

2 Relevante Aspekte der Biometrie

2.1 Einteilung und Beispiele biometrischer Systeme

In diesem Abschnitt soll eine kurze Einordnung biometrischer Systeme erfolgen und ausgewählte Systeme kurz beschrieben werden. Prinzipiell gibt es drei unterschiedliche Arten der Authentifizierung: Diese kann auf Wissen, Besitz oder biometrischen Charakteristika basieren [56], [74].

Wissensbasierte Systeme sind solche, bei denen die Authentifizierung auf Basis eines Geheimnisses vorgenommen wird. Beispiele hierfür sind Passwörter oder PINs. Als Beispiele für besitzbasierende Systeme können Schlüssel, Chipkarten oder Token angeführt werden. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass auch Kombinationen der drei Authentifizierungsarten existieren [56]. Biometrische Charakteristika lassen sich in zwei Klassen einteilen, nämlich in physiologiebasierte und verhaltensbasierte Charakteristika [38, S. 3]. Bei den physiologiebasierten Systemen werden direkte Betrachtungen von Körperteilen wie Fingerabdruck, Gesicht oder Iris herangezogen [28]. Im Gegensatz hierzu werden bei verhaltensbasierten Systemen Daten ausgewertet, die aus einer Aktivität gewonnen werden [28]. Als Beispiele hierfür lassen sich die Stimme [67, S. 31 ff], die Unterschrift [67, S. 47 ff] oder das Tippverhalten [67, S. 73 ff] anführen. Im Folgenden sollen nun drei physiologiebasierte biometrische Charakteristika exemplarisch beschrieben werden.

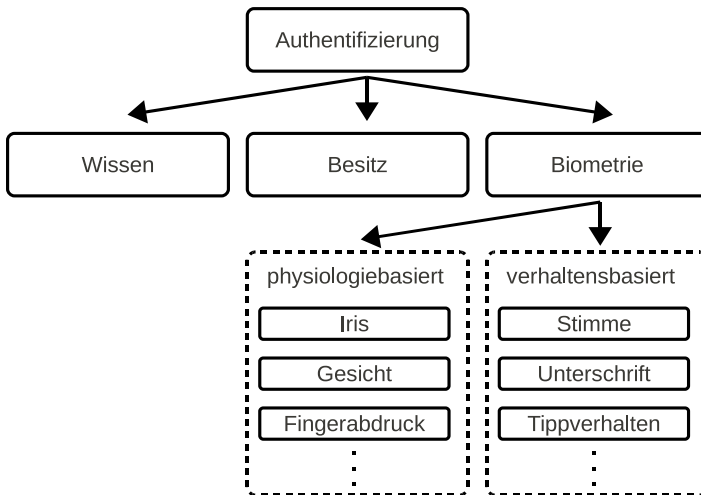


Abbildung 2.1: Arten der Authentifizierung nach [74]

- **Fingerabdruck:**

Der Fingerabdruck ist das wahrscheinlich bekannteste biometrische Charakteristikum [52]. Bereits 1893 wurde von britischen Behörden anerkannt, dass zwei unterschiedliche Personen auch stets unterschiedliche Fingerabdrücke haben [52]. Die erreichbare Erkennungsleistung ist hierbei sehr hoch [78]. Sogar eineiige Zwillinge weisen differierende Fingerabdrücke auf [42]. Auch unterscheiden sich die Abdrücke der Finger einer bestimmten Person untereinander [43]. Fingerabdrücke werden durch die charakteristischen Kombinationen aus Erhöhungen und Vertiefungen unterschieden und sind für gewöhnlich lebenslang gleich [52].

- **Gesicht:**

Bei der Gesichtserkennung wird die Geometrie des Gesichtes analysiert. Darunter fallen die Form und Lokalisation der Augen, Augenbrauen, Nase, Lippen und Kinn und deren räumliche Beziehungen [43]. Alternativ können nach selbiger Quelle Bilder von Gesichtern auch ganzheitlich abgeglichen werden, was hier jedoch nicht näher beschrieben werden soll. Eine alternative Unterscheidung lässt sich zwischen zwei- und dreidimensionaler Gesichtserkennung treffen [1]. Forschungen auf diesem Gebiet zeigen, dass Kombinationen aus zwei- und dreidimensionaler Gesichtserkennung besonders vielversprechende Erkennungsleistungen ermöglichen [1]. Ein Vorteil der Gesichtserkennung ist, dass auch gewöhnliche Kameras als Sensoren dienen können [78]. Jedoch hängt, gemäß der zuvor genannten Quelle, die erzielbare Erkennungsleistung stark von der Qualität der aufgenommenen Bilder ab.

