

**3. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
17.-18. September 2001 in
Bochum**



**„Rechnergestützte Auswertung stereoskopischer Bilder
zur Glaukom-Früherkennung“**

Jörg Peters, Axel von Freyberg, Horst Selzer, Gert Goch
BIBA an der Universität Bremen MAQ- Meßtechnik, Automatisierung und
Qualitätswissenschaft, Bremen, Deutschland
E-Mail: pe@biba.uni-bremen.de

Band: Beiträge zum 3. Workshop Automatisierungstechnische Methoden und
Verfahren für die Medizin
Editors: Jürgen Werner, Martin Hexamer
ISBN: 3-00-008240-9
Pages: 4-5

Rechnergestützte Auswertung stereoskopischer Bilder zur Glaukom-Früherkennung

Jörg Peters, Axel von Freyberg, Horst Selzer, Gert Goch

BIBA an der Universität Bremen
MAQ- Meßtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft

pe@biba.uni-bremen.de

EINLEITUNG

Das Glaukom, auch grüner Star genannt, ist eine chronische Augenerkrankung, die das Sehnervenbündel und/oder die Blutgefäße nachhaltig schädigt. Das Glaukom stellt in unserem Kulturkreis die häufigste Erblindungsursache dar. Die Krankheit ist deshalb so gefährlich, weil man sie im frühen Stadium nicht wahrnimmt, und wenn sie endlich diagnostiziert wird, häufig irreversible Schädigungen eingetreten sind. Die Erblindungsgefahr läßt sich nur dann zuverlässig abwenden, wenn mit geeigneten diagnostischen Maßnahmen der beginnende Krankheitsprozeß erkannt und zum Stillstand ge-

Ratio, wie er unter anderem bei Maier [Mai1994] beschrieben wird, ausgewertet werden.

IDEE DES PROJEKTES

Ziel der interdisziplinären Zusammenarbeit in dem neuen EU-Projekt GlauCAD (Projektbeginn 1.9.2000) ist die computergestützte Auswertung dieser Datenbank zur Analyse der Glaukomerkrankung und Entwicklung einer Methodik zur schnellen Erkennung von Veränderungen im Augenhintergrund. Gegenüber früheren Verfahren [Mai1994] sollen mit der heute verfügbaren höheren Auflösung insbesondere Methoden aus der geo-

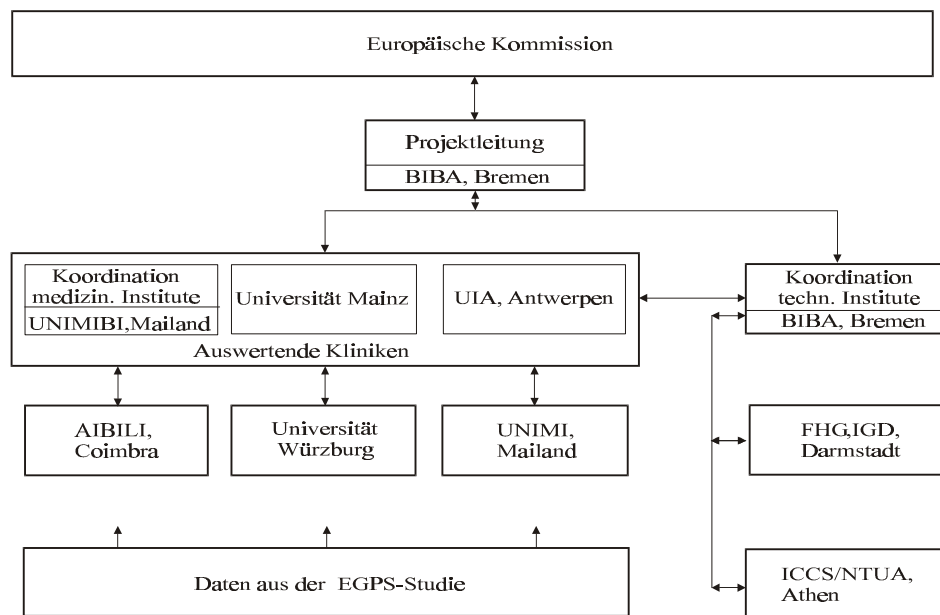


Bild 1: Darstellung der interdisziplinären Zusammenarbeit

bracht werden kann. Die Diagnose des grünen Stars beruht im wesentlichen auf der regelmäßigen Prüfung des Augeninnendrucks und der Beobachtung von krankhaften Veränderungen im Bereich der Papille (Austritt der Sehnerven aus dem Auge). Hierfür werden mit einer Kamera stereoskopische Bilder des Augenhintergrundes aufgenommen und durch dreidimensionale Betrachtung analysiert. In der bereits laufenden EU-Studie European Glaucoma Prevention Study (EGPS) werden 1100 Patienten 4 Jahre lang in halbjährlichen Intervallen untersucht, wobei eine optische Datenbank von ca. 16.000 Stereo-Bildpaaren entsteht. Diese Bilder können unter anderem nach den bekannten Verfahren des Cup to Disk

metrischen Meßtechnik angewendet werden. Dies bedeutet vor allem eine quantitative Bestimmung der Geometrie mit Hilfe von einfach beschreibbaren Grundkörpern. Bild 1 zeigt die Struktur des Projektes GlauCAD, an dem 6 Kliniken und 3 technische Institute beteiligt sind.

ZUSAMMENARBEIT DER PROJEKTPARTNER

Die Fraunhofergesellschaft (FHG) berechnet aus den digitalisierten stereoskopischen Dias die dreidimensionale Geometrie des Augenhintergrundes. Für die weitere Bearbeitung steht die 3D-Geometrie in Form einer Punktwolke zur Verfügung.

