

一种新型的 LONWORKS 组网应用方式

陈德明¹, 熊列彬¹, 雷杭州²

(1. 西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031; 2. 成都交大许继电气公司, 四川 成都 610031)

摘要: 通过简单讨论 LONWORKS 的网络寻址方式和节点通信的网络连接方法, 介绍了一种新型的节点自组网连接方式。这种方式不需要专门的开发工具组网, 各节点模块可以互换, 该技术已成功地应用于实际系统中, 取得了很好的效果。

关键词: LONWORKS; 寻址方式; 显式消息; 自组网

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)04-0060-03

0 引言

LONWORKS(Local Operating Network 局部操作网络)网络,简称 LON 网,是由美国 Echelon 公司在 1991 年推出的网络控制系统,与其它现场总线技术相比,具有统一性、开放性、互操作性等突出的特点,成为实际上的现场总线推荐标准。LON 网可以选择任意形式的网络拓扑结构,节点通信连接一般是通过建立节点间网络变量连接或显式消息的消息标签连接来实现,这种连接由 LonBuilder、LonMaker 等网络安装和管理工具建立。本文通过对 LONWORKS 寻址方式和存储映象的分析,提出了一种新型的组网应用方式。

1 LONWORKS 寻址方式

LON 网使用 LonTalk 协议,该协议完整实现了 ISO(国际标准化组织)定义的 OSI(开放系统互连)7 层协议,典型节点方案如图 1。



图 1 LON 网典型节点方案图

Fig. 1 Scheme of typical node of LON network

LonTalk 寻址体系由域、子网、节点 3 级构成,节点还可编成组。域是寻址的最顶层,是一个或多个通道上的节点的一个逻辑集合。一个节点可同时分属于一个或两个域,只有在同一个域中的节点才能互相通信。寻址的第 2 层是子网,是域中节点的一个逻辑集合。寻址的第 3 层是节点,子网中的每个

节点都被赋予一个唯一的节点号。组是一个域中节点的一个逻辑集合,可以跨越域中不同的子网,一个节点可属于多个组。另外 Neuron 芯片标识符也可以用作地址,允许节点在未赋予地址之前进行通信,这种方式主要用在节点安装及配置的时候。

2 网络变量和显式消息寻址

LON 网节点间使用网络变量(产生隐式消息)或显式消息进行相互间通信。网络变量是应用节点中的一个对象,分为输入和输出两种。节点应用程序最多可以定义 62 个网络变量,一个网络变量最多 31 个字节。当使用网络变量时,报文的实际建造和发送在后台进行,它包含 3 个层次的软件:应用层(应用 CPU 完成)、网络层(网络 CPU 完成)、介质访问控制层 MAC(介质访问 CPU)。

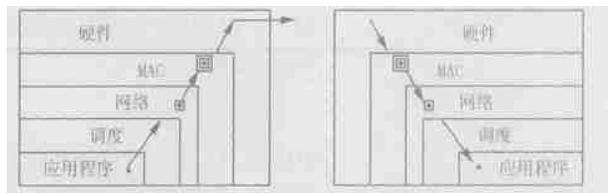


图 2 网络变量的传送

Fig. 2 Transmission of network variables

图 2 表示了当一个节点改变输出网络变量的值时所发生的事情,首先应用程序对输出网络变量赋值,调度程序将构造一个网络变量消息并将该消息传递到网络层,网络层将地址信息附加到消息中后将消息传递到 MAC 层,MAC 层再将该层的信息附加到网络变量消息中,最后将消息发送到通道上。接收节点收到网络变量消息后,首先 MAC 层检查消息的有效性,其次由网络层检查该消息是否发向本节点,如果是,则该消息传递给调度程序,调度程序将网络变量新值提交给应用程序。对用户而言,网

络层、MAC 层、调度程序都是由 LONWORKS 固件程序完成的,节点间的通信就象是应用程序间的通信。

显式消息的数据长度是可变的,最长为 228 个字节。它提供请求/响应机制,应用程序可以控制报文的大小及缓冲区的分配,应用程序中必须完成显式消息的生成、发送和接收。节点使用消息标签来发送和接收显式消息。

网络变量和显式消息的通信连接是通过建立节点间网络变量连接或显式消息的消息标签连接来实现的,这种连接由网络安装和管理工具建立,如 LonBuilder、LonMaker 等。

3 节点新型组网方式

对于一般的应用,使用网络变量进行通信就能够满足要求了。如果节点需要传送的信息较多,可以使用显式消息的通信方式,但这两种方式都需要网络安装和管理工具建立节点间的网络连接。有些应用节点间的关系比较简单,不需要网络安装和管理工具作为系统的一部分。能够有什么方法不借助网络安装和管理工具而使节点间能够建立网络连接呢?答案是肯定的。

