

COMPRENDRE LES TRACES

Une approche sémantique des traces

Pierre Deransart

INRIA Centre de Recherche de Rocquencourt

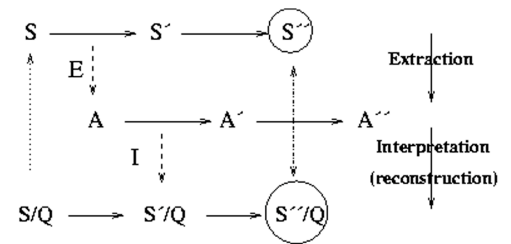
Pierre.Deransart@inria.fr

Nos études portent sur des traces particulières: les flots de données numériques contenus dans les traces produites par des programmes (ou processus). Nous définissons deux niveaux de compréhension des traces: un premier niveau dit "interprétation de la trace" qui consiste à traduire la trace, produite par le processus observé, en une autre trace, dite "trace virtuelle". C'est elle qui donne le sens recherché aux valeurs brutes observées. Un éclaircisseur avisé par exemple pourra reconnaître dans des marques régulières sur le sol une succession d'empreintes de pas laissées par un animal ou un humain, et saura les distinguer, en les interprétant avec d'autres indicateurs (forme des pieds, alternance droits/gauches, vitesse de progression ...). Ceux-ci seront dits "virtuels" car non présents dans les "mesures", mais déduits de l'observation brute. Le second niveau consiste à produire un modèle de génération la trace virtuelle, ce que nous appelons une "sémantique observationnelle" (SO). Dans le cas d'un programme, la SO pourrait être une abstraction de la sémantique formelle du processus observé, mais il s'agit essentiellement d'une sémantique de son traceur, éventuellement distincte de celle du processus tracé. Une telle sémantique peut être commune à toute une famille de processus et couvre alors un véritable domaine d'observation. La trace (actuelle ou virtuelle) est alors dite « générique ».

Trace intégrale virtuelle : $T_{e,t} = \langle S_0, e_t^* \rangle, e_t: (t, a_t, S_{t+1})$

Trace actuelle : $T_{w,t} = \langle Q_0, w_t^* \rangle, w_t: (t, A_t)$

La trace virtuelle est ce que l'on veut ou peut observer du processus et reflète son comportement à un niveau compréhensible ; la trace actuelle (la trace « ordinaire ») est obtenue par « extraction » à partir de « capteurs » insérés dans le processus, et contient les données de brutes d'observation. La trace virtuelle peut être vue comme interprétation de la trace actuelle. Dans ce cas l'interprétation est dite « fidèle », ce qui est illustré par le schéma ci-contre.



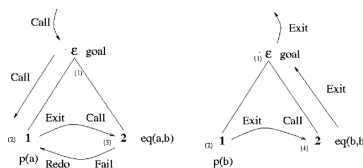
Exemple de l'observation d'une preuve représentée par un arbre de déduction T

Exécution de programmes logiques : parcours-construction d'arbre de preuve étiqueté

$S : \{T, u, n, num, pred, claus, first, ct, flr\}$

Exemples de trace actuelle (obtenue par extraction):

| Petit exemple (extrait de trace Prolog) | | | | | Mais si on n'a que ça...? | | | | |
|---|------|-------|-------|----------------------|---------------------------|-------|-------|------|--|
| chrono | notu | lport | pport | Etat virtuel atteint | notu | lport | pport | Etat | |
| 1 | 1 | 1 | Call | goal | S2 | | | | |
| 2 | 2 | 2 | Call | p(a) | S3 | | | | |
| 3 | 2 | 2 | Exit | p(a) | S4 | | | | |
| 4 | 3 | 2 | Call | eq(a,b) | S5 | | | | |
| 5 | 3 | 2 | Fail | eq(a,b) | S6 | | | | |
| 6 | 2 | 2 | Redo | p(a) | S7 | | | | |
| 7 | 2 | 2 | Exit | p(a) | S8 | | | | |
| 8 | 4 | 2 | Call | eq(b,b) | S9 | | | | |
| 9 | 4 | 2 | Exit | eq(b,b) | S10 | | | | |
| 10 | 1 | 1 | Exit | goal | S11 | | | | |



Sémantique de la trace virtuelle (modèle de production de la trace) :

l'évolution de la trace virtuelle (celle qui contient les objets observés) peut être modélisée ici par des règles « expliquant » ses modifications.

$$\text{Leaf reached} \frac{fst(u) \wedge lf(u) \wedge \neg ct \wedge ft(u)}{cl' \leftarrow ucpcl(cl, u), fst'(u) \leftarrow F, flr' \leftarrow F} \{ \}$$

$$\text{Tree failed} \frac{\neg fst(u) \wedge \neg ct \wedge \neg hep(u), v \leftarrow pt(u)}{u' \leftarrow v, (u = \epsilon) \Rightarrow (cl' \leftarrow T), flr' \leftarrow T} \{ flr(u) \vee flr \}$$

Sémantique de la trace actuelle ou interprétation :

à partir de portions de trace (ici un ou deux événements successifs) on reconstruit un événement de trace virtuel. En fait seul un état partiel (par rapport à la trace virtuelle intégrale) peut être construit.

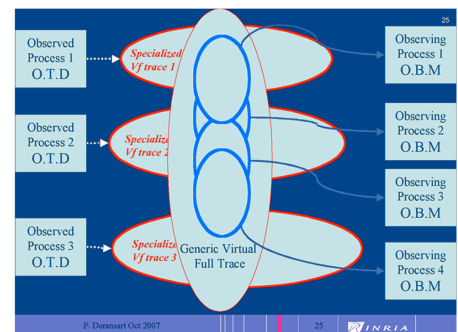
$$\text{Leaf reached} \frac{r' = r}{\{ < r \ l \ Call \ p >; < r' > \}}$$

$$\text{Tree failed} \frac{}{u' \leftarrow pt(u)} \{ < r \ l \ Fail \ p > \}$$

L'état partiel reconstruit ici est :

$S/Q : \{T, u, num, pred\}$

Trace générique



Problèmes étudiés dans cette approche :

1. Interprétation de la trace: donner un sens à une trace, modèles de reconstruction (analyse de trace, approches visuelles ou auralisées).
2. Gestion du flot de trace entre observé et observant : pilote de traceur, équilibrage des tâches, interactions observateur-observé, propriétés du transfert du flot (efficacité, préservation de l'interprétation et preuves de fidélité).
3. Sémantique de la génération de la trace pour une famille de processus observés (sémantique observationnelle, modèle d'extraction)

Domaines d'applications potentiels

- Modèles événement-condition-action
- Analyse de flot de données (data stream)
- Analyses comportementales et mémorisation de données non structurées (approche cognitive)

Deransart, P., Ducassé, M., Ferrand, G.
Une sémantique observationnelle du modèle des boîtes pour la résolution de programmes logiques. INRIA, RR-6229 (2007)
<http://hal.inria.fr/inria-00151285>