Big Data Anwendungen

Aufgabenblatt 1

Agenda

- Aufgabenblatt 1 – Deskriptive Methoden zur Datenexploration
  - Aufgabe 1 – Eigenschaften von Attributen
  - Aufgabe 2 – Verständnisfragen

- Aufgabenblatt 2 – Klassifikation
- Aufgabenblatt 3 – Recommender Systems
- Aufgabenblatt 4 – Clusteringverfahren
- Aufgabenblatt 5 – Stream Mining
- Aufgabenblatt 6 – Social Network Analysis

Allgemeines zu Aufgabenblättern

- Aufgaben orientieren sich an Klausuraufgaben
  - Umfang vergleichbar mit Klausuraufgaben
  - Schwierigkeitsgrad vergleichbar mit Klausuraufgaben
  - Fokus analog Klausuraufgaben

- Punktangaben zu den Übungsaufgaben
  - Punkte analog Punkten in Klausuraufgaben
  - Jeder Punkt entspricht einer Minute Bearbeitungszeit

- Inhalt der Aufgabenblätter 1 bis 6
  - Aufgabenblätter orientieren sich an Kapiteln der Vorlesung
  - In Semestern vor 2020: Nur Inhalt in drei Aufgabenblättern á 4 Stunden
  - Ab SS2020: Unterteilung in 1,5 Stundenblöcke
    (zur besseren Verdaulichkeit während Corona)

- Inhalt der späteren Aufgabenblätter
  - Einführung in Tools zur Durchführung entsprechender Analysen am PC
  - Aufgaben zur selbständigen Bearbeitung

Aufgabe 1 (a) - Aufgabenstellung

- Gegeben seien die folgenden Werte und ihre absolute Häufigkeit

Wert	Absolute Häufigkeit
1	2
2	4
3	1
4	1

- Bestimmen Sie Varianz und Standardabweichung. **(4 Punkte)**

Aufgabe 1 (a) – Lösung (Varianz)

- Vorbereitung: Ermittlung des Mittelwerts
  - Allgemein: $\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$
  - Hier: $\overline{x} = \frac{1 \cdot 2 + 2 \cdot 4 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 1}{8} = \frac{17}{8} = 2{,}125$

Wert	Abs. #
1	2
2	4
3	1
4	1

- Varianz:
  - Allgemein: $s^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2 = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2\right]$
  - Hier:

$$s^2 = \frac{1}{8}(2 \cdot [1 - 2{,}125]^2 + 4 \cdot [2 - 2{,}125]^2 + [3 - 2{,}125]^2 + [4 - 2{,}125]^2)$$

$$s^2 = \frac{1}{8}(2 \cdot [-1{,}125]^2 + 4 \cdot [-0{,}125]^2 + [0{,}875]^2 + [1{,}875]^2)$$

$$s^2 \approx \frac{1}{8}(2 \cdot 1{,}266 + 4 \cdot 0{,}016 + 0{,}766 + 3{,}516)$$

$$s^2 \approx \frac{1}{8}(6{,}875) \approx 0{,}859$$

Aufgabe 1 (a) – Lösung (Standardabweichung)

Wert	Abs. #
1	2
2	4
3	1
4	1

- Bisher:
  - Mittelwert: $\overline{x} = 2{,}125$
  - Varianz: $s^2 \approx 0{,}859$
- Standardabweichung:
  - Allgemein: $s = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2} = \sqrt{s^2}$
  - Hier: $s = \sqrt{0{,}859} = 0{,}927$
- Warum diese Teilaufgabe?
  - Berechnung von Standardabweichung trivial
  - Standardabweichung bildet Grundlage für Schiefe und Wölbung

Aufgabe 1 (b) - Aufgabenstellung

- Gegeben seien die folgenden Werte und ihre absolute Häufigkeit

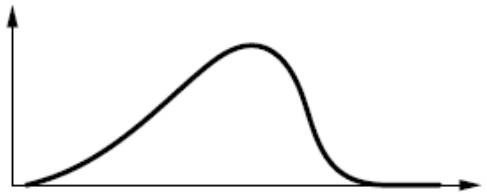
Wert	Absolute Häufigkeit
1	2
2	4
3	1
4	1

- Bestimmen Sie die Schiefe. **(4 Punkte)**

Schiefe – Idee

- Themenkomplex
  - Lageparameter
  - Eigenschaften der Verteilung der Daten

- Schiefe (graphisch)



