**在线社交网络中消息传播机制的研究**

目录

[第1章 绪论 1](#_Toc446885983)

[1.1 选题的背景 1](#_Toc446885984)

[第2章 国内外研究现状 3](#_Toc446885985)

[2.1 国内外研究现状概述 3](#_Toc446885986)

[2.1.1 对传统信息传播模型进行改进 3](#_Toc446885987)

[2.1.1.1 IC模型 3](#_Toc446885988)

[2.1.1.2 LT模型 4](#_Toc446885989)

[2.1.1.3 SIR模型 4](#_Toc446885990)

[2.1.1.4 基于经典模型的研究现状 4](#_Toc446885991)

[2.1.2 基于关键因素构建新模型 5](#_Toc446885992)

[2.2 国内外研究现状评述 5](#_Toc446885993)

[第3章 微博传播规律研究 5](#_Toc446885994)

[3.1 本文研究概述 5](#_Toc446885995)

[3.1.1 研究 6](#_Toc446885996)

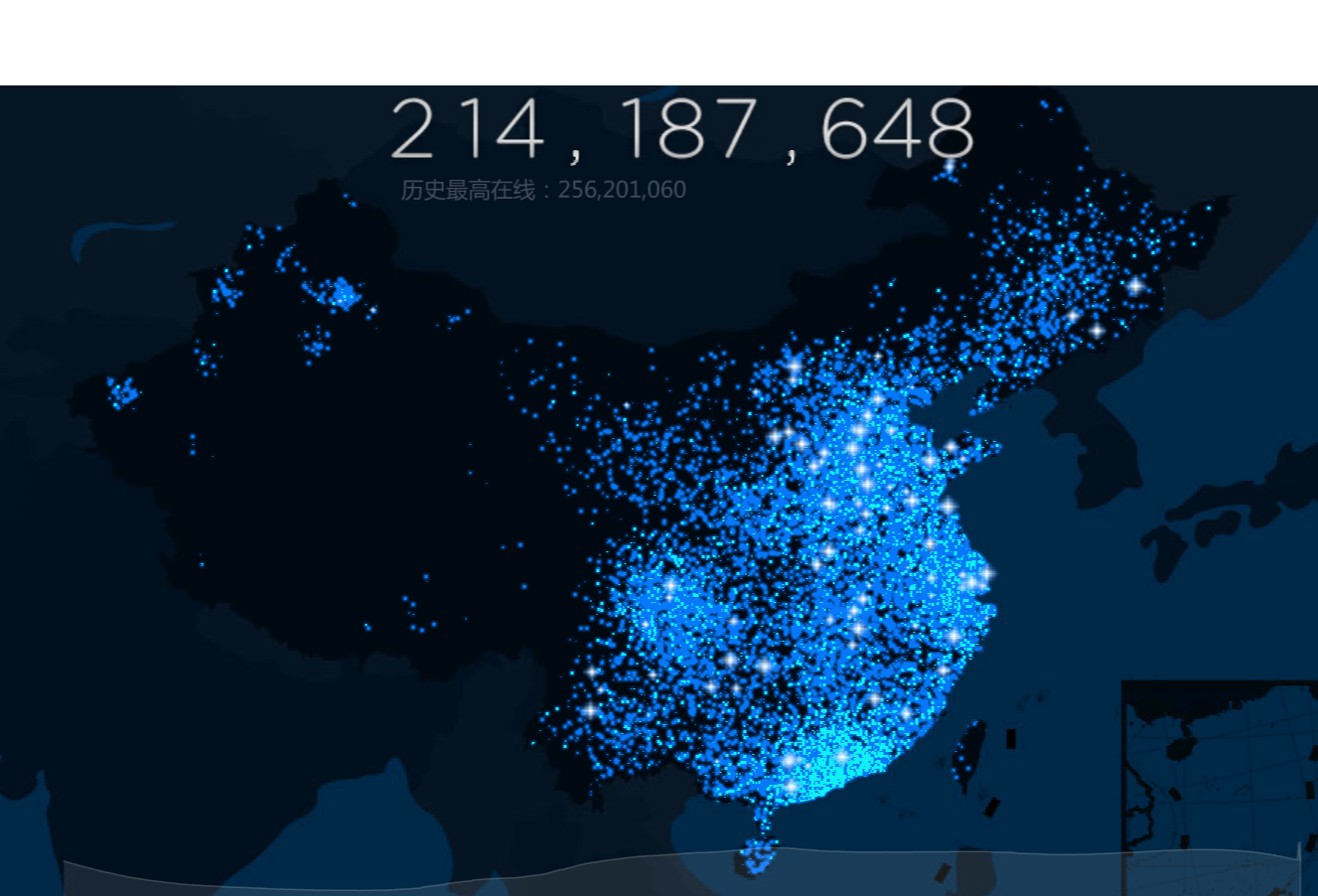
[参考文献 7](#_Toc446885997)

