

次世代ビル管理システム対応パッケージエアコン用通信装置

Packaged Air-Conditioner Communication Units for Next Generation Building Automation Systems

冷熱事業本部 蜷川 忠三*1 近藤 成治*2

近年、ビル管理システム用の通信プロトコルのオープン化が普及してきた。その代表例はLonWorksとBACnetであり、これらと当社独自の空調制御ネットワークを接続する通信装置を開発した。LonWorks通信装置については、通信ノードアレイ方式を考案してワンチップマイコンを並列接続して高速処理を低コストで実現した。BACnet通信装置については、Linuxオペレーティングシステムを採用して空調制御ネットワーク系統ごとの処理を並列実行するマルチタスクソフトウェアにより、384台のパッケージエアコンを高速に制御監視可能なものを開発した。

With open communication protocols for Building Automation have become more widely disseminated, we have developed a low-cost, high-performance communication unit between LonWorks, a typical open protocol, and our original network for air-conditioners using "Node array method" of one-chip microcomputers. We also developed a communication unit for BACnet, another open protocol, that controls 384 air-conditioners by multi-task control software using Linux operating system.

1. ま え が き

ビル管理通信の世界に通信プロトコルのオープン化の波が訪れてきた。一方、当社は独自のパッケージエアコンに特化した空調制御ネットワーク“スーパーリンク”を業界に先駆けて開発済である。今回、このスーパーリンクと上記の最新ビル管理通信を接続する通信装置を開発し、当社のビル用パッケージエアコンを、最先端の通信プロトコルを使って制御監視できるシステムを構築した。

2. ビル管理通信のオープン化

2.1 ビル管理通信のオープン化とは

ビル管理通信の“オープン化”とは、詳細仕様が公開されている標準的な通信プロトコルを採用することをいう。そのフィロソフィーは、異なるベンダーがその公開仕様を基に通信機器を開発すれば、接続仕様の打合せを極力少なくして現

場で接続できることを目指すものである。

図1は、ビル管理システムの通信プロトコルがメーカー独自である従来の場合と、オープン化された場合の比較を示す。従来は、例えば、X社の通信インタフェースとA社の通信装置との間をX社-A社間専用プロトコルで接続していた。したがって、A社側からすると、X社向け、Y社向けというようにビル管理システムメーカー毎に、通信装置を開発する必要があった。この専用プロトコルはポイントツーポイントでベーシックな伝送手順であり、通信技術上も時代遅れになってきていた。

一方、オープン化通信プロトコルの場合は、各設備の通信装置がオープンな標準プロトコルで開発されていれば、ビル管理通信ネットワークに直接接続できる。したがって、従来のようなポイントツーポイントの専用インタフェースが不要となり機器コストの大幅削減となる。また、物件毎に専用プロトコルによるソフトウェア開発が削減され、安価なシステ

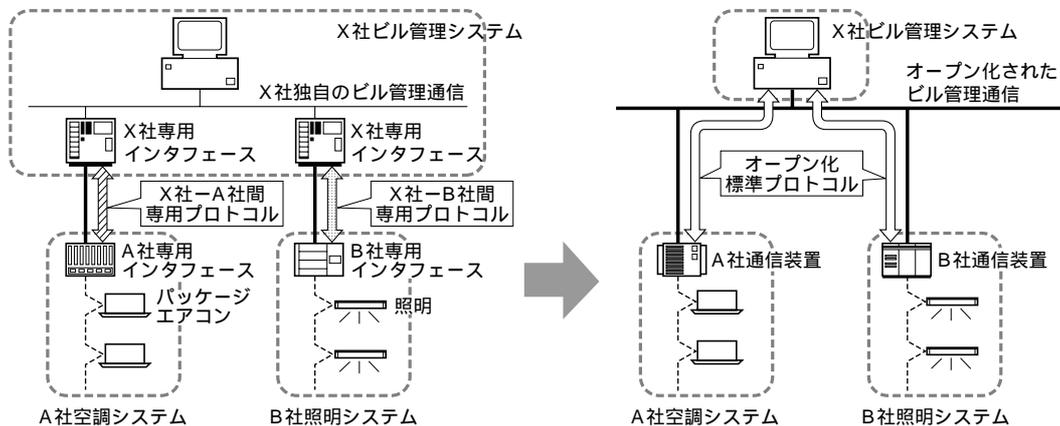


図1 ビル管理通信プロトコルのオープン化 ビル管理通信のプロトコルがメーカー独自のものから世界標準へとオープン化された場合の機器構成を示す。
"Open" communication protocol for BA system

