

LONWORKS®に対応した制御機器の開発とその応用

Development of the Control Devices Compatible with LonWorks and their Applications

永野 潤^{*1)}
Jun Nagano

土肥 正男^{*2)}
Masao Dohi

角田 輝明^{*3)}
Teruaki Sumita

要 旨

LONWORKS は、1991 年に米国 Echelon 社によって開発し発表されたネットワークである。当社では、スイッチブロック、プログラマブル表示器、Σパネル、通信ターミナル、オープンネットコントローラなどの機器群に対応させるべきデファクトスタンダードなオープンネットワークとして、INTERBUS、DeviceNet、LONWORKS、JPCN-1、CC-Link に取り組んできた。また、最下位層機器としての押ボタンスイッチや表示灯に対しては AS-Interface をベースにした SwitchNet を世界で初めて開発した。これらのネットワークに同時に対応したのは、それぞれ特徴を持っているためであり、LONWORKS の場合、特に B A (Building Automation) 用途に特徴を有している。本稿では、その技術的要因について説明すると共に、LONWORKS に対応した幅広い制御機器製品群と適用例を紹介する。

Abstract

LonWorks is an open network developed and released by Echelon Corporation in 1991. IDEC studied five de facto standard networks (INTERBUS, DeviceNet, LONWORKS, JPCN-1 and CC-LINK) for use with our products such as switch blocks, programmable displays, Σ panels, communication terminals and open net controllers. In fact, we developed the SwitchNet in which field end components such as pushbutton switches and pilot lights are compatible with AS-Interface. We adopt all these open networks because each of them has a different feature. LONWORKS is suitable for BA application. This paper describes its technical factors, and introduces a wide variety of IDEC product range that complies with LONWORKS and their applications.



LONWORKS 対応製品
Product Compatible with LONWORKS

1. はじめに

現在、F A (Factory Automation), P A (Process Automation), B A (Building Automation), H A (Home Automation) など幅広い業種業界における製造装置、加工機、包装機械、工作機械、監視装置、制御装置および各種周辺機器は、ネットワーク化されることによりリアルタイムに情報伝達を行い、さらにそのネットワーク自体がオープン化されることで、さらなる進化を遂げようとしている。これらのネットワークはオープンネットワークとよばれ、当社はこの潮流にいち早く取り組み、スイッチブロック、プログラマブル表示器、Σパネル、通信ターミナル、オープンネットコントローラなどの多彩な機器群をデファクトスタンダードなオープンネットワーク (INTERBUS^{注-1)}, DeviceNet^{TM 注-2)}, LONWORKS^{® 注-3)}, JPCN-1, CC-Link^{注-4)} に対応させ開発を進めてきた[1]。また、最下位層機器としての押ボタンや表示灯に対しては AS-Interface^{注-5)} をベースとした SwitchNetTM を世界で初めて開発した[2][3]。このようにオープンネットワークの利用が一般的になりつつある状況において、近年 B A 業界において LONWORKS 採用の気運が高まりつつあることから、当社においても LONWORKS 対応製品に注力した製品開発を行っている。本稿では、LONWORKS の B A 分野に対する適用度を他のオープンネットワークとの性能比較から考察した後、当社の LONWORKS 対応製品の特徴を B A システムの中の様々な機能ブロックに対応付

けて説明する。最後にこれらの製品を用いたアプリケーション事例を紹介する。

2. オープンネットワークの普及とその背景

従来は、制御機器メーカ各社がそれぞれ個別のネットワークプロトコルにより各種機器を開発し、ユーザはそれらの限定された機器の中から選択せざるを得なかったが、ネットワークのオープン化によりこれらの課題が解消されることから、オープンネットワーク対応機器はここ数年著しい伸びが認められる。

また、ネットワークをオープン化することにより、①周辺機器との接続性の向上 ②汎用ツールまたはソフトウェアの活用 ③周辺機器の選択肢の拡大 ④システムの立ち上げ期間およびレイアウト変更時の期間の短縮化 ⑤保守性の向上 ⑥マルチベンダ化による部品や機器の調達迅速化、など多岐に渡ってユーザはメリットを享受することが可能となる。

3. 主なオープンネットワークの概要と LONWORKS の位置づけ

従来より様々なネットワークは統合化され、F A においては図 1 のような階層構造によりシステム構成されてきた。LAN (Local Area Network) が最上位に位置し、その下に大形 PLC (Programable Logic Control) や大形デ

