

НЕДЕТЕРМИНИСТИЧНИ МОДЕЛИ ОТ ТИП НА РАМЧАНДЕНИ И СИФАКИС

д-р инж. Полина Стефанова Петрова; н.с.
ВНТИ-МО, София 1592

NON-DETERMINISTIC MODELS OF RAMCHANDANI AND SIFAKIS-TYPE

Abstract. *In the present work, we introduce two possible extensions of Petri Nets (PN) with temporal restrictions. The defined classes possess new timing mechanisms set by corresponding simulation rules. These non-deterministic models are able to present the transition firing probability in different moments of net-evolution. A theorem of equivalence between Modified Ramchandani and Sifakis Nets with continuance or delays is proven. Their interpretations by Merlin Time-out Nets and Place Interval Nets are demonstrated. These transformations allow to find the place of suggested formalisms in the system of PN-oriented description techniques.*

Съществуващите времеви класове Мрежи на Петри (PN), притежаващи разнообразни темпорални характеристики (продължителност, закъснения, тайм-аути), свързани с различни структурни елементи намират конкретно приложение при оценка бързодействието, изследване циклични периоди, постигане структурна възстановимост и др., в зависимост от специфичните им особености и възможности. Динамичните параметри рефлектират върху симулационните правила на мрежовите модели. Тези рестрикции не предизвикват ефект на резолюционните процедури при преходно-ориентираните мрежи на Рамчандени [1,2] и Мерлин [1-3]. Преходите в позиционно-ориентираните мрежи на Сифакис [1,2] се разрешават по същия начин, както и при класическите [1] Позиционно-Преходни мрежи на Петри (P/TPN) само обаче чрез достъпни маркери. Активирането на преходите при Мрежите на Мерлин (TPN) и Сифакис (TdP/TN) не заема никакво време - основен постулат в общата PN-теория, за разлика от модела на Рамчандени (TdPN). Сработването при този клас с времетраене започва веднага след разрешаване, което е валидно и за Мрежите на Сифакис. Мигновеното активиране в Тайм-аутните Мрежи на Мерлин и Позиционно-Интервалните (PIPN) Мрежи на Петри [2] се осъществява в границите на статичния интервал. По отношение на момента на сработване времезависимите PN-ориентирани техники биха могли да бъдат класифицирани в две основни групи - детерминистични модели със строго фиксирани характеристики от тип на Рамчандени и Сифакис и вероятностни мрежи с променливи параметри (с интервално специфициране).

Основна цел на настоящата работа е предлагането на нови недетерминистични модели от тип на Рамчандени и Сифакис, позволяващи прилагането на изчислително - ефективни методи за анализ, характерно за прототипните им варианти и използващи не изкуствено регулирани времеви механизми, не противоречащи на основните положения в класическата теория на Мрежите на Петри. Различията се явяват в симулационните правила, модифицирани съгласно новите изисквания, залегнали при задаване на основната резолюираща схема.

Дефиниция 1 : Модифицирана Позиционно/Преходна Мрежа на Сифакис (MdTDP/TN) е наредената двойка $C_{Mds} = (C, \zeta)$, където:

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

$\zeta: P \rightarrow IR^+$ е модифицирана закъснителна функция на достъпните маркери;

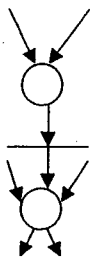
IR^+ - множество на неотрицателните реални числа.

Симулационни правила : Разрешаването на преходите е възможно само при достъпни маркери по класическата резолюционна процедура. Запалването е мигновено действие, което може да се осъществи най-рано в момента $\zeta(p)$, зададен чрез асоциираната към съответната входна позиция характеристика. В термините на класическите PN - модели активирането е възможно да се реализира след известно закъснение от $\zeta(p)$ - единици спрямо момента на разрешаване с недостъпни маркери. Даден преход е потенциално запустим веднага след разрешаването му в смисъла на Сифакис. Точният момент на сработване, обаче по отношение на максимално допустимата му стойност не е строго дефиниран, тъй като липсва предварително зададена граница, което в термините на Мерлин се изразява с $(\zeta(p), \infty)$ - интервална функция. В този контекст е очевидно, че предложеният клас строго включва в себе си класическия вариант Мрежи на Петри, където е в сила предположението $\zeta(p) = 0$ за всички позиции, принадлежащи на статичната структура. Запалването предизвиква същият ефект, както в TdP/TNs - абсорбция на достъпни маркери и генериране на недостъпни маркери. За не еднородни входни множества глобалните закъснения са с резултатни стойности, специфицирани като максимум - функции на конкретните дефинирани за всяка позиция времеви параметри.

