

CC-Link IE内蔵Ethernetユニット “RJ71EN71”

市村宇志*
荒川智史*

Ethernet Unit Built-in CC-Link IE "RJ71EN71"

Takashi Ichimura, Satoshi Arakawa

要 旨

近年、Ethernet^(注1)の汎用性・高速性・将来性・廉価性によって、Ethernet技術を用いた産業用ネットワーク（以下“N/W”という。）が増加している。三菱電機では、CC-Link IE Control N/W, CC-Link IE Field N/WにEthernet技術を適用している。これらのN/Wにはそれぞれ特長があり、顧客の要望に合わせて適材適所で使い分け、組み合わせることで、最適なシステムを構築することが可能である。

N/Wを組み合わせた場合の使い勝手をより良くするため、今回開発したCC-Link IE内蔵Ethernetユニット“RJ71EN71”は、顧客からの要望が多い①コスト削減、②使いやすさ、③通信性能を向上させる次の3つの新機能を搭載している。

(1) マルチプロトコル機能

1つのユニットで3種類(同時に2種類)のN/Wに接続することが可能である。これによって、システムの立上・保守に必要なユニット数を削減し、コスト削減を実現する。

(2) 自動ルーティング機能

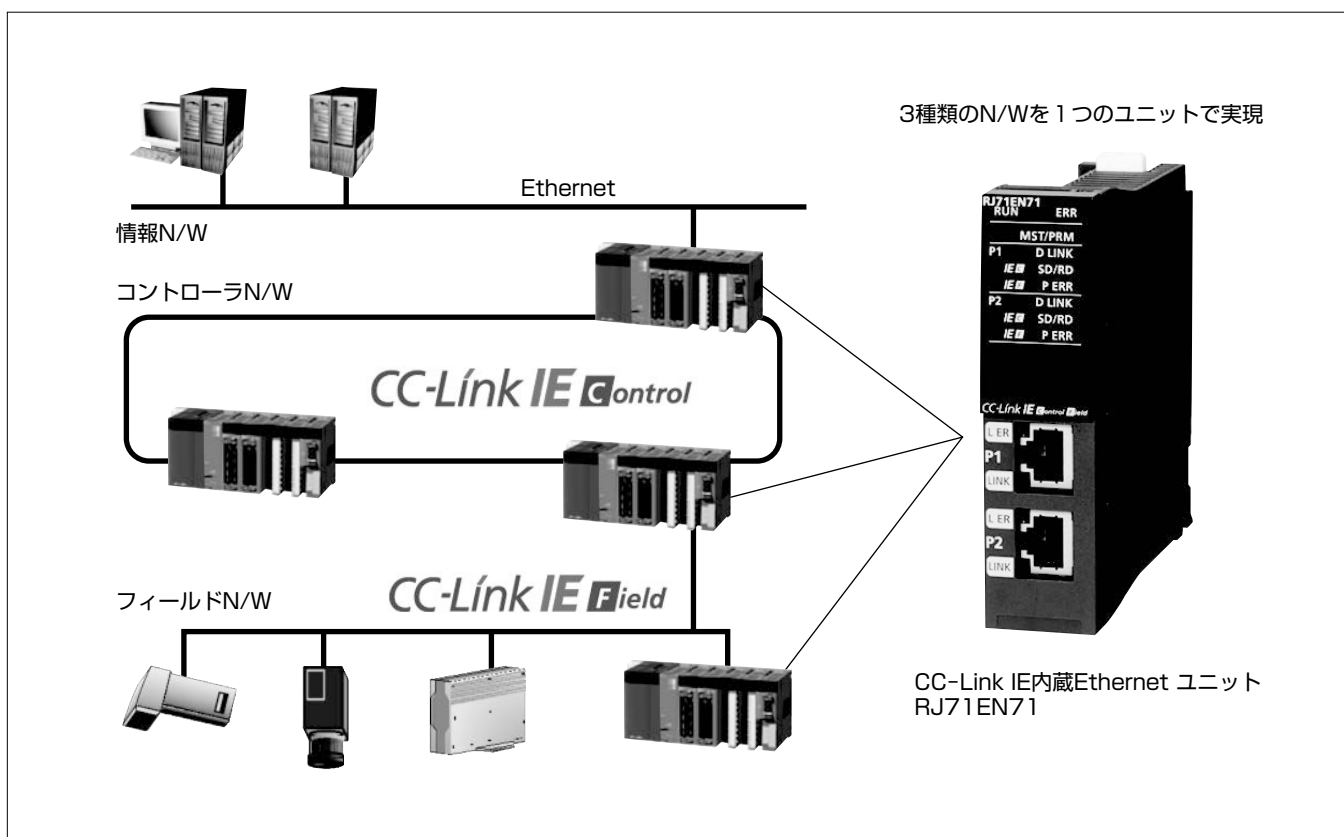
異なるN/W間を中継するための設定をユニットが自動で実施することで、使い勝手を向上させる。

