

rumor

小鹤

目录

1	谣言的传播	2
1.1	个人对于谣言的兴趣程度	2
1.2	个人对谣言的观点	2
1.3	谣言传播规则	3
1.4	谣言的传播过程	4
1.5	参数的确定	4
1.6	衡量的指标	4
1.7	目标	4
1.8	说明	4
2	有向网络的传播	5
2.1	建立网络	5
2.2	给个体分配属性	6
2.3	看法以及感兴趣程度	6
2.4	计算不同概率的公式	6
3	传播过程	7
4	结果的指标统计	11
4.1	传播者/接受者的数量变化	11
4.2	rumor 传播情况（感染人数）	12
4.3	rumor 人气的衡量	13
4.4	群体关于谣言的观点	14
4.5	rumor 影响，感染人数	18

1 谣言的传播

传播模型的来源^[1]。

1.1 个人对于谣言的兴趣程度

1. 个人对谣言感兴趣的程度随着时间的增加而呈现波浪形的衰退，由以下公式表示

$$A(t) = A_{int}e^{-\beta t}\cos(\omega t + \delta) \quad (1)$$

其中 $A(t)$ 是 t 时刻个人对谣言感兴趣的程度， A_{int} 是初始的感兴趣程度， β 是个人的文化程度背景， ω 是个人的遗忘因素，每个人的记忆能力不同， δ 是的对于谣言的源头的信任程度，决定了犹豫机制。

1.2 个人对谣言的观点

1. 谣言被分为四类：否认，中立，质疑，支持。我们引入个人 v 对谣言的看法 $B_v, B_v \in (-\infty, 0]$ 代表了否认， $B_v \in [0, 10]$ 代表了中立， $B_v \in [10, 20]$ 代表了质疑， $B_v \in [20, \infty]$ 代表了支持。由此文献支持^[2]，展现了人们会出现一种类似牛群的心态，这种心态使人们盲目跟随他人，借用他们的意见。但是，当个人多次收到相同的信息时，由于信息冗余，对个人的影响可能不会像最初那样大^[3]。所以个人针对谣言的观点定义如下：

$$B_v(t) = \sum_{u \in \mathbb{N}^v} \sum_{j=1}^n \frac{B_u(t-1)}{j}, \quad for \quad t > 0 \quad (2)$$

其中 \mathbb{N}^v 是个体 v 的邻居节点的集合， n 是个体 v 受到单个邻居影响的次数。

2. 可以使用的验证数据有重庆公交车坠河与女司机被人肉。此文^[4]进行了分析。
3. 本次模型使用了 RA 模型进行观点的交互。

1.3 谣言传播规则

1. 本节的重点在谣言如何在多个在线社交网络（online social networks, OSNs）进行传播，关注了人机交互，主要回答了以下问题：谣言什么时候被发送？什么时候会被接受？会在哪一层网络被发送？
2. 带有 n 个网络的 OSNs 由 $\mathbb{G}^n = (I, G^n)$ 表示，其中 $I = (V, C)$ 代表了个体集；对于每个个体来说， $i \in I$ 由以下两个内容表示，即 $v \in V$ 节点和 $c \in C$ 个性。个性决定了每个人对于谣言的不同反应，具体可参考 1.1。集合 $G^n = \{G_1 = (V, E_1), G_2 = (V, E_2), G_3 = (V, E_3), \dots, G_n = (V, E_n)\}$ 是 n 个网络的集合，其中 $G_i = (V, E_i)$ 是代表网络的有向图。如果 $v \in G_i$ 但是 $v \notin G_j$ ，那么 v 在 G_j 中就是孤立的点。
3. 谣言的传播经过了以下三个步骤：选择某个网络的概率，发布谣言的概率，接受谣言的概率。
4. 由于大多数人喜欢自己受到别人关注，我们认为个体 u 在网络 k 进行发布的概率取决于他在网络 k 的 in-degree，所以在 \mathbb{G}^n 中选择网络 k 的概率为

$$p_u^k = \frac{d_{in}^k(u)}{\sum_{i=1}^n d_{in}^i(u)} \quad (3)$$

其中 $d_{in}^i(u)$ 代表了个体 u 在第 i 层网络的 in-degree。

5. 发布谣言的概率，这个概率与个人教育背景，遗忘因素，犹豫机制，如果个人越对谣言感兴趣，就越可能发布，所以用 $A(t)/A_{int}$ 表示，在 t 时刻的概率如下：

$$p_u^{send}(t) = e^{-\beta t} |\sin(\omega t + \delta)| \quad (4)$$

6. 接受的概率。我们认为个体具有更高的 in-degree，影响力越大^[5]，但是具有高 in-degree 的个体不容易受到影响，所以在 k 层发送者 u 和接受者 v 接受概率的公式如下

$$p_{v,u}^{acc} = \frac{1}{1 + d_{in}^k(v)/d_{in}^k(u)} \cdot P \quad (5)$$

P 为传播过程中的概率参数。

7. 两个节点 u, v 在 k 层的谣言传播概率如下：

$$p_{u,v}^k(t) = p_u^k \cdot p_u^{send}(t) \cdot p_{u,v}^{acc} \quad (6)$$

1.4 谣言的传播过程

1. 在时间 $t = 0$ ，一些个体会在 \mathbb{G}^n 的不同层中散播谣言，这些个体对谣言有着不同的观点 (opinion)，其他的个体对这件事不知情。在此过程中，如果有无知的个体根据公式 (6) 接受谣言，他们也会成为传播者，行为会遵循公式 (1)，
2. 每个时间点有人接受了谣言，接受者针对谣言的观点就会根据公式 (2) 进行更新。个人可以接受多个谣言，但是只能传递每个接受的谣言一次。当参与者对谣言的兴趣消退时，便不会参与传播过程。
3. 当谣言的人气恶化时，传播过程就结束了。在传播过程中，即 $R(t) \simeq 0$ 。具体表达如下，其中 $R_i(t)$ 表示了第 i 层累计的吸引力（考虑个人的权威程度）。

$$R(t) = \sum_{i=1}^n R_i(t) \quad \text{where} \quad R_i(t) = \sum_{v \in V} A_v(t) \cdot d_{in}^i(v) \quad (7)$$

1.5 参数的确定

1. $\beta \in [0.2, 1.2]$, $\omega \in [\pi/12, \pi]$, $\delta \in [\pi/24, \pi/2]$
2. 初始有 10 个节点被选择成为传播者，其观点也是随机的正或负

1.6 衡量的指标

1. 传播者的数量的变化
2. 谣言传播情况（最后感染谣言的人数）
3. 谣言人气的衡量，如公式 (7) 所示。
4. 对谣言有正面（负面）法的人数的演变。
5. 谣言的影响，感染的人数并且没有负面观点的人数。

1.7 目标

1. 限制谣言的传播
2. 增加不信任谣言的人数

1.8 说明

这篇文章提出的谣言的人气是新的衡量谣言演变的工具。

2 有向网络的传播

2.1 建立网络

1. 使用 BA 模型建立无标度网络，规模设置为 1000，个数为 3.
2. 计算每个节点的 in-degree

```
# k 序列，每个 graph 的节点的 in-degree 详情
k1<-get_in_degree(g1)
k2<-get_in_degree(g2)
k3<-get_in_degree(g3)

# k_all , 节点的邻居
k_all1<-get_in_degree(g1,mode = "all")
k_all2<-get_in_degree(g2,mode = "all")
k_all3<-get_in_degree(g3,mode = "all")
k_all<-list(k_all1,k_all2,k_all3)
k_all4<-list()
for(i in seq(num_node)){
  n_o1<-as.numeric(k_all[[1]][[i]])
  n_o2<-as.numeric(k_all[[2]][[i]])
  n_o3<-as.numeric(k_all[[3]][[i]])
  k_all4[[i]]<-union(n_o1,union(n_o2,n_o3))
}

# d 矩阵，每个 graph 的节点的进度数量，d[i,j] 为个体 i 在网络 j 的进度数量，
# 最后一列为进度总数
d<-matrix(rep(0,num_node*(3+1)), nrow = num_node, ncol = 4)
d[,1]<-get_in_num(k1)
d[,2]<-get_in_num(k2)
d[,3]<-get_in_num(k3)
d[,4]<-d[,1]+d[,2]+d[,3]
```

2.2 给个体分配属性

```
id_all<-matrix(rep(0,num_node*3),ncol = 3)
set.seed(100)
# beta
id_all[,1]<-runif(num_node,0.2,0.8)
set.seed(100)
# omega
id_all[,2]<-runif(num_node,pi/12,pi/2)
set.seed(100)
# delta
id_all[,3]<-runif(num_node,pi/24,pi/3)
```

