

KN WISSENSCHAFT & PRAXIS

Dreidimensionale Bildverarbeitung in der Kieferorthopädie

Die 3-D-Bildgebung stellt derzeit eines der größten Entwicklungspotenziale in der Medizintechnik dar. Dies gilt für nahezu alle medizinischen Fachbereiche, wie auch die Kieferorthopädie und Kieferchirurgie. Die virtuelle Realität verbessert die Visualisierung von Ist-Zuständen, erleichtert die Behandlungsplanung und ist zudem ein geeignetes Instrument der Dokumentation erfolgter Maßnahmen. So trägt die rechnergestützte Analyse dazu bei, präzise und objektive Aussagen zu Zahn- und Kieferfehlstellungen zu treffen sowie eine höhere Sicherheit bei der Wahl geeigneter Therapienformen zu erreichen.

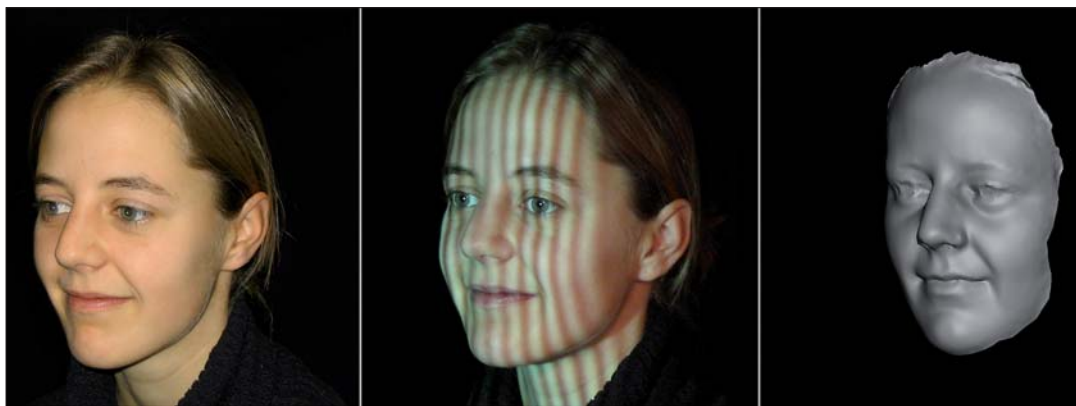


Abb. 1: Darstellung eines Scanvorgangs (ohne Textur).

Nutzung von 3-D-Daten

Mittels dreidimensionaler Daten sind Kieferorthopäden und -chirurgen in der Lage, ihre Therapiemaßnahmen gezielter zu planen. Patienten können vorab mit den angestrebten Zielen sowie etwaigen Auswirkungen der Behandlung auf das äußere Er-

ten sowie der einfachen Handhabung und universellen/fachübergreifenden Einsetzbarkeit der Messgeräte. So ist die Strahlungsfreiheit nicht nur im Hinblick auf die Patientenakzeptanz von Bedeutung, sondern auch hinsichtlich der Möglichkeit, beliebig viele Kontrollmessungen vornehmen zu können.

Mittels der Phasemessenden Triangulation (PMT) und einer patentierten Spiegelkonstruktion ermöglicht der Scanner die Erfassung eines Gesichtes von Ohr zu Ohr in einem einzigen Messvorgang (Abb. 1).

Die Messung erfolgt durch die Projektion von Lichtstreifen auf das Gesicht des Patienten. Aus der Verformung der reflektierten Lichtstreifen, die durch zwei hochwertige Kameras aufgenommen werden, wird die Höheninformation gewonnen. Die gewonnenen Daten sind danach als Dreiecksnetz darstellbar, welches bei starker lokaler Krümmung engmaschig angelegt ist. Bei wenig ausgeprägter Krümmung ist automatisch ein gröberes Raster angelegt, um die zu verarbeitende Datenmenge so klein wie möglich zu halten und damit die Geschwindigkeit des Rechengangs zu optimieren (Abb. 2).

