

Sabine Koch
Dr. sc. hum.

Methoden zur diagnoseorientierten Qualitätsobjektivierung und automatischen Bildverbesserung in der zahnärztlichen Radiologie

Geboren am 28. 01. 1966 in Saarbrücken
Reifeprüfung am 29. 05. 1985 in Frechen
Studiengang der Fachrichtung Medizinische Informatik vom SS 1988 bis SS 1993
Vordiplom am 21. 03. 1990 an der Universität Heidelberg / Fachhochschule Heilbronn
Diplom am 14. 09. 1993 an der Universität Heidelberg / Fachhochschule Heilbronn

Promotionsfach: Medizinische Biometrie und Informatik
Doktorvater: Prof. Dr. C. O. Köhler

In der vorliegenden Arbeit wurden Verfahren zur automatischen, diagnoseorientierten Verbesserung interaktiv definierter Bildausschnitte für die Kariesdiagnostik und die Diagnostik periapikaler sowie parodontaler Veränderungen entwickelt. Die korrekte Durchführung dieser adaptiven Verbesserungsalgorithmen ist abhängig von der zuverlässigen Objektivierung der vorliegenden Bildqualität. Zu diesem Zweck wurden unterschiedliche Parameter zur Objektivierung von Helligkeit, Kontrast, Rauschen und Bildunschärfe definiert. Für eine exakte und vergleichbare Qualitätsmessung ist darüber hinaus die Trennung diagnostisch relevanter Regionen von im Bildausschnitt möglicherweise vorhandenen kontextabhängigen Störfaktoren, die für die Qualitätsmessung unterdrückt werden müssen, notwendig.

Dies führte zur Entwicklung diagnoseabhängiger Segmentierungsverfahren, die individuelle Maskenbilder für eine selektive Qualitätsobjektivierung generieren. Zur Trennung diagnostisch relevanter Strukturen von im Bildausschnitt möglicherweise vorhandenen diagnoseabhängigen Störfaktoren wurden unterschiedliche, kombinierte lokale und globale Schwellwertverfahren erarbeitet, die zum Teil direkt auf die Grauwertbilddaten und zum Teil auf das durch vorherige Transformation entstandene Varianz-Grauwertbild oder das Gradienten-Grauwert-Histogramm angewandt wurden. Die anschließende Qualitätsmessung anhand von drei verschiedenen Parametern (B , KN und K) zur Helligkeits-, Kontrast-, und Rauschobjektivierung wurde ausschließlich in den als diagnostisch relevant klassifizierten Bereichen des Bildausschnittes, die durch die Maskenbilder identifiziert wurden, durchgeführt.

Abhängig von der gemessenen Qualität, unter Einbeziehung des Vorwissens über Inhalt und Topologie der ausgewählten Region, sowie mit Hilfe von experimentell ermittelten Referenzdaten für diagnostisch geeignete Bildqualität wurden kombinierte, adaptive Verbesserungsalgorithmen entwickelt. Diese Verbesserungsalgorithmen basieren auf Helligkeits-, Kontrast-, und Gammakorrektur durch Histogrammtransformation sowie Rauschunterdrückung durch anisotrope Medianfilterung und Erhöhung der Bildschärfe durch Unsharp Masking. Die Stärke der Helligkeits-, Kontrast- oder Gammakorrektur sowie die Größe von Filtermaske und Verstärkungsfaktor zur Rauschfilterung oder Erhöhung der Bildschärfe wurden aufgrund der gemessenen Bildqualität und anhand des Vorwissens über den Diagnostetyp automatisch festgelegt.

Um dem Zahnarzt darüber hinaus die manuelle, interaktive Helligkeits- und Kontrastmanipulation in kontrollierter Form zu ermöglichen, wurden, basierend auf den

entwickelten Kontrast- und Helligkeitsparametern KN und B , unterschiedliche diagnoseorientierte Toleranzgrenzen definiert. Innerhalb dieser Toleranzgrenzen kann der jeweilige Bildausschnitt frei manipuliert werden, ohne daß die Gefahr einer diagnostischen Fehlinterpretation durch eventuell auftretende Artefakte entsteht.

Bei der Verifizierung der entwickelten Methoden mit insgesamt 180 Bildausschnitten wurde eine korrekte Segmentierung bei 86,1% der Bildausschnitte festgestellt. Die Richtigkeit der automatischen Qualitätsbeurteilung hinsichtlich einer spezifizierten Diagnostik wurde in 99,4% der 180 getesteten Bildausschnitte von Experten bestätigt. Die automatische diagnoseorientierte Bildverbesserung führte in 85% der 60 untersuchten Bildausschnitte nach Expertenaussage zu einer tatsächlichen Qualitätsverbesserung für die Diagnostik. Nur vier (d.h. 6,7%) der untersuchten Bildausschnitte, die eine außerordentlich schlechte Ausgangsqualität besaßen, wurden verschlechtert. Diese Bildverschlechterung konnte jedoch durch die automatische Qualitätsobjektivierung abgefangen werden. Die Evaluierung der diagnosebezogenen Toleranzgrenzen für die kontrollierte interaktive Bildmanipulation ergab in 91,3% der untersuchten Bildausschnitte eine Übereinstimmung mit der Meinung der Experten.

Um die Mächtigkeit der in der vorliegenden Arbeit entwickelten neuen Methodik weiter zu erhärten sind zwei Studien geplant:

In der ersten Untersuchung werden die bereits implementierten Methoden in einem größeren Rahmen innerhalb des europäischen Projektes ORQUEST an 7 unterschiedlichen Testeinrichtungen von 15 verschiedenen Zahnärzten klinisch evaluiert werden.

Im Rahmen der zweiten Studie wird mit Hilfe von diagnostisch gesichertem Bildmaterial untersucht werden, in welchem Maße die entwickelten Methoden zu einer verbesserten Diagnostik beitragen.