



# Objektklassifizierung mittels AdaBoost-Algorithmus

Ronja Güldenring

Master Informatik – Grundseminar

Betreuender Professor: Prof. Dr.-Ing. Meisel



Einführung

AdaBoost

Anwendungs-  
beispiele

Weiterer  
Projektverlauf



Einführung

AdaBoost

Anwendungs-  
beispiele

Weiterer  
Projektverlauf

# Motivation

- Bachelorarbeit: Arbeit mit mobilen Roboter mit 2D-Laser-Sensor
- Erweiterung meiner Kenntnisse im Bereich Bildverarbeitung  
→ Viele Möglichkeiten in der Robotik

# Objekterkennung

## Einsatzgebiete



- Große Bedeutung im Bereich der Service-Robotik
  - Pflegeassistentz
  - Fahrerassistenz/autonomes Fahren
  - Chirurgische Assistenz
- Dynamisches Umfeld:
  - keine vorhersehbaren Abläufe
  - Sicherheit der Menschen muss garantiert sein.
- Echtzeitverarbeitung notwendig
- Erkennung von Objekten aus unterschiedlichsten Blickwinkeln



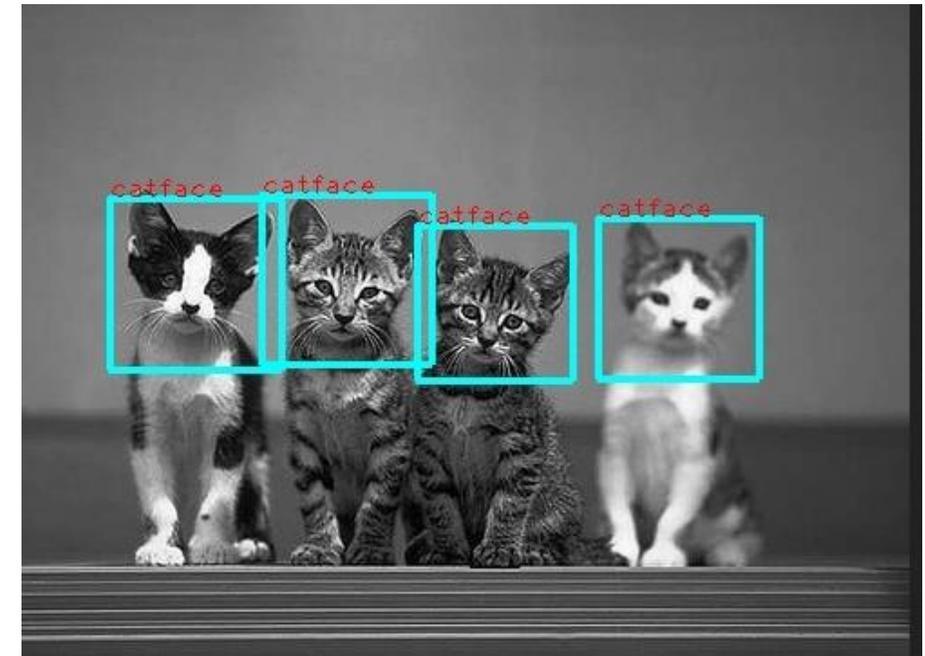
[[http://www.br.de/radio/bayern2/gesellschaft/theologik/pflege-roboter-ethik-100~\\_image-2\\_-9823676e711b1e60923936e299907dca0d26f166.html](http://www.br.de/radio/bayern2/gesellschaft/theologik/pflege-roboter-ethik-100~_image-2_-9823676e711b1e60923936e299907dca0d26f166.html)]

