

TD3&4 ASR2 Réseau Protocoles de liaison de données - HDLC

1 Utilité de la Couche Liaison de Données

Un message provenant des couches hautes est découpé en 10 trames, chacune d'entre elles ayant 80% de chances d'arriver intacte. Combien de fois, en moyenne, faudra-t-il réémettre le message pour qu'il arrive entier en bon état :

1. si la couche liaison n'effectue aucun contrôle d'erreur ?
2. si la couche liaison effectue le contrôle d'erreur pour chaque trame ?

2 Contrôle d'erreurs : exemple (simple) de la parité

2.1 Parité transversale (ou verticale)

L'information à transmettre est découpée en blocs de m bits¹ auxquels on adjoint un *bit de parité* de sorte que la somme des $m + 1$ bits modulo 2 soit nulle (parité paire) ou 1 (parité impaire).

On souhaite envoyer la séquence suivante de "caractères" de 3 bits :

000 111 000 110 101 011 010

1. Quelle sera la séquence effectivement transmise (en parité paire) ?
2. Montrez qu'on utilise un code de longueur 4.
3. Quelle est la distance de Hamming de ce code ? Son pouvoir détecteur-correcteur ?

2.2 Parité longitudinale (ou horizontale)

L'information à transmettre est formée de blocs de m bits. On ajoute, à la fin, un bloc supplémentaire de m bits. Le premier de ces bits est établi de façon à respecter la parité des bits de première position, etc.

1. Quelle est la séquence transmise pour le message

000 111 000 110 101 011 010

avec $m = 3$, en parité impaire ?

2. Donnez *in extenso* le code C qui correspond à des transmissions de 2 "caractères" de 2 bits.
3. Quelle est sa distance de Hamming ? Sa capacité de détection-correction d'erreur ?

1. Le plus souvent, on transmet des caractères de taille fixe qui se prêtent bien à ce découpage

2.3 Parité horizontale et verticale

On combine les deux procédés précédents : on ajoute à chaque caractère un bit de parité (verticale), puis on ajoute un caractère supplémentaire pour la parité horizontale.

1. Quelle est la séquence transmise pour le message

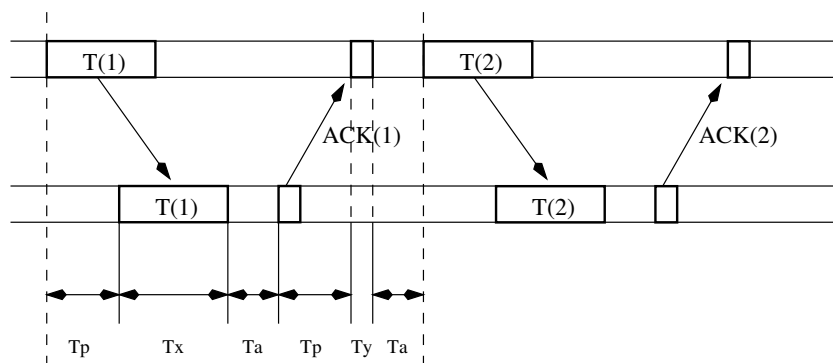
000 111 000 110 101 011 010

avec $m = 3$, en parité paire verticale et horizontale ?

2. Donnez *in extenso* le code C qui correspond à des transmissions de 2 “caractères” de 2 bits.
3. Quelle est sa distance de Hamming ? Sa capacité de détection-corrrection d’erreur ?

3 Protocoles "envoyer et attendre" : utilisation du canal

Le but de cet exercice est de montrer (sur un exemple) la pauvre utilisation de la capacité du canal par un protocole “envoyer et attendre”. Voici le schéma général d’utilisation du canal par un tel protocole :



avec

T_p = temps de propagation, T_a = temps de traitement,

T_x = temps de transmission (trame), T_y = temps de transmission (ACK).

