

Grundlagen der Biometrie - Teil 2

Christoph Konersmann

31. Mai 2007



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Geschichte	4
3	Iriserkennung	6
3.1	Iriserkennung im Allgemeinen	6
3.2	Geschichte	7
3.3	Vergleich zu anderen Erkennungssystemen	7
3.4	John Daugman	7
4	Gesichtserkennung	9
5	Spracherkennung	10
6	Unterschriftenerkennung	11
7	DNA-Mustererkennung	12
8	Zusammenfassung	13

1 Vorwort

Die Biometrie beschäftigt sich im Allgemeinen mit der Möglichkeit biometrische Körpermerkmale zur persönlichen Identifikation zu nutzen. Diese Methoden der persönlichen Identifikation¹ oder Verifikation² bedienen sich zur Zeit einer stark wachsenden Interessens- und Forschungsgemeinschaft. Die Nutzung der Biometrie in Zusammenspiel heutiger Technik ermöglichen dem Nutzer eine wesentlich einfachere und natürlichere Art der Authentifizierung, als zum Beispiel Passwörter. Biometrische Merkmale müssen im Gegensatz zu Schlüsseln oder Passwörtern nicht zusätzlich mitgeführt werden, sei es auf materieller oder auf geistiger Ebene; sie sind statt dessen naturbedingt einfach vorhanden.

Es gibt mittlerweile viele Gebiete, in denen Biometrie zur Authentifizierung genutzt wird, sei es in der Kriminologie zur Täterermittlung oder zur Zugangssicherung in einem Flugzeugterminal. Im Zoo von Hannover beispielsweise wird Gesichtserkennung zur Identifikation bei Jahreskarten genutzt. Die Auswertung der Gesichter geschieht dort allerdings noch manuell durch Personal.

Ziel der Projektgruppe CSI-Paderborn soll sein, unter Verwendung paralleler Rechnerstrukturen und rekonfigurierbarer Prozessoren, bestehende Algorithmen zur Fingerprint- und Iriserkennung möglichst effizient zu implementieren, und so eine Massenabfertigung bei automatisierter biometrischer Identifikation sicher und effizient zu ermöglichen. Das Seminar dient hierbei der Vermittlung grundlegender Begriffe, Algorithmen und Verfahren zur Biometrie um die Teilnehmer auf einen möglichst einheitlichen Wissensstand zu bringen.

In diesem Zusammenhang soll diese Seminararbeit zum Einen einen Überblick über die Geschichte der Biometrie geben und zum Anderen einen ausgewählten Teil der möglichen biometrischen Erkennungsmethoden vorstellen.

¹Identifikation: Wer sind sie?

²Verifikation: Sind sie es wirklich?

2 Geschichte

Die Geschichte der Biometrie ist im Allgemeinen sehr interessant und beginnt sehr früh. Schon die alten Babylonier bis 1500 vor Christi Geburt entdeckten damals die Fingerabdrücke als individuelles Merkmal [5]. Sie nutzten Fingerabdrücke auf Tontafeln für Geschäftsabläufe. Auch im Alten Indien oder in China wurden bis ins 9. Jahrhundert Fingerabdrücke für Verträge genutzt [3]. In der westlichen Zivilisation dagegen hielt die Nutzung biometrischer Merkmale erst im 18. Jahrhundert Einzug.

Die Fingerprinterkennung (auch Daktyloskopie genannt) musste sich anfangs erst noch gegen die Körpermaßerkennung (Anthropometrie) durchsetzen.

Sir William J. Herschel war englischer Beamter in Kalkutta (Indien). Er beschäftigte sich mit den Pensionsauszahlungen an indische Arbeiter. Da die meisten Arbeiter der Schrift nicht mächtig waren begann er 1870 die Pensionsauszahlungen durch Fingerabdrücke zu bestätigen [3]. Dadurch sammelte Herschel eine enorme Datenbank an Fingerabdrücken, welche ein paar Jahre später dazu genutzt wurde um die Einmaligkeit der menschlichen Fingerabdrücke wissenschaftlich zu belegen.

