

Automatisierte Steigerung von Attraktivität

Seminar Visual Computing

Philipp Rhan, Alexander Walther

Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Informatik

21. Juni 2011



Ein Ergebnis der automatisierten Attraktivitätssteigerung

Vorher



Nachher



Ein Ergebnis der automatisierten Attraktivitätssteigerung

Vorher



Nachher



Einstieg

- Steigerung der Attraktivität oft gewünscht
- Tommer Leyvand u.a., Universität Tel Aviv, 2008

Ein Ergebnis der automatisierten Attraktivitätssteigerung

Vorher



Nachher



Einstieg

- Steigerung der Attraktivität oft gewünscht
- Tommer Leyvand u.a., Universität Tel Aviv, 2008
- Automatisierte Steigerung der Attraktivität von Portraits mit Ähnlichkeitserhaltung

Ein Ergebnis der automatisierten Attraktivitätssteigerung

Vorher



Nachher



Einstieg

- Steigerung der Attraktivität oft gewünscht
- Tommer Leyvand u.a., Universität Tel Aviv, 2008
- Automatisierte Steigerung der Attraktivität von Portraits mit Ähnlichkeitserhaltung

Inhaltsverzeichnis

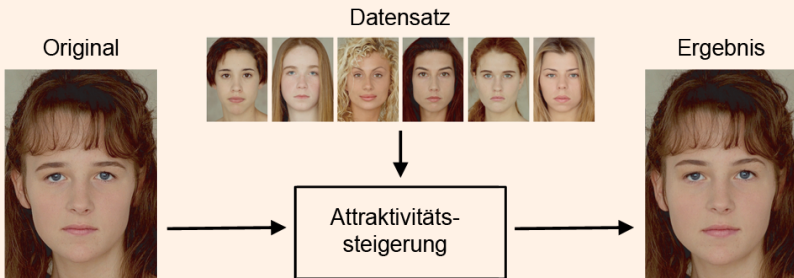
1 Einführung

2 Voraussetzungen

3 Verfahren

4 Auswertung

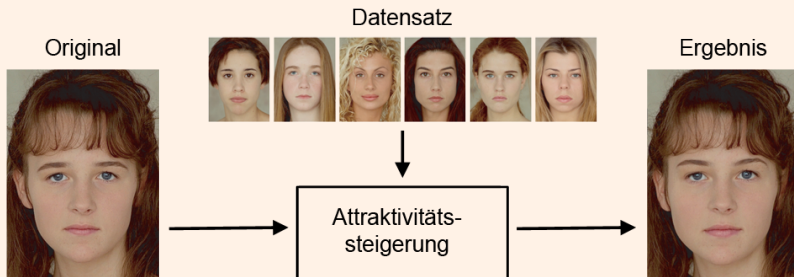
Grober Ablauf der Attraktivitätssteigerung



Grundidee zur Steigerung der Attraktivität

- Nur die Geometrie des Gesichtes wird verändert
- **Genauer:** Position, Form und Größe markanter Gesichtsm Merkmale

Grober Ablauf der Attraktivitätssteigerung



Grundidee zur Steigerung der Attraktivität

- Nur die Geometrie des Gesichtes wird verändert
- **Genauer:** Position, Form und Größe markanter Gesichtsm Merkmale

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

2 Voraussetzungen

3 Verfahren

4 Auswertung

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Auszug aus Datensatz

Portraits



Hinweise zum Datensatz

- Datensatz besteht aus 92 weiblichen Portraits

Auszug aus Datensatz

Portraits



Hinweise zum Datensatz

- Datensatz besteht aus 92 weiblichen Portraits
- Frontalansicht

Auszug aus Datensatz

Portraits



Hinweise zum Datensatz

- Datensatz besteht aus 92 weiblichen Portraits
- Frontalansicht
- Neutraler Gesichtsausdruck

Auszug aus Datensatz

Portraits



Hinweise zum Datensatz

- Datensatz besteht aus 92 weiblichen Portraits
- Frontalansicht
- Neutraler Gesichtsausdruck
- Jedes Bild wird von Menschen bewertet (Attraktivitätswert: 1-7)

