

# Seminar Technische Informatik

## Top 10 Algorithms in Data Mining

Stephan Mielke

**Zusammenfassung**—In diesem Paper werden die wichtigsten 10 Datamining Algorithmen aus dem Paper [1] von Xindong Wu vorgestellt sowie eingeordnet. Anschließend wird auf Big Data sowie die Verbindung zwischen Datamining und Big Data eingegangen.

**Index Terms**—Data Mining, Big Data, Clustering, Clustering, Assoziation, Support Vector Machines, k-means

### 1 EINLEITUNG

DAS Hubble Teleskop nahm vom 3. September bis zum 16. Januar 2004 das so genannte *Hubble Ultra Deep Field* Bild auf. Dieses Bild ist in Abbildung 1 zu sehen. Auf diesem Bild 10.000 kosmische Objekte zu erkennen. Problematisch ist jedoch, WAS ist ein solches Objekt? Ist es ein Stern, eine Galaxie, ein Quasar, eine Störung des Sensorchips usw.



Abbildung 1. Hubble Ultra Deep Field [2]

DIE Unterscheidung ob ein Objekt ein Stern, eine Galaxie oder etwas Unbekanntes ist, lässt sich mittels Data Mining Techniken Automatisieren. In dem Paper [3] von Peter J. O’Keefe und weiteren wird dieses Vorgehen beschrieben. Jedem sichtbarem Objekt werden 9 Attribute zugeordnet, die aus den *i*-Band Versionen der Aufnahmen extrahiert werden. Die Attribute bestehen aus der Leuchtkraft und 8 weiteren Lichteigenschaften und werden zu

Tabelle 1  
Erkennung [3]

Name	Erkennung
Random Forest	82, 89%
Decision Tree	80, 68%
Artificial Neural Network	75.82%
Support Vector Machines	37, 82%

einer Zahl, genannt *stellary*, zwischen 0 und 1 ausgewertet. Das Intervall 0.0–0.1 repräsentiert eine Galaxie, 0.9–1.0 einen Stern und sonst ist das Objekt unbekannt aber könnte trotzdem ein Stern oder Galaxie sein. In Tabelle 1 sind die Erkennungswahrscheinlichkeiten einiger Data Mining Algorithmen für die Klassifizierung von stellaren Objekten aufgelistet.

DAS Paper [1] von Xindong Wu und weiteren mit dem Titel *Top 10 Algorithms in Data Mining* wurde im Dezember 2006 für die *IEEE International Conference on Data Mining* erstellt, behandelt die zum damaligen Zeitpunkt wichtigsten Algorithmen fürs Data Mining und dient als Quelle für das gesamte Paper. Die Auswahl der einzelnen Algorithmen erfolge, indem jeder Preisträger eines *ACM KDD Innovation Awards* oder eines *IEEE ICDM Research Contributions Awards* jeweils 10 Algorithmen nominierte. Aus diesen Nominierten wurden nur die zur Abstimmung zugelassen, die mindestens 50 Referenzierungen in *Google Scholar* erreichen. Eine vollständige Liste der Kandidaten ist unter <http://www.cs.uvm.edu/~icdm/>

Tabelle 2  
Top 10 Algorithmen [1]

Platz	Name	Art
1.	C4.5	Classification
2.	k-means	Clustering
3.	Support Vector Machines	Classification
4.	Apriori	Association
5.	EM Algorithm	Classification
6.	PageRank	Link Mining
7.	AdaBoost	Classification
8.	k-nearest neighbor	Classification
9.	Naive Bayes	Classification
10.	CART	Classification

algorithms/CandidateList.shtml zu finden. In der Tabelle 1 werden die 10 besten Algorithmen genannt.

## 2 DATA MINING

DER Begriff Data Mining wird im Deutschen für den gesamten Prozess des *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) verwendet. Dies ist jedoch falsch, da Data Mining nur einen Teil des KDD einnimmt. Dies ist in Abbildung 2 zu sehen. Für KDD werden zuerst die Daten homogenisiert und dann mittels eines Data Mining Algorithmus verarbeitet, sodass „Wissen“ entsteht.

