

Kódování signálu

- Obecné schema
- Kódování NRZ (bez návratu k nule)
 - NRZ – L
 - NRZ – S, NRZ - M
- Kódování RZ (s návratem k nule)
- Kódování dvojí fází
 - Manchester (přímý, nepřímý)
 - Diferenciální Manchester

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

1

Úvod do počítačových sítí

Linková úroveň

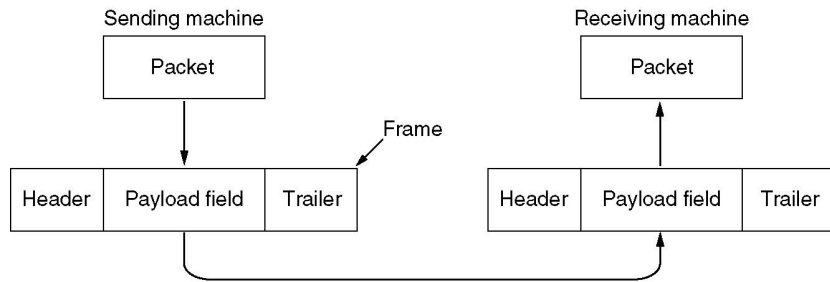
Problémy při návrhu linkové úrovně

- Služby poskytované síťové úrovni
- Zpracování rámců
- Kontrola chyb
- Řízení toku dat

Funkce datové úrovně

- Zajišťuje služby pro síťovou úroveň
 - Vyslání dat
 - Příjem dat
 - Nastavení parametrů přenosu
 - Hlášení neodstranitelných chyb
- Práce s přenosovými chybami (protokoly potvrzování)
- Regulace (řízení) toku dat
 - Pomalí příjemci nesmí být udolání rychlými vysílači
 - Příjemce nesmí zpracovat data, která nebyla odeslána.
 - Vysílač nesmí (?) odeslat data, která nemohou být přijata.

Vytváření rámce



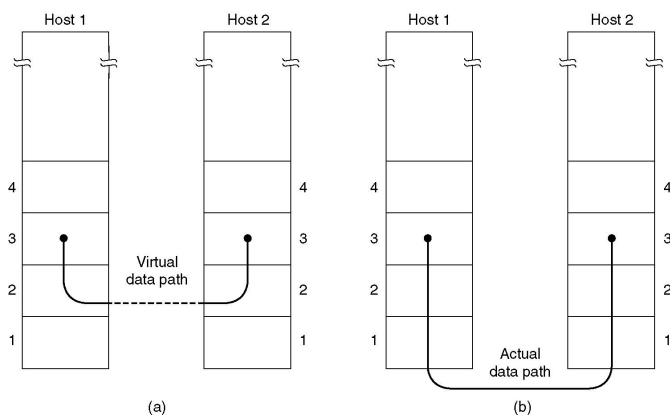
Vztah mezi pakety a rámci.

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

5

Služby poskytované síťové úrovni



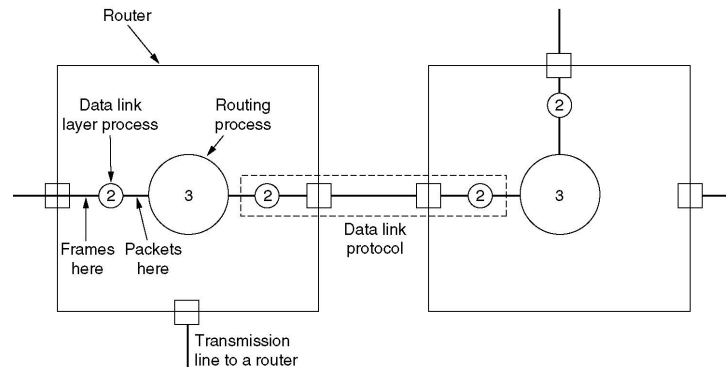
- (a) Virtuální komunikace.
(b) Skutečná komunikace.

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

6

Služby poskytované síťové úrovni (2)



Umístění linkového protokolu v uzlu. Data přichází linkovou úrovní, předány síťové úrovni a po nalezení správné linky (rozhraní) předány další linkové úrovni ke zpracování.

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

7

Typy rámců linkové úrovně

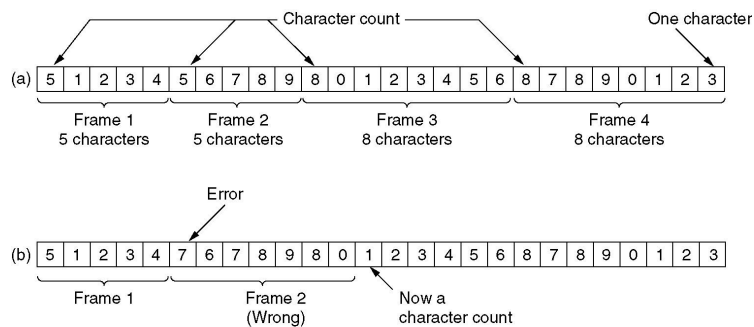
- V rámci je třeba určit jeho začátek a konec
 - Zadáním délky na začátku rámce – nepoužívá se
 - Vybraným znakem (STX – ETX, BOF – EOF, ...)
 - Nezáměnnou posloupností bitů (FLAG – 01111110)
- Typy rámců – podle způsobu chápání obsahu rámce
 - **Znakově orientované** (řídící informace i data jsou disjunktní množiny znaků)
 - Např. kódy 0 až 31 a 255 jsou řídicí znaky, ostatní jsou datové
 - Problém s transparentností přenosu (co s daty s kódy 0 až 31)
 - **Bitově orientované** (řídící informace má v rámci pevné místo)
 - data jsou posloupnost bitů, délka je celistvým násobkem počtu bitů ve slabice ($n \cdot 8$, $n \cdot 7$, $n \cdot 6$, ...)
 - Řídící informace na začátku a konci rámce (zabezpečení)

