

# Seminar Statistische Lernverfahren

## Klassifikation von Rezensionstypen

Till Gräfenberg, Matthias Häußler, Alexander Kohlscheen, Michael Lau,  
Tanja Niklas, Jonathan Schmitz

12. Dezember 2019

# Inhaltsverzeichnis

1. Problemstellung
2. Erstellen von Prädiktoren
3. Analysemethoden
  - 3.1 Naive Bayes
  - 3.2 Entscheidungsbaum
  - 3.3 Random Forest
  - 3.4 Support Vector Machine
  - 3.5 weitere Anpassungen und Modelle

# Problemstellung

- Ziel: Klassifizierung von Reviews in folgende Typen

Texttyp	introvertiert	extrovertiert
emotional	stetig	initiativ
rational	gewissenhaft	dominant

- Gegeben: 439 bereits klassifizierte Reviews

# Schwierigkeiten

- ▶ Keine eindeutige Klassifikation
  - ▶ Auch für Menschen nicht eindeutig
  - ▶ Teilweise sehr geringe Unterschiede zwischen den Typen
- ▶ Geringe Zahl an Trainingsdaten
- ▶ Unbalanciertes Studiendesign
- ▶ Repräsentativität
  - ▶ Introvertierte Kunden schreiben weniger häufig Reviews
  - ▶ Nur positive Bewertungen lagen vor

# Erstellen von Prädiktoren

- ▶ Klassifikation sollte durch verwendete Wörter geschehen
- ▶ Zurückführung auf Grundwörter notwendig
- ▶ Benutzung verschiedener Packages in R bzw. Python ermöglichte verschiedene Verfahren.

# Erstellen von Prädiktoren

## Stemming

- ▶ Durch Abschneiden von Prä-/In- und Suffixen und Ersetzen von Umlauten, Diphthongen etc. erzeugen von Wortstämmen.
- ▶ Eigene Implementierung nach Vorgabe von COMPEON in R
- ▶ Für Englische Sprache bereits vorgefertigte Tools z.B.
  - ▶ `porterstemmer` von `nltk` in Python
  - ▶ `snowballstemmer` von `nltk` in Python

## Probleme:

- ▶ Unregelmäßigkeit von Verben im Deutschen
- ▶ Komposita

# Erstellen von Prädiktoren

## Lemmatisierung

- ▶ Alternative: Zurückführung auf grammatikalische Grundformen
- ▶ Erfordert vorgefertigte Packages z.B.
  - ▶ SpaCy in Python
  - ▶ nltk in Python
- ▶ Diese lieferten zusätzlich Informationen über die Wortart
- ▶ Auch hier für Englische Sprache ausgereifter als die deutsche Alternative

# Erstellen von Prädiktoren

## Filterung der Prädiktoren, weitere

- ▶ Nach Erstellung der Grundwörter konnte gefiltert werden, welche Wörter häufig auftraten
- ▶ Denkbare Filtermethoden:
  - ▶ Nur Wörter, die mind.  $n$  Mal aufgetaucht sind
  - ▶ Nur Wörter, die in mind.  $p\%$  der Reviews verwendet wurden
- ▶ Anschließend Erstellung einer binären Document-Term-Matrix, die kodiert, welche Grundwörter in welchen Reviews auftauchten
- ▶ Alternative: PCA um aussagekräftige „Wörterachsen“ zu bestimmen. Kein sichtbarer Erfolg.



# Erstellen von Prädiktoren

## PCA - Principal Component Analysis

Ziel: Dimensionsreduktion

Idee: Suche die Datenachsen, auf denen die Varianz am größten ist

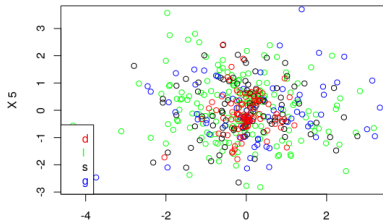
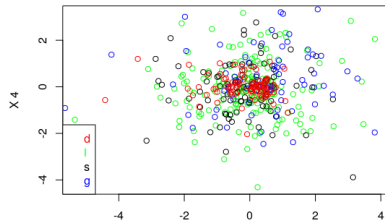
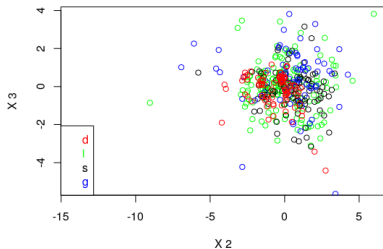
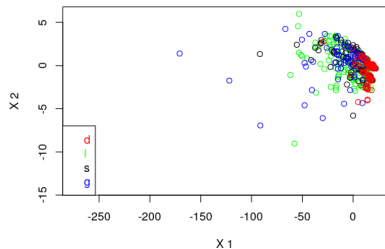
Verfahren:

