

“传播新视野”丛书

网络信息传播动力学 建模与分析

殷复莲
[加] 吴建宏 (Jianhong Wu) 著



中国传媒大学出版社

“传播新视野”丛书

网络信息传播动力学 建模与分析



中国传媒大学出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

网络信息传播动力学建模与分析/殷复莲,(加)吴建宏著.--北京:
中国传媒大学出版社,2020.10
ISBN 978-7-5657-2786-3

I. ①网… II. ①殷… ②吴… III. ①网络传播-动力学模型-研究 IV. ①G206.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 189335 号

网络信息传播动力学建模与分析

WANGLUO XINXI CHUANBO DONGLIXUE JIANMO YU FENXI

著 者 殷复莲 [加]吴建宏(Jianhong Wu)

责任编辑 欧丽娜

封面制作 风得信设计·阿东

责任印制 阳金洲

出版发行 中国传媒大学出版社

社 址 北京市朝阳区定福庄东街1号 邮 编 100024

电 话 86-10-65450528 65450532 传 真 65779405

网 址 <http://cucp.cuc.edu.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 北京玺诚印务有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 黑白 18.5 彩色 0.5

字 数 325 千字

版 次 2020 年 10 月第 1 版

印 次 2020 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5657-2786-3/G·2786 定 价 88.00 元

本社法律顾问:北京李伟斌律师事务所 郭建平

版权所有 翻印必究 印装错误 负责调换

前 言

本书第一作者殷复莲教授自 2010 年就职于中国传媒大学至今,一直从事舆情等领域的数据分析和数据挖掘相关研究,2018 年赴加拿大约克大学学术访问一年,开始接触动力学理论并对其产生浓厚兴趣。三年间,殷复莲教授致力于将动力学理论应用于网络信息传播规律的研究中,与第二作者 Jianhong Wu 教授合作构建了不同场景下一系列网络信息传播动力学模型,尤其在 2020 年初 SARS-Cov-2 大爆发席卷全球之际,更是将诸多模型应用于 COVID-19 相关舆情的分析,并取得了非常好的效果。

动力学理论在传染病学领域已经有了长足的发展,信息的传播过程与传染病的传播扩散有着非常相似的特征,在不同环境下又有着自己特有的传播规律和影响因素,它既依赖于传播结构特征,又依赖于信息传播节点的属性,因此,研究网络传播动力学模型是一项十分有趣又非常有价值的工作。本书聚焦均匀混合动力学模型,综合考量现实规律,对各类场景的信息传播情况进行建模。

全书共分为 8 章。第 1 章主要介绍现有网络信息传播平台及其传播模式,并对国内外研究现状及其发展趋势进行了系统梳理;第 2 章基于转发行为构建了最基础的单信息传播动力学模型并设计单信息传播指数,利用新浪微博平台真实数据进行数值拟合以验证模型的准确性,进行参数敏感性分析并开展信息传播预测;第 3 章和第 4 章分别构建交叉信息同步传播动力学模型和延迟信息传播动力学模型,对两条相关信息传播过程的相互影响进行了深入讨论;第 5 章构建了意见领袖参与的单信息传播动力学模型,充分考虑意见领袖相比普通个体具有更强号召力的这一特质,同时分析了意见领袖在不同信息传播过程中的加入时间点对信息传播的影响;第 6-8 章对多信息传播情况进行了建模,其中,第 6 章构建了基于阅读行为的多信息

传播动力学模型,第7章构建了基于转发行为的多信息传播动力学模型,第8章构建了同时基于阅读和转发行为的传播动力学模型。

本书的研究主题是网络信息传播动力学建模与分析,重点放在对建模思想、动力学理论和信息传播规律的解释上,涉及常微分方程构建、参数估计以及可视化等技术。作者力求深入浅出地诠释问题的本质,并全部使用真实数据驱动模型进行参数估计,使读者在阅读本书后能够对该领域产生兴趣,且学有所得。

本书能得以完成,不仅得到了中国传媒大学信息与通信工程学院的大力支持,更是获得了国内外同行的帮助和鼓励。本书由殷复莲执笔,Jianhong Wu教授参与了所有建模的讨论和分析,此外,还要特别感谢作者的科研小组成员邵雪莹、庞红玉、夏欣雨、张小键、吕嘉惠、宋楠、张艺凡、王凯丽等在文献的整理和书稿录入方面做了大量的工作。没有他们的帮助,书稿很难在短期内完成,在此表示最诚挚的感谢。

