

## Camada Física - Datagrama - Descritivo

Rafael Corsi - rafael.corsi@insper.edu.br

2017

### Datagrama

O objetivo principal de uma rede de comunicações é o de estabelecer um canal de transferência de dados (seja ele analógico ou digital), uma comunicação pode operar como sendo um streaming de dados brutos, sem nenhuma manipulação.

A Fig. a seguir ilustra a transmissão de uma imagem via streaming de dados sem nenhuma manipulação, os pixels da imagem 1 são enviados em sequência e logo após o final da transferência temos o início da transmissão da imagem 2. A imagem ou qualquer outro dado a ser transmitido é chamada de carga útil (carga ou payload).

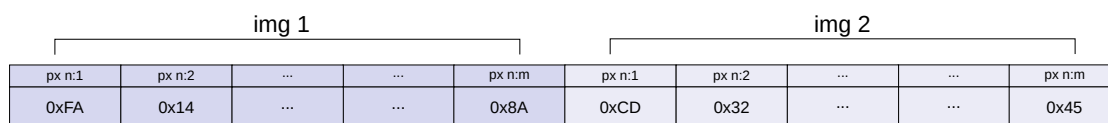


Figura 1: Streaming de dados

No diagrama anterior a imagem 1 transmitida contém  $m$  bytes de dados enquanto a imagem 2 transmitida também contém  $m$  bytes de dados.

Imagine a situação na qual um pixel é perdido na transmissão, como os dados não são encapsulados, a imagem 1 quando for construída terá como parte de seu conteúdo partes da imagem 2, a imagem 2 terá por sua vez conteúdos da imagem 3, como os dados são transmitidos sem nenhum controle não é possível identificar quando um começa e outro termina.

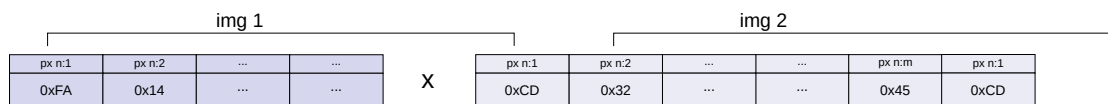


Figura 2: Streaming de dados, perda no pacote

Esse formato de transferência de dados implica em dois problemas :

1. não é possível detectar a perda de dados na transmissão

2. os dados se misturam no caso de erros

**Questão :** - Como fazer com que um canal de comunicação que opera com streaming de dados consiga transferir arquivos (no nosso caso imagens) de tamanhos distintos ?

## Empacotamento

Uma solução para esse problema é o de inserir os dados a serem transmitidos em um “pacote”, um pacote é constituído basicamente por um “cabeçalho” (*head*) e um fim de pacote (*end of packet*, **EOP**), definindo uma “linguagem” de comunicação entre dois pontos onde ambos os agentes da comunicação devem concordar com o formato de transmissão de dados. Com isso é fácil detectarmos o começo e o fim de um novo fluxo de dados.

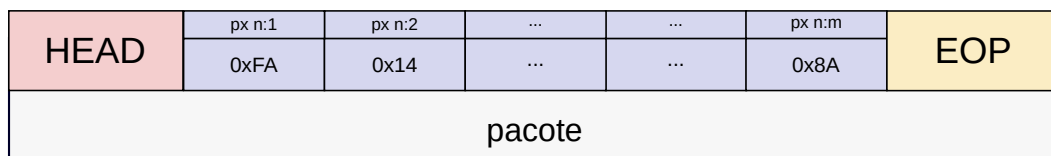


Figura 3: Empacotamento

Agora no caso de perda de dados durante a transmissão, fica fácil de detectar o começo e fim de um fluxo de dados já que estão encapsulados entre duas palavras de controle.

