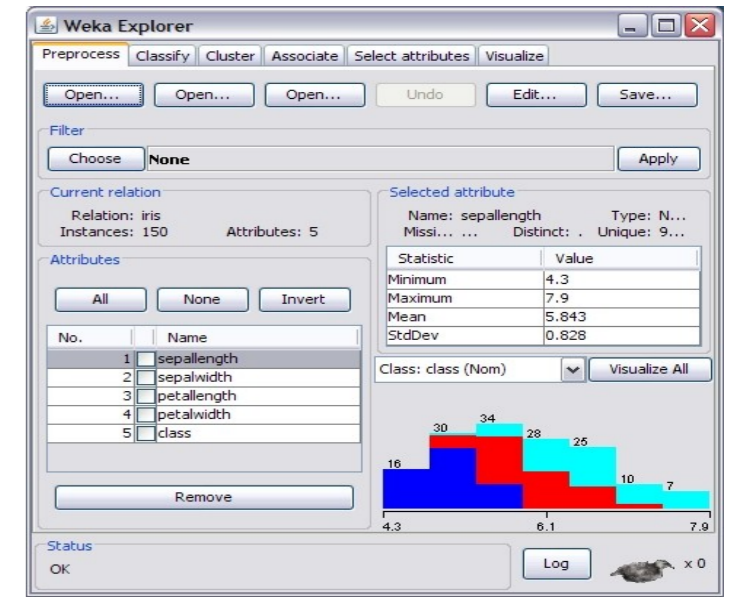


Entwurf und Implementierung einer Anwendung zum dialogbasierten, überwachten Lernen von Objektmodellen aus Bildern

