

Analyse biometrischer Handschriftverifikation im Kontext von Metadaten

Tobias Scheidat, Franziska Wolf, Claus Vielhauer

Advanced Multimedia and Security Lab (AMSL)
Institut für technische und betriebliche Informationssysteme (ITI)
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Universitätsplatz 2
D-39106 Magdeburg
{Tobias.Scheidat|Claus Vielhauer}@iti.cs.uni-magdeburg.de,
Franziska.Wolf@student.uni-magdeburg.de

Abstract: In der heutigen Zeit stellt die Handschrift in der Biometrik ein wichtiges Feld der Forschung dar. Handschrift, eine Verhaltensbasierte Biometrik, beruht auf erlernten Abläufen und unterliegt deshalb im Laufe der Zeit Veränderungen. Diese Veränderungen sollen mittels so genannter Metadaten analysiert und klassifiziert werden. Metadaten sind Hintergrundinformationen über die Datensammlung und die Träger der biometrischen Daten, dabei sind interkulturelle, sprachliche und Erfahrungsaspekte von besonderem Interesse. Standardisierte Aufnahmen von Online-Handschriftdaten und Metadaten von Nutzergruppen unterschiedlicher Nationalitäten werden dabei anhand eines Vergleichsmodells klassifiziert und die Systemsicherheit durch Verifikationsverfahren geprüft. In diesem Beitrag ermitteln wir auf Basis dieser Vorgehensweise neue Sicherheitsabschätzungen, sowie auf Nutzergruppen spezialisierte Empfehlungen zur Anwendung von Handschriften als biometrisches Verfahren zur Authentifikation.

1 Motivation

Durch die Anwendung der Handschrift in vielen Bereichen des täglichen Lebens, und nicht zuletzt durch den Aspekt der aktiven Willensbekundung, ist sie ein allgemein akzeptiertes Mittel zur Authentifikation, was sie als aktive Biometrie besonders gut anwendbar macht. Die Online-Handschrift hat sich in letzter Zeit als eine leistungsfähige Methode der Biometrik im Feld der Benutzerauthentifikation etabliert.

Die so genannte Online-Handschrift umfasst Handschriftdaten, die zusätzlich zum Schriftbild Funktionen des Schreibprozesses selbst mit Parametern, wie zum Beispiel der Schreibzeit, des Schreibdrucks und der Stiftgeschwindigkeit verbindet. Schon vor einiger Zeit wurde gezeigt, dass solche dynamischen Daten hinsichtlich der Erkennungsgenauigkeit besser für biometrische Verfahren geeignet sind, als statische oder offline Daten [PL89].

Insgesamt ist jedoch festzustellen, dass besonders Handschriftbasierte biometrische Systeme im Vergleich zu anderen biometrischen Verfahren zu einem gewissen Grad dem Problem der Falscherkennung unterliegen, wobei sich hier die Online-Ansätze als vorteilhaft erwiesen haben, die Minimierung der Falscherkennungsraten jedoch auch heute noch einen wichtigen Forschungsaspekt darstellt.

In Forschung und Praxis wird deswegen die Genauigkeit von biometrischen Systemen seit längerer Zeit experimentell ermittelt, wobei insbesondere die Fehlerklassen der Falsch-Akzeptanzen und Falsch-Rückweisungen, sowie deren Abhängigkeiten voneinander von Interesse sind. Analyse Kriterien sind hierbei bislang unterschiedliche biometrische Verfahren und Sensoren, welche anhand der experimentellen Ergebnisse verglichen werden können. Diese Evaluierungen wurden vor kurzem, angeregt durch neue Untersuchungen, um so genannte Metadaten erweitert. Vorarbeiten auf diesem Gebiet adressieren besonders die Anwendung der Handschrifterkennung. Hier wurde zum Einen die Möglichkeit diskutiert, anhand der automatischen Analyse handgeschriebener Dokumente Gruppenmerkmale wie Geschlecht oder ethnische Zugehörigkeit von Personen zu bestimmen [TKS04], und zum anderen wurden Möglichkeiten der Optimierung von Textsuche durch Unterstützung durch Metadaten untersucht [SHS05]. Es wurden bislang jedoch nicht, wie in unserem Fall, Online-Handschriften verwendet, sondern statische Schriftbilder untersucht. Auch war die Zielsetzung in den beschriebenen Ansätzen bislang die Erkennung des textuellen Inhalts der Handschrift, nicht die biometrische Bestimmung der schreibenden Person. Die genannten Vorarbeiten haben uns motiviert, Metadaten im Kontext biometrischer Verfahren zu untersuchen, wobei wir in eigenen Vorarbeiten Untersuchungen zu Sprachbasierter Benutzerauthentifikation getätigt haben. Ziele waren hier die automatische Bestimmung der gesprochenen Sprache, sowie Analyse der biometrischen Erkennungsgenauigkeit für Benutzer, die verschiedene Sprachen sprechen [Vi05a]. Zielsetzung der in diesem Artikel vorgestellten Arbeiten ist es nun, eine Methodik zur validierenden Analyse von Online-Handschriften im Kontext von Metadaten vorzustellen und anhand einer experimentell durchgeführten Hypothesenuntersuchung Designvorschläge für biometrische Verifikationssysteme unter Berücksichtigung bekannter Metainformation zu tätigen.

