Videodensitometrische und Videotopometrische Messungen in Röntgenbildern

A. Keller[1], T. Baehring[2], H. Krause[1], H. Richter[1], V. Natchkova[1]

1. Institut für Biomedizinische Technik und Informatik, Technische Universität Ilmenau
PF 0565, 98684 Ilmenau
2. Zentrum für Innere Medizin, Universität Leipzig,
Philip-Rosenthal-Str. 27, 04103 Leipzig
hartmut.richter@rz.tu-ilmenau.de

Bewegungsvorgänge im Körper können mit Röntgenfernsehanlagen nichtinvasiv dargestellt werden. Über die Leuchtdichteänderungen in einem begrenzten Bereich am Organrand sind lokale Organbewegungen mittels der Methode der Videodensitometrie meßtechnisch erfaßbar. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe am Institut für Biomedizinische Technik und Informatik der Technischen Universität Ilmenau und am Zentrum für Innere Medizin der Universität Leipzig hat aus langjährigen methodischen und klinischen Erfahrungen auf Basis der digitalen Bildverarbeitung ein Gerätesystem zur videodensitometrischen Bewegungsmessung entwickelt.

Keywords: Funktionsdiagnostik, Videodensitometrie, Bewegungsmessung

1 Einleitung

Seit mehreren Jahren befaßt sich eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe unter Leitung von Dr. Ing. habil. A. Keller mit *videodensitometrischen und videotopometrischen Messungen in Röntgenbildern*. Das Projekt ist das Ergebnis enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Biomedizinische Technik und Informatik der Technischen Universität Ilmenau und dem Zentrum für Innere Medizin der Universität Leipzig.

Grundlage der Arbeit ist die Erkenntnis, daß funktionelle Bewegungen von Organen und Transportvorgänge im Körper mittels Röntgenfernsehanlagen nichtinvasiv darstellbar sind. Bei einer Durchleuchtung mit einer Röntgenbildverstärker-Fernsehkette liegt die im Bild enthaltene Information in Form des Videosignals als elektrische Spannung vor. Diese Spannung, durch eine einfache Meßtechnik erfaßt, ermöglicht eine elektronische Bildverarbeitung.

So wurde als erstes der analoge Videoanalysator VIANA-MP entwickelt, der es ermöglichte, Organbewegungen vor allem am Herzen meßtechnisch zu erfassen. Die Erfahrungen, die mit dieser Anlage im mittlerweile über achtjährigen Routinebetrieb gewonnen wurden, führten zu der aktuellen Weiterentwicklung VIANA-PC. Auf der Basis moderner PC-Rechentechnik wurde hier ein leistungsfähiges digitales Bildverarbeitungssystem zur Bewegungsmessung in Röntgenfernsehszenen geschaffen.

Das System VIANA-PC basiert auf dem Prinzip der Videodensitometrie und soll anhand der methodischen und technischen Grundlagen kurz vorgestellt werden.

2 Meßmethodik

Jedes Röntgenbild stellt sich als zweidimensionale Verteilung des momentanen Bildsignals S(x, y) dar (Abb. 1). Dies ist völlig unabhängig vom dabei genutzten Bildwandler [1]. Das Prinzip der Densitometrie besteht nun darin, daß die in einem Meßfenster der Fläche F liegenden momentanen Bildsignale zum densitometrischen Meßwert M_D aufintegriert werden. Für eine Röntgenszene mit dem zeitabhängigen Bildsignal S(x, y, t) ergibt sich somit auch ein zeitabhängiger Signalparameter $M_D(t)$:

$$M_D(t) = \int_F S(x, y, t) dF \tag{1}$$

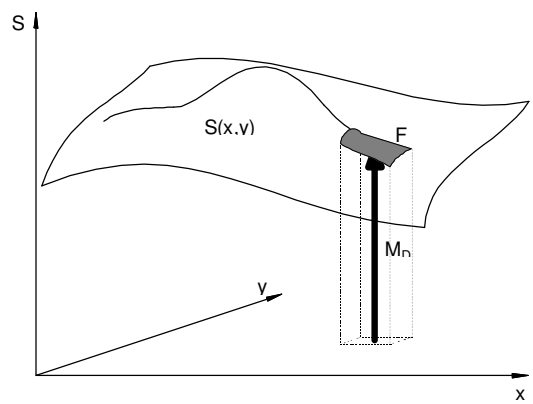


Abb. 1 Densitometrische Meßmethode (nach [1])