α_3<0 : rechtssteil

α_3=0 : symmetrisch

α_3>0 : linkssteil

- Ziel (also)
  Sind die Daten eher „links“ (Richtung Minimum) oder
  … eher „rechts“ (Richtung Maximum) der Verteilung

- Alternative Betrachtung
  Ermitteln eines Histogramms und „Draufgucken“

Aufgabe 1 (b) – Lösung (Schiefe)

Wert	Abs. #
1	2
2	4
3	1
4	1

- Bisher:
  - Mittelwert: $\overline{x} = 2{,}125$
  - Standardabweichung: $s \approx 0{,}927$
- Schiefe:
  - Allgemein: $\alpha_3 = \frac{1}{n \cdot s^3} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} z_i^3$ mit $z_i = \frac{x_i - \overline{x}}{s}$
  - Hier:

$$\alpha_3 = \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^3} (2 \cdot [1 - 2{,}125]^3 + 4 \cdot [2 - 2{,}125]^3 + [3 - 2{,}125]^3 + [4 - 2{,}125]^3)$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^3} (2 \cdot [-1{,}125]^3 + 4 \cdot [-0{,}125]^3 + [0{,}875]^3 + [1{,}875]^3)$$

$$\alpha_3 \approx \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^3} (2 \cdot [-2{,}848] + 4 \cdot [-0{,}008] + [0{,}670] + [6{,}592])$$

$$\alpha_3 \approx \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^3} \cdot 4{,}406 \approx 0{,}691$$

⇒ Die Verteilung der Datenpunkte ist „linkssteil“ (da $\alpha_3 > 0$)

Aufgabe 1 (c) - Aufgabenstellung

- Gegeben seien die folgenden Werte und ihre absolute Häufigkeit

Wert	Absolute Häufigkeit
1	2
2	4
3	1
4	1

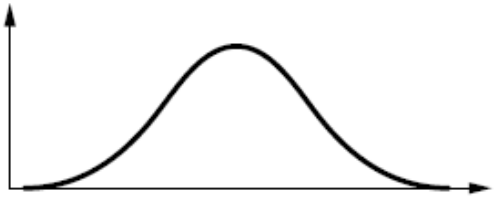
- Bestimmen Sie die empirische Wölbung. **(4 Punkte)**

Empirische Wölbung – Idee

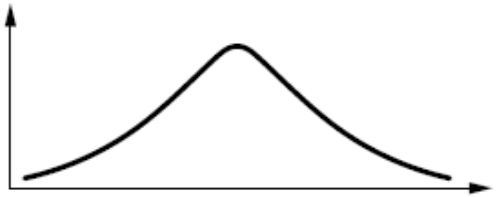
- Themenkomplex (analog Schiefe)
  - Lageparameter
  - Eigenschaften der Verteilung der Daten

- Empirische Wölbung (graphisch)

$\gamma<0$: platykurtisch, flachgipflig



$\gamma=0$: mesokurtisch, normalgipflig



$\gamma>0$: leptokurtisch, steilgipflig

- Ziel (also)
  Sind die Daten eher „weit“ oder eher „dicht“ um den Mittelwert der Verteilung

- Alternative Betrachtung (vgl. Schiefe)
  Ermitteln eines Histogramms und „Draufgucken“

Aufgabe 1 (c) – Lösung (empirische Wölbung)

Wert	Abs. #
1	2
2	4
3	1
4	1

- Bisher:
  - Mittelwert: $\bar{x} = 2{,}125$
  - Standardabweichung: $s \approx 0{,}927$
- Empirische Wölbung:
  - Allgemein:

$$\gamma = \alpha_4 - 3$$

wobei $\alpha_4 = \frac{1}{n \cdot s^4} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} z_i^4$ mit $z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$

  - Hier:

$$\alpha_4 = \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^4} (2 \cdot [1 - 2{,}125]^4 + 4 \cdot [2 - 2{,}125]^4 + [3 - 2{,}125]^4 + [4 - 2{,}125]^4)$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^4} (2 \cdot [-1{,}125]^4 + 4 \cdot [-0{,}125]^4 + [0{,}875]^4 + [1{,}875]^4)$$