Henry Faulds arbeitete zur selben Zeit in Japan, und suchte zum Beispiel mittels alten Töpferwaren nach ethnischen Unterschieden zwischen Kulturen. Er stieß dabei auf Fingerabdrücke und stellte fest, dass diese zur Unterscheidung von Personen genutzt werden könnten. Ein Vorschlag 1977 zur Nutzung von Fingerabdrücken in der Kriminologie stieß damals jedoch auf Ablehnung.

Etwa zur selben Zeit begann man in Paris mit der Anthropometrie zur Identifizierung von Gefangenen. 1874 führte man zu dem Zweck ein Fotolabor ein. Schnell stellte man allerdings fest, dass man durch die Menge an Fotos schnell den Überblick verlor. Im Jahr 1879 stellte Alfons Bertillon seine Idee vor, Gefangene nicht nur durch Fotos zu registrieren, sondern zusätzlich die Körpermasse, wie Arm-/Beinlänge, Kopfform, zu registrieren. 1882 führte Paris diese Methode testweise ein und wurde 1888 letztendlich offiziell stattgegeben.

Diese Möglichkeit der Registrierung von Gefangenen und Identifizierung von Personen förderte natürlich das Interesse anderer Institutionen und so wurde Sir Francis Galton von der englischen Regierung beauftragt sich die Methode Anthropometrie von Bertillon hinsichtlich der Tauglichkeit in der Kriminologie zu untersuchen. Sein Interesse galt allerdings nicht allein der Anthropometrie, sondern ebenfalls oder vor allem der Daktyloskopie. Er untersuchte Fingerabdrücke auf Rassenunterschiede, stellte jedoch keine fest. Er forschte weiter an den Fingerabdrücken, unter Anderem mit der Datenbank von Herschel, und konnte anschließend folgende Fragen mit JA beantworten:

1. Sind Fingerabdrücke individuell und einmalig?
2. Sind Fingerabdrücke auch über Jahre stabil?
3. Eignen sich Fingerabdrücke zum einfachen und effizienten Vergleich mit anderen Fingerabdrücken?

Er lieferte somit den ersten wissenschaftlichen Beweis, dass der Fingerabdruck als biometrisches Merkmal einmalig war.

Als Herschel die Erkenntnisse von Galton erfahren hatte führte er die Daktyloskopie erfolgreich in Indien ein. Nachfolgend führte er die Methode in Kapstadt, und schlussendlich 1902 auch in England und somit zum ersten Mal in Europa, ein. Alfons Bertillon hatte der Daktyloskopie gegenüber sehr ablehnend gegenübergestanden, obwohl seine Methode eines Tages sogar versagt hatte. Kurz vor 1908 hatte Frankreich die Daktyloskopie als zweite Identifikationsmethode neben Anthropometrie ebenfalls eingeführt, stützten sich primär jedoch immer noch auf die Anthropometrie. So konnten Sie den Dieb, der die Madonna gestohlen hatte, nicht überführen, obwohl dieser seit 1908 bereits inhaftiert war. Deren Erklärung zufolge, hatten Sie nun zwar Fingerabdrücke, nutzten diese Art der Identifikation jedoch nur bei Frauen und Kindern.

1914 wurde auf einem internationalen Polizeikongress in Monaco schließlich die Daktyloskopie als internationalen Identifikationsstandard eingeführt, um die länderübergreifende Zusammenarbeit zu erleichtern. Der Fingerabdruck wurde hiermit zum Identifikationsmerkmal Nummer Eins.

Mit der Entwicklung der Technologie in den 1960'er Jahren kamen nun Möglichkeiten automatisierter Erkennungssysteme auf. Die ersten Forschungen wurden hier im Bereich der Fingerabdruck- und Spracherkennung unternommen. Die Biometrie entwickelte sich hiermit zur Biometrik³.

Ab den 1970'ern kamen weitere biometrische Merkmale zum Interessengebiet der Forschung hinzu. Unter Anderem zum Beispiel

- Handgeometrie,
- Netzhaut,
- Handschrift,
- Gesicht,
- oder gar das Sitzverhalten.

Erst in den 1990'ern kam auch der Irisscan (siehe Kapitel 3 auf Seite 6) als Methode hinzu.

