

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021 年 8 月 19 日 (19.08.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/159629 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 50/00 (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/091442

(22) 国际申请日: 2020 年 5 月 21 日 (21.05.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010091892.6 2020年2月14日 (14.02.2020) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(SHANGDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(72) 发明人: 仇丽青(QIU, Liqing); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。
田相波(TIAN, Xiangbo); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山南路 480 号青岛研创中心 4 号楼 602 室, Shandong 266555 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: SOCIAL NETWORK INFLUENCE MAXIMIZATION METHOD BASED ON LOCAL AND GLOBAL INFLUENCES

(54) 发明名称: 一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法

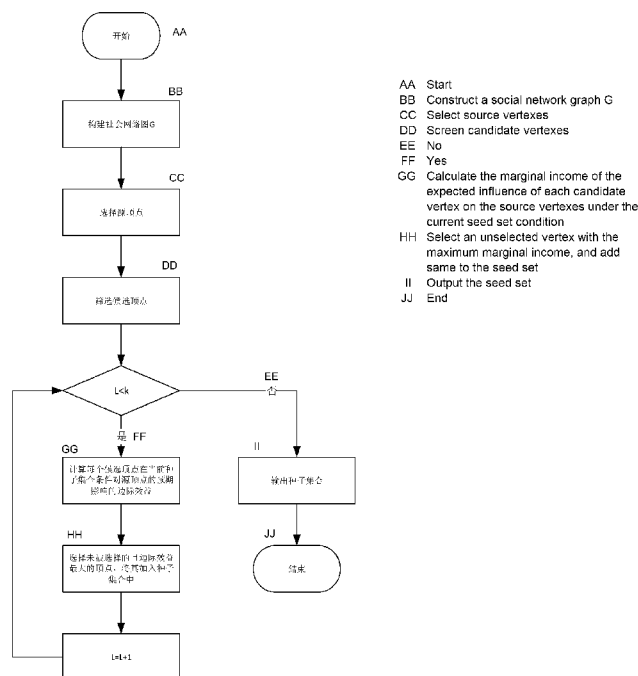


图 1

(57) Abstract: Provided is a social network influence maximization method based on local and global influences. The method belongs to the field of social networks. A two-stage filtering strategy for candidate vertexes is provided. The strategy comprises: first, selecting a certain number of source vertexes according to the local influence of vertexes; then, searching for ancestor vertexes of the source vertexes, and screening a certain number of candidate vertexes according to the expected influence of the ancestor vertexes on the source vertexes; and finally, selecting, by means of the marginal income of the expected influence of the candidate vertexes on the source

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

vertexes, a seed vertex from the candidate vertexes selected by means of the two-stage filtering strategy. By means of the method, the problem of a low time efficiency is overcome, the accuracy of the influence range is improved, and the problem of social network influence maximization is effectively solved.

(57) 摘要: 一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法, 属于社交网络领域, 提出了一种候选顶点的两阶段过滤策略, 此策略首先根据顶点的局部影响力选择一定数目源顶点; 然后, 寻找源顶点的祖先顶点, 并根据祖先顶点到源顶点的预期影响筛选一定数目候选顶点; 最后, 利用候选顶点到源顶点的预期影响的边际收益从两阶段过滤策略选择出的候选顶点中选择种子顶点。通过上述方法, 不仅克服了时间效率低的问题, 而且提高了影响范围的准确性, 有效地解决了社交网络影响力最大化问题。

一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法

技术领域

本发明属于社交网络领域，具体涉及一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法。

背景技术

随着互联网技术的发展和普及，越来越多的人通过社交网络与他人建立联系。社交网络作为重要的传播媒介，在舆论控制、信息传播和公共服务中发挥着越来越重要的作用。

在市场营销中，预算或资源往往是有限的，在这种情况下如何实现信息传播范围的最大化，这是一个非常重要的内容。为了解决这个问题，我们需要在预算或资源的限制下，选择少数有影响力的人，来使最终的信息传播范围最大，这就是影响力最大化。然而，该问题被证明是一个 NP 困难问题。影响力最大化问题自从被 Domingos 和 Ichardson 等提出后，取得了重大研究进展。近年来，许多基于贪婪的算法被提出了，例如 Degree Discount(度折扣)算法，PMIA(Prefix excluding maximum influence arborescence model, 带有前缀阻断的最大影响力树)算法，IMM (Influence Maximization via Martingales, 基于鞅的影响力最大化)算法和 DDSE (degree-descending search evolution, 降度搜索进化)算法。具体来说，度折扣算法的基本思想是，折扣度较大的节点具有较大的影响力，该算法在效率方面优于所有基于贪心的影响力最大化算法，但是该算法过分追求计算效率，导致算法的精确度非常低。PMIA 算法利用 MIA (maximum influence arborescence, 最大影响力树)模型估算每个顶点的影响力，这个算法可以递归的计算边际影响力，并且每次仅需要更新局部影响力树，这使得 PMIA 算法可以在大型社会网络上运行，但是它通过牺牲较大的精确度来提高其运行效率，这种做法是令人不满意的。IMM 算法利用一系列基于鞅的估计技术来提高其运算效率，这些估算技术使得 IMM 算法能够在接近线性的时间内得到一个较好的运算结果，但是，它过分追求计算效率，而忽略了结果准确性。DDSE 算法的基本思想是利用生物进化的思想来获得全局最优解。具体来说，该算法分为四个步骤：初始化、变异、交叉、选择。实验结果表明，DDSE 在保持与 CELF (Cost-effective Lazy-forward, 高性价比懒惰前行)差不多的精确度的情况下比 CELF 快约五个数量级。但是，这个算法过分追求结果准确性，导致它的效率十分低下。总而言之，这四种算法都过分追求效率或准确性，而没有在两者之间做出适当的折中。