Die Messung erfolgt mit normalem Licht, ist daher strahlungsfrei und vollkommen unschädlich. Neben der Formerfassung bietet FaceSCAN^{3D} die Möglichkeit der farblichen Erfassung der Oberflächenstruktur. Gerade für medizinische Anwendungen, bei denen die exakte Darstellung der Hautoberfläche von Relevanz ist, stellt dieses optische Messverfahren eine optimale Ergänzung zur radiologischen Bildgebung dar.

Die Software des Systems wurde so einfach gestaltet, dass die Bedienung des Scanners der einer Digitalkamera gleichkommt. Die Messdaten erlauben die Erfassung von Längen, Flächen, Volumen, Symmetrien und Winkeln. Dazu kann das digitale Abbild in allen Achsen gekippt, gedreht und rotiert werden.

Anwendungen

Besonders geeignet ist die optische Messmethode, um beispielsweise die dentale Okklusion am virtuellen Modell zu prüfen, wo Zahnfüllungen aus reflektierendem Material eine präzise CT-Aufnahme durch Artefakte unmöglich machen. So können unter anderem auch

die Veränderungen durch kieferorthopädische Apparaturen vor deren Einsatz genauer abgeschätzt werden. Auch die Folgen von Operationen im Kieferbereich sind so besser kalkulier- und kontrollierbar.

Angeborene Gaumenspalten werden oft jahrelang operativ begleitet. Erstes Ziel hierbei ist die Schließung der Spalte sowie die Herstellung eines möglichst normalen dentalen Bogens. Der Verlauf dieser Behandlung ist mit der Messmethode dokumentier- und auch planbar. Als besonders hilfreich hat sich die 3-D-Datensammlung deswegen erwiesen, weil bei diesem Krankheitsbild das Wachstum des Oberkiefers nur eingeschränkt voranschreitet. Um hier zu einem späteren Zeitpunkt – also am Ende der Wachstumsphase – korrigierend eingreifen zu können, sind die gesammelten 3-D-Daten ebenso wichtig wie die Dokumentation der bisherigen Ergebnisse. Mittlerweile sind 3-D-Daten auch problemlos in PDF-Dokumente integrierbar, wodurch zum einen die Dokumentationsfähigkeit deutlich verbessert, zum anderen die Möglichkeit des sehr einfachen Datenaustauschs

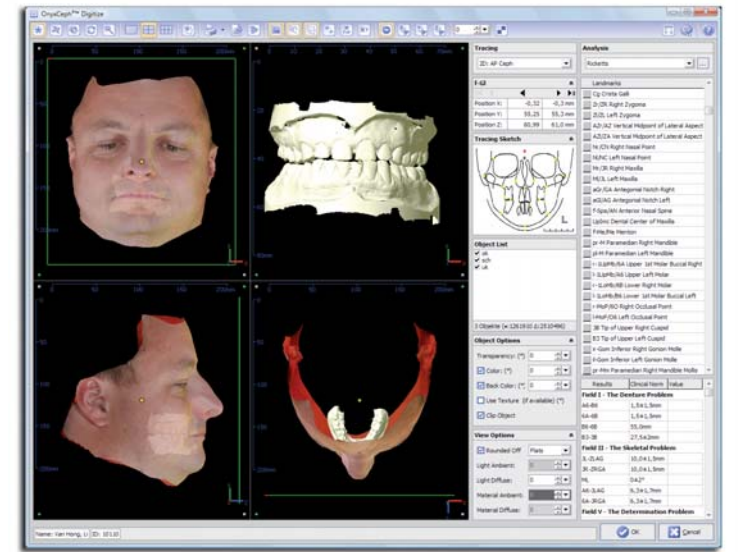


Abb. 3: Einblendung eines Gebissdatensatzes in einen Facescan.

speziellen Dentalscanner dreidimensional erfasst. Dabei werden nicht nur die einzelnen Kiefer in ein 3-D-Modell übertragen, sondern auch die Stellung der Kiefer zueinander in demselben Koordinatensystem registriert. Die Digitalisierung eines kompletten Gebissabdrucks dauert etwa 15 bis 17 Minuten und steht danach in einem offenen Dateiformat, dem STL-Format, zur Verfügung.

