



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114268552 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 13

(21) 申请号 202111545988.6

(22) 申请日 2021.12.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114268552 A

(43) 申请公布日 2022.04.01

(73) 专利权人 云南电网有限责任公司电力科学
研究院

地址 650217 云南省昆明市经济技术开发
区云大西路105号

(72) 发明人 李杰 杨政 赵娜 杨莉 尹春林
潘侃 朱华 苏蒙

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限
公司 11363
专利代理师 逯长明 许伟群

(51) Int.Cl.

H04L 41/14 (2022.01)

H04L 41/147 (2022.01)

G06F 16/903 (2019.01)

G06F 16/901 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 113708969 A, 2021.11.26

US 2020250020 A1, 2020.08.06

CN 112052198 A, 2020.12.08

CN 1898921 A, 2007.01.17

CN 108763321 A, 2018.11.06

CN 109272228 A, 2019.01.25

US 2020005191 A1, 2020.01.02

审查员 赵晓晴

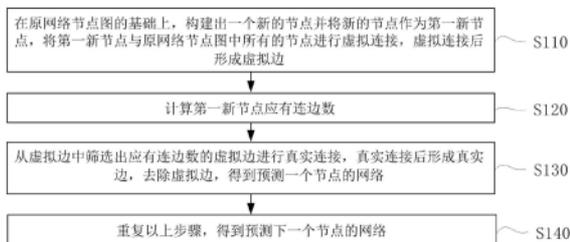
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种复杂网络节点预测方法

(57) 摘要

本申请实施例提供的复杂网络节点预测方法,包括在原网络节点图的基础上,构建出一个新的节点并将新的节点作为第一新节点,将第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,虚拟连接后形成虚拟边,计算第一新节点应有连边数,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络,重复以上步骤,得到预测下一个节点的网络。计算第一新节点应有连边数,并根据应有连边数从虚拟边中筛选出需要真实连接的虚拟边以及需要去除的虚拟边,可实现对隐藏或缺失节点的预测,且可预测多个隐藏或缺失节点。



1. 一种复杂网络节点预测方法,其特征在于,包括:

在原网络节点图的基础上,构建出一个新的节点并将所述新的节点作为第一新节点,将所述第一新节点与所述原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,所述虚拟连接后形成虚拟边;

计算所述第一新节点应有连边数;

从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,所述真实连接后形成真实边,去除所述虚拟边,得到预测一个节点的网络,包括:

计算每个原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边的度量值,将所述度量值从小到大排序为度量值序列,取所述度量值序列中前所述应有连边数个度量值对应的所述原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边进行真实连接,去除所述度量值序列中剩余度量值对应的所述原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边,得到预测一个节点的网络;

所述度量值的计算公式为:度量值=节点的聚类系数/节点的度中心性,其中,度量值越小表示原网络节点图中节点与所述第一新节点形成连边的可能性越大;

重复以上步骤,得到预测下一个节点的网络。

2. 根据权利要求1所述的复杂网络节点预测方法,其特征在于,所述计算每个原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边的度量值,包括:

计算每个原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边的度量值的算法包括节点重要性算法和边重要性算法,其中,所述节点重要性算法包括介数中心性算法和K-shell算法,所述边重要性算法包括度积算法和jaccard算法。

3. 根据权利要求1所述的复杂网络节点预测方法,其特征在于,所述从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,包括:

计算每个原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边的度量值,将所述度量值从大到小排序为度量值序列,当度量值越大表示原网络节点图中节点与所述第一新节点形成连边的可能性越大时,取所述度量值序列中前所述应有连边数个度量值对应的所述原网络节点图中节点与所述第一新节点形成的虚拟边进行真实连接。

4. 根据权利要求1所述的复杂网络节点预测方法,其特征在于,所述计算所述第一新节点应有连边数,包括:

使用网络平均度向上取整作为所述第一新节点应有连边数,所述计算所述第一新节点应有连边数的公式如下:

$$\lceil M * 2/N \rceil$$

其中,M表示网络边数,N表示网络节点数。

一种复杂网络节点预测方法

技术领域

[0001] 本申请涉及复杂网络节点预测领域,尤其涉及一种复杂网络节点预测方法。

背景技术

[0002] 复杂网络,是指具有自组织、自相似、吸引子、小世界、无标度中部分或全部性质的网络。多数人工的、自然的复杂系统均可根据不同的研究角度,借助复杂网络理论表示为由相互作用的节点组成的网络,评价复杂网络中节点的重要性是复杂网络的一个重要研究课题。

