ACI Dispo - Aspects de disponibilité

Stéphane HONG TUAN HA, Pascal FRADET

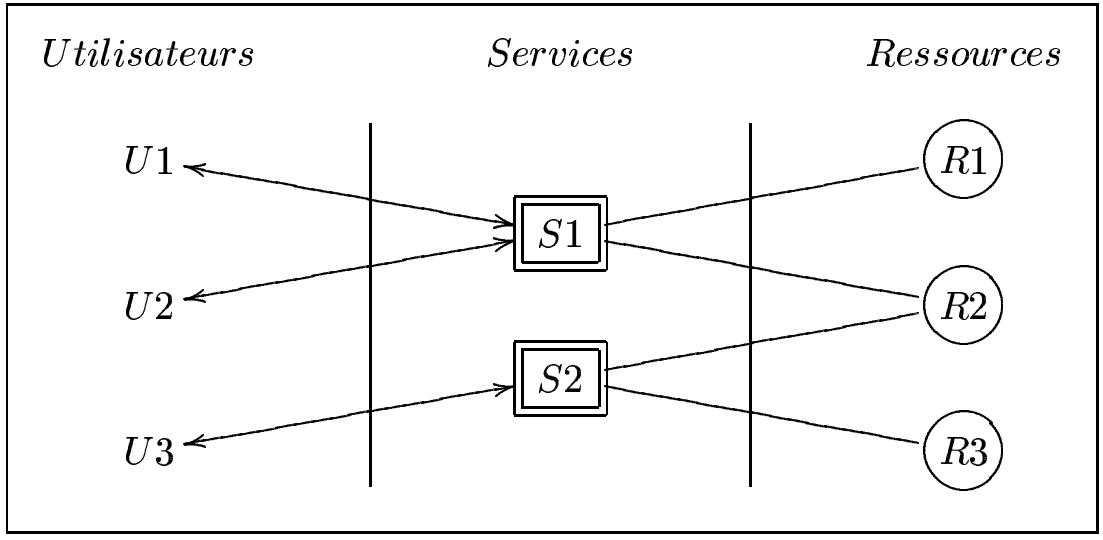
IRISA/INRIA Rennes & INRIA Rhône-Alpes

Contexte et Motivation

- Problématique de la disponibilité
  - "assurer l'accès aux informations"
  - dénis de services logiciels ou matériels
  - politiques et propriétés de disponibilité
- Notre travail
  - prévention des dénis de service logiciels comme un aspect
  - aspect pour exprimer la politique de disponibilité
    - politiques locales à un service
    - politiques de type “temps borné”
  - utilisation des automates temporisés comme formalisme sous-jacent

Modèle pour la disponibilité

- Modèle structuré en 3 couches



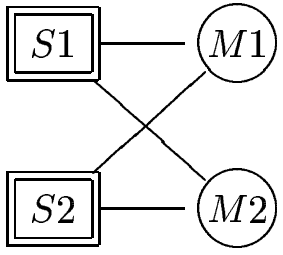
  - correspond à un modèle client-serveur
  - services traitent les requètes des utilisateurs
  - services en concurrence pour l'accès aux ressources
  - possibilité de tisser les services

Prévention des dénis de service

- Solution standard : insertions manuelles de timers dans le code du service
  - préoccupation transverse au traitement des utilisateurs
  - pas de support pour la configuration et la réutilisation
  - impossible de prouver que le système est disponible
- Un aspect de disponibilité
  - pour séparer la politique de disponibilité et le code du service
  - pour exprimer des politiques de disponibilité plus élaborées
  - pour vérifier des propriétés de disponibilité

Exemple de système

Reseau



Services

$S1 = \left\{ \begin{array}{ll} l_1 : & \texttt{M1.prendre(); M2.prendre();} \\ & \texttt{S1Calcul;} \\ & \texttt{M2.relacher(); M1.relacher();} \\ & \texttt{jmp } l_1\texttt{;} \end{array} \right\}$

$S2 = \left\{ \begin{array}{ll} l_2 : & \texttt{M2.prendre();} \\ & \texttt{S2Calcul1;} \\ & \texttt{if G then M1.prendre();} \\ & \qquad\qquad\qquad \texttt{S2Calcul2;} \\ & \qquad\qquad\qquad \texttt{M1.relacher();} \\ & \texttt{M2.relacher();} \\ & \texttt{jmp } l_2\texttt{;} \end{array} \right\}$

