

R 数据可视化实战

魏太云



2015 年 7 月 @ 厦门大学

提纲

- ① 数据可视化是什么?
- ② R 简介
- ③ base 图形
- ④ ggplot2 图形
- ⑤ 延伸话题
- ⑥ 可视分析案例
- ⑦ 总结

提纲



① 数据可视化是什么？



新闻 网页 贴吧 知道 音乐 图片 视频 地图 百科 文库

数据可视化



百度一下

图片筛选

相关搜索： 数据可视化设计 大数据可视化效果图 java可视化界面 大数据可视化 数据可视化图形 三维可视化 可视化图 车间可视化管理 可视化简历

数据可视化如何提升?洛可。

洛可可数据可视化中心专业为客户提供用户体验研究,用户体验。

www.lkkuied.com

永洪科技数据可视化大数据。

永洪科技数据可视化软件,大数据小投入,一款适应性强,使用简..

www.yonghongtech.com

了解数据可视化到Intel 大..

到Intel数据中心了解数据可视化,有效帮助企业实现商务智能..

www.intel.cn

Tableau:免费试用+免费培..

自动式数据可视化,炫目图文展示,直观揭示数据内在联系,免费..

tableau.analyticservice.net



Google search results for "data visualization".

The search bar shows "data visualization".

Navigation tabs: Web, News, **Images**, Videos, Books, More ▾, Search tools.

Cloud, SafeSearch, Settings icons.

Image categories: Simple, Infographics, Art, Map, Examples, 3D.

Sample images:

- Simple: A pie chart showing 66% and 42.3%.
- Infographics: A circular sunburst chart.
- Art: A complex abstract visualization.
- Map: A world map with various data overlays.
- Examples: A collage of diverse data visualizations.
- 3D: A 3D treemap visualization.
- Bottom row: Network graphs, radial sunburst charts, and a complex 3D visualization.

数据可视化的概念

- ▶ 把枯燥的数据准确 & 艺术地转化为直观 & 易懂的可视(听)的东西。

拿破仑的征途

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la Campagne de Russie 1812-1813.

Ouvrage par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en étaisant. Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présentés sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix-mille hommes; ils sont de plus écrits en lettres des zones. Le rouge désigne les hommes qui naissent en Russie, le noir ceux qui en sortent. — Les renseignements qui suivent à tracer la carte ont été pris dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Sibut, de Tocinet, de Chambry et du journal intitulé "Le Soleil", également de l'Armée depuis le 28 Octobre.

Une autre fois, juge à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Napoléon et du Maréchal Davout, qui avaient été détachés sur Minsk et Maliblow en ce régime vers Orelia et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.

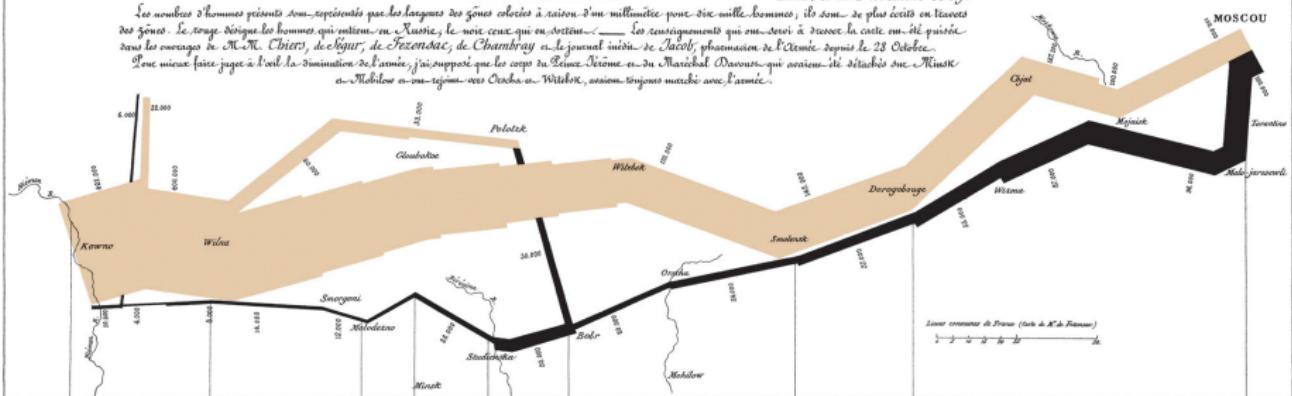


TABLEAU GRAPHIQUE de la température en degrés du thermomètre de Réaumur au dessous de zéro.

Les Coups passent au gelé
le 11ème juillet.

— 26° le 2 X^{me}.

— 30° le 6 X^{me}.

— 24° le 22 X^{me}

— 20° le 25 X^{me}

— 11°

— 21° le 14 X^{me}

Ligne courante de Paris (suite de M. de Flançon)

Zéro le 11. 6^{me}

— 2

— 4

— 6

— 8

— 10

— 12

— 14

— 16

— 18

— 20

— 22

— 24

— 26

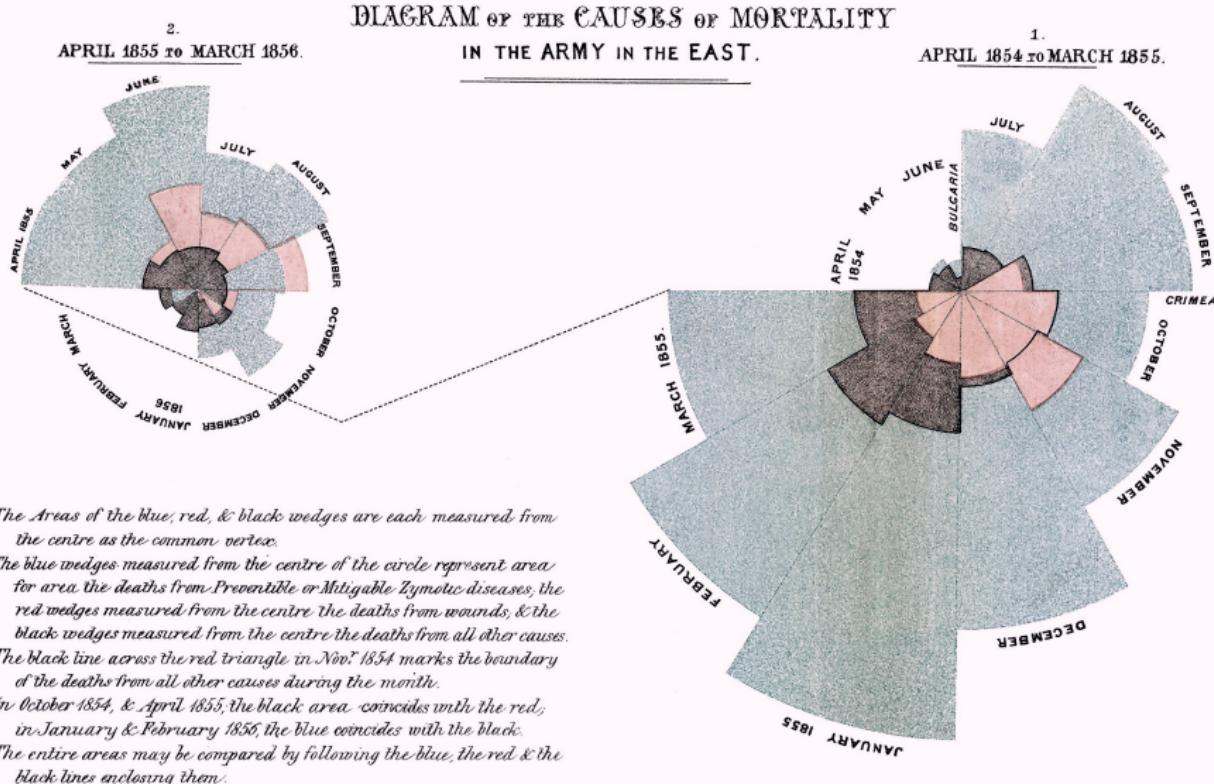
— 28

Annoncé par Remy, E. Fau, J^e Marie, 3^e G^e à Paris.

Sep. 1st. Remy et Bourdet.



南丁格尔的玫瑰图



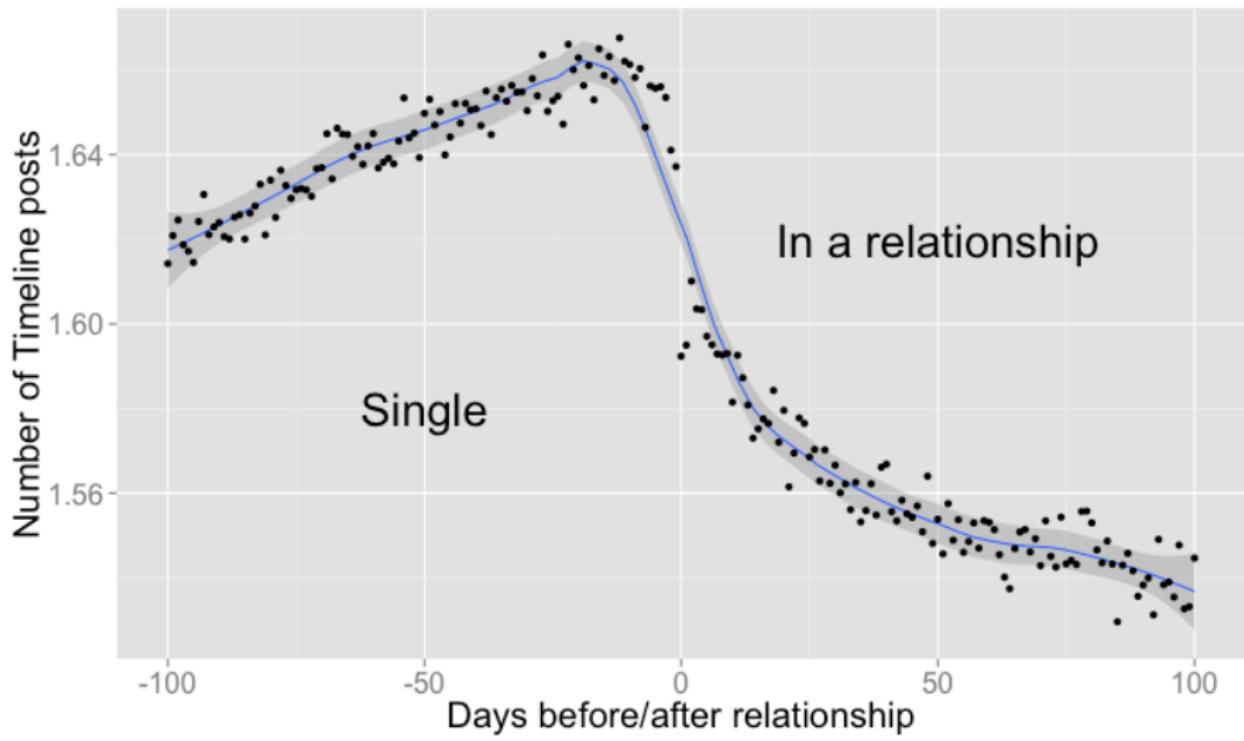
北京地铁



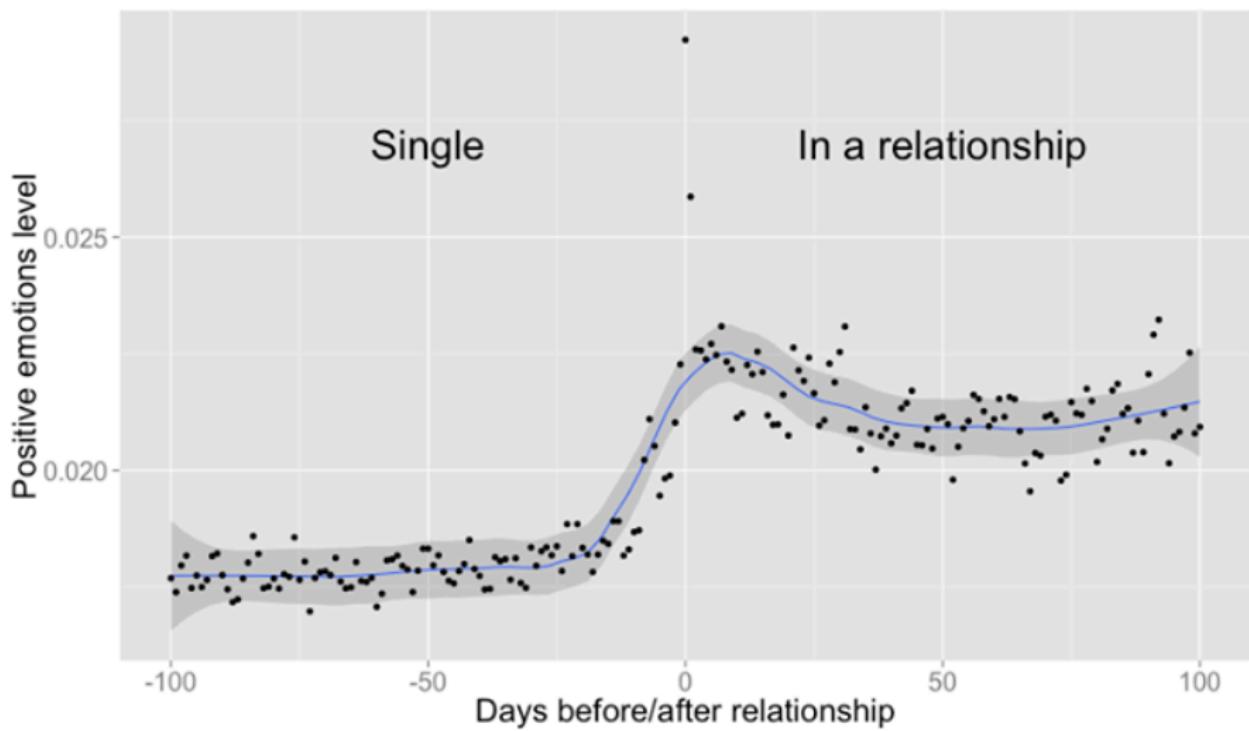
海内存知己



恋爱 vs 寂寞



恋爱 vs 欢乐



一些有趣的东西

北京大学 <http://vis.pku.edu.cn/wiki/doku.php>

浙江大学 <http://www.cad.zju.edu.cn/home/vagblog/>

百度 ECharts <http://echarts.baidu.com/>

淘宝 DataV <http://datavlab.org/>

里程碑 <http://www.datavis.ca/milestones/index.php>

常见的数据可视化的工具

- ▶ Excel：所有人的工具
- ▶ R：数据科学家必备
- ▶ JavaScript 图形库：码农常用
- ▶ 其他：Tableau、SPSS、Python、Matlab、ArcGis 等

提纲



② R 简介

- 绘图系统

R? 啊?

What is R?