第1章 绪论

# 选题的背景

随着WEB2.0和各种APP的兴起和普及，越来越多的人习惯使用网络平台进行工作、交流、学习、消遣、娱乐，社交媒体已深入到人们生活的方方面面。人与人之间是普遍联系的，以人为节点，以人与人之间关系为基础的社交网络也逐步发展起来。几乎每一个人都成为在线社交网络中的一员。

据统计，截至2014年7月，Facebook的每月活跃用户数为13亿人，WhatsApp的每月活跃用户数为5亿人，Instagram的每月活跃用户数为2亿人，Messenger的每月活跃用户数为2亿人，这些都是Facebook的重要业务，所有业务的用户数加在一起，Facebook公司的每月活跃用户总数其实已经超过了22亿人。2015年8月，Facebook创历史纪录:单日用户数突破10亿。截至2016年6月腾讯QQ最高同时在线人数为2.56亿，QQ空间月活6.53亿。微信每月活跃用户已达到5.49亿，据统计，25%的微信用户每天打开微信超过30次。55.2%的微信用户每天打开微信超过10次。



这些在线社交网站和APP的服务器通常会记录用户的资料和日常数据，随着互联网时代的到来，人们越来越发现数据的重要性，为了收集更多有价值的数据，现在的大型网站和网络服务提供商已开始尽可能多的记录所有用户的所有行为。例如中国的淘宝网不但记录了用户的姓名、性别、住址、登陆时间、登陆IP、订单记录，而且连用户打开过哪些网页、点击过哪些商品、在每个页面停留的时间、鼠标经过页面哪些位置都被服务器悉数记录。越来越多的互联网海量数据成为大数据的重要来源。其中蕴含的大量有价值的信息值得我们去挖掘，并分析利用以指导实践，使大数据实现其自身的意义，创造实实在在的产业价值。

对大数据的挖掘可以从不同角度、不同层次进行。其中，在线消息传播机制的挖掘对于很多领域（例如舆情监控、链路预测、网络控制、社团划分等）具有很大的意义。近年来，对博客的研究层出不穷，在线微型博客为消息传播的研究提供了很好的数据来源，国外的学者大多以Facebook和Twitter为研究对象，国内的学者对新浪微博的研究较多。如今是一个言论自由的时代，任何人都可以在网上发表自己的经历、感受、对事物的看法，甚至是生活中很小一件不值得一提的事情，很多人都喜欢图文并茂地发表到网络。每个人都可以浏览、评论、转发自己看到的动态消息，其他人看到被转发后的消息后自己可以选择做同样的评论、转发等行为，信息由此在在线社交网络上传播开来。虽然微博是微型博客的总称，但是在中国新浪微博出现较早、发展迅猛，造成了几乎垄断的局面。因此生活中提及微博通常指新浪微博，下文中的“微博”也代指新浪微博。

