„Digitale Bildverarbeitung mit computergestützter Befundung in PACS-Systemen“

Dr.-Ing. habil. W. Schneider, Dipl.-Ing. R. Paulsburg, Dipl.-Ing. M. Blumenthal

INOVIT GmbH
Hanns-Braun-Str. 50
85375 Neufahrn
Tel. 08165/9556-0
Fax. 08165/9556-99
eMail: info@inovit.de

Neben der Einführung von reinen Datenverarbeitungsanlagen wie KIS/RIS-Systemen in die klinische Praxis wird der Einsatz von PACS-Systemen zunehmend relevant. PACS-Systeme können neben ihrer verwaltungstechnischen und z.T. noch sehr eingeengten Bildanalysefunktionalität auch effizient zur computerassistierten Diagnose genutzt werden.

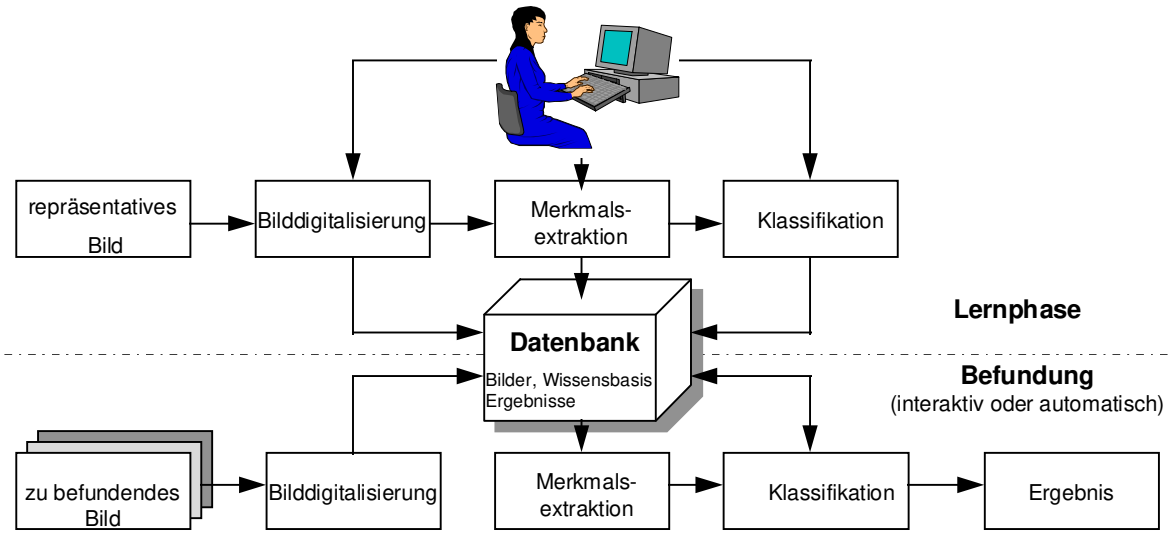
Computerassistierte Diagnose - PACS-Systeme - datenbankgestützte Bildanalyse - wissensbasierte Systeme

Der Aufbau und effiziente Einsatz medizinischer Informations- und Kommunikationssysteme mit integrierter Bilddatenverwaltung wird gegenwärtig durch folgende technologische Faktoren geprägt:

- Verbreitung standardisierter Kommunikationsschnittstellen wie DICOM 3, HL 7
- skalierbare, offene Computerarchitekturen mit bezahlbaren RAM-Ressourcen und hochperformantem internen Datentransfer
- preiswerte Massenspeicherkomponenten wie RAID-Systeme, CD-R, DVD, Jukeboxen
- leistungsfähige Netzwerktechnologien und Telekommunikationstechniken

Gesetzliche Rahmenbedingungen wie das GSG können eine schnelle Einführung von DV-Systemen wie KIS und RIS fördern, andererseits hemmen fehlende Initiativen des Gesetzgebers wie die überfällige Anpassung des §28 der Röntgenverordnung an die Möglichkeiten moderner Technologien die kostensenkende Einführung von PACS-Systemen.
Wenn auch zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch informationstechnische Probleme bei der Entwicklung und Einführung von PACS-Systemen im Vordergrund stehen, werden die damit prinzipiell vorhandenen Möglichkeiten zu deren weitergehenden Nutzung für eine computergestützte Diagnose noch nicht erkannt.

In diesem Beitrag wird skizziert, wie unter Verwendung von Komponenten des PACS-Systems PISA-MED eine datenbankgestützte Befundunterstützung durch Kopplung von Bildeinzugs-modulen, Datenbank und Bildanalyse realisiert werden kann. Bild 1 erklärt das Prinzip des Aufbaus eines wissensbasierten Systems mit überwacht lernender Klassifikation.



