

産業用コントローラの新展開

Development of New Industrial Controllers

日下部 宏之 登古 誠 梅田 裕二

■ KUSAKABE Hiroyuki ■ TOKO Makoto ■ UMEDA Yuji

一般産業、社会システム、及び電力の各分野で使用される産業用コントローラとして、新たにユニファイドコントローラ nv シリーズを製品化した。

この製品の開発にあたっては、信頼と安心を追求し、コンポーネントの信頼性向上と、実行性能及び伝送性能の高速化とともに、高速シリアルバスを用いたフルリモートI/O (Input/Output) 構成とループ二重化により、メンテナンス性と頑健性の向上を実現した。また、従来の統合コントローラ Vシリーズの特長である国際電気標準会議規格 IEC 61131-3 準拠のプログラム言語、エンジニアリングツール、リアルタイムネットワーク TC-net™ 100を継承し、適用アプリケーションの拡大とともに既存システムとの融合を図った。

Toshiba has developed the Unified Controller nv series, new industrial control equipment which are the core components of control systems used in various fields including general industry, social system, and power plant.

Reliance and safety have been achieved in these controllers through the use of high-reliability components and the speeding up of execution and transmission performance. Furthermore, maintainability and robustness have been improved by a fully remote input/output (I/O) configuration and a double loop duplex with a high-speed serial bus. In addition, the expansion of applications and integration with existing systems have been realized by inheritance of the program language in accordance with IEC standard 61131-3, the engineering tools, and the TC-net™ 100 real-time network that are features of the conventional Integrated Controller V series.

1 まえがき

産業用の制御コンポーネントとして使用されるPLC (Programmable Logic Controller) 及びDCS (Distributed Control System) 製品である統合コントローラ Vシリーズの後継として、ユニファイドコントローラ nvシリーズを開発し製品化した。

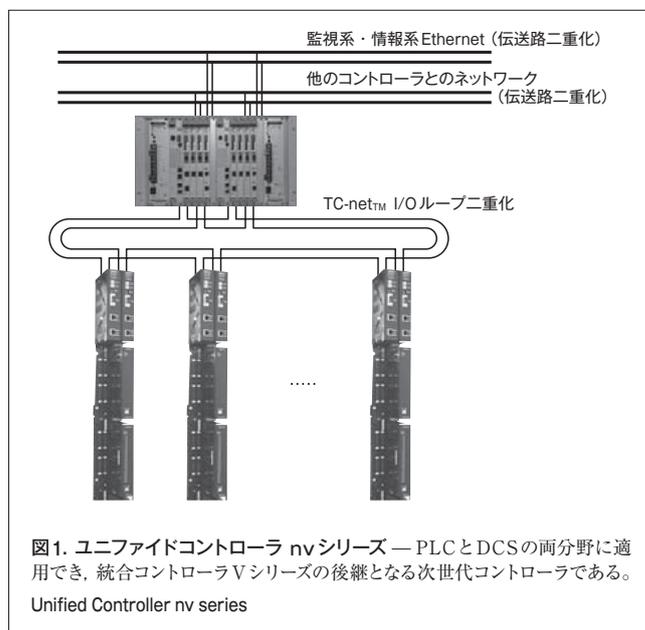
コントローラに対する市場ニーズとして、高速処理性能や、複数メーカーの機器を容易に接続して使用できるオープン化対応、システムの導入・運用コストの低減、及びシステム稼働中のメンテナンス性に加え、より高い信頼性と頑健性を備えた、安心して使えるコントローラの要求がある。また、欧州 RoHS 指令 (電気・電子機器中の特定有害物質の使用制限に関する指令) 対応など環境への配慮も必要とされる。

ここでは、これらの要求を追求し実現したユニファイドコントローラ nvシリーズについて述べる。

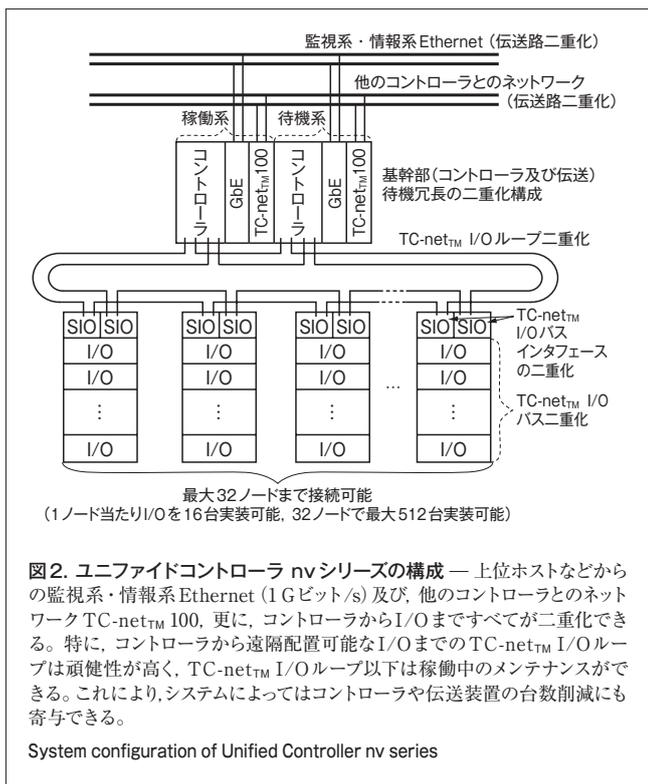
2 システムの構成

ユニファイドコントローラ nvシリーズの外観を図1に、システムの構成を図2に示す。

コントローラの基幹部は、19インチ サブラックにアプリケーションプログラムを実行するコントローラ モジュール、上位の



ホストコンピュータなどの監視系や情報系との通信に1 Gビット/sのEthernetであるGbE (Giga bit Ethernet) モジュール、及びコントローラ間ネットワークである伝送装置 TC-net™ 100 モジュールなどから構成され、それぞれ高速バスを介して相互にデータの授受を行う。



制御対象となるI/Oとの間は、従来のパラレルI/Oバスから、すべて100 Mビット/sの高速シリアルバスによるフルリモートI/O構成とした。これにより伝送装置を必要とせず、I/Oはすべて省配線化で複数か所に分散配置又は遠隔配置することが可能になった。また、シリアルバス化したことで、モジュール故障交換時における活線（通電状態）での着脱が可能になり、メンテナンス性が向上した。

冗長化システムを構成できるように、基幹部のコントローラや伝送モジュールは待機冗長の二重化構成を採ることができ、ネットワーク部については、監視系及び情報系ネットワークのGbEモジュールと、コントローラ間ネットワークTC-net™ 100の伝送路二重化を可能とした。更に、コントローラから遠隔配置されるI/Oまでの高速シリアルバスは、ループ構成（以下、TC-net™ I/Oループと略記）でかつ二重ループ構成にも対応しており、メンテナンス性と頑健性の高いシステムの実現を可能にした。

また、ユニファイドコントローラ nvシリーズでは、既存の統合コントローラ Vシリーズで好評であった可読性の高い変数でのプログラミングと、プログラム再利用性の高い国際電気標準会議規格IEC 61131-3準拠のプログラム言語を継承した。コントローラ間ネットワークとしては、2007年にIEC規格化予定の国際標準のリアルタイム ネットワークTC-net™ 100を継承し、ネットワーク高速性とシステム構築性を確保した。更に、統合コントローラ Vシリーズで着実な進化を遂げたエンジニアリング ツールを継承し、このエンジニアリング ツールで、プロ

グラムをはじめとして、統合コントローラ Vシリーズとの混在システムでも共通のツールでエンジニアリングができる。

2.1 コントローラ

コントローラの主な仕様を表1に示す。

表1. コントローラの主な仕様

Specifications of controller

項目	シーケンス・タイプ	DCSタイプ
プログラム容量	256 k ステップ	512 k ステップ
ローカル変数 / グローバル変数	256 k ワード	256 k ワード
I/O変数	16 k ワード	16 k ワード
タグ	—	標準入出力 (プロセスアラーム管理) OIS-DSインタフェース
タスク	定周期タスク	<ul style="list-style-type: none"> ・超高速 : 0.5 ~ 500 ms ・高速 : 0.5 ~ 500 ms ・メイン : 0.5 ~ 1,000 ms
	イベント	<ul style="list-style-type: none"> ・イベント : 8本 ・I/O割込み : 16本 (注) 選択式
タスク切替時間	60 μs以下	
演算性能	接点 : 20 ns 整数加算 : 20 ns 浮動小数点加算 : 120 ns	
プログラム言語	IEC61131-3準拠4言語 ・LD (Ladder Diagram) ・FBD (Function Block Diagram) ・SFC (Sequential Function Chart) ・ST (Structured text)	

コントローラ モジュールには、プログラム実行処理部のコアとなる新開発のプロセッサを搭載して、演算性能のいっそうの高速化を図った。

また、マルチタスク対応スケジューリング性能（タスク切替時間の大幅短縮）を上げることで全体パフォーマンスの向上を図った。例えば、割込み応答性能を要求する場合や、タスク起動周期が短くタスク切替が頻繁に起きるようなマルチタスクのアプリケーションでも、高速処理が可能となる。

2.2 監視系及び情報系ネットワーク

監視系及び情報系ネットワークには伝送速度1 Gビット/sのEthernetをラインアップした。これにより、上位ホスト間との通信を高速にし、伝送量の拡大に対応した。

このネットワークには、エンジニアリング ツールをはじめ、汎用Ethernet機器や、HMI (Human Machine Interface) としてInTouch^(注1) やiFIX^(注2) などの汎用SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) が接続できる。更に、DCSタイプでは、東芝のCIEMAC™-DSのHMIであるOIS-DS (Operator Interface Station-Dominant System) に接続可能であり、CIEMAC™-DSでは制御LANを二重化して信頼性の

(注1) InTouchは、米国Wonderware社の登録商標。

(注2) iFIXは、GE Fanuc International社の登録商標。

表2. TC-net™100の仕様
Specifications of TC-net™ 100

項目		仕様
ハブステーション距離		2 km
ケーブル		マルチモード光ファイバ
構成		シングル伝送路/二重化伝送路
トポロジー		スター型
伝送モード	スキャン伝送	高速周期: 1~160 ms 中速周期: 2~1,000 ms 低速周期: 2~10,000 ms
	メッセージ伝送	TCP/UDP/IP/ARP/ICMP
スキャン伝送容量		128 kワード/システム 2048 ブロック/システム (64ワード/ブロック) 送信容量 576ブロック/ノード (高速: 64ブロック, 中速: 128ブロック, 低速: 384ブロック)
状態変化検出	状態変化検出ワード数	128 ワード/ノード
	変化検出周期	検出ワード数×30 μs
	検出信号間隔	50 ms以上

TCP : Transmission Control Protocol UDP : User Datagram Protocol
IP : Internet Protocol ARP : Address Resolution Protocol
ICMP : Internet Control Message Protocol

向上を図っている。

2.3 コントローラ間ネットワーク

コントローラ間を接続するコントローラ間ネットワーク TC-net™ 100の仕様を表2に示す。

TC-net™ 100は、高速伝送で時間確実性があり、要求に応じて高速、中速、あるいは低速の周期設定ができ、最適システムが設計可能なリアルタイム ネットワークである。また、光伝送により耐ノイズ性にも優れている。

2.4 I/O

100Mビット/s高速フルリモートI/O化を実現したTC-net™ I/Oループは、高速性と時間確実性に特長がある。TC-net™ I/Oループの仕様を表3に示す。

TC-net™ I/Oループは、コントローラとI/O側のインタフェースとなるSIOモジュールを複数台(最大32台)でループを構成する。また、SIOモジュールと最大16台のI/O間は、

表3. TC-net™ I/Oループの仕様

Specifications of TC-net™ I/O loop

項目	仕様	
タイプ	電気	光(将来)
トポロジー	ループ	
伝送速度	100 Mビット/s	
SIO接続ノード数	32ユニット	
伝送ケーブル	シールド付きカテゴリ5 UTP	光ファイバGI 50/125
最大ケーブル長	最大10 m	最大2 km
総延長	最大100 m	最大4 km
スキャン周期	高速スキャン: 100 μs~	中速スキャン: 1 ms~
冗長化	伝送路断時の回制御	伝送路二重ループ構成可能

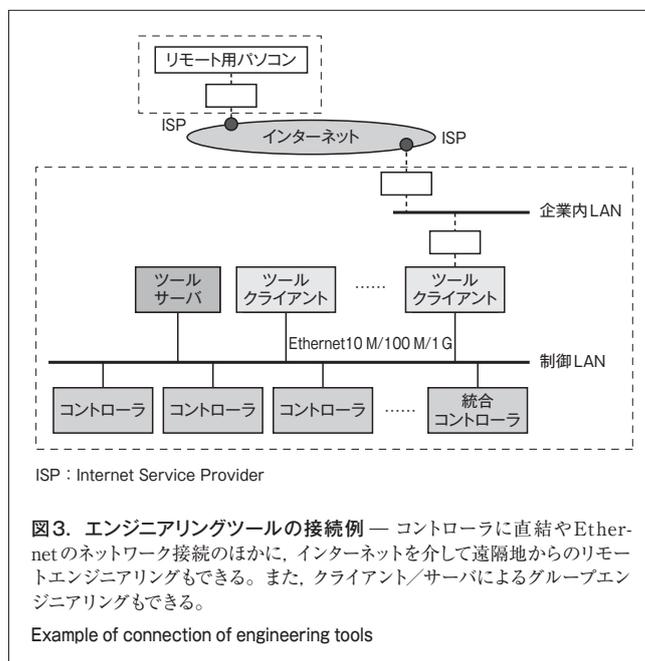
UTP : Unshielded Twisted Pair cable
GI : Graded-Index optical fiber

10 Mビット/sの二重化したシリアルバスのトポロジーで構成する。それを支える技術は高速ネットワークのTC-net™ 100であり、TC-net™ 100の技術を集約した伝送技術をLSIに集積化し、各モジュールの信頼性を確保している。

I/Oとして、デジタルモジュール9種、アナログモジュール6種、熱電対入力モジュール、測温抵抗体入力モジュール、パルス入力モジュールなどの基本モジュールをリリースした。今後、順次、ラインアップを拡充する予定である。

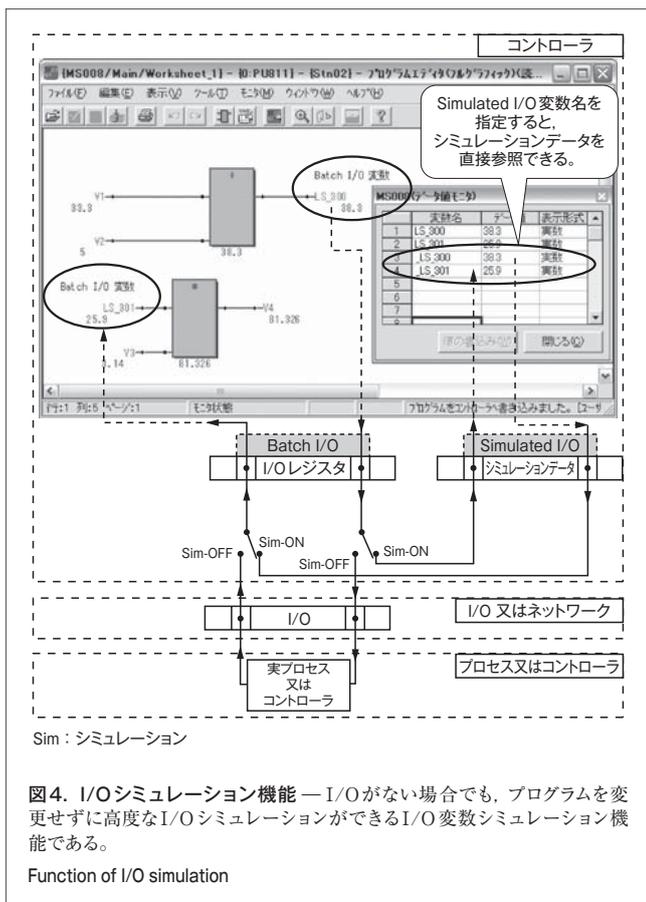
2.5 エンジニアリングツール

エンジニアリングツールは、コントローラに直結やEthernetのネットワーク接続、インターネットを介して遠隔地からのリモートエンジニアリングも可能である。また、クライアント/サーバによるグループエンジニアリングも可能である(図3)。



