

ВЪЗМОЖНОСТИ НА ИНТЕРВАЛНОТО СПЕЦИФИЦИРАНЕ ПРИ ПОЗИЦИОННО / ПРЕХОДНИТЕ ТЕХНИКИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ

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

INTERVAL SPECIFYING POSSIBILITIES IN PLACE/TRANSITION DESIGN TECHNIQUES

This paper reports the results from the investigations of timed Petri Nets (PN) with variable parameters. The interval specifying of the proposed classes could be used in modeling dynamic system behaviour. The bounds allow to surmount the problems during the verification procedure of nets with artificial introduced probability delay distributions. To demonstrate the possibilities of Merlin Time-out Nets and our Place Interval Nets, a theorem of their equivalence with universal Inhibitor Nets is proven. Some additions concerning time-dependent PN-extensions with transition and place orientation are suggested. A transformation rule for conflict situation with probability of difference in transition timing intervals is deduced.

Мрежите на Петри (PN) намират широко приложение при проектиране на конкурентни системи [1]. Възможностите им за представяне на конфликти или ситуации за вземане на решения при неконсервативни структури, позволяващи моделирането и на паралелизъм и синхронизация чрез генериране и абсорбция на ресурсите, увеличават описателната мощност. В класическия PN-вариант [2] не съществуват никакви предположения по отношение на термина „време“, което налага използването на интерпретации с допълнителни количествени характеристики в явен вид за моделиране динамичното поведение на надеждни системи в реално време [3]. Детерминистичните времезависими класове Мрежи на Петри могат да бъдат приложени за представяне на фиксирани закъснения и продължителност. За описанието на променливи характеристики най-удачно се оказва интервалното специфициране. Границите на интервалите при преходно-ориентираните Тайм-аутни (TPN) Мрежи на Мерлин [3,4] и Позиционно-Интервалните мрежи на Петри [3] позволяват да бъдат преодоляни проблемите, възникващи по време на верификационната процедура на стохастичните мрежи с изкуствено въведени вероятностни закъснителни разпределения [5] и могат да бъдат използвани за моделиране на структурно възстановими системи.

Основна задача на настоящия материал е изследване възможностите на интервалното специфициране при PN-ориентираните

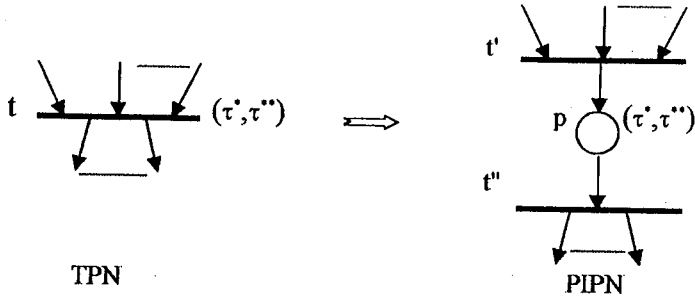
техники с темпорални рестрикции, с цел доказване универсалната мощност на моделиране на този тип мрежови интерпретации.

Теорема 1: Позиционно-Интервалните Мрежи са еквивалентни на Мрежите на Мерлин.

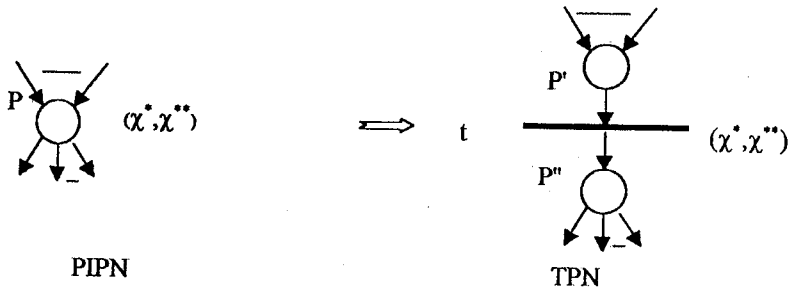
Доказателство: Правилото за преминаване от дадена TPN-структура към съответстващата ѝ от RPN-тип със същото поведение е демонстрирано на фиг.1. Обратната трансформация е много по-сложна, тъй като е в зависимост от входните условия, регламентирани в резолюиращата процедура за симулация. Механизмът на преобразуване на хомогенни входни за преходите множества е представен на фиг.2. Същото предположение за идентичност на времевите характеристики, асоциирани към алтернативните изходни преходи е направено и в първия случай, обобщен за различни t -ориентирани интервални функции при наличие на конфликт (фиг.3). Субституциите при не едноелементно входно множество, състоящо се от хетерогенни овременени позиции представляват проста последователна композиция или композиция тип-обединение на два независими мрежови фрагмента, разглеждащи диференцирано изискванията за долна и горна граници. Извеждането на резултантния модел е аналогично на вариантите за получаване на TPN-разширения на класическата концепция на Мерлин [4]. Интерпретацията на съвместно ползвани позиции е показана на фиг.4. Фрагментът, включващ няколко подмрежи осигурява коректно поведение в конфликтна ситуация с вероятност за маркиране на входовете вътре в съответния интервал, непредставимо чрез неразличими маркери при останалите класове времезависими мрежи.#