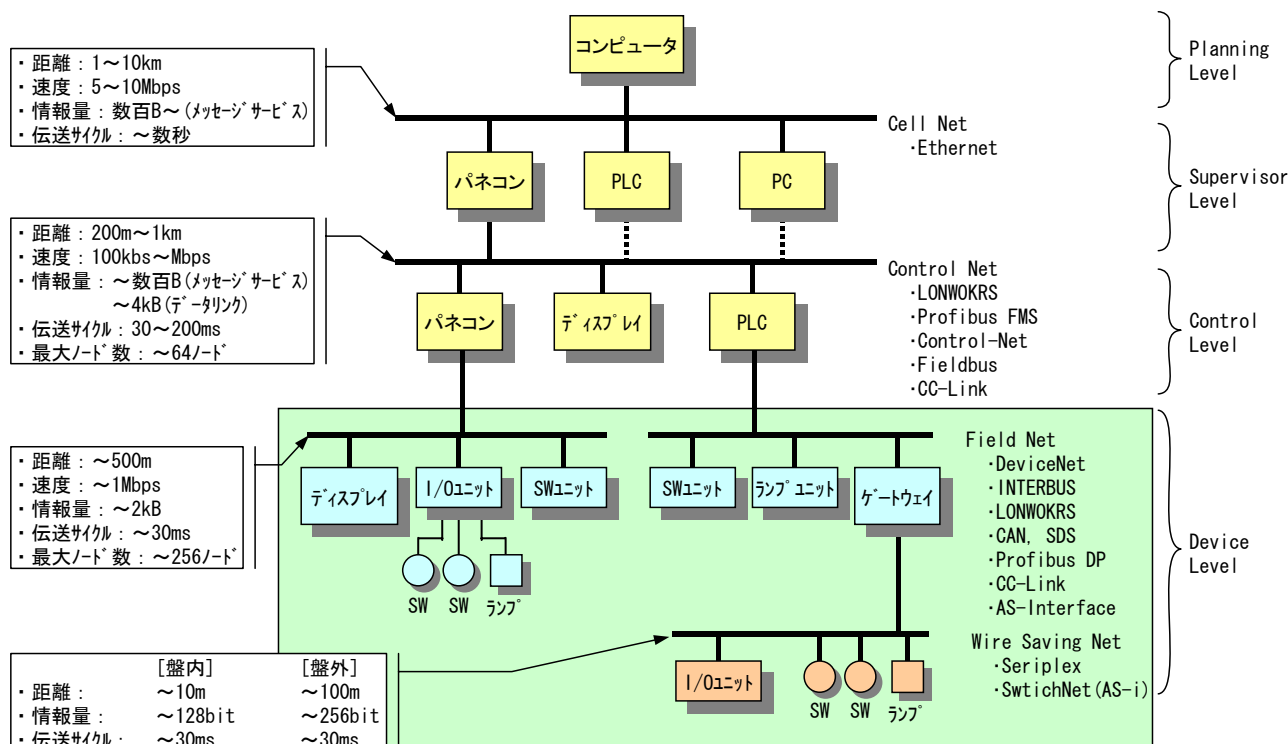


図1 ネットワークの階層構造
Fig.1 Network Hierarchy

ディスプレイを含む階層、その下に小形 PLC や I/O ユニットを含む階層、その下に押ボタンスイッチやランプといったシンプルなコンポーネントを含む階層がある。これらは階層ごとに要求される仕様が異なるため、通信距離、伝送速度、情報量、伝送サイクル、最大ノード数などのパラメータを勘案して各階層に最適なネットワークが採用されている。

Cell Net と呼ばれる最上位層のネットワークは、工場内の生産情報や稼働履歴のような大量の情報を扱うことが多く、Ethernet^{注6)}が最も一般的に用いられている。Control Net は比較的大量の情報を比較的速いサイクルタイムでやり取りすることが求められる。次の Field Net は、情報量は少ないが ON/OFF データであることが多いため、リアルタイムに上位の PC やディスプレイとやり取りすることが求められる。そのため、サイクルタイムが速いことが必要である。最下位の Wire Saving Net はさらに情報量が少なく、サイクルタイムが速いことおよびローコストであることが求められる。

当社の製品は、これらの階層の内 Field Net と Wire Saving Net に接続されることが最も多いため、Field Net に対応した製品開発を重点的に進めてきた。この Field Net は現在最も注目されている階層のネットワークであり、様々なオープン化されたネットワークがしのぎを削っているのが現状である。

ユーザに最適なソリューションを提供するためには、ユーザの立場に立ってそれぞれのアプリケーションに最も適したネットワークを選択し推奨すべきである。その実践として、世界中でメジャーなポジションを獲得しているネットワークの中から技術面と仕様面で優れている INTERBUS、DeviceNet、LONWORKS、JPCN-1、CC-Link を選択し、当社の豊富な HMI (Human Machine Interface) 機器に対応させた。

また、Wire Saving Net としては、AS-Interface を用

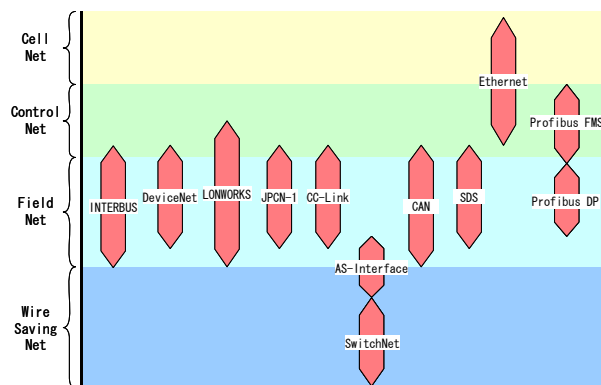


図2 各オープンネットワークの階層マップ
Fig. 2 Hierarchy Map of Open Networks

いた小型かつ安価な通信用 IC (AS-I SW および AS-I SW+) を独自に開発し、押ボタンや表示灯およびセンサなどの最下位層機器に通信機能を内蔵した世界初の省配線ネットワーク SwitchNet を実現した。SwitchNet は大幅な省配線省工数を実現するとともに、最下位層機器の様々な設置形態に対して適応できるネットワークである [2][3]。

また、図2に示すように各ネットワークは各々適合する階層が異なっている。これは前述したように階層ごとに要求される仕様が異なるためであるが、その中にあって LONWORKS は Field Net と Control Net の二つの階層を広くカバーしていることがわかる。さらに、表1に示すように LONWORKS は、通信制御方式が Peer-to-Peer 方式 (4.2. 参照) である、接続可能な最大ノード数が 32,000 ノードと際立って多い、などの特徴を持っている。

