

# ネットワークにおける多重/並列 転送方式の性能比較

坂本康治、 鈴木基史、 岡田義邦  
電子技術総合研究所

### まえがき

ネットワークの性能・信頼性の向上を計る手段として、同一性質の複数のバスを使用する方式が挙げられる<sup>(1)</sup>。この典型的な方式として、各ネットワークを独立したバスとして使用する多重型と、複数のバスを同時に一つの送信者が使用する並列型が挙げられる。ここでは、多数のチャンネルを容易に構築できる、当所で開発中の放送型光バスをモデルとして、これらの性能上の得失を論ずる。

### 光バスの転送方式

光バスのデータ転送方式として、本論文では、一つのノードに全てのチャンネルを割り当てる並列型と、一つのノードに一つのチャンネルを割り当てる多重型の二つをとりあげ、これらの中間のものは考察の対象としない。また、アクセス制御方式は、データ・チャンネルを使用するか否かにより、独立型と付加型に分類する(表1参照)。

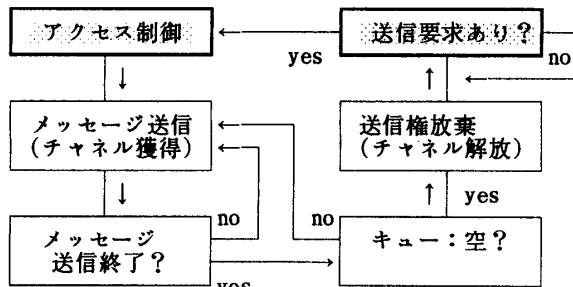
ネットワークの転送形態は、<データ転送方式、アクセス制御方式>の対を用いて、

- ①タイプⅠ：<並列型、独立型>
- ②タイプⅡ：<並列型、付加型>
- ③タイプⅢ：<多重型、独立型>
- ④タイプⅣ：<多重型、付加型>

のように示す(図1参照)。

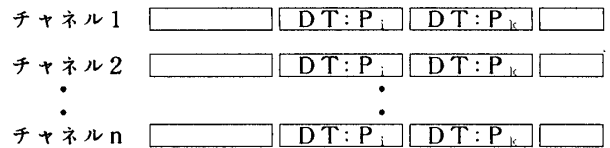
表1 データ転送方式とアクセス制御方式

データ転送方式	アクセス制御方式
並列型	独立型
多重型	付加型

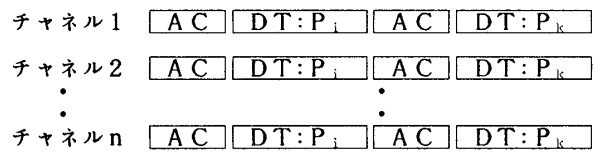


(a)一括割当て方式の制御フロー

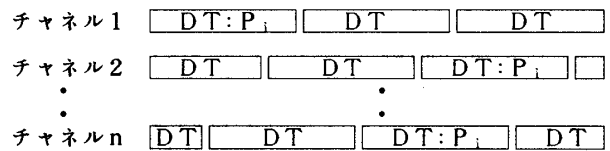
### 《タイプⅠ》



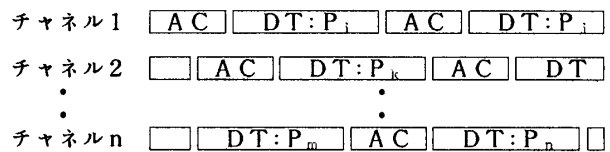
### 《タイプⅡ》



### 《タイプⅢ》

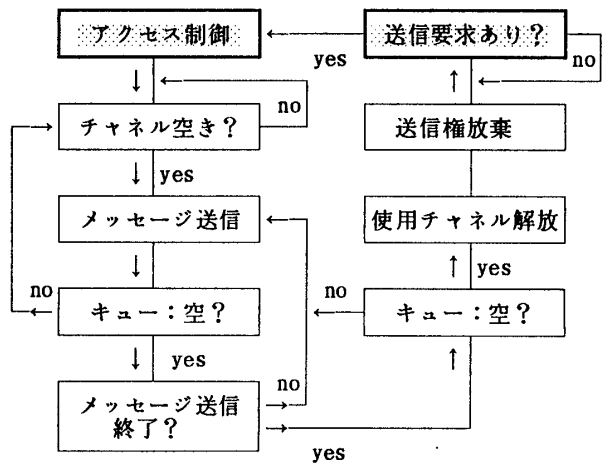


### 《タイプⅣ》



P<sub>i</sub>:ノード名, AC:アクセス制御, DT:データ転送

図1 各方式におけるチャンネルの割当て状況



(b)個別割当て方式の制御フロー

### チャンネル割当て方式

チャンネル割当て方式には、各タイム・スロットで一つのノードに全てのチャンネルの使用権を与える一括割当て方式と、特定のチャンネルに限定する個別割当て方式が考えられる。各方式の制御フローを、図2(a)と(b)に示す。

### 待ち行列モデル

バス・システム全体へのメッセージ送信要求の到着時間分布、および1チャンネルの転送処理時間分布をポワソン分布とし、到着率とサービス率を $\lambda$ と $\mu$ で示す。サービス率は、転送方式やチャンネル割当て方式によって異なりそれぞれ

- ・多重型(個別割当て:各ノードに1チャンネルのみ)

$$: \mu (1 - \text{ovh}_m)$$

- ・並列型(一括割当て) :  $c \mu (1 - \text{ovh}_p)$

となる。ここで、 $c$ はチャンネル数、 $\text{ovh}_p$ と $\text{ovh}_m$ は転送のオーバーヘッドを示す係数で、 $0 \leq \text{ovh}_p, \text{ovh}_m < 1$ である。オーバーヘッド係数はメッセージ長が大きくなるほど、また転送に付随する処理が少ないほど0に近い値をとる。