2.3 看法以及感兴趣程度

```
# time_step 实验的时间数，步数；

time_step<-500
a_int<-10
# a[i,j]为个体i在时间j对谣言的感兴趣程度
a<-matrix(rep(0,time_step*num_node),ncol = time_step)
# b[i,j]为个体i在时间j对谣言的观点，opinion
b<-matrix(rep(0,time_step*num_node),ncol = time_step)
# b_u[i]个体i的不确定性
b_u<-runif(num_node,0,0.4)
```

2.4 计算不同概率的公式

1. 选择在网络上发布的概率

```
# 不同个体选择在哪个网络发布的概率，
# p_net[i,j]为个体i在网络j发布的概率
```

```
p_net<-matrix(rep(0,3*num_node),nrow = num_node,ncol = 3)
p_net[,1]<-d[,1]/d[,4]
p_net[,2]<-d[,2]/d[,4]
p_net[,3]<-d[,3]/d[,4]

# p_net2 区间概率
p_net2<-t(apply(p_net,1,cumsum))
```

2. 发布谣言的概率

```
# p_send[i,j]是个体i在时间j发布的概率
p_send<-matrix(rep(0,time_step*num_node),nrow = num_node)
```

3. 接受谣言的概率

```
# p_set为模型中的P,设定的概率参数
p_set<-2
# p_acc1[i,j]为接受者i, 发送者v的接受概率
# p_acc1<-matrix(rep(0,num_node*num_node),nrow = num_node)
# for(i in seq(num_node)){
#   p_acc1[i,<-](1/(1+(d[i,1]/d[,1]))) * p_set
# }
p_acc1<-get_acc(num_node,d[,1],p_set)
p_acc2<-get_acc(num_node,d[,2],p_set)
p_acc3<-get_acc(num_node,d[,3],p_set)
# p_acc为多个矩阵的集合, 方便计算
p_acc<-list(p_acc1,p_acc2,p_acc3)
```

3 传播过程

```
# 初始接受的点
set.seed(100)
```

```

kk<-sample(seq(num_node),size = 10)
# 初始成员的观点 opinion
b[kk,1]<-runif(10,-1,1)
# kk<-c(1,2,3,4,10,14,56,108)
# acc_i 个体是否接受 rumor, 0为不接受,
# 0.5为初始点, 其他数字为接收时间点
acc_i<-rep(0,num_node)
acc_i[kk]<-0.5
# acc_n 接受的次数
acc_n<-rep(0,num_node)
acc_n[kk]<-1
# 个体是否发布, 0为未发布, 其他数字为发布的时间点
spend_i<-rep(0,num_node)
# 得到初始节点之后时间点的发布概率
for(i in kk){
  p_send[i,]<-get_p_send(i,0,time_step)
}
# sender_t[t] t时间的传播者数量
sender_t<-rep(0,time_step)

for(t in seq(time_step-10)){
  # 接受谣言的个体
  ra_i<-which(acc_i>0)
  # 未发布谣言的个体
  # us_i<-which(spend_i==0)
  us_i<-seq(num_node)
  # 取交集, 得到发布的个体
  spend_t<-intersect(ra_i,us_i)
  # 发布者数量的计数
  s_t<-0
  for(ii in spend_t){
    # 是否发布
    # browser()

```



```

if(runif(1)<p_send[ii,t]){
  s_t<-s_t+1
  spend_i[ii]<-t
  # 选取网络层数
  s_net<-which(p_net2[ii,]>runif(1))[1]
  # 收集友邻
  aaa<-as.numeric(k_all[[s_net]][[ii]])
  # 随机数
  pp<-runif(length(aaa))
  # 接受rumor的个体
  # aci<-which(pp<p_acc[[s_net]][aaa,ii])
  aci<-aaa[which(pp<p_acc[[s_net]][aaa,ii])]
  ra_ii<-which(acc_i>0)
  # 接受的次数
  acc_n[aci]<-acc_n[aci]+1
  acc_i[setdiff(aci,ra_ii)]<-t
  for(ia in setdiff(aci,ra_ii)){
    p_send[ia,c((t+1):time_step)]<-get_p_send(ia,t,time_step)
  }
}
}
sender_t[t]<-s_t
# 得到观点opinion
if(t>1){
  ra_ii<-which(acc_i>0)
  ra_it<-which(acc_i<t)
  ra_ii<-intersect(ra_ii,ra_it)
  for (i_o in ra_ii) {
    # 计算得到所有的邻居
    # n_o1<-as.numeric(k_all[[1]][[i_o]])
    # n_o2<-as.numeric(k_all[[2]][[i_o]])
    # n_o3<-as.numeric(k_all[[3]][[i_o]])
    # n_o<-union(n_o1,union(n_o2,n_o3))
  }
}