4. LONWORKS の特徴と適用

4.1 物理的、電気的な特徴

LONWORKS は、表1に記したように複数の通信媒体を

表1 各ネットワークの性能比較

Table 1 Compalison of Network Specifications

	INTERBUS	DeviceNet	LONWORKS	PROFIBUS DP	AS-Interface	JPCN-1	CC-Link
開発企業	Phoenix Contact	Allen-Bradley	Echelon	Siemens	Siemens, etc.	日本電機工業会	三菱電機
発表年	1987	1995	1990	1992	1991	1993	1996
ISOレイ	1, 2, 7(一部)	1, 2, 7	1~7	1, 2, 7	1, 2, 7	1~7	
通信制御方式	master/slave	master/slave	peer-to-peer	master/slave	master/slave	master/slave	master/slave
接続トポロジ	ring	trunk/drop-line	line, tree, star	line, tree	line, tree, star, ring	line	line
最大ノード	512 nodes 4096 I/O	64 nodes	255 nodes/subnet 32k nodes/domain	122 nodes	31 nodes	32 nodes	64 nodes
伝送レート	500Kbps	Max 500Kbps	Max 2.5Mbps	Max 12Mbps	167Kbps	Max 1Mbps	Max 10Mbps
最大距離 (リレー・ケーブル無)	400m(スレーブ間) 12.8km(総延長)	Trunk: 100m(500Kbps) 200m(250Kbps) 500m(125Kbps) drop:6m	78Kbpsトランシーバ時 2.7km(バス接続) 500m(フリーホスト)	100m(12Mbps) 200m(1.5Mbps) 1km(187Kbps)	100m	240m(1Mbps) 480m(500Kbps) 800m(250Kbps) 1km(125Kbps)	100m(10Mbps) 150m(5Mbps) 200m(2.5Mbps) 600m(625Kbps) 1200m(156Kbps)
メッセージサイズ	~8bytes(Typ.)	~8bytes(Typ.)	~31bytes (ネットワーク変数)	~244bytes	4bits	~128bytes (入出力サービス)	12bytes
通信媒体	3Pツイストペア (シールド付)	Thick Cable, Thin Cable	ツイストペア, 電力線, 無線, 光ケーブル	ツイストペア (シールド付)	2心ケーブル	ツイストペア (シールド付)	3心ツイストペア (シールド付)
シヨソ供給者	Motorola, CKI	Intel, Philips, etc.	Motorola, Toshiba	Siemens	Siemens, etc.	川崎製鉄	Mitsubishi
ユーザ /推奨グループ	INTERBUS CLUB	ODVA	LONMARK	PTO	AS International Association	日本電機工業会	CC-Link協会

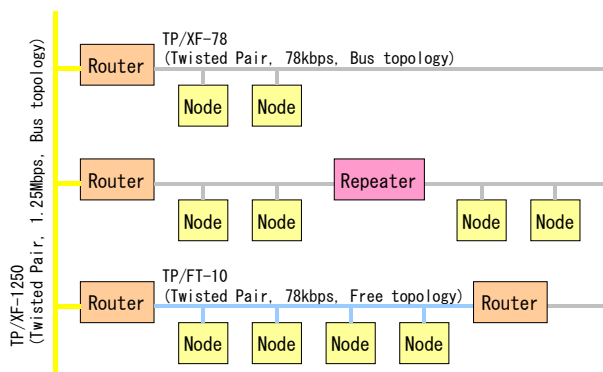


図3 LONWORKS によるネットワーク構成例
Fig. 3 An Example of Network Architecture by LONWORKS

サポートしており、図3はそれらを組み合わせたネットワーク構成例である。複数のLAN同士を接続するルータによって異なる媒体を相互に接続することができ、ケーブル上を流れる信号の再生と中継を行うリピータによって伝送距離を確保することができる。

また、図4に示すようなバス型、スター型、ループ型とそれらの混載型のトポロジが可能であるため、配線工事の自由度が高い。

4.2 通信制御に関する特徴

図5は通信制御方式における Master/Slave 方式と Peer-to-Peer 方式の概念を比較したものである。

Master/Slave 方式は、特定のノード(Master)がその他のノード(Slave)にデータを送信する権利を与える方式で、一般に制御とデータが特定のノード(Master)に集中している。Peer-to-Peer 方式は、各ノードが対等にデータを送信する権利を取り合う方式で、制御とデータが各ノードに分散している。

主なオープンネットワークでは Master/Slave 方式が一般的であるが、LONWORKS は Peer-to-Peer 方式を採用している。これは、各ノードが自律的に通信と制御を実行する必要がある反面、マスタを介さず任意のノード間でデータを交換できるためシステム構築が比較的柔軟に

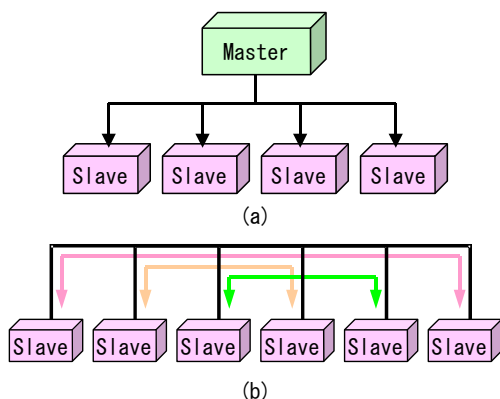


図5 (a)Master/Slave 方式と (b)Peer-to-Peer 方式
Fig. 5 Master/Slave System and Peer to Peer System

