Podstawy sztucznej inteligencji

wykład 4
Eksploracja danych

Joanna Kołodziejczyk

28 maj 2011

Plan wykładu

1. Co to jest eksploracja danych?
2. Jak działa eksploracja danych?
3. Metody w eksploracji danych

Definicja

Eksploracja danych ED (Data mining)

Metody wydobywania ukrytych informacji z dużych baz danych.

Cel

Do prognozowania przyszłych trendów i zachowań, które pozwolą przedsiębiorstwom na podejmowanie opartych na wiedzy decyzji.

Zalety

- Zautomatyzowana prospektywna analiza danych wykracza poza zwykłe narzędzia wspomagania decyzji.
- ED udziela odpowiedzi na pytania, które nie znajdowały odpowiedzi ze względu na złożoność obliczeniową.
- Poszukują w bazach danych ukrytych wzorców, informacji, które ekspert może pominąć, gdyż znajdują się poza jego oczekiwaniami.

Technologie pozwalające na rzeczywiste wykorzystanie ED

Zasoby zapewniające wykorzystanie ED:

- olbrzymie i prawie wszechobecne zbiory danych
- zwiększająca się moc obliczeniowa komputerów
- algorytmy eksploracji danych.

Technologie eksploracji danych wywodzą się z obszarów bada :

- statystyka
- sztuczna inteligencja
- maszynowe uczenie się.

Zakres eksploracji danych

Automatyczne przewidywanie trendów i zachowań

Automatyzuje się proces wyszukiwania informacji i można szybko udzielać odpowiedzi na pytania dotyczące danych.
Przykłady:

- Ukierunkowany marketing: wykorzystanie np. danych z przeszłych korespondencji promocyjnych do określenia klientów maksymalizujących szansę ponownych inwestycji.
- Prognozowanie upadłości: identyfikacja segmentów biznesu, które mogą reagować podobnie na pewną sekwencję zdarzeń.

Zakres eksploracji danych

Automatyczne wykrywanie nieznanych wcześniej wzorców

Narzędzia eksplorują bazy danych i identyfikują ukryte wzorce.
Przykłady odkrywania wzorców

- Analiza danych o sprzedaży detalicznej do identyfikacji pozornie niepowiązanych produktów, które często są nabywane razem.
- Wykrywanie wzorca fałszywych transakcji z użyciem kart kredytowych.
- Identyfikacja anomalii w danych.

Plan wykładu

1. Co to jest eksploracja danych?
2. Jak działa eksploracja danych?
3. Metody w eksploracji danych

Czego szuka się w danych?

- **Klasyfikacja**: Dane układa się w ustalonych grupach (klasach). Np., sieć restauracji może na podstawie zamówień klientów określić kiedy najczęściej klienci odwiedzają lokal i co zazwyczaj zamawiają. Te informacje mogą być wykorzystane do zwiększenia ruchu poprzez serwowanie np. specjalności dnia.
- **Grupowanie**: Dane są grupowane według logicznych powiązań lub preferencji konsumentów. Na przykład, identyfikacja podobieństwa konsumentów.
- **Asocjacje**: Dane służą do identyfikacji związków pomiędzy atrybutami. Przykładem reguły asocjacyjnej jest relacja piwo-pieluchy.
- **Wzory sekwencyjne**: Dane wykorzystuje się do przewidywania zachowań i trendów. Na przykład sprzedawcy sprzętu mogą przewidzieć prawdopodobieństwo nabycia plecaka na podstawie zakupu śpiwora i butów trekingowych.

Techniki eksploracji danych

- **sztuczne sieci neuronowe**: nieliniowe modele predykcyjne
- **drzewa decyzyjne**: struktura drzewiasta, które zaweira zestawy decyzji. Decyzje te generują zasad klasyfikacji zbioru danych. Metody wykorzystujące drzewa decyzyjne to drzewa klasyfikacyjne i regresyjne.
- **algorytmy genetyczne**
- **metoda najbliższego sąsiedztwa**: technika, który klasyfikuje każdy rekord w zbiorze danych na podstawie kombinacji klas k rekordów dla niego najbliższych (podobnych do niego).
- **indukcja reguł**: wydobycie reguł typu jeśli-to w oparciu o istotność statystyczną.

