

# 高速リング型LANでの伝送方式の一検討

4U-1

\* \*  
 浜田 卓志 高橋 正弘

\* ((株)日立製作所 日立研究所)

\*\*  
 岡田 政和

\*\* (同 大みか工場)

1. はじめに

プロセス制御等のFA (Factory Automation)分野において、各所に設置されたプロセスコントローラ間を高速LAN (Local Area Network)で接続した分散型DDC (Direct Digital Control)システムに適用する高効率でリアルタイムなサイクリック伝送方式について検討したので報告する。

2. サイクリック伝送方式

2.1 高速LANの開発

現在我々はトランクネットワーク<sup>1)</sup>と呼ぶ高速のハイブリッドLANを開発している。図1にシステムイメージ、表1にLANの仕様を各々示す。本LANでは発生トラヒックが周期的とバースト的の2タイプの情報を混在収容する事ができる。

この内分散型DDCシステムでは各コントローラが共有メモリを形成する様にし、ローカルなプロセス入出力データを許容応答時間内に他の全コントローラへ同報伝送する。この様に発生が周期的、宛先・情報長が固定、リアルタイム性が厳しいといったトラヒック

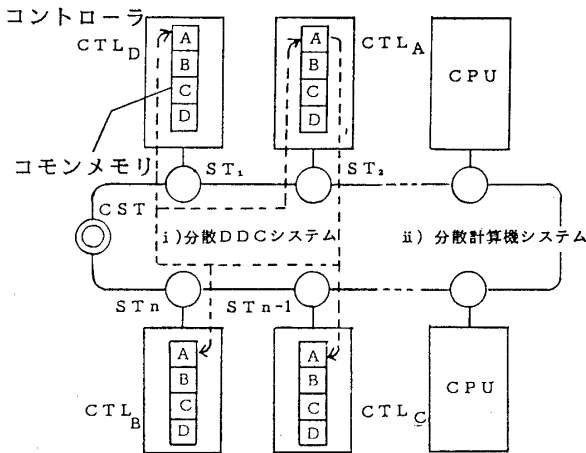


図1. 高速ハイブリッドLANのシステムイメージ

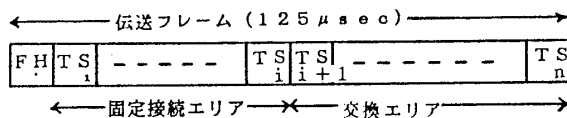


図2. 伝送フォーマット

を扱うには、各コントローラへ伝送チャンネルをあらかじめ固定的に割付け、ある周期で送信を繰り返すサイクリック伝送が適している。

図2は伝送フォーマットで、固定長のタイムスロット群によりフレームを構成している。サイクリック伝送は固定接続エリアを使用する。

2.2 技術課題

図3は各種サイクリック伝送方式のタイムチャート例で、縦軸にステーション位置、横軸に時間をとっている。説明を簡易にする為次の様な場合を示す。

- ・コントローラ、ステーション数とも4台
- ・送出データ量は各コントローラで同一
- ・データはサイクリック伝送のみ
- ・伝送周期：1 msec
- ・リング周回遅延時間：0.25 msec

方式Aはリング周回遅延時間を伝送周期と等しくするので高い伝送効率を得られるが、必要とする複数の周期毎に遅延調整機能が必要となる。

方式Bはリングを2周回する伝送チャンネルを用いるので効率は半減するが、遅延調整は不要とできる。

表1. TRUNK NETWORK仕様

Item	Properties
Network Topology	Ring (dual)
Bit Rate	32 / 100Mbit/s
Transmission Line	Optical Fiber Cable
Node Separation	Max. 2km (4km in case of bypass)
Number of Nodes	Max. 255
Communication Functions (Access Method)	Packet Comm. / Cyclic Comm. (Slotted) / (PA-TDMA)
RAS Functions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optical Bypass</li> <li>• Ring Back / Switch</li> <li>• Multiple Master Back Up</li> <li>• Ring Health Check</li> <li>• Network Supervisor</li> </ul>
Connected Equipment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer (HIDIC V90)</li> <li>• Controller (HISEC-04M)</li> <li>• Process Control Devices</li> </ul>

Pre Assigned-Time Division Multiple Access method for High Speed Ring LAN  
 Takuji Hamada, Masahiro Takahashi, Masakazu Okada

\*Hitachi Research Laboratory, \*\*Omika Works Hitachi, Ltd.

従ってサイクリック伝送での技術課題は周期毎の遅延調整が不要で、かつ伝送効率を高くできる伝送方式を開発する事である。

### 3. 高効率サイクリック伝送方式

#### 3.1 提案方式

提案方式(図3の方式C)では各コントローラのコモンメモリへの割り付けに制約(もしくはアドレス変換機能)が必要になる。これは2.2節の2方式ではなかった事で、具体的にはリングでの物理的な接続順にコモンメモリ内のエリアを割り付ける事になる。本制約により遅延調整なしで、かつ伝送チャンネル間の衝突は防止できる。伝送効率はトークンパスと類似するがリングのアクセスは固定割り付けと簡略化しているので、バイパス、伝送路切り替え、リングバック、マスタ局移行等の網構成変化には各コントローラで送受信チャンネル再設定等の対応が必要となる。

