プロセス等価性

国立情報学研究所

佐藤一郎
E-mail: ichiro@nii.ac.jp

等価関係

基本等価関係

P+Q～Q+P　　P+(Q+R)～(P+Q)+R　　P+P～P　　P+0～P

P|Q～Q|P　　P|(Q|R)～(P|Q)|R　　P|0～P

観測等価関係

α.τ.P～ α.P　P+τ.P～τ.P　α.(P+τ.P)+ α.P～ α.(P+τ.P)

弱双模倣の定義

プロセス上の関係 R が弱双模倣であるとは、p R q ならば、任意の $t \in A$ について、次の2 つの条件が成り立つことである。

(1) $p \overset{t}{\Rightarrow} p'$ ならば、ある q' が存在して $q \overset{t}{\Rightarrow} q'$ かつ p' R q' を満たす。

(2) $q \overset{t}{\Rightarrow} q'$ ならば、ある p' が存在して $p \overset{t}{\Rightarrow} p'$ かつ p' R q' を満たす。

$t = a_1 \ldots a_n \in A$ のとき、$p \overset{t}{\Rightarrow} p'$

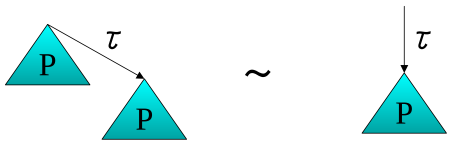
$$p \ (\overset{\tau}{\rightarrow})^* \overset{a_1}{\rightarrow} (\overset{\tau}{\rightarrow})^* \overset{a_2}{\rightarrow} (\overset{\tau}{\rightarrow})^* \cdots (\overset{\tau}{\rightarrow})^* \overset{a_n}{\rightarrow} (\overset{\tau}{\rightarrow})^* p' \cdot\cdot$$

観測等価

α.τ.P～ α.P

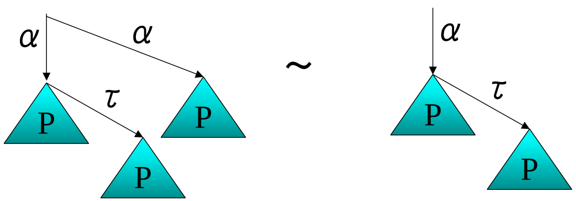
観測等価

P+τ.P～τ.P



観測等価

α.(P+τ.P)+ α.P～ α.(P+τ.P)



等価性の完全公理化

計算機に、等価性の定義に従って等価性を示させるのは困難が伴う

等価性に対する完全な公理系があれば計算機処理が容易になる

公理系（＋）

【A：＋に関する可換モノイド・べき等公理系】

（A1）　p＋q＝q＋p

（A2）　p＋（q＋r）＝（p＋q）＋r

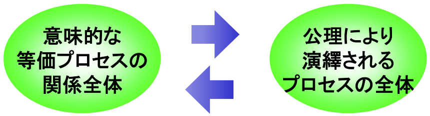
（A3）　p＋p＝p

（A4）　p＋0＝p

構文　P::= 0 | α.P | P+Q　の場合

公理系

- 通常論理体系は、論理式の作り方、公理そして推論規則を与えることによって定まる
- ここで考える等式論理という体系では、等式が論理式であり公理は等式の集合によって与えられる



健全性：公理から演繹されるプロセス式が意味的にも等価
完全性：意味的に等価プロセス式が公理によっても演繹可能

公理系

Aを公理系としたとき、等式がp＝qが公理系Aから証明できるとき、A⊢p＝qと書く

例）A ⊢(a＋0)＋b＝b＋a

公理系

pを任意のプロセスとすると、ある標準形のプロセスp’が存在して

A ⊢p＝p’

プロセスpが標準形であるとは、
p≡ a .p ＋…＋a .p
で表される場合である

公理系

- 再帰がないプロセスに対して、公理系A は強等価性に関して健全かつ完全であるすなわち、p、qを再帰がないプロセスとすると

p ～ q ⇔ A ⊢p＝q

公理系(τ)

(A5)　$\alpha.\tau.p = \alpha.p$

(A6)　$p + \tau.p = \tau.p$

(A7)　$\alpha.(p + \tau.q) + \alpha.q = \alpha.(p + \tau.q)$

公理系による等価判定

公理系A 、A を使って合同等価式

$$p + \tau.(p+q) \cong \tau.(p+q)$$

を導く

$$\begin{aligned} p + \tau.(p+q) &= p + ((p+q) + \tau.(p+q)) && \text{((A6)より)} \\ &= (p + (p+q)) + \tau.(p+q) && \text{((A2)より)} \\ &= ((p+p) + q) + \tau.(p+q) && \text{((A2)より)} \\ &= (p+q) + \tau.(p+q) && \text{((A2)より)} \\ &= \tau.(p+q) && \text{((A6)より)} \end{aligned}$$