Prinzip: Aufbau wissensbasierter Systeme mit überwacht lernender Klassifikation

Eigenschaften:
- Mustererkennung undTexturanalyse
- Standardbildverarbeitung und -bildanayse
- Macroprogrammierung
- interaktive oder automatische Klassifikation
- konfigurierbare, menüorientierte Benutzeroberfläche
- relationale Datenbank mit effizienter Suche und Datenzugriffsicherung; Serverfunktionalität
- Interfaces für LAN-(Ethernet, FDDI, ATM) und WAN-(ISDN)-Anschaltungen

Bild 1: Datenbankgestütze Bildanalyse

Serienbilderfassung und Serienbildauswertung ermöglichen eine automatische Bildanalyse. Neben den Bildern werden Analyseverfahren (Macros), Klassifikatoren und Klassifikationsergebnisse in einer relationalen Datenbank verwaltet. Mit der automatischen Bild(serien)-Analyse werden Ergebnisse zu den einzelnen Bildern und ein Protokoll über die gesamte Serie erzeugt.

Der variable Funktionsvorrat ermöglicht einen Zuschnitt der Befundung auf das spezielle Problem.In der gegenwärtigen Entwicklungsphase ist es äußerst nützlich, daß der Funktionsvorrat auch vom Anwender durch Einbinden externer Programme und fremderstellter C-Funktionen erweitert werden kann. Die Bedienoberfläche wird zu den neuen Funktionen automatisch generiert.

Ein Analysemodul ermöglicht die Zusammenstellung von ablauffähigen Programmen durch Protokollierung durchgeführter Bedienaktionen. Die Analysemöglichkeiten sind:

-Texturen

-Farben/Helligkeit; Farb/Helligkeitsverteilungen

-Objekte (Form, Größe, Lage)

-Kombination (Objekt und Textur), wobei alle Analysen auch im Echtfarbbereich durchgeführt werden können.

Die Lernfähigkeit des Systems ist durch den möglichen Aufbau von Klassifikatoren durch Angabe typischer Klassenvertreter charakterisiert. Im Bild werden die Klassenrepräsentanten (Objekte, ROI`s)durch Mausklick festgelegt. Die erzeugten Wissensbasen sind editierbar (Löschen, Hinzufügen von Klassen bzw. Klassenrepräsentanten)

Unerlässlich für eine effiziente Arbeit ist ein umfangreicher Funktionsvorrat zur Bildaufbereitung. Als Mindestvoraussetzung müssen angesehen werden:

-Verfahren zur Kontrastverbesserung,

-variable LUT`s,

-umfangreiche Filter für Glättung, Konturverstärkung, Kantenextraktion, Morphologie,

-selbstgestaltete Filter (editierbare Filtermasken)

-Shadingkorrektur zum Ausgleich von Beleuchtungsinhomogenitäten wie sie z.B. in der Mikroskopie und bei Fundusuntersuchungen in der Augenheilkunde vorkommen.

-Bildkalibration; z.B. zur Anpassung an Referenzbilder, Ausgleich von Kontrast und Farbstichen

-Histogrammberechnung, Profildarstellung, Messfunktionen

Bild 2 stellt eine Bedieneroberfläche für die Ausarbeitung geeigneter Befundungsmodule dar.

Die digitale Bildanalyse in der Mikroskopie ist vielerorts bereits seit Jahren fester Bestandteil in der klinischen Chemie, Pathologie, Mikrobiologie u.a.m. Die Anwendung datenbankgestützter Verfahren ist jedoch auch hier noch nicht weit fortgeschritten.

Bild 2: Bedienoberfläche für Macroentwicklung zur datenbankgestützen Bildanaylse

Von zunehmendem Interesse sind Verfahren zur computerassistierten Diagnose in der Radiologie, wo zunehmend PACS-Systeme zum Einsatz kommen. So beschreibt U. Bick in (1) ein Verfahren zur automatischen Detektion von Mikroverkalkungen und Verdichtungsherden in der Mammographie, bei dem der Computer die Diagnosehilfe übernimmt. Automatische Bildsegmentation mit hoher Zuverlässigkeit beschreibt U.Bick et. al. in (2). Interessant ist die Aussage, daß computergestützte Verfahren bereits in der Lage sind, 70-100% von Verkalkungsclustern richtig zu identifizieren. Auch die computergestützte Klassifikation von mammographischen Verdichtungsfiguren wird nach (1) bereits erfolgreich bei der Differenzierung zwischen benignen und malignen Befunden eingesetzt. Nicht übersehen werden darf allerdings das technische Problem, daß die hohe optische Dichte von 3,7 des mammographischen Films mit herkömmlichen Scannern gegenwärtig noch schwer abzubilden ist.

Der von R. Leppek et. al. in (3) verwendete Algorithmus zur computergestützten Metastasenvolumetrie fokaler Läsionen bei Patienten mit Lebermetastasen in portalvenösen Spiralcomputertomogrammen wird vom Autor als geeignet zum Einsatz in der klinischen Routine eingeschätzt.

Literatur:

(1) Bick U, Computerassistierte Diagnose in der Screeningmammographie, Radiologe (1996), 36: 72-80, Springer Verlag

(2) Bick U, Giger ML, Schmidt RA, Nishikawa RM, Wolverton DE, Doi K , Automated segmentation of digitized mammograms. Acad Radiol 2 (1995) 1-9

(3) Leppek R, Schindewolf Th, Schmitt R, Habermalz E, Klose K.-J., Peitgen H.-O.,Aktuelle Radiologie , Sonderdruck aus Heft 5, 6. Jahrgang September 1996, 279 Thieme Verlag