

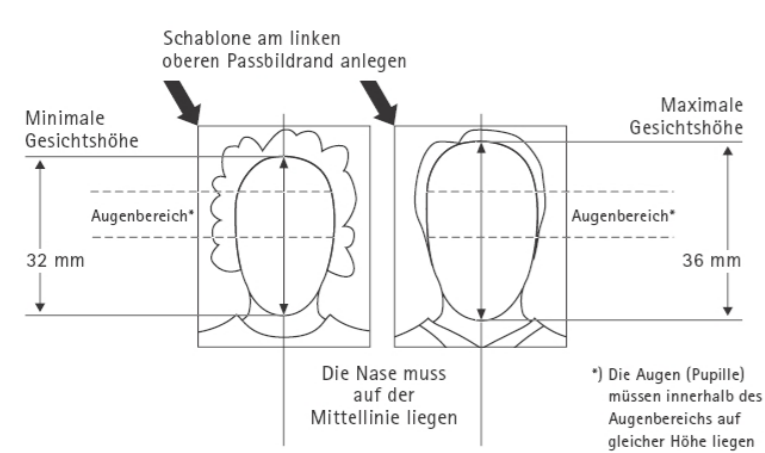
Entwicklung eines Verfahrens zur Extraktion von biometrischen Merkmalen aus standardisierten Passbildern (ISO/IEC FCD 19794-5)

Diplomarbeit, vorgelegt von Katja Orlowski



Aufgabenstellung

Mit dieser Arbeit wird ein Verfahren zur Extraktion von biometrischen Merkmalen aus standardisierten Passbildern entwickelt, welches sich aus mehreren Teilschritten zusammensetzt. Mit Hilfe von verschiedenen Bildverarbeitungsschritten werden aus dem Passbild Gesichtspunkte bestimmt, die in einem Graphen zusammengefasst werden. Anhand des vorliegenden Graphen sollen Aussagen zu einer Klassenzugehörigkeit getroffen und ein Template erzeugt werden.



Schablone der Bundesdruckerei zur Passbildaufnahme

Biometrie

Der Begriff stammt aus dem Griechischen und leitet sich von den Wortstämmen bios (Leben) und metron (Maß) ab und ist die Wissenschaft, die sich mit der Vermessung quantitativer Merkmale von Lebewesen beschäftigt. Biometrische Merkmale müssen **universell, einzigartig, beständig und erfassbar** sein.

Bei den Merkmalen werden physiologische und verhaltensbezogene Merkmale unterschieden. Das Gesicht gehört zu den physiologischen Merkmalen, welche in den meisten Fällen passiv präsentiert werden. Alle Merkmale haben eines gemeinsam: Sie unterliegen natürlichen Schwankungen und Veränderungen. Die physiologischen Merkmale, wie beispielsweise das Gesicht oder Finger, verändern sich auf Grund von Alterungseffekten, Verletzungen oder Krankheiten. Das Gesicht unterlie noch weiteren Veränderungen, z.B. veränderte Haartracht nach einem Friseurbesuch oder Tragen einer Brille.

Der Standard ISO/IEC FCD 19794-5

Ergebnis verschiedener Studien ist die Einsetzbarkeit der Gesichtserkennung in Bezug auf Ausweisdokumente sowie die Einführung der Frontalansicht in Passbildern. Die Interoperabilität biometrischer Daten gewährleistet der internationale Standard ISO/IEC 19794-5. Dieser legt das Dateiautauschformat CBEFF (Common Biometric Exchange File Format) sowie Richtlinien für die Passbilderstellung fest.

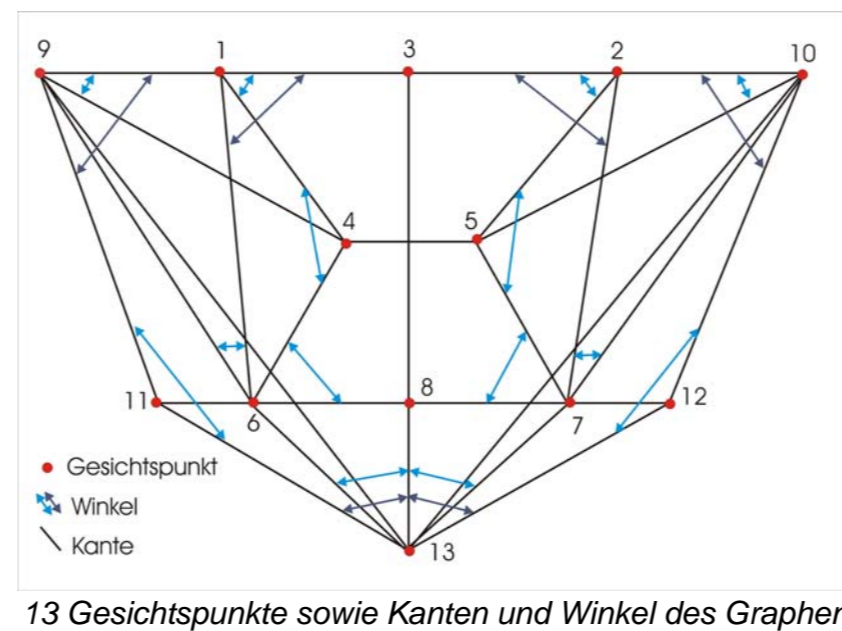
Wie sieht ein standardisiertes Passbild aus?