Modelowanie

Modelowanie

jest to tworzenie modelu dopasowanego do pewnej sytuacji, w której znane jest zachowanie/odpowiedź i zastosowanie go do innej sytuacji, gdy odpowiedź nie jest znana.

Przykład firmy telekomunikacyjnej

Z danych historycznych o usługobiorcach zostanie zbudowany model, który określi potencjalnych klientów rozmów międzynarodowych. Modelowanie odgaduje zależności istniejące w bazie danych i tak możliwy model to:
98% klientów, którzy zarabiają więcej niż 60.000 rocznie wydaje więcej niż 80/miesiąc na rozmowy międzynarodowe.

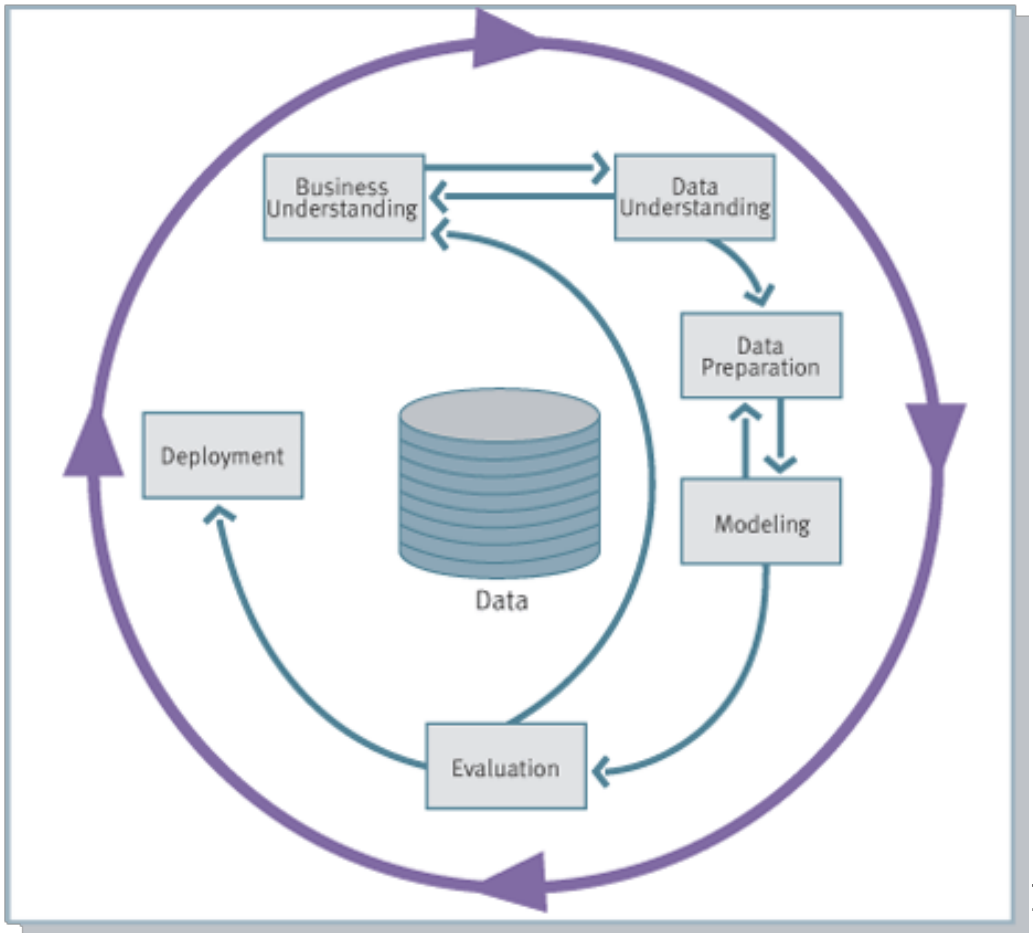
Przykłady zastosowań

- Firma farmaceutyczna może oceniać siłę sprzedaży w ostatnim okresie i ją połączyć z działalnością lekarzy oraz ustalić, które działania marketingowe będą miały największy wpływ na najbliższe kilka miesięcy. Dane powinny zawierać informacje o działalności konkurencji na rynku, jak również informacje na temat lokalnego systemu opieki zdrowotnej. Wyniki mogą być dystrybuowane do działu sprzedaży za pośrednictwem sieci WAN, która umożliwi przedstawicielom przeglądać sugestie z uwzględnieniem głównych atrybutów w procesie decyzyjnym.
- Firmy udzielające kredytów mogą na podstawie danych z transakcjami klientów wyszukać takich, którzy będą zainteresowani nowym produktem kredytowym. Korzystając z testu mailingowego można ustalić zainteresowanie klienta produktem.

