System zur Diagnoseunterstützung von Patienten mit Gesichtslähmungen

Arnd Gebhard[1,*], Dietrich Paulus[1], Bernhard Suchy[2], Stefan Wolf[2] und Heinrich Niemann[1]

[1]Lehrstuhl für Mustererkennung
Universität Erlangen–Nürnberg
Martensstraße 3, 91058 Erlangen
Email: {gebhard,paulus,niemann}@informatik.uni–erlangen.de
[2]Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke (HNO)
Universität Erlangen–Nürnberg
Waldstraße 1, 91054 Erlangen
Email: {bernhard.suchy,stefan.wolf}@rzmail.uni-erlangen.de

Zusammenfassung In diesem Beitrag wird ein System zur automatischen Diagnoseunterstützung von Patienten mit einseitigen Gesichtslähmungen vorgestellt. Einseitige Gesichtslähmungen verursachen Asymmetrien im Gesicht, auf deren Analyse das System basiert. Die Schwerpunkte des Beitrags sind die Beschreibung des Moduls zur Lokalisation und Verfolgung von Gesichtern und Gesichtsmerkmalen, der Extraktion von Merkmalen bezüglich der Gesichtsasymmetrien und der Klassifikation eines Gesichts in „gelähmt“ oder „gesund“. Ergänzend werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Keywords: Gesichtslähmungen, Gesichtsbildanalyse, Lokalisation von Gesichtern und Gesichtsmerkmalen

1 Einleitung

Einseitige Lähmungen des Nervus Facialis (Gesichtsnerv) spiegeln sich durch Asymmetrien im Gesicht der betroffenen Person nieder. Diese Asymmetrien können gezielt verstärkt werden, wenn der Patient spezielle mimische Aufgaben, wie “Stirnrunzeln” oder “Zähnezeigen” ausführt.

Im Rahmen des SFB 603 Teilprojekt B3 wird ein System zur Diagnoseunterstützung von Patienten mit einseitigen Gesichtslähmungen entwickelt. Diese Patienten stellen mit ca. 99% die größte Patientengruppe dar [2]. Für das System gibt es zwei Aufgabengebiete. Zum einen wird die Diagnose von Gesichtsparesen, die bislang auf subjektiven Einschätzungen eines Artzes beruht, durch Messungen objektiviert. Zum anderen kann das System auch während der Rehabilitation eingesetzt werden. Ein Teil der Rehabilitation stellt die wiederholte Aktivierung der Gesichtsmuskulatur in Form von mimischen Bewegungen dar. In diesem Zusammenhang kann das System als „Heimtrainer“ benutzt werden.

* Diese Arbeit wurde vom Sonderforschungsbereich 603 gefördert

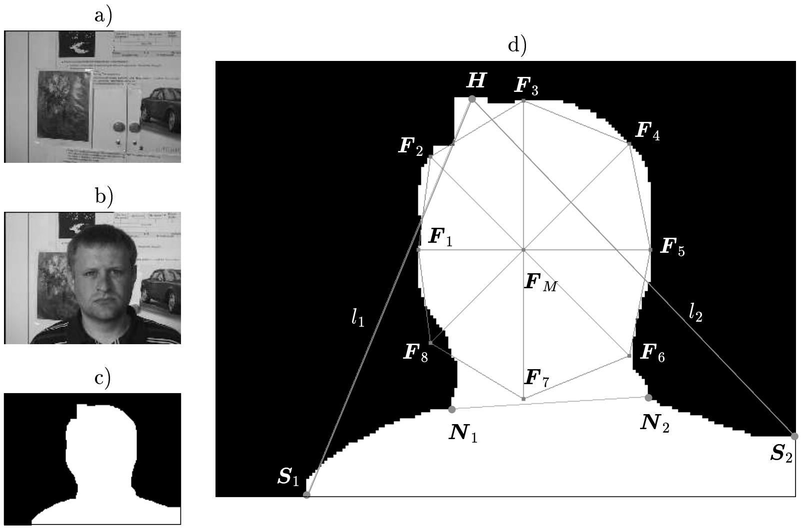

Bild 1. Lokalisierung eines Gesichts

Der Beitrag gliedert sich wiefolgt: Im nächsten Abschnitt (Abs. 2) beschreiben wir die Lokalisation und Verfolgung von Gesichtern und Gesichtsmerkmalen. Die Extraktion von Merkmalen zur Asymmetrie eines Gesichtes wird in Abs. 3 erläutert. Diese Merkmale werden in Abs. 4 zur Erkennung von Lähmungen im Gesichts benutzt. Ergebnisse werden in Abs. 5 präsentiert. Eine Zusammenfassung (Abs. 6) schliesst den Beitrag ab.

