

ВРЕМЕВИ ПОТОКОВО-РЕЛАЦИОННИ МРЕЖИ НА ПЕТРИ. ДУАЛЕН ПОДХОД

д-р инж. Полина Стефанова Петрова
ВНТИ – МО, София 1592

TIME FLOW-RELATED PETRI NETS. A DUAL APPROACH

Abstract. The main purpose of this paper is to present a new class of Petri Nets (PN) with timed parameters. Our suggestion with interval specifying allows to describe the real-time system behavior and appears to be a suitable tool for signal and abstract level protocol design and coordination. The proposed PN-oriented techniques of arc-type provide a stable basis for the formal specification. The universal modeling power of new defined Time Flow-Related Petri Nets is proven. The correlations with other PN-based classes of node-type (single and double specified) are investigated and their transformation rules are demonstrated.

Прилагането на стандартните за интервалното специфициране механизми [1] към потоковите релации [2] води до структурна редукция на моделите и преодоляване на трудностите [2-4] при работа със съществуващите конвенционални средства за системно проектиране от тип “възел” [1-4] на основата на Мрежи на Петри (PNs).

Целта на настоящата работа е предлагане на формална техника за описание на динамичното поведение при едновременно декларираните времеви рестрикции в резолюиращата и генерираща процедури от използваните симулационни правила.

Моделите с последствие [2,4] позволяват интерпретиране на цялата мрежова еволюция, представяйки маркирането като “процес” за отделните етапи от реализирането на общата изпълнявана функция. Мрежите на Петри с времезависими дъги (ATdPNs) при класически дефинирани входни и изходни функции на преходите [2], притежаващи опростени синтаксис и семантика, решават дименсионните проблеми на обобщените тайм-аутни (TPNs) и позиционно-интервални (PIPNs) класове [1,3] с двойно специфициране [4] от тип “преход” (DSTTdPNs) и “позиция” (DSPTdPNs). Като алтернатива на ATdPN-моделите, новият вариант Потоково-релационни мрежи с аналогични симулационни правила, адаптирани към използваната символика, представлява удобен метод за проектиране в реално време при условия, характерни за формализмите от тип “дъга”. Различieto, явяващо се в терминологията е предпоставка за осъществяване на структурно съответствие между овременените Мрежи на Петри (T(-d)PNs) и построяване на тяхната йерархия.

Дуалният подход, изграден на основата на разширени входни и изходни функции на позициите осигурява ефективни механизми за преобразуване на T(-d)PN-моделите с позиционна ориентация и може да намери приложение като помощна трансформационна и самостоятелна спецификационна техника в областта на системния дизайн.

По аналогия на Мрежите на Петри от тип "възел", предлаганият нов клас от тип "дъга" се описва, както следва:

Дефиниция: Дуална Времева Потоково-Релационна Мрежа на Петри (DTFRPN) е наредената двойка $C_{FR}=(C, \alpha')$, където:

$C=(N, \mu_0)$, е класическа Мрежа на Петри;

N - статична мрежова структура;

μ_0 - начална маркировка;

$\alpha': A' \rightarrow IR^+X IR^+(\alpha' \leq \alpha'^{**})$ е глобална разширена времева функция на дъгите, като:

$\alpha'(a')=(\alpha'(a')^*, \alpha'(a')^{**})$ е наредена двойка от минимално и максимално допустими времена;

$A' \subseteq (TxP) \cup (PxT)$, $A'=\{a_1', a_2', \dots, a_r'\}$ е модифицирано множество дъги, където за $\forall t_i \in T$ и $\forall p_j \in P$ е изпълнено:

$$\#((t_i, p_j), A') = \#(t_i, I'(p_j)),$$

$$\#((p_j, t_i), A') = \#(t_j, O'(p_j)).$$

$I': P \rightarrow T^\infty$ е разширена входна функция (на позициите);