Metadaten lassen sich in technische und nicht-technische Klassen unterteilen. Technische Metadaten enthalten Information zur Systemumgebung der Datensammlung, wie Details zur verwendeten Hardware und Software. Nicht-technische Metadaten beschreiben Aspekte des persönlichen Hintergrundes des menschlichen Trägers der biometrischen Modalitäten Handschrift oder Sprache. Diese können wiederum in kulturelle und biologische Aspekte klassifiziert werden [Sc04]. Darüber hinaus wurde für diese Arbeit der Aspekt der Erfahrungswerte als neuer Typ der konditionalen Metadaten entwickelt. Das Ziel ist die Untersuchung quantitativer und qualitativer Beziehungen der nicht-technischen Metadaten der Träger auf die Ausprägung des biometrischen Merkmals Handschrift zur Erhöhung der Sicherheit.

Durch die Sammlung standardisierter Online-Handschriften und der dazugehörigen Metadaten verschiedener Nutzergruppen differierender Nationalitäten (indisch, italienisch, deutsch) wurden vergleichende Untersuchungen, fokussiert auf Sprache und Kultur übergreifende Aspekte, möglich. Auf der Grundlage von Analysen der biometrischen Daten einerseits und der Metadaten andererseits, können Hypothesen über Zusammenhänge beider Datenbereiche aufgestellt werden. Tests und simulierte Angriffe führen zur Evaluationen der Thesen. So können Folgen für die Nutzungsgenauigkeit und die Robustheit bezüglich verschiedener Angriffe abgeschätzt werden.

In dieser Arbeit werden zunächst die Definitionen der verschiedenen Metadaten gegeben und ihre Herleitung erläutert. Der interkulturelle Hintergrund der Datensammlung wird beschrieben sowie der Testplan der Schriftsemantiken vorgestellt. Dabei wird besonders auf die unterschiedlichen Funktionen der Schriftsemantiken eingegangen. Die Menge der gesammelten Daten wird vorgestellt und es schließt sich die Analyse und Bezugnahme zu biometrischen Handschriftdaten an. Es werden drei Hypothesen aufgestellt und deren Evaluierung mittels eines biometrischen Fehlermaßes vorgenommen. Den Abschluss bilden eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

2 Methodologie

Metadaten umfassen technische, biologische, kulturelle und konditionale Aspekte, wie in der Taxonomie in Abbildung 1 dargestellt und werden wie folgt unterteilt:

Technische Metadaten sind Angaben zur Aufnahmeumgebung und registrieren die verwendete Hardware und Software. Beispiele für technische Metadaten sind Details der eingesetzten Sensoren, wie zeitliche und räumliche Auflösung der Erfassungshardware, sowie Informationen zur Ausprägung der eingesetzten Software-Verfahren zur Bildung der biometrischen Referenz und der Verifikation. Sie werden mittels eines Interfaces dem Profil der gespeicherten biometrischen Daten hinzugefügt.

Nicht-technische Metadaten der **biologischen Aspekte** beschreiben so genannte *soft biometrics* ([JDN04]), wie zum Beispiel Rechts- oder Linkshändigkeit, das Geburtsjahr und das Geschlecht des Anwenders. Diese biologischen Metadaten können herangezogen werden, um Auswirkungen unterschiedlicher Konstitutionen auf die Handschrift nachzuvollziehen.

In den **kulturell relevanten Aspekten** der nicht-technischen Metadaten werden unter anderem die Muttersprachen des Nutzers, sein Herkunftsland, sowie die erworbenen Fremdsprachen erfasst. Sprachen und Schriften unterscheiden sich und können somit auch potenziell Einfluss auf die Handschrift haben. Besonders Unterschiede zwischen Fremd- und Muttersprache können durch diese Metadaten nachvollzogen werden. Die biologischen und kulturellen Metadaten werden mittels eines Interfaces dem anonymisierten Profil des Nutzers beigefügt.

Eine neue Klasse stellen die **konditionalen** Metadaten dar. Es handelt sich um dynamische Faktoren, welche die Erfahrungen und den Zustand des Nutzers zum Zeitpunkt der Aufnahme erfassen. Auslandsaufenthalte, die Vertrautheit mit technischen Geräten und subjektive Zustände, wie zum Beispiel Stress oder Müdigkeit werden darin von den Anwendern erfragt. Diese momentanen Zustände des Menschen können nachweislich Einfluss auf die Handschrift haben [Hu96]. Um dem kritischen Punkt der Momenterfassung Rechnung zu tragen, werden die konditionalen Metadaten in Form eines Fragebogens zum Zeitpunkt der biometrischen Datenerfassung erhoben.

