

ENC(Enhanced Network Computing)システムでは、情報系と制御系のネットワークをシームレスに接続し、アプリケーションプログラム(以下、アプリケーションと略記)をすべてJava<sup>(注1)</sup>で記述することにより、システムの構築の容易性、保守性を向上させることができる。HEXABINE™はENCシステムを構築する核となる装置であり、各種通信コントローラ、メモリコントローラを内蔵しているシステムLSI TMPR3915 F™を中心に、メモリ、LON<sup>(注2)</sup>(Local Operating Network)インタフェース、Ethernet<sup>(注3)</sup>インタフェース、RS-232C<sup>(注4)</sup>インタフェースを実装することにより、コンパクトにJava実行環境を整備することができた。さらに、環境面においても、幅広い温度範囲での動作保証、長寿命化を進め、維持コストの低減、長期安定稼働を実現した。

In the enhanced network computing (ENC) system, which enables an information network and a control network to be seamlessly connected, the ease of construction and maintainability of a system can be raised by describing all applications in Java.

HEXABINE™ is the core equipment for building an ENC system. A TMPR3915F™ chip, memory chip, local operating network (LON) interface circuit, Ethernet circuit, and RS-232C circuit are mounted, and the Java execution environment is improved. Furthermore, with regard to the installation environment, this system can operate in a broad temperature range with a long life. It also realizes miniaturization of equipment, stable operation over a long period, reduced maintenance costs, and ease of inclusion.

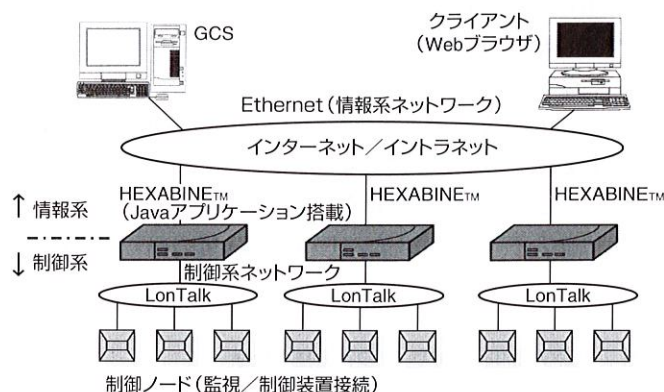
## 1 まえがき

製造業などでは、接点、電圧などの現場情報を監視・制御するため、個々に独自のシステムを構築してきたが、それらを統合し、オープンなネットワーク環境で、監視・制御するシステムの要求が高まってきている。

一方、産業用ネットワークは、工業分野、ビル監視制御分野など、現代社会の基盤となるシステムに多く利用されることから、ネットワークシステムの障害が社会に及ぼす影響は、多大なものがあり、信頼性を必要とする。

これらの背景を踏まえ、情報系のネットワークであるEthernetと、制御系のネットワークプロトコル(データ送受信のための手順や規約)であるLonTalk<sup>(注5)</sup>とを、オブジェクト指向技術を使うことにより、統一的に監視・制御するとともに、高信頼なシステムの実現を可能とした。このENCシステムの概要を図1に示す。

HEXABINE™は、EthernetとLonTalkとを接続する装置であり、双方のネットワーク依存のフォーマットを変換することにより、現場情報を情報系に、管理情報を制御系



Webブラウザ：Webのサイトを閲覧、利用するためのソフトウェア。

図1. ENCシステムの概要 情報系から制御系まで、Javaによる統一的な制御を可能としている。

Outline of ENC system

に高速に配信するルータ機能をもつ。さらに、Javaによるアプリケーションを内蔵、または、ネットワーク経由でGCS(Global Control Server)からダウンロードすることにより、ルータ機能だけでなく、必要に応じてデータの保存、加工などの処理をするサーバ機能を所持することもできる。

また、取扱いの容易な組込み装置とするため、装置のコ

(注1) Javaは、米国SunMicrosystems社の商標。  
(注2)、(注5) LON、LonTalkは、Echelon社の商標。  
(注3) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。  
(注4) シリアルインタフェースとして採用されている接続規格。

コンパクト化、高信頼性の実現、耐環境性能の向上、保守コストの低減が必要である。

ここでは、ENCシステムを構築するための核となる装置である HEXABINE™ のハードウェア概要を紹介し、その特長について述べる。

## 2 ハードウェアの構成

表1に HEXABINE™ の基本仕様を示す。

HEXABINE™ は、ENCシステムを実現するために、各種通信インタフェースの実装、および Java アプリケーションを動作させることのできる環境を組み込む必要があった。