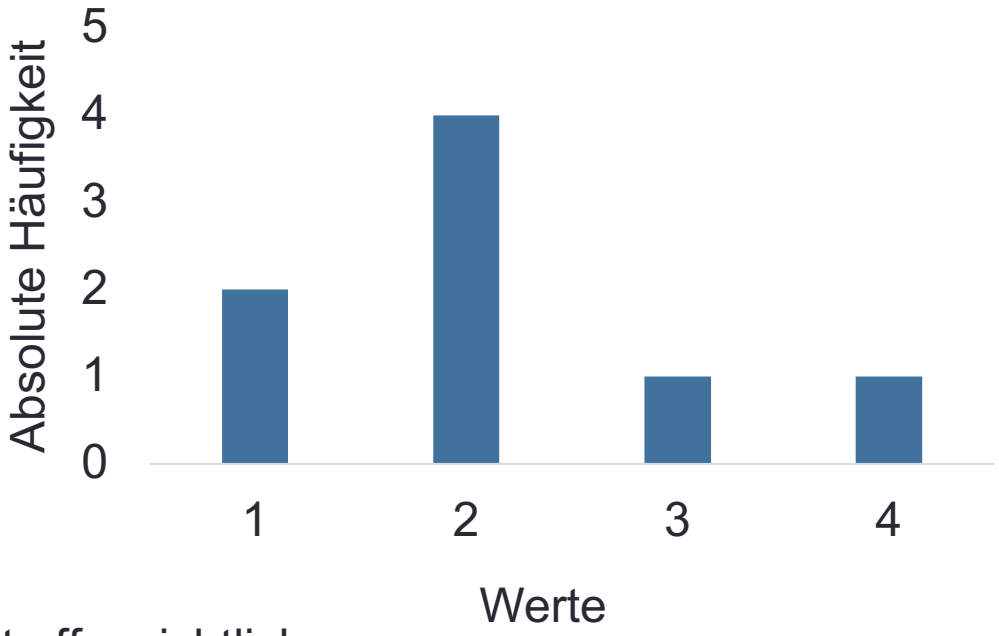
$$\alpha_4 \approx \frac{1}{8 \cdot (0{,}927)^4} (2 \cdot 3{,}204 + 4 \cdot 0{,}001 + 0{,}586 + 12{,}360) \approx 2{,}734$$

$$\gamma = \alpha_4 - 3 \approx 2{,}734 - 3 = -0{,}266$$

$\Rightarrow$ Die Verteilung der Datenpunkte ist „platykurtisch“ (da $\gamma < 0$)

Exkurs: Plausibilität der Ergebnisse

- Visualisierung der Verteilung



- Verteilung ist offensichtlich
  - linkssteil (Datenpunkte sind eher links der „Mitte“) und
  - platykurtisch (Verteilung ist innerhalb des Wertebereichs „flach“)

- D.h. die numerischen Ergebnisse decken sich mit Visualisierung

Aufgabe 1 (d) - Aufgabenstellung

- Gegeben seien die folgenden Werte und ihre absolute Häufigkeit

Wert	Absolute Häufigkeit
1	2
2	4
3	1
4	1

- Standardisieren Sie die obigen Werte. **(4 Punkte)**

Aufgabe 1 (d) – Lösung (Standardisierung)

- Bisher:
  - Mittelwert: $\overline{x} = 2{,}125$
  - Standardabweichung: $s \approx 0{,}927$
- Standardisierung:
  - Allgemein: $z_i = \frac{x_i - \overline{x}}{s}$
  - Hier:

Wert	Abs. #	Transformation	Standardisierter Wert
1	2	$\frac{1-2{,}125}{0{,}927}$	$-1{,}214$
2	4	$\frac{2-2{,}125}{0{,}927}$	$-0{,}135$
3	1	$\frac{3-2{,}125}{0{,}927}$	$0{,}944$
4	1	$\frac{4-2{,}125}{0{,}927}$	$2{,}023$

- Nutzen der Standardisierung
  - Vergleichbarer Wertebereich aller Attribute
  - Richtung der Abweichung vom Mittelwert ablesbar (positive bzw. negative Werte)
  - Wenig sensitiv bezüglich Ausreißern als Min-Max-Skalierung

Aufgabe 1 (e) - Aufgabenstellung

- Gegeben seien die folgenden Werte und ihre absolute Häufigkeit

Wert	Absolute Häufigkeit
1	2
2	4
3	1
4	1

- Min-Max skalieren Sie die obigen Werte. **(4 Punkte)**

Aufgabe 1 (e) – Lösung (Min-Max-Skalierung)

