



数据挖掘

Data Mining

第二章 认识数据

- 主讲人：丁兆云



内容提纲

2.1数据类型

2.2数据统计汇总

2.3数据相似性和相异性度量



2.1 数据类型

- 记录数据
 - 关系记录
 - 数据矩阵
 - 文档数据
 - 交易数据
- 图形和网络
 - 万维网
 - 社会或信息网络
 - 分子结构
 - 有序
 - 时间数据：时间序列
 - 顺序数据：交易序列
 - 基因序列数据
- 视频数据的图像序列
 - 空间，图像和多媒体：
 - 空间数据：地图

	team	coach	play	ball	score	Game	Win	Lost	Timeout	Season
Document 1	3	0	5	0	2	6	0	2	0	2
Document 2	0	7	0	2	1	0	0	3	0	0
Document 3	0	1	0	0	1	2	2	0	3	0

TID	Items
1	Bread, Coke, Milk
2	Beer, Bread
3	Beer, Coke, Diaper, Milk
4	Beer, Bread, Diaper, Milk
5	Coke, Diaper, Milk



2.1.1 数据对象

- 数据集由数据对象组成
- 一个数据对象代表一个实体
- 例子
 - 销售数据库：客户，商店物品，销售额
 - 医疗数据库：患者，治疗信息
 - 大学数据库：学生，教授，课程信息
- 称为样品，示例，实例，数据点，对象，元组（tuple）。
- 数据对象所描述的属性。
 - 数据库中的行 -> 数据对象；列 -> “属性”。

Attributes

Tid	Refund	Marital Status	Taxable Income	Cheat
1	Yes	Single	125K	No
2	No	Married	100K	No
3	No	Single	70K	No
4	Yes	Married	120K	No
5	No	Divorced	95K	Yes
6	No	Married	60K	No
7	Yes	Divorced	220K	No
8	No	Single	85K	Yes
9	No	Married	75K	No
10	No	Single	90K	Yes



2.1.2 属性

- 属性（变量、特性、字段、特征或维）：一个数据字段，代表一个数据对象的特征或功能。
 - 例如，乘客_ID，是否存活，客舱等级，.....
- 类型：
 - 标称
 - 二进制
 - 序数
 - 区间标度
 - 比率标度

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Passenger	Survived	Pclass	Name	Sex	Age	SibSp	Parch	Ticket	Fare	Cabin	Embarked
2	1	0	3	Braund, Mr. male		22	1		0 A/5 21171	7.25		S
3	2	1	1	Cumings, Mrs. female		38	1		0 PC 17599	71.2833	C85	C
4	3	1	3	Heikkinen, female		26	0		0 STON/O2	7.925		S
5	4	1	1	Futrelle, Mrs. female		35	1		0 113803	53.1	C123	S
6	5	0	3	Allen, Mr. male		35	0		0 373450	8.05		S
7	6	0	3	Moran, Mr. male			0		0 330877	8.4583		Q
8	7	0	1	McCarthy, female		54	0		0 17463	51.8625	E46	S
9	8	0	3	Palsson, Mr. male		2	3		1 349909	21.075		S
10	9	1	3	Johnson, Mrs. female		27	0		2 347742	11.1333		S
11	10	1	2	Nasser, Mrs. female		14	1		0 237736	30.0708	C	
12	11	1	3	Sandström, female		4	1		1 PP 9549	16.7	G6	S
13	12	1	1	Bonnell, Mrs. female		58	0		0 113783	26.55	C103	S



数据对象的别名

- A 样品
- B 实例
- C 维度
- D 元组
- E 对象

提交



属性的别名

A

元组

B

维度

C

特征

D

字段

E

数据点

提交



所谓高维数据，指的是

- A 数据对象很多
- B 数据属性很多

提交



所谓特征选择，是指

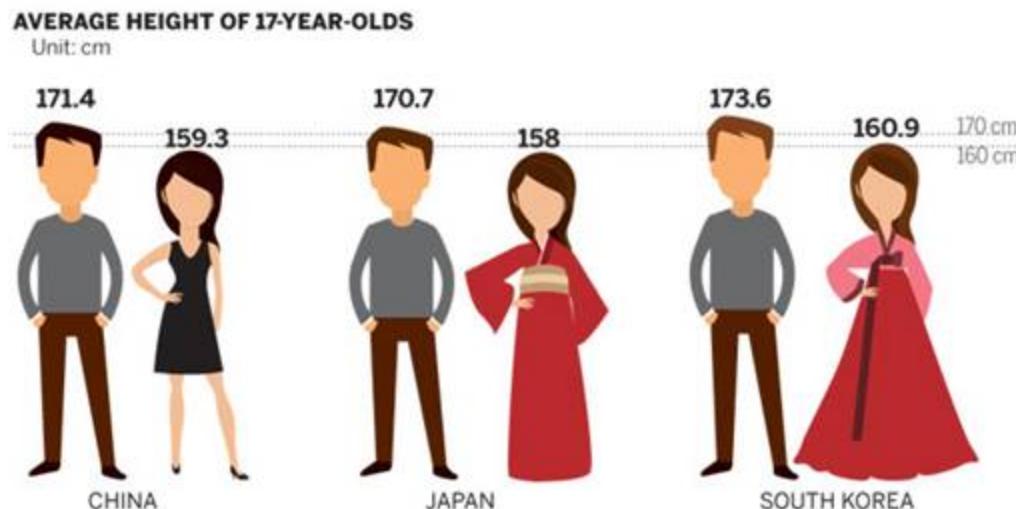
- A 从数据中，选择有代表性的属性
- B 从数据中，选择有代表性的数据对象

提交



2.1.3 属性与度量

- An **attribute** (属性) is a property or characteristic of an object
 - Example: 人的身高, 体重, 眼睛的颜色等
- **Attribute values** (属性值: 定义属性的特定的特征或参数) are numbers or symbols assigned to an attribute
 - Example: 175cm, 70kg, 黑色



Source: 2010 National Fitness Survey/Portal of Official Statistics of Japan/Seoul National University

FENG XIUXIA / CHINA DAILY



创建时间 = 1月2日

- A 创建时间表示属性，1月2日表示属性
- B 创建时间表示属性值，1月2日表示属性值
- C 创建时间表示属性，1月2日表示属性值
- D 创建时间表示属性值，1月2日表示属性

提交



2.1.4 属性的类型

- 常见的四类属性：
 - 标称 (Nominal)
 - Examples: ID numbers, zip codes
 - 序数 (Ordinal)
 - Examples: rankings (e.g., taste of potato chips on a scale from 1-10), grades, height in {tall, medium, short}
 - 区间 (Interval)
 - Examples: calendar dates, temperatures in Celsius or Fahrenheit.
 - 比率 (Ratio)
 - Examples: temperature in Kelvin, length, time, counts





2.1.4 属性的类型

■ 标称：类别，状态

- Hair_color={黑色, 棕色, 金色, 红色, 红褐色, 灰色, 白色}
- 婚姻状况, 职业, 身份证号码, 邮政编码

■ 二进制

- 只有2个状态（0和1）的属性
- 对称二进制两种结果重要
 - 例如, 性别
- 不对称的二进制结果同样重要。
 - 例如, 医疗测试（正面与负面）

■ 序数

- 价值观有一个有意义的顺序（排名），但不知道连续值之间的大小。
- 大小={小, 中, 大}, 等级, 军队排名

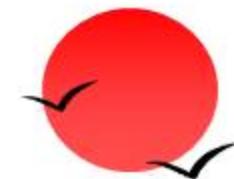
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Passenger	Survived	Pclass	Name	Sex	Age	SibSp	Parch	Ticket	Fare	Cabin	Embarked
1	1	0	3 Braund, Mr. male		22	1	0 A/5 21171	7.25			S
2	2	1	1 Cumings, female		38	1	0 PC 17599	71.2833	C85		C
3	3	1	3 Heikkinen, female		26	0	0 STON/O2	7.925			S
4	4	1	1 Futrelle, Mrs. female		35	1	0 113803	53.1	C123		S
5	5	0	3 Allen, Mr. male		35	0	0 373450	8.05			S



下列是标称类型的属性是

- A Survived: 0表示遇难, 1表示幸存
- B Pclass: 1代表Upper, 2代表Middle, 3代表Lower
- C Sex: 标识乘客性别
- D SibSp: 兄弟姐妹及配偶的个数
- E Embarked: 乘客登船口岸, 可列举

 提交



2.1.4 属性的类型

- 标称：类别，状态
 - Hair_color={黑色, 棕色, 金色, 红色, 红褐色, 灰色, 白色}
 - 婚姻状况, 职业, 身份证号码, 邮政编码
- 二进制
 - 只有2个状态（0和1）的属性
 - 对称二进制两种结果重要
 - 例如, 性别
 - 不对称的二进制结果同样重要。
 - 例如, 新型冠状病毒肺炎测试（阳性与阴性）
- 序数
 - 价值观有一个有意义的顺序（排名），但不知道连续值之间的大小。
 - 大小={小, 中, 大}, 等级, 军队排名

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Passenger	Survived	Pclass	Name	Sex	Age	SibSp	Parch	Ticket	Fare	Cabin	Embarked
1	1	0	3 Braund, Mr. male		22	1	0 A/5 21171	7.25			S
2	2	1	1 Cumings, female		38	1	0 PC 17599	71.2833	C85		C
3	3	1	3 Heikkinen, female		26	0	0 STON/O2	7.925			S
4	4	1	1 Futrelle, Mrs. female		35	1	0 113803	53.1	C123		S
5	5	0	3 Allen, Mr. male		35	0	0 373450	8.05			S



下列是对称二进制类型的属性是

- A Survived: 0表示遇难， 1表示幸存
- B Pclass: 1代表Upper, 2代表Middle, 3代表Lower
- C Sex: 标识乘客性别
- D SibSp: 兄弟姐妹及配偶的个数
- E Embarked: 乘客登船口岸，可列举

 提交



下列是非对称二进制类型的属性是

- A Survived: 0表示遇难， 1表示幸存
- B Pclass: 1代表Upper, 2代表Middle, 3代表Lower
- C Sex: 标识乘客性别
- D SibSp: 兄弟姐妹及配偶的个数
- E Embarked: 乘客登船口岸, 可列举

提交



2.1.4 属性的类型

- 标称：类别，状态
 - Hair_color={黑色, 棕色, 金色, 红色, 红褐色, 灰色, 白色}
 - 婚姻状况, 职业, 身份证号码, 邮政编码
- 二进制
 - 只有2个状态（0和1）的属性
 - 对称二进制两种结果重要
 - 例如, 性别
 - 不对称的二进制结果同样重要。
 - 例如, 新型冠状病毒肺炎测试（阳性与阴性）
- 序数
 - 价值观有一个有意义的顺序（排名），但不知道连续值之间的大小。
 - 大小={小, 中, 大}, 等级, 军队排名

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Passenger	Survived	Pclass	Name	Sex	Age	SibSp	Parch	Ticket	Fare	Cabin	Embarked
1	1	0	3 Braund, Mr. male		22	1	0 A/5 21171	7.25			S
2	2	1	1 Cumings, female		38	1	0 PC 17599	71.2833	C85		C
3	3	1	3 Heikkinen, female		26	0	0 STON/O2	7.925			S
4	4	1	1 Futrelle, Mrs. female		35	1	0 113803	53.1	C123		S
5	5	0	3 Allen, Mr. male		35	0	0 373450	8.05			S



下列是序数类型的属性是

- A Survived: 0表示遇难, 1表示幸存
- B Pclass: 1代表Upper, 2代表Middle, 3代表Lower
- C Sex: 标识乘客性别
- D SibSp: 兄弟姐妹及配偶的个数
- E Embarked: 乘客登船口岸, 可列举