Die Zusammenhänge zwischen physiologischem Bewegungsablauf und Meßergebnis lassen sich am Beispiel von Organrandbewegungsmessungen verdeutlichen. Das Organ bewegt sich mit 6 Freiheitsgraden (drei Translationen, drei Rotationen) global im Raum. Dazu kommen lokale Bewegungen, wie Größen- und Formänderungen. Bei der Projektion in die Bildebene sind nur noch 3 Bewegungsanteile (zwei Translationen und eine Rotation) sichtbar. Lokale Bewegungsanteile sind nur dann erkennbar, wenn sie an randständig abgebildeten Oberflächenbezirken ablaufen. Dies ist beispielsweise bei der Kontraktion und Relaxation des Herzmuskels der Fall.

Keller hat in [2] die methodischen Grundlagen erarbeitet, welche von *Richter* bezüglich der Unterdrückung biologisch und technisch bedingter Störeinflüsse weiterentwickelt wurden [3]. Besondere Beachtung galt dabei einerseits den Faktoren, die den Bildkontrast verschlechtern

3 Meßtechnik und Meßdatenverarbeitung

Das durch die Röntgenbildverstärker-Fernsehkette während der Durchleuchtung gewonnene Videosignal wird auf Magnetband aufgezeichnet und steht somit einer späteren meßtechnichen Signalverarbeitung durch den Videoanalysator zu Verfügung. *Keller* und *Baehring* haben grundlegende Untersuchungen zu Übertragungsverhalten [4] und technisch bedingten Störeinflüssen [5] von Röntgenfernsehanlagen bezüglich der Meßwertgewinnung angestellt. *Krause* hat mit VIANA-PC den Grundstein für ein leistungsfähiges digitales Bildverarbeitungssystem zur videodensitometrischen Bewegungsmessung geschaffen [6]. In Abb. 2 ist der prinzipielle Aufbau des Systems dargestellt.

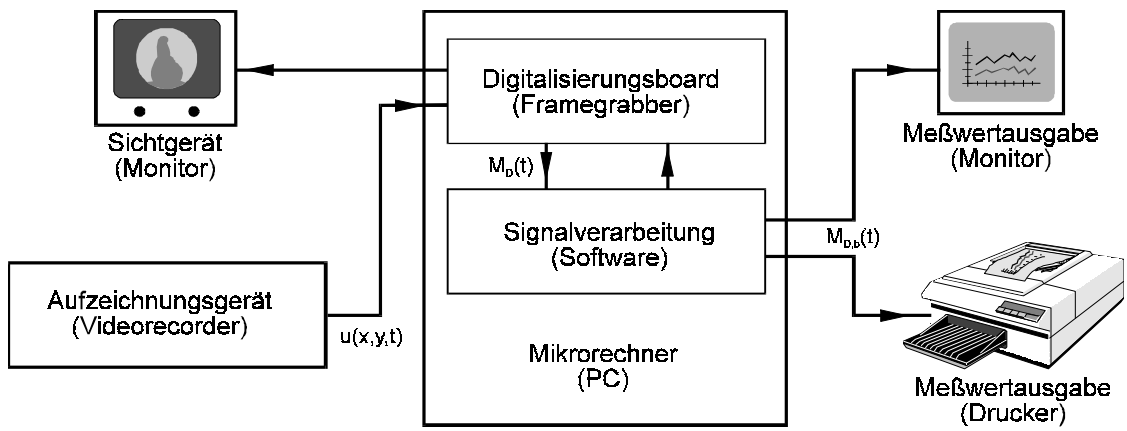
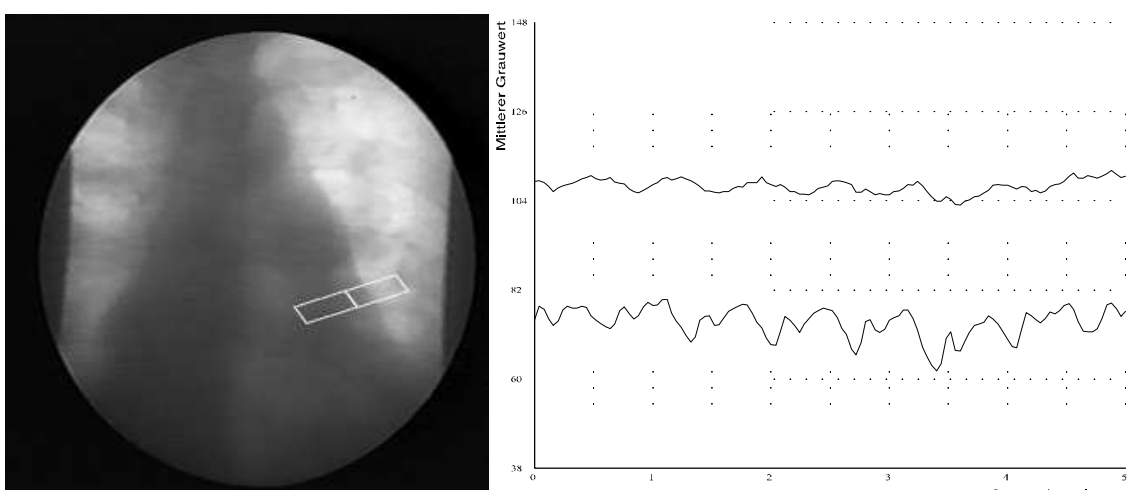


