

社会基盤「the Internet」第13話

シンプルな仕組みこそがイーサネット普及の原動力

text: 砂原 秀樹

0と1は信号の変化で表現する

前回よりネットワークインターフェイスの代表例としてイーサネットを取り上げ、そのアクセス方式CDMA/CDと利用される通信メディアについて述べた。今回は、イーサネットにおける「0/1の表現」「宛て先の指定方法」「データの形式」について見ていくことにしよう。

通信システムで重要なことは、情報が正しく相手に届くことである。そのため「0」と「1」という情報ははっきりと区別できる仕組みが必要となる。特に、ネットワークで用いられる電気信号や光信号は遠くへ行くほど弱くなり、外乱つまりノイズの中に埋もれやすくなる。そうした中でも正しく「0」と「1」を認識できる仕組みが必要となってくるのである。

10Mbpsのイーサネットでは、「0」と「1」を表現するのにマンチェスターエンコーディングという形式を用いている(図A参照)。これは、信号の電位(電圧)の高い低いで「0/1」を表現するのではなく、信号の変化によって「0/1」を表現する形式である。つまり、信号の電位が一番高い所から一番低

い所へ変化する場合を「0」、低い所から高い所へ変化する場合を「1」としている。ノイズである小さな変化を取り除き、大きな変化だけを取り出すことで本当の情報だけを読み取ることができるのである。

ところで、このように「0/1」を表現すると000や111など同じ値が続く場合、どのようにするのであろう。最初の値が「1」の場合、一番電位の低いところから一番高い所に変化してしまうので、そのあと「1」を表現するためには、いったん一番低い電位に戻さなければならない。しかし、一番高い電位から一番低い電位に変化する動作は「0」であるはずで、「11」と送ろうとしても「101」となってしまうように思われる。さて、ここで重要となってくるのが10Mbpsというデータを送るスピードである。10Mbpsということは、100ナノ秒ごとに1bitずつ送られてくるということを意味する。そのためある情報を受け取ってから次の情報を受け取るまで100ナノ秒の間隔になるというルールを使うのである。つまり、「1」を送ってから、100ナノ秒になる前に(通常50ナノ秒あたり)いったん一番高い

電位から一番低い電位に変化させておき、100ナノ秒経ったところで、低い電位から高い電位に変化させることで「11」と1が連続する情報を送るようにしている。

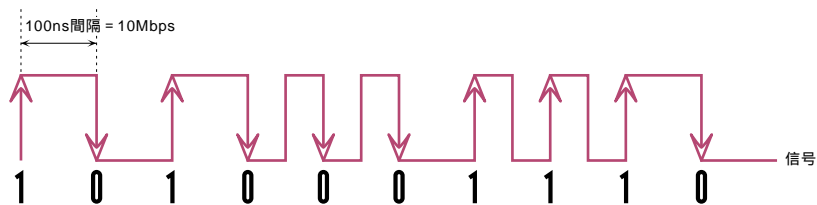
なお、通信メディア中を流れる信号は図1に示したとおりの信号が流れている。このような信号形式(正確には変調方式)をベースバンド変調と呼び、10Base-5などのBaseの部分はベースバンド変調を用いていることを意味している。

宛て先は48bitのアドレスで指定する

イーサネットでデータを送る際には図Bのような形式で送る。これをイーサネットフレームと呼ぶ。最初のPreambleはフレームの一部ではなくフレームが始まる前の準備信号で、「10」の繰り返しである(64bit分なので32回繰り返される)。「10」が繰り返されることで、前述の100ナノ秒ごとにデータを表す変化が繰り返されることとなり、受信側で送信側に歩調を合わせる信号として用いられるのである。

続いて受信側の識別子(DEST)、発信側の識別子(SRC)が続く。イーサネットでは

図A マンチェスターエンコーディング



一定間隔で信号強度の変化によって0と1を表す。信号が低
高で「1」、高 低で「0」なる。信号が大きく変化する部分
を利用するため、ノイズ(小さな変化)に対する耐性が強い。

は、各インターフェイスを区別するため48bitの識別子(イーサネットアドレス: MACアドレスとも呼ばれる)を用いている。前回もお話したとおり、イーサネットの特徴の1つとして、特別な設定をすることなく単に接続するだけで利用し始めることができるという点がある。これは識別子についても同様で、インターフェイスにはあらかじめ識別子が割り当てられており、変更することは原則としてできないようになっている。

しかし、当然同じ識別子を持つインターフェイスが同一のネットワークに接続されていることは困ったことになってしまう。そのため、製造段階で重複のないように識別子が割り当てられるようになっている。イーサネットアドレスは、48bitのうち上位24bitを OUI(Organizationally Unique Identifier)と呼び、ネットワークインターフェイス、またはそれが内蔵されている機器の製造者にIEEEが割り当てることになっている。そして、下位24bitを割り当てられた組織が重なりがないように割り当てていくことで、すべてのイーサネットインターフェイスに重なりがないようにイーサネットアドレスを割り当てることができるようになっているのである。

データは最大長以下の長さに分割する

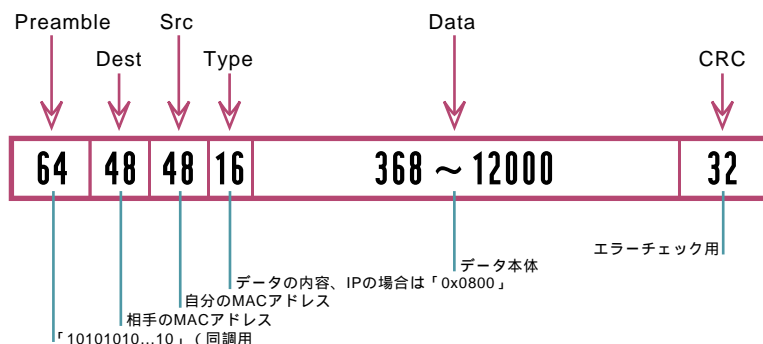
次の「Type」はフレームに格納されたデータの内容を示すもので、通常はIPデータグラムを示す「0x0800」である。続いてデータが格納され、最後にフレームの内容が誤っていないことを確認するための情報であるCRCが続く。ここで重要なのは、格納されるデータには最大長と最小長があることである。イーサネットはあるノードがデータの送信を始めてしまうと、他のノードはデータの送信を行うことができなくなる。したがって、すべてのノードに公平な送信機会を与えるため、最大長が決められている。それ以上のデータを送りたい場合には、新たなフレームを作り、公平に次の送信機会を待つのである。最小長は、どんな場合においても「衝突」を検出できるようにするためのものである(通信メディア全体を信号が埋める最小の長さを定義している)。

前回と今回の話を見てわかるように、イーサネットは非常にシンプルな仕組みで動作しており、かつ、接続するだけで通信を開始できるという取り扱いやすさも備わっている。そのため、インターネットの中心的なネットワークインターフェイスとして活躍するようになったのである。

砂原 秀樹

奈良先端科学技術大学院大学情報科学センター教授。
WIDEプロジェクトボードメンバー。インターネットカーの研究を中心にモバイル/ユビキタスインターネットの研究に従事。

図B イーサネットフレーム



イーサネットフレームの構造は上図のようになり、データ部分のサイズによって全体の長さが変化する。ただし、データ部分は最大でも1500バイト(12000ビット)までという制限がある。



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp