

CC-Link IEフィールドモーション機能対応 シンプルモーションとサーボアンプ

鍛冶万平*
坂石卓哉*

CC-Link IE Field Network Motion Function Compatible Simple Motion Module & Servo Amplifier

Bampeji Kaji, Takuya Sakaiishi

要 旨

“CC-Link IEフィールドネットワーク”に対応したシンプルモーションユニット“QD77GF16”とサーボアンプ“MR-J4-B-RJ010”を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1) CC-Link IEフィールドネットワーク

オープンネットワークであるCC-Link IEフィールドネットワークに定周期通信機能と同期通信機能を追加し、モーション制御にも適用できるネットワークとした。

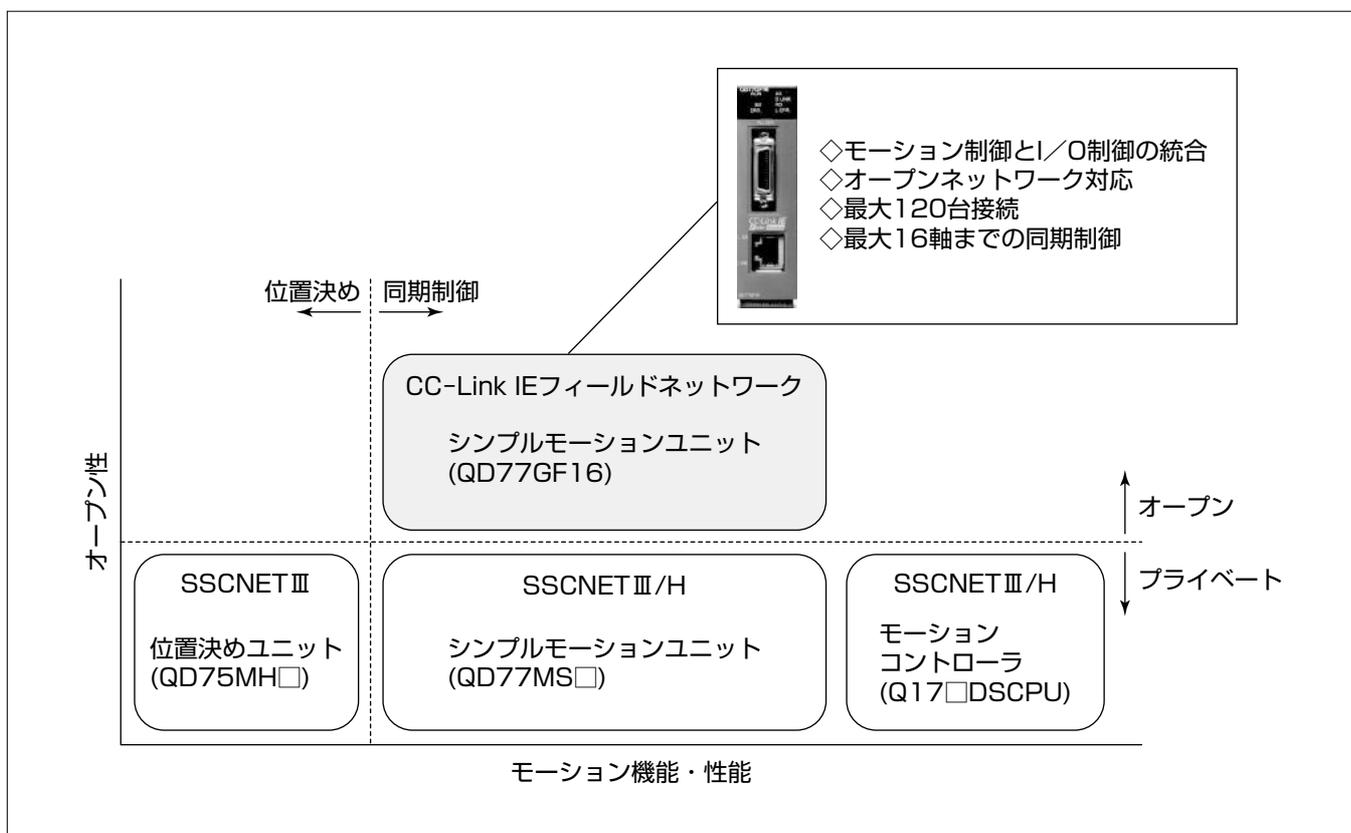
さらに、シンプルモーションユニットとサーボアンプのインタフェースであるドライブプロファイルは国際標準規格CiA402に準拠した。これによって、サードパーティーメーカーはCC-Link IEフィールドネットワーク対応機器を容易に開発でき、接続機器の拡充が図れる。