目 录

- 1 概述 /1
 - 1.1 网络信息传播平台 /1
 - 1.2 网络信息传播模式 /7
 - 1.3 国内外研究现状及发展趋势 /17

- 2 单信息传播 SFI 动力学模型 /42
 - 2.1 SFI 动力学模型 /42
 - 2.2 基于转发的单信息传播指数 /46
 - 2.3 数值拟合 /50
 - 2.4 参数敏感性分析 /60
 - 2.5 信息传播预测 /68

- 3 交叉信息同步传播 CT-SFT 动力学模型 /75
 - 3.1 CT-SFT 动力学模型 /75
 - 3.2 基于转发的交叉同步信息传播指数 /90
 - 3.3 数值拟合 /95
 - 3.4 参数敏感性分析 /105

- 4 延迟交叉信息传播 DT-SFI 动力学模型 /114
 - 4.1 DT-SFI 动力学模型 /114
 - 4.2 基于转发的延迟交叉信息传播指数 /130
 - 4.3 数值拟合 /133
 - 4.4 参数敏感性分析 /142

- 5 意见领袖参与的单信息传播 OL-SFI 动力学模型 /157
 - 5.1 OL-SFI 动力学模型 /157
 - 5.2 基于转发意见领袖参与的单信息传播指数 /165
 - 5.3 数值拟合 /167
 - 5.4 参数敏感性分析 /177

- 6 多信息传播 M-SRI 动力学模型 /186
 - 6.1 M-SRI 动力学模型 /186
 - 6.2 基于阅读的多信息传播指数 /189
 - 6.3 数值拟合 /193
 - 6.4 参数敏感性分析 /198
 - 6.5 信息传播预测 /205

- 7 多信息传播 M-SFI 动力学模型 /212
 - 7.1 M-SFI 动力学模型 /212
 - 7.2 基于转发的多信息传播指数 /216
 - 7.3 数值拟合 /220
 - 7.4 参数敏感性分析 /225
 - 7.5 信息传播预测 /234

- 8 多信息传播 M-SRFI 动力学模型 /240
 - 8.1 M-SRFI 动力学模型 /240
 - 8.2 基于阅读和转发的多信息传播指数 /245
 - 8.3 数值拟合 /248
 - 8.4 参数敏感性分析 /255
 - 8.5 信息传播预测 /269

参考文献 /278

1 概述

1.1 网络信息传播平台

中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的第44次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至2019年6月,我国网民规模达8.54亿,互联网普及率达61.2%,日常用网人数稳居全球第一。与此同时,互联网凭借其方便快捷的特点,使得越来越多的民众倾向于在网络上针对社会热点事件表达自己的意见、观点和情感,网络舆情已经成为当前社会舆论的主流表现形式。联合国及其旗下的国际组织已将网络舆情治理置于极为重要的层面,并随着网络舆情问题的发酵,逐年提高对舆论疏导的重视程度。网络舆情对国家政治、经济、生活和社会和谐稳定的重要性与日俱增,因此,对网络舆情的研究不容忽视。

网络信息传播平台是网络舆论发酵和扩散的主要载体,根据不同平台的特征和信息在不同平台的传播特点,可以将其划分为微博类、即时通信类和社区论坛类三大类别。

1.1.1 微博类

微博,即微型博客的简称,是一种通过关注机制分享简短实时信息的广播式社交网络平台。我国的微博平台主要包括新浪微博、腾讯微博、网易微博、搜狐微博等,国外的微博类平台主要包括Twitter和Facebook等。

◇ 新浪微博

由于新浪微博在中国具备强大的市场占有率,因此若无特殊说明,本书所描述的微博即指 2009 年创建的新浪微博。微博是一个基于用户关注关系进行信息获取、传播以及分享的平台,用户可以通过 WEB、WAP 等各种客户端组建个人社区,并实现即时分享。微博的关注机制包括单向关注、双向关注两种。微博作为一种信息分享和交流的平台,非常注重时效性和随意性,能每时每刻体现出用户的思想和最新动态。

◇ Twitter

Twitter 是一家美国的社交网络及提供微博客服务的网站,是全球互联网内被访问量最大的十个网站之一,由杰克·多西在 2006 年 3 月创办并于同年 7 月启动。Twitter 允许用户将自己的最新动态和想法以移动电话中的短信息形式(推文)发布(发推),同时可绑定即时通讯软件。如今, Twitter 凭借良好的用户体验而风靡全球,并且被形容为“互联网的短信服务”。Twitter 也可以将播报的短消息发送给“followers(关注人)”,同样允许个人读取跟随的 Twitter 用户所发布的信息。