R is ‘GNU S’ , a freely available language and environment for **statistical computing** and **graphics** which provides a wide variety of statistical and graphical techniques: **linear and nonlinear modelling, statistical tests, time series analysis, classification, clustering, etc.**

来自 CRAN: <http://cran.r-project.org/>

CRAN: Task View 1

Bayesian Bayesian Inference

ChemPhys Chemometrics and Computational Physics

ClinicalTrials Clinical Trial Design, Monitoring, and Analysis

Cluster Cluster Analysis & Finite Mixture Models

DifferentialEquations Differential Equations

Distributions Probability Distributions

Econometrics Computational Econometrics

Environmetrics Analysis of Ecological and Environmental Data

ExperimentalDesign Design of Experiments (DoE) & Analysis of Experimental Data

Finance Empirical Finance

Genetics Statistical Genetics

Graphics Graphic Displays & Dynamic Graphics & Graphic Devices & Visualization

HighPerformanceComputing High-Performance and Parallel Computing with R

MachineLearning Machine Learning & Statistical Learning

MedicallImaging Medical Image Analysis

MetaAnalysis Meta-Analysis

Multivariate Multivariate Statistics

CRAN: Task View 2

NaturalLanguageProcessing Natural Language Processing

NumericalMathematics Numerical Mathematics

OfficialStatistics Official Statistics & Survey Methodology

Optimization Optimization and Mathematical Programming

Pharmacokinetics Analysis of Pharmacokinetic Data

Phylogenetics Phylogenetics, Especially Comparative Methods

Psychometrics Psychometric Models and Methods

ReproducibleResearch Reproducible Research

Robust Robust Statistical Methods

SocialSciences Statistics for the Social Sciences

Spatial Analysis of Spatial Data

SpatioTemporal Handling and Analyzing Spatio-Temporal Data

Survival Survival Analysis

TimeSeries Time Series Analysis

WebTechnologies Web Technologies and Services

gR gRaphical Models in R

R 中的绘图系统

- ▶ base
- ▶ grid
- ▶ lattice
- ▶ ggplot2
- ▶ js: recharts, rCharts...

专业领域

专业领域

- ▶ 基本统计图形

专业领域

- ▶ 基本统计图形
- ▶ 统计、机器学习、优化算法过程和结果的描述

专业领域

- ▶ 基本统计图形
- ▶ 统计、机器学习、优化算法过程和结果的描述
- ▶ 地理信息

专业领域

- ▶ 基本统计图形
- ▶ 统计、机器学习、优化算法过程和结果的描述
- ▶ 地理信息
- ▶ 生物信息 (Bioconductor 软件库)

专业领域

- ▶ 基本统计图形
- ▶ 统计、机器学习、优化算法过程和结果的描述
- ▶ 地理信息
- ▶ 生物信息 (Bioconductor 软件库)
- ▶ 医学影像

专业领域

- ▶ 基本统计图形
- ▶ 统计、机器学习、优化算法过程和结果的描述
- ▶ 地理信息
- ▶ 生物信息 (Bioconductor 软件库)
- ▶ 医学影像
- ▶ 体育统计

专业领域

- ▶ 基本统计图形
- ▶ 统计、机器学习、优化算法过程和结果的描述
- ▶ 地理信息
- ▶ 生物信息 (Bioconductor 软件库)
- ▶ 医学影像
- ▶ 体育统计
- ▶ 其他

提纲



③ base 图形

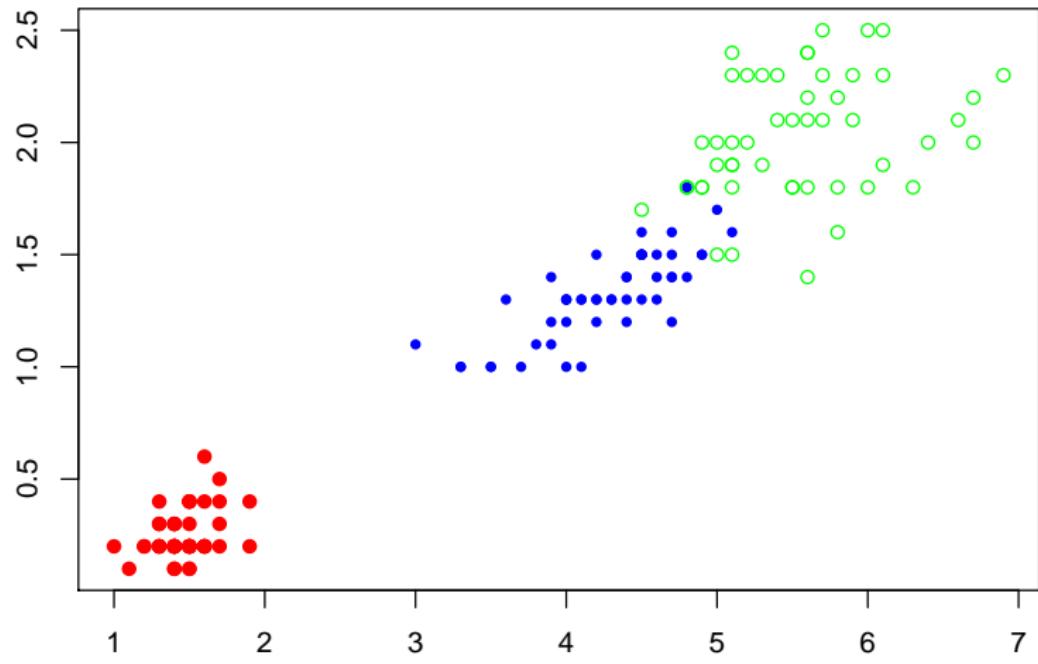
- 特点
 - 图库
-

base 图形: “快速探索性数据分析 (EDA) 的利器”

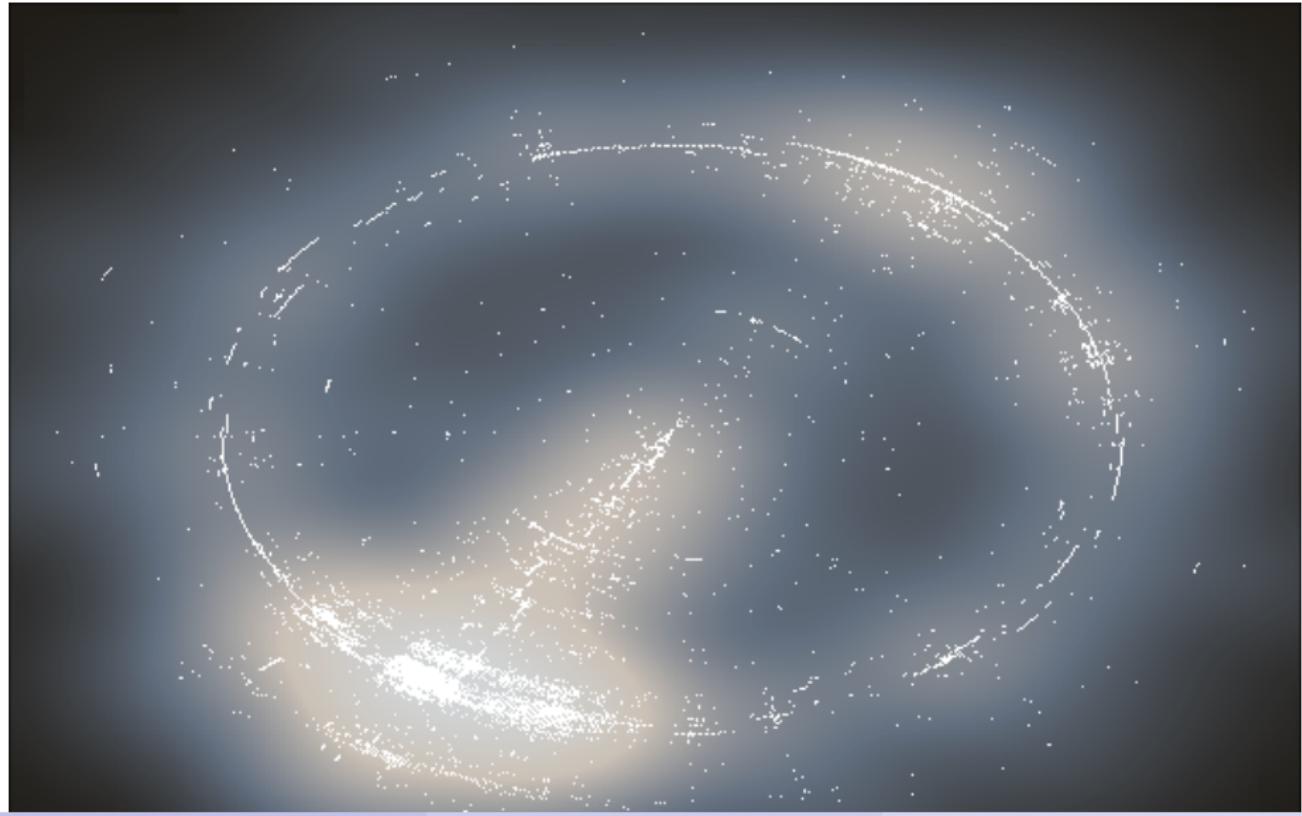
- ▶ 底层描点画线式, 灵活 & 麻烦
- ▶ 应用层很多时候一行代码完事, 风格不一
- ▶ 积累深厚

散点图

```
with(iris, plot(Petal.Length, Petal.Width, col = rep(c("red", "blue", "green"),  
each = 50), pch = rep(19:21, each = 50)))
```

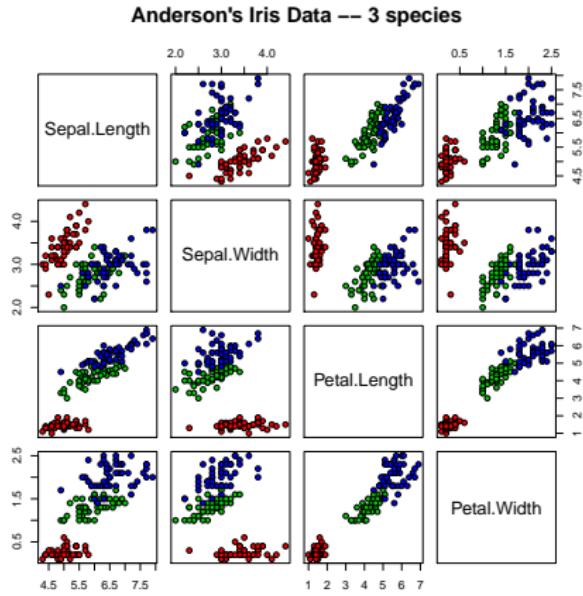


散点图—平滑处理：宋词星云



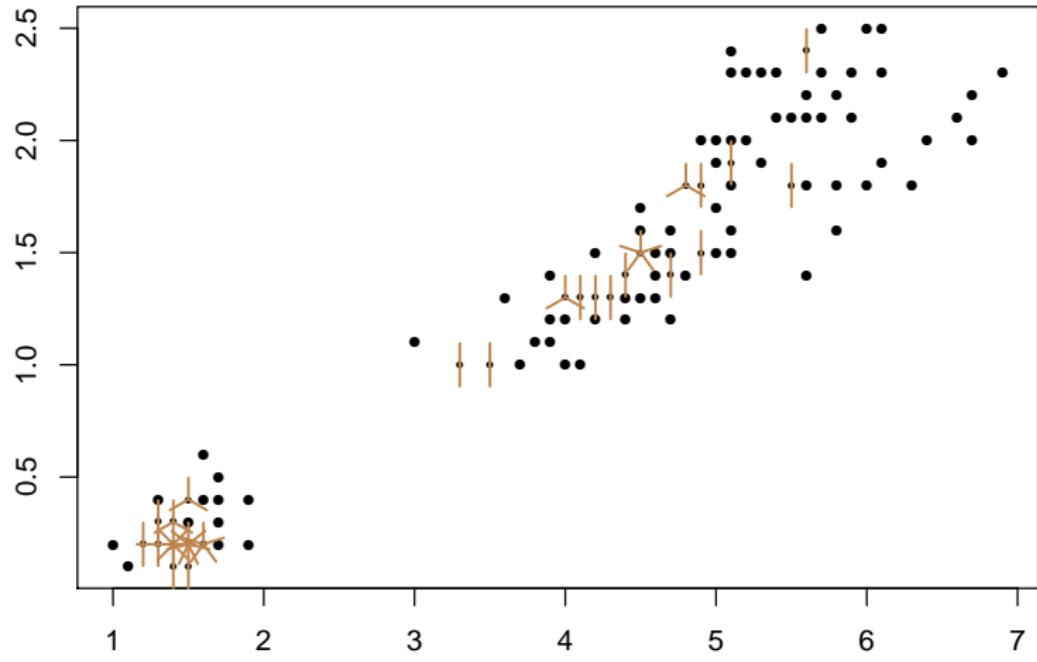
散点图矩阵

```
pairs(iris[1:4], main = "Anderson's Iris Data -- 3 species", pch = 21, bg = c("red",
"green3", "blue") [unclass(iris[["Species"]])])
```



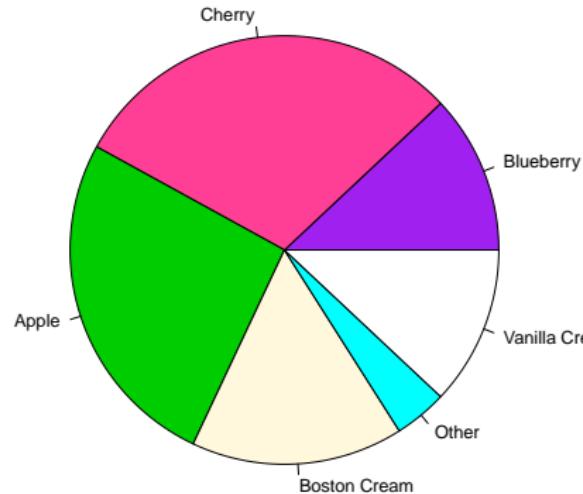
散点图—太阳花版本

```
sunflowerplot(iris[, 3:4])
```



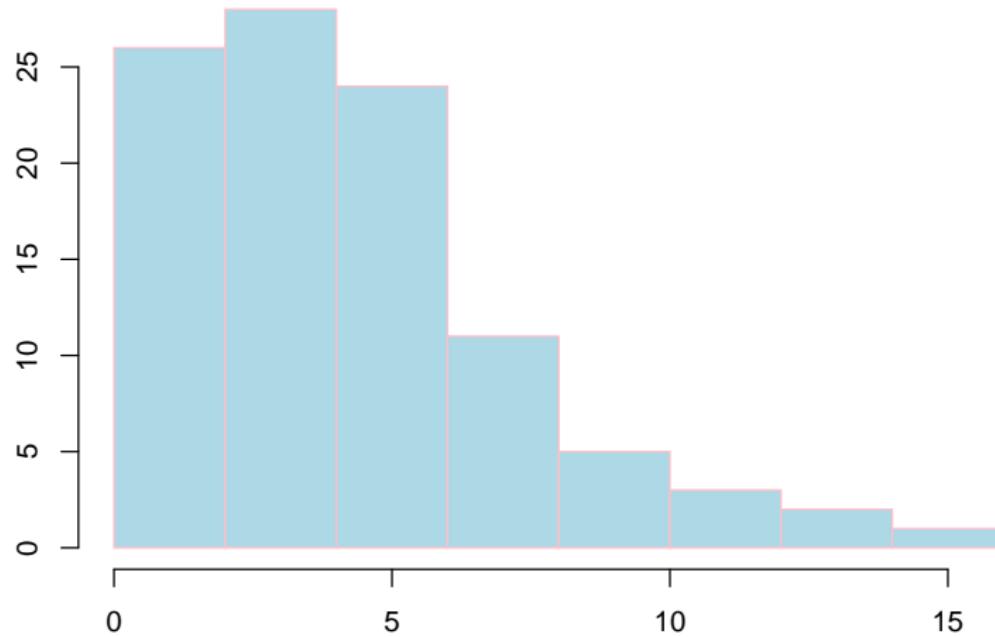
密度图—饼图

```
pie.sales <- c(0.12, 0.3, 0.26, 0.16, 0.04, 0.12)
names(pie.sales) <- c("Blueberry", "Cherry", "Apple", "Boston Cream", "Other",
  "Vanilla Cream")
pie(pie.sales, col = c("purple", "violetred1", "green3", "cornsilk", "cyan",
  "white"))
```