Auszug aus Datensatz

Portraits

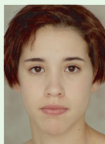


Hinweise zum Datensatz

- Datensatz besteht aus 92 weiblichen Portraits
- Frontalansicht
- Neutraler Gesichtsausdruck
- Jedes Bild wird von Menschen bewertet (Attraktivitätswert: 1-7)
- Jedem Bild wird Durchschnitt seiner Bewertungen a_i zugeordnet

Auszug aus Datensatz mit Bewertungen

Portraits



$a_1 = 5.7$



$a_2 = 3.0$



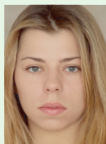
$a_3 = 6.2$



$a_4 = 4.1$



$a_5 = 5.3$



$a_6 = 2.8$

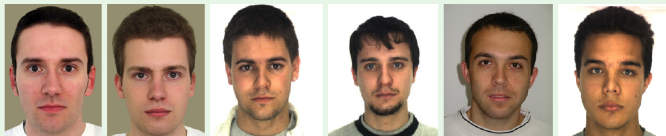
Durchschnittlicher
Attraktivitätswert

Hinweise zum Datensatz

- Datensatz besteht aus 92 weiblichen Portraits
- Frontalansicht
- Neutraler Gesichtsausdruck
- Jedes Bild wird von Menschen bewertet (Attraktivitätswert: 1-7)
- Jedem Bild wird Durchschnitt seiner Bewertungen a_i zugeordnet

Auszug aus Datensatz mit Bewertungen

Portraits



Durchschnittlicher Attraktivitätswert $a_1 = 3.6$ $a_2 = 3.8$ $a_3 = 3.2$ $a_4 = 2.8$ $a_5 = 5.1$ $a_6 = 4.1$

Hinweise zum Datensatz

- **Datensatz besteht aus 33 männlichen Portraits**
- Frontalansicht
- Neutraler Gesichtsausdruck
- Jedes Bild wird von Menschen bewertet (Attraktivitätswert: 1-7)
- Jedem Bild wird Durchschnitt seiner Bewertungen a_i zugeordnet

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 **Mathematische Modellierung von Portraits**
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

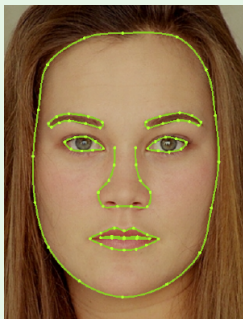
Originalbild



Ausgangspunkt für die Modellierung

- Originalbild

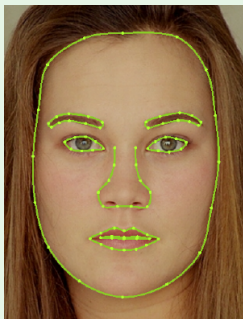
Charakteristische Punkte



Ansatz für die Modellierung

- Wählen von 8 markanten Gesichtsmerkmalen (Auge, Nase, ...)
- Merkmale werden repräsentiert durch 84 charakteristische Punkte

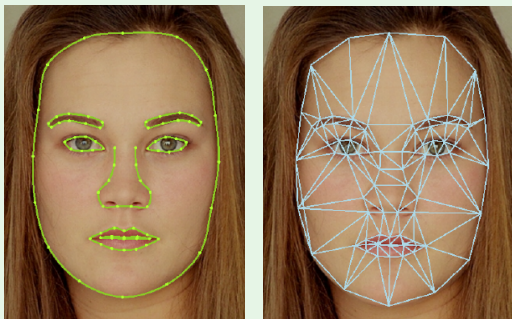
Charakteristische Punkte



Ansatz für die Modellierung

- Wählen von 8 markanten Gesichtsmerkmalen (Auge, Nase, ...)
- Merkmale werden repräsentiert durch 84 charakteristische Punkte

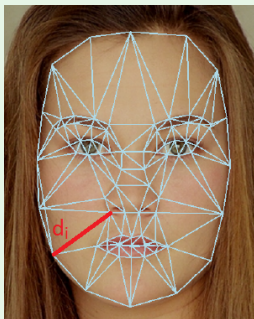
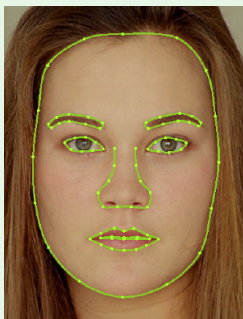
Charakteristische Punkte & Graph