(3) N/W間ダイレクト中継機能

異なるN/W間を中継して通信する際の処理を高速化することで、システム全体の通信性能を向上させる。

本稿では、CC-Link IE内蔵Ethernetユニットの新機能と、それを実現するための技術について述べる。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。



MELSEC iQ-RシリーズのCC-Link IE内蔵Ethernetユニット“RJ71EN71”

“RJ71EN71”は、当社の次世代シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”用のN/Wユニットである。このユニットは、3種類のN/W (Ethernet, CC-Link IE Control N/W, CC-Link IE Field N/W)を切り換えて動作することが可能である。また、2つのポートを異なるN/Wに設定することで、マルチプロトコルのユニットとして動作することも可能である。

1. ま え が き

近年、Ethernetの汎用性・高速性・将来性・廉価性を理由に、Ethernetベースの産業用N/Wが増加している。当社は、EthernetベースのN/Wユニットとして、Ethernetインタフェースユニット、CC-Link IE Control N/Wユニット、CC-Link IE Field N/Wユニットを開発している。各N/Wの特長を表1に示す。

これらのN/Wを目的・用途に合わせて使い分け、組み合わせることで、顧客のシステムに最適なN/Wを構築することが可能となっている。

2. 開発の目的

今回開発したCC-Link IE内蔵Ethernetユニット“RJ71EN71”は、N/Wを組み合わせた場合の使い勝手をより良くすることを目的として、①コスト削減、②使いやすさ、③通信性能の向上のための次の3つの新機能を搭載している。

(1) マルチプロトコル機能

接続可能なN/Wの種類を切り換えて使用することが可能である。また、1台のユニットで複数のN/Wに接続することが可能である。これによって、システムの立上・保守に必要なユニットの数を減らすことができるため、コスト削減が可能である。

(2) 自動ルーチング機能

異なるN/W間で通信する場合に必要な中継のための設定(ルーチング設定)を、N/Wユニットが自動的に行う。これによって、異なるN/W間の通信が簡単に実現可能である。

(3) N/W間ダイレクト中継機能

異なるN/W間で通信する場合に必要な中継処理を高速化することで、通信性能が向上する。これによって、システム全体の処理性能を向上させ、生産性を向上させることが可能である。

3. RJ71EN71の新機能

RJ71EN71の3つの新機能とそれを実現するための技術について次に述べる。

3.1 マルチプロトコル機能

RJ71EN71は、3種類のN/W(汎用Ethernet, CC-Link IE Control N/W, CC-Link IE Field N/W)を切り換えて動作させることが可能である。各N/Wの仕様を表2に示す。

従来3種類のN/Wを使用したシステムを実現する場合は3種類のN/Wユニットが必要であったが、このユニットを使用することで1つのN/Wユニットだけでシステムを実現可能である。また、表3に示すように、各ポートを異なるN/Wとして動作させることが可能である。これに

表1. N/Wの特長

N/W種別	特長/主な用途
Ethernet	接続機器が豊富、パソコンとの通信/汎用Ethernet機器との通信
CC-Link IE Control N/W	高速、大容量、高信頼性/コントローラ間通信(基幹N/W)
CC-Link IE Field N/W	高速、柔軟な配線性/コントローラ間通信、I/O制御、モーション制御、安全通信

表2. N/Wの仕様

項目	Ethernet	CC-Link IE Control N/W	CC-Link IE Field N/W
伝送速度	1 Gbps(Ethernetは100Mbps/10Mbpsにも対応)		
通信媒体	Ethernetケーブル(CC-Link IEは1000BASE-Tカテゴリ-5e以上)		
伝送方式	ベースバンド	トークンバスニング	
トポロジ	スター型	ライン型, スター型, リング型	
サイクリック通信(リンク点数)	-	LB: 32K LW: 128K LX/LY: 8K	RX/RY: 16K RWr: 8K RWw: 8K
最大フレームサイズ	1,518バイト	1,920バイト(トランジェント通信)	
最大接続数	128コネクション	120局/239N/W	121局/239N/W