Diplomarbeit, vorgelegt von Benjamin Kieper



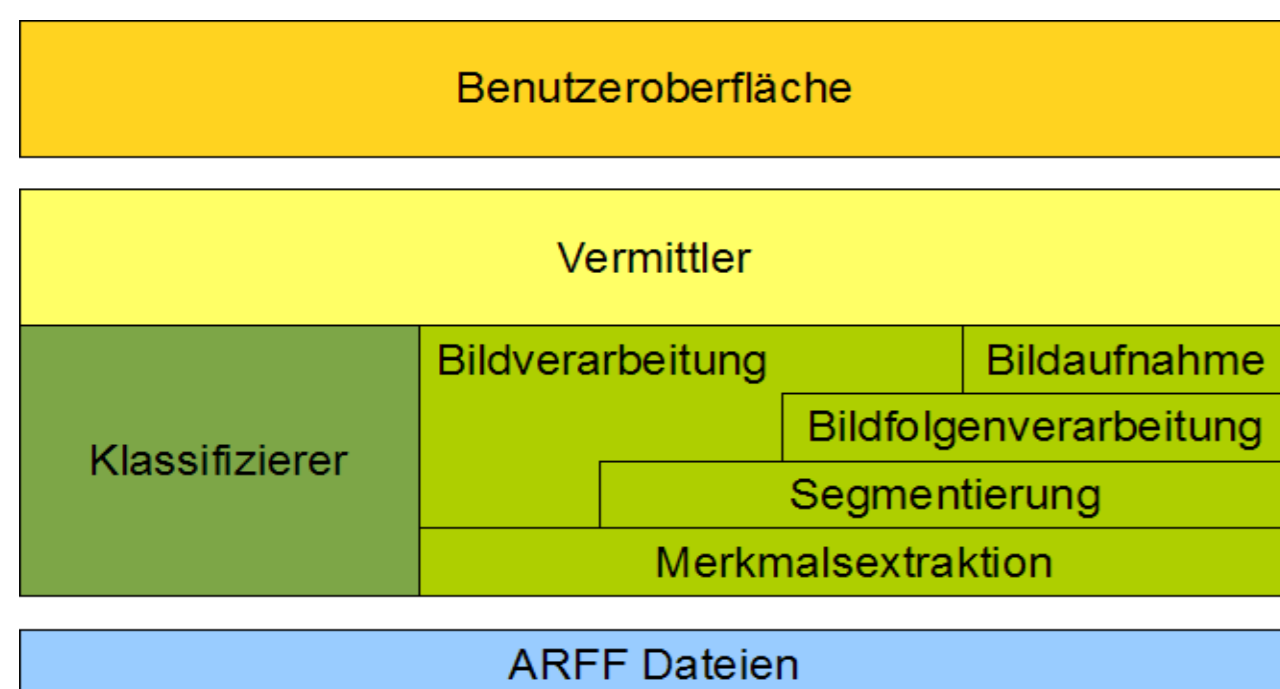
Aufgabenstellung

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer Anwendung, die mit Hilfe von überwachtem Lernen und Bildverarbeitung, die von einer Kamera aufgenommenen Objekte erkennt und diese einer Klasse zuordnet. Das Trainieren des Klassifikators soll unter Verwendung einer einfach bedienbaren, grafischen Benutzeroberfläche durchgeführt werden können. Der Anwender hat die Aufgabe, die vom System vorgeschlagene Klassifizierung zu bewerten und gegebenenfalls zu korrigieren. Die während des Trainings entstehenden Klassifikatormodelle sollen dem Anwender dargestellt werden können.

Es soll die Möglichkeit gegeben sein, verschiedene Klassifikatoren verwenden zu können. Dazu gehört auch der Austausch des Programmteils zur Klassifikation gegen weitere Implementierungen von Klassifikatoren.

Die Implementierung wurde mit der Programmiersprache Java umgesetzt. Die Anwendung trägt den Namen AiCam und setzt ein installiertes JRE ab der Version 1.6, sowie das Java Media Framework in der aktuellen Version voraus.

Systemarchitektur



3-Schichtenarchitektur

Um zu gewährleisten, dass externe Klassifikatoren in die Anwendung eingebunden werden können, sind die fachlichen Bestandteile der Anwendung in verschiedene Module aufgeteilt. Um eine Kommunikation zwischen den Modulen zu ermöglichen, wird das Vermittlermuster umgesetzt.

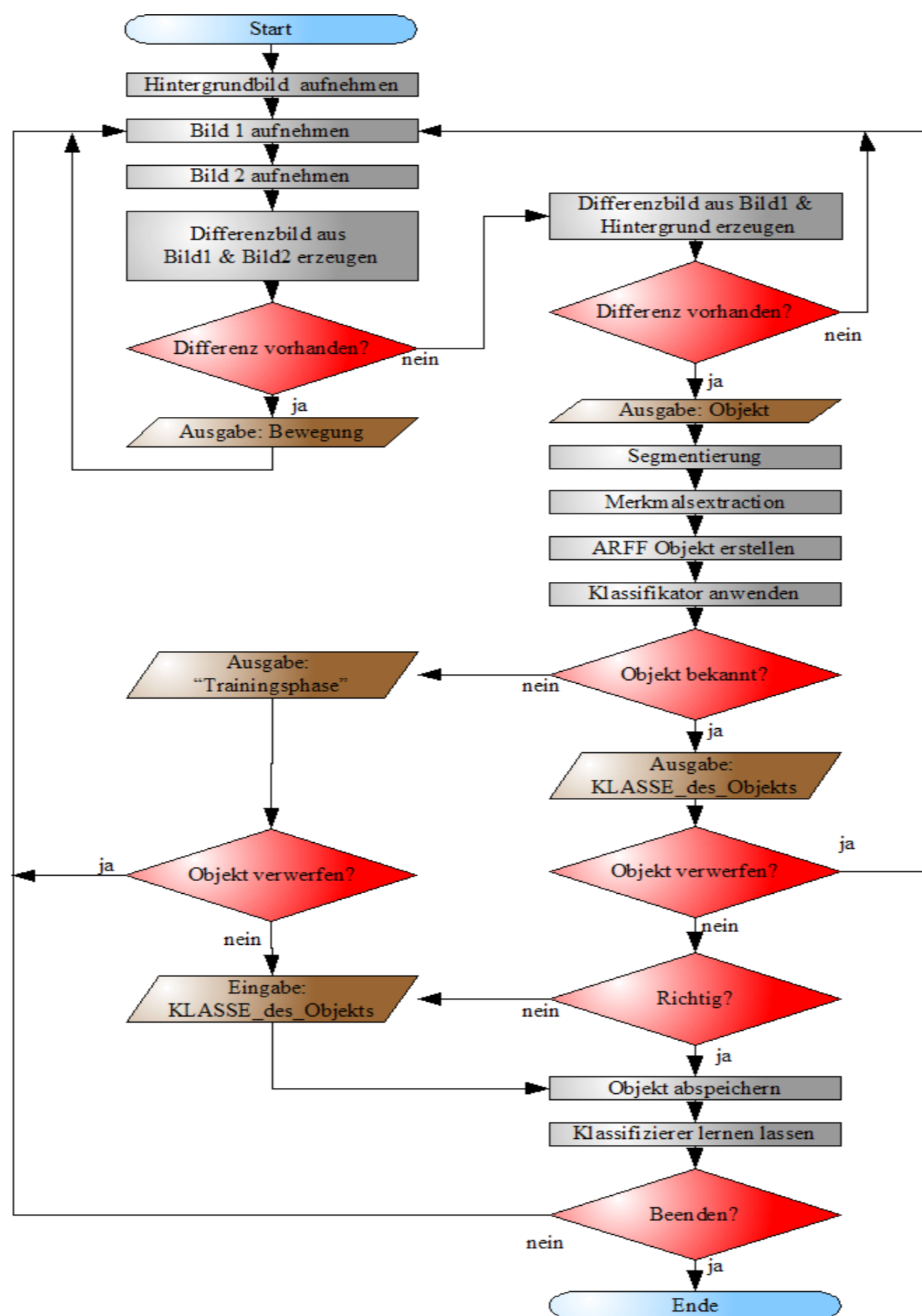
Die Datenhaltungsschicht bietet die Möglichkeit, die gesammelte Instanzdatenmenge im ARFF Format zu speichern und bei Bedarf laden zu können.

