

TD : utilisation des automates pour les protocoles réseaux

Résumé

Séance présentant l'intérêt des automates pour la modélisation de protocoles réseaux. Cette séance utilise du matériel pédagogique mis en place par Olivier Paul et ses collègues de l'Institut Mines-Télécom¹.

1 Prérequis

Cette séance de TD présuppose que vous avez vu la vidéo d'Olivier Paul (Telecom Sud Paris) accessible à l'adresse <https://vimeo.com/88630275>. Quelques questions de compréhension pour commencer : Dans l'exemple des transactions bancaires, un premier protocole de communication utilise uniquement un minuteur du côté de l'émetteur pour détecter les messages non parvenus au récepteur. Contrairement au protocole du bit alterné, ce premier protocole simple n'associe pas de numéro à ses messages.

Exercice 1

Indiquez un problème qui peut survenir quand un tel protocole est utilisé. Représentez la situation à l'aide d'un diagramme temporel.

2 Modélisation du protocole du bit alterné par un automate

Les automates sont une façon de modéliser les protocoles, ils permettent de vérifier manuellement des cas d'utilisation, de vérifier que certains scénarios sont prévus. Une fois établis, ces automates peuvent être utilisés de façon automatique par des programmes : pour déterminer si un protocole se termine (quand c'est un but souhaité), ou pour implémenter automatiquement une partie du code réalisant le protocole.

2.1 Le cas de l'émetteur

Plaçons-nous dans un premier temps du point de vue de l'émetteur. Chaque état représentera une situation dans laquelle l'émetteur peut se trouver et toute transition entre deux états contient deux informations :

- **l'événement** qui déclenche ce changement d'état
- **l'action** de l'émetteur en réponse à cet événement

Dans le protocole du bit alterné, nous avons plusieurs états, ne serait-ce qu'en raison du fait que la valeur du compteur doit être envoyée et qu'elle peut être 0 ou 1 (auquel cas on n'envoie pas la même information).

Exercice 2

Pour concevoir l'automate de l'émetteur, les questions suivantes sont importantes :

- quels sont les types de messages qui peuvent circuler entre l'émetteur et le récepteur (indice : il y a 2×2 types de messages).
- quels sont les événements qui peuvent survenir ?
- est-ce que l'action déclenchée par l'émetteur est toujours la même quand il reçoit un certain événement ?

1. nous remercions O. Paul pour l'autorisation de réutiliser ce matériel sous la forme d'un TD.

Exercice 3

Etablissez maintenant une table indiquant pour chaque événement (colonne 1), l'action qui doit lui être associée (colonne 2).

Exercice 4

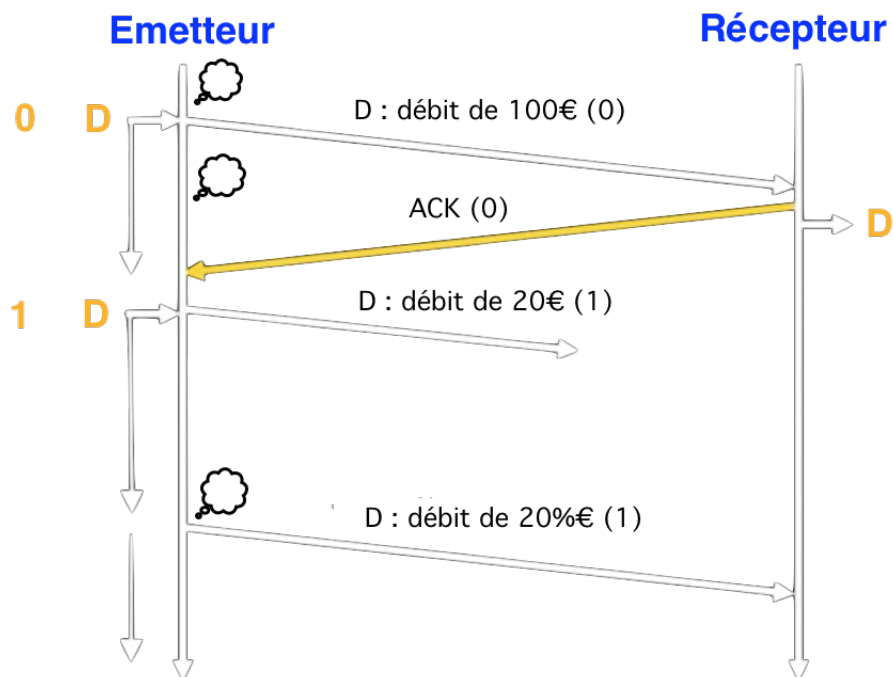
Dessinez maintenant l'automate de l'émetteur avec 4 états.

