LaTeX 插图与绘图简介

ChinaTeX 在线培训课程

邓东升（ddswhu）

Fudan University

School of Economics

目录安排

引言

西方学者常说：A picture is worth a thousand words。译作：一图胜千言，意思是说，一幅图形可以简单明确地表达很多错综复杂，千言万语都难以描述的信息。所以说一篇优秀的论文应该是图文并茂。

LaTeX 的绘图功能比较简单，如使用 LaTeX 相关的各种绘图宏包或者绘图工具比如：METAPOST、PSTricks、PGF (TikZ) 等，借助这些工具我们可以画图非常复杂的图形，但缺点是不直观，命令繁琐，不易熟练掌握。

现在，通常是用 Matlab、R、Visio 等功能强大的绘图工具先把图形画好，然后插入到 LaTeX 源文件中。

一个简单的例子

需要插入的图片（ logo.png ）在我们的主文件夹内，我们使用 PDFLaTeX 编译，图片的宽度为 0.3 * 文档宽度（ \textwidth ），标题为 “这是一个 LOGO”，为方便引用，我们设置标签为 “fig:elegantlatex_logo”。使用到的命令如下：

```
\begin{figure}[htbp]
  \centering
  \includegraphics[width=0.3\textwidth]{logo.png}
  \caption{这是一个 LOGO\label{fig:elegantlatex_logo}}
\end{figure}
```

Figure: 这是一个 LOGO

位图

图形的存储格式很多，一般分为两大类：位图与矢量图，都是以数字形式存储，解释方法各不相同。

位图（bitmap）： 也称点阵图，栅格图象，像素图。

- 最小单位由像素（Pixel）构成的图，缩放会失真；
- 由像素阵列的排列来实现其显示效果的；
- 每个像素有自己的颜色信息，可操作对象为像素（HSB）。
- 每英寸所拥有的像素数目用 PPI（分辨率的单位）表示。

矢量图

矢量图（vector）： 也叫做向量图。

- 由数学公式定义的线段和曲线组成；
- 纪录了元素形状及颜色的算法；
- 可以将其任意缩放和旋转，都不会失真；
- 矢量图与分辨率无关；
- 矢量图文件尺寸一般比较小

编译方式与图形格式支持

我们通常使用 LaTeX、PDFLaTeX、XeLaTeX 编译源文件。各种编译方式下图形格式支持如下：

1. LaTeX 只支持 EPS、PS 图形文件；
2. PDFLaTeX 支持 PNG、PDF、JPEG 格式图形文件，不支持 EPS；
3. XeLaTeX 直接支持 BMP、JPEG、PNG、EPS 和 PDF。

注意事项：

在使用 PDFLaTeX 时，如果要插入 EPS，可以先把 EPS 转化为其他格式（比如 PDF、JPG），或者在导言区加载 epstopdf。

批量得到 eps 图档

虽然「LaTeX 只能识别 EPS 格式的图档」是多年的误传，但是仍有许多杂志和期刊只接受 EPS 格式的图档。所以，尽管在日常使用中，我们很少会用到 EPS 格式，但是有时候不得不用。

在现在的 TeX 发行版中，一般都带有一个 bmeps 的小程序，它能将 PNG，JPEG 和 BMP 等格式的位图转换成 EPS 格式的图档。以 JPEG 格式为例，批处理命令（来源于小 L）如下：

```
for /f %%i in ('dir /b *.jpg') do (
   @echo %%i
   bmeps -c %%i %%~ni.eps
   @echo Finished
   )
```

点击此处有惊喜！

使用 ImageMagick 得到灰度图

在实际写作中，我们更可能需要用到灰度图，这里推荐使用 ImageMagick（需要自行安装），这个一个非常强大的图形处理软件。单个图片的转化使用 `convert 1.jpg -colorspace Gray 1_out.jpg`。

送福利时刻：

```
mkdir out
for %%B in (*.jpg) do convert "%%B" -colorspace Gray "out/%%B"
```

戳这里有奖！

BoundingBox 问题

由于历史原因，LaTeX 编译程序不能提取 JPEG、PNG 等点阵图形的尺寸信息，所以它在处理这些图形文件时需要范围框。PDFLaTeX 和 XeLaTeX 的用户可以跳过本节内容。