```

```

n_o<-k_all4[[i_o]]
# 邻居且接受rumor的
n_o<-intersect(n_o,ra_ii)
if(b[i_o,(t-1)]==0){
  b[i_o,t]<-id_all[i_o,1]*runif(1,-1,1)+(1-id_all[i_o,1])*mean(b[n_o,(t-1)])
  # b[i_o,t]<-ifelse(runif(1)<(1/(1+id_all[i_o,1])), ifelse(runif(1)<0.5,max(b[n_o,(t-1)]),
  # b[i_o,t]<-mean(b[n_o,(t-1)])/(1+id_all[i_o,1])
}else{
  # n_o<-intersect(as.numeric(k_all[[1]][[i_o]]),ra_ii)
  # op_now<-sum(p_acc[[1]][i_o,n_o]*b[i_o,(t-1)])
  # n_o<-intersect(as.numeric(k_all[[2]][[i_o]]),ra_ii)
  # op_now<-sum(p_acc[[1]][i_o,n_o]*b[i_o,(t-1)])+op_now
  # n_o<-intersect(as.numeric(k_all[[3]][[i_o]]),ra_ii)
  # op_now<-sum(p_acc[[1]][i_o,n_o]*b[i_o,(t-1)])+op_now
  # b[i_o,t]<-b[i_o,(t-1)]+op_now
  # RA模型
b[i_o,t]<-ra_mode(b[i_o,(t-1)],mean(b[n_o,(t-1)]),b_u[i_o],id_all[i_o,1])
# b[i_o,t]<-ifelse(runif(1)<(1/(1+id_all[i_o,1])), ifelse(runif(1)<0.5,max(b[n_o,(t-1)]),
# b[i_o,t]<-id_all[i_o,1]*b[i_o,(t-1)]+(1/id_all[i_o,1])*mean(b[n_o,(t-1)])
}
}
}
}

```

```
length(which(acc_i==0))
```

```
## [1] 176
```

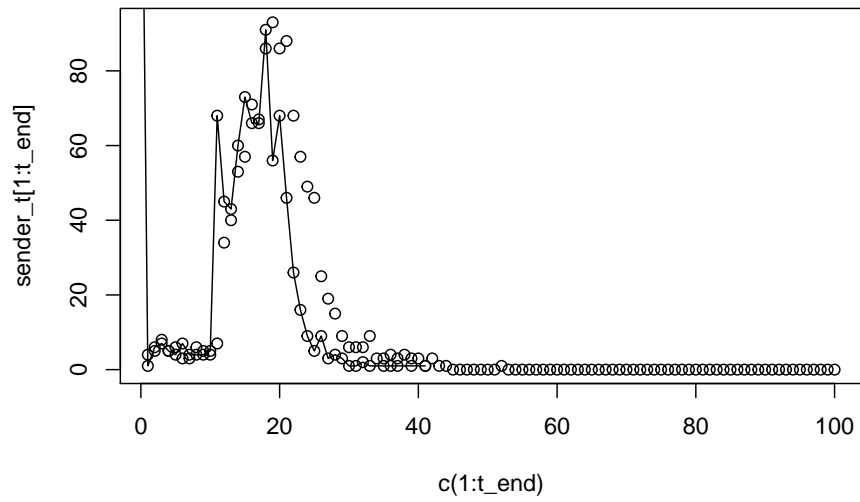
```
length(which(acc_n==0))
```

```
## [1] 176
```