Przykłady zastosowań

- Firma transportowa może określać najlepsze perspektywy dla swojej działalności na podstawie eksploracji danych. Analizując doświadczenia z klientami można wyznaczyć segmenty działalności (wyznaczyć atrybuty) o największym wpływie na przyszłą działalność. Można takie wyniki uogólnić na cały region.
- Firmy prowadzące sprzedaż mogą próbować zwiększać wskaźniki sprzedaży wykorzystując eksplorację danych. Dane z paneli konsumenckich, dostaw, aktywności konkurencji pozwalają zrozumieć trendy w zmianach marki i sklepów. Producent na tej podstawie może planować kampanię reklamową i najlepsze sposoby dotarcia do klienta.

Proces eksploracji danych



[1]

[1] źródło: http://www.crisp-dm.org/Process/index.htm

Plan wykładu

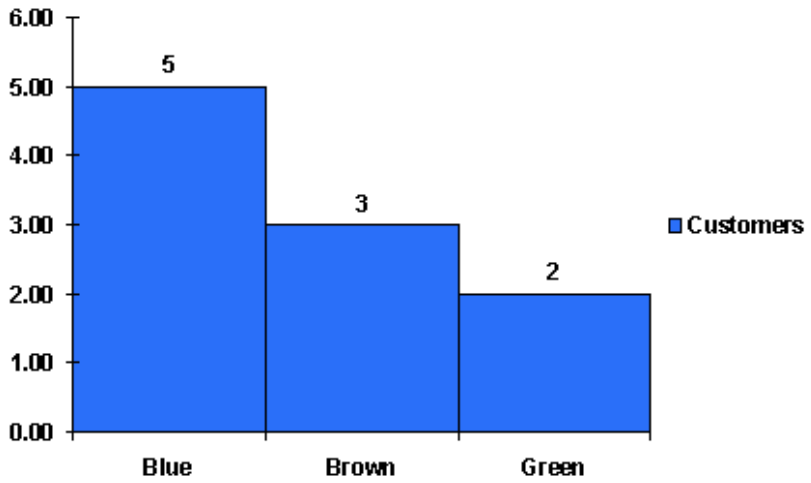
1. Co to jest eksploracja danych?
2. Jak działa eksploracja danych?
3. Metody w eksploracji danych
   - Statystyka w eksploracji danych
   - Najbliższe sąsiedztwo
   - Klasteryzacja
   - Drzewa decyzyjne

Statystyka

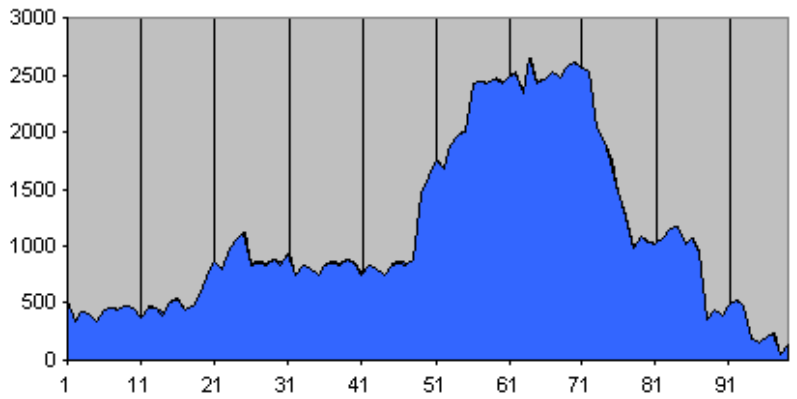
Używając narzędzi ze statystyki można udzielać odpoweidzi na pytania:

- Jakie wzorce są ukryte w bazie danych?
- Jaka jest szansa, że nastąpi pewne zdarzenie?
- Jakie wzorce są istotne?
- Co wynika z „podsumowania" (np. średnia) danych? Zyskuje się pewne wyobrażenie o tym, co jest zawarte w bazie danych.

