

# 有向双环网和无向双环网直径规律的对比

丁 蕾, 方木云, 甘 丽

(安徽工业大学 计算机学院, 安徽 马鞍山 243002)

**摘 要:** 近年内双环网络越来越广泛地被应用于局域网中。目前得到广泛的认同的是双环网络最小直径的几种求解方法, 即是指对于任意给定  $N$ , 而  $2 \leq s \leq N-1$  的这样一族双环网络中找到任意节点对间的最小距离中的最大者。在可以轻松计算出双环网络直径以后, 文中将给出一个新的行之有效的算法来比较有向双环网和无向双环网直径的规律。

**关键词:** 双环网络; 直径; 规律对比; 仿真

**中图分类号:** TP393

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2009)04-0080-03

## Compare Diameters of Directed and Undirected Double Loop Networks

DING Lei, FANG Mu-yun, GAN Li

(Dept. of Computer Science, Anhui University of Technology, Ma'an Shan 243002, China)

**Abstract:** Double-loop networks have been widely studied as an architecture for local area networks. It is well known that the minimum distance diagram of a double-loop network yields several methods. Given a positive integer  $N$ , it is desirable to find a double-loop network with its diameter being the minimum among all double-loop networks with  $N$  nodes. Since the diameter of a double-loop network can be easily computed, provide a simple and efficient algorithm to simulate the regulations of diameter between directed and undirected double-loop networks.

**Key words:** double-loop networks; diameters; regulations compare; simulate

### 0 引 言

双环网络是计算机互连网络或通讯系统的一类重要拓扑结构, 广泛应用于计算机局域网和各种平行处理结构。双环网络具有以下几个特性: 直径短, 对称性, 强连通性。双环网络已被广泛地应用于局域网的设计、通信网络和分布式计算机系统的设计。直径和路径已经成为研究双环网络最重要的两个参数。

对于单位步长的双环网络可以分为有向双环网和无向双环网。

有向双环网络的模型为  $G(N; 1, s)$ , 它的每个顶点记为  $0, 1, 2, \dots, N-1$ , 并从每个顶点发出两条有向边  $i \rightarrow i+1 \pmod{N}$  和  $i \rightarrow i+s \pmod{N}$ , 其中  $s$  是自然数, 且  $1 < s < N$ 。记  $G(N; 1, s)$  的直径为  $d(N; 1, s)$ , 并记  $d(N) = \min\{d(N; 1, s) : 1 < s < N\}$ 。现在已知的  $d(N)$  的一个下界<sup>[1]</sup> 是:  $\text{lb}(N) = \lceil \sqrt{3N} \rceil - 2$ ,

这里  $\lceil x \rceil$  表示不小于  $x$  的最小整数。设  $Z$  是非负整数集合, 对于  $k \in Z$ , 若  $d(N; 1, s) = d(N) = \text{lb}(N) + k$ , 则称  $G(N; 1, s)$  为  $k$  紧优。

无向双环网络的模型为  $G(N; \pm 1, \pm s)$ : 它的每个顶点记为  $0, 1, 2, \dots, N-1$ , 每个顶点相邻于节点:  $i \pm 1 \pmod{N}$  和  $i \pm s \pmod{N}$ , 其中  $s$  是自然数, 且  $1 < s < N$ 。有许多学者还在研究  $G(N; \pm 1, \pm s)$  的拓扑性质, 最近文献[2] 研究了  $G(N; \pm 1, \pm s)$  中生成树的数目。关于  $G(N; \pm 1, \pm s)$ , 研究最多的是与其直径有关的问题<sup>[3]</sup>。

$G(N; \pm 1, \pm s)$  的直径是指任意节点对间的最小距离中的最大者, 记为  $d(N; \pm 1, \pm s)$ , 并记  $d(N) = \min\{d(N; \pm 1, \pm s) : 1 < s < N\}$ 。一个无向双环网  $G(N; \pm 1, \pm s)$  称为最优的(optimal), 如果  $d(N; \pm 1, \pm s) = d(N)$ 。现已知  $d(N)$  的一个下界<sup>[4]</sup> 是:  $\text{lb}(N) = \lceil \frac{\sqrt{2n-1}-1}{2} \rceil$ , 这里的  $\lceil x \rceil$  表示不小于  $x$  的最小整数。称  $G(N; \pm 1, \pm s)$  是紧优的, 如果  $d(N; \pm 1, \pm s) = \text{lb}$ 。

在文献[5] 和文献[6] 中, 已给出了  $G(N; 1, s)$  和  $G(N; \pm 1, \pm s)$  直径的算法。

下面研究有向双环网  $G(N; 1, s)$  和无向双环网

收稿日期: 2008-07-31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60473142); 安徽省教育厅资助项目(2005KJ076)