- Min-Max-Skalierung:
  - Allgemein: $z_i = \frac{x_i - \min\limits_{\forall j} x_j}{\max\limits_{\forall j} x_j - \min\limits_{\forall j} x_j}$
  - Hier:
    - $\min\limits_{\forall j} x_j = 1$ und $\max\limits_{\forall j} x_j = 4$
    - damit:

Wert	Abs. #	Transformation	Standardisierter Wert
1	2	$\frac{1-1}{4-1}$	0
2	4	$\frac{2-1}{4-1}$	$\frac{1}{3}$
3	1	$\frac{3-1}{4-1}$	$\frac{2}{3}$
4	1	$\frac{4-1}{4-1}$	1

- Nutzen der Min-Max-Skalierung
  - Wertebereich sicher zwischen 0 und 1 (aber empfindlich bzgl. Ausreißern)
  - Transformation ist leicht verständlich

Agenda

- Aufgabenblatt 1 – Deskriptive Methoden zur Datenexploration
  - Aufgabe 1 – Eigenschaften von Attributen
  - Aufgabe 2 – Verständnisfragen

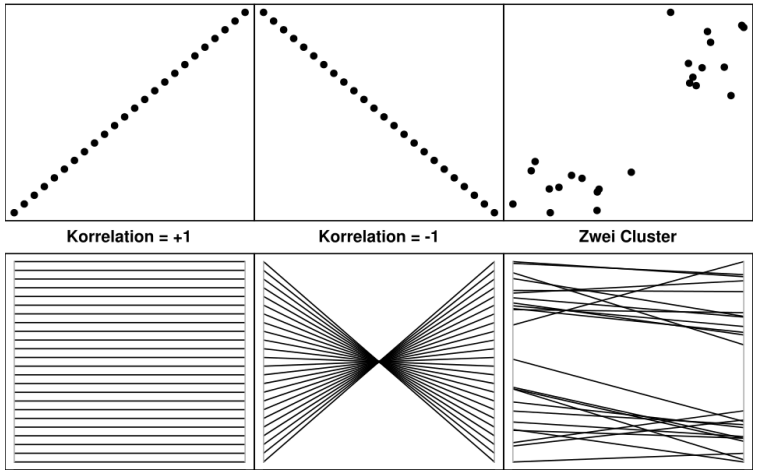
- Aufgabenblatt 2 – Klassifikation
- Aufgabenblatt 3 – Recommender Systems
- Aufgabenblatt 4 – Clusteringverfahren
- Aufgabenblatt 5 – Stream Mining
- Aufgabenblatt 6 – Social Network Analysis

Aufgabe 2 (a) - Aufgabenstellung

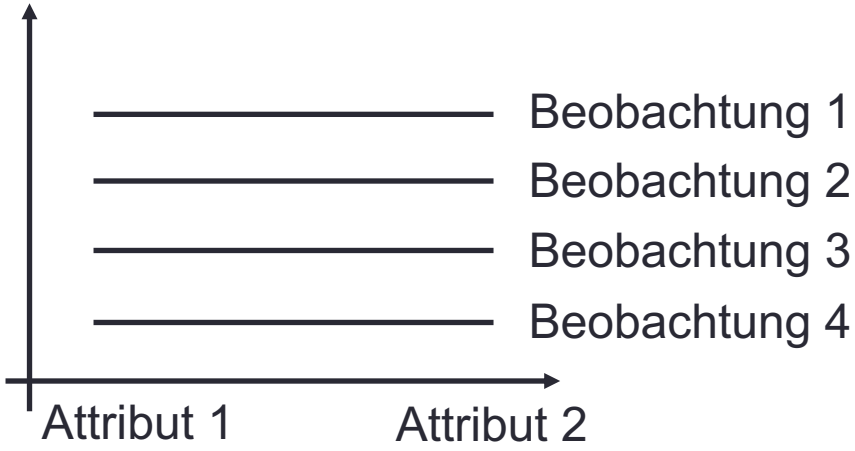
- Visualisieren Sie ein Parallelkoordinaten-Diagramm für 2 korrelierte Attribute mit 4 beliebigen Beobachtungen. **(2 Punkte)**

Aufgabe 2 (a) – Lösung (Parallelkoordinaten)

