

Reihe 10

Informatik/
Kommunikation

Nr. 852

Dietmar Prestel,
Kempten, M. Sc. M. Sc.

Informationstechnische Verbesserung des Zahnputzvorgangs



FernUniversität in Hagen
Schriften zur Informations-
und Kommunikationstechnik

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 10

Informatik/
Kommunikation

Dietmar Prestel,
Kempten, M. Sc. M. Sc.

Nr. 852

Informationstechnische
Verbesserung des
Zahnputzvorgangs



FernUniversität in Hagen
Schriften zur Informations-
und Kommunikationstechnik

Prestel, Dietmar

Informationstechnische Verbesserung des Zahnputzvorgangs

Fortschr.-Ber. VDI Reihe 10 Nr. 852. Düsseldorf: VDI Verlag 2017.

128 Seiten, 57 Bilder, 0 Tabellen.

ISBN 978-3-18-385210-9, ISSN 0178-9627,

€ 48,00/VDI-Mitgliederpreis € 43,20.

Für die Dokumentation: Zahnputzvorgang – Sensorunterstützte Zahnbürste – Anzeigergerät für den Zahnputzvorgang

Fertigkeiten für eine gute Mundhygiene bedeuten das Erreichen aller für die Zahn- und Mundgesundheit relevanten Flächen bei der Zahnreinigung als auch Zahnputztechniken, die gleichermaßen eine hohe Effektivität besitzen und das Weichgewebe vor Verletzung schützen. Mithilfe von Sensordaten aus Beschleunigungsmessungen und deren Verrechnung untereinander und mit der Kombination aus Eingangsdaten verschiedener Geräte wird dargelegt, wie die Bestimmung von Bürstort und elementarer Bürstbewegung gelingen kann. Es werden mehrere Vorschläge entwickelt und diskutiert, die Benutzerführung durch Kombination eines mithilfe der Anzeigergeräte generierten Spiegelbildes mit darüber liegenden transparenten Symbolanzeigen und Texten zu optimieren. Auch Möglichkeiten einer offline erfolgenden nachträglichen Weiterverarbeitung der Sensor- und Videodaten beispielsweise für Forschungszwecke oder für die zahnmedizinische Praxis werden erörtert. Hierbei wird verdeutlicht, dass die entwickelte Technologie nicht nur hohe Praxisrelevanz für den einzelnen Patienten besitzt, sondern ein wertvolles Instrumentarium für Langzeitstudien darstellt, von denen in Zukunft wichtige Forschungsergebnisse erwartet werden können.

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Bibliothek

(German National Library)

The Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie (German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at <http://dnb.ddb.de>.

Schriften zur Informations- und Kommunikationstechnik

Herausgeber:

Wolfgang A. Halang, Lehrstuhl für Informationstechnik

Herwig Unger, Lehrstuhl für Kommunikationstechnik

FernUniversität in Hagen

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, im Internet und das der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISSN 0178-9627

ISBN 978-3-18-385210-9

Vorwort

Weiten Teilen der Bevölkerung fehlen Kenntnisse über Anforderungen an die Mundhygiene sowie die Fertigkeiten, gute Mundhygiene aufrecht zu erhalten. Dabei geht es insbesondere um das Erreichen aller für die Zahn- und Mundgesundheit relevanten Flächen bei der Zahnreinigung als auch darum, Zahnputztechniken anzuwenden, die gleichermaßen eine hohe Effektivität besitzen und das Weichgewebe vor Verletzung schützen.

Die vorliegende Arbeit dokumentiert, welche Vorteile zukünftige Zahnreinigungssysteme den Benutzern bei der Lösung dieser Aufgaben bieten können. Sie zeigt, wie Visualisierungsgeräte dem Benutzer erlauben können, seinen Mundraum dreidimensional in transparenter Optik mit eingeblendeten Putzstatusinformationen zu erkunden. Dabei wird verdeutlicht, dass sogar eine mit nur wenigen Sensoren ausgestattete manuelle Zahnbürste in Verbindung mit einem Anzeigegerät dem Nutzer erhebliche Fortschritte bieten kann.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. Wolfgang A. Halang, dem Leiter des Lehrgebietes Informationstechnik an der Fernuniversität in Hagen, danke ich sehr herzlich für die freundliche Aufnahme der Arbeit und die konstruktiven Diskussionen über Umfang, Inhalt und sinnvolle Ergänzungen der Dissertation.