Histogramy



kolor oczu



wiek

[2] źródło: http://www.crisp-dm.org/Process/index.htm

Użyteczne miary

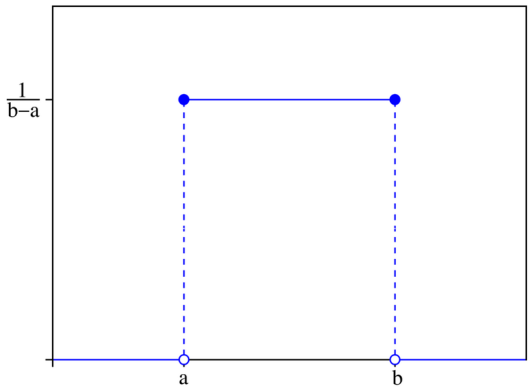
- **Max** - maksymalna wartość z danych.
- **Min** - minimalna wartość z danych.
- **Średnia** - średnia wartość w próbie.
- **Mediana** - wartość w bazie, powyżej i poniżej której znajduje się jednakowa liczba rekordów (dzieli bazę na połówki o równej liczbie rekordów).
- **Dominanta** - wartość najczęściej występująca (o największym prawdopodobieństwie wystąpienia).
- **Wariancja** - miara zmienności, tego, jak rozkładają się wartości od wartości średniej.

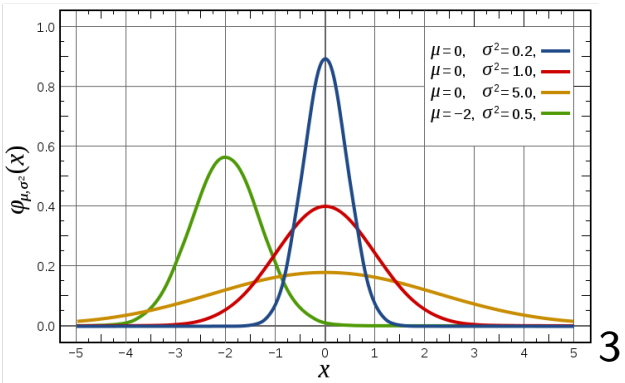
Rozkłady

Czasami zamiast histogramu chce się opisać rozkład danych równaniem. W klasycznej statystyce zakłada się, że istnieje pewien „prawdziwy”, podstawowy kształt rozkładu, który powstaje wtedy, gdy zostaną zebrane wszystkie możliwe dane.

Zadaniem statystyka jest określenie prawdopodobnego rozkładu z ograniczonej liczby danych .

Wiele rozkładów opisanych jest tylko przez średnią i wariancję.





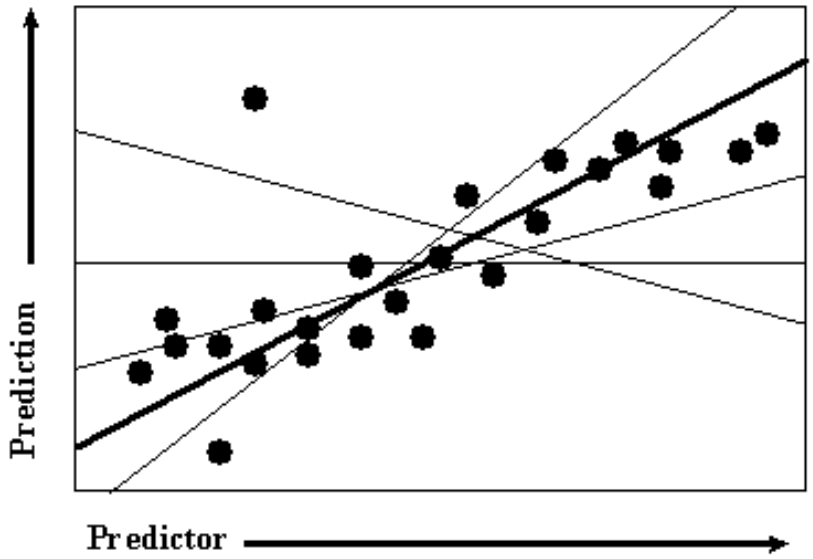
jednostajny normalny

[3] źródło: wikipedia

Regresja liniowa

Podstawowa zasada regresji jest taka, że z mapy wartości jest tworzony taki model, by uzyskać najniższy błąd (zazwyczaj średniokwadratowy).