Bildverarbeitung

Die zum Trainieren des Klassifikators verwendeten Daten werden von der Anwendung selbst erstellt. Dazu werden Bilder mit Hilfe des Java-Media-Framework und einer Kamera aufgenommen und verarbeitet. Die Bildverarbeitung hat die Aufgabe, das Objekt und die Merkmale des Objekts aus der von der Kamera gelieferten Bildfolge zu extrahieren. Die Verarbeitung von Bildfolgen ermöglicht das Erkennen von Veränderungen, die durch Bewegungen oder auftauchende Objekte verursacht werden können. Zum Erkennen solcher Veränderungen wird das Differenzbildverfahren verwendet.

Aus einem erkannten Objekt werden Merkmale wie Umfang, Flächeninhalt und Farbigkeit ermittelt. Dazu wird zuvor das Objekt vom Hintergrund getrennt. Der Umfang eines Objekts wird mit Hilfe des Freeman-Kettencodes berechnet. Dazu wird das Objekt von einem bestimmten Startpunkt aus an seiner Außenkante umlaufen.

Werden die durchlaufenen Pixel gezählt, erhält man eine Vorstellung über den Umfang des Objekts. Zum Ermitteln des Flächeninhalts wird die Anzahl aller Objektpixel aufaddiert. Die Farbigkeit wird aus den Farbwerten der Pixel des Objekts ermittelt. Die extrahierten Merkmale werden in einem Vektor zusammengefasst. Dieser Vektor stellt eine unklassifizierte Instanz dar, die dem Lernverfahren übergeben wird.