微博的传播机制是其中一个值得研究的课题。微博的传播机制，就是微博信息传播的制度与其各要素职能和联系的建立与运作，是包括传播者、传播过程、传播模式以及受众等所有构成的统一体，具有其独特性。微博的传播机制下，传播的过程具有五个要素：传播者、信息、媒介、受众、反馈，以它们为研究点可以对微博的传播过程进行系统地梳理。使用传播模式的方法可以来说明它们在传播过程中起到的作用以及相互之间的联系。

新浪微博数据的可研究性体现在以下几个方面：

1. 用户量特别大。微博月活跃用户达到2.22亿，同比增长33%，日活跃用户也达到1亿。
2. 覆盖领域比较广。从2009年兴起并风靡至今，各种社会媒体、政府机关、公众人物纷纷开通微博，微博已走入更多普通大众的生活，影响力越来越大。
3. 消息转发关系明确。在微博上每一条转发过的消息都可以追根溯源，找到所有参与过的人的行为，包括转发、回复、点赞、@等。
4. 数据可获取。新浪微博提供了官方收费API接口，使用者可以轻松获取较多数据用于研究。也可以使用网络爬虫对微博数据进行爬取，这也是比较流行的数据获取方式。
   1. 问题研究的理论和现实意义

对在线消息传播机制的研究具有很重要的理论和现实意义。学术界对传播模型的研究由来已久，比较经典的的有SI、SIS和SIR等传染病模型。一般把传染病流行区域内的所有人分成几个类型：S型，易感者（Susceptible），该类人群未得病，但对疾病缺乏免疫力，一旦与感染者接触容易被感染；I型，感染者，已经得了传染病；R型，已治愈（Removal），指被隔离或因病愈而具有免疫力的人。模拟现实世界人与人之间的联系形成网络，随着时间的流逝，染病者以一定的概率向周围的邻居传播疾病，在更复杂的模型中，感染者也可以以一定的概率痊愈而改变节点性质。可将传染病模型适用于不同类型的网络，设置不同的感染概率、治愈模式，以观察网络结构、节点性质、感染机制等因素对于传播结果的影响。

学者们经过大量的实验和改进，促使了传染病动力学模型的建立。通过模拟种群或各种复杂社会因素，构建经典数学模型，定性、定量分析以发现疾病传播的普遍性规律，掌握传染病流行的原因和关键环节，从而能够在现实世界中对疾病传播做到有效预测和有力控制，发挥传播动力学的作用。

与传染病模型不尽相同，对在线社交媒体中消息传播机制的研究具有更强的现实意义，因为疾病传播模型是基于概率假设的理论模型，所使用的网络无论是随机网络，小世界网络，或是BA无标度网络都是对现实人际关系的一种近似模拟，所使用的数值都是虚拟的，而在线社交媒体记录了海量真实的消息传播数据，是人们在线活动的真实反映。类似的传播数据在现实生活中是很难完全收集到的，例如在流行疾病发生时，即使强有力的政府机构也很难完全、真实地收集到感染病持续时间内的所有有效数据。因此，在线社交媒体的消息传播理论特性和数据优势决定了其在理论研究和现实应用领域都具有重要意义。

对社交媒体消息传播机制的研究既能弥补传统传播模型的局限性，又能基于对传播规律的认知实现链路预测，对个性化推荐、广告精准投放具有重要意义，同时可根据不同节点在传播中起到的作用进行网络控制，保证网络和信息安全，这在舆情监控、谣言传播控制领域将发挥巨大作用。

第2章 国内外研究现状

# 2.1 国内外研究现状概述

国内外对在线社交媒体的研究从其兴起至今从未中断过，出现不少有价值的学术成果。最著名的“六度分离”理论是哈佛大学心理学教授通过邮件网络传递实验得到的。在2011年5月，研究人员发现在Facebook上全球两个用户之间的平均距离只有4.74，比“六度分离”缩短了很多。对信息传播模型的研究也在很多领域（例如信息科学、传播动力学、医学等）取得了显著成果，这些理论和模型也同样适用于微博消息传播。学界对微博传播规律的研究可概括为以下两种途径：改进传统模型和通过研究影响传播的关键因素构建新模型。其中国外学者多以Facebook和Twitter为研究对象，国内学者则大多关注于新浪微博数据。