表3. N/Wの組合せ

No.	ポート1	ポート2
1	Ethernet	Ethernet
2		CC-Link IE Control N/W
3		CC-Link IE Field N/W
4	CC-Link IE Control N/W	
5	CC-Link IE Field N/W	

よって、2種類のN/Wに接続が必要な場合であっても、このユニット1台で接続が可能になる。そのため、N/Wを構成するために必要なユニットの数を減らすことで、コスト削減が可能である。

RJ71EN71では、3種類のN/Wに対応するために統合ASIC(Application Specific Integrated Circuit)の開発を行った。統合ASICは、新しい機能としてN/W統合機能と通信高速化機能を搭載している。

(1) N/W統合機能

統合ASICは、3種類のN/W機能を搭載し、マイコンから制御することができる。さらに、統合ASICは、各N/Wの機能をそれぞれ独立させて実装している。これによって、表3に示すように、例えば、ポート1はEthernet、ポート2はCC-Link IE Field N/Wで使用するような、通信ポート単位でN/Wを5通りに設定できるN/W統合機能を実現している。

(2) 通信高速化機能

RJ71EN71では、N/W同時動作時に生じるマイコン増大による通信性能低下を防ぐために、統合ASICで通信オーバーヘッドの削減と通信処理並列化を実現している。

(a) 通信オーバーヘッドの削減

統合ASICでは、従来2ステップであった通信処理を

1ステップで実現している。図1に示す通り、従来の送信処理では、2ポートメモリが他の処理とのアクセス競合によって低速(1Gbps以下)となるため、1stステップで全ての通信データを中間バッファにコピーする。コピー完了後に、2ndステップで送信を開始することで、2ポートメモリのアクセスが遅くても1Gbpsの送信を可能にしている。送信と同様に、2つのステップで中間バッファを介して受信を行う。

統合ASICは、2ポートメモリへアクセスが集中した時にも通信ポートへのデータ転送を阻害しない優先制御機能と2ポートメモリ・通信ポート間の高速化によって、1ステップでの通信処理を実現した。これによって、統合ASICでは、2ポートメモリから直接通信を行う1stステップで送受信が可能となり、通信データコピーのオーバーヘッドを削減した。

(b) 通信処理並列化

統合ASICでは、従来逐次処理していた送受信データ処理と通信処理を、並列で処理可能にしている。図2に示す通り、従来は、データの一貫性を保つために、送受信中にマイコンが2ポートメモリ上の通信データへアクセスすることは禁止としていた。

統合ASICでは、2ポートメモリ上の送信メモリをA面、

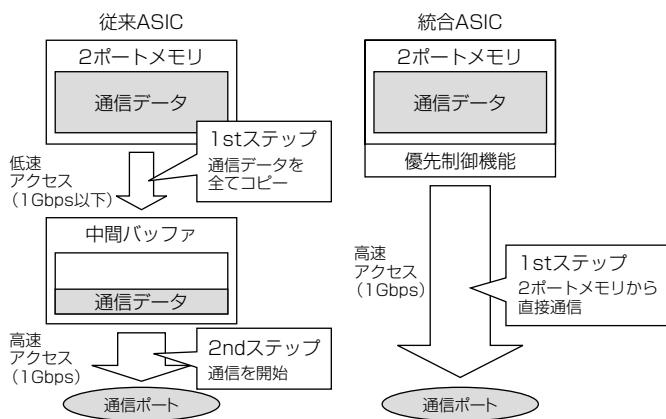


図1. 通信オーバーヘッドの削減

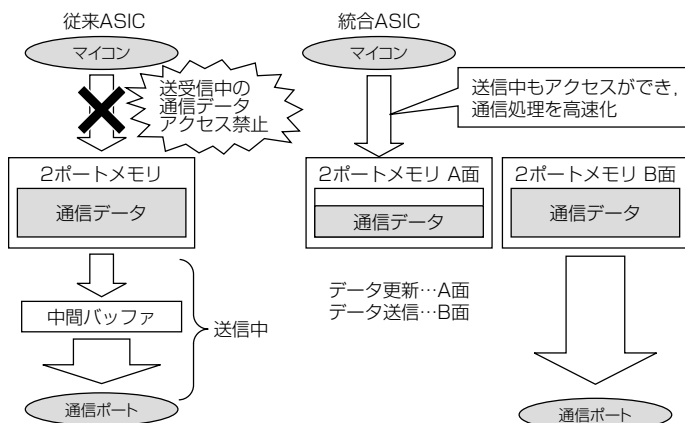


図2. 通信処理並列化

B面の2面用意している。マイコンが片面の通信データを処理している間に、もう一面のメモリから送信することを可能にした。送信と同様に、受信も2ポートメモリを2面用意してあり、受信データのマイコン処理と平行した受信が可能である。これによって、マイコンの送受信データ処理と統合ASICの通信処理並列化を実現している。