Exercice 5

Dans un tel automate, un état peut être final quand les informations à communiquer ont bien été transmises. Dans votre automate, quel état est final ? Combien sont-ils dans ce cas ?

Exercice 6

Dans le diagramme temporel ci-joint, indiquez dans les petits nuages le numéro de l'état dans lequel l'émetteur se situe à ces moments là.

**Exercice 7**

En supposant que l'émetteur est dans l'état 4, et qu'on lui demande de transmettre une nouvelle donnée D, dans quel état l'automate va-t-il se retrouver ?

2.2 Le cas du récepteur

Plaçons-nous maintenant du point de vue du récepteur. On rappelle que le récepteur gère lui aussi son propre compteur.

Exercice 8

Dans la vidéo vue en préambule à cette séance, rappelez quel est le sens de la valeur du compteur de l'émetteur, c-à-d que signifie que ce compteur est à 0 (idem quand il est à 1).

Exercice 9

Montrez que deux états seulement sont nécessaires pour concevoir l'automate du récepteur.

Exercice 10

Dessinez l'automate du récepteur.

3 Algorithmique

Exercice 11

Quel paradigme de programmation est particulièrement adapté pour traduire un automate sous la forme d'un algorithme (en particulier pour la gestion des transitions) ?

Exercice 12

Dans une méthode gérant la réception d'un événement, quelle structure conditionnelle est particulièrement utile ?

Exercice 13

Traduisez l'automate du récepteur sous la forme d'un algorithme.

Exercice 14

Même question pour l'émetteur. On supposera que les messages à transmettre s'accumulent dans une file F (que l'on manipulera par l'API de ce Type de Données Abstrait).

4 Solidité du protocole du bit alterné

Supposons que l'on utilise ce protocole pour faire dialoguer deux sites distants (un Emetteur et un Récepteur) connectés sur internet par un nombre quelconque de noeuds intermédiaires.

Exercice 15

Est-il possible que l'automate de l'émetteur reçoive un message ACK0 quand il est dans l'état 4 ? (si non pourquoi, si oui dessinez un diagramme temporel correspondant à cette situation).

Exercice 16

Si jamais cette situation était possible, quelle action faudrait-il faire à la réception d'un tel message (comment compléterait-on l'automate) ?

Exercice 17

Le protocole du bit alterné semble donc pouvoir être pris en défaut. Dessinez le schéma temporel d'un enchaînement malencontreux amenant à la non transmission d'une donnée sans que l'émetteur et le récepteur ne s'en aperçoive.

5 Pour aller plus loin

Si l'on se place dans le cadre d'une communication directe entre Emetteur et Récepteur où les messages circulent en FIFO sur le canal, le protocole du bit alterné ne peut pas être pris en défaut (il ne souffre pas des soucis évoqués ci-dessus). Par contre, même dans ce cadre très strict, il a pour inconvénient important que la liaison de données est inoccupée la plupart du temps (on n'autorise la transmission que d'une seule trame à la fois (D0 ou D1) : l'émetteur (resp. le récepteur) passe son temps à attendre l'acquittement du récepteur (resp. la trame D suivante de l'émetteur).

Exercice 18

Supposons que l'on numérote les trames non plus 0 et 1 mais $0, 1, 2, \dots, n$. De la même façon, les acquittements sont numérotés ACK0, $\dots$, ACK n .

Expliquez comment modifier le comportement de l'émetteur et du récepteur pour permettre que plusieurs messages soient émis les uns après les autres sans avoir encore reçu les ACK des premiers messages envoyés (on supposera $n = 3$ par exemple).

Exercice 19

Combien de messages peut envoyer l'émetteur sans avoir encore reçu d'acquittement ?