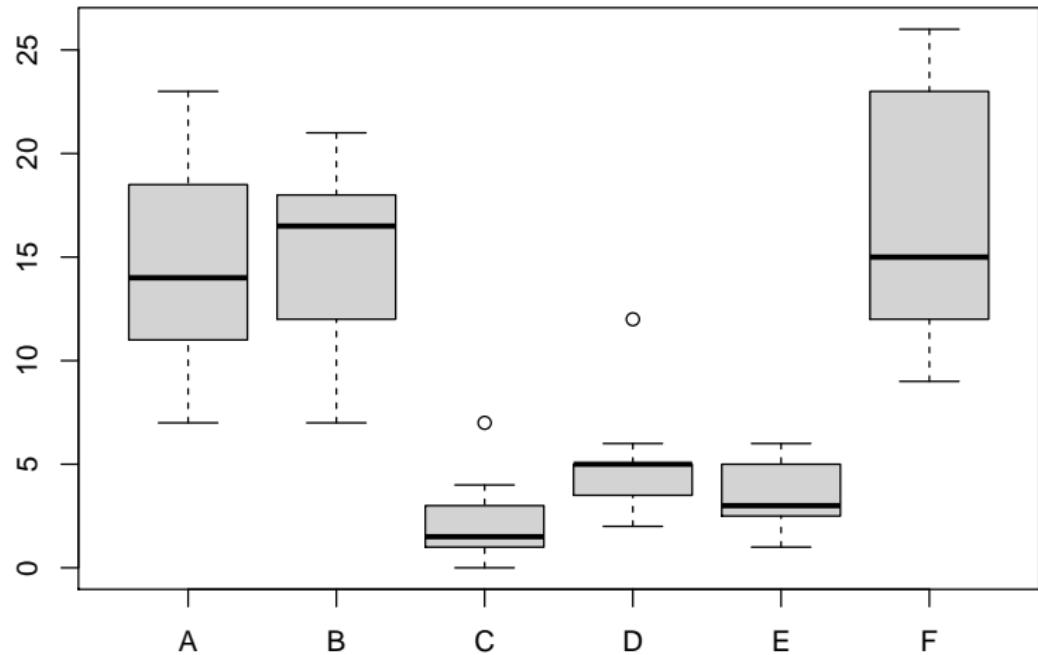
密度图—直方图

```
hist(rchisq(100, df = 4), col = "lightblue", border = "pink", main = "")
```



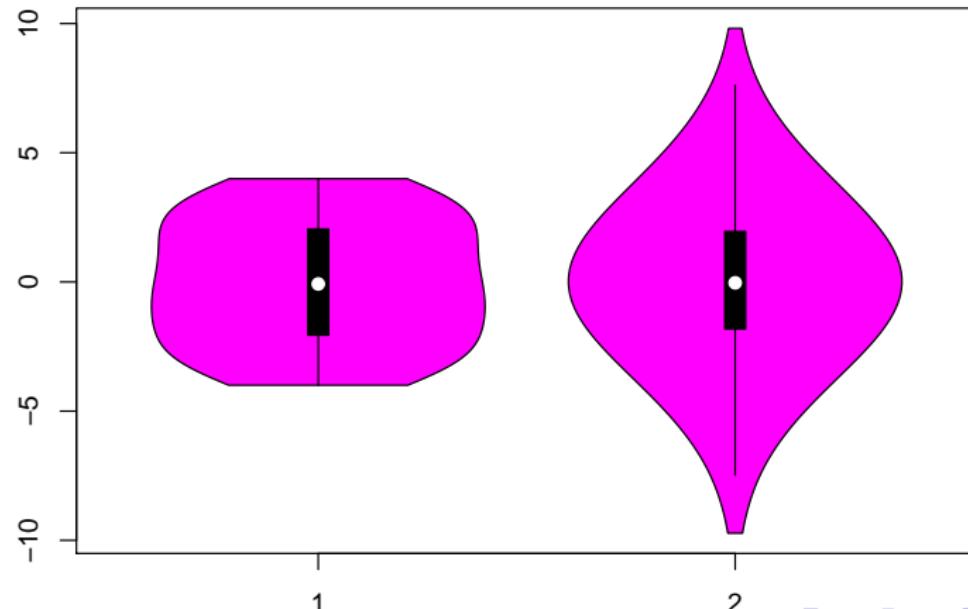
密度图—箱线图

```
boxplot(count ~ spray, data = InsectSprays, col = "lightgray")
```



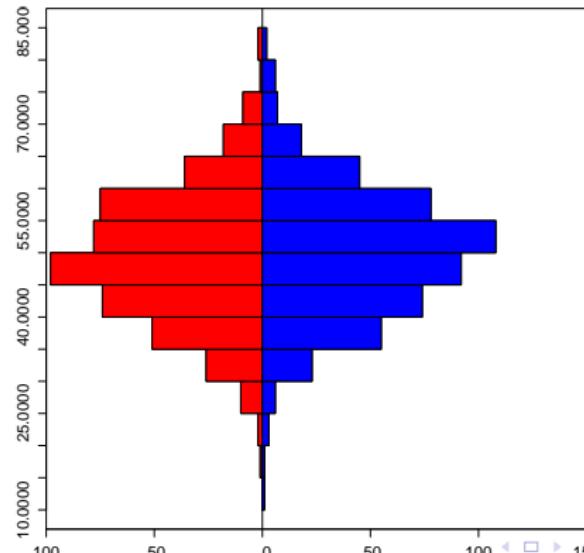
密度图— 小提琴图 (vioplot 包)

```
library(vioplot)
uniform <- runif(2000, -4, 4)
normal <- rnorm(2000, 0, 3)
vioplot(uniform, normal)
```

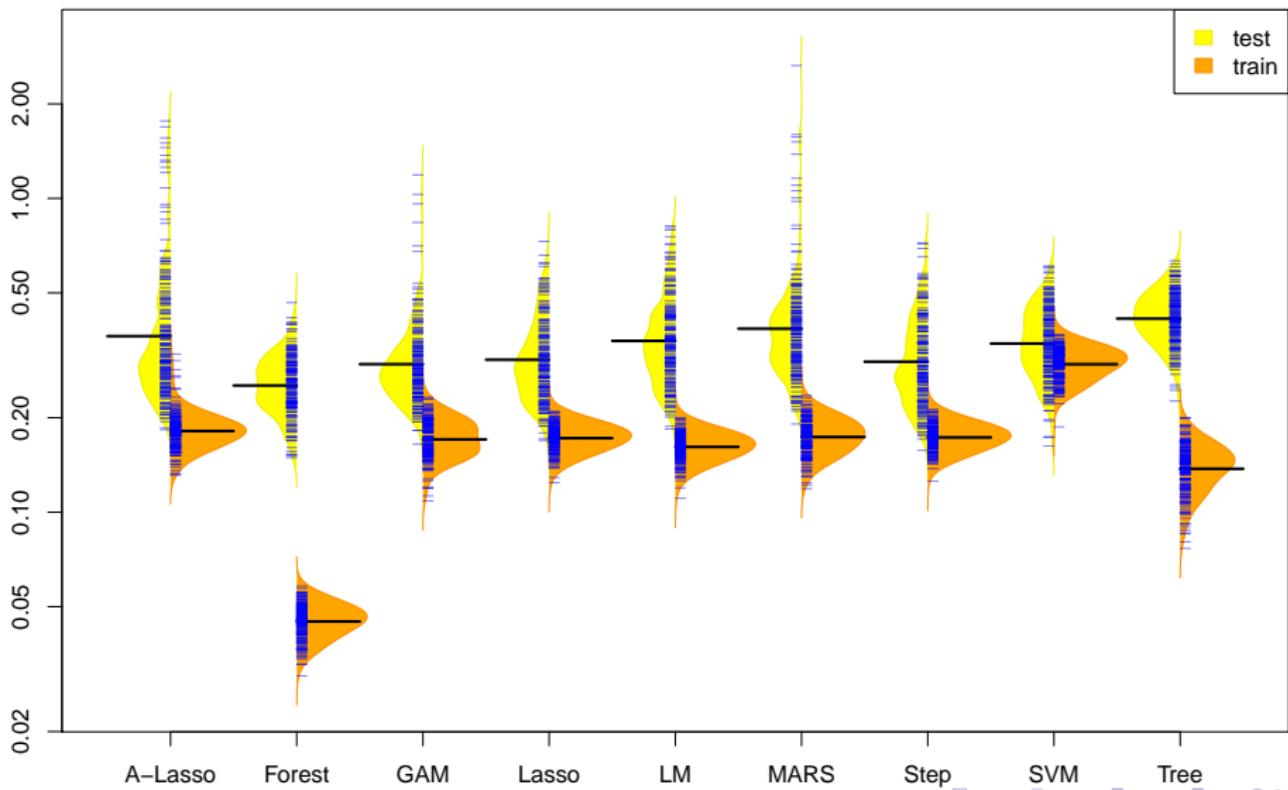


密度图—背靠背直方图 (Hmisc 包)

```
library(Hmisc)
age <- rnorm(1000, 50, 10)
sex <- sample(c("female", "male"), 1000, TRUE)
out <- histbackback(split(age, sex))
barplot(-out[["left"]], col = "red", horiz = TRUE, space = 0, add = TRUE, axes = FALSE)
barplot(out[["right"]], col = "blue", horiz = TRUE, space = 0, add = TRUE, axes = FALSE)
```

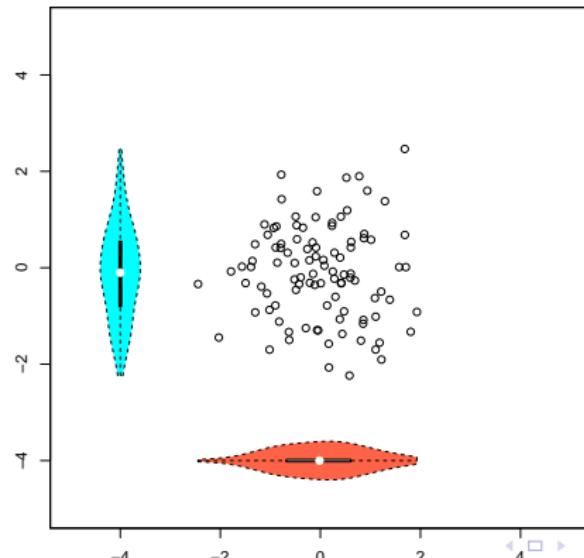


密度图— beanplot(beanplot 包)



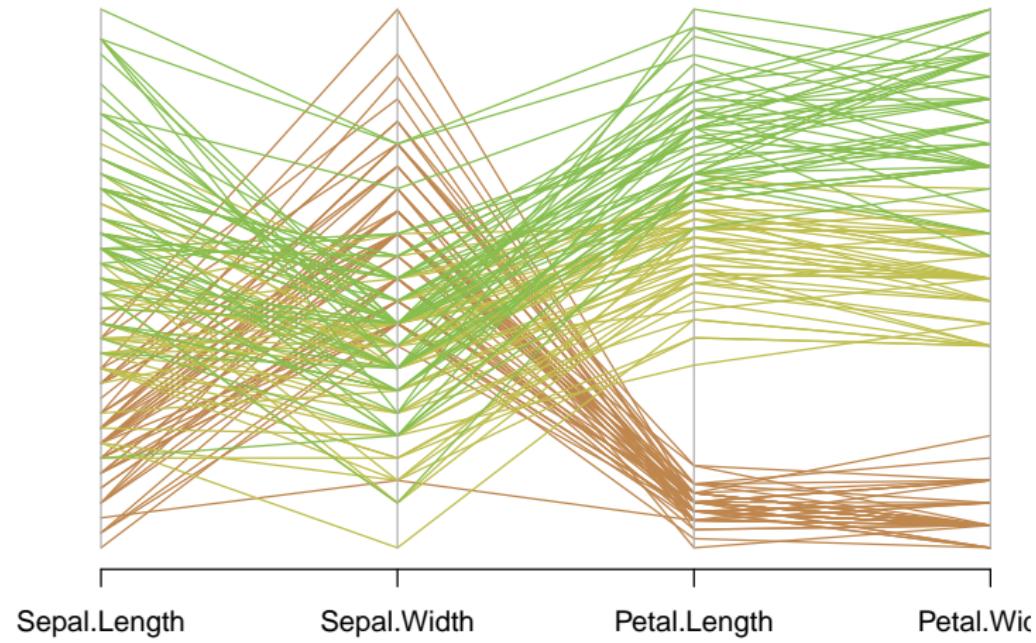
散点图 + 密度图— 小提琴图

```
x <- rnorm(100)
y <- rnorm(100)
plot(x, y, xlim = c(-5, 5), ylim = c(-5, 5))
vioplot(x, col = "tomato", horizontal = TRUE, at = -4, add = TRUE, lty = 2,
        rectCol = "gray")
vioplot(y, col = "cyan", horizontal = FALSE, at = -4, add = TRUE, lty = 2)
```



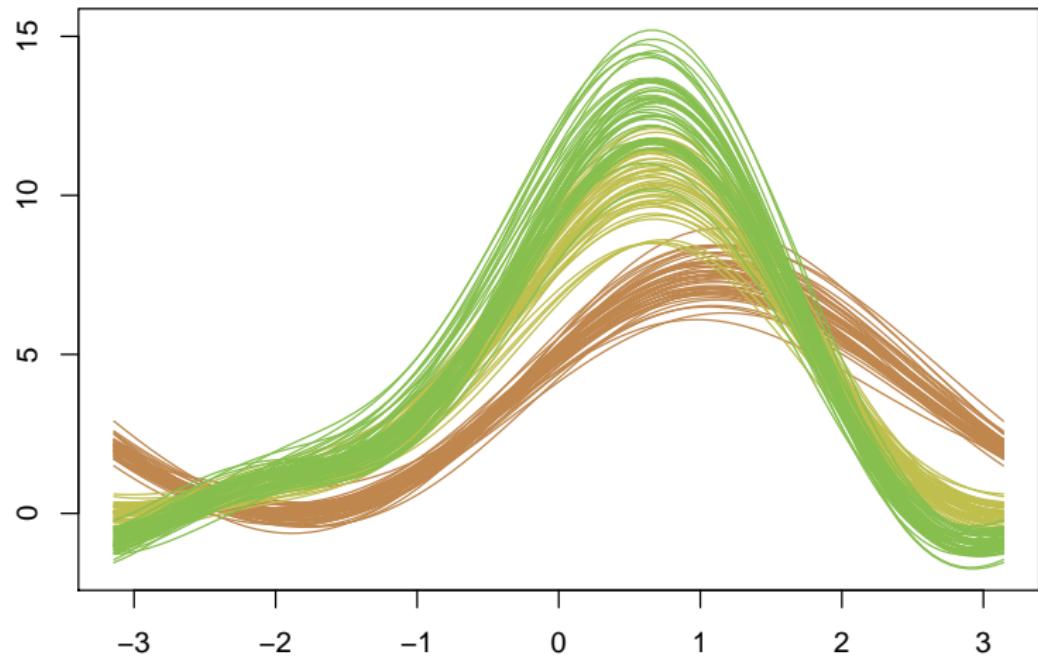
多元图—平行坐标图 (MASS 包)

```
library(MASS)  
parcoord(iris[, 1:4], col = rep(2:4, each = 50))
```



