

Identifikation des Menschen durch Iriserkennung

Wissenschaftliches Arbeiten und Präsentieren, WS 2015

Adem Pokvic Christian Kranabetter

29. Januar 2016

- 1 Kurze Einführung in die Biometrie
 - Was ist Biometrie?
 - Was sind Biometrische Erkennungsverfahren?
- 2 Iriserkennung
 - Die Iris
 - Der Algorithmus von John Daugman

1 Kurze Einführung in die Biometrie

- Was ist Biometrie?
- Was sind Biometrische Erkennungsverfahren?

2 Iriserkennung

- Die Iris
- Der Algorithmus von John Daugman

Kurze Einführung in die Biometrie

Was ist eigentlich Biometrie?

- Biometrie oder auch Biometrik, vom altgriechischen bios (*βίος*) "Leben" und métron (*μέτρον*) "Mastab"

Kurze Einführung in die Biometrie

Was ist eigentlich Biometrie?

- Biometrie oder auch Biometrik, vom altgriechischen bios (*βίος*) "Leben" und métron (*μέτρον*) "Maßstab"
- Wissenschaft, die sich mit Messungen an Lebewesen und den dazu erforderlichen Mess- und Auswerteverfahren beschäftigt.

Kurze Einführung in die Biometrie

Was ist eigentlich Biometrie?

- Biometrie oder auch Biometrik, vom altgriechischen bios (*βίος*) "Leben" und métron (*μέτρον*) "Mastab"
- Wissenschaft, die sich mit Messungen an Lebewesen und den dazu erforderlichen Mess- und Auswerteverfahren beschäftigt.
- zwei Facetten:
biometrische Statistik und biometrisches Erkennungsverfahren

Kurze Einführung in die Biometrie

Was ist eigentlich Biometrie?

- Biometrie oder auch Biometrik, vom altgriechischen bios (*βίος*) "Leben" und métron (*μέτρον*) "Maßstab"
- Wissenschaft, die sich mit Messungen an Lebewesen und den dazu erforderlichen Mess- und Auswerteverfahren beschäftigt.
- zwei Facetten:
biometrische Statistik und biometrisches Erkennungsverfahren

- 1 Kurze Einführung in die Biometrie
 - Was ist Biometrie?
 - Was sind Biometrische Erkennungsverfahren?
- 2 Iriserkennung
 - Die Iris
 - Der Algorithmus von John Daugman

Kurze Einführung in die Biometrie

Was ist sind biometrische Erkennungsverfahren?

- Definition:

Automatisierte Erkennung von Individuen, basierend auf ihren Verhaltens- und biologischen Charakteristika.

Kurze Einführung in die Biometrie

Biometrie zur Erkennung

Wichtige Eigenschaften für die automatische Erkennung von Individuen:

Kurze Einführung in die Biometrie

Biometrie zur Erkennung

Wichtige Eigenschaften für die automatische Erkennung von Individuen:

- **Einmaligkeit:** Messwert für möglichst alle Personen unterschiedlich

Kurze Einführung in die Biometrie

Biometrie zur Erkennung

Wichtige Eigenschaften für die automatische Erkennung von Individuen:

- **Einmaligkeit:** Messwert für möglichst alle Personen unterschiedlich
- **Konstanz:** Messwert hängt nicht vom Alter oder Messzeitpunkt ab

Wichtige Eigenschaften für die automatische Erkennung von Individuen:

- **Einmaligkeit:** Messwert für möglichst alle Personen unterschiedlich
- **Konstanz:** Messwert hängt nicht vom Alter oder Messzeitpunkt ab
- **Messbarkeit:** Gut definierbare Messgröße, mit geeigneten Sensoren

Wichtige Eigenschaften für die automatische Erkennung von Individuen:

- **Einmaligkeit:** Messwert für möglichst alle Personen unterschiedlich
- **Konstanz:** Messwert hängt nicht vom Alter oder Messzeitpunkt ab
- **Messbarkeit:** Gut definierbare Messgröße, mit geeigneten Sensoren
- **Universalität:** Das Charakteristikum kommt bei möglichst vielen Personen vor.