Das BIBA berechnet aus der von der FHG zur Verfügung gestellten 3D Geometrie beschreibende Parameter der Punktwolke. Hierfür werden einfache idealisierte Geometrieelemente (z.B. Ebene, Zylinder, Kegel, Torus) an die Punktwolke angepaßt. Diese Vorgehensweise ist aus der Koordinatenmeßtechnik bekannt, wie sie seit Jahren am BIBA durchgeführt wird. Neben Kreisen, Zylindern und Kugeln werden ebenso funktionale Zusammenhänge, wie zum Beispiel Polynome und e-Funktionen, approximiert.

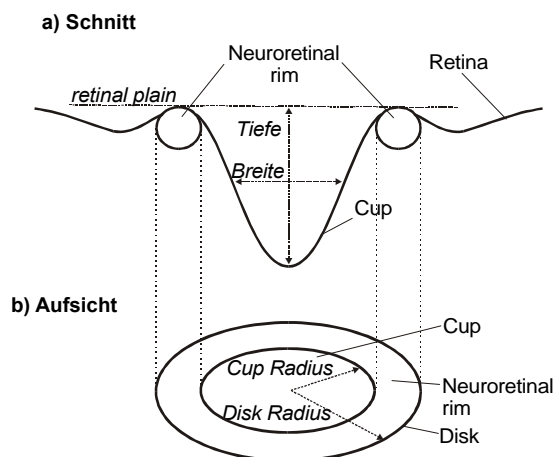


Bild 2: Approximation eines Torus an die Papille

Bild 2 zeigt, wie ein Torus an die Papille angepaßt werden kann. Die Breite und die Tiefe des Cups können eine beschreibende Größe des Glaukomzustandes sein. Ganz allgemein ist es problematisch, ein quantitatives Maß bei der Diagnose des grünen Stars zu finden, da dieses maßgeblich vom Patienten und den nicht immer konstanten Aufnahmebedingungen abhängig wäre. Der Augenhintergrund ist ähnlich individuell wie ein menschlicher Fingerabdruck. Signifikante Änderungen von geometrischen Parametern wie Tiefe oder Breite des Cups bei einem Patienten stellen auf jeden Fall einen pathologischen Befund dar, der näher untersucht werden muß. Allgemein ist zu erwarten, daß die beschreibenden Parameter dieser ein-, zwei- und dreidimensionalen Geometrieelemente und Funktionen mit den "subjektiven" Interpretationen der Ärzte korrelieren, so daß eine zuverlässigere Diagnose des Glaukomzustandes möglich ist.

Das medizinisch technische Institut ICCS in Athen hat zum einen die Aufgabe, eine intuitiv bedienbare Bildschirmoberfläche zu erstellen, so daß den medizinischen Instituten eine einfache Handhabung der Programmroutinen möglich ist. Desweiteren wird vom ICCS das Statistische Auswertungsprogramm für die Interpretation der Daten in Zusammenarbeit mit den Beschreibungen der Ärzte erstellt.

KONZEPTIONELLE ERGEBNISSE

Nach einer Filterung über eine zweidimensionale Fast Fourier Transformation wird ein Polynom vierter Ordnung in x- und y- Richtung mittels Least Squares Methode an die Topographie approximiert. Die Überlagerung der Tiefeninformation des Polynoms mit der Farbinformation aus einem Stereobild ist in Bild 3 dargestellt, um morphologische Strukturen, z.B. Blutgefäße, einzubeziehen.

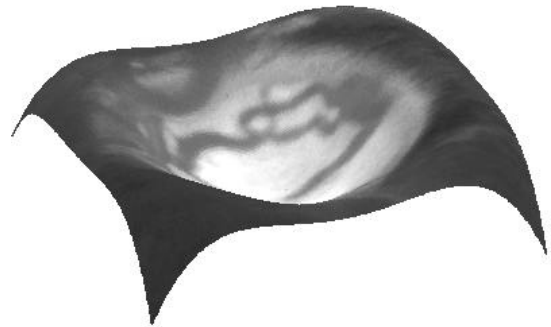


Bild 3: Überlagerung von approximiertem Polynom und Farbinformationen

DISKUSSION UND AUSBLICK

Die in Bild 3 gezeigte Polynom Approximation liefert 15 Koeffizienten und ein statistisches Gütemaß aus der Abweichung der Polynomfläche von der zugrunde liegenden Punktwolke. Diese Approximation wird mit allen Tiefenbildern des vierjährigen Untersuchungszeitraumes eines Patienten durchgeführt. Änderungen der Parameter sollen hierbei Aufschluß über den Verlauf des Glaukoms geben unter Berücksichtigung der Güte der jeweiligen Approximation.

Neben Polynomen werden noch weitere Funktionen und geometrische Grundkörper an den Augenhintergrund approximiert werden. Die Parameter aus diesen Approximationen werden dann auch daraufhin untersucht, ob sie Veränderungen im Bereich der Papille verläßlich anzeigen können.

Die Auswertung der bestehenden Datenbank soll wegen der Größe vollautomatisch erfolgen. Deshalb werden neben der Beschreibung der Papillentopographie und ihrer Veränderung auch Methoden zur automatischen Konturerkennung eingesetzt und weiter entwickelt, um sowohl die Lage- als auch die Farbinformation einzubeziehen.

LITERATURHINWEISE

[Mai1994] Maier, M.M.: Zur dreidimensionalen Gestalt des Sehnervenkopfes bei Glaukom- und Normalaugen. Eine quantitative, computergestützte, bildanalytische Studie. Dissertation Universität München 1994.