L’utilisation “utile” U du canal est alors définie par :

$$U = \frac{T_x}{T_{total}} \quad \text{avec} \quad T_{total} = T_x + T_y + 2T_p + 2T_a.$$

1. Hypothèses : négligez T_a et prenez $T_x = T_y$.
Calculez ce rapport pour l’exemple d’une ligne satellite à 50kbps sur laquelle circulent des trames de 1000 bits. Le satellite se trouve à 30000km de la terre, et la vitesse de propagation est de $3 \times 10^8 m/s$.
2. Quelle est la “meilleure” (en théorie) utilisation du canal que l’on puisse espérer avec un protocole “envoyer et attendre” ? L’exemple précédent est-il proche ou loin de cette borne ?

4 Protocoles à fenêtres d'anticipation

Echanges de trames entre deux machines A (émetteur) et B (récepteur) par le protocole à fenêtres le plus évolué que l'on a vu en cours (fenêtres d'émission et de réception de largeurs > 1).

Hypothèses : on se place dans le cadre idéal de transmission de trames *sans erreur*. Les numéros de trames sont codés sur 3 bits. La taille de la fenêtre d'émission de A est égale à 4 et celle de la fenêtre de réception de B est égale à 3.

Scénario : la machine B n'a aucune trame (reçue) en mémoire, et elle attend la trame 2.

1. Représentez schématiquement l'état de sa fenêtre de réception.
2. La trame 2 arrive, que se passe-t-il ?
3. Puis, la trame 4 arrive, que se passe-t-il ?
4. Puis, la trame 3 arrive, que se passe-t-il ?
5. Dans les 3 cas précédents, donnez l'état possible de la fenêtre d'émission de A, *avant* et *après* la réaction de B.

5 Taille des fenêtres d'anticipation

L'utilisation des fenêtres d'anticipation pour les protocoles avec une transmission continue doit respecter des conditions particulières :

- la gestion simultanée de nombreux temporisateurs, un pour *chaque* trame émise,
- une relation *forte* lie les tailles des fenêtres et les numéros de séquence, c'est ce que nous allons démontrer dans cet exercice.

Soit n le nombre de bits codant le numéro de séquence des trames, 2^n numéros sont donc possibles : $0, 1, \dots, 2^n - 1$. Notons t_e la taille de la fenêtre d'émission de l'émetteur, et t_r la taille de la fenêtre de réception du récepteur. On a bien sûr $t_e \geq t_r$ (expliquez pourquoi !), et

- (a) si $t_r = 1$, alors on doit avoir $t_e \leq 2^n - 1$,
- (b) si $t_r > 1$ (rejet sélectif), alors on doit avoir $2t_e \leq 2^n$.

Prenez $n = 3$, et

1. "montrez" (a) en prenant $t_e = 2^n = 8$ et en exhibant un scénario qui pose problème,
2. "montrez" (b) en prenant $t_r = t_e = 7$ (le maximum selon (a)) et en exhibant un scénario qui pose problème.

6 Le protocole HDLC

1. Comment s'effectue la synchronisation dans une procédure HDLC ?
2. On désire transmettre la suite de bits de données :

0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 ...

Quelle est la suite de bits réellement transmise au niveau physique ?

3. On désire maintenant transmettre la suite de bits de données :

0 1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0.

Par suite d'une erreur de transmission, le niveau physique du récepteur reçoit la

séquence de données suivante :
 0 1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0.

Comment le récepteur interprète-t-il cette séquence de données ?

4. A quel niveau peut-on détecter cette erreur ? Indiquez le type de reprise sur erreur qui sera entrepris.

7 Scénarios d'échanges de trames HDLC

Soit ϵ un nombre très petit. On suppose que le temps d'échange entre deux stations A et B est régi par la règle suivante : le temps de transmission de A vers B est le même que celui de B vers A, soit $1 - \epsilon$. On suppose également que

- la liaison a déjà été établie,
- les trames sont envoyées à des tops d'horloge entiers,
- les délais d'attente sont suffisamment importants pour que les trames parviennent,
- une trame est soit perdue, soit correctement reçue (pas d'erreur).

Expliquez et complétez les diagrammes temporels suivants.