 提交



2.1.4 属性的类型

■ 区间标度属性

- 以单位长度顺序性度量
- 值有序，比如温度、日历等
- 不存在0点，倍数没有意义，比如我们平常通常不说2000年是1000年的2倍



■ 比率标度属性

- 具有固定零点的数值属性，有序且可以计算倍数
- 长度、重量等

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Passenger	Survived	Pclass	Name	Sex	Age	SibSp	Parch	Ticket	Fare	Cabin	Embarked
2	1	0	3	Braund, Mr. male		22	1	0 A/5 21171	7.25			S
3	2	1	1	Cumings, Mrs. ¹ female		38	1	0 PC 17599	71.2833	C85		C
4	3	1	3	Heikkinen, Mrs. ¹ female		26	0	0 STON/O2	7.925			S
5	4	1	1	Futrelle, Mrs. ¹ female		35	1	0 113803	53.1	C123		S
6	5	0	3	Allan, Mr. male		35	0	0 373450	8.05			S
7	6	0	3	Moran, Mr. male			0	0 330877	8.4583			Q
8	7	0	1	McCarthy, Mr. male		54	0	0 17463	51.8625	E46		S
9	8	0	3	Palsson, Mrs. ¹ male		2	3	1 349909	21.075			S
10	9	1	3	Johnson, Mrs. ¹ male		27	0	2 347742	11.1333			S
11	10	1	2	Nasser, Mrs. ¹ male		14	1	0 237736	30.0708			C



下列是比例标度类型的属性是

- A Survived: 0表示遇难, 1表示幸存
- B Pclass: 1代表Upper, 2代表Middle, 3代表Lower
- C Sex: 标识乘客性别
- D SibSp: 兄弟姐妹及配偶的个数
- E Embarked: 乘客登船口岸, 可列举



提交



2.1.5 属性的类型小结

表 不同的属性类型

属性类型		描述	例子	操作
分类的	标称	标称属性的值仅仅只是不同的名字，即标称值只提供足够的信息以区分对象 $(=, \neq)$	邮政编码、雇员ID号、眼球颜色、性别	众数、熵、列联相关、 χ^2 检验
(定性的)	序数	序数属性的值提供足够的信息确定对象的序 $(<, >)$	矿石硬度、{好，较好，最好}、成绩、街道号码	中值、百分位、秩相关、游程检验、符号检验
数值的 (定量的)	区间	对于区间属性，值之间的差是有意义的，即存在测量单位 $(+, -)$	日历日期、摄氏或华氏温度	均值、标准差、皮尔逊相关、 t 和 F 检验
	比率	对于比率变量，差和比率都是有意义的 $(+, -, *, /)$	绝对温度、货币量、计数、年龄、质量、长度、电流	几何平均、调和平均、百分比变差



2.1.5 属性的类型小结

表 不同的属性类型

属性类型		描述	例子	操作
分类的 (定性的)	标称	标称属性的值仅仅只是不同的名字，即标称值只提供足够的信息以区分对象 $(=, \neq)$	邮政编码、雇员ID号、眼球颜色、性别	众数、熵、列联相关、 χ^2 检验
	序数	序数属性的值提供足够的信息确定对象的序 $(<, >)$	矿石硬度、{好，较好，最好}、成绩、街道号码	中值、百分位、秩相关、游程检验、符号检验
数值的 (定量的)	区间	对于区间属性，值之间的差是有意义的，即存在测量单位 $(+, -)$	日历日期、摄氏或华氏温度	均值、标准差、皮尔逊相关、 t 和 F 检验
	比率	对于比率变量，差和比率都是有意义的 $(+, -, *, /)$	绝对温度、货币量、计数、年龄、质量、长度、电流	几何平均、调和平均、百分比变差



2.1.5 属性的类型小结

表 不同的属性类型

属性类型		描述	例子	操作
分类的 (定性的)	标称	标称属性的值仅仅只是不同的名字，即标称值只提供足够的信息以区分对象 $(=, \neq)$	邮政编码、雇员ID号、眼球颜色、性别	众数、熵、列联相关、 χ^2 检验
	序数	序数属性的值提供足够的信息确定对象的序 $(<, >)$	矿石硬度、{好，较好，最好}、成绩、街道号码	中值、百分位、秩相关、游程检验、符号检验
数值的 (定量的)	区间	对于区间属性，值之间的差是有意义的，即存在测量单位 $(+, -)$	日历日期、摄氏或华氏温度	均值、标准差、皮尔逊相关、 t 和 F 检验
	比率	对于比率变量，差和比率都是有意义的 $(+, -, *, /)$	绝对温度、货币量、计数、年龄、质量、长度、电流	几何平均、调和平均、百分比变差



2.1.5 属性的类型小结

表 不同的属性类型

属性类型		描述	例子	操作
分类的 (定性的)	标称	标称属性的值仅仅只是不同的名字，即标称值只提供足够的信息以区分对象 $(=, \neq)$	邮政编码、雇员ID号、眼球颜色、性别	众数、熵、列联相关、 χ^2 检验
	序数	序数属性的值提供足够的信息确定对象的序 $(<, >)$	矿石硬度、{好，较好，最好}、成绩、街道号码	中值、百分位、秩相关、游程检验、符号检验
数值的	区间	对于区间属性，值之间的差是有意义的，即存在测量单位 $(+, -)$	日历日期、摄氏或华氏温度	均值、标准差、皮尔逊相关、 t 和 F 检验
(定量的)	比率	对于比率变量，差和比率都是有意义的 $(+, -, *, /)$	绝对温度、货币量、计数、年龄、质量、长度、电流	几何平均、调和平均、百分比变差



标称类型数据的可以实现数学计算

- A 众数
- B 中位数
- C 均值
- D 方差
- E 相等=
- F 加法+
- G 除法/

提交



序数类型数据的可以实现数学计算

- A 众数
- B 中位数
- C 均值
- D 方差
- E 相等=
- F 加法+
- G 除法/

提交



区间标度类型数据的可以实现数学计算

- A 众数
- B 中位数
- C 均值
- D 方差
- E 相等=
- F 加法+
- G 除法/

提交



比例标度类型数据的可以实现数学计算

- A 众数
- B 中位数
- C 均值
- D 方差
- E 相等=
- F 加法+
- G 除法/

提交



2.1.6 离散vs.连续属性

- 离散属性(**Discrete Attribute**)
 - 有限或无限可数(**countable infinite**)个值
 - 例: 邮政编码, 计数, 文档集的词
 - 常表示为整数变量.
 - 注意: 二元属性(**binary attributes**)是离散属性的特例
- 连续属性(**Continuous Attribute**)
 - 属性值为实数
 - 例: 温度, 高度, 重量.
 - 实践中, 实数只能用有限位数字的数度量和表示.
 - 连续属性一般用浮点变量表示.

身高和体重分别是什么类型

- A 身高离散、体重离散
- B 身高连续、体重连续
- C 身高连续、体重离散
- D 身高离散、体重连续

身高	体重
167	56.7
178	97.5
159	43.8
.....

提交



内容提纲

2.1数据类型

2.2数据统计汇总

2.3数据相似性和相异性度量



2.2 数据统计汇总

- 动机
 - 为了更好地理解数据：集中趋势，分布
- 数据的统计特性
 - 最大值，最小值，中位数，位数，离群值，方差等。

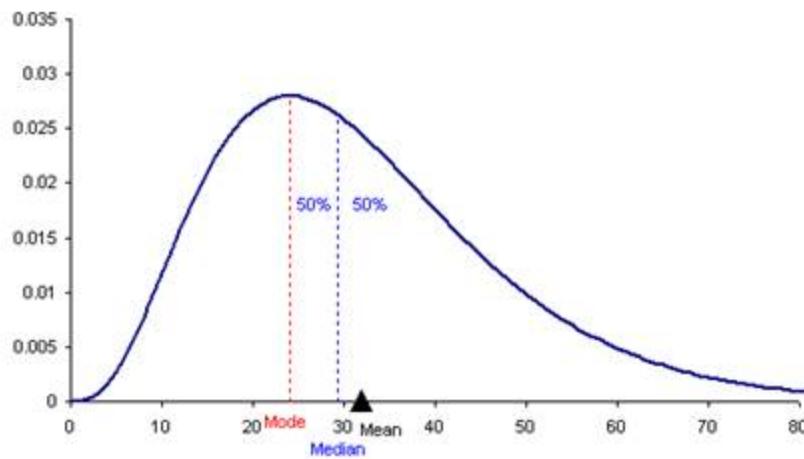
当前薪金

性别	薪资分组	均值	N	极小值	极大值	合计 N 的 %
女	低收入	17850.00	32	15750	19950	6.8%
	中收入	26046.07	173	20100	38850	36.5%
	高收入	49611.36	11	40800	58125	2.3%
	总计	26031.92	216	15750	58125	45.6%
男	低收入	19650.00	1	19650	19650	.2%
	中收入	29719.94	164	21300	39900	34.6%
	高收入	62346.88	93	40050	135000	19.6%
	总计	41441.78	258	19650	135000	54.4%
总计	低收入	17904.55	33	15750	19950	7.0%
	中收入	27833.95	337	20100	39900	71.1%
	高收入	60999.86	104	40050	135000	21.9%
	总计	34419.57	474	15750	135000	100.0%



