

LonWorks®技术



上海天控智能科技有限公司

2004.12

天控智能 - 控制器专家



LonWorks®技术

- 技术背景
- 详细介绍
- 应用情况
- 结论和体会





技术背景

- Echelon (NASDAQ: **ELON**) - 1988年由苹果电脑公司合伙人A.C. Markkula创立
- LonWorks - **L**ocal **O**perating **N**etwork
- 目标市场：楼宇自动化、工厂控制、交通运输、能源管理等
- 4000多家厂商、安装节点约5000万
- 国际标准
 - EIA-709, home automation
 - IEEE P1473 , train control
 - SEMI E56.6 , the semiconductor sensor bus
 - International Forecourt Standards Forum (IFSF), gas station automation



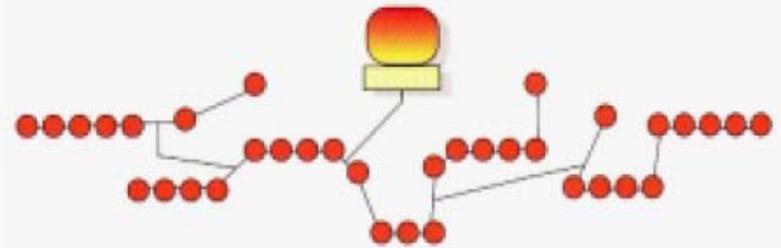
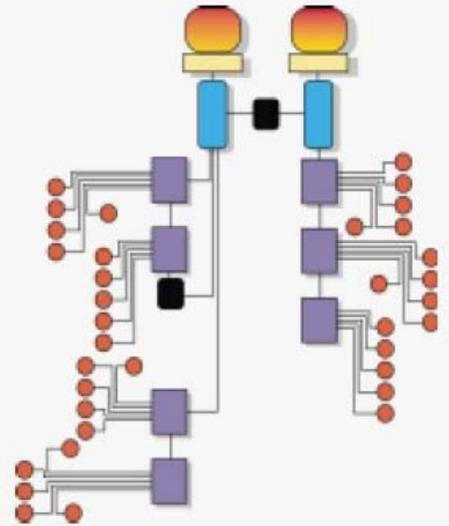
控制网络的定义

- 智能节点（Node）
 - 执行器（阀门、马达、加热器、泵等）
 - 传感器（温度、压力、流量等）
 - 人机界面（显示器、终端、个人计算机等）
 - 控制器（HVAC、照明、制冷箱等）
- 多种介质
- 通信时遵循同一协议



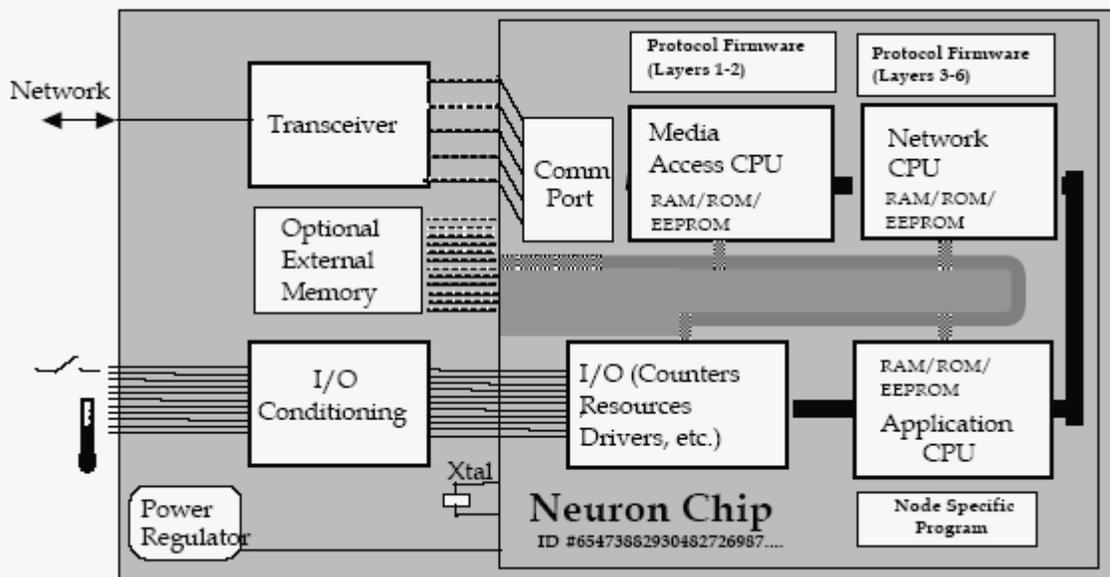
分布式控制网络的优点

- 减少了系统安装费用
 - 接线少，工作量小
- 减少了增加、移动、修改的费用
 - 逻辑上的重新配置，而不是物理上的
- 提高了系统性能
 - 对等通信，加快了响应时间
- 能够方便地将不同厂商制造的不同产品集成在一起
 - 实现了互操作性