- 2 possibilités de dénis de service :
  - dénis de service de type famine si $S2Calcul1$ ne termine pas
  - interblocage pour la prise des 2 ressources

Le langage d'aspect (1)

- Inspiré du framework de (Douence et al, 2004)
  - $(C \triangleright I)$: filtre la trace d'exécution et quand un événement correspond à C exécute I
  - combinaison de la commande $(C \triangleright I)$ par séquence, répétition ou choix
- Ajout de règles dédiées à la disponibilité
  - $(C\ before\ x\ else\ I)$: attend un événement C avant x secondes ou sinon exécute I au bout de x secondes
  - $(C\ after\ x)$: attend un événement qui correspond à C et si celui-ci est reconnu avant x secondes endort le service le complément de temps

Le langage d'aspect (2)

- Grammaire :

$$
\begin{array}{lcll}
A & ::= & \mu a.A & \textit{; definition recursive} \\
 & | & (C \rhd I)\ ;\ A & \textit{; pattern sur C} \\
 & | & (C\ before\ x\ \ else\ I)\ ;\ A & \textit{; pattern sur C} \\
 & | & (C\ after\ x)\ ;\ A & \textit{; + condition temporelle} \\
 & | & A_1 \Box A_2 & \textit{; choix} \\
 & | & a & \textit{; fin de sequence}
\end{array}
$$

- Restriction à une seule action (en plus du $skip$)
  - 'Reset' pour libérer les ressources et terminer le traitement de l'utilisateur courant du service

Le langage d'aspect (3)

- Exemples de politiques de disponibilité :
  - relacher ressource avant 25 secondes sinon Reset

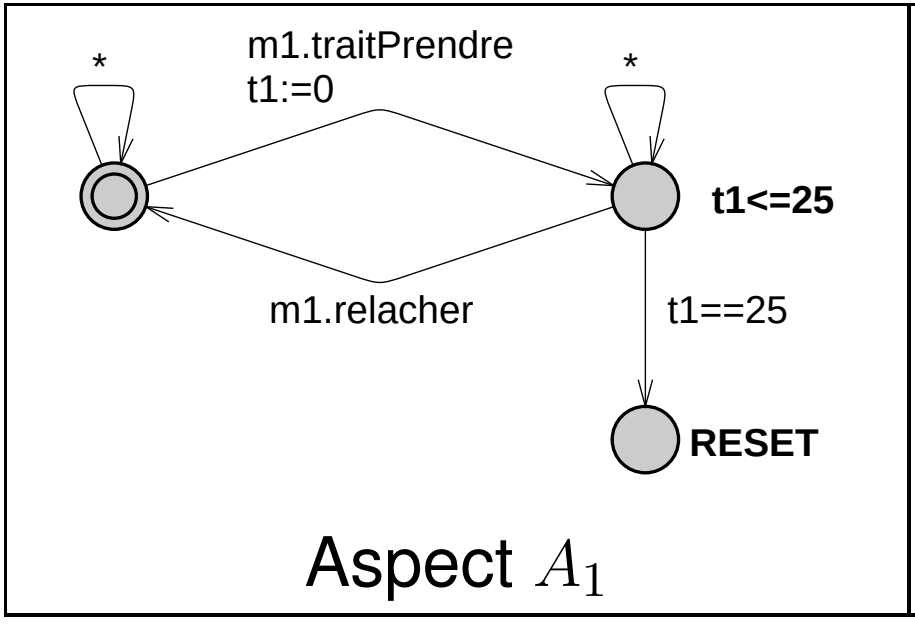
$$A_1 = \quad \mu a1.\texttt{prendre} \ \triangleright \ skip;$$
$$(\texttt{relacher}\ before\ 25\ else\ Reset); a1$$

