

通信路の多重化に基づく民生機器を用いた 産業イーサネットの構築法に関する検討

日大生産工 (学部) 河野 翔太
日大生産工 新井 雅之

1. はじめに

産業イーサネットでは, 生産効率化の集中管理や機器制御の高精度化などにより, 通信する情報量が急増するためリアルタイム性(時間確定性)と信頼性が必須である[1]. 既存の機器を流用する場合には, 問題が生じる.

本稿では, 民生用機器を用いた産業イーサネット構築のために, 通信路の多重化に基づく手法を提案する. 提案手法では, 優先度の高い通信は専用の回線を用いて転送する. Arduino により提案手法を実装し, 動作確認を行った.

2. 産業イーサネット

産業イーサネットの主な通信方式は(a)IP フレームベース, (b)イーサネットフレームベース, (c)専用イーサネットに分類できる[2]. 図1に産業イーサネットの各分類におけるプロトコル階層を示す. IP フレームベースの方式では, 既存の UDP をトランスポート層として用

いる. そのため民生機器による実装が可能である. しかし, UDP を用いるため通信速度が遅く, 他の通信方式と比較してデータ容量が少ない. 代表的な方式として EtherNet/IP などが挙げられる [3].

イーサネットフレームベースの方式では, データリンク層としては, 既存のイーサネット用いるが, より上位層では, 独自のプロトコルを用いる. (a)の IP フレームベース方式と比べて高速な転送が可能である. 産業イーサネットの通信方式の例として, PROFINET IO などが挙げられる [2].

専用イーサネットの方式では, データリンク層も含めて独自である. そのため, TCP/IP メッセージ (IP フレーム) を送受信するためのゲートウェイが必要である. また, 独自プロトコルにより高速な通信処理を実行するために ASIC または FPGA 化が必要である. 代表的な例として EtherCAT などが挙げられる[3].

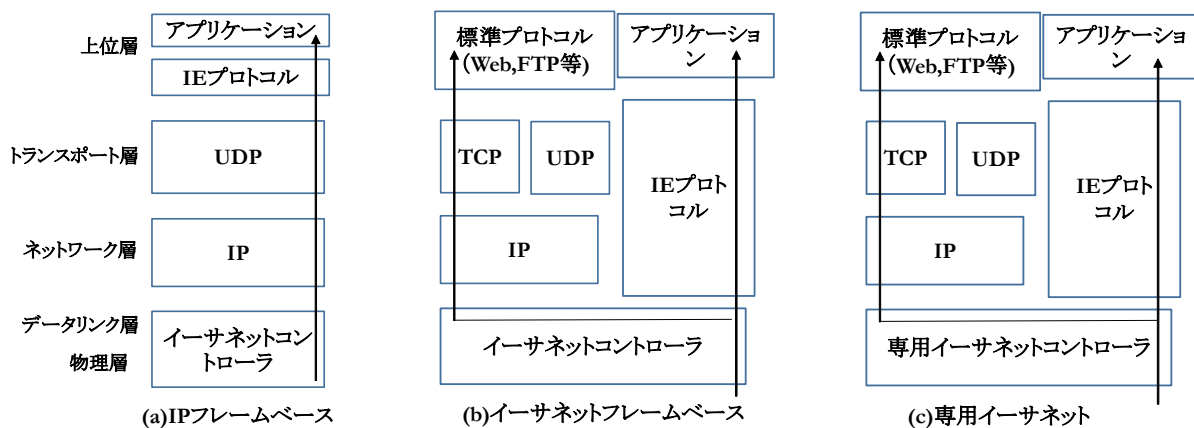


図1.産業イーサネットのプロトコル

Study on Implementation of Industrial Ethernet with COTS products by Channel Multiplexing

Shouta KOUNO and Masayuki ARAI

3. 提案手法

民生機器を用いたイーサネットでは、IP フレームベースを用いるためリアルタイム性と信頼性が必須である。しかし、既存の機器を流用する場合は、問題が生じる。本稿では、民生機器を用いて構築した産業イーサネットのリアルタイム性の確保と信頼性の向上のために、通信路の多重化に基づく手法を提案する。図2に提案手法の概念図を示す。民生機器をクライアントとして用いてネットワークを構築し、通信路の2重化を行う。優先度の高い通信は専用の回線を用いて転送する。優先度の低い通信は一般の回線を用いて転送するので、他のネットワークでも通信が可能である。