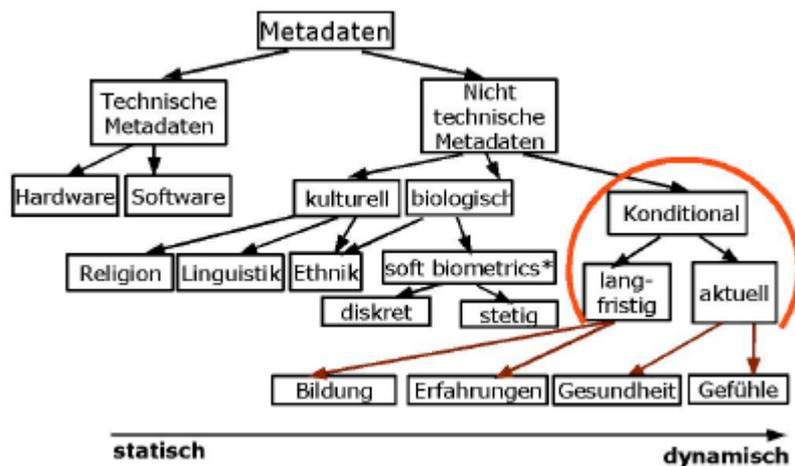


Abbildung 1: Klassifizierung der Metadaten

In [Sc04] und [Wo05] wurden die aktuellen Definitionen von Metadaten spezifiziert, mit der Methodologie der Datensammlung zusammengeführt und im Kontext des Versuchsaufbaus detailliert beschrieben. Tabelle 1 fasst die wesentlichen Metadaten, welche im Rahmen dieser Arbeit erhoben wurden, nochmals zusammen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die unter Laborbedingungen durchgeführte Datensammlung verschiedener handschriftlicher Samples von internationalen Nutzergruppen abgeschlossen, und es konnten erste Ergebnisse gewonnen werden. Mehrere auf Sicherheitsanalysen von Nutzergruppen basierende Experimente, die besonders in Hinblick auf nicht-technische Metadaten klassifiziert wurden, konnten durchgeführt werden. Als zentrale Metadaten wurden Geschlecht und Muttersprachen ausgewählt, da sie, mehr als andere Metadaten, eine gute Streuung der Parameter aufweisen und dennoch universal vorliegen. Die durch Analyse von Gruppen ermittelten Parameter, die einzelne Gruppen spezifizieren und weitergehend die Unterschiede von Gruppen zueinander charakterisieren, können zur Formulierung von Hypothesen genutzt werden. Als Hypothesen bezeichnen wir in diesem Zusammenhang Aussagen über Auswirkungen bestimmter Metadatenkonstellationen im Hinblick auf Sicherheitsaspekte. Diese Hypothesen werden zunächst formuliert und dann anhand der empirischen Daten im Experiment statistisch evaluiert.

Tabelle 1: Übersicht der erfassten Metadaten und deren Kategorien

Beschreibung der Metadaten	Metadaten Kategorie
Geschlecht (weiblich oder männlich)	nicht-technisch, biologisch
Alter	nicht-technisch, biologisch
Händigkeit (links oder rechts)	nicht-technisch, biologisch
ethnischen Zugehörigkeit (weiß, schwarz, lateinamerikanisch, asiatisch, ...)	nicht-technisch, biologisch
Religion	nicht-technisch, kulturell
Höchster Bildungsgrad	nicht-technisch, kulturell, konditional
Geburtsland (ISO-3166),	nicht-technisch, kulturell
Geburtsland der Eltern (ISO-3166),	nicht-technisch, kulturell
Länder der Schulbildung(ISO-3166)	nicht-technisch, kulturell
Muttersprache (ISO-639)	nicht-technisch, kulturell
andere Sprachen (ISO-639)	nicht-technisch, kulturell, konditional
Schrift der Muttersprache (ISO-15924)	nicht-technisch, kulturell
andere Schriften (ISO-15924)	nicht-technisch, kulturell, konditional
Aufnahmegesetz (Tablett zur Handschrifterfassung, Mikrofon, Soundkarte, andere Audio-Hardware, z.B. Telefon)	technisch
Umgebung (Geräusch gedämmter Raum, Labor, im Freien mit/ohne Verkehrsgeräusche)	technisch
Semantik und Inhalt der Eingabe	technisch
verwendete Sprache und Schrift	nicht-technisch, kulturell
Druck- oder Schreibschrift	nicht-technisch, konditional
Datum und Uhrzeit	technisch