*1 技術総括部空調・輸送冷機技術部電子制御設計グループ主席

*2 技術総括部空調・輸送冷機技術部電子制御設計グループ

ムを顧客に提供できるという考え方である。

2.2 LonWorksとBACnet

ビル管理通信におけるオープン通信プロトコルの代表的なものは、LonWorksとBACnetである。

LonWorks (Local Operating Networks) とは、米国のエシロン社が開発した通信ネットワーク技術をいう。その通信プロトコルは、米国EIA規格⁽¹⁾として公開されていて、国際的に広く使われている。また、LonWorks通信プロトコルを内蔵した専用CPU“Neuron Chip”も提供されている。通信プロトコルの下位レイヤは複数用意されているが、ツイストペア線のFTT 10 A方式がデファクトスタンダードであり、ビットレートは78 kbpsである。一般に、LonWorksは比較的小規模のビル管理システムに使用されている。

BACnet (Building Automation and Control Networks) は、米国冷凍空調学会 (ASHRAE) で制定⁽²⁾された通信プロトコルである。BACnetは通信プロトコルの下位レイヤにイーサネットを採用しており通信速度が高速なので、空調、受電、照明などの設備毎にサブシステムが構築されるような大規模なビルにおいて、それらサブシステム間を統合する基幹ネットワークに使用されるのが前提である。

3. 通信プロトコル変換

3.1 当社空調制御ネットワーク“スーパーリンク”

パッケージエアコンのコントローラは低コストが要求されるので、ワンチップマイコン一個で空調制御演算、通信制御のすべてを行う必要がある。このような制約のなかで、当社が業界に先駆けて、ワンチップマイコンでパッケージエアコン専用のCSMA/CD (同時発信衝突検知/再送方式) による空調制御ネットワークを開発したものが、“スーパーリンク”である。伝送速度(ビットレート)は9.6 kbps、パッケージエアコン接続台数は最大室内機48台+室外機48台である。

3.2 通信プロトコル変換上の問題点

上記のように、空調制御ネットワークはパッケージエアコンに特化したものであり、ビットレートは機器制御コマンドの伝送量からみて必要十分な速度に設計してある。結果として、現状ではどのパッケージエアコンメーカーの制御ネットワークもビットレートは9.6 kbpsとなっている。一方、オープンなビル管理通信はLAN技術を基盤としているので、LonWorksは78 Kbps、BACnetは10 Mbpsまたは100 Mbpsである。つまり、両者の通信ビットレートは、LonWorksで約10倍、BACnetでは約1000倍違う。

上記のように、オープン化されたビル管理通信は空調制御ネットワークに比べて非常に高速なので、空調通信側の通信プロトコル変換の速度が十分でない、結果としてビル管理システム画面のレスポンスが悪くなってしまう。

3.3 LonWorks対応通信プロトコル変換

LonWorksの場合、通信ノードの構成は図2に示すように、ビル管理通信CPUと空調通信CPUから構成される。上述のように、ビル管理通信側が高速なので、いかに効率よくビル管理通信CPUから空調通信CPUに通信パッケージを転送するかがキーポイントである。

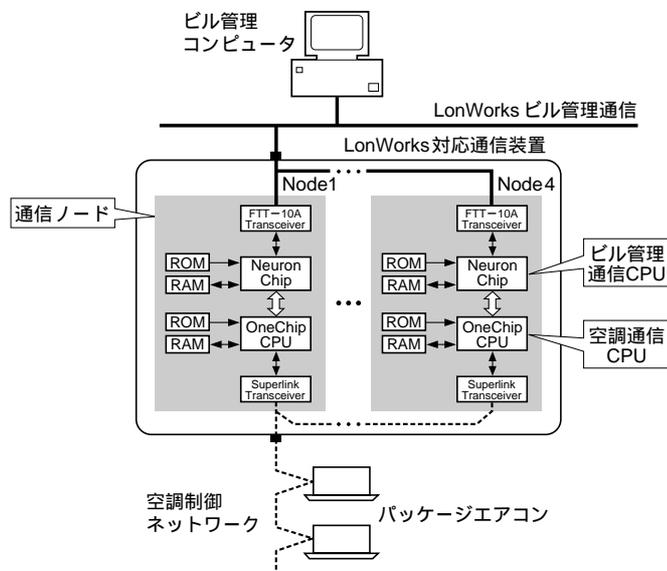


図2 通信ノードアレイ方式のブロック図 高速なビル管理通信に対応するため、LonWorksの通信ノードを複数装備して並列処理する方式。

Block diagram of communication node array method

一方、LonWorksは比較的小規模用途なので、低価格もキーポイントとなる。そこで、ビル管理通信CPUは“Neuron Chip”とし、空調通信CPUは低コストであるワンチップマイコンを採用することにした(図中では、One Chip CPUと記載してある)。