◇ Facebook

Facebook 是美国的一个社交网络服务网站,其主要创始人为美国人马克·扎克伯格。该网站于 2004 年 2 月 4 日上线,且于 2012 年 3 月 6 日发布了 Windows 版的桌面聊天软件 Facebook Messenger(飞书信)。Facebook 是世界排名领先的照片分享站点,截至 2013 年 11 月,该平台用户平均每天上传约 3.5 亿张照片。截至 2012 年 5 月, Facebook 拥有约 25 亿用户。

以上的新浪微博、Twitter 和 Facebook 三大平台具有一定的相似性:首先,均以用户评论、回复、转发、点赞等形式进行社交传播;其次,均可以通过搜索关键词浏览带有该关键词的帖子;同时,话题所涉及的领域也都非常广泛,其内容包罗万象。

此外,以上三大平台也有各自的特点:在评论模式方面,新浪微博的评

论有两个选项,既可以在对方信息下直接评论,也可以在勾选“同时转发”后将该评论发布到自己的微博上;类似 Facebook 的评论模式, Twitter 的评论则是直接在自己的账号上发布消息,而在对方的 timeline 中并不会显示。相比较而言,新浪微博的评论模式更为友好。在社交关系方面,新浪微博和 Twitter 在媒体上有相似的特征,平台上所有人均对用户可见(当然也可设置可见范围),而 Facebook 更像一个朋友间的社交平台,都是熟人关系,仅朋友间可见。

1.1.2 即时通信类

即时通信类信息传播平台并没有官方的归类名称,这里主要讨论我国的腾讯 QQ 和微信,以及国外的 LINE 这三大类。

◇ 腾讯 QQ

腾讯 QQ 是腾讯公司开发的一款基于网络的即时通信软件,支持在线聊天、视频通话、点对点断点续传文件、共享文件、网络硬盘、自定义面板、QQ 邮箱等多种功能,并可与多种通讯终端相连。腾讯 QQ 不仅仅是简单的即时通信软件,它与全国多家寻呼台、移动通信公司合作,可实现传统的无线寻呼网、GSM 移动电话的短消息互联,还可以与移动通讯终端、IP 电话网、无线寻呼等多种通讯方式相连,使 QQ 不仅仅是单纯意义的网络虚拟呼机,更是一种方便、实用且超高效的即时通信工具。

◇ 微信

微信(WeChat)是腾讯公司于 2011 年 1 月 21 日推出的一个为智能终端提供即时通讯服务的免费社交程序。微信支持跨通信运营商、跨操作系统平台的通信,提供公众平台、朋友圈、消息推送等功能,用户可以通过“摇一摇”、“搜索号码”、“附近的人”、扫二维码等方式添加好友或关注公众平台,同时微信支持用户将看到的精彩内容分享给好友以及微信朋友圈等功能。截至 2019 年年底,微信的月活跃用户数已达 12 亿。

◇ LINE

LINE 是韩国互联网集团 NHN 的日本子公司 NHN Japan 推出的一款即

时通讯软件。LINE 虽然是一个起步较晚的通讯应用,2011年6月才被正式推向市场,但其全球注册用户已超过4亿。LINE 对用户吸引力最大的即“聊天表情贴图”这一功能特性。超过250种的表情贴图令用户在使用LINE时多了一个有趣的心情传达工具。其中,由LINE官方设计的可爱且特色鲜明的馒头人、可妮兔、布朗熊和詹姆士饱受好评,这四个卡通形象也成为LINE其他产品建立连接的重要元素。

以上的腾讯QQ、微信和LINE三大平台的相同属性包括:都可以添加好友让自己的社交更加丰富;都可以发送语音和纯文字消息,随时随刻与你想要保持联系的人交流;都属于熟人圈内的信息交流。

以上平台中,QQ的定位偏向于“社交软件”,它所涉及的功能非常多,且更新换代非常快,并更加偏娱乐化,而微信则更加偏向于通讯且功能简捷,这使得其运作的流程更加高效,用户也能更好地利用碎片化时间。此外,平台的人群定位也有所差异,QQ的用户偏向于青少年,而微信则更加偏重于工作人群。