schematisierter Ablauf der Anwendung

Maschinelles Lernen

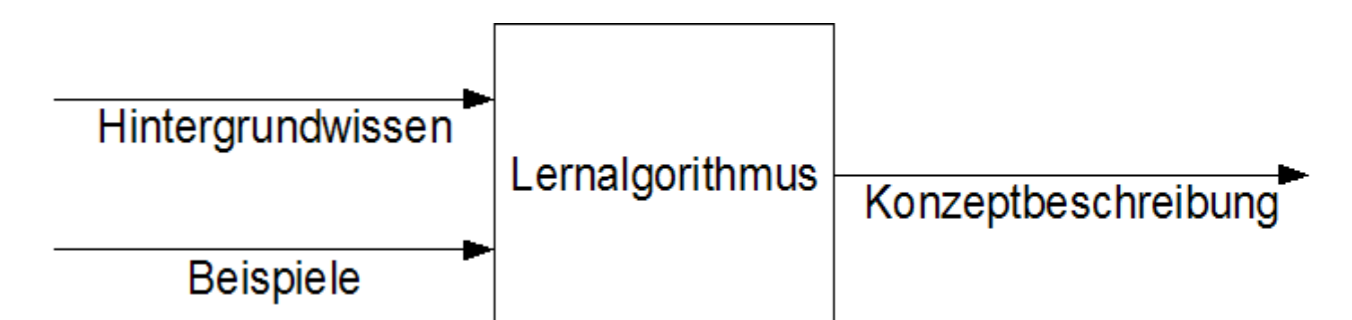
Zum Erstellen der Konzeptbeschreibung und zum Klassifizieren der Objekte wird das überwachte Lernen verwendet. Das überwachte Lernen ist ein Teilgebiet des maschinellen Lernens, welches wiederum einen Forschungsbereich der künstlichen Intelligenz darstellt. Beim überwachten Lernen wird dem Lernverfahren eine klassifizierte Beispielmenge übergeben. Aus dieser Trainingsdatenmenge soll das System lernen, unbekannte Datensätze zu klassifizieren. In der erstellten Applikation werden nur die Verfahren des überwachten Lernens verwendet, die eine für den Anwender verständliche Form der Konzeptbeschreibung erstellen.

Zur Durchführung des überwachten Lernens, wird die Data-Mining-Bibliothek Weka verwendet. Weka ist eine Sammlung von implementierten Data-Mining Algorithmen und kann in eigene Anwendungen eingebunden werden.

Ablauf des überwachten Lernens

Wurde der Merkmalsvektor an den Lernalgorithmus übergeben, wird im Normalfall eine Klasse zurückgegeben. Der Anwender hat die Aufgabe, die Klassifikation zu bewerten. Dazu bietet die Anwendung entsprechende Schaltflächen auf der Oberfläche. War die Klassifikation korrekt, wird die Instanz der Trainingsmenge hinzugefügt, um beim nächsten Durchlauf eine höhere Klassifizierungsleistung zu erzielen.

War die Klassifikation falsch, kann der Anwender dies durch Eingabe der richtigen Klasse korrigieren.



Struktur des maschinellen Lernens

Darstellung der Konzeptbeschreibung

Das gelernte Wissen ist in der Konzeptbeschreibung enthalten. Dieses Wissen soll dem Anwender helfen, neue Erkenntnisse zu gewinnen oder unbekannte Zusammenhänge aufzuzeigen. Aus diesem Grund soll die erstellte Konzeptbeschreibung in einer für den Menschen verständlichen Form dargestellt werden können. Gleichzeitig können auf diese Weise die Ergebnisse des Lernvorgangs veranschaulicht werden.