- Kurze Wiederholung



- Lösung

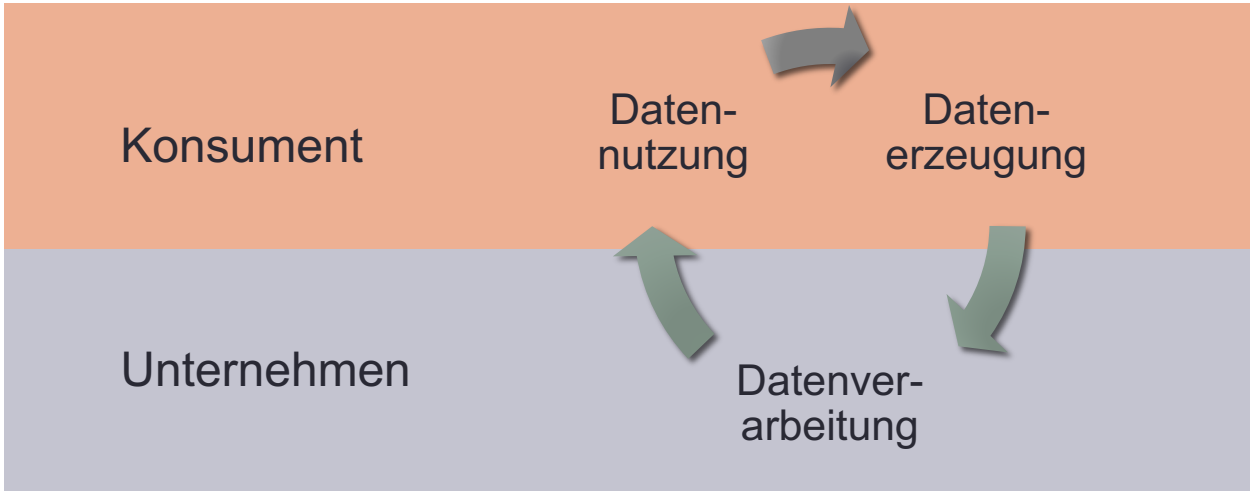


Aufgabe 2 (b) - Aufgabenstellung

- Erläutern Sie anhand der Datenerzeugung, Datenverarbeitung und Datennutzung wie Big Data Probleme entstehen und grenzen Sie dies von traditionellem Data Mining ab.

(6 Punkte)

Wiederholung Vorlesung: Primärkreislauf



- Datenerzeugung
  - Benutzung von Produkten, Services, Kommunikationsmedien
  - „Online sein“
- Datenverarbeitung
  - Schaffung neuer Produkte
  - Schaffung technischer Innovationen
- Datennutzung
  - Einsatz neuer Produkte und Innovationen liefert neue Daten
  - Datenkreislauf wird beschleunigt ⇒ Big Data

Aufgabe 2 (b) – Lösung (Primärkreislauf)

- Entstehung Big Data Probleme
  - Durch Primärkreislauf Erhöhung des Datenaufkommen
  - Beispiel Google Maps:
    - Datenerzeugung: Sammlung von Bewegungsdaten der Nutzer
    - Datenverarbeitung: Verbesserung Verkehrsprognose durch Nutzerdaten
    - Datennutzung: Verarbeitet Nutzerdaten für andere Nutzern interessant
  - Konsequenz:
    Durch Primärkreislauf Einsatz der Lösung interessant
    (Bsp. Google Maps: Qualität übersteigt traditionelle Stauprognose)

- Abgrenzung zu traditionellem Data Mining
  - Traditionell lediglich Verarbeitung der Daten
    (kein Zurückspielen der Daten an die Nutzer)
  - Dadurch kein Anstieg an beobachteten Daten

