

Biometrische Identifikationsverfahren

Seminar SS 2004

Matthias Schwan

Handgeometrieerkennungssystem

Martin Kost

kost@informatik.hu-berlin.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung/Grundlagen
 2. Technologie, Scanvorgang
 3. Fehlerrate, Täuschung
 4. Anwendungen & aktueller Markt
 5. Stärken und Schwächen
 6. Vergleich mit anderen biometrischen Verfahren
 7. Zusammenfassung
- Literaturangabe

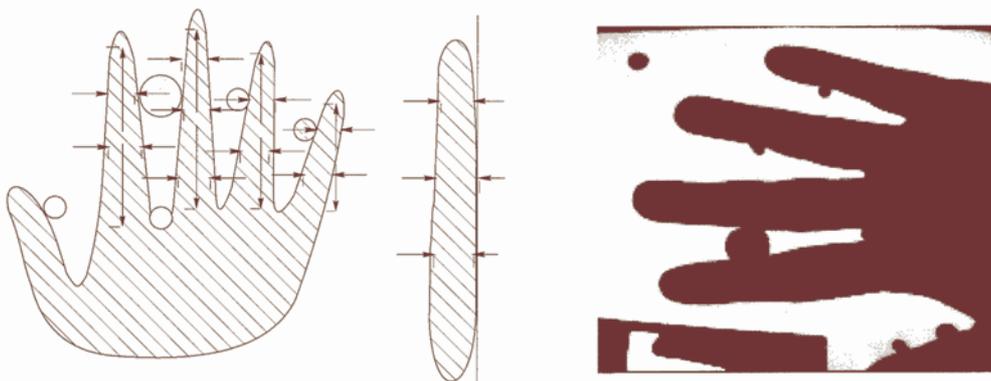
1.Einführung und Grundlagen

Die Praktische Bedeutung der Handerkennung lässt sich gut an seinen Einsatzbereichen veranschaulichen. Sie nimmt etwa 30 – 40% des Marktanteils der biometrischer Identifikation ein. Handerkennung ist eines der ersten biometrischen Identifikationssysteme überhaupt und profitiert sehr stark von seiner über 20 jährigen praktischen Anwendung.

Wichtige Einsatzbereiche waren bis dato Kernkraftwerke, vor allem in den USA (90% der AKWs), Gefängnisse, militärische Anlagen, Große Universitäten, Krankenhäuser und Flughäfen.

Biometrische Einordnung

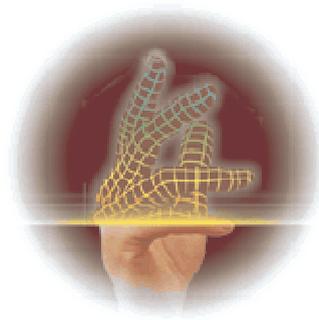
Bei der Handerkennung sind relevante biometrische Merkmale die Höhe und Breite des Handrückens und der Finger, sowie deren relative Lagen. Nicht relevant sind der Abdruck der Handfläche (Palmprint) und die Fingerspitzen, da die Nägel nachwachsen und geschnitten werden.



Das Verwenden des Abdrucks einer Handfläche (Palmprint) stammt aus dem Gebiet der Forensic. Es stellt eine neue Methode dar, deren Genauigkeit wie beim Fingerabdruck sehr groß ist und auch zur Identifikation ausreicht. Der Abdruck der Handfläche ist wie die Gesamtheit der verwendeten Merkmale bei der Handerkennung ein sehr stabiles Merkmal und bietet zudem mehr Fläche als ein Fingerabdruck, wodurch die Auswertbarkeit verbessert wird. Weitere ähnliche Ansätze zur Handerkennung sind die Verifizierung anhand der Struktur zweier Finger (Anwendungen rar) und die Erfassung der Venenmuster einer Hand.

Eigenschaften der Hand

Bereits der Schatten einer Hand gilt als einzigartig. Man kann auch mit Recht sagen, die Hand eines Menschen ist einzigartig. D.h. dass die Gesamtheit der Menge von Merkmalen der Hand einzigartig ist. Dazu gehören die Knochenstruktur, die Höhe und Breite des Handrückens und der Finger, die Länge der Finger, Krümmungen und relative Lagen.