Neuron 芯片中的软件存储映象分为 3 个主要部分:系统映象、应用映象、网络映象。系统映象包括 LonTalk 协议、Neuron C 库函数、任务调度程序,属于系统固件。应用映象包括 Neuron C 编译应用程序产生的对象代码和应用程序指定的有关参数;网络映象定义节点与网上其它节点的关系,包括节点地址分配、网络变量的连接信息及消息标签的连接信息、安装时设置的网络 LonTalk 协议的参数及应用程序的配置变量。Neuron 芯片上的应用程序可以使用库函数调用来访问和修改网络映象中的内容,通过分析网络映象的数据结构和相关库函数,如果预先定义好节点间的关系,由节点应用程序修改网络映象中的相关内容,就可以不需要网络安装和管理工具,而使节点间具有相互通信的能力。

网络映象的数据结构包括域表、地址表、网络变量配置表、通道配置结构,我们主要对域表和地址表进行分析,函数原型和定义在 ACCESS.H 和 ADDRDEFS.H 都可以找到。域表定义了节点所在的域,最多为两条,它的定义及操作函数如下:

```
# define AUTH_KEY-LEN 6
# define DOMAIN_ID-LEN 6
typedef struct {
    unsigned id[DOMAIN_ID-LEN]; //域标识
```

```
    unsigned subnet; //子网号
    unsigned :1; //
    unsigned node :7; //节点号
    unsigned len; //域标识的长度
    unsigned key[AUTH_KEY-LEN]; //域中使用的消息鉴别密钥
} domain_struct;
const domain_struct *access_domain(int index); //读域表
void update_domain(const domain_struct *domain,int index); //修改域表
```

节点应用程序用上面的函数读出和修改域表的内容,就可以确定节点的网络地址(域、子网号、节点号)。

地址表中的内容为节点能访问的每个网络地址,最多有 15 条记录。地址表中的记录是接收本节点发送的网络变量或显式消息的目标节点的地址,目标节点的地址有 5 种格式:组编址、子网/节点编址、广播编址、自转移编址或无。组编址用于一对多寻址;子网/节点编址用于点对点寻址;广播寻址仅用于显示寻址;自转移编址主要供网络变量使用对同一节点的其它网络变量的连接。下面是子网/节点地址格式:

```
typedef struct {
    unsigned type; //地址类型
    unsigned domain :1; //目标节点所在的域在域表中的索引
    unsigned node :7; //目标节点的节点号
    unsigned rpt-timer :4; //使用重发服务时指定重发消息之间的时间间隔
    unsigned retry :4; //指定重发的次数
    unsigned :4;
    unsigned tx-timer :4; //使用应答或请求/响应服务时指定重发时间间隔
    unsigned subnet :8; //目标节点的子网号
} snode_struct;
```

如果应用中通过应用程序修改域表,设定本节点的网络地址,使用显示寻址(子网/节点编址方式)发送显式消息在节点间传送数据,就无需使用网络安装和管理工具来绑定和连接消息标签和网络变量,达到自组网的要求,而且可以与域内所有节点通信。

4 具体应用

根据上面的分析,已将这种自组网技术成功地应用于变电站综合自动化系统中,系统的网络结构如图 3。图中系统模块与其 LON 插件组成一个节点

构成下位机,通信管理单元与其 LON 插件构成上位机节点。节点之间的关系为:所有下位机节点均同上位机节点进行通信交换数据,下位机之间可以根据需要决定是否通信。

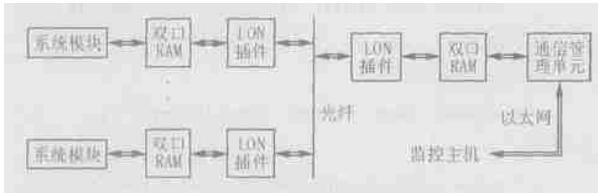


图3 系统网络结构

Fig. 3 Structure of system network

LON 插件通过双口 RAM 和系统模块、通信管理单元交换数据、插件的网络地址(域、子网号、节点号)和与其它节点的关系在系统初始化时得到,并由节点应用程序设定,各节点使用显示寻址进行通信。整个应用中各 LON 插件可以互换,无需网络安装和管理工具来配置网络节点。下面给出修改节点网络地址的代码示例。

```

far offchip unsigned eeprom nodeDomain; //节点域
far offchip unsigned eeprom nodeSubnet; //节点子网号
far offchip unsigned eeprom nodeAddr; //节点号
void UpdateDomain(unsigned domain, unsigned subnet, unsigned addr)
{
    domain_struct upt;
    upt = *access-domain(0);
    if((nodeDomain != domain) || (nodeSubnet != subnet) |
    (nodeAddr != addr))
    {
        upt.id[0] = domain, nodeDomain = domain;
        upt.subnet = subnet, nodeSubnet = subnet;
        upt.node = addr, nodeAddr = addr;
        update-domain(&upt, 0);
    }
}

```

使用显式消息进行通信的代码示例如下。

```

msg-tag bind-info(nonbind) s-tag; //定义消息标签
int SendMessage(unsigned domain, unsigned subnet, unsigned
addr, char *dt)
{
    if(msg-alloc())
    {
        for(i=0; i<dlen; i++) //将应用数据放入数据消息发送缓冲区
            msg-out.data[i] = dt[i];
        watchdog-update();
    }
}

```

//以下是对显式消息的数据结构进行赋值

```

msg-out.code = 1;
msg-out.tag = s-tag;
msg-out.service = UNACKD; //REQUEST;
msg-out.dest-addr.snode.type = SUBNET-NODE; //消息寻址方式