$O': P \rightarrow T^\infty$ е разширена изходна функция (на позициите), така че:

$$\#((t_i, I'(p_j)) = \#(p_j, O(t_i)),$$

$$\#((t_i, O'(p_j)) = \#(p_j, I(t_i)), \text{ където:}$$

$I: T \rightarrow P^\infty$ е класическа входна функция (на преходите);

$O: T \rightarrow P^\infty$ е класическа изходна функция (на преходите);

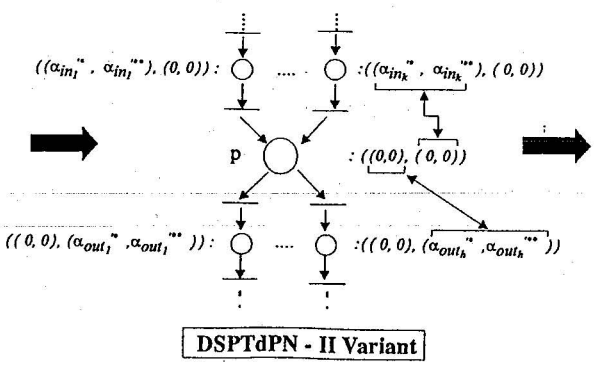
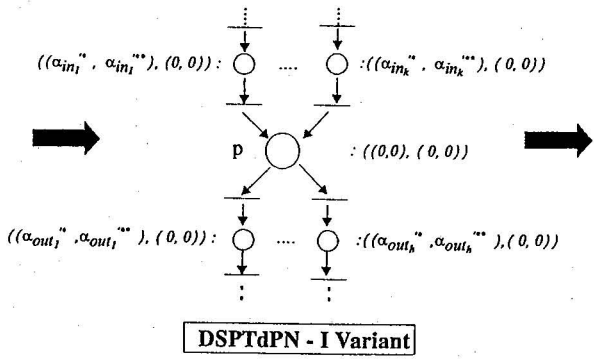
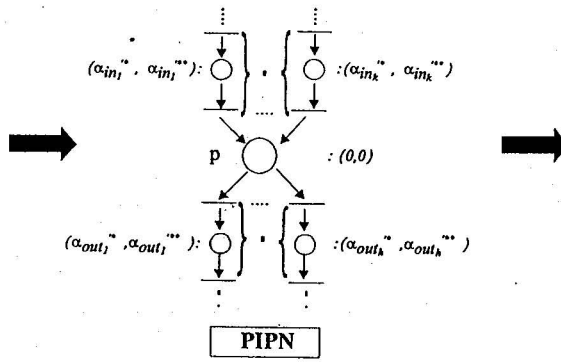
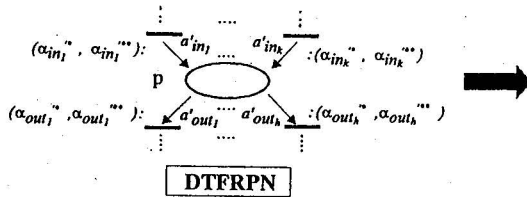
$$\alpha' = \alpha'_{in'} \cup \alpha'_{out'};$$

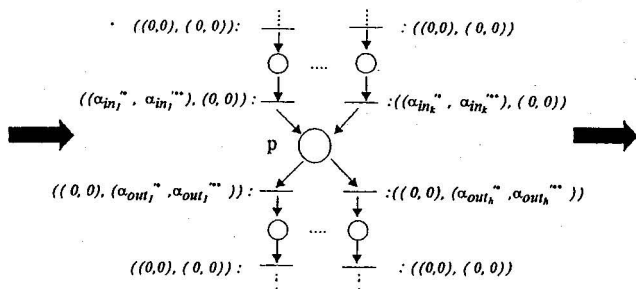
$\alpha'_{in'}: A'_{in'} \rightarrow IR^+XIR^+(\alpha'_{in'} \leq \alpha'_{in'}^{**})$ е разширена входна времева генерираща функция;

$\alpha'_{out'}: A'_{out'} \rightarrow IR^+XIR^+(\alpha'_{out'} \leq \alpha'_{out'}^{**})$ е разширена изходна времева запалваща функция.