发明内容

针对现有技术中存在的上述技术问题，本发明提出了一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，设计合理，克服了现有技术的不足，具有良好的效果。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，包括以下步骤：

步骤 1：构建社交网络： $G=(V,E)$ ；

步骤 2：选择源顶点；

步骤 3：筛选候选顶点；

步骤 4：选择种子顶点。

优选地，在步骤 2 中，具体包括如下步骤：

步骤 2.1：根据公式（1），计算每个顶点的局部影响力，并根据此局部影响力将所有顶点从大到小排序，局部影响力的计算公式如下：

$$LFV(u) = 1 + \sum_{v \in N_u \setminus \{u\}} (p_{uv} + p_{uv} \cdot \sum_{s \in N_v \setminus \{u,v\}} p_{vs}) \quad (1);$$

步骤 2.2：从步骤 2.1 得到的排列中按顺序依次选择一定数目的顶点作为源顶点。

优选地，在步骤 3 中，具体包括如下步骤：

步骤 3.1：利用带有堆优化的 Dijkstra 算法寻找每个源顶点的祖先顶点，并且在寻找过程中计算祖先顶点对其相关的源顶点的激活概率，在此过程中，使用激活阈值进行剪枝操作；

步骤 3.2：根据公式（2），计算每个祖先顶点对源顶点的预期影响，按预期影响的大小依次选择一定数目的祖先顶点作为候选顶点；

$$NEIOS(u) = \sum_{v \in SN} p_{uv} \cdot LFV(v) \quad (2);$$

优选地，在步骤 4 中，具体包括如下步骤：

步骤 4.1：根据公式（3）和（4），计算在当前种子集合条件下候选顶点到源顶点的预期影响的边际收益 Sv ：

$$EIOS(S) = \sum_{u \in S} \sum_{v \in SN} p_{uv} \cdot LFV(v) \cdot \prod_{n \in S \setminus \{u\}} (1 - p_{nv}) \quad (3);$$

$$Sv = EIOS(S \cup \{v\}) - EIOS(S) \quad (4);$$

其中， $EIOS(S)$ 表示当前种子顶点集合 S 对源顶点的预期影响， S 表示当前种子顶点集合， Sv 表示顶点 v 在当前种子顶点集合 S 条件下的边际收益， p_{nv} 表示顶点 n 对顶点 v 的激活概率；

步骤 4.2：选择一个未被选择的且 Sv 最大的顶点作为种子顶点，并且将当前种子顶点集合规模 L 加 1，重复步骤 4.1 和 4.2，直到当前种子顶点集合规模 L 达到 k ；其中， k 表示影响力最大化问题中所要求选择出的顶点个数，即最终种子顶点集合规模。

本发明所带来的有益技术效果：

本发明首先根据顶点的局部影响力选择一定数目源顶点；其次，寻找源顶点的祖先顶点，并根据祖先顶点到源顶点的预期影响筛选一定数目候选顶点；最后，利用候选顶点到源顶点的预期影响的边际收益从候选顶点中选择种子顶点。通过此种方法，不仅克服了时间效率低

的问题，而且提高了影响范围的准确性，有效地解决了社交网络影响力最大化问题。

附图说明

图 1 是本发明方法的流程图；

图 2 是本发明与现有算法在 CA-GrQc 社交网络的影响范围效果对比图；

图 3 是本发明与现有算法在 Wiki-Vote 社交网络的影响范围效果对比图；

图 4 是本发明与现有算法在 NetHEPT 社交网络的影响范围效果对比图；

图 5 是本发明与现有算法在 CA-CondMat 社交网络的影响范围效果对比图；

图 6 是本发明与现有算法在 soc-Epinions1 社交网络的影响范围效果对比图；

图 7 是本发明与现有算法在 p2p-Gnutella31 社交网络的影响范围效果对比图；

图 8 是本发明与现有算法在 CA-GrQc 社交网络上运行时间对比图；

图 9 是本发明与现有算法在 Wiki-Vote 社交网络上运行时间对比图；

图 10 是本发明与现有算法在 CA-CondMat 社交网络上运行时间对比图；

图 11 是本发明与现有算法在 NetHEPT 社交网络上运行时间对比图；

图 12 是本发明与现有算法在 p2p-Gnutella31 社交网络上运行时间对比图；

图 13 是本发明与现有算法在 soc-Epinions1 社交网络上运行时间对比图。

具体实施方式

下面结合附图以及具体实施方式对本发明作进一步详细说明：

一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，其流程如图 1 所示，包括以下步骤：

步骤 1：构建社交网络： $G=(V,E)$ ；

步骤 2：选择源顶点；具体包括如下步骤：

根据公式 (1)，计算每个顶点的局部影响力，并根据此局部影响力将所有顶点从大到小排序，局部影响力的计算公式如下：

$$LFV(u) = 1 + \sum_{v \in N_u \setminus \{u\}} (p_{uv} + p_{uv} \cdot \sum_{s \in N_v \setminus \{u,v\}} p_{vs}) \quad (1);$$