Geeigneter für die Modellierung

- Kantenlängen eines planaren Graphen mit:
 - Knoten = charakteristische Punkte
 - Kanten = spezielle Verbindungsstrecken (234) zwischen Knoten

Charakteristische Punkte & Graph & Distanzvektor



$$\vec{v} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_i \\ \vdots \\ d_{234} \end{pmatrix}$$

Ergebnis der Modellierung

- Vektor mit 234 Kantenlängen als Komponenten (Distanzvektor)

Auszug aus Datensatz

Portraits



Anwendung der Modellierung auf Datensatz

- Bestimmung von Distanzvektoren für alle Portraits des Datensatzes

Auszug aus Datensatz mit Distanzvektoren

Portraits



Distanzvektoren

v_1

v_2

v_3

v_4

v_5

v_6

Anwendung der Modellierung auf Datensatz

- Bestimmung von Distanzvektoren für alle Portraits des Datensatzes
- Bilden von Tupeln bestehend aus Distanzvektor und durchschnittlichem Attraktivitätswert

Auszug aus Datensatz mit Tupeln

Portraits



Tupel

(v_1, a_1)

(v_2, a_2)

(v_3, a_3)

(v_4, a_4)

(v_5, a_5)

(v_6, a_6)

Anwendung der Modellierung auf Datensatz

- Bestimmung von Distanzvektoren für alle Portraits des Datensatzes
- Bilden von Tupeln bestehend aus Distanzvektor und durchschnittlichem Attraktivitätswert

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 **Automatisierte Ermittlung von Attraktivität**

Vorgehen

- **Problem:** Wie bestimmt man automatisiert Attraktivität?

Darstellung

Portrait



Vorgehen

- **Problem:** Wie bestimmt man automatisch Attraktivität?
- **Idee:** Funktion, die neuen Portraits Attraktivitätswerte zuordnet

Darstellung

Portrait



Distanzvektor

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_i \\ \vdots \\ d_{234} \end{pmatrix}$$



Funktion

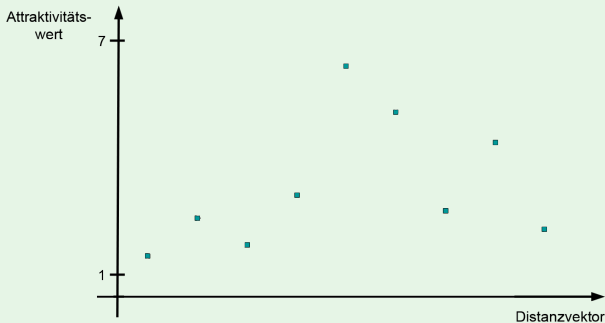
Attraktivitätswert

→ 2.9

Vorgehen

- **Problem:** Wie bestimmt man automatisch Attraktivität?
- **Idee:** Funktion, die neuen Portraits Attraktivitätswerte zuordnet

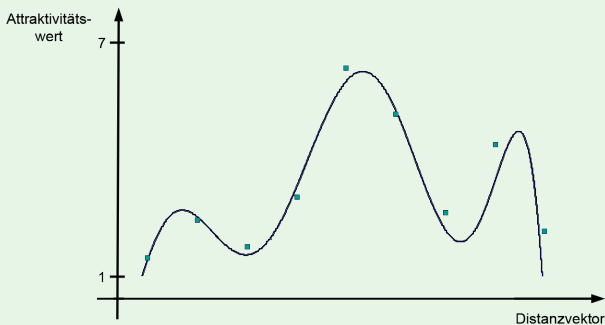
Darstellung



Vorgehen

- **Problem:** Wie bestimmt man automatisiert Attraktivität?
- **Idee:** Funktion, die neuen Portraits Attraktivitätswerte zuordnet
- **Lösung:** Approximation der vorhandenen Attraktivitätswerte