#### 3.2 性能評価

各方式について伝送効率(E)を求める。なお伝送効率は1周期中でのデータ転送に使用できる時間の割合と定義する。

・方式A  $E = 1$

・方式B  $E = \frac{[D/L]m + p}{F/L} \quad (D \leq \frac{F}{2}, m \neq 0, n = 1)$

$$= \frac{[D/L]m}{F/L} \quad (D \leq \frac{F}{2}, m \neq 0, n = 0)$$

$$= \frac{P}{F/L} \quad (\frac{F}{2} < D \leq F, m = 0, n = 1)$$

$$= 0 \quad (D > F, m = 0, n = 0)$$

・方式C  $E = \frac{F/L - [D/L]}{F/L}$

ここで  $F$ : 伝送周期 (sec)

$L$ : フレーム長 ( $125 \times 10^{-6}$  sec)

$D$ : リング周回遅延 (sec)

$[ ]$ : 切り上げ

また  $m, n, p$  は次式を満足する整数 ( $n = 0, 1$ )

$$F/L = 2 [P/L]m + [D/L]n + p$$

$F$  を  $2 \times 10^{-3}$ 、 $16 \times 10^{-3}$  とした場合を図4に載せる。

その結果提案方式(C)は  $D$  の増加に応じてほぼニアに効率が減少する傾向を示し、 $D \ll F$  なら十分その特徴が活かせる事がわかった。

### 4. まとめ

高速リングLANで分散型DDCシステムをサポート可能なサイクリック伝送方式について検討した。その結果各コントローラの送出順序をリングの接続順に割り付ける方式を提案し、リアルタイム性と高効率伝送を同時に満足できる事を示した。

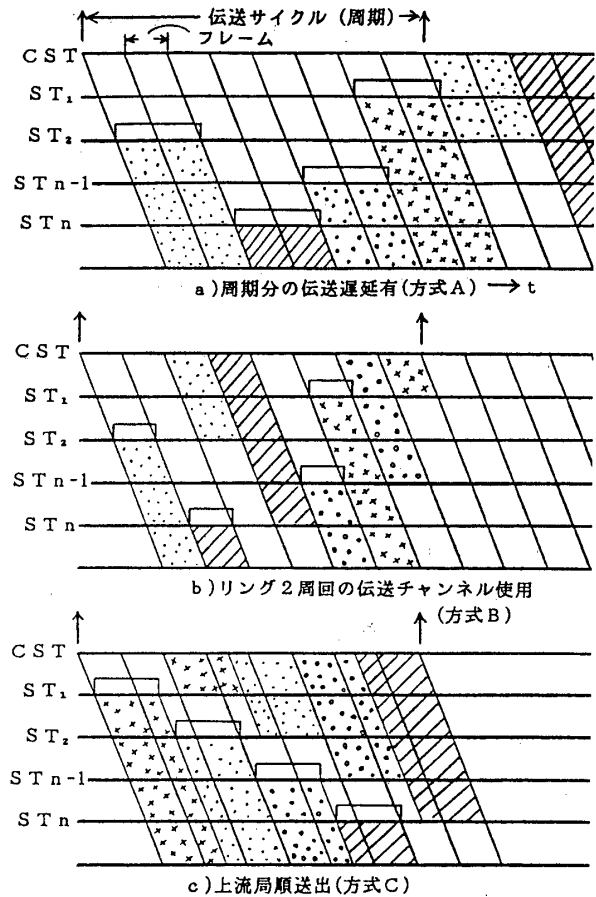


図3. 各種サイクリック伝送方式タイムチャート

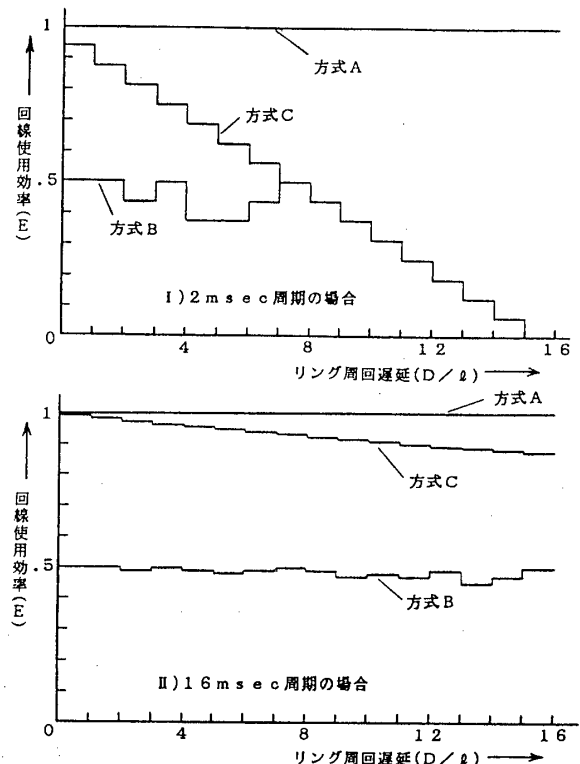


図4. 各種サイクリック伝送での回線使用効率比較

#### 参考文献

- 1) 浜田 他、信学技法IN85-28