$$Prediction = a + b \cdot Predictor$$



4

[4] źródło: http://www.thearling.com/text/dmtechniques/dmtechniques.htm

Bardziej złożone modele niż liniowe

Złożoność modelu może wynikać z:

- zwiększenia liczby wejść (predictors) (zwiększenie wymiarowości)

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5$$

- regresja nieliniowa — zastosowania przekształcenie dla wejścia (podnoszenie do potęgi)

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_1^2$$

- wymnażania przez siebie wejść
- modyfikacji by odpowiedź modelu była binarna (regresja logistyczna)

Grupowanie

Grupowanie metodą najbliższego sąsiada

Zasada polega na tym, że jeżeli chcę wiedzieć jaka jest odpowiedź (prognozowane wyjście) na sygnał wejściowy, to patrzę na najbliższe sąsiednie rekordy o podobnych wejściach z danych historycznych i używam taką samą klasę.

Przykład grupowania

Grupowanie odzieży do prania, czyszczenia. Grupuje się je, gdyż mają podobną charakterystykę.

Grupowanie przez najbliższe sąsiedztwo

Przykład: prawdopodobnie większość Twoich sąsiadów (sąsiedztwo geograficzne) ma podobny przychód. Metoda ta jest intuitywna a jednocześnie łatwa do zautomatyzowania.

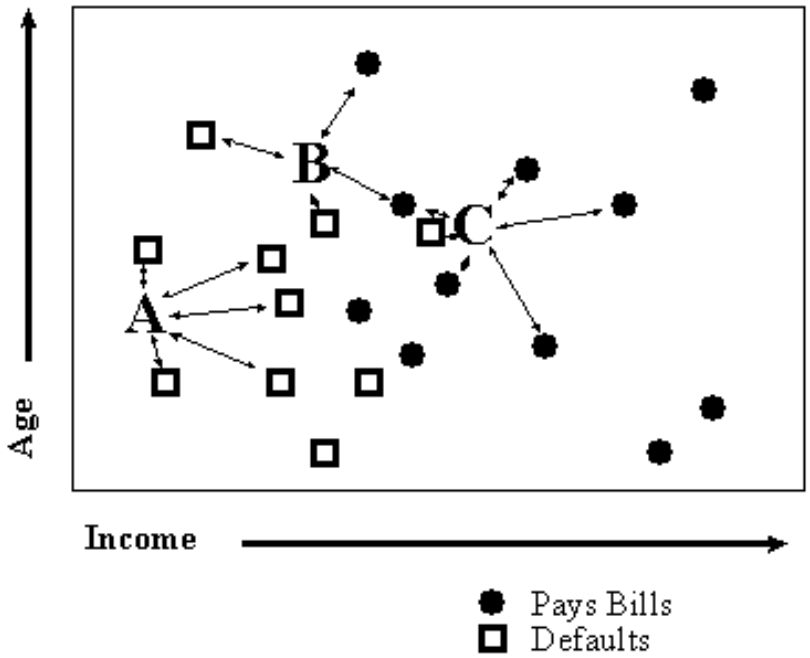
Metoda najbliższego sąsiada w predykcji

U podstaw koncepcji klastrów (grup) leży to, że dany obiekt (czy to samochody, żywność lub klient) może być bliżej do innego obiektu, niż jakiś inny trzeci obiekt. Większość ludzi ma wrodzone poczucie porządkowania różnych przedmiotów i zgodzi się, że jabłku bliżej do pomarańczy niż do pomidora. To poczucie pozwala nam budować klastry - zarówno w bazach danych, jak również w codziennym życiu. Definicja bliskości pozwala również dokonać prognozy.