  - attendre 20 secondes entre chaque prise de la ressource

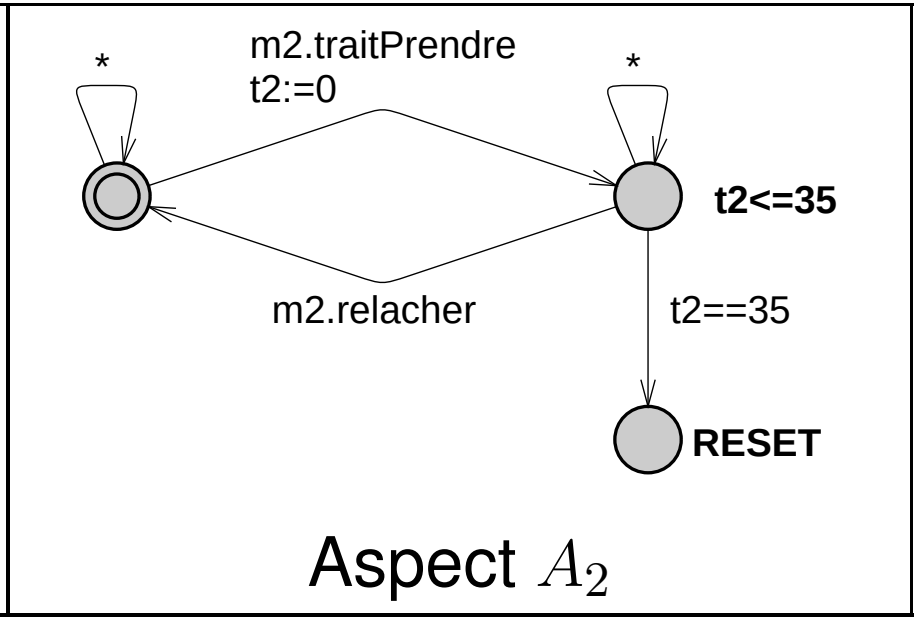
$$A_2 = \quad \texttt{prendre} \ \triangleright \ skip \ ;$$
$$\mu a1.\texttt{prendre}\ after\ 20 \ ; \ a1$$

Transformation des aspects

- Transformation en automates temporisés
- Exemple d'aspects pour le service S2 :
  - A_1 : relacher M1 avant 25 secondes sinon Reset
  - A_2 : relacher M2 avant 35 secondes sinon Reset