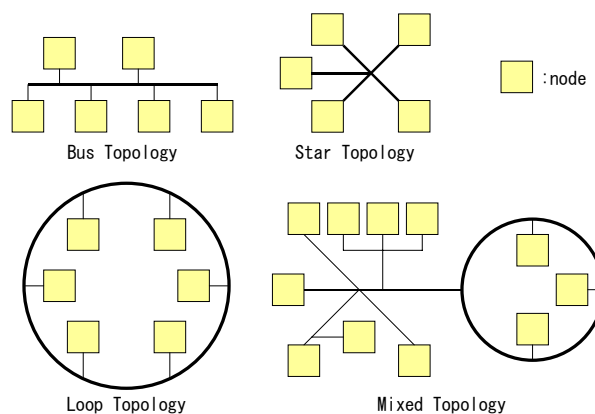


図4 LONWORKS のトポロジ
Fig. 4 Topology of LONWORKS

行える特徴を持つためである。

4.3 データの表現に関する特徴

LONWORKS のユニットは、アプリケーションプログラムを内蔵しており、それがネットワーク変数と呼ばれるパケットで外部とデータを交換するが、概念的に表したものを図6に示す。

アプリケーションプログラムはユニットの動作手順を記述したもので、コンフィグレーションプロパティはアプリケーションプログラムが参照する定数である。なお、このコンフィグレーションプロパティはネットワークを通じて外部からの参照や書き換えが可能である。

一例として空調機の制御において、ネットワーク変数を使って異なるユニット間でデータを受け渡しをしながらシステムとして動作する様子を図7に示す。

デジタル出力③から送風機に運転・停止信号が出力され、デジタル入力④には実際の送風機の運転・停止状態のフィードバックとフィルタの目詰まり検出信号が入力されている。バルブに接続されたユニット⑤に内蔵されたアプリケーションプログラムは、温度計②の測定値にしたがって PID 演算を実行し、演算結果で冷水バルブあるいは温水バルブの開度を調整して、供給する空気の温

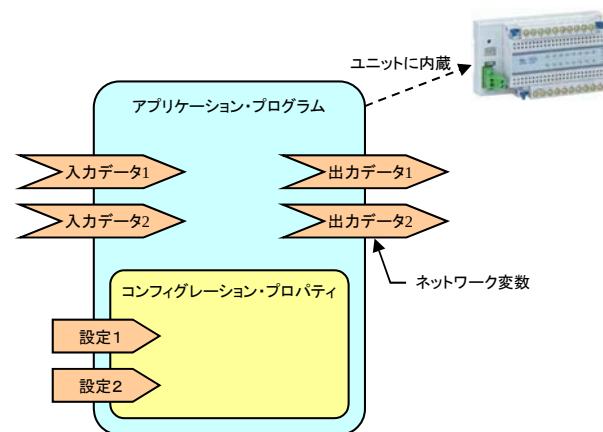


図6 LONWORKS プログラムの共通の枠組み
Fig. 6 Framework of LONWORKS Program

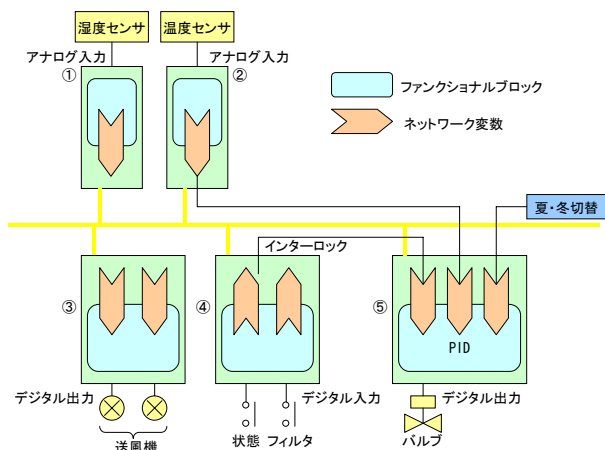


図 7 簡単なネットワークシステムの例
Fig. 7 An Example of Network Systems

度を制御している。また、送風機の停止信号が入力されるとバルブ制御をインターロックさせることができる。

LONWORKS では、ここで示すようなデータの送り側と受け側の関連付けをネットワーク変数ごとに行うことによってシステムを構築する。

4.4 BA用途への適応度

一般に LONWORKS は、BA用に最適なネットワークとして認知されている。ネットワークを選定する場合に検討すべき技術的項目は、伝送距離や伝送遅れ時間およびデータサイズなど多岐にわたるが、目的とするシステムに必要な項目を優先づけて選定することが重要である。

FAでは、一般にシステム性能上ネットワークに伝送時間のリアルタイム性が求められるが、BAではそれほど要求されない。しかし、図8に示す空調制御システムの例からも明らかなように、ビル内の各所に配置されたノードへ通信媒体が容易に届き、建物の規模により大量になるノードが接続できる必要がある[4]。すなわち、トポロジや伝送距離の面で配線の自由度が高い媒体が選択可能で、ノード数の大きなシステムが構築可能であることが求められる。

