

节点赋权网络中节点重要性的综合测度法^①

安世虎¹, 聂培尧¹, 贺国光²

(1. 山东财政学院计算机信息工程系, 济南 250014; 2. 天津大学管理学院, 天津 300072)

摘要: 许多现实系统中的主体重要性测度问题可以建模为节点赋权网络中节点重要性的测度问题. 在对节点赋权网络中节点重要性构成因素分析的基础上, 利用节点删除的研究思想, 提出节点赋权网络中节点重要性的综合测度法—CIM法; 借助于图的距离矩阵的计算方法设计了CIM法的算法; 最后, 给出该方法在知识共享网络中的应用.

关键词: 节点赋权网络; 综合测度; 节点删除; 知识共享网络

中图分类号: F224.33; G206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2006)06-0037-06

0 引言

在具有社会关系结构的经济系统及通讯网络系统等诸多现实的系统中, 人们经常关注个体在系统中的重要性问题^[1,2], 例如: 在网络安全中如何识别可能构成重大安全隐患的节点或在知识共享网络中如何评价某个知识主体的重要性. 这些问题的理论解决途径可以归结为针对不同系统特点如何设计网络中节点重要性的测度方法问题.

研究节点重要性的方法主要有两类: 其一是社会网络分析方法^[3~5], 将节点的“重要性等价于显著性”, 指标的研究不破坏网络的整体性; 其二是节点删除的方法^[1,2,6,7], 将节点的“重要性等价于该节点被删除后对网络的破坏性”, 指标的研究实际上考虑的是节点删除前后图的连通状况的变化情况.

根据网络中的节点、边是否赋权, 可以将网络分为无权网络、节点赋权网络、边赋权网络、节点-边赋权网络. 针对无权网络, 根据假设: 破坏近距离的、相对直接的联系所造成的破坏性大于破坏远距离的、相对间接的联系所造成的破坏性, 文献[1]将某一节点的重要性定义为该节点被删除后形成的所有不连通节点对之间的距离(最短路)的倒数之

和, 该定义在一定的程度上能够反映出不同节点或不同网络之间在结构和位置特性上的差异. 但是, 文献[1]的计算不适合节点赋权网络.

事实上, 在节点赋权网络中, 一个节点删除后, 除了可能破坏网络的连通性之外, 还可能由此造成权值交易(分享水平、传播能力等)的损失, 这种损失与被删除节点在系统中的角色有关. 因此, 在节点赋权网络中, 节点的重要性因素应该包括连通性和节点权值交易等两个重要指标的综合.

本文将根据文献[1]的研究思想, 针对节点赋权网络, 通过引入权值交易损失衰减系数和权值交易损失函数, 综合考虑节点的权、连通分支的个数、连通分支的大小和形状、被删除节点在系统中的角色、应用用户的可自定义性等因素, 提出一种节点赋权网络的节点重要性的综合测度方法(简称 CIM 法), 包括综合测度数学模型和相应的算法. 将 CIM 法应用于知识共享网中, 可以完成对主体的事前评估, 避免由于事后评估可能失去潜在的机会.

1 综合测度法(CIM法)

1.1 基本定义

定义1(点直接分割集) 设 $G = (V, E)$ 是无

① 收稿日期: 2005-03-07; 修订日期: 2006-09-10.

作者简介: 安世虎(1962—), 男, 山东乳山人, 博士生, 教授. Email: anshihu@tom.com

向连通节点赋权网络图,其中, V 为 G 的节点集, E 是 G 的边集, $\alpha(v) \in [0, 1]$ 是节点 v 的权数, 称集合 $\Phi(u) = \{(u, v) | v \in V - \{u\}\}$ 为节点 u 的直接分割集.

注 1 如果 $\alpha(v) \in R_+$, 则可以通过归一化变换, 转化为 $\alpha(v) \in [0, 1]$.