Aufgabe 2 (c) - Aufgabenstellung

- Nennen und beschreiben Sie kurz typische Fehler in Daten. **(5 Punkte)**

Wiederholung Vorlesung: Datenfehler

Guthaben	Telefon	CC seit	CC histor		nstand	Besitz	Alter	seit
0	ja	6	kritisch_o_offene		e	Wohnung	67	4
1	nein	48	alles_bezahlt	59.51	0 W_verheiratet	Wohnung	22	2
nan	nein	12	kritisch_o_offene_Zahlung	20.96	0 M_single	Wohnung	49	3
0	nein	42	alles_bezahlt	78.82	0 M_single	Versicherung	45	3
0	nei			3.7	0 M_single	unbekannt	53	2
nan	ja			55	M_single	unbekannt	35	2
1	ja			48	0 M_single	Auto	35	2
nan	nein	12	alles_bezahlt	30.59	3 M_geschieden	Wohnung	61	3
1	nein	30	kritisch_o_offene_Zahlung	52.34	0 M_verheiratet	Auto	28	0
1	nein	12	alles_bezahlt	12.95	0 W_verheiratet	Auto	25	1
0	nein	48	alles_bezahlt	43.08	0 W_verheiratet	Versicherung	24	1
1	ja	12	alles_bezahlt	15.67	0 W_verheiratet	Auto	22	2
0	nein	24	kritisch_o_offene_Zahlung	11.99	0 M_single	Auto	60	4
	nei	15	alles_bezahlt	14.03	0 W_verheiratet	Auto	3	2
		24	alles_bezahlt	12.82	1 W_verheiratet	Auto		2

Ordinale Attribute in kategorischen versteckt

Fehlende Werte unterschiedlich kodiert (nan oder „ „)

Binäre Werte unterschiedlich kodiert ([0, 1] oder [ja, nein])

Zwei Attribute in einem Feld

Dauer in Monaten oder Jahren

Aufgabe 2 (c) – Lösung (Unreine Daten)

- Fehlende Werte
  Für einzelne Beobachtungen ist Ausprägung des Attributs unbekannt

- Unterschiedliche Kodierung identischer Werte
  - Abbildung in unterschiedlichen Skalen / Datentypen
  - Abbildung einzelner Attributwerte über unterschiedliche Attributwerte

- Kombination mehrere Attribute zu einem Attribut
  - Unterschiedliche Informationen zu einer Zeichenkette verknüpft
  - Kodierung von Attributkombinationen zu einem Wert

- Ordnung innerhalb von Attributen durch Kategorien verloren
  - Attribute werden auf sprechende Beschreibung abgebildet
  - Ordnung der Attribute geht verloren

Aufgabe 2 (d) - Aufgabenstellung

- Nennen Sie die Ihnen bekannten Skalentypen und diskutieren Sie, wie diese für Entscheidungsbäume genutzt werden können. **(6 Punkte)**

Wiederholung Vorlesung: Skalentypen

Skalentyp	Wertebereich	Mögliche Operationen	Beispiele
Nominale Größen	diskret, endlich	Gleichheit	Geschlecht Augenfarbe
Ordinale Größen	diskret, endlich, Ordnung	Gleichheit, größer / kleiner als	Prüfungsnoten Schulabschluß
Intervallgrößen	kontinuierlich bzw. ganzzahlig, unendlich	Gleichheit, größer / kleiner als Differenz	Datum Temperatur
Ratiogrößen	kontinuierlich bzw. ganzzahlig, unendlich	Gleichheit größer / kleiner als Differenz Verhältnis	Abstand Alter

Aufgabe 2 (d) – Lösung (Skalentypen)

- Problem bei Entscheidungsbäumen
  Unterteilung der Daten in Gruppen bei Wahl der Splits…
  … (je nach Algorithmus) durch Prüfung auf Ungleichheit zu einem Wert

- Lösung für die Skalentypen
  - Nominale und ordinale Größen
    - Bei wenigen Ausprägungen direkt nutzbar
    - Bei vielen Ausprägungen Kombination von ähnlichen Ausprägungen

  - Intervallgrößen und Ratiogrößen
    - Binning: Kombination in gleichgroße oder gleichhäufige Intervalle
    - Identifikation interessanter Wertebereiche
      (z.B. Temperatur: Wasser koch, Wasser ist flüssig, Wasser ist gefroren)

Aufgabe 2 (e) - Aufgabenstellung

- Beschreiben Sie kurz die Grundidee von Biased Sampling und Stratified Sampling und geben Sie je ein Szenario an, für das die Sampling Methoden besonders geeignet sind. **(6 Punkte)**

Wiederholung Vorlesung: Stichprobe

- Idee
  - Algorithmen zur Datenanalyse oft ressourcenintensiv...
    ... mit dem Ziel „charakteristische“ Eigenschaften zu identifizieren
  - Ziehen einer repräsentativen Stichprobe

- Ansätze
  - Biased Sampling
    - Jüngere Beobachtungen werden eher für Stichprobe gezogen
    - Vorteile
      - Sample repräsentiert aktuellen Kunden, ... gut
      - Historische Daten werden nach und nach verdrängt
  - Stratified Sampling
    - Separierung der Daten in Klassen und ziehen für Klassen einzeln
    - Vorteile
      - Analysen auch auf Klassen mit wenigen Beobachtungen möglich (z.B. SPAM Klassifikation von E-Mails)
      - Einfach zu realisieren

