Data Mining und Maschinelles Lernen

Wintersemester 2015/2016

Lösungsvorschlag für das 1. Übungsblatt

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

1. Anwendungsszenario

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Überlegen Sie sich ein neues Szenario des klassifizierenden Lernens (kein aus der Vorlesung bekanntes).
Wird am Ende besprochen!

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Gegeben sei das folgende 3-Klassenproblem, bei dem einer Person abhängig von ihrer Schulbildung, ihrem Familienstand (verheiratet/ledig mit (keinen) Kindern) und ihrem Geschlecht ein Wagentyp (Familien-, Klein- oder Sportwagen) zugeordnet werden soll.
Von einigen Personen sind uns folgende Daten bekannt:

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car
1	primary	married	female	no	mini
2	primary	married	male	no	sports
3	primary	married	female	yes	mini
4	primary	married	male	yes	family
5	primary	single	female	no	mini
6	primary	single	male	no	sports
7	secondary	married	female	no	mini
8	secondary	married	male	no	sports
9	secondary	married	male	yes	family
10	secondary	single	female	no	mini
11	secondary	single	female	yes	mini
12	secondary	single	male	yes	mini
13	university	married	male	no	mini
14	university	married	female	yes	mini
15	university	single	female	no	mini
16	university	single	male	no	sports
17	university	single	female	yes	mini
18	university	single	male	yes	mini

Tabelle: Trainingsdaten

a) Klassifizieren Sie die folgende Testmenge, deren Klassenlabel uns unbekannt sind, mit Hilfe des abgebildeten Entscheidungsbaums.

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car
19	primary	single	female	yes	?
20	primary	single	male	yes	?
21	secondary	married	female	yes	?
22	secondary	single	male	no	?
23	university	married	male	yes	?
24	university	married	female	no	?

Tabelle: Testdaten

Lösung:

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car
19	primary	single	female	yes	Mini
20	primary	single	male	yes	Mini
21	secondary	married	female	yes	Mini
22	secondary	single	male	no	Sports
23	university	married	male	yes	Family
24	university	married	female	no	Mini

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

b) Der Baum klassifiziert nicht alle Trainings-Beispiele korrekt. Wie müßte man den vorhandenen Baum erweitern, damit er alle Trainings-Beispiele korrekt klassifiziert? Wie schätzen Sie die Qualität des resultierenden Baums ein?
Lösung: Welche Beispiele werden falsch klassifiziert?
Nur das Beispiel

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car
13	university	married	male	no	mini

wird von dem zweiten Blatt (von links) falsch klassifiziert. Was muss nun betrachtet werden, um den Baum zu erweitern?
Wir betrachten wir zunächst alle Beispiele, die durch dieses Blatt klassifiziert werden:

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car
2	primary	married	male	no	sports
6	primary	single	male	no	sports
8	secondary	married	male	no	sports
13	university	married	male	no	mini
16	university	single	male	no	sports

Was bedeutet das für die Erweiterung des Baums?

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Was bedeutet das für die Erweiterung des Baums?

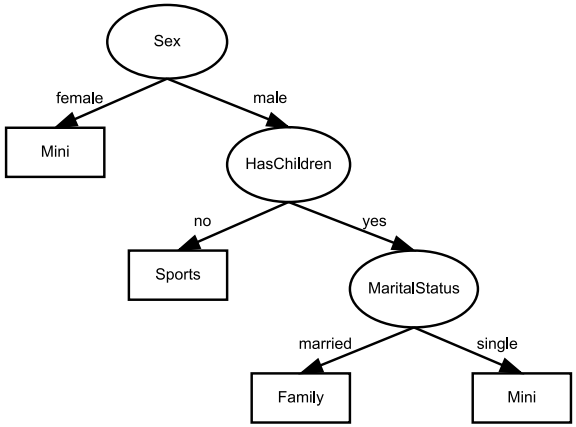
No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car
2	primary	married	male	no	sports
6	primary	single	male	no	sports
8	secondary	married	male	no	sports
13	university	married	male	no	mini
16	university	single	male	no	sports

Wie man sieht ist keiner der verbleibenden Tests, *Education* und *Marital Status*, alleine ausreichend, um die Beispiele sauber zu trennen. Also müssen wir uns für einen der beiden Tests entscheiden. Wir entscheiden uns für den Test *Education*.
Wie sieht dieser Test aus, und was sind die Ausgänge?
Wir erhalten wir 3 Testausgänge. Da die Testausgänge *Primary* und *Secondary* beide nur Beispiele der Klasse *Sports* abdecken, können wir bei diesen jeweils ein Blatt mit der Vorhersage *Sports* anhängen. Für den Testausgang *University* benötigen wir noch einen weiteren Test auf *Marital Status*, wobei bei *Married* ein Blatt mit der Vorhersage *Mini* und bei *Single* eines mit *Sports* angehängt wird.