定义 2(点间接分割集) 设 $G = (V, E)$ 是无向连通节点赋权网络图, 其中, V 为 G 的节点集, E 是 G 的边集, 在 G 中删除节点 u 以及与其邻接边集形成的子图记为 $G1$, 称集合 $\Psi(u) = \{(x, y) | \text{节点 } x \text{ 与节点 } y \text{ 在 } G1 \text{ 中不连通}\}$ 是节点 u 的间接分割集.

命题 1 $|\Phi(u)| = |V| - 1$.

命题 2 假设子图 $G1$ 的连通分支数为 k , 每个连通分支中的节点数为 $n_i (i = 1, 2, \dots, k)$, 则

$$|\Psi(u)| = \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k n_i n_j$$

1.2 节点重要性的综合测度模型

对无向连通节点赋权网络来说, 当网络中的节点被删除后, 对网络的整体连通状况必然有二个方面的破坏: 其一, 被删除的节点不能分别再与剩余节点相互连通, 其权值无法传播到其他节点, 形成直接损失; 其二, 剩余节点中的部分节点之间的路径可能由于被删节点原来所起到的桥梁作用丧失而不再连通, 造成点间接分割集中的节点对之间的权值无法交易(分享、交换等行为), 形成间接损失.

定义 3(点权直接损失函数) 设 $G = (V, E)$ 是无向连通节点赋权网络图, 其中, V 为 G 的节点集, E 是 G 的边集, $\alpha(v) \in [0, 1]$ 是节点 v 的权数, 集合 $\Phi(u)$ 为节点 u 的直接分割集, $\gamma(u, v) \in (0, 1]$ 是节点 u 到节点 v 的权值交易损失衰减系数, $\beta(u, v) \in [0, 1]$ 是节点 u 与 v 之间的权值交易损失函数, 称

$$DLOS(u) = \sum_{(u,v) \in \Phi(u)} (\gamma(u, v) \times \beta(u, v))$$

为节点 u 的点权直接损失函数.

注 2 关于衰减系数可以根据实际问题的不同取不同的值, 例如

$$\gamma(u, v) = \begin{cases} 1 & \text{不考虑节点 } u \text{ 与 } v \text{ 之间的权值交易衰减} \\ \frac{1}{d(u, v)} & \text{考虑节点 } u \text{ 与 } v \text{ 之间的权值交易衰减与距离成反比} \end{cases}$$

注 3 权值交易损失函数 $\beta(u, v)$ 可以根据实际问题的不同选取不同的函数, 例如:

第 1 种情况 若节点 u 和节点 v 发生交易后, 节点 u 的权值不变而节点 v 的权值增加, 则称节点 u 是向节点 v 提供服务的角色. 当被删除的节点在网络中起着向网络提供服务的角色作用, 则其删除可造成权值交易损失, 这种情形可以选取的权值交易损失函数如下

$$\beta(u, v) = \begin{cases} \alpha(u) - \alpha(v) & \alpha(u) \geq \alpha(v) \\ 0 & \alpha(u) < \alpha(v) \end{cases}$$

第 2 种情况 当节点 u 与 v 之间属于 P2P 的交易模式时, 可以选取如下权值交易损失函数

$$\beta(u, v) = |\alpha(u) - \alpha(v)|$$

第 3 种情况 当是无权网络图时, $\beta(u, v) = 1$.

定义 4(点权间接损失函数) 设 $G = (V, E)$ 是无向连通节点赋权网络图, 其中, V 为 G 的节点集, E 是 G 的边集, $\alpha(v) \in [0, 1]$ 是节点 v 的权数, 集合 $\Psi(u)$ 为节点 u 的间接分割集, $\gamma(u, v) \in (0, 1]$ 是节点 u 到节点 v 的权值交易损失衰减系数, $\beta(u, v) \in [0, 1]$ 是节点 u 与 v 之间的权值交易损失函数, 称

$$ILOS(u) = \sum_{(u,v) \in \Psi(u)} (\gamma(u, v) \times \beta(u, v))$$

为节点 u 的点权间接损失函数.

定义 5(点权综合损失函数) 称节点 u 的点权直接损失函数与节点 u 的点权间接损失函数之和为节点 u 的点权综合损失函数, 记为 $TLOS(u)$, 即

$$TLOS(u) = DLOS(u) + ILOS(u) \quad (1)$$

利用点权综合损失函数计算节点重要性的方法称为综合测度法(简称 CIM 法), 式(1)称为综合测度公式.