1つのフレームで伝送可能なデータサイズに注目すると、BAでは監視装置や各種コントローラなど比較的にインテリジェント機器が接続されることから、パラメータ

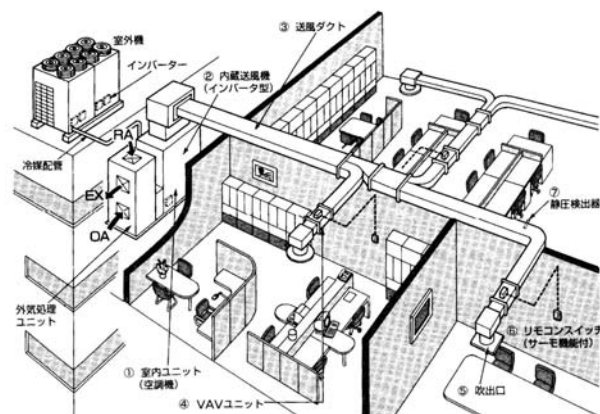


図 8 空調制御システムの例
Fig. 8 An Example of Air Conditioning Systems

の設定など20バイトを超える比較的大きなパケットが扱えることが必要となる。

これらの条件から、BAへの適用の観点で伝送距離、データ量、ノード数、トポロジ、メディアについて LONWORKS と DeviceNet および INTERBUS とを比べた場合の特徴をレーダーチャートで示したのが図9である。

4.5 BAシステムの例

BAシステムは、空調、照明、衛生、防災、入退室管理、電力監視などからなり、システムの例を図10に示す。この例では、ゲートウェイ以下が LONWORKS 対応機器で構成できることを示している。設備管理と照明制御はI/O ターミナル、設定器としてプログラマブル表示器、AHU(Air Handling Unit)やポンプあるいは熱源のコントローラとしてプログラマブルコントローラがそれぞれ適用できる。

5. LONWORKS 対応製品群

当社の LONWORKS 対応製品について、①入出力ターミナル ②汎用コントローラ ③設定器・操作盤・監視盤に分類して表2に示す。

5.1 通信ターミナル

SX5 形通信ターミナルは、オープンネットワーク対応

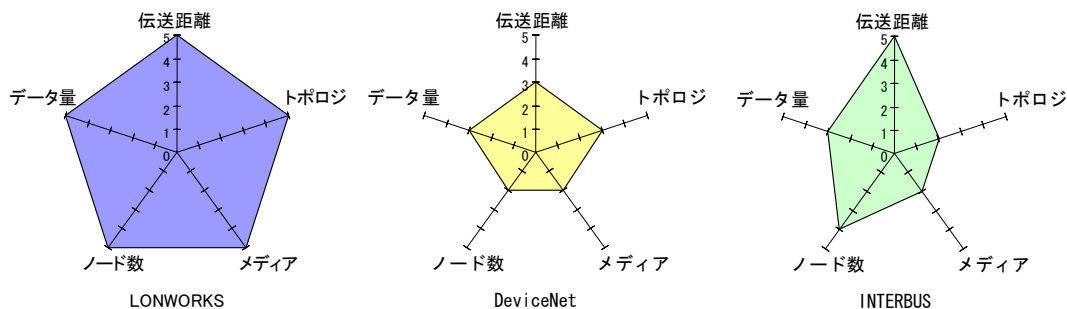


図 9 BA用途への適応度
Fig. 9 Adaptability for BA Application

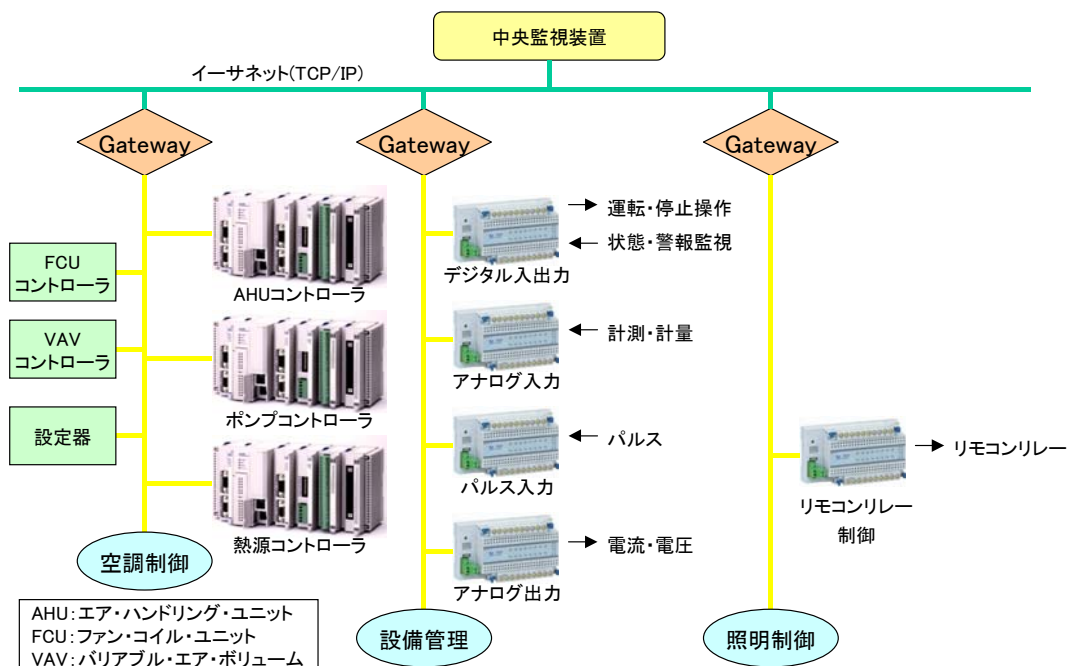


図 10 B Aシステムの例
Fig. 10 An Example of BA Systems

機器インターフェースとしてラインアップされ、デジタル入力、出力、入出力混合、リレー出力をシリーズ化し最大 16 点まで対応可能である。小型サイズながら脱着可能な端子台を搭載し、安全性とメンテナンス性に優れた通信ターミナルである[5]。