- **Iris:**

Die Idee, die Iris als Grundlage für ein biometrisches System zu verwenden, ist bereits über 100 Jahre bekannt [11]. Im Jahr 1987 wurde ein Patent für ein automatisiertes System auf Basis der Iris erteilt [11]. Als Merkmale für die Iriserkennung dienen die Ringe, Rillen und Flecken im farbigen Gewebe, die die Pupille umgeben [78]. Vorteile solcher Systeme sind den Autoren der letztgenannten Quelle zufolge die hohe Erkennungsleistung sowie die zeitliche Konstanz der beobachteten Merkmale. Auch sind diese Merkmale für das linke und rechte Auge identisch. Bei der Iriserkennung ist es wichtig, dass der Benutzer kooperativ ist, um ein exaktes Bild der Iris gewinnen zu können [78]. Die hierbei geforderte Interaktion mit dem System kann gemäß der letztgenannten Quelle von den Benutzern als störend empfunden werden.

Als Vertreter verhaltensbasierter biometrischer Charakteristika sollen nachfolgend drei Repräsentanten kurz erläutert werden:

- **Stimme:**

Als Merkmal wird bei der Stimmerkennung, vereinfacht dargestellt, das Amplitudenspektrum ausgewertet, um Rückschlüsse auf die anatomischen Eigenheiten des Benutzers zu ermöglichen [87]. Die Stimme als Grundlage für ein biometrisches System hat den großen Vorteil, dass Benutzer mit derartigen Verfahren bereits vertraut sind [66]. Erhält man beispielsweise einen Telefonanruf, ist man meist schon nach wenigen Worten in der Lage, die anrufende Person korrekt zu identifizieren [66]. Ein weiterer Vorteil bei der Stimmerkennung ist gemäß der zuletzt genannten Quelle, dass bei Verwendung von Telefonen keine spezielle Hardware benötigt wird. Daher ergeben sich sehr viele Anwendungsmöglichkeiten. Nachteilig wirkt es sich aus, wenn die technischen Rahmenbedingungen bei Enrolment und der Verifizierung abweichen, z. B. durch ein anderes Telefon oder einen alternativen Übertragungskanal [66]. Die Stimmerkennung enthält nach [41] auch einen physiologiebasierten Anteil.

- **Unterschrift:**

Die Unterschrift hat eine lange Tradition bei der Bestätigung von Dokumenten und Transaktionen [66]. Man unterscheidet nach [59] zwischen „off-line“ und „on-line“ Erkennung. Unter der Erstgenannten versteht man dem Autor zufolge das Auswerten einer statischen, graphisch festgehaltenen Unterschrift. Bei der zweitgenannten Möglichkeit wird bei der Erzeugung der Unterschrift die Trajektorie oder Dynamik des Stiftes aufgezeichnet. Unterschriften verändern sich im Laufe der Zeit und werden durch emotionale und physische Faktoren beeinflusst [43].