2.2.1 中性化趋势度量：均值、中位数和众数

- 平均值一组数据的均衡点。
- 但是，均值对离群值很敏感。
- 因此，中位数和截断均值也很常用。
- 众数指一组数据中出现次数最多的数据值。



$$\text{mean}(x) = \bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i$$

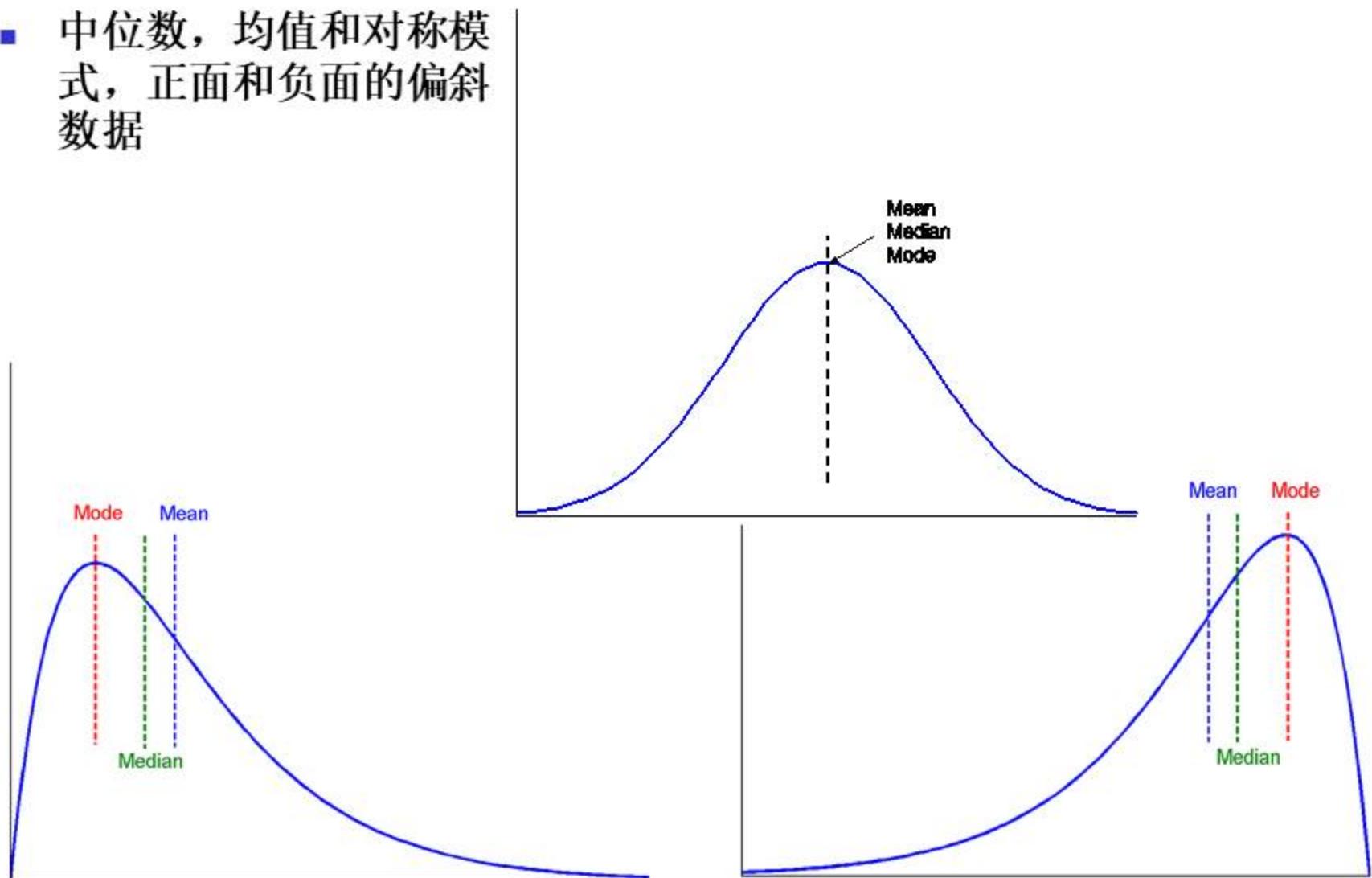
$$\text{median}(x) = \begin{cases} x_{(r+1)} & \text{if } m \text{ is odd, i.e., } m = 2r + 1 \\ \frac{1}{2}(x_{(r)} + x_{(r+1)}) & \text{if } m \text{ is even, i.e., } m = 2r \end{cases}$$

经验公式 $\text{mean} - \text{mode} = 3 \times (\text{mean} - \text{median})$



2.2.1 中性化趋势度量：均值、中位数和众数

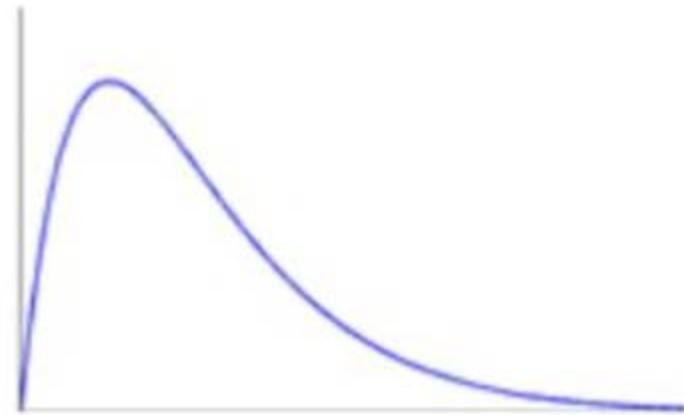
- 中位数，均值和对称模式，正面和负面的偏斜数据





中位数、平均数、众数三者的关系

- A 中位数=平均数=众数
- B 中位数>平均数>众数
- C 平均数>中位数>众数
- D 中位数<平均数<众数



提交



2.2.2 离散度度量

■ 四分位数

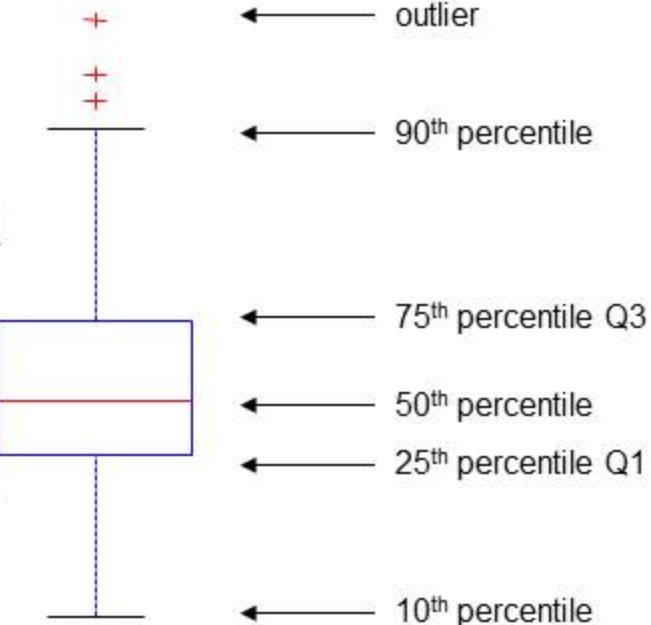
- 四分位数: Q_1 (第25百分位), Q_3 (第75百分位)

- 四分位数极差: $IQR = Q_3 - Q_1$

■ 五点概况: min, Q_1 , median, Q_3 , max

■ 盒状图 (boxplot) : min, Q_1 , median, Q_3 , max; 单独添加胡须表示离群点

■ 离群点: 通常情况下, 一个值高于/低于 $1.5 \times IQR$



$$\begin{aligned}IQR &= Q_3 - Q_1 \\max &= Q_3 + 1.5 * IQR \\min &= Q_1 - 1.5 * IQR\end{aligned}$$



2.2.2 离散度度量

- 方差和标准差

- 分位数

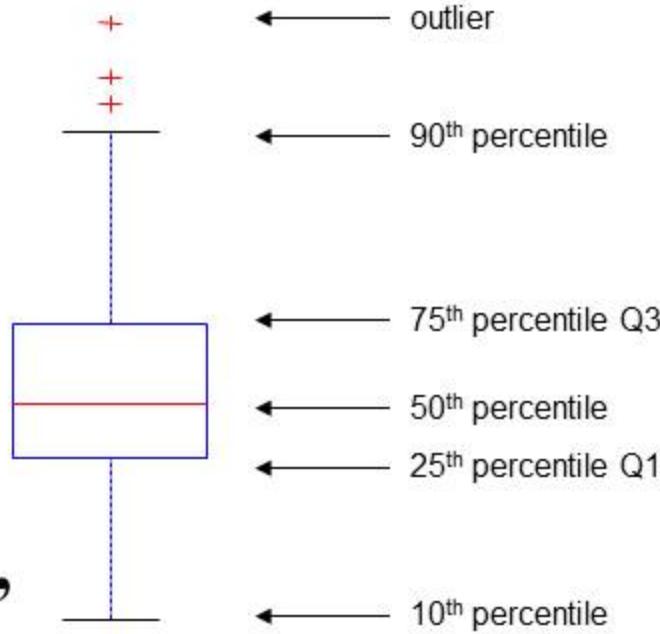
- 分位数: **Q1** (第25百分位) , **Q3** (第75百分位)

- 分位数极差: $IQR = Q3 - Q1$

- 五点概况: **min, Q1, median, Q3, max**

- 盒状图 (boxplot) : **min, Q1, median, Q3, max**; 单独添加胡须表示离群点

- 离群点: 通常情况下, 一个值高于/低于 $1.5 \times IQR$



$$\begin{aligned}IQR &= Q3 - Q1 \\max &= Q3 + 1.5 * IQR \\min &= Q1 - 1.5 * IQR\end{aligned}$$



2.2.2 离散度度量-例子

- 现在一家电商公司要卖两个同类型的商品，它们的一周销量（单位：个）如下：
 - 商品A：10, 10, 10, 11, 12, 12, 12
 - 商品B：3, 5, 6, 11, 16, 17, 19
- 它们的平均数一样，中位数也一样，可它们的真实情况呢？

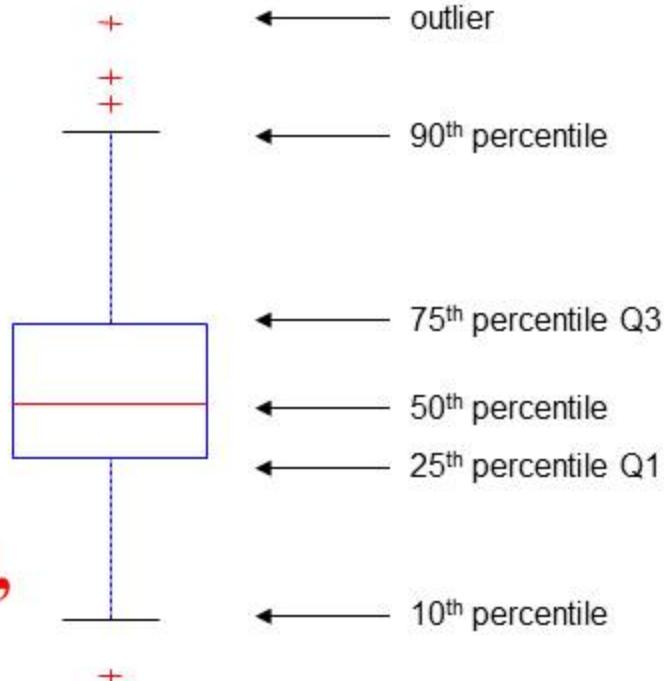
$$s^2 = \frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + (x_3 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n}$$

- 上述公式是总体数据集的方差计算，当数据集为部分抽样样本时， n 应该改为 $n-1$ 。数据集足够大时，两者的误差也可以忽略不计。



2.2.2 离散度度量

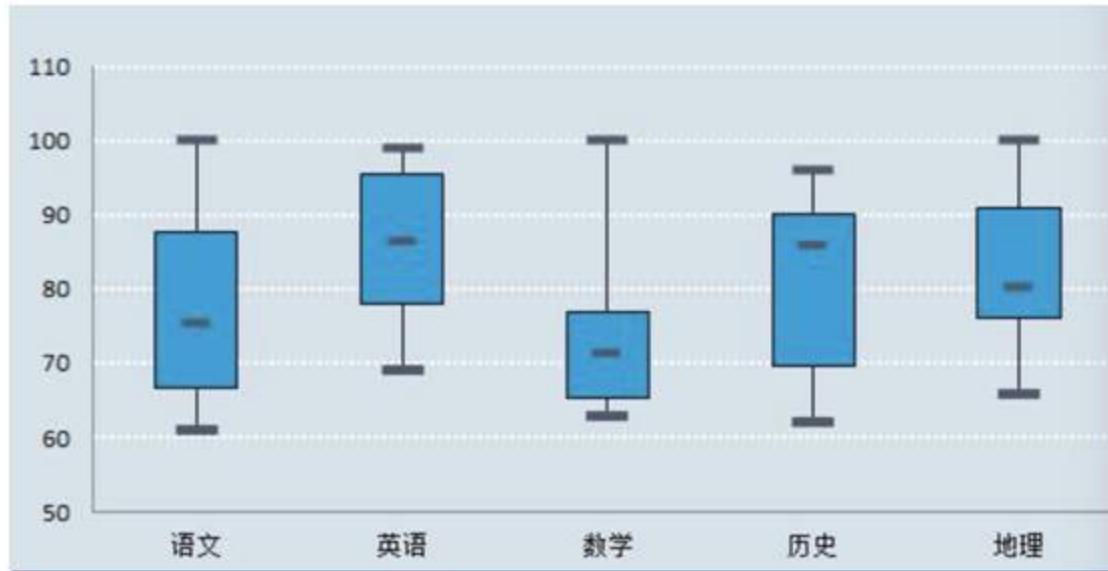
- 方差和标准差
- 分位数
 - 分位数: **Q1** (第25百分位), **Q3** (第75百分位)
 - 分位数极差: $IQR = Q3 - Q1$
- 五点概况: **min, Q1, median, Q3, max**
- 盒状图 (boxplot) : **min, Q1, median, Q3, max**; 单独添加胡须表示离群点
- 离群点: 通常情况下, 一个值高于/低于 $1.5 \times IQR$



$$\begin{aligned}IQR &= Q3 - Q1 \\max &= Q3 + 1.5 * IQR \\min &= Q1 - 1.5 * IQR\end{aligned}$$



