

FAネットワークにおけるスレーブ間通信方式の提案

辻村 達徳[†] 長川 大介[†]
 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所[†]

1. はじめに

FA (Factory Automation) ネットワークは、産業機器の制御において制御情報を通知するためのネットワークであり、一般的に1台のマスタと複数台のスレーブで構成される。マスタは制御の命令を指令としてスレーブに与える。またスレーブはマスタからの指令に従って産業機器を制御し、制御の結果を応答としてマスタに返す。以上の通信は一定の周期 (以下、通信周期) で行うことを基本とし、通信周期が短い程、制御情報を通知する頻度が高くなり、高精度な制御を実現できる。

FA ネットワークの通信には、上述したマスタ-スレーブ間通信の他にスレーブ間通信がある。スレーブ間通信は、全スレーブが応答を自局以外のスレーブに対して送信することで、マスタ-スレーブ間通信で行う産業機器の制御の精度を更に高めるための通信である。

従来のスレーブ間通信は、マスタを経由して行う。これにより、マスタの通信量はスレーブ間通信を行わない場合と比べて増加し、結果、マスタの通信時間が長くなり通信周期が増加する。

これに対して、提案するスレーブ間通信は、マスタを経由せずに行う。結果、マスタの通信時間は長くないため、通信周期は増加しない。

2. 想定するFAネットワーク

本稿で想定するFAネットワークを説明する。

まず本稿で扱うネットワーク構成を図1に示す。Mはマスタ、S1~S3はスレーブでありライン型の構成とする。また各機器間は全二重通信とする。



図1 ネットワーク構成

続いて図1におけるマスタ-スレーブ間通信の通信シーケンスを図2に示す。Mは指令のデータ (以下、指令データ) D3~D1をS1に送信し、S1とS2は自身宛の指令データD1とD2を除きながら末端のS3まで送信する。またS3は自局の応答のデータ (以下、応答データ) D3'をS2に送信し、S2とS1は自局

の応答データD2'とD1'を加えながら応答データをMまで送信する。以上のデータの送受信をマスタとスレーブ間では一定時間ごとに繰り返す。この一定の時間間隔を通信周期と呼ぶ。

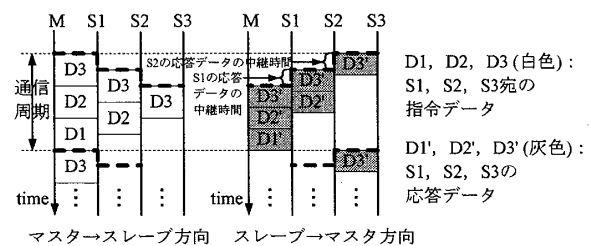


図2 マスタ-スレーブ間通信 通信シーケンス

図2において、通信周期は、MからS1への指令データD3~D1の送信時間、またはS1及びS2の応答データの中継時間とS1からMへの応答データD3'~D1'の送信時間の合計となるが、どちらの時間が長くても、後述する提案方式の効果は変わらない。よって本稿では、通信周期をMからS1への送信時間と仮定して以降の説明を行う。

尚、通信時間は送信するデータ長と通信速度Trの除算で算出できる。図2の通信周期を算出すると、通信周期はMから指令データD3~D1 (指令データの合計長をDcとする)を送信する時間なので、 Dc/Tr で表せる。

3. 従来方式

従来方式によるスレーブ間通信実施時の通信周期を説明する。その通信シーケンスを図3に示す。まずMは、1つ前の通信周期に受信した各スレーブの応答データD3'~D1'とマスタ-スレーブ間通信の指令データD3~D1を順に送信する。次に各スレーブは、Mより送信された応答データを受信すると自局宛の応答データを読み出し、応答データを次のスレーブに送信する。これをS3まで繰り返すことでスレーブ間通信を行う。以上のように、マスタはマスタ-スレーブ間通信の指令データを送信する前に、1周期前に得た各スレーブの応答データを送信するため、マスタ-スレーブ間通信に比べ