(2) モーション制御とI/O制御の統合

“MELSEC-Qシリーズ”のインテリジェント機能ユニットである“SSCNETⅢ/H”対応シンプルモーション“QD77MS16”のモーション制御機能とCC-Link IEフィールドネットワークマスタ・ローカルユニット“QJ71GF11-T2”のI/O制御機能を継承し、ネットワークの統合を実現した。

(3) 同期通信機能によるI/O機器と駆動機器の親和性

マスタ局とスレーブ局の演算周期が同期することで、入出力データのリアルタイム性が確保される。これによって、同期通信機能に対応した高速カウンタやリモートI/Oとの入出力データをシンプルモーションユニットが行うモーション制御に用いることができる。



CC-Link IEフィールドネットワーク対応シンプルモーションユニット“QD77GF16”の位置付け

CC-Link IEフィールド対応シンプルモーションユニットQD77GF16は、SSCNETⅢ/H対応シンプルモーションユニットQD77MS16とCC-Link IEフィールドネットワークマスタ・ローカルユニットQJ71GF11-T2の両方の機能を持ったユニットである。SSCNETⅢ/H対応製品では対応が難しいネットワークの統合や多種多様な製品との接続を求める分野に適したユニットである。

1. ま え が き

三菱電機サーボシステムコントローラネットワーク (SSCNET) は、高速な通信周期と高ノイズ耐性を実現し、モーション制御分野における高シェアを達成している。

しかしながら、一方でネットワークに関する次の要望が近年高まっている。

(1) 複数のネットワークの統合

生産システムの大規模化・複雑化によって、接続機器の台数が増加している。省配線化・コスト削減・取扱いの統合の観点から、一般制御(I/O制御・コントローラ間通信)・モーション制御・安全制御の複数のネットワークを統合する要望がある。

(2) 多種多様な製品との接続性・国際標準規格準拠

既存システムからの置き換えの容易性(既存機器との互換性)やシステムに最適な機器の選択性から、多種多様な製品と接続できる、国際標準規格に準拠したオープンネットワークを志向する。

このような要望を持った分野に対して、モーション制御に特化したプライベートネットワークであるSSCNETによる製品では対応が難しい。

そこで、一般制御・安全制御を統合するオープンネットワークであるCC-Link IEフィールドを、モーション制御も統合可能なネットワークに拡張するための定周期通信機能と同期通信機能を合わせ持ったモーション機能を新規開発した。また、接続機器ラインアップの拡充を達成するため、国際標準規格に基づくドライブプロファイルを策定した。同時に、今回追加したCC-Link IEフィールドモーション機能とデバイスプロファイルに対応したシンプルモーションユニットQD77GF16とサーボアンプMR-J4B-RJ010を開発した。

本稿では、CC-Link IEフィールドモーション機能及びドライブプロファイルと、その対応製品について述べる。

2. CC-Link IEフィールドネットワーク

2.1 CC-Link IEフィールドモーション機能

複雑な軌跡制御や高精度な同時始動を行うモーション制御には、サーボアンプ同士の演算周期が同期する必要がある。しかし、従来のCC-Link IEフィールドネットワークでは、非同期に制御を行うため、モーション制御に適用できない。

そこで、今回、図1に示す定周期通信機能と同期通信機能をCC-Link IEフィールドネットワークに追加し、モーション制御にも適用できるネットワークとした。なお、CC-Link IEフィールドネットワークのオープン仕様として両機能を合わせて、モーション機能と呼ぶ。

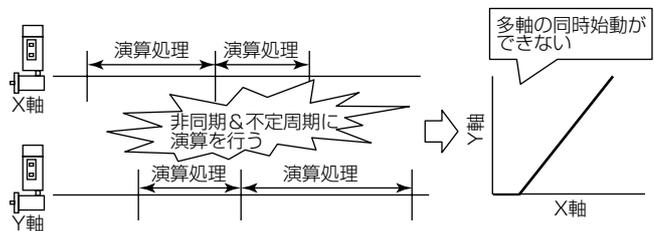
同期通信機能の実現方法として、基本方式と伝播(でんぱ)遅延時間補正方式を策定した。基本方式では、マスタ

局からの同期フレームを受信したタイミングでスレーブ局の処理を開始する。ここで、同期フレームが局間を通過する際に、伝播遅延時間が発生し、スレーブ局同士の演算周期の開始タイミングにはズレが発生する。伝播遅延時間補正方式では、この伝播遅延時間を計測し、補正を行うことで、更に高精度な同期を実現できる(図2)。