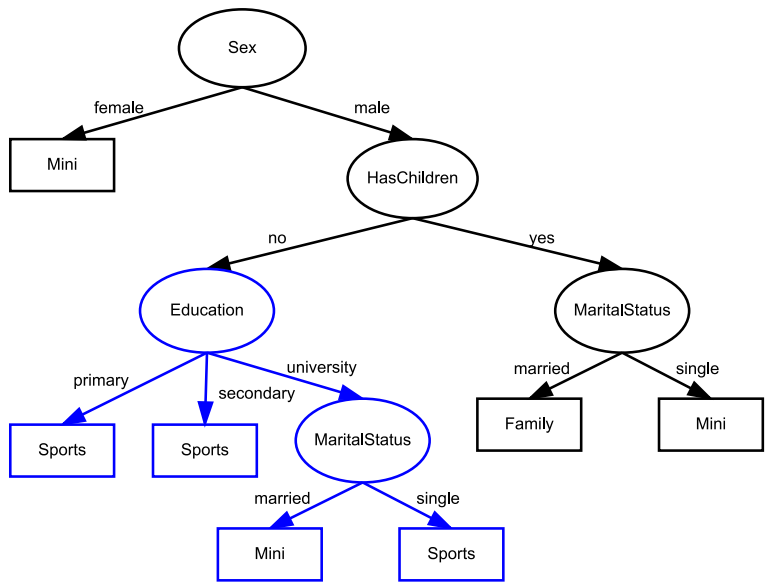
2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Wir erhalten wir 3 Testausgänge. Da die Testausgänge *Primary* und *Secondary* beide nur Beispiele der Klasse *Sports* abdecken, können wir bei diesen jeweils ein Blatt mit der Vorhersage *Sports* anhängen. Für den Testausgang *University* benötigen wir noch einen weiteren Test auf *Marital Status*, wobei bei *Married* ein Blatt mit der Vorhersage *Mini* und bei *Single* eines mit *Sports* angehängt wird.

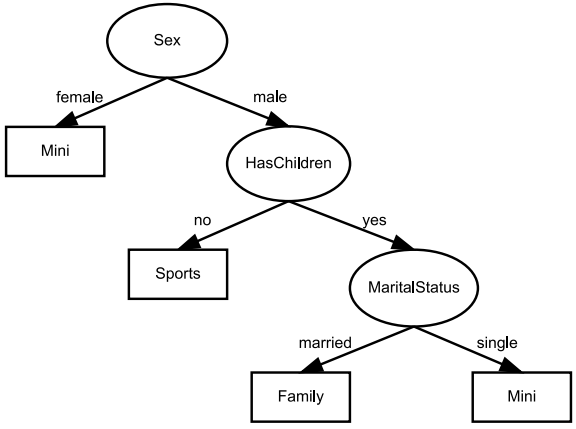


(a) Ursprünglicher Baum

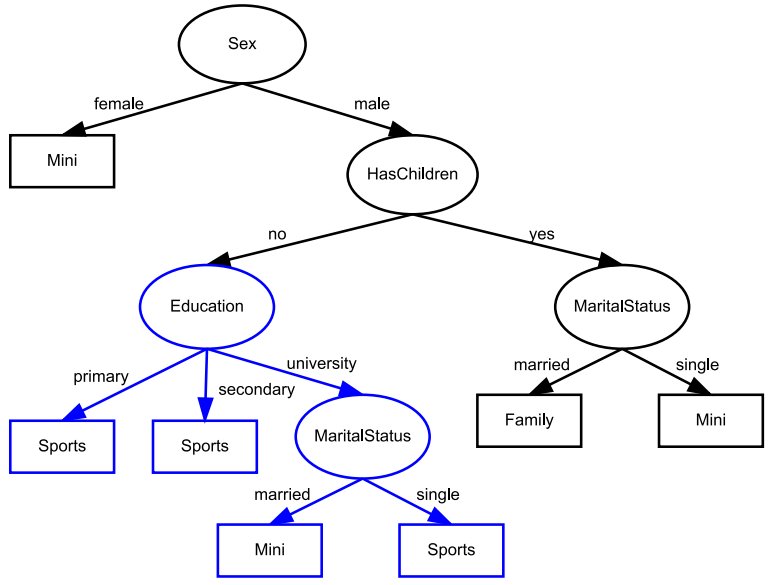


(b) Erweiterter Baum

Was bedeutet das für die Qualität des Baums?



(c) Ursprünglicher Baum



(d) Erweiterter Baum

Diese ändert sich:

- Einerseits klassifiziert der Baum nun alle Trainingsbeispiele korrekt aber
- andererseits ist er um einiges angewachsen (von 4 Blättern auf 7 Blätter).

