

Markus Hochrainer/ Doris Muhr/ Florian Gebhart/ Alexander Pozenel

Einsatz automatisierter Bildverarbeitung in der Therapie von Fazialispareesen

126 - Gesundheitliche Chancengerechtigkeit - Brücken bilden für
Gesundheit und Lebensqualität vulnerabler Gruppen im österreichischen
Kontext

Abstract

In der logopädischen Behandlung von Fazialispareesen sind Kontinuität und Intensität der Übungsdurchführung wichtige Parameter für den Erfolg der Therapie. Das Ziel der Therapie von Fazialispareesen ist eine Wiederherstellung der Gesichtssymmetrie durch mimisch-muskuläre Übungen. Damit PatientInnen auch daheim möglichst intensiv und effizient üben können, wurde im Rahmen eines Projekts an der Fachhochschule Wiener Neustadt ein automatisiertes Feedbacksystem entwickelt, das als eine Art Co-TherapeutIn fungieren soll. Somit können Betroffene daheim, unter Anleitung des Computerprogramms, Übungen eigenständig durchführen. Die einzelnen Übungsabläufe werden vom System aufgezeichnet und gespeichert und dienen den PatientInnen als Feedback zur Sichtbarmachung von Verbesserungen.

Keywords:

Fazialisparese, mimische Übungen, automatisiertes Feedback, Symmetrierkennung, Logopädie

1. Der Hintergrund

Bei Fazialispareesen ist es besonders wichtig, mit ihrer Behandlung möglichst rasch nach der Diagnosestellung zu beginnen (Önerci 2009). Zahlreiche Studien belegen dabei Wichtigkeit und Effizienz mimisch-muskulärer Übungen zur Wiederherstellung der Gesichtssymmetrie (Beurskens / Heymans 2006; Beurskens et al. 2004). Ein mimisches Training mittels visuellen Feedbacks und in Kombination mit einem strukturierten Übungsprogramm zu Hause stellt eine besonders wirkungsvolle Methodenkombination in der Therapie von Fazialispareesen dar (Ross et al. 2009). In der logopädischen Therapie steht man aus Kapazitätsgründen jedoch oftmals vor der Herausforderung, dass Wartezeiten auf freie Therapieplätze lang sind und Therapien noch dazu häufig nur einmal wöchentlich stattfinden können. PatientInnen wiederum haben Schwierigkeiten, die Übungen daheim korrekt umzusetzen, da es an fachlichen Feedback- und Korrekturmöglichkeiten vor Ort fehlt. Auch muss man in ländlichen Umgebungen oftmals weite Wegstrecken zurücklegen, um zu einer therapeutischen Einrichtung zu gelangen. Damit sind PatientInnen abseits von Ballungszentren und

mit eingeschränkter Mobilität anderen PatientInnen gegenüber aus therapeutischer Sicht benachteiligt, sowohl nach qualitativen als auch nach quantitativen Parametern. Zudem sind erhöhte zeitliche und damit auch finanzielle Aufwendungen, die durch längere Fahrtstrecken entstehen, nicht zu unterschätzen.

Das hier vorgestellte Projekt soll einen Beitrag zum Abbau dieser Ungleichheiten leisten. Ziel ist, durch Schaffung möglichst chancengleicher und -gerechter, flächendeckender Versorgungsmaßnahmen – hier am Beispiel von Fazialispareesen – bestehende Ungleichheiten im Gesundheitswesen zu verringern. Demnach soll möglichst allen PatientInnen die Chance gegeben werden, rasch und qualitativ hochwertig eine Verbesserung ihrer mimischen Einschränkungen und damit verbunden auch ihrer Lebensqualität zu erlangen.