1.1.3 社区论坛类

社区论坛可谓百家争鸣,仅国内就包括百度贴吧、豆瓣网、虎扑体育、果壳网、知乎、天涯论坛等多个活跃度较高的平台。

◇ 百度贴吧

百度贴吧是百度推出的互联网产品之一,其主要功能特性在于用户可以自由发布文字、图片、视频等交流信息,而众多有相同主题的帖子会集成为一个“吧”,用户可以在“吧”里进行在线交流。贴吧的组建依靠搜索引擎搜索关键词,不论是大众话题还是小众话题,都能精准地聚集大批同好网友,展示自我风采,结交知音,搭建别具特色的“兴趣主题”互动平台。由此可见,贴吧的使命是让志同道合的人相聚。贴吧目录涵盖社会、地区、生活、教育、娱乐明星、游戏、体育、企业等方方面面,它为人们提供了一个表达和交流思想的自由网络空间,并以此汇集志趣相同的网友。

◇ 豆瓣网

豆瓣网由杨勃于2005年3月6日创立。该网站以书影音交流起家,不

仅提供关于书籍、电影、音乐等作品的信息,还提供书影音推荐、线下同城活动、小组话题交流等多种服务功能。它更像一个集品味系统(读书、电影、音乐)、表达系统(我读、我看、我听)和交流系统(同城、小组、友邻)于一体的创新网络服务平台,一直致力于帮助都市人群发现生活中的有用事物。豆瓣网从表面上看是一个评论(书评、影评、乐评)网站,但实际上它却提供了书目推荐和以共同兴趣交友等多种服务功能,是一个集博客、交友、小组、收藏于一体的新型社区网络。

◇ 虎扑体育

虎扑体育旗下拥有中国最大的体育网站——虎扑体育网。虎扑是集体育营销策划、赛事营销与管理、活动管理、公关传播、体育市场调研、新媒体运营、体育公益为一体的体育整合营销机构,为各大企业、品牌与机构提供全方位体育营销服务。虎扑具备大型赛事的运维和营销能力,在全国 166 个城市组织了 164,843 场篮球赛,这也极大地推动了全民健身事业发展。

◇ 果壳网

作为一个开放、多元的泛科技兴趣社区,果壳网由姬十三于 2010 年创立。它吸引了数百万名幽默、爱知识、乐于分享的年轻人聚集其中,用知识创造价值,为生活添加智趣。在这里,人们可以关注感兴趣的人,阅读他们的推荐,也可以将有意思的内容分享给关注的人;可以依据兴趣关注不同的小组,精准阅读喜欢的内容,并与网友交流;在“果壳问答”里还可以提出受困惑的科技问题,也可以提供有依据的答案。果壳网的三大重点产品为 MOOC 学院、知性社区以及研究生 App。

◇ 知乎

知乎网站于 2010 年 12 月开放,是一个真实的网络问答社区,其社区氛围友好与理性,同时也连接了各行各业的精英。2013 年 3 月,知乎将过去采用的邀请制的注册方式改为向公众开放注册的模式。不到一年时间,注册用户数迅速由 40 万攀升至 400 万。知乎用户分享着彼此的专业知识、经验和见解,为中文互联网源源不断地提供着高质量的信息。

◇ 天涯论坛

天涯社区自1999年3月1日创立以来,以其开放、包容、充满人文关怀的特色受到了全球华人网民的推崇,经过多年的发展,已经成为以论坛、博客为基础的交流渠道,综合提供包括个人空间、相册、音乐盒子、分类信息、站内消息、虚拟商店、来吧、问答、企业品牌家园等一系列功能服务,是以人文情感为核心的综合性虚拟社区和大型网络社交平台。

以上各类社区论坛类信息传播平台均以“话题”形式聚集相关兴趣爱好用户(社区论坛文化),且均以用户评论、回复、转发、点赞等形式进行社交传播。

不同的是,各平台的开创理念存在很大差异。百度贴吧是展示自我、结交知音、搭建兴趣互动的平台;豆瓣则是根据他人的分享,发现更多适合自己的事物,即“可以发现不同的东西,并且适合自己”;虎扑体育是兼备中国资源优势与营销实力的专业体育营销公司,以“传播体育精神,激励人们竞争向上,为中国体育产业蓬勃发展贡献应尽之力!”为其核心主旨;果壳网则是开放、多元的泛科技兴趣社区,并提供负责任、有智趣的科技主题内容。同时,各平台涉及的领域也有很大差别,百度贴吧目录涵盖社会、地区、生活、教育、娱乐明星、游戏、体育、企业等方方面面;豆瓣主体是书评、影评、乐评网站;虎扑体育是集体育营销策划、赛事营销与管理、活动管理、公关传播、体育市场调研、新媒体运营、体育公益为一体的体育整合营销机构;果壳网是国内领先的科技传媒机构;知乎则是问答论坛,更具严谨性。