步骤 2.2：从步骤 2.1 得到的排列中按顺序依次选择一定数目的顶点作为源顶点。

步骤 3：筛选候选顶点；具体包括如下步骤：

步骤 3.1：利用带有堆优化的 Dijkstra 算法寻找每个源顶点的祖先顶点，并且在寻找过程中计算祖先顶点对其相关的源顶点的激活概率，在此过程中，使用激活阈值进行剪枝操作；

步骤 3.2：根据公式 (2)，计算每个祖先顶点对源顶点的预期影响，按预期影响的大小依次选择一定数目的祖先顶点作为候选顶点；

$$NEIOS(u) = \sum_{v \in SN} p_{uv} \cdot LFV(v) \quad (2);$$

步骤 4: 选择种子顶点, 具体包括如下步骤:

步骤 4.1: 根据公式 (3) 和 (4), 计算在当前种子集合条件下候选顶点对源顶点的预期影响的边际收益 Sv :

$$EIOS(S) = \sum_{u \in S} \sum_{v \in SN} p_{uv} \cdot LFV(v) \cdot \prod_{n \in S \setminus \{u\}} (1 - p_{nv}) \quad (3);$$

$$Sv = EIOS(S \cup \{v\}) - EIOS(S) \quad (4);$$

其中, $EIOS(S)$ 表示当前种子顶点集合 S 对源顶点的预期影响, S 表示当前种子顶点集合, Sv 表示顶点 v 在当前种子顶点集合 S 条件下的边际收益, p_{nv} 表示顶点 n 对顶点 v 的激活概率;

步骤 4.2: 选择一个未被选择的且 Sv 最大的顶点作为种子顶点, 并且将当前种子顶点集合规模 L 加 1, 重复步骤 4.1 和 4.2, 直到当前种子顶点集合规模 L 达到 k ; 其中, k 表示影响力最大化问题中所要求选择出的顶点个数, 即最终种子顶点集合规模。

实施例:

一、数据集及实验设置

该实施例中, 使用来自 SNAP (<http://snap.stanford.edu/data>) 的六个不同规模的公开的数据集 CA-GrQc 数据集, Wiki-Vote 数据集, NetHEPT 数据集, CA-CondMat 数据集, p2p-Gnutella31 数据集和 soc-Epinions1 数据集。NetHEPT 数据集是“高能物理-理论”部分从 1991 年至 2003 年的论文的合著关系网络; Wiki-Vote 数据集是维基百科中的“全民投票”网络; CA-GrQc 数据集是摘自“广义相对论和量子宇宙论”部分的合作网络; CA-CondMat 数据集是 Arxiv 凝聚态物质的协作网络; p2p-Gnutella31 数据集是 2002 年 8 月 31 日以来的 Gnutella 的对等网络; soc-Epinions1 数据集是 Epinions.com 的谁信任谁的网络。这四个数据集的静态结构特征统计如表 1 所示。

表 1: 实验数据静态结构特征统计

Data set	Nodes	Edges	Average Degree
CA-GrQc	5242	28980	11.06
Wiki-Vote	7115	103689	29.15
NetHEPT	15233	58891	4.23
CA-CondMat	23133	186936	16.16
p2p-Gnutella31	62586	147892	4.73
soc-Epinions1	75879	508837	13.41

本发明申请所使用的权重级联模型, 其激活概率 $p_{uv} = \frac{1}{in(v)}$, 其中 $in(v)$ 表示 v 的入度;

使用 k 表示问题最终要求的种子集合规模, 使用 L 记录当前种子集合规模。另外, 因为 DDSE

算法在平均度较大的数据集上的运行速度太慢，所以我们仅仅在数据集 NetHEPT, CA-GrQc 和 p2p-Gnutella31 上运行 DDSE 算法。

以下实施例中的所有仿真实验是使用：对种子节点的邻居节点的度进行折扣处理的 Degree Discount 算法、基于最大影响力树的启发式算法 PMIA、使用进化算法进行全局寻优的 DDSE 算法，以及利用基于鞅的估计技术和反向可达采样的 IMM 算法与本发明 LGIM (Global Selection Based on Local Influence, 基于局部影响的全局选择) 算法作比较。