- ▶ Sei  $X$  die DT-Matrix (Spaltenmittelwerte = 0)
- ▶ Bestimme die Kovarianzmatrix  $Cov = X^T X$
- ▶ Bestimme die Eigenwerte  $\lambda_i$  und Eigenvektoren  $v_i$  von  $Cov$
- ▶ Sei  $V = (v_1 | v_2 | \dots)$
- ▶ Transformiere die Daten zu  $\hat{X} = XV$

Problem: Die Resultate verlieren an Interpretierbarkeit

# Erstellen von Prädiktoren

## PCA - Principal Component Analysis



# Erstellen von Prädiktoren

## PCA - Principal Component Analysis

### Fazit:

- ▶ Die Dominanten Reviews haben eine geringere Varianz
- ▶ keine erkennbaren Gruppen
- ▶ Mittelwerte der Gruppen sind ähnlich

Das Verfahren liefert keine besseren Ergebnisse.

- ▶ Das Naive Bayes Verfahren fußt auf dem Bayes Theorem

$$p(y|x) = \frac{p(x|y)p(y)}{p(x)}$$

bzw. für unabhängige Prädiktoren  $x_1, \dots, x_n$  als

$$p(y|x_1, \dots, x_n) = \frac{p(x_1|y) \cdots p(x_n|y)p(y)}{p(x_1, \dots, x_n)} \propto p(x_1|y) \cdots p(x_n|y)p(y).$$

- ▶ Durch Schätzen von  $p(y)$  und  $p(x_i|y)$  (für die Reviewtypen  $y$ ) durch die relativen Häufigkeiten, können wir dann Klassifikationen durchführen als

$$\hat{y} = \operatorname{argmax}_y p(y) \prod_{i=1}^n p(x_i|y).$$

# Analysemethoden

## Naive Bayes

- ▶ Durchführung war in R mit dem Package `karet`, über Python mit `sklearn` möglich. Mit letzterem haben wir jeweils die deutschen und englischen Reviews klassifiziert.
- ▶ Dieses Vorgehen zeigte nur wenig bessere Ergebnisse als eine einheitliche Zuweisung.

(Bester) Naive Bayes, R, Wortaufkommen > 20

	D	G	I	S	Acc.	Prec.	Recall	F1
Dominant	14	2	8	1	0,488	0,412	0,778	0,538
Gewissenhaft	0	0	0	0		n.d.	0	n.d.
Initiativ	4	11	28	17		0,467	0,778	0,583
Stetig	0	1	0	0		0	0	0
Total						n.d.	0,389	n.d.

Naive Bayes, Python, Wortvorkommen in mind. 1% der Texte,  
Lemmatisierung mit spacy, Englisch

	D	G	I	S	Acc.	Prec.	Recall	F1
Dominant	13	4	12	4	0,407	0,394	0,722	0,51
Gewissenhaft	0	3	3	0		0,5	0,214	0,3
Initiativ	4	5	16	11		0,444	0,444	0,444
Stetig	1	2	5	3		0,273	0,167	0,207
Total						0,402	0,387	0,365

Naive Bayes, Python, Wortvorkommen in mind. 1% der Texte,  
Lemmatisierung mit spacy, Deutsch

	D	G	I	S	Acc.	Prec.	Recall	F1
Dominant	16	2	13	2	0,453	0,593	0,889	0,711
Gewissenhaft	0	5	4	1		0,5	0,357	0,417
Initiativ	2	5	16	13		0,444	0,444	0,444
Stetig	0	2	3	2		0,286	0,111	0,16
Total						0,456	0,450	0,433

# Analysemethoden

## weitere Anpassungen und Modelle

Mit Naive Bayes und den Wortarten als Prädiktoren lässt sich zuverlässig voraussagen, ob eine Person extrovertiert ist:

	extrovertiert	introvertiert
extrovertiert	30	5
introvertiert	24	27

Idee:  
Nutze die Vorhersage dieses Modells um ein neues Modell anzupassen.