4 结果的指标统计

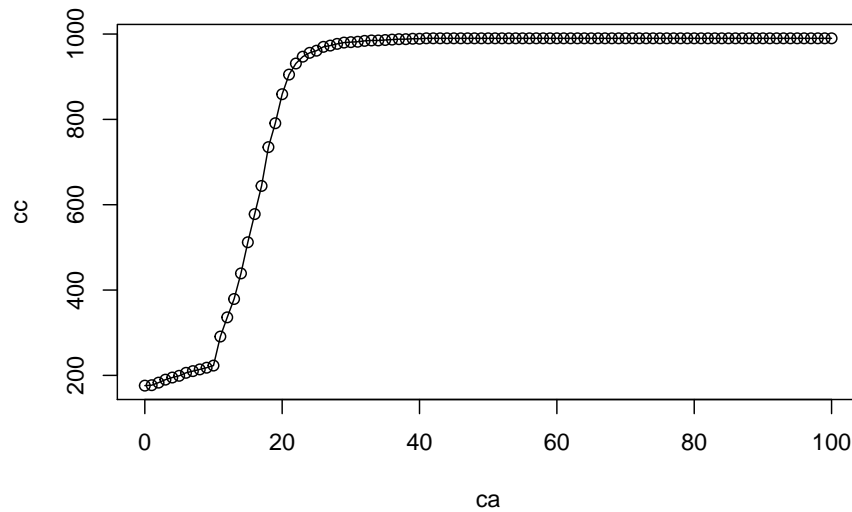
4.1 传播者/接受者的数量变化

```
# 由于后期的数据大都为0或变化很小，选择部分前期的数据
t_end<-100
# 不同时期传播者的数量绘图
plot(c(1:t_end),sender_t[1:t_end])
# 不同时期接受者的数量绘图
bb<-sort(unique(acc_i))
if(bb[1]==0){
  bb<-bb[-1]
}
bb[1]<-0
bc<-NULL
for(i in seq(bb)){
  bc<-c(bc,length(which(acc_i==bb[i])))
}
points(bb,bc)
lines(bb,bc)
```



4.2 rumor 传播情况（感染人数）

```
ca<-c(0:t_end)
cb<-rep(0,(t_end+1))
for(i in seq(bb)){
  cb[(bb[i]+1)]<-bc[i]
}
cc<-cumsum(cb)
plot(ca,cc)
lines(ca,cc)
```



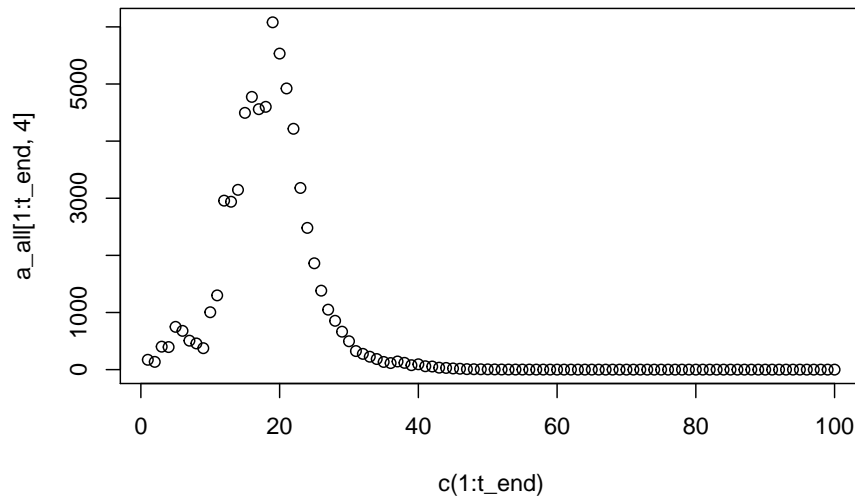
4.3 rumor 人气的衡量

```

a<-p_send*a_int
# a_all[t,i] 网络层i在时间t的人气值
a_all<-matrix(rep(0,time_step*4),ncol = 4)
for (i in c(1,2,3)) {
  for(ii in seq(time_step)){
    a_all[ii,i]<-sum(a[,ii]*d[,i])
  }
}
a_all[,4]<-a_all[,1]+a_all[,2]+a_all[,3]

plot(c(1:t_end),a_all[1:t_end,4])