- **Tippverhalten:**

Bereits 1897 gab es erste Untersuchungen von Bryan und Harter, Telegraphisten am individuellen Rhythmus zu unterscheiden [14]. Eine Übertragung dieser Überlegungen auf das Tippverhalten wurde 1975 von Spillane vorgenommen [79]. Das erste Patent für ein Verfahren zur Analyse des Tippverhaltens wurde Garcia im Jahr 1986 erteilt [29]. Seitdem haben sich zahlreiche Veröffentlichungen mit dieser Thematik befasst. Als grundlegende Merkmale für die Tippverhaltenserkennung dienen meistens die Halte- und Übergangsdauern der getippten Tasten [30]. Zusätzlich werden gelegentlich auch die mittlere Tippgeschwindigkeit, die Häufigkeit von Tippfehlern, die Verwendung des Ziffernblockes und die Verwendung der Umschalttaste herangezogen [35]. Die Analyse der Kräfte beim Betätigen der Tasten erfordert dem Autor zufolge eine spezielle Tastatur. In [6] wird erwähnt, dass die prinzipielle Herausforderung darin besteht, einerseits die natürlichen Schwankungen im Tippverhalten eines Benutzers zu tolerieren und andererseits Angriffsversuche mit hoher Wahrscheinlichkeit abzuweisen. Einer der größten Vorteile der Tippverhaltenserkennung ist die Tatsache, dass als Sensor eine gewöhnliche Tastatur dienen kann [6]. Als Nachteile können die Abhängigkeit von einer konkreten Tastatur oder auch die mögliche Veränderung des Tippverhaltens im Laufe der Zeit genannt werden [50].

Die hier vorgestellten biometrischen Charakteristika sollen als Beispiele für die zahlreichen unterschiedlichen Alternativen stehen. Es gibt auch die Möglichkeit, mehrere biometrische Verfahren miteinander zu kombinieren [68]. Die Tippverhaltenserkennung wird in Kapitel 3 noch weit detaillierter betrachtet werden.

2.2 Aufbau eines biometrischen Systems

Obwohl es stark unterschiedliche und zahlreiche biometrische Charakteristika gibt, kann dennoch ein allgemein gültiger Aufbau eines biometrischen Systems beschrieben werden. Im Folgenden wird der allgemeine Aufbau in Anlehnung an [54], [85] und insbesondere [52] dargestellt. Demzufolge besteht ein biometrisches System aus insgesamt fünf Teilsystemen, die nachfolgend detailliert beschrieben werden.

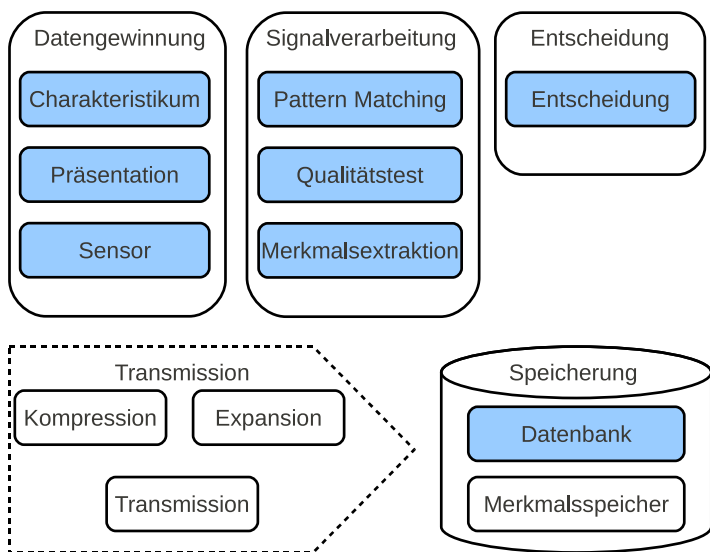


Abbildung 2.2: Aufbau eines biometrischen Systems, Abbildung in Anlehnung an [52]. Zwingend erforderliche Komponenten sind mit blauer Farbe unterlegt.

Datengewinnung

Dieses Teilsystem ist dafür verantwortlich, das biometrische Merkmal zu erfassen [52]. Das biometrische Charakteristikum wird hierfür dem Sensor präsentiert. Die Ausgabe des Sensors, die als biometrisches Sample bezeichnet wird [12], ist allgemein von drei Faktoren abhängig: naheliegenderweise vom biometrischen Charakteristikum, von der Art und Weise, wie dieses präsentiert wird und von der technischen Realisierung des Sensors [85]. Es wird in der letztgenannten Quelle auch explizit erwähnt, dass dadurch auch physiologiebasierte Systeme einen verhaltensbasierten Aspekt beinhalten. Sowohl die Kooperationsbereitschaft des Benutzers als auch das Umfeld bei der Datengewinnung müssen bei der konkreten Ausgestaltung eines biometrischen Systems berücksichtigt werden [52]. Dies ist gemäß letztgenannter Quelle notwendig, um möglichst viele störende Einflussfaktoren auf die Datengewinnung ausschließen oder minimieren zu können.