# Objekterkennung

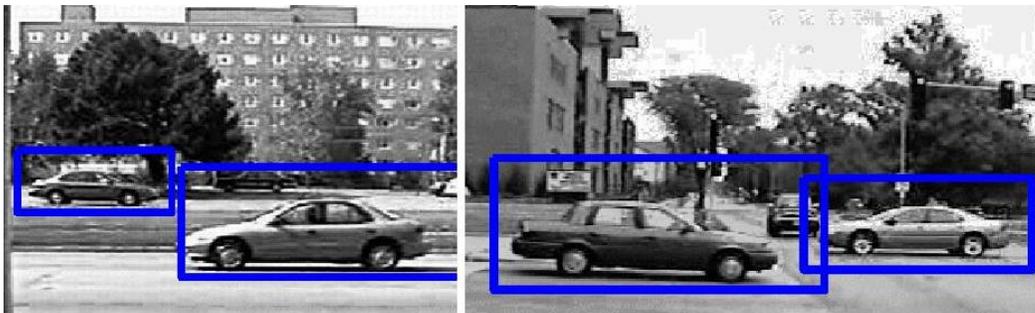
## weitere Beispiele



→ Gesichtserkennung  
bei Facebook, bei der  
Fotografie  
(Autofokus)



[<https://www.di.ens.fr/~laptev/objectdetection.html>]



→ Autoregistrierung bei  
Fahrerassistenz

→ Bildersuche bei  
Suchmaschinen

[<http://www.svcl.ucsd.edu/projects/Cascades/>]

# Klassifizierung



- Einordnung in Klassen: Bsp. Objekte als „Stuhl“ identifizieren
- Stühle unterscheiden sich in ihren Merkmalen:
  - Anzahl der Stuhlbeine
  - Lehne/keine Lehne
  - Farbe, Größe, Form
  - ....
- Bildqualität ist variabel
- Herausforderung: Berücksichtigung aller möglichen Merkmale
- Klassifizierungsalgorithmen:
  - Neural Networks
  - Support Vector Machines
  - Nearest Neighbour
  - AdaBoost





Einführung

**AdaBoost**

Anwendungs-  
beispiele

Weiterer  
Projektverlauf

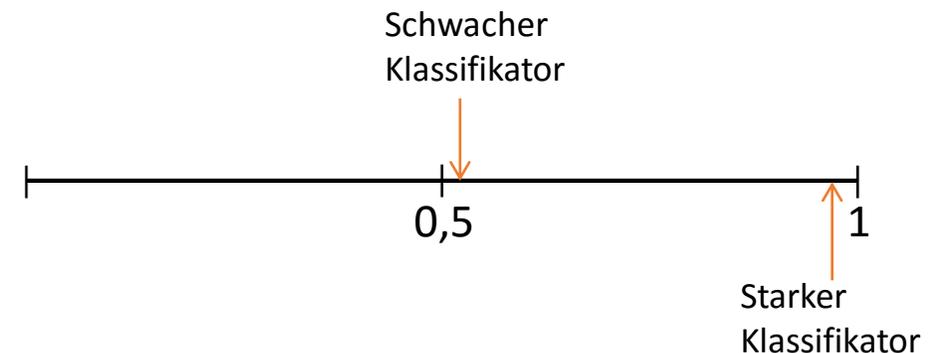
- Starker Klassifikator, der eine Anzahl  $T$  von schwachen Klassifikatoren kombiniert
  - Lernender Algorithmus:
    - Trainingsphase
    - Testphase
  - Zweiklassen- oder Mehrklassenprobleme
  - „AdaBoost“ wurde 1995 von Freund und Shapire eingeführt
  - Seitdem gab es diverse Experimente, Weiterentwicklungen und Anwendungsversuche in diesem Gebiet
- Es wurden diverse Varianten des Ursprungsalgorithmus entwickelt

# Schwacher Lerner/Klassifikator

- Erfolgswahrscheinlichkeit muss minimal besser als die Zufallswahrscheinlichkeit sein
- Ist die Erfolgsquote kleiner als der Zufall, kann der Ausgang einfach umgedreht werden
- Wahrscheinlichkeit darf nicht exakt 0,5 betragen
- Schwache Lerner sollten einfach sein mit geringer Rechenzeit
- Kombination mit anderen Klassifikatoren möglich:
  - Neural Network
  - Support Vector Machine
  - Histogram of oriented Gradients(HoG)
  - Schwellwertklassifikator (engl. decision stump)
  - ...