Теорема 2: Тайм-аутните и Позиционно-Интервални Мрежи са еквивалентни по мощност на моделиране на Мрежите с инхибиторни дъги.

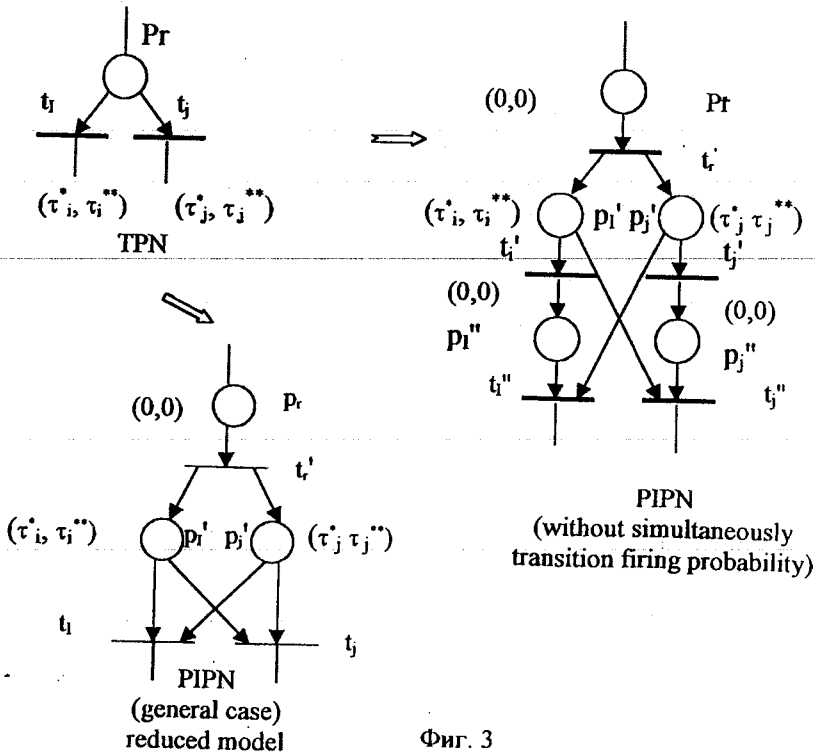
Доказателство: Тъй като Инхибиторните Мрежи са еквивалентни на Машините на Тюринг [2], за обосноваване на горното твърдение е достатъчно доказване възможността за тяхното представяне чрез интервални времеви разширения от TPN- и RPN-тип. Два варианта за интерпретиране на забраняващи дъги са демонстрирани на фиг. 5 и фиг.6, където е използван принципът на приоритизиране на преходите, реализирано чрез задаване на подходящи граници на интервалите. Второто решение е получено в следствие на структурни преобразувания, прилагайки редуccionни правила [1]. Забраната на алтернативния на класическия тип преход (t_{normal}), обозначен като t_{inh} се осъществява чрез използване като вход вторична безопасна, предварително маркирана позиция „empty“, допълнителна в теоретико-графичен смисъл на тестираната k -ограничена ($k \geq 1$) или неограничена позиция „p“. По този начин не се нарушават класическите условия за