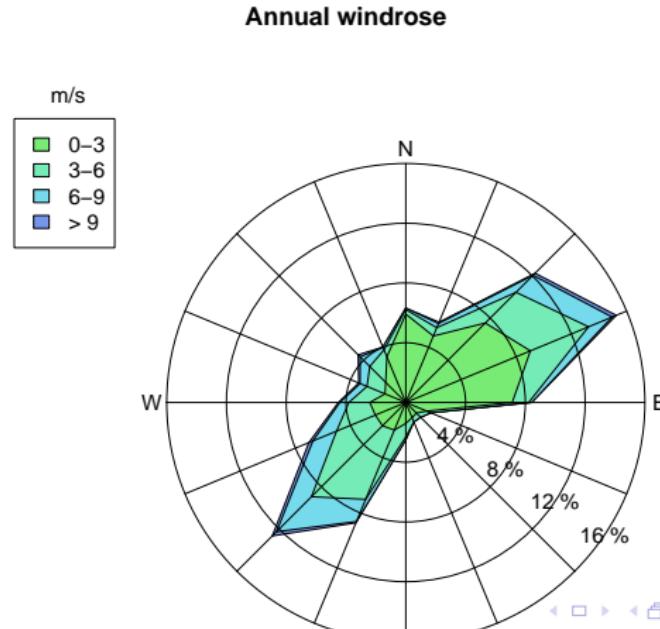
多元图— 调和曲线图 (MSG 包)

```
library(MSG)
andrews_curve(iris[, 1:4], col = rep(2:4, each = 50))
```



多元图— 蛛网图 (climatol 包)

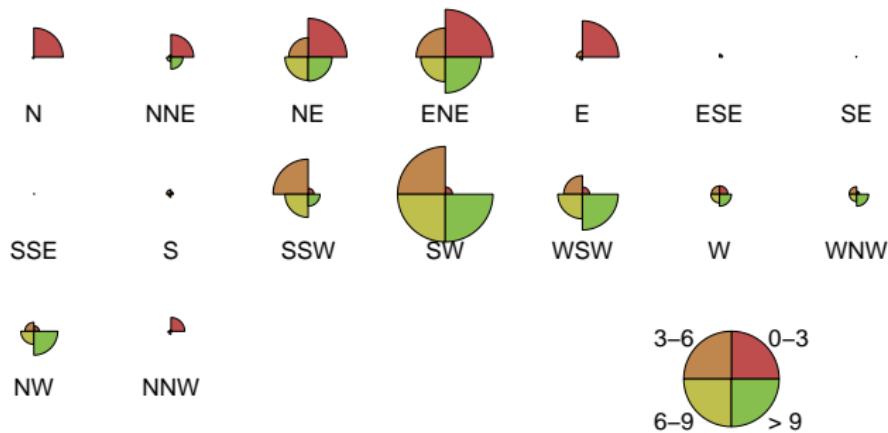
```
library(climatol)
data("windfr")
rosavent(windfr, 4, 4, ang = -3 * pi/16, main = "Annual windrose")
```



多元图—雷达图

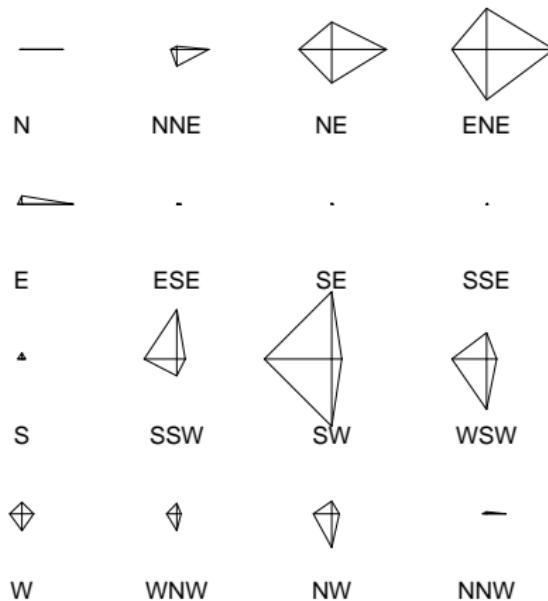
```
palette(rainbow(12, s = 0.6, v = 0.75))
```

```
stars(t(windfr), len = 0.8, key.loc = c(14, 1.5), ncol = 7, main = "", draw.segments = TR
```



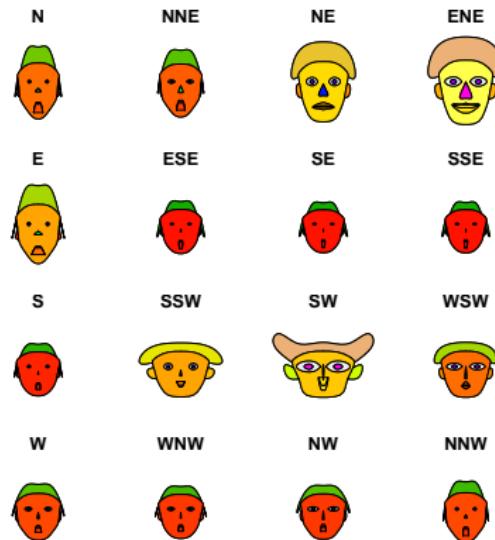
多元图—星状图

```
stars(t(windfr))
```



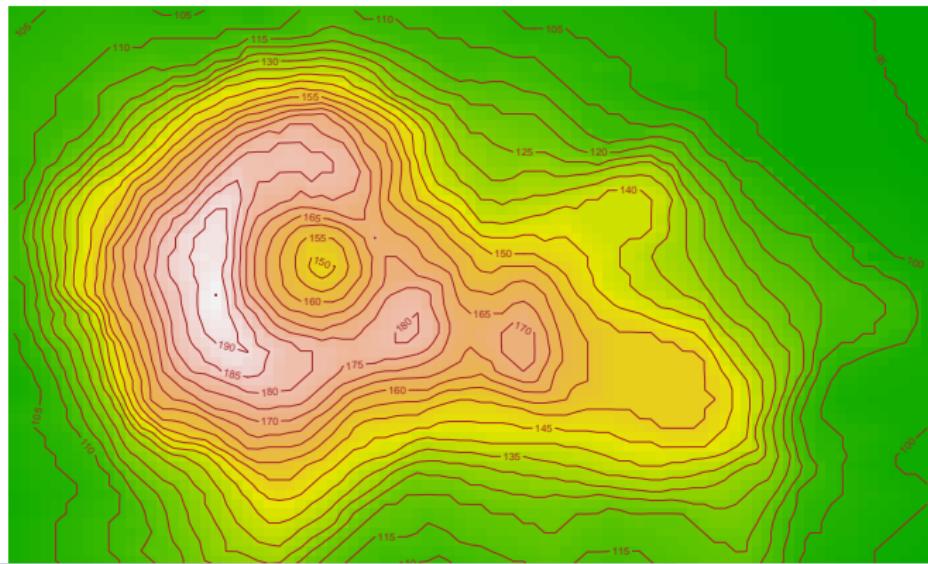
多元图—脸图 (aplpack 包)

```
faces(t(windfr))
```



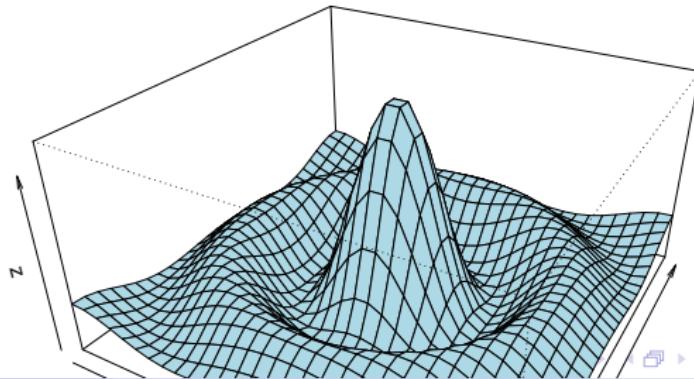
地理图—等高线图

```
x <- 10 * (1:nrow(volcano))
x.at <- seq(100, 800, by = 100)
y <- 10 * (1:ncol(volcano))
y.at <- seq(100, 600, by = 100)
image(x, y, volcano, col = terrain.colors(100), axes = FALSE)
contour(x, y, volcano, levels = seq(90, 200, by = 5), add = TRUE, col = "brown")
```



三维表面图

```
x <- seq(-10, 10, length = 30)
y <- x
f <- function(x, y) {
  r <- sqrt(x^2 + y^2)
  10 * sin(r)/r
}
z <- outer(x, y, f)
z[is.na(z)] <- 1
persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col = "lightblue")
```



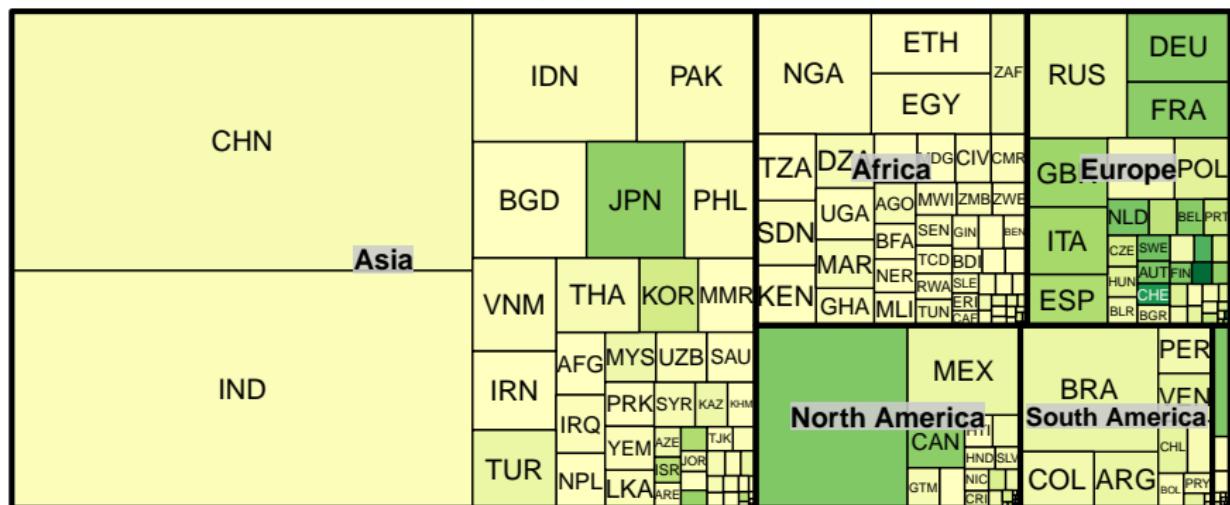
三维图 (rgl 包)

```
library(rgl)
x = y = seq(1, 5, 0.1)
m = outer(x, y, function(a, b) beta(a, b))
persp3d(x, y, m, col = "green3", zlab = "Beta(x, y)")
```

树图 (treemap 包)

```
data(GNI2010)
treemap(GNI2010, index = c("continent", "iso3"), vSize = "population", vColor = "GNI",
        type = "value")
```

population



词云 (wordcloud, tm 包)

```
data(crude)
crude <- tm_map(crude, removePunctuation)
crude <- tm_map(crude, function(x) removeWords(x, stopwords()))
wordcloud(crude, color = sample(rainbow(20)))
```



股票图 (quantmod 包)

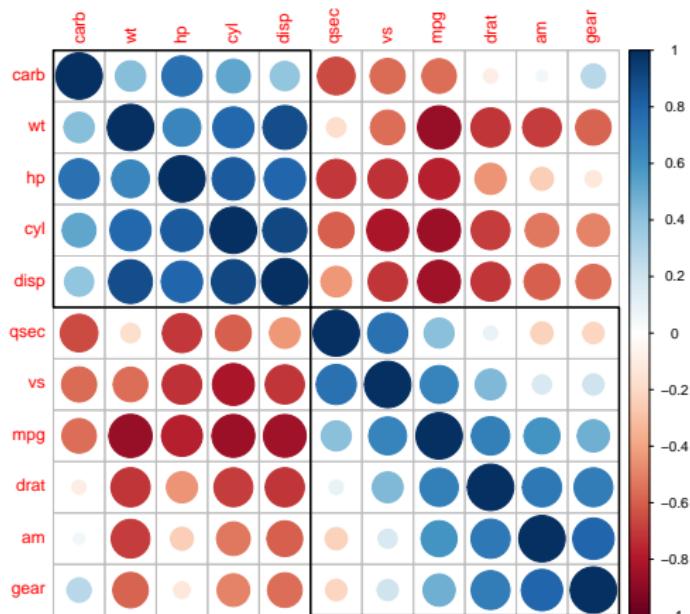
```
getSymbols("BABA")
getSymbols(BABA)
```



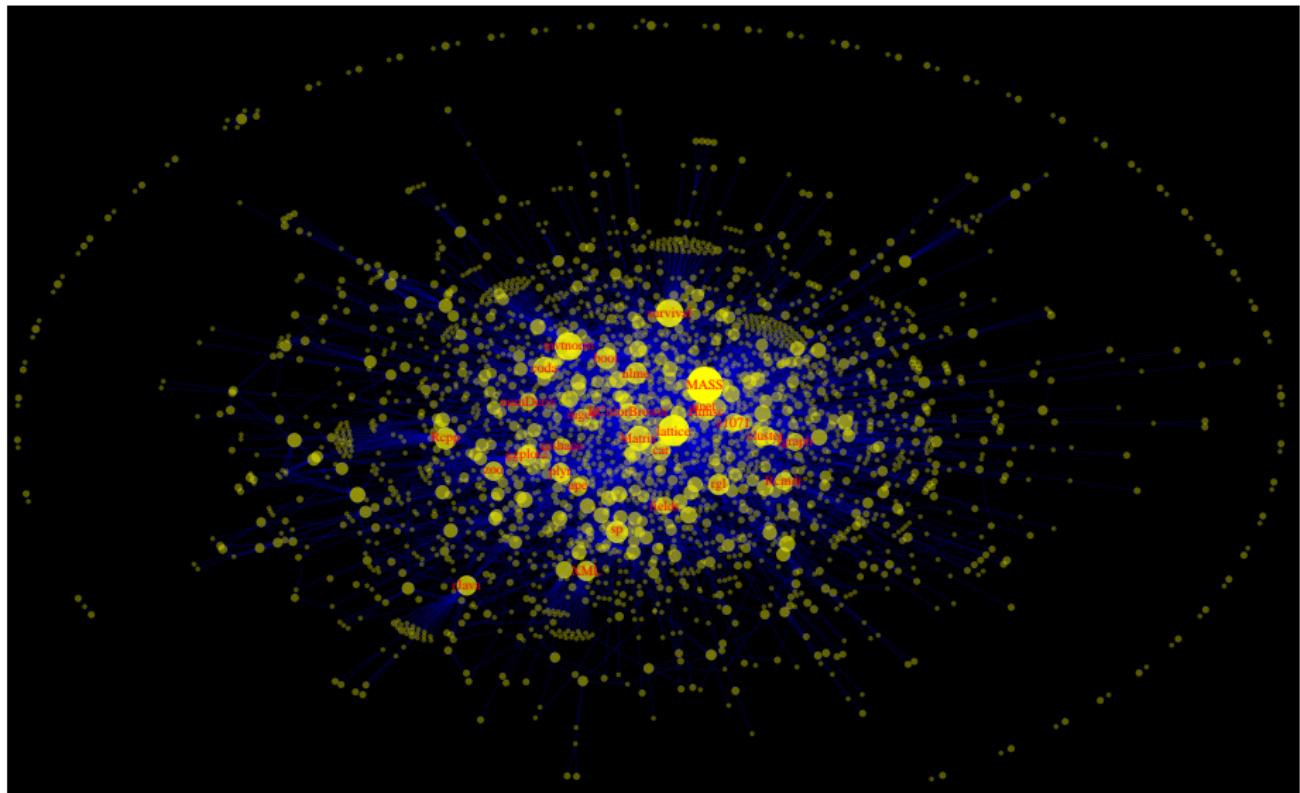
关系矩阵图 (corrplot 包)