このうち LONWORKS に対応した SX5L 形通信ターミナルは接点入出力、アナログ入力、パルス入力などがあり、通信ターミナル自身がアプリケーションプログラムを内蔵するため、インテリジェンスを持った I/O ユニットとして、F A、計装、ビル管理分野などで広く利用できる。

これらのユニットを操業現場の計器盤に分散配置することにより、センサや操作端からの信号をネットワーク配線のみで収集することができ、中小規模プラント・設備の監視や制御を最低限の配線工事で可能となる。

適用例としては、ビル管理分野における中央監視装置の I/O ターミナルとして設備管理(運転/停止操作、状態/警報監視、計測/計量)などがある。

5.2 スイッチブロック

従来スイッチやランプ類をオープンネットワークに接続する場合、通信ターミナルを介して接続することが一般的であったが、CB2 形スイッチブロックを用いることで、スイッチの入力点数 4 点/6 点/8 点が各種オープンネットワークに直接接続できるため、コストダウンとシステムの簡素化が実現される[6]。

さらにスイッチブロックは、押ボタン(照光/非照光)や表示灯だけでなくセレクトスイッチや鍵付セレクトスイッチなど、非常に多くのスイッチ類を選択できユーザーニーズに幅広く対応可能である。

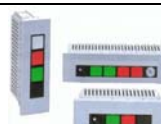
適用例としては、ビル管理分野での設定器や状態監視などがある。

5.3 プログラマブル表示器

HG2 シリーズの中形プログラマブル表示器および

表 2 LONWORKS 対応製品

Table 2 Products Compatible with LONWORKS

①入出力ターミナル		②汎用コントローラ	
SX5L 形通信ターミナル		FC3A 形オープンネットコントローラ	
			
③設定器、操作盤、監視盤			
CB2 シリーズ スイッチブロック	HG2/3/4 形 プログラマブル表示器	Σパネル (CB2L 形通信ブロック)	HG-CE パネル (WindowsCE 表示器)
			

HG3/4 シリーズの大形プログラマブル表示器が LONWORKS に対応している。これらのプログラマブル表示器は、タッチスイッチを搭載した標準タイプに加えて、操作の安全性を考慮した CC スイッチ搭載タイプもラインナップしている。この CC スイッチは、操作時にクリック感が得られるため誤動作のない安心感のある操作を行なうことができることから、FA や BA 分野だけでなく幅広い分野で好評を得ている技術である [7]。

適用例としては、ビル管理分野での設定器や状態監視などがある。

5.4 Σパネル

プログラマブル表示器やスイッチブロックなどの組み合わせにより構成される Σ パネルは、LONWORKS に対応した通信ブロックと組合せることでネットワークに対応したオペレータインタフェースを実現できる。

パネル取付方法や DIN サイズ化および機構面で革新的な特長を持っているが、結合配線における省配線化やオープンネットワーク化も大きな特長となっている。

オープンネットワーク化および省配線化による配線工数の削減は、トータルコストダウンに大きな効果を発揮するだけでなく、メンテナンス性の向上やシステム変更および拡張の容易さをも実現している。

適用例としては、ビル管理分野での設定器や状態監視などがある。

5.5 WindowsCE 表示器

Windows CE を搭載した操作表示器で、PC (Personal Computer) カードスロットを装備しており、LONWORKS インタフェースカードを使用することで LONWORKS ネットワークに接続することが可能である。また、小容量のメモリ媒体である CF (Compact Flash) で動作が可能のため、稼働部のある HDD (Hard Disk Drive) が不要となり、配電室のような振動に対する環境条件が厳しい場所でも使用できる。

適用例としては、ビル管理分野における各種設備の設

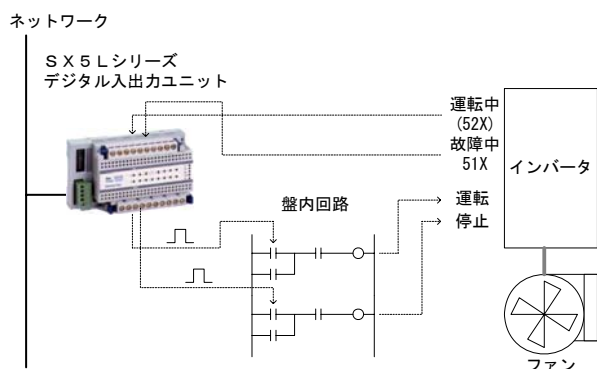


図 11 運転・停止制御
Fig. 11 Operation and Stop Control

定や状態監視などがある。

5.6 オープンネットコントローラ

FC3A 形オープンネットコントローラは、小型サイズで通信性能を強化した分散制御に最適なコントローラである [8]。オープンネットモジュールとして INTERBUS および DeviceNet のスレーブ通信モジュール、LONWORKS の通信モジュール、INTERBUS のマスタモジュールをラインアップしており、CPU 本体はシリアル通信を最大 3ch まで接続可能である。なお、I/O モジュールはデジタル I/O およびアナログ I/O に対応している。

オープンネットコントローラ本体 (CPU モジュール) のアプリケーションプログラムはラダー言語で、また LONWORKS 対応 I/F モジュールのアプリケーションプログラムはニューロン C 言語により、それぞれ構築する。

