

11.1.3 三维散点图

散点图和散点图矩阵展示的都是二元变量关系。倘若你想一次对三个定量变量的交互关系进行可视化呢？本节例子中，你可以使用三维散点图。

例如，假使你对汽车英里数、车重和排量间的关系感兴趣，可用 `scatterplot3d` 中的 `scatterplot3d()` 函数来绘制它们的关系。格式如下：

```
scatterplot3d(x, y, z)
```

x 被绘制在水平轴上， y 被绘制在竖直轴上， z 被绘制在透视轴上。继续我们的例子：

```
library(scatterplot3d)
attach(mtcars)
scatterplot3d(wt, disp, mpg,
              main="Basic 3D Scatter Plot")
```

生成一幅三维散点图，见图11-11。

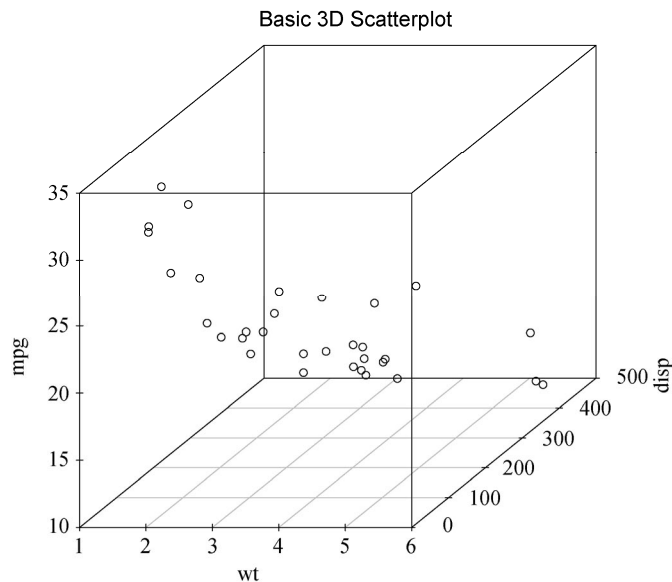


图11-11 每加仑英里数、车重和排量的三维散点图

`satterplot3d()` 函数提供了许多选项，包括设置图形符号、轴、颜色、线条、网格线、突出显示和角度等功能。例如代码：

```
library(scatterplot3d)
attach(mtcars)
scatterplot3d(wt, disp, mpg,
              pch=16,
              highlight.3d=TRUE,
              type="h",
              main="3D Scatter Plot with Vertical Lines")
```

生成一幅突出显示效果的三维散点图，增强了纵深感，添加了连接点与水平面的垂直线（见图 11-12）。

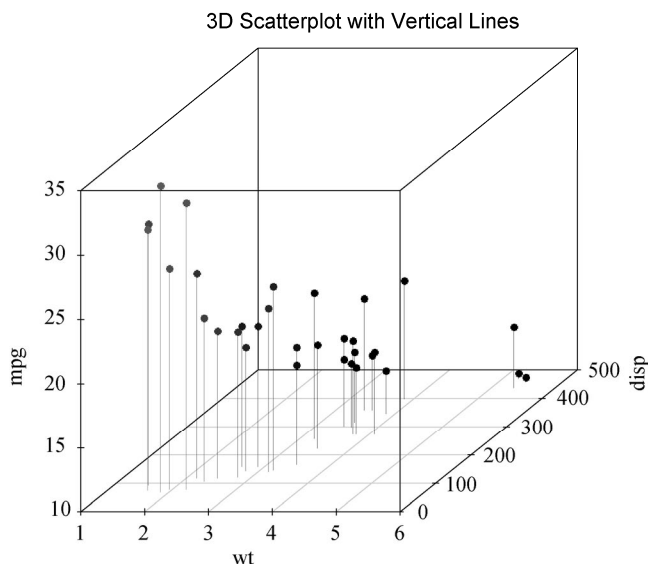


图11-12 添加了垂直线和阴影的三维散点图（另见彩插图11-12）

作为最后一个例子，我们在刚才那幅图上添加一个回归面。所需代码为：

```
library(scatterplot3d)
attach(mtcars)
s3d <- scatterplot3d(wt, disp, mpg,
  pch=16,
  highlight.3d=TRUE,
  type="h",
  main="3D Scatter Plot with Vertical Lines and Regression Plane")
fit <- lm(mpg ~ wt+disp)
s3d$plane3d(fit)
```

