Téléinformatique & Protocoles

TD 8 : Spécification incrémentale de protocoles

Il s'agit ici de faire le lien entre les propriétés logiques des protocoles et les propriétés physique des lignes et machines utilisées. Étant donné une des propriétés garantissables par un protocole, quand est-ce qu'un protocole devra assurer cette propriété et quand est-ce que ce sera superflu ?

0 Préliminaires

Les descriptions de protocoles se font dans un pseudo-code qui ressemble à du Pascal. Voici les procédures qu'on pourra utiliser dans toute la suite.

```
const Nbrebits = ...;   /*nombre de bits dans la trame : dépend du protocole*/
      FinDesTemps = false;
      MaxSeq = ...; /* Les trames sont numérotées jusqu'à MaxSeq: */
                    /* le plus grand numéro de trame possible.*/
                    /*  Dépend aussi du protocole. */
type  bit = 0 .. 1;
      NumSequence = 0 .. MaxSeq;
      paquet = packed array [0..Nbrebits] of bits;
      TypeTrame = {donnees, ack, nak};

      trame = packed record
                genre : TypeTrame;
                seq   : NumSequence;
                ack   : NumSequence;
                info  : paquet;
              end;

procedure attendre (var evenement : TypeEvenement)
                /* TypeEvenement défini dans chaque procédure*/

procedure Origine_Couche_Reseau (var p : paquet);
                /* Récupère un paquet venant de la couche réseau*/

procedure Vers_Couche_Reseau (var p : paquet);
                /* Délivre un paquet à la couche réseau */

procedure Origine_Couche_Physique (var r : trame);
                /* Récupère une trame provenant de la couche physique */

procedure Vers_Couche_Physique (var s : trame);
                /* Délivre une trame à la couche physique */
```

```
procedure StartTimer (var seq : NumSequence);

procedure StopTimer (var seq : NumSequence);
```

Ces procédures sont tout ce dont nous avons besoin pour réaliser les protocoles demandés.

Démarche : dans un premier temps, nous supposerons que le médium et les machines vérifient tout un ensemble d'hypothèses (propriétés) qui facilitent la communication et ne nécessitent qu'un protocole élémentaire. Ensuite, nous éliminerons ces hypothèses une par une, nous en étudierons les conséquences sur les protocoles et nous proposerons de nouveaux protocoles.

0.1 Les questions à se poser

Dans toute la suite, lorsqu'il faudra décrire les actions d'un protocole, on pourra par exemple se demander s'il est nécessaire et/ou suffisant que ces protocoles :

- effectuent un contrôle d'erreur ?
- effectuent un contrôle de flux ?
- utilisent des acquittements ?
- utilisent des temporisations ?
- numérotent les trames ?

1 *protocole 1* : protocole utopique

1.1 Hypothèses

a. Ligne half-duplex (les trames ne peuvent pas se croiser sur un canal.)
b. Les trames d'information ne sont émises que dans une seule direction.
c. La couche réseau de l'émetteur a toujours un paquet à envoyer.
d. Le récepteur est toujours prêt à recevoir (nombre infini de tampons, temps de calcul négligeable, etc.).
e. Les canaux sont sans bruit et sans perte.
f. Le délai de propagation sur les canaux est négligeable.

Enfin, on supposera aussi que la communication entre les deux extrémités se déroule en mode connecté. Autrement dit, l'ordre dans lequel arrivent les messages est le même que celui dans lequel ils ont été émis (aux pertes de messages près).

Du moment qu'un paquet est mis sur le câble, ces hypothèses nous garantissent qu'instantanément l'information se trouve du côté récepteur sans la moindre erreur, et que le récepteur est toujours prêt pour transmettre ce qu'il reçoit à la couche réseau, couche qui absorbe l'information sans poser de problèmes.

1.2 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser.

Écrire le protocole en pseudo-code.