```



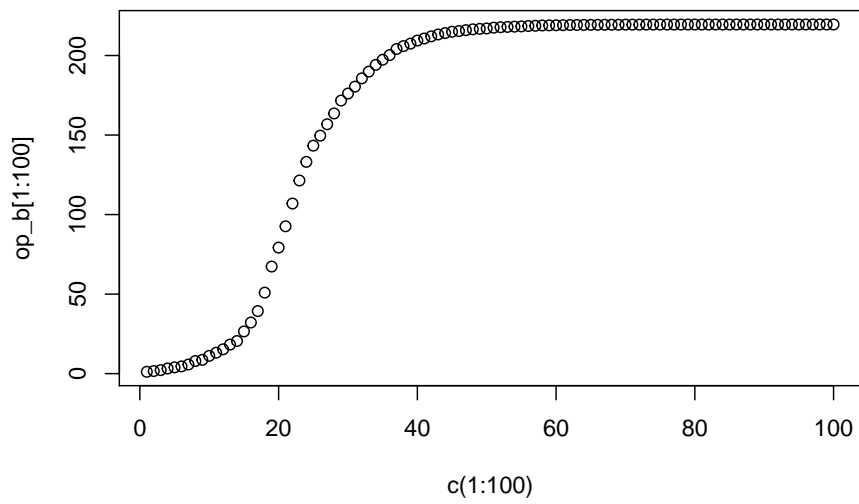
4.4 群体关于谣言的观点

```

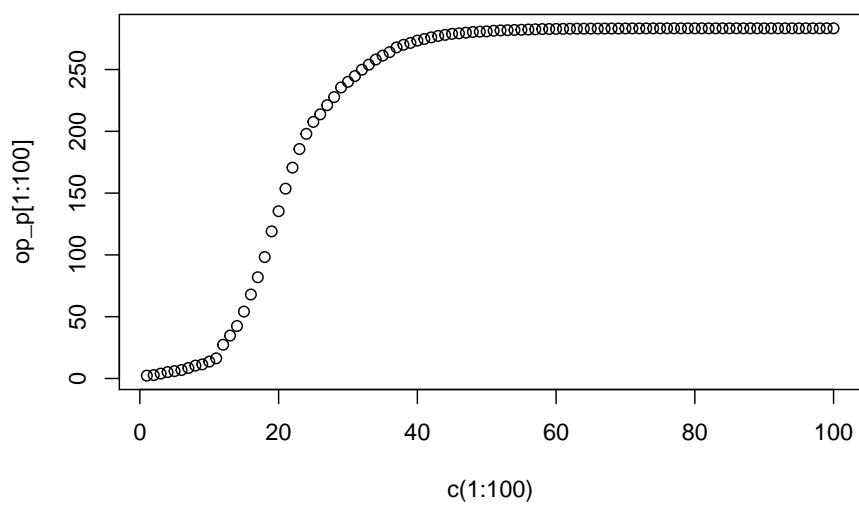
op_psum<-function(m){
  return(sum(m[which(m>0)]))
}
op_nsum<-function(m){
  return(sum(m[which(m<0)]))
}
op_pnum<-function(m){
  return(length(which(m>0)))
}
op_nnum<-function(m){
  return(length(which(m<0)))
}
op_p<-apply(b, 2, op_psum)
op_n<-apply(b, 2, op_nsum)
op_pn<-apply(b, 2, op_pnum)

```

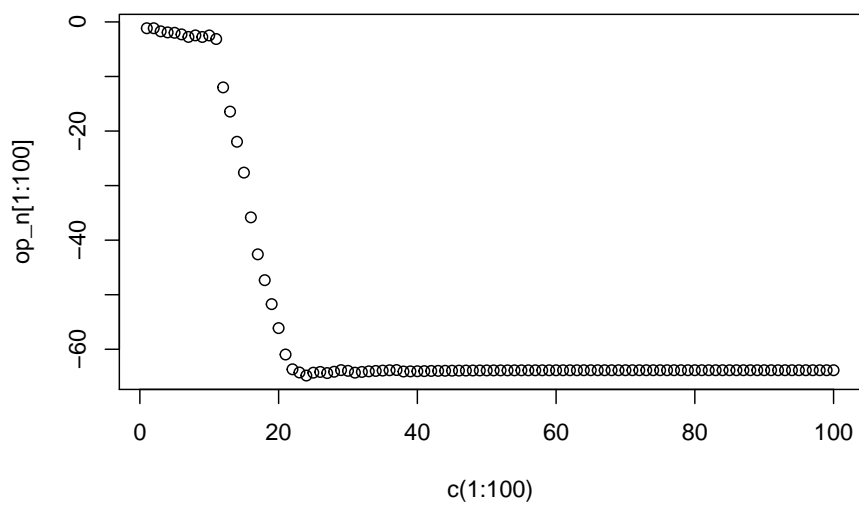
```
op_nn<-apply(b, 2, op_nnum)
op_b<-colSums(b)
# 加和之后的情感走向
plot(c(1:100),op_b[1:100])
```



