Cours Algorithmique des systèmes parallèles et distribués
Exercices
Série 2 : Protocoles de communication
par Dominique Méry
14 janvier 2026

Exercice 1 *(disapp_td2_ex1.tla)*
Modéliser en TLA$^+$ l'envoi d'un message m à un processus P2 via un canal CHAN par P1

Exercice 2 *(disapp_td2_ex2.tla)*
Trois processus P_1, P_2 et P_3 réalisent les actions suivantes :
disapp
- *P_1 calcule la fonction f_1 en appliquant cette fonction sur les valeurs se trouvant sur un tas T.*
- *P_2 calcule la somme des valeurs produites par le processus P_1.*
- *P_3 produit les valeurs utilisées par P_1.*

Modéliser ce système en TLA$^+$.

Exercice 3 *(disapp_td2_ex3.tla)*
On peut définir un algorithme réparti comme un ensemble d'algorithmes locaux et on définit les systèmes de transition associées comme suit.
Given a set $\mathcal{LC}$ of configurations a set $\mathcal{LI} \subseteq \mathcal{LC}$ of initial configurations, and a set $\mathcal{M}$ of messages, a local algorithm $\mathcal{LA}$ is a structure $(\mathcal{LC}, \mathcal{LI}, \longrightarrow_i, \longrightarrow_s, \longrightarrow_r, \mathcal{M})$ with :
- *$\longrightarrow_i \subseteq \mathcal{LC} \times \mathcal{LC}$ modelling internal computation steps,*
- *$\longrightarrow_s \subseteq \mathcal{LC} \times \mathcal{M} \times \mathcal{LC}$ modelling sending steps,*
- *$\longrightarrow_r \subseteq \mathcal{LC} \times \mathcal{M} \times \mathcal{LC}$ modelling receiving steps.*

A distributed algorithm for a collection of processes is a collection $\{\mathcal{LA}_1, \ldots, \mathcal{LA}_n\}$ of local algorithms, one algorithm $\mathcal{LA}_k = (\mathcal{LC}_k, \mathcal{LI}_k, \longrightarrow_i^k, \longrightarrow_s^k, \longrightarrow_r^k, \mathcal{M})$ for each process P_k, with a transition relation $\longrightarrow$ defined over the set $\mathcal{C} = \mathcal{LC}_1 \times \ldots \times \mathcal{LC}_n \times (\mathcal{M} \rightarrow \mathbb{N})$ of configurations : let $C = (C_1, \ldots, C_n, M)$ and $C' = (C'_1, \ldots, C'_n, M')$ two configurations and let define $C \longrightarrow C'$:
- *internal transition $\exists k \in \{1, \ldots, n\} : \left(\ \forall j \in 1..n : j \neq k : C_j = C'_j \ \right) \wedge C_k \longrightarrow_i^k C'_k \ \wedge \ M' = M$*
- *send transition $\exists k \in \{1, \ldots, n\} : \exists m \in \mathcal{M} : \begin{cases} \forall j \in 1..n : j \neq k : C_j = C'_j \\ \wedge \forall o \in \mathcal{M} \backslash \{m\} : M'(o) = M(o) \\ \wedge M'(m) = M(m){+}1 \wedge (C_k, m, C'_k) \in \ \longrightarrow_s^k \end{cases}$*
- *receive transition $\exists k \in \{1, \ldots, n\} : \exists m \in \mathcal{M} : M(m) \neq 0 : \begin{cases} \forall j \in 1..N : j \neq k : C_j = C'_j \\ \wedge \forall o \in \mathcal{M} \backslash \{m\} : M'(o) = M(o) \\ \wedge M(m) = M'(m){+}1 \wedge (C_k, m, C'_k) \in \ \longrightarrow_r^k \end{cases}$*

Ecrire un module TLA$^+$ qui décrit les algorithmes locaux constituant un algorithme réparti et modéliser l'algorithme réparti lui-même. Traduire la modélisation des algorithmes locaux et répartis dans la notation TLA$^+$.

Exercice 4 *(distapp_td2_ex4.tla)*
Nous considérons les protocoles de communication selon diverses hypothèses. Ecrire une solution pour la communication FIFO en intégrant les différents cas d'erreurs ou non.

Exercice 5 *(distapp_td2_ex5.tla)*
L'algorithme du bit alterné permet de contrôler la perte possible de messages en proposant un mécanisme basé sur un accusé de réception. Ecrire une solution pour l'algorithme du bit alterné.

Exercice 6 *pluscalabp.tla*
Reprendre le protocole du bit alterné en PlusCal.