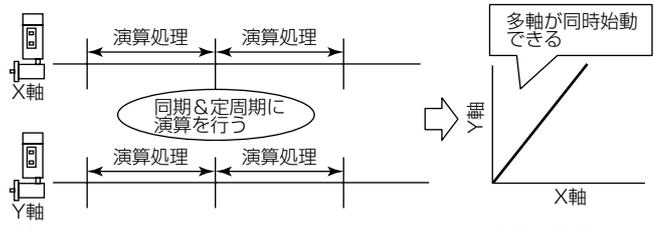
2.2 ドライブプロファイル

CC-Link IEフィールドネットワークを普及促進するために、国際標準規格IEC61800-7(CiA402)に基づくドライブプロファイル仕様を策定した(図3)。

ここで、ドライブプロファイルとは、対象機器におけるネットワークに関する設定・指令・ステータスと、それらを機器間で送受信するためのインタフェースを規定するものである。

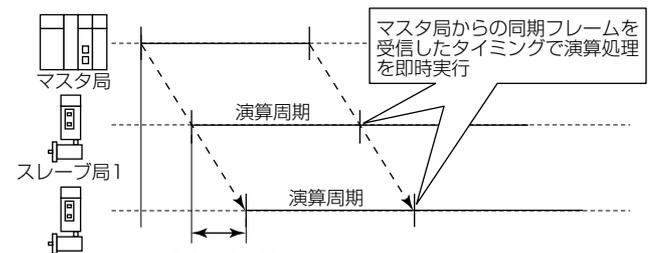


(a) 従来のCC-Link IEフィールドネットワーク

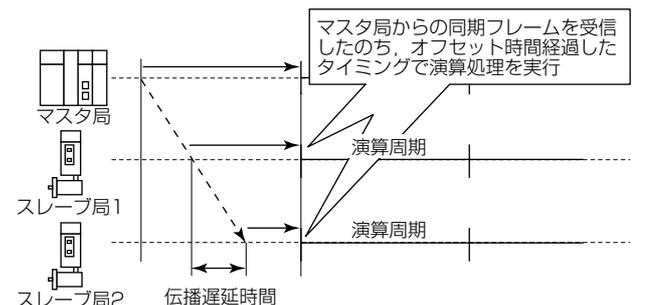


(b) CC-Link IEフィールドモーション機能(定周期&同期通信機能)

図1. CC-Link IEフィールドモーション機能

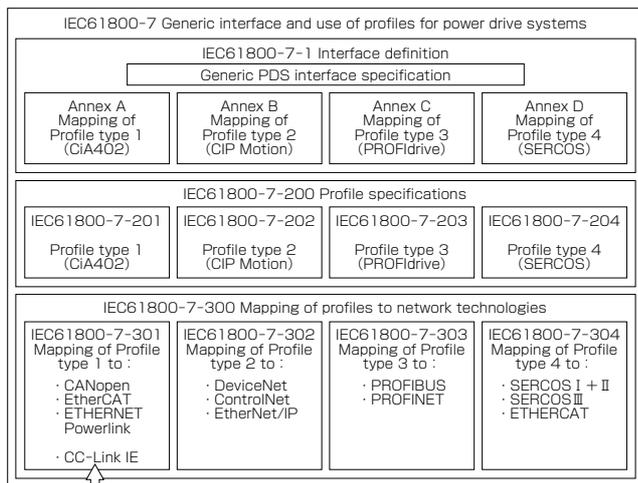


(a) 基本方式



(b) 伝播遅延時間補正方式

図2. 基本方式と伝播遅延時間補正方式



IEC61800-7-301の次回改定時に追記される見通し
出典：国際電気標準会議規格 IEC61800-7-200

図3. IEC61800-7規格体系

今回策定したドライブプロファイルでは、機器間で送受信する指令やステータスは、それぞれオブジェクト形式で管理する。また、各オブジェクトに対するリード/ライトアクセスを行うためのインタフェースを備える。各機器は目的の指令やステータスに対応するオブジェクトのリード、又はライトアクセスのコマンドを発行することで、機器間でデータの送受信を行うことができる。