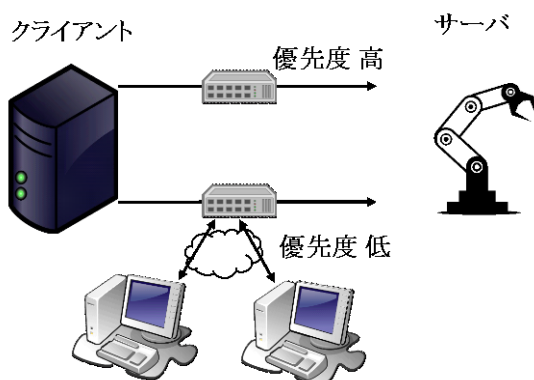


図2. 提案手法の概念図

4. 提案手法の実装と動作確認

提案手法で用いる民生用機器として、Arduinoを採用し、実装実験を行った。図3に作成したシステムの構成図を示す。点線で囲まれた2個のArduinoを1個のクライアントとして、優先度の異なる2種類のデータを別々のルートを用いて転送する。2個のArduinoは、それぞれイーサネットシールドを搭載し、LANケーブルを用いて通信を行う。PC1はArduino1のプログラムの書き込みを行い、PC2はArduino2のプログラムの書き込みを行う。入力はArduinoに接続したボタンを用いて行う。ボタン1を押した際はPC3にデータ2が送信され、ボタン2を押した際にPC2にデータ1を送信される。PC2、PC3上で、Network Monitorを実行し、動作を確認した。図4、図5にPC2、PC3におけるキャプチャの結果を示す。2重化されたネットワークそれぞれでの通信が確認できた。

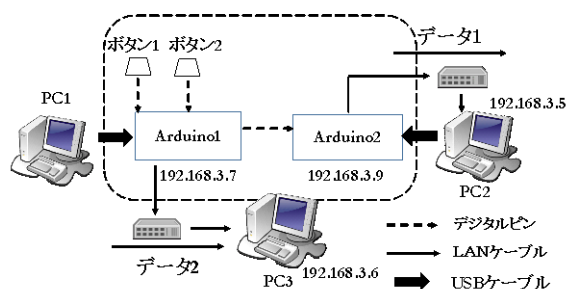


図3. Arduino通信による構成図

Frame Number	Time Offset	Source	Destination	Description
8	6.7968861	192.168.3.9	192.168.3.5	UDP:SrcPort = 50000, DstPort = 60000, Length = 12
11	6.7996207	192.168.3.5	192.168.3.9	UDP:SrcPort = 60000, DstPort = 50000, Length = 12
12	7.2973858	192.168.3.5	192.168.3.5	UDP:SrcPort = 50000, DstPort = 60000, Length = 12
13	7.2992998	192.168.3.5	192.168.3.9	UDP:SrcPort = 60000, DstPort = 50000, Length = 12
21	21.3047671	192.168.3.9	192.168.3.5	UDP:SrcPort = 50000, DstPort = 60000, Length = 12

図4. PC2動作確認

Frame Number	Time Offset	Source	Destination	Description
3	3.2413520	192.168.3.7	192.168.3.6	UDP:SrcPort = 45000, DstPort = 55000, Length = 11
6	3.2436412	192.168.3.6	192.168.3.7	UDP:SrcPort = 55000, DstPort = 45000, Length = 11
14	19.9388991	192.168.3.7	192.168.3.6	UDP:SrcPort = 45000, DstPort = 55000, Length = 11
15	19.9401214	192.168.3.6	192.168.3.7	UDP:SrcPort = 55000, DstPort = 45000, Length = 11

図5. PC3動作確認

5. まとめ

本稿では、通信路の多重化に基づく民生用機器を用いた通信手法を提案し、動作確認を行った。今後の課題として、優先度に基づく通信の自動振り分けの実装および評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 元吉 伸一, "エムエスツデー, "2006年, <http://www.m-system.co.jp/mstoday/plan/serial/2006tale/10/#top>
- [2] 内藤 辰彦, 渡辺 紀, "産業用イーサネット入門, "2009年, <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/40/40861.htm>
- [3] 元吉 伸一, "エムエスツデー, "2011年, <http://www.m.system.co.jp/mstoday/plan/mame2010-2011/1107/>