```

消息寻址方式

```

msg-out.dest-addr.snode.domain = domain; //目的域
msg-out.dest-addr.snode.node = addr; //目的地址
msg-out.dest-addr.snode.retry = 1;
msg-out.dest-addr.snode.tx-timer = 1;
msg-out.dest-addr.snode.subnet = subnet; //目的子网

```

网

```

msg-send();
return 1;
}
else
return 0;
}

```

5 总结

本文通过对 LONWORKS 网络寻址体系结构和 Neuron 芯片存储映象数据结构的分析,提出了通过节点应用程序修改节点的网络映象,使用显式消息方式在节点间进行通信。这种应用的优点是不使用网络安装和管理工具来定义网络间各个节点的关系,不受 62 个网络变量或只有 15 条地址表的限制,任意节点间均可进行通信,各应用节点可互换。这种模式已成功地应用于实际系统中,取得了很好的效果。

参考文献:

- [1] 杨育红. LON 网络控制技术及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999.
YANG Yurong. Control and Application of LON Network [M]. Xi'an: Xidian University Press, 1999.
- [2] Echelon Company. Neuron Chip DataBook[Z]. 1995.

收稿日期: 2004-06-09; 修回日期: 2004-07-07

作者简介:

陈德明(1971-),男,硕士,讲师,从事变电所综合自动化系统方面的教学、科研工作; E-mail: cdeming@163.com

熊列彬(1972-),男,硕士,讲师,从事变电所综合自动化系统方面的教学、科研工作;

雷杭州(1973-),男,本科,工程师,现从事继电保护产品的研发工作。

电力系统继电保护信息分析管理专家系统的实现

刘涤尘, 张琳, 齐晓曼

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 论述了基于推理与数据库的电力系统保护信息分析的专家系统。该专家系统用来处理自 SCADA 系统采集的数据和自故障录波器及带录波功能的继电保护装置获取的数据, 使用建模推理和数据库技术, 保证诊断结果快速可靠; 动作评价及深入分析决策, 可大大减轻运行人员的工作量。

关键词: 继电保护; 专家系统; 建模推理; 故障信息管理

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)04-0063-03

0 引言

近几年来, 随着我国电力工业的迅速发展, 电网结构也日趋复杂, 变电站覆盖面扩大, 负载种类也越来越多, 电网各类故障(如雷电、短路、接地以及大容量负载的投切等等)的频繁发生使运行人员疲于忙碌, 故障的信息传递和故障处理分析都较缓慢。而近年来变电站综合自动化、调度自动化系统的功能和性能不断提高, 电力运行管理工作的自动化已达到了一定的水平。与此相比, 各种微机保护、故障录波装置的大量信息却缺乏统一有效的管理, 继电保护信息的存储和监控、系统故障及保护动作行为的分析和管理的自动化水平则相对滞后。因而需要一个能够进行故障元件诊断、事故后的数据分析、保护动作行为评价等功能完善的电力系统保护信息综合分析专家系统。这对于电力系统的安全可靠运行起着十分重要的作用^[1,2]。

为达到上述目标, 通过联网方式将电网中的故障信息集中到调度中心, 这是在全国电网中得到公认并正在实施的方案^[3,4]。由于电力系统的网络化建设和各种保护及故障录波装置的数据格式没有统一的业界标准, 使得现在较多的联网方案目的单一,

即只将故障录波器的信息和继电保护装置动作情况上传到调度中心, 在调度端的计算机中一般只具备将各变电站故障信息打印出来的软件, 缺乏故障信息数据库管理及综合分析的高层软件。而历史故障信息对于电力系统安全稳定分析具有非常重要的意义, 现有故障检测系统仅仅是把故障录波信息打印保存, 而不是将数据分类、整理、组成数据库, 数据分析功能也不完善。针对上述现象, 在对现行大量的保护和故障录波装置进行研究的基础上, 为配合自行开发的故障录波装置, 本文在上层分析软件方面开展了进一步工作, 开发了基于建模推理与数据库的电力系统保护信息分析的专家系统, 利用推理引擎对事先确立的知识库进行推理, 并支持前向推理和后向推理, 独立于系统, 其规则修改简单方便。

1 系统组成原理及功能实现

1.1 系统简介

本文论述的基于推理与数据库的电力系统保护信息分析的专家系统。包括各相对独立的模块, 应用面向对象设计的方法编程, 以保证软件的通用性、可扩展性和可移植性, 利用 Visual C++ 6.0 强大的面向对象开发功能, 以全图形化的一、二次统一建模

A new application of LONWORKS

CHEN De-ming¹, XIONGLie-bin¹, LEI Hang-zhou²

(1. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Chengdu Southwest Jiaotong University of XI Electric Co. Ltd, Chengdu 610031, China)

Abstract: The paper introduces a new application of LONWORKS to construct networks through discussing its addressing and node communication. The mode does not need special developing instrument, and every node can interchange, it has been used in actual system and got a good result.

Key words: LONWORKS; addressing mode; explicit message; self-network connection