Bsp für Facedetection:

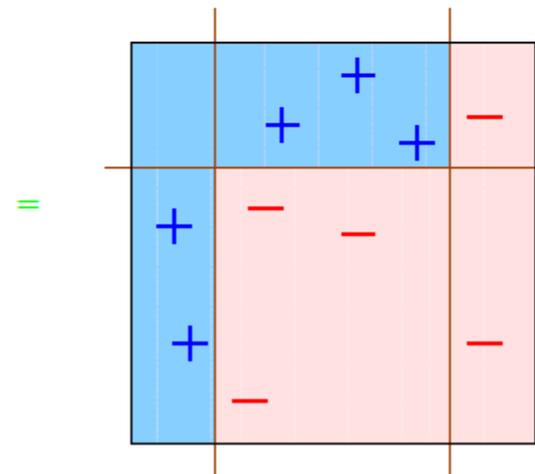
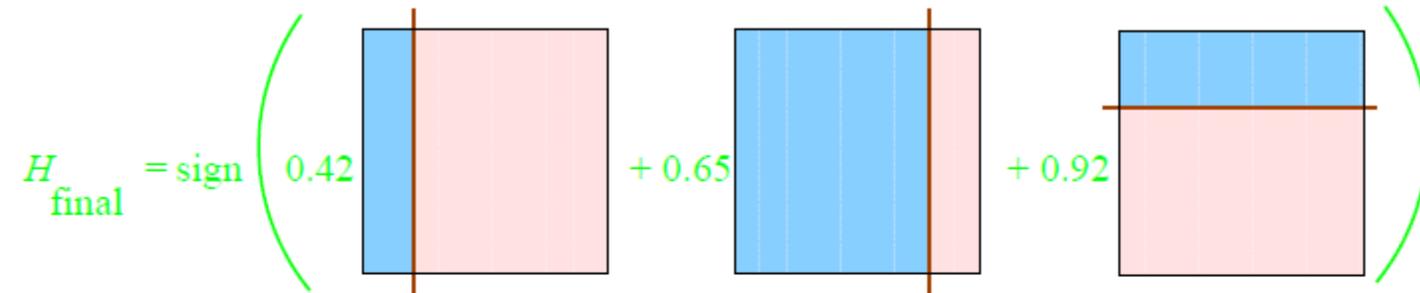
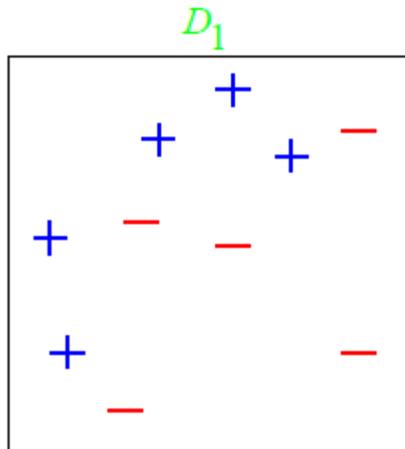
- Alle runden Objekte
- Alle Objekte, die sich in der oberen Hälfte des Bildes befinden
- Alle Objekte die einer definierten Farbpalette entsprechen
- Alle Objekte mit weißem Balken
- ....



- Man benötigt einen repräsentativen Datensatz  $(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)$ 
  - X: Eingänge, Bilder
  - Y: Ausgänge, Bilder mit erkannten Objekten
- Iterative Schulung für  $t = 1, \dots, T$ :
  1. Hinzufügen von schwachem Lerner:  $h_t: X \rightarrow \{-1, +1\}$
  2. Die Gewichtung des schwachen Lerners  $\alpha_t$  wird entsprechend der Ausfallwahrscheinlichkeit  $\epsilon_t$  angepasst.
  3. Die Gewichtung des Datensatzes  $D_t$  wird entsprechend der korrekten Einordnung angepasst
- Finaler AdaBoost-Klassifikator:  $H_{final}(x) = \text{sign}(\sum \alpha_t h_t(x))$

