



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106557581 B

(45) 授权公告日 2021. 02. 12

(21) 申请号 201611072775.5

(22) 申请日 2016.11.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106557581 A

(43) 申请公布日 2017.04.05

(73) 专利权人 佛山科学技术学院

地址 528231 广东省佛山市禅城区江湾一路18号

(72) 发明人 杨文茵 马莉 崔如春

(74) 专利代理机构 广州市红荔专利代理有限公司

司 44214

代理人 吝秀梅 李彦孚

(51) Int. Cl.

G06F 16/56 (2019.01)

G06F 16/51 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 103885839 A, 2014.06.25

CN 104679966 A, 2015.06.03

WO 2015169029 A1, 2015.11.12

US 2015023491 A1, 2015.01.22

审查员 徐晓

权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,其步骤包括:步骤1,生成赋权无向超图文件,以预定的文件格式进行保存;步骤2,读取赋权无向超图文件,在内存中存储赋权无向超图;步骤3,划分赋权无向超图,启动基于超边迁移的多层次超图划分步骤,对存储于内存中的赋权无向超图进行划分,将最终得到的划分结果存储在赋权无向超图划分文件中。通过本发明的方法,解决了目前基于超边划分的超图划分方法中跨划分的结点数量偏高和超边子集均匀程度欠佳的问题,使划分后的子超图更加均匀,提高基于超图划分方法类应用的处理效率。

步骤1, 生成赋权无向超图文件, 以预定的文件格式进行保存

步骤2, 读取赋权无向超图文件, 在内存中存储赋权无向超图

步骤3, 划分赋权无向超图, 启动基于超边迁移的多层次超图划分步骤, 对存储于内存中的赋权无向超图进行划分, 将最终得到的划分结果存储在赋权无向超图划分文件中

1. 一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1,生成赋权无向超图文件,以预定的文件格式进行保存;

步骤2,读取赋权无向超图文件,在内存中存储赋权无向超图;

步骤3,划分赋权无向超图,启动基于超边迁移的多层次超图划分步骤,对存储于内存中的赋权无向超图进行划分,将最终得到的划分结果存储在赋权无向超图划分文件中;具体包括以下步骤:

步骤3.1,进入到多层次方法的粗化阶段,采用边粗化算法将当前水平层粗化赋权无向超图的某些结点结合在一起,相关超边合并在一起,得到每一水平层的粗化赋权超图,重复此过程直到粗化赋权无向超图足够小为止,即得到一个最小赋权无向超图;

步骤3.2,进入到多层次方法的初始划分阶段,运行带平衡约束的随机超边划分程序,得到最小赋权无向超图的初始划分;

步骤3.2.1,读取平衡约束要求;

步骤3.2.2,遍历每条超边,用随机程序为每条超边生成一个目的子集编号,判断如果把该超边放于该目的子集,是否会打破平衡约束,是则重新用随机程序生成新的目的子集编号,再进行平衡约束的判断,直到找到不打破平衡约束的目的子集;如果所有子集都不符合要求,则选择偏离平衡约束最小的子集来存放;如果把该超边放于该目的子集,没有打破平衡约束,则把超边放置于所选的目的子集,并执行步骤3.2.3;

步骤3.2.3,遍历该超边的各个结点,如果该结点已存在于其他子集,而之前的状态是非分割状态,则把该结点标记为分割状态,分割结点数计数器CUTV增1,该结点的副本计数器REPLICA增1;如果该结点已存在于其他子集,且之前的状态是分割状态,则该结点的副本计数器REPLICA增1;

步骤3.3,多层次方法优化阶段的基于超边划分的超图程序初始化,初始化超边分布、结点分布,超边的迁移收益向量,和超边迁移优先队列;

步骤3.3.1,在超边集中取一条超边,把该超边所在超边子集记录为子集P;

步骤3.3.2,选择一个除P以外的超边子集,记为子集Q;

步骤3.3.3,遍历每个连接该超边的结点,如果该结点在P中的副本数大于1且在Q中的副本数等于0,则该超边从P到Q的迁移收益要减去该结点的割切代价值;如果该结点在P中的副本数等于1且在Q中的副本数大于0,则该超边从P到Q的迁移收益要增加该结点的割切代价值;

步骤3.3.4,选择另外一个除P以外的子集,重复步骤3.3.3,直至遍历所有的除P以外的子集;