Im Anschluss an den Dentalscan wird ein dreidimensionaler Datensatz des Gesichtes des Patienten erstellt. Die Aufnahme selbst dauert

es möglich, eine qualitativ hochwertige Analyse für einen Behandlungsbedarf festzustellen sowie den Verlauf der Behandlung präzise nachzuvollziehen und zu dokumentieren. Mit der entsprechenden Software wie beispielsweise OnyxCephTM können die Daten nach wissenschaftlichen Kriterien ausgewertet werden. So kann durch eine halbtransparente Darstellung die genaue Position des Kiefers zur Weichgewebsoberfläche bildlich dargestellt werden. Vielfältige Softwaretools erleichtern und ermöglichen eine quantifizierbare Auswertung der Messergebnisse (Abb. 4).

Aussichten und Weiterentwicklung

In naher Zukunft sollen die durch optische Verfahren gewonnenen 3-D-Daten zunehmend in den medizinischen Alltag eingeflochten werden. Eine Integration von Facescannern ist vor allem im Bereich der Digitalen Volumentomografie (DVT) und Computertomografie (CT) zu erwarten. Während beispielsweise die CT die notwendigen Basisdaten liefert, bietet die optische 3-D-Messtechnik ergänzend dazu die höchst präzise Oberflächeninformation (typ. mit einer Messunsicherheit von 0,4 mm). Ziel der Integration von 3-D-Oberflächendaten ist es, die Grundlagen für detaillierte Planungen zu schaffen und so die Effektivität der eingesetzten Mittel zu optimieren, zu prüfen sowie Behandlungszeiten zu verkürzen. **KN**

KN Adresse

3D-Shape GmbH
Henkestraße 91
91052 Erlangen
Tel.: 0 91 31/97 79 59-0
Fax: 0 91 31/97 79 59-11
E-Mail: info@3d-shape.com
www.3d-shape.com

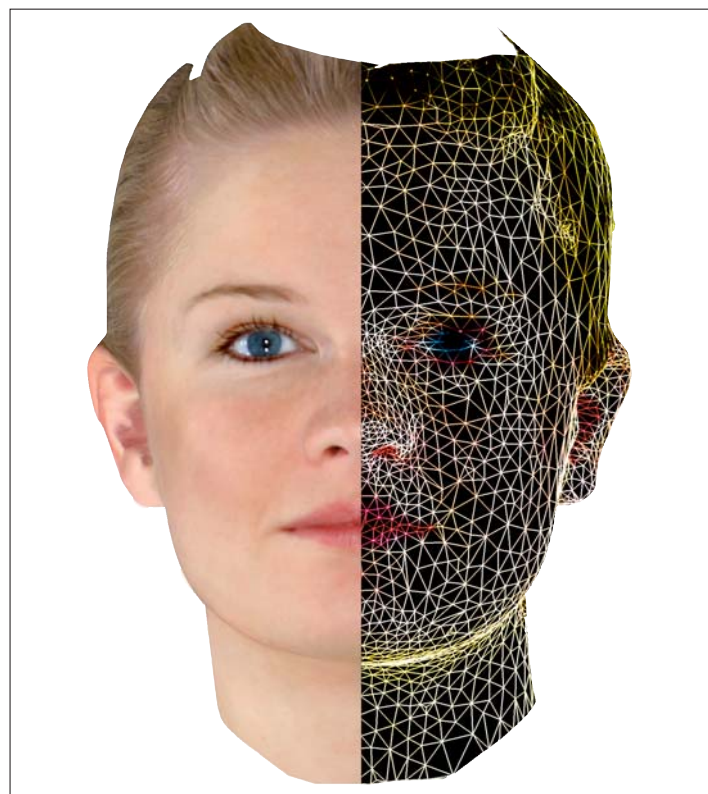


Abb. 2: 3-D-Datensatz mit Textur und Darstellung des Dreiecksnetzes.

scheinungsbild (vor allem das Gesicht bzw. Profil) vertraut und somit in die Planung mit einbezogen werden.

