Исследование сетевых эквивалентностей

И.В. Тарасюк [*]

Сети Петри (СП) — одна из наиболее популярных формальных моделей для описания и исследования свойств параллельных систем. На СП введен ряд эквивалентностей, которые позволяют рассматривать поведение сетей с разных точек зрения и на разных уровнях абстракции. Известны следующие основные эквивалентности.

- Интерливинговая (обозначение $\equiv_i$), шаговая ($\equiv_s$) и ЧУММ- (на частично упорядоченных мультимножествах) ($\equiv_{pom}$) эквивалентности на следах [2].
- Интерливинговая ($\underline{\leftrightarrow}_i$), шаговая ($\underline{\leftrightarrow}_s$), на частичных словах ($\underline{\leftrightarrow}_{pw}$), на ЧУММ ($\underline{\leftrightarrow}_{pom}$) [3] и процессная ($\underline{\leftrightarrow}_{pr}$) [1] бисимуляционные эквивалентности.
- Интерливинговая ($\underline{\leftrightarrow}_{iST}$), на частичных словах ($\underline{\leftrightarrow}_{pwST}$) и на ЧУММ ($\underline{\leftrightarrow}_{pomST}$) [3] ST-бисимуляционные эквивалентности.
- Сохраняющая историю бисимуляционная эквивалентность на ЧУММ ($\underline{\leftrightarrow}_{pomh}$) [3].

Автором был введен ряд новых понятий эквивалентностей, дополняющих вышеупомянутые. Среди них следовые эквивалентности на частичных словах ($\equiv_{pw}$) и на процессах ($\equiv_{pr}$), сохраняющие историю бисимуляционные эквивалентности на частичных словах ($\underline{\leftrightarrow}_{pwh}$) и на процессах ($\underline{\leftrightarrow}_{prh}$), а также процессная ST-бисимуляционная эквивалентность ($\underline{\leftrightarrow}_{prST}$). Взамосвязь указанных выше эквивалентностей изучена на помеченных СП без λ-действий и изображена в виде диаграммы на рисунке 1.

Рассмотренные эквивалентности были также исследованы на трех подклассах СП. На последовательных сетях, в которых невозможно параллельное срабатывание переходов, $\equiv_i=\equiv_{pom}$, $\underline{\leftrightarrow}_i = \underline{\leftrightarrow}_{pomh}$, и взаимосвязь эквивалентностей представлена рисунком 2. На T-сетях без автопараллелизма, в которых нет конфликтных переходов и невозможно параллельное срабатывание одинаково помеченных переходов, $\equiv_i= \underline{\leftrightarrow}_{iST}$. Если добавить требование безопасности (не более одной фишки в каждом месте сети), то $\equiv_s=\equiv_{pom}$. На строго помеченных сетях, в которых два различных перехода не могут иметь одинаковую пометку, $\equiv_\star= \underline{\leftrightarrow}_\star$ ($\star \in \{i, pw, pom, pr\}$) и $\equiv_s= \underline{\leftrightarrow}_{iST}$.

[*]ИСИ СО РАН, e-mail: virb@isi.itfs.nsk.su (Данная работа частично финансируется Российским Фондом Фундаментальных Исследований, грант N 2-155-2-43)

Рисунок 1

$$\begin{tikzcd}
 & & \underline{\leftrightarrow}_{pwh} \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pomh} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{prh} \arrow[l] \arrow[d] \\
 & \underline{\leftrightarrow}_{iST} \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pwST} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pomST} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{prST} \arrow[l] \arrow[d] \\
\underline{\leftrightarrow}_{i} \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{s} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pw} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pom} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pr} \arrow[l] \arrow[d] \\
\equiv_{i} & \equiv_{s} \arrow[l] & \equiv_{pw} \arrow[l] & \equiv_{pom} \arrow[l] & \equiv_{pr} \arrow[l]
\end{tikzcd}$$

Рисунок 2

$$\begin{tikzcd}
\underline{\leftrightarrow}_{i} \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{pr} \arrow[l] \arrow[d] & \underline{\leftrightarrow}_{prST} \arrow[l] & \underline{\leftrightarrow}_{prh} \arrow[l] \\
\equiv_{i} & \equiv_{pr} \arrow[l] & &
\end{tikzcd}$$

Список литературы

[1] C. Autant, Ph. Schnoebelen. *Place bisimulations in Petri nets.* LNCS 616, p.45–61, June 1992.

[2] R.J. van Glabbeek. *The refinement theorem for ST-bisimulation semantics.* Proc. IFIP WC of PC& M, Israel, 1990.

[3] W. Vogler. *Bisimulation and action refinement.* LNCS 480, p.309–321, 1991.