebnisse der ersten Luftbildflüge: Der Campus der Hochschule Offenburg von oben, aufgenommen mit einer digitalen Filmkamera mit entsprechend geringer Auflösung. Um bessere Ergebnisse zu erzielen, wurde inzwischen eine digitale Panorama-kamera mit einem Leica-Objektiv und ca. 10 Mio. Pixel beschafft.

Luftbilder

Eine Serie von Luftbildern kann dazu verwendet werden, ein digitales 3D-Modell der aufgenommenen Objekte zu erstellen. Hierzu ist als erster Schritt erforderlich, aus jeweils zwei Bildern die verbindende Fundamentalmatrix aus mindestens sieben korrespondierenden Punktpaaren zu berechnen. Sie beinhaltet die Kameraeigenschaften sowie die Verdrehung und Verschiebung der Kamera zwischen den beiden Bildern, die sich daraus mit einiger linearer Algebra berechnen lassen. Hieraus lassen sich auch die sogenannten Epipolarlinien ermitteln, die die Linien angeben, auf denen Punkte im Raum auf beiden Bildern zusammengehören. Abbildung 2.4-3 zeigt das Ergebnis der Berechnung von 8 Epipolarlinienpaaren. Interessant ist, dass bis auf einen linearen Skalenfaktor außer den beiden Bildern keinerlei weitere Information für die Berechnung notwendig ist. Inzwischen gibt es Verfahren,

korrespondierende Punkte in Bildpaaren automatisch zuzuordnen. Dazu werden interessante Punkte mit geeigneten Software-Detektoren (Harris-Detektor, SIFT oder seit neuestem SURF-Detektor) identifiziert und klassifiziert. Über einen Algorithmus, der robust gegenüber Ausreißern ist – die Klassifizierung der interessanten Punkte ist von Natur aus nicht so perfekt wie das menschliche Auge – lässt sich dann die Fundamentalmatrix automatisch ermitteln. Ein bewährter Algorithmus ist z. B. der RANSAC-Algorithmus. Aus den ermittelten Verdrehungen und Verschiebungen lässt sich über Bündelausgleichsrechnung der genaue Flugweg der Kamera rekonstruieren. Da wir gleichzeitig die – vergleichsweise – ungenauen GPS-Daten haben, lassen sich die Bilder und die Kameraposition und ein mögliches 3D-Modell genau georeferenzieren. Die Leistungsfähigkeit derartiger Algorithmen kann man beispielsweise bei Microsoft's Photosynth bewundern. Mit Software-Detektoren, die sehr schnell und recht zuverlässig wie beispielsweise der SURF-Detektor arbeiten, kann erwartet werden, dass die Flugbahnberechnung auch online aufgrund der Bilddaten erfolgen kann. Die vorhandenen inertialen Sensoren können diese Berechnung und ihre Geschwindigkeit deutlich unterstützen. Die Online-Verarbeitung ist noch ein weites Feld für interessante und anspruchsvolle Abschlussarbeiten.

Gradienten-Magnetometer

Da der Helikopter ca. 10 cm genau über dem Boden geregelt fliegen kann, lassen sich Magnetfeldgradienten direkt über dem Boden mit Magnetsensoren automatisch kartieren. Auf einer solchen Ma-



Abb. 2.4-1: Der Campus der Hochschule Offenburg mit dem Neubau aus der Vogelperspektive, aufgenommen mit dem geregelten Helikopter

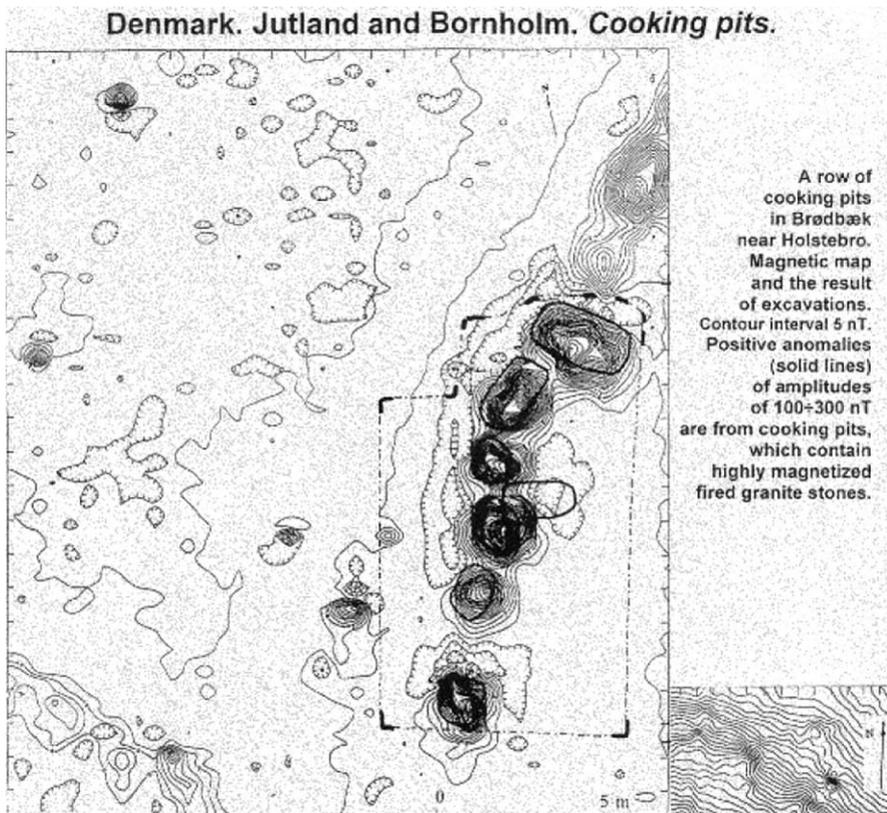


Abb. 2.4-2: Magnetfeldkarte von Feuerstellen (Beispiel entnommen aus <http://www.gemsys.ca>)

gnettefeldkarte kann man Störungen des Erdmagnetfelds erkennen, die beispielsweise durch Metalle im Boden oder Bodenveränderungen hervorgerufen werden. Archäologen verwenden das Prinzip, um damit alte Feuerstellen oder Gebäudereste im Boden aufzufinden. Die Störungen des Erdmagnetfelds durch solche Objekte sind im Allgemeinen allerdings sehr klein, sodass man das Magnetfeld recht hoch auflösend messen muss. Ein Beispiel für eine solche Magnetfeldkarte zeigt Abbildung 2.4-2. Derzeit ist ein solches Magnetometer für den Helikopter an der Hochschule im Rahmen von Projektarbeiten in der Entwicklung. Zwei Fluxgate-Magnetfeldsensoren mit jeweils drei Achsen werden in einem Abstand von ca. 0,5 m etwa 3 m unter den Helikopter gehängt und ihre Daten an die Bodenstation gefunkt. Die Auflösung der Sensoren beträgt einige 100 p.T. – entspricht etwa dem 1/100000-Teil der Stärke des Erdmagnetfelds – bei einer Messfrequenz von etwa 10 Hz. Abbildung 2.4-4 zeigt eines der beiden Magnetfeldsensoren mit Elektronik. Auch auf diesem Gebiet können interessante Projekt- und Abschlussarbeiten angeboten werden.



Abb. 2.4-3: Zwei Ausschnitte von Luftbildern der Hochschule Offenburg mit gerechneten 8 Epipolarlinienpaaren, die Berechnung erfolgte in MathCAD



Abb. 2.4-4: Fluxgate-Sensor mit Auswertelektronik der Hochschule Offenburg