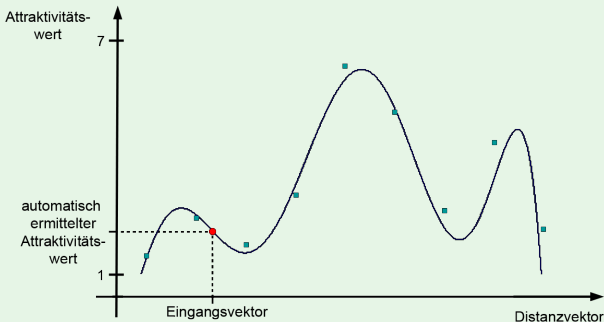
Darstellung



Vorgehen

- **Problem:** Wie bestimmt man automatisiert Attraktivität?
- **Idee:** Funktion, die neuen Portraits Attraktivitätswerte zuordnet
- **Lösung:** Approximation der vorhandenen Attraktivitätswerte

Darstellung



Inhaltsverzeichnis

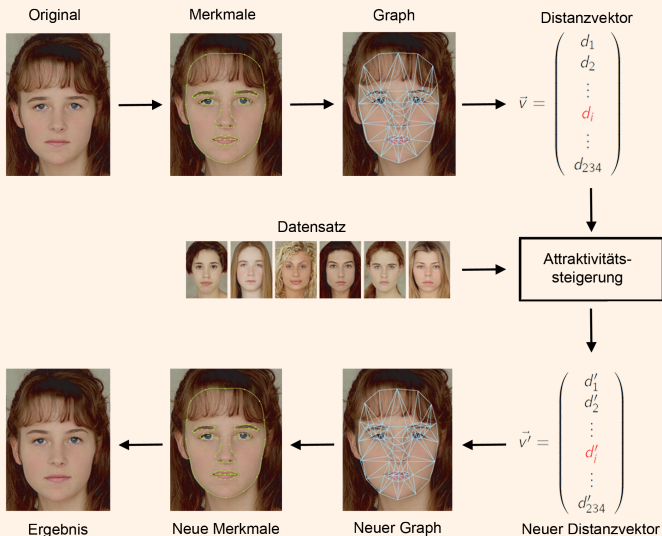
1 Einführung

2 Voraussetzungen

3 Verfahren

4 Auswertung

Ablauf der Attraktivitätssteigerung

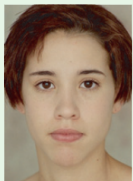


Verfahren

Zwei alternative Verfahren zur automatisierten Attraktivitätssteigerung:

1. Verfahren arbeitet mit Distanzvektoren des Datensatzes

Auszug aus Datensatz mit Tupeln



(v_1, a_1)



(v_2, a_2)



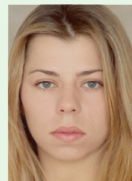
(v_3, a_3)



(v_4, a_4)



(v_5, a_5)



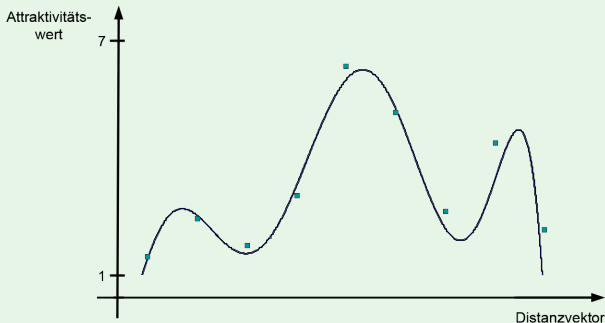
(v_6, a_6)

Verfahren

Zwei alternative Verfahren zur automatisierten Attraktivitätssteigerung:

1. Verfahren arbeitet mit Distanzvektoren des Datensatzes
2. Verfahren arbeitet direkt auf der approximierenden Funktion

Approximierende Funktion



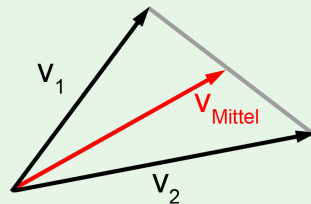
Idee des 1. Verfahrens

Untersuchungen von Psychologen haben gezeigt:
Durchschnittsgesicht ist attraktiver als die meisten Gesichter
 $\Rightarrow \vec{v}' =$ arithmetisches Mittel aller Vektoren aus Datensatz

Veranschaulichung



Gesamter Datensatz



Arithm. Mittel

Idee des 1. Verfahrens

Weiter hat sich gezeigt:

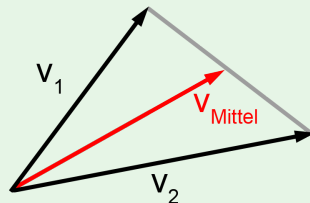
Durchschnitt der attraktivsten Gesichter ist attraktiver als das Durchschnittsgesicht

⇒ Verwendung der attraktivsten Portraits aus dem Datensatz

Veranschaulichung



Reduzierter Datensatz



Arithm. Mittel

Idee des 1. Verfahrens

Forderung an das hier vorgestellte Verfahren:

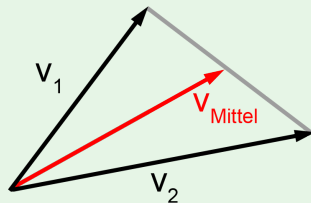
Ähnlichkeit zum Originalbild erhalten

⇒ Verwendung der attraktivsten, **benachbarten** Portraits aus dem Datensatz

Veranschaulichung



Veränderter red. Datensatz



Arithm. Mittel

Idee des 1. Verfahrens

In diesem Verfahren verwendet:

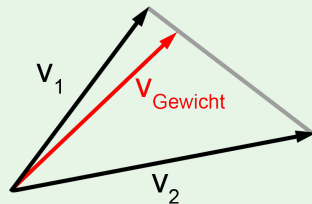
Die „besten“ Portraits der reduzierten Datenmenge werden bevorzugt

⇒ \vec{v}' = gewichtetes arithmetisches Mittel der ausgewählten Vektoren

Veranschaulichung

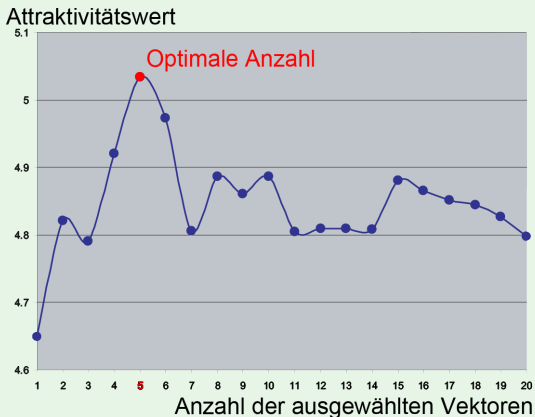


Veränderter red. Datensatz



Gewichtetes arithm. Mittel

Bestimmung der optimalen Anzahl zu verwendender Vektoren



Empirisch gefunden:

Es existiert eine optimale, oft kleine Anzahl zu verwendender Vektoren

Vergleich der Ergebnisse bei unterschiedlicher Anzahl von Vektoren



Original



3 „beste“
Vektoren

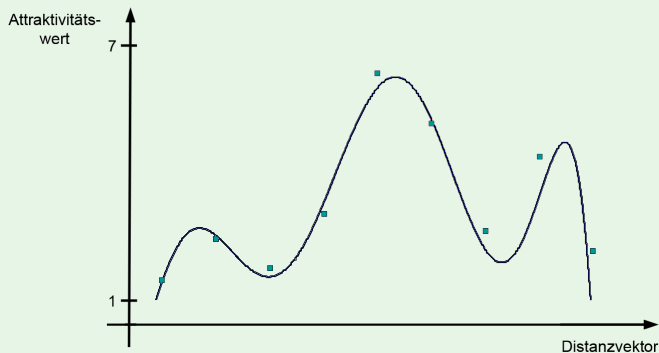


Optimale
Anzahl

Idee des 2. Verfahrens

- Das 2. Verfahren arbeitet auf der approximierenden Funktion

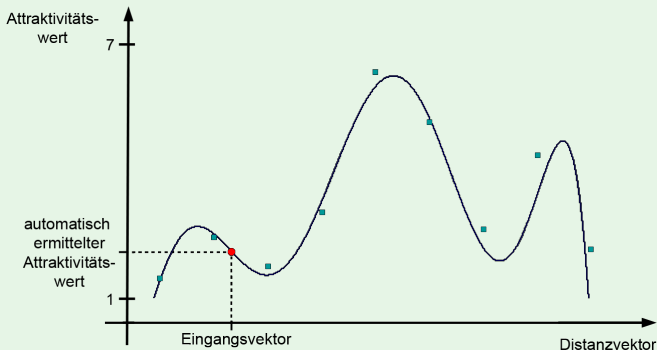
Veranschaulichung



Idee des 2. Verfahrens

- Ausgangspunkt für die Ermittlung des Ergebnisvektors ist der Eingangsvektor

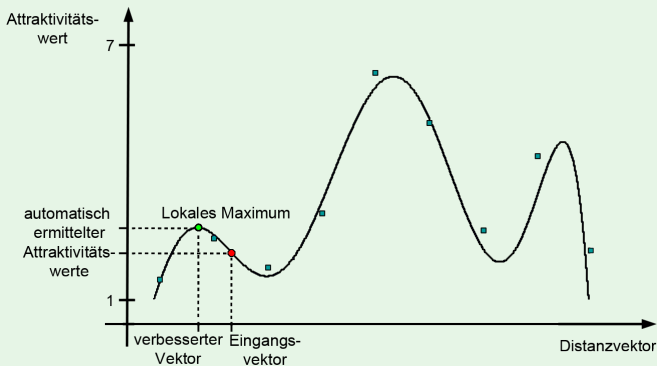
Veranschaulichung



Idee des 2. Verfahrens

- Ergebnisvektor bestimmt durch lokales Maximum „in der Nähe“ des Eingangsvektors

Veranschaulichung



Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Ablauf der Attraktivitätssteigerung

- 1 Distanzvektor zum Eingangsportrait bestimmen

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Ablauf der Attraktivitätssteigerung

- 1 Distanzvektor zum Eingangsportrait bestimmen
- 2 Eines der beiden Verfahren zur Attraktivitätssteigerung anwenden

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Ablauf der Attraktivitätssteigerung

- 1 Distanzvektor zum Eingangsportrait bestimmen
- 2 Eines der beiden Verfahren zur Attraktivitätssteigerung anwenden
- 3 Neue Positionen der Gesichtsmerkmale anhand des Ergebnisvektors bestimmen

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Ablauf der Attraktivitätssteigerung

- 1 Distanzvektor zum Eingangsportrait bestimmen
- 2 Eines der beiden Verfahren zur Attraktivitätssteigerung anwenden
- 3 Neue Positionen der Gesichtsmerkmale anhand des Ergebnisvektors bestimmen
- 4 Eingangsportraits in das Ergebnisportrait transformieren (mittels neuer und alter Positionen der Gesichtsmerkmale)

Voraussetzungen des hier vorgestellten Verfahrens

- 1 Von Menschen bewertete Portraits (nach Attraktivität)
- 2 Mathematische Modellierung von Portraits
- 3 Automatisierte Ermittlung von Attraktivität

Ablauf der Attraktivitätssteigerung

- 1 Distanzvektor zum Eingangsportrait bestimmen
- 2 Eines der beiden Verfahren zur Attraktivitätssteigerung anwenden
- 3 Neue Positionen der Gesichtsmerkmale anhand des Ergebnisvektors bestimmen
- 4 Eingangsportraits in das Ergebnisportrait transformieren (mittels neuer und alter Positionen der Gesichtsmerkmale)

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

2 Voraussetzungen

3 Verfahren

4 **Auswertung**

Vergleich der beiden Verfahren

Original und Ergebnisse beider Verfahren

Original



1.Vefahren



2.Verfahren



Vergleich der beiden Verfahren

- 2. Verfahren liefert höhere Attraktivitätswerte als 1. Verfahren bei weiblichen Portraits

Original und Ergebnisse beider Verfahren

Original



1. Verfahren



2. Verfahren



Vergleich der beiden Verfahren

- 2. Verfahren liefert höhere Attraktivitätswerte als 1. Verfahren bei weiblichen Portraits
- **Möglicher Grund:** Unterschiedliche Größe des zugrundeliegenden Datensatzes (W: 92, M: 33)

Original und Ergebnisse beider Verfahren

Original



1. Verfahren



2. Verfahren



Qualität der Ergebnisse

Original- und Ergebnisportraits wurden von Menschen bewertet:

Ergebnisse

Vorher



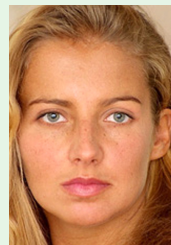
Nachher



Vorher



Nachher



Qualität der Ergebnisse

Original- und Ergebnisportraits wurden von Menschen bewertet:

- Die meisten Ergebnisportraits wurden attraktiver als die Originale empfunden

Ergebnisse

Vorher



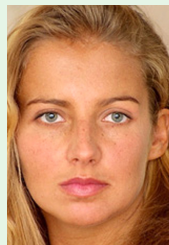
Nachher



Vorher



Nachher



Qualität der Ergebnisse

Original- und Ergebnisportraits wurden von Menschen bewertet:

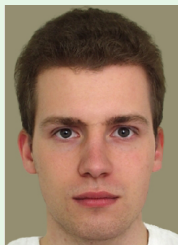
- Die meisten Ergebnisportraits wurden attraktiver als die Originale empfunden
- Verfahren bei weiblichen Portraits erfolgreicher als bei männlichen

Ergebnisse

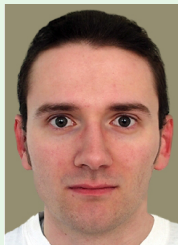
Vorher



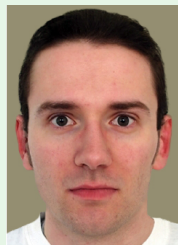
Nachher



Vorher



Nachher



Grenzen des Verfahrens:

- Güte des Resultats abhängig von Datenmenge (W:92, M:33)

Beispiel

Vorher



Nachher



Grenzen des Verfahrens:

- Güte des Resultats abhängig von Datenmenge (W:92, M:33)
- Ähnlichkeit zwischen Original und Ergebnis eventuell zu gering

Beispiel

Vorher



Nachher

Grenzen des Verfahrens:

- Güte des Resultats abhängig von Datenmenge (W:92, M:33)
- Ähnlichkeit zwischen Original und Ergebnis eventuell zu gering
- Nur Geometrie wird verändert

Beispiel

Vorher



Nachher



Grenzen des Verfahrens:

- Güte des Resultats abhängig von Datenmenge (W:92, M:33)
- Ähnlichkeit zwischen Original und Ergebnis eventuell zu gering
- Nur Geometrie wird verändert
- Beschränkt auf Frontalansicht mit neutralem Gesichtsausdruck

Beispiel

Vorher



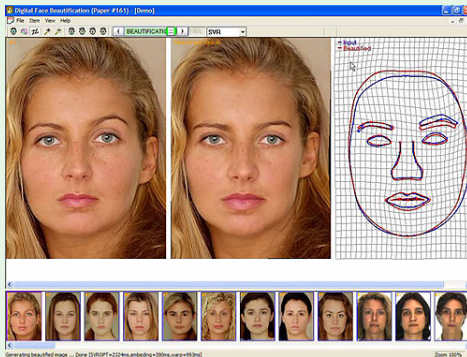
Nachher



Anwendungsgebiete

- Automatisierung von Retuschiersoftware

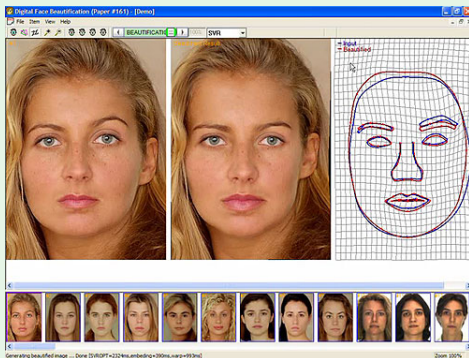
Programm zur automatischen Attraktivitätssteigerung



Anwendungsgebiete

- Automatisierung von Retuschiersoftware
- Special Effects, Werbung und Dating-Services

Programm zur automatischen Attraktivitätssteigerung





Tommer Leyvand, Daniel Cohen-Or, Gideon Dror, and Dani Lischinski.

Data-driven enhancement of facial attractiveness.

ACM Transactions on Graphics (Proceedings of ACM SIGGRAPH 2008), 27(3), August 2008.