プログラム言語は、IEC 61131-3に準拠しており、統合コントローラ Vシリーズで作成したプログラムや、ユーザー定義ファンクション、ユーザー定義ファンクションブロックの資産を継承可能である。

機能的には、ローカル変数のトラッキング解除設定機能や、プログラムを変更せずに高度なI/Oシミュレーションが可能なI/O変数シミュレーション機能(図4)を追加した。また、シリアルI/Oループ接続状態チェック機能を搭載し、TC-net™ I/Oループのケーブル敷設時の配線確認作業をサポートする。このほか、フルグラフィックモードでの広範囲のオンラインプログラムモニタが可能になるプログラムモニタ範囲の拡張(200個の命令分 → 最大7,200命令分)や、プログラムのデバッグに威力を発揮するプログラムモニタ中のデータ値モニタの拡張(8点 → 32点)を行った。



3 システムの特長

システム的な特長は、次のとおりである。

3.1 性能の向上

既に述べたコントローラ演算性能や、タスク切替性能、二重化トラッキング性能、高速シリアルI/Oによる制御周期高速化でコントローラ自体を高速化した。これに加え、必要なローカル変数だけをトラッキング対象に選ぶことができるトラッキング解除設定機能によって、アプリケーション的に二重化トラッキング時間の最適化設計が可能になり、二重化システムの制御周期を高速にできる。

3.2 信頼性の向上

ユニファイドコントローラ nvシリーズでは、信頼性の鍵を握るメモリに対しては、誤り訂正機能を搭載した。また、ハードウェアによるアクセスリトライ(再試行)機能を搭載して、性能を低下させずにアクセスの信頼性を向上させた。

また、待機冗長の二重化構成で、稼働系から待機系へいつでも切替えを可能にするための必要要件である二重化切替回路及びデータトラッキング回路を内蔵し、それぞれを直結してシンプル化した。

3.3 頑健性の向上

コントローラからI/OまでのTC-net_{TM} I/Oループの二重化

を可能とした。このループの二重化構成を採ることによって、ループの1か所が断線した場合、そのループ上の迂回(うかい)制御で継続運転が可能であり、更に断線した場合にも、ループ経路を切り替えることで、最大3か所までの断線があってもコントローラの動作には影響を与えずに継続運転できる。また、このループの二重化構成によって、I/Oの異常によるコントローラの二重化切替を不要としている。

3.4 メンテナンス性の向上

TC-net_{TM} I/Oループによって省配線化が可能のため、伝送装置がなくてもI/Oをそれぞれ分散配置あるいは遠隔配置することができ、取扱いが容易である。また、稼働中にI/Oの交換や追加も可能である。

3.5 システムコストの低減

従来、遠距離拡張できないパラレルI/Oを使用したコントローラを複数か所に配置する場合や、コントローラの負荷を抑える場合、複数台のコントローラと複数台の伝送装置を必要とした。ユニファイドコントローラ nvシリーズでは、I/Oがフルリモート構成になり、分散接続できるI/Oノード数が最大32台ということと、コントローラの性能アップにより、コントローラ台数及び伝送装置台数が削減可能となる。

4 あとがき

今回製品化した標準機能に加え、既設リニューアル物件への対応を図るために、次の対応を行っていく。

既存の統合コントローラ Vシリーズ model 3000 及び PRO-SEC_{TM} T3/T3HのG3 I/Oシリーズや、統合コントローラあるいはCIEMAC_{TM}シリーズでのインテリジェントシリアルI/Oシリーズの適用を、TC-net_{TM} I/Oループに専用I/Oアダプタを介して接続する形で実現する。

今後も、ユーザーニーズを取り込み、継続的な機能拡張を行うことで、より使いやすいコントローラの提供を目指していく。



日下部 宏之 KUSAKABE Hiroyuki

産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主査。
ユニファイドコントローラ、統合コントローラ、PLCの設計・開発に従事。
Fuchu Complex



登古 誠 TOKO Makoto

産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主務。
ユニファイドコントローラ、統合コントローラ、PLCの設計・開発に従事。
Fuchu Complex



梅田 裕二 UMEDA Yuji

産業システム社 府中事業所 計測制御機器部主務。
ユニファイドコントローラ、統合コントローラ、CIEMAC_{TM}の設計・開発に従事。
Fuchu Complex