[0003] 为了在复杂网络中得出复杂网络中节点的重要性的评价,现有技术通过对节点的预测,判断节点在网络中的重要程度,然而,现有技术在网络拓扑结构研究方面,缺少对隐藏或缺失节点的预测方法。

发明内容

[0004] 本申请提供了一种复杂网络节点预测方法,以解决缺少对隐藏或缺失节点的预测方法的技术问题。

[0005] 为了解决上述技术问题,本申请实施例公开了如下技术方案:

[0006] 第一方面,本申请实施例公开了一种复杂网络节点预测方法,包括在原网络节点图的基础上,构建出一个新的节点并将新的节点作为第一新节点,将第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,虚拟连接后形成虚拟边;

[0007] 计算第一新节点应有连边数;

[0008] 从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络;

[0009] 重复以上步骤,得到预测下一个节点的网络。

[0010] 可选的,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络,包括:

[0011] 计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值,将度量值从小到大排序为度量值序列,取度量值序列中前应有连边数个度量值对应的原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边进行真实连接,去除度量值序列中剩余度量值对应的原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边,得到预测一个节点的网络;

[0012] 度量值的计算公式为:度量值=节点的聚类系数/节点的度中心性,其中,度量值越小表示原网络节点图中节点与第一新节点形成连边的可能性越大。

[0013] 可选的,计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值,还包括:

[0014] 计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边度量值的算法包括节点重要性算法和边重要性算法,其中,节点重要性算法包括介数中心性算法和K-shell算法,边重要性算法包括度积算法和jaccard算法。

[0015] 可选的,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,还包括:

[0016] 通过筛选算法计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值,将度量值从大到小排序为度量值序列,当度量值越大表示原网络节点图中节点与第一新节点形成连边的可能性越大时,取度量值序列中前应有连边数个度量值对应的原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边进行真实连接。

[0017] 可选的,计算第一新节点应有连边数,包括:

[0018] 使用网络平均度向上取整作为第一新节点应有连边数,计算第一新节点应有连边数的公式如下:

[0019] $[M * 2/N]$

[0020] 其中,M表示网络边数,N表示网络节点数。

[0021] 本申请的有益效果为:

[0022] 本申请实施例提供的复杂网络节点预测方法,包括在原网络节点图的基础上,构建出一个新的节点并将新的节点作为第一新节点,将第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,虚拟连接后形成虚拟边,计算第一新节点应有连边数,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络,重复以上步骤,得到预测下一个节点的网络。计算第一新节点应有连边数,并根据应有连边数从虚拟边中筛选出需要真实连接的虚拟边以及需要去除的虚拟边,可实现对隐藏或缺失节点的预测,且可预测多个隐藏或缺失节点。

[0023] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本申请。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本申请实施例提供的复杂网络节点预测方法的流程示意图;

[0026] 图2为本申请实施例提供的原网络节点图;

[0027] 图3为本申请实施例提供的第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接的虚拟连接图;

[0028] 图4为本申请实施例提供的预测一个节点的网络节点图;

[0029] 图5为本申请实施例提供的预测下一个节点的虚拟连接图;