步骤3.3.5,选择另外一条超边,重复步骤3.3.1、3.3.2、3.3.3、3.3.4,直至遍历完超边集中的所有超边;

步骤3.4,进入到多层次方法的优化细化阶段,从最小赋权超图投影回初始赋权无向超图,在每一水平层的细化赋权无向超图中,采用基于超边迁移的超图划分程序对细化赋权无向超图的投影划分进行优化,得到每一水平层细化赋权超图的近似最优划分集,直到回到初始赋权无向超图为止;

步骤3.4.1,循环初始化,初始化迭代循环计数器COUNT为0;

步骤3.4.2,迭代循环计数器COUNT增1,并解冻所有超边;

步骤3.4.3,在超边迁移优先队列中的超边,选择优先级最高的可迁移的超边,选择不破坏平衡约束条件的迁移目的超边子集;

步骤3.4.4,将该超边迁移至目的子集,记录迁移后割值的变化,并冻结该超边;

步骤3.4.5,更新该超边所有未被冻结的邻居超边的迁移收益,更新超边分布,更新该超边连接的结点的副本分布;

步骤3.4.6,从超边迁移优先队列中删除该超边;

步骤3.4.7,重复步骤3.4.3、3.4.4、3.4.5、3.4.6,直至超边迁移优先队列中没有可迁移的超边;

步骤3.4.8,回滚至出现最小割切值的划分分布状态;

步骤3.4.9,重复步骤3.4.1至3.4.8,直至迭代循环计数器COUNT到达给定的上限;

所述步骤3.4.5具体包括:

步骤3.4.5.1,把迁移的超边 n^* 迁移前所在的子集记为P,迁移后所在子集记为Q;

步骤3.4.5.2,选择连接超边 n^* 的一个结点;

步骤3.4.5.3,将该结点在P中的副本数减少1;

步骤3.4.5.4,如果该结点在P中的副本数为0,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S不等于P,则把此超边从S迁移到P的迁移收益减去结点的割切代价值;否则,执行步骤3.4.5.5;

步骤3.4.5.5,如果该结点在P中的副本数等于1,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S等于P,则把此超边从子集P迁移到非S子集的迁移收益加上结点的割切代价值;

步骤3.4.5.6,将该结点在Q中的副本数增加1;

步骤3.4.5.7,如果该结点在Q中的副本数等于1,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S不等于Q,则把此超边从S迁移到Q的迁移收益加上结点的割切代价值;否则,执行步骤3.4.5.8;

步骤3.4.5.8,如果该结点在Q中的副本数等于2,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S等于Q,则把此超边从子集Q迁移到非S子集的迁移收益减去结点的割切代价值;

步骤3.4.5.9,选择连接超边 n^* 的另一个结点,重复步骤3.4.5.3~3.4.5.8,直至遍历完连接超边 n^* 的所有结点;

步骤3.5,将最终得到的赋权超图划分结果存储在赋权无向超图划分文件中。

2.根据权利要求1所述的一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,其特征在于:所述步骤1具体包括:

步骤1.1,保存的文件格式的第1行第1个参数代表着赋权超边的数目 m ,第2个参数代表着赋权结点的数目 n ,第3个参数代表着超图赋权信息类型 fmt ,所述 $fmt=1$ 表示只有超边有权值, $fmt=10$ 表示只有结点有权值, $fmt=11$ 表示超边和节点都有权值, fmt 省略表示非赋权超图;

步骤1.2,文件格式的第2行开始到第 $m+1$ 行的每行代表着一条超边的相关信息,第1个数值为超边的权值信息,其余数值为超边所连接的结点编号;

步骤1.3,文件格式的第 $m+2$ 行开始到第 $m+n+1$ 行的每行代表着相应顺序的结点的权值

信息。

一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图的划分方法,更具体的,涉及一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法。

背景技术

[0002] 超图除了具有一般图论的定义,还能解决一些一般图论无法解决的问题。现实应用,如 workflow 管理、任务调度、数据挖掘等,都更适合用超图来进行建模。

[0003] 现有的图划分系统可以分为基于结点划分的方法和基于边划分的方法。目前针对普图的划分已有上述两种划分方法的研究成果。而对于超图,主要是基于结点划分的超图划分方法,鲜见有基于超边划分的超图划分方法。在现有的超图划分方法中,基于结点划分的超图划分方法仅将结点集进行均匀划分,这并不意味着子超图是均匀的,因为各子超图内的超边大小和数量可能相差甚远。当子超图划分不均匀时,将降低基于超图划分方法的应用的处理效率。基于超边划分的超图划分方法,目前仅有一种分布式的基于超边交换的方法,该方法缺乏全局统筹,并且以超边的交换为基本操作,灵活性不足,导致分割的结点数量偏高、超边子集的均匀程度较差,划分质量欠佳。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。

