

计算机环形局部网络的分类方法

汤毅坚 S. G. Zaky
(哈尔滨科技大学) (多伦多大学,加拿大)

摘 要

本文提出了以时间和空间为参数对计算机环形局部网络进行分类的方法。其中时间和空间各有三种分配方式,构成了一个既完备又互斥的系统,可以确切地对采用任何一种通讯协议的环形局部网络进行分类。

作为例子,对迄今已报道的 22 个环形局部网络进行了分类。从而表明本分类方法是可行的。

一、引 言

在以往的十五年中,文献报道了不少计算机局部网络。本文的主要着眼点是计算机环形局部网络(以下简称环形网络或环网)的通讯协议。按照 IEEE 的通用语言,即通讯媒介控制层的通讯协议学^[1]。通讯协议是环形网络的分类依据。分类的方法一般有两种:层次分类法和线性分类法。

Anderson 等提出了计算机网络的层次分类法^[2],类似地, Dixon 采用四级两叉树对环形网和总线网进行了分类^[3]。

然而,比较普遍的是采用线性分类法,把可以收集到的不同类型罗列出来。比如, Kleinrock 把环网分为三类^[4], Penney 等分为四类^[5],而 Kanakia 等则列出了八种不同的类型^[6]。目前最流行的分类方法是把环形网络分成令牌传递式、争用式、分节式和寄存器插入式四类^[7]。

这些分类方法存在两个共同的问题:

(1) 所分的类别之间不具有互斥性,其结果是有的环网既可列到这一类,又可列到那一类。比如, TORNET^[8] 同时采用了分节和寄存器插入两种方式,它的分类就出现了两可性。又比如 NEWHALL 环网^[9]的分类也存在同样问题,因为它同时采用了询问(poll)和令牌两种方式;

(2) 所分的类别不具有完备性,其结果是有的网找不到合适的位置。MLNET^[10] 和 ORION^[11] 就是两个比较典型的例子。关于它们的通讯协议,后文还要详述。

由此可见,互斥性和完备性是一个成功的分类方法所必须具备的基本特性。本文提出的分类方法就是为实现这个目标所作的尝试。

二、二维分类方法

环形网络上的信息传输可以归结到两个正交的参数：时间和空间。一个站要发送信息，它必须分配到一个开始发送的时刻，并且分配到一部分信息空间。这里，信息空间是由信息发送频率和传输延时所决定的，在一个完整的环网上能同时存在的最大信息位数。

1. 时间分配方式

环形网络中各个站何时可以发送信息是由某种时间算法来决定的。时间算法，即环网的时间分配方式，可以分为三种类型：

一种是各个站严格按照预先确定的时间顺序来使用这个环网。这种情况称为顺序分配方式 (Ordered Access, 简记为 OA)。这种方式中比较常见的做法是按照各个站在环网上的自然顺序,一个站接一个站地发送信息。有时,也可以采用其他顺序,也可以给网上某一部分站多一些发送信息的机会,等等。

另一种是根据动态的环网状态,由某一种仲裁算法决定由哪个站发送信息。这种方式称为仲裁分配 (Arbitrated Access, 简记为 AA)。仲裁算法可以集中在一个中心站,也可以分布到所有各站。

第三种是环网上的各个站可以在任意时刻发送信息。这种情况称为随机分配方式 (Random Access, 简记为 RA)。这种分配方式很容易产生两个或两个以上的站同时发送信息而互遭破坏的情况,所以常常采取其它措施来减少或者免除产生碰撞的可能性。

表 1 分类举例

空间分配 \ 时间分配	固定长度 (FS)	有限可变长度 (BS)	无限可变长度 (US)
顺序方式 (OA)	(STDM) IBM 2790		(token) DCS RINGNET IBM ZURICH RING C&C OPTONET TIMED-TOKEN RING
仲裁方式 (AA)	(DASD) WELLER RING		NEWHALL RING MLNET ORION
随机方式 (RA)	(slot) PIERCE RING SPIDER NSA RING CAMBRIDGE RING DATA HIGHWAY CARTHAGE IOWA RING	(register insertion) DLCN DDLNCN	(CSMA-CD) M. I. T. RING WESTERN ILLINOIS RING
		(slot with register insertion) TORNET	

2. 空间分配方式

环形网络通讯的空间分配是指当某个站获得发送信息的机会时，它可以发送的信息包长度，可以分成三种类型：

一种是对应于闭合的环网，其总信息空间是固定的。把这个固定的信息空间分配给一个或几个站，每个站可以发送的信息包长度也是固定的。这种简单的空间分配方式称为固定长度方式 (Fixed Size, 简记为 FS)。