# Trainingsprozess

visuelles Beispiel



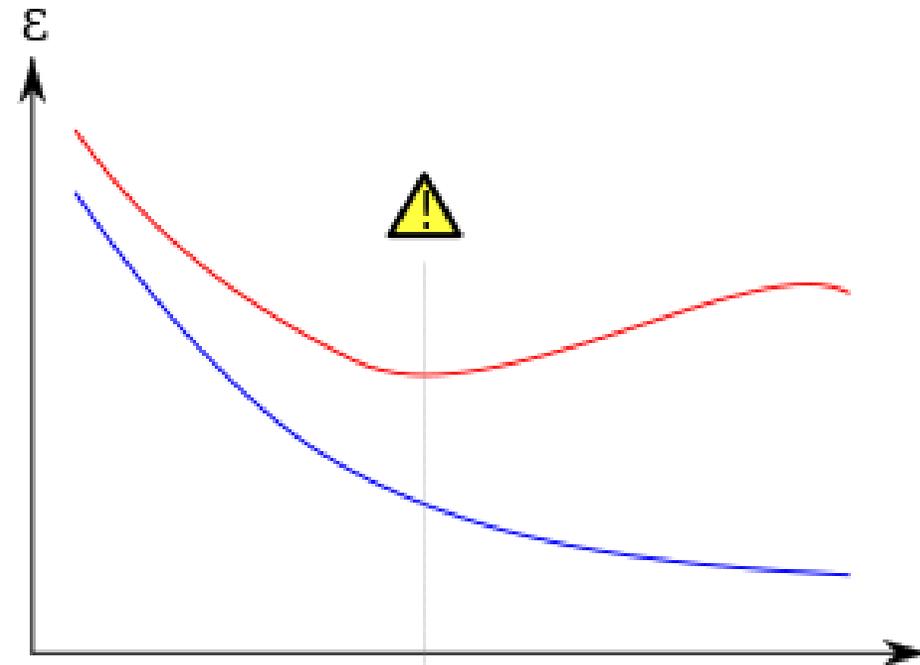
[Freund, Shapire Tut]

# Generalisierungsfehler

## Overfitting



- Testen des Algorithmus' nach dem Training
  - Verwendung eines neuen, repräsentativen Datensatzes
  - Bestimmung der Fehlerrate
- Overfitting/Überanpassung ist oft ein Problem bei lernenden Algorithmen.



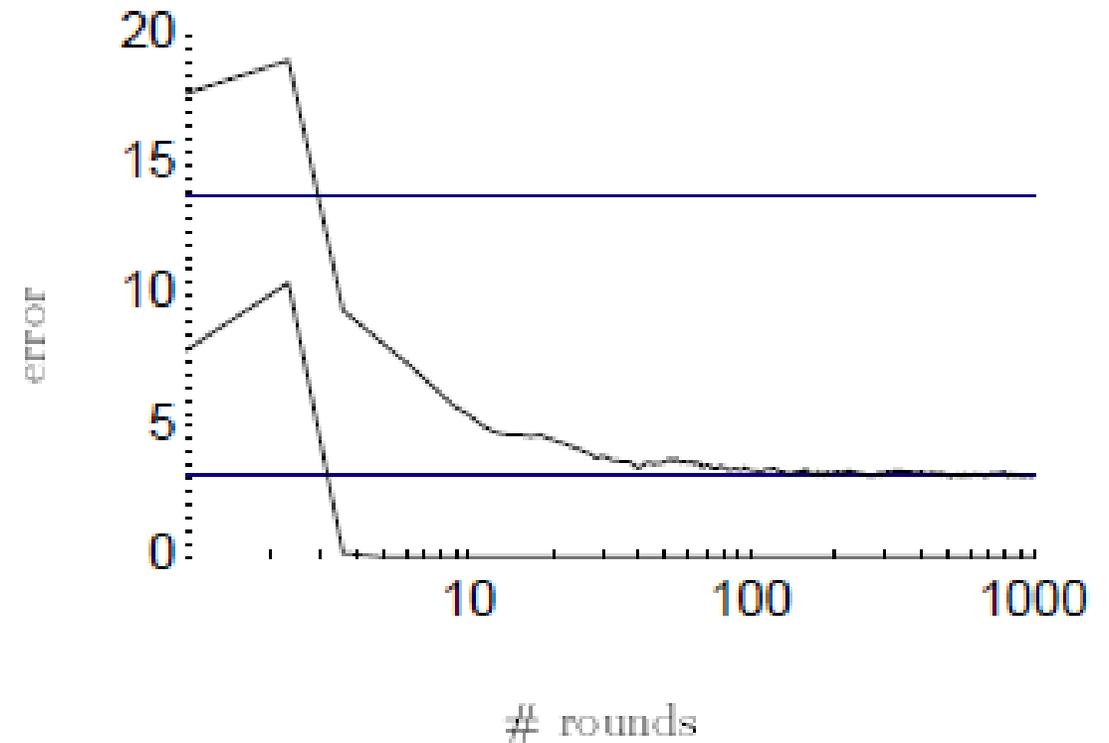
<https://en.wikipedia.org/wiki/Overfitting>