# Analysemethoden

## weitere Anpassungen und Modelle

### Random Forest

	D	G	I	S
D	14	2	8	1
G	1	4	1	0
I	3	7	25	15
S	0	1	2	2

### Random Forest mit Naive Bayes

	D	G	I	S
D	15	2	9	1
G	0	4	1	1
I	3	8	24	13
S	0	0	2	3

Das modifizierte Verfahren liefert im Schnitt keine besseren Ergebnisse

# Analysemethoden

## Entscheidungsbaum

- ▶ Teilt in Klassen auf
- ▶ Wahr oder Falsch Entscheidungen
- ▶ Jedes Blatt hat genau eine Klasse
- ▶ Verwende rpart



# Resultate Entscheidungsbaum, R, mind. 20 mal Wörter

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	14	3	9	1
Gewissenhaft	0	3	5	5
Initiativ	2	4	19	5
Stetig	2	4	3	7

# Resultate Entscheidungsbaum, R, mind. 20 mal Wörter

	Precision	Recall	F1
Dominant	51,8%	77,7%	62,1%
Gewissenhaft	23,0%	21,4%	22,1%
Initiativ	63,3%	52,7%	57,5%
Stetig	43,7%	38,8%	41,1%
Macro	45,4%	47,6%	45,4%

# Resultate Entscheidungsbaum, Python, mind. in 1% der Texte, englisch

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	9	4	12	5
Gewissenhaft	2	3	4	2
Initiativ	5	5	12	8
Stetig	2	2	8	3

# Resultate Entscheidungsbaum, Python, mind. in 1% der Texte, englisch

	Precision	Recall	F1
Dominant	30,0%	50,0%	37,5%
Gewissenhaft	27,2%	21,4%	23,9%
Initiativ	40,0%	33,3%	36,3%
Stetig	20,0%	16,6%	18,1%
Macro	29,3%	30,3%	28,9%

# Resultate Entscheidungsbaum, Python, mind. in 1% der Texte, deutsch

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	13	4	16	1
Gewissenhaft	2	4	1	3
Initiativ	3	5	13	7
Stetig	0	1	6	7

# Resultate Entscheidungsbaum, Python, mind. in 1% der Texte, deutsch

	Precision	Recall	F1
Dominant	38,2%	72,2%	49,9%
Gewissenhaft	40,0%	28,5%	33,2%
Initiativ	46,4%	36,1%	40,6%
Stetig	50,0%	38,8%	43,6%
Macro	43,6%	43,9%	41,8%



# Analysemethoden

## Random Forest

- ▶ Entscheidungsbaum nicht beste Option
  - ▶ gut für Trainingsdaten
  - ▶ nicht flexibel
  - ▶ Probleme mit neuen Datensätzen
- ▶ Generiere neue Testdaten durch Wählen mit Zurücklegen
- ▶ Erzeuge Entscheidungsbaum
- ▶ Generiere so viele Entscheidungsbäume
- ▶ Entscheidung durch Mehrheitsentscheidung
- ▶ `R randomForest` 2000 Bäume

# Resultate Random Forest, R, mind. 20 mal Wörter

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	14	2	10	0
Gewissenhaft	2	4	0	1
Initiativ	2	7	25	14
Stetig	0	1	1	3

# Resultate Random Forst, R, mind. 20 mal Wörter

	Precision	Recall	F1
Dominant	53,8%	77,7%	63,5%
Gewissenhaft	57,1%	28,5%	28,0%
Initiativ	52,0%	69,4%	59,4%
Stetig	60,0%	16,6%	26,0%
Macro	55,7%	48,0%	44,2%

# Resultate Random Forest, Python, mind. in 1% der Texte, englisch

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	16	4	14	4
Gewissenhaft	0	6	2	1
Initiativ	1	4	16	9
Stetig	1	0	4	4

# Resultate Random Forest, Python, mind. in 1% der Texte, englisch

	Precision	Recall	F1
Dominant	42,1%	88,8%	57,1%
Gewissenhaft	66,6%	42,8%	52,1%
Initiativ	53,3%	44,4%	48,4%
Stetig	44,4%	22,2%	29,6%
Macro	51,6%	49,5%	46,8%