2 Lokalisierung und Verfolgung von Gesichtern und Gesichtsmerkmalen

Eine zentrale Komponente des Systems ist die Lokalisation (Bild 1) und Verfolgung (Bild 3) des Patientengesichts und der Gesichtsmerkmale. Dabei wird gefordert, dass der Patient vor einem statischen Hintergrund sitzt, von dem ein Farbbild $\boldsymbol{b}$ (Bild 1a) aufgenommen wurde. Die Lokalisation und Verfolgung des Patientengesichts findet in Portraitaufnahmen (Kopf/Schulterbildern) statt. Zur Initialisierung wird das Patientengesicht in einem binären Differenzbild d (Bild 1c), das aus $\boldsymbol{b}$ und einer Portraitaufnahme $\boldsymbol{f}$ (Bild 1b) berechnet wurde, lokalisiert.

Den obersten Punkt des Kopfes $\boldsymbol{H}$ findet man durch zeilenweise Suche in d vom oberen Bildrand nach unten. Dabei ist $\boldsymbol{H}$ der Mittelpunkt des ersten zusammenhängenden Bereichs in einer Zeile der Vordergrundregion. Die Schulterpunkte $\boldsymbol{S}_1$ und $\boldsymbol{S}_2$ werden durch Absuchen des Bildrandes ermittelt. Mit den Verbindungslinien $\overline{\boldsymbol{H}\,\boldsymbol{S}_1}$ (l_1) bzw. $\overline{\boldsymbol{H}\,\boldsymbol{S}_2}$ (l_2) lassen sich die Halspunkte $\boldsymbol{N}_1$ und $\boldsymbol{N}_2$ bestimmen. Berechnet man für jede Zeile die Differenz der x–Koordinaten der Punkte von l_1 und der linken Seite der Benutzerregion, so ist $\boldsymbol{N}_1$ der Punkt

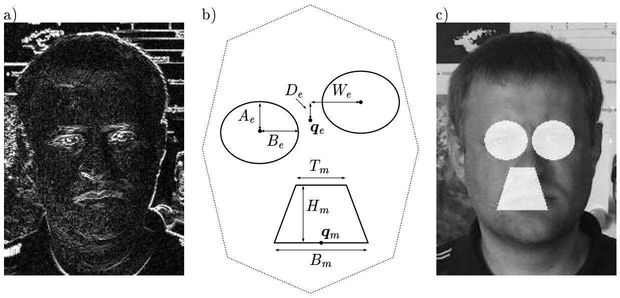

Bild 2. Lokalisierung von Gesichtsmerkmalen

mit maximaler Differenz. Der Halspunkt $\boldsymbol{N}_2$ wird analog bestimmt. Aus den Punkten $\boldsymbol{H}$, $\boldsymbol{N}_1$ und $\boldsymbol{N}_2$ wird der Mittelpunkt des Kopfes $\boldsymbol{F}_M$ bestimmt: ${}_x\boldsymbol{F}_M = \frac{{}_xH+{}_xN_1+{}_xN_2}{3}$, ${}_y\boldsymbol{F}_M = \frac{2{}_yH+{}_yN_1+{}_yN_2}{4}$. Von $\boldsymbol{F}_M$ suchen fünf Strahlen in Richtung W(est), NW, N, NO und O. Die dabei von $\boldsymbol{F}_M$ am weitesten entferntesten Punkte der Vordergrundregion sind die Stützstellen $\boldsymbol{F}_1$ bis $\boldsymbol{F}_5$ der Gesichtskontur. Die Punkte $\boldsymbol{F}_2$, $\boldsymbol{F}_3$ und $\boldsymbol{F}_4$ gespiegelt an der Verbindungslinie $\overline{\boldsymbol{F}_1\,\boldsymbol{F}_5}$ ergeben die Punkte $\boldsymbol{F}_8$, $\boldsymbol{F}_7$ und $\boldsymbol{F}_6$.