空調通信CPUにワンチップマイコンを採用した場合、処理速度が低速なのでパフォーマンスを確保するための工夫が必要である。今回の通信装置では、Neuron ChipとワンチップCPUからなる通信ノードを複数並列にする“通信ノードアレイ方式”を考案した。具体的には、4つの通信ノードを並列接続して、LonWorks側からの通信トラフィックを分担することにした。さらに、それぞれの通信ノードにおいて、Neuron ChipとOne Chip CPUの間はパラレルインタフェースとして、100 msecごとに最大10個のLonWorks通信パッケージを一気に転送する独自方式を考案した。

これらの独自方式により、通信ノードアレイ数を4とすれば、仮に、ビル管理側通信がLonWorks通信プロトコルの上限一杯の通信トラフィックで送信してきたとしても、本通信装置は十分に処理することができる。

3.4 BACnet対応のプロトコル変換

BACnetは比較的大規模な物件を想定しているので、当社空調制御ネットワーク“スーパーリンク”を8系統(すなわち、室内機数で最大384台)接続できるものにした。前述のように、BACnetは高速のビットレートを使用しているので、8系統分の大量かつ高速のデータを処理する必要がある。したがって、各スーパーリンク系統への処理を並列にして、同時並行的にスーパーリンクに送信しパフォーマンスを向上させる必要がある。このため、今回はマルチタスクの通信ソフトウェアを開発することにした。

マルチタスクのOSとしては、LANサーバ用として定評があるLinuxをROM化して採用することとした。また、CPUと



図3 LonWorks対応通信装置の外形
Appearance of LonWorks
communication unit



図4 BACnet対応通信装置の外形
Appearance of BACnet communication unit

表1 LonWorks対応通信装置の仕様要目表
Specification of LonWorks communication unit

項目	仕様	
外形寸法	245(H)×100(W)×180(D)mm	
電源	単相 AC100V/200V(50/60Hz)	
環境条件	0~40 85%RH以下(結露なし)	
制御監視台数	室内機最大16台(アダプターで台数拡張可能)	
通信	ビル管理側	LonWorks FTT10A 78kbps
	空調設備側	自社通信プロトコル 9.6kbps
機能	設定	発停, 運転モード, 温度設定, リモコン禁止 フィルターサインリセット, システム強制停止
	表示	発停, 運転モード, 温度設定, 室温, サーモ状態, 故障, 通信状態

表2 BACnet対応通信装置の仕様要目表
Specification of BACnet communication unit

項目	仕様	
外形寸法	245(H)×540(W)×180(D)mm	
電源	単相 AC100V/200V(50/60Hz)	
環境条件	0~40 85%RH以下(結露なし)	
制御監視台数	室内機最大384台	
通信	ビル管理側	BACnet イーサネット 10/100Mbps
	空調設備側	自社通信プロトコル 9.6kbps
機能	設定	発停, 運転モード, 温度設定, 風量 リモコン操作禁止, ほか
	表示	発停, 運転モード, 温度設定, 風量 室温, 警報, エラーコード, ほか
	管理	スケジュール運転, 積算電力量計算, ほか

しては、Pentium系の高性能CPUを採用し高速処理を狙った。ソフトウェア基本設計としては、ビル管理通信側からのBACnet通信パケットを処理するタスクをLinux上の複数の“Thread”として並列実行させ、また、各スーパーリンク系統との通信タスクも複数の“Thread”として並列実行させるソフトウェアアーキテクチャとした。

4. Lon Works 対応通信装置

4.1 仕様

当社LonWorks対応通信装置の外形を図3に示す。3方向いずれにも据付け可能であり、種々のスペースに柔軟に対応できる。仕様要目一覧表を表1に示す。LonWorksが採用される比較的小規模のビル管理システムから求められる機能をすべて満たしている。

4.2 特徴

以下に、本通信装置の製品としての特徴を示す。

通信ノードアレイ方式による高速処理

先に述べた通信ノードアレイ方式により、通信トラフィックが集中しても、4個の通信ノードで分担して並列的にスーパーリンクに送信するので、ビル管理通信側か

らみて応答性に優れる。

世界標準のネットワーク変数型

ネットワーク変数には、世界標準であるSNVT(Standard Network Variable Type)を採用している。これにより、マルチベンダ間接続作業の効率化が図られる。

システム強制停止機能

火災発生時などの場合、ビル管理システム側から“システム強制停止ネットワーク変数”に書き込むだけで、全パッケージエアコンを停止させてリモコン運転禁止とする機能を設けた。

すなわち、ビル管理システムから見るとワンアクションで全空調設備を停止ロック状態にでき、ビル管理の安全性向上に貢献できる。

5. BACnet 対応通信装置

5.1 製品仕様

当社BACnet通信装置の外形を図4に示す。また、製品仕様要目表を表2に示す。本機にて制御監視できる台数は(48台×8系統)=384台である。また、100Mbpsの高速イーサネットをサポートできる。