另一种是环网中的站在获得发送机会时，利用在环网中插入附加延时的方法来增加信息包长度。插入的附加延时是可变的，但又是有限的，因此称为有限可变长度方式 (Bounded Variable Size, 简记为 BS)。在这种情况下，环网的总信息空间也是有限可变的。

第三种是发送信息的站把环网断开，发送任意长度的信息包。在这种极端情况下，环网的总信息空间在理论上是无限的。因此称为无限长度方式 (Unbounded Size, 简记为 US)。

三种时间分配方式和三种空间分配方式相结合，就得到了一个二维的分类形式，如表 1 所示。这个表中九个格代表九种不同的时间、空间分配组合，每一种组合都是可能的。下一节将以 22 个已见报道的环网为例进行分类，并简单介绍它们的通讯协议。

三、分类举例

1. 顺序分配方式

在顺序分配方式中，各个站按照某种预定的时间顺序获得发送信息的机会。因此，各个站发送的信息包在时间轴上是按固定的次序出现的。当然，有的站在获得发送机会的时候可能没有信息要发送，因此所对应的信息包可以是空的，其长度也可以为零。

在顺序分配方式中，按不同的空间分配方式，可得到三种不同的组合：

(1) 顺序分配、固定长度组合 (OAFS)。静态分时多路通讯 (Static TDM) 属于这一类^[3]。环网总信息空间划分为若干节，它们沿环朝一个方向传送，各个站预先分配到一个或几个节，只有当属于某站的节经过该站时才能发送信息。采用这类通讯协议的有 IBM 2790 环网^[12]。

(2) 顺序分配、有限可变长度组合 (OABS)。限于笔者的见闻，目前还找不到属于这种类型的环网。但是，采用这种组合的协议是可行的，比如，可以采用上述的 STDM 和下文要提到的寄存器插入技术相结合的方案。

(3) 顺序分配、无限长度组合 (OAUS)。令牌传递式通讯协议属于这一类。在这种协议中，一个称为令牌 (token) 的标志信号沿环运动。接到令牌的站就可以发送一个任意长度(包括长度为零)的信息包，然后再把令牌传给下一个站。DCS^[13]，RINGNET^[14]，IBM ZURICH 环网^[15]，C&C OPTONET (LOOP 6770)^[16] 和 TIMED-TOKEN 环网^[17] 采用这类通讯协议。

2. 仲裁分配方式

采用这类分配方式的通讯协议有一个共同的特点，就是由仲裁决定哪个站取得发送

信息的资格。仲裁可以是集中式,也可以是分布式。集中式仲裁是在环网中有一个特殊的站承担仲裁使命。它可以等待,也可以询问其他各站是否有发信请求。分布式仲裁则让每个站都能了解别的站的状态,并且具有判断能力,可以根据自己的状态和收集到的其他站的状态,决定发送信息的适当时机。

在仲裁分配方式中,也可按不同的空间分配方式得到三种不同的组合:

(1) 仲裁分配、固定长度组合 (AAFS)。West 提出了一组环网通讯协议^[18], 其中有几个可作为集中式仲裁的例子。它们的共同特点是,环网上的一个控制站等待其他站的发信请求,并按预定的仲裁算法进行裁决。这类通讯协议称为按请求分配 (Dynamic Assignment on Demand)^[6]。采用这类通讯协议的例子是 WELLER 环网^[19]。在这个环网中,要发送信息的站向中心控制站提出请求,中心站接到请求后先询问所有的站,然后再作仲裁。

(2) 仲裁分配、有限可变长度组合 (AABS)。尽管目前还找不到属于这一类的例子,这种组合也是可行的,比如可以采用仲裁分配和下文要提到的寄存器插入技术相结合的通讯协议来实现。

(3) 仲裁分配、无限长度组合 (AAUS)。NEWHALL 环网^[9]采用这一类协议。它的工作分为两个阶段:第一阶段由中心站询问其他各站,并且给提出请求的站发去适当的通讯命令;第二阶段各个站采用类似于令牌传递的方式进行通讯。

另一个例子是 MLNET^[10]。它采用分布式仲裁协议。环网上每个站都被赋予一定的优先等级。当环网空闲时,要发信的站就把自己的优先码送出去。这些优先码沿环运动,并被沿途各站接收。各个站把接收到的优先码和它自己的优先码比较,如果接收到的码比自己的高,或者虽然接收到的码比自己的低,但自己没有信息要发送,那么它就把接收到的优先码送往下游,否则就送它自己的优先码。因此,需要发信的站中只有优先级最高的那个站才能收到它自己发出的优先码,从而获得可以发送任意长度信息包的机会。