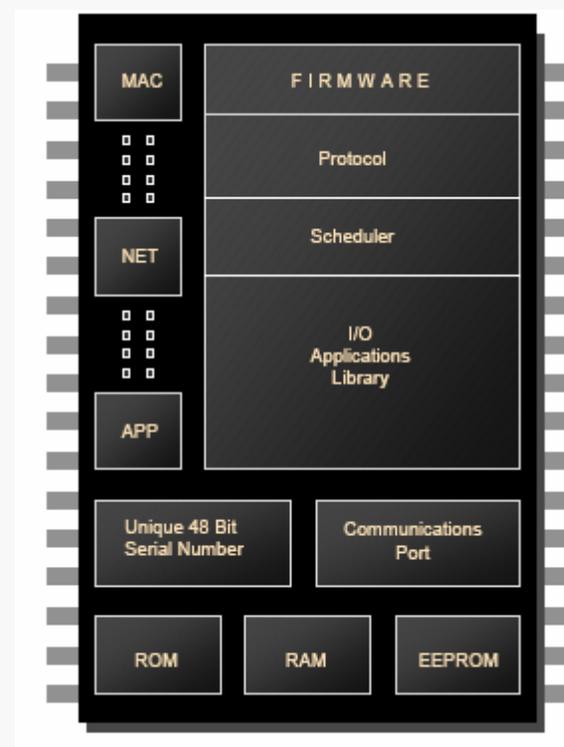
节点

- 具有LonTalk通信协议的测控设备，包括Neuron芯片、收发器、存储器、I/O调理电路等



Neuron芯片

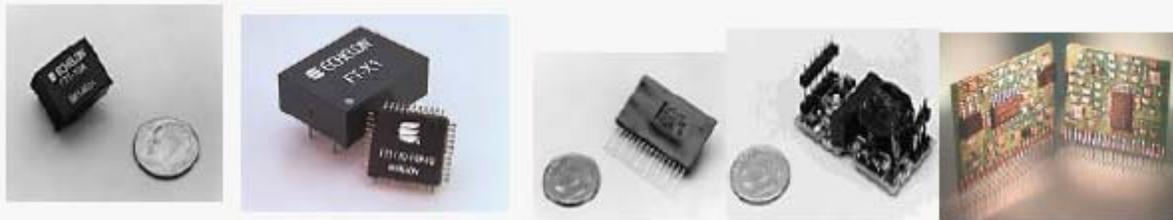
- 硬件
 - 3个基于堆栈的流水式CPU
 - 可编程收发器接口
 - 11个I/O管脚，2个计时器/计数器
 - EEPROM、ROM和RAM
 - 独特的48-bit ID
- 软件
 - LonTalk协议
 - 事件驱动的操作系统
 - 应用程序库
 - 34种标准I/O设备对象：Parallel I/O, Digital I/O, SPI, I2C等





收发器

- 定义：Neuron芯片与LON网络之间的物理通信接口
- 支持多种通信介质和拓扑结构
- 不同收发器类型的产品之间通过路由器进行通信





信道

- 定义：连接LonWorks设备的物理介质
- 信道可用中继器和路由器分割
 - 中继器延长网络通信距离
 - 路由器将网络逻辑分割成若干个部分

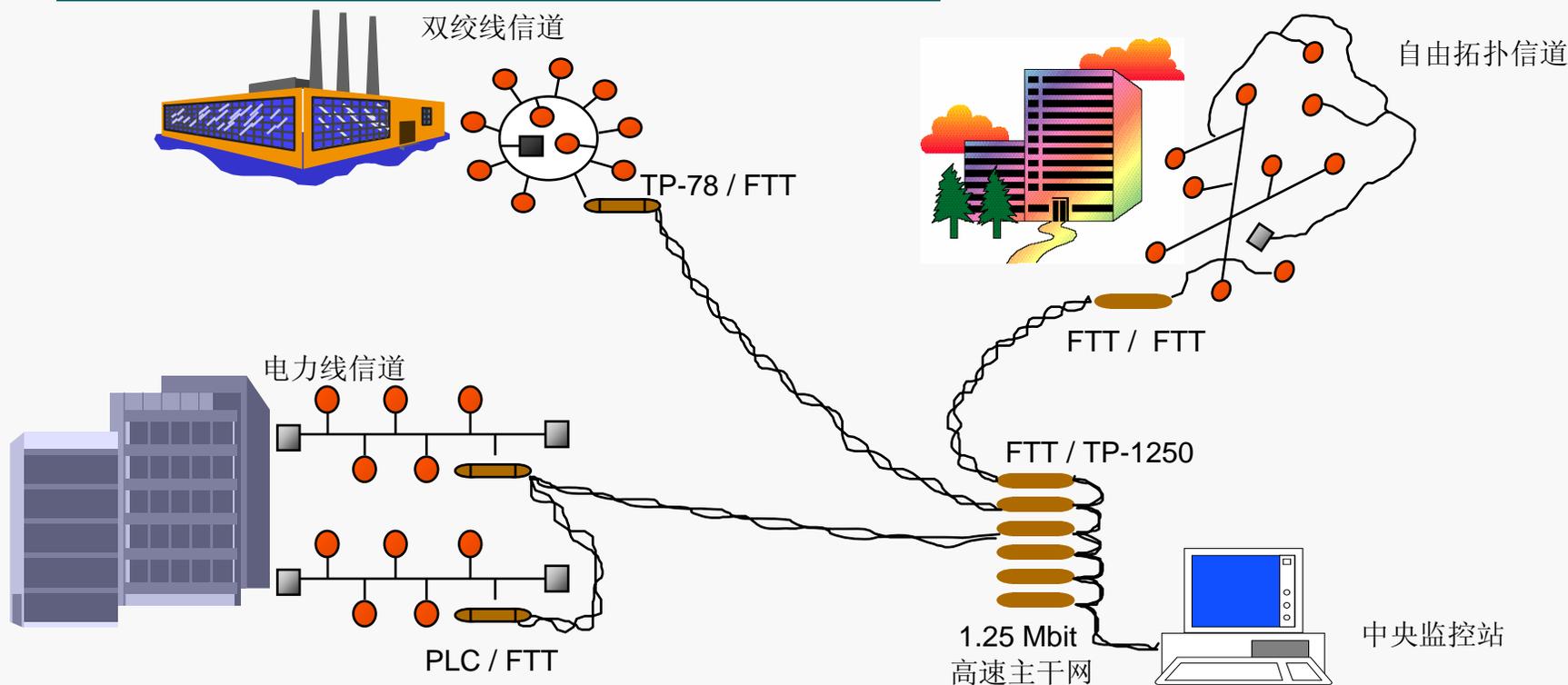


信道类型

<i>Physical Channel</i>	<i>Medium</i>	<i>Data Rate</i>	<i>Characteristics</i>	<i>Notes</i>
TP/XF-1250	Twisted Pair	1.25Mbps	Transformer Coupled	Bus topology
TP/XF-78	Twisted Pair	78kbps	Transformer Coupled	Bus topology
TP-RS485-39	Twisted Pair	39kbps	EIA RS-485 specifications	Bus topology
PL-10(L-N)	Power Line	10kbps	100kHz-450kHz, spread spectrum, Line-to Neutral coupling.	FCC, Industry Canada compliant
PL-10(L-E)	Power Line	10kbps	100kHz-450kHz, spread spectrum, Line-to Earth coupling	FCC, Industry Canada compliant
PL-20(L-N)	Power Line	5kbps	125kHz-140kHz, BPSK, Line-to-Neutral coupling, 50/60Hz mains frequency	FCC, Industry Canada , CENELEC, compliant
PL-20(L-E)	Power Line	5kbps	125kHz-140kHz, BPSK, Line-to-Earth coupling, 50/60Hz mains frequency	FCC, Industry Canada , CENELEC, compliant
PL-30(L-N)	Power Line	2kbps	9kHz-95kHz, spread spectrum, Line-to Neutral coupling.	FCC, Industry Canada , CENELEC, compliant
TP/FT-10	Twisted Pair	78 kbps	Flexible Topology and Link Power	Free topology and Link Power
RF-100	Radio Frequency	4.883 kbps	UK MPT1329, FCC Part 90, European ETS 300220 or Australian radio bands	Radio Frequency