<http://cran.r-project.org/web/packages/corrplot/vignettes/corrplot-intro.html>

```
library(corrplot)
corrplot(cor(mtcars), order = "hclust", addrect = 2)
```

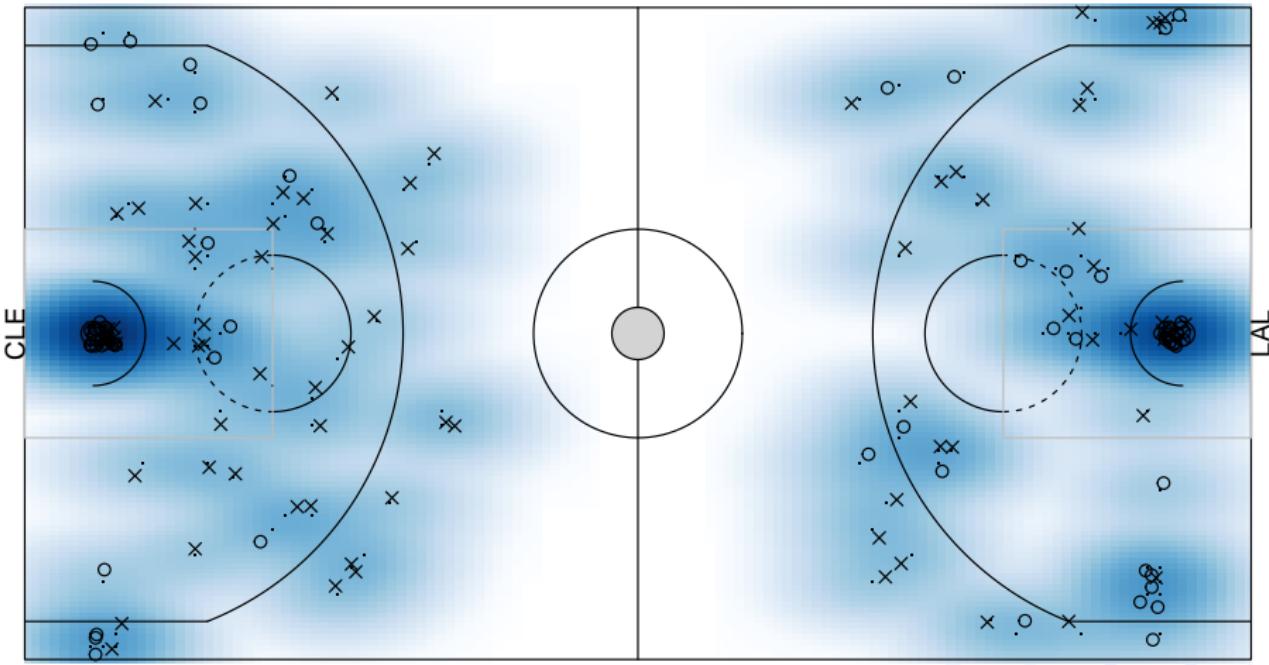


网络图 (igraph 包)



灌篮高手 (MSG 包)

```
demo("basketball", package = "MSG")
```



提纲

④ ggplot2 图形



- ggplot2 特性
 - ggplot2 一瞥
 - ggbio 与生物信息
 - ggplot2 图书
-

ggplot2：“玩转数据可视化的瑞士军刀！”

ggplot2 是 R 中新颖的数据可视化包，功能强大、灵活便捷，其灵感源自 Leland Wilkison 的《图形的语法》一书。ggplot2 的优点：

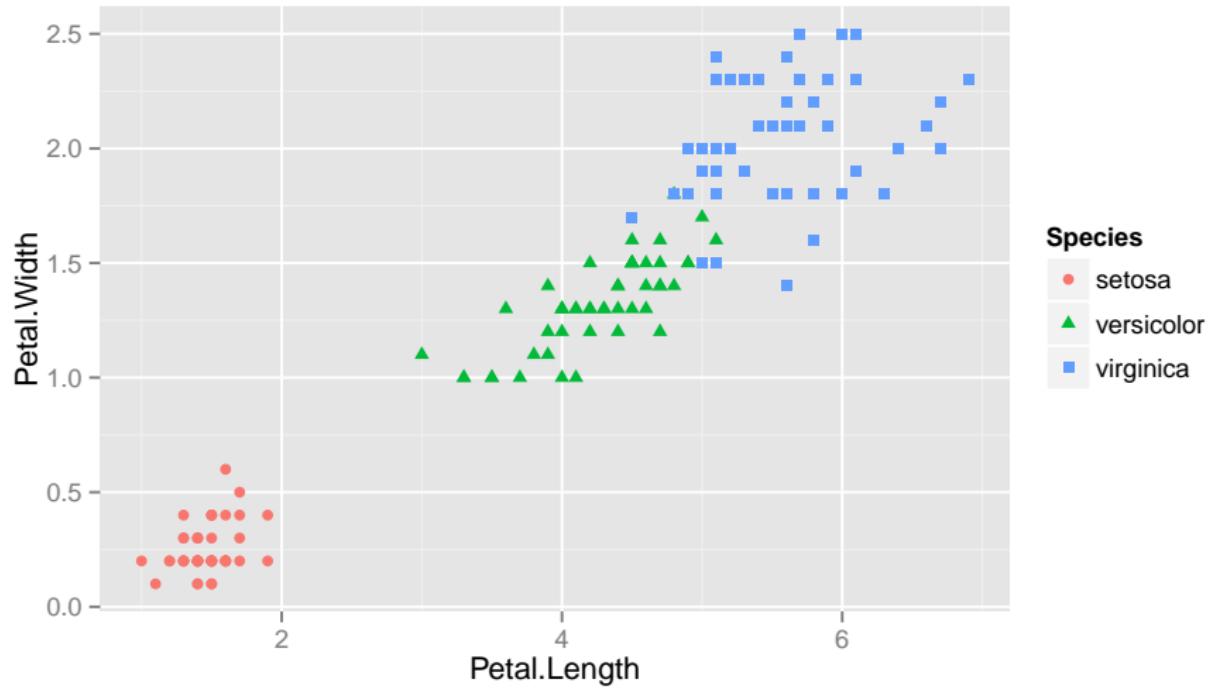
- ▶ 模块化
- ▶ 标准化
- ▶ 高质量

ggplot2 中的重要概念

- ▶ 数据 (data) 和映射 (mapping)
- ▶ 标度 (scale)
- ▶ 几何对象 (geometric)
- ▶ 统计变换 (statistics)
- ▶ 坐标系统 (coordinate)
- ▶ 图层 (layer)
- ▶ 分面 (facet)

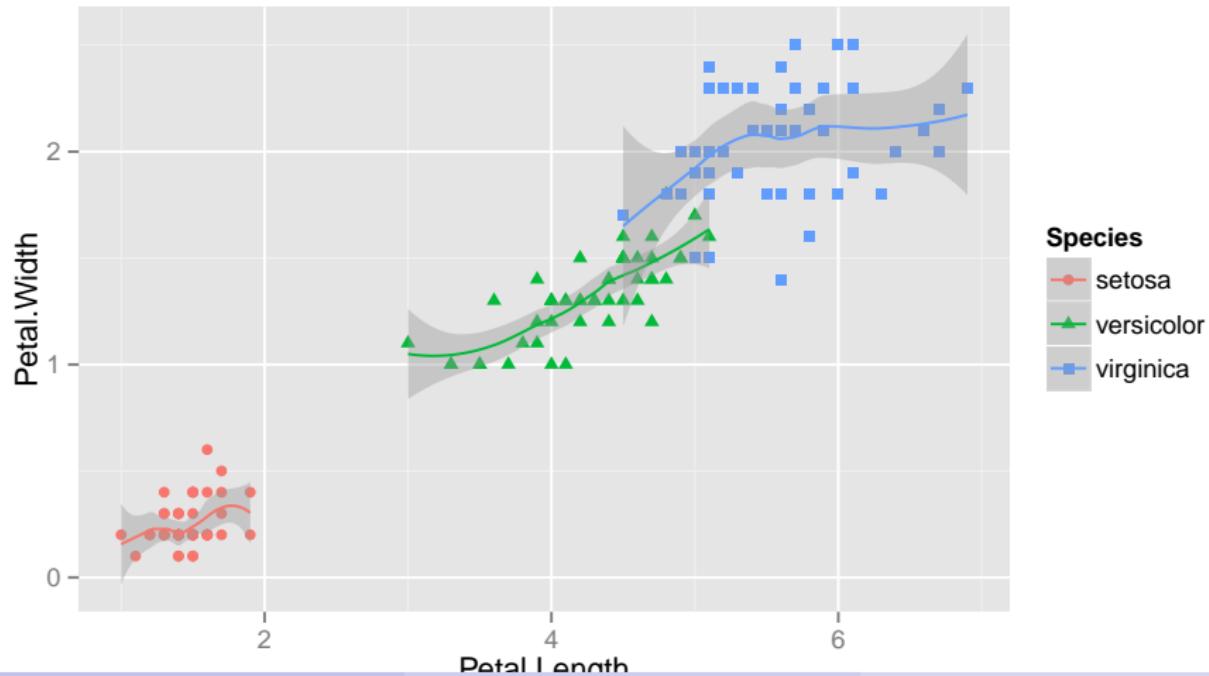
散点图

```
qplot(Petal.Length, Petal.Width, color = Species, shape = Species, data = iris)
```



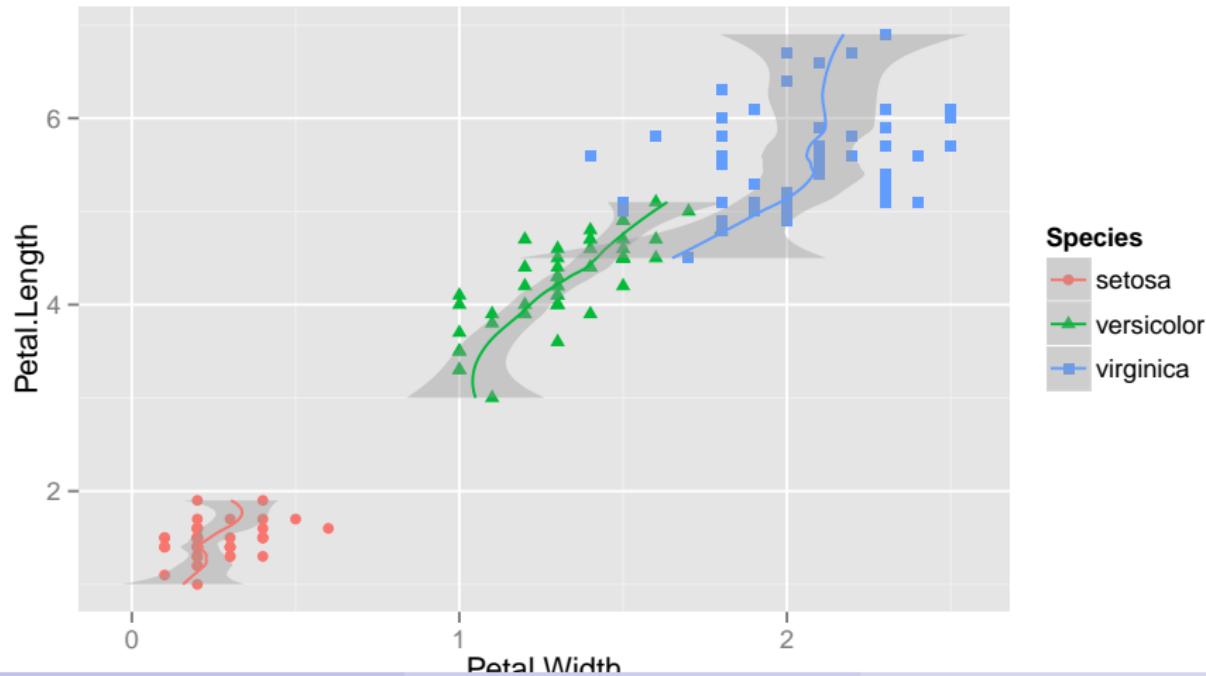
加平滑线

```
qplot(Petal.Length, Petal.Width, color = Species, shape = Species, data = iris) +  
  geom_smooth()
```



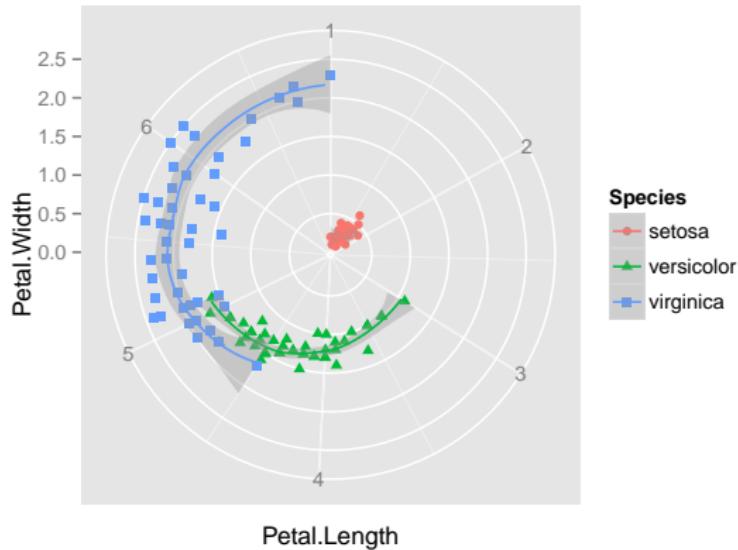
翻转坐标

```
qplot(Petal.Length, Petal.Width, color = Species, shape = Species, data = iris) +  
  geom_smooth() + coord_flip()
```



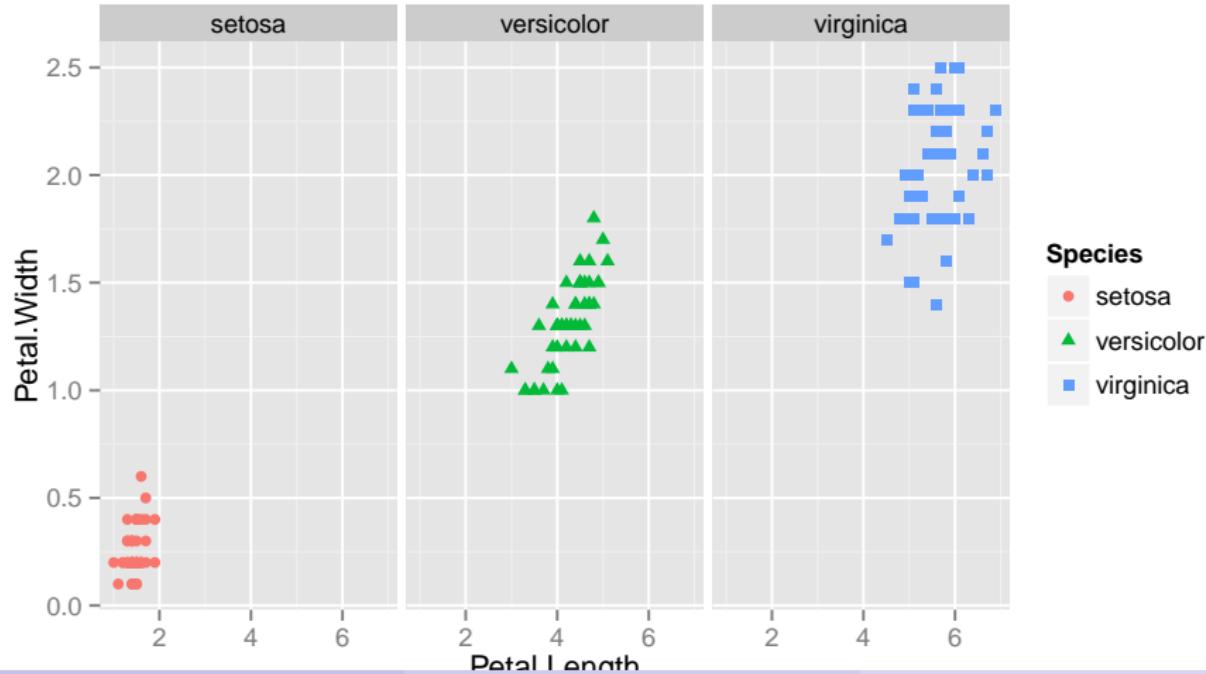
转极坐标

```
qplot(Petal.Length, Petal.Width, color = Species, shape = Species, data = iris) +  
  geom_smooth() + coord_polar()
```