³Die Biometrik bezeichnet die automatisierte Biometrie mit Hilfe technologischer Systeme



Abbildung 1: Iriserkennung

3 Iriserkennung

3.1 Iriserkennung im Allgemeinen

Die Iris beziehungsweise das Auge ist als biometrisches Erkennungsmerkmal sehr interessant. Es ist vor allem das einzige von Außen sichtbar innere Organ des Menschen. Schon bei der Geburt fast ausgewachsen verändert es sich im Leben nur minimal, oft nur bezüglich der Pigmentierung. Allein durch Verletzungen oder krankheitsbedingt kann sich die Struktur der Iris stärker verändern. Die Merkmal der Iris wachsen ebenso zufällig, wie die Rillen eines Fingerabdrucks, und können daher ebenfalls zur eindeutigen Identifizierung einer Person dienen. Es gleichen sich nicht einmal die Irinen des rechten und linken Auges der selben Person.

Die Iris als Erkennungsmerkmal zu nutzen ist mit den technischen Möglichkeiten heutzutage kein Problem. Ein Vergleich einer Iris mit einer Datenbank tausende Irinen reicht selbst ein älterer Heim-Computer. Einzig eine hochauflösende Kamera wird benötigt, um aus maximal einem Meter Entfernung ein genügend detailliertes Abbild der Iris zu erhalten. Hierbei sollte die Auflösung innerhalb der Iris mindestens 100dpi betragen, um genügend Informationen zu erhalten. Da bei dunkleren Pigmentierungen der Iris das Abbild bei normalem Licht nur sehr schwach die Musterung enthält, wird zur Bildgewinnung ein schwarzweiß-Bild im nahen Infrarotbereich gemacht. In dem so genannten NIR-Wellenlängenbereich spielt die Pigmentierung des Auges keine Rolle mehr.

Bei der Informationsgewinnung aus einer Iris bedarf es keiner Extraktion von einzelnen Merkmalspunkten wie beim Fingerabdruck. Es werden eher die Helligkeitsunterschiede einzelner Pixel genutzt, womit der Aufwand in einem System zwar verringert wird, die Sicherheit und Zuverlässigkeit jedoch enorm hoch bleibt.

3.2 Geschichte

Ansätze zur Iriserkennung gab es noch nicht zu Zeiten Babylons, sondern kamen erst sehr spät als Merkmal zur Biometrie. Als Bertillon im Jahre 1879 seine Methode der Anthropologie vorstellte (siehe Kapitel 2 Seite 4) beinhaltete seine Methode erste Ansätze die Iris als Erkennungsmerkmal zu nutzen. Er beschränkte sich allerdings dabei allein auf die Farben der Iris [1].

Erst 1987 begann die Iriserkennung wieder an Bedeutung zu gewinnen, als Leonard Flom und Aran Safir ihr Patent anmeldeten. Dieses Patent enthält allerdings mehr eine Konzeption zu dieser Methode als ein tatsächlich realisierbares System [6].

1991 wird in den Los Alamos National Laboratories das erste Mal an einem realisierbaren System gearbeitet.

Im Jahr 1993 veröffentlichte John Daugman einen Algorithmus zur Iriserkennung, der es erstmals ermöglichte die Iriserkennung und -kodierung effizient durchzuführen.

Bis heute existieren bereits etliche kommerzielle und in der Praxis sehr zuverlässige Iriserkennungssysteme.

3.3 Vergleich zu anderen Erkennungssystemen

Im Gegensatz zu anderen Erkennungssystemen, ist die Iris bei der Iriserkennung relativ leicht auszumachen. Ihre nahezu perfekte runde Form inmitten des sonst weißen Auges und der inneren schwarzen Pupille machen es relativ einfach, dieses Objekt auszumachen. Einzig evtl. Spiegelungen, Bewegungen oder verschiedene Blickwinkel können, falls nicht grafisch transformierbar, zu Problemen führen. Zudem ist die Iriserkennung eine sehr angenehme und bequeme Methode für Nutzer. Abgesehen von einem benötigten Maximalabstand besteht vom Nutzer kein weiterer Handlungsbedarf. Die Iriserkennung arbeitet komplett kontaktlos und ist daher sehr hygienisch. Ein weiterer Vorteil gegenüber manch anderen Methoden ist die unglaubliche Komplexität der Struktur der Iris und ihrer Stabilität gegenüber der Zeit. Während bei jeder Aufnahme der gleichen Iris ihr Muster nahezu identisch ist, es besteht also eine geringe Intraklassenvariabilität⁴, sind die Muster verschiedener Irinen immer sehr unterschiedlich, was eine hohe Interklassenvariabilität⁵ bedeutet. In der Regel werden die Probleme durch unterschiedliche Belichtungswinkel oder aktuelle Größe der Iris durch den Algorithmus beseitigt, sodass dieses Verfahren als sehr zuverlässig gelten kann.