## 2.1.1 对传统信息传播模型进行改进

学界对信息传播领域的研究由来已久，独立级联（IC）模型[[1]](#endnote-1)、线性阈值（LT）模型[[2]](#endnote-2)[[3]](#endnote-3)、传染病（SIR）模型[[4]](#endnote-4)是经典的三大传播模型。这些经典模型对传播领域问题具有普遍的指导意义。

### 2.1.1.1 IC模型

IC模型中的网络传播过程如下：

1. 网络中初始存在两种节点，活跃节点和非活跃节点。规定活跃节点可转变为非活跃节点。
2. 在t时刻，若节点v变成活跃状态，它将以概率的概率对其邻居节点w进行影响，其中是预设的随机值。该概率的大小决定节点对其邻居的影响力。
3. 如果节点w有多个刚被激活的邻居，则这些邻居们会以任意的次序对w产生影响。
4. 若w成功被某个邻居激活，该节点将在下一时刻成为活跃节点，并对其所有邻居产生影响，以此规则迭代，终止条件是网络中不存在可以激活其它节点的节点。

其中不存在可激活其它节点的节点是指所有被激活的节点都已丧失激活邻居节点的能力。每个节点被激活后仅有一次影响其邻居节点的机会，无论当前时刻该节点是否使它的邻居们成功激活，它在此后的时刻里成为无影响力的节点，尽管它自身也是激活节点。

### LT模型

线性阈值（LT）模型的传播机制如下：

1. 与独立级联模型相似，网络中的节点存在活跃和非活跃两种状态，节点可从非活跃状态转变为活跃状态。初始状态下，为每个节点v赋予随机阈值，该值代表节点的受影响被激活的概率，值越大，节点v越稳定而不易改变，反之表明节点越容易被影响而激活。
2. 若节点v的所有邻居中，最近处于活跃状态的节点对它的影响力之和大于该节点的阈值时，该节点将受到影响转变为激活状态。
3. 定义节点v的邻居集合为N，则对于任意w∈N，权值代表邻居节点w对节点v的影响力。因此，节点v所受其所有邻居节点(激活状态)的影响力之和可表示为：

4. 所有在t时刻被激活的节点将在t+1时刻对它的邻居释放影响力。若节点v的阈值满足如下条件：

节点v将转化为激活状态。按以上步骤迭代。

该模型的传播终止条件为网络中所有非活跃状态的节点都不能被他们的活跃邻居的能量之和所激活，此时网络状态趋于稳定。

### SIR模型

SIR模型是在SI模型的基础上改进而来的，该模型忽略考察地区的人口出生、自然死亡、迁徙等因素影响，假设人口总量保持在一个常数，即模型中网络节点数N保持不变。其传播过程如下：

1. 网络中初始存在两种类型的节点：S型-易感者（Susceptible）， I型-感染者（Infective）。随着传播的进行可能出现第三种类型的节点：R型-已治愈（Removal），指被隔离或因病愈而具有免疫力的人。即易感染者可能转变为感染者，感染者可转化为已治愈型。
2. t时刻所有I型节点对它的所有S型邻居节点以一定概率p进行感染。
3. I型节点以一定概率q转换为R型节点，从此具有免疫力，不再容易受到感染。