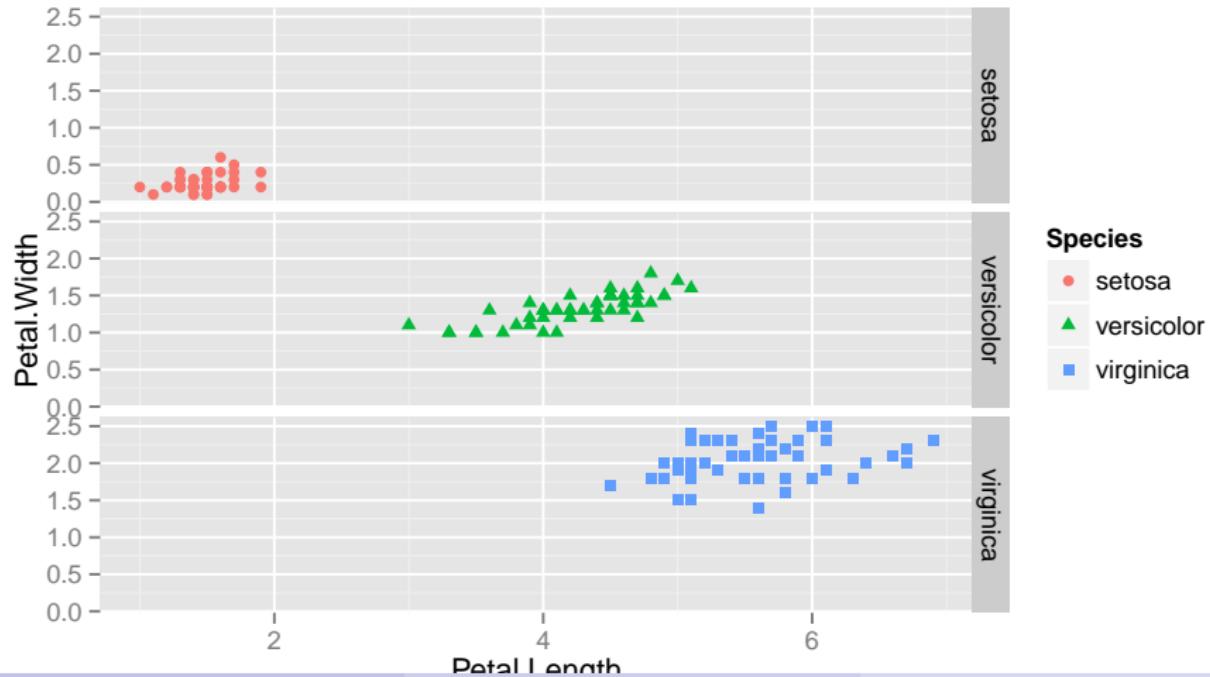
分面

```
qplot(Petal.Length, Petal.Width, color = Species, shape = Species, data = iris) +  
  facet_grid(. ~ Species)
```



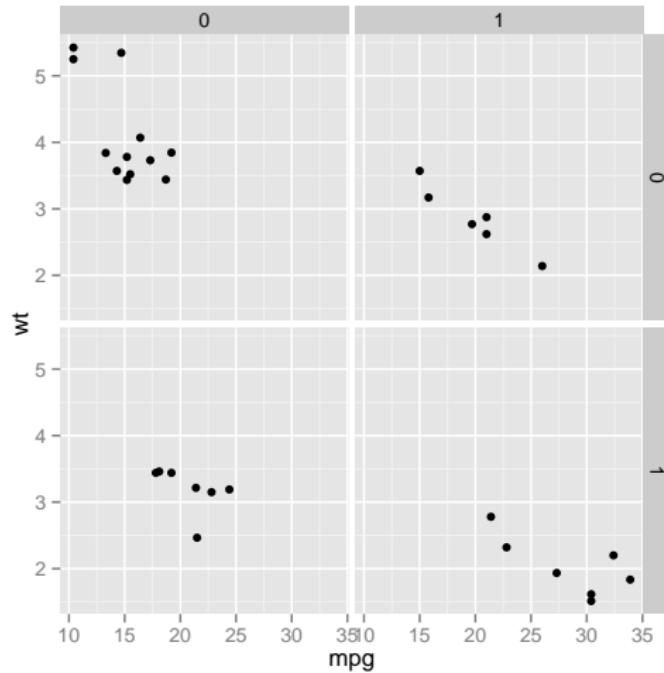
分面

```
qplot(Petal.Length, Petal.Width, color = Species, shape = Species, data = iris) +  
  facet_grid(Species ~ .)
```



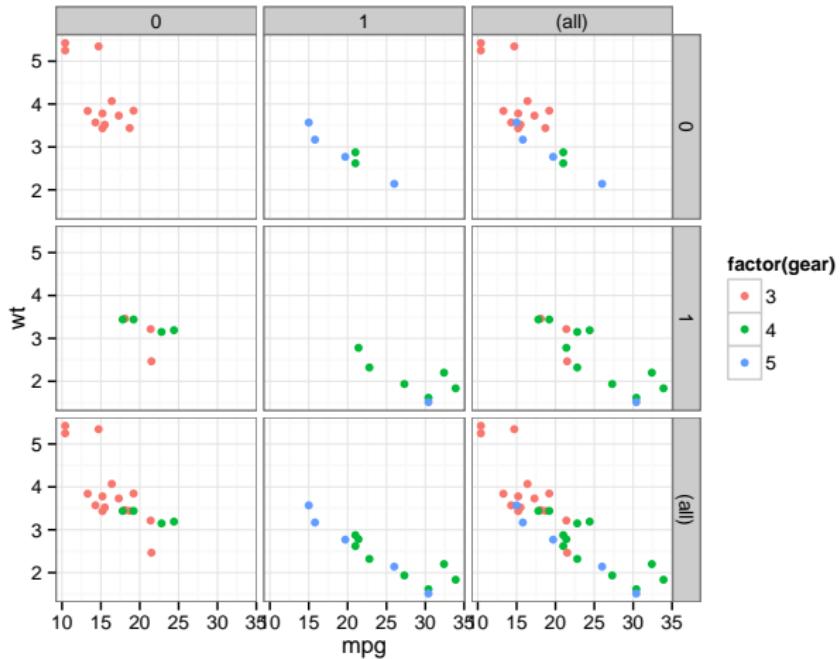
双分面

```
ggplot(mtcars, aes(mpg, wt)) + geom_point() + facet_grid(vs ~ am)
```



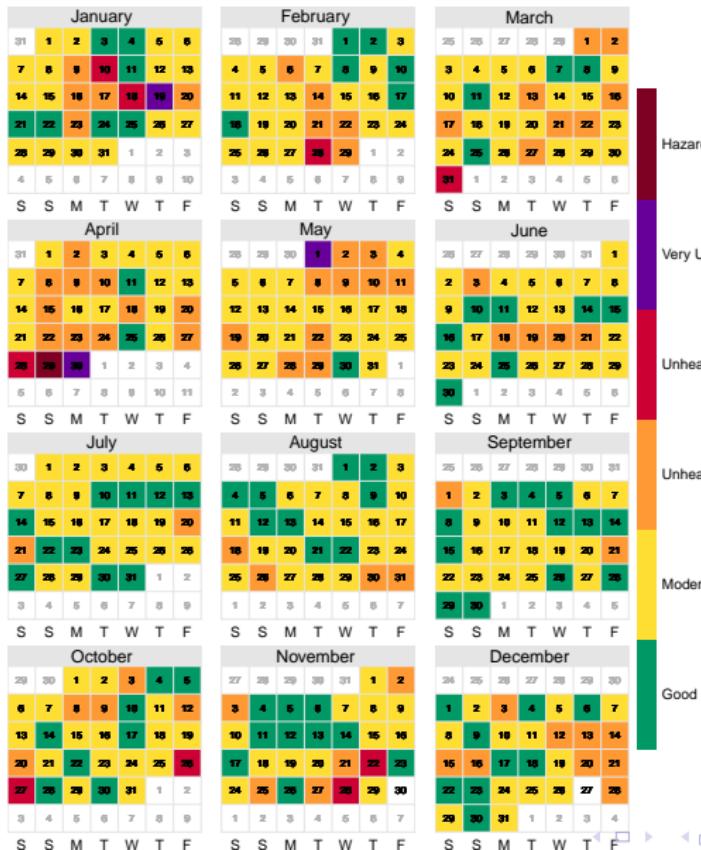
双分面、边际图、主题

```
ggplot(mtcars, aes(mpg, wt, color = factor(gear))) + geom_point() + facet_grid(vs ~ am, margins = TRUE) + theme_bw()
```



中国天气 (作者: © 沐洲)

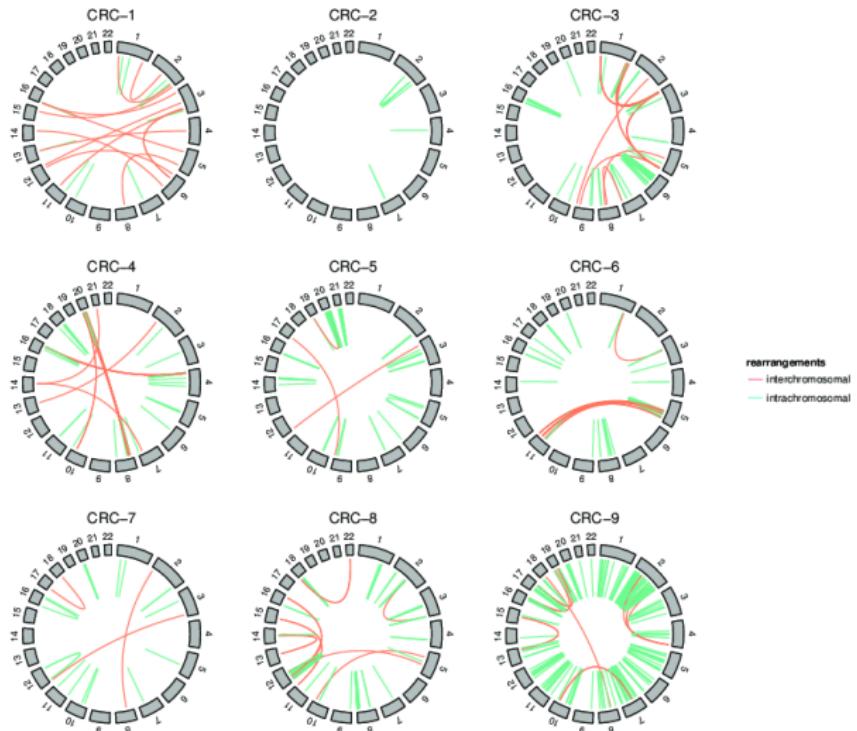
Beijing 2012 Daily Air Quality Index (AQI)



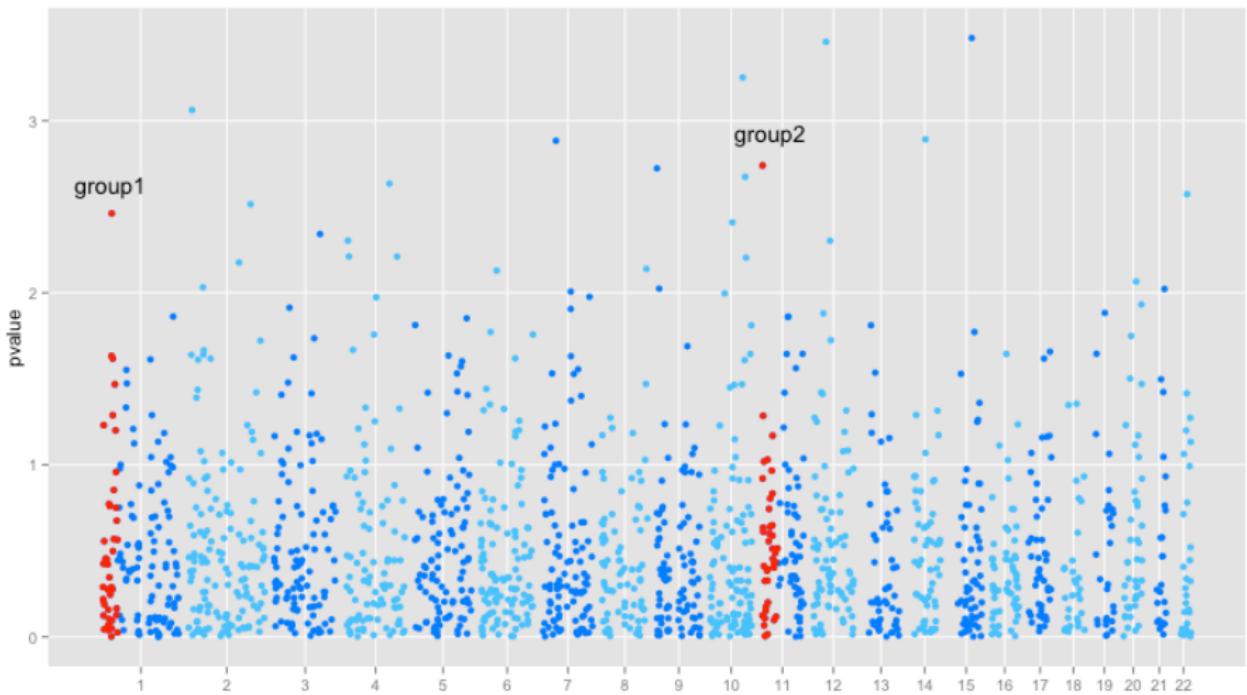
ggbio: 生物信息可视化利器 (作者: 殷腾飞)

- ▶ 利用 ggplot2 将图形语法扩展到了基因组
- ▶ 灵活, 很多 function 可以直接用在 ggplot2 的图形上
- ▶ ggbio 的使用情况
 - ▶ 过去一年 18848 次下载, 7976 次独立 IP 下载
 - ▶ 基础包 biovizBase 包在 Bioconductor 下载排名 33: 15177 独立下载

