

3D-Videozentriersystem zur hochgenauen Vermessung der Zentrierdaten und individueller Parameter des Systems Brille Auge

Rainer Seßner, Dietmar Uttenweiler

Rodenstock GmbH, Isartalstraße 43, 80469 München

<mailto:rainer.sessner@rodenstock.com>

Das 3D-Videozentriersystem ImpressionIST® von Rodenstock ermöglicht erstmalig durch ein Stereokamerasystem die präzise dreidimensionale Vermessung des Systems „Brille-Auge“. Die sog. individuellen Parameter und die Zentrierdaten können somit ohne störende Messbügel mit einer einzigen Aufnahme schnell und hochgenau bestimmt werden.

1 Einführung

Die Überlegenheit von individuellen High-End-Brillengläsern, wie z.B. Impression FreeSign® [1] basiert auf der Berücksichtigung der drei Faktoren Refraktionsdaten (Sphäre, Zylinder, Achse, Prisma, Basis, Addition), individuelle Parameter (Pupillendistanz, Fassungsscheibenwinkel, Vorneigung, Hornhautscheitelabstand) und den persönlichen Sehgewohnheiten. „Aus diesem Grund ist es ersichtlich, dass der exakten Messung aller in die Berechnung eingehenden Faktoren ein hoher Stellenwert zukommt.“ [2].

Mit Videozentriersystemen lassen sich die meisten Werte der Zentrierdaten und der individuellen Parameter bestimmen. Allerdings müssen bei Systemen, die mit nur einer Kamera arbeiten, für eine quantitative Messung zusätzliche Informationen bestimmt werden. Dies geschieht meist durch einen an der Brillenfassung befestigten Messaufsatz mit Abstandsmarken, der während der Messung getragen werden muss. Es ist offensichtlich, dass sich sowohl durch das zusätzliche Gewicht als auch durch Störungen im Blickfeld die habituelle Kopf- und Körperhaltung des Kunden, sowie das Blickverhalten ändern kann und das Messergebnis beeinflusst. Videozentriersysteme mit zwei Kameras umgehen dieses Problem. Selbst bisher auf dem Markt befindliche Zweikamerasysteme messen jedoch nicht dreidimensional. Um Kopfverdrehrungen zu vermeiden wird deshalb ebenfalls ein Bügel benötigt. Allen bekannten Videozentriersystemen ist zudem gemein, dass bei stark durchgebogenen Fassungen die Punkte zur Messung des Hornhautscheitelabstandes in einer seitlichen 90°-Aufnahme meist schwer zu bestimmen sind. Hier ist die Erkennbarkeit der Endpunkte (Nutengrund, Hornhautapex) und damit die Messung von Vorneigungswinkel und Fassungsscheibenwinkel durch breite Bügel und eine schlechte Beleuchtung der Kornea problematisch bzw. aufgrund der Bügelabschattung teilweise unmöglich.

2 Das Prinzip

Das für den ImpressionIST® entwickelte Stereokamerasystem ermöglicht die präzise dreidimensionale Vermessung der individuellen Parameter und Zentrierdaten nach ihrer exakten Lage im Raum.



Abb. 1: Das 4-in-1 Integrierte Service-Terminal ImpressionIST® von Rodenstock. Das Stereokamerasystem ist hinter dem teildurchlässigen Spiegel montiert.

Allerdings stellt ein passives Stereomessverfahren durch eine fehlende optische Datenvorverarbeitung sehr hohe Anforderungen an die Datennachverarbeitung.

Durch eine mathematische Beschreibung des Systems „Brille-Auge“ in einem dreidimensionalen Vektorraum und einem darauf basierenden Verfahren zur Bewertung von Merkmalen, sowie einer dafür optimierten Sensorgeometrie konnte eine Korrelation der für die Messung relevanten, korrespondierenden Punkte in beiden Kamerabildern realisiert werden.

Ziel der Entwicklung war es die Messung des Kastenmaßes in der sog. Scheibenebene durchzuführen und damit Fehler z.B. in der Höhenzentrierung zu vermeiden.

Durch die genaue dreidimensionale Bestimmung der relevanten Punkte des Systems Brille-Auge können alle abgeleiteten Größen, wie die individuellen Parameter und Zentrierdaten, direkt und mit einer sehr hohen Präzision berechnet werden.