若 $TLOS(u_1) > TLOS(u_2)$, 则 u_1 的重要性比 u_2 大.

需要说明的是 CIM 法的计算项数可以由命题 1 和命题 2 确定.

例 1 对图 1 的节点赋权网络, 假设被删除的节点在网络中起着向网络提供服务的角色作用, 在点权直接损失函数中取

$$\beta(u, v) = \begin{cases} \alpha(u) - \alpha(v) & \alpha(u) \geq \alpha(v) \\ 0 & \alpha(u) < \alpha(v) \end{cases}$$

在剩下的节点之间属于 P2P 的交易模式, 点权间接损失函数中选取权值交易损失函数为

$$\beta(u, v) = |\alpha(u) - \alpha(v)|$$

取节点之间权值交易衰减系数

$$\gamma(u, v) = \frac{1}{d(u, v)}$$

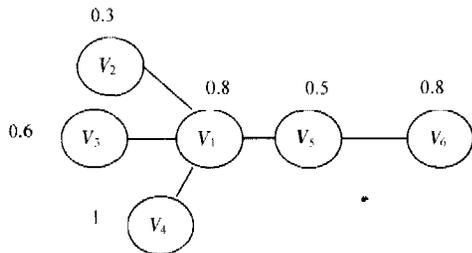


图1 一个节点赋权连通网络图

Fig. 1 A example of node-weighted network

则有

$$\Phi(v_1) = \{(v_1, v_2), (v_1, v_3), (v_1, v_4), (v_1, v_5), (v_1, v_6)\}$$

$$\Psi(v_1) = \{(v_2, v_3), (v_2, v_4), (v_2, v_5), (v_2, v_6), (v_3, v_4), (v_3, v_5), (v_3, v_6), (v_4, v_5), (v_4, v_6)\}$$

$$DLOS(v_1) = \frac{1}{1} \times (0.8 - 0.3) + \frac{1}{1} \times (0.8 - 0.6) + \frac{1}{1} \times 0 + \frac{1}{1} \times (0.8 - 0.5) + \frac{1}{2} \times 0 = 1$$

$$ILOS(v_1) = \frac{1}{2} \times |0.3 - 0.6| + \frac{1}{2} \times |0.3 - 1| + \frac{1}{2} \times |0.3 - 0.5| + \frac{1}{3} \times |0.3 - 0.8| + \frac{1}{2} \times |0.6 - 1| + \frac{1}{2} \times |0.6 - 0.5| + \frac{1}{3} \times |0.6 - 0.8| + \frac{1}{2} \times |1 - 0.5| + \frac{1}{3} \times |1 - 0.8| = 1.4$$

$$TLOS(v_1) = 1 + 1.4 = 2.4$$

1.3 综合测度模型的算法

根据综合测度公式进行计算的关键是如何求得被删除节点的点直接分割集和间接分割集.为此,希望能够利用距离矩阵找到它的有效算法.

命题3 设 $G = (V, E)$ 是无向连通节点赋权网络图,其中: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 为 G 的节点集, E 是 G 的边集,删除节点 v_i 及与其相连的边形成的子图为 G_1 ,图 G 的距离矩阵为 D ,子图 G_1 的

距离矩阵为 D_1 ,则有:

1) 节点 v_i 的点直接分割集 $\Phi(v_i) = \{(v_i, v_j) | i \neq j \text{ 且 } d(v_i, v_j) \neq 0, j = 1, 2, \dots, n\}$;

2) 节点 v_i 的点间接分割集 $\Psi(v_i) = \bigcup_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n \{(v_k, v_j) | d_1(v_k, v_j) = \infty, j = k + 1, \dots, n\}$.

注5 两个节点间的距离等于无穷表示其间不连通;删除节点 v_i 及与其相连的边形成的子图记为 G_1 , G_1 距离矩阵 D_1 中等于无穷的元素对应的节点对,表示删除节点 v_i 后形成的间接不连通节点对.