二、影响范围

图 2 至图 7 分别展示了种子节点规模 k 在 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 时本发明 LGIM 算法与其他四种算法 Degree Discount, DDSE, PMIA, 和 IMM 在 CA-GrQc, Wiki-Vote, NetHEPT, CA-CondMat, p2p-Gnutella31 和 soc-Epinions1 六个数据集上影响范围对比图。通过这六个影响范围对比图可以看出，随着种子集大小的增加，所有算法的影响范围都呈上升趋势。当在 NetHEPT, CA-GrQc, Wiki-Vote, CA-CondMat 和 soc-Epinions1 数据集上运行时，LGIM 优于所有的对比算法，而在 p2p-Gnutella31 网络上，它仅比 IMM 差。在 CA-GrQc 数据集上，当种子集规模为 100 时，LGIM 的影响范围分别比 PMIA, IMM, Degree Discount 和 DDSE 高 2.85%, 1.98%, 17.23% 和 13.89%。在 Wiki-Vote 数据集上，当种子集大小为 100 时，LGIM 的影响范围分别比 PMIA, Degree Discount 和 IMM 高 31.85%, 4.83% 和 16.49%。在 NetHEPT 网络上，LGIM, PMIA 和 IMM 具有差不多的影响范围，当种子集的大小为 100 时，它们的影响范围分别比 Degree Discount 和 DDSE 高 70.12% 和 100.67%。在 CA-CondMat 数据集上，LGIM 和 IMM 的影响范围非常接近，当种子集大小为 100 时，它们的影响范围分别比 Degree Discount 和 PMIA 高 8.09% 和 12.59%。在 p2p-Gnutella31 网络上，IMM 的影响范围是最大的，而 LGIM 算法仅仅比 IMM 算法的影响范围小，当种子大小为 100 时，IMM 的影响范围分别比 LGIM, PMIA, Degree Discount 和 DDSE 高 4.09%, 6.27%, 45.39% 和 86.47%。出现这种结果大概是因为：LGIM 采用候选顶点的两阶段过滤策略，然后利用新的目标函数——对源顶点的预期影响来选择种子顶点，这种做法保证了运行结果的准确性。

三、运行时间

图 8 到图 13 展示了本发明 LGIM 与其他四种对比算法 Degree Discount, DDSE, PMIA 和 IMM 的运行时间对比图。从结果来看，Degree Discount 算法的效率是最高，而 LGIM 仅比 Degree Discount 算法差。在这六个社交网络上，当种子顶点集的规模为 100 时，Degree Discount 算法分别比 LGIM 快 91.89%, 85.87%, 97.99%, 91.89%, 98.77% 和 98.75%。在 CA-GrQc 网络上，LGIM 分别比 IMM, PMIA 和 DDSE 快 91.67%, 75.82% 和 99.91%。在 Wiki-Vote 数据集上，LGIM 分别比 PMIA 和 IMM 快 40.65% 和 92.24%。在 NetHEPT 网络上，LGIM

和 PMIA 的运行时间差不多,它们分别比 DDSE 和 IMM 快 99.16%和 48.29%。在 CA-CondMat 网络上, LGIM 分别比 PMIA 和 IMM 快 83.45%和 92.06%。在 p2p-Gnutella31 网络上, LGIM 和 PMIA 具有差不多的运行效率,它们分别比 DDSE 和 IMM 快 98.9%和 94.9%。在 soc-Epinions1 网络上, LGIM 和 PMIA 的效率相近,比 IMM 快 79.08%。总而言之, LGIM 的效率仅比 Degree Discount 算法差,超过了其他三种比较算法。

综上所述,我们得出以下结论:第一,本发明 LGIM 采用两阶段过滤策略来选择候选顶点,然后利用新的目标函数——对源顶点的预期影响来选择种子顶点,这种做法保证了运行结果的准确性。第二,本发明是一种高效的解决影响力最大化的方法,运行效率高,可以应用大规模网络。

当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，其特征在于：包括以下步骤：

步骤 1：构建社交网络： $G=(V,E)$ ；

其中， G 表示社交网络， V 表示社交网络的节点集合， E 表示社交网络的边集合；

步骤 2：选择源顶点；

步骤 3：筛选候选顶点；

步骤 4：选择种子顶点。

2、根据权利 1 所述的基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，其特征在于：在步骤 2 中，具体包括如下步骤：

步骤 2.1：根据公式（1），计算每个顶点的局部影响力，并根据此局部影响力将所有顶点从大到小排序，局部影响力的计算公式如下：

$$LFV(u) = 1 + \sum_{v \in N_u \setminus \{u\}} (p_{uv} + p_{uv} \cdot \sum_{s \in N_v \setminus \{u,v\}} p_{vs}) \quad (1) ;$$

其中， $LFV(u)$ 表示顶点 u 的局部影响力， N_u 、 N_v 分别表示顶点 u 和顶点 v 的一跳邻居顶点， p_{uv} 表示顶点 u 激活顶点 v 的概率， p_{vs} 表示顶点 v 激活顶点 s 的概率； $\sum_{s \in N_v \setminus \{u,v\}} p_{vs}$ 表示顶点 v 除了顶点 u 之外的所有邻居顶点对顶点 s 的激活概率之和，即顶点 v 对其一跳邻居的激活概率之和； $\sum_{v \in N_u \setminus \{u\}} (p_{uv} + p_{uv} \cdot \sum_{s \in N_v \setminus \{u,v\}} p_{vs})$ 表示顶点 u 对其二跳范围内所有邻居顶点的激活概率之和；