作者简介: 丁 蕾(1981-), 女, 安徽合肥人, 硕士研究生, 研究领域为信息管理; 方木云, 博士, 副教授, 研究领域为软件工程、软件质量度量。

$G(N; \pm 1, \pm s)$  直径规律的对比。

## 1 建立有向双环网 $G(N; 1, s)$ 和无向双环网 $G(N; \pm 1, \pm s)$ 直径对比系统

为了输入和观察的方便,选用 C# 作为实现语言,在 SQLServer2000 建表代替数组来存储节点及其状态。

(1) 在 SQLServer2000 建立三张表。

首先在 SQLServer2000 建立三张表:

a) Node Table(Node, visited, just visit)。Node 表示节点,visited 表示节点已访问,just visit 表示节点刚刚被访问。

b) Diameter(  $N, S, \text{Diameter}, \text{Optimal}$ ),  $N$  表示节点数,  $S$  表示步长, Diameter 表示无向双环网络直径, optimal 表示紧优性。

c) Record Time( $N, \text{Start Time}, \text{End Time}$ ),  $N$  表示节点数, Start Time 表示直径计算的开始时间, End Time 表示直径计算的结束时间。该表用来记录对于某一个  $N$ , 从 2 到  $N-1$  变化时, 这族无向双环网络直径计算的总时间。

(2) 在 C# 窗体上添加空间。

其次, 在 C# 窗体上, 加入一个 Data Set 控件来连接数据库; 加入三个文本框, 分别接受节点数  $N$  的输入、计算起始时间和计算结束时间; 加入一个 Canvas 控件来显示直径; 加入两个 Data Grid 分别用来显示

$G(N; \pm 1, \pm s)$  全部信息和紧优信息; 加一个文本框“请输入初的  $N$ ”用来输入将要计算的  $N$  的值; 加一个“确定”按钮, 用来计算  $G(N; \pm 1, \pm s)$  (从 2 到  $N-1$  的变化) 的直径; 最后将结果显示在 Canvas Panel。

(3) 建好表和设计出界面后, 编程来实现算法。

经过这些步骤, 可以计算出, 每给定一个  $N, S$  在 2 至  $N-1$  中变化时,  $G(N; 1, s)$  和  $G(N; \pm 1, \pm s)$  的直径, 并给出曲线图。

## 2 计算结果和分析

对任何  $N$ , 本程序可以在有限时间内快速计算出其一系列的直径, 并得出是否存在使  $G$  紧优或几乎紧优的  $S$  值, 然后可以从曲线图中得到有向双环网络和无向双环网络直径的特点。

1) 图 1 为  $N = 10$  时的运行界面。

从计算结果可以得知:

(1)  $d(10; 1, s)$  and  $d(10; \pm 1, \pm s)$  都是呈波状线。

(2)  $d(10; 1, 2) = d(10; 1, 9) = d(10; 1, 5) = d(10; 1, 6) = 5 = N/2$ , 有向双环网  $G(10; 1, s)$  直径对称分布;  $d(10; \pm 1, \pm 2) = d(10; \pm 1, \pm 5) = d(10; \pm 1, \pm 8) = 3 = \lfloor N/4 \rfloor$ ,  $d(10; \pm 1, \pm 9) = 5 = N/2$ , 无向双环网  $G(10; \pm 1, \pm s)$  直径除掉  $s = 9$  外, 直径对称分布。

