

**Заголовок:** Сохраняющая производительность эквивалентность для стохастической процессной алгебры dtsdPBC.

**Автор:** Игорь Валерьевич Тарасюк. Институт систем информатики имени А.П. Ершова СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 6, 630090 Новосибирск, Российская Федерация. Эл. почта: [itar@iis.nsk.su](mailto:itar@iis.nsk.su). Сайт: <http://itar.iis.nsk.su>. Телефон: +7 383 3306360 (доп. 2327).

**Резюме:** Исчисление боксов Петри (PBC) А. Беста, Р. Девиллера, Дж.Г. Холла и М. Кутни — хорошо известная алгебра параллельных процессов с семантикой сетей Петри. Дискретно-временное стохастическое и детерминированное PBC (dtsdPBC) автора расширяет PBC дискретно-временными стохастическими и детерминированными задержками. dtsdPBC обладает шаговой операционной семантикой на базе помеченных вероятностных систем переходов и основанной на сетях Петри денотационной семантикой на базе dtsd-боксов, подкласса помеченных дискретно-временных стохастических и детерминированных сетей Петри (ПДВСДСП). Для оценки производительности в dtsdPBC анализируются базовые полумарковские цепи (ПМЦ) и (редуцированные) дискретно-временные цепи Маркова (ДВМЦ и РДВМЦ) процессных выражений. Шаговая стохастическая бисимуляционная эквивалентность используется в dtsdPBC как для сравнения качественного и количественного поведения, так и для установления соответствия операционной и денотационной семантик.

Мы демонстрируем как применять шаговую стохастическую бисимуляционную эквивалентность процессных выражений для категоризации их систем переходов, ПМЦ, ДВМЦ и РДВМЦ с сохранением стационарного поведения и свойств времени пребывания. Мы также доказываем, что категоризованные поведенческие структуры (системы переходов, графы достижимости и ПМЦ) процессных выражений и их dtsd-боксов изоморфны. Так как данная эквивалентность гарантирует идентичность функциональных и производительных характеристик в классах эквивалентности, ее можно применять для упрощения анализа производительности в рамках dtsdPBC благодаря минимизации пространства состояний с помощью категоризации.

**Ключевые слова:** исчисление боксов Петри, дискретное время, стохастические и детерминированные задержки, система переходов, операционная семантика, dtsd-бнокс, денотационная семантика, цепь Маркова, производительность, категоризация.

**Title:** Performance preserving equivalence for stochastic process algebra dtsdPBC.

**Author:** Igor Valerievich Tarasyuk. A.P. Ershov Institute of Informatics Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Acad. Lavrentiev pr. 6, 630090 Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: [itar@iis.nsk.su](mailto:itar@iis.nsk.su). Homepage: <http://itar.iis.nsk.su>. Phone: +7 383 3306360 (ext. 2327).

**Abstract:** Petri box calculus (PBC) of E. Best, R. Devillers, J.G. Hall and M. Koutny is a well-known algebra of parallel processes with a Petri net semantics. Discrete time stochastic and deterministic PBC (dtsdPBC) of the author extends PBC with discrete time stochastic and deterministic delays. dtsdPBC has a step operational semantics via labeled probabilistic transition systems and a Petri net denotational semantics via dtsd-boxes, a subclass of labeled discrete time stochastic and deterministic Petri nets (LDTSDPNs). To evaluate performance in dtsdPBC, the underlying semi-Markov chains (SMCs) and (reduced) discrete time Markov chains (DTMCs and RDTMCs) of the process expressions are analyzed. Step stochastic bisimulation equivalence is used in dtsdPBC as to compare the qualitative and quantitative behaviour, as to establish consistency of the operational and denotational semantics.

We demonstrate how to apply step stochastic bisimulation equivalence of the process expressions for quotienting their transition systems, SMCs, DTMCs and RDTMCs while preserving the stationary behaviour and residence time properties. We also prove that the quotient behavioural structures (transition systems, reachability graphs and SMCs) of the process expressions and their dtsd-boxes are isomorphic. Since the equivalence guarantees identity of the functional and performance characteristics in the equivalence classes, it can be used to simplify performance analysis within dtsdPBC due to the quotient minimization of the state space.

**Keywords:** Petri box calculus, discrete time, stochastic and deterministic delays, transition system, operational semantics, dtsd-box, denotational semantics, Markov chain, performance, stochastic bisimulation, quotient.