2.2.3数据可视化-盒状图分析



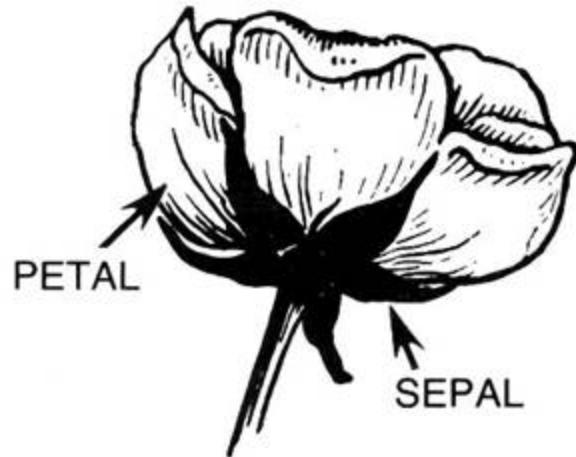
盒状图能够分析多个属性数据的离散度差异性



2.2.3数据可视化-盒状图分析案例

- IRIS (sepal:萼片,petal:花瓣)

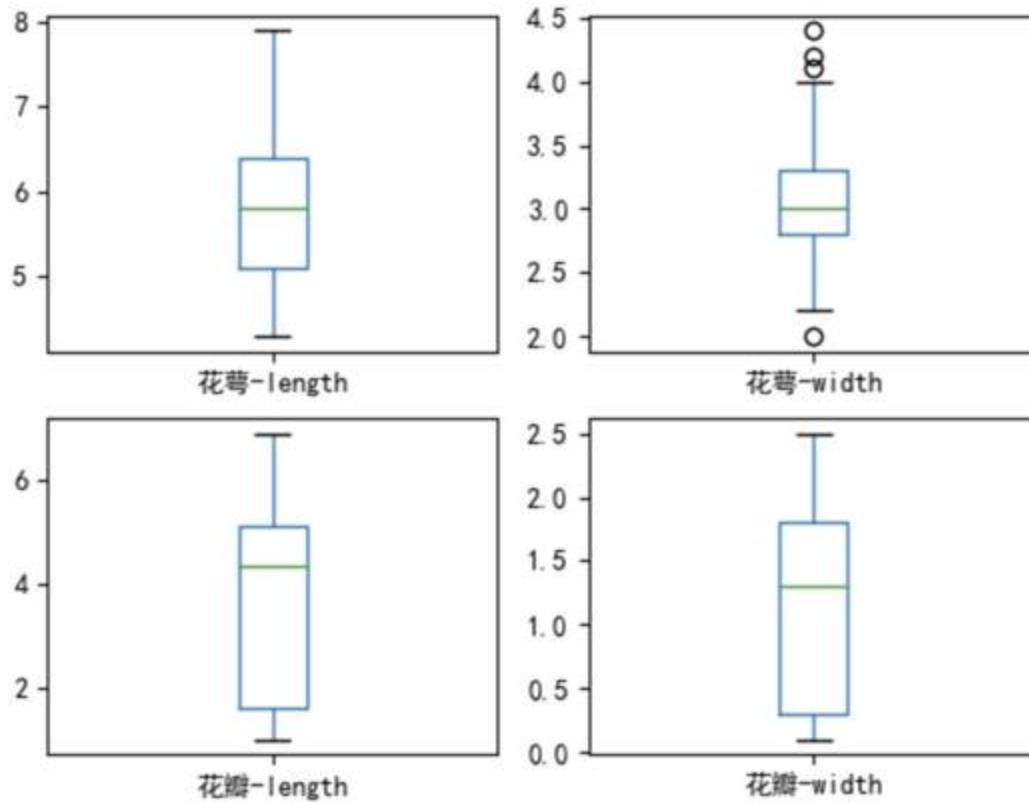
- 1. sepal length in cm
- 2. sepal width in cm
- 3. petal length in cm
- 4. petal width in cm
- 5. class:
 - -- Iris Setosa
 - -- Iris Versicolour
 - -- Iris Virginica



```
6.7,3.0,5.2,2.3,Iris-virginica  
6.3,2.5,5.0,1.9,Iris-virginica  
6.5,3.0,5.2,2.0,Iris-virginica  
6.2,3.4,5.4,2.3,Iris-virginica  
5.9,3.0,5.1,1.8,Iris-virginica  
5.1,3.8,1.6,0.2,Iris-setosa  
4.6,3.2,1.4,0.2,Iris-setosa  
5.3,3.7,1.5,0.2,Iris-setosa  
5.0,3.3,1.4,0.2,Iris-setosa  
7.0,3.2,4.7,1.4,Iris-versicolor  
6.4,3.2,4.5,1.5,Iris-versicolor  
6.9,3.1,4.9,1.5,Iris-versicolor  
5.5,2.3,4.0,1.3,Iris-versicolor
```



2.2.3数据可视化-盒状图分析案例

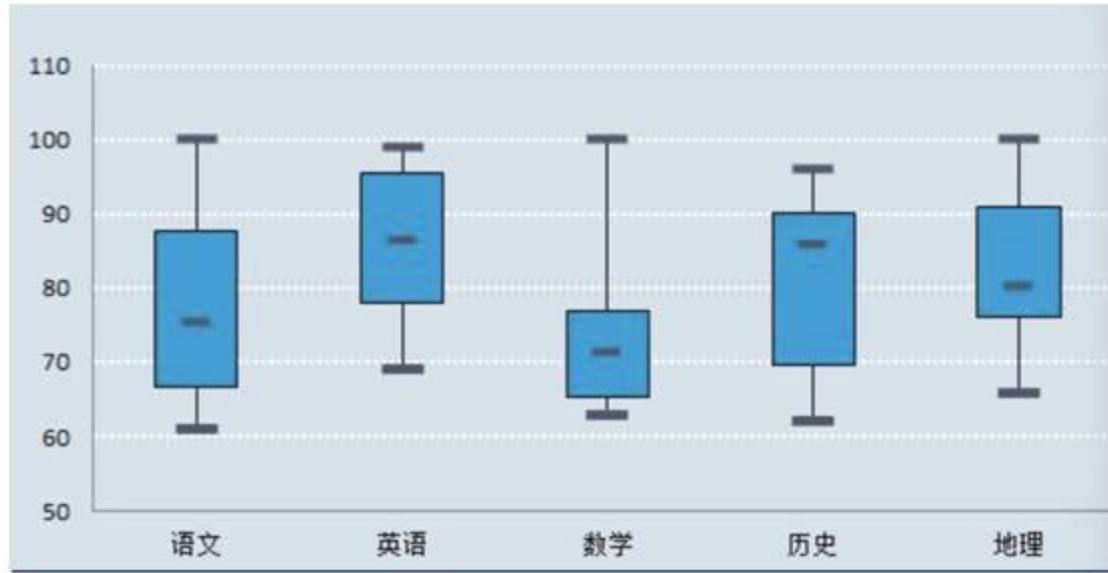


参考：https://blog.csdn.net/H_lukong/article/details/90139700

参考：<https://www.cnblogs.com/star-zhao/p/9847082.html>



2.2.3 数据可视化-盒状图分析



盒状图能够分析多个属性数据的离散度差异性

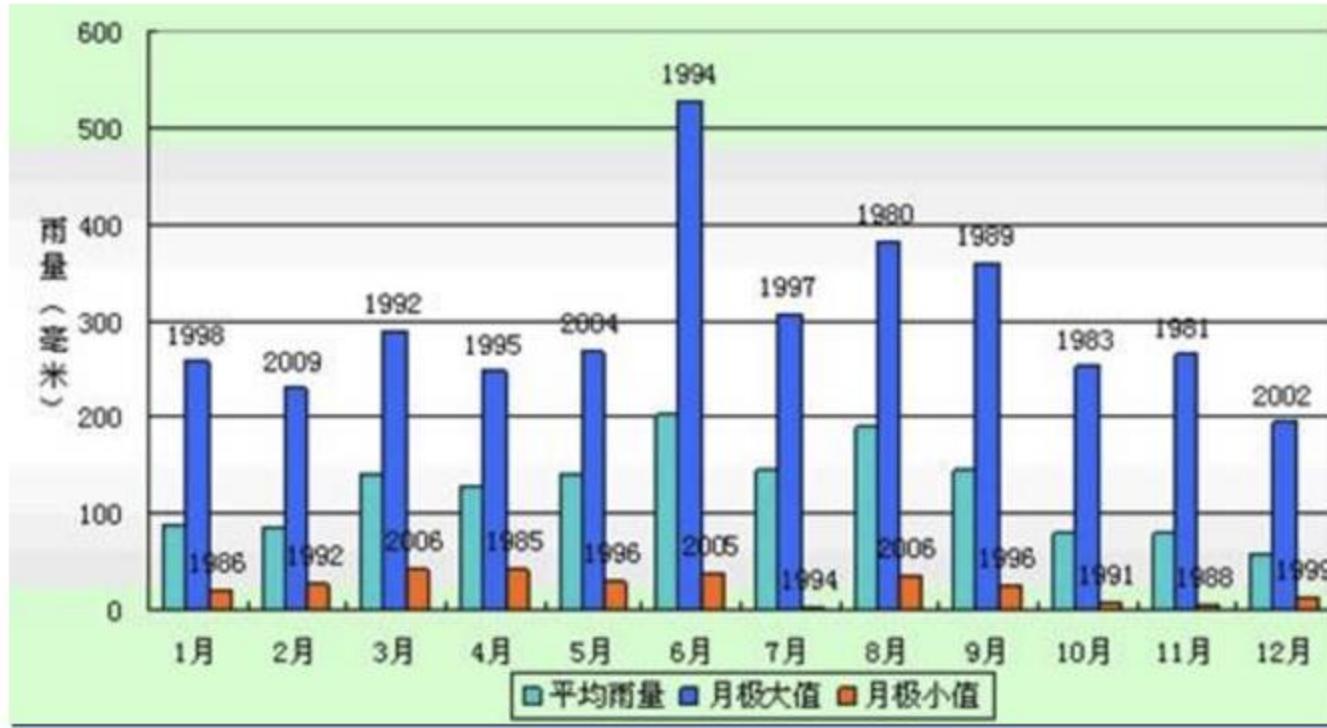
如果希望分析单个属性在各个区间的变化分布怎么办？

例如：如果希望分析语文成绩在每个分数段的变化分布



2.2.3数据可视化-直方图分析

- 直方图
 - 用来分析单个属性在各个区间变化分布

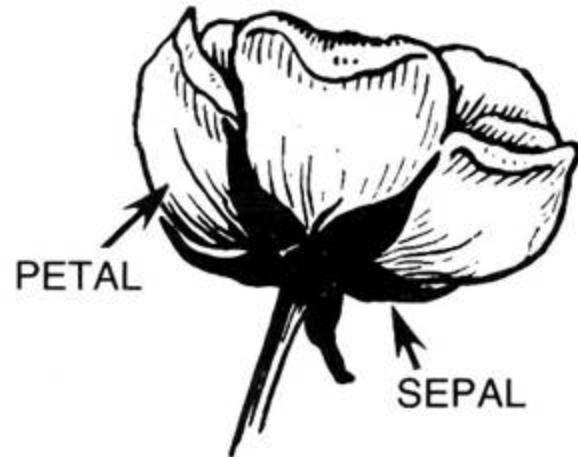




2.2.3数据可视化-直方图分析案例

- IRIS (sepal:萼片,petal:花瓣)