Als Ziel wird eine Zusammenstellung angestrebt, die, basierend auf Metadaten, Gruppen spezifizierte Empfehlungen für die zukünftige Nutzung spezieller handschriftlicher Semantikklassen zur Benutzerauthentifikation enthält. Die Datensammlung wurde in Zusammenarbeit der interkulturellen Forschungsgruppe des Projektes CultureTech [Cu05] und ihrer deutschen, indischen und italienischen Mitarbeiter anhand eines Testplans durchgeführt. Der Testplan strukturiert die Durchführung von Aufnahmen der biometrischen Samples in bis zu zwei Sprachen: Englisch und Deutsch. Auf diese Weise wird ein Sprachübergreifender Vergleich von handschriftlichen Daten möglich. Im Testplan werden von jedem teilnehmenden Testteilnehmer 48 verschiedene Schriftsemantiken aufgezeichnet und über ein Erfassungssystem in der Evaluationsdatenbank registriert. Die Semantiken setzen sich aus individuellen und statischen Aufgaben zusammen, um eine möglichst umfassende Erhebung von Sprache und Schrift vornehmen zu können.

Im Bereich der individuellen Aufgaben wurden dabei zum einen Fragen präsentiert, deren Antworten geschrieben und als biometrisches Merkmal aufgezeichnet wurden. So wurde dabei z.B. die Frage nach dem Namen, der Profession und Herkunft gestellt, und der Nutzer schrieb die ihr oder ihm richtig erscheinende Antwort nieder. Dabei war es dem Nutzer überlassen, ausführlich, in Abkürzungen oder nach eigener Interpretation zu antworten. Darüber hinaus wurden in diesem individuellen Teil selbst gewählte Passphrasen und Symbole aufgezeichnet. Insgesamt enthält der Testplan neun individuelle Schriftsemantiken.

Neben diesen individuellen Schriftsemantiken wurden vom Nutzer noch 37 weitere statische, also vorgegebene Wörter, Sätze und Nummern niedergeschrieben. Wörter als Objekte der Kommunikation können so einzeln oder im inhaltlichen Zusammenhang eines Satzes auf spezifische Veränderungen untersucht werden. Die Analyse von Zahlen dient der Untersuchung sprachinvarianter Aspekte, die nur auf kulturellen Unterschieden basieren. Jede dieser Schrift- bzw. Stimmsemantiken wird zehnmal in das System eingelesen, um für jedes Subjekt die Variationsbreiten bestimmen zu können und eine grundlegende Menge von biometrischen Daten für Enrollments und Verifikationen zur Verfügung zu haben.

3 Datensammlung und praktische Analysemethoden

Bisher konnten mit der im vorigen Abschnitt beschriebenen Methodik insgesamt 7770 Samples von Audiodaten und 28170 Samples von Handschriften gesammelt und eingepflegt werden. Die Audiodaten sollen in zukünftigen Arbeiten durch Fusionsverfahren mit den Handschriftdaten kombiniert werden, wenn die Untersuchung der Handschriftdaten abgeschlossen ist. 30 Deutsche, 12 Italiener und 20 Inder nahmen dabei als Testpersonen an den Aufnahmen teil. Daten von Handschriften in deutscher Sprache von 20 männlichen und 10 weiblichen deutschen Nutzern und in englischer Sprache von 11 Deutschen, 12 Italienern und 6 Indern konnten dabei verifiziert und zur Weiterverarbeitung genutzt werden.

Zunächst wurde dabei die Anzahl von 48 Schriftsemantiken auf sieben Semantiken reduziert. Diese Auswahl soll die Möglichkeiten der individuellen und statischen Schriftsemantiken repräsentieren. Dies sind zum einen die Unterschrift und das persönlich gewählte Symbol als individuelle Ausprägung von Handschrift. Zum anderen, um Sprachübergreifende Vergleiche zu ermöglichen, wurden zwei unterschiedlich lange Zahlenreihen (8710 und 77993) ausgewählt. Für den Sprach- und Schriftvergleich wurden zwei unterschiedlich lange Wörter (*Bird* und *Communication*), sowie ein Satz (*Where are you going?*) den zu untersuchenden Semantiken zugefügt. Auch konnten erste Gruppierungen der Nutzer aufgrund ihrer Metadaten bezüglich Nationalität und Geschlecht durchgeführt werden. In der Tabelle 2 sind die für die Überprüfung der Hypothesen und die Erstellung der sicherheitsrelevanten Empfehlungen verwendeten Semantiken dargestellt, unterteilt nach individuell und statisch.

Tabelle 2: Einteilung der verwendeten Semantiken in individuelle und statische Aufgaben

Individuelle Aufgaben	Statische Aufgaben
Unterschrift	8710
frei gewähltes Symbol	77993
	Vogel (engl. Bird)
	Kommunikation (engl. Communication)
	Wohin willst du? (engl. Where are you going?)