结果见图11-13。

图形利用多元回归方程，对通过车重和排量预测每加仑英里数进行了可视化处理。平面代表预测值，图中的点是实际值。平面到点的垂直距离表示残差值。若点在平面之上则表明它的预测值被低估了，而点在平面之下则表明它的预测值被高估了。多元回归内容见第8章。

旋转三维散点图

如果你能对三维散点图进行交互式操作，那么图形将会更好解释。R提供了一些旋转图形的功能，让你可以从多个角度观测绘制的数据点。

例如，你可用 **rgl** 包中的 **plot3d()** 函数创建可交互的三维散点图。你能通过鼠标对图形进行旋转。函数格式为：

```
plot3d(x, y, z)
```

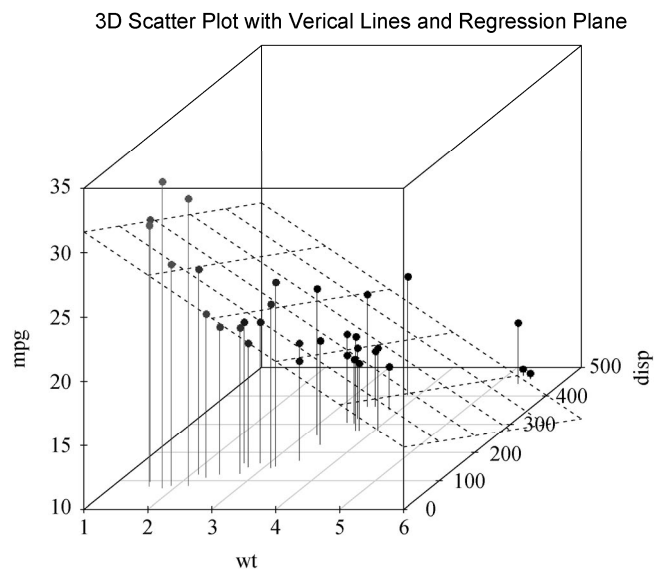
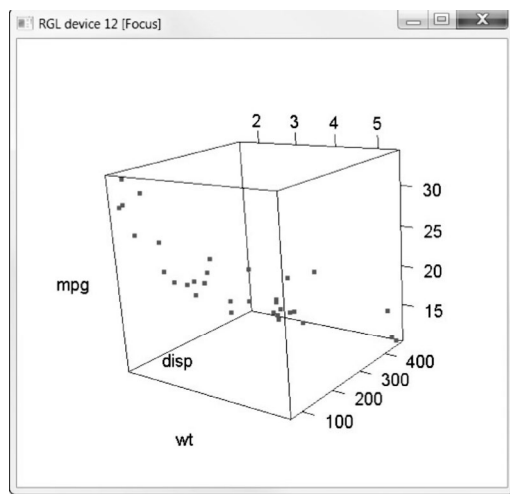


图11-13 添加了垂直线、阴影和回归平面的三维散点图

其中 x 、 y 和 z 是数值型向量，代表着各个点。你还可以添加如`col`和`size`这类的选项来分别控制点的颜色和大小。继续上面的例子，使用代码：

```
library(rgl)
attach(mtcars)
plot3d(wt, disp, mpg, col="red", size=5)
```

你可获得如图11-14所示的图形。通过鼠标旋转坐标轴，你会发现三维散点图的旋转能使你更轻松地了解图形。

图11-14 rgl包中的`plot3d()`函数生成的旋转三维散点图

你也可以使用Rcmdr包中类似的函数`scatter3d()`：

```
library(Rcmdr)
attach(mtcars)
scatter3d(wt, disp, mpg)
```

结果图形见图11-15。

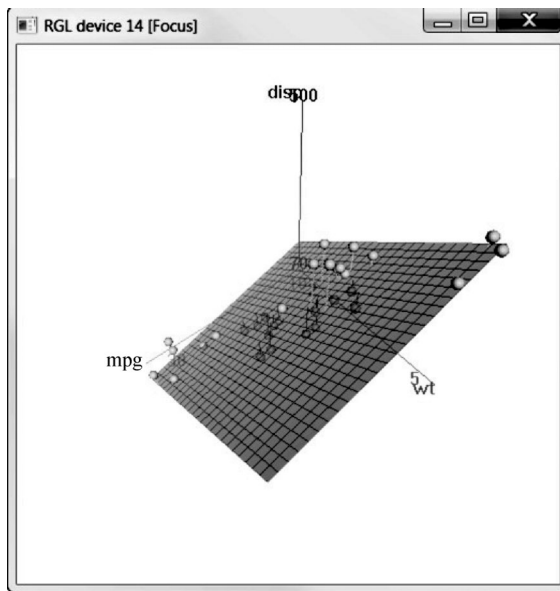


图11-15 Rcmdr包中的`scatter3d()`生成的旋转三维散点图

`scatter3d()` 函数可包含各种回归曲面，比如线性、二次、平滑和附加等类型。图形默认添加线性平面。另外，函数中还有可用于交互式识别点的选项。通过`help(scatter3d)`可获得函数的更多细节。在附录A中，我将对Rcmdr包做更详细的介绍。

