A.A. 2000-01

Linguaggi di Programmazione I: Paradigmi

"esonero"

data di assegnazione: 17 novembre 2000
data di consegna: 1 dicembre 2000

1 Mini-ML

Considerare il seguente sottoinsieme del linguaggio ML. Usiamo le metavariabili T, T_1 ... per i tipi e M, N ... per i termini:

$$T ::= Nat \mid T_1 \to T_2$$
$$M ::= 0 \mid 1 \mid \ldots \mid x \mid \mathit{fn}\ x : T \Rightarrow M \mid M\ N$$

1. Definire un sistema dei tipi per Mini-ML.
2. Definire una semantica operazionale *call-by-value* per Mini-ML che sia in accordo con la semantica di ML.

Suggerimenti. Il sistema dei tipi è lo stesso definito in classe per F1. Semantica call-by-value vuol dire che l'argomento di una funzione viene valutato (ovvero ridotto ad un *valore*) prima di essere passato ad una funzione. Si prenda come nozione di valore la seguente:

- i termini 0, 1 ... sono i valori di tipo Nat;
- i termini della forma $\mathit{fn}\ x : T \Rightarrow M$ sono i valori del corrispondente tipo freccia.

2 Mini-ML con eccezioni

Estendere il linguaggio Mini-ML con i seguenti costrutti per la gestione delle eccezioni: siano $\epsilon_0, \epsilon_1, \ldots \epsilon_n$ un insieme predefinito di nomi di eccezioni,

$$T ::= \ldots \mid Exc$$
$$M ::= \ldots \mid \epsilon(M) \mid \mathit{raise}_T\ M \mid M\ \mathit{handle}\ \epsilon(x) \Rightarrow N$$

Le ϵ_i sono *costruttori* di eccezioni. In ML le eccezioni possono "trasportare" un valore, chiamato *argomento*, di tipo specificato, che può essere utilizzato da un eventuale handler. Supponiamo dunque che a ciascun costruttore ϵ sia associato un tipo $\tau(\epsilon)$, quello del suo argomento.

In ML esiste un tipo predefinito *Exc* delle eccezioni. Chiamiamo *eccezione* un qualunque termine di tipo *Exc*. Dato un termine M di tipo $\tau(\epsilon)$, il termine $\epsilon(M)$ è una eccezione, ed M è il suo argomento.

Per ogni tipo T e per ogni eccezione M, il termine $raise_T\, M$ è un termine di tipo T, e può dunque comparire in qualunque contesto legittimo per T. Ad esempio, $3 + raise_{Nat}\, M$ è un termine ben formato di tipo *Nat*. Informalmente, l'esecuzione di $raise_T\, M$ valuta il termine M producendo un *valore* $\epsilon(v)$ e poi solleva (lancia) l'eccezione ϵ con argomento v. (Nota che la valutazione di M potrebbe a sua volta lanciare una eccezione.) Una volta sollevata l'eccezione ϵ, il flusso normale della computazione si interrompe, e il controllo passa al primo (nel senso di più "interno") *handle* $\epsilon(x)$ che racchiude sintatticamente il termine che ha generato l'eccezione. Se un tale costrutto non esiste, l'eccezione è il risultato dell'intero programma.

Il termine M *handle* $\epsilon(x) \Rightarrow N$ *lega* tutte le occorrenze libere di x in N. Informalmente, la sua valutazione consiste innanzitutto nella valutazione di M. Se questa produce un *valore* v, allora v è il risultato dell'intero termine. Se M produce una eccezione $\epsilon(w)$, allora viene eseguito lo "handler" N in un ambiente in cui x vale w. Se M produce una eccezione $\epsilon'(w)$ con $\epsilon \neq \epsilon'$, l'eccezione non viene catturata e l'intero termine produce l'eccezione $\epsilon'(w)$. Tutto questo è come in ML.

1. Definire un sistema dei tipi per Mini-ML con eccezioni.
2. Definire una semantica operazionale call-by-value che sia in accordo con la semantica di ML.
3. Sia $\tau(\epsilon) = Nat$. Derivare:
   - $\emptyset \vdash (3 + raise_{Nat}\, \epsilon(5-1))$ *handle* $\epsilon(x) \Rightarrow (x+2) : Nat$
   - $\emptyset \vdash ((3 + raise_{Nat}\, \epsilon(5-1))$ *handle* $\epsilon(x) \Rightarrow (x+2)) \Rightarrow 6$
4. Sia $\tau(\epsilon) = Exc \to T$, e sia t il seguente termine:

$$fn\ x : Exc \Rightarrow ((raise_T\, x)\ \ handle\ \epsilon(y) \Rightarrow y\, x)$$

   - Determinare il tipo del termine $t\, \epsilon(t)$.
   - Esiste un valore v tale che $\emptyset \vdash t\, \epsilon(t) \Rightarrow v$?

Suggerimenti. Si estenda la nozione di *valore* includendo i termini della forma $\epsilon(v)$, dove v è un valore. Si definisca l'insieme dei *risultati* come l'unione dell'insieme dei valori con quello dei termini della forma: $raise_T\, v$, dove v è un valore. Le asserzioni della semantica operazionale siano della forma:

$$E \vdash t \Rightarrow r$$

dove r è un risultato ed E è in ambiente che associa *valori* a variabili.

Buon lavoro!