Sąsiedztwo do predykcji

Obiekty leżące blisko siebie powinny mieć taką samą wartość predykcyjną. Wystarczy zatem znać wartość wyjściową dla jednego obiektu.

K-najbliższych sąsiadów



[5]

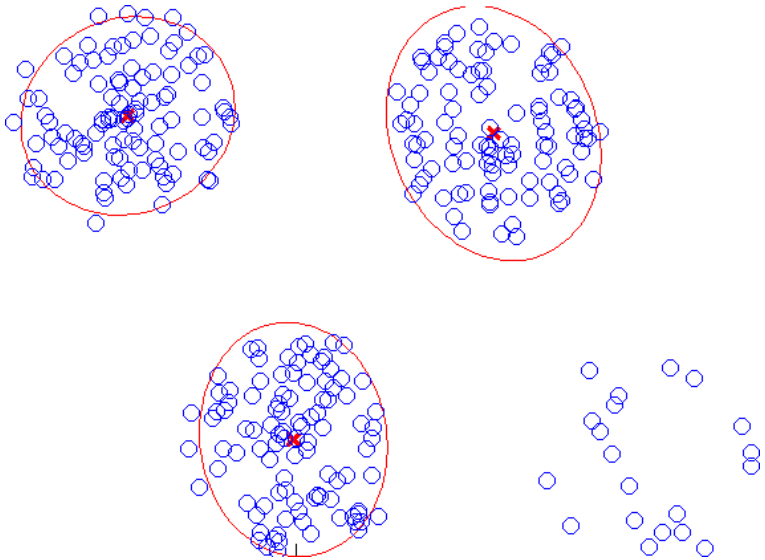
Zaufanie do predykcji

Tym większa wiarygodność im bliższe sąsiedztwo lub jednorodność K-sąsiadów.

[5] źródło: http://www.thearling.com/text/dmtechniques/dmtechniques.htm

Grupowanie bez wskazania odpowiedzi

W danych nie ma predykcji. Grupowanie polega na obserwacji rozkładu danych w przestrzeni wejść i nadawanie tej samej etykiety dla blisko sąsiadujących rekordów separowalnych od innych.



Klasteryzacja pozwala wychwycić odstające rekordy (outliers)

Dzięki klasteryzacji można łatwo zidentyfikować odstające rekordy i wskazać przyczynę tego stanu rzeczy.

Na przykład: wszyscy sprzedawcy pewnej marki wina w jednym ze stanów osiągali mniej więcej podobny przychód. Jeden ze sklepów niestety nie. Okazał się, iż jeden z klientów po prostu nie płaci.

Różne wyniki klasteryzacji

Według przychodu

ID	Name	Prediction	Age	Balance	Income	Eyes	Gender
3	Betty	No	47	$16,543	High	Brown	F
5	Carla	Yes	21	$2,300	High	Blue	F
6	Carl	No	27	$5,400	High	Brown	M
8	Don	Yes	46	$0	High	Blue	M
1	Amy	No	62	$0	Medium	Brown	F
2	Al	No	53	$1,800	Medium	Green	M
4	Bob	Yes	32	$45	Medium	Green	M
7	Donna	Yes	50	$165	Low	Blue	F
9	Edna	Yes	27	$500	Low	Blue	F
10	Ed	No	68	$1,200	Low	Blue	M

6

[6] źródło: http://www.thearling.com/text/dmtechniques/dmtechniques.htm

Różne wyniki klasteryzacji

Według wieku i koloru oczu

ID	Name	Prediction	Age	Balance	Income	Eyes	Gender
5	Carla	Yes	21	$2,300	High	Blue	F
9	Edna	Yes	27	$500	Low	Blue	F
6	Carl	No	27	$5,400	High	Brown	M
4	Bob	Yes	32	$45	Medium	Green	M
8	Don	Yes	46	$0	High	Blue	M
7	Donna	Yes	50	$165	Low	Blue	F
10	Ed	No	68	$1,200	Low	Blue	M
3	Betty	No	47	$16,543	High	Brown	F
2	Al	No	53	$1,800	Medium	Green	M
1	Amy	No	62	$0	Medium	Brown	F