Wie bereits erwähnt sind diese Merkmale auch relativ stabil. Sobald ein Mensch das Erwachsenenalter erreicht hat (mit ca. 20 Jahren), gibt es kaum natürliche Veränderungen der Hand. Sie wird auch wenig durch Krankheiten oder Verletzungen beeinflusst. Ausnahmen bilden dabei Schwellungen, welche die darunter liegende Struktur verstecken, Arthritis, und schwere Handverletzungen. Selbst das Alter verändert nicht die Form der Hand. Es wird „nur“ die Haut in Mitleidenschaft gezogen.

2. Technologie, Scanvorgang

Die Komponenten eines Handerkennungssystems (HES auch Hand-Scanning-System) sind meist in einem Gerät integriert. Dazu gehören Hardware, Software und Speicher.

Die Hardware bei einem Hand-Scanner besteht i.A. aus einer Kamera (CCD) zum Erfassen der Merkmale in Form einer 3D-Bildaufnahme, einem Display für die Interaktion mit dem Nutzer (bei einem Fehler wird die Problemzone angezeigt) und einem kleinen Prozessor zum Erstellen der Templates und zu deren Überprüfung. Oft sind auch ein Lesegerät für Karten mit Nutzer-IDs oder eine PIN-Eingabe integriert.

Die Software steuert die Hardware und ist meist sehr speziell, da Handerkennungsgeräte oft in andere Systeme integriert werden (häufig Zahlungssysteme).

Der Speicher eines HE-Systems nimmt Templates mit einer geringen Größe von 9 bis 20 Byte auf und kann dadurch viele Nutzer erfassen. Z.T. wird der Speicher auch zentral verwaltet, um die Notwendigkeit einer mehrfachen Registrierung bei mehreren möglichen Zugängen zu vermeiden.

Zurzeit gibt es für HESe nur einen bedeutenden Hersteller, was eine geringe Variation der Geräte bedingt.

Registrierung (Enrolment)

Bei der Registrierung eines Nutzers ist die Positionierung des Gerätes zu beachten. So entscheidet die Höhe z.B. darüber ob der Nutzer sitzen oder stehen muss. Eine Anleitung und ein Training der Benutzer muss im Voraus erfolgen, um eine korrekte Handhabe zu garantieren, beispielsweise welche Finger zuerst aufgelegt werden müssen oder wie die Hand auszurichten ist.



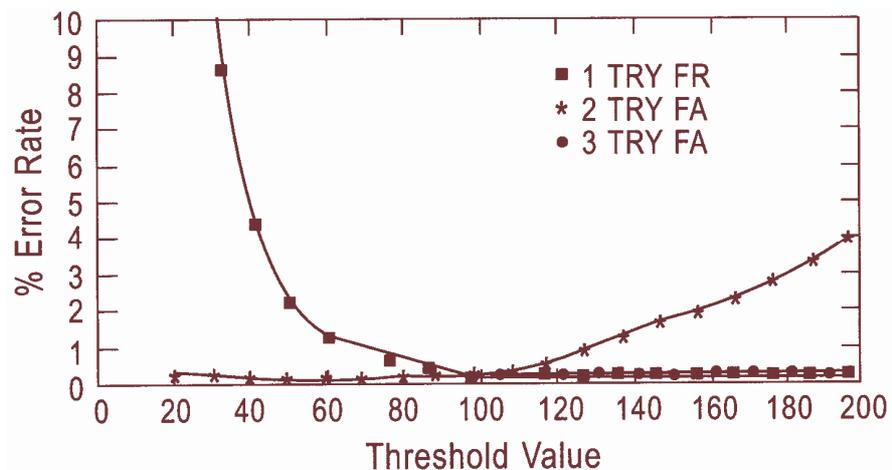
Die gesamte Registrierung dauert lediglich 5 bis 30 Sekunden, wobei mehrere Scans durchgeführt werden. Drei Aufnahmen werden erstellt und aus ihnen der Mittelwert berechnet, um das Template zu bilden. Das Template (Hand Geometrie Code) wird zusammen mit der Nutzer-ID gespeichert.

Verletzt sich ein Benutzer oder befindet er sich noch in der Wachstumsphase ist die Registrierung laufend zu aktualisieren.