ORION^[11] 采用类似的分布式仲裁,但它的仲裁算法是以扩散现象为基础的。其他还有一些分布式仲裁协议的例子。Wilson 等提出了一种“抢先”(play through)协议^[20]。而 Konheim 等提出的仲裁算法^[21]是基于离目的站越近的信息包,其优先级越高的原则。

3. 随机分配方式

在随机分配方式中,各个站通过竞争来获取发送信息的机会。因此,采用随机分配方式的通讯协议要采取附加措施以减小碰撞的可能性。与其他形状的网络拓扑比较,环网是特别适于采用竞争式协议的。因为环网很容易采取限制碰撞的措施,比如采用“先听后发”和“边听边发”的技术来减小碰撞的可能性,或者采用分节、寄存器插入等技术来避免碰撞。

在随机分配方式中,同样可按不同的空间分配方式得到三种不同的组合:

(1) 随机分配、固定长度组合 (RAFS)。采用这类通讯协议的例子是分节式环网,它与 OAFS 类中提到的静态分时多路通讯不同。它允许环网上的站争用空闲的节,但它又不会产生碰撞。因为在任一时刻,只有一个站有可能遇到某一确定的节的起始位。

PIERCE 环网^[22], SPIDER^[23], NSA 环网^[24], CAMBRIDGE 环网^[25], DATA HIGHWAY SYSTEM^[26], CARTHAGE^[27] 和 IOWA 环网^[28]都采用这种协议。

(2) 随机分配、有限可变长度组合 (RABS). DLCN^[29] 和 DDLCN^[30] 采用的寄存器插入技术是实现有限可变长度组合的主要方法。它在每个站设两个寄存器，发送缓存和接收缓存。当一个站向环网发送信息时，它把有限长度的发送缓存插入到环网中去，而把其他站送来的信息暂存在接收缓存中，等本站的信息发送完后再送，这样就避免了各个站发送的信息相互碰撞。

TORNET^[8] 采用分节和寄存器插入技术相结合的通讯协议。它的环网空间分成若干个等长的节。环网上各站可以争用空闲的节，争得后可根据需要插入两种不同长度的寄存器。短寄存器适于传送字符，长寄存器适于传送文件。

(3) 随机分配、无限长度组合 (RAUS). 能检测碰撞的载波侦听多点访问协议 (CSMA-CD) 属于这一类。MIT 环网^[31] 和 WESTERN ILLINOIS 环网^[32] 采用这一原理。

四、结 语

本文提出的计算机环形局部网络的分类方法以时间、空间为基本参数。其中时间分配方式把某一个通讯站在何时可以发送信息包的不同方式分为三类；空间分配方式把该站可以发送的信息包长度分为三类。这样，本分类方法就以一个含有九个格的表格形式出现。每一个格代表一种可能的时间、空间组合。

本分类方法的优点在于这个由九个元素构成的集合，既具有完备性，又具有互斥性。因此，对于任何一个环形网络，均可在这个表中找到，并且只能找到一个格适合于它。对 22 个已见报道的环网的分类，显示了这种分类方法的优点。

本文所提供的分类举例表中尚存的两个空格预示着可能出现新的通讯协议的类型。

参 考 文 献

- [1] IEEE Project 802, *Local Network Standard*, Draft C, 1982.
- [2] Anderson, G. A. and Jensen, E. D., Computer interconnection structures: taxonomy, characteristics, and examples, *ACM Computing Survey*, 1975, 197—213.
- [3] Dixon, R. C., Ring network topology for local data communications, Proc. IEEE COMPCON, Fall, 1982, 591—605.
- [4] Kleinrock, L., Performance of distributed multi-access computer-communication systems, Information Processing 77, *Proc. of IFIP Congress*, 1977, 547—552.
- [5] Penney, B. K. and Baghdadi, A. A., Survey of computer communications loop networks (part 1 and part 2), *Computer Commun.*, 2(1979), No. 4—5, 165—180 and 224—241.
- [6] Kanakia, H. and Thomasian, A., A comparative study of access control mechanisms in loop networks, 4th Conf. on Local Computer Networks, 1979, 104—110.
- [7] Tannenbaum, A., *Computer Networks*, Prentice-Hall, 1981.
- [8] Vranesic, Z. G. et al., TORNET: A local area network, Proc. 7th Data Commun. Symp., 1981, 180—187.
- [9] Farmer, W. D. and Newhall, E. E., An experimental distributed switching system to handle bursty computer traffic, Proc. ACM Symp. on Problems in the Optimization of Data Communications Systems, 1969, 1—33.
- [10] Hatada, M. et al., A micro-processor-based multi-loop network system, IEEE Proc. of COMPCON, Fall, 1979, 454—461.
- [11] Aramis, E. et al., ORION: A new distributed loop computer network, IEEE Proc. 1979 Computer Networking Symp., 1979, 164—168.
- [12] Hippert, R. O., IBM 2790 digital transmission loop, IBM J. Res. Dev., 1970, 662—667.
- [13] Farber, D. J. and Larson, K. C., The system architecture of the distributed computer system —