7

[7] źródło: http://www.thearling.com/text/dmtechniques/dmtechniques.htm

Problemy w klasteryzacji

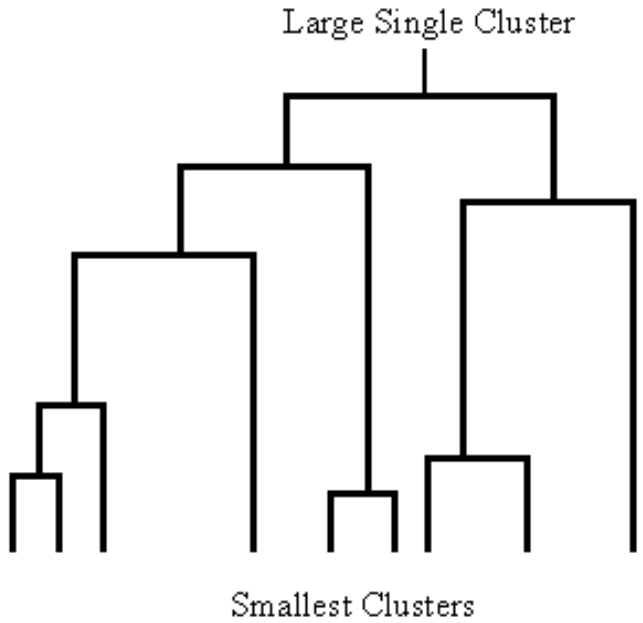
- Który rekord do którego klastra? Algorytm podziału na klastry powinien mieć określone zasady, jaka cecha ma większy priorytet i jaki atrybut jest ważniejszy.
- Kompromis liczności klastrów i jednorodności. Chcąc uzyskać najbardziej jednorodne klastry będziemy mieli tendencję do zwiększania liczby klastrów (aż do liczby rekordów). Natomiast chcąc uzyskać generalizację trzeba dla danego problemu próbować budować jak najmniej klastrów.

Porównanie klasteryzacji i najbliższego sąsiedztwa

Najbliższe sąsiedztwo	Klasteryzacja
Służy do prognozowania, jak również konsolidacji.	Używana głównie do konsolidowania danych (widok z góry na przestrzeń wejść) i zapisu do grup.
Przestrzeń jest zdefiniowana przez problem (uczenie nadzorowane).	Przestrzeń jest zdefiniowana jako domyślna przestrzeń n-wymiarowa lub zdefiniowana przez użytkownika, lub jest predefiniowaną przestrzenią dostarczoną przez wcześniejsze doświadczenia (uczenie bez nadzoru).
Używa metod metrycznych do określenia bliskości rekordów.	Może używać inne niemetryczne miary.

Klasteryzacja hierarchiczna

Metody hierarchiczne tworzą podziały na różne liczności klastrów. Istnieje możliwość decydowania o wygodnym doborze liczby klastrów.



8

[8] źródło: http://www.thearling.com/text/dmtechniques/dmtechniques.htm

Metody klasteryzacji hierarchicznej

- Poprzez łączenie (aglomerative) — techniki grupowania zaczynające od liczby klastrów równej liczbie rekordów. Klastry, które znajdują się najbliżej siebie są łączone ze sobą tworząc drugi co do wielkości klaster. To połączenie jest kontynuowane aż do utworzenia jednego klastra zawierających wszystkie rekordy, znajdującego się na szczycie hierarchii.
- Poprzez podziały (divisive) — techniki grupowania działające w odwrotnym kierunku niż powyższa technika. Zaczynają gdy wszystkie rekordy są zgrupowane w jeden klaster, a następnie dokonują podziału na mniej liczne grupy.