Zur Verfolgung eines Gesichts werden die Stützstellen $\boldsymbol{F}_1$ bis $\boldsymbol{F}_5$ in einer Bildsequenz verfolgt. In Richtung der Strahlen, die zur Lokalisation eingesetzt wurden, werden von den Stützstellen aus an jedem Punkt die Differenz zwischen Vordergrund $\boldsymbol{f}$ und Hintergrund $\boldsymbol{b}$ berechnet (Bild 3) und der Punkt bestimmt, an dem sich der Unterschied signifikant ändert. Diese Positionen werden als neue Stützstellen genommen.

Die Lokalisation der Gesichtsmerkmale Augen und Mund geschieht mit Hilfe eines parametrischen Modells (Bild 2). Zur Lokalisation werden zuerst für die Augen-, dann für die Nasen/Mund-Region die Parameter optimiert. Zur Optimierung wird ein lokales Simplexverfahren benutzt [1]. Dabei soll möglichst viel Kantenenergie bei geringem Flächeninhalt umranden werden.

Abschliessend werden die Augen- und Mundwinkel lokalisiert. Diese Positionen zeichnen sich dadurch aus, dass sie gegenüber ihrer Umgebung dunkler

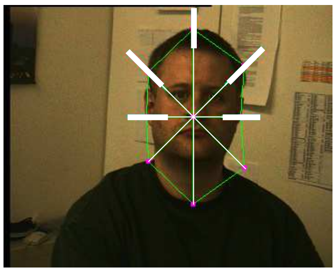

Bild 3. Gesichtsverfolgung

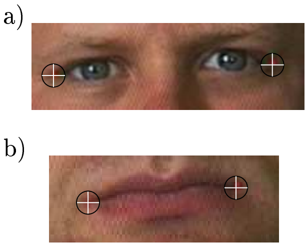

Bild 4. Augen-, Mundwinkel

erscheinen (Bild 4). Die Lokalisation erfolgt, indem spaltenweise die Mittelwerte μ und die minimalen Grauwerte m bestimmt werden. Liegt das Verhältnis der beiden Werte unter einem Schwellwert, so wird die Position des minimalen Spaltenwertes als Winkel des entsprechenden Gesichtmerkmals angenommen.

3 Information über Gesichtsasymmetrie

Die Bestimmung der Gesichtlähmung erfolgt aufgrund der Beurteilung der Asymmetrien im Gesicht. Diese Asymmetrien werden durch die lokale Analyse der Richtungsinformation in der Umgebung der extrahierten Mund- und Augenwinkel bestimmt. Die Richtungsinformation enthält den Öffnungswinkel der Augen bzw. des Mundes. Bei Gesichtern mit Lähmungen in diesen Bereichen treten hier starke Abweichungen in den beiden Gesichtshälften auf.

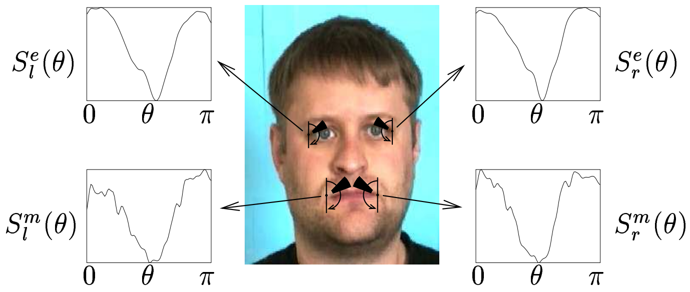

Bild 5. Extraktion von lokaler Orientierungsinformation

Die lokale Richtungsinformation wird mit Hilfe mittelnder Gausscher Keilfilter [3] bestimmt. Die in Bild 5 gezeigten Keile rotieren schrittweise über Bereiche des Gesichts. Für jeden Winkel θ werden die Grauwerte unter den Keilen gewichtet aufsummiert. Geglättet geben diese Werte die vier Filtersignaturen $S_l^e(\theta)$, $S_r^e(\theta)$, $S_l^m(\theta)$ und $S_r^m(\theta)$. Aus dem Vergleich der Signaturen der linken und rechten Gesichtshälfte resultieren Bewertungen der Gesichtsasymmetrie.