Gleichfalls danke ich Herrn Prof. Dr. Arnulf Deinzer sehr herzlich für die Betreuung der Arbeit vor Ort, für fachliche Beratung und für die Erstellung des Zweitgutachtens. Als Ansprechpartner für neue Ideen und Richtungen gab er mir immer die richtigen Impulse.

Weiter danke ich Frau Prof. Dr. Renate Deinzer. Sie hatte stets ein offenes Ohr für mich, gab mir wichtige Hilfestellungen für das wissenschaftliche Arbeiten und war mir als Mittlerin im gesamten psychologischen und zahnmedizinischen Bereich eine sehr große Hilfe.

Herrn Michael Bacher gilt mein Dank für die Beratung in drucktechnischen Fragen.

Widmung

Meiner Mutter Berta Kure, die mich stets im Privaten unterstützte und mich zur Forschung ermutigt hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Problemstellungen und Lösungen elektronisch unterstützter Zahnpflegevorgänge	7
2.1	Eine sensorunterstützte Zahnbürste	7
2.2	Zahnreinigungssystem mit eingeschränkter Sensorik	9
2.2.1	Technische Lösung	11
2.2.2	Ausführungen	18
2.3	Überwachungssystem für die Zahnhygiene mit erweiterter Sensorik	19
2.3.1	Probleme aktuell verfügbarer Anwendungen	20
2.3.2	Technische Lösung	21
2.3.3	Ausführungen	26
2.4	Anzeigegerät zur Überwachung des Zahnpflegevorgangs	27
2.5	Einweisung in elementare Bürstbewegungen	32
2.5.1	Problematik der Bewegungsdetektion bei aktuell verfügbaren Geräten	33
2.5.2	Technische Lösung	34
2.6	Zahnreinigungsgerät mit Flüssigkeit liefernden Borsten	38
2.6.1	Probleme der alternativen Zahnbürstentechnik	39
2.6.2	Technische Lösung	40
2.7	Zahnreinigung mittels Beschuss von Tröpfchen	42
2.7.1	Probleme der aktuell verfügbaren borstenlosen Zahnbürsten- technik	43
2.7.2	Technische Lösung	45
2.8	Zahnreinigungsgerät mit ausfahrbaren Borsten	48
2.8.1	Probleme interdentaler Zahnreinigungssysteme	49
2.8.2	Technische Lösung	50
2.9	Kombinierte Reinigung von Zähnen und zahnärztlicher Prothesen	53
2.9.1	Probleme aktuell angewandeter Prothesenreinigung	54

2.9.2	Technische Lösung zur verbesserten Mundhygiene von Betreuten	56
3	Anzeigegerät zur Überwachung des Zahnputzvorgangs	65
3.1	Erfassung der Messdaten	65
3.2	Auswertungen der aufgenommenen Daten	65
3.3	Auswertungen basierend auf Segmenten mit probabilistischen Schlußfolgerungen	72
3.3.1	Bürsten der Zahnninnenflächen	72
3.3.2	Bürsten mit kreisende Bewegungen	74
3.4	Analysen mit schneller Fourier-Transformation	75
4	Prototypische Realisierung von Funktionen des Anzeigegeräts	81
4.1	Ausgabesymbole für den Bürstort und Anweisungen zur Unterweisung in einer Zahnputztechnik	82
4.2	Verwaltung, Zugriff und Ausgabe der Symbole und Anweisungen	86
4.3	Erzeugung eines Spiegelbildes	87
4.4	Überlagerung des Spiegelbildes mit Anweisungen und Symbolen des Bürstortes	88
4.5	Erstellung von Momentaufnahmen überwachter Zahnputzvorgänge	91
4.6	Erzeugung einer Videoaufnahme des Spiegelbildes	96
4.7	Sicherung und Analyse mehrerer Aufzeichnungsspuren	97
5	Transfer der Technologie	101
5.1	Probleme bei sensorischen Prothesen	102
5.2	Technische Lösung	103
6	Ergebnisse und Ausblick	107
6.1	Zusammenfassung	107
6.2	Erzielte Ergebnisse	108
6.3	Ausblick	113
	Literatur	113