

МОДЕЛИРАНЕ НА КОМУНИКАЦИОННА И ОСИГУРИТЕЛНА ТЕХНИКА С МРЕЖИ НА ПЕТРИ

Н. Стойчева, М. Георгиева, П. Атанасов, М. Куков, Пл. Калов
nstoytcheva@yahoo.com , mgeorgieva@vtu.bg

*Висше Транспортно Училище “Тодор Каблешков”, катедра “СОТС”
Ул. “Гео Милев” 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** комуникационна, осигурителна, техника, мрежи, Петри, моделиране, предавател, приемник, автоблокировка*

***Резюме:** Известно е, че във всяка техническа област има необходимост от използване на подходящо средство за моделиране на параметрите и характеристиките на съответните устройства или системи. В предложената публикация накратко са описани начините за получаване на опростен модел на предавател и приемник при метода с очакване, а така също и осигуряване на безопасното движение на влакове в междугаров участък с автоблокировка чрез мрежите на Петри. За реализацията на тези модели се използват оригиналните мрежи, създадени от Карл Петри. Понастоящем съществуват много разновидности на това графично и математично средство за описание, някои от които разгледани теоретично, описващи и по-сложни обекти и процеси.*

1. Увод

Такова описание може да се използва за всяка система или среда, която може да се опише графично като блок-схема и/или представлява по някакъв начин паралелни събития. Те представляват двуразделни графи – т.е. имат два вида възли (позиции и преходи) и всяка дъга може да свързва само два възела от различен тип. Мрежите на Петри са намерили успешно приложение в областта на комуникационните протоколи, а така също и паралелни алгоритми, отказоустойчиви системи.

Една мрежа на Петри (МП) се състои от:

- Позиции (фиг.1)
- Преходи (фиг.2)
- Точки (фиг.3)
- Дъги (фиг.4)
- Забавящи дъги (фиг.5)



Фиг.1 – Позиция

Фиг.2 – Преход

Фиг.3 – Точка

Фиг.4 – Дъга

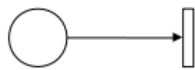
Фиг.5 – Забавяща дъга

Трябва обаче да се отбележи, че в различните източници горните елементи може да се изобразяват по различен начин от споменатия.

Позициите представляват в най-общ смисъл условията на системата. За тях могат да се задават ограничения за броя на точките, които могат да съдържат. Това е удобно да се прави за много процеси във физиката. Тези мрежи се наричат мрежи с ограничен капацитет. Ако няма поставени такива условия, то всяка позиция може да съдържа неограничен брой точки – тогава имаме мрежи с неограничен капацитет.

Преходите често пъти се оприличават на случващите се събития. Всеки такъв елемент има определен брой входни и изходни позиции, представляващи съответно пред- и постусловията на събитието.

Дъгите винаги са насочени, като могат да бъдат входни (фиг.6) или изходни (фиг.7). В по-специални случаи могат да се използват и двупосочни или забавящи дъги. Забавящите дъги може да свързват само позиция с преход (преходът се разрешава когато броя на точките е по-малък от теглото на забавящата дъга).

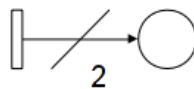


Фиг.6 – Входна дъга



Фиг.7 – Изходна дъга

Както обикновените, така и забавящите дъги имат т.нар. тегла (цели положителни числа), които могат да се възприемат като k паралелни дъги на дадената (фиг.8). В повечето случаи теглата не се изобразяват в графите когато имат стойност “1”.



Фиг.8 – Тегло на дъга (в случая “2”)

Наличието на точка в позицията се възприема от една страна като удостоверяващо верността на условието. Друго определение гласи, че k на брой точки се поставят за да покажат, че са налични k ресурси. Броят на точките обикновено се изобразява графично, но когато техният брой стане голям често се представят с цяло положително число. В повечето случаи точките са неразличими. Съществуват обаче и т.нар. оцветени МП, като на всяка точка се задава цвят и позициите, преходите и дъгите могат да имат различни функции в зависимост от зададения цвят. [1]

Съществуват много разновидности на оригиналните мрежи (които не отчитат промяната на състоянията във времето). Някои от тях са:

- Обикновени МП (ОМП)
- Времеви преходни МП (ВПрМП)
- Времеви позиционни МП (ВПМП)
- Стохастични МП (СМП)
- Обобщени стохастични МП (ОСМП)

В ОМП има само незабавни преходи. Те се запалват един по един в съответствие със зададените правила. Могат да се определят приоритети или вероятности за несъвместимите преходи.