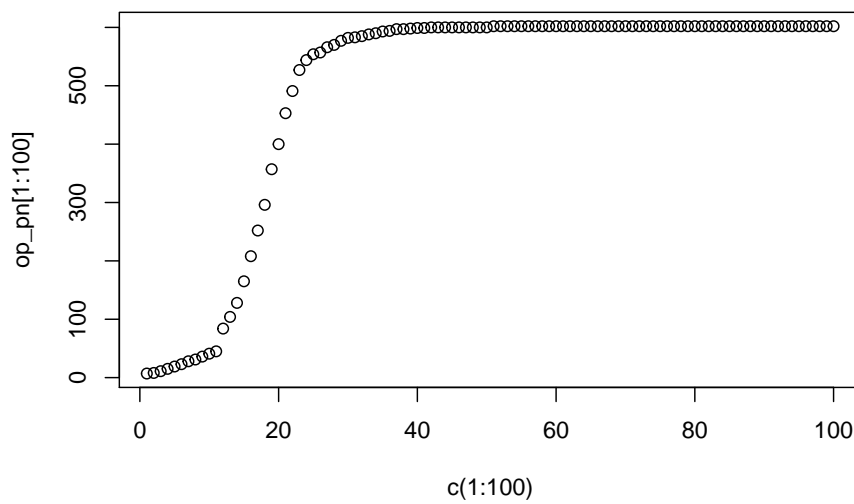
```
# 大于0的整体情感走向
plot(c(1:100),op_p[1:100])
```



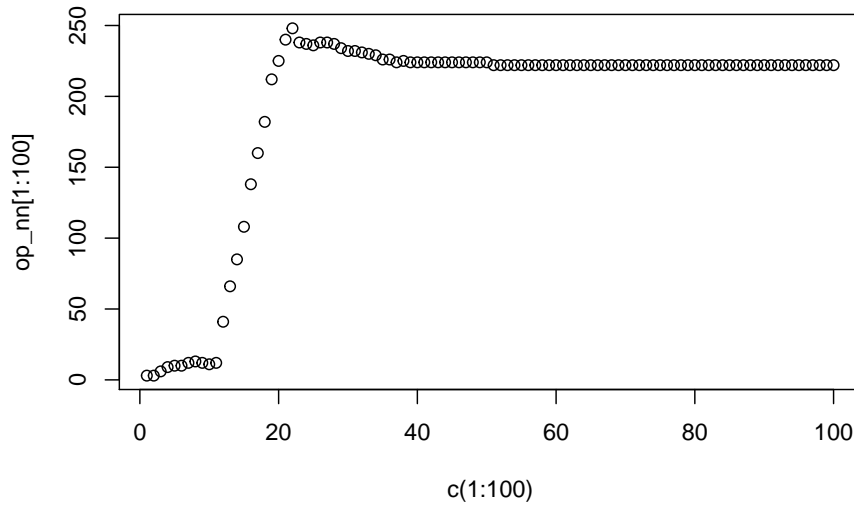
```
# 小于0的整体情感走向  
plot(c(1:100),op_n[1:100])
```




```
# 大于0的人数统计  
plot(c(1:100),op_pn[1:100])
```



```
# 小于0的人数统计  
plot(c(1:100),op_nn[1:100])
```



4.5 rumor 影响，感染人数

```
length(which(acc_i>0))
```

```
## [1] 824
```

```
length(which(acc_i>0))/num_node
```

```
## [1] 0.824
```

参考文献

- [1] HOSNI A I E, LI K, AHMAD S. Minimizing rumor influence in multiplex online social networks based on human individual and social behaviors[J]. Information Sciences, 2020, 512: 1458–1480.
- [2] WANG J, WANG Y-Q, LI M. Rumor spreading considering the herd mentality mechanism[C]//2017 36th Chinese Control Conference (CCC). IEEE, 2017: 1480–1485.

[3] MA J, LI D, TIAN Z. Rumor spreading in online social networks by considering the bipolar social reinforcement[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2016, 447: 108–115.

[4] ZENG R, ZHU D. A model and simulation of the emotional contagion of netizens in the process of rumor refutation[J]. *Scientific reports*, 2019, 9(1): 1–15.

[5] KEMPE D, KLEINBERG J, TARDOS É. Maximizing the spread of influence through a social network[C]//*Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. ACM, 2003: 137–146.