路由器 – 通信隔离、消除瓶颈



- 隔离局部通信
- 改变通信介质、扩展通信距离
- 100% 透明



LonTalk®协议

- 开放的标准 - ANSI/EIA 709.1
- 由Neuron芯片上的固件实现
- 针对控制网络的优化：
 - 短帧报文
 - 及时响应
 - 可靠性
 - 安全性
- 对等、主从和客户服务器通信
- 遵循OSI/ISO网络参考模型的7层协议
- 可在多种介质上运行，包括双绞线、电力线和IP

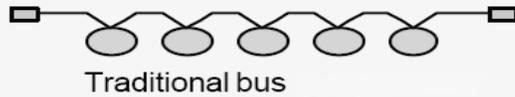


ISO/OSI参考模型

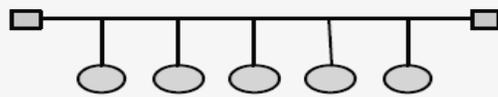
OSI Layer	Purpose	Services
<i>Application</i>	Application Program	Standard objects & types, config props, file xfer, network services
<i>Presentation</i>	Data Interpretation	Network variables, application messages, foreign frames
<i>Session</i>	Remote Actions	Dialog, remote procedure calls, connection recovery
<i>Transport</i>	End-to-End Reliability	End-to-End acks, service type, pkt sequencing, duplicate detect
<i>Network</i>	Destination Addressing	Unicast & multicast, destination addressing, packet routing
<i>Data Link</i>	Media Access & Framing	Framing, data encoding, CRC, media access, collision detect
<i>Physical</i>	Electrical Interconnect	Media specific details, xceiver type, physical connect