Aspect A_1



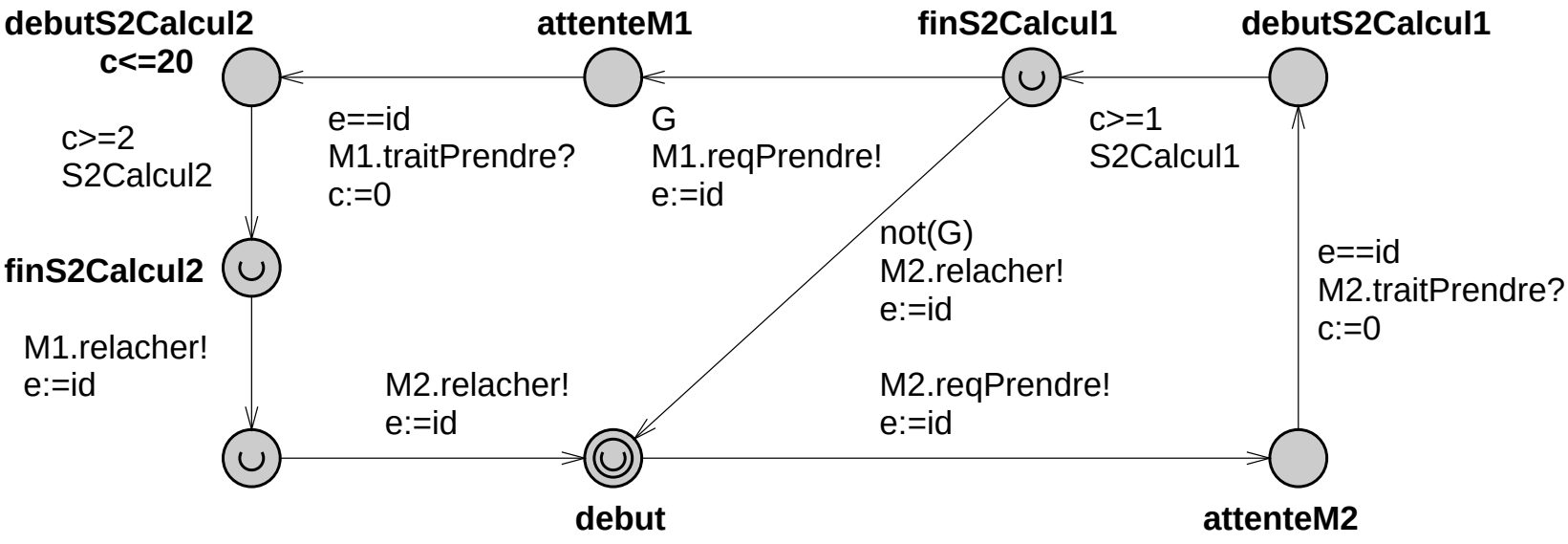
Aspect A_2

Abstraction des services

- Abstraction du service en un automate classique
- Ajout d'annotations temporelles pour obtenir un automate temporisé
  - hypothèse d'une fonction de coût qui donne le BCET et le WCET

$$
\begin{aligned}
f_{cout}(\texttt{S2calcul1}) &= [1, +\infty] \\
f_{cout}(\texttt{S2calcul2}) &= [2, 20] \\
f_{cout}(\texttt{reqPrendre}()) &= [0, 0] \\
f_{cout}(\texttt{traitPrendre}()) &= [0, +\infty] \\
&\ldots
\end{aligned}
$$

Abstraction du service S2



Tissage

1. Produit d'automates temporisés
   - $(service \times aspect)$
2. Transformation adhoc pour gérer l'état puits $RESET$
3. Optimisation de l'automate temporisé produit
   - enlever les états non atteignables, les horloges et gardes inutiles, etc.
4. Génération de code à partir de l'automate temporisé
   - gestion des traits temporels en utilisant des timers, 3 instructions : $new\ timer()$, $schedule(r, d)$ et $cancel()$

Tissage du service S2

$$
\texttt{S2} = \left\{ \begin{array}{ll}
\texttt{l}_2 : & \texttt{M2.prendre}(); \\
& \texttt{tim} = \texttt{new Timer}();\ \texttt{tim.schedule}(\texttt{routineReset}, 35); \\
& \texttt{S2Calcul1}; \\
& \texttt{if G then}\ \ \texttt{M1.prendre}(); \\
& \qquad\qquad\qquad \texttt{S2Calcul2}; \\
& \qquad\qquad\qquad \texttt{M1.relacher}(); \\
& \texttt{M2.relacher}();\ \texttt{tim.cancel}(); \\
& \texttt{jmp l}_2;
\end{array} \right\}
$$

$$
\texttt{routineReset} = \left\{ \begin{array}{l}
\texttt{relacherRessources}(); \\
\texttt{jmp l}_2;
\end{array} \right\}
$$

- Ajout d'un timer pour l'aspect A_2
- Pas de nécessité d'un timer pour l'aspect A_1

Vérification

- Système constitué de :
  - ensemble des services tissés
  - ensemble des spécifications des ressources
- Utilisation du model-checker "UPPAAL" pour analyser le système (ressources + services tissés)
  - vérifier des propriétés de disponibilité
- Propriétés de disponibilité sur l'exemple après tissage :
  - pas d'interblocages (grâce aux deadlines sur la libération des ressources)
  - attente bornée pour prendre les ressources $M1$ et $M2$
  - pas de denis de service pour le service $S1$

Conclusion

- Un modèle pour la disponibilité en 3 couches (utilisateurs, services, et ressources)
- Un cadre
  - pour imposer des politiques de disponibilité exprimées comme des aspects
  - pour vérifier des propriétés de disponibilité
- Travaux futurs :
  - finaliser le véritable langage d'aspect
  - terminer la formalisation des différentes étapes (en particulier, le tissage et la génération de code)
  - tester l'approche sur un véritable cas d'étude

Spécifications des ressources

- Nécessaire pour déduire des propriétés de disponibilité
- Définition de l'interface et du comportement de la ressource
  - modélisation par des automates temporisés
  - pour générer la ressource à partir de la spécification
- Expérimentation avec des ressources 'mutex' et 'partageable en k'
- Possibilité d'exprimer des ressources plus élaborées comme des ressources avec priorités