在以上信息传播平台中,新浪微博作为中国最大的社交舆论平台,截至2019年年底,月活跃用户达到5.16亿,已经成为网络热点事件发生、发展和传播的主阵地。以2019年年底爆发的COVID-19新型冠状病毒疫情为例,在舆情爆发近两个月的时间内,已经有超过4000个相关热点话题在微博平台进行传播,一些话题在几小时之内就可达到上亿阅读量、上万讨论量。其中,既有为武汉加油、科普防疫知识、辟谣的正能量议题,也有武汉红十字会、李文亮医生逝世、刑释人员违规返京等社会焦点事件。本书将聚焦中国新浪微博平台上热点事件的传播数据,构建一系列的信息传播动力学模型,

对网络信息的传播特征进行分析,为舆情预测预警、决策支持提供服务。另外,本书所提出的模型均可扩展至其他网络信息传播平台,具有一定的通用性。

1.2 网络信息传播模式

新浪微博作为典型的社交网络平台,信息的传播由具有典型特征的行为产生,包括阅读行为、转发行为和评论行为,本书的建模主要针对前两者开展研究。其中,阅读行为可以描述为个体接触到待传播信息并知晓信息内容的过程;转发行为可以描述为个体知晓信息的内容后,对信息进行转发的过程。这里,个体可以通过两种形式接触到信息:一种为个体关注的其他个体发布或转发了某条信息,也就是粉丝可以接收到被关注者所发布或转发的信息;另外一种情况为个体通过热搜榜查看或者由于自身兴趣而搜索到某信息。

1.2.1 基本信息传播模式

单信息传播是构成信息扩散最基本的环节,而一个个体参与单信息传播的过程又是单信息传播分析的基础,图 1-1 给出了一个处于易受影响状态的个体,也就是一个 Susceptible 个体接触到一个待传播信息后可能产生的状态变化。如图所示,个体接触到信息后,会选择阅读信息或忽略这些信息。当个体阅读信息后(Read),将转移至阅读状态,成为 Reader;而当个体忽略接触的信息,即不产生转发行为时(Ignore),说明对该信息免疫,将转移至免疫状态,成为 Immune 个体。这里的阅读状态是指阅读了该信息,并且处于阅读的活跃期,有可能进一步产生转发行为的状态。当个体阅读了信息后,将依据对所阅读信息的兴趣,主观地决定是否对信息进行转发。当个体决定转发后(Forward),将从阅读状态转移至转发状态,成为 Forwarder;而当其决定不进行转发后,也说明对该信息不再敏感(Insensitive),将由阅读状态转移至免疫状态,成为 Immune 个体。这里的转发状态是指转发了该信息,并仍处于曝光期内(个体仅会浏览到一段时间内其他个体发布的信息),

有能力使处于易受影响状态的个体知晓该信息的内容并产生转发行为。经过时间的推移,当转发的信息超过了曝光期后,不再有能力影响其他人(In-sensitive),最终也将进入免疫状态,成为 Immune 个体。由图 1-1 中单个个体的状态变化可以看出,其由易受影响状态(Susceptible)开始参与信息的传播,可能产生的行为包括阅读(Read)和转发(Forward),相应的状态为阅读状态(Reader)和转发状态(Forwarder),最后终止于免疫状态(Immune)。