適用例としては、ビル管理分野での AHU コントローラ、熱源コントローラ、ポンプコントローラなどがある。

6. アプリケーション例

6.1 送風機の起動・停止制御

デジタル入出力を各 8 点ずつ持った通信ターミナルによるアプリケーションの例を図 11 に示す。ネットワークから ON/OFF を受信し、運転開始、停止パルスとして端子から出力する。また、入力端子にインバータの運転状態信号や故障状態信号を接続して、ネットワークへ送信する。通信ターミナル自身の機能として、4 組の運転開始、停止パルスを互いにタイミングをずらして出力することで電源への負担を避けている。

6.2 各種センサのアナログ測定値の収集

通信ターミナル SX5L シリーズのアナログ入力モジュールは、図 12 に示すように各種設定器や温度センサや

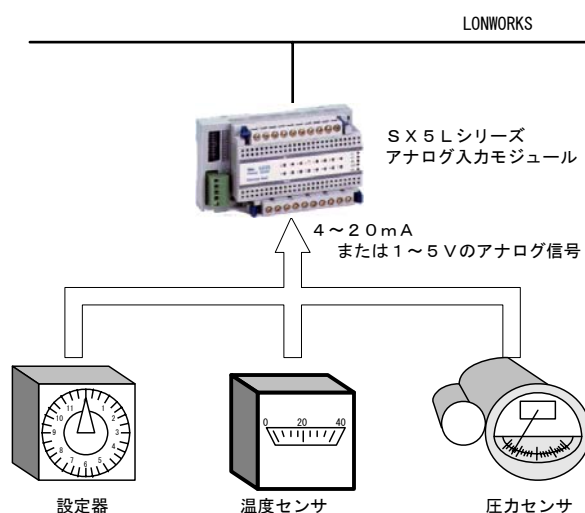


図 12 アナログ入力
Fig. 12 Analog Input

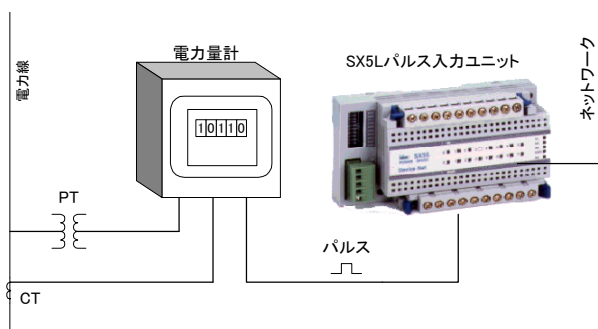


図 13 パルス計数
Fig. 13 Pulse Counting

圧力センサといったアナログ信号出力機器から出力される4～20mAの電流信号、あるいは1～5Vの電圧信号をモジュール内部で12ビットのデジタル信号に変換し、さらにそれを圧力、温度、湿度、流量などを表すデータに変換した後ネットワークへ送信を行うものである。本ユニットは、小型でありながらアナログ入力チャンネルを4ch搭載したことで、アナログ入力1点あたりのコストメリットを追求した。また、各々の入力チャンネルに対して電流入力と電圧入力の両方の回路を内蔵しており、ユーザは接続するアナログ出力機器の仕様により、チャンネル毎に接続端子を選択することで、電流入力と電圧入力のどちらかを選択できるのも特長の1つである。

6.3 消費電力量のカウント

パルス入力ユニットは、一定の電力量を消費するごとに電力量計から発信されるパルスを取り込み、そのパルス数をカウントするユニットである。このカウントした値は消費電力量の課金情報として扱われるため、停電などによりユニットへの電源供給が断たれた場合にもカウント値を保持しておく必要がある。

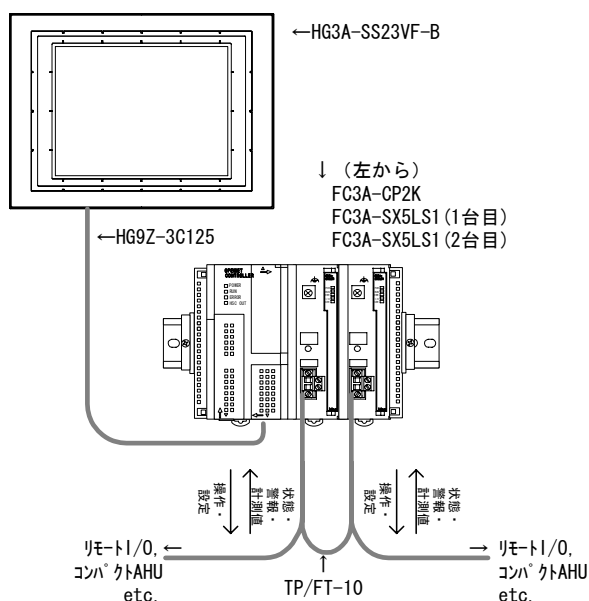


図 15 小型監視盤
Fig. 15 Small Monitoring Panel

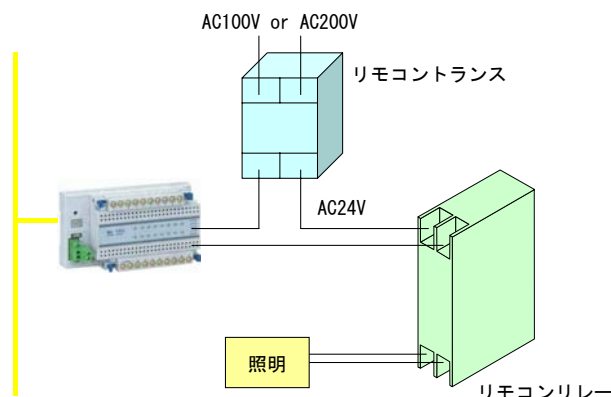


図 14 リモコンリレー制御
Fig. 14 Remote Control Relay

このため本ユニットには内部の停電検出回路によって電源の遮断を検知すると、ニューロンチップ内のEEPROMにカウント値を保存する機能があり、電源復旧時にその保存した値を読み出し、停電前の状態に復帰させることができる。