情報系のネットワークである Ethernet (10 BASE-T<sup>(注6)</sup>) インタフェース、制御系のネットワークである LON インタフェース、および、公衆回線を通じた遠隔監視などにも適用するための RS-232C インタフェースを実装している。

LON は、制御ノード<sup>(注7)</sup>に通信用インテリジェンス(情報処理能力)をもち、各制御ノードが独立して動作し、互いに直接通信するという分散制御ネットワークである。LON の特長を以下に述べる。

- (1) Ethernet の MAC(Media Access Control: 媒体アクセス制御)アドレスに対応するユニークノード ID (Identification) をもち、この ID により、ネットワークに接続する機器を識別する。
- (2) 機器どうしの通信は、ネットワーク変数(Network Variable: NV)によって行い、おのおのの機器は、NV を更新させることにより送信を、NV の更新を検出することにより受信を行う。
- (3) 通信メディア(ツイストペア線、電力線、同軸線、

光ファイバ、無線、赤外線など)、ネットワークポート<sup>(注8)</sup>、通信速度に対応したトランシーバ<sup>(注9)</sup>が提供されている。

- (4) 各機器の間をつなぐ通信媒体だけでよいため、省配線化が実現できる。
- (5) ネットワーク上の機器はそれぞれ独立して動作しているため、機器停止の影響を局所化することができる。
- (6) 機器どうしは通信を直接行うため、応答が速くなる。

HEXABINE™ は標準的な 3 種の LonTalk トランシーバをサポートした製品ラインアップをそろえている。

HEXABINE™ は組み込み用として使用するため、基本ソフトウェア(OS)、ミドルウェアのほかに、ユーザーアプリケーションも内部に保持するとともに、それらを動作させる十分な主記憶容量を確保する必要がある。しかし、これらの容量は、ユーザーアプリケーションの規模、内容により大きく変わるため、システムによって、DRAM と FlashROM の容量を選ぶことができるように、ラインアップをそろえた。

図2に、HEXABINE™ のハードウェアの構成を示す。2 種のプリント板(制御ボード、LON インタフェースボード)、電源装置、筐(きょう)体で構成される。

装置を設置した状態で容易にメンテナンスすることができるように、すべてのコネクタ、スイッチ、表示を、装置前面に配置した。

表1. HEXABINE™ のハードウェア基本仕様

Hardware specifications of HEXABINE™

項目	仕様	
電源	定格電圧	AC 100/110/120 V
	定格周波数	50 Hz/60 Hz
動作環境	周囲温度	0~50°C
	湿度	10~90% RH
メモリ容量	DRAM(64 M バイト/32 M バイト/16 M バイト) FlashROM(16 M バイト/8 M バイト)	
CPU	TMPR 3915 F™ (32ビット システム RISC)	
外形寸法(幅×高さ×奥行)	326 mm×59 mm×157 mm	
インタフェース	Ethernet (10 BASE-T)	
	LON	
	TPT/XF-1250 /	
	TPT/XF-78 /	
	FTT-10 A	
	RS-232C 2 ポート 高速通信用(Max : 38,400 bps) コンソール用(9,600 bps)	

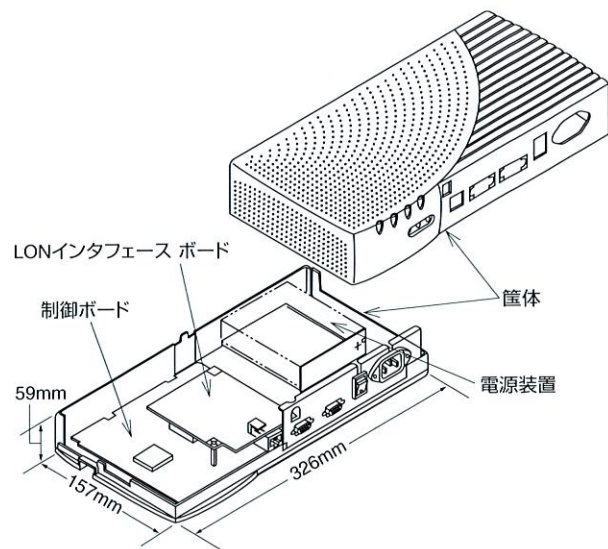


図2. HEXABINE™ のハードウェア構成 4 種類のモジュールにより構成されている。

Hardware configuration of HEXABINE™

- (注6) LAN の伝送路に関する規格の一つ。
- (注7) 分散制御ネットワーク上のインテリジェンスをもった機器。
- (注8) ネットワークに必要な装置などの物理的な接続。
- (注9) 端末装置を LAN の伝送路に接続するための装置。