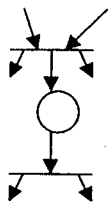
Дефиниция 2 : Модифицирана мрежа на Рамчандени (MdTDPN) е наредената двойка $C_{Mdr} = (C, \lambda)$, където:

$\lambda: T \rightarrow IR^+$ е модифицирана функция на продължителността на запалване.

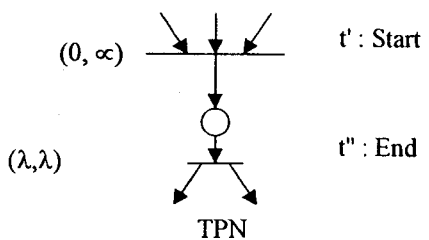
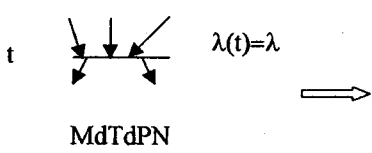
Симулационни правила : Разрешаването на преходите се извършва съгласно класическата резолюираща процедура. Запалването заема $\lambda(t)$ - единици време. Началният момент на сработване (\hat{start}) не е строго дефиниран във времето след като съответният преход бъде



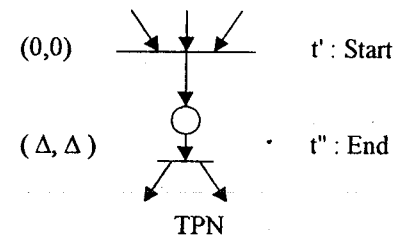
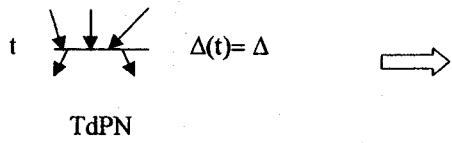
Фиг. 1



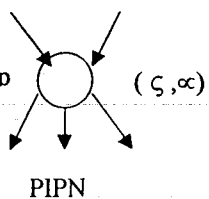
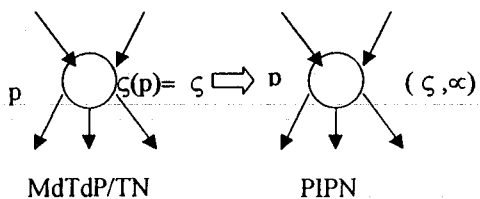
Фиг. 2



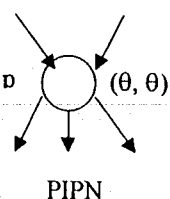
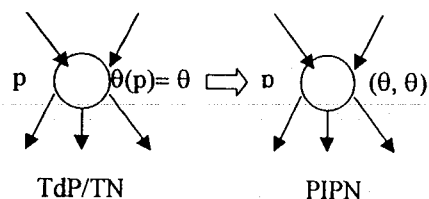
Фиг. 3