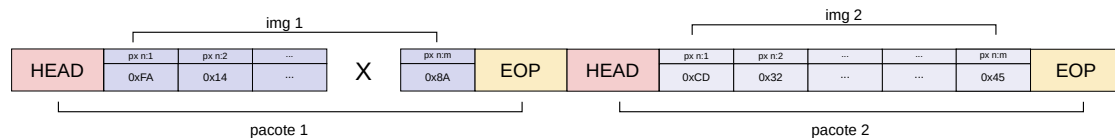


Figura 4: Empacotamento

**Questão :** - O que acontece se a perda de dados ocorrer no HEAD ou no EOP ?

Uma analogia ao pacote seria o de envio de uma carta. Podemos simplesmente enviar as folhas de uma carta de forma avulsa ou enviar-las encapsuladas em um envelope (ou pacote):

No caso do empacotamento, podemos definir uma quantidade qualquer de bytes para compor o HEAD e o EOP, eles podem variar de 1 byte até n v, dependendo somente da especificação do protocolo.

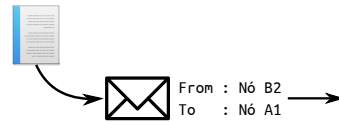


Figura 5: Empacotamento, detalhe.

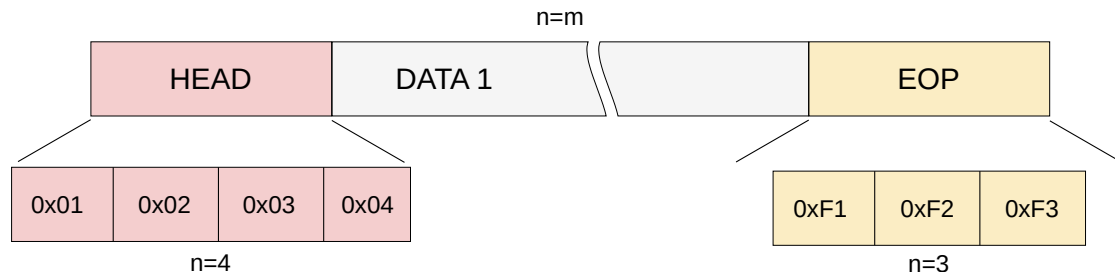


Figura 6: Empacotamento, detalhe.

No pacote definido no exemplo anterior possuímos 4 bytes reservados para o HEAD,  $m$  bytes (sendo  $m$  um número qualquer) para a carga útil (carga ou *pay load*) e 3 bytes para o fim de pacote.

A escolha de como o HEAD e o EOP será composto varia entre diferentes protocolos. O HEAD pode carregar informações extras sobre o pacote, tal como: um contador incrementado a cada pacote; o tipo de dado que o pacote carrega (payload ou comando); endereço de destino do pacote; ... .

**Questão :** - Descreva o pacote que trafega na rede Ethernet, qual o significado de seus campos ? (ethernet frame)

**Questão :** Em qual camada ocorre o empacotamento no modelo OSI e no Internet Model ?

## OverHead

Uma vez definido a quantidade de bytes reservados para a parte de controle do pacote (HEAD e EOP), podemos calcular o *protocol overhead*, que é a razão do tamanho total do pacote pelo tamanho de sua carga útil :

$$OverHead = \frac{\text{Tamano Total}}{\text{Tamano payload}}$$

Supondo para o exemplo anterior que o tamanho do dado fosse de 1024 bytes ( $m=1024$ ), o overhead desse protocolo seria de 1%:

$$OverHead = 1.006 = (4 + 3 + 1024)/1024$$

O Overhead é um fator importante na análise de um protocolo, pois fornece indicações do quanto o protocolo em questão é eficiente, quanto maior o overhead menor será a quantidade de dados efetivos que uma rede está trafegando.