2 *protocole 2* : envoyer et attendre

2.1 Hypothèses

Les mêmes que pour le *protocole 1* à l'exception de l'hypothèse $\ll d \gg$ qui est levée.

Le récepteur n'est plus toujours prêt à recevoir n'importe quel paquet. Il lui faut un temps fini pour traiter les demandes et, éventuellement, un nombre fini de tampons qui peuvent être tous simultanément utilisés. Dans ce cas, si l'émetteur envoie trop d'informations il risque d'y avoir perte d'informations.

2.2 Se reposer les bonnes questions

En quoi le changement sur les hypothèses influe-t-il sur les réponses que nous avions données ?

2.3 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser.
Écrire le protocole en pseudo-code.

3 *protocole 3* : une ligne avec perte

3.1 Hypothèses

Les mêmes que pour le *protocole 2* à l'exception de l'hypothèse $\ll e \gg$ qui est levée. Nous considérons à présent que la ligne peut avoir des pertes et générer des erreurs, mais nous supposons que nous savons détecter les erreurs. Dans le cadre de ces protocoles, on suppose toujours qu'une trame erronnée ne peut jamais être interprété. Elle est donc équivalent à une trame perdue.

3.2 Se reposer les bonnes questions

En quoi le changement sur les hypothèses influe-t-il sur les réponses que nous avions données ?

3.3 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser.
Écrire le protocole en pseudo-code.

3.4 Questions sur le protocole 3

Est-ce qu'il est possible avec ces hypothèses, qu'une trame de données soit acquittée par un acquittement destiné à un autre trame ?

4 Réseau de Petri du protocole 3

Un réseau de Petri est composé de 4 éléments : des places, des transitions, des arcs et des jetons. Une place représente un état dans lequel le système ou une partie du système se trouve. Une transition est dite franchissable *(enabled)* si chacune de ses places d'entrée possède au moins un jeton. Toute transition franchissable peut être franchie ; on enlève alors un jeton de chacune des places en entrée et on ajoute un jeton à chacune des places en sortie de la transition. Si le nombre d'arcs en entrée est différent du nombre d'arcs en sortie, le nombre de jetons ne sera pas conservé. Lorsque plusieurs transitions sont franchissables, n'importe laquelle peut être franchie. Le choix de la transition à franchir se fait de manière non-déterministe. Cf figure 1.

5 *protocole 3bis* : Un canal full duplex

5.1 Hypothèses

Les mêmes que pour le protocole 3 sauf qu'on considere que le canal n'est plus half-duplex, mais full duplex. Autrement dit, deux messages circulant en sens inverse peuvent coexister simultanément sur un même canal. C'est donc la condition $\ll a \gg$ qui est levée.