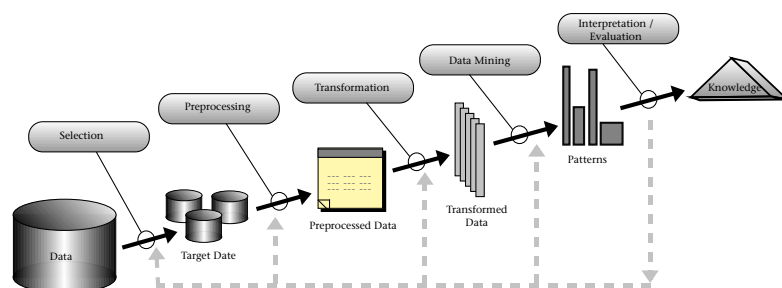


Abbildung 2. KDD nach Fayyad [4]

DATA MINING wird in der Forschung, Vermarktung, Medizin, (Wetter-) Vorhersagen, Betrugsaufklärung usw. eingesetzt. Die Idee von KDD ist *Wissen durch Daten* und wird nach Fayyad [4] wie folgt definiert:

Knowledge Discovery in Databases describes the non-trivial process of identifying valid, novel, potentially useful, and ultimately understandable Articles patterns in data.

## 2.1 Clustering-Algorithmen

DIE Kategorie der Clustering-Algorithmen beschreibt Algorithmen, die Daten unbekannten Klassen, den so genannten *Clustern* (Abschnitt 2.1.1), zu ordnen. Damit ist die Grundidee das Finden eines Algorithmus, der Objekte gruppiert. Diese Gruppierung wird mit Hilfe einer *Distanzfunktion* (Abschnitt 2.1.2) erreicht, die die Ähnlichkeit zwischen Objekten numerisch ermittelt. Alle Clustering-Algorithmen arbeiten mit Heuristiken, da das Clustering NP-Vollständig ist.

### 2.1.1 Cluster

DIE Gestalt und Form der Cluster ist in den einzelnen Algorithmen sehr unterschiedlich. So gibt es Algorithmen bei denen die Cluster hierarchisch verschachtelt sind, das so genannte Flache- oder Hierarchische-Clustering. Es existiert ebenfalls das Hard- und Soft-Clustering, bei denen Objekte zu einem oder mehreren von einander unabhängigen Clustern zu geordnet sind. Bei allen Algorithmen ist die Anzahl der Cluster begrenzt durch direkte Festlegung der Anzahl oder durch eine Angegebene ausreichende Qualität der einzelnen Cluster. Die Cluster-Qualität ist ebenfalls nie genau definiert, jedoch kann man diese recht ungenau beschreiben durch, Anzahl der einzelnen Objekte die einem Cluster angehören, Größe des maximalen Unähnlichkeit eines Objektes zu seinem Cluster oder das vermeiden von *Lücken* im Cluster. In Abbildung 3(b) sind beispielhaft zwei Cluster (rot / blau) und die Clusterzentren (schwarz) des k-means Algorithmus (Abschnitt 2.1.3) gezeigt. Vergleiche das Buch [5] und die Vorlesung [6].

### 2.1.2 Distanzfunktion

DIE Distanzfunktion bestimmt den Abstandsvektor zwischen zwei Objekten. Statt einer Distanzfunktion wird manchmal auch eine Ähnlichkeits- bzw. Simulationsfunktion benutzt, jedoch sind in diesem Fall die Werte invertiert zu betrachten. Der Gebrauch von Distanzfunktionen hat sich jedoch durchgesetzt, da alle Rechnungen numerisch stabiler sind, weil bei der Bedingung 2 mit  $\vec{0}$  statt  $\infty$  gerechnet wird. Jedes Objekt  $o_i = (a_1, \dots, a_n)$

besteht aus  $n$  Attributen, jedes Attribut ist entweder ein Numerisches oder Kategorisches-Attribut und besitzt für sich selbst spezielle Distanzfunktionen. Die Bedingungen 1 – 3 müssen für jede Distanzfunktion gelten. Wenn die Bedingung 4 gilt, handelt es sich um eine Metrik.

$$\text{dist}(o_1, o_2) = d \in R^{n \geq 0} \quad (1)$$

$$\text{dist}(o_1, o_2) = 0 \Leftrightarrow o_1 = o_2 \quad (2)$$

$$\text{dist}(o_1, o_2) = \text{dist}(o_2, o_1) \text{ (Symmetrie)} \quad (3)$$

$$\text{dist}(o_1, o_3) \leq \text{dist}(o_1, o_2) + \text{dist}(o_2, o_3) \quad (4)$$

FÜR Numerische-Attribute existieren die folgenden Distanzfunktionen:

Euklidische-Distanz:

$$\text{dist}(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (5)$$

Manhattan-Distanz:

$$\text{dist}(x, y) = |x_1 - y_1| + \dots + |x_n - y_n| \quad (6)$$

Maximum-Metrik:

$$\text{dist}(x, y) = \max(|x_1 - y_1| + \dots + |x_n - y_n|) \quad (7)$$

Alg.  $L_p$ -Metrik:

$$\text{dist}(x, y) = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^d (x_i - y_i)^p} \quad (8)$$