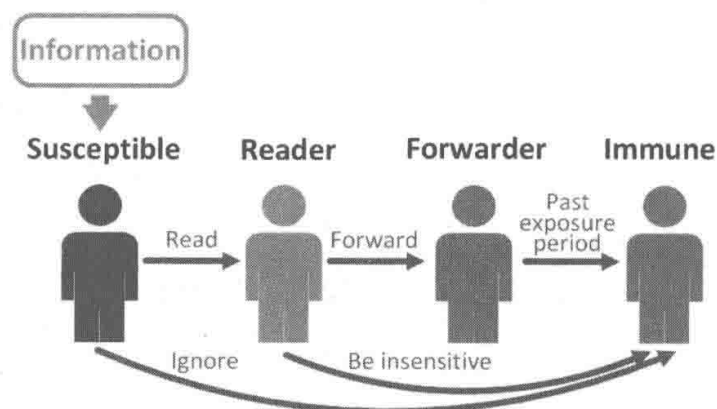


图 1-1 单信息传播个体状态变化

在已知一个个体参与单信息传播的过程后,图 1-2 给出了单信息传播过程中的群体状态变化过程,这是最基本的信息传播模式。对于单信息的传播,首先存在大量的处于易受影响状态(Susceptible)的群体,这些群体由可能接触到待传播信息的个体组成。当这一群体接触到待传播信息后,将有一部分个体对信息产生阅读行为(Read),转移至阅读状态(Reader);相应地,有一部分个体忽略接触到的信息(Ignore),转移至免疫状态(Immune)。处于阅读状态的群体,由于对阅读信息的兴趣不同,一部分个体将产生转发行为(Forward),转移至转发状态(Forwarder);相应地,有一部分个体不产生转发行为(Insensitive),转移至免疫状态。经过一段时间后,处于转发状态的个体都将由于其他个体不会翻看较早之前的信息而失去活跃状态(Insensitive),转移至免疫状态(Immune)。从以上单信息传播群体状态迁移的过程可以看到,处于易受影响状态的群体数量最多,产生传播行为的阅读和转发群体数量仅为易受影响状态群体的一部分,且转发群体又为阅读群体的一部分,而在单信息传播的最后,参与传播的整个群体将转移至免疫状态。本

书第二章构建基于转发的单信息传播经典动力学模型并进行详细分析,作为其他动力学模型的基础。

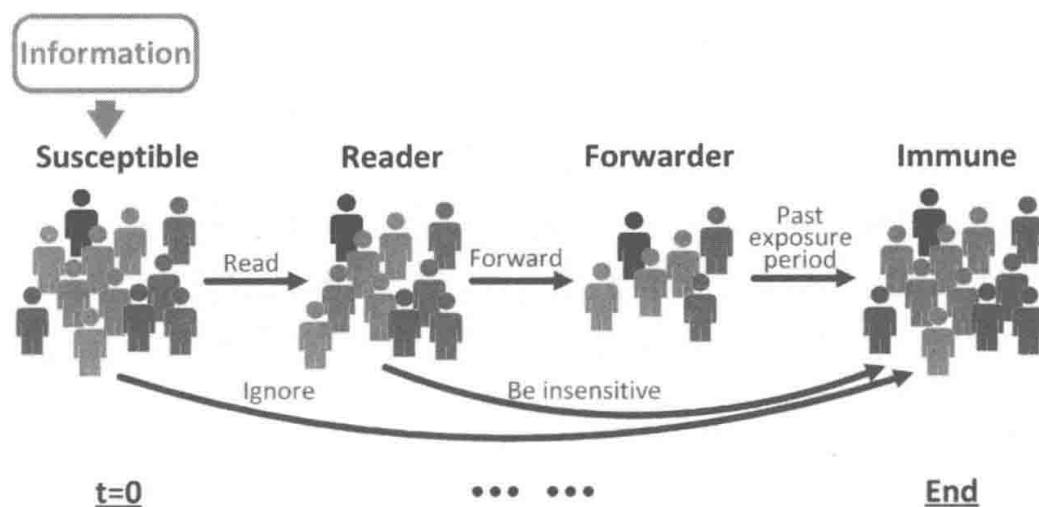


图 1-2 单信息传播群体状态变化

在网络信息的传播中,通常一个热点事件会由一系列相关的话题构成,一个话题又会由若干信息组成,无论从热点事件的角度还是从热点话题的角度出发,都可以看作是多个内容相关的单个信息的集合。图 1-3 给出了热点事件/话题传播群体状态变化,这对于分析整体舆论的传播模式是非常重要的。与单信息传播群体状态一致,在多信息传播的过程中,群体仍将经历易受影响状态(Susceptible)、阅读状态(Reader)、转发状态(Forwarder)和免疫状态(Immune)。与单信息传播不同的是,由于一个热点事件或一个热点话题由许多信息组成,个体虽然对同一信息仅产生一次阅读或转发行为,但是对同一热点事件或热点话题下的不同信息却有可能产生多次阅读或转发的行为。如图 1-3 所示,首先存在大量的处于对热点事件或热点话题易受影响状态(Susceptible)的群体,这一部分群体可能处于易受一条或几条信息影响的状态。当这部分群体接触到某条信息后,将有一部分群体对信息产生阅读行为(Read),转移至阅读状态(Reader);相应地,有一部分群体忽略接触到的信息(Ignore),转移至免疫状态(Immune)。与单信息传播不同的是,还有一部分群体既没有转移至阅读状态也没有转移至免疫状态,而是有可能对其他信息而言仍处于易受影响状态而保持(Keep)在 Susceptible 状态。处于阅读状态的群体,由于对所阅读信息的兴趣不同,一部分将产生转