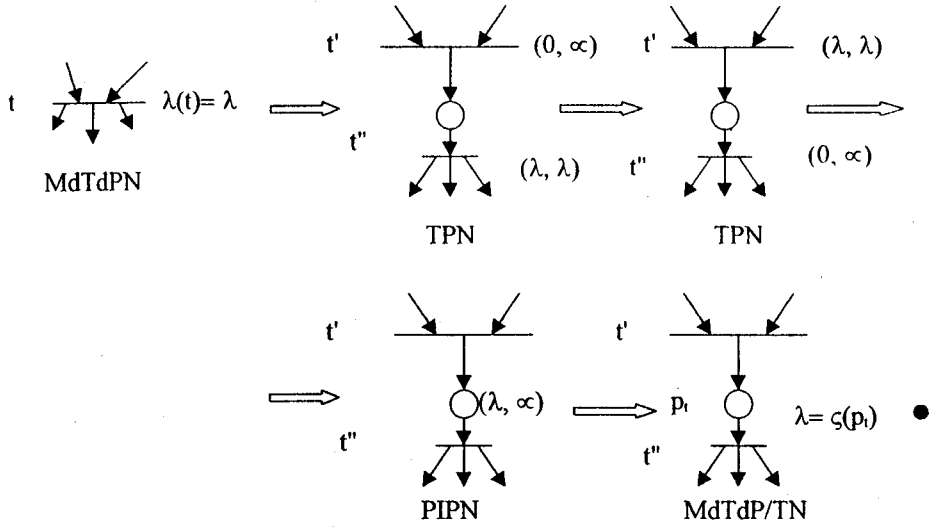
Фиг. 4



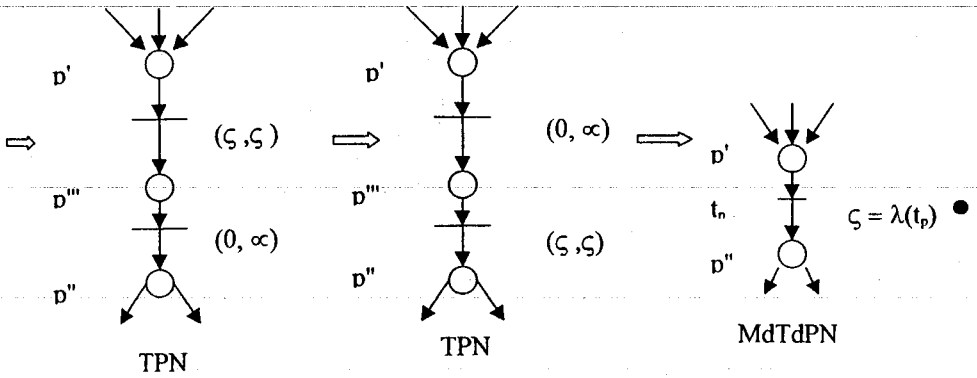
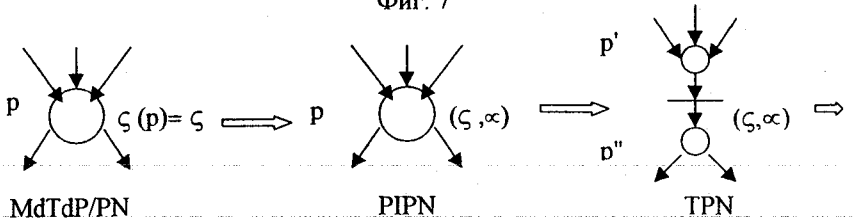
Фиг. 5



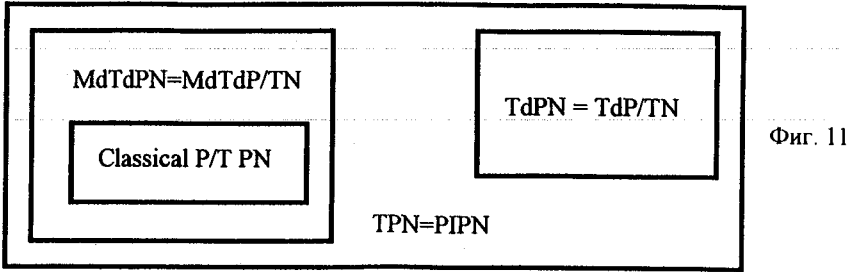
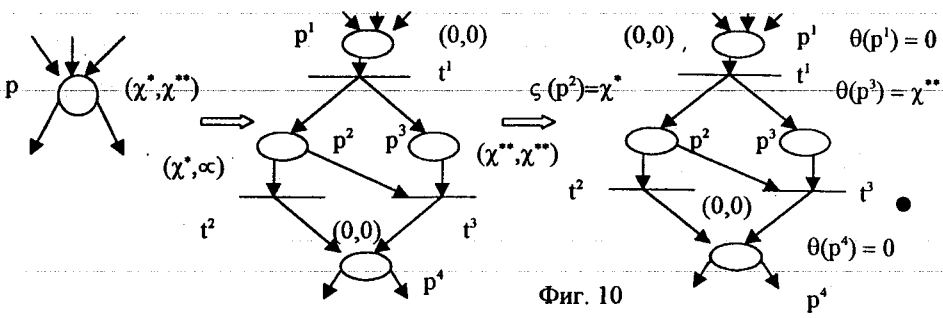
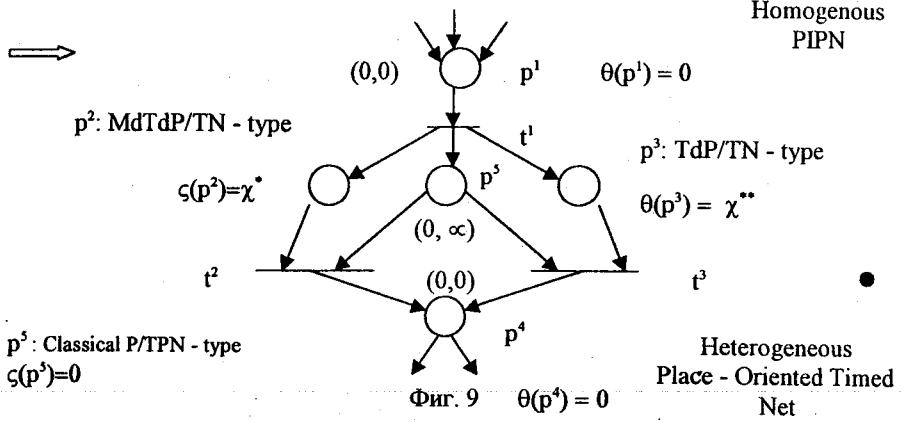
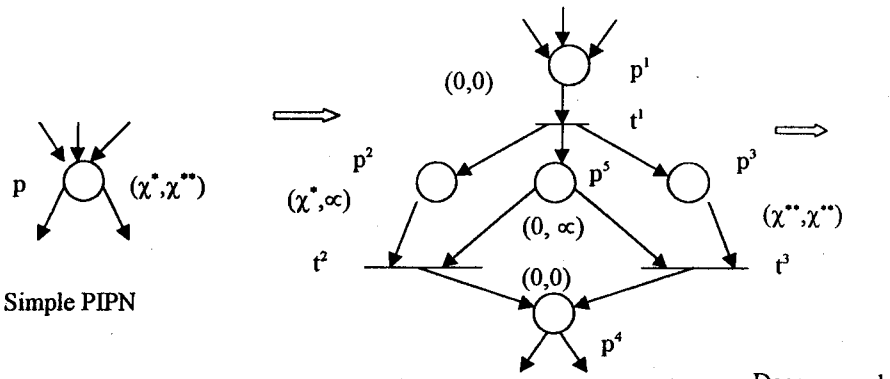
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