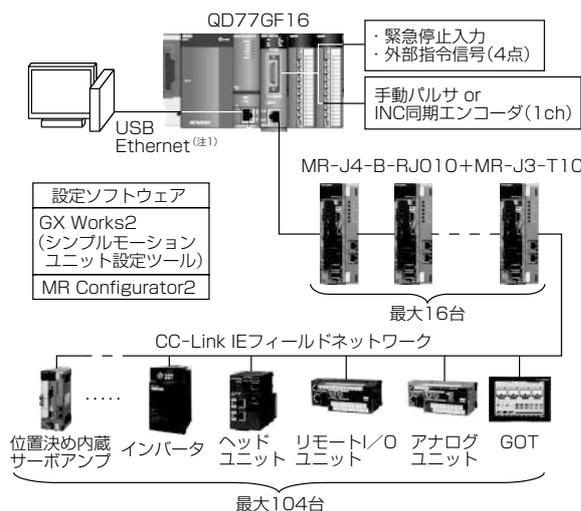
現在、策定したドライブプロファイルはCiA (CAN in Automation)を通じてIEC (International Electrotechnical Commission)規格としての国際標準化を推進中である。既に2012年4月時点でIEC61800-7-301規格への追記についてIECの承認が得られており、今後プロファイル仕様の審議を経て規格が成立する。なお、今回開発したシンプルモーションユニットQD77GF16とサーボアンプMR-J4-B-RJ010はこのドライブプロファイルに準拠している。

既にCiA402準拠による他オープンネットワーク機器を持つサードパーティーメーカーは、通信ドライバ部をCC-Link IEフィールドネットワークに変更するだけで、QD77GF16、又はMR-J4B-RJ010と接続できる。すなわち、サードパーティーメーカーによる開発工数を削減し、容易にCC-Link IEフィールドネットワーク対応の駆動機器を開発できる。これによって、接続機器ラインアップが充実し、ユーザーは多種多様な機器を選択できる。

3. QD77GF16の製品概要と主な特長

3.1 モーション制御とI/O制御の統合

シンプルモーションユニットQD77GF16は、SSCNETⅢ/H対応シンプルモーションユニットQD77MS16のモーション制御機能とCC-Link IEフィールドネットワーク マスタ・ローカルユニットQJ71GF11-T2のI/O制御機能の両機能を保持する。すなわち、図4に示すとおり、同一ネットワーク上にI/O制御を行うスレーブ機器とモーション制御を



(注1) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。
USB: Universal Serial Bus
GOT: Graphic Operation Terminal

図4. システム構成

行うサーボアンプを接続できる。これによって、ケーブルの省配線化、敷設容易化によるコスト削減を達成できる。

SSCNETⅢ/H対応シンプルモーションユニットQD77MS16との性能・機能比較を表1に示す。シンプルモーションユニットQD77MS16と同等の機能を持っており、同期制御(カム制御)を必要とする食品包装機などの分野へ適用できる。

CC-Link IEフィールドネットワークマスタ・ローカルユニットQJ71GF11-T2との性能・機能比較を表2に示す。リンクデバイス点数はマスタ・ローカルユニットよりも削減しているが、I/O制御を行うには十分なデバイス点数を保持する(マスタ・ローカルユニットはコントローラ間通信を行うため、リンクデバイス点数が多い)。また、接続台数はサーボアンプを含めて120台、伝送路形式はライン型とスター型が可能である。これによって、大規模なシステムを構築する半導体・自動車分野などへ適用できる。

3.2 同期通信機能対応I/O機器との親和性

従来のシステム構成では、シンプルモーションユニットが用いる位置情報を検出する外部エンコーダや高精度な応答時間を要求するセンサは、データのリアルタイム性を確保するために、シンプルモーションユニットとハードワイヤで接続する必要があった。しかし、2.1節で示した同期通信機能に対応したスレーブ局との入出力データのリアルタイム性は高い。従来のCC-Link IEフィールドネットワークでは、スレーブ局が非同期に動作するため、入出力データのリアルタイム性が低い。

今後、同期通信機能に対応するリモートI/O、高速カウンタユニットと、それらの機器と組み合わせた機能を開発する。その機能によって、これまでハードワイヤで接続していた機器を、ネットワーク上に接続することができる。すなわち、従来のシステム構成で敷設していたハードワイヤが不要となり、システムを構築する工数を削減できる。

表1. QD77GFとQD77MSの比較

項目	QD77GF	QD77MS
制御軸数	16軸	2 / 4 / 16軸
演算周期	0.88ms/8軸 1.77ms/16軸	0.88ms/16軸
補間機能	直線補間(2軸, 3軸, 4軸), 円弧補間(2軸)	
同期制御(カム制御)	○	○
マーク検出	○	○
速度・トルク制御	○ ^(注2)	○
押し当て制御	○ ^(注2)	○
I/O機器接続	○	×