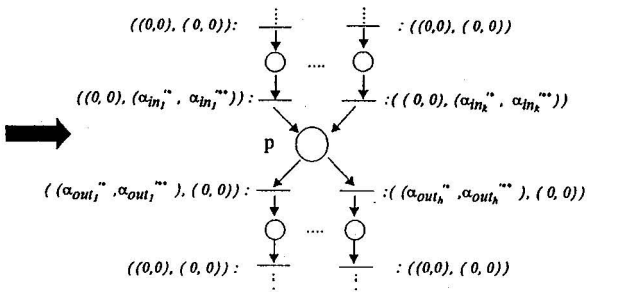
Теорема: Дуалните Времеви Потоково-Релационни Мрежи на Петри са с универсална мощност на моделиране.

Доказателство: Следвайки същите съображения, както при прототипния за разглеждания клас ATdPN-вариант [2], за доказване на горното твърдение е достатъчно извеждане на отношението еквивалентност с някой от известните модели, използващи интервално специфициране [1,4]. Правилата за преобразуване на DTFRPN- в PN-тип (в случая "възел") мрежи с доказана универсална описателна мощност са демонстрирани на фиг. 1.



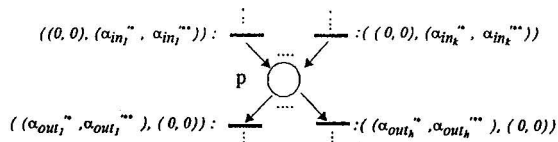


DSTTdPN - I Variant



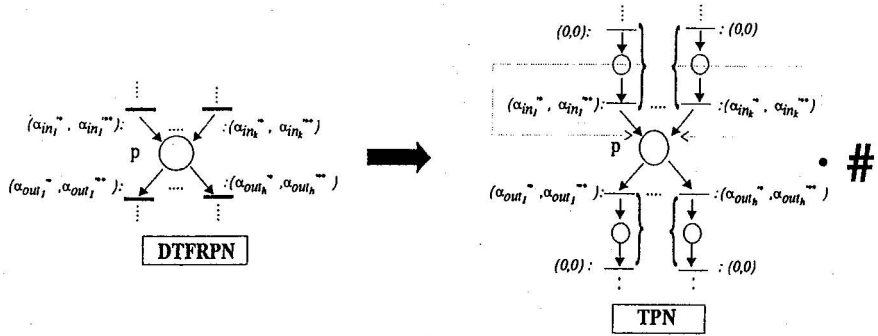
DSTTdPN - II Variant

Фиг. 1.



DSTTdPN

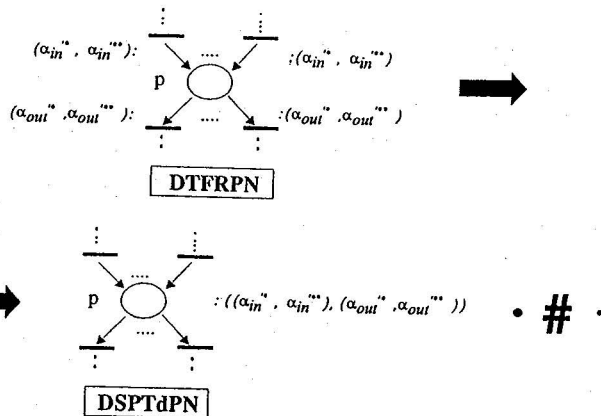
Фиг. 2.



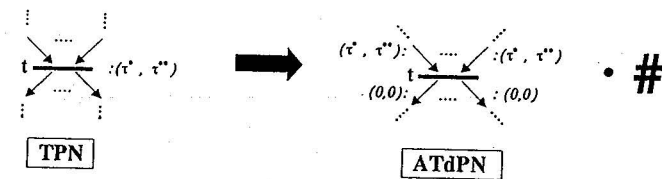
DTFRPN

TPN

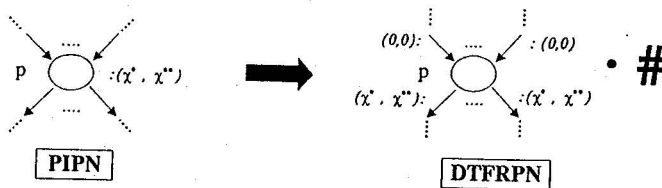
Фиг. 3.