[0005] 为此,本发明的目的在于,提供一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,通过设计一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,解决了目前基于超边划分的超图划分方法中跨划分的结点数量偏高和超边子集均匀程度欠佳的问题,使划分后的子超图更加均匀,提高基于超图划分方法类应用的处理效率。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,包括:

[0007] 步骤1,生成赋权无向超图文件,以预定的文件格式进行保存;

[0008] 步骤2,读取赋权无向超图文件,在内存中存储赋权无向超图;

[0009] 步骤3,划分赋权无向超图,启动基于超边迁移的多层次超图划分步骤,对存储于内存中的赋权无向超图进行划分,将最终得到的划分结果存储在赋权无向超图划分文件中。

[0010] 更具体的,所述步骤1具体包括:

[0011] 步骤1.1,保存的文件格式的第1行第1个参数代表着赋权超边的数目 m ,第2个参数代表着赋权结点的数目 n ,第3个参数代表着超图赋权信息类型 fmt ,所述 $fmt=1$ 表示只有超边有权值, $fmt=10$ 表示只有结点有权值, $fmt=11$ 表示超边和节点都有权值, fmt 省略表示非赋权超图;

[0012] 步骤1.2,文件格式的第2行开始到第 $m+1$ 行的每行代表着一条超边的相关信息,第1个数值为超边的权值信息,其余数值为超边所连接的结点编号;

[0013] 步骤1.3,文件格式的第 $m+2$ 行开始到第 $m+n+1$ 行的每行代表着相应顺序的结点的权值信息。

[0014] 更具体的,所述步骤3具体包括:

[0015] 步骤3.1,进入到多层次方法的粗化阶段,采用边粗化算法将当前水平层粗化赋权无向超图的某些结点结合在一起,相关超边合并在一起,得到每一水平层的粗化赋权超图,重复此过程直到粗化赋权无向超图足够小为止,即得到一个最小赋权无向超图;

[0016] 步骤3.2,进入到多层次方法的初始划分阶段,运行带平衡约束的随机超边划分程序,得到最小赋权无向超图的初始划分;

[0017] 步骤3.3,多层次方法优化阶段的基于超边划分的超图程序初始化,初始化超边分布、结点分布,超边的迁移收益向量,和超边迁移优先队列;

[0018] 步骤3.4,进入到多层次方法的优化细化阶段,从最小赋权超图投影回初始赋权无向超图,在每一水平层的细化赋权无向超图中,采用基于超边迁移的超图划分程序对细化赋权无向超图的投影划分进行优化,得到每一水平层细化赋权超图的近似最优划分集,直到回到初始赋权无向超图为止;

[0019] 步骤3.5,将最终得到的赋权超图划分结果存储在赋权无向超图划分文件中。

[0020] 更具体的,所述步骤3.2具体包括:

[0021] 步骤3.2.1,读取平衡约束要求;

[0022] 步骤3.2.2,遍历每条超边,用随机程序为每条超边生成一个目的子集编号,判断如果把该超边放于该目的子集,是否会打破平衡约束,是则重新用随机程序生成新的目的子集编号,再进行平衡约束的判断,直到找到不打破平衡约束的目的子集;如果所有子集都不符合要求,则选择偏离平衡约束最小的子集来存放;如果把该超边放于该目的子集,没有打破平衡约束,则把超边放置于所选的目的子集,并执行步骤3.2.3;

[0023] 步骤3.2.3,遍历该超边的各个结点,如果该结点已存在于其他子集,而之前的状态是非分割状态,则把该结点标记为分割状态,分割结点数计数器CUTV增1,该结点的副本计数器REPLICA增1;如果该结点已存在于其他子集,且之前的状态是分割状态,则该结点的副本计数器REPLICA增1。

[0024] 更具体的,所述步骤3.3具体包括:

[0025] 步骤3.3.1,在超边集中取一条超边,把该超边所在超边子集记录为子集P;

[0026] 步骤3.3.2,选择一个除P以外的超边子集,记为子集Q;