При ВПрМП могат да се задават времеинтервали на преходите. При това положение точките прекарват зададеното време във входните позиции на съответните

преходи. Всички преходи, които могат да се запалят в резултат на съответното маркиране го правят едновременно. Възможно е да се зададат приоритети или вероятности, които дават възможност за избор на запалване на преход/преходи. Те могат да се запалят няколко пъти в съответствие с маркирането на входните им позиции и от теоретична гледна точка безкрайно малък интервал от време разделя две последователни запалвания. След като преходът се запали, разрешаващото условие се проверява за всички преходи от мрежата. За времевите интервали на преходите могат да се използват подходящи функции, които да генерират случайна последователност, съответстваща на вероятностните разпределения.

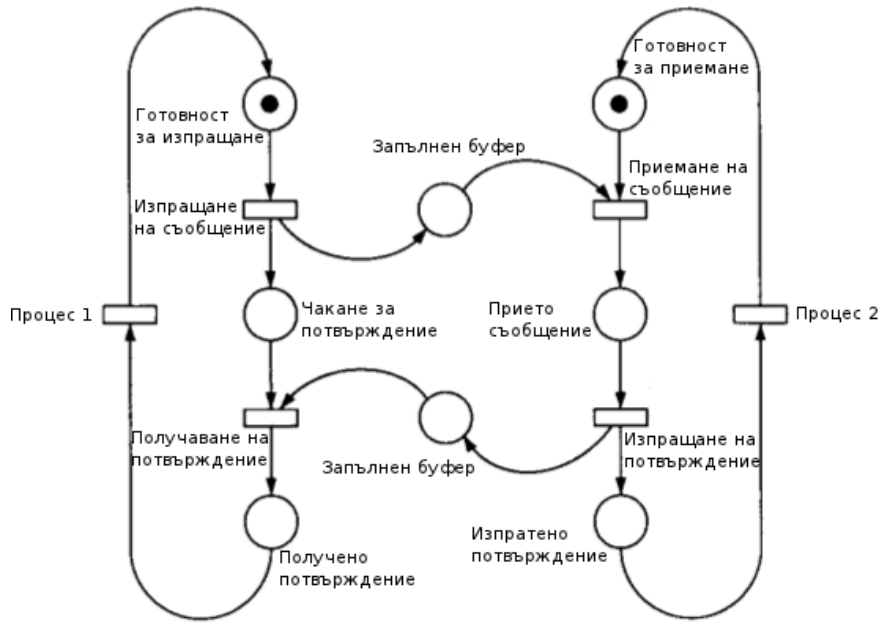
При ВПМП могат да се задават времеинтервали на позициите. При това положение точките прекарват зададеното време в съответните позиции веднага след пристигането им. Всички преходи, които могат да се запалят в съответствие с избраното маркиране го правят едновременно. Преходите могат да се запалят няколко пъти в съответствие с маркирането на входните им позиции и от теоретична гледна точка безкрайно малък интервал от време разделя две последователни запалвания. За времевите интервали на позициите могат да се използват подходящи функции, които да генерират случайна последователност, съответстваща на вероятностните разпределения (също както при гореспоменатите).

При СМП за задаване на времеинтервалите на преходите могат да се използват само експоненциални разпределения. За несъвместимите преходи най-малкият интервал позволява избора за запалване на преход, като не се използват приоритети или вероятности. Многократното запалване на един и същи преход не е разрешено, дори и ако съдържанието на точки в неговите входни позиции позволява това. С други думи един преход се запалва веднъж и след като времеинтервалът изтече, той ще се запали още веднъж ако точките са достатъчни. Вижда се, че механизмът за избор на преход за запалване и условието това да стане само веднъж отличава СМП от времеинтервални МП с експоненциално разпределение на времеинтервалите. Последователността на запалващите се преходи се контролира само от времеинтервалите от експоненциален тип, което осигурява еквивалентността на СМП с марковските вериги.

