

M. Jahn, F. Jäger

Entwicklung eines 3D Fuß- und Unterschenkelscan-Verfahrens für die Anwendung in der täglichen Praxis der Orthopädieschuhtechnik

Zusammenfassung

Der entwickelte 3D Fußscanner ISCAN 3Dp erfüllt alle maßgeblichen Anforderungen für die Orthopädieschuhtechnik: Anwendung auf kleinem Raum, geringe Messdauer, ausreichend hohe Messgenauigkeit, Transportfähigkeit, Echtbildüberlagerung und Erfassung bis 350 mm Unterschenkelhöhe.

Einführung

Die Entwicklung eines 3D Scanners zur Erfassung der Fußoberfläche unter Belastung des eigenen Körpergewichts ist in der Orthopädieschuhtechnik bisher nur ansatzweise realisiert worden. Die verwendeten Systeme sind entweder keine 3D Systeme oder so aufwendig, dass eine Verwendung im Alltag meistens an den Kalibrierungs- und Transporteigenschaften scheitert. Ziel war es, Parameter zu finden, die eine nutzbringende Anwendung von 3D Scannern in der Orthopädieschuhtechnik unter praxisorientierten Aspekten ermöglichen. Dazu muss das zu konzipierende 3D Scan-System mindestens genauso gut wie die manuelle Datenerfassung, z.B. das Abmessen bzw. Gipsen des Fußes, sein. Die Datenaufbereitung und Datenweitergabe soll schnell und einfach sein, damit der Patient keine Beeinträchtigung erfährt. Das System muss transportfähig sein, damit der Orthopädieschuhtechniker es in der täglichen Praxis einfacher als seine bisherigen Methoden einsetzen kann.

Methoden

Es erfolgt die Ermittlung von praxisrelevanten Faktoren mittels Umfrage bei Orthopädieschuhtechnikern. Die bisherigen Verfahren – vom Abmessen des Fußes über das Gipsen, bis hin zu aktuellen Scan-Verfahren – werden auf Ihre Messgenauigkeit und den Anwendungsaufwand bis zur Erstellung eines Fußpositivs untersucht. Im nächsten Schritt fließen diese Ergebnisse ein in die Entwicklung des neuen 3D Scanners. Die Überprüfung der Messgenauigkeit des entwickelten 3D Scanners wird unter dem Aspekt des realen Anwendungsfalls, sprich der Fußoberflächenerfassung, durchgeführt. Diese Ergebnisse werden dann mit den Ergebnissen anderer Scanner überprüft. Erst die Bestimmung einer Gesamtbilanz aus Messgenauigkeit und funktionellen Faktoren ergibt dann den für uns wichtigen „Anwendungsfaktor“. Dieser Faktor ist die Grundlage für die Weiterentwicklung des 3D Fuß- und Unterschenkelscan-Verfahrens.

Ergebnisse

Die Befragung der Anwendergruppe (Fußdatenerfassung wöchentlich mindestens 2 bis 3x mit herkömmlichen Verfahren) ergab, dass Transportfähigkeit, Auf- und Abbau, Einsatzbereitschaft, Fußdetailerfassung, Messgenauigkeit, Informationen zu Fußbesonderheiten, Programmbedienung, Patientenfreundlichkeit und Datenweiterverarbeitung wesentliche Faktoren für die Verwendung von 3D Scannern

sind. Vergleiche von manueller und digitaler Fußoberflächenermittlung waren schwierig. Die Ungenauigkeit liegt bei der manuellen Erfassung und ist abhängig von der Herangehensweise des Orthopädienschuhtechnikers (Maßbandverwendung, Projektion von Daten, Gipstechnik) und von Fußeigenschaften (Gewebefestigkeit). Für den manuellen Erfassungsbereich können daher nur grobe Annäherungswerte angegeben werden. Bei schwierig zu erfassenden Parametern wie die Umfangmaße betragen die Abweichungen je nach Parameter mehr als 10 mm, bei Längenmaßen liegen Abweichungen bei mehr als 4 mm. Der zu entwickelnde Scanner muss – um genauer als der Mensch zu messen – im Mittel mindestens mit einer Genauigkeit von ± 2 mm messen. Diese Anforderung konnte erreicht werden und die Genauigkeit liegt bei ± 1 mm. Die räumliche Auflösung der einzelnen Datenpunkte beträgt 1 mm. Die Mess- und Berechnungsdauer für beide Füße zusammen liegt bei rund zwei Minuten. Die Berechnung des „Anwendungsfaktors“, ermittelt aus der Messgenauigkeit und der gewünschten Funktionalität, ergibt, dass die genannten Anforderungen gut erreicht werden.