3.4 John Daugman

Dr. John Daugman arbeitet an der Universität in Cambridge. Seinen Doktor machte er im Bereich Mathematik und forscht seit dem im Bereich der computergestützten Iriserkennung. 1993 veröffentlichte J. Daugman den ersten und bislang einzigen praktikablen Algorithmus

⁴Intraklassenvariabilität bezeichnet das Maß der Unterschiede eines Subjektes zu sich selbst bezüglich diverser Variablen wie Zeit, Licht(-Einfall) oder Blickwinkel

⁵Interklassenvariabilität bezeichnet das Maß an Unterschieden zwischen verschiedenen Subjekten des selben Objektes



Abbildung 2: Dr. John Daugman

zur Iriserkennung. Bis auf kleine Änderungen gilt dieser Algorithmus noch heute als Standardverfahren in dem Bereich [1][2][4]. Die Schritte des Algorithmus können in vier Abschnitte eingeteilt werden:

- Bildaufnahme
- Extraktion, in der das sichtbare Bild der Iris extrahiert wird
- Merkmalsextraktion, wodurch die Merkmale durch ein 2048Bit-Muster repräsentiert werden
- Vergleichsanalyse

4 Gesichtserkennung

Eine weiter interessante Möglichkeit biometrischer Identifikation ist die der Gesichtserkennung. Hierbei dienen generell Gesichtszüge, Kopfform und Lage von Nase Mund und Augen zur Bestimmung der persönlichen Merkmale. In den letzten 20 Jahren hat die Gesichtserkennung ein rasantes Wachstum hingelegt. Dies liegt vor allem an der Entwicklung im technischen Bereich. Erst mit moderneren Systemen ist es möglich die aufwändigeren grafischen Algorithmen in Echtzeit zu nutzen. Auch die Algorithmen haben sich in dieser Zeit hinsichtlich Effizienz wesentlich verbessert.

Die Gesichtserkennung ist mit der Spracherkennung (siehe Kapitel 5 Seite 10) die angenehmste und komfortabelste Form der Biometrik. Es werden vom Nutzer in der Regel keine speziellen Anforderungen wie Position gestellt.

Allerdings ist die Gesichtserkennung, durch ihre geringe Interklassenvariabilität, eher zur Verifikation von Personen einsetzbar, da sonst die Fehler-Akzeptanz-Rate entsprechend hoch sein könnte. Häufig wird Gesichtserkennung in Verbindung anderer Zugangssicherungen (wie Chipkarten oder dem Fingerprint) genutzt, um die eindeutige Identifizierung sicherzustellen.

Ein Vorteil der Gesichtserkennung ist die einfache Integration solcher Systeme in vorhandene Videoüberwachungssysteme. Es gilt für diese Methode einzig die Voraussetzung eines genügend klaren Bildes, in dem das Gesicht erkennbar ist, was heutige Systeme durchaus liefern können. Auch die benötigte Software kann heutzutage auf jedem normalen Computer ausgeführt werden.

Die Gesichtserkennung leider allerdings darunter, dass viele Gesichter sich ähneln können. Vor allem bei Zwillingen kann die Unterscheidung eine nicht triviale Angelegenheit sein, was zu der schon besagten geringen Interklassenvariabilität führt. Zudem könnten Verletzungen, oder alleine schon Stimmungsschwankungen unsere Gesichtszüge verändern was dementsprechend eine hohe Intraklassenvariabilität zur Folge hat. Daher ist es auch nötig, im Enrollment⁶ mehrere Abbilder des selben Subjektes zu erzeugen, um solche möglichen Abweichungen und Fehlerquellen zu minimieren. Da eine Gesichtserkennung stabile Lichtverhältnisse voraussetzt, ist ihr Einsatz nur in geschlossenen Räumen, oder halboffenen mit künstlicher Lichtquelle empfehlenswert.