[0030] 图6为本申请实施例提供的预测下一个节点的网络节点图。

具体实施方式

[0031] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范围。

- [0032] 参见图1,本申请实施例提供了一种复杂网络节点预测方法,包括步骤S110-S140。
- [0033] S110:在原网络节点图的基础上,构建出一个新的节点并将新的节点作为第一新节点,将第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,虚拟连接后形成虚拟边。
- [0034] S120:计算第一新节点应有连边数。
- [0035] 在一些实施例中,计算第一新节点应有连边数,包括:
- [0036] 使用网络平均度向上取整作为第一新节点应有连边数,计算第一新节点应有连边数的公式如下:
- [0037] $[M * 2/N]$
- [0038] 其中,M表示网络边数,N表示网络节点数。使用网络平均度向上取整作为第一新节点应有连边数,提高了计算第一新节点应有连边数的速度。
- [0039] S130:从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络。
- [0040] 在一些实施例中,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络,包括:
- [0041] 计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值,将度量值从小到大排序为度量值序列,取度量值序列中前应有连边数个度量值对应的原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边进行真实连接,去除度量值序列中剩余度量值对应的原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边,得到预测一个节点的网络,度量值的计算公式为:度量值=节点的聚类系数/节点的度中心性,其中,度量值越小表示原网络节点图中节点与第一新节点形成连边的可能性越大。计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边度量值的算法包括节点重要性算法和边重要性算法,其中,节点重要性算法包括但不限于介数中心性算法和K-shell算法,边重要性算法包括但不限于边介数中心性算法和jaccard算法。可使用多种算法得到每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值,提高了计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值的便捷性。
- [0042] 在一些实施例中,通过筛选算法计算每个原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边的度量值,将度量值从大到小排序为度量值序列,当度量值越大表示原网络节点图中节点与第一新节点形成连边的可能性越大时,取度量值序列中前应有连边数个度量值对应的原网络节点图中节点与第一新节点形成的虚拟边进行真实连接。
- [0043] S140:重复以上步骤,得到预测下一个节点的网络。
- [0044] 在一些实施例中,如图2所示,原网络节点图中的网络可选为由7个节点和10条边构成,将第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,虚拟连接后形成虚拟边后,形成如图3所示的虚拟连接图,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络,进而得到如图4所示的预测一个节点的网络节点图,重复以上步骤,得到预测下一个节点的网络,进而得到如图5所示的预测下一个节点的虚拟连接图以及如图6所示的预测下一个节点的网络节点图。计算第一新节点应有连边数,并根据应有连边数从虚拟边中筛选出需要真实连接的虚拟边以及需要去除的虚拟边,可实现对隐藏或缺失节点的预测,且可预测多个隐藏或缺失节点。
- [0045] 由上述实施例可见,本申请实施例提供的复杂网络节点预测方法,包括在原网络

节点图的基础上,构建出一个新的节点并将新的节点作为第一新节点,将第一新节点与原网络节点图中所有的节点进行虚拟连接,虚拟连接后形成虚拟边,计算第一新节点应有连边数,从虚拟边中筛选出应有连边数的虚拟边进行真实连接,真实连接后形成真实边,去除虚拟边,得到预测一个节点的网络,重复以上步骤,得到预测多个节点的网络。计算第一新节点应有连边数,并根据应有连边数从虚拟边中筛选出需要真实连接的虚拟边以及需要去除的虚拟边,可实现对隐藏或缺失节点的预测,且可预测多个隐藏或缺失节点。

[0046] 由于以上实施方式均是在其他方式之上引用结合进行说明,不同实施例之间均具有相同的部分,本说明书中各个实施例之间相同、相似的部分互相参见即可。在此不再详细阐述。

[0047] 需要说明的是,在本说明书中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的电路结构、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种电路结构、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,有语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的电路结构、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0048] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里发明的公开后,将容易想到本申请的其他实施方案。本申请旨在涵盖本发明的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本申请的一般性原理并包括本申请未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的,本申请的真正范围和精神由权利要求的内容指出。