Kurze Einführung in die Biometrie

Biometrische Charakteristika

- Unterschieden wird in:
aktiv/passiv, verhaltens-/physiologiebasiert oder dynamisch/statisch
- langfristig stabile verhaltensbasierte Charakteristika:
Stimme, Hand- oder Unterschrift, Tippverhalten, Gangdynamik
- Langfristig stabile physiologische Charakteristika:
Fingerabdruck, Handgeometrie, Iris

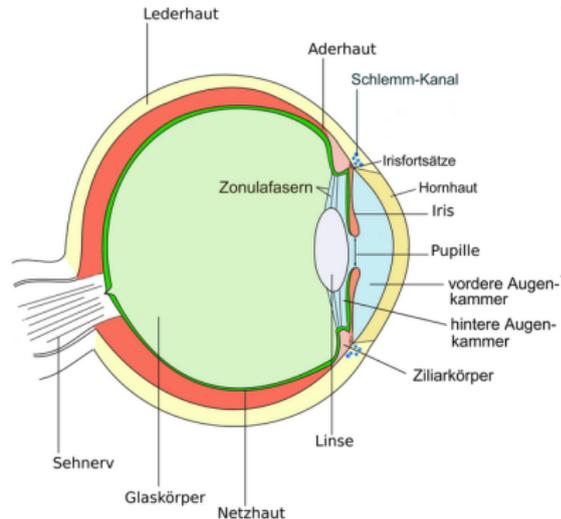
- 1 Kurze Einführung in die Biometrie
 - Was ist Biometrie?
 - Was sind Biometrische Erkennungsverfahren?
- 2 Iriserkennung
 - Die Iris
 - Der Algorithmus von John Daugman

Biologischer Hintergrund

Die Iris

Die Iris oder auch Regenbogenhaut

- Hat zwei Lagen
- Äußere Lage, das Stroma
- Stroma gibt dem Auge ihre Augenfarbe
- Das Irismuster ist die Struktur des Stromas
- Muster ist wichtig für die Iriserkennung



Quelle Bild: Wikipedia

- das rechte und das linke Auge von der gleichen Person sind nicht identisch
- mehr als 400 individuell verschiedene Merkmale
8 mal mehr als bei einem Fingerabdruck
- Wahrscheinlichkeit, dass die Iris zweier Menschen zufällig übereinstimmen, liegt bei ca. 1 zu 10^{1078}
- Muster bleibt normalerweise ein Leben lang erhalten
- Die Augen eines Toten und eines Lebenden, sind leicht voneinander zu unterscheiden
- Das Auge ist von Natur aus gut geschützt

- 1 Kurze Einführung in die Biometrie
 - Was ist Biometrie?
 - Was sind Biometrische Erkennungsverfahren?
- 2 Iriserkennung
 - Die Iris
 - Der Algorithmus von John Daugman

Der Algorithmus von John Daugman

Fast alle kommerziellen Produkte für Iriserkennung, basieren heutzutage auf dem Algorithmus von John Daugman

Fast alle kommerziellen Produkte für Iriserkennung, basieren heutzutage auf dem Algorithmus von John Daugman

- 1. Bildaufnahme eines Auges

Fast alle kommerziellen Produkte für Iriserkennung, basieren heutzutage auf dem Algorithmus von John Daugman

- 1. Bildaufnahme eines Auges
- 2. Extraktion der Iris aus dem Bild

Fast alle kommerziellen Produkte für Iriserkennung, basieren heutzutage auf dem Algorithmus von John Daugman

- 1. Bildaufnahme eines Auges
- 2. Extraktion der Iris aus dem Bild
- 3. Generierung des Iriscodes

Fast alle kommerziellen Produkte für Iriserkennung, basieren heutzutage auf dem Algorithmus von John Daugman

- 1. Bildaufnahme eines Auges
- 2. Extraktion der Iris aus dem Bild
- 3. Generierung des Iriscodes
- 4. Bitweiser Vergleich dieser Iris mit einer vorhandenen