EPS 的范围框如下，其中前两个参数是图形左上角的坐标 (通常就是原点)，后两个参数是右下角的坐标，缺省长度单位是 bp。

```
%!PS-Adobe-2.0 EPSF-2.0
%%BoundingBox: 0 0 510 284
```

有了范围框，LaTeX 在编译源文件时就可以为插图预留空间；它输出的 DVI 只记录图形尺寸和文件名，因为具体的图形处理由后面的驱动负责。找不到范围框时，LaTeX 就会报错，

```
! LaTeX Error: Cannot determine size of graphic in fig.png
(no BoundingBox).
```

解决 BoundingBox 方案一

在使用 LaTeX 编译的时候，比较好解决 BoundingBox 缺失问题的方法是使用 bmpsize 宏包（谢谢小 L），使用方法如下：

```
\documentclass{article}
\usepackage[dvipdfm]{graphicx}
\usepackage{bmpsize}
\begin{document}

\includegraphics{logo.png}

\end{document}
```

解决 BoundingBox 方案二

有两种方法可以为点阵图形提供范围框：

1. 准备一个单独的范围框文件；
2. 插入图形时加范围框参数。

使用 TeX 发行版中的 ebb 小工具可以获取 BoundingBox 信息，比如下面的命令会生成一个 1.bb 文件。

```
ebb 1.jpg
```

使用范围框文件：

```
\DeclareGraphicsRule{.jpg}{eps}{.bb}{}
\includegraphics[width=0.6\textwidth]{1.jpg}
```

使用范围框参数：

```
\includegraphics[bb=0 0 300 200,width=0.6\textwidth]{1.jpg}
```

插图基本命令

我们插图一般使用到的宏包是 graphicx，插图的基本命令如下：

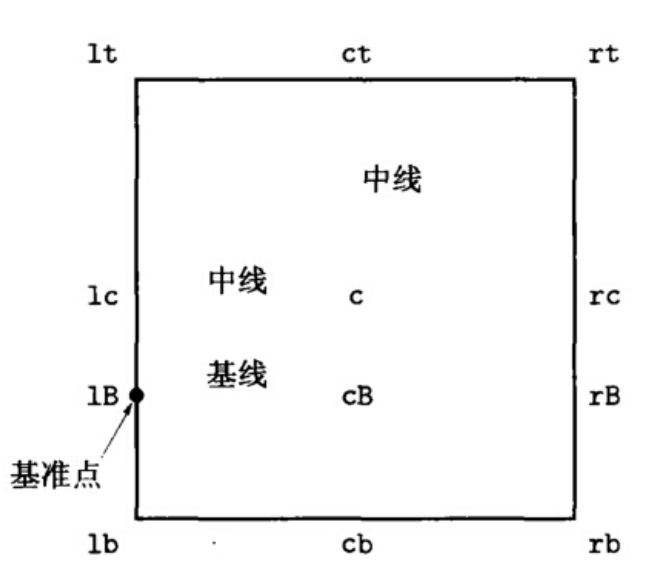
```
\usepackage{graphicx}
\includegraphics[width=0.5\textwidth]{fig.png}
```

使用 LaTeX 时，如果事先没有生成.bb 文件的话，需要或加范围框参数。PDFLaTeX 和 XeLaTeX 不需要该参数。

图形操作参数说明

`\includegraphics` 命令有一些参数选项可以用于缩放、旋转、裁剪等图形操作，简要说明如下：

- `width=x,height=y`：宽度和高度，绝对尺寸，可用任意长度单位；
- `scale=s`：缩放比，相对尺寸，使用上面参数与缩放时，绝对尺寸起作用；
- `keepaspectratio`：保持长宽比；
- `angle=a`：旋转角度；
- `origin=hv`：旋转中心，（参考右图）；
- `trim=l b r t`：左下右上裁剪值；



文件名与路径

若想省略文件后缀或路径名，可以使用下面的命令：

```
\DeclareGraphicsExtensions{.eps,.mps,.pdf,.jpg,.png}
\DeclareGraphicsRule{*}{eps}{*}{}
\graphicspath{{C:/secret_garden/}}
\graphicspath{{./img/}}
\graphicspath{{first_dir/}{second_dir/}{third_dir/}}
```