例2 对图1,根据邻接矩阵 A ,计算其距离矩阵 D 以及删除节点 v_1 后的子图的距离矩阵 D_1 如下

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 0 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 3 & 3 & 3 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_1 = \begin{bmatrix} 0 & \infty & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 0 & 1 \\ \infty & \infty & \infty & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$\Phi(v_1)$ 中的元素是 D 中第1行中非0元素对应的节点对, $\Psi(v_1)$ 中的元素是 D_1 中上三角矩阵中等于 ∞ 的元素对应的节点对.

设 $G = (V, E)$ 是无向连通节点赋权网络图,其中 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 为 G 的节点集, E 是 G 的边集,为了便于算法描述,将算法中用到的主要数据结构和自定义函数说明如下:

M 是一个很大数,用于表示 ∞ ;

二维数组 $a[n, n]$ 存储 G 的邻接矩阵;

二维数组 $a_1[n-1, n-1]$ 存储 G 中删除节点 v_i 及与其相连的边形成的子图 G_1 的邻接矩阵;

二维数组 $d[n, n]$ 存储 G 的距离矩阵;

二维数组 $d1[n-1, n-1]$ 存储子图 $G1$ 的距离矩阵;

一维数组 $b[n]$ 存储 G 的节点权数;

自定义函数 $r(u, v)$ 用于计算节点 u 与节点 v 之间的权值交易损失衰减系数;

自定义函数 $s1(u, v)$ 用于计算点权直接损失函数中用到的计算节点 u 与节点 v 之间的权值交易损失;

自定义函数 $s2(u, v)$ 用于计算点权间接损失函数中用到的计算节点 u 与节点 v 之间的权值交易损失;

自定义程序 $ad(a, d)$ 用于计算邻接矩阵 a 的相应的距离矩阵 d (在图论中已有成熟算法^[8]);

根据命题 3, 计算节点 v_i 重要性的综合测度算法设计如下:

CIM(a, b, i) // 该函数是采用综合测度法计算邻接矩阵为 a , 节点权数矢量为 b 的第 i 个节点的重要性;

{(1) 输入 a, b, i .

(2) 计算子图 $G1$ 的邻接矩阵 $a1$.

(3) 计算 G 和 $G1$ 的距离矩阵 $ad(a, d)$;
 $ad(a1, d1)$.

(4) 计算直接损失 $DLOS$:

FOR $i = 1$ TO n

{IF ($d(i, j) < > 0$) $DLOS = DLOS + r(i, j) * s1(i, j)$;}

(5) 计算间接损失 $ILOS$:

FOR $k = 1$ TO n

FOR $j = k + 1$ TO n

{IF ($k < > i$ and $d1(k, j) = M$) $ILOS = ILOS + r(i, j) * s2(i, j)$;}

(6) 计算综合损失: $TLOS = DLOS + ILOS$;

(7) 返回: return TLOS; }

1.4 CIM 法分析

节点的重要性指标可以从不同角度定义, 由此测度同一问题的不同特性. 社会网络分析的主流方法将节点的重要性等价于该节点与其他节点的连接而使其具有显著性^[9]. 这些方法的基本思路是从网络中寻找某种有用的属性信息(如度、最短路、路径中包含的信息量等)来凸现网络节

点间的差异, 也就是说, 充分地反映出节点在网络中的位置特性, 将网络节点的显著性进行“放大”来定义节点的重要性. 度量方法主要包括节点的度、接近度、中介性、信息、特征矢量和累计提名等. 其中, 度指标利用的是与节点相邻接的边数; 接近度反映了节点在网络中的居中程度, 因为它的定义是该节点到其他所有节点距离之和的倒数; 中介性反映了节点对其他节点之间联络的控制作用; 信息指标则考虑了所有路径中传递的信息流. 特征矢量指标则是从网络成员的地位或名望角度考虑, 将单个成员的名望看成是所有其他成员名望的线性组合从而得到一个线性方程组, 该方程组的最大特征值所对应的特征矢量就是各个节点的重要性.

