Examen du cours d'analyse statique
Tout document autorisé (durée: 1h30)

Sandrine Blazy - ENSIIE

2 février 2007

Exercice 1

Soit un langage dans lequel tout flottant peut avoir de 0 à 3 chiffres après sa virgule. On souhaite abstraire un flottant en son nombre de chiffres écrits après sa virgule.

1. Définir les fonctions d'abstraction et de concrétisation.
2. Donner la sémantique de l'opérateur abstrait $+$.

Exercice 2

Soit le programme P suivant.

```
      int i, j;
P0:   i = 2; j = 0;
P1:   while ( i + j <= 20) do
P2:    {
         if (i >= 10)
P3:         i = i + 4;
P4:
P5:      else
P6:       { i = i + 2; j = j + 1;}
P7:    }   /* fin de la boucle */
P8:
```

1. Quel est le graphe de contrôle de ce programme?
2. On choisit le treillis des intervalles du cours pour effectuer une analyse sur ce programme. Quel est le résultat de cette analyse aux points de programme suivants: `P1`, `P2`, `P4`, `P7`, `P8`? Quelles étapes ont été nécessaires à l'obtention de ce résultat?
3. On décide de modifier l'analyse précédente en utilisant l'opérateur d'élargissement vu en cours. Quels sont les points d'élargissement du programme?
4. Quel est le résultat de cette analyse aux points de programme suivants: `P1`, `P2`, `P4`, `P7`, `P8`?

Exercice 3

Dans cet exercice, une correspondance de Galois entre deux ensembles A et B sera notée (A, α, γ, B), α et γ désignant les fonctions d'abstraction et de concrétisation.

1. Un signe désigne un élément de l'ensemble **Signe** $= \{+, -, 0\}$. On souhaite définir des analyses statiques détectant le signe de toute paire d'entiers. Une solution consiste à abstraire toute paire d'entiers en une paire de signes en définissant la correspondance de Galois suivante:

$$(\mathcal{P}(\mathbb{Z}) \times \mathcal{P}(\mathbb{Z}), \alpha_{signe}, \gamma_{signe}, \mathcal{P}(\textbf{Signe}) \times \mathcal{P}(\textbf{Signe})).$$

   Définir les fonctions α_{signe} et γ_{signe}. Comment représenter $\{(z, -z) \mid z \in \mathbb{Z}\}$ dans cette correspondance de Galois (donner la valeur concrète ainsi que la valeur abstraite)?

2. La correspondance de Galois $(\mathcal{P}(\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}), \alpha_{signe'}, \gamma_{signe'}, \mathcal{P}(\textbf{Signe} \times \textbf{Signe}))$ permet de définir une analyse statique plus précise que la première.

   Définir les fonctions $\alpha_{signe'}$ et $\gamma_{signe'}$. Comment représenter $\{(z, -z) \mid z \in \mathbb{Z}\}$ (donner la valeur concrète ainsi que la valeur abstraite)?

Exercice 4

1. Dans une analyse statique par interprétation abstraite, quel est le lien entre sémantique du langage étudié et calcul de point fixe?

2. Soit le programme suivant.

```
int i = 1;
while (i <= 100) do {i = i +1;}
```

   La sémantique de ce programme est la valeur de la variable `i` à la sortie de la boucle. Sa sémantique peut être définie comme étant le plus petit point fixe d'une fonction $F = \lambda X. \ldots$. Compléter la définition de F, sachant que X désigne un ensemble de valeurs possibles pour la variable i.