

CLIENT/SERVEUR TFTP SIMPLIFIE

Protocole initial de connexion

Un transfert est établi par l'émission d'une requête (WRQ pour écrire vers un système de fichier étranger, ou RRQ pour le lire), et la réception d'une réponse positive, un accusé de réception pour écrire, ou le premier paquet de données à lire. En général un paquet "accusé de réception" doit contenir le numéro de bloc du paquet de données qui doit être acquitté. A chaque paquet de données est associé un numéro de bloc ; les numéros de blocs sont consécutifs et démarrent à 1. Puisque la réponse positive à une demande d'écriture est un paquet "accusé de réception", dans ce cas particulier le numéro de bloc sera zéro. Normalement, puisqu'un paquet "accusé de réception" valide un paquet de données, le paquet "accusé de réception" doit contenir le numéro de bloc du paquet de données à valider. Si la réponse est un paquet " erreur ", alors la requête est rejetée.

Chaque extrémité choisit en priorité un TID pour elle-même afin d'établir une connexion. Il sera utilisé durant cette connexion. Le TID d'une connexion sera choisit aléatoirement, ainsi la probabilité que le même nombre soit choisit deux fois de suite est très faible. A chaque paquet sont associés les deux TID de la phase de connexion, le TID source et le TID destination. Ces TID sont remis au support UDP (ou un autre protocole datagramme) comme ports source et destination. Une machine effectuant une demande choisit son TID source comme décrit ci-dessus, et émet sa requête initiale avec le TID réservé 69 en décimal (105 en octal) pour la machine destinataire. La réponse à la demande, en fonctionnement normal, utilise le TID choisi par le serveur comme TID source et le TID choisi par le requérant dans son message préalable comme TID destination. Les deux TID choisis sont alors utilisés pour le reste du transfert.

Par exemple, la suite montre les étapes utilisées pour établir une connexion dans le but d'écrire un fichier. Noter que WRQ, ACK, et DATA sont les noms respectifs des types de paquets demande d'écriture, accusé de réception, et données. L'appendice contient un exemple similaire pour la lecture d'un fichier.

1. La machine A émet un "WRQ" vers la machine B avec source = TID de A, destination = 69.
2. La machine B émet un "ACK" (avec numéro de bloc = 0) vers la machine A avec source = TID de B, destination = TID de A.

A cet instant la connexion a été établie et le premier paquet de données peut être émis par la machine A avec un numéro de séquence à 1. Dans la prochaine étape, et dans toutes les suivantes, les machines doivent s'assurer que le TID source est égal à la valeur convenue lors des étapes 1 et 2. Si un TID source n'est pas le même, le paquet doit être considéré comme provenant par erreur d'un autre endroit. Un paquet "erreur" doit être envoyé à la source du mauvais paquet, tandis que le transfert n'est pas perturbé. Ceci ne peut être réalisé que si le TFTP reçoit effectivement un paquet

avec un TID incorrect. Si le protocole de transport ne le permet pas, cette condition d'erreur particulière n'arrivera pas.

L'exemple suivant illustre une opération correcte du protocole dans laquelle la situation ci-dessus peut survenir. La machine A émet une requête vers la machine B. Quelque part sur le réseau, la demande est dupliquée, et deux accusés de réceptions sont renvoyés vers la machine A, avec des TID différents choisis par la machine B en réponse aux deux requêtes. Quand la première réponse arrive, la machine A continue la connexion. Quand la seconde réponse à la demande arrive, elle doit être rejetée, mais il n'y a aucune raison de fermer la première connexion. Donc, si des TID différents sont choisis pour les deux connexions sur la machine B et que la machine A vérifie le TID source des messages reçus, la première connexion peut être maintenue tandis que la seconde est rejetée par le renvoi d'un paquet "erreur".

Paquets TFTP

TFTP reconnaît cinq types de paquets, tous ceux-ci sont mentionnés ci-dessous :

code opération	opération
1	Demande de lecture (RRQ)
2	Demande d'écriture (WRQ)
3	Données (DATA)
4	Accusé de réception (ACK)
5	Erreur (ERROR)

L'en-tête d'un paquet TFTP contient le code opération associé à ce paquet.

2 Octets chaîne 1 octet chaîne 1 octet

code op.	Nom de fichier	0	Mode	0
-----------------	-----------------------	----------	-------------	----------

Figure 5-1: paquet RRQ/WRQ

Les paquets RRQ et WRQ (respectivement codes opération 1 et 2) ont le format illustré Figure 5-1. Le nom de fichier est une suite d'octets en "netascii" terminée par un octet à zéro. Le champ "mode" contiendra uniquement la chaîne de caractères "octet" (ou toute combinaison de majuscules et minuscules, comme "OCTET", "Octet", etc.) en "netascii" indiquant le mode défini par le protocole. Le mode Octet est utilisé pour transférer un fichier qui est dans le format 8-bits de la machine de laquelle le fichier est en train d'être transféré. Cela suppose que chaque type de machine possède un seul format 8-bit ce qui est le plus courant. Cela présume que l'émetteur et le récepteur fonctionnent tous deux dans le même mode, mais il n'y a aucune raison pour que ce soit le cas.

2 octets	2 octets	n octets
Code op.	Bloc #	Données

Figure 5-2: paquet DONNEES

Les données sont effectivement transférées dans des paquets DONNEES illustrés dans la Figure 5-2. Les paquets DONNEES (code opération = 3) possèdent un numéro de bloc et un champ de données. Le numéro de bloc du paquet de données débute à 1 et s'incrémente pour chaque nouveau bloc de données. Cette limitation permet au programme de n'utiliser qu'un seul nombre pour discriminer les nouveaux paquets ou ceux qui sont dupliqués. Le champ de données est long de 0 à 512 octets. S'il est long de 512 octets, le bloc n'est pas le dernier bloc de données; s'il est long de 0 à 511 octets, il indique la fin du transfert. (pour plus de détails voir la section sur la Conclusion Normale.)