[0027] 步骤3.3.3,遍历每个连接该超边的结点,如果该结点在P中的副本数大于1且在Q中的副本数等于0,则该超边从P到Q的迁移收益要减去该结点的割切代价值;如果该结点在P中的副本数等于1且在Q中的副本数大于0,则该超边从P到Q的迁移收益要增加该结点的割切代价值;

[0028] 步骤3.3.4,选择另外一个除P以外的子集,重复步骤3.3.3,直至遍历所有的除P以外的子集;

[0029] 步骤3.3.5,选择另外一条超边,重复步骤3.3.1、3.3.2、3.3.3、3.3.4,直至遍历完超边集中的所有超边。

[0030] 更具体的,所述步骤3.4具体包括:

[0031] 步骤3.4.1,循环初始化,初始化迭代循环计数器COUNT为0;

- [0032] 步骤3.4.2,迭代循环计数器COUNT增1,并解冻所有超边;
- [0033] 步骤3.4.3,在超边迁移优先队列中的超边,选择优先级最高的可迁移的超边,选择不破坏平衡约束条件的迁移目的超边子集;
- [0034] 步骤3.4.4,将该超边迁移至目的子集,记录迁移后割值的变化,并冻结该超边;
- [0035] 步骤3.4.5,更新该超边所有未被冻结的邻居超边的迁移收益,更新超边分布,更新该超边连接的结点的副本分布;
- [0036] 步骤3.4.6,从超边迁移优先队列中删除该超边;
- [0037] 步骤3.4.7,重复步骤3.4.3、3.4.4、3.4.5、3.4.6,直至超边迁移优先队列中没有可迁移的超边;
- [0038] 步骤3.4.8,回滚至出现最小割切值的划分分布状态;
- [0039] 步骤3.4.9,重复步骤3.4.1至3.4.8,直至迭代循环计数器COUNT到达给定的上限。
- [0040] 更具体的,所述步骤3.4.5具体包括:
- [0041] 步骤3.4.5.1,把迁移的超边 n^* 迁移前所在的子集记为P,迁移后所在子集记为Q;
- [0042] 步骤3.4.5.2,选择连接超边 n^* 的一个结点;
- [0043] 步骤3.4.5.3,将该结点在P中的副本数减少1;
- [0044] 步骤3.4.5.4,如果该结点在P中的副本数为0,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S不等于P,则把此超边从S迁移到P的迁移收益减去结点的;否则,执行步骤3.4.5.5;
- [0045] 步骤3.4.5.5,如果该结点在P中的副本数等于1,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S等于P,则把此超边从子集P迁移到非S子集的迁移收益加上结点的割切代价值;
- [0046] 步骤3.4.5.6,将该结点在Q中的副本数增加1;
- [0047] 步骤3.4.5.7,如果该结点在Q中的副本数等于1,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S不等于Q,则把此超边从S迁移到Q的迁移收益加上结点的割切代价值;否则,执行步骤3.4.5.8;
- [0048] 步骤3.4.5.8,如果该结点在Q中的副本数等于2,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S等于Q,则把此超边从子集Q迁移到非S子集的迁移收益减去结点的割切代价值;
- [0049] 步骤3.4.5.9,选择连接超边 n^* 的另一个结点,重复步骤3.4.5.3~3.4.5.8,直至遍历完连接超边 n^* 的所有结点。
- [0050] 通过设计一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,解决了目前跨划分的结点数量偏高和超边子集均匀程度欠佳的问题,使划分后的子超图更加均匀,提高基于超图划分方法类应用的处理效率。
- [0051] 本发明的方法在给定的平衡约束下,借助结点关键性进行快速的超边迁移收益计算,同时对结点进行分割和复制,有效减少了跨划分子集的超边联系。该方法有效地找到比现有技术更优的赋权超图划分结果,降低了空间复杂度和时间复杂度,最终显著地提高了赋权无向超图划分的性能。
- [0052] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述部分中给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0053] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0054] 图1示出了根据本发明一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法的流程图;

[0055] 图2示出了本发明一实施例的基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法流程图;

[0056] 图3示出了本发明优化阶段的基于超边迁移的划分方法流程图。

具体实施方式

[0057] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0058] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0059] 为实现上述的发明目的,本发明的发明主要通过如下几点实现:

[0060] 一、基于多层次划分的框架,在多层次划分的粗化阶段,采用边粗化的算法将某些结点结合在一起,得到下一水平层的粗化图;在初始划分阶段,采用带平衡约束的随机超边划分方法对最小图进行直接K分;在多层次划分的优化及细化阶段,采用基于超边迁移的超图划分方法,对每一水平层投影的划分进行优化及细化,直至恢复到原始超图为止。

[0061] 二、上述的基于超边迁移的超图划分方法,通过迭代的方式来实现直接K分超图划分。每次迭代开始时都解冻所有超边,并按优先迁移队列的排序遍历超边,让超边选择迁移收益最大的目的子集。一旦超边进行了迁移,则被冻结,不再被选中,直到所有可能的超边都经过迁移之后,回滚到超图割切值最大的状态,即总体割切结点副本数量最小的划分状态,再以此划分状态为初始状态进行下一轮迭代。

[0062] 三、上述的超边迁移方法,是以超边迁移效益以及平衡约束为标准来指导迁移,而迁移收益是基于结点的迁移关键性来快速计算的,每条超边在每个迁移方向上都有相应的迁移收益。迁移收益与割切值相关联,即迁移后被分割的结点副本数量越少,迁移收益越大。为了更好的说明本发明的方案,下面将结合说明书附图进行说明。

[0063] 图1示出了根据本发明一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法的流程图。

[0064] 如图1所示,根据本发明的一种基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法,包括:

[0065] 步骤1,生成赋权无向超图文件,以预定的文件格式进行保存;

[0066] 步骤2,读取赋权无向超图文件,在内存中存储赋权无向超图;

[0067] 步骤3,划分赋权无向超图,启动基于超边迁移的多层次超图划分步骤,对存储于内存中的赋权无向超图进行划分,将最终得到的划分结果存储在赋权无向超图划分文件中。

[0068] 更具体的,所述步骤1具体包括:

[0069] 步骤1.1,保存的文件格式的第1行第1个参数代表着赋权超边的数目 m ,第2个参数代表着赋权结点的数目 n ,第3个参数代表着超图赋权信息类型 fmt ,所述 $fmt=1$ 表示只有超边有权值, $fmt=10$ 表示只有结点有权值, $fmt=11$ 表示超边和节点都有权值, fmt 省略表示非赋权超图;

[0070] 步骤1.2,文件格式的第2行开始到第 $m+1$ 行的每行代表着一条超边的相关信息,第1个数值为超边的权值信息,其余数值为超边所连接的结点编号;

[0071] 步骤1.3,文件格式的第 $m+2$ 行开始到第 $m+n+1$ 行的每行代表着相应顺序的结点的权值信息。

[0072] 更具体的,所述步骤3具体包括:

[0073] 步骤3.1,进入到多层次方法的粗化阶段,采用边粗化算法将当前水平层粗化赋权无向超图的某些结点结合在一起,相关超边合并在一起,得到每一水平层的粗化赋权超图,重复此过程直到粗化赋权无向超图足够小为止,即得到一个最小赋权无向超图;

[0074] 步骤3.2,进入到多层次方法的初始划分阶段,运行带平衡约束的随机超边划分程序,得到最小赋权无向超图的初始划分;

[0075] 步骤3.3,多层次方法优化阶段的基于超边划分的超图程序初始化,初始化超边分布、结点分布,超边的迁移收益向量,和超边迁移优先队列;

[0076] 步骤3.4,进入到多层次方法的优化细化阶段,从最小赋权超图投影回初始赋权无向超图,在每一水平层的细化赋权无向超图中,采用基于超边迁移的超图划分程序对细化赋权无向超图的投影划分进行优化,得到每一水平层细化赋权超图的近似最优划分集,直到回到初始赋权无向超图为止;

[0077] 步骤3.5,将最终得到的赋权超图划分结果存储在赋权无向超图划分文件中。

[0078] 更具体的,所述步骤3.2具体包括:

[0079] 步骤3.2.1,读取平衡约束要求;

[0080] 步骤3.2.2,遍历每条超边,用随机程序为每条超边生成一个目的子集编号,判断如果把该超边放于该目的子集,是否会打破平衡约束,是则重新用随机程序生成新的目的子集编号,再进行平衡约束的判断,直到找到不打破平衡约束的目的子集;如果所有子集都不符合要求,则选择偏离平衡约束最小的子集来存放;如果把该超边放于该目的子集,没有打破平衡约束,则把超边放置于所选的目的子集,并执行步骤3.2.3;