迭代指定次数后终止模型。

该模型对于研究不同网络类型的传播特性有很大作用。

### 基于经典模型的研究现状

在国内外，根据微博中人与人之间网络的特点，对IC模型、LT模型、SIR模型等经典传播模型进行改进，出现了大量研究成果。张彦超[[5]](#endnote-5)等基于传染病模型利用传播动力学和网络科学理论，对在线社交网络中的消息传播从理论上构建了比较详细的模型，然后提出了基于SNS网络的独特的信息传播模型，通过对在线社交网络的模拟实验，并对I型节点、S型节点、R型节点在网络中不同的传播行为进行了分析。Kazumi Saito[[6]](#endnote-6)等人基于IC模型和LT模型，在节点和连边上引入两种延迟：Node Delay（用户行为带来的延迟）和Link Delay（消息传播带来的延迟），并对激活时间的更新机制进行修改，引入了两种节点激活方式：non-override和override，即多个父节点激活时使用最早激活时间但不更新激活时间，当多个父节点多次激活时对激活时间进行更新。结合两种原始经典模型，构建了异步IC模型和异步LT模型。进而在多种不同性质的网络中调整传播参数以研究时间延迟及更新策略的不同对消息在网络中传播带来的影响，得出了在密集网络中差异化时间延迟和更新机制对信息传播研究至关重要的结论。

## 基于关键因素构建新模型

传统的消息传播经典模型虽然在传播领域具有指导意义，但应用于新的复杂的网络环境和数据形式时存在局限性，新的传播模型不断被提出。这些新模型通常是基于对影响微博网络中信息传播的诸多要素进行研究和评估得到的。2012年，郑蕾和李生红针对微博网络提出了一种叫做IDM的消息传播模型。通过模拟消息在新浪微博用户网络中的传播流向，发现在微博传播过程中当信息具有一定敏感度时，粉丝多的用户（明星用户）的意见领袖作用呈现一种逐渐下降的趋势[[7]](#endnote-7)。Bongwon Suh[[8]](#endnote-8)等人对影响消息转发频率的因素（消息内容特征、用户节点属性等）进行了深入研究，在Generalized Linear Model（广义线性模型）之上建立了一个用于预测消息转发的新模型。通过对大量真实数据的分析，得出了如下结论：微博消息中Tag和Url链接对消息转发影响较大，对于用户在网络中的属性，用户历史所发表的微博总数量对微博转发影响较小，而粉丝数、关注数、使用时间长短对传播的影响较为突出。

Herbrich R等人提出了一个命名为Matchbox的新模型[[9]](#endnote-9)，该模型是一个基于概率理论的协同过滤模型，其中选用了用户网络中的节点特征（关注人数、粉丝数）和微博消息特征（单词数等）来预测用户对消息的转发。尽管这些特征很能反映用户的行为习惯，但在导致传播行为的影响因子中并不是最重要的。Fan等人[[10]](#endnote-10)对新浪微博的用户网络拓扑及信息传播扩散进行了深入研究，他们发现该网络的拓扑结构和小世界网络及无标度网络非常相似，网络的度分布服从幂律分布，热门新闻事件的传播路径呈现两级或星形结构。Webberley等人[[11]](#endnote-11)深入研究了信息在Twitter上产生影响的广度、传播的深度以及消息转发的延迟规律，这些分析对用户行为模式和消息转发规律具有很好的借鉴意义。Jure Leskovec等人基于博客数据对社交网络结构特性及其信息传播模型进行了深入研究，发现了博客文章热度的下降并不是一般认为的指数分布，而是非常符合幂律分布。同时，以每一个博客为节点以转载为连边构建的有向网络中，节点的入度和出度都符合幂律分布。经过使用经典的传染病模型对信息传播进行模拟，实验结果与真实博客网络具有很高的匹配度[[12]](#endnote-12)。

# 2.2 国内外研究现状评述

综上所述，国内外近年来对于在线社交网络中信息传播的研究较多，因为进入互联网时代后社交网络和人们的生活息息相关，甚至改变了人们的思维、行为方式，对社交网络信息传播的研究有助于人们更好的了解人与人之间的普遍联系，挖掘普遍存在的传播规律。目前，国内学者对在线社交网络中信息传播的研究，较多停留在宏观层面的分析，其中一部分研究从传播学角度入手，对在线社交网络中信息传播模式作定性分析；另一部分研究往往利用已有传播模型对社交网络的信息传播进行模拟。在预测用户对消息的转发时，往往采用了多种影响微博互动的特征，然而在对用户关系属性进行分析时，有些使用的算法对真实社交网络的适用性经不起推敲或效率较低。很多针对在线社交网络中信息传播影响力和传播路径的分析及预测不具有普遍性，得到的大多是特定网络（Twitter或Facebook等）上对信息传播基于统计的规律，例如有的研究[[13]](#endnote-13)表明邮件网络的传播树往往具有传播广度教小、深度较大的特性，然而并没有针对具体信息预测其在传播过程中可能经过的网络路径。