对该问题的另一种研究方法是基于节点删除的思想, 其主要研究成果就是系统的“核与核度”理论^[6,7]. 该理论将系统抽象成网络, 定义系统的“核”为那些对系统功能来讲具有重要的或支配性作用的, 且一旦遭到破坏会使整个系统瘫痪或造成重大损失的节点或节点的集合, 而“核度”的计算方法则采用点断集和连通分支数来定义, 但是, 仅仅考虑连通分支的个数和点断集还不能细致地描述网络结构上的差异. 因为不同连通分支所包含的节点数目有多有少, 连通分支的形状各种各样, 如果不考虑连通分支的大小和形状就不能充分反映出不同节点或不同网络之间在结构和位置上的差异. 因此, 核度^[6]并不是节点重要性的度量指标, 而是区分图的连通性的指标.

文献[1]将某一节点的重要性定义为该节点被删除后形成的所有不连通节点对之间的距离(最短路)的倒数之和, 这在一定的程度上能够反映出不同节点或不同网络之间在结构和位置特性上的差异. 但从方法原理上讲, 该文所考虑的只是无向连通网络, 对节点赋值网络不适用.

CIM 法将节点的重要性定义为由于删除节点而造成的各种可能权值交易损失的和. 通过选取不同的衰减系数和权值交易损失函数 $\beta(u, v)$, 计算的节点重要性指标可以反映网络的不同特性.

1) 当取 $\beta(u, v) = 1, \gamma(u, v) = \frac{1}{d(u, v)}$ 时, CIM 法的计算与文献[1]的计算方法相同, 因此, 文献[1]是本文的一种特例.

2) 当取 $\beta(u, v) = 1, \gamma(u, v) = \frac{1}{d^2(u, v)}$ 时, 关注被删除节点的衰减程度比 1) 的弱。

3) 当在点权直接损失函数中取 $\beta(u, v) = 0$, 在点权间接损失函数中取 $\beta(u, v) = 1, \gamma(u, v) = 1$, 则 $TLOS(v_i) = |\Psi(v_i)|$, 在一定程度上反映了网络的连通程度。

4) 当被删除的节点在网络中起着向网络提供服务的角色作用, 其删除可以造成网络的权值交易损失。假设在点权直接损失函数中选取的权值交易损失函数如下

$$\beta_1(u, v) = \begin{cases} \alpha(u) - \alpha(v) & \alpha(u) \geq \alpha(v) \\ 0 & \alpha(u) < \alpha(v) \end{cases}$$

在剩下的节点之间属于 P2P 的交易模式, 在点权间接损失函数中选取权值交易损失函数

$$\beta_2(u, v) = |\alpha(u) - \alpha(v)|$$

假设权值 $\alpha(u)$ 是所有节点中的权值的最大值, 则有

$$\begin{aligned} TLOS(u) &= \sum_{(u,v) \in \Phi(u)} (\beta_1(u, v) \times \gamma(u, v)) + \\ &\quad \sum_{(u,v) \in \Psi(u)} (\beta_2(u, v) \times \gamma(u, v)) \\ &= \sum_{(u,v) \in \Phi(u)} (\alpha(u) - \alpha(v)) \times \gamma(u, v) + \\ &\quad \sum_{(u,v) \in \Psi(u)} (\alpha(u) - \alpha(v)) \times \gamma(u, v) \end{aligned}$$

如果将被删除节点 u 的权值 $\alpha(u)$ 变为 $\alpha(u) + \theta (\theta > 0)$, 其它条件不变, 则新的综合损失大于原来的综合损失, 即同一个最高水平的个体, 当其水平越高, 退出系统时对系统造成的损失就越大, 符合一般规律。

总之, 衰减系数和权值交易损失函数, 应根据不同的测评要求选取。

2 CIM 法在知识共享网络中的应用

知识共享是某一(些)主体的知识(包括显性知识和隐性知识)通过各种交流方式被其他主体内化为自身知识的过程。记 V 表示有限主体集, 也称节点集, E 表示主体之间共享联系的列表集, 也称边集, $\alpha(v) \in [0, 1]$ 是节点 v 的权数(可分享的知识水平、传播能力等), 则知识共享网络模型可以通过节点赋权网络图 $G = (V, E, \alpha)$ 表示。因此, 组织内部知识共享的主体重要性测度问题可以归