11.1.4 气泡图

在之前的章节中，我们通过三维散点图来展示三个定量变量间的关系。现在介绍另外一种思路：先创建一个二维散点图，然后用点的大小来代表第三个变量的值。这便是气泡图 (bubble plot)。

你可用`symbols()` 函数来创建气泡图。该函数可以在指定的(x, y)坐标上绘制圆圈图、方形图、星形图、温度计图和箱线图。以绘制圆圈图为例：

```
symbols(x, y, circle=radius)
```

其中x、y和radius是需要设定的向量，分别表示x、y坐标和圆圈半径。

你可能想用面积而不是半径来表示第三个变量，那么按照圆圈半径的公式 ($r = \sqrt{A/\pi}$) 变换即可：

```
symbols(x, y, circle=sqrt(z/pi))
```

z即第三个要绘制的变量。

现在我们把该方法应用到mtcars数据集上，x轴代表车重，y轴代表每加仑英里数，气泡大小代表发动机排量。代码如下：

```
attach(mtcars)
r <- sqrt(disp/pi)
symbols(wt, mpg, circle=r, inches=0.30,
        fg="white", bg="lightblue",
        main="Bubble Plot with point size proportional to displacement",
        ylab="Miles Per Gallon",
        xlab="Weight of Car (lbs/1000)",
        text(wt, mpg, rownames(mtcars), cex=0.6)
detach(mtcars)
```

生成图形见图11-16。选项inches是比例因子，控制着圆圈大小(默认最大圆圈为1英寸)。text()函数是可选函数，此处用来添加各个汽车的名称。从图中可以看到，随着每加仑汽油所行驶里程的增加，车重和发动机排量都逐渐减少。

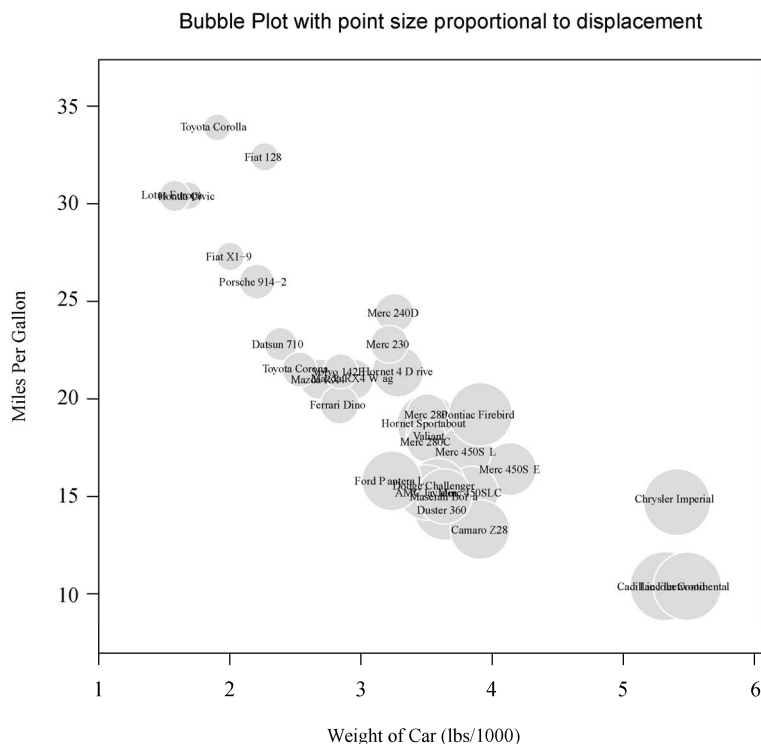


图11-16 车重与每加仑英里数的气泡图，点大小与发动机排量成正比

一般来说，统计人员使用R时都倾向于避免用气泡图，原因和避免使用饼图一样：相对长度的判断，人们对体积/面积的判断通常更困难。但是气泡图在商业应用中非常受欢迎，因此我还是将其包含在了本章里。