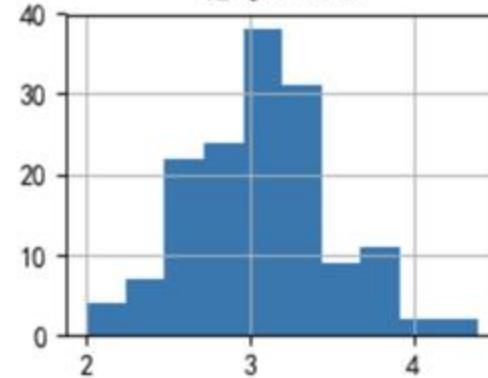
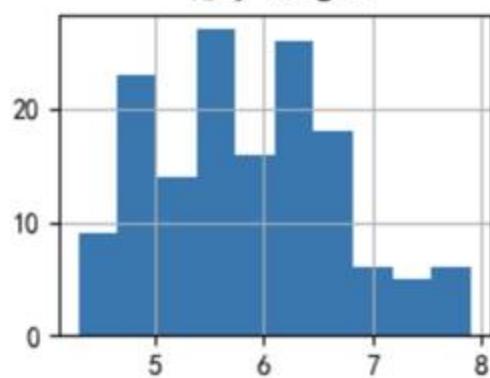
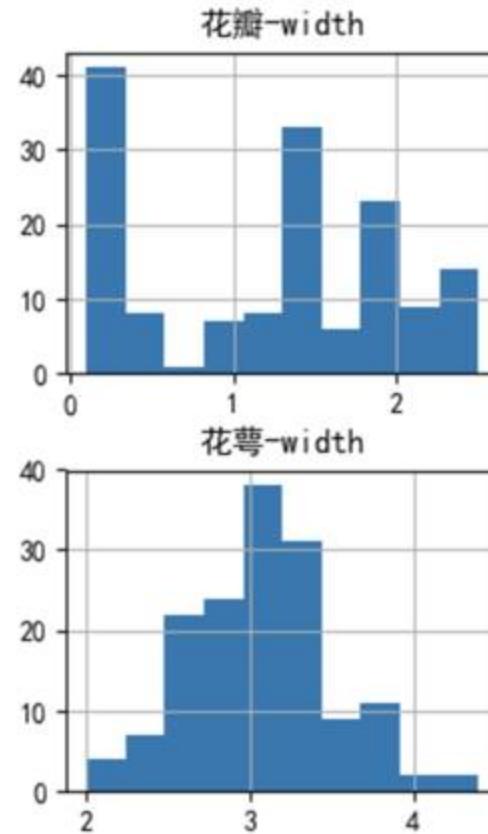
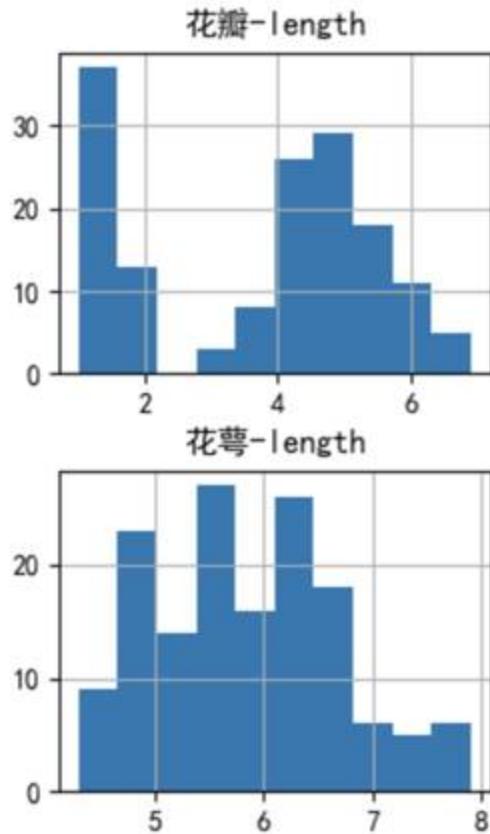
- 1. sepal length in cm
- 2. sepal width in cm
- 3. petal length in cm
- 4. petal width in cm
- 5. class:
 - -- Iris Setosa
 - -- Iris Versicolour
 - -- Iris Virginica



```
6.7,3.0,5.2,2.3,Iris-virginica  
6.3,2.5,5.0,1.9,Iris-virginica  
6.5,3.0,5.2,2.0,Iris-virginica  
6.2,3.4,5.4,2.3,Iris-virginica  
5.9,3.0,5.1,1.8,Iris-virginica  
5.1,3.8,1.6,0.2,Iris-setosa  
4.6,3.2,1.4,0.2,Iris-setosa  
5.3,3.7,1.5,0.2,Iris-setosa  
5.0,3.3,1.4,0.2,Iris-setosa  
7.0,3.2,4.7,1.4,Iris-versicolor  
6.4,3.2,4.5,1.5,Iris-versicolor  
6.9,3.1,4.9,1.5,Iris-versicolor  
5.5,2.3,4.0,1.3,Iris-versicolor
```



2.2.3数据可视化-直方图分析案例

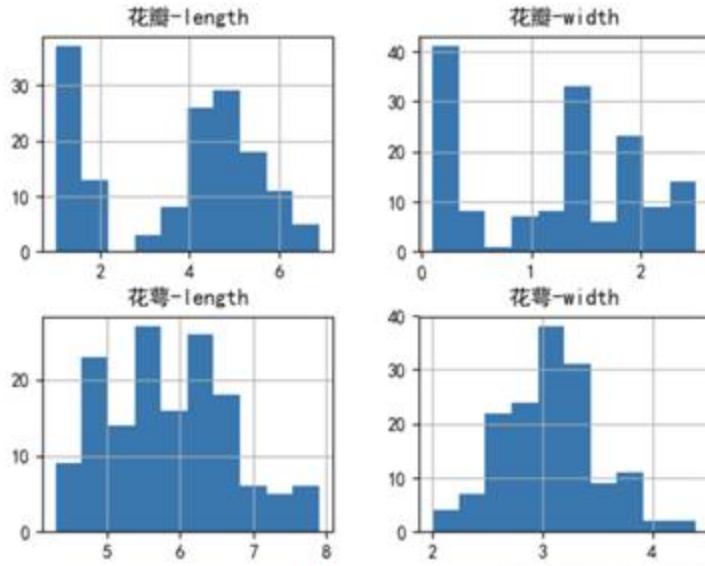


参考：https://blog.csdn.net/H_lukong/article/details/90139700

参考：<https://www.cnblogs.com/star-zhao/p/9847082.html>

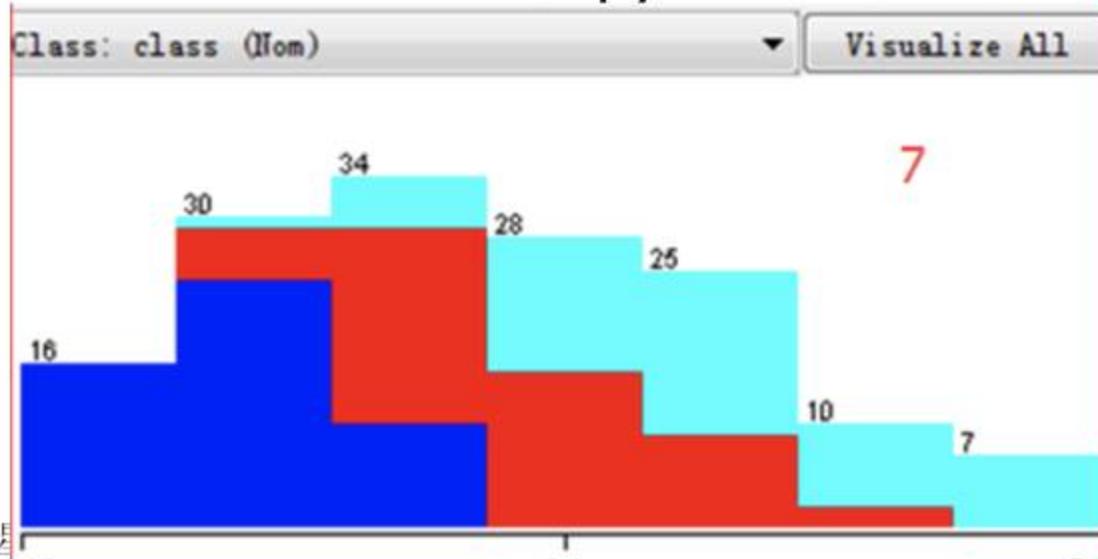


2.2.3数据可视化-直方图分析案例



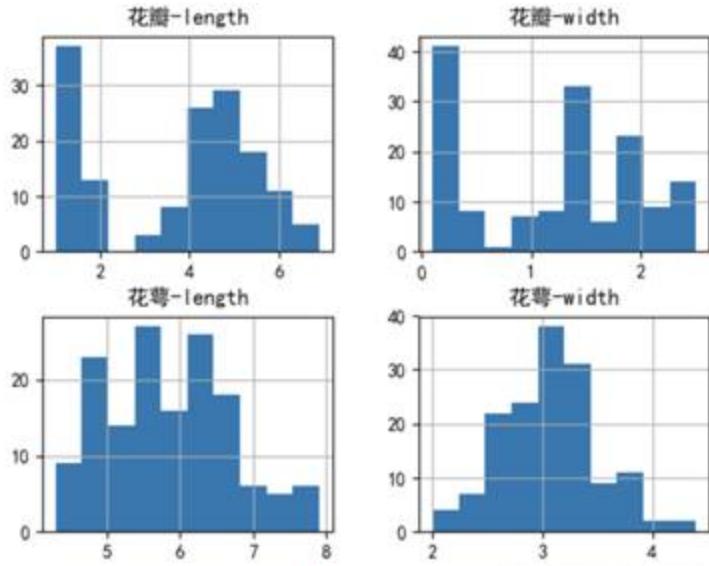
扩展作业，直方图提高篇，不计平时分
(但是综合大作业要做好，这项作业锻炼很重要)，想提高自己的可以做该题

题目：分别在一个图中用3种颜色表示
单个属性数据（每个属性画一个图，4
个直方图）在不同类别下的直方图分布
(用python实现画图)