# Resultate Random Forest, Python, mind. in 1% der Texte, deutsch

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	15	4	15	2
Gewissenhaft	0	3	4	3
Initiativ	2	4	15	9
Stetig	1	3	2	4

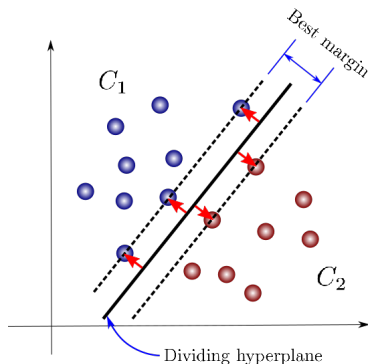
# Resultate Random Forest, Python, mind. in 1% der Texte, deutsch

	Precision	Recall	F1
Dominant	41,6%	83,3%	55,4%
Gewissenhaft	30,0%	21,4%	24,9%
Initiativ	50,0%	41,6%	45,4%
Stetig	40,0%	22,2%	28,5%
Macro	40,4%	42,1%	38,5%

# Analysemethoden

## Support Vector Machine

- ▶ Versucht Entscheidungsgrenze (Hyperebene) zu finden, die die Distanz der nächsten Datenpunkte jeder Klasse zu ihr maximiert
- ▶ Diese nächsten Datenpunkte sind die *Support Vectors*



Quelle: <https://towardsdatascience.com/support-vector-machines-for-classification-fc7c1565e3>



# Analysemethoden

## Support Vector Machine

- ▶ Verschiedene Kerne (Funktionen) um dem Separierungsproblem gerecht zu werden
- ▶ Kerne projizieren nicht-linear separierbare Daten niedrigerer Dimensionen auf linear-separierbare Daten höherer Dimensionen
- ▶ Vier häufig verwendete Kerne:
  - ▶ Linear
  - ▶ Polynomiell
  - ▶ Radial
  - ▶ Sigmoidal (Tangens hyperbolicus)
- ▶ In R mit `e1071` und in Python mit `sklearn`

# Resultate Support Vector Machine, R, mind. 10 mal Wörter, Radialer Kern

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	14	3	8	1
Gewissenhaft	0	1	1	0
Initiativ	4	10	27	14
Stetig	0	0	0	3

## Resultate Support Vector Machine, R, mind. 10 mal Wörter, Radialer Kern

	Precision	Recall	F1
Dominant	53,8%	77,8%	63,6%
Gewissenhaft	50,0%	7,1%	16,3%
Initiativ	57,0%	75,0%	41,9%
Stetig	100,0%	16,7%	20,9%
Macro	63,2%	44,1%	41,0%

Die Accuracy beträgt ca. 52,33% und der gewichtete Macro-F1 ca. 46,2%.

# Resultate Support Vector Machine, Python, Englisch, mind. 20 mal Wörter, Sigmoid Kern

	Dominant	Gewissenhaft	Initiativ	Stetig
Dominant	14	2	9	1
Gewissenhaft	0	5	4	1
Initiativ	3	5	19	13
Stetig	1	2	4	3

## Resultate Support Vector Machine, Python, Englisch, mind. 20 mal Wörter, Sigmoid Kern

	Precision	Recall	F1
Dominant	54%	78%	64%
Gewissenhaft	50%	36%	42%
Initiativ	47%	53%	50%
Stetig	30%	17%	21%
Macro	45%	46%	44%

Die Accuracy beträgt ca. 47,7% und der gewichtete Macro-F1 ca. 46%.

# Schwierigkeiten

- ▶ Keine eindeutige Klassifikation
  - ▶ Auch für Menschen nicht eindeutig
  - ▶ Teilweise sehr geringe Unterschiede zwischen den Typen
- ▶ Stemming nicht unbedingt eindeutig
  - ▶ Unregelmäßigkeit von Verben im Deutschen
  - ▶ Komposita
- ▶ Geringe Zahl an Trainingsdaten
- ▶ Unbalanciertes Studiendesign
- ▶ Repräsentativität
  - ▶ Introvertierte Kunden schreiben weniger häufig Reviews
  - ▶ Nur positive Bewertungen lagen vor