

ソフトウェア基礎科学（住井分）

第2回レポート課題

解答例

I. テキスト第4章の定義において、次の reaction relation は成り立つか。成り立つときは、Definition 4.13 (p. 34) の reaction rules による導出を書き下せ。成り立たないときは「成り立たない」と書き、プロセスや reaction relation の直観的意味にもとづく理由と、Definition 4.13 の形式的定義にもとづく理由を、それぞれ一行～数行程度で説明せよ。（わからないときはテキストや授業のノートをよく参照すること。）

$$1. (a.P \mid \bar{a}.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow (P \mid Q) \mid \bar{a}.R$$

成り立つ。導出木は下の通り。

$$\frac{\frac{}{a.P \mid \bar{a}.Q \rightarrow P \mid Q} \text{REACT}}{(a.P \mid \bar{a}.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow (P \mid Q) \mid \bar{a}.R} \text{PAR}$$

$$2. (a.P \mid \bar{a}.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow (P \mid \bar{a}.Q) \mid R$$

成り立つ。導出木は下の通り。

$$\frac{\frac{\frac{}{a.P \mid \bar{a}.R \rightarrow P \mid R} \text{REACT}}{(a.P \mid \bar{a}.R) \mid \bar{a}.Q \rightarrow (P \mid R) \mid \bar{a}.Q} \text{PAR}}{(a.P \mid \bar{a}.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow (P \mid \bar{a}.Q) \mid R} \text{STRUCT}$$

$$3. (a.P + a.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow Q \mid R$$

成り立つ。導出木は下の通り。

$$\frac{}{(a.P + a.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow Q \mid R} \text{REACT}$$

$$4. (a.P + a.Q) \mid \bar{a}.R \rightarrow (P + a.Q) \mid R$$

成り立たない。

直観的理由： $a.P + a.Q$ は「 $a.P$ か $a.Q$ のどちらか一方」という意味なので、 $a.P$ が入力を行って P になったら、 $a.Q$ のほうは残らないはずだから。

形式的理由： $(a.P + a.Q) | \bar{a}.R \rightarrow X$ という形の reaction relation を導出し得る規則は REACT, PAR, STRUCT の三つしかないが、REACT では、 $X = (P + a.Q) | R$ とはならない。PAR では、 $a.P + a.Q \rightarrow Y$ となるはずだが、そのような Y は存在しない。STRUCT では、+ や | の順序を入れ替えることしかできないので、同様の理由により、やはり $X = (P + a.Q) | R$ とはならない。

$$5. a.P | \text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) \rightarrow a.P | \text{new } a (Q | R)$$

成り立つ。導出木は下の通り。

$$\frac{\frac{\frac{\frac{}{a.Q | \bar{a}.R \rightarrow Q | R}{} \text{REACT}}{\text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) \rightarrow \text{new } a (Q | R)} \text{RES}}{\text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) | a.P \rightarrow \text{new } a (Q | R) | a.P} \text{PAR}}{a.P | \text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) \rightarrow a.P | \text{new } a (Q | R)} \text{STRUCT}$$

$$6. a.P | \text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) \rightarrow P | \text{new } a (a.Q | R)$$

成り立たない。

直観的理由： $\text{new } a$ の内側の a と、外側の a は異なるので。

形式的理由： $a.P | \text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) \rightarrow X$ という形の reaction relation を導出し得る規則は STRUCT しかないが、Definition 4.7 (4)において $a \notin \text{fn}(P)$ という条件があり、 $a.P | \text{new } a (a.Q | \bar{a}.R) \equiv \text{new } a (a.P | a.Q | \bar{a}.R)$ といった関係は成立しないため。

$$7. \text{new } a ((a.P | \bar{a}.Q) | \text{new } a (a.0 | \bar{a}.0)) \rightarrow \text{new } a ((P | Q) | \text{new } a (a.0 | \bar{a}.0))$$

成り立つ。導出木は次の通り。

$$\frac{\frac{\frac{\frac{}{a.P | \bar{a}.Q \rightarrow P | Q}{} \text{REACT}}{(a.P | \bar{a}.Q) | \text{new } a (a.0 | \bar{a}.0) \rightarrow (P | Q) | \text{new } a (a.0 | \bar{a}.0)} \text{PAR}}{\text{new } a ((a.P | \bar{a}.Q) | \text{new } a (a.0 | \bar{a}.0)) \rightarrow \text{new } a ((P | Q) | \text{new } a (a.0 | \bar{a}.0))} \text{RES}}$$

II. テキスト第5章の定義において、次の strong bisimilarity (strong equivalence) は成り立つか。成り立つときは、左辺と右辺のプロセスの組を含む strong bisimulation を示せ。成り立たないときは、その理由を説明せよ。

$$1. \text{new } a \bar{a}.P \sim 0$$

成り立つ。 $S = \{(\text{new } a \bar{a}.P, 0)\}$ と取れば良い。

$$2. a.P | \bar{a}.Q \sim b.P | \bar{b}.Q$$

成り立たない。 $a.P | \bar{a}.Q \xrightarrow{a} P | \bar{a}.Q$ だが、それに対応するべき $b.P | \bar{b}.Q \xrightarrow{a} X$ なる X は存在しないので。

$$3. a.0 | b.0 | c.0 \sim a.b.c.0 + a.c.b.0 + b.c.a.0 + b.a.c.0 + c.a.b.0 + c.b.a.0$$

成り立たない。上式の \sim の左辺を P 、右辺を Q とする。 $P \xrightarrow{a} b.0 | c.0$ だが、 $Q \xrightarrow{a} Q'$ なる Q' は $b.c.0$ か $c.b.0$ のどちらかしかない。もし $Q' = b.c.0$ ならば、 $b.0 | c.0 \xrightarrow{c} 0$ に対応するべき $Q' \xrightarrow{c} Q''$ なる Q'' が存在しない。もし $Q' = c.b.0$ ならば、 $b.0 | c.0 \xrightarrow{b} 0$ に対応するべき $Q' \xrightarrow{b} Q''$ なる Q'' が存在しない。