# Generalisierungsfehler

## AdaBoost



- AdaBoost kann sich überanpassen
- ABER: Experimente zeigten, dass Adaboost robust gegen Overfitting ist.
  - [Shapire 1999]



[Shapire 1999]

# Varianten

- Asymmetric AdaBoost
  - Asymmetrische Gewichtung der Trainingsbeispiele → positive Trainingsbeispiele werden stärker berücksichtigt
- RealBoost
  - Rückgabewerte der schwachen Lerner sind kontinuierliche Werte, d.h. sie geben die Wahrscheinlichkeit an, mit der sich Daten in einer Klasse befinden.
- Gentle AdaBoost, LUT AdaBoost
- LogitBoost
- ...



Einführung

AdaBoost

Anwendungs-  
beispiele

Weiterer  
Projektverlauf

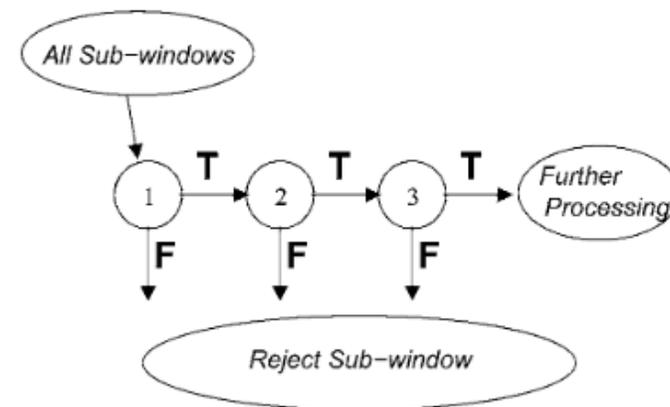
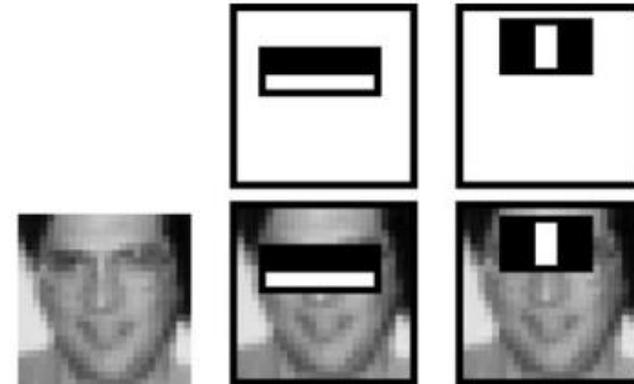
# Anwendungsbeispiele

Face Detection [Viola, Jones 2004]



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Hamburg University of Applied Sciences

- Weak Learner: Schwellenwert-Klassifikator durch Rechteck-Merkmale (Haar-like-Feature)
- Integralbild
- Einführung eines Kaskaden-Detektors.
  - Mehrere AdaBoost-Klassifizierer (bestehend aus ca. 20+ weak Lerner) werden aneinandergereiht
  - Schnelleres Aussortieren von Nicht-Gesichtern
  - Erhöht die Rechenzeit enorm
- 95 % Erkennungsrate