3.2 自動ルーチング機能

図3のように異なるN/Wを跨(また)ぐ通信は、中継に必要な経路情報(ルーチングパラメータ)をシーケンサCPU(以下“CPU”という。)に設定することで可能になる。

ルーチングパラメータには、最終的な宛先となる“宛先局のN/W No.(宛先N/W)”と、宛先N/Wに到達するために経由する“中継局のN/W No.(中継N/W)”及び“中継局の局番(中継局番)”の組合せを設定する。設定例を図4に示す。このルーチングパラメータを送信局、中継局、受信局にそれぞれを設定することで異なるN/Wを跨ぐ通信が可能になる。

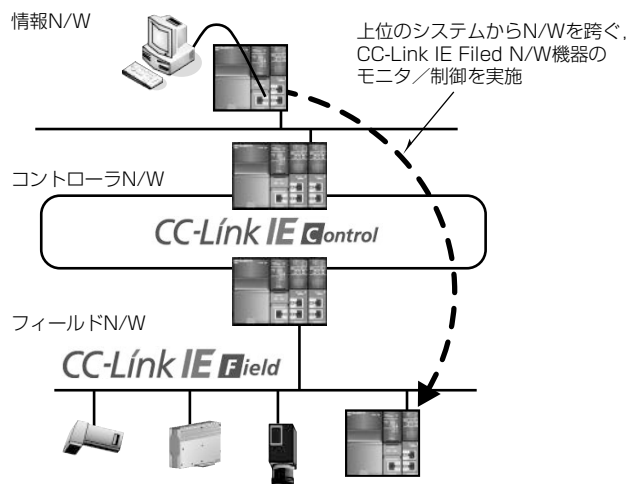


図3. 異なるN/Wを跨ぐ通信

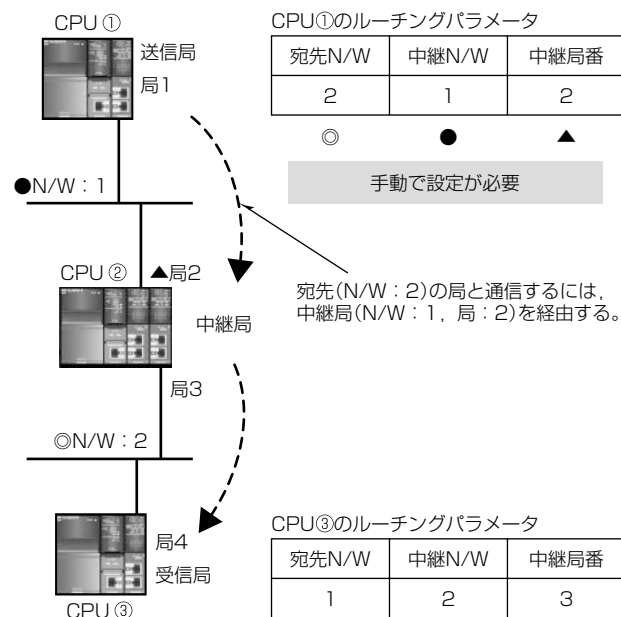


図4. ルーチングパラメータの設定例

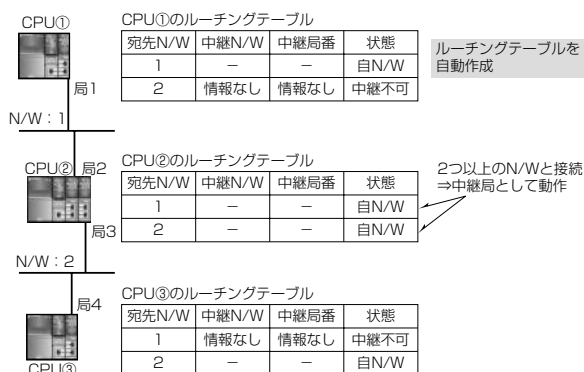


図5. ルーティングテーブルの自動作成



図7. ルーティングテーブルの自動更新

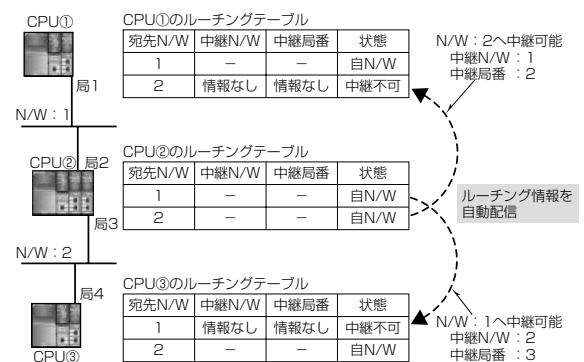


図6. ルーティング情報の自動配信

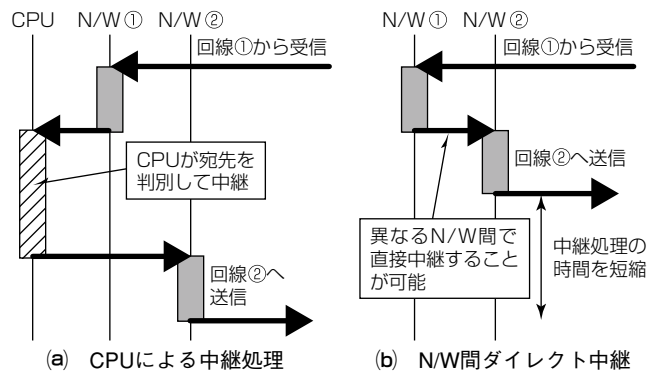


図8. 中継処理の流れ

RJ71EN71は、ユニットがN/Wの構成を認識して、中継に必要な情報(ルーティングテーブル)を自動的に設定する“自動ルーティング機能”を搭載することで、ルーティングパラメータ設定不要で異なるN/W間の通信を可能とした。

自動ルーティング機能の実現方法を次に示す。

(1) ルーティングテーブルの自動作成

電源投入時又はN/Wの構成に変化があった場合、ユニットが自局に接続されたN/Wの情報をルーティングテーブル(経路情報のリスト)に自動的に登録する。このとき2つ以上のN/Wと接続された局が中継局と認識される(図5)。

(2) ルーティング情報の自動配信

