

Projets ISE : Analyse de pire temps de réponse sur des réseaux avioniques (AFDX)

Organisation et rôles :

Responsable : Bertrand Mercier, Etienne Borde.

Encadrement : Bertrand Mercier, Etienne Borde.

Liste de diffusion : ise@infres.enst.fr (peut être encore indisponible)

Le site web : www.infres.enst.fr/~trobert/ise2014/ (mise en place d'un service de dépôt sécurisé des livrables).

Experts techniques : Bertrand Mercier.

Responsable des Audits, suivi de projet : Etienne Borde.

Le but des projets ISE est de vous placer dans une situation de développement de prototype relativement avancés de systèmes embarqués temps réels. Le but ici est de vous faire mettre en pratiques les concepts et la théorie vue en cours de FSET et ETER.

Les points abordés lors de cette instance seront les suivants :

- 1) Réseaux embarqués temps réel (type avionique) : problématique, modèle d'ordonnancement, modèle réseau, modèle de trafic
- 2) Etude d'une méthode pour calculer les pire cas de délais de bout-en-bout dans ces réseaux : l'approche trajectoire.
- 3) Etude et implémentation de l'algorithme de ce calcul sur un exemple de réseau temps réel.

Implémentation d'Algorithme de Calcul de Délais dans un Réseau Avionique

On s'intéresse dans ce projet à des systèmes distribués sur des réseaux temps réel avioniques, comme par exemple des réseaux AFDX.

L'objectif visé, qui intéresse la recherche et les industriels du domaine de l'avionique (pour des raisons de certification) est de pouvoir connaître le délai maximum que peut prendre un paquet pour aller de son nœud source de départ à un nœud final destinataire. Ce délai maximum est aussi nommé pire-cas de temps de réponse de bout-en-bout.

Hypothèses générales:

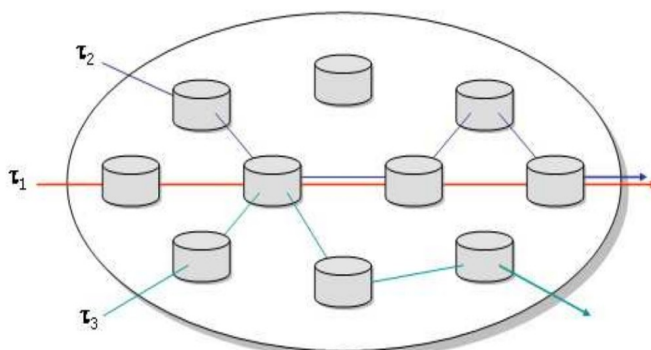
- On appelle flux un ensemble de paquets qui transitent sur un chemin donnée à travers le réseaux.
- Le routage des flux est statique : le chemin pris par les paquets d'un meme flux est prédéfini avant son traitement sur un nœud donné, et avant sa transmission sur un lien donné.
- l'ordonnancement des flux est non-pré-emptif, c'est à dire qu'un paquet qui a commencé à etre traité (c'est à dire exécuté ou transmis) à un nœud, ne peut plus etre retardé sur ce nœud par un autre paquet de n'importe quel flux.

Parmi les différentes solutions qui existent pour calculer les pire cas de temps de réponse de bout-en-bout, il en existe une, moins pessimiste que les autres : **l'approche trajectoire**.

Brève présentation de l'approche trajectoire

Hypothèses supplémentaires :

- on supposera pour simplifier que 2 flux quelconques ne peuvent se croiser qu'une seule fois et donc n'avoir qu'une seule partie commune.



Exemple : dans la figure ci-dessus, les flux 1 et 3 satisfont l'hypothèse, mais pas les flux 1 et 2 :

en effet , le flux 2 a deux parties de chemin communes avec le flux 1.

- on supposera aussi que les paquets sont ordonnancés selon l'ordonnancement FP/FIFO :

On ordonnance d'abord les paquets selon leur niveau de priorité fixé (FP), puis si plusieurs paquets ont la même priorité, ils sont ordonnancés selon leur ordre d'arrivée (FIFO) au nœud.

le but est de calculer le délai max que met un paquet m quelconque appartenant à un flux i pour aller d'un nœud source à un nœud destination, selon un chemin P_i , qui est le même pour tous les paquets de ce flux i .

Si le paquet d'étude m courant ne rencontre aucun autre paquet d'un autre flux j croisant le flux i , son délai se limiterait à une simple somme des temps de traitement à chaque nœud et des temps de transmission le long de son chemin (ou trajectoire).

Mais comme les flux peuvent se croiser, un paquet étudié m , peut donc être retardé à chaque nœud de son parcours (ou trajectoire) par d'autres paquets m' venant d'autres flux j .

Le paquet d'étude m peut être retardé à un de ses nœuds pour deux raisons :

- parce qu'un autre paquet m' plus prioritaire que m , arrive au nœud avant que m ait commencé à être traité. Ceci est vrai même si m est arrivé au nœud considéré avant m' . Donc m' passera (sera traité) avant m : c'est du au niveau de priorité (FP).

-soit parce qu'un autre paquet m' , bien que moins prioritaire que m , a commencé à être traité avant l'arrivée de m : c'est l'effet non préemptif (FIFO).

L'approche trajectoire est basée sur l'analyse de ces délais supplémentaires dus aux autres paquets de priorité supérieure ou inférieure qui peuvent croiser le chemin du paquet d'étude

Cette « approche trajectoire » est décrite en détail dans l'article :

"*worst case end-to-end response times of flows scheduled with fp/fifo*" de Martin & Minet.

Le travail est à effectuer en 3 étapes :

1) Etude de « l'approche trajectoire » pour calculer les pire cas de délais de bout-en-bout dans ces réseaux

Le premier livrable associé à cette tâche sera la définition des résultats intermédiaires de calcul que l'on doit obtenir à chaque étape de la méthode, sur des cas d'exemple à définir (et en réutilisant le cas d'étude donné dans le papier).

2) Etude de l'algorithme associé à cette méthode

Le livrable attendu à la fin de cette étape du projet est la définition de l'algorithme de résolution sous la forme de pseudo code.

3) Structure de données

Livrable : une DTD qui définit le format XML des fichiers décrivant la configuration réseau permettant d'aboutir au calcul de temps de réponse.

4) implémentation de l'algorithme sur un exemple de réseau temps réel

Livrable : un exécutable qui implémente l'algorithme de calcul, et produit les résultats attendus tels que définis à l'étape 1).

5) levé des hypothèses contraignantes

Livrable : étendre le résultat de la phase 4) en supposant que les chemins peuvent se croiser plusieurs fois.

Livrables à échéance du projet:

- Un document (de 3 pages maximum) expliquant votre compréhension :
- 1- de « l'approche trajectoire »,
- 2- de l'algorithme proposé dans l'article en référence :
- les fichiers sources (dans le langage Java), implémentant l'algorithme.
- Un document donnant :
 - 1- comment lancer votre programme d'implémentation (entrées à fournir), et les sorties attendues
 - 2- Résultats que vous avez obtenus sur un exemple de réseau (tel que celui de l'article de référence ou un autre de votre choix)

L'article "**worst case end-to-end response times of flows scheduled with fp/fifo**" pourra être récupéré sur le site : www.infres.enst.fr/~borde/ARTICLE_ISE_2014.pdf