### 並列方式と多重方式の性能比較

性能の指標としては平均待ち時間 $W$ を使用し、比較の際にはその比を用いる。待ち時間は、多重転送方式については $W(c, \mu, \rho)$ で、並列転送方式については $W(1, c\mu, \rho)$ で示すことにする。 $\rho = \lambda / (c\mu)$ は全チャンネルにかかる負荷である。

オーバーヘッドが無視できる場合には、図3の実線で示すように並列型が性能的に優れていることが分る。すなわち、

タイプI > タイプIII, タイプII > タイプIV

(“>”は左辺がより優れていることを示す)

そこで以下では、多重型に対する性能上の優位性を保つために、並列型にはどの程度のオーバーヘッドが許容されるかという観点から考察を進める。簡単のため、 $\text{ovh}_m \ll \text{ovh}_p \ll 1$ の場合に限定し、 $\text{ovh}_p - \text{ovh}_m$ を $\text{ovh}$ で表わすことにする。この結果、多重型のサービス率は $\mu$ 、並列型のサービス率は $c\mu \times (1 - \text{ovh})$ で近似できる。

オーバーヘッドを入れて、待ち時間比を計算すると図3の一点鎖線および破線のようになる。図より並列型の性能は重負荷時に急激に下がり、1以下になることが分る。両者の性能を等しくする $\text{ovh}$ を、臨界係数と呼び $\text{ovh}_c$ で示す。

臨界オーバーヘッド係数 $\text{ovh}_c$ と $\rho$ の関係を図4に示す。ただし、仮定により1に近いところの $\text{ovh}_c$ の値はあまり正確ではない。図より、 $c \geq 10$ では $\rho \approx 0.9$ でも $\text{ovh}_c$ がほぼ0.1になることが分る。すなわち、チャンネル数が10以上のネットワークでは、多重型に比べて10%程度余分のオーバーヘッドがあっても、並列型の方が性能的に有利であることが分る。

### まとめ

光バスを例にして、並列転送方式と多重転送方式の性能について検討を行い、前者がその優位性を保つために許容されるオーバーヘッドについて考察した。

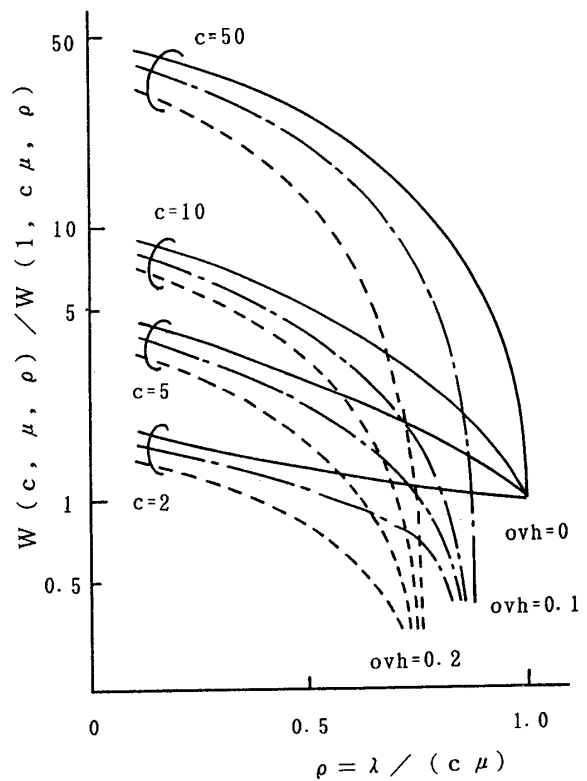


図3 平均待ち時間比  $W(c, \mu, \rho) / W(1, c\mu, \rho)$  と負荷  $\rho$  の関係.  $W(c, \mu, \rho)$ : サービス率  $\mu$  のサーバー  $c$  台が処理したときの平均待ち時間

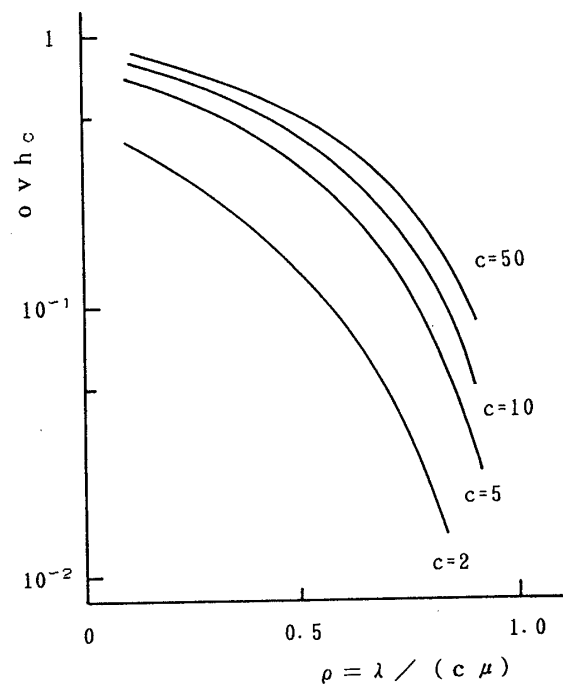


図4  $W(c, \mu, \rho) / W(1, c\mu, \rho) = 1$  となる臨界オーバーヘッド係数  $\text{ovh}_c$  と負荷  $\rho$  の関係