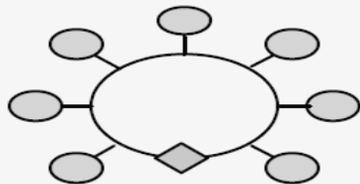
网络拓扑结构



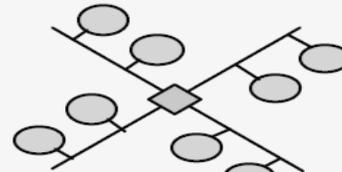
Traditional bus



Bus with stubs

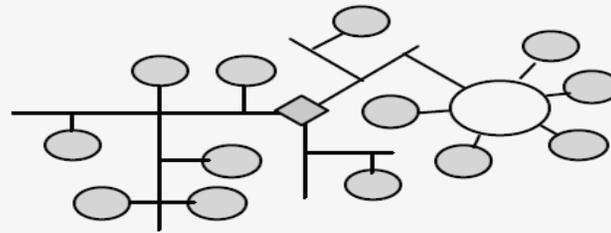


Ring: Link Power LPT10



star: Link Power LPT10

- Bus terminator
- ◆ Head-end Powersupply and bus termination

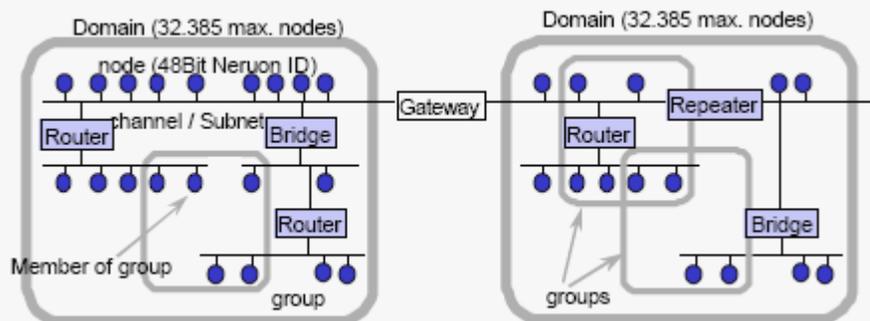


mixed Topology



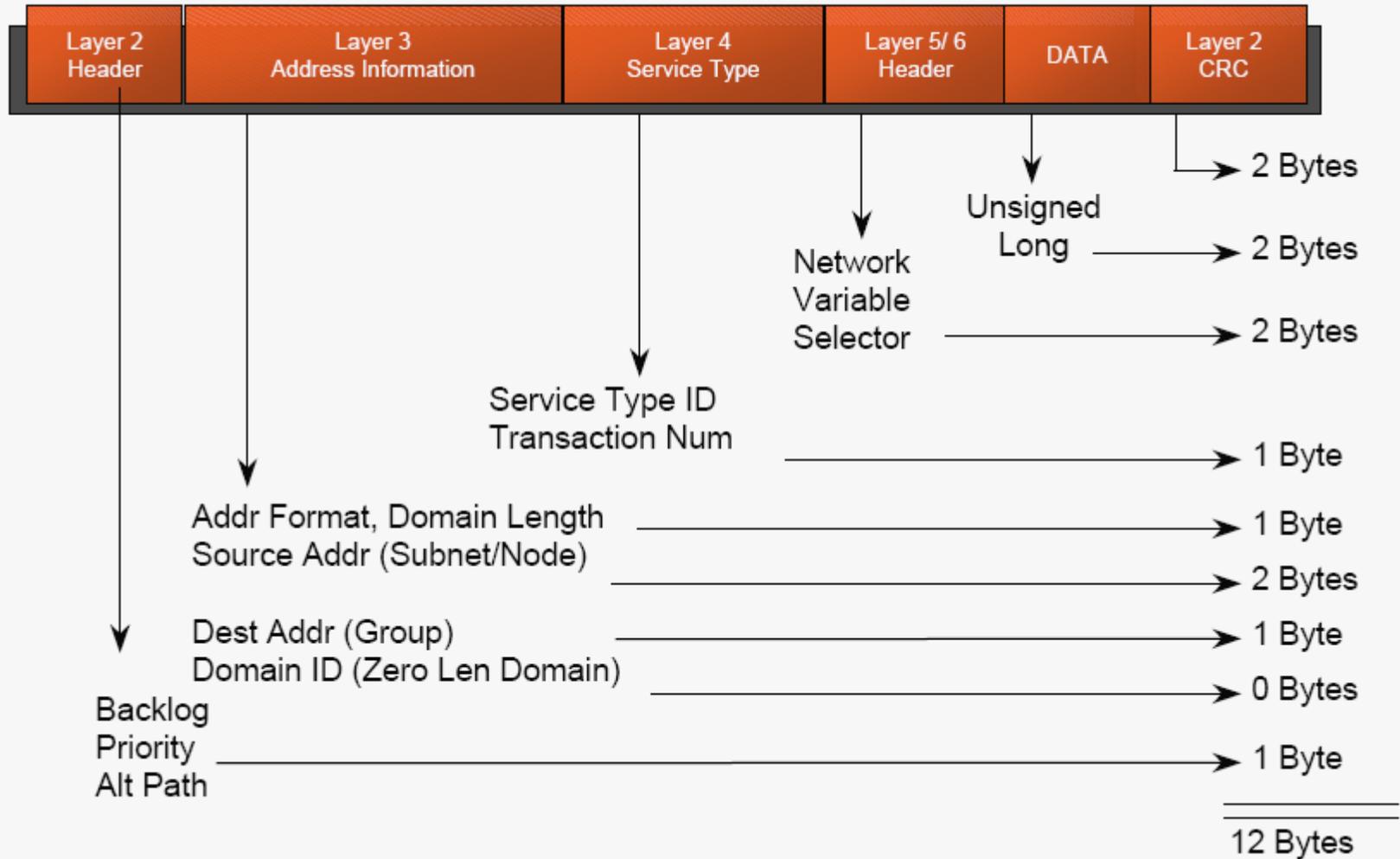
网络规模

- 一个域可有**255**个子网
- 每个子网可有**127**个节点
- 每个域可有**32,385**个节点
- 每个域可有**255**个组
- 每个组可有**63**个节点
- 域的数量至多可有 **2^{48}** (**281,474,976,710,656**) 个!



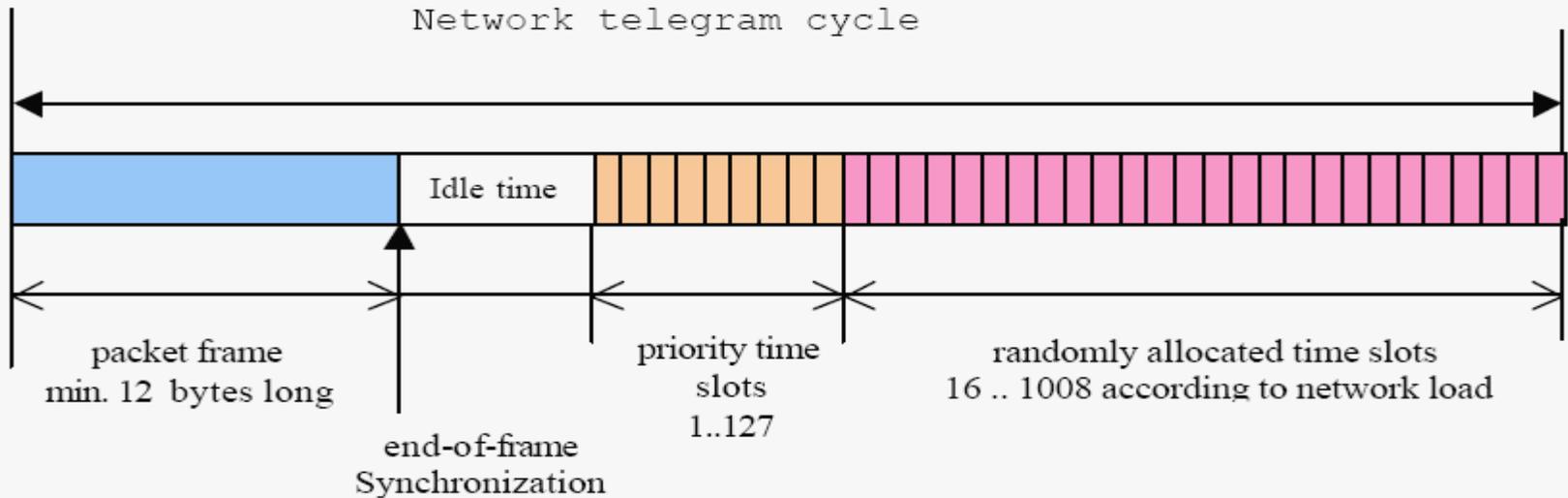


优化后的典型报文





介质访问 - 带预测P-坚持CSMA



- 原理：当节点有信息要发送而试图占用通道时，首先在一个固定的周期Beta 1检测通道是否处于网络空闲。为了支持优先级，还要增加优先级时间片，优先级越高的所加的时间片越少。随后再根据网络积压参数BL产生一个随机等待时间片W'，W'为0到W之间的随机数， $W = BL * 16$ 。当延时结束时，网络仍空闲，节点以概率 $p = 1 / W$ 发送报文。
- 在负载较轻时介质访问延迟最小化，而在负载较重时使冲突最小化



标准数据发送方式-网络变量

- 网络变量构成了统一的外部接口
 - 输出网络变量发送数据，输入网络变量接受数据

```
network input|output [netvar-modifier][class] type
    [connection info] identifier [=initial value];

network input|output [netvar-modifier][class] type
    [connection info] array-bound [=initializer list];
```
 - 面向数据，而不是面向指令
 - 由Neuron芯片自动完成
- 以对象的观点来看待节点
 - 用固定的网络接口封装节点的内部工作（“外部接口”）
 - 减少了节点内部变化对系统的影响



标准网络变量

- 定义了标准的通用数据类型
- 表示了数字和物理两方面的数据
 - 工程单位
 - 偏差和增益
- 支持结构化数据
- 《SNVT Master List》中有详细定义
- UNVT可以根据特定应用要求增加