步骤 2.2：从步骤 2.1 得到的排列中按顺序依次选择一定数目的顶点作为源顶点。

3、根据权利 1 所述的基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，其特征在于：在步骤 3 中，具体包括如下步骤：

步骤 3.1：利用带有堆优化的 Dijkstra 算法寻找每个源顶点的祖先顶点，并且在寻找过程中计算祖先顶点对其相关的源顶点的激活概率，在此过程中，使用激活阈值进行剪枝操作；

步骤 3.2：根据公式（2），计算每个祖先顶点对源顶点的预期影响，按预期影响的大小依次选择一定数目的祖先顶点作为候选顶点；

$$NEIOS(u) = \sum_{v \in SN} p_{uv} \cdot LFV(v) \quad (2) ;$$

其中， $NEIOS(u)$ 表示顶点 u 对源顶点的预期影响， SN 表示源顶点集合。

4、根据权利 1 所述的基于局部和全局影响的社交网络影响力最大化方法，其特征在于：在步骤 4 中，具体包括如下步骤：

步骤 4.1：根据公式（3）和（4），计算在当前种子集合条件下候选顶点对源顶点的预期影响的边际收益 Sv ：

$$EIOS(S) = \sum_{u \in S} \sum_{v \in SN} p_{uv} \cdot LFV(v) \cdot \prod_{n \in S \setminus \{u\}} (1 - p_{nv}) \quad (3) ;$$

$$Sv = EIOS(S \cup \{v\}) - EIOS(S) \quad (4);$$

其中, $EIOS(S)$ 表示当前种子顶点集合 S 对源顶点的预期影响, S 表示当前种子顶点集合, Sv 表示顶点 v 在当前种子顶点集合 S 条件下的边际收益, p_{nv} 表示顶点 n 对顶点 v 的激活概率;

步骤 4.2: 选择一个未被选择的且 Sv 最大的顶点作为种子顶点, 并且将当前种子顶点集合规模 L 加 1, 重复步骤 4.1 和 4.2, 直到当前种子顶点集合规模 L 达到 k ; 其中, k 表示影响力最大化问题中所要求选择出的顶点个数, 即最终种子顶点集合规模。