2. Das Projekt

In Kooperation zwischen dem Bachelorstudiengang Logopädie und dem Masterstudiengang Mechatronik der Fachhochschule Wiener Neustadt wurde im Wintersemester 2014 ein Projekt gestartet mit dem Ziel, ein automatisiertes System zur Therapieunterstützung von Fazialispareesen zu entwickeln. Damit soll PatientInnen daheim die Möglichkeit gegeben werden, Übungen auf eine einfache Art und dennoch therapeutisch effizient umsetzen zu können. Die Möglichkeit eines qualitativen Feedbacks für die PatientInnen steht dabei besonders im Vordergrund. Damit können Übungen auch ohne direkte Anleitung durch LogopädInnen korrekt durchgeführt werden. Eine logopädische Therapie wird dadurch freilich nicht ersetzt, das automatisierte System ist vielmehr als ergänzendes Tool zur Therapie zu betrachten. Im Zuge der im Vorfeld getätigten Recherchen konnten keine kostengünstigen vergleichbaren Systeme gefunden werden, welche die genannten Ansprüche erfüllen. Obwohl auch in der klinischen Forschung, vor allem bei großen Studien, die Notwendigkeit für eine präzise Dokumentation gegeben ist, werden zur Klassifikation von Gesichtsbewegungen keine automatisierten Verfahren eingesetzt. Ein etabliertes Instrument ist etwa das Sunnybrook Facial Grading System (Ross et al. 1996), das jedoch einigen subjektiven Einflüssen unterliegt und zu Ungenauigkeiten führen kann. Auch das House-Brackmann Facial Nerve Grading System (House et al. 1985) findet oft Anwendung, es nutzt zur Klassifikation von Gesichtslähmungen eine sechsstufige Skala zur Charakterisierung. Diese beiden weit verbreiteten Verfahren sind allerdings nur durch eine Person durchführbar und zur einmaligen oder periodischen Bewertung konzipiert und nicht als permanentes automatisiertes Feedbacksystem. Darüber hinaus werden auch die spezifischen Anforderungen des Projektes von den allgemeinen Bewertungsverfahren nicht erfüllt.

Das entwickelte automatisierte System funktioniert folgendermaßen: LogopädInnen erarbeiten gemeinsam mit den PatientInnen in therapeutischen Sitzungen ausgewählte mimische Übungen. Diese sollen von den Betroffenen daheim durch die Unterstützung des Computerprogramms durchgeführt werden, welches als eine Art Co-TherapeutIn dient, indem es die Übungen anleitet.

Diese Anleitung erfolgt derzeit noch ausschließlich visuell, soll künftig aber auch mit einem zusätzlichen auditiven Input arbeiten. Durch die Aufzeichnung und Speicherung der einzelnen Übungsabläufe können Verbesserungen für PatientInnen und TherapeutInnen sichtbar gemacht werden, was auch einen motivationalen Faktor darstellt. Zudem können LogopädInnen Kontinuität und tatsächliches Übungsausmaß der daheim durchgeführten Übungen erkennen.

3. Die methodische Umsetzung

In diesem Beitrag wird eine Vorarbeit des Feedbacksystems vorgestellt, dessen technische Umsetzung das Entwicklungsteam vor zahlreiche Herausforderungen gestellt hat. Im Rahmen eines „Proof of Concept“ (Yang 2005) sollten eine Spezifikation für die angestrebten Ziele gefunden sowie ein Funktions- und Machbarkeitsnachweis für sie geführt werden. Damit wurden die nötigen technischen Anforderungen und begleitenden Bedingungen rund um die Spezifikation definiert und einer ersten qualitativen Prüfung an freiwilligen ProbandInnen unterzogen. Eine quantifizierende Überprüfung des Systems im Rahmen einer umfassenden Studie mit PatientInnen hat bis dato noch nicht stattgefunden und ist der sich gerade in Planung befindende nächste Schritt in dem laufenden Projekt. Die Machbarkeit der Umsetzung der Spezifikationen sowie die benötigte Kernfunktionalität des entwickelten Systems konnten im Zuge des „Proof of Concept“ aber bewiesen werden. Obwohl in dem Projekt kein Medizinprodukt entwickelt wird, sind Einreichung und Begutachtung des Vorhabens durch eine Ethikkommission vorgesehen, da insbesondere bei der Auswertung von Gesichtsdaten eine Anonymisierung schwer möglich ist. Darüber hinaus wird jedenfalls auch eine Einverständniserklärung der ProbandInnen vorbereitet.

4. Technische Umsetzung

Bei der Konzeption wurde darauf geachtet, dass die technischen Anforderungen von handelsüblicher PC-basierter Hardware erfüllt werden, wobei zur Erfassung der Gesichtsbewegungen nur eine Webcam eingesetzt wird. Damit können für die Auswertung auch Tablet-Computer verwendet werden, womit die therapeutischen Übungen jederzeit auch mobil durchführbar sind. Allerdings hat sich gezeigt, dass eine gute Beleuchtung die Qualität der Video Aufnahmen und damit auch die Ergebnisse deutlich verbessert. Im Gegensatz zu vielen optischen high-end Messaufgaben, welche eine vollständige dreidimensionale Erfassung der Bewegung mit Hilfe eines kalibrierten Stereo-Kamerasystems erfordern, ist für die Analyse nur eine einzelne Kamera nötig. Die grundlegende Idee der automatisierten Unterstützung besteht darin, die Bewegung bestimmter charakteristischer Gesichtspunkte während der Bewegung zu verfolgen und deren Verschiebungsverläufe auszuwerten (siehe Abb. 1a). Durch Vergleich der Bewegungstrajektorien von korrespondierenden Punkten der linken und rechten Gesichtshälfte ist es möglich, die Symmetrie zu bewerten (siehe Abb. 1b), wobei zur Charakterisierung der Symmetrie der normierte Korrelationskoeffizient vorgeschlagen wird. Somit ist eine standardisierte Bewertung zwischen 0% (keine Symmetrie) und 100% (vollständige