Der Algorithmus von John Daugman

Bildaufname eines Auges

Iriserkennungssysteme bestehen im allgemeinen aus zwei Komponenten:

Der Algorithmus von John Daugman

Bildaufname eines Auges

Iriserkennungssysteme bestehen im allgemeinen aus zwei Komponenten:

- 1. Front-End Hardwarekomponente (Kamera)

Der Algorithmus von John Daugman

Bildaufname eines Auges

Iriserkennungssysteme bestehen im allgemeinen aus zwei Komponenten:

- 1. Front-End Hardwarekomponente (Kamera)
- 2. Back-End Softwarekomponente (lokale oder zentrale)

Der Algorithmus von John Daugman

Bildaufnahme eines Auges

Iriserkennungssysteme bestehen im allgemeinen aus zwei Komponenten:

- 1. Front-End Hardwarekomponente (Kamera)
- 2. Back-End Softwarekomponente (lokale oder zentrale)



Quelle Bild: <http://www.arlbergnet.com/>

Der Algorithmus von John Daugman

Extraktion der Iris aus dem Bild

Mit Hilfe folgender Formel wird die Iris aus dem Bild lokalisiert:

$$\max(r, x_0, y_0) \left| G\sigma(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|$$

Der Algorithmus von John Daugman

Extraktion der Iris aus dem Bild

Mit Hilfe folgender Formel wird die Iris aus dem Bild lokalisiert:

$$\max(r, x_0, y_0) \left| G\sigma(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|$$

- Das Kreisintegral berechnet dabei für jeden Mittelpunkt (x_0, y_0) den Mittelwert der Bildpunkte, die auf dem von Radius r erzeugten Kreis liegen

Der Algorithmus von John Daugman

Extraktion der Iris aus dem Bild

Mit Hilfe folgender Formel wird die Iris aus dem Bild lokalisiert:

$$\max(r, x_0, y_0) \left| G \sigma(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|$$

- Das Kreisintegral berechnet dabei für jeden Mittelpunkt (x_0, y_0) den Mittelwert der Bildpunkte, die auf dem von Radius r erzeugten Kreis liegen
- r wird schrittweise erhöht und diese Werte werden anschließend partiell nach r abgeleitet und mit einem Gaussfilter G geglättet.

Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

- Nachdem die Position der Iris bekannt ist, ist es möglich den digitalen Iriscode zu generieren
- Zuvor wird noch der Irising auf eine beschränkte Ebene abgebildet (der Irising wird in Polardarstellung umgewandelt)

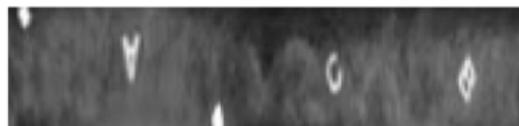
Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

- Nachdem die Position der Iris bekannt ist, ist es möglich den digitalen Iriscode zu generieren
- Zuvor wird noch der Irising auf eine beschränkte Ebene abgebildet (der Irising wird in Polardarstellung umgewandelt)



Quelle Bild: CSI PC²



Quelle Bild: CSI PC²

Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

Nachdem die Polardarstellung und die Position der Iris bekannt sind, kann das System den digitalen Iriscode mit der folgenden Formel generieren:

Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

Nachdem die Polardarstellung und die Position der Iris bekannt sind, kann das System den digitalen Iriscode mit der folgenden Formel generieren:

$$h = \text{sgn}\{\text{Re}, \text{Im}\} \int_{\rho} \int_{\phi} I(\rho, \phi) e^{-i\omega(\theta_0 - \phi)} \cdot e^{-(r_0 - \rho)^2 / \alpha^2} e^{-(\theta_0 - \phi)^2 / \beta^2} \rho d\rho d\phi$$

Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

Nachdem die Polardarstellung und die Position der Iris bekannt sind, kann das System den digitalen Iriscode mit der folgenden Formel generieren:

$$h = \text{sgn}\{\text{Re}, \text{Im}\} \int_{\rho} \int_{\phi} I(\rho, \phi) e^{-i\omega(\theta_0 - \phi)} \cdot e^{-(r_0 - \rho)^2 / \alpha^2} e^{-(\theta_0 - \phi)^2 / \beta^2} \rho d\rho d\phi$$