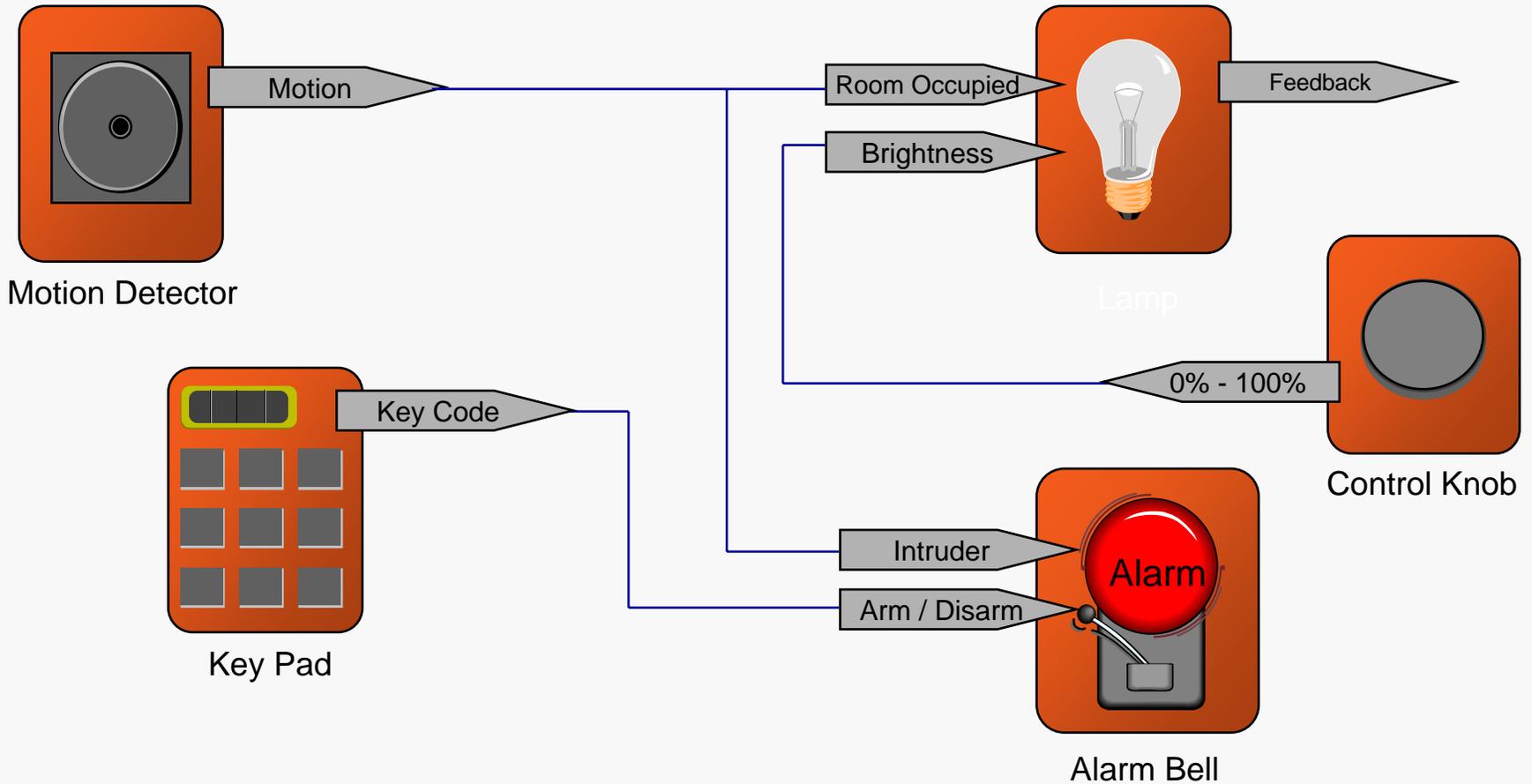


标准网络变量举例

类型名称	意义	单位	范围	分辨率
SNVT_temp	温度	摄氏度	-274..6271	0.1度
SNVT_angle	相位/角度	弧度	0 - 65	0.001弧度
SNVT_speed	速度	米/秒	0 - 6553	0.1 米/秒
SNVT_elapsed_tm	过去的时间	HH:MM:SS	0 - 65535天	1 毫秒
SNVT_lev_cont	连续液位	百分比	0 - 100%	0.5%
SNVT_ascii	ASCII字符串	字符	30个字符	N/A
SNVT_count	事件	数量	0 - 65535	1 个