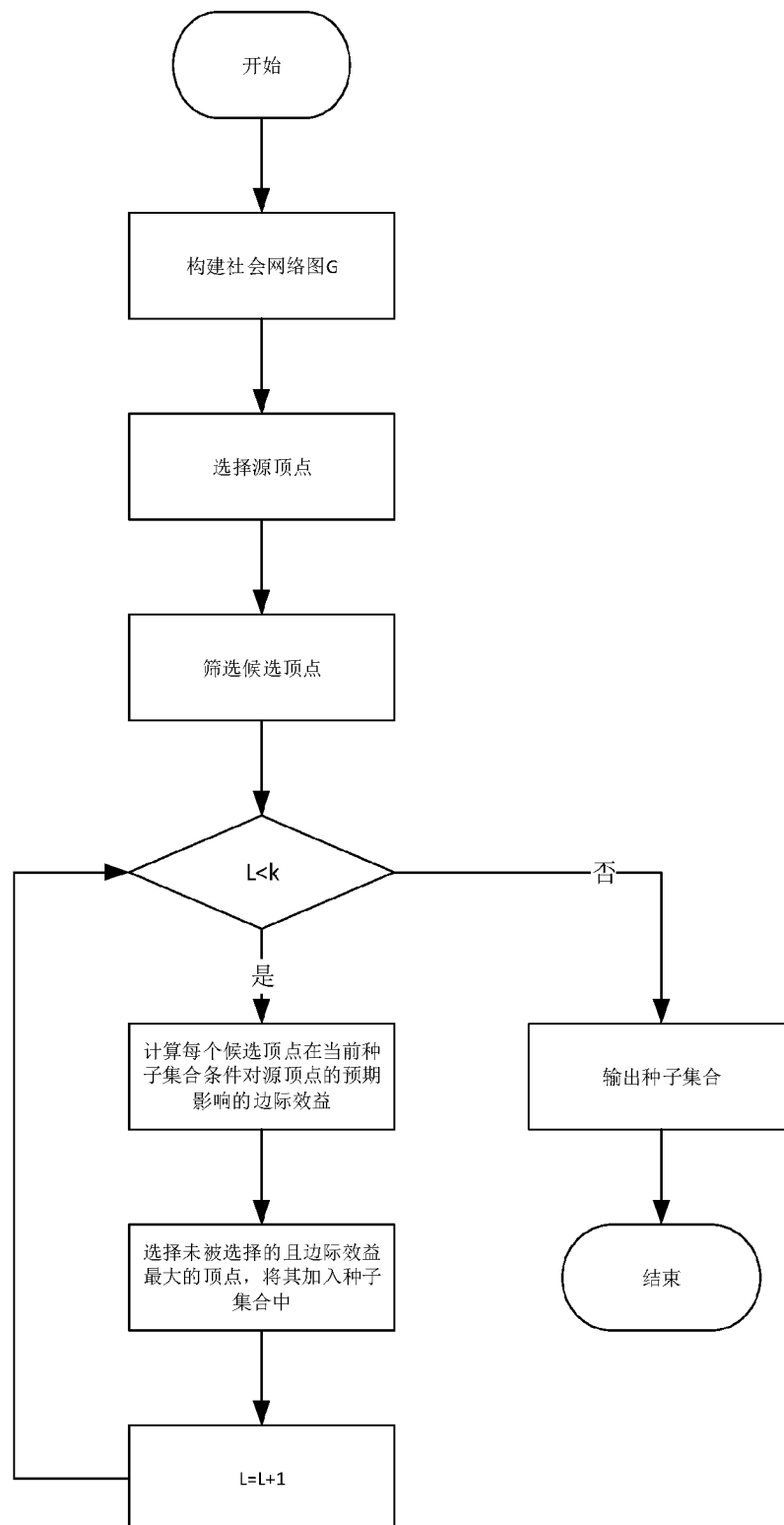


图 1

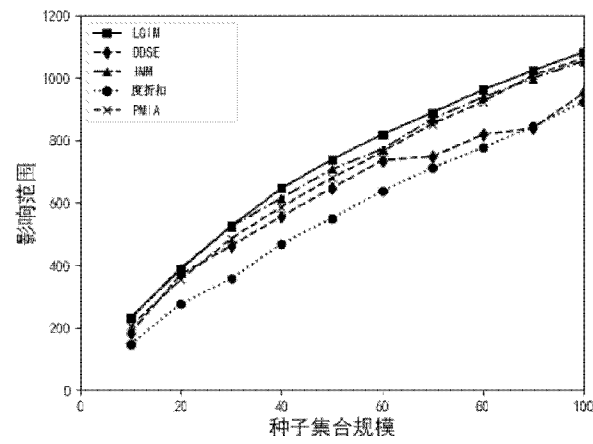


图 2

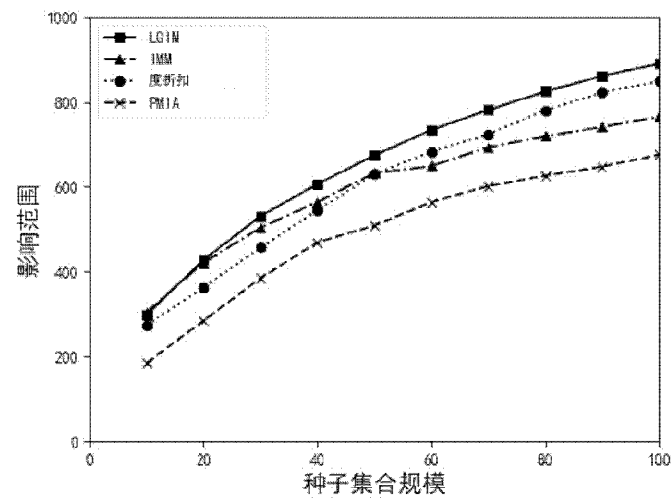


图 3

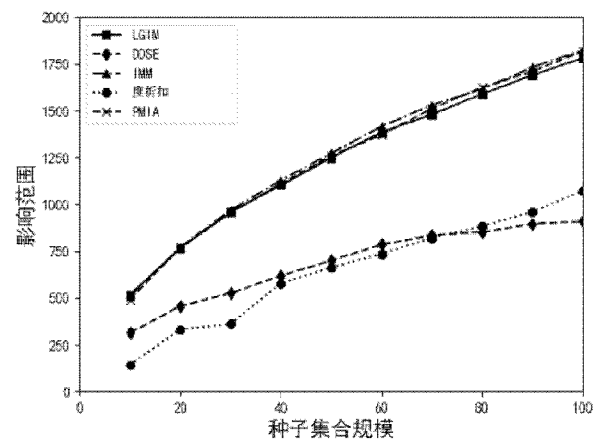


图 4

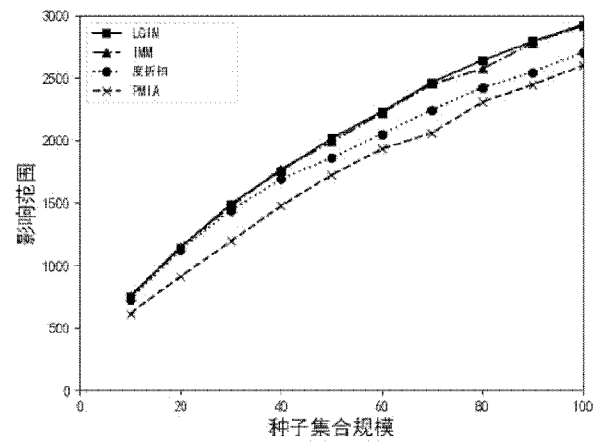


图 5

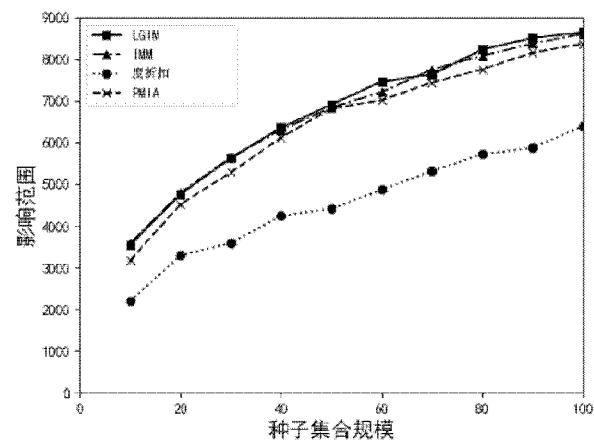


图 6

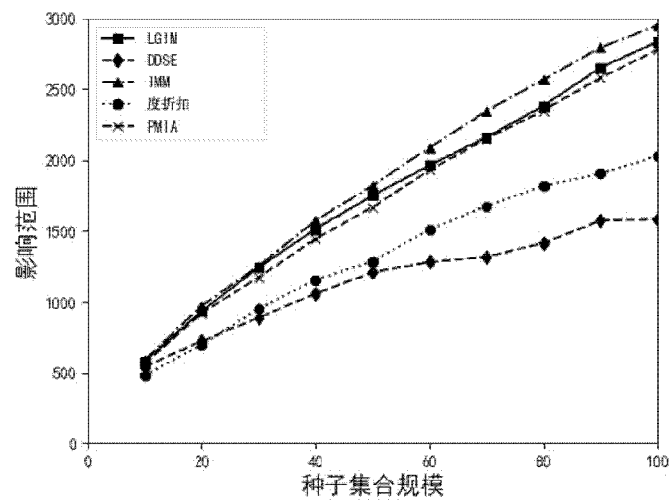


图 7

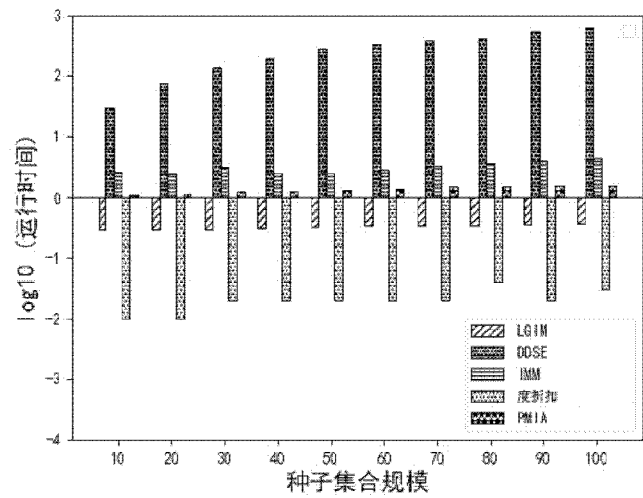


图 8

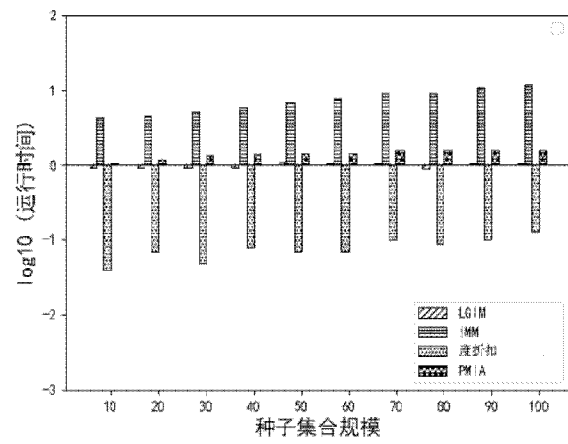


图 9

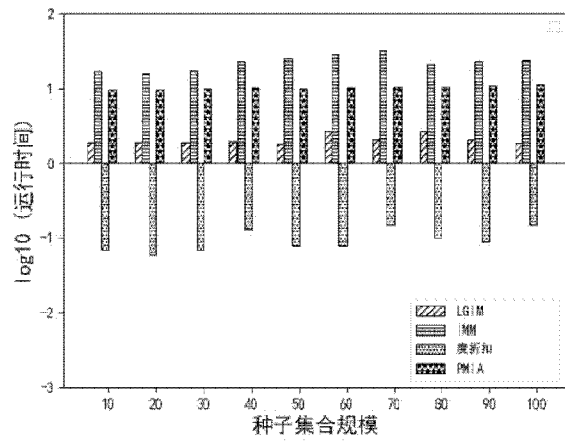


图 10

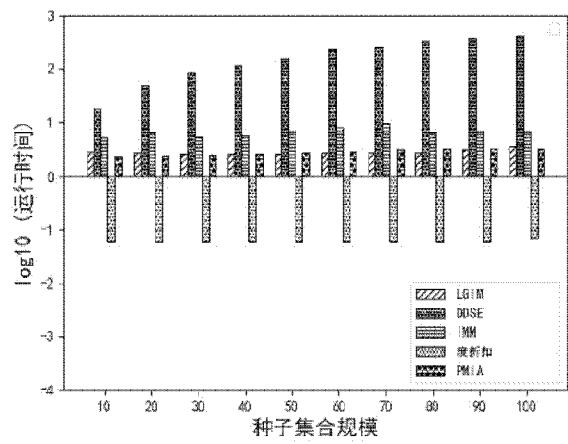


图 11

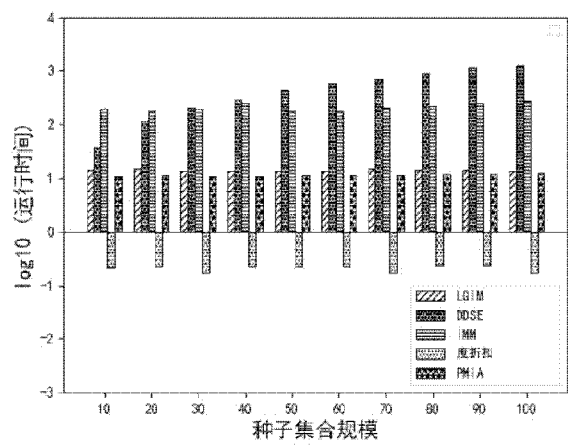


图 12

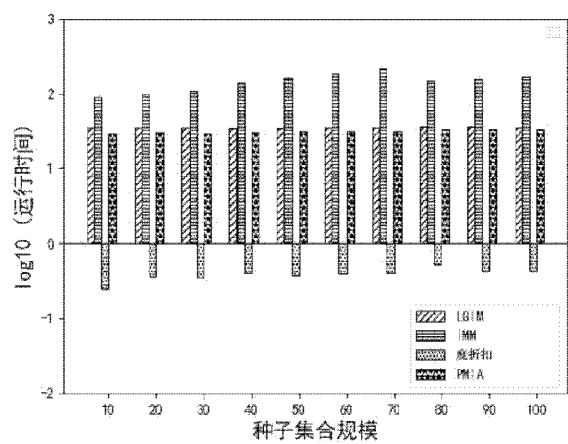


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/091442

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 50/00(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 社交网络, 影响, 最大, 顶点, 节点, 候选, 种子, 激活概率, 堆优化, 边际, social networks, influence, maximum, maximization, vertex, node, candidate, seed, active probability, stackoptimization, marginal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	QIU, Liqing et al., "TSIM: A Two-Stage Selection Algorithm for Influence Maximization in Social Networks," <i>IEEE Access</i> , Vol. 8, 13 January 2020 (2020-01-13), ISSN: 2169-353, abstract, and pp. 12084-12087	1, 4