**Questão :** - O que acontece com o overhead do exemplo anterior se o payload for 32 bytes e de 32000 bytes ? (m=32 e m=32000)

**Questão :** - Qual é o OverHead de uma comunicação TCP/IP, porque o mesmo varia ?

### BaudRate

A taxa em bits por segundo que uma rede consegue transmitir bits. A unidade bastante utilizada é bits por segundo (bits per second) : **bps**. Uma comunicação típica entre dois computadores via conexão ethernet pode variar entre 10Mbps (10 milhões de bits por segundo) até 1Gbps (1 Giga bit por segundo).

No nosso protocolo de comunicação, estamos utilizando uma comunicação entre os arduinos de 115200 bits/segundo

**Questão :** - O tempo de transmissão calculado no programa é o mesmo tempo de transmissão teórico ?

### Troughput

Troughput é a definição de quão rápido um dado pode ser enviado em uma rede, o mesmo leva em consideração a taxa de envio (baudrate) o overhead de comunicação devido ao empacotamento e o overhead devido a serialização (iremos ver isso mais para frente).

- Uma rede pode possuir taxas diferentes para download e upload, liste exemplos e explique o porque.

### Byte stuffing

Uma questão que aparece quando definimos as sequências de dados para o HEAD e o EOP (controle), é o se a mesma sequência aparecer como parte dos dados. Imagine a

situação a seguir (com os mesmos HEAD e EOP definidos anteriormente).

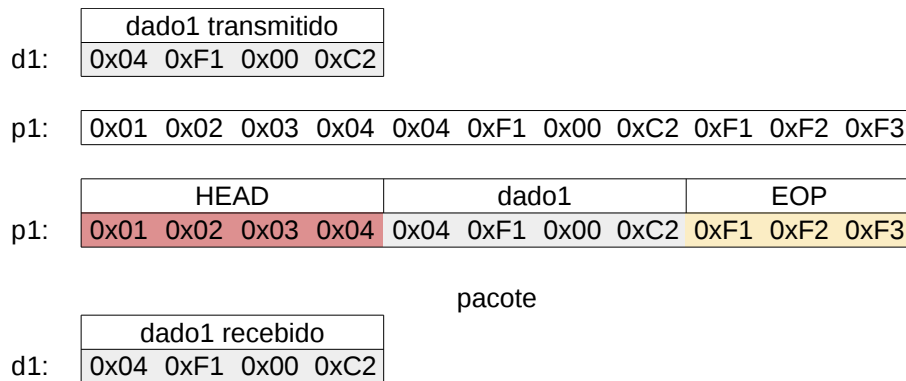


Figura 7: Empacotamento, detalhe.

Nesse caso não existe nenhum problema na detecção da sequência definida como sendo o HEAD e o EOP.

Mas agora Veja a situação a seguir na qual o dado a ser transmitido possui como parte de sua sequência os mesmos valores definidos como sendo de controle (HEAD ou EOP), nesse caso o dado será confundido com os caracteres de controle, como no exemplo a seguir

Nesse caso, o payload a ser transmitido contém a mesma sequência de caracteres definido como sendo uma sequência de controle **EOP** (0xF1 0xF2 0xF3) , o que confundirá o receptor na hora da interpretação do pacote.