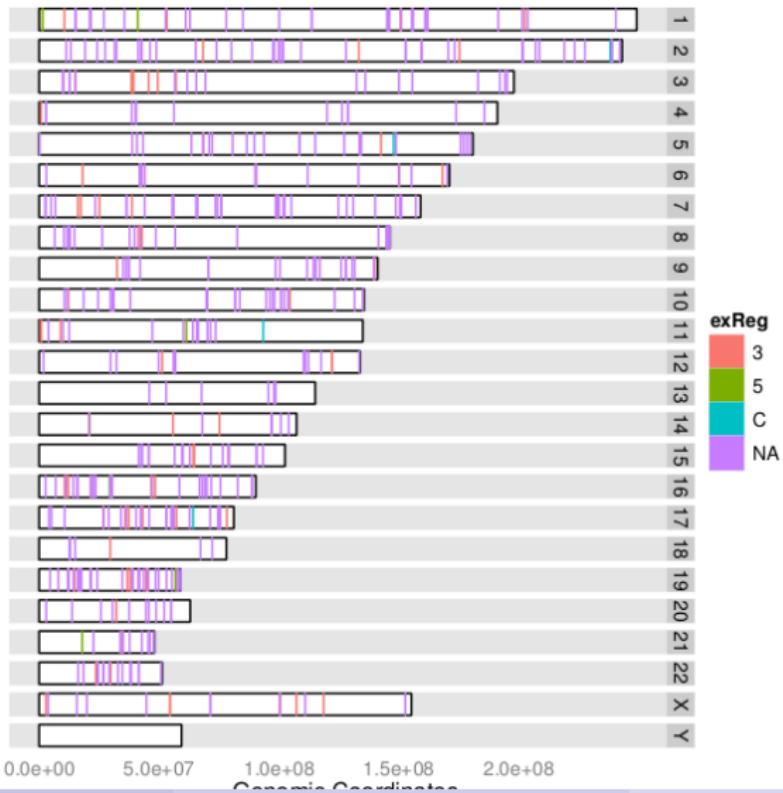
9 组直肠癌肿瘤样本中的 DNA 重组弦图



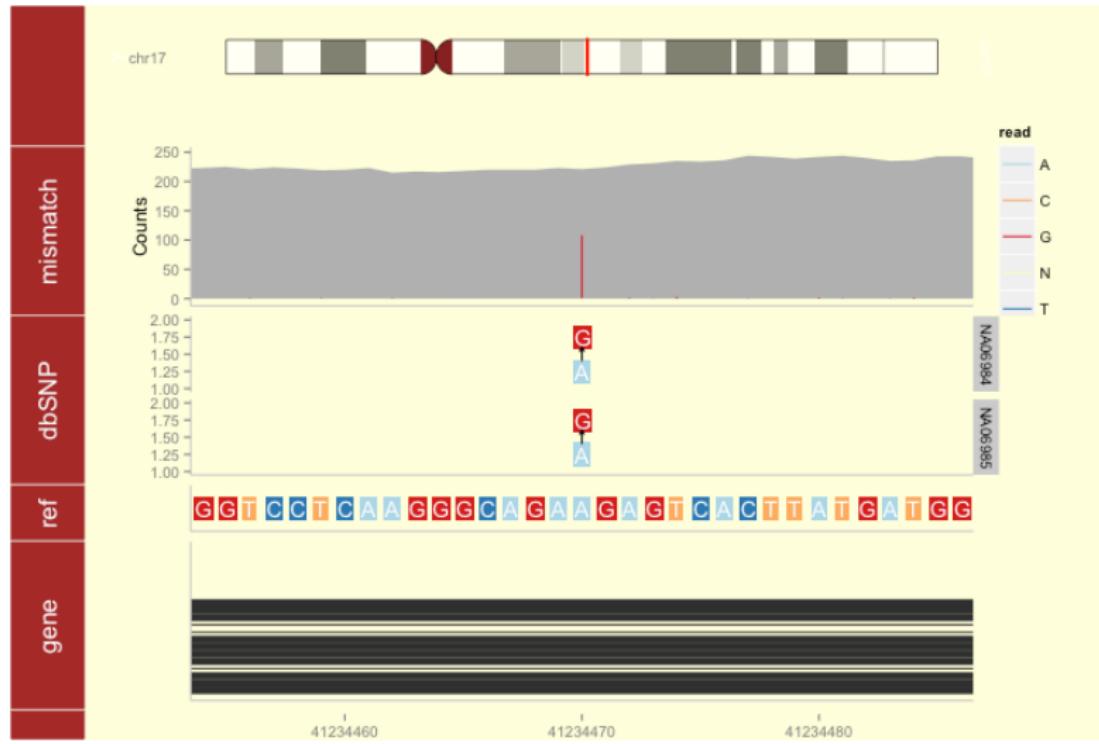
GWAS 数据的曼哈顿图

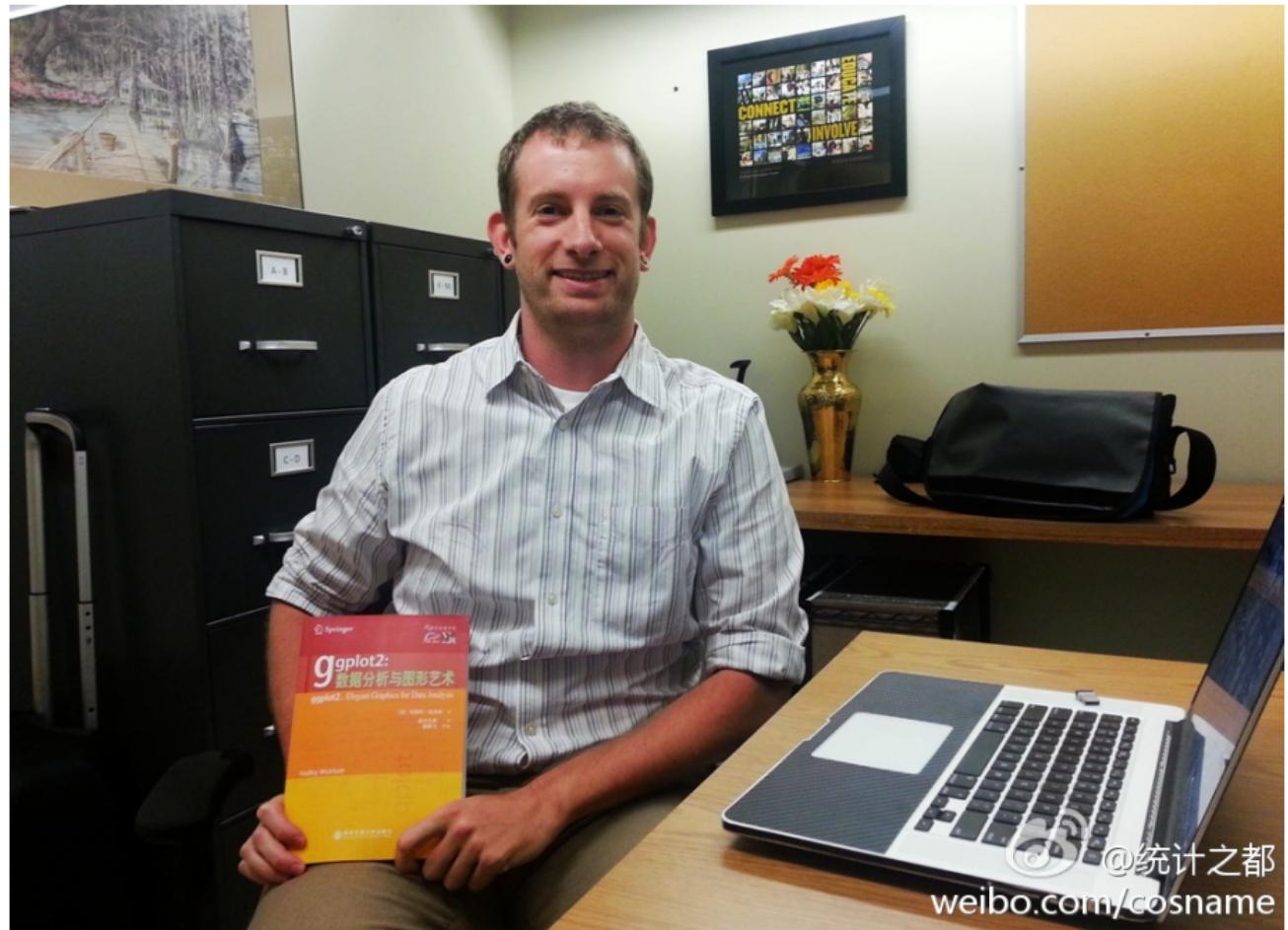


部分 RNA 编辑数据的全基因组分布展示



基因组浏览器的 tracks





@统计之都
weibo.com/cosname



R数据可视化手册

O'REILLY®

[美] Winston Chang 著

肖楠 邓一硕 魏太云 译

邱怡轩 审校

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

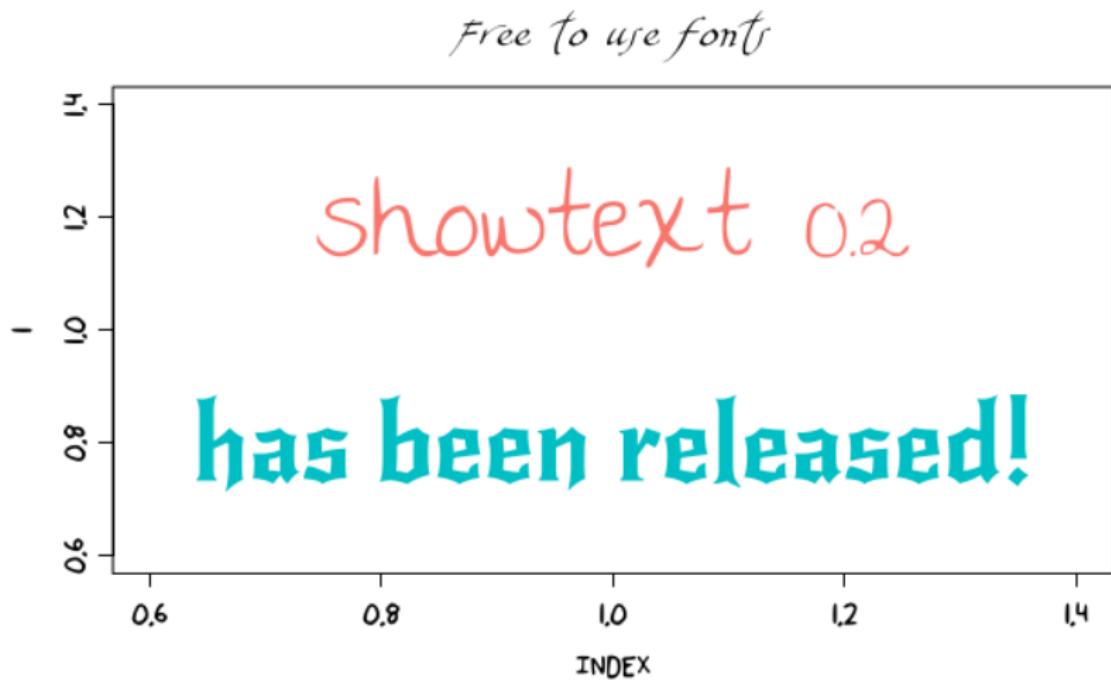
提纲



⑤ 延伸话题

- 字体
- 颜色
- 动画
- js 图形
- 应用 & 微型 BI

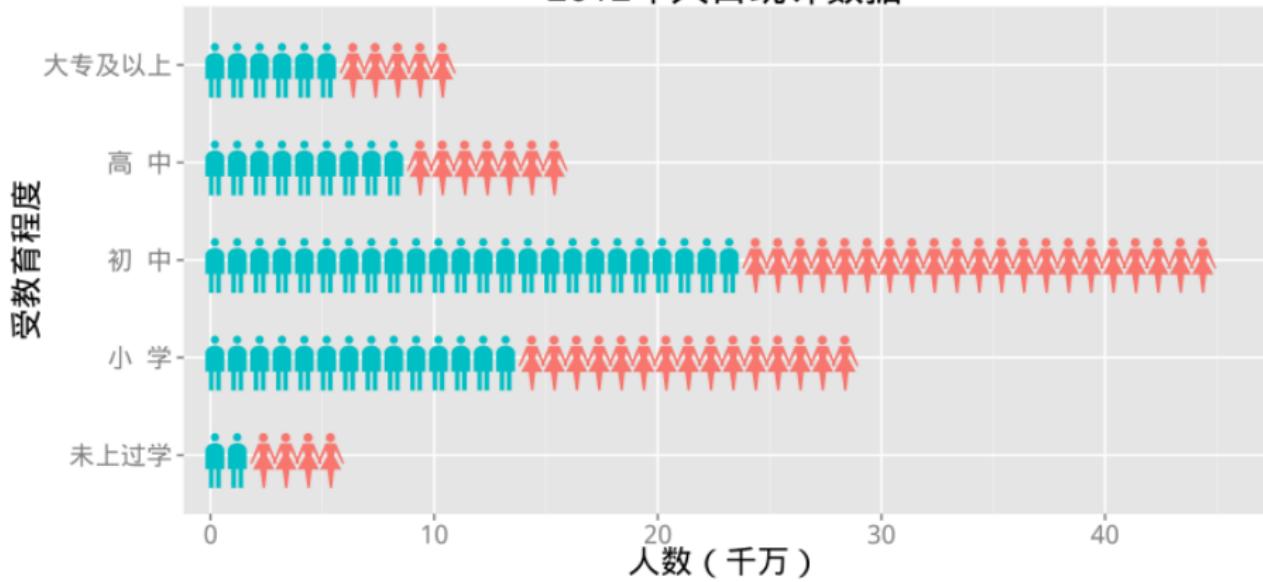
字体神器：showtext 包 & 漫画 style：xkcd 包



<http://cos.name/2014/01/showtext-interesting-fonts-and-graphs/> ↗

文艺图形

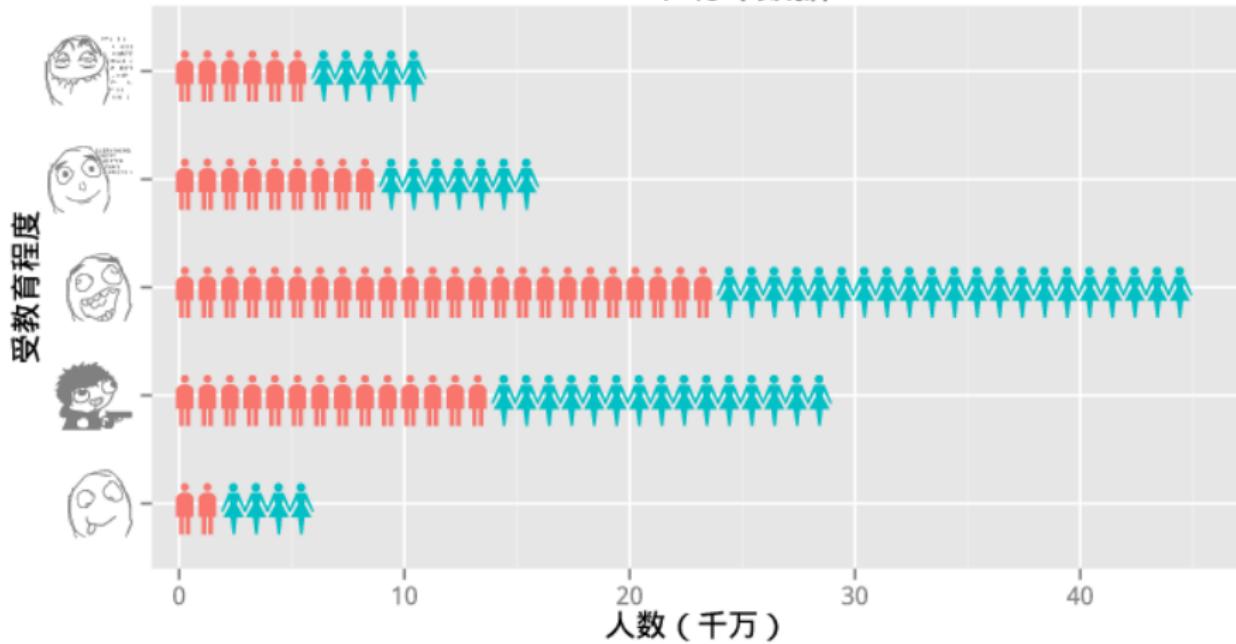
2012年人口统计数据



<http://yixuan.cos.name/cn/2014/01/fonts-in-r-graphics/>

文艺乎？2B 乎？

2012年统计数据



<http://yixuan.cos.name/cn/2014/01/fonts-in-r-graphics/>

色彩选择: 离散系 (RColorBrewer 包提供)