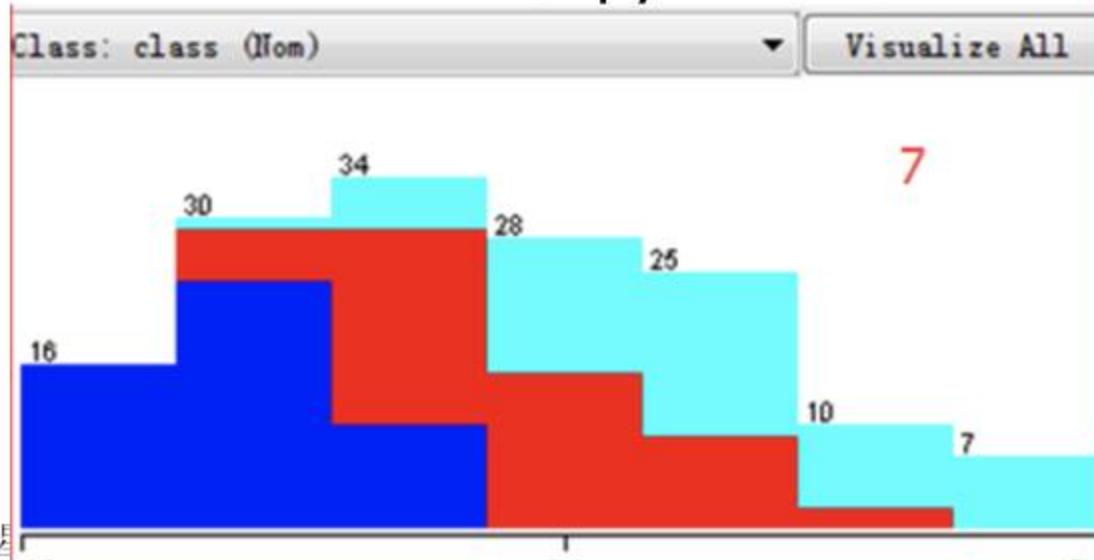


2.2.3数据可视化-直方图分析案例



扩展作业，直方图提高篇，不计平时分
(但是综合大作业要做好，这项作业锻炼很重要)，想提高自己的可以做该题

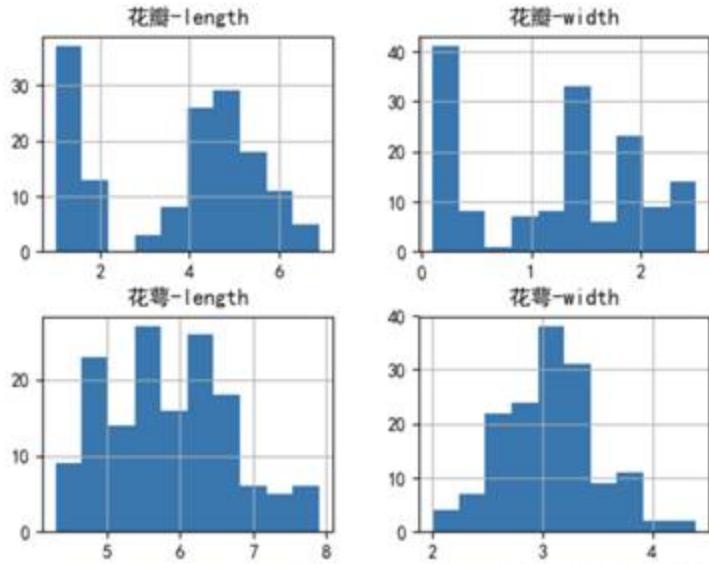
题目：分别在一个图中用3种颜色表示
单个属性数据（每个属性画一个图，4
个直方图）在不同类别下的直方图分布
(用python实现画图)



这种直方图有
什么用呢？

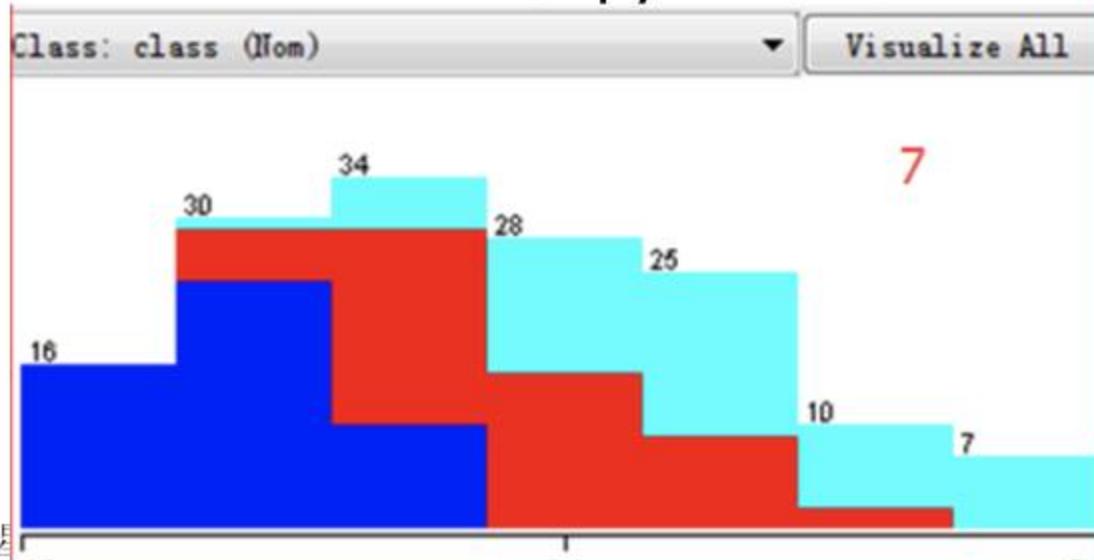


2.2.3数据可视化-直方图分析案例



扩展作业，直方图提高篇，不计平时分
(但是综合大作业要做好，这项作业锻炼很重要)，想提高自己的可以做该题

题目：分别在一个图中用3种颜色表示
单个属性数据（每个属性画一个图，4
个直方图）在不同类别下的直方图分布
(用python实现画图)



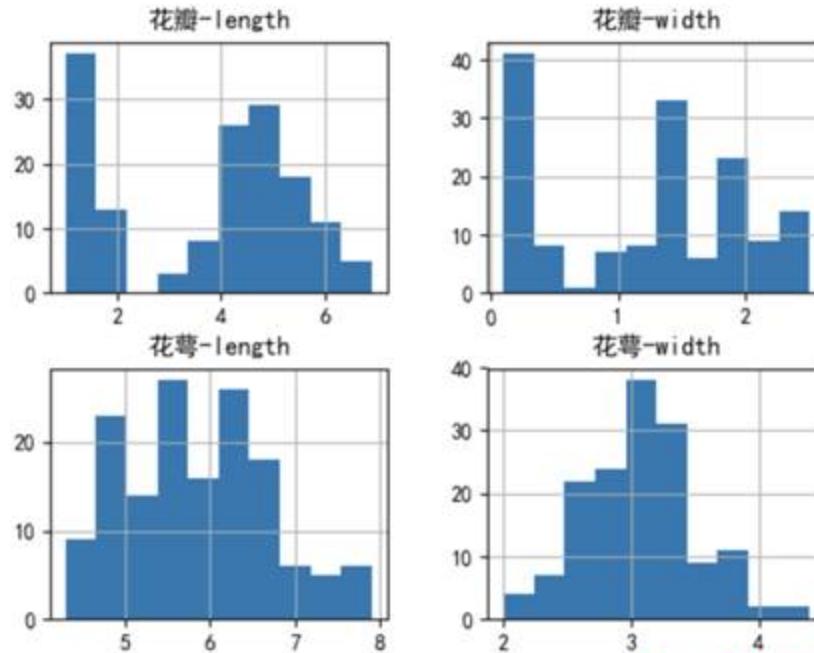
这种直方图有
什么用呢？

分类算法特征分
析：我们可以看
到花瓣长度在3
个类别下的分布
具有差异



2.2.3数据可视化-直方图分析

- 直方图
 - 用来分析单个属性在各个区间变化分布



如果我希望分析2个属性数据的**关联关系**, 怎么办?

例如: 如果我希望分析**花瓣长度和花萼长度**的**关联关系**



2.2.3 数据可视化-散点图分析

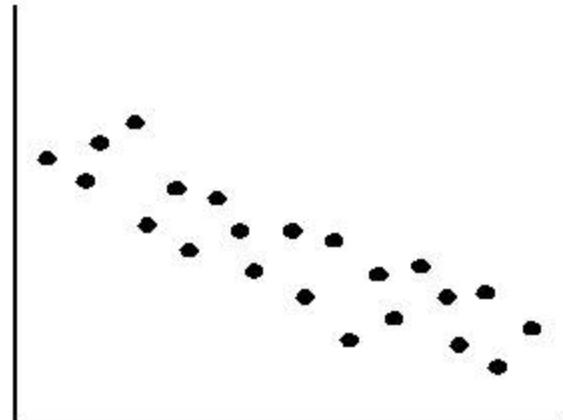
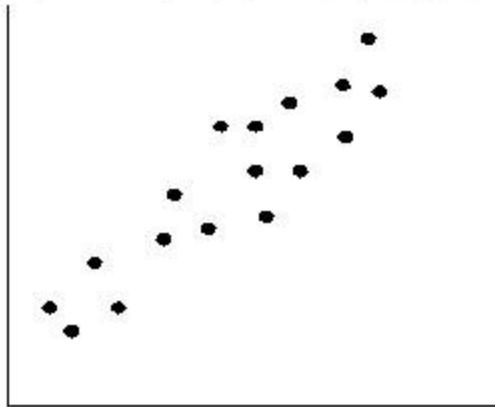
- 散点图
 - 用来显示两组数据的相关性分布





2.2.3数据可视化-散点图分析

- 散点图
 - 用来显示两组数据的相关性分布

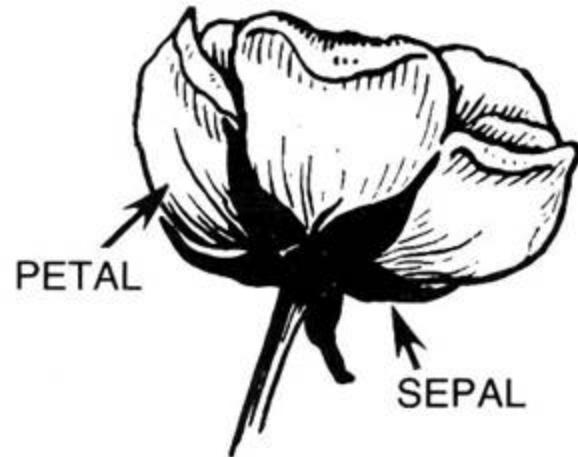




2.2.3数据可视化-散点图分析案例

- IRIS (sepal:萼片,petal:花瓣)