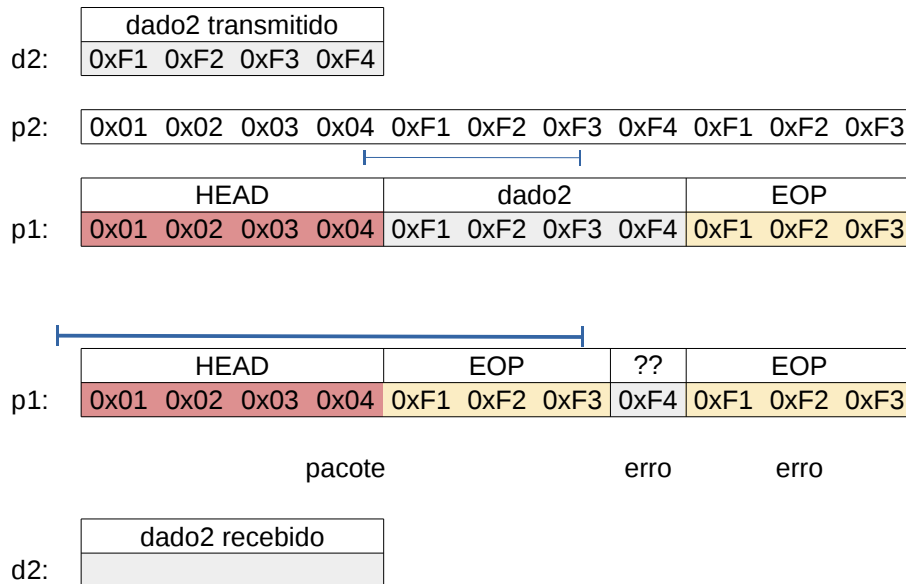


Figura 8: Dados com mesma sequência de controle.

## Solução

A solução para essa questão é o chamado *Byte/bit stuffing*, onde o transmissor transforma os dados substituindo cada byte de controle por uma sequência e o receptor retornar essa sequência para o valor original.

Para isso definimos um carácter especial chamado de ESC (escape), esse carácter será inserido sempre que uma sequência de controle for enviada a fim de alterar o seu conteúdo, como no exemplo a seguir :

ESC : 0x00

Dado : 0xF1 0xF2 0xF3 0xF4  
(original)

Dado : ESC 0xF1 ESC 0xF2 ESC 0xF3 ESC 0xF4  
(stuffing)

Dado : 0x00 0xF1 0x00 0xF2 0x00 0xF3 0x00 0xF4  
(stuffing)

Pacote : 0x01 0x02 0x03 0x04 0x00 0xF1 0x00 0xF2  
(enviado) 0x00 0xF3 0xF4 0xF1 0xF2 0xF3

Dado : 0x00 0xF1 0x00 0xF2 0x00 0xF3 0x00 0xF4  
(recebido)

Dado RX : 0xF1 0xF2 0xF3 0xF4  
(recuperado)

Mas e se o dado a ser enviado for o seguinte :

Dado : 0x00 0xF1 0x00 0xF2 0x00 0xF3 0xF4  
(original)

Como lidamos para ele não ser interpretado na hora da recuperação como :

Dado : ESC 0xF1 ESC 0xF2 ESC 0xF3 0xF4  
(recebido)

Dado : 0xF1 0xF2 0xF3 0xF4  
(recuperado)

Devemos agora inserir um ESC sempre que aparecer um ESC no dado:

Dado : 0x00 0xF1 0x00 0xF2 0x00 0xF3 0xF4  
(original)

Dado

(stuffing) : ESC 0x00 0xF1 ESC 0x00 0xF2 ESC 0x00 0xF3 0xF4

Dado

(stuffing) : ESC ESC 0xF1 ESC ESC 0xF2 ESC ESC 0xF3 0xF4

Dado

(stuffing) : 0x00 0x00 0xF1 0x00 0x00 0xF2 0x00 0x00 0xF3 0xF4

Dado : 0x00 0xF1 0x00 0xF2 0x00 0xF3 0xF4

(recuperado)

**Questão :** O que é bit-stuffing e em qual camada ele atua ?

## Referencias

- [REF-1] : [https://en.wikipedia.org/wiki/Client%E2%80%93server\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Client%E2%80%93server_model) “Wiki client server model”
- [REF-2] : [https://en.wikipedia.org/wiki/Overhead\\_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Overhead_(computing)) “Wiki Overhead”
- [REF-3] : <http://packetpushers.net/tcp-over-ip-bandwidth-overhead/> (TCP/IP Overhead)
- [REF-4] : [https://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet\\_frame](https://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet_frame) (Ethernet Frame)
- [REF-5] : <http://www.ques10.com/p/10736/what-is-bit-and-byte-stuffing-explain-with-examp-1/> (Byte stuffing)