### 3 構成モジュールの概要

#### 3.1 制御ボード

制御ボードの構成を図3に示す。

CPUには、TX-RISC(Reduced Instruction Set Computer)プロセッサコアに各種メモリコントローラ(RAM, ROM), 通信インタフェースコントローラ(LON, Ethernet, RS-232C)を内蔵したシステムLSI TMPR3915F™を用いている。このLSIの詳細については、この特集論文中“産業用ネットワークコンピュータ HEXABINE™のコア, システムLSI”に述べられているので参照されたい。これにより、実装部品点数を大幅に削減し、コンパクトな実装、低コスト、および高信頼性を実現することができた。

メモリは、メインメモリとしてのDRAM, ファイルシステムとしてのFlashROM, LONのNVを保持するための不揮発性RAM, Boot(起動)用の小容量FlashROM, および、EthernetのMACアドレス, LONのユニークノードIDを保持するためのシリアルROMを実装している。

DRAMは最大64Mバイトを、FlashROMは最大16Mバイトを実装可能な設計とした。用途によりメモリ容量を使い分けることにより、ユーザーアプリケーションを搭載しないルータから、多くのアプリケーションを搭載するサーバまで、柔軟に対応することができる。

LONのNVは、稼働時、ダイナミックに書き換えられ

るものであり、また、電源の再投入時にもNVを用いた処理を継続させるため、不揮発性RAMに格納される。

通信インタフェースは、Ethernetを1ポート、RS-232Cを2ポート実装している。Ethernetは、情報系のLANとして広く普及している10BASE-Tを採用し、既存情報ネットワークへの接続を容易にした。高速通信用RS-232Cポートは、38.4 kbpsまでの通信速度に対応しており、高速な回線を通じた通信を可能とした。コンソール用RS-232Cポートは、開発時や保守時に使用することを想定している。

装置には、状態表示用の4種類の発光ダイオード(LED)を実装している。表示内容は、電源の投入状態、装置のステータス、Ethernetの状態、LONの状態である。この表示を確認することにより、装置の稼働状態がひと目でわかるようにした。障害発生が確認された場合は、障害の発生した装置の特定を容易に行うことができる。また、コンソールを接続することにより、ファイルをはじめとした装置の状態をより詳細に調査することができ、障害の解析を確実に行うことができる。

#### 3.2 LON インタフェースボード

制御系ネットワークLONは、通信メディア、ネットワークトポロジ、通信速度に従って、種々のトランシーバを使い分ける必要がある。HEXABINE™では、トランシーバ回路をメインボードとは別のボードとすることにより、多様なトランシーバに対し、容易に対応することができるようにした。

表2に、LonTalk トランシーバを示す。現在、HEXABINE™は標準的なトランシーバであるEchelon社製のFTT-10A, TPT/XF-78, TPT/XF-1250に対応している。LONインタフェースボードの構成を図4に示す。