Verifikation

Hier wird nur die Verifikation besprochen, da bei der Identifikation einer größeren Personengruppe es vorkommen kann, dass zwei Menschen eine sehr ähnliche Handstruktur aufweisen. Deshalb wird ein HES meist nur zur Verifikation anhand einer Nutzer-ID verwendet.

Die Verifikation dauert nur 2-5 Sekunden und man muss für diese Zeit seine Aufmerksamkeit nicht auf das Gerät lenken, sondern kann sich in Ruhe weiter unterhalten. Vor dem Scanvorgang gibt man seine Nutzer-ID mit einer Karte oder durch einen PIN ein. Der anschließende Scan dauert weniger als eine Sekunde. Der nächste Schritt besteht aus dem Vergleich des Templates, welches zu der angegebenen Nutzer-ID gehört mit den gescannten Werten. Der EER liegt bei einer großen Testmenge bei ca. 0,1 %. Die Wahl des Schwellwertes spielt auch hier eine große Rolle.

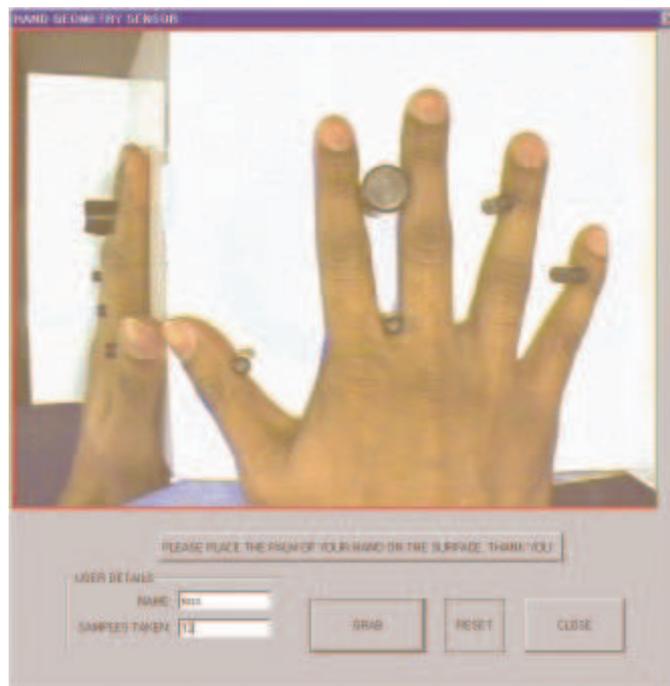


Im Vergleich zu einer Identifikation erfolgt kein vollständiger Datenbank-Scan.

Anforderungen an den Benutzer

Die Anforderungen an den Benutzer sind recht gering, woraus, auch durch die geringe Informationserfassung bedingt, eine große Akzeptanz bei den Benutzern resultiert. Ein Training muss vor der erstmaligen Benutzung trotzdem erfolgen. Wichtig ist das Erlernen der richtigen Positionierung der Hand. Fünf Stifte, welche die Finger trennen, helfen dabei. Die Handfläche muss flach aufgelegt werden. Gibt es einen Fehler wird die Problemzone durch das integrierte Display angezeigt.

Probleme treten auf, wenn Benutzer Arthritis oder kleine Hände besitzen. Sie können entweder die Finger nicht weit genug spreizen, die Finger nicht richtig positionieren oder die Hand nicht flach auflegen. Dadurch erhält man zu wenige Daten für die Registrierung. Die Unempfindlichkeit bei kleinen Verletzungen, Schmutz und dünnen Latexhandschuhen wurde bereits angesprochen.



Ergebnis

Die Merkmalerfassung erfolgt durch eine CCD-Kamera, welche 32kPixel Bilder in weniger als einer Sekunde liefert. Es werden mindestens zwei 3D-Bilder aufgenommen/erstellt. Die Hand wird von oben und von der Seite fotografiert. Dabei werden mehr als 90 Merkmale erfasst. Das generierte Template ist dann 9 bis 20 Byte groß. Durch diese geringe Größe können 10.000e Muster und mehr gespeichert werden. Die meisten anderen biometrischen Templates sind mindestens 100 Byte und viele 1000 Byte groß, was auch ein Hinweis auf die geringe Einzigartigkeit der Hand-Scan-Templates ist.