Symmetrie) möglich. Damit kann den PatientInnen direkt eine optische oder akustische Rückmeldung über die Qualität und den Erfolg der Bewegungsmuster gegeben werden.

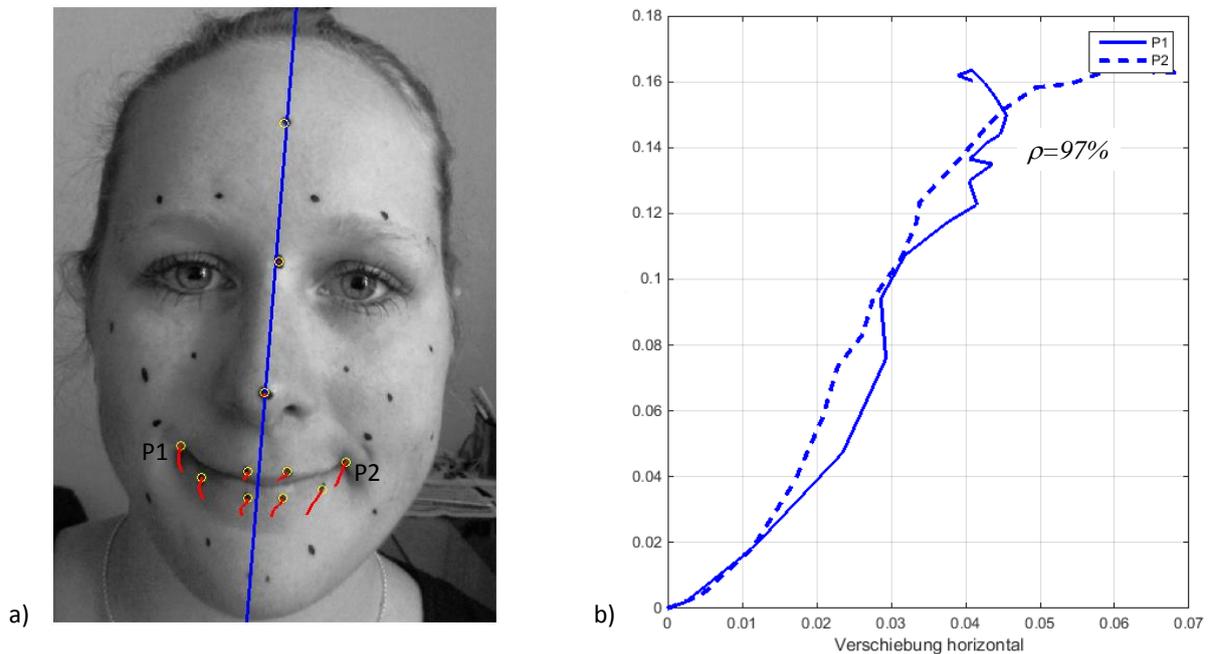


Abb. 1: a) Auswertung der Gesichtsbewegungen einer Testperson b) Berechnung der Ähnlichkeit der Trajektorien mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Spiegelung um die Symmetrieachse.

Technisch basiert das vorgestellte System auf Methoden der digitalen Bildkorrelation. Ziel der Bildkorrelation ist es, einen definierten Gesichtspunkt und dessen Umgebung in allen Bildern zu erkennen, wobei die Gesichtsbewegungen mathematisch durch die elementaren Transformationen der Verschiebung, Stauchung beziehungsweise Streckung, Rotation sowie Winkelverzerrung bzw. perspektivischer Verzerrung abgebildet werden können (Schauer 2015; Sutton et al. 2009). Das Verfahren der Bildkorrelation bewertet dabei die Ähnlichkeit eines Punktes und dessen Umgebung in unterschiedlichen Aufnahmen. Um die dazu erforderlichen charakteristischen Farb- oder Helligkeitsunterschiede des Gesichtes auszuwerten, ist eine ausreichende Bildqualität erforderlich. Praktische Tests haben gezeigt, dass in vielen Fällen die natürliche Pigmentierung der Haut ausreichend ist. Die Auswertung wird aber jedenfalls erleichtert, wenn darüber hinaus unterstützend noch einige weitere Punkte im Gesicht etwa mit Hilfe eines Schminkstiftes gekennzeichnet werden. Bei männlichen Personen hat sich gezeigt, dass kräftiger Bart die automatisierte Analyse erschwert, weil eine direkte Messung der Gesichtsbewegung nicht möglich ist.