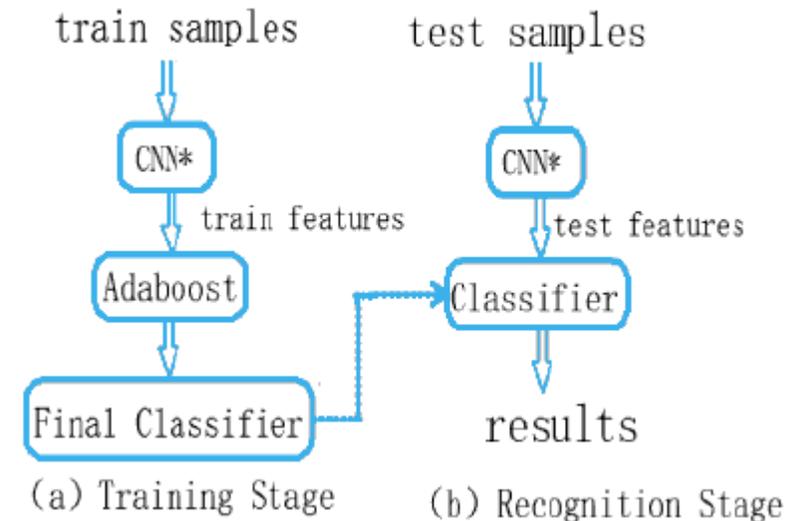


# Anwendungsbeispiele

vehicle detection based on CNN features [Song, Rui, Zha, Wang, Fang 2015]



- Convolutional Neural Networks nur zur Extraktion von Merkmalen verwendet  
→ effektive Merkmale
- Weak Learners: definierte Grenze, ob Merkmal erfüllt ist oder nicht
- Schnellere Performance
- Geringere Fehlerrate