6.4 照明設備の点灯・消灯制御

照明制御に多く使われている機器にリモコンリレーがあり、本ユニットはそのリモコンリレーを制御することが可能である。図14に示すように、リモコンリレーはリモコンランスとともに使用されるため、本ユニットはそのリモコンランスからユニットの電源を供給することができるよう、AC24Vの電源入力に対応している。

また、リモコンリレーは内部に流れる電流の向きによって接点のON/OFF状態が切り替わるため、本ユニットはその電流の向きを入力信号として取り込むことで、ON/OFF状態をネットワーク経由で監視することも可能としている。

6.5 小規模な電気・空調設備の監視

HG3形プログラマブル表示器、オープンネットコントローラ、LONWORKS対応I/Fモジュールを使ったアプリケーションの例を図15に示す。個別の運転/停止を行う対象が100ノード以下の小規模な制御で、要求される制御内容が単純な場合には、市販の計装ソフトとパソコンあるいはパネコンの組合せがコスト的に見合わないことがある。こうしたときに監視盤を構成する手段として、オープンネットコントローラとプログラマブル表示器の組合せが考えられる。

FC3AのLONWORKS対応ネットワークI/Fモジュールは、実装するニューロンチップの仕様から、個別に運転/停止できるノード数がこのモジュール1台につき15ノードに制限される。しかし、このモジュールは最大で7台まで増設が可能であり、制御規模に合わせて増設台数を調整することでコストを最適化することができる。



図 16 空調機本体と制御盤
Fig. 16 Air Conditioning Equipment and Control Panel

6.6 空調機の制御

次に、オープンネットコントローラを空調機のコントローラとして使用した例を図16に示す。CPU モジュール、LONWORKS 対応ネットワーク I/F モジュール、デジタル入出力モジュール、アナログ入出力モジュールを制御内容にあわせて組み合わせて使用する。ネットワーク I/F モジュールのニューロンCアプリケーションプログラムで、ネットワーク制御とアナログ演算を行う。要求された温度と湿度など比較的頻繁に更新される設定値もバッテリーバックアップされるため、ネットワークからの起動手順を簡略化でき、ネットワークの最大トラフィック量を抑制できる。またエンタルピ演算を実装して、適正な外気冷房を行うことで省エネルギー化を実現している。

7. おわりに

当社では他社に先駆けてオープンネットワークに対応した HMI 機器を製品化し、現在もラインアップの充実に取り組んでいる。LONWORKS 対応製品に関しては、技術的に本稿で述べた要因があって主に B A 分野のオープン化手法としてニーズが高まっており、本稿で取り上げた開発事例も建物の電気設備や空調設備の制御および監視に関するものとなっている。今後の開発を通じて、ターゲットとなるアプリケーション分野の要求事項を積極的に取り入れ続け、オープンネットワーク化を基軸とした製品展開に一層注力する所存である。

最後に本稿で適用例として紹介した各製品の開発にあたり、多くの方々のご助言とご協力を下さったことに対し深く感謝いたします。

注-1) INTERBUS は独国 Phoenix Contact 社の登録商標です。

注-2) DeviceNetTM は Open DeviceNet Vendor Association, Inc. の登録商標です。

注-3) LONWORKS[®], Echelon[®] は、米国エシロン社の米国登録商標です。

注-4) CC-Link は三菱電機(株)の登録商標です。

注-5) AS-Interface は AS-International Association の登録商標です。

注-6) Ethernet は米国ゼロックス社の商標です。

参考文献

- [1] 土肥正男他:「フィールドネットワークにおけるオープン化の潮流と当社の対応」 IDEC REVIEW 1999 p57-66
- [2] M. Dohi, N. Asa, H. Ohta, H. Kitayama and T. Fujita, "Proposal of the need for networking based on analysis of the configuration and connection forms of the field-end components in the fields of factory automation," Proceeding of the 2001 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Chicago, IL, p-31-4, 2001
- [3] H. Kitayama, M. Dohi, N. Asa, M. Fujii, M. Yamano and T. Fujita, "Development of SwitchNet as an Optimal Network for the Field-End Components in the Fields of Factory Automation," Proceeding of the 2001 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Chicago, IL, p-31-3, 2001
- [4] 塚崎秀顕他:「初めて学ぶビル設備管理読本」 オーム社 1995
- [5] 内橋雅彦他:「オープンネットワーク化に対応した通信ターミナルの開発」 IDEC REVIEW 1999 p74-79
- [6] 笠間俊幸他:「DIN サイズをベースとした Σ パネルの開発」 IDEC REVIEW 1999 p80-89
- [7] 前田淳志他:「最適な HMI を実現した大型プログラマブル表示器の開発」 IDEC REVIEW 1999 p98-105
- [8] 萱野龍吾他:「オープンネットコントローラの開発」 IDEC REVIEW 1999 p67-73

執筆者紹介

- *1) 商品開発部 H3000 所属
- *2) 商品開発部 H4000 所属
- *3) 商品開発部 H3000 所属