Falls die Bildqualität (Auflösung, Kopfhaltung oder Beleuchtung) nicht ausreichend ist, liefert das System eine diesbezügliche Information. Dies gilt ebenso für die Bilderfassungsrate, welche dann passend gewählt wurde, wenn der/die BetrachterIn die Videoaufnahme auch in Zeitlupe als eine fließende Bewegung wahrnimmt. Für die mathematische Auswertung bedeutet dies, dass während der

gesamten Analyse eine eindeutige Zuordnung und Verfolgung von Gesichtspunkten möglich wird. Es hat sich gezeigt, dass die Grenzen des einfachen Verfahrens erreicht werden, wenn es während der Übungen zu Unstetigkeiten etwa durch Faltenbildung oder das Öffnen des Mundes kommt. In diesem Fall ist eine Anpassung des Analyseverfahrens erforderlich, die von der optischen Materialanalyse während einer Rissbildung bekannt ist (Blaber 2014).

Wie bei den meisten automatisierten Bildverarbeitungsverfahren sind die Berechnungen sehr aufwändig, wobei es durch Optimierungstechniken gelungen ist, eine Auswertung in Echtzeit zu erreichen. Somit erhalten PatientInnen noch während der Übungen Informationen über deren Effektivität. Darüber hinaus ist jederzeit eine offline Betrachtung der durchgeführten Übungen möglich.

5. Fazit und Ausblick

In dem hier vorgestellten Projekt konnten die wesentlichen technischen Herausforderungen einer Vorarbeit für ein automatisiertes Feedback-System zur Bewertung von mimischen Übungen gelöst werden. Es ist auf Basis der digitalen Bildkorrelation gelungen, Verschiebungstrajektorien zu bestimmen und die Symmetrie von Bewegungsmustern zu visualisieren und zu bewerten. Um einen flexiblen Einsatz des vorgeschlagenen Systems zu erreichen ist vorgesehen, die Auswertalgorithmen als Anwendungssoftware (App) für Mobilgeräte zu implementieren. Dazu sind aber insbesondere in Bezug auf die Beleuchtung und die Bildstabilität (Wankungen) weitere Anpassungen erforderlich. Nach positivem Ethikvotum ist im Anschluss eine Studie mit ProbandInnen geplant, bei der die individuellen Verläufe, nach deren Einwilligung, aufgezeichnet und der jeweilige Therapiefortschritt dokumentiert werden können.

Literaturliste/Quellenverzeichnis:

Beurskens, C. H./Heymans, P. G. (2006): Mime therapy improves facial symmetry in people with long-term facial nerve paresis: A randomised controlled trial. In: Australian Journal of Physiotherapy. Vol. (52), 177-183.

Beurskens, C. H./Devriese, P. P./van Heiningen, I./Oostendorp, R. A. (2004): The use of mime therapy as a rehabilitation method for patients with facial nerve paresis. In: International Journal of Therapy and Rehabilitation, Vol (11), 206-210.

Blaber, J. (2014): Ncorr v1.2 - DIC Alogrithms. <http://www.ncorr.com/index.php/dic-algorithms>. (30.01.2016)

Önerci, M. (2009): Facial Nerve Paralysis. Berlin Heidelberg: Springer.

House, J.W./Brackmann, D.E. (1985): Facial nerve grading system. In: Otolaryngol Head Neck Surg. Vol. (93), 146-157.

Ross, B.G./Fradet, G./Nedzelski, J.M., (1996): Development of a sensitive clinical facial grading system. In: Otolaryngol Head Neck Surg. Vol (114), 380-386.

Ross, B./Nedzelski, J. M./Mc Lean, A. J. (2009): Efficacy of feedback training in long-standing facial nerve paresis. In: The Laryngoscope. Vol. (101), 744-750.

Schauer, F. (2015): Räumliche Schwingungsmessung auf Basis von Stereobildkorrelation. Unveröffentlichte Master-Thesis. Wiener Neustadt: Fachhochschule.

Sutton, M. A./Orteu, J.-J./Schreier, H. W. (2009): Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements: Basic Concepts, Theory and Applications. New York: Springer.

Yang, M. C. (2005): A study of prototypes, design activity and design outcome. In: Design Studies Vol. (29); 649-669.