Besondere Bedeutung gewinnen hierbei zunehmend diejenigen bildgebenden Verfahren, die auf Messmethoden mit normalem Licht basieren, also beispielsweise der Streiflichtprojektion. Die Vorteile dieser Verfahren liegen in der völligen Strahlungsfreiheit (Strahlungshygiene), den preiswerten Anschaffungs- und Betriebskos-

ten. Abgesehen von der Arbeitszeit des Bedieners fallen fast keine Kosten für die einzelnen Messungen an. So werden mit den optischen Systemen nahezu lückenlose Dokumentationen von Behandlungsergebnissen erstellt.

Funktionsweise

Ein etabliertes optisches Mess-System ist der optische Sensor FaceSCAN^{3D} der 3D-Shape GmbH aus Erlangen.

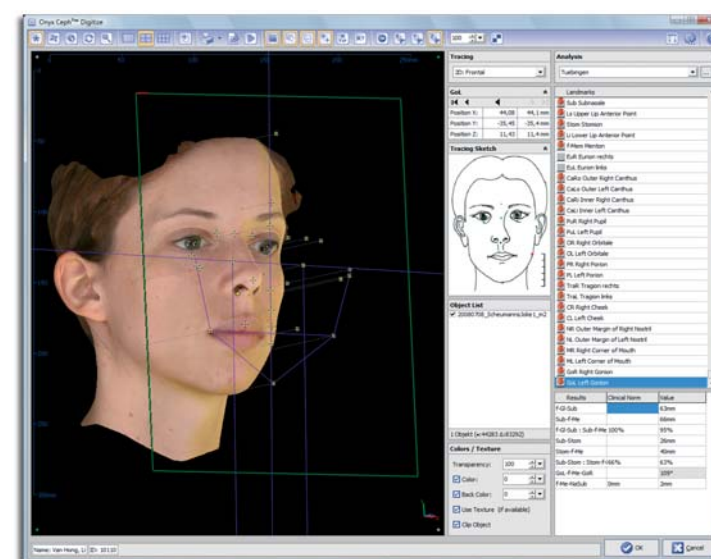


Abb. 4: Bearbeitung eines 3-D-Datensatzes mit der Software OnyxCephTM von Image Instruments.

zum Zwecke der Konsultation räumlich entfernter Kollegen gegeben ist.

Neue Möglichkeiten

Mithilfe eines besonderen Verfahrens ist es seit Kurzem möglich, die Stellung und Lage eines Gebisses in Relation zur Oberfläche des Weichgewebes zu simulieren. Mehrere Scans von Gesicht und Gebissmodell werden miteinander verbunden, wodurch eine virtuelle Sicht ins Innere des Schädels möglich wird – und dies ohne aufwendige CT- oder MRT-Aufnahmen.

In einem ersten Schritt werden die Gipsabdrücke der Kiefer des Patienten mit ei-

weniger als eine Sekunde, die nachträgliche softwaretechnische Verarbeitung nimmt ca. ein bis drei Minuten in Anspruch.

Um die Registrierung des digitalen Gebissmodells in den Gesichtsscan zu ermöglichen, wird eine weitere Aufnahme gemacht, bei der der Patient auf eine Gebissgabel beißt, die mit drei außen liegenden Registrierungspunkten versehen ist. Nachdem auch eine Aufnahme des Gebissmodells mit der Gebissgabel gemacht wurde, kann das 3-D-Modell des Gebisses in den Oberflächenscan des Gesichtes eingefügt werden (Abb. 3).

Mithilfe dieser Facescan-Daten sowie den Daten gescannter Kiefermodelle ist

ANZEIGE

Immer einen Zug voraus ...