Merkmalsauswertung siehe Paper [AVBPA]

3. Fehlerrate, Täuschung

Die Fehlerraten von HE-Systemen zeigen, dass die Handerkennung etwas anfällig für falsches Annehmen (false matching) und falsches Ablehnen (false nonmatching) von Nutzern ist. Eine Evaluierung ergab, dass der EER-Wert (equal error rate) bei einer großen Testmenge 0,1 % groß war. Würde man das System für eine Identifikation von Personen in einem Flughafen verwenden, würde im Schnitt jeder 1000te Nutzer nicht eindeutig identifizierbar sein. Das ist absolut inakzeptabel. Der FAR-Wert (false acceptance rate) lag bei der Evaluierung zwischen 0,1 und 5,0 % und der FRR-Wert (false rejection rate) zwischen 0,2 und 5,0 %. Der FER-Wert (false enrolment rate) fiel wie zu erwarten war sehr gering aus.

Wie bei anderen biometrischen Identifikationsverfahren spielt auch hier die Wahl eines guten Schwellwertes eine wichtige Rolle. Generell sind zwar zwei Hände verschieden, aber bei einer großen Personenanzahl sind sehr ähnliche Strukturen möglich, welche dann aufgrund von Messtoleranzen ein falsches Annehmen (false matching) möglich machen. Aufgrund dieser Fehlerraten eignet sich das System nur für eine 1:1 Identifizierung, also zur Verifizierung von Personen anhand einer User-ID. Diese User-ID wird oft durch einen PIN erfasst/kodiert oder auf einer Identifikationskarte gespeichert.

Täuschung des Systems

Die Täuschung eines HS-Systems ist sehr schwierig. Solange man nicht seine Hand verliert, ist es kaum möglich unwissentlich einen Abdruck seiner Hand zu hinterlassen. Man müsste ein 3D-Modell der Hand erstellen und dabei die auszuwertenden Merkmale exakt nachbilden, um das System zu täuschen. Für dieses Modell wäre zu mindest ein gutes 3D-Foto der Hand erforderlich.

4. Anwendungen & aktueller Markt

Die Anwendungsbereiche für die Handerkennung sind recht vielfältig und nur durch die Apparatur beschränkt (recht groß und schwer ~ 4,5 kg und damit z.B. nicht für Desktop-Anwendungen geeignet).

Die erste betrachtete Anwendungsart stellt die Benutzung in Kombination mit einem PIN dar. Der Nutzer gibt seinen PIN/Nutzer-ID ein, woraufhin das Gerät das entsprechende Template aus der Datenbank lädt. Weiter verifiziert der Benutzer die angegebene Identität mit seinem Geometrischen Code. Diese Variante verhindert z.B. einen Kartenverlust.

Bei der zweiten Anwendungsart wird ein Kartenlesegerät integriert. Die Nutzer-ID ist auf der Karte gespeichert. Den PIN zur Karte stellt der Geometrische Code dar. Die Variante verhindert z.B. den PIN-Verlust.

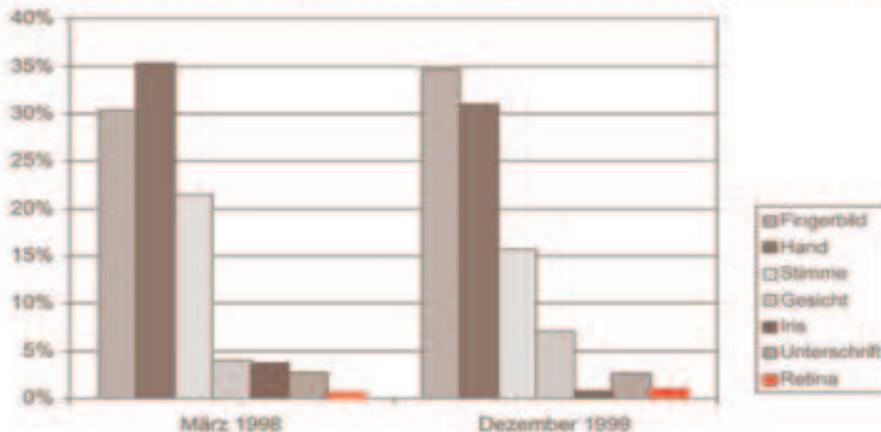
Eine Nutzung im stand-alone Modus beschreibt die dritte Anwendungsart. Hier liegt eine eingeschränkte Nutzergruppe vor und der Handscanner bildet das komplette Zugriffskontrollsystem.

