

プログラミング言語意味論 (2012 年度)・テスト問題用紙

(2013 年 2 月 7 日 (木)・ 14:40 ~ 15:25)

解答上、その他の注意事項

- I. 問題は、問 I ~ III までである。
- II. 解答用紙の右上の欄に学籍番号・名前を記入すること。
- III. ノート・プリント・参考書などは持ち込み可である。
- IV. 携帯電話などの通信機能を持つもの及び PC は 持ち込み不可 である。
- V. テストの配点は 50 点 (+ ボーナス 20 点) である。合格はレポートの得点を加えて、100 点満点中 60 点以上とする。

I. (ラムダ計算)

(12点×2)

次の λ 式が正規形に到達するまでの、最左変換による 1 ステップずつの β 変換の列を書け。ただし、10 回以内の最左変換で正規形に到達しない式については、それが判別できる時点 (以前と同じ式が出現した時点) または 10 回最左変換した時点で止めてよい。

解答例 1:

$$\begin{aligned}
 & (\lambda f x.f(fx))((\lambda f x.f(fx))g)y \\
 \xrightarrow{\beta} & (\lambda x.((\lambda f x.f(fx))g)((\lambda f x.f(fx))g)x)y \\
 \xrightarrow{\beta} & ((\lambda f x.f(fx))g)((\lambda f x.f(fx))g)y \\
 \xrightarrow{\beta} & (\lambda x.g(gx))((\lambda f x.f(fx))g)y \\
 \xrightarrow{\beta} & g(g((\lambda f x.f(fx))g)y)) \\
 \xrightarrow{\beta} & g(g((\lambda x.g(gx))y)) \\
 \xrightarrow{\beta} & g(g(g(y)))
 \end{aligned}$$

解答例 2:

$$\begin{aligned}
 & (\lambda x.xx)(\lambda x.xx) \\
 \xrightarrow{\beta} & (\lambda x.xx)(\lambda x.xx) \\
 \xrightarrow{\beta} & (\text{停止しない})
 \end{aligned}$$

$$(1) (\lambda xy.xy(\lambda uv.v))(\lambda xy.y)(\lambda xy.x)$$

$$(2) (\lambda ab.ba)(\lambda f x.f(fx))(\lambda f x.f(fx))$$

なお、必要に応じて $I \equiv \lambda x.x$ など適宜、定数を定義しても良い。

II. (語句)

(13 点 × 2)

プログラミング言語 (やその処理系) で用いられる次の 6 つの語句のうち 2 つを選択し、具体的な例を挙げて説明せよ。ただし、講義プリントにのっている例ではなく、オリジナルの例を考えること。

- カプセル化 (encapsulation)
- 高階関数 (higher-order function)
- 参照透明性 (referential transparency)
- 非決定性 (nondeterminism)
- 接続 (あるいは継続) (continuation)
- 多相 (polymorphism)

III. (自由記述 — ボーナス問題)

(最高 20 点)

Fortran, C, Java, Scala (?), ... と時代の要請によって、主流の言語は移り変わっていつている。今後、どのようなコンピューティングの要請が生まれ、どのような言語が必要とされるようになるか、大胆に予測してみよ。