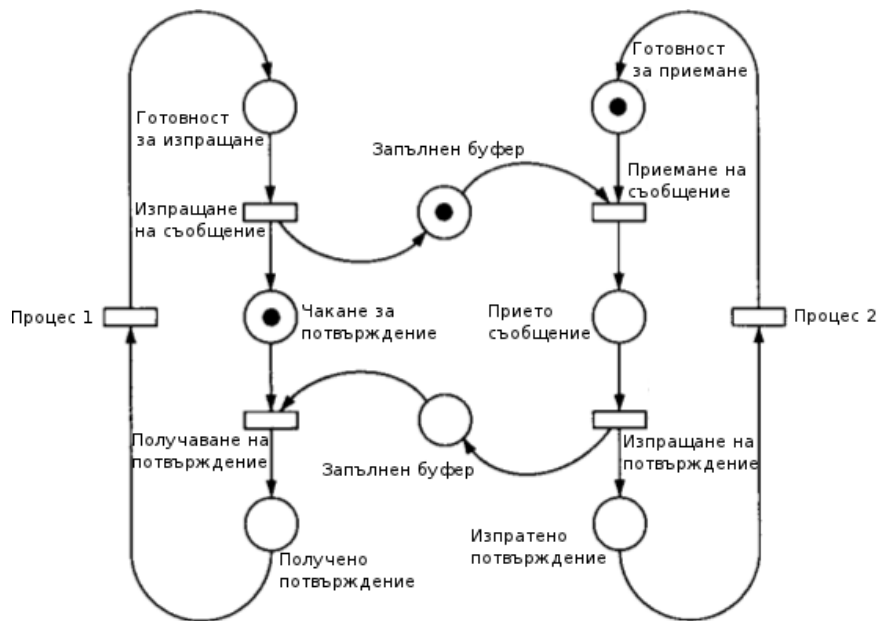
ОСМП имат два типа преходи: незабавни и времеви. Веднъж изпълнили условията, незабавните преходи се запалват веднага. За тях могат да се зададат приоритети или вероятности за да няма несъвместими преходи (конфликти). Времевите преходи се запалват след случайно време (разпределено по експоненциален закон), както при СМП. [2]

2. Описание на моделите

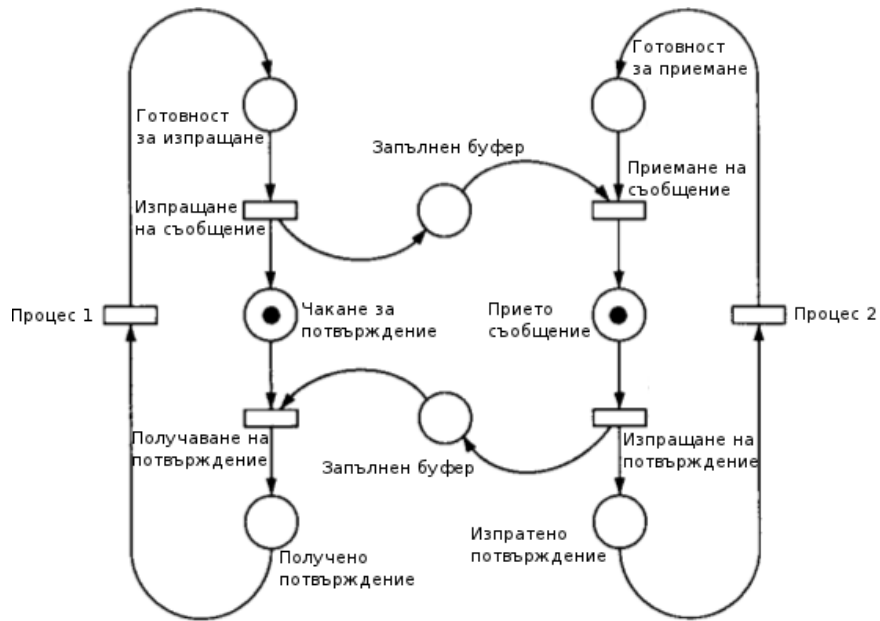
Въпреки привидната неголяма сложност на обикновените мрежи на Петри в сравнение с останалите разновидности, те далеч нямат тесен диапазон от приложения. Представените модели от комуникационната и осигурителната техника са изградени с помощта на ОМП. Първият от тях описва един от случаите на обмен на данни между предавател и приемник по т.нар. метод с очакване [1]. Той се използва в протокола HDLC (High-Level Data Link Control) – служи за управление на каналния слой (ниво 2 в известния OSI модел, състоящ се от 7 слоя). При този начин на изпращане на данни се постига висока достоверност на информацията (пренебрегвайки смущенията в канала за връзка), но скоростта на пренасяне е много ниска. Поради тази причина този метод не се използва широко понастоящем. От друга страна фактът, че двете устройства не могат да обменят информация едновременно прави този метод подходящ за моделиране с най-лесния за възприемане вид от мрежите на Петри. Условно можем да приемем, че лявата част представлява предавателя, а дясната е приемника. Освен готовия модел е представена и негова симулация с [2], етапите на която са описани под фигурите.



