Oishi Type System に対する型推論アルゴリズム

2016/11/19

1 型システム

いまのところ、2016/09JSSST 大会バージョンものとする。

2 型推論アルゴリズム

概要: 以下の 2 ステップから構成

- 制約生成:与えられた項にたいして、(型およびクラシファイアに関する) 制約を返す。
- 制約を解く。

2.1 制約生成

これは、もの型システム (T_1 とする) を「トップダウンでの制約生成向け型システム (T_2 とする)」に変形することであたえる。

T_2 の設計指針:

- T_1 と T_2 は「型付けできる」という関係として等価である。
- T_2 は、term-oriented である。(結論側の式のトップレベルの形だけで、どの型付けルールを適用可能か、一意的にわかる。)
- T_2 は、制約生成をする。(結論側の式の要素は変数として、「それがこういう形でなければいけない」という条件は、制約の形で「生成」する。)

以上をどう満たすか？ ポイントは、subsumption rule の適用タイミング (なるべく subsumption rule を適用するのを避けたい) である。

2.2 型システム T_2 の導入

subsumption rule が出現する場所を限定することができる．特に，ルールと，その直後に subsumption がつかわれる場合を考えてみよう．以下で，「var1」等といった表記は，「もともとある ver1 ルールを subsumption 規則と組み合わせた形に改訂したもの」である．また，横棒の右に書いてある Constr;... は (ルールを下から上にむけて使うとき)，Constr 以下の制約が生成される，という意味である．

oishi said: 型付け規則の適用の直後に subsumption を適用するのならば，以下のような形になるのでは？

(型付け規則 X1)

$$\frac{\Gamma \vdash e : \langle t \rangle^{\gamma_1}; \sigma}{\Gamma \vdash e : \langle t \rangle^{\gamma_2}; \sigma} \; Constr;\ \Gamma \models \gamma_2 \geq \gamma_1, \ldots$$

(型付け規則 X2)

$$\frac{\Gamma \vdash^{\gamma_1} e : t \;;\; \sigma}{\Gamma \vdash^{\gamma_2} e : t \;;\; \sigma} \; Constr;\ \Gamma \models \gamma_2 \geq \gamma_1, \ldots$$

また、型 t_1, t_2 に対する $\geq$ の記号は以下の意味であるが、とりあえず、(以下の意味にしたがって分解はせずに) $t_1 \geq t_2$ の形のまま、制約として生成する。

- $\langle t_1 \rangle^{\gamma_1} \geq \langle t_2 \rangle^{\gamma_2}$ は、「$t_1 = t_2$ かつ $\gamma_1 \geq \gamma_2$
- $\langle t \rangle^{\gamma}$ の形でない t_1, t_2 に対しては、$t_1 = t_2$。

(型推論のプロセスの最中では、t_1, t_2 はメタ型変瑞。洽笐キ、譴此その場合、どちらの形かは決定できないので、$t_1 \geq t_2$ を上記の意味にしたがって、「ほどく」ことはできない。なので、$t_1 \geq t_2$ という形のまま制約として生成する。)

(亀山メモ: ただ、もしかすると、「レベル 0 の型変数」と「レベル 1 の型変数」を最初からわけておく方法もあるかもしれない。そうすると、上記はとける？)

(var1)

$$\frac{(x : t') \in \Gamma}{\Gamma \vdash x : t;\ \sigma}\ Constr;\ \Gamma \models t \geq t'$$

oishi said: $Constr;\ \Gamma \models t \geq t'$ がわからない．$\geq$ は 型 t ではなく，環境識別子 γ にのみ定義されているのでは？ → おそらく略記していて，t と t' の肩についている環境識別子 γ と γ' の大なりの関係を表している．

(var1 改：t が $\langle t \rangle^{\gamma}$ みたいな形じゃない場合)

$$\frac{}{\Gamma \vdash x : t;\ \sigma}\ Constr;\ (x : t) \in \Gamma$$

(var1 改：t が $\langle t \rangle^{\gamma}$ みたいな形の場合)

$$\frac{(x : \langle t \rangle^{\gamma'}) \in \Gamma}{\Gamma \vdash x : \langle t \rangle^{\gamma};\ \sigma}\ Constr;\ (x : t) \in \Gamma, \Gamma \models \gamma \geq \gamma'$$