Algorithm	CNN	CNN+AdaBoost	Gabor+SVM	HOG+SVM
Error rate	2.75%	1.92%	3.33%	3.75%

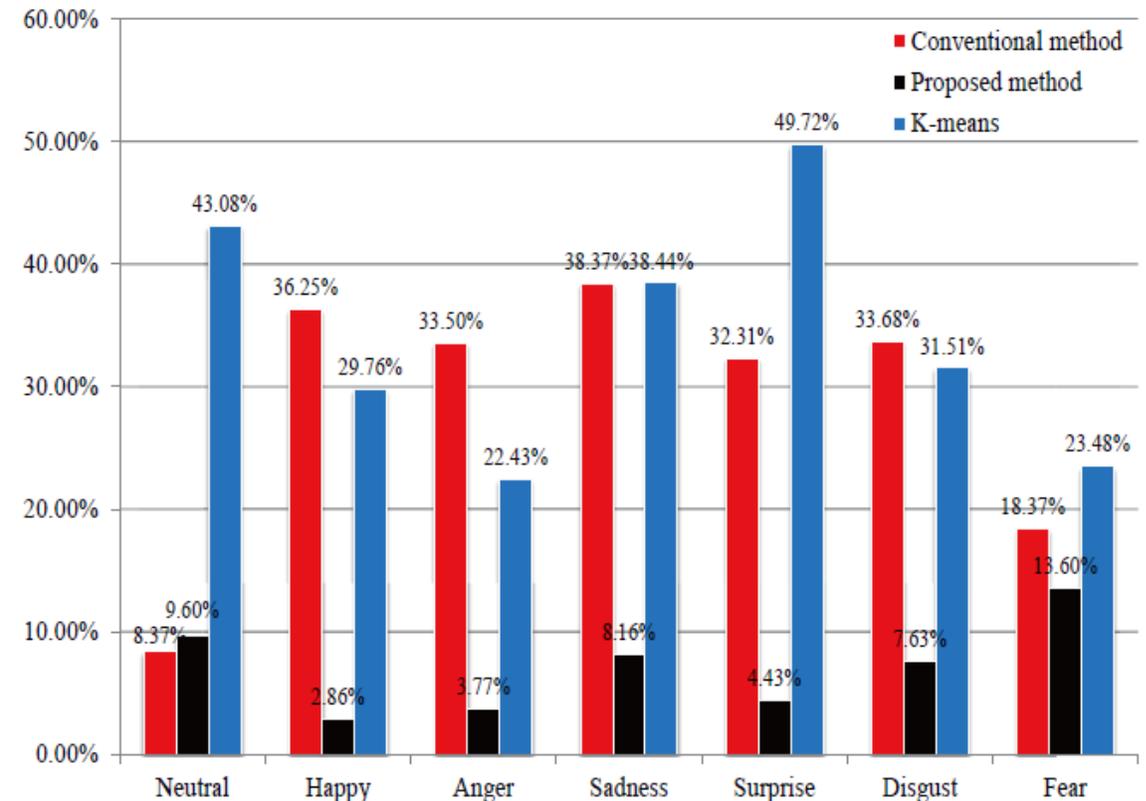
# Anwendungsbeispiele

Facial Expression Recognition [Chen, Ariki, Takiguchi 2013]



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Hamburg University of Applied Sciences

- 3D-Model: 8-bit Graubild
    - reduziert Verarbeitungskosten
  - Mehrklassenproblem
    - Neutral, Happy, Anger, Sadness...
  - LUT (Look-Up-Table) Adaboost
    - Speichert zusätzlich Wahrscheinlichkeiten in einer Look-Up-Table, dass Klasse in Frage kommt.
- Gut geeignet für Mehrklassenprobleme (> 3 Klassen)



# Anwendungsbeispiele

Hand gesture recognition for human-robot-interaction

[Nguyen, Pham, Dong, Nguyen, Tran 2011]



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

- „Vokabeln“ für Gesten
- Weak Learners:
  - Basieren auf Haar-like Features
- Kaskaden-AdaBoost-Classifizier