Da man *Overfitting*, also eine Überanpassung an die Trainingsmenge, vermeiden will, sollte man generell kleinere Bäume bevorzugen, selbst wenn sie einige wenige Trainingsbeispiele falsch klassifizieren.

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

c) Für das gegebene Klassifikationsproblem liefert Ihnen ein Regellerner folgende Regelmenge:

R1:	MaritalStatus = married	$\wedge$	HasChildren = yes	$\wedge$	Sex = male	$\Rightarrow$	Car = family
R2:	HasChildren = no	$\wedge$	Sex = male			$\Rightarrow$	Car = sports
R3:	Sex = female					$\Rightarrow$	Car = mini
R4:	MaritalStatus = single	$\wedge$	HasChildren = yes			$\Rightarrow$	Car = mini
R5:	Education = university	$\wedge$	MaritalStatus = married			$\Rightarrow$	Car = mini

Verwenden Sie diese Regelmenge zu Klassifikation der gegebenen Testmenge. Von welchen Regeln werden die Testbeispiele jeweils klassifiziert? Welches Verhalten und welche Eigenschaften von Regelmengen im Vergleich zu Entscheidungsbäumen fallen Ihnen hierbei auf?

Lösung:

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car	Rule
19	primary	single	female	yes	Mini	R3, R4
20	primary	single	male	yes	Mini	R4
21	secondary	married	female	yes	Mini	R3
22	secondary	single	male	no	Sports	R2
23	university	married	male	yes	?	R1, R5
24	university	married	female	no	Mini	R3, R5

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Regelmengen und Entscheidungsbäume unterscheiden sich in folgenden wesentlichen Punkten:

- Überlappung: Regeln können überlappen wie bei den Beispielen 19, 23 und 24. Da bei den Beispielen 19 und 24 beide Regeln die gleiche Klasse vorhersagen, wählt man diese zur Klassifikation (indem man einfaches *Voting* macht, also die Klasse nimmt die am häufigsten von den Regeln vorhergesagt wird). Bei dem Beispiel 23 unterscheidet sich jedoch die Klassifikation und es kommt zu einem Gleichstand. Um dennoch eine Klassifikation vornehmen zu können, gibt es verschiedene Möglichkeiten:
  - Mehrheit: man nimmt die *Majority Class* der Klassen aus der Vorhersage (also die Klasse die in den Trainingsdaten am häufigsten vorkommt)
  - Kompaktheit: man nimmt die Klasse der kürzeren Regel
  - Qualität: falls die Regeln nach ihrer Qualität sortiert sind, verwendet man die mit der höheren Qualität
- Keine Regel trifft zu: Die obige Regelmenge kann bestimmte Beispiele nicht klassifizieren, da diese Beispiele von keiner Regel abgedeckt werden. Daher verwendet man eine sog. *Default-Rule* welche im Regelkörper den Wert TRUE hat, also alle Beispiele abdeckt und die Majority Class vorhersagt.

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

d) Klassifizieren Sie nun dieselbe Testmenge mit dem Lernalgorithmus Nearest Neighbour aus der Vorlesung. Verwenden Sie als Distanzfunktion die Anzahl der Attributwerte, in denen sich die zu vergleichenden Beispiele unterscheiden. Bestimmen Sie alle Trainingsbeispiele mit minimaler Distanz zum jeweiligen Testbeispiel. Sagen Sie anhand der Klassenlabel dieser Trainingsbeispiele die Klasse des Testbeispiels voraus.
Im Folgenden nochmals die Testbeispiele:

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	?
19	primary	single	female	yes	?
20	primary	single	male	yes	?
21	secondary	married	female	yes	?
22	secondary	single	male	no	?
23	university	married	male	yes	?
24	university	married	female	no	?

Lösung: Wir berechnen zunächst alle Abstände aller Testbeispiele zu allen Trainingsbeispielen. Diese sind in der folgenden Tabelle jeweils in einer der letzten sechs Spalten aufgelistet.