Klasteryzacja niehierarchiczna

Są zdecydowanie szybsze od hierarchicznych, ale wymagają od użytkownika podania:

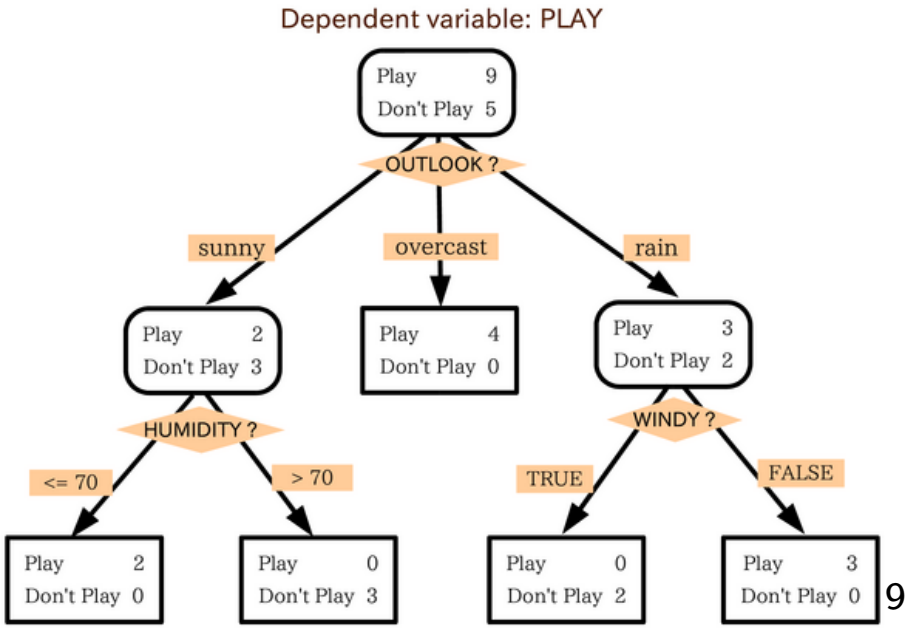
- pożądanej liczby klastrów lub
- minimalnej wymaganej bliskość dwóch rekordów w jednym klastrze.

Często wykonują się iteracyjnie startując z inną początkową konfiguracją rekordów, która wpływa na ostateczny podział oraz dokonują w pętli poprawek na granicach klastrów.

Drzewo decyzyjne

Drzewo decyzyjne

Jest to model predykcyjny w formie drzewa. Każda gałąź jest odpowiedzią na pytanie o klasyfikację, o której decyzja zawarta jest w liściu.



[9]

[9] źródło: http://gautam.lis.illinois.edu/monkmiddleware/public/analytics/decisiontree.html

Cechy drzewa decyzyjnego

- Dzieli się dane w każdym punkcie podziału bez utraty danych (łączna liczba pozycji w węźle rodzicu jest równa sumie zapisów zawartych w jej potomkach).
- Łatwo jest zrozumieć jak model powstaje (w przeciwieństwie do sieci neuronowych czy klasycznej statystyki).
- Model zgodny z intuicją.
- Drzewo decyzyjne może być postrzegane jako tworzenie segmentów (klientów, produktów, regionów sprzedaży). Segmenty są tworzone poprzez podobieństwo rekordów wynikające z ich przynależności do zmiennej predykcyjnej.

Zastosowania drzew decyzyjnych

- Algorytmy budują pełne drzewo dla hipotezy. Odtwarzają sposób analizy problemu przez specjalistę. Dla dużych rzeczywistych problemów, mogą być bardzo złożone.
- Służą do eksploracji danych. Dokonuje się ona przez patrzenie na zmienną decyzyjną i zmienną podziału w drzewie. Np. Jeśli klient ma umowę <1,1 roku i kanał sprzedaży = telesprzedaż THEN możliwość rezygnacji wynosi 65%.
- Do wstępnej obróbki danych przed predykcją np. do wyznaczania istotnych wejść do sieci neuronwej.
- Do predykcji.

Algorytmy

- ID3 — rozdziela atrybuty na podstawie miar informacyjnych (entropii).
- C4.5 — udoskonalenie ID3: zmniejszenie liczby obliczeń, możliwość użycia zmiennych ciągłych, praca z atrybutami z brakującymi wartościami.
- CART (Classification And Regression Tree) — udoskonalenie C4.5. Stosuje „node impurity" do wskazania atrybutu podziału w drzewie.
  Szczegóły: `http://courtdecisionsandrulings.com/an-integrated-study-on-decision-tree-induction-algorith.html`