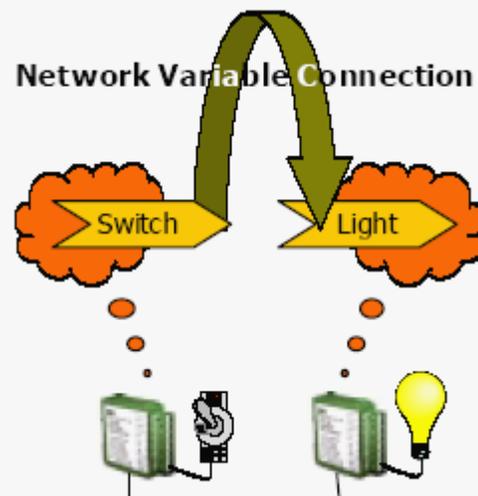
面向数据的系统





逻辑连接

- 网络变量的连接称为绑定
- 绑定由网络管理工具完成，可在任何时间修改
- 节点应用程序和组态是彼此独立的





开发工具



- NodeBuilder
- LonBuilder
- ShortStack Developer's Kit

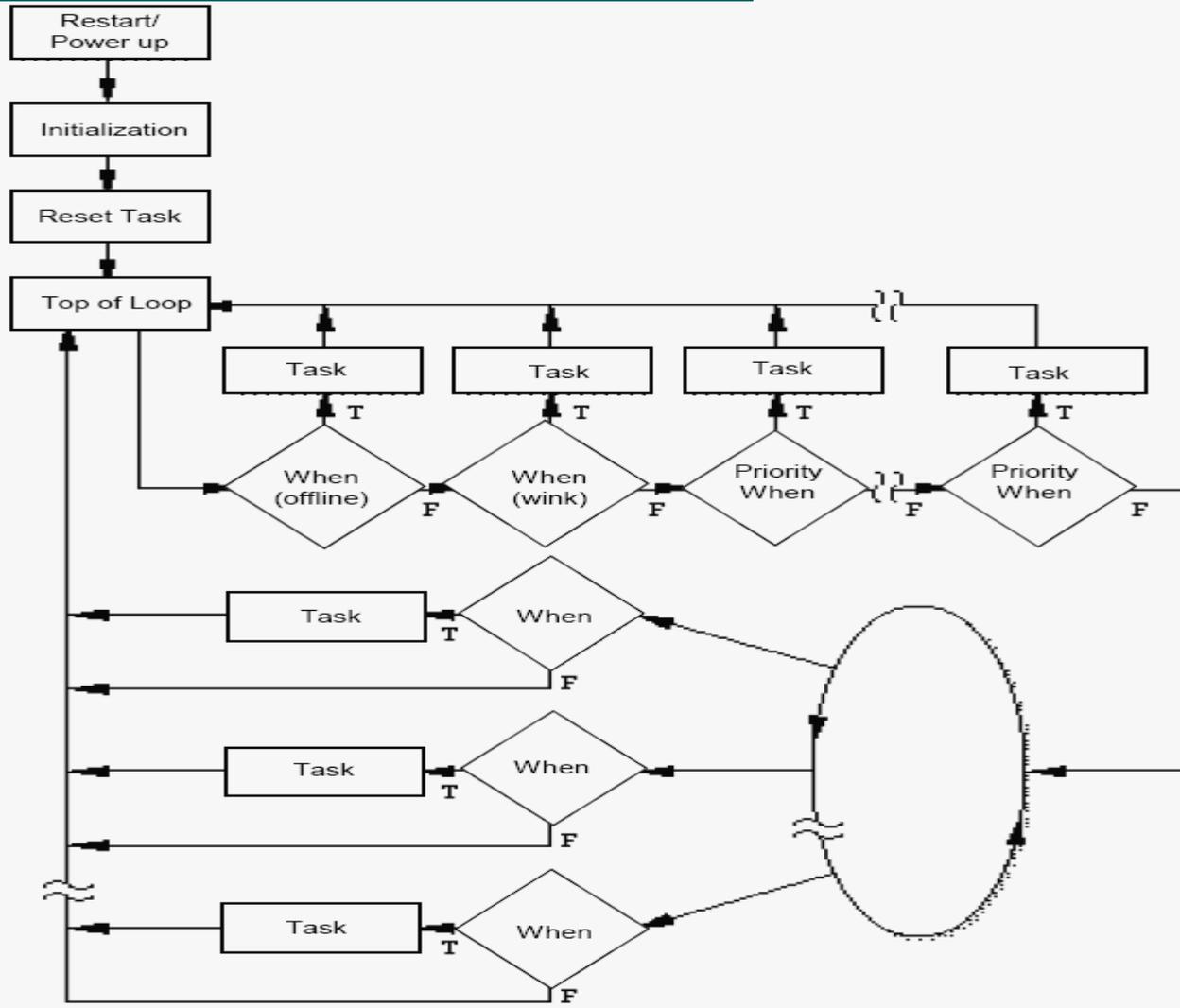


编程语言 - Neuron C

- ANSI C的变种
- 针对控制网络进行了扩展
 - I/O对象
 - LonMark对象和网络变量
 - 定时器
 - 事件和任务



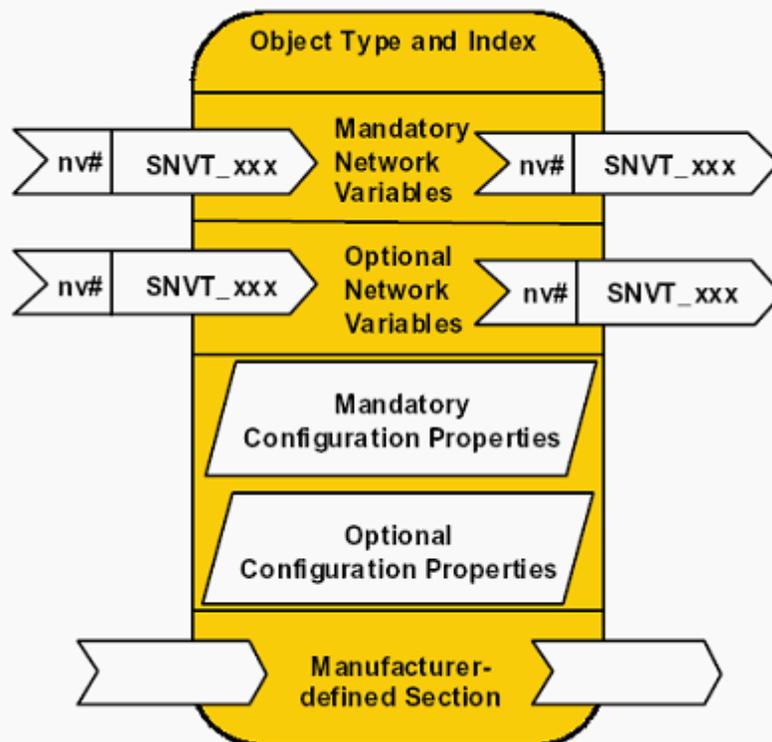
Neuron C 任务调度





LonMark Object和Functional Profile

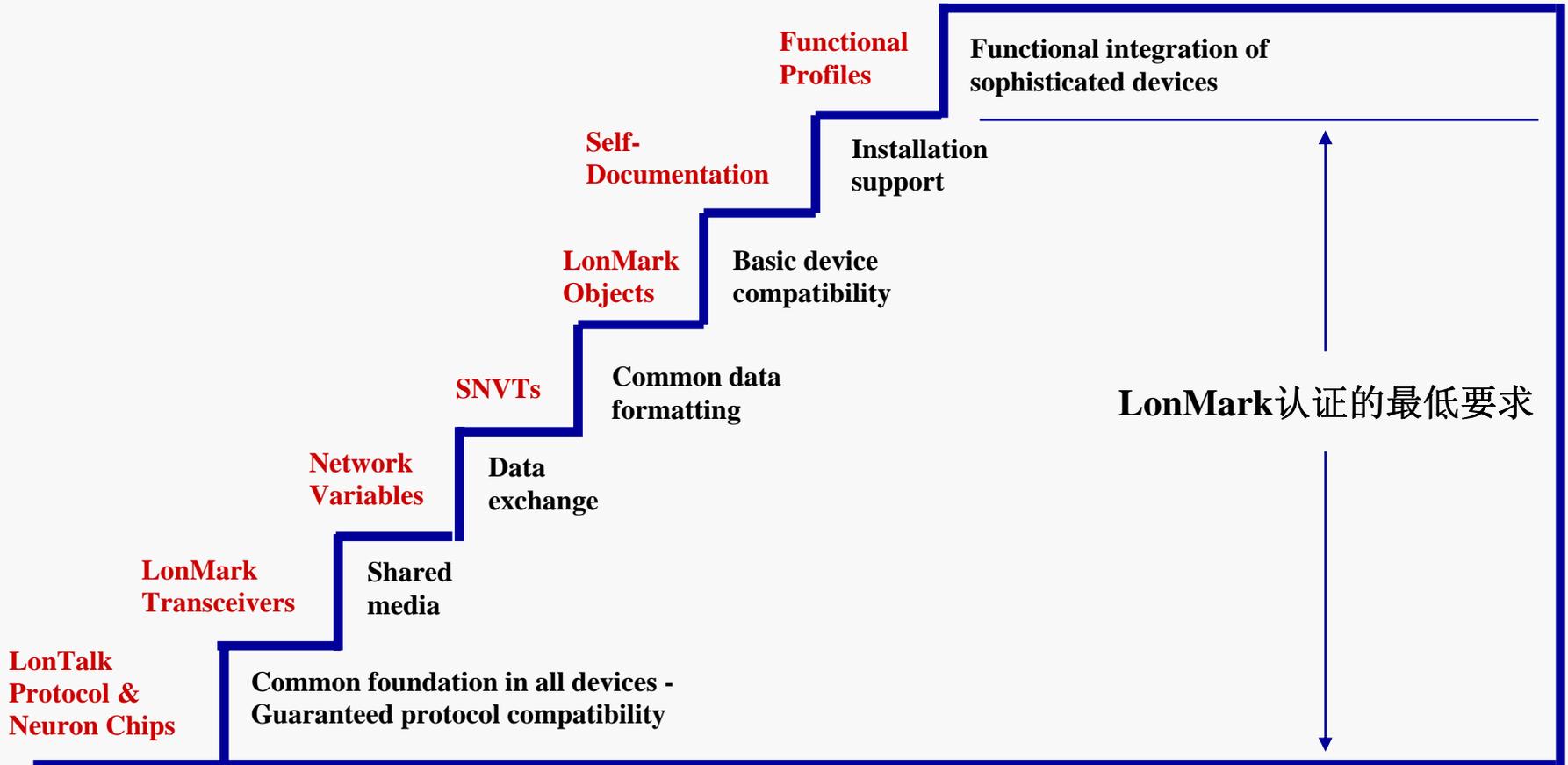
- 对象类型
- 装置索引
- 强制网络变量
 - 起码的实施
 - 使用 SNVTs
- 非强制网络变量
 - 以标准化方式实施
 - 使用 SNVTs
- 组态属性
 - 用于装置、对象或网络变量
- 制造商定义的段
 - 制造商定义的网络变量和类型
 - 专用非互可操作的接口