разрешен, което в смисъла на Мерлин се реализира в отворения интервал $[0, \infty)$. В това отношение нововъведеният клас е с аналогично поведение на класическите Мрежи на Петри. Вероятностният характер на началния момент на започване на действията определя недетерминистичната природа на MdTdPN - интерпретацията. Крайният момент (end) за приключване на активирането е строго фиксиран спрямо началото, което е специфицирано чрез константна стойност на функцията на продължителност $\lambda(t)$. Очевидно е, че за всеки преход от класически PN - тип е изпълнено : $\lambda(t) = 0$.

Прилагайки класическите операции за преобразуване, запазващи свойствата активност, безопасност и ограниченост за сливане / разкъсване на последователни съединения от позиции (фиг. 1) и преходи (фиг. 2) са изведени трансформационните правила, с цел сравняване на дефинираните PN - класове и намиране тяхното място в йерархията на времезависимите Мрежи на Петри. Начинът на представяне на MdTdPN в термините на Мерлин е показан на фиг. 3. За съпоставяне поведенческите особености на модифицирания и общия вид на моделите от тип - Рамчандени, на фиг. 4 е демонстриран механизмът на преобразуване на TdPN в TPN - разширения. Аналогично, на фиг. 5 и фиг. 6 са представени трансформациите на модифицираните и класически варианти от тип - Сифакис в Позиционно Интервални Мрежи, като по този начин е показана разликата в техните времеви и функционални механизми.

Теорема : Модифицираните недетерминистични мрежи от тип на Рамчандени и Сифакис са еквивалентни.

Доказателство : Правилата за преобразуване между MdTdPN - клас и съответстващата му мрежа от MdTdP/TN - тип са представени на фиг. 7 (права посока) и фиг. 8 (обратна трансформация), които доказват възможността за симулиране на еднакво поведение в термините на двете предложения. #

На базата на изследване възможностите за представяне на интервална мрежа от смесен тип, демонстрирани на фиг. 9 (пълен вариант) и фиг. 10 (редуциран подход) чрез двата типа детерминистични и недетерминистични класове времеви Мрежи на Петри е намерена връзката между тях и е построена йерархията на времезависимите PN - ориентирани модели от фиг. 11.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрова П., Приложение на Мрежи на Петри в областта на bus-протоколния дизайн, Дисертационен труд, София, 1994.
2. Petrova P., Time-Dependent Petri Net-Oriented Techniques of Real-Time Systems Design, SAER' 96, St.Konstantin resort, Sept., 1996, pp.43-47.
3. Petrova P., A Note Concerning Merlin Time-out Nets, UAI' 95, Sofia, Nov., 1995, pp.444-448.