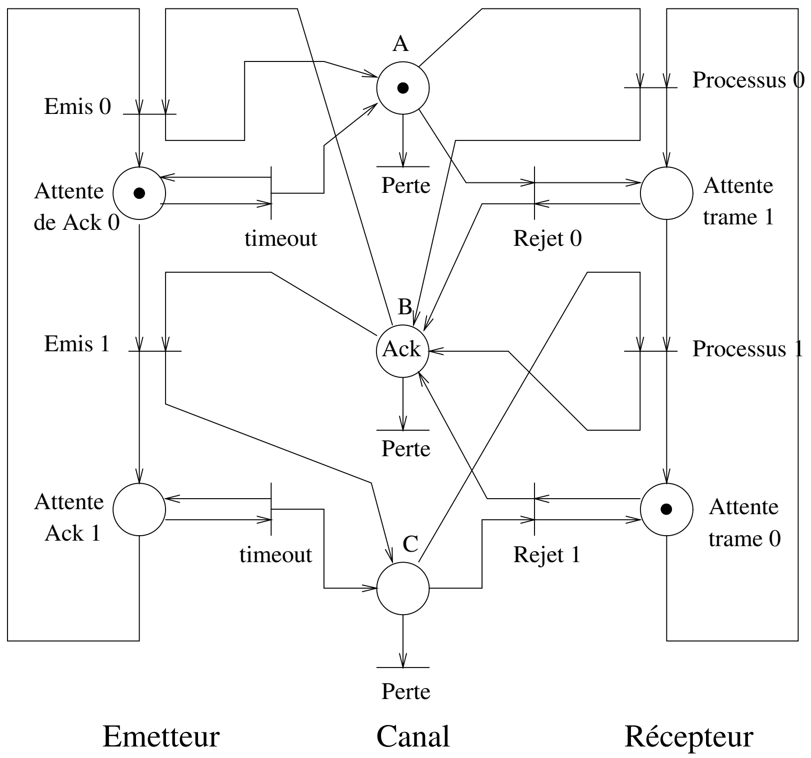

FIG. 1: Le réseau de Petri du protocole 3. Lorsque le jeton est en A, alors le canal porte une trame 0, lorsqu'il est en C alors le canal porte une trame 1, et lorsqu'il est en B alors le canal porte un acquittement.

5.2 Se reposer les bonnes questions

En quoi le changement sur les hypothèses influe-t-il sur les réponses que nous avions données ? Notamment est-ce qu'un acquittement desiné à acquitter une trame donnée peut en acquitter une autre ?

5.3 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser.
Écrire le protocole en pseudo-code.

6 *protocole 4* : Informations circulant dans les deux sens

6.1 Hypothèses

Non seulement le canal est full duplex, mais maintenant, les deux extrémités s'échangent des trames de données. C'est donc la condition $\ll b \gg$ qui est levée.

6.2 Se reposer les bonnes questions

En quoi le changement sur les hypothèses influe-t-il sur les réponses que nous avions données ?

6.3 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser. Écrire un protocole en pseudo-code qui soit identique pour les deux couches liaisons pairs.

6.4 Améliorations

A présent chaque extrémité envoie des données et des acquittements. On se propose de les envoyer sur une même trame. Réecrire le pseudocode en tenant compte de cette amélioration.

6.5 Scénario

Donner un scémario possible lorsqu'une des extrémités commence l'émission avant que l'autre extrémité ait envoyé la première trame.

Donner un scénario possible lorsque les deux extrémités commencent par émettre une trame avant d'avoir reçu quoi que ce soit.

7 *protocole 5* : Propagation

7.1 Hypothèses

Les mêmes qu'auparavant sauf qu'à présent le temps de propagation d'une trame d'une extrémité à l'autre est considérable. C'est donc la condition $\ll f \gg$ qui est levée.

7.2 Se reposer les bonnes questions

Est-ce qu'il serait toujours possible d'utiliser le protocole 4 ?

En quoi le changement sur les hypothèses influe-t-il sur les réponses que nous avions données ?

7.3 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser. Écrire un protocole en pseudo-code qui soit identique pour les deux couches liaisons pairs.

7.4 Question supplémentaire

Jusqu'à quelle valeur les trames doivent-elles être numérotées ?

8 *protocole 6* : Canal très bruité

8.1 Hypothèses

Les mêmes qu'auparavant sauf qu'à présent on suppose que le canal de transmission est très bruité. Concrètement, on supposera que dans un groupe de 5 trames (par exemple) au moins une des trames est perdue.

8.2 Se reposer les bonnes questions

Est-ce qu'il serait toujours possible d'utiliser le protocole 5 ?

En quoi le changement sur les hypothèses influe-t-il sur les réponses que nous avions données ?

8.3 Description du protocole

Décrire les actions que le protocole doit réaliser. Écrire un protocole en pseudo-code qui soit identique pour les deux couches liaisons pairs.

8.4 Question supplémentaire

Jusqu'à quelle valeur les trames doivent-elles être numérotées ?

Pour chaque numéro de séquence reçu, donner la manière dont le récepteur peut interpréter cela.