Die Anwendung der Handgeometriescans lässt auch die Benutzung durch Behinderte (Blinde etc.) zu und gestattet ebenso die Benutzung im Freien, wo nur Probleme bei Kälte mit kondensierter Feuchtigkeit oder mit direktem Sonnenlicht (Blenden der IR-Aufnahme) auftreten können.

Der Handgeometrie-Markt

Die Handerkennung nimmt etwa 30 – 40% des Marktanteils der biometrischer Identifikation ein. Der Handgeometrie-Markt selbst teilt sich in nur zwei relevante Anbieter, wobei Recognition Systems Inc. (RSI), USA einen Marktanteil von 90% besitzt. Hier kommt eine 9 Byte Code zum Einsatz. Der andere relevante Anbieter ist Biomet Partners, Murten aus der Schweiz. Hier werden nur zwei Finger (Zeige- und Mittelfinger) für die „Hand“-erkennung genutzt und ein 14 – 20 Byte Code verwendet.

Abb. 11: Marktverteilung biometrischer Systeme weltweit, nach Lockie



Quelle: Behrens/Roth 2001, S. 65, nach Lockie 2000

Praktischer Einsatz

Der praktische Einsatz lässt sich zum einen in allgemeinen Anwendungen zeigen und zum anderen in einzelnen Großprojekten.

Die erste allgemeine Anwendung stellen Sicherheitsschleusen bei Banken dar. Diese Schleusen lassen nur Personen durch, wenn die Anzahl der Personen in der Schleuse gleich der Anzahl verschiedener Zugangsberechtigungen nach Geometrie-Messung ist. Diese Anwendung betrifft das Verhindern illegalen Weiterreichens von Berechtigungen. Man will z.B. die Weitergabe von Berechtigungskarten verhindern. Eine Variante ohne Schleuse wäre die Bedingung, dass eine Hand nicht zweimal kurz hintereinander verwendbar ist, wobei eine Ein-Mann-Zelle noch sicherer wäre (Zutritt mit ID oder Berechtigungskarte und Weitergehen mit zugehörigem Geometrischem Code).

Die Zeitmessung und -Zuordnung am Arbeitsplatz ist eine weitere allgemeine Anwendung. Dabei können Kollegen nicht eine andere Person als sich selbst aus-/einchecken.

Einen Einsatz in verschiedenen Formen finden Handgeometriesysteme, wie bereits oben erwähnt, auch in großen Universitäten, Krankenhäusern, Kernkraftwerken (vor allem in den USA (90% der AKWs)), Gefängnissen, militärischen Anlagen und Flughäfen.

Konkrete Anwendungen für Handgeometriesysteme sind z.B. die Beschränkung des Zugriffs für Webseiten, wozu es einen Prototypen von MSU gibt (<http://biometrics.cse.msu.edu>) oder größere Systeme, wie der Einsatz bei den Olympischen Spielen 1996.

Das INSPASS-Programm (Immigration and Naturalization Service Passenger Accelerated Service System) ist ein Projekt aus den USA, welches eine schnelle Abfertigung von Personen, die oft in die USA einreisen, ermöglichen soll. Es gab im Jahr 2001 40.000 bis 50.000 Nutzer des Systems, welche damit recht zufrieden gewesen sein sollen. Allerdings stellt die Registrierung für die Behörden einen enormen Aufwand dar, wodurch das Programm keine erhofften Ersparnisse brachte. „Low-risk“ US-Bürger und kanadische Einwohner können sich ebenfalls am ähnlichen CANPASS-Programm registrieren lassen. Bei

CANPASS wird im Gegensatz zu INSPASS mit einer Finger-Scan-Technologie gearbeitet. Ein weiteres ähnliches System gibt es auch in Tel Aviv für international Reisende mit ca. 50.000 Nutzern im Monat.