#### 3.3 電源装置

商用電源の使用を前提としているが、将来の海外展開を考慮し、交流(AC)100V/110V/120Vの電圧に対応している。

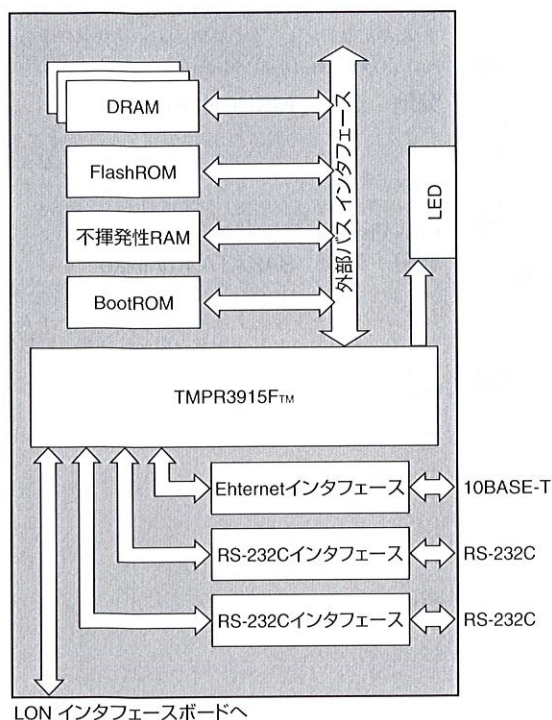


図3. 制御ボードの構成 TMPR3915F™を中心に、メモリ、各種インタフェース回路を実装した。

Block diagram of control board

表2. LonTalk トランシーバ

LonTalk transceivers

トランシーバ	メディア	トポロジ	通信速度
FTT-10 A	ツイストペア	フリー	78 kbps
TPT/XF-78	ツイストペア	バス	78 kbps
TPT/XF-1250	ツイストペア	バス	1.25 Mbps
直接接続	ツイストペア	バス	0.6 k~1.25 Mbps
EIA-485	ツイストペア	バス	4.9 k~625 kbps
LPT-10	ツイストペア	フリー	78 kbps
PLT-10 A	電力線	フリー	10 kbps
PLT-21	電力線	フリー	5 kbps
PLT-30	電力線	フリー	2 kbps

EIA-485: 市販されている。トランシーバ回路を組込んだ汎用部品。

LPT-10, PLT-10A, PLT-21, PLT-30: Echelon社製。

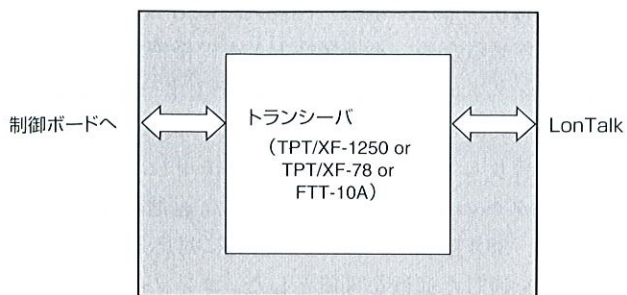


図4. LON インタフェースボードの構成 インタフェースを別基板にし、種々の LonTalk トランシーバに対応することができる。

Block diagram of LON interface board

#### 4 優れた耐環境性を実現

産業用ネットワークコンピュータとしての高信頼システムを構築するため、HEXABINE™では、次の項目を重視した。

- (1) 幅広い環境温度範囲での動作
- (2) 長寿命の達成
- (3) 装置の維持コスト低減

##### 4.1 低消費電力化

消費電力を低減することにより、高温での動作保証、維持コストの低減を図った。また、消費電力の多い素子には低電圧部品を採用するなど、発熱量の削減に努力した。これらの徹底した低消費電力化により、冷却用ファンなしでも広い温度環境下での使用が可能となった。

ファンは可動部があることにより、ほかの半導体部品に比べ、はるかに寿命が短く、安定稼動のためには定期的なメンテナンスが欠かせない。HEXABINE™では可動部削除により、長期にわたる高い信頼性とメンテナンス費用の削減とが実現できた。

##### 4.2 電源設計

HEXABINE™は、電源装置の出力負荷率を下げることで長寿命、高信頼性を実現した。

電源装置の寿命は、電源装置の周囲温度と電流による発熱とにより規定され、出力負荷率と周囲温度との関数として算出することができる。HEXABINE™の寿命は、電源装置の寿命により決められる。電源装置を適切に選択することにより、長寿命を実現した。

また、電源装置は、温度が上昇するに従い、出力可能な電流値が下がる。HEXABINE™では、高温環境下でも安定稼動するため、電源の定格に対しての出力負荷率についても考慮して設計している。

#### 5 あとがき

情報系のネットワークから制御系のネットワークまでシームレスに接続する ENC システム構想について、これを実現する核となる装置である HEXABINE™のハードウェア構成と特長について述べた。

ENC システムは、制御ノードまでを含めた Java による一貫した制御を目標としている。今後は、Java による制御が可能なノードの開発を行い、産業分野、ビル監視制御分野のほかに、防災、セキュリティオートメーション分野、ホームオートメーション分野など、多岐にわたる応用に展開していきたい。



鳥島 剛 TORISHIMA Tsuyoshi

デジタルメディア機器社 府中デジタルメディア工場 コンピュータハードウェア部主務。ENCシステムハードウェア、産業用コンピュータの開発に従事。情報処理学会会員。Fuchu Operations-Digital Media Equipment



菊地 健次 KIKUCHI Kenji

デジタルメディア機器社 府中デジタルメディア工場 コンピュータハードウェア部主幹。産業用コンピュータ、UNIX ワークステーション、ディスクサブシステムの開発に従事。情報処理学会、電子情報通信学会会員。Fuchu Operations-Digital Media Equipment



坂田 邦彦 SAKATA Kunihiko

デジタルメディア機器社 府中デジタルメディア工場 コンピュータハードウェア部部長。ENCシステムハードウェア、産業用コンピュータの開発に従事。情報処理学会会員。Fuchu Operations-Digital Media Equipment