- the communication system, Symp. on Comput. Networks, 1972.
- [14] Gordon, R. L. et. al., Ringnet: A packet switched local network with decentralized control, 4th Conf. on Local Computer Networks, 1979, 13—19.
- [15] Bux, W. et. al., A reliable token-ring system for local area communication, Proc. IEEE 1981 NTC, 1981, p. A2, 2. 1—6.
- [16] Ikuta, H. et. al., Role of optical fiber loop in C and C OPTONET, IEEE COMPCON, Fall, 1982, 471—477.
- [17] Ulm, J. M., A timed token ring local area network and its performance characteristics, 7th Conf. on Local Computer Networks, 1982, 50—56.
- [18] West, L. P., Loop transmission control structures, *IEEE Trans. Commun.*, COM-20(1972), No. 3.
- [19] Weller, D. R., A loop communication system for I/O to a small multi-user computer, Proc. 5th Annl. IEEE Intl. Conf. on Hardware, Software, Firmware and Tradeoffs, 1971, 49—50.
- [20] Wilson, T. C. and Silio, C. B. Jr., Extensions to the 'play through' protocol for loop networks, Proc. of the Workshop on Interconnection Networks for Parallel and Distributed Processing, 1980, 103—104.
- [21] Konheim, A. G. and Meister, B., Two-way traffic in loop service systems, *Networks*, 1 (1972), 291—301.
- [22] Pierce, J. R., Network for block switching of data, *Bull Syst. Tech. J.*, 51(1972), No. 6, 1133—1145.
- [23] Fraser, A. G., Spider—an experimental data communications system, Proc. ICC, 1974, 21F. 1—10.
- [24] Hassing, T. E. et. al., A loop network for general purpose data communications in a heterogeneous world, 3rd Data Communications Symp., 1973.
- [25] Hopper, A., Data ring at computer laboratory, University of Cambridge, U. S. National Bureau of Standards Special Publication, No. 500-31, 1977.
- [26] Yada, K. et. al., The large scale integrated service local network using optical fiber data highway, Proc. IEEE 1981 Computer Networking Symp., 1981, 18—23.
- [27] Favre, J. L., CARTHAGE: A multiservice local network on a fiber optics loop, Proc. of the IFIP TC 6 Intl. In-Depth Symp. on Local Computer Networks, 1982, 23—37.
- [28] Davis, J. A. et. al., A local network for experiment support, Proc. of the NEC, 36, 1982, 356—362.
- [29] Reames, C. C. and Liu, M. T., Variable-length message transmission for distributed loop computer networks, Tech. Report OSU-CISRC-74-2, Ohio State Univ., 1974.
- [30] Wolf, J. J. and Liu, M. T., A distributed double-loop computer network (DDL CN), Proc. 7th Texas Conf. on Comp. Syst., 1978, 6. 19—34.
- [31] Clark, D. D. et al., An introduction to local area networks, Proc. of the IEEE, Vol. 66, 1978, No. 11, 1497—1517.
- [32] Dhas, C. R. and Rine, D. C. Design of a ring-based local area network for microcomputers, 5th Conf. on Local Computer Networks, 1980, 65—68.

A CLASSIFICATION FOR LOCAL RING NETWORKS

TANG YIJIAN

(Harbin University of Science and Technology, China)

S. G. ZAKY

(University of Toronto, Canada)

ABSTRACT

In this paper, a classification system for local ring networks is proposed, based on time and space assignments in the ring access protocols. With three classes in both assignments, the system provides a complete and disjoint set of nine categories. Any given ring protocols can precisely be classified into one and only one category in the system.

As demonstrations, 22 local ring networks reported in the literatures are classified under the new taxonomy.