Das Disney World in Orlando, Florida verwendet ein Handgeometriesystem zur Verhinderung der Weitergabe von Berechtigungskarten für Ermäßigungen. Das System wurde von Biomet Partners realisiert.

Beispiel-Gerät

Hier wird kurz die Biomet's FingerFoto Kamera vorgestellt. Zum Einsatz kommt hierbei eine Finger-Scan-Technologie. Es ist ein Kartenleser oder eine PIN-Eingabe integriert. Das erzeugte Template ist 20 Byte groß. Weiter erfolgt hier die Verschlüsselung und Speicherung des Templates nur auf einer Smartcard. Diese Smartcard ist weltweit einsetzbar. Auch weitere Varianten des Geräts sind verfügbar. Pro Gerät ist der Einsatz von bis zu 8000 Benutzern möglich.



5. Stärken und Schwächen

Nun werden die Stärken und Schwächen von Handerkennungssystemen (HES) herausgestellt. Zunächst zu den Stärken. HGS sind in ihren ausgewählten biometrischen Merkmalen sehr beständig (s.o. „Eigenschaften der Hand“). Sie sind umweltresistent, d.h. die Geräte sind robust gebaut mit wenig leicht zerstörbaren Teilen, sie arbeiten dort wo viele andere biometrischen Systeme nicht einsetzbar sind und sind resistent gegen sich ändernde Umweltbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit). Die Datensatzgröße fällt sehr gering aus, wodurch wenig Speicherplatz erforderlich ist und auch gute Zugriffszeiten bedingt. Sie besitzen eine etablierte zuverlässige Kerntechnologie, welche seit vielen Jahren unverändert ist und seine Effektivität in vielen Anwendungen erwiesen hat. HES sind sehr verbreitet und nicht aufdringlich, da sie einen einfachen Registrierungs- & Verifizierungsprozess besitzen und die Aufmerksamkeit fast gar nicht erforderlich ist. Die gesamte Bedienung fällt dadurch einfach und schnell aus. Die Privatsphäre bleibt gewahrt. Eine Person wird i.A. nur verifiziert und nicht identifiziert. Da Details vernachlässigt werden, ist die Form der Hand nicht aus dem

Code rekonstruierbar. Es macht auch keinen Sinn für die Behörde Handgeometrische Codes zur Verbrecherjagd zu sammeln, da die ID ohnehin angegeben werden muss (ein Verbrecher weist sich normalerweise nicht freiwillig aus). Außerdem kann man nicht versehentlich einen 3D Abdruck seiner Hand hinterlassen. Die Abgabe des Abdrucks ist immer ein willentlicher Akt.

Kommen wir nun zu den Schwächen von Handerkennungssystemen. Sie besitzen nur eine begrenzte Genauigkeit, da nur wenige Merkmale ausgewertet werden, deren Wertebereich klein ist. Eine Lebenderkennung fehlt. Der Hygieneaspekt sollte nicht vernachlässigt werden. Die Geräte sind groß (z.B. Fach für Hand und Kameras) und schwer und deshalb nur begrenzt einsetzbar. Die Geräte sind nicht von allen Personengruppen nutzbar (s.o. „Anforderungen an den Benutzer“). Die Anschaffungskosten eines HES sind z.B. gegenüber Karten-Systemen sehr hoch, da Großgeräte eingesetzt werden müssen und oft ID-Karten-Lesegeräte integriert sind. Finger-Scan-Systeme bieten eine größere Funktionalität, geringere Kosten, eine größere Genauigkeit, aber sind weniger ausgereift. Es gibt keine starke Konkurrenz auf dem HE-Markt.

6. Vergleich mit anderen biometrischen Verfahren

Hier erfolgt ein grafischer Vergleich biometrischer Verfahren, wobei die Handerkennungssysteme unter dem zweiten Punkt von oben zu finden sind.