说明如下：

1. 第一行指定后缀列表让编译程序自行查找；
2. 第二行指出未知后缀的都是 EPS；
3. 后三行设置缺省搜索路径，分别使用了绝对路径、相对路径、多个路径。

figure 环境

插图通常需要占据大块空间，所以在文字处理软件中用户经常需要调整插图的位置。figure 环境可以自动完成这样的任务；这种自动调整位置的环境称作浮动环境 (float)，还有一个常用到的浮动环境是 table。

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\includegraphics{myphoto.jpg}
\caption{有图有真相}
\label{fig:myphoto}
\end{figure}
```

Figure: 有图有真相

并排摆放，共享标题

当我们需要两幅图片并排摆放，并共享标题时，可以在 figure 环境中使用两个 \includegraphics 命令：

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\includegraphics{leftfoot.png}
\includegraphics{rightfoot.png}
\caption{向左走向右走}
\end{figure}
```

Figure: 向左走向右走

并排摆放，各有标题

如果想要两幅并排的插图各有自己的标题，可以在 figure 环境中使用两个 minipage 环境，每个里面插入一幅图。不用 minipage 的话，因为插图标题的缺省宽度是整个行宽；两幅插图就会上下排列。

Figure: 向左走

Figure: 向右走

并排摆放，各有标题

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\begin{minipage}{60pt}
\centering
\includegraphics[scale=0.4]{leftfoot.png}
\caption{向左走}
\end{minipage}
\hspace{10pt}%
\begin{minipage}{60pt}
\centering
\includegraphics[scale=0.4]{rightfoot.png}
\caption{向右走}
\end{minipage}
\end{figure}
```

\caption 命令会把环绕它的 minipage 环境“变成” figure 环境。

并排摆放，共享标题，各有子标题

如果想要两幅并排的图片共享一个标题，并且各有自己的子标题，可以使用 Steven D. Cochran 开发的 subfig 宏包。它提供的 \subfloat 命令，并且总图和子图可以分别有标题和引用。

(a) 向左走 *(b)* 向右走

Figure: 向左走向右走

注意： 对于子图的支持，还有另外一个更新的宏包：subcaption，推荐大家使用。不过，两者都存在各自的问题，关于 subfig 和 subcaption 的讨论与比较，请参考 http://tex.stackexchange.com。

并排摆放，共享标题，各有子标题

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\subfloat[向左走]{
  \label{fig:subfig_a}
  \includegraphics[scale=0.4]{leftfoot.png}
}
\hspace{10pt}%
\subfloat[向右走]{
  \label{fig:subfig_b}
  \includegraphics[scale=0.4]{rightfoot.png}
}
\caption{向左走向右走}
\label{fig:subfig}
\end{figure}
```

METAPOST 绘图

1980 年代末 John D. Hobby 设计了一种绘图语言以及编译器，这就是 METAPOST，METAPOST 灵感来源于 Knuth 的 METAFONT。它的输出是 EPS，支持彩色，可以在图形中做文字标注，并且插入 TeX 源码，不过也继承了 METAFONT 的一些缺点：数值变量精度较低，且绝对值不能超过 4096；只支持部分 PostScript 功能。

1. 一个 METAPOST 中可以包含多个图形，注意开始与结束声明；
2. 使用 mpost 生成的文件是 MPS（特殊 EPS）；
3. 借助 EMP 宏包可以在 LaTeX 中直接用 METAPOST 绘图。

PSTricks 绘图

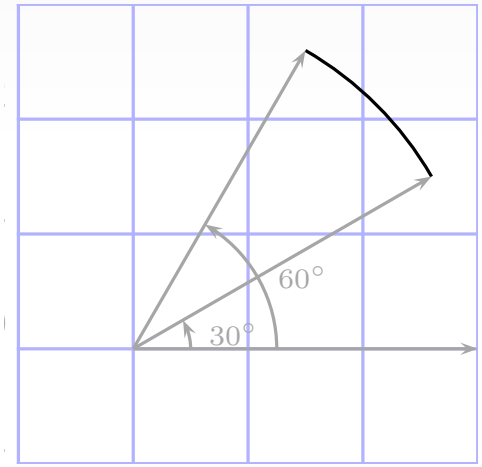
PSTricks 是一个基于 PostScript 的绘图包，有了它用户就可以直接在 LaTeX 文档中插入绘图命令。PSTricks 作者是 van Zandt, 1997 年之后由 Herbert Voß 以及 Denis Girou 等人在维护。

