

# 列車内情報サービス提供システムの車両間通信方式

辰巳 尚吾<sup>†</sup> 遠藤 義雄<sup>‡</sup>

三菱電機株式会社<sup>†</sup>

## 1. はじめに

列車内情報サービスに既存の IP 通信応用技術を活用するために、IP 通信可能な列車の車両間通信ネットワークの実現が不可欠である。IP 通信応用技術の適用により列車内情報サービスの質・種類ともに大幅に向上できると考えられる。

列車は、乗客の利用状況に応じて固定編成を単位として併合・分割して運用されるが、併合時に通信媒体を接続するだけでは、編成間に同一の IP アドレスの端末が存在すると正常に通信を継続できないという問題が発生する。このような場合に通信端末の IP アドレスを設定しなおす方法も考えられるが、設定を変更している間は通信を継続できないという問題がある。

編成ごとにすべて異なる IP アドレスを割り当てて運用する方法では、IP アドレス空間の小ささにより利用可能な編成数が限定されることや、アドレス管理の複雑さが問題となる。

編成を構成する通信端末の IP アドレスが、編成ごとに同一であることが、車両の製造、管理、保守の面で望ましいと考えられる。本稿では、このような IP アドレス付けされた編成を併合しても、それまで編成内で行われていた通信を継続し、かつ、新たにネットワークに接続された通信端末と編成を跨いで通信を可能とする方法について提案する。

## 2. IP 通信可能な車両間通信

図 1 に編成内のネットワーク構成を示す。各車両には通信中継装置(以下ノードと記す)が設置される。ノードは、隣接する車両のノードと接続される 2 つの車両間通信インターフェース(以下インターフェースを IF と記す)と、車両内通信ネットワークと接続される車両内通信 IF で構成され、これらの IF 間でパケットを中継する。車両間の通信は、電気的なノイズや、引っ張り・ねじれといった、列車特有の環境条件を考慮したシステムでなければならぬので、このような構成をとる必要がある。

各ノードの通信中継処理部のプロトコル階層を図 2 に示す。各ノードは、ノードを識別するためのノード番号を持ち、ノード間通信処理層は宛先 IP アドレスから一意に決定される宛先のノード番号にパケットを配送する。この際、編成内のノードの接続関係を元に作成された編成内経路情報を用いて目的のノードに到達するための出力先となる車両間通信 IF を決定し、パケットを出力する。宛先のノードでは、IP 層にパケットを受け渡し、IP 層が目的の通信端末に対してパケットを配送する。このプロトコル階層により、編成内の IP ネットワークは、図 3 に示すように、各車両の車両内ネットワークが、IP ルータとして機能するノードを介して単一の車両間通信ネットワークに接続された構成となる。

各ノードは、車両間通信ネットワーク側と、車両内ネットワーク側との 2 つの IP アドレスを持つが、これらはそれぞれノード番号と 1 対 1 にマッピングできる。従って以下ではノード間通信処理層の処理内容を議論の対象とする。

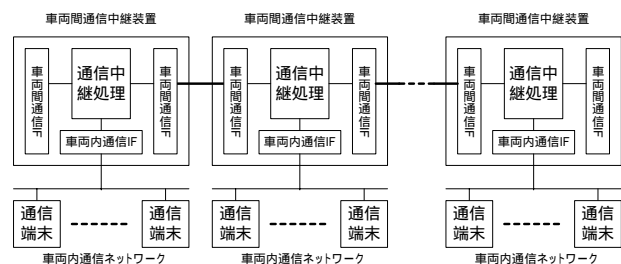


図 1 編成内のネットワーク構成

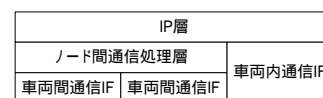


図 2 各ノードのプロトコル階層

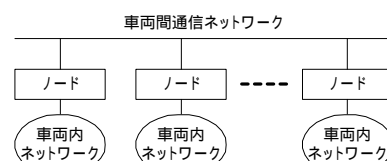


図 3 車両間通信の IP ネットワーク

A method of communications between cars for train information service systems

<sup>†</sup>Shougo Tatsumi, <sup>‡</sup>Yoshio Endo

<sup>†</sup>Mitsubishi Electric Corporation

### 3. 相対編成番号によるアドレス体系

編成併合時のアドレスの重複を考慮した通信システムを構築するために、相対編成番号という概念を導入する。そして、相対編成番号を用いたアドレス体系を用いて通信相手を指定する。