Фиг. 1

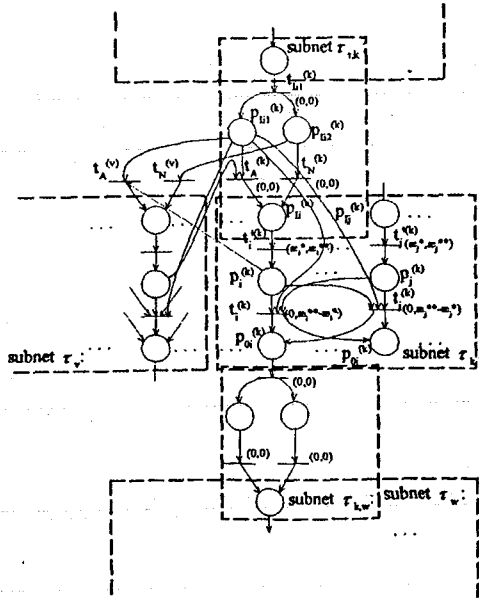


Фиг. 2

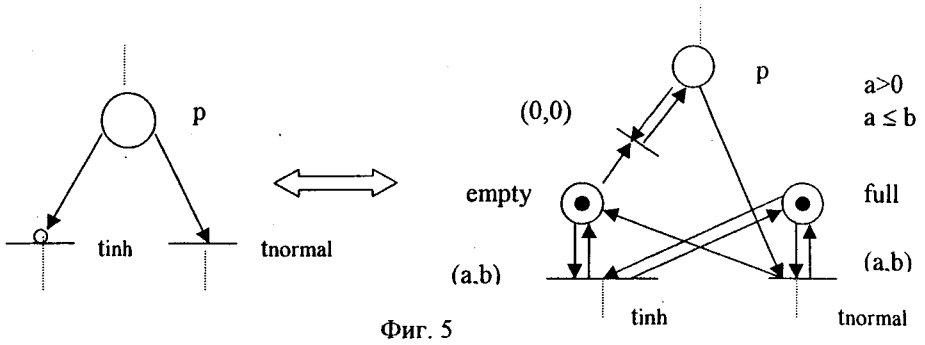


Фиг. 3

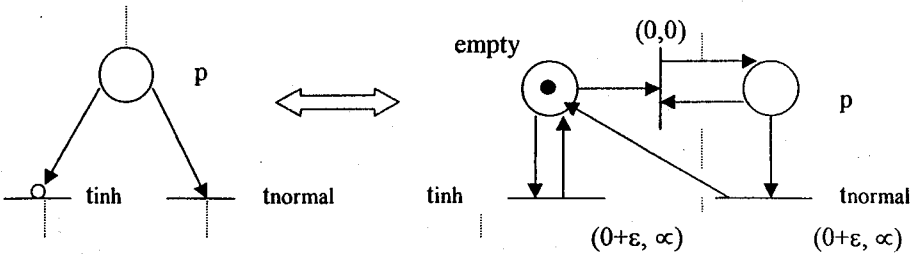
разрешаване, с цел активиране на произволен преход. Моделирането на приоритети не рефлектира върху мрежовата еволюция, спазвайки принципа на равновероятни запалвания (включително и по отношение на моментите на сработване). Приоритизацията е приложена само за реализиране на предварителна „проверка на нула“, необходима за коректно изпълнение, във връзка с което тя трябва да предшества основните процеси, зависещи от маркировката на тестираната позиция. Въвеждането на спомагателни пасивни и активни структурни елементи при извеждането на трансформационните правила не предизвиква промяна в динамичното поведение, тъй като предварителната стъпка се извършва веднага и представлява мигновено действие, принудително постигнато чрез регулиране на съответната $(0,0)$ -функция. Долните граници на интервалите на преходите от t_{inh} - и t_{normal} -тип не оказват влияние върху развитието на цялостния процес, гаранция за което е изборът на достатъчно малката положителна ϵ -константа. Преобразуването на **Инхибиторна Мрежа** в мрежа от тип-PIPN е аналогично на TPN-моделите от фиг. 5 и фиг. 6. Механизмите за представяне на активирането на преходи при празни входни позиции се модифицират съгласно симулационните правила [3]. Дефинирането на съответните интервални функции трябва да следва изложените съображения за правилен подбор на времевите **a**- и **b**-параметри. #



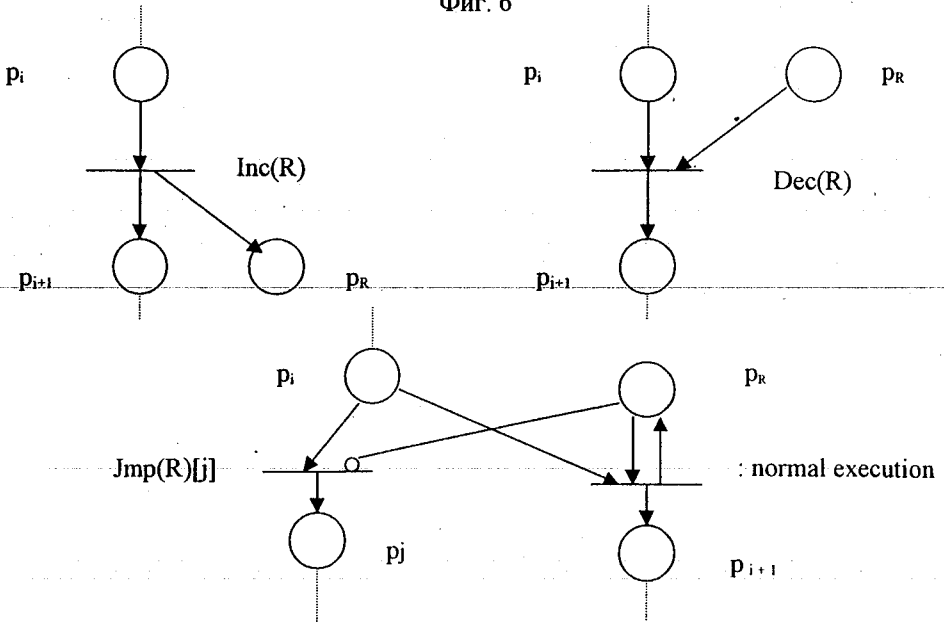
фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Теорема 3: Позиционно- и Преходно-ориентираните овременени Мрежи на Петри с интервално специфициране са с универсална мощност на моделиране.

Доказателство: Еквивалентността на разгледаните PIPN- и TPN-разширения с Машините на Тюринг ще бъде представена в термините на регистрови машини [2], които по доказателство на Шепардсон и Стургис са с универсална описателна мощност при наличие на следните инструкции: 1. Inc(R): увеличаване с единица съдържанието на регистър R; 2. Dec(R): намаляване регистър R с 1; 3. Jmp(R)[s]: преход по нула към инструкция s. Преобразуването на регистрова машина в еквивалентна Мрежа на Петри с инхибиторни дъги е демонстрирано на фиг.7. Ключов момент в доказателството се явява способността за „проверка на нула“ в някоя произволна **неограничена** позиция, тъй като останалите две инструкции от Inc(R)- и Dec(R)-тип в общия случай и Jmp(R)[s]-инструкция, приложена обаче само към безопасни или k-ограничени позиции, могат да бъдат представени и чрез класически PN-модели. От Теорема 2 следва веднага изводът за еквивалентност на Позиционно-Интервалните и Тайм-аутни Мрежи с Машините на Тюринг.#

Направените констатации в настоящето изложение показват, че прилагането на интервалното специфициране към времезависимите PN-ориентирани техники позволява моделиране на произволни системи. Появяването на способност за проверка на нулева маркировка в неограничена позиция дава универсална описателна схема, постигната посредством представените механизми на функциониране. Възможностите за интерпретиране на променливи закъснения, продължителност и тайм-аути при предложените класове Мрежи на Петри от PIPN- и TPN-тип могат да бъдат използвани за моделиране на процеси, протичащи в реално време и постигане контролна възстановимост. При незначителни ограничения, свързани със свойството T-безопасност е възможно и извършване на съответната верификация.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрова П., Приложение на Мрежи на Петри в областта на bus-протоколния дизайн, Дисертационен труд, София, 1994.
2. Peterson J., Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Prentice-Hall, Inc.,1981.
3. Petrova P., Time-Dependent Petri Net-Oriented Techniques of Real-Time Systems Design, SAER' 96, St.Konstantin resort, Sept.,1996, pp.43-47.
4. Petrova P., A Note Concerning Merlin Time-out Nets, UAI' 95, Sofia, Nov.,1995, pp.444-448.
5. Van der Aalst W., Interval Timed Coloured Petri Nets and Their Analysis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 1995.