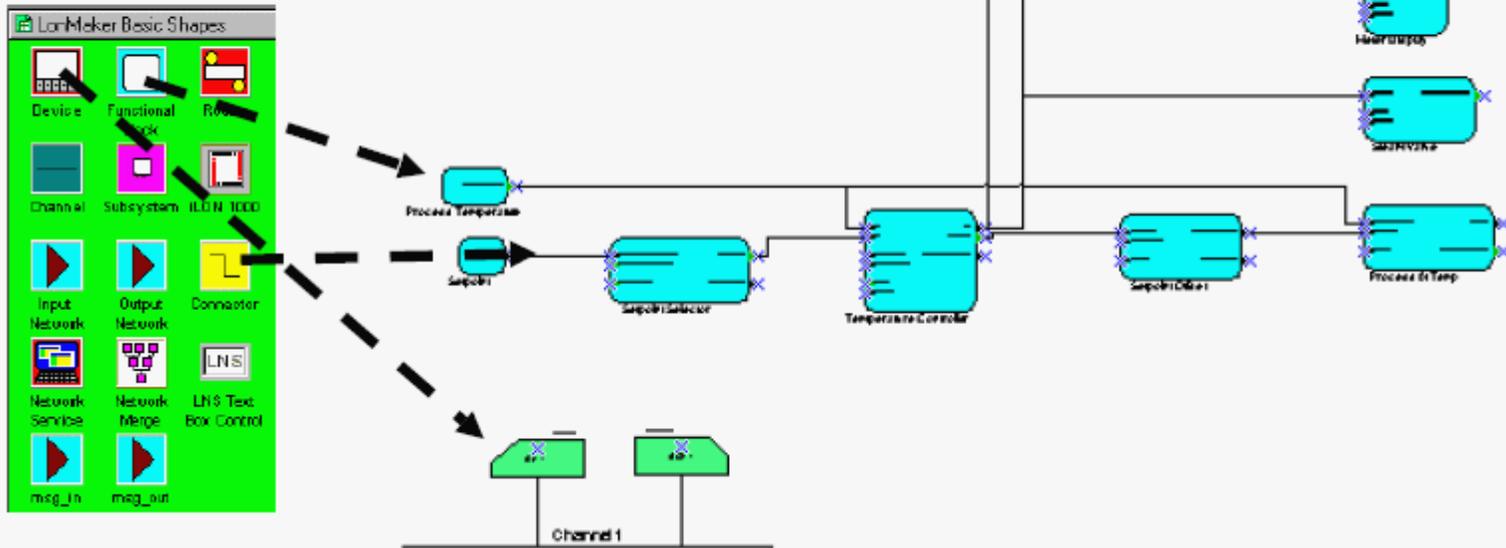
可互操作性

LonMark 互操作性





网络管理软件 - LonMaker

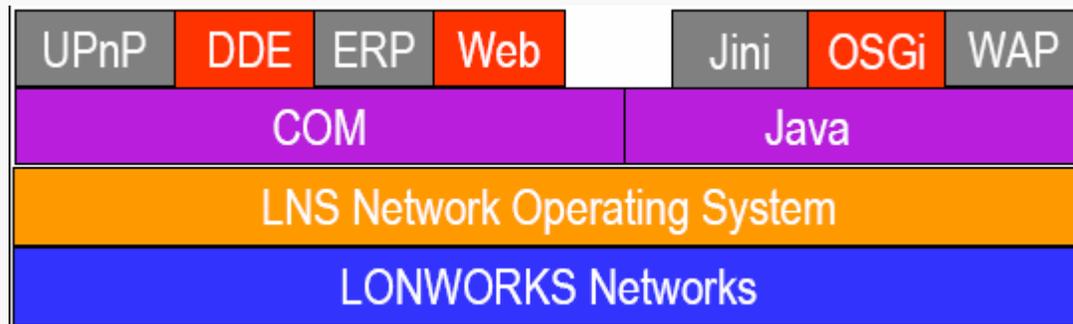


- 图形化的系统设计/工程工具
- 图形化的安装启动工具
- 网络操作工具（HMI）



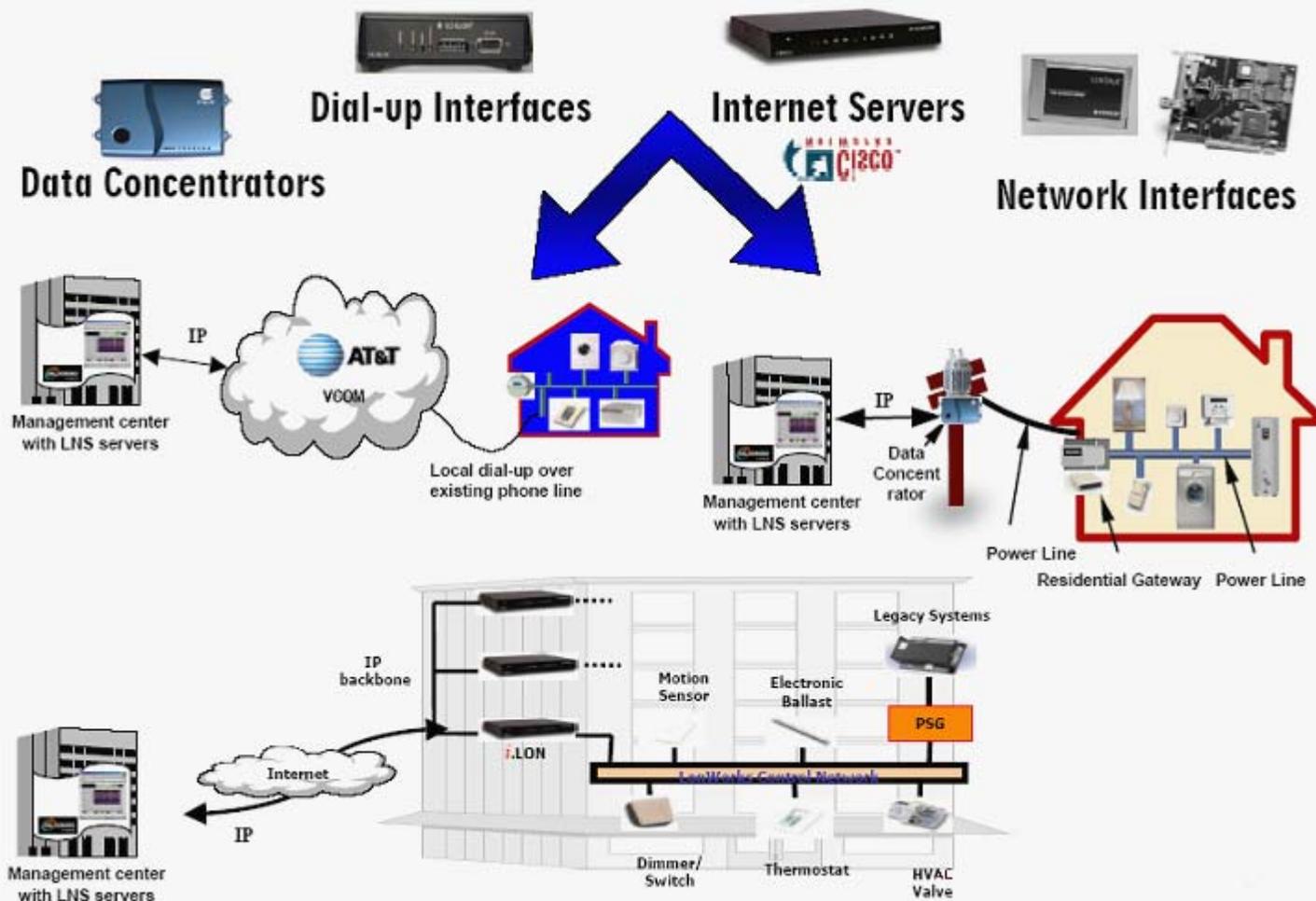
应用软件

- 开放的标准
 - 基于WEB、JAVA或Windows
 - 第三方或自主知识产权
 - Plug-in方式，更方便
- 通用网络操作系统-LNS