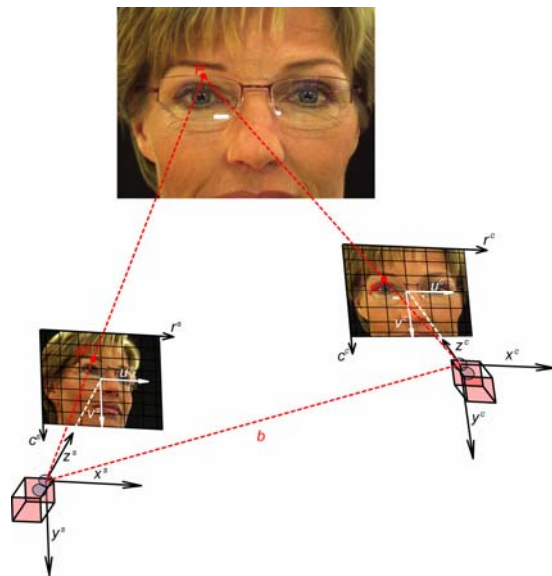


Abb 2: Prinzip der Stereokameratechnologie. In dem kalibrierten System ist die räumliche Beziehung der Koordinatensysteme der Zentralkamera und der Seitenkamera im sog. „Trinagulationsdreieck“ bekannt. Mit dem Translationsvektor (Basis b) zwischen den beiden Kameras, sowie dem Rodriguez-Vektor (Winkelbeziehung der beiden Kameras) lassen sich für die entsprechenden, korrespondierenden Bildpunktkoordinaten die dreidimensionalen Koordinaten jedes Punktes im Raum bestimmen [2].

3 Ergebnisse

Durch das verwendete Stereokameraprinzip und die dreidimensionale Rekonstruktion kann bei der Messung auf Messaufsätze verzichtet werden, d.h. der Kunde wird mit seiner neuen Brille in der tatsächlichen späteren Tragesituation vermessen. Messartefakte aufgrund eines veränderten Brillensitzes, oder einer unnatürlichen Kopf- und Körperhaltung werden vermieden. Damit ist es möglich alle individuellen Parameter und Zentrierdaten nach DIN EN ISO 13666, DIN EN ISO 8624 und DIN EN ISO 58208 zu bestimmen.

So ist es zum ersten Mal möglich, selbst bei stark gewölbten Sportfassungen oder bei Fassungen mit sehr breiten Bügeln durch die im Laufe dieser Arbeit optimierte Stereo-Kameraanordnung des 3D-Messsystems, alle individuellen Parameter und Zentrierdaten in natürlicher Kopf- und Körperhaltung sicher zu bestimmen.

Verdreht oder verkippt der Kunde während der Messung unbeabsichtigt den Kopf, wird das bei

der Berechnung der Daten automatisch korrigiert; bei chronischer Kopfdrehung kann diese berücksichtigt werden. Bei der Pupillendistanzmessung wird die Konvergenzstellung der Augen automatisch berücksichtigt.

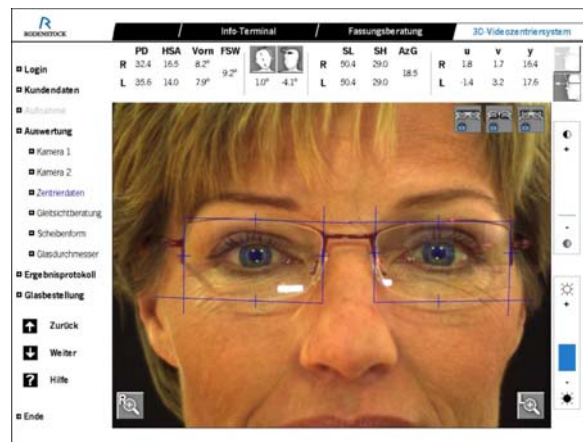


Abb. 3: Selektiertes 3D-Kastenmaß und Ausgabe der berechneten Werte. Bei der Projektion des rechteckigen Kastenmaßes in die Scheibenebene werden sowohl Vorneigung als auch Fassungsscheibenwinkel berücksichtigt. Die Vorteile einer dreidimensionalen Messung lassen sich hier sehr schön in der dreidimensionalen Projektion des Kastenmaßes in das Bild der Zentralkamera erkennen: Im Bild ist das Kastenmaß — entsprechend der dreidimensionalen Projektion mit Berücksichtigung von Vorneigung und Fassungsscheibenwinkel - nicht rechteckig. Dadurch werden die potenziellen Fehlerquellen von Systemen ohne „echte“ 3D-Information bei der Bestimmung der Einschießhöhe oder bezüglich Scheibenlänge und -höhe bei einem größeren Vorneigungswinkel oder Fassungsscheibenwinkel erfolgreich vermieden [2].

In Kombination mit den weiteren Service Funktionen des ImpressionIST®, kann der Augenoptiker mit den ermittelten Werten die Vorteile individueller Brillengläser anschaulich erläutern und dem Kunden eine umfassende Fassungsberatung ermöglichen [2], [3].

4 Zusammenfassung

Das vorgestellte Verfahren ermöglicht durch das verwendete Stereokamerasystem die präzise dreidimensionale Vermessung der individuellen Parameter und Zentrierdaten nach ihrer exakten Lage im Raum welche die Grundlage für die Leistungsfähigkeit von individuellen High-End-Brillengläsern bilden.

Literatur

- [1] Esser, G., et al. 2007. Impression FreeSign®. Deutsche Optikerzeitung, DOZ. 07 2007.
- [2] Esser, G. und Uttenweiler, D. 2005. Die Performance individueller Gleitsichtgläser. Deutsche Optikerzeitung, DOZ. 12 2005.
- [3] Seßner, R., et al. 2006. ImpressionIST - Das 4-in-1 Integrierte Service-Terminal von Rodenstock. Deutsche Optikerzeitung DOZ. Januar 2006.