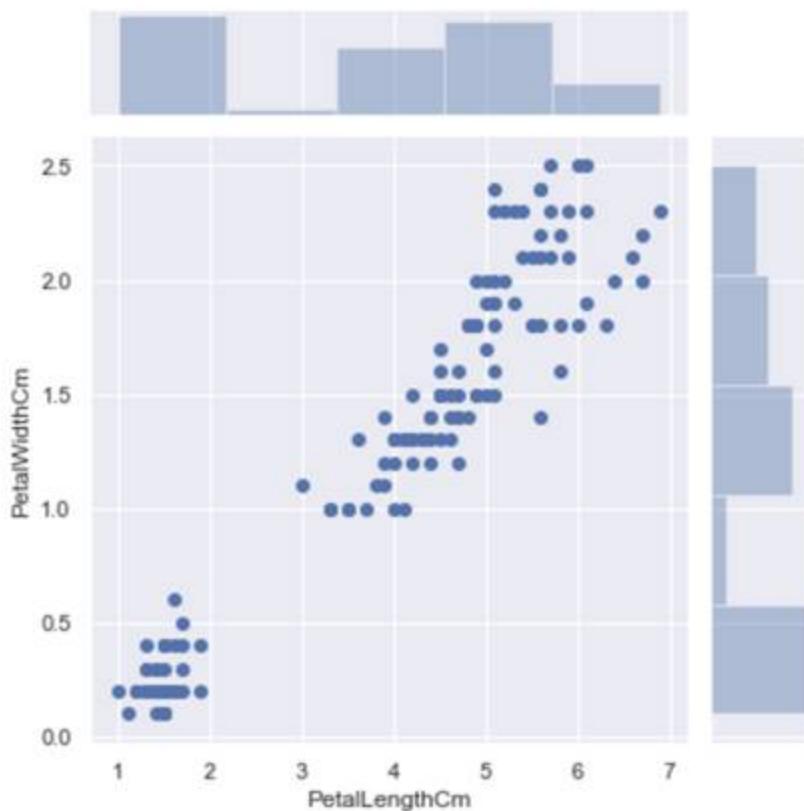
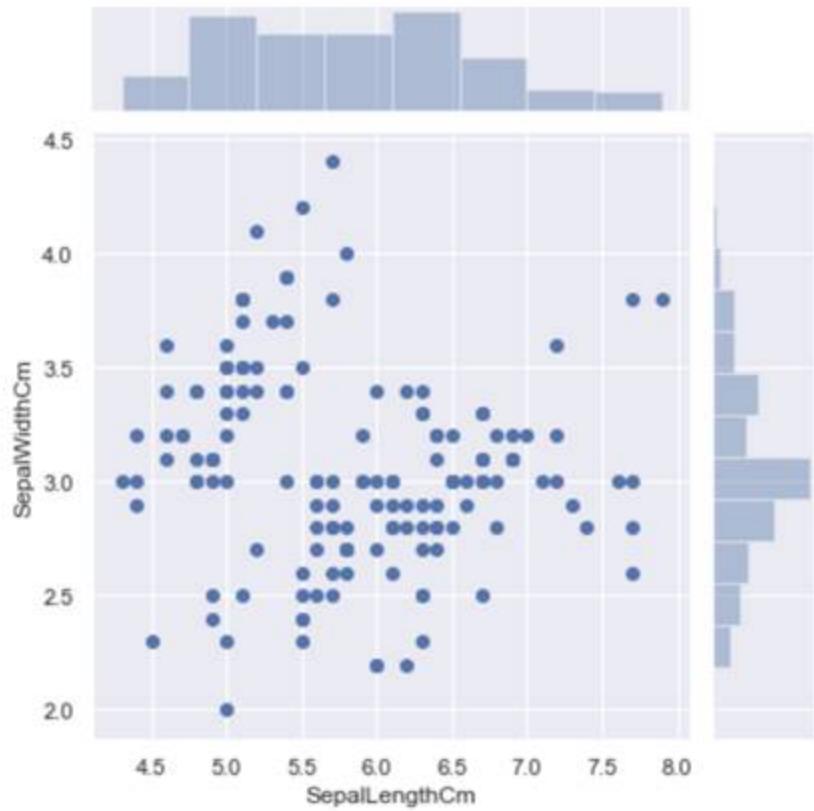
- 1. sepal length in cm
- 2. sepal width in cm
- 3. petal length in cm
- 4. petal width in cm
- 5. class:
 - -- Iris Setosa
 - -- Iris Versicolour
 - -- Iris Virginica



```
6.7,3.0,5.2,2.3,Iris-virginica  
6.3,2.5,5.0,1.9,Iris-virginica  
6.5,3.0,5.2,2.0,Iris-virginica  
6.2,3.4,5.4,2.3,Iris-virginica  
5.9,3.0,5.1,1.8,Iris-virginica  
5.1,3.8,1.6,0.2,Iris-setosa  
4.6,3.2,1.4,0.2,Iris-setosa  
5.3,3.7,1.5,0.2,Iris-setosa  
5.0,3.3,1.4,0.2,Iris-setosa  
7.0,3.2,4.7,1.4,Iris-versicolor  
6.4,3.2,4.5,1.5,Iris-versicolor  
6.9,3.1,4.9,1.5,Iris-versicolor  
5.5,2.3,4.0,1.3,Iris-versicolor
```



2.2.3数据可视化-散点图分析案例



参考：https://blog.csdn.net/H_lukong/article/details/90139700

参考：<https://www.cnblogs.com/star-zhao/p/9847082.html>



2.2.3 数据可视化-散点图分析在数值预测中的应用

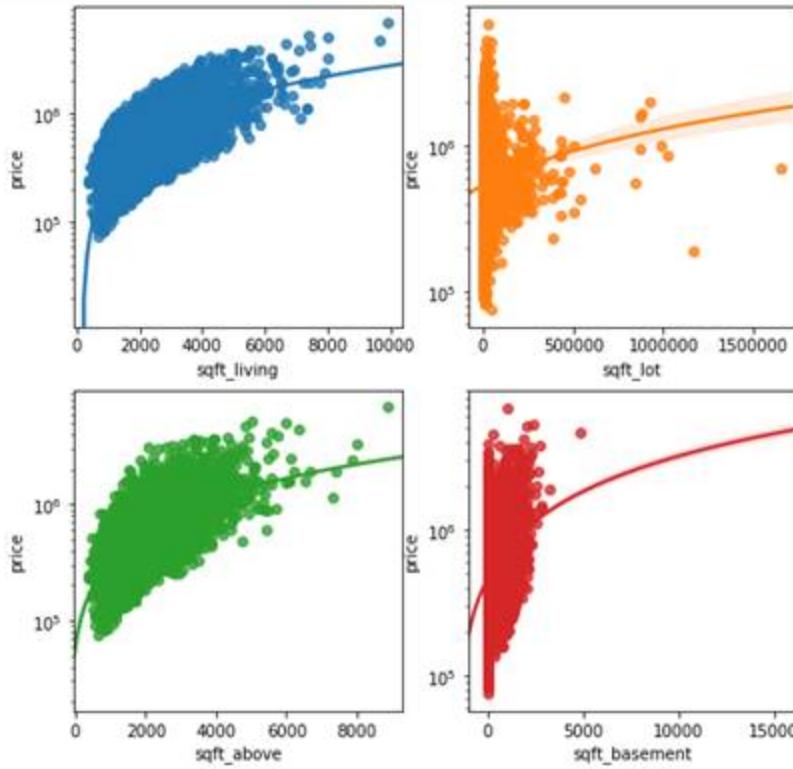
- 房价预测
 - 房屋销售价格以及房屋的基本信息建立模型，来预测在此期间其他房屋的销售价格
- 销售日期、销售价格、卧室数、浴室数、房屋面积、停车面积、楼层数、房屋评分、建筑面积、地下室面积、建筑年份、修复年份、纬度、经度

20150302	545000	3	2.25	1670	6240	1	8	1240	430	1974	0	47.6413	-122.113
20150211	785000	4	2.5	3300	10514	2	10	3300	0	1984	0	47.6323	-122.036
20150107	765000	3	3.25	3190	5283	2	9	3190	0	2007	0	47.5534	-122.002
20141103	720000	5	2.5	2900	9525	2	9	2900	0	1989	0	47.5442	-122.138
20140603	449500	5	2.75	2040	7488	1	7	1200	840	1969	0	47.7289	-122.172
20150506	248500	2	1	780	10064	1	7	780	0	1958	0	47.4913	-122.318
20150305	675000	4	2.5	1770	9858	1	8	1770	0	1971	0	47.7382	-122.287
20140701	730000	2	2.25	2130	4920	1.5	7	1530	600	1941	0	47.573	-122.409
20140807	311000	2	1	860	3300	1	6	860	0	1903	0	47.5496	-122.279
20141204	660000	2	1	960	6263	1	6	960	0	1942	0	47.6646	-122.202
20150227	435000	2	1	990	5643	1	7	870	120	1947	0	47.6802	-122.298
20140904	350000	3	1	1240	10800	1	7	1240	0	1959	0	47.5233	-122.185
20140902	385000	3	2.25	1630	1598	3	8	1630	0	2008	0	47.6904	-122.347
20150413	235000	2	1	930	10505	1	6	930	0	1930	0	47.4337	-122.329
20140930	350000	3	1	1300	10236	1	6	1300	0	1971	0	47.5028	-121.77
20150507	1350000	4	1.75	2000	3728	1.5	9	1820	180	1926	0	47.643	-122.299
20140530	459900	3	1.75	2580	11000	1	7	1290	1290	1951	0	47.5646	-122.181
20140723	430000	6	3	2630	8800	1	7	1610	1020	1959	0	47.7166	-122.293
20141003	718000	5	2.75	2930	7663	2	9	2930	0	2013	0	47.5308	-122.184



2.2.3数据可视化-散点图分析在数值预测中的应用

- 房价预测
 - 房屋销售价格以及房屋的基本信息建立模型，来预测在此期间其他房屋的销售价格
- 房屋面积、停车面积、建筑面积、地下室面积



越是强相关，说明该属性对预测房价更有作用



关于盒状图、直方图、散点图，下面说法正确的是：

- A 盒状图能够分析多个属性数据的离散度差异性
- B 直方图用来分析单个属性在各个区间变化分布
- C 散点图用来显示两组数据的相关性分布
- D 直方图用于展示不同类别的数据分布

 提交



2.2.3数据可视化-第3次课后作业

- 第三次课后作业-在educoder平台上完成作业
 - <https://www.educoder.net/shixuns/ymwffgev/challenges>
 - <https://www.educoder.net/shixuns/gza9ohxr/challenges>

提交作业截至时间： **2020年2月25日**



内容提纲

2.1数据类型

2.2数据统计汇总

2.3数据相似性和相异性度量



2.3.1 度量数据的相似性和相异性

- 相似度 **Similarity**

- 度量两个数据对象有多相似
- 值越大就表示数据对象越相似
- 通常取值范围为 [0,1]

- 相异度 **Dissimilarity (e.g., distance)**

- 度量两个数据对象的差别程度
- 值越小就表示数据越相似
- 最小相异度通常为0

- 邻近性 **Proximity**

- 是指相似度或者相异度



2.3.1 度量数据的相似性和相异性

■ 数据矩阵

- N个数据， p个维度

$$\begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1f} & \dots & x_{1p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & \dots & x_{if} & \dots & x_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & \dots & x_{nf} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$$

■ 相异矩阵

- N个数据点，记录两点之间的距离
- 三角矩阵

$$\begin{bmatrix} 0 & & & & \\ d(2,1) & 0 & & & \\ d(3,1) & d(3,2) & 0 & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \\ d(n,1) & d(n,2) & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}$$



2.3.2 标称属性的邻近性度量

- 标称属性可以取两个或多个状态
- 方法: 简单匹配
 - m : 匹配次数, p : 属性总数

$$d(i, j) = \frac{p - m}{p}$$

id	属性1	属性2	属性3	属性4
1	弹琴	跳高	唱歌	背诗
2	弹琴	跳远	跳舞	读书

$$d(1, 2) = \frac{4 - 1}{4}$$



2.3.3 二值属性的邻近性度量

- 二值属性的邻近性度量例子

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

- Gender 是对称属性，其余都是非对称属性，假设只计算非对称属性
- Y 和 P 的值为 1, N 的值为 0

$$d(jack, mary) = ?$$

$$d(jack, jim) = ?$$

$$d(jim, mary) = ?$$



2.3.3 二值属性的邻近性度量

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

- 一个邻接表

		Object <i>j</i>		
		1	0	sum
Object <i>i</i>	1	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>q+r</i>
	0	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s+t</i>
	sum	<i>q+s</i>	<i>r+t</i>	<i>p</i>

- 距离度量对称的二值变量

$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s + t}$$



2.3.3 二值属性的邻近性度量

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

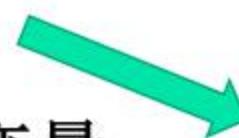
- 一个邻接表

		Object <i>j</i>		
		1	0	sum
Object <i>i</i>	1	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>q+r</i>
	0	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s+t</i>
	sum	<i>q+s</i>	<i>r+t</i>	<i>p</i>

- 距离度量对称的二值变量

$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s + t}$$

- 距离度量非对称的二值变量



$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s}$$



2.3.3 二值属性的邻近性度量

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

- 一个邻接表

		Object <i>j</i>		
		1	0	sum
Object <i>i</i>	1	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>q+r</i>
	0	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s+t</i>
	sum	<i>q+s</i>	<i>r+t</i>	<i>p</i>