Transmission

Bei einigen biometrischen Systemen erfolgt die Datengewinnung und die Speicherung bzw. Signalverarbeitung örtlich getrennt [52]. Für solche Systeme ist das Teilsystem Transmission unverzichtbar [52]. Sind zudem die zu übertragenden Datenmengen sehr umfangreich, so wird auch eine Komprimierung vor der Übertragung und eine Expansion danach notwendig [85]. Da diese beiden Teilaspekte in Abbildung 2.2 nicht zwingend nötig sind, wurden sie nicht blau unterlegt. Allgemein ist jede Kombination von Datenkompression und -expansion mit Qualitätsverlust verbunden, wobei die Stärke des Verlustes mit der Kompressionsrate ansteigt [85]. Die technische Umsetzung hängt gemäß der zuletzt genannten Quelle dabei von der konkreten Art des Signals ab.

Signalverarbeitung

Dieses Teilsystem wandelt das biometrische Sample oder gegebenenfalls das rekonstruierte biometrische Sample nach Kompression und Expansion in biometrische Merkmale¹ um [52]. Diese biometrischen Merkmale sollten möglichst viel an Information beinhalten, die für die Unterscheidung von Individuen verwendet werden kann, wobei gleichzeitig redundante Information entfernt werden soll [52]. Aufgabe der Merkmalsextraktion ist es demzufolge, einen Merkmalsvektor zu erstellen, der eine kompakte Aufbereitung der biometrischen Samples darstellt und mithilfe des passenden Pattern Matchings verarbeitet werden kann. Meistens wird nach der Merkmalsextraktion ein Qualitätstest durchgeführt, bei dem überprüft wird, ob das vom Teilsystem Datengewinnung erhaltene biometrische Sample von hinreichender Qualität ist [85]. Es gibt aber auch Systeme, in denen der Qualitätstest vor der Merkmalsextraktion stattfindet. Sollte das biometrische Sample von unzureichender Qualität sein, kann der Benutzer aufgefordert werden, sein Charakteristikum nochmals dem Sensor zu präsentieren [85]. Das Pattern Matching vergleicht den aktuellen Merkmalsvektor mit einem oder mehreren anderen gespeicherten Templates² [85]. Die Anzahl der Templates, mit denen verglichen werden soll, hängt dabei vom konkreten Einsatzzweck des biometrischen Systems ab [85]. Ein Template kann im einfachsten Fall aus lediglich einem Merkmalsvektor bestehen. Allgemein können Templates auch komplexere mathematische Objekte sein, die von anderer Art sind als der Merkmalsvektor [85]. Als Ergebnis des Abgleichs zwischen Merkmalsvektor und Template erhält man einen numerischen Wert. Dieser gibt an, wie ähnlich sich Merkmalsvektor und das entsprechende Template sind [52]. Es gibt auch Systeme, bei denen anstelle eines Abstandsmaßes ein Ähnlichkeitsmaß verwendet wird [85]. Die Merk-

¹Im Rahmen dieser Arbeit wird hierfür die Definition nach [12] verwendet. Gleichbedeutend hierzu wird ebenfalls auch der Begriff „(biometrischer) Merkmalsvektor“ verwendet.

²Unter einem (biometrischen) Template wird im Rahmen dieser Arbeit „ein Sonderfall einer biometrischen Referenz, bei dem biometrische Merkmale zum Zwecke des Vergleichs abgespeichert wurden“ [12], verstanden.

malsextraktion bildet zusammen mit dem Pattern Matching den Kern jedes biometrischen Systems [52]. Das Teilsystem Signalverarbeitung wird mit dem Ziel konzipiert, möglichst geringe Abstände zwischen Merkmalsvektoren und Templates gleicher Individuen zu erhalten. Gleichzeitig sollen die Abstände zwischen Merkmalsvektoren und Templates unterschiedlicher Individuen möglichst groß ausfallen [85]. Der Abstand zwischen Merkmalsvektoren und Template desselben Individuums wird in den meisten Fällen von Null verschieden sein. Dies ist durch biometrische, präsentationsbedingte, sensorbezogene und transmissionsbezogene Schwankungen zu erklären [85].