- PSTricks 中缺省长度单位是 1cm；
- 绘图命令放在 pspicture 环境里；
- 需要指定画布的大小，即作图左下右上的坐标；
- 注意这个矩形要能容纳所有图形对象；
- 支持 `LaTeX`，`XeLaTeX` 在线编译。

更多内容参考：*Graphics with PSTricks*。

PSTricks 示例

```
\begin{pspicture}(-1,-1)(3,3)
 \psgrid[gridcolor=blue!30,
       gridlabelcolor=black!40,
       subgriddiv=1]
  \psarc(0,0){3}{30}{60}
  \SpecialCoor
  \psline[linecolor=mygray]{->}(0,0)(3,0)
  \psline[linecolor=mygray]{->}(0;0)(3;30)
  \psline[linecolor=mygray]{->}(0;0)(3;60)
  \psarc[linecolor=mygray]{->}(0,0){0.5}{0}{30}
  \psarc[linecolor=mygray]{->}(0,0){1.25}{0}{60}
  \uput[r](0.5;15){
    \color{mygray}$\scriptstyle 30^\circ$}
  \uput[r](1.25;30){
    \color{mygray}$\scriptstyle 60^\circ$}
\end{pspicture}
```



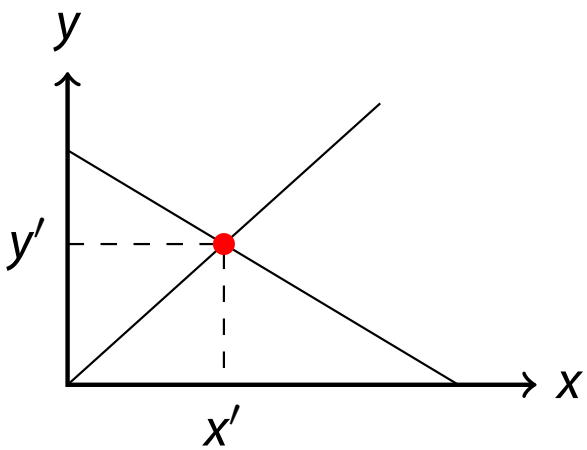
TikZ 绘图

PGF 和 Beamer 的作者都是 Till Tantau。Tantau 当初开发 Beamer 是为了准备 2003 年他的博士学位论文答辩，之后它在 CTAN 上流行开来。2005 年 PGF 从 Beamer 项目中分离出来，成为一个独立的宏包。而 TikZ 是 PGF 的前端，我们一般都是用 TikZ。

1. 配合恰当算法可以得到非常精确的结果；
2. 支持 PDFLaTeX 与 XeLaTeX 等；
3. 编译速度快，非常舒服的体验；
4. 学习难度大，绘图代码不直观更加复杂。

TikZ 示例

```
\begin{tikzpicture}
\draw [<->,thick] (0,2) node (yaxis) [above] {$y$}
   |- (3,0) node (xaxis) [right] {$x$};
\draw (0,0) coordinate (a_1) -- (2,1.8) coordinate (a_2);
\draw (0,1.5) coordinate (b_1) -- (2.5,0) coordinate (b_2);
\coordinate (c) at (intersection of a_1--a_2 and b_1--b_2);
\draw[dashed] (yaxis |- c) node[left] {$y'$}
   -| (xaxis -| c) node[below] {$x'$};
\fill[red] (c) circle (2pt);
\end{tikzpicture}
```



关于我

邓东升，就读于复旦大学经济学院（硕士），2010 接触 LaTeX，LaTeX 用户以及爱好者，比较热衷于 beamer、绘图（TikZ）、模板设计等。2013 年与黄晨成共同建立 ElegantLaTeX，发布 ElegantBook 等模板。

主页：http://ddswhu.com/

链接：http://elegantlatex.org/

邮箱：ddswhu@outlook.com