Schlussfolgerung

Mit der in der Kinect Kamera zugänglichen Technologie konnte ein praxistaugliches System zur 3D Fußdatenerfassung entwickelt werden. Hinreichend genau wird die Oberfläche von Fuß und Unterschenkel mit allen Wölbungen ermittelt. Eine Ausnahme bilden sehr schwierige Fälle, wie z.B. die Erfassung von komplizierten Stellungskorrekturen; hier ist weiterhin die manuelle Abformung vorzuziehen. Nachgewiesen ist, dass technische Grundbedingungen, wie die Messgenauigkeit, erfüllt werden. Praxisrelevante Anwendungsfaktoren wurden bei der Entwicklung berücksichtigt; dadurch ist der 3D Fußscanner im Alltag gut zu verwenden. Zusätzliche Anwendungen wie eine Echtbildüberlagerung des Scans erleichtern die Weiterverarbeitung. Fazit: Mit Hilfe des entwickelten 3D Scanners ISCAN 3Dp kann die Erfassung der Fußoberfläche bei leichten bis komplizierteren Fußdeformitäten wesentlich genauer, reproduzierbarer, schneller und patientenfreundlicher ausgeführt werden.

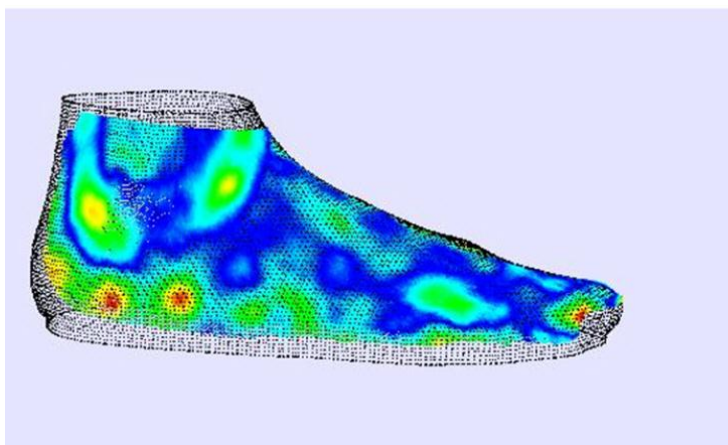


Abb. 1 a

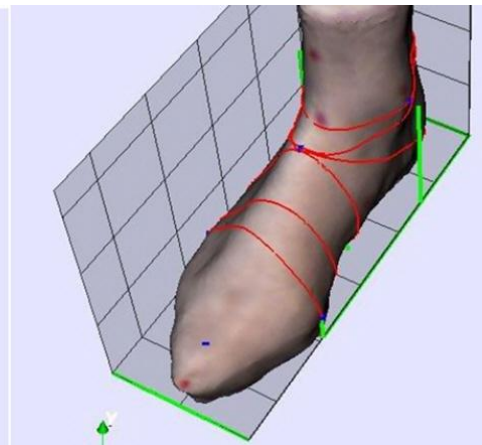


Abb. 1 b

Abb. 1 a: Überlagerung zweier Scan-Ergebnisse. Referenzscanner mit einer Messgenauigkeit von 0,5 mm und eine ISCAN 3Dp Bild . Die Farbüberlagerung (blau = 0 mm – rot = 1,9 mm) zeigt deutlich die gewünschten Markierungen (rote Punkte). Vgl. Echtbildwiedergabe in Abb. 1 b als größte Abweichung. Weitere Abweichungen sind ≤ 1 mm.