发行为(Forward),转移至转发状态(Forwarder);相应地,有一部分不产生转发行为(Insensitive),转移至免疫状态;另一不同之处在于,还有一部分群体由于可能对其他信息感兴趣而返回(Return)至易受影响状态。经过一段时间后,处于转发状态的群体由于超过其曝光期将失去活跃状态而转移至免疫状态;相应地,仍旧有一部分群体由于可能对其他信息感兴趣而返回(Return)至易受影响状态。以上多信息传播过程中,对相关的不同信息可能出现的反复阅读或转发行为是这一传播模式的要点。本书将在第6章构建基于阅读的多信息传播动力学模型,第7章构建基于转发的多信息传播动力学模型,第8章构建基于阅读和转发的多信息传播动力学模型,从不同角度分析事件/话题的信息传播情况。

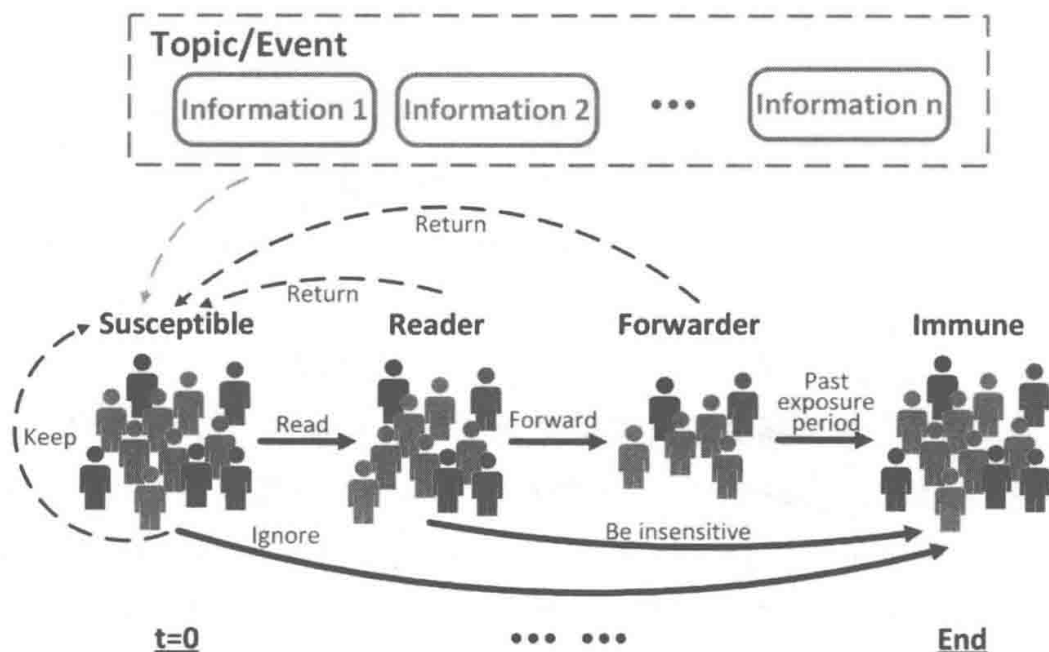


图 1-3 热点事件/话题传播群体状态变化

图 1-4 给出了热点事件/话题传播拓扑结构图。从图中可以清楚地看出,原始信息发布者(大圆点:Original post owner)在发布信息后,将被一部分个体阅读(内圈小圆点:Reader),在阅读的个体中,将有一部分对信息进行转发(外圈小圆点:Forwarder)。同时,同一个体可能通过不同的阅读路径(Read 箭头)和转发路径(Forward 箭头)多次阅读和转发相关热点事件/话题下的多条信息。图 1-5 给出了利用所采集的微博真实数据而绘制的单信