(注2) 近日対応予定

表2. QD77GF16とQJ71GF11-T2の比較

項目		QD77GF16	QJ71GF11-T2
リンクデバイス点数	RWw	1,024点	8,192点
	RWr	1,024点	8,192点
	RX	8,192点	16,384点
	RY	8,192点	16,384点
伝送路形式	ライン型	○	○
	スター型	○	○
	リング型	×	○
接続台数	サーボアンプ	最大16台	×
	その他	最大104台	最大120台
接続局種別	ローカル局	×	○
	インテリジェントデバイス局	○	○
	リモートデバイス局	○	○
	リモートI/O局	○	○

(注3) 将来対応

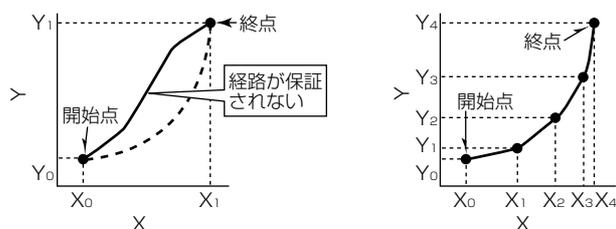
4. MR-J4-B-RJ010の製品概要と主な特長

サーボアンプMR-J4-B-RJ010はCC-Link IEフィールドネットワークインタフェースユニットMR-J3-T10と組み合わせ使用して使用するオプションユニット外付け型の汎用ACサーボアンプである。SSCNET III/H対応サーボアンプ“MR-J4-B(-RJ)”の基本機能を継承し、通信インタフェースをCC-Link IEフィールドネットワークに対応した。

ここで、CC-Link IEフィールドネットワーク対応の既存製品としては、終点位置指令方式のサーボアンプ“MR-J3-T”がある。しかし、MR-J3-TはCC-Link IEフィールドネットワークのモーション機能に非対応のため、簡単なPTP(Point to Point)制御しか対応していない。そのため、適用分野が複雑なモーション制御を必要としない分野だけに限定されていた。

一方、MR-J4-B-RJ010ではCC-Link IEフィールドモーション機能に対応した。これによって、高精度な局間同期と逐次位置指令制御による複雑な軌跡制御を実現した(図5)。

MR-J4-B-RJ010のMR-J3-TとMR-J4-B(-RJ)との比較を表3に示す。先に述べたとおり、MR-J4-B-RJ010は、MR-J3-Tよりも複雑な制御を行うことができ、MR-J4-Bと同様に様々な分野に適用できる。



終点位置(X1, Y1)を指定すると、各軸が各々の時間で終点まで移動。開始点から終点までの軌跡は制御不可
互いに同期した各軸が一定周期ごとに目標位置(Xn, Yn)に移動。開始点から終点までの軌跡を細かく制御可能

(a) 終点位置指令制御 (b) 逐次位置指令制御

図5. 終点位置指令制御と逐次位置指令制御の違い

表3. サーボアンプの比較

項目\機種	MR-J4-B-RJ010	MR-J3-T	MR-J4-B(-RJ)
ネットワーク	CC-Link IEフィールドモーション機能	CC-Link IEフィールド	SSCNET III/H
公開/非公開	公開		非公開
同期/非同期	同期	非同期	同期
指令方式	逐次指令	終点指令	逐次指令
対応制御モード	位置	位置決め	位置・速度・トルク
対応容量	0.1~7kW	0.1~22kW	0.1~22kW
対応モータ	回転型		回転型・DD・リニア
通信周期	最短0.88ms		最短0.22ms

5. むすび

複数のネットワークの統合、多種多様な製品との接続性、また国際標準規格準拠に関する市場要求が高まる中、CC-Link IEフィールドをより複雑なモーション制御にも適用し得るネットワークとするために、定周期・同期通信機能を実現するモーション機能と呼ぶ新機能を開発した。合わせてこの機器で用いるドライブプロファイル仕様を策定及び公開し、国際標準規格化を推進中である。

同時に、新たにモーション機能を持ったCC-Link IEフィールドネットワークに対応し、モーション制御とI/O制御を統合するシンプルモーションユニットQD77GF16とサーボアンプMR-J4-B-RJ010を開発した。この開発品によって、これまでのSSCNET III/H対応製品では顧客の要望を満たすことが難しい分野についても対応できる。

今回の開発では、シンプルモーションユニットQD77GF16とサーボアンプMR-J4-B-RJ010は基本方式による同期通信機能を実装し、より高精度な同期が必要な分野への適用を実現する。また、シンプルモーションユニットQD77GF16は同期通信機能に対応したリモートI/O、アナログユニット(開発予定)と組み合わせた機能を開発し、更なるシェア拡大を目指す。サーボアンプMR-J4-B-RJ010は、対応容量の拡大、速度指令制御及びトルク指令制御への対応等、高機能化を進める。これらの付加価値向上によって、製品適用分野の更なる拡大を図る。