⁶Das Enrollment bezeichnet die Anlernphase eines Erkennungssystems

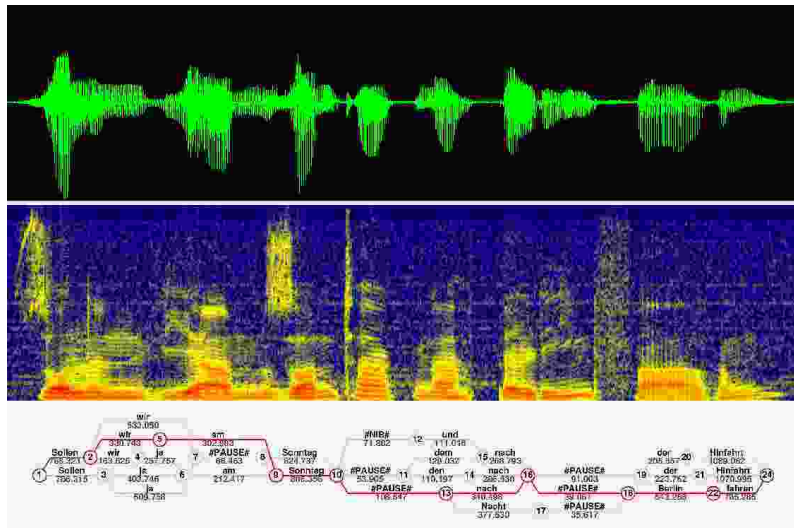


Abbildung 3: Sprachmuster zum Satz: Sollen wir am Sonntag nach Berlin fahren

5 Spracherkennung

Wie die Gesichtserkennung ist die Spracherkennung eine sehr bequeme Methode der biometrischen Identifikation, da vom Nutzer so gut wie keine Kooperation gefordert wird. Allerdings existiert auch hier das Problem, das sich Spracherkennung eher zur Verifikation als zur Identifikation eignet, da sich eigentlich verschiedene Stimmen ähneln können oder auch die Stimme eines Subjektes an sich variieren kann.

In der Spracherkennung gibt es zwei Methoden um die Stimme einer Person zu verifizieren. Die einfachste ist die Passwortanalyse, und besteht darin, im Enrollment mehrere Stimmversionen ein und des selben Wortes/Satzes aufzunehmen. Anschließend muss zur Verifikation das selbe Wort erneut gesprochen werden. Passt das gesprochene Wort mit mindestens einem Sprachsätze möglichst gut zusammen, wird die Person akzeptiert. Leider ist diese Methode nicht unbedingt sicher, da, wenn jemand das Wort mit einem Recorder aufnimmt, dieses Wort erneut abgespielt werden könnte, und somit der Zugang durch Dritte möglich wäre.

Um dem Missbrauch vorzubeugen gibt es eine zweite Methode der Spracherkennung, die Spracheigenschaftsanalyse. Bei dieser Methode werden beim Enrollment mehrere Worte aufgenommen, um möglichst alle existierenden Laute (so genannte Phoneme) aus diesen Worten extrahieren zu können. Das System kann sich nun aus diesen Phonomen ein Wort oder einen Satz selber bilden, und den Nutzer auffordern dieses Wort/diesen Satz selber zu sprechen. Stimmen die Phoneme des Gesprochenen mit dem des Gebildeten möglichst gut überein, fällt die Verifikation positiv aus.



Abbildung 4: Gerät zur Handschrifterkennung.

Quelle: <http://www.integrisign.com/index.php?id=NDMz>

6 Unterschriftenerkennung

Als eine recht neue Methode in der Biometrik gilt die Unterschriftenerkennung. Erst als die Forschung in diesem Bereich von der Schrift als Kalligraphie Abstand nahm und hinüberging zur Schrift als Objekt der Bewegung war man in der Lage die Schrift effizient und automatisiert zu analysieren. Auch die Schrift ist nie die selbe, sodass ein Vergleich von Unterschriften nur näherungsweise Verifiziert werden kann.