Darstellung eines Entscheidungsbaums

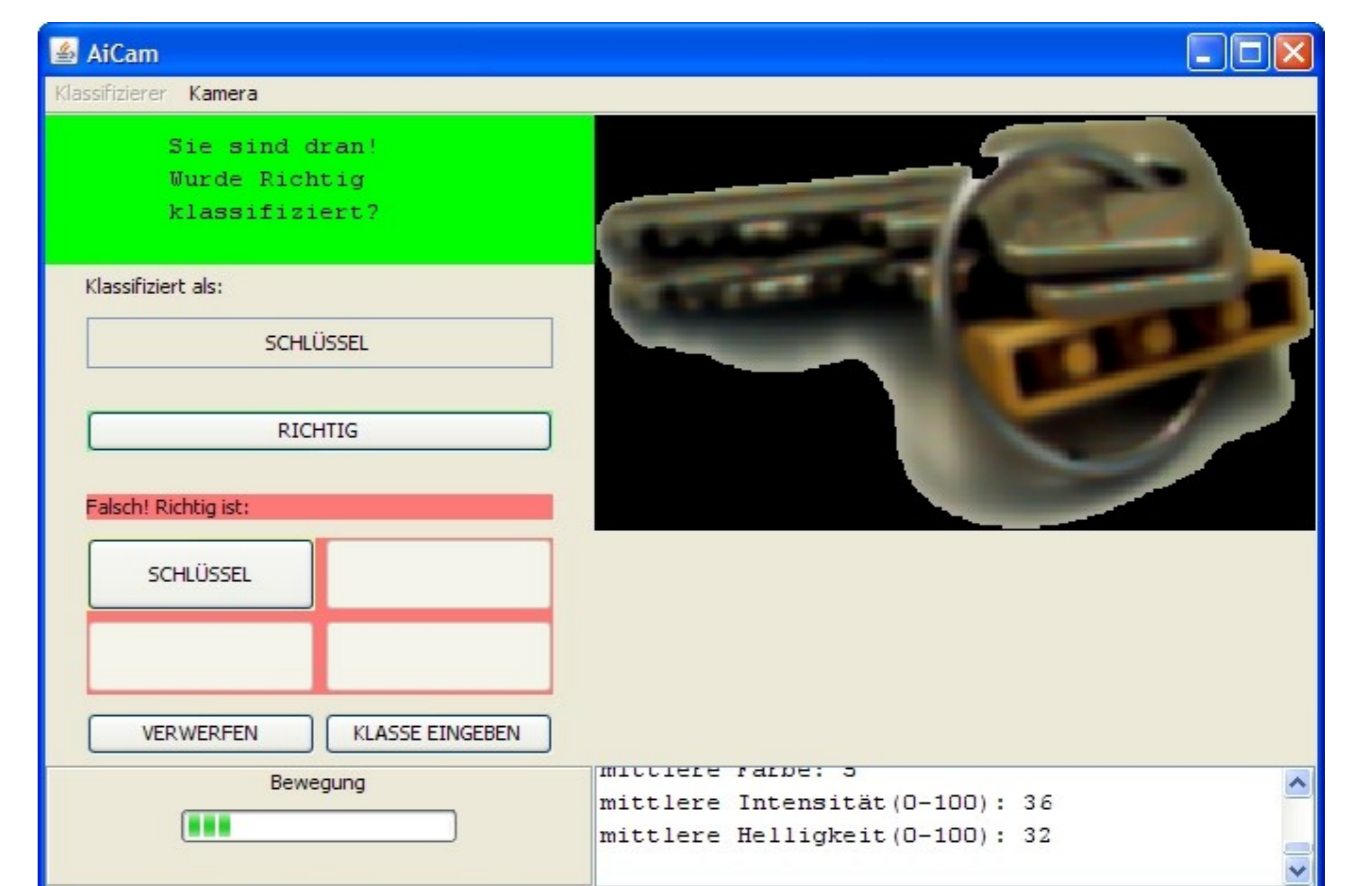
```
HÄUFIGSTE_FARBE <= 0: ROT (3.0)
HÄUFIGSTE_FARBE > 0
| HÄUFIGSTE_FARBE <= 4: GELB (3.0)
| HÄUFIGSTE_FARBE > 4: BLAU (3.0)
```

Entscheidungsbäume bilden Wissen hierarchisch ab. Jeder Knoten im Baum steht für die Entscheidung, in welchem Teilbaum die Abarbeitung fortgesetzt wird. Kanten stehen für die Werte, die ein Attribut annehmen kann. Blattknoten sind die finalen Knoten und legen die Klasse für Instanzen fest, die diesen Knoten erreichen.

Darstellung einer Regelmenge

```
If petal-length < 2.45 then Iris-setosa
If sepal-width < 2.10 then Iris-versicolor
If sepal-width < 2.45 and petal-length < 4.55 then Iris-versicolor
If sepal-width < 2.95 and petal-width < 1.35 then Iris-versicolor
If petal-length >= 2.45 and petal-length < 4.45 then Iris-versicolor
```

Klassifikationsregeln sind eine einfache und leicht verständliche Form der Darstellung von Wissen. Sie bestehen aus Bedingungen und Folgerungen.



Klassifiziertes Objekt

Zusammenfassung

Die Arbeit bietet einen Einblick in die Funktionsweise des überwachten Lernens und den Aufbau von Klassifikatormodellen. Die während des Lernvorgangs erstellten Modelle können zur Verständnishilfe und zur Erklärung der Entscheidung des Systems dargestellt werden.