结为节点赋权网络中节点重要性的测度问题。

通过知识共享, 知识水平低的主体可以从知识水平高的主体获得知识, 提高其相应的知识水平。然而, 在分享过程中, 由于可能的知识特性、知识形态(显性知识和隐性知识)、组织结构、认知障碍、交易障碍、心理障碍、文化障碍等多种噪声因素的存在, 一方的知识可能不能完全被另一方所吸收, 特别是当通过多个主体的传递, 这种衰减可能越来越大^[10, 11]。

假设在某一组织内部有 5 个知识员工, 每个知识员工的知识水平分别是 $\alpha(1) = 1, \alpha(2) = 0.1, \alpha(3) = 0.3, \alpha(4) = 0.5, \alpha(5) = 0.7$, 知识员工之间的熟人关系分别构成一个完全网、环网、分层网和星形网, 具体联系如图 2 所示。

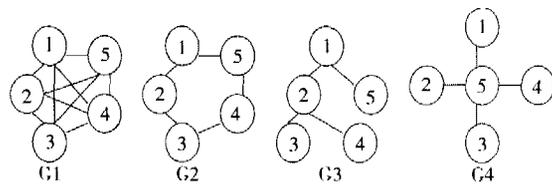


图 2 完全网 G1、环网 G2、分层网 G3 和星形网 G4 的结构图

Fig. 2 G1-A completeness network G2-A ring network G3-A hierarchical network G4- A star network

假设在点权直接损失函数中选取的权值交易损失函数如下

$$\beta_1(u, v) = \begin{cases} \alpha(u) - \alpha(v) & \alpha(u) \geq \alpha(v) \\ 0 & \alpha(u) < \alpha(v) \end{cases}$$

在剩下的节点之间属于 P2P 的交易模式, 在点权间接损失函数中选取权值交易损失函数

$$\beta_2(u, v) = |\alpha(u) - \alpha(v)|$$

节点之间权值交易衰减系数取

$$\gamma(u, v) = \frac{1}{d(u, v)}$$

则对于网络 G1, G2, G3 和 G4 中给定节点重要性的计算结果如表 1 所示。

表 1 节点重要性的计算结果表

Table 1 Comprehensive measurement results for the given node's importance

网络	节点 u	$DLOS(u)$	$ILOS(u)$	$TLOS(u)$
G1	①	2.4	0	2.4
G2	①	1.8	0	1.8
G3	①	1.8	0.5	2.3
G4	①	1.35	0	1.35

文献[12]仿真的结论指出, 在“本地”(G1完

全网属于“本地”)知识共享系统具有最高的效率优势.表1中的计算结果表明,对于同一节点 u 在 $G1$ 时的重要性大于其它情况,这从另一种角度说明 CIM 法在知识共享主体重要性测度的有效性.

3 结 论

本文利用节点删除的思想,提出的综合测度法(CIM法)解决了文献[1]无法解决的赋权网络图中

的节点重要性的测度问题;通过引入权值交易损失衰减系数和权值交易损失函数,使得文献[1]介绍的节点重要性测度方法成为 CIM 法的一个特例;在 CIM 法中,既考虑到网络的结构又考虑到权值损失和衰减系数,通过对几种典型网络的应用,进一步说明 CIM 法在知识共享主体重要性测度的有效性.选取权值交易损失衰减系数和权值交易损失函数的好坏影响到该方法测度的效果,因此,对于如何根据具体问题选取权值交易损失衰减系数和权值交易损失函数还有待进一步研究.