In Banken ist Unterschriftenerkennung eine gängige Methode zur Checküberprüfung. Leider existieren im Internet Anleitungen, zur Unterschriftenfälschung, und somit zur Checkfälschung, da, wie gesagt, das System durch die variable Schrift eine gewisse Toleranz besitzt. In den USA belief sich der Schaden im Jahr 1999 durch gefälschte Checks auf über 1 Milliarde Dollar[2].



Abbildung 5: DNA-Mustererkennung

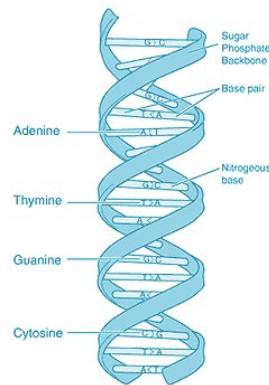


Abbildung 6: Aufbau eines DNA-Moleküls

7 DNA-Mustererkennung

Bei der DNA-Analyse⁷ handelt es sich um ein Verfahren zur Bestimmung der Gene einer Person. Ein DNA-Strang besteht aus 23 Chromosomenpaaren. Jedes Chromosom besteht wiederum aus mehreren DNA-Molekülen, die zu einer Doppel-Helix angeordnet sind (siehe Abbildung 6). Würde man diese Helix auseinander ziehen, würde der Strang ca. 100.000 mal länger sein, als der Durchmesser einer durchschnittlichen Zelle in der sie war. Laut der aktuellen Forschung haben 95% eines DNA-Strangs keine Auswirkung auf die Persönlichkeitsbildung einer Person. In diesen 95% existieren sich wiederholende Sequenzen von DNA-Mustern, die sich von Person zu Person in ihrer Länge unterscheiden, und somit wie ein Fingerabdruck zur Identifikation genutzt werden können[7].

Obwohl die Identität einer Person durch seinen genetischen Fingerabdruck zu bestimmen sehr genau und zuverlässig ist, stößt auch diese Möglichkeit an ihre Grenzen. Zum Einen ist dieses Verfahren durch die benötigten Geräte teuer und zeitaufwändig, und zum Anderen ist es mit der DNA bei eineiigen Zwillingen nicht möglich diese zu unterscheiden, da sie die selbe besitzen. Da man bei dieser Analyse sogar einige Tage auf ein Ergebnis warten kann, ist ein Einsatz in Echtzeitsystemen (zur Zeit) völlig ausgeschlossen.

⁷DNA: engl. Deoxyribonucleic Acid; auch DNS (deut. Desoxyribonukleinsäure) genannt

8 Zusammenfassung

In dieser Seminararbeit wurde eine Zusammenfassung über den geschichtlichen Verlauf der Biometrie gegeben. Zudem wurden verschiedene Merkmale biometrischer Erkennung grundlegend erläutert. Einen tieferen Einblick der verschiedenen Erkennungsmethoden wird in den nachfolgend aufgeführten Quellen gegeben.

Literatur

- [1] **J. Wayman, A. Jain, D. Maltoni, D. Maio:** *Biometric Systems - Technology, Design and Performance Evaluation*; Springer (2005)
- [2] **M. Behrens, R. Roth:** *Biometrische Identifikation - Grundlagen, Verfahren, Perspektiven*; Springer (2001)
- [3] **H. Ihmor:** *Wird das Rad neu erfunden? - Geschichte der Biometrie*; Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik; <http://www.easydentic.eu/de/fachmagazin> (Stand: 31. Mai 2007)
- [4] **E. Filatova, R. Keller:** *Iriserkennung*; Humboldt Universität zu Berlin, Seminararbeit zu biometrische Verfahren (2004)
- [5] *The history of fingerprints* URL: <http://www.onin.com/fp/fphistory.html>
- [6] **L. Flom, A. Safir:** *Iris recognition system*; United States Patent 4641349 (1987); URL: <http://www.freepatentsonline.com/4641349.html>
- [7] **M. Amberg, S. Fischer, J. Rößler:** *Biometrische Verfahren*; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (2003)