色彩选择: 双色系 (RColorBrewer 包提供)



色彩选择: 单色系 (RColorBrewer 包提供)



animation 包

- ▶ 内置了许多统计模型的动画展示 (k-means、投针试验等)
- ▶ 提供了生成动画的统一框架

R2SWF 包

- ▶ 将图片转换成 SWF 格式，无需安装或下载其它的软件
- ▶ `image2swf()` 用于转换 PNG 或 JPG 图片
- ▶ `svg2swf()` 用于转换 SVG 图片（从而生成的 SWF 动画是矢量的）
- ▶ `dev2swf()` 自动转换 R 代码生成的图片
- ▶ `swf2html()` 用于将 SWF 动画在网页中呈现

例子

- ▶ 生成一段布朗运动的动画

```
library(R2SWF)
if (capabilities("cairo")) {
  olddir = setwd(tempdir())
  svg("Rplot%03d.svg", onefile = FALSE)
  set.seed(123)
  x = rnorm(5)
  y = rnorm(5)
  for (i in 1:100) {
    plot(x <- x + 0.1 * rnorm(5), y <- y + 0.1 * rnorm(5), xlim = c(-3,
      3), ylim = c(-3, 3), col = "steelblue", pch = 16, cex = 2, xlab = "x",
      ylab = "y")
  }
  dev.off()
  output = svg2swf(sprintf("Rplot%03d.svg", 1:100), interval = 0.1)
  swf2html(output)
  setwd(olddir)
}
```

- ▶ movie.html

例子

- ▶ 演示 Kmeans 聚类

```
library(animation)
output = dev2swf({
  par(mar = c(3, 3, 1, 1.5), mgp = c(1.5, 0.5, 0))
  kmeans.ani()
}, output = "test.swf")
swf2html(output)
```

- ▶ test.html

PDF 中的动画

- ▶ 绘图到一个 PDF 文件中
- ▶ \LaTeX `animate` 包

js 图形

recharts by 周扬、魏太云

<https://github.com/taiyun/recharts>

leaflet, d3heatmap, ggvis by RStudio

<https://github.com/rstudio>

rCharts by Ramnath

<https://github.com/ramnathv/rCharts>

其他 googleVis, rHighcharts, rVega,

应用 & 微型 BI

- ▶ RStudio
- ▶ shiny (eg: <https://yihui.shinyapps.io/voice/>)
- ▶ knitr
- ▶ base, ggplot2, recharts 等图形

提纲



⑥ 可视分析案例

- 方韩之争
 - 篮球风云
 - 统计词话
-

方韩之争

- ▶ 以当年微博“方韩”为例，我们想知道与他们各自相关的主题词都有哪些
- ▶ 分析思路

方韩之争

- ▶ 以当年微博“方韩”为例，我们想知道与他们各自相关的主题词都有哪些
- ▶ 分析思路
 - ▶ 获取与“方韩”相关的微博各约 2 万条

方韩之争

- ▶ 以当年微博“方韩”为例，我们想知道与他们各自相关的主题词都有哪些
- ▶ 分析思路
 - ▶ 获取与“方韩”相关的微博各约 2 万条
 - ▶ 对微博内容进行分词，构造词频矩阵，即每条微博是一个观测，语料库中每个词语出现的频率是自变量，微博的主题（关于“方”：0 或关于“韩”：1）是二分因变量

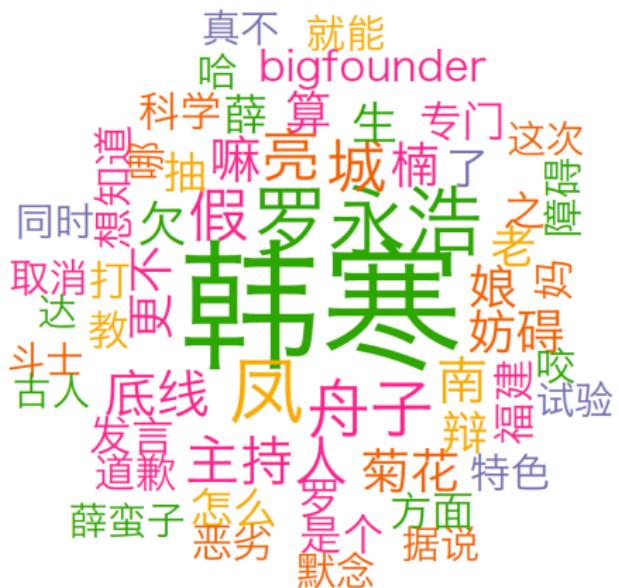
方韩之争

- ▶ 以当年微博“方韩”为例，我们想知道与他们各自相关的主题词都有哪些
- ▶ 分析思路
 - ▶ 获取与“方韩”相关的微博各约 2 万条
 - ▶ 对微博内容进行分词，构造词频矩阵，即每条微博是一个观测，语料库中每个词语出现的频率是自变量，微博的主题（关于“方”：0 或关于“韩”：1）是二分因变量
 - ▶ 对因变量做回归并进行变量选择（LASSO），找到那些最能将因变量区分开来的词语，并判断系数的正负，负的认为是“方”的主题词，正的认为是“韩”的主题词

方韩之争

- ▶ 以当年微博“方韩”为例，我们想知道与他们各自相关的主题词都有哪些
- ▶ 分析思路
 - ▶ 获取与“方韩”相关的微博各约 2 万条
 - ▶ 对微博内容进行分词，构造词频矩阵，即每条微博是一个观测，语料库中每个词语出现的频率是自变量，微博的主题（关于“方”：0 或关于“韩”：1）是二分因变量
 - ▶ 对因变量做回归并进行变量选择（LASSO），找到那些最能将因变量区分开来的词语，并判断系数的正负，负的认为是“方”的主题词，正的认为是“韩”的主题词
- ▶ 可视化结果

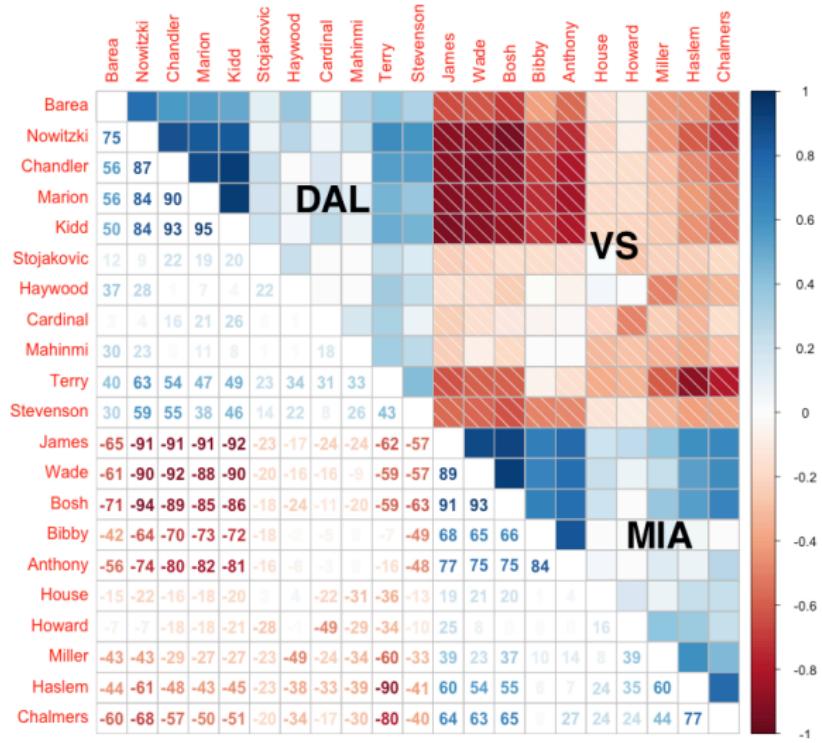
方韩之争



篮球风云

- ▶ 两军对垒，谁是主将？
- ▶ 球员之间的合作关系？
- ▶ 球员之间的对抗关系？

热火 vs 小牛 来自 <http://www.d3coder.com>

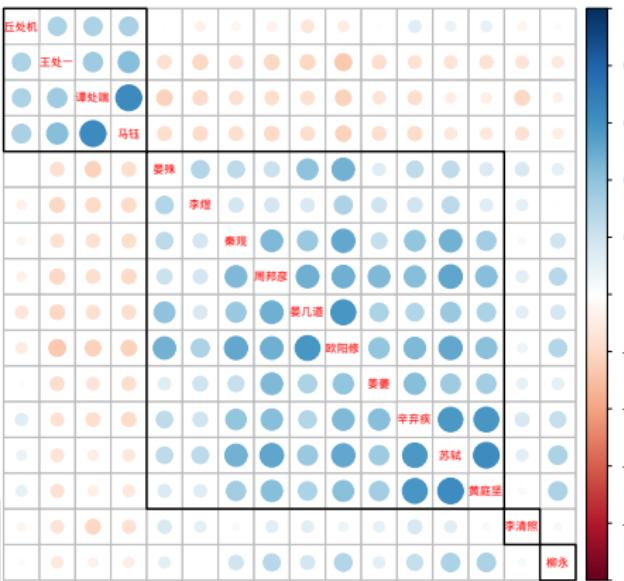
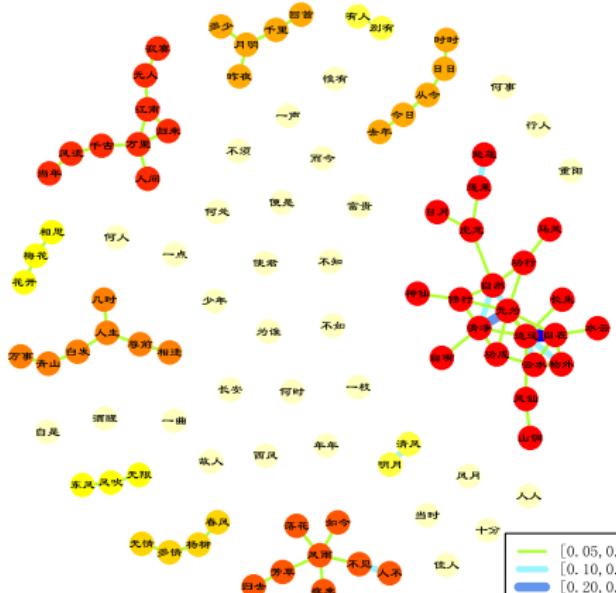


统计词话

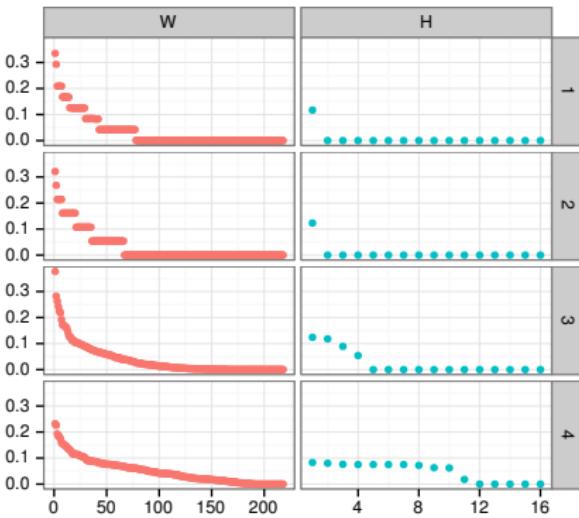
数据：16位词人现存的3391篇词，共434个词牌。已经上传到网页共享，地址为 <http://sdrv.ms/ZkDsat>。

- ▶ 词人：李煜、苏轼、辛弃疾、黄庭坚、欧阳修、秦观、姜夔、李清照、柳永、晏几道、晏殊、周邦彦、**马钰、丘处机、谭处端、王处一**；
- ▶ 词牌：满庭芳、浣溪沙、玉楼春等434个
- ▶ 意象词：人间、神仙、洞天、物外、百年、逍遥等218个。

单向聚类：词人与词人，意象词与意象词



NMF 双向聚类: 词人 ~ 意象词 ($r = 4, \lambda = 0.02$)



三向聚类：词人 ~ 词牌名 ~ 意象词

$$\mathbf{X} \approx \langle \mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C} \rangle \equiv \sum_{r=1}^R \mathbf{a}_r \circ \mathbf{b}_r \circ \mathbf{c}_r \quad (1)$$

$R = 4$ 时候，得到了一组三维聚类关系。

- ▶ 词人 (4 个)，按系数从大到小排序：马钰、王处一、谭处端、丘处机；
- ▶ 意象词 (105 个)，按系数从大到小排序：自然、无为、逍遥、物外、清净、山洞、功行、风仙、人人、自在、重阳、性命、常清、自是、神仙、长生、修行、赴蓬、功成、蓬莱、便是、归去、虎龙、大道、云水、一点、般般、天地、清风、如今……
- ▶ 词牌 (112 个)，按系数从大到小排序：满庭芳、西江月、无梦令、踏云行、苏幕遮、万年春、玩丹砂、爇心香、长思仙、十报恩、卜算子、战掉丑奴儿、桃源忆故人、南柯子、四仙韵、金鸡叫、恣逍遥、黄鹤洞中仙、蓬莱客、采桑子、捣练子、洞中天、瑞鹧鸪、金莲出玉花、望蓬莱、巫山一段云、梅花引、黄河清、神光灿……

提纲



7 总结

总结

总结

- ▶ base：描点画线；积累丰富

总结

- ▶ base：描点画线；积累丰富
- ▶ ggplot2：搭积木；快捷、标准、美观

总结

- ▶ base：描点画线；积累丰富
- ▶ ggplot2：搭积木；快捷、标准、美观
- ▶ js：它山之石，可以攻玉

总结

- ▶ base：描点画线；积累丰富
- ▶ ggplot2：搭积木；快捷、标准、美观
- ▶ js：它山之石，可以攻玉
- ▶ shiny：妈妈再也不担心我做 app 了

总结

- ▶ base：描点画线；积累丰富
- ▶ ggplot2：搭积木；快捷、标准、美观
- ▶ js：它山之石，可以攻玉
- ▶ shiny：妈妈再也不担心我做 app 了
- ▶ R 绘图优势：
 - 1. 积累丰富；
 - 2. 和分析结合；
 - 3. 遍布各个行业。

总结

- ▶ base：描点画线；积累丰富
- ▶ ggplot2：搭积木；快捷、标准、美观
- ▶ js：它山之石，可以攻玉
- ▶ shiny：妈妈再也不担心我做 app 了
- ▶ R 绘图优势：
 - 1. 积累丰富；
 - 2. 和分析结合；
 - 3. 遍布各个行业。
- ▶ R 绘图劣势：
 - 1. 大数据绘图；
 - 2. 动态交互性。
 - 3. 良莠不齐，风格不一。