Tous les paquets autres que les accusés de réception dupliqués et ceux utilisés pour la conclusion sont acquittés à moins qu'une fin d'attente ne survienne [4]. Emettre un paquet de données est une manière de reconnaître le premier paquet "accusé de réception" du paquet de données préalable. Les paquets WRQ et DONNEES sont acquittés par les paquets ACK ou ERREUR, tandis que les paquets RRQ et ACK sont acquittés par les paquets DONNEES ou ERREUR.

2 octets	2 octets
Code op.	Bloc #

Figure 5-3: paquet ACK

La Figure 5.3 décrit un paquet ACK ; le code opération est 4. Le numéro de bloc dans ACK est l'écho du numéro de bloc du paquet de données qui doit être acquitté. Un paquet WRQ est acquitté par un paquet ACK ayant un numéro de bloc nul.

2 octets	2 octets	chaîne	1 octet
Code op.	Code erreur	msg Err	0

Figure 5-4: paquet ERREUR

Un paquet Erreur (code opération 5) prend la forme décrite dans la Figure 5-4. Un paquet erreur peut servir d'accusé de réception de n'importe quel autre type de paquet. Le code erreur est un entier précisant la nature de l'erreur. Une table des valeurs et de leurs significations est donnée dans l'appendice. Noter que plusieurs codes d'erreurs ont été ajoutés à cette version du document. Le message d'erreur est destiné à un interlocuteur humain, et doit être en "netascii". Comme toutes les autres chaînes de caractères, il est terminé par un octet nul.

Conclusion Normale

La fin d'un transfert est balisée par un paquet de données qui contient entre 0 et 511 octets de

données (par exemple, longueur du Datagramme < 516). Ce paquet est validé par un paquet ACK comme tous les autres paquets de données. La machine qui accuse réception du paquet de données final peut terminer la connexion de son côté en émettant l'ACK final. D'autre part, il est recommandé d'attendre avant de conclure, afin de retransmettre l'ACK final s'il a été perdu. L'émetteur de l'accusé de réception saura que l'ACK a été perdu s'il reçoit à nouveau le dernier paquet de données. La machine émettant le dernier paquet de données doit le retransmettre jusqu'à ce qu'il soit acquitté ou qu'une fin d'attente arrive. Si la réponse est un ACK, la transmission est une réussite complète. Si un délai d'attente s'écoule chez l'émetteur et qu'il n'est plus prêt à retransmettre, le transfert peut toujours être un succès, après que celui qui accuse réception ou le réseau peuvent avoir rencontré un problème. Il est aussi possible dans ce cas que le transfert soit un échec. Dans tous les cas, la connexion est rompue.

Conclusion Prématuration

Si une requête ne peut être accordée, ou qu'une erreur se produit durant le transfert, alors un paquet ERREUR (code opération 5) est émis. Ce n'est qu'une politesse puisqu'il ne peut être retransmis ou acquitté, ainsi il peut n'être jamais reçu. Des fins d'attente doivent aussi être utilisées pour détecter les erreurs.

Appendice

Ordre des en-têtes

2 octets

Support Local	Internet	Datagramme	Code op. TFTP
---------------	----------	------------	---------------

Formats TFTP

Type	Op #	Format sans l'en-tête			
	2 octets	chaîne	1 octet	chaîne	1 octet
RRQ/WRQ	01/02	Nom du fichier	0	Mode	0
	2 octets	2 octets	n octets		
DATA	03	Bloc #	Données		
	2 octets	2 octets			
ACK	04	Bloc #			
	2 octets	2 octets	chaîne	1 octet	
ERROR	05	Code Erreur	Msg Err	0	

Protocole Initial de Connexion pour lire un fichier

1. La machine A émet un "RRQ" vers la machine B avec source = son TID, destination = 69.
2. La machine B émet un paquet de données "DATA" (avec numéro de bloc = 1) vers la machine A avec source = TID de B, destination = TID de A.

Codes des Erreurs

Valeur	Signification
0	Non défini, voir le message d'erreur (si présent).
1	Fichier non trouvé.
2	Violation de l'accès.
3	Disque plein ou dépassement de l'espace alloué.
4	Opération TFTP illégale.
5	Transfert ID inconnu.
6	Le fichier existe déjà.
7	Utilisateur inconnu.

En-tête du datagramme Internet de l'utilisateur

Ceci a été inclus uniquement par commodité. TFTP n'est pas obligatoirement implanté au-dessus d'UDP (User Datagram Protocol).

Format :

```

0                               1                               2                               3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|          Port Source          |          Port Destination          |
+-+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|          Longueur             |          Somme de contrôle         |
+-+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
```

Valeurs des champs :	
Port Source	Choisi par l'émetteur du paquet.
Port Destination	Choisi par la machine destination (69 pour RRQ ou WRQ).

Longueur	Nombre d'octets dans le paquet UDP, en-tête UDP inclus.
Somme de contrôle	La référence 2 décrit les règles de calcul de la somme de contrôle. L'implémenteur doit être certain d'utiliser ici l'algorithme correct. Champ contenant des zéros si inutilisé.

Note : TFTP passe les identificateurs de transfert (TID) à UDP (User Datagram Protocol) pour qu'ils soient utilisés comme ports source et destination.