参 考 文 献:

- [1]李鹏翔,任玉晴,席酉民.网络节点(集)重要性的一种度量指标[J].系统工程,2004,22(4):13—20.
Li Peng-xiang, Ren Yu-qing, Xi You-min. An importance measure of actors(set) within a network[J]. Systems Engineering, 2004, 22(4): 13—20. (in Chinese)
- [2]寿纪麟,李飞.网络系统的点权核、点权核度及应用[J].系统工程理论与实践,1996,16(6):58—63.
Shou Ji-lin, Li Fei. Point weighted core and coritivity of network system and its applications[J]. System Engineering: Theory and Practice, 1996, 16(6): 58—63. (in Chinese)
- [3]Altmann M. Reinterpreting network measures for models of disease transmission[J]. Social Networks, 1993, 15(3): 1—17.
- [4]Wasserman S, Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [5]Poulin R, Boily M-C, Masse B R. Dynamical systems to define centrality in social networks[J]. Social Networks, 2000, 22(10): 187—220.
- [6]许进,席酉民,汪应洛.系统的核与核度(I)[J].系统科学与数学,1993,13(2):102—110.
Xu Jin, Xi You-min, Wang Ying-luo. Core and coritivity of system(I)[J]. System Science and Mathematics, 1993, 13(2): 102—110. (in Chinese)
- [7]许进,席酉民,汪应洛.系统的核与核度理论(V)——系统与补系统的关系[J].系统工程学报,1993,8(2):33—39.
Xu Jin, Xi You-min, Wang Ying-luo. Core and coritivity theory of system(V)[J]. Journal of System Engineering, 1993, 8(2): 33—39. (in Chinese)
- [8]Bondy J A, Murty U S R. Graph Theory With Applications[M]. New York: North-Holland, 1981.
- [9]Burt R S, Minor M J. Applied Network Analysis[C]. Newbury Park, CA: Sage, 1983. 195—222.
- [10]Hendriks P. Why share knowledge? The influence of ICT on the motivation for knowledge sharing[J]. Knowledge and Process Management, 1999, 6(2): 91—100.
- [11]Wijnhoven F. Knowledge logistics in business contexts: Analyzing and diagnosing knowledge sharing by logistics concepts[J]. Knowledge and Process Management, 1998, 5(3): 143—157.
- [12]Cowan R, Jonard N. Network structure and the diffusion of knowledge[J]. Journal of Economic Dynamics & Control, 2004, 28(9): 1557—1575.

(下转第52页)

Investment performance of momentum strategies and contrarian strategies in China stock market

*SHEN Ke-ting*¹, *LIU Yu-hui*²

1. School of Economics, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310035, China;

2. Institute of Finance & Banking, Chinese Academy of Social Science (CASS), Beijing 100732, China

Abstract: This paper mainly investigates whether the momentum strategies and contrarian strategies can create significant profits under different formation horizons and holding horizons, whether past factors (such as market return, characteristic of individual stock) can provide an important implication about the profits of momentum and contrarian strategies. As a whole, we find the momentum strategies less than 24 weeks are more successful, the contrarian strategies beyond 24 weeks can earn significant profits in China stock market. We also find, considering market factor (market return, cross-sectional variance of equity returns) and characteristic of individual stock (trading volume, firm size, price/earnings, BE/ME), there exist clearer and more significant modes of profitability in momentum or contrarian strategies.

Key words: momentum; contrarian; mean reversion

~~~~~  
(上接第 42 页)

## Comprehensive importance measurement for nodes within a node-weighted network

*AN Shi-hu*<sup>1</sup>, *NIE Pei-yao*<sup>1</sup>, *HE Guo-guang*<sup>2</sup>

1. Department of Computer Information and Engineering, Shandong Finance Institute, Jinan 250014, China;

2. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China

**Abstract:** Agent importance in many real world systems is constructed as the model of importance measurement for each node within a node-weighted network. After the factors of an effective importance measurement for a node within a node-weighted network are analyzed, the comprehensive importance measure (CIM) for a node in a node-weighted network based on the approach of deleting node is modeled. And with the help of the procedure of calculating the distances among nodes on a graph, a new algorithm for this model is designed. Finally, an example is given for illustrating the application of CIM in knowledge sharing network.

**Key words:** node-weighted network; comprehensive measurement; deleting node; knowledge sharing network