 - 所有应用软件无缝集成
 - 任何地点-本地或远程





LonWorks®系统应用概貌





上海天控智能科技有限公司

- 国内最早从事LonWorks技术研究和产品开发的公司之一
- 自主知识产权的LONTEK控制系统
- 大量应用实例
- <http://www.lonworks.org.cn>



LONTEK系统应用领域



楼宇自动化



智能小区



交通运输



工业控制

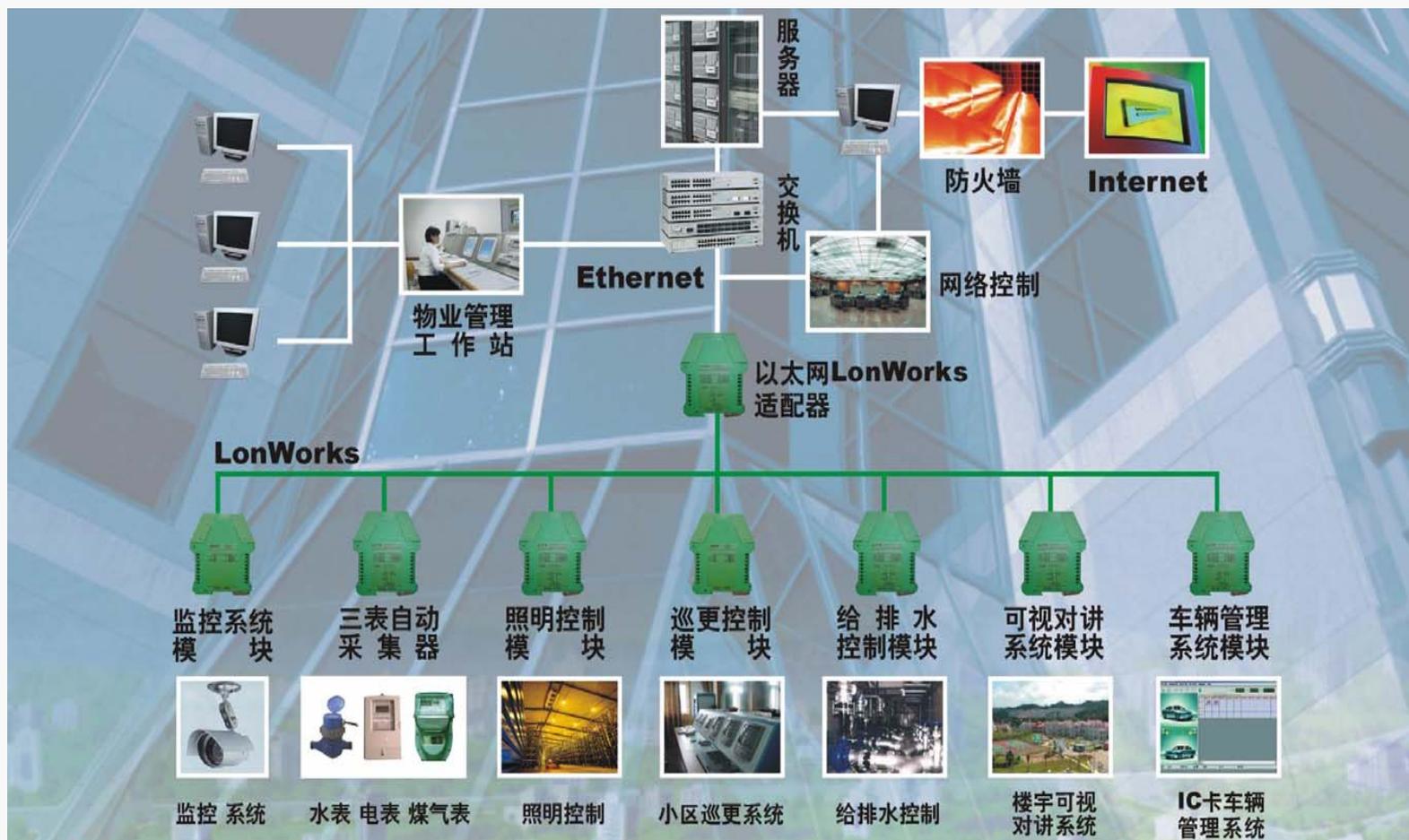


LONTEK楼宇控制系统





LONTEK 智能小区系统





交流



谢谢!