Speicherung

Das Teilsystem Speicherung beinhaltet die Templates aller Benutzer, die sich bereits enrolt haben. Dabei kann diese Datenbank zentral oder verteilt realisiert werden [52]. Eine zentrale Realisierung ist dann notwendig, wenn 1:N Abgleiche mit dem System vorgenommen werden sollen, was bei der Identifizierung gegeben ist. Bei einem Einsatz des Systems, bei dem ausschließlich 1:1 Abgleiche durchgeführt werden sollen, können die Templates beispielsweise auch auf Smartcards verteilt werden, die jeder enrolte Benutzer mit sich führt [85]. Dies ist bei der Verifizierung der Fall. Im Allgemeinen lassen sich aus einem Template nicht mehr die zugrunde liegenden biometrischen Samples rekonstruieren, aus denen es einst berechnet wurde [85]. Es kann daher sinnvoll sein, die Samples, gegebenenfalls auch in komprimierter Form, parallel im sogenannten Merkmalsspeicher zu hinterlegen. Sollten Änderungen im System vorgenommen werden, müssen auch die Templates neu errechnet werden, da die konkrete Ausgestaltung der Templates von der Merkmalsextraktion abhängig ist [85]. Nach einer derartigen Überarbeitung können die passenden Templates mithilfe der Daten aus dem Merkmalsspeicher errechnet werden. Somit ist es nicht notwendig, nochmals biometrische Samples von allen enrolten Benutzern zu sammeln [85].

Entscheidung

Das Teilsystem Entscheidung beinhaltet die Systemstrategie. Diese legt die Auswahl der Templates aus der Datenbank fest, mit denen der aktuelle Merkmalsvektor beim Pattern Matching verglichen wird [85]. Als Ausgangspunkt für das Teilsystem Entscheidung dienen die numerischen Werte, die sich aus den Vergleichen des Merkmalsvektors mit den gespeicherten Templates ergeben [52]. Diese Werte aus den einzelnen Abgleichen resultieren aus einem Ähnlichkeits- oder Abstandsmaß [85]. Eine umfassende Betrachtung dieser beiden Maße findet sich in [46, S. 440 ff]. Auf Basis dieser Werte wird mithilfe der Systemstrategie eine finale „akzeptieren“ oder „abweisen“ Entscheidung getroffen [85].

2.3 Darstellung des Enrolments

Beim sogenannten Enrolment werden für einen bestimmten Benutzer geeignete biometrische Merkmale gewonnen, ein Template berechnet und in der Datenbank hinterlegt [13]. Der nachfolgend beschriebene Prozess des Enrolments ist in Abbildung 2.3 skizziert. Hierbei sind Schritte, die zwingend erforderlich sind, mit kontinuierlichen Pfeilen dargestellt. Optionale sind mit gestrichelten Pfeilen visualisiert.

Zuerst präsentiert der Benutzer hierfür dem Sensor sein biometrisches Charakteristikum [40]. Als Ergebnis liefert das Teilsystem Datengewinnung ein sogenanntes biometrisches Sample, das nun über die Transmission an das Teilsystem Signalverarbeitung übergeben wird (gegebenenfalls als rekonstruiertes Sample) [85]. Wie bereits in Abschnitt 2.2 erwähnt, ist das Teilsystem Transmission nicht für alle biometrischen Systeme erforderlich. Auch ist es möglich, dass eine Transmission stattfindet, in der keine Kompression und anschließende Expansion erfolgt [85]. Bei der Transmission kann das Sample zusätzlich in den Merkmalspeicher abgelegt werden, wahlweise als komprimiertes oder unkomprimiertes Sample [85].

Nach der Merkmalsextraktion wird die Qualität des abgegebenen Samples

Negative Identifizierung anhand des Tippverhaltens bei
Verwendung fester und freier Textbestandteile

Erdenreich, S.

2013, XVII, 196 S. 47 Abb., 38 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-00966-3