[0081] 步骤3.2.3,遍历该超边的各个结点,如果该结点已存在于其他子集,而之前的状态是非分割状态,则把该结点标记为分割状态,分割结点数计数器CUTV增1,该结点的副本计数器REPLICA增1;如果该结点已存在于其他子集,且之前的状态是分割状态,则该结点的副本计数器REPLICA增1。

[0082] 更具体的,所述步骤3.3具体包括:

[0083] 步骤3.3.1,在超边集中取一条超边,把该超边所在超边子集记录为子集P;

[0084] 步骤3.3.2,选择一个除P以外的超边子集,记为子集Q;

[0085] 步骤3.3.3,遍历每个连接该超边的结点,如果该结点在P中的副本数大于1且在Q中的副本数等于0,则该超边从P到Q的迁移收益要减去该结点的割切代价值;如果该结点在P中的副本数等于1且在Q中的副本数大于0,则该超边从P到Q的迁移收益要增加该结点的割

切代价值；

[0086] 步骤3.3.4,选择另外一个除P以外的子集,重复步骤3.3.3,直至遍历所有的除P以外的子集；

[0087] 步骤3.3.5,选择另外一条超边,重复步骤3.3.1、3.3.2、3.3.3、3.3.4,直至遍历完超边集中的所有超边。

[0088] 更具体的,所述步骤3.4具体包括：

[0089] 步骤3.4.1,循环初始化,初始化迭代循环计数器COUNT为0；

[0090] 步骤3.4.2,迭代循环计数器COUNT增1,并解冻所有超边；

[0091] 步骤3.4.3,在超边迁移优先队列中的超边,选择优先级最高的可迁移的超边,选择不破坏平衡约束条件的迁移目的超边子集；

[0092] 步骤3.4.4,将该超边迁移至目的子集,记录迁移后割值的变化,并冻结该超边；

[0093] 步骤3.4.5,更新该超边所有未被冻结的邻居超边的迁移收益,更新超边分布,更新该超边连接的结点的副本分布；

[0094] 步骤3.4.6,从超边迁移优先队列中删除该超边；

[0095] 步骤3.4.7,重复步骤3.4.3、3.4.4、3.4.5、3.4.6,直至超边迁移优先队列中没有可迁移的超边；

[0096] 步骤3.4.8,回滚至出现最小割切值的划分分布状态；

[0097] 步骤3.4.9,重复步骤3.4.1至3.4.8,直至迭代循环计数器COUNT到达给定的上限。

[0098] 更具体的,所述步骤3.4.5具体包括：

[0099] 步骤3.4.5.1,把迁移的超边n*迁移前所在的子集记为P,迁移后所在子集记为Q；

[0100] 步骤3.4.5.2,选择连接超边n*的一个结点；

[0101] 步骤3.4.5.3,将该结点在P中的副本数减少1；

[0102] 步骤3.4.5.4,如果该结点在P中的副本数为0,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S不等于P,则把此超边从S迁移到P的迁移收益减去结点的；否则,执行步骤3.4.5.5；

[0103] 步骤3.4.5.5,如果该结点在P中的副本数等于1,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S等于P,则把此超边从子集P迁移到非S子集的迁移收益加上结点的割切代价值；

[0104] 步骤3.4.5.6,将该结点在Q中的副本数增加1；

[0105] 步骤3.4.5.7,如果该结点在Q中的副本数等于1,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S不等于Q,则把此超边从S迁移到Q的迁移收益加上结点的割切代价值；否则,执行步骤3.4.5.8；

[0106] 步骤3.4.5.8,如果该结点在Q中的副本数等于2,则遍历该结点所连接的所有未被冻结的超边,将此超边所在子集记为S,如果S等于Q,则把此超边从子集Q迁移到非S子集的迁移收益减去结点的割切代价值；

[0107] 步骤3.4.5.9,选择连接超边n*的另一个结点,重复步骤3.4.5.3~3.4.5.8,直至遍历完连接超边n*的所有结点。

[0108] 图2示出了本发明一实施例的基于多层次框架及超边迁移的超图划分方法流程图。

[0109] 如图2所示,输入赋权无向超图文件;读取该超图文件并在内存中存储存储赋权超图;启动基于多层次框架和超边迁移的赋权无向超图优化划分程序,进入到多层次方法的粗化阶段,采用边粗化方法将当前水平层粗化赋权无向超图的某些结点结合在一起,得到每一水平层的粗化赋权超图;重复此过程直到粗化赋权超图足够小为止,即得到一个最小赋权无向超图,然后进入到多层次方法的初始划分阶段,运行带平衡约束的随机划分程序,得到最小赋权超图的初始划分;进入到多层次方法的优化阶段,从最小赋权超图投影回初始赋权超图,在每一水平层的细化赋权超图中,采用基于超边迁移的赋权无向超图优化划分程序对细化赋权超图的投影划分进行优化,得到每一水平层细化赋权无向超图的划分集,直至回到原始赋权无向超图;得到赋权无向超图划分问题的划分结果,并将其存储在赋权无向超图的划分文件。