Aufgabe 2 (e) – Lösung (Sampling)

- Biased Sampling
  - Beschreibung (siehe letzte Folie)
  - Besonders geeignet, wenn sich Beobachtungen über Zeit ändern
    Beispiel: Vorhersage der Nutzung von Handytarifen
    - Vor 20 Jahren: Nur Telefon und SMS
    - Vor 10 Jahren: Primär Telefon und einzelne Kunden Daten
    - Heute: Erste Kunden telefonieren bereits primär über Datentarif

- Stratified Sampling
  - Beschreibung (siehe letzte Folie)
  - Anzahl der Beobachtungen pro Klasse wird angeglichen
    Beispiel: Vorhersage von SPAM E-Mails
    - 95% des E-Mail Aufkommens ist SPAM
    - 05% des E-Mail Aufkommens ist relevant

    Lernt Klassifikator auf unstratifizierten Daten…
    … Erkennung relevanter E-Mails kaum möglich

Aufgabe 2 (f) - Aufgabenstellung

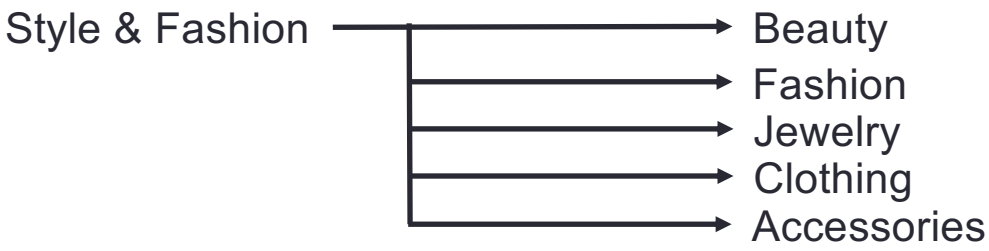
- Beschreiben Sie Struktur und Nutzen von Taxonomien für die Datenqualität.

(4 Punkte)

Aufgabe 2 (f) – Lösung (Taxonomien)

- Idee
  - Aufbau von Bäumen zur Sicherstellung einer gemeinsamen Sprache
  - Obere Ebenen sind Abstraktionen der unteren Ebenen
  - Namen der einzelnen Ausprägungen sind standardisiert

- Beispiel (vgl. Vorlesung)



- Nutzen
  - Verschiedene Anbieter nutzen gleiche Taxonomie…
    … Daten über Kunden gemäß Taxonomie austauschbar
  - Anreicherung der eigenen Daten mit fremden Daten möglich

Aufgabe 2 (g) - Aufgabenstellung

- Nennen Sie zwei andere Klassifikationsverfahren neben den Entscheidungsbäumen und diskutieren Sie kurz die Vorteile der Verfahren gegenüber Entscheidungsbäumen. **(4 Punkte)**

Aufgabe 2 (g) – Lösung (Klassifikationsverfahren)

- Neuronale Netzwerke
  - Unempfindlich bei verrauschten Daten
  - Auch für Regressionsprobleme geeignet
- Support Vector Machine
  - Unempfindlich bei verrauschten Daten
  - Auch für Regressionsprobleme geeignet
- Bayes Klassifikator
  - Mathematisch ableitbar
  - Kein Trainieren des Modells nötig

Aufgabe 2 (h) - Aufgabenstellung

- Nennen Sie vier verschiedene Stoppkriterien für Entscheidungsbäume. **(4 Punkte)**

Aufgabe 2 (h) – Lösung (Stoppkriterien)

- Minimale Zahl von Beobachtungen pro Knoten
  Split wird nur durchgeführt, wenn mehr als n Beobachtungen…
  … durch den Knoten repräsentiert werden

- Minimaler Anteil falsch klassifizierter Beobachtungen pro Knoten
  Split nur dann, wenn mind. x% der Beobachtungen im Knoten nicht…
  … der Mehrheitsklasse angehören

- Maximale Baumtiefe
  Split nur dann, wenn ein Knoten vorgegebene Tiefe t
  … (Anzahl Knoten zur Wurzel) noch nicht erreicht hat

- Maximale Knotenanzahl pro Baum
  Split nur dann, wenn Baum insgesamt weniger als n Knoten enthält