(3)  $d(10; \pm 1, \pm s) \leq d(10; 1, s)$

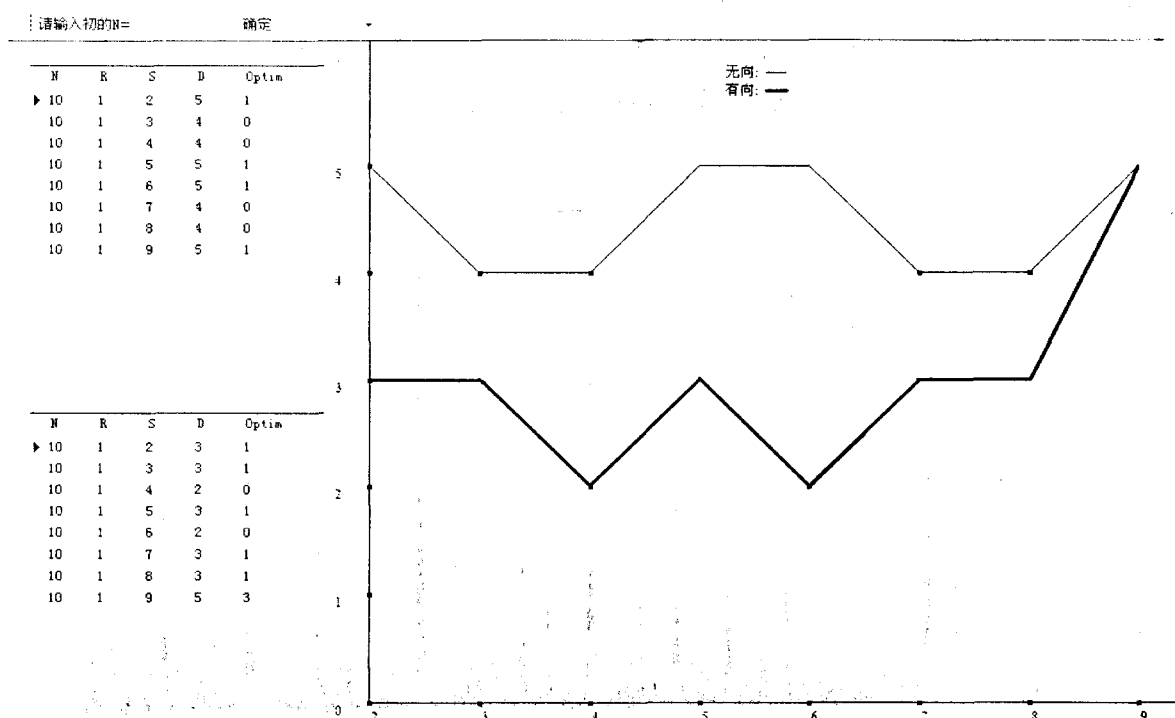


图 1  $N = 10$  时直径分布图

$$(4) d(10; \pm 1, \pm 4) = \frac{1}{2} d(10; 1, 4)$$

$$(5) d(10; \pm 1, \pm 9) = d(10; 1, 9)$$

2) 图 2 为  $N = 100$  时的运行界面。

从计算结果得知：

(1)  $d(100; 1, s)$  and  $d(100; \pm 1, \pm s)$  都呈波状线且无规则分布。

(2)  $d(100; 1, 2) = d(100; 1, 99) = d(100; 1, 55) = d(100; 1, 56) = 50 = N/2$ , 有向双环网  $G(100; 1, s)$  直径对称分布;  $d(100; \pm 1, \pm 2) = d(100; \pm 1, \pm 98) = d(100; \pm 1, \pm 50) = 25 = N/4$ ,  $d(100; \pm 1, \pm 99) = N/2$ , 无向双环网直径  $G(100; \pm 1, \pm s)$  除掉  $s$

$= 99$  外, 直径对称分布。

$$(3) d(100; \pm 1, \pm s) \leq d(100; 1, s)$$

$$(4) d(100; \pm 1, \pm 2) = \frac{1}{2} d(100; 1, 2)$$

$$(5) d(100; \pm 1, \pm 99) = d(100; 1, 99)$$

3) 图 3 为  $N = 1000$  时的运行界面。

从计算结果得知：

(1)  $d(1000; 1, s)$  and  $d(1000; \pm 1, \pm s)$  皆呈波状线且无规则分布。

(2)  $d(1000; 1, 2) = d(1000; 1, 999) = d(1000; 1, 500) = d(1000; 1, 501) = 500 = N/2$ , 有向双环网  $G(1000; 1, s)$  直径对称分布;  $d(1000; 1, 2) = d(1000;$

