

# Iris-Erkennung

Klaus Herbold

Paderborn Center for Parallel Computing  
Paderborn University, Germany

21. Mai 2007



- 1 Motivation
- 2 Anatomie
- 3 Kameras
- 4 Einsatzgebiete
- 5 Forschungsthemen

## Motivation

- Vorteile
- Nachteile

- Fehlerübereinstimmungsquote gleich Null
- Iris ist internes, aber von außen sichtbares Organ
- Kann aus Entfernung von bis zu 1 m erfasst werden
- Kein physischer Kontakt notwendig
- Schnelles Verfahren
  - 100 000 Vergleiche / Sekunde bei 300 MHz CPU
- Irismuster prädestiniert für Biometrik
- Iris Erkennung bietet zuverlässige optische Personenerkennung

- Iris ist schwer zu erfassen, weil
  - klein
  - beweglich
  - hinter gebogener, feuchter & reflektierender Oberfläche
  - verdeckt durch Wimpern oder Augenlidern
- Beleuchtung
  - muss stark genug sein, um brauchbares Bild zu liefern
  - darf Personen nicht stören oder blenden
- Missbrauch möglich

## Anatomie

- Position der Iris
- Iris
- Augenfarbe
- Irismuster

# Position der Iris im Auge

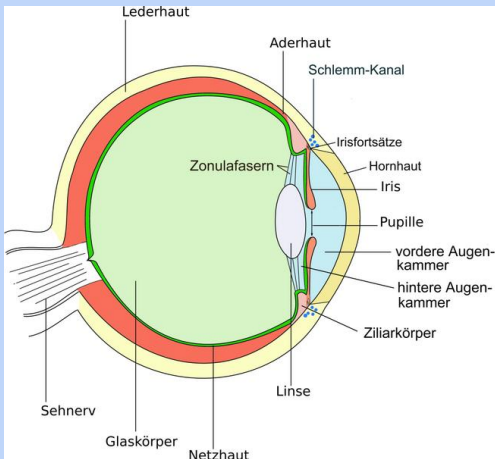


Abbildung:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Auge.png>

- Teil der zweiten Gewebeschicht (Uvea)
- Uvea besteht aus
  - Iris (Regenbogenhaut)
  - Ziliarkörper (Strahlenkörper)
  - Aderhaut
- Hinter Hornhaut und Kammerwasser
- Vor Linse
- Außen begrenzt durch Ziliarkörper
- Innen begrenzt durch Pupille

- Blende des Auges
- Pupille ist Loch in der Iris
  - Nicht genau in der Mitte der Iris
  - typischerweise leicht zur Nase und nach unten geneigt
- Kann sich zusammenziehen  $\Rightarrow$  es fällt viel Licht ins Auge
- und ausdehnen  $\Rightarrow$  es fällt wenig Licht ins Auge
- Reguliert Lichteinfall
- Genetisch vererbt werden
  - anatomische Form
  - Physiologie
  - Farbe
  - generelle Erscheinung
- aber nicht Irismuster
- Melaninanteil bestimmt Augenfarbe



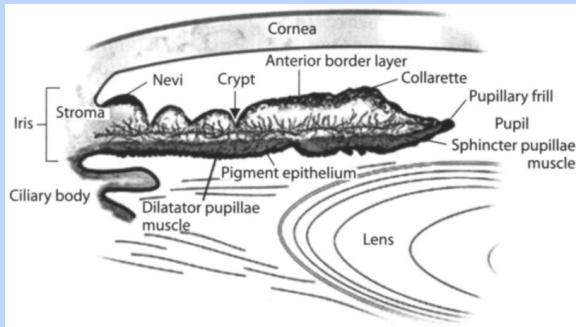


Abbildung: Biometric Systems, Wayman

- Verschiedene Schichten (von hinten nach vorne):
  - Pigmentepithel, lichtundurchdringlich
  - Muskeln zur Lichtadaption
  - Stroma (Blutgefäße)
  - Vordere Schicht, die Melanin erzeugt
- Überlagerte Schichten ergeben die vielfältigen Muster

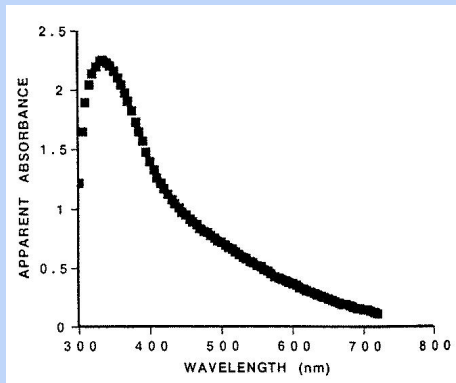


Abbildung:

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

- Die Absorption von Melanin hängt vom Wellenbereich ab
  - Größte Absorption bei 335 nm
  - Bei Wellenlängen  $\geq 700$  nm fast ganz verschwunden
- Wellenlängen für Iriserkennung im NIR (Nahen Infrarot)-Bereich (700 nm - 900 nm)
- Pigmentierung der Iris im NIR-Bereich größtenteils verschwunden
- $\Rightarrow$  Augenfarbe nicht relevant für Iriscode

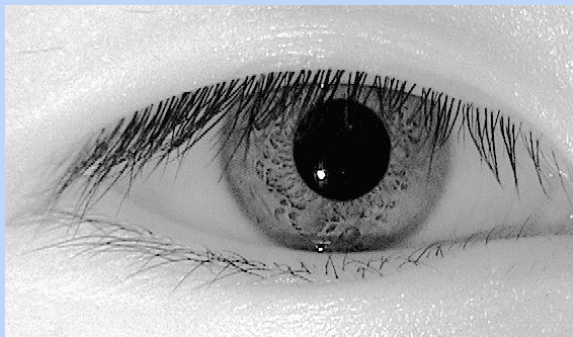
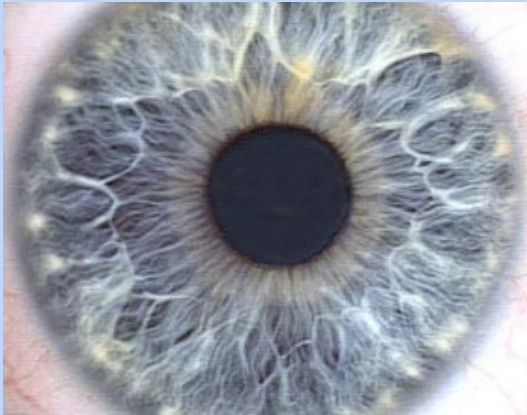


Abbildung: <http://www.cl.cam.ac.uk/jgd1000>

- Im NIR-Bereich werden alle Einzelheiten sichtbar
- Bei - für das menschliche Auge - sichtbarem Licht ist das Muster einer dunkel-braunen Iris nicht zu erkennen



- bogenförmige Bänder
- Furchen
- Stege
- Gruften
- Ringe
- Kronen
- Tüpfel
- Zackenkragen

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

- wird gebildet durch stochastische Prozesse
- sind sehr zufällig
  - Interklassenvariabilität: 249 Freiheitsgrade
  - Entropie (Informationsdichte): 3,2 Bits/mm<sup>2</sup>
- Anzahl verschiedener Irismuster:  $10^{78}$
- $\Rightarrow$  Irismuster ist eindeutig
- bildet sich im 3. Schwangerschaftsmonat
- abgeschlossen bis zum 8. Monat
- das ganze Leben über stabil
- es ändert sich nur die Pigmentierung
  - in den ersten Lebensjahren
  - bei Krankheit
  - bei Drogenkonsum

- verschieden bei genetisch identischen Augen
  - Augen von Zwillingen
  - beide Augen einer Person
- läßt sich durch Polarkoordinaten darstellen
- Ändern des Iriscodes durch chirurgischen Eingriff gefährlich
  - sehr hohe Gefahr dadurch zu Erblinden

## Kameras

- Eigenschaften Iriskameras
- Modelle

- Mindestens 50 Pixel im Irisradius
- Besser 100 - 140 Pixel
- Monochrome CCD-Kameras mit 480 x 640 Pixel
- NIR-Beleuchtung im Wellenbereich zwischen 700 und 900 nm
  - $\Rightarrow$  für menschliches Auge unsichtbar und unauffällig





- am häufigsten verwendete Kamera
- mehr als 1000 mal angewendet
- Auto-Focus
- Auto-Zoom
- Sprach-Schnittstelle
- 16 verschiedene Manipulations-Gegenmaßnahmen (z.B. Liveness Detection)

Abbildung:

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



- Vorgänger der LG-3000
- noch häufig in Benutzung

Abbildung:

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



- Scant beide Augen
- Sprachschnittstelle
- schiefer Beleuchtungswinkel
- ⇒ Sonnenbrillen müssen nicht abgenommen werden

Abbildung:

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



- Aktive Kamera
- findet automatisch die Augen
- stellt Höhe und Position automatisch ein

Abbildung:

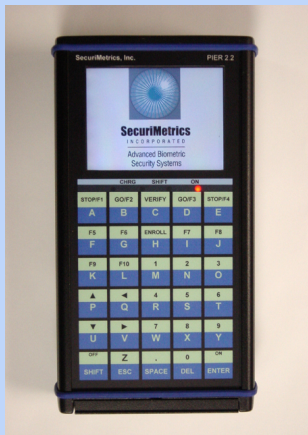
<http://www.cl.cam.ac.uk/jgd1000/cameras.html>



- Auto-Focus
- Auto-Zoom
- LCD
- USB 2.0 Schnittstelle
- flexibel einsetzbar
  - tragbar
  - Wandmontage
  - Stativ
  - ...