Abb. 2 VIANA-PC, prinzipieller Aufbau und Komponenten

Das analoge Videosignal wird zunächst mittels eines Framegrabbers digitalisiert. Das so entstandene diskrete Signal besitzt eine Informationstiefe von 8 Bit (256 Graustufen). Im nun digitalen Bild werden an diagnostisch relevanten Orten Meßfenster positioniert, über deren Fläche das Bildsignal gemäß Gleichung 1 integriert wird (Abb. 3).



Modelldatensätze gewonnen, und damit diagnostisch relevante Parameter quantifiziert [7]. Weiterhin kann durch digitale Filterung eine effektive Rauschunterdrückung erreicht werden.

Durch das Meßsystem VIANA-PC können vorhandene Röntgendurchleuchtungsarbeitsplätze mit geringem Aufwand sinnvoll für eine effektive Funktionsdiagnostik erweitert werden.

Literatur

[1] Keller A, Wilke J, Blumenstein R, Raue I: Konventionelle Röntgen-Funktionsdiagnostik – Videodensitometrie, Densitometrische und topometrische Messungen in Röntgenfernsehbildern: Meßtechnik und Meßmethodik, Zeitung gesamte Innere Medizin 47 (1992), S.480-483, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York

[2] Keller A: Bewertung der Leistungsfähigkeit von Verfahren der Röntgendiagnostischen Technik zur Messung der Herzbewegung, Ilmenau, Technische Universität, Dissertation A, 1984

[3] Richter H: Kontrastkorrektur videodensitometrischer Kurven, Ilmenau, Technische Universität, Diplomarbeit, 1996

[4] Keller A: Übertragungsverhalten von Röntgenbilderzeugungssystemen: Ansatz – Analyse – Aussage – Anwendung, Ilmenau, Technische Universität, Dissertation B, 1992

[5] Baehring T: Bewertung von Rauscheinflüssen bei der Gewinnung videodensitometrischer und videotopometrischer Meßgrößen aus Röntgenfernsehbildfolgen, Ilmenau, Technische Universität, Dissertation A, 1994

[6] Krause H: PC-gestützter Meßfenstergenerator für densitometrische und topometrische Messungen in Röntgenfernsehbildfolgen, Ilmenau, Technische Universität, Diplomarbeit, 1993

[7] Natchkova V: Spektralanalyse videodensitometrischer Herz- und Gefäßkurven für die Gewinnung von Modelldatensätzen zur Störunterdrückung und zur Quantifizierung diagnostisch relevanter Parameter, Ilmenau, Technische Universität, Diplomarbeit, 1996