#### 3.1. 相対編成番号

相対編成番号とは、ある編成から見た、他の編成の相対的な位置である。列車内のある方向を正の方向、他の方向を負の方向として定義し、ある編成から見た対象の編成の相対編成番号の符号は対象の編成の存在する方向であり、絶対値は対象の編成に到達するために通過する併合部の数である。また、自編成を表す相対編成番号は 0 である。相対編成番号は、オフセットを加えることにより、すべて 0 以上の値として扱うこともできる。

#### 3.2. 通信相手のノード番号

ノード間通信処理層は、相対編成番号と編成内のノード番号の組で表されるノード番号を用いて通信相手を指定する。このようなノード番号体系は、例えば、相対編成番号を IP アドレスの 2 バイト目、編成内のノード番号を IP アドレスの 3 バイト目というように、一意にマッピングすることができる。

このアドレス体系では、編成内ノード番号が編成間で重複している場合であっても、相対編成番号によって、それぞれを区別することができる。

### 4. ノード間通信処理部の中継処理

ノード間通信処理部は、宛先のノード番号に応じて、(1)出力先の車両間通信 IF の決定(2)アドレスの書き換えの 2 つの処理をこの順に行う。

#### 4.1. 出力先車両間通信 IF の決定

宛先ノードの相対編成番号が自編成を表す相対編成番号である場合、すでに述べた編成内経路情報に基づいて出力先車両間通信 IF を決定する。それ以外の場合は、相対編成番号の符号に基づき出力先車両間通信 IF を決定する。

この方式は、自編成が宛先でないパケットの中継に対して、編成内経路情報を検索する必要がなく、宛先の相対編成番号の符号のみで決定できるため、相対編成番号を用いないアドレス体系において、併合されたすべての編成に存在するノードに対して経路情報を持つ場合と比べて処理負荷が軽減される。

#### 4.2. アドレスの書き換え

ノード間通信処理部は、出力先の車両間通信 IF が、他の編成と接続されている場合のみ、宛先ノード番号と送信元ノード番号の両方を書き換える。出力先の相対編成番号の符号が正の

場合は、相対編成番号から 1 を減じ、負の場合は 1 を加える(図 4)。これにより、宛先ノードの属する編成にパケットが到達すると、パケットの宛先の相対編成番号が 0 となる。送信元ノード番号も書き換えることにより、返信時の宛先ノード番号を正しく得ることができる。

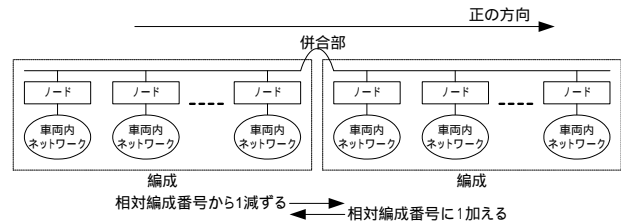


図 4 編成間通信中継処理時のアドレス書き換え

以上の方式により、パケットを目的の編成まで配送した後、目的の編成内で目的のノードまで中継することができる。また、編成間で、編成内ノード番号に重複がある場合であっても、それらを互いに区別でき、併合前後でアドレスを再設定することなく通信を継続できる。

さらに、これらの処理すべてをノードにて行うので、車両内に設置される通信端末は、相対編成番号を用いないアドレス体系における IP スタックと同一機能を備えればよく、既存の IP 応用技術がそのまま適用できる。

### 5. 他の方法との比較

アドレスを書き換えるシステムとして、NAT(Network Address Translator)[1]が知られているが、本稿で提案する方式は、列車のトポロジに合わせて、アドレス書き換え処理を最適化し、書き換え時の表の検索を不要にして処理負荷を軽減している点が特徴である。

### 6. おわりに

相対編成番号を用いたアドレス体系を導入し、編成の併合部でアドレスを書き換えることにより、編成間でアドレスが重複している場合であっても通信を継続できる通信方式について提案した。

本方式により、列車編成の分割・併合に対して列車内情報サービス提供が柔軟に運用できると考える。

### 参考文献

[1]K. Egevang, P. Francis, "The IP Network Address Translator (NAT)", Request for Comments 1631, May 1994