Tab. 4: Bewertung biometrischer Verfahren nach Jain et al. 1999

Merkmal	Univer- salität	Einzig- artigkeit	Beständig- keit	Messbar- keit	Leistung	Akzep- tanz	Resis- tenz*
Fingerbild	mittel	hoch	hoch	mittel	hoch	mittel	hoch
Handgeometrie	mittel	mittel	mittel	hoch	mittel	mittel	mittel
Iris	hoch	hoch	hoch	mittel	hoch	<i>gering</i>	hoch
Retina	hoch	hoch	mittel	<i>gering</i>	hoch	<i>gering</i>	hoch
Gesicht	hoch	<i>gering</i>	mittel	hoch	<i>gering</i>	hoch	<i>gering</i>
+Thermogramm	hoch	hoch	<i>gering</i>	hoch	mittel	hoch	hoch
Unterschrift	<i>gering</i>	<i>gering</i>	<i>gering</i>	hoch	<i>gering</i>	hoch	<i>gering</i>
Stimme	mittel	<i>gering</i>	<i>gering</i>	mittel	<i>gering</i>	hoch	<i>gering</i>
Handvenen	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	hoch
Tastenanschlag	<i>gering</i>	<i>gering</i>	<i>gering</i>	mittel	<i>gering</i>	mittel	mittel

Quelle: Jain et al. 1999, nach Platanista 2001a; *: gegen Überwindungsversuche/Angriffe

Tab. 5: Bewertung biometrischer Verfahren nach Scheuermann et al. 2000

Merkmal	Kostenfaktor	Anwenderfreundlichkeit	Wartungsanforderungen
Fingerbild	mittel	<i>gering</i>	mittel bis hoch
Handgeometrie	hoch	mittel	mittel
Iris	hoch	hoch	mittel
Retina	hoch	hoch	mittel
Gesicht	mittel	hoch	mittel
+Thermogramm	mittel	hoch	mittel
Unterschrift	mittel	<i>gering</i>	mittel
Stimme	<i>gering</i>	<i>gering</i>	<i>gering</i>
Handvenen	mittel	<i>gering</i>	mittel
Tastenanschlag	<i>gering</i>	<i>gering</i>	<i>gering</i>

Quelle: Scheuermann et al. 2000, nach Platanista 2001a

7. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Handerkennungssysteme eine mittlere Sicherheit bieten. Sie liegt über der Sicherheit traditioneller Kartensysteme (vor allem in Kombination). Ein entscheidender Vorteil ist die sehr ausgereifte und bewerte Technologie, welche weit verbreitet ist. Nachteilig sind die recht großen und schweren Geräte, die nicht ganz billig sind. Aufgrund der geringen Merkmalsauswertung werden HES meist nur zur Verifikation eingesetzt und es ist keine Identifikation im Größeren Umfeld möglich. Der Schutz der Privatsphäre wird im Zusammenhang mit Ausweisen sehr interessant. Im Weiteren werden vermutlich andere biometrische Systeme durch deren Weiterentwicklung, welche auch durch eine gesunde Konkurrenz getrieben wird, noch mehr an Boden gut machen und die HES

weiter verdrängen. Ganz verschwinden werden Handerkennungssysteme, dank deren spezieller Vorteile nicht.

Literaturangabe

- [1] Biometrische Identifikationssysteme - Sachstandsbericht
Quelle von Thomas Petermann, Arnold Sauter
<http://www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab76.pdf>

- [2] Hand Geometry
Quelle von Arun Ross, Anil Jain
http://biometrics.cse.msu.edu/hand_geometry.html

- [3] Seminar Datenverarbeitung - Verfahren zur biometrischen Identifikation
Quelle von Tobias Schwarzkopf, Andreas Mayer
http://www.rz.rwth-aachen.de/mata/downloads/seminar_dv/2003_04/Biometrie_Skript.pdf

- [4] Biometrie – Verfahren und ausgewählte Rechtsprobleme
Quelle von Steffen Wettig
http://www2.informatik.uni-jena.de/~wettig/sem_biometrie_ss_2002/biometrie_uni_jena-s/sld062.htm

- [5] Verifikation der Identität einer Person mittels Hand Geometrie
Quelle von Josef Scharinger
http://www.cast.uni-linz.ac.at/Courses/CoursesSS2004/BiometricID/Face_Hand.ppt

- [6] Biometrics - Identity Verification in a Networked World
Quelle von S. Nanavati, M. Thieme, R. Nanavati
A Wiley Tech Brief, John Wiley & Sons, Inc, 2002