- 距离度量对称的二值变量

$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s + t}$$

- 距离度量非对称的二值变量

$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s}$$

通常正常用户占大多数，因此t远大于q，使得t作为分母，将导致值非常小，而失去比较意义



2.3.3 二值属性的邻近性度量

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

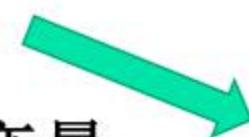
- 一个邻接表

		Object <i>j</i>		
		1	0	sum
Object <i>i</i>	1	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>q+r</i>
	0	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>s+t</i>
	sum	<i>q+s</i>	<i>r+t</i>	<i>p</i>

- 距离度量对称的二值变量

$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s + t}$$

- 距离度量非对称的二值变量



$$d(i, j) = \frac{r + s}{q + r + s}$$

- Jaccard 系数 (杰卡德系数)

$$\text{sim}_{\text{Jaccard}}(i, j) = \frac{q}{q + r + s}$$



- 二值属性的邻近性度量例子

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

- Gender是对称属性，其余都是非对称属性，假设只计算非对称属性
- Y和P的值为1，N的值为0

$$d(jack, mary) =$$

$$d(jack, jim) =$$

$$d(jim, mary) =$$

[填空1]

[填空2]

[填空3]

作答



2.3.3 二值属性的邻近性度量

- 二值属性的邻近性度量例子

Name	Gender	Fever	Cough	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
Jack	M	Y	N	P	N	N	N
Mary	F	Y	N	P	N	P	N
Jim	M	Y	P	N	N	N	N

- Gender 是对称属性，其余都是非对称属性，假设只计算非对称属性
- Y 和 P 的值为 1, N 的值为 0

$$d(jack, mary) = \frac{0 + 1}{2 + 0 + 1} = 0.33$$

$$d(jack, jim) = \frac{1 + 1}{1 + 1 + 1} = 0.67$$

$$d(jim, mary) = \frac{1 + 2}{1 + 1 + 2} = 0.75$$



2.3.4数值属性的邻近性度量

point	attribute 1	attribute 2
x1	1	2
x2	3	5
x3	2	0
x4	4	5



2.3.4 数值属性的邻近性度量

point	attribute 1	attribute 2
x1	1	2
x2	3	5
x3	2	0
x4	4	5

- 闵可夫斯基距离

$$d(i, j) = \sqrt[h]{|x_{i1} - x_{j1}|^h + |x_{i2} - x_{j2}|^h + \cdots + |x_{ip} - x_{jp}|^h}$$

- 性质

- $d(i, j) > 0$ if $i \neq j$, and $d(i, i) = 0$ (正定性)
- $d(i, j) = d(j, i)$ (对称性)
- $d(i, j) \leq d(i, k) + d(k, j)$ (三角不等性)



2.3.4 数值属性的邻近性度量

$$d(i, j) = \sqrt[h]{|x_{i1} - x_{j1}|^h + |x_{i2} - x_{j2}|^h + \cdots + |x_{ip} - x_{jp}|^h}$$

- $h=1$: 曼哈顿距离

$$d(i, j) = |x_{i1} - x_{j1}| + |x_{i2} - x_{j2}| + \dots + |x_{ip} - x_{jp}|$$

- $h=2$: 欧氏距离

$$d(i, j) = \sqrt{(|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + \dots + |x_{ip} - x_{jp}|^2)}$$

- $h \rightarrow \infty$. “上确界距离”.

$$d(i, j) = \lim_{h \rightarrow \infty} \left(\sum_{f=1}^p |x_{if} - x_{jf}|^h \right)^{\frac{1}{h}} = \max_f^p |x_{if} - x_{jf}|$$



point	attribute 1	attribute 2
x1	1	2
x2	3	5
x3	2	0
x4	4	5

- $h = 1$: 曼哈顿距离, 求x1和x2之间的曼哈顿距离: [填空1]

$$d(i, j) = |x_{i1} - x_{j1}| + |x_{i2} - x_{j2}| + \dots + |x_{ip} - x_{jp}|$$

- $h = 2$: 欧氏距离, 求x1和x2之间的欧式距离: [填空2]

$$d(i, j) = \sqrt{(|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + \dots + |x_{ip} - x_{jp}|^2)}$$

- $h \rightarrow \infty$. “上确界距离”, 求x1和x2之间的上确界距离: [填空3]

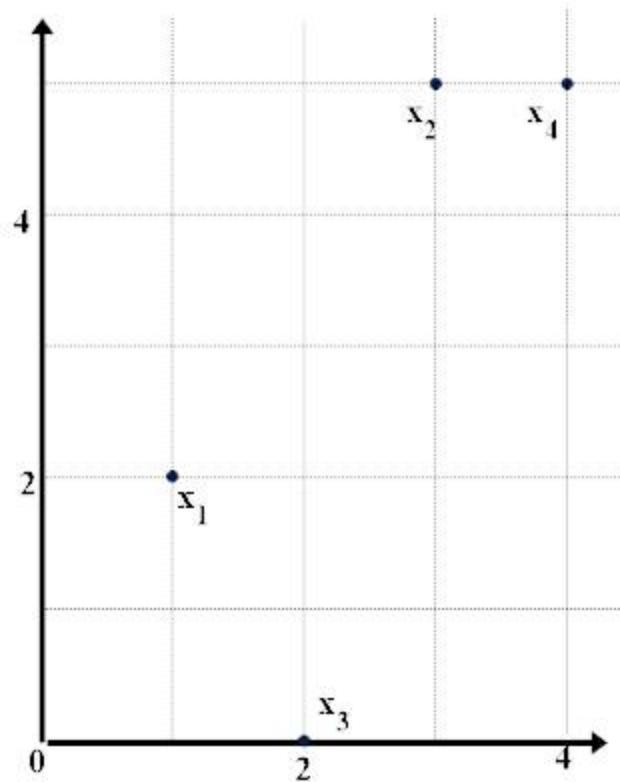
$$d(i, j) = \lim_{h \rightarrow \infty} \left(\sum_{f=1}^p |x_{if} - x_{jf}|^h \right)^{\frac{1}{h}} = \max_f |x_{if} - x_{jf}|$$

作答



2.3.4 数值属性的邻近性度量

point	attribute 1	attribute 2
x1	1	2
x2	3	5
x3	2	0
x4	4	5



曼哈顿距离 (L_1)

L	x1	x2	x3	x4
x1	0			
x2	5	0		
x3	3	6	0	
x4	6	1	7	0

欧氏距离 (L_2)

L2	x1	x2	x3	x4
x1	0			
x2	3.61	0		
x3	2.24	5.1	0	
x4	4.24	1	5.39	0

上确界距离

L_∞	x1	x2	x3	x4
x1	0			
x2	3	0		
x3	2	5	0	
x4	3	1	5	0



2.3.5余弦相似性

- 余弦相似性

- 一个文档可以用词频向量来表示（注意：词的对齐）

Document	team	coach	hockey	baseball	soccer	penalty	score	win	loss	season
Document1	5	0	3	0	2	0	0	2	0	0
Document2	3	0	2	0	1	1	0	1	0	1
Document3	0	7	0	2	1	0	0	3	0	0
Document4	0	1	0	0	1	2	2	0	3	0

Baseball wins a score in the season (0,0,1,1,0,1,1,0,1)

In the season, soccer loss a score (0,0,0,0,1,0,1,0,1,1)

- 余弦度量

- $\cos(d_1, d_2) = (d_1 \bullet d_2) / \|d_1\| \|d_2\|,$



■ 余弦相似性

- 一个文档可以用词频向量来表示（注意：词的对齐）

Document	<i>team</i>	<i>coach</i>	<i>hockey</i>	<i>baseball</i>	<i>soccer</i>	<i>penalty</i>	<i>score</i>	<i>win</i>	<i>loss</i>	<i>season</i>
Document1	5	0	3	0	2	0	0	2	0	0
Document2	3	0	2	0	1	1	0	1	0	1
Document3	0	7	0	2	1	0	0	3	0	0
Document4	0	1	0	0	1	2	2	0	3	0

Baseball wins a score in the season (0,0,1,1,0,1,1,0,1)

In the season, soccer loss a score (0,0,0,0,1,0,1,0,1,1)

■ 余弦度量

$$\cos(d_1, d_2) = (d_1 \bullet d_2) / \|d_1\| \|d_2\|,$$

$$d_1 = (5, 0, 3, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0)$$

$$d_2 = (3, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1)$$

- 求这两篇文档的余弦相似性：[填空1]

作答



2.3.5余弦相似性

$$\cos(d_1, d_2) = (d_1 \bullet d_2) / \|d_1\| \|d_2\| ,$$

■ 例如：

$$d_1 = (5, 0, 3, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 0)$$

$$d_2 = (3, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1)$$

$$d_1 \bullet d_2 = 5*3 + 0*0 + 3*2 + 0*0 + 2*1 + 0*1 + 0*1 + 2*1 + 0*0 + 0*1 = 25$$

$$\|d_1\| = (5*5 + 0*0 + 3*3 + 0*0 + 2*2 + 0*0 + 0*0 + 2*2 + 0*0 + 0*0)^{0.5} = (42)^{0.5} = 6.481$$

$$\|d_2\| = (3*3 + 0*0 + 2*2 + 0*0 + 1*1 + 1*1 + 0*0 + 1*1 + 0*0 + 1*1)^{0.5} = (17)^{0.5} = 4.12$$

$$\cos(d_1, d_2) = 0.94$$



案例学习



案例1：广州白云机场流量预测

◆竞赛题目：

- 机场拥有巨大的旅客吞吐量，与巨大的人员流动相对应的则是巨大的服务压力。安防、安检、突发事件应急、值机、行李追踪等机场服务都希望能够预测未来的旅客吞吐量，并据此提前调配人力物力，更好的为旅客服务。
- 本次大赛以广州白云机场真实的客流数据为基础，每天数万离港旅客在机场留下百万级的数据记录。希望参赛队伍通过数据算法来构建客流量预测模型。
- 选手需要预测未来三小时（9月25日15:00:00到18:00）的时间窗口里，机场内每个WIFIAP点每10分钟内的平均设备连接数量。



案例1：广州白云机场流量预测

◆ 竞赛数据：

三个字段分别为：wifi_ap_tag，字符串，描述WIFI接入的AP点；passenger_count, 整数，描述在某一时刻接入该WIFI AP的设备数量；time_stamp,字符串，描述该时刻（精确到秒）。下面的例子是这张表的实际数据：

wifi_ap_tag	passenger_count	time_stamp	
E1-1A-1<E1-1-01>	15	2016-09-10-18-55-04	
E1-1A-2<E1-1-02>	15	2016-09-10-18-55-04	
E1-1A-3<E1-1-03>	38	2016-09-10-18-55-04	
E1-1A-4<E1-1-04>	19	2016-09-10-18-55-04	

我们关注的机场区域，是E1,E2,E3,EC,T1,W1,W2,W3,WC。E和W分别代表机场的东侧和西侧登机区，各有三个小区；EC和WC是指连接安检区和登机区的走廊。分布见下图：WiFi_ap_tag的前四位字符，代表了该WIFI AP所在区域和楼层，例如名称的前四位“T1-1”意味着在T1航站楼的1楼。



案例2：新浪微博转发量预测

◆竞赛题目：

- 对于一条原创博文而言，转发、评论、赞等互动行为能够体现出用户对于博文内容的兴趣程度，也是对博文进行分发控制的重要参考指标。本届赛题的任务就是根据抽样用户的原创博文在发表一天后的转发、评论、赞总数，建立博文的互动模型，并预测用户后续博文在发表一天后的互动情况。



问题？