(var2)

$$\frac{(u : t)^{\gamma'} \in \Gamma}{\Gamma \vdash^{\gamma} u : t;\ \sigma}\ Constr;\ \Gamma \models \gamma \geq \gamma'$$

(const)

$$\frac{}{\Gamma \vdash^{L} c : t;\ \sigma}\ Constr;\ \Gamma \models t \geq t^{c}$$

(app)

$$\frac{\Gamma \vdash^{L} e_1 : t_2 \to t_1;\ \sigma \quad \Gamma \vdash^{L} e_2 : t_2;\ \sigma}{\Gamma \vdash^{L} e_1\, e_2 : t;\ \sigma}\ Constr;\ \Gamma \models t \geq t_1$$

(lambda0)

$$\frac{\Gamma,\ x : t_1 \vdash e : t_2;\ \sigma'}{\Gamma \vdash \lambda x.e : t;\ \sigma}\ Constr;\ t = t_1 \xrightarrow{\sigma'} t_2$$

(lambda1)

$$\frac{\Gamma,\ (u : t_1)^{\gamma} \vdash^{\gamma} e : t_2;\ \sigma'}{\Gamma \vdash^{\gamma} \lambda u.e : t;\ \sigma}\ Constr;\ t = t_1 \to t_2$$

(if)

$$\frac{\Gamma \vdash^{L} e_1 : \mathtt{Bool};\ \sigma \quad \Gamma \vdash^{L} e_2 : t;\ \sigma \quad \Gamma \vdash^{L} e_3 : t;\ \sigma}{\Gamma \vdash^{L} \textbf{if } e_1 \textbf{then } e_2 \textbf{else } e_3\ :\ t;\ \sigma}\ Constr;\ (none)$$

(code-lambda)

$$\frac{\Gamma, \gamma' \geq \gamma, x : \langle t_1 \rangle^{\gamma'} \vdash^L e : \langle t_2 \rangle^{\gamma'};\ \sigma}{\Gamma \vdash^L \underline{\lambda} x.e\ :\ t;\ \sigma}\ Constr;\ t \geq \langle t_1 \to t_2 \rangle^{\gamma}$$

oishi said: 追加

(code-lambda 改)

$$\frac{\Gamma, \gamma_1 \geq \gamma, x : \langle t_1 \rangle^{\gamma_1} \vdash^L e : \langle t_2 \rangle^{\gamma_1};\ \sigma}{\Gamma \vdash^L \underline{\lambda} x.e\ :\ t;\ \sigma}\ Constr;\ t = \langle t_1 \to t_2 \rangle^{\gamma}$$

(reset0)

$$\frac{\Gamma \vdash e : \langle t' \rangle^{\gamma};\ \langle t' \rangle^{\gamma}, \sigma}{\Gamma \vdash \textbf{reset0}\ e\ :\ t;\ \sigma}\ Constr;\ t \geq \langle t' \rangle^{\gamma}$$

(shift0)

$$\frac{\Gamma,\ k : \langle t_1 \rangle^{\gamma_1} \stackrel{\sigma}{\Rightarrow} \langle t_0 \rangle^{\gamma_0} \vdash e : \langle t_0 \rangle^{\gamma_0}; \sigma \quad \Gamma \models \gamma_1 \geq \gamma_0}{\Gamma \vdash \textbf{shift0}\ k \to e : t\ ;\ t_2, \sigma}\ Constr;\ t \geq \langle t_1 \rangle^{\gamma_1},\ t_2 = \langle t_0 \rangle^{\gamma_0}$$

(throw0)

$$\frac{\Gamma \vdash v : \langle t_1 \rangle^{\gamma_1 \cup \gamma_2}; \sigma \quad \Gamma \models \gamma_2 \geq \gamma_0}{\Gamma,\ k : \langle t_1 \rangle^{\gamma_1} \stackrel{\sigma}{\Rightarrow} \langle t_0 \rangle^{\gamma_0} \vdash \textbf{throw}\ k\ v : t; \sigma}\ Constr;\ t \geq \langle t_0 \rangle^{\gamma_2}$$

(code)

$$\frac{\Gamma \vdash^{\gamma} e : t_1;\ \sigma}{\Gamma \vdash \texttt{<}e\texttt{>} : t;\ \sigma}\ Constr;\ t \geq \langle t_1 \rangle^{\gamma}$$

2.3 制約解消