No.	Education	Marital Status	Sex	Has Children	Car	19	20	21	22	23	24
1	primary	married	female	no	mini	2	3	2	3	3	1
2	primary	married	male	no	sports	3	2	3	2	2	2
3	primary	married	female	yes	mini	1	2	1	4	2	2
4	primary	married	male	yes	family	2	1	2	3	1	3
5	primary	single	female	no	mini	1	2	3	2	4	2
6	primary	single	male	no	sports	2	1	4	1	3	3
7	secondary	married	female	no	mini	3	4	1	2	3	1
8	secondary	married	male	no	sports	4	3	2	1	2	2
9	secondary	married	male	yes	family	3	2	1	2	1	3
10	secondary	single	female	no	mini	2	3	2	1	4	2
11	secondary	single	female	yes	mini	1	2	1	2	3	3
12	secondary	single	male	yes	mini	2	1	2	1	2	4
13	university	married	male	no	mini	4	3	3	2	1	1
14	university	married	female	yes	mini	2	3	1	4	1	1
15	university	single	female	no	mini	2	3	3	2	3	1
16	university	single	male	no	sports	3	2	4	1	2	2
17	university	single	female	yes	mini	1	2	2	3	2	2
18	university	single	male	yes	mini	2	1	3	2	1	3

Tabelle: Distanzen zum jeweiligen Beispiel

2. Praktische Anwendung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Da wir die Nachbarn mit minimalen Abstand zur Klassifikation verwenden, selektieren wir diejenigen mit einem Abstand von 1 aus der Tabelle (rot markiert). Da diese Nachbarn als Votes für ihre jeweilige Klasse benutzt werden, erhalten wir die folgende Abstimmung, bei der jeweils die Klasse vorhergesagt wird, die am meisten Stimmen erhält.

No.	Family	Mini	Sports	Prediction
19	0	4	0	Mini
20	1	2	1	Mini
21	1	4	0	Mini
22	0	2	3	Sports
23	2	3	0	Mini
24	0	5	0	Mini

Tabelle: Voting der Nearest Neighbours

1. Anwendungsszenario

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Überlegen Sie sich ein neues Szenario des klassifizierenden Lernens (kein aus der Vorlesung bekanntes).
Lösung: Es sollen medizinische Daten von Patienten benutzt werden, um festzustellen, ob die Anwendung einer Chemotherapie Erfolge zeigen würde.

1. Anwendungsszenario

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

a) Bestimmen Sie die zu verwendenden Trainings- und Testdaten Ihres Klassifikationsproblems.
Lösung:
Trainingsdaten: Daten vorhandener Patientenakten, bei denen die Patienten mit Chemotherapie behandelt wurden. Als Klassenlabel wird ausgegeben, ob die Chemotherapie angeschlagen hat oder nicht
Testdaten: Gleiche Daten wie die, die zum Trainieren verwendet wurden. Hier gibt es drei verschiedene Möglichkeiten (siehe `introduction.pdf`, Einführung, Folie 16):

1. Expertenwissen: Ein Experte in der Domäne bewertet die Ausgaben des Klassifizieres, bzw. gibt eine Klassifizierung der Beispiele vor
2. Bewertung der Güte über bereits gelabelte Daten; hier wird üblicherweise ein Teil der Trainingsdaten, der die gleiche Klassenverteilung wie die gesamten Trainingsdaten aufweist, als Testdaten verwendet
3. On-Line Überprüfung: der Klassifizierer gibt die Vorhersage aus und diese wird direkt überprüft

1. Anwendungsszenario

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

b) Aus welchen Typen von Attributen (nominal, numerisch, ...) setzen sich die Beispiele zusammen?
Lösung:
nominal: Geschlecht, Alter als kategorische Werte (<25, $25-60$, >60), diagnostizierter Krebstyp, ...
numerisch: Blutwerte (Druck, etc.), Alter, ...

1. Anwendungsszenario

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

c) Welche Kriterien würden Sie verwenden, um die Perfomanz des resultierenden Klassifizierers zu bewerten? Bedenken Sie bei Ihren Überlegungen, dass die Performanz abhängig von dem gewählten Problem ist (bei der Klassifizierung von Spam Mail ist es beispielsweise wichtig, echte Mails nicht als Spam einzuordnen).
Lösung: Zur Bewertung der Performanz wird der Fehler auf den Testdaten berechnet (siehe Aufgabe 1a)).
In dem gewählten Beispiel kommt es auf die Sichtweise an.

- Die Krankenkasse ist bestrebt die Kosten für eine Chemotherapie bei einem Patienten, wo diese nicht anschlagen würde, einzusparen (Kosten für falsch Positive). Der Patient hingegen würde möglicherweise nichts unversucht lassen, um den Krebs zu behandeln (Kosten für falsch Negative).
- Andererseits ist es bei diesem Problem generell sehr schwierig, eine Auswertung durchzuführen, da unterschiedliche Art Kosten bzw. Erfolgskriterien miteinander verglichen werden müssen: monetäre Kosten, Verlängerung der erwarteten Lebenszeit, Schmerzen.
- Ausserdem lassen sich die Kosten für eine Missklassifizierung nur abschätzen (Lebenszeit bei real durchgeführter Behandlung von einem Patient kann observiert werden, aber nicht seine Lebenszeit, falls die Behandlung nicht durchgeführt worden wäre.