X	CN 108492201 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 04 September 2018 (2018-09-04) description, paragraphs [0005]-[0041]	1
X	CN 105869053 A (XIDIAN UNIVERSITY) 17 August 2016 (2016-08-17) description, paragraphs [0008]-[0033]	1
A	CN 109741198 A (INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 May 2019 (2019-05-10) entire document	1-4
A	US 2017126822 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 04 May 2017 (2017-05-04) entire document	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 November 2020

Date of mailing of the international search report

25 November 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/091442

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108492201	A	04 September 2018	None			
CN	105869053	A	17 August 2016	None			
CN	109741198	A	10 May 2019	None			
US	2017126822	A1	04 May 2017	US	10244060	B2	26 March 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/091442

A. 主题的分类 G06Q 50/00 (2012.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06Q 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 社交网络, 影响, 最大, 顶点, 节点, 候选, 种子, 激活概率, 堆优化, 边际, social networks, influence, maximum, maximization, vertex, node, candidate, seed, active probability, stackoptimization, marginal		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	QIU, Liqing 等, . "TSIM: A Two-Stage Selection Algorithm for Influence Maximization in Social Networks, " IEEE ACCESS, 第8卷, 2020年 1月 13日 (2020 - 01 - 13), ISSN: 2169-353, 摘要, 第12084-12087页	1, 4
X	CN 108492201 A (山东科技大学) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 说明书第[0005]-[0041]段	1
X	CN 105869053 A (西安电子科技大学) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 说明书第[0008]-[0033]段	1
A	CN 109741198 A (中国科学院计算技术研究所) 2019年 5月 10日 (2019 - 05 - 10) 全文	1-4
A	US 2017126822 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2017年 5月 4日 (2017 - 05 - 04) 全文	1-4
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2020年 11月 4日		国际检索报告邮寄日期 2020年 11月 25日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 郭明华 电话号码 86-(10)-53961414

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/091442

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108492201	A	2018年 9月 4日	无	
CN	105869053	A	2016年 8月 17日	无	
CN	109741198	A	2019年 5月 10日	无	
US	2017126822	A1	2017年 5月 4日	US 10244060 B2	2019年 3月 26日