- Jeder Berechnungsschritt, der mit dieser Formel ausgeführt wird, setzt zwei Bits des Iriscodes

Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

Nachdem die Polardarstellung und die Position der Iris bekannt sind, kann das System den digitalen Iriscode mit der folgenden Formel generieren:

$$h = \text{sgn}\{Re, Im\} \int_{\rho} \int_{\phi} I(\rho, \phi) e^{-i\omega(\theta_0 - \phi)} \cdot e^{-(r_0 - \rho)^2 / \alpha^2} e^{-(\theta_0 - \phi)^2 / \beta^2} \rho d\rho d\phi$$

- Jeder Berechnungsschritt, der mit dieser Formel ausgeführt wird, setzt zwei Bits des Iriscodes
- Nachdem das "Wavelet" auf das polare Irisbild angewendet wurde, erhält man 2048 Bits (256 Byte)

Der Algorithmus von John Daugman

Generierung des Iriscodes

Nachdem die Polardarstellung und die Position der Iris bekannt sind, kann das System den digitalen Iriscode mit der folgenden Formel generieren:

$$h = \text{sgn}\{Re, Im\} \int_{\rho} \int_{\phi} I(\rho, \phi) e^{-i\omega(\theta_0 - \phi)} \cdot e^{-(r_0 - \rho)^2 / \alpha^2} e^{-(\theta_0 - \phi)^2 / \beta^2} \rho d\rho d\phi$$

- Jeder Berechnungsschritt, der mit dieser Formel ausgeführt wird, setzt zwei Bits des Iriscodes
- Nachdem das "Wavelet" auf das polare Irisbild angewendet wurde, erhält man 2048 Bits (256 Byte)
- Es werden noch zusätzliche 2048 Maskenbits mit abgespeichert

Der Algorithmus von John Daugman

Vergleich von Iriden

- Nach den vorherigen Schritten bekommen wir den digitalen Iriscode, der so aussieht:



Der Algorithmus von John Daugman

Vergleich von Iriden

- Nach den vorherigen Schritten bekommen wir den digitalen Iriscode, der so aussieht:



- Da die Iriserkennung normalerweise nicht unter idealen Bedingungen stattfindet, wird die Wahrscheinlichkeit für eine komplette Übereinstimmung der zwei identischen Muster nicht bei 100 % liegen

Der Algorithmus von John Daugman

Vergleich von Irisen

- Nach den vorherigen Schritten bekommen wir den digitalen Iriscode, der so aussieht:



- Da die Iriserkennung normalerweise nicht unter idealen Bedingungen stattfindet, wird die Wahrscheinlichkeit für eine komplette Übereinstimmung der zwei identischen Muster nicht bei 100 % liegen
- Die folgende Formel wird für die Hammingdistanz benutzt

Der Algorithmus von John Daugman

Vergleich von Irisen

- Nach den vorherigen Schritten bekommen wir den digitalen Iriscode, der so aussieht:



- Da die Iriserkennung normalerweise nicht unter idealen Bedingungen stattfindet, wird die Wahrscheinlichkeit für eine komplette Übereinstimmung der zwei identischen Muster nicht bei 100 % liegen
- Die folgende Formel wird für die Hammingdistanz benutzt

$$HD = \frac{\|(\text{code}A \otimes \text{code}B) \cap \text{mask}A \cap \text{mask}B\|}{\|\text{mask}A \cap \text{mask}B\|}$$

Danke für eure Aufmerksamkeit!
Ende



S. Nanavati, M. Thieme, R. Nanavati.

"Biometrics - Identity Verification in a Networked World".

A Wiley Tech Brief, John Wiley Sons, Inc, 2002.



John Daugman

How Iris Recognition Works.

<http://www.cl.cam.ac.uk/users/jgd1000/irisrecog.pdf> .



John Daugman

Homepage of John Daugman.

<http://www.cl.cam.ac.uk/jgd1000/> .



Biometrie

Wikipediaeintrag.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Biometrie>.