Abbildung:

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



- Portable Iris Enrollment and Recognition
- tragbar
- spezialisiert für Polizei und Militär

Abbildung:

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



- klein
- kostengünstig
- PC-Login
- Datenbanken Zugang

Abbildung:

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

## Einsatzgebiete

- Flughäfen
- Sonstige Einsatzgebiete



- Amsterdam Schiphol, Frankfurt, Boston, LA, Minneapolis, Britische und Kanadische Flughäfen
  - Beschleunigung der Zollabfertigung
- Charlotte Douglas, New York JFK, Albany NY, Frankfurt, Amsterdam Schiphol, Kanadische Flughäfen
  - Zugangsberechtigung der Rollbahn und anderen gesicherten Bereichen
- Vereinigte Arabische Emirate
  - Abgleich einer „Schwarzen Liste“ (ca. 1 000 000 Iriscodes) aller ankommenden Passagiere
  - pro Tag: 12 000 Passagiere, 12 Milliarden Vergleiche
  - bisher 5 000 000 Passagiere überprüft, 5 Billionen Vergleiche
  - 40 000 Festnahmen, kein Umstrittener Vergleich

- Handy oder PDA Authentifizierung
- Kontozugriff an Geldautomaten
- Ticketloses Reisen: Authentifizierung beim Ein- und Aussteigen der Bahn, des Flugzeugs, . . .
- Aufspüren gesuchter Personen
- Kreditkartenauthentifizierung
- Öffnen und Starten eines KfZ
- jede sonstige denkbare Anwendung, die Schlüssel, Karten, PINs, Passwörter, . . . benötigt

## Forschungsthemen

- Verbesserung der Aufnahme
- Erkennung von Täuschungsversuchen

- Schnelleres Abtastintervall  $\Rightarrow$  Aufnahme auch bei bewegenden Personen
- Verwenden von Megapixelkamera
  - $\Rightarrow$  Aufnahme aus großer Entfernung, Bilder mit Kopf und Schultern liefern ausreichend Pixel der Iris (Durchmesser  $> 180$ )
- Zusammenfassen der brauchbaren Informationen mehrerer schlechter Bilder zu einem guten Bild
- Tests verbessern, die untersuchen, ob ein Bild ein Auge enthält
- Dem Benutzer ein sinnvolles Feedback geben, um bessere Bilder zu erzielen
- Möglichkeiten finden, um Spiegelungen von Hornhaut und Brillen zu vertuschen

- Jedes biometrische Verfahren kann durch Kopien getäuscht werden
- Bei Iriserkennung
  - durch Kontaktlinsen mit aufgedrucktem Irismuster
  - durch Foto eines Auges
- Gegenmaßnahmen sind „Liveness Detection“
  - Photonische und spektrographische Gegenmaßnahmen
  - Verhaltens-Gegenmaßnahmen
  - Gegenmaßnahmen analoger, physischer Angriffe
    - Erkennen, ob Irismuster auf Kontaktlinse gedruckt
  - Gegenmaßnahmen wiederholender, digitaler Angriffe
    - Permutation des Iriscodes  $\Rightarrow$  gestohlener Iriscode ist nutzlos

- Spektrographische Eigenschaften von Gewebe, Fett und Blut
  - Verschiedene Arten von lebendem Gewebe hat verschiedene spektrographische Eigenschaften
- Spektrographische Eigenschaften des Melanin-Pigmentes
  - Pigmente in der Haut und vordersten Irisschicht haben bei Wellenlängen von 350nm große Absorption
  - kaum Absorption im NIR

- Rote Augen Effekt
- Prukinje Reflektionen an Vorder- und Hinterseite von Linse und Hornhaut
  - Natürliches Auge hat vier optische Oberflächen, die helles Licht reflektieren
  - Drei nach außen gebogen, eine nach innen
  - Reflektionen müssen vom Auge dynamisch und korrekt aufgenommen werden

- Unwillkürlich: vom Nervensystem kontrolliert
  - Unruhe der Pupille (schwingt mit 0,5 Hz)
  - Pupillenveränderung bei Licht
- Spontan: Reaktion auf Ereignis
  - Provozieren von Augenbewegung oder Blinzeln
  - Testet, ob Auge mit Gehirn in Verbindung
- Beobachten von Pupille, Iris und Augenlidern ermöglicht dynamischen „Liveness Test“



- 16 verschiedene 2D und 3D Gegenmaßnahmen
- Richtige Erkennung falscher Augen: 98,4% bei 700 Versuchen
- Falsche Ablehnung lebender Augen: 0,22% bei 4 176 Versuchen

- Irismuster eignet sich sehr gut als biometrisches Merkmal
- Kameras arbeiten im NIR-Bereich
- An Flughäfen schon sehr häufig im Einsatz
- Neue Technologie  $\Rightarrow$  Forschung notwendig

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen ???