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

8

Rámce s hranicemi danými délkou



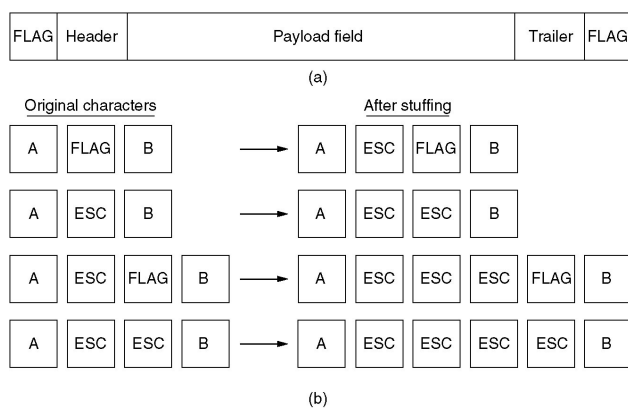
Problém s určením hranic rámce při chybě. Přenos proudu znaků. (a) bezchybný. (b) s chybami.

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

9

Rámce ohraničené značkou



- (a) Rámec ohraničený speciální jednoznačnou značkou.
- (b) Zajištění transparentnosti vkládáním znakových prefixů.

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

10

Řešení problému jednoznačného rozpoznání hranice rámce – znakově orientovaný protokol

- Začátek rámce – STX, BOF (STX = 2, BOF = 0xC0)
- Konec rámce – ETX, EOF (ETX = 3, EOF = 0xC1)
- Problém s transparentností – náhrada řídicích znaků
 - STX → DLE STX,
ETX → DLE ETX,
DLE → DLE DLE
 - BOT → ESC (BOT xor 0x20),
EOT → ESC (EOT xor 0x20),
ESC → ESC (ESC xor 0x20)
- Problém s transparentností – náhrada datových znaků
 - 0x02 → DLE 0x02,
0x03 → DLE 0x03,
DLE → DLE DLE

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

11

Řešení problému jednoznačného rozpoznání hranice rámce – bitově orientovaný protokol

(a) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

(b) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0

↑
Stuffed bits

(c) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

Vkládání bitů – po 5 jedničkách vložíme vždy nulu

- (a) Původní data.
- (b) Data přenášená linkou.
- (c) Přijatá data zbavená vložených bitů.

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

12

Detekce a korekce chyb

- Model kanálu
 - Symetrický binární kanál bez paměti.
- Typy šumu
 - Bílý šum
 - Impulsní šum
- Pravděpodobnostní výpočet chybovosti

Detekce a korekce chyb

- Hammingova vzdálenost (d)
 - Určuje zda-li je kód detekční nebo samoopravný
 - Doplnění informace o další bity – redundance
 - Vyloučení některých kombinací bitů z informace → možnost detekce nebo opravení chyby
- Kódy pro detekci chyb
 - Paritní kódy (sudá parita, lichá parita, iterační kód)
 - CRC – Cyclic Redundancy Check
- Kódy pro korekci chyb
 - Hammingovy kódy
 - BCH kódy (Bose, Ray-Chaudhuri, Hocquenghem code) - kombinace výpočtu CRC

Kódy pro korekci chyb

| Char. | ASCII | Check bits |
|-------|---------|-------------|
| H | 1001000 | 00110010000 |
| a | 1100001 | 10111001001 |
| m | 1101101 | 11101010101 |
| m | 1101101 | 11101010101 |
| i | 1101001 | 01101011001 |
| n | 1101110 | 0110101110 |
| g | 1100111 | 01111001111 |
| | 0100000 | 10011000000 |
| c | 1100011 | 11111000011 |
| o | 1101111 | 10101011111 |
| d | 1100100 | 11111001100 |
| e | 1100101 | 00111000101 |

Order of bit transmission

Použití Hammingova kódu pro opravu shluků chyb.

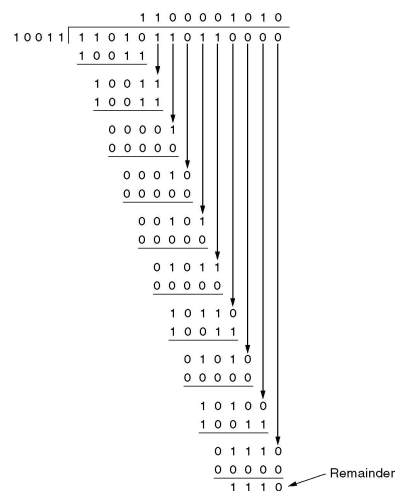
25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

15

Kódy pro detekci chyb

Frame : 1101011011
 Generator: 10011
 Message after 4 zero bits are appended: 11010110110000



Výpočet cyklického kontrolního součtu.

Transmitted frame: 11010110111110

25.10.2006

Úvod do počítačových sítí - Linková úroveň

16