Zur Evaluierung der Hypothesen wird die Equal Error Rate (EER) als Sicherheitsmaß verwendet. Diese Größe beschreibt den Punkt, an dem die FNMR (False Non Match Rate), also die prozentuale Häufigkeit von Abweisungen autorisierter Nutzer, und die FMR (False Match Rate), die prozentuale Häufigkeit der Akzeptanz nicht autorisierter Personen, identisch sind ([La02]). Die Einbeziehung von gezielten Fälschungen, welche besonders für Verhaltensbasierte biometrische Systeme möglich sind ([ZV03]), erfolgte in dieser initialen Evaluierung noch nicht.

Die Ermittlung der empirischen Fehlerraten erfolgt anhand des Biometric Hash Verfahrens, welches auf statistischen Merkmalen der Dynamik der Online-Handschrift beruht. Dieses Verfahren wurde ursprünglich dazu konzipiert, aus handschriftlichen biometrischen Eingaben benutzerspezifische und individuelle Prüfsummen zu generieren, welche dann beispielsweise zur Ableitung von kryptographischen Schlüsseln verwendet werden können. Es wurde jedoch auch gezeigt, dass das grundlegende Verfahren zur Merkmalsextraktion auch im Verifikationsmodus zu Erkennungsraten führt, die vergleichbar zu anderen veröffentlichten Verfahren zur handschriftlichen Benutzerauthentifikation sind. Detaillierte Beschreibungen zum Biometric Hash Verfahren finden sich in [VSM02], [VS04] und [Vi05b].

4 Hypothesentest und Designempfehlungen

Aufgrund von manuellen Untersuchungen der erfassten Schriftproben anhand der statistischen Eigenschaften und des Schrift- und Erscheinungsbildes konnten drei verschiedene Hypothesen aufgestellt werden. Diese erste Auswahl entspricht dem subjektiven Empfinden der Autoren und sollte keinesfalls als vollständig angesehen werden. Dabei wurden die Gruppen anhand nicht-technischer Metadaten gebildet. Die aufgestellten Hypothesen basieren auf dem Zusammenhang der biometrischen Unterschiede und der Metadaten. Aufbauend auf den Hypothesen wurden spezifische Szenarien entwickelt, welche die für die Untersuchung erforderlichen Personengruppen und Semantiken berücksichtigen. So wurde ein Mittel geschaffen, die Eignung der Schriftsemantiken für die Nutzergruppen zu vergleichen und zu prüfen. Anhand der erzeugten gruppenspezifischen Szenarien wurden die Fehlerraten FNMR und FMR in Verifikationsverfahren ermittelt. Zum Vergleich wurden dann die EERs der einzelnen Gruppen herangezogen. Basierend auf diesen Werten können dann die Hypothesen überprüft und Empfehlungen zum sichereren Anwenden eines biometrischen Handschriftensystems gegeben werden.

Hypothese 1: *Zahlen in der deutschen Muttersprache differieren in ihrer Schreibweise von den in der englischen Fremdsprache geschriebenen. Wenn deutsche Personen Auslandsaufenthalte haben, verändert sich die Art Zahlen zu schreiben.*

Für die erste Hypothese wurde die Betrachtung der Ziffernschreibweise gewählt, da es hier einige offensichtliche Unterschiede in der deutschen und englischen Schreibweise gibt.

Beispielhaft soll hier die Ziffer 1 genannt werden, die im deutschen Gebrauch meist mit einem Anstrich geschrieben wird, im englischen jedoch als einfacher senkrechter Strich. Zur Untersuchung wurden deutsche Testpersonen herangezogen, die mindestens ein halbes Jahr im Ausland gelebt haben. Dieser Gruppe wurden deutsche Probanden ohne die entsprechende Erfahrung gegenübergestellt. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Personengruppen mit Auslandserfahrungen ihre Schreibgewohnheiten bzgl. Ziffern merklich verändert hat, was die Erkennungsgenauigkeit bei deren Verwendung in einem biometrischen Handschriftensystem verschlechtert.

In Tabelle 3 (Zeilen *mit/ohne Auslandserfahrung (D)*) ist zu sehen, dass die Personen mit einem längeren Auslandsaufenthalt bei Zahlen eine deutlich schlechtere EER aufweisen. Für die Ziffernfolgen 8710 und 77993 wurden Fehlerraten von 0.25 und 0.16 für die Personengruppe mit Auslandserfahrung bestimmt. Für die Vergleichsgruppe betragen diese Werte 0.20 bzw. 0.10. Vergleicht man die Ergebnisse, die auf Wörtern basieren, kann diese Feststellung nicht umfassend getroffen werden. Während es bei der Unterschrift (0.05 mit und 0.13 ohne Auslandserfahrung) größere Unterschiede gibt, liegen die EERs für die übrigen Semantiken dichter beieinander (maximaler Unterschied 0.03). Damit konnte die aufgestellte Hypothese 1 bestätigt werden.

Aus den Testergebnissen ergibt sich die sicherheitsrelevante Empfehlung, dass Personen mit einem längeren Auslandsaufenthalt als Schriftsemantik nicht Zahlen nutzen sollten. Dafür bieten sich allgemein Wörter, die Unterschrift und das Symbol an. Die Personen der anderen Gruppe sollten ebenfalls Wörter und das Symbol verwenden. Auch in dieser Personengruppe sind Zahlen und die Unterschrift nicht zu empfehlen.

Hypothese 2: *Kulturelle Unterschiede sind durch Vergleiche der Nationengruppen belegbar, so dass Empfehlungen für jeweils besser geeignete Schriftsemantiken ausgesprochen werden können.*

Für die Überprüfung dieser Hypothese wurden Gruppen entsprechend der Nationalitäten gebildet, und es wurden alle Schriftsemantiken in die Evaluierung einbezogen. Die ermittelten Fehlerraten sind in der Tabelle 3 in den Zeilen *alle Testpersonen* der entsprechenden Nationalitäten (D=deutsch, IT=italienisch und IND=indisch) aufgelistet. Bei den Tests konnte festgestellt werden, dass es Unterschiede zwischen den drei Gruppen bzgl. der Semantiken gibt. Allgemein scheint die Online-Handschrift für Inder besser als Authentifikationsmerkmal geeignet zu sein als für Europäer. Die Inder erreichen in vier von sieben Fällen die besseren Ergebnisse. Die größten Unterschiede konnten für die Unterschrift (D=0.04, IT=0.10, IND=0.01), die Zahl 8710 (D=0.19, IT=0.15, IND=0.10) sowie die Zahl 77993 (D=0.10, IT=0.22, IND=0.06) ermittelt werden. Damit konnte auch die zweite Hypothese anhand der durchgeführten Tests bestätigt werden.

Als Empfehlung kann die Unterschrift bei allen Testgruppen angegeben werden, da sie bei der deutschen und indischen Gruppe am Besten abschneidet. Bei den italienischen Testpersonen ist nur noch der Wert für das Symbol besser. Für die beiden europäischen Gruppen wurden die schlechtesten Ergebnisse bei den Zahlen erreicht. Bei den Indern schneidet das Wort mittlerer Länge am schlechtesten ab.

Hypothese 3: Es gibt Unterschiede im Schreibverhalten weiblicher und männlicher Nutzer. Dieser Unterschied wird deutlich bei dem frei gewählten Symbol und dem kurzen Wort.

Für die Untersuchung dieser Hypothese wurde die Unterteilung der Testpersonen anhand ihres Geschlechtes vorgenommen. Auch hier wurden alle Semantiken zur Überprüfung herangezogen. Betrachtet man die Zeilen *weiblich* und *männlich* der Tabelle 3 fällt auf, dass es vor allem Unterschiede bei der Verwendung des frei gewählten Symbols gibt. Die Testergebnisse zeigen, dass die EER der männlichen Testpersonen bei den Symbolen niedriger (0.03) ist, als bei der weiblichen Gruppe (0.08). Ein ebenfalls großer Unterschied in der EER ist bei dem kurzen Wort (*Bird*) festzustellen. Hier ist die Fehlerrate der weiblichen Teilnehmer (0.03) wesentlich geringer als bei den männlichen (0.13). Die Ergebnisse der anderen Semantiken weichen bei den beiden Gruppen um einen maximalen Wert von 0.02 voneinander ab. Die Hypothese konnte so für einen Teil der Semantiken (frei gewähltes Symbol und kurzes Wort) bestätigt werden. Die Unterschiede bei den anderen Semantiken sind dagegen sehr gering.

Basierend auf den ermittelten Werten kann folgende Sicherheitsempfehlung getroffen werden: Für Männer eignen sich besonders das Symbol und die Unterschrift. Am wenigsten geeignet sind hier kurze Wörter. Auf der anderen Seite sollten Frauen neben der Unterschrift Wörter verwenden, die eine geringe bis mittlere Buchstabenanzahl haben. Sie sollten zusätzlich die Verwendung kurzer Zahlen zur Authentifikation vermeiden.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Testergebnisse bzgl. Benutzergruppen und Semantiken (D=deutsch, IT=italienisch, IND=indisch, Anz.=Anzahl der Testpersonen)

Gruppe	Unterschrift		Symbol		8710		77993		Bird		Communication		Where are you going?	
	EER	Anz.	EER	Anz.	EER	Anz.	EER	Anz.	EER	Anz.	EER	Anz.	EER	Anz.
ohne Auslands- erfahrung (D)	0.13	8	0.07	7	0.20	8	0.10	7	0.07	7	0.06	7	0.03	7
mit Auslands- erfahrung (D)	0.05	7	0.05	8	0.25	6	0.16	7	0.04	8	0.06	8	0.05	6
alle Test- personen (D)	0.04	13	0.07	14	0.19	12	0.10	10	0.05	8	0.10	8	0.09	9
alle Test- personen (IT)	0.10	7	0.08	7	0.15	7	0.22	4	0.10	8	0.10	6	0.10	7
alle Test- personen (IND)	0.01	10	0.09	9	0.10	12	0.06	10	0.10	10	0.14	8	0.05	9
weiblich	0.04	11	0.08	9	0.12	10	0.07	8	0.03	8	0.04	8	0.09	11
männlich	0.03	15	0.03	9	0.10	14	0.05	9	0.13	9	0.04	9	0.08	9

In der Tabelle 3 sind die Testergebnisse für die zur Verifikation der Hypothesen verwendeten Gruppen in Form der EERs zusammengefasst. Die Tabelle enthält die Werte (EER) entsprechend der Schriftsemantiken bzw. Gruppen jeweils ergänzt durch die Anzahl der untersuchten Personen. Eine Zusammenfassung der sicherheitsrelevanten Empfehlungen pro zu untersuchender Personengruppe ist in der Tabelle 4 zu finden.

Tabelle 4: Auflistung der empfohlenen bzw. nicht empfohlenen Semantiken für die Nutzergruppen (D=deutsch, IT=italienisch, IND=indisch)

Nutzergruppe	empfohlen	nicht empfohlen
ohne Auslands- erfahrung (D)	Wörter, Symbol	Zahlen, Unterschrift
mit Auslands- erfahrung (D)	Wörter, Unterschrift, Symbol	Zahlen
alle Test- personen (D)	Unterschrift	Zahlen
alle Test- personen (IT)	Symbol	Zahlen
alle Test- personen (IND)	Unterschrift	mittleres Wort
weiblich	Unterschrift, kurzes/mittleres Wort	kurze Zahlen
männlich	Unterschrift, Symbol	kurzes Wort

Zusammenfassung und künftige Arbeiten

Obwohl die vorliegende Quantität von Testpersonen und Samples keine statistische Vollständigkeit garantiert, kann nach unseren Experimenten dennoch gesagt werden, dass bei Kenntnis von Metadaten in Handschriftbasierten biometrischen Systemen grundsätzliche Tendenzen entdeckt werden konnten, die zur Entwicklung von Designkriterien führen können. Zur Erarbeitung solcher Empfehlungen haben wir eine Methodik vorgestellt, die auf der Formulierung von Hypothesen und deren experimentellen Evaluierung beruht.

Die drei aufgestellten Hypothesen konnten zum größten Teil bestätigt werden. Daraus konnten sicherheitsrelevante Empfehlungen abgeleitet werden, die auf Metadaten-Gruppierungen bzgl. des Aufenthaltes im Ausland, kultureller Aspekte und des Geschlechtes basieren. Es konnte für jede Gruppe mindestens jeweils eine Schriftsemantik empfohlen werden, die entweder besonders gut oder nicht geeignet ist. Diese Hypothesen und Empfehlungen können in Zukunft vertiefend und mit umfangreicheren Daten eruiert werden, um höhere Sicherheit in biometrischen Systemen für einzelne Nutzergruppen zu erzielen.

Weiterhin konnte durch unsere erste Arbeit grundsätzlich gezeigt werden, dass es möglich ist, Träger aktiver Biometrien, hier für Online-Handschriften, durch Metadaten zu präzisieren. Durch Klassifikation der Nutzer in Untergruppen und Analysen der biometrischen Daten lassen sich Nutzereigenschaften wie Herkunft oder Erfahrungen bezüglich ihrer Einflüsse auf Biometrien untersuchen und in Thesen präzisieren. Sicherheitstests können dabei auf den biometrischen Maßgrößen FNMR und FMR basieren und durch Evaluierung mittels EER zu nutzerspezifischen Empfehlungen von handschriftlichen Biometrien führen.

Aufbauend auf den hier vorgestellten Grundlagen bietet sich für die Zukunft ein weites Feld für weitere Forschungsarbeiten. So sind derzeit weitere Gruppenbildungen und daraus folgernde Hypothesen sowie deren Eruiierung in Bearbeitung. Darüber hinaus werden die Nutzergruppen und Schriftsemantiken auf Sicherheitsaspekte bezüglich ihrer Robustheit in Bezug auf Fälschungen, d.h. gezielte Angriffe auf das biometrische System, untersucht. So könnten für die Zukunft umfassende und Benutzerspezifische Sicherheitsempfehlungen dieser neuen Sichtweise auf das Prinzip der Handschriftbasierten Biometrik formuliert und angewendet werden. Weiterhin sollen die hier vorgestellten Metadaten und Methodiken künftig auch auf die Sprachdaten angewendet werden, die ebenfalls durch die deutschen, indischen und italienischen Partner aufgenommen wurden. Hiermit können dann die vorliegenden Ergebnisse zusätzlich anhand der Sprache, als eine weitere Verhaltensbasierte Modalität, validiert werden.

Danksagung

Diese Veröffentlichung entstand unter Mithilfe der Europäischen Union (Informationen zum Projekt CultureTech unter <http://amsl-smb.cs.uni-magdeburg.de/culturetech/>), sowie in Kooperation mit dem EU Network of Excellence, BioSecure (IST-2002-507634 BIO-SECURE). Der Inhalt dieser Veröffentlichung steht in alleiniger Verantwortung der Autoren und widerspiegelt somit in keiner Weise die Meinung der Europäischen Union.

Literaturverzeichnis

- [Cu05] The Culture Tech Project: Cultural Dimensions in digital Multimedia Security Technology, a project funded under the EU-India Economic Cross Cultural Program, <http://amsl-smb.cs.uni-magdeburg.de/culturetech/>, requested July 2005
- [Hu96] Hulstijn, W.: Writing and drawing in neuropsychology: Studies on psychomotor slowness. Handwriting and drawing research: Basic and applied issues, IOS Press, Amsterdam, 1996; S. 203 - 214
- [JDN04] Jain, A.K.; Dass, S.C.; Nandakumar, K.: Can soft biometric traits assist user recognition?. Proceedings of SPIE Defense and Security Symposium, Orlando, 2004
- [La02] Lassmann, G.: Kriterienkatalog - Bewertungskriterien zur Vergleichbarkeit biometrischer Verfahren. TeleTrust Deutschland e.V., Version 2.0, 2002; S. 16f.

- [PL89] Plamondon, R; Lorette, G.: Automatic Signature Verification and Writer Identification - the State of the Art. Pergamon Press plc., Pattern Recognition, 22, Vol. 2, 1989; pp. 107 - 131
- [Sc04] Schimke, S.; Vielhauer, C.; Dutta, P.K.; Basu, T.K.; de Rosa, A.; Hansen, J.; Yegnanarayana, B; Dittmann, J.: Cross cultural aspects of biometrics. In: Biometrics: challenges arising from theory to Practice (Inaugural BCTP workshop: satellite workshop to IEEE-ICPR 2004, Cambridge, UK, August 22nd 2004) - workshop proceedings. Magdeburg: Univ., 2004; pp. 27 – 30 (BCTP)
- [SHS05] Srihari, S.; Huang, C.; Srinivasan, H.: Search engine for handwritten documents. In: Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, San Jose, California, USA, Vol. 5676, 2005; pp. 66 - 75
- [TKS04] Tomai, C. I.; Kshirsagar, D.M.; Srihari, S.: Group Discriminatory Power of Handwritten Characters. In: Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, 2004; pp. 116 - 123
- [Vi05a] Vielhauer, C.; Basu, T.; Dittmann, J.; Dutta, P.K.: Finding Metadata in Speech and Handwriting Biometrics. In: Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, San Jose, California, USA, Vol. 5681, ISBN 3-00-015548-1, 2005; pp. 504 - 515
- [Vi05b] Vielhauer, C.: Biometric User Authentication for IT Security: From Fundamentals to Handwriting, Springer Science+Business Media Inc., New York, USA, ISBN: 0-387-26194-X, 2005
- [VSM02] Vielhauer, C.; Steinmetz, R.; Mayerhöfer, A.: Biometric Hash based on Statistical Features of Online Signatures. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Quebec City, Canada, Vol. 1, ISBN 0-7695-1696-3, 2002; pp. 123 - 126
- [VS04] Vielhauer, C.; Steinmetz, R.: Handwriting: Feature Correlation Analysis for Biometric Hashes. In (Bourlard, H.; Pitas, I.; Lam, K.; Wang, Y., Eds.): EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Special Issue on Biometric Signal Processing, Hindawi Publishing Corporation, Sylvania, OH, U.S.A., ISSN: 1110-8657, 2004; pp. 542 - 558
- [Wo05] Wolf, F.; Oermann, A.; Vielhauer, C.; Dutta, P.K.; Basu, T. K.; Yegnanarayana, B.: A Cross-Cultural Evaluation Framework for Behavioral Biometric User Authentication. In: Proceedings of the 29th Conference of the German Classification Society (GFKL), Special Track on Information Management for User and Data Authentication in IT Security, Magdeburg, 2005
- [ZV03] Zöbisch, F.; Vielhauer, C.: A Test Tool to support Brut-Force Online and Offline Signature Forgery Tests on Mobile Devices. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2003; pp. 225 - 228