FÜR Kategorische-Attribute existiert die die Summe der Unterschiede als Distanzfunktion, die wie folgt definiert ist:

$$\text{dist}(x, y) = \sum_{i=1}^a \delta(x_i, y_i) \quad (9)$$

$$\delta(x_i, y_i) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } (x_i = y_i) \\ 1 & \text{wenn } (x_i \neq y_i) \end{cases} \quad (10)$$

### 2.1.3 k-means

DER k-means, oder auch Lloyd's Algorithmus genannt, gehört zu den Clustering-Algorithmen und basiert auf einem harten flachen Clustering. Die Objekte  $o_i$  werden als ein Vektor aus dem Vektorraum  $R^n$  interpretiert. Ein Cluster  $A = \{o_1, \dots, o_i\}$  ist eine Menge von Objekten  $o_i$  und dessen Zentrum ist wie folgt

definiert:  $\mu(A) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m o_i$ . Ein Cluster besitzt eine hohe Güte, wenn  $\text{RSS}(A) = \sum_{i=1}^m \|d_i - \mu(A)\|^2$  minimal ist. Das gesamte Clustering ist optimal wenn  $\text{RSS}(A_1, \dots, A_k) = \sum_{j=1}^k \text{RSS}(A_j)$  minimal ist.

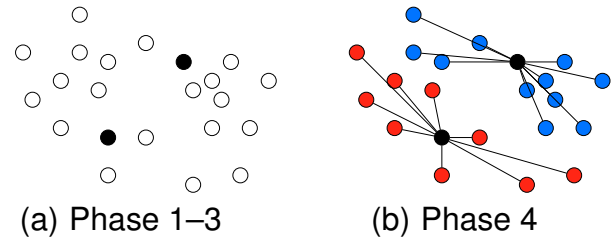


Abbildung 3. k-means

Der Algorithmus ist wie folgt:

- 1) Selektiere zufällig  $k$  Zentren als Startwert
- 2) Erstelle  $k$  leere Cluster
- 3) Weise jedem Cluster einen Zentren zu (Siehe Abbildung 3(a))
- 4) Weise jedem Datenvektor den Cluster mit dem nächstem Zentrum zu (Siehe Abbildung 3(b))
- 5) Berechne den Zentren jedes Clusters neu (Siehe Abbildung 4(a))
- 6) Teste, ob die Qualität des Clusterings ausreicht, sonst gehe zu 2. (Siehe Abbildung 4(b))

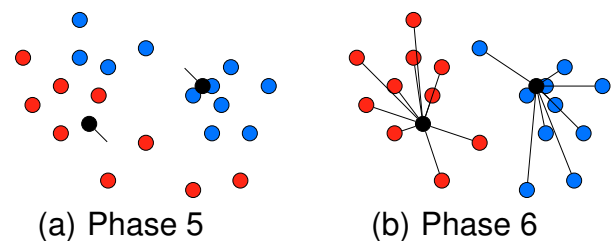


Abbildung 4. k-means

## 2.2 Classification

## 2.3 Assoziation

## 3 BIG DATA

## 4 ZUSAMMENFASSUNG

### 4.1 Subsection Heading Here

Subsection text here.

#### 4.1.1 Subsubsection Heading Here

Subsubsection text here.

## 5 CONCLUSION

The conclusion goes here.

## ANHANG A PROOF OF THE FIRST ZONKLAR EQUATION

Appendix one text goes here.

## ANHANG B

Appendix two text goes here.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank...

## LITERATUR

- [1] X. Wu, V. Kumar, J. R. Quinlan, J. Ghosh, Q. Yang, H. Motoda, G. J. McLachlan, A. Ng, B. Liu, S. Y. Philip *et al.*, "Top 10 algorithms in data mining," *Knowledge and Information Systems*, vol. 14, no. 1, pp. 1–37, 2008.
- [2] S. B. S. NASA, ESA and the HUDF Team. (2004) Hubble ultra deep field. [Online]. Available: <http://imgsrc.hubblesite.org/hu/db/images/hs-2004-07-a-pdf.pdf>
- [3] P. J. O’Keefe, M. G. Gowanlock, S. M. McConnell, and D. R. Patton, "Star-galaxy classification using data mining techniques with considerations for unbalanced datasets," in *Astronomical Data Analysis Software and Systems XVIII*, vol. 411, 2009, p. 318.
- [4] U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth, "From data mining to knowledge discovery in databases," *AI magazine*, vol. 17, no. 3, p. 37, 1996.
- [5] M. Ester and J. Sander, *Knowledge discovery in databases: Techniken und Anwendungen*. Springer Heidelberg, 2000, vol. 2, no. 4.
- [6] W.-T. Balke, "Data warehousing and data mining techniques," University Lecture, 2014.