[0049] 以上所述的本申请实施方式并不构成对本申请保护范围的限定。

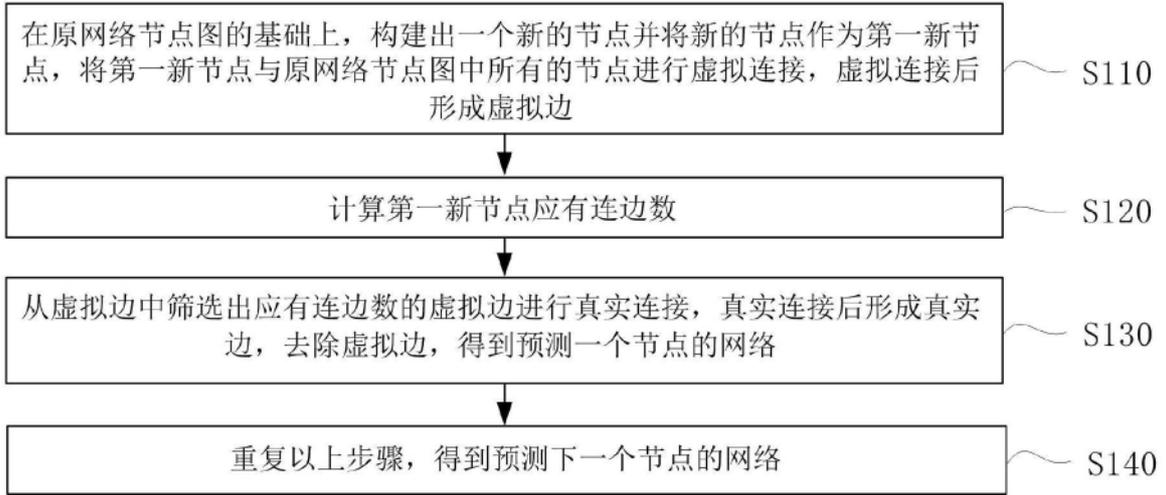


图1

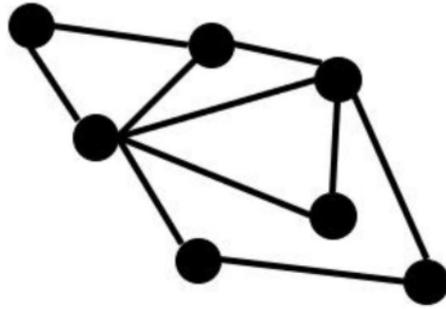


图2

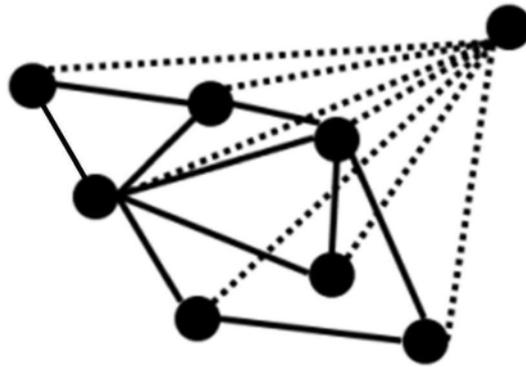


图3

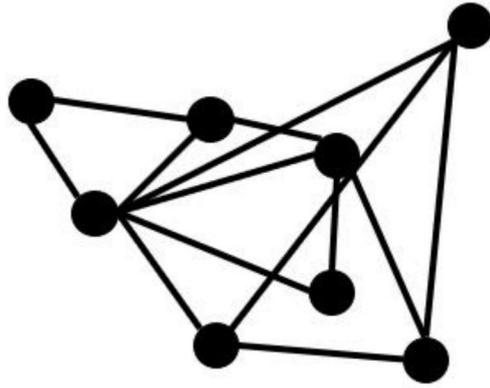


图4

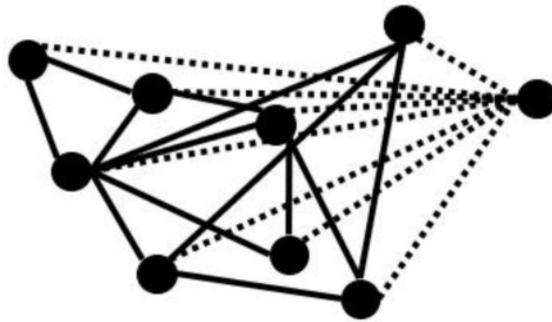


图5

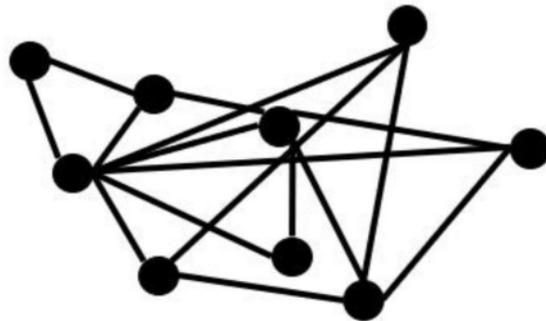


图6