Der Kopf der Person ist in Frontalansicht auf dem Passbild abgebildet und nimmt 70-80 % des Bildes ein. Die Nase befindet sich auf der vertikalen Bildmittellinie und die Augen im vordefinierten Bereich auf gleicher Höhe. Die Augen sind zudem deutlich erkennbar und werden nicht von Haaren verdeckt. Die Person hat einen neutralen Gesichtsausdruck. Der Hintergrund ist einfarbig und bildet einen Kontrast zum Gesicht und zu den Haaren. Die Ausleuchtung ist gleichmäßig und es sind keine Schatten oder Reflexionen entstanden. Für die Tests werden sowohl standardisierte als auch geringfügig vom Standard abweichende Passbilder verwendet.

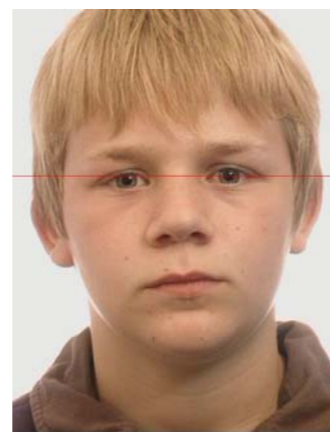
Extraktion geometrischer Merkmale

Grundsätzlich werden merkmalsbasierte Ansätze von holistischen Ansätzen unterschieden. Gesichtserkennung mittels geometrischer Merkmale ist ein merkmalsbasierter Ansatz, bei dem Merkmale des Gesicht extrahiert werden, anhand derer eine Klassifikation stattfindet. Der holistische Ansatz hingegen betrachtet das Gesicht als Ganzes. Template Matching, Eigenfaces und die Fourier-Transformation zählen zu den Verfahren mit holistischem Ansatz. In der Praxis ist die Grenze zwischen den beiden Ansätzen recht dünn und es wird oftmals eine Kombination implementiert. Für die Entwicklung des Verfahrens wurde ein merkmalsbasierter Ansatz gewählt und 13 Gesichtspunkte (Pupillen, Augenmittelpunkt, Nasenlöcher, Mundwinkel, Mundmittelpunkt, Kopfbegrenzung in Augen- und Mundhöhe, Punkt am Kinn, der sich auf der vertikalen Verbindungslinie zw. Augen- und Mundmittelpunkt befindet) festgelegt, die mittels Bildverarbeitungsfunktionen aus den Gesichtsbildern extrahiert wurden.



Ablauf der Extraktion

Bei der Extraktion der Punkte wird schrittweise vorgegangen und mit der Detektion der Augenlinie begonnen. Ist diese gefunden, können Bereiche festgelegt werden, in denen sich Augen, Nase, Mund bzw. Kinn befinden und es muss nicht das komplette Bild, sondern nur ein bestimmter Ausschnitt, untersucht werden. Nach der Detektion der Augen werden anschließend die Nase, der Mund, die Kopfbegrenzungen in Augen- und Mundhöhe sowie das Kinn extrahiert. Da die einzelnen Gesichtspunkte aus verschiedenen Ausschnitten ermittelt werden, müssen anschließend die ermittelten Positionen der Gesichtspunkte auf die Größe des Gesamtbildes angepasst werden.



Nach dem Finden der Augenlinie (Segmentierung der Iris) kann das Bild in Bereiche eingeteilt werden. In diesen Bereichen wird der betreffende Gesichtspunkt gesucht.

Links: Markierung der Augenlinie

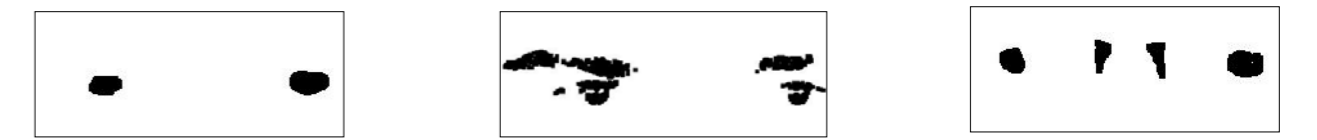
Rechts: Markierung der Bereiche



Für die Extraktion der verschiedenen Gesichtspunkte wurden unterschiedliche Herangehensweisen gewählt: Der Mund wird mittels Kantenfilter detektiert, während die Nasenlöcher durch eine Binarisierung gefunden werden. In einigen Fällen müssen für ein und denselben Gesichtspunkt verschiedene Verfahren angewendet werden. Beispielhaft soll kurz die Extraktion der Pupillen und die Festlegung der Punkte beschrieben werden.