[0110] 图3示出了本发明优化阶段的基于超边迁移的划分方法流程图。

[0111] 如图3所示,步骤如下:

[0112] 1:把粗化的赋权无向超图投影到上一水平层。

[0113] 2:初始化超边分布和结点分布,统计被分割的结点个数及副本数量。

[0114] 3:初始化超边的迁移收益,根据结点的迁移关键性,快速地计算各超边向各个目的超边子集迁移的收益。

[0115] 4:初始化超边迁移优先队列,按超边的迁移收益由大到小的顺序,对超边及迁移方向进行排队。

[0116] 5:循环初始化,把迭代轮次计数器COUNT设置为0。

[0117] 6:判断迭代轮次计数器是否到达要终止循环的上限,如果是,则跳到第15步;否则继续执行第7步,进入超边迁移过程。

[0118] 7:解冻所有超边。

[0119] 8:判断优先队列是否还有可迁移的超边,如果队列中还有可迁移的超边,则执行第9步,否则执行第13步。

[0120] 9:选择超边及其迁移方向。选择迁移优先队列中优先级最高的超边及其迁移方向,判断超边在迁移后是否会破坏平衡约束,如果会破坏平衡则选择次级优先级的超边或/及迁移方向,直到找到不破坏平衡约束的超边及迁移方向。

[0121] 10:执行超边的迁移并冻结超边。把超边所连接的结点复制到目的划分中,把在原划分中无其他超边连接的结点删除。

[0122] 11:更新未冻结的超边的迁移收益及割切值。根据结点的迁移关键性,快速更新迁移超边的邻居超边中未被冻结的超边的迁移收益,再根据超图的结点分割情况计算超图的割切值。

[0123] 12:在优先队列中删除刚刚完成迁移操作的超边。重复步骤8-12,直至优先队列没有可迁移超边,再执行第13步。

[0124] 13:回滚至出现超图最小割切值的划分状态。将最小割切值出现之后的超边迁移做反向迁移操作。

[0125] 14:迭代轮次计数器COUNT值加1。重复步骤6-14,直至满足迭代循环终止条件,再执行第15步。

[0126] 15:判断当前赋权无向超图是否回到初始赋权无向超图的层次,如果不是,则重复

步骤1-15,直至完成初始赋权无向超图的划分优化;如果已回到初始赋权无向超图的层次,则得到赋权无向超图划分问题的划分结果。

[0127] 本发明基于多层次框架和超边迁移的赋权无向超图优化划分方法,在给定的平衡约束下,借助结点关键性进行快速的超边迁移收益计算,同时对结点进行分割和复制,有效减少了跨划分子集的超边联系。该方法有效地找到比现有技术更优的赋权超图划分结果,降低了空间复杂度和时间复杂度,最终显著地提高了赋权无向超图划分的性能。

[0128] 本专利可应用各种复杂网络的数据处理领域,在任何需要利用超图来进行建模并进行数据划分处理的应用场景下都可以使用。

[0129] 在本说明书的描述中,术语“安装”、“相连”、“连接”等术语均应做广义理解,例如,“连接”可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;“相连”可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0130] 在本说明书的描述中,术语“一个实施例”、“一些实施例”、“具体实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0131] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