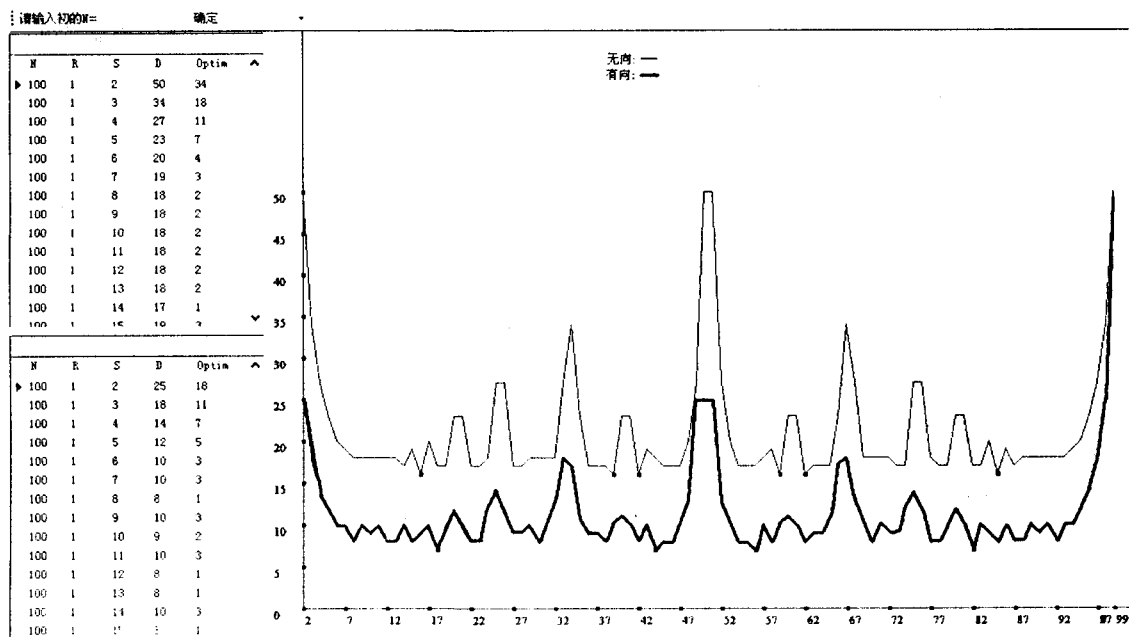


图 2  $N = 100$  时直径分布图

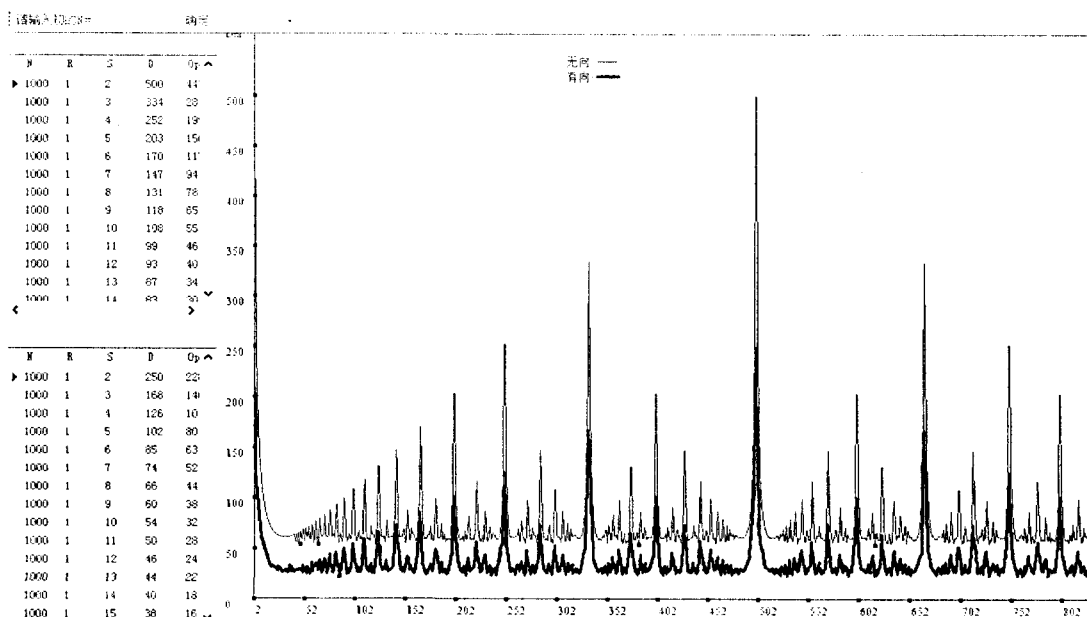


图 3  $N = 1000$  时直径分布图

(下转第 86 页)