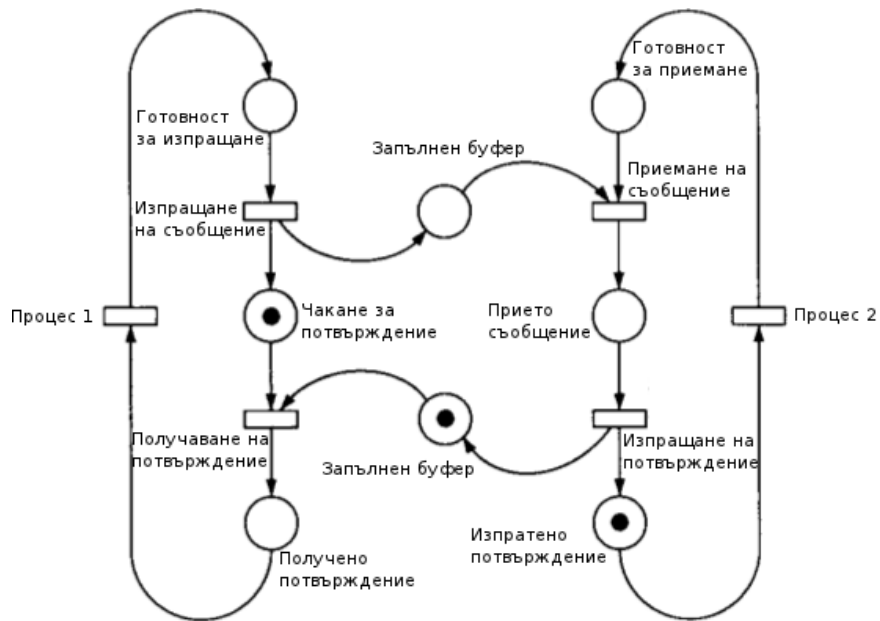
Фиг.9 – Готовност за реализиране на връзка



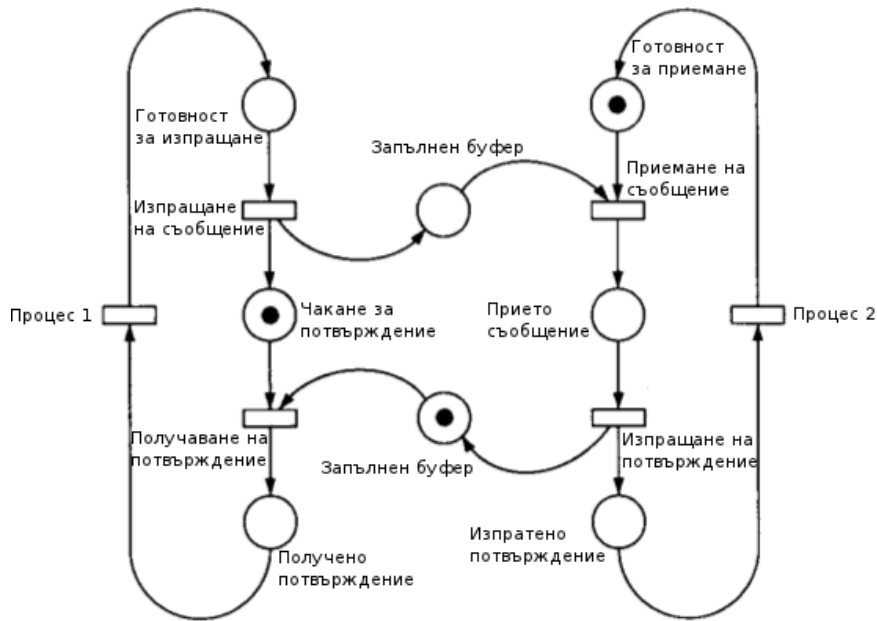
Фиг.10 – Изпращане на съобщение и чакане за потвърждение за неговото получаване