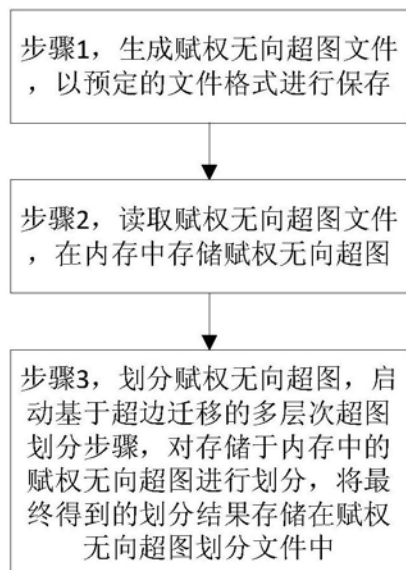


图1

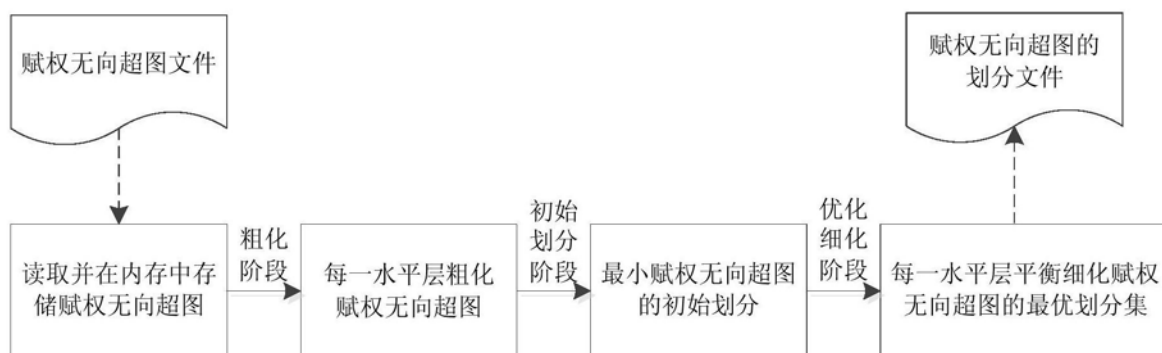


图2

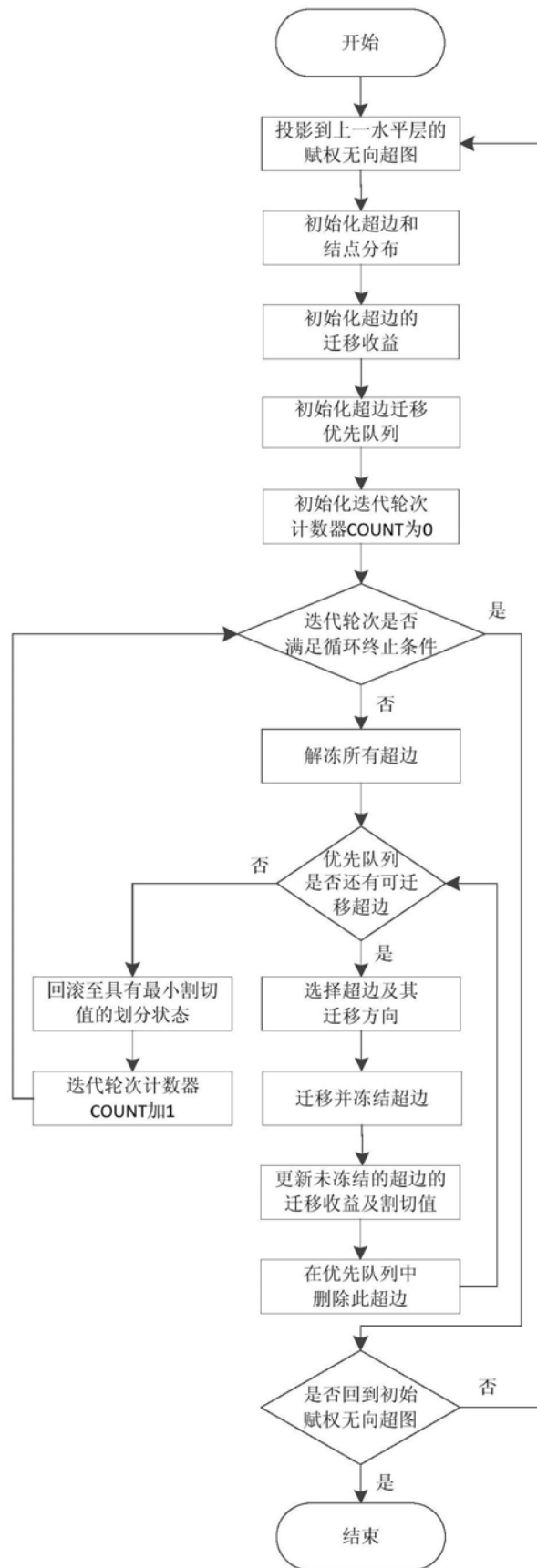


图3