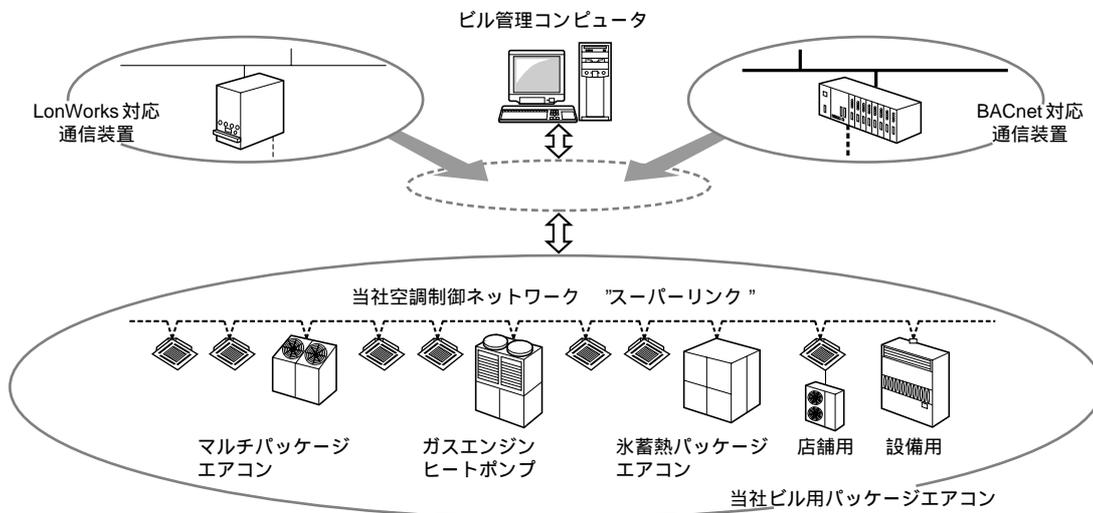


図5 当社パッケージエアコンのオープン化対応 多彩なパッケージエアコンからなるシステムを構成し LonWorks, BACnet どちらのオープンプロトコルにも対応可能 .
Strategy for connectivity to open protocols

5.2 製品の特徴

以下に本 BACnet 通信装置の製品としての特徴を示す .

マルチタスク方式による高速処理

本 BACnet 通信装置は、LAN サーバ OS として最も性能、信頼性に優れた Linux を ROM 化して実装し、マルチタスクにより 8 系統のスーパーリンク通信を並列実行させ高速処理を実現した .

系統増設アダプタが不要

本通信装置は、8 系統のスーパーリンクをアダプタなしで直接接続可能である . 他社の BACnet 通信装置は、各系統毎にアダプタや系統増設部品が必要な方式が多い . 本通信装置はアダプタなどがないので、接続配線がシンプルであり低コストで工事性に優れる .

モジュール構成

図 4 から分かるように、本通信装置は電源部、CPU 部、各スーパーリンク系統毎にモジュール構造に分割してあり、すべてのモジュールが前面からアクセス可能としてある . すなわち、配線接続、操作 / 表示、モジュール取出しなど、すべての作業が前面から可能でありサービス性に優れる .

6 . 当社ビル用空調機とビル管理通信オープン化

図 5 に示すように、当社のビル空調パッケージエアコンはビル用マルチを始め、ガスエンジンヒートポンプ、氷蓄熱、設備用、店舗用など、あらゆる形態の製品がラインナップされている . それら全機種を、当社スーパーリンクにより一元的に接続できる . 上記の機種どれでも室外機、室内機を問わず、また、LonWorks や BACnet 空調通信装置も含め、設置場所が近いものに渡り配線するだけで良いという、首尾一貫

した配線トポロジーである .

上記の特徴を生かして構成した空調設備全体をビル管理システムから制御監視する際、今回の開発により、LonWorks あるいは BACnet いずれのオープン通信プロトコルにも対応できるようになった . これらの空調機、通信装置をすべて自社開発してラインアップしているのは当社が業界随一である .

7 . む す び

今回開発した通信装置は、LonWorks については、安価なワンチップマイコンを並列接続してコストパフォーマンスが極めて高い製品とした . また、BACnet については、マルチタスクにより 8 系統の空調制御ネットワーク処理を並列実行し、最大 384 台のパッケージエアコンを制御できる業界最高レベルの性能を達成できた .

今後は、各パッケージエアコン毎の各種センサ値をロギングする機能や、積算電力量を管理するといったインテリジェント化に取り組みたい .

参 考 文 献

- (1) EIA STANDARD ANSI/EIA-709.1-1999, Control Network Protocol Specification (1999)
- (2) ASHRAE STANDARD ANSI/ASHRAE 135-1995, BACnet A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks (1995)

“LonWorks”, “Neuron Chip” はエシエロン社の登録商標である . “BACnet” は米国冷凍空調学会の登録商標である . “Pentium” はインテル社の登録商標である .