ルーティングテーブルの自動作成・自動更新時に、中継局のユニットは自局で中継可能なN/Wの情報(ルーティング情報)を自N/Wに対して送信する(図6)。

(3) ルーティングテーブルの自動更新

ルーティング情報を受信した局は、自局のルーティングテーブルを更新する(図7)。

以降、中継局のルーティングテーブルが更新されなくなるまで(2)~(3)を繰り返す。

自動ルーティング機能によって、パラメータ設定不要で異なるN/W間の通信が可能になるため、N/Wの構成を意識することなく、簡単に通信することが可能になる。また、ケーブルの異常などによって通信経路が切断されても、別の経路で通信が可能な場合は、自動的にルーティングテーブルを更新して通信を継続することができるため、システム

の稼働率を向上させることが可能である。

3.3 N/W間ダイレクト中継機能

異なるN/W間で通信を行う場合、中継処理を行う必要がある。中継処理では、通信データの宛先を判別する処理が必要となるが、従来は宛先の判別に必要な経路情報をN/Wユニットが取得する仕組みがなかったため、中継局のCPUが中継処理を行っていた。そのため、通信の性能は中継局のCPUのスキャンタイム(顧客が作成したラダープログラムの処理時間などを含む)の影響を受けていた。

RJ71EN71は自動ルーティング機能によって、経路情報を取得可能なため、CPUを経由せずに、N/Wユニット間(又はユニット内部)で直接通信データの中継することで、異なるN/W間の中継処理を高速化した。図8に中継処理の流れを示す。

N/W間ダイレクト中継によって、中継処理を高速化するだけでなく、CPUの負荷が軽減することによってスキャンタイムが短縮される。これによって、システム全体が高速化し、生産性を向上させることが可能である。

4. む す び

今回開発したCC-Link IE内蔵Ethernetユニット“RJ71EN71”は、N/Wを組み合わせた場合の使い勝手の向上を目的として、3つの新機能を実装した。今後も顧客満足を第一に考え、より良い製品を提供できるように開発に取り組んでいく。