算法。综上所述, C-PSO 算法在寻求最优值的效率优于其它两种算法。

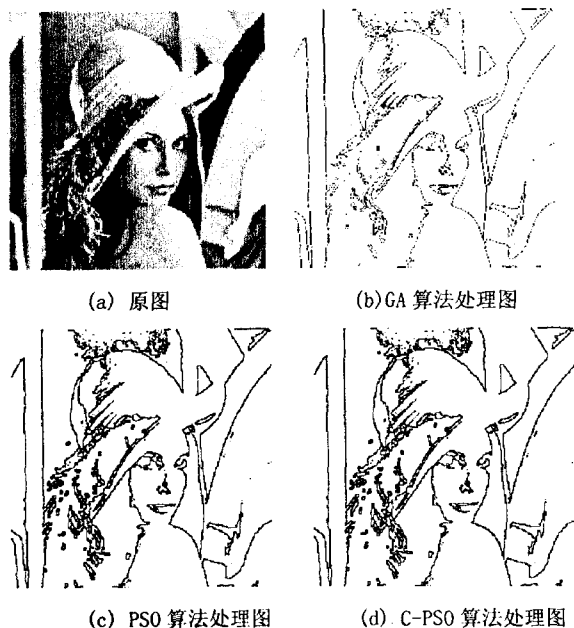


图 3 原图及处理图

## 5 结束语

文中提出了 C-PSO 算法对细胞神经网络进行参数训练的思想, 从试验结果看, 该算法无论是在迭代步数、时间、搜索精度上均优于遗传算法和传统的 PSO 算法。因此, C-PSO 优化算法为细胞神经网络参数的优化提供了一条新途径。文中给出的细胞神经网络

模板的设计方法, 同样可以应用到细胞神经网络的其它模板的设计中。

## 参考文献:

- [1] Kozek T, Roska T, Chua L O. Genetic algorithm for CNN template learning [J]. IEEE Transaction Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, 1993, 40(6): 392 - 402.
- [2] Zou F, Schwarz S, Nossek J A. Cellular neural - network design using a learning algorithm[C]//In Proceedings of IEEE Int. Workshop on Cellular neural networks Application(CNNA'90). Budapest: [s. n.], 1990: 73 - 81.
- [3] Li Guodong, Min Lequan, Zang Hongyan, Design for Robustness Edge gray Detection CNN[C]//Proc. 2004 Int. Conf. on Communications, Circuits and Systems II. Paris: [s. n.], 2004: 1061 - 1065.
- [4] Chua L O, Yang L. Cellular neural networks: Theory [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems, 1988, 35(10): 1257 - 1272.
- [5] Chua L O, Yang L. Cellular neural networks: Applications [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems, 1988, 35(10): 1273 - 1290.
- [6] Kennedy J, Eberhart R. Particle Swarm Optimization [C]//Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. Perth, Australia: [s. n.], 1995: 1942 - 1948.
- [7] Yang Tao. Handbook of CNN image processing: All you need to know about cellular neural networks [M]. Tucson, AZ. Yang's Scientific Research Institute, 2002: 87 - 90.

(上接第 82 页)

$1, 998) = d(1000; 1, 500) = 250 = N/4, d(1000; \pm 1, \pm 999) = N/2$ , 无向双环网  $G(1000; \pm 1, \pm s)$  直径除掉  $s = 999$  外, 直径对称分布。

$$(3) d(1000; \pm 1, \pm s) \leq d(1000; 1, s)$$

$$(4) d(1000; \pm 1, \pm 2) = \frac{1}{2} d(1000; 1, 2)$$

$$(5) d(1000; \pm 1, \pm 999) = d(1000; 1, 990)$$

## 3 结束语

通过分析得出以下结论: 有向双环网  $G(N; 1, s)$  和无向双环网  $G(N; \pm 1, \pm s)$  的直径皆呈波状且无规则分布; 双环网络  $G(N; 1, s)$  的直径  $d(N; 1, s)$  以  $s$  为中心对称分布; 而无向双环网络  $G(N; \pm 1, \pm S)$  的直径  $d(N; \pm 1, \pm S)$  除去  $S = N - 1$  这点外, 以  $s$  为中心对称分布; 对于每给定一个  $N, S$  在 2 至  $N - 1$  中变化时, 无向双环网的直径不大于有向双环网的直径。在  $G(N; 1, N - 1)$  和  $G(N; \pm 1, \pm N - 1)$  处, 有向双

环网直径和无向双环网直径相等。

## 参考文献:

- [1] 李 乔, 徐俊明, 张忠良. 最优双环网络的无限族 [J]. 中国科学, A 辑, 1993, 23(9): 979 - 992.
- [2] Xuerong Y, Fujiz. An asymptotic property of the number of spanning trees of double fixed step loop networks [J]. Applied Mathematics, 1997, 12(2): 233 - 236.
- [3] 刘焕平, 杨义先, 胡铭曾. 两类新的无向双环网络紧优无限族 [J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(1): 75 - 78.
- [4] Boesch F T, Wang J F. Reliable circulant networks with minimum transmission delay [J]. IEEE Trans. Circuits Syst, 1985, 32: 1286 - 1291.
- [5] 方木云. 双环网络  $G(N; 1, s)$  的直径求解算法和实现 [J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(1): 58 - 61.
- [6] 方木云. 无向双环网络  $G(N; \pm 1, \pm S)$  的直径求解算法 [J]. 微机发展 (现更名: 计算机技术与发展), 2004, 14(12): 132 - 135.