Einführung

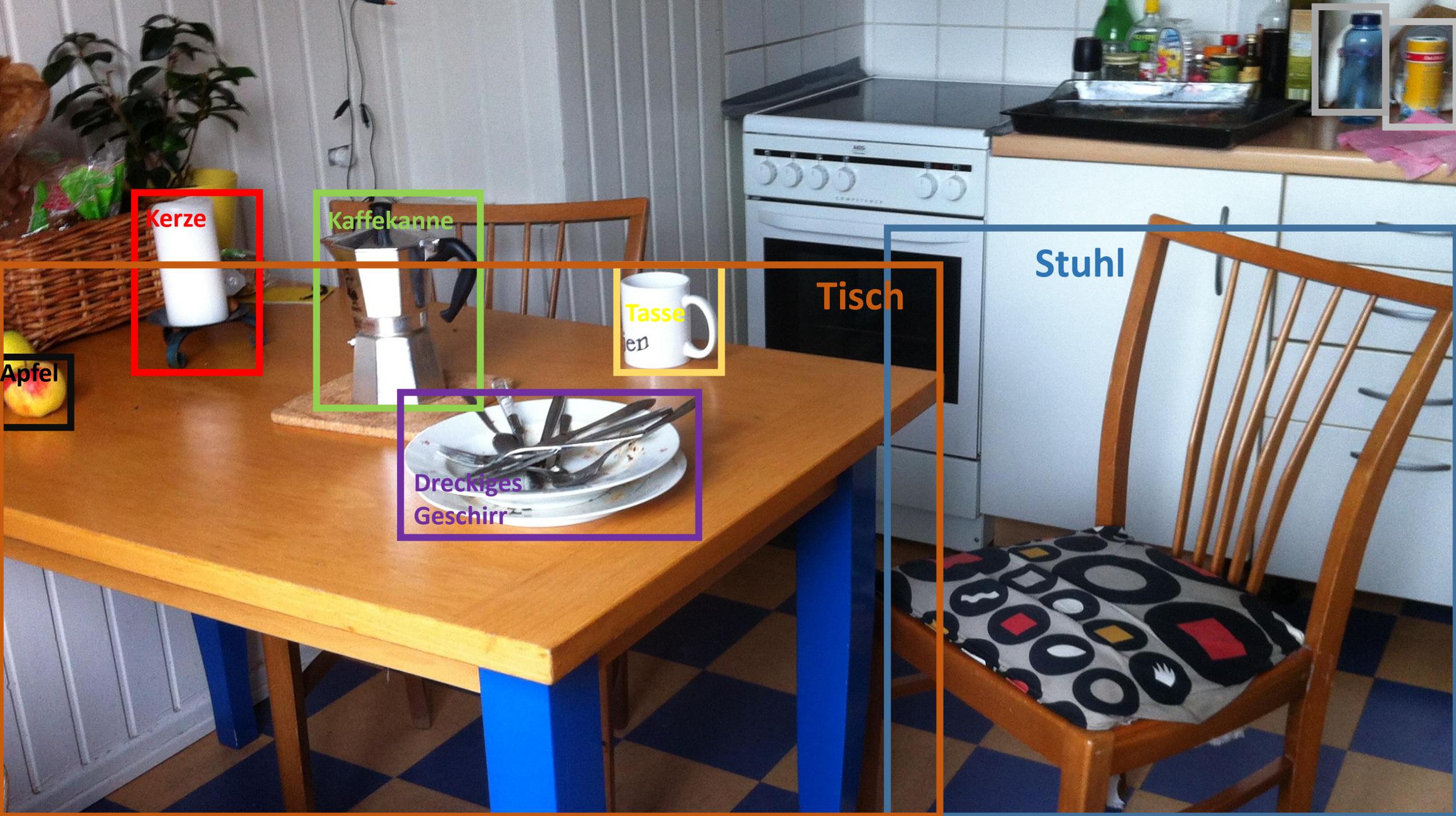
AdaBoost

Anwendungs-  
beispiele

Weiterer  
Projektverlauf

# Weiterer Projektverlauf

- Weitere Recherche:
  - Overfitting
  - Varianten des Ursprungsalgorithmus
  - mögliche schwache Learner
  - Formeln besser verstehen
- Tieferer Einstieg durch erste Implementierung:
  - Welche Objektklassen?
  - Welche Entwicklungsumgebung?
  - 2D/3D-Daten?
  - Trainings- und Testdaten aus Datenbanken beschaffen.



Kerze

Kaffekanne

Tasse  
en

Dreckiges  
Geschirr

Apfel

Tisch

Stuhl

Water bottle

Yellow container

# Konferenzen

- ICPR: International Conference on Pattern Recognition
- IJCAI: International Joint Conference on artificial intelligence
- ECAI: European Conference on Artificial Intelligence
- SIGGRAPH: ACM Special Interest Group on Graphics
- SIGCHI: ACM Special Interest Group on Computer-Human-Interaction

# Quellenangaben

[Freund, Shapire Tut] A Tutorial on Boosting, Freund and Shapire

[Shapire 1999] Robert E. Shapire. A Brief Introduction to Boosting. Proceeding of the Sixteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1999

[Viola, Jones 2004] P. Viola, M. Jones. Robust Real-Time Face Detection. International Journal of Computer Vision, 2004

[Song, Rui, Zha, Wang, Fang 2015] X. Song, T. Rui, Z. Zha, X. Wang, H. Fang. The AdaBoost algorithm for vehical detection based on CNN features. ACM-Library, 2015

[Chen, Ariki, Takiguchi 2013] J.Chen, Y. Ariki, T. Takiguchi. Robust Facial Expression Recognition Using 3D Average Face an Ameliorated AdaBoost. ACM Library, 2013

[Nguyen, Pham, Dong, Nguyen, Tran 2011] T.Nguyen, N. Pha,. V. Dong, V. Nguyen, T. Thran. A fully automatic hand gesture recognition system for human – robot interaction. ASM Lirary, 2011

# Fragen?



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