Proposal of the Communication between Slaves in FA Network

[†] Tatsunori Tsujimura, [†] Daisuke Osagawa

[†] Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

て通信周期が長くなる。

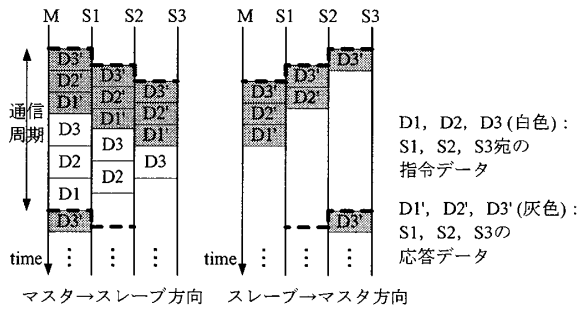


図3 スレーブ間通信 通信シーケンス (従来方式)

このときの通信周期を算出する. M と $S1\sim3$ の通信時間の内, 送信するデータ長の合計が最長である M から $S1$ への通信時間が最大であり, この時間が通信周期に相当する. この通信時間は M からの指令データ $D3\sim D1$ 及び応答データ $D3'\sim D1'$ (応答データの合計長を D_s とする)を送信する時間である. 以上より通信周期は $(D_c+D_s)/Tr$ で表せる.

4. 提案方式

提案方式によるスレーブ間通信実施時の通信周期を説明する.

提案方式では通信開始前に次の動作を準備として行う. 各スレーブ $S1\sim S3$ は, 受信する指令データ $D3$ を, 前もって送信する応答データの後に続けて送信できるように, 応答データの送信開始時刻を算出して記憶する.

続いてスレーブ間通信のシーケンスを図4に示す. まず $S2$ は, 応答データの送信開始時刻になると応答データ $D2'$ を $S3$ に送信する. 次に $S1$ も $S2$ に対して同様の動作をする. 更に $S2$ は $S1$ から受信する応答データ $D1'$ を, 送信中の自局の応答データ $D2'$ の後に結合して送信する. またマスタは, 指令データの送信開始時刻になると指令データ $D3\sim D1$ を $S1$ に送信する. $S1$ は, 受信する指令データから自局宛の指令を消去して, $S1$ が送信していた応答データ $D1'$ に指令データ $D3, D2$ を結合して $S2$ に送信する. $S2$ は $S3$ に対して同様の動作をする. 尚, スレーブからマスタ方向の通信は, マスタ-スレーブ間通信と同様である.

以上のように, 従来方式がスレーブ間通信の応答データを M から送信するのに対して, 提案方式では $S1$ から応答データを削除した自局宛の指令データの空き帯域により $S2, S3$ に送信する.

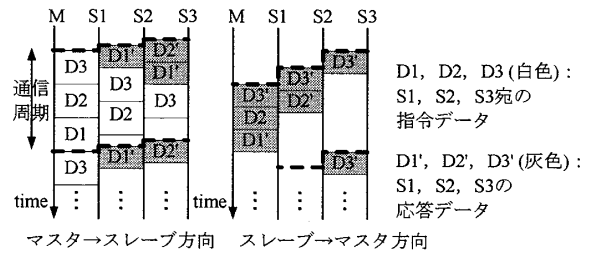


図4 スレーブ間通信 通信シーケンス (提案方式)

このときの通信周期を算出する. M と $S1\sim3$ の通信時間の内, 送信するデータ長の合計が最長である M から $S1$ への通信時間が最大であり, この時間が通信周期に相当する. この通信時間は M から $S1\sim3$ 宛の指令データを送信する時間である. 以上より通信周期は D_c/Tr で表せる.

5. 比較評価

提案方式の効果を示すため, 各方式の通信周期の比較をして効果の検証をする.

まず2~4章で算出した各通信方式の通信周期を表1に纏める.

表1 各通信方式の通信周期

通信方式	通信周期
マスタ-スレーブ間通信	D_c/Tr
従来方式	$(D_c+D_s)/Tr$
提案方式	D_c/Tr

表1より, 従来方式はマスタ-スレーブ間通信の通信周期よりも増加しているが, 提案方式の通信周期は増加していないことがわかる. 従来方式では, マスタ及び各スレーブはスレーブ間通信の応答データをマスタ-スレーブ間通信の指令データに加えて送信するため, 通信周期が増加する. 一方, 提案方式では, 各スレーブはスレーブ間通信の応答データを, 削除した自局宛の指令データの空き帯域により送信するため, 通信周期は増加しない.

6. おわりに

本稿では, 通信周期を増加させずにスレーブ間通信を行う通信方式について述べた. 本方式によりスレーブの制御を従来よりも高精度に行える.

参考文献

[1] 吉田, “モータ制御用シリアル通信装置”, 特開2008-029161号公報.