第3章 微博传播规律研究

# 本文研究概述

前人的研究表明，不同性质的网络在消息传播中呈现的特性也不尽相同，甚至差别很大。例如微博网络、博客网络与Email网络中信息传播的规律各不相同，对在线社交网络的信息传播的研究往往因为数据和领域的不同而必须区别化对待。由于一个人的精力有限，笔者仅仅基于新浪微博数据对新浪微博中信息传播机制进行研究，希望挖掘出有价值的传播规律，使人们能更清晰地认识传播、深入了解传播、实现传播最大化或控制谣言传播。然而这也不是一项小的工程，因为新浪微博的用户群体和消息内容实在超出传统数据分析处理的能力，本人将使用大数据技术完成该项研究。

## 3.1.1 研究内容

本文将从以下几个角度对新浪微博信息传播规律进行研究：

参考文献

1. Goldenberg J, Libai B. Using Complex Systems Analysis to Advance Marketing Theory Development: Modeling Heterogeneity Effects on New Product Growth through Stochastic Cellular Automata[J]. Acad.marketing Sci.rev, 2001. [↑](#endnote-ref-1)
2. Granovetter M. Threshold models of collective behavior[J]. American Journal of Sociology, 1978, 83(6):1420-1443. [↑](#endnote-ref-2)
3. Schelling T. Micromotives and Macrobehaviour[J]. Norton, 1978. [↑](#endnote-ref-3)
4. Kermack W O, Mckendrick A G. Contributions to the mathematical theory of epidemics—III. Further studies of the problem of endemicity[J]. Royal Society of London Proceedings, 1927, 115(772):700-721. [↑](#endnote-ref-4)
5. 张彦超, 刘云, 张海峰,等. 基于在线社交网络的信息传播模型[J]. 物理学报, 2011, 60(5):60-66. [↑](#endnote-ref-5)
6. Saito K, Kimura M, Ohara K, et al. Generative Models of Information Diffusion with Asynchronous Timedelay[C]//ACML. 2010: 193-208. [↑](#endnote-ref-6)
7. 郑蕾, 李生红. 基于微博网络的信息传播模型[J]. 通信技术, 2012, 45(2): 39-41. [↑](#endnote-ref-7)
8. Suh B, Hong L, Pirolli P, et al. Want to be retweeted? large scale analytics on factors impacting retweet in twitter network[C]//Social computing (socialcom), 2010 ieee second international conference on. IEEE, 2010: 177-184. [↑](#endnote-ref-8)
9. Zaman T R, Herbrich R, Van Gael J, et al. Predicting information spreading in twitter[C]//Workshop on computational social science and the wisdom of crowds, nips. Citeseer, 2010, 104(45): 17599-601. [↑](#endnote-ref-9)
10. Fan P, Li P, Jiang Z, et al. Measurement and analysis of topology and information propagation on Sina-Microblog[C]//Intelligence and Security Informatics (ISI), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011: 396-401. [↑](#endnote-ref-10)
11. Webberley W, Allen S, Whitaker R. Retweeting: A study of message-forwarding in twitter[C]//Mobile and Online Social Networks (MOSN), 2011 Workshop on. IEEE, 2011: 13-18. [↑](#endnote-ref-11)
12. Mcglohon M, Leskovec J, Faloutsos C, et al. Information Propagation and Network Evolution on the Web[J]. Port & Waterway Engineering, 2010, 13(22):11375-11389. [↑](#endnote-ref-12)
13. Liben-Nowell D, Kleinberg J. Tracing information flow on a global scale using Internet chain-letter data[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2008, 105(12): 4633-4638. [↑](#endnote-ref-13)