4 Klassifikation von Gesichtslähmungen

Eine Gesichtslähmung wird angenommen, wenn die Asymmetrien, die aufgrund der Ausführung mimischer Übungen entstehen, über einer gegebenen Schwelle liegen. Um die genannten Asymmetrien von denen, die beispielsweise auf unterschiedliche Beleuchtung oder anatomische Gegebenheiten stammen, unterscheiden zu können, werden fünf Ansichten des Gesichts aufgenommen. In der ersten ist das Gesicht in entspannter Haltung. Die Asymmetrien, die darin enthalten sind, dürfen bei der Bewertung der Lähmung nicht mit berücksichtigt werden. Die nächsten vier Aufnahmen zeigen den Benutzer mit geschlossenen Augen, während er die Stirn runzelt, beim Zähnezeigen und beim Mundspitzen. Um die

Asymmetrien des entspannten Gesichts zu eliminieren, wird eine Normierung (Division) der extrahierten Werte des belasteten Gesichts mit denen des entspannten Gesichts durchgeführt. Überschreiten die normierten Werte, die von den Augen stammen, eine Schwelle, so wird eine Gesichtslähmung im Augenbereich diabnostiziert. Analog wird im Mundbereich vorgegangen.

5 Ergebnisse

Das System wurde mit einer Stichprobe von 19 Personen getestet. 12 hatten Lähmungen im Mundbereich, 10 im Augenbereich. Tabelle 1 zeigt die Anzahlen der korrekten Klassifikationen. Zu bemerken ist, dass bei den Fehlklassifizierungen v.a. im Mundbereich die Lähmungen nur schwach ausgeprägt waren.

	Auge	Mund
gelähmt	7 von 10 (70%)	10 von 12 (83%)
gesund	8 von 9 (89%)	7 von 7 (100%)

Tabelle1. Ergebnisse

6 Zusammenfassung

In vorliegenden Beitrag haben wir ein System zur Diagnoseunterstützung von Patienten mit Gesichtslähmungen vorgestellt. Durch die Gesichtslähmungen entstehen Asymmetrien in bestimmten Gesichtsregionen. Diese Asymmetrien können durch bestimmte Übungen gezielt verstärkt werden. Die Klassifikation basiert auf der Untersuchung der Asymmetrien, die auf Grund der Ausführung der Übungen entstehen. Extrahiert werden die Asymmetrien mit lokaler Analyse der Orientierungen in der Umgebung der Augen- und Mundwinkel. Überschreiten die Asymmetrien gegebene Schranken, so werden Gesichtsparesen angenommen. Eine Graduierung der Gesichtslähmung kann mit den vorgestellten Merkmalen nicht zuverlässig durchgeführt werden. Ein Prototyp des Gesamtsystems wird zur Zeit an der HNO-Klinik der Universität–Erlangen installiert um an einer grossen Menge Patienten getestet zu werden.

Literaturverzeichnis

1. S. M. Ermakov, A. A. Zhiglyavskij: *On Random Search of Global Extremum, Probability Theory and Applications*, Bd. 28, Nr. 1, 1983, S. 129–136.
2. S. Wolf, M. Müller, W. Schneider, C. Haid, M. Wigand: *Facial Nerve Function after Transtemporal Removal of Acoustic Neurinomas: Results, Time Course or Function and Rehabilitation*, in M. Samii (Hrsg.): *Skull Base Surgery*, Hannover, 1992, S. 894–897.
3. W. Yu, K. Daniilidis, G. Sommer: *Rotated Wedge Averaging Method for Junction Characterization*, in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Santa Barbara, California, USA, 1998, S. 390–395.