1. 资源分类简介

我们想展示的网络空间资源，是在网络空间中，使用网络空间手段，能够探测和感知的IP化实体。从资源类别的角度来看，一般而言，我们将网络资源分为基础设施、应用服务、数据资源、虚拟主体四大类。

这四大类资源又可以进一步细分，例如基础设施可以进一步分成自治域、网络、中间节点、终端节点、链路这几类，这其中就有常用的路由器、交换机等等；应用服务类则可以进一步分成有机服务和无机服务，常见的各种协议，如http、smtp等都隶属于无机服务；而各种脚本则属于数据资源的代码类……

这样按类别细分之后，更有助于理解抽象的网络空间，更有利于增强我们对网络空间资源图谱的认识和把控，为我们将网络空间资源可视化打下了基础。

2. 圆饼图可视化方法简介：

在加强了自己对网络空间资源的理解之后，为了更好地向其他人展示网络空间资源，我们需要将网络空间资源可视化。

可视化有很多途径，诸如绘制地理坐标系、绘制拓扑图、绘制Hilbert的IP二维空间。

对于资源分类这样有层次结构的分类，最常用的可视化手段是树状图。但是在网络空间资源展示的时候，树状图存在着问题：网络空间资源有非常多的子类，若放在树状图中，会显得树叶部分极其拥挤，很不美观，展示效果比较差。我们想使用更新颖、更美观的可视化手段来展示网络空间资源。

为此我们决定采用大作业布置说明中推荐使用的圆饼图。圆饼图由许多层圆构成，每一层圆代表一个分类的层级，一个圆上分布着多个节点，每个节点代表一个子类。例如最中心的节点是“网络空间资源”，向外半径最小的圆上有4个节点，分别是“基础设施”“应用服务”“数据资源”“虚拟主体”，再向外半径第二小的圆上有更多的节点，分别是上述4个节点的各个子类。而具体某一层的各个节点处在该层圆的什么位置，是由简单的力学模型确定的：将各个节点向外施加的排斥力视作和距离以某种关系（反比、平方反比等）负相关，不断迭代得到一个近似平衡的位置。这样的圆饼图，在新颖度和美观度上都优于普通的树状图。

将圆饼图嵌入我们的搜索系统中，我们预期的效果是：悬停到某一节点上时，该节点会放大；点击该节点，可以返回包含该节点对应的资源的IP地址，再点击IP地址则可以查看该IP下开放的资源的详细情况。这样一来，用户想要查看某一种资源的使用情况时，直接按照资源分类寻找到对应的节点即可。

3. 代码实现

首先将分类关系按一定的格式写成csv文件，用R读入，进行相关的处理之后，再导入R语言中非常流行的一个可视化工具包networkD3，用networkD3中的radialNetwork函数，即可画出我们需要的圆饼图。

library(networkD3)

rsplit = function(x){  
 x = x[!is.na(x[,1]),,drop=FALSE]  
 if(nrow(x)==0) return(NULL)  
 if(ncol(x)==1) return(lapply(x[,1], function(v) list(name=v)))  
 s = split(x[,-1, drop=FALSE], x[,1])  
 unname(mapply(function(v,n) {if(!is.null(v)) list(name=n, children=v) else list(name=n)}, lapply(s, rsplit), names(s), SIMPLIFY=FALSE))  
}  
raw = read.csv("rc.csv", stringsAsFactors = F)  
raw[raw == ""] = NA  
re = rsplit(raw)[[1]]  
  
radialNetwork("rc.csv", List = re, fontSize = 8, nodeColour = list("lightblue"))

##############（这里放出圆饼图和demo演示的过程的几张图）###############

4. 困难与不足

① 最初我们打算阅读数据可视化领域的相关资料，手动实现圆饼图中的静力平衡模型的可视化布局算法，但由于时间原因，最终还是直接使用了R的现成的包进行绘图。

② 在实现圆饼图的交互时，由于是直接用R画图再嵌入html中，所以无法在前端直接实现交互；而各个节点的实际坐标也未知。故最后使用了比较笨的“硬编码”的方法，用其他工具逐个手动提取出圆饼图中各个节点的坐标，直接把坐标的具体数字写入html中。这一过程比较耗时耗力。作为样例demo，目前只实现了snmp、ssh、http、https四个节点。可能的解决方法有：参考当前使用的networkD3的radialNetwork源码中的算法，不使用R，而是在web前端直接手动实现相应的算法，将对应的节点设为可以直接响应鼠标点击事件的类型；或者通过图形学的一些算法，自动识别出圆饼图中各个节点的坐标。

③ 由于访问权限、防火墙等的存在，许多资源无法通过直接的主动测量获取，实际能直接获取的资源比较有限，所以圆饼图中很多节点其实是很难实现的。再加上nmap本身的不稳定性，能获取到的部分类型的资源也很可能不全。想要解决这一问题，只能采用更高级更稳定的测量方法，而且拥有比较高的权限，才能获得好的相对完整的数据。

综上所述，当前做出来的圆饼图和资源搜索功能仅能作为一个demo，可能并没有多少实际应用的价值，但倘若拥有足够丰富完整的数据，再按照上文所述的方法进行改进，则可以成为之后展示网络空间资源的一种思路。