Beispiel: Detektion der Augen

Die Subtraktion von Farbkanälen ist für die Augendetektion vorteilhaft. Die Subtraktion des Blau-Kanals vom Rot-Kanal erwies sich als bessere Lösung gegenüber einer Rot-Grün-Subtraktion, obwohl sich beide nur geringfügig voneinander unterscheiden. Das Ergebnis ist ein Grauwertbild, aus dem mit einem geeigneten Schwellwert ein Binärbild entsteht, in dem in einer Vielzahl der Testbilder die Augen (Iris+Pupille) gut erkennbar sind. Nach der Anwendung der morphologischen Operation `imclose(...)` sind auf dem Binärbild die Augen schwarz und der Hintergrund weiß (siehe Abbildungen oben).

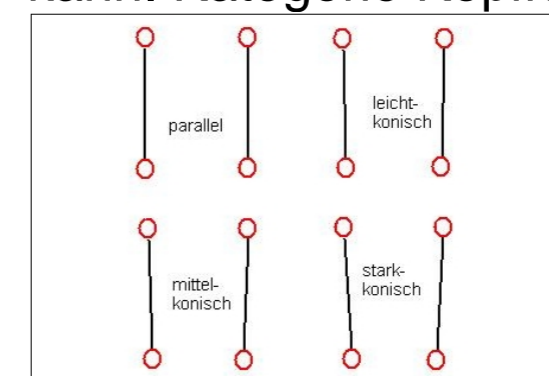


3 Binärbilder von verschiedenen Personen (links: nur Augen, mitte: Augenbrauen, rechts: Brillenrahmen)

Für die Festlegung der Punkte werden die Schwerpunkte der schwarzen Flächen bestimmt, wobei Pixel nicht betrachtet werden, die sich in der Nähe der vertikalen Mittellinie befinden. Wie die Binärbilder zeigen, entstehen durch breite und dunkle Augenbrauen sowie dunkle Brillenränder Probleme.

Klassifizierung

Die Gesichter werden nach der Kopfform, der Kopfbreite, der Kopfhöhe, der Mundbreite und der Nasenbreite klassifiziert. Grundlage für die Kategorien bilden die ermittelten Kantenlängen und Winkel des Graphen, die jeweils miteinander verglichen wurden. Der Vergleich zeigt die Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf, so dass für die verschiedenen Klassen Intervalle festgelegt wurden, anhand derer die Bilder in die verschiedenen Klassen eingeordnet werden. Bei der Zuordnung wird mit festen Intervallen gearbeitet und zusätzlich ein Zugehörigkeitswert berechnet. Dieser sagt aus, ob das Gesicht auch einer benachbarten Klasse zugeordnet werden kann. Kategorie Kopfform:

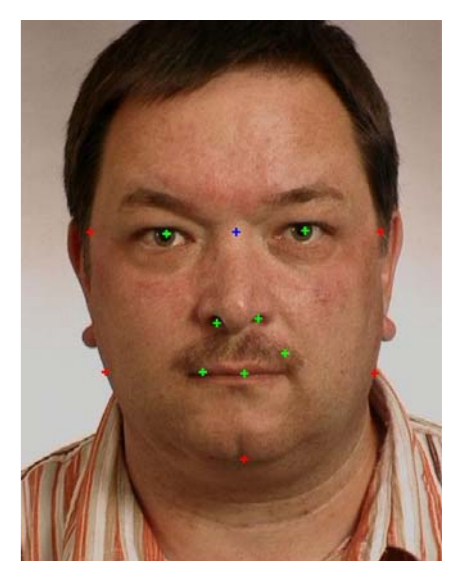


Zur Bestimmung der Kopfform werden die vier Kopfbegrenzungen (in Mund- und Augenhöhe) verwendet (Kopfbreite). Um die Kopfform bestimmen zu können, wird die absolute Differenz der beiden Kopfbreiten berechnet. Je nach Größe der Differenz wird die Person in eine der folgenden 5 Klassen eingeordnet (Abbildung links; hinzu kommt Klasse "ungültig", wenn ein Punkt fehlt)

Testergebnisse



Kopfform: leicht-konisch, Kopfbreite: mittel, Kopfhöhe: lang, Mundbreite: mittel, Nasenbreite: schmal



Kopfform: leicht-konisch, Kopfbreite: mittel, Kopfhöhe: kurz, Mundbreite: schmal, Nasenbreite: mittel

Die beiden Bilder zeigen, dass die Gesichtspunkte unterschiedlich gut erkannt wurden. Links sind lediglich geringfügige Abweichungen zu verzeichnen, während es rechts speziell bei der Detektion der Mundwinkel auf Grund des Bartes Probleme gab.

Fazit und Ausblick

Mit dem entwickelten Verfahren können die 13 festgelegten Gesichtspunkte mit unterschiedlich guten Ergebnissen bestimmt werden. Die angenommenen Gesichtsmerkmale haben zu einer Einteilung der getesteten Passbilder in verschiedene Klassen geführt und es wurde ein Template erzeugt. Weiterführend muss untersucht werden, ob die angenommenen Gesichtsmerkmale zur Unterscheidung von Personen ausreichend sind oder ob sie eventuell mit weiteren Merkmalen kombiniert werden müssen. Nachfolgende Tests werden zeigen, ob das entstandene Template für eine Identifikation oder eine Verifikation erfolgreich genutzt werden kann.