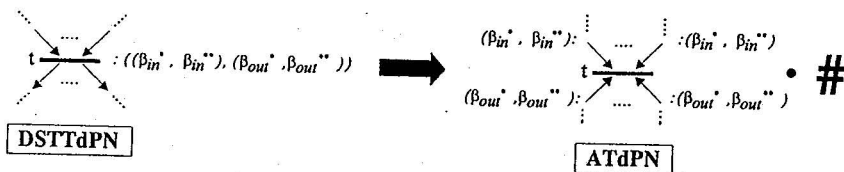
фиг. 4.



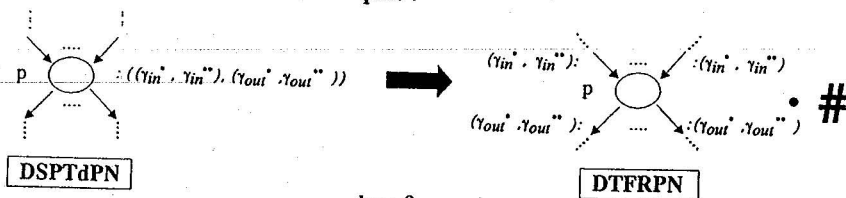
фиг. 5.



фиг. 6



фиг. 7



фиг. 8

Когато основната позиция се явява единствен изход и вход на инцидентните ѝ преходи са възможни опростявания в структурата на последния фрагмент от фиг.1., което е представено чрез модела от фиг.2. До същите резултати се достига при прилагане (вместо PIPN) апарата на TPN-мрежи, показано на фиг.3. При еднакви времеви изисквания, аналогично на разсъжденията за ATdPN-класовете [2], директно може да бъде получен опростеният DSPTdPN-вариант от фиг.4. Обратните трансформации за получаване на DTFRPN-модела от позиционно-ориентирани варианти са представени на фиг.6. и фиг.8. Преобразуването в мрежови TPN- и PIPN-варианти с единично специфициране от тип “възел” се осъществява при нулиране на всички компоненти на разширените входни генериращи функции от DTFRPN-модела или чрез премахване на втората интервална функция на DSTTdPN- и DSPTdPN-фрагментите от фиг.2.(дясна страна) и фиг.8. □

Използвайки трансформационните правила от фиг.2. и фиг.7. директно може да бъде изведена еквивалентността между двата варианта DTFRPN- и ATdPN-мрежи от тип “дъга”. Вторият клас е очевидно по-приложим като средство за конверсия при преходно-ориентирани модели (фиг.5. и фиг.7.), а първият – като спомагателна техника за преобразуване с позиционна ориентация (фиг.6. и фиг.8.).

Предложеният в настоящия материал подход, преодоляващ недостатъците на класовете Мрежи на Петри от тип “възел” при неедноелементни разширени входни и изходни (мулти-)множества на изходните и входни за дадена позиция преходи е предпоставка за изграждане на обща методика за проектиране на произволни системи в реално време.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрова П., Възможности на интервалното специфициране при Позиционно/Преходните техники за проектиране, “Електронна техника’97”, Созопол, Септ.,1997, Сборник научни трудове, кн.2, стр.49-54.
2. Петрова П., Мрежи на Петри с времезависими дъги, “Електронна техника’98”, Созопол, Септ., 1998.
3. Petrova P., Time-Dependent Petri Nets–Oriented Techniques of Real–Time Systems Design, SAER’96, St. Konstantin resort, Sept., 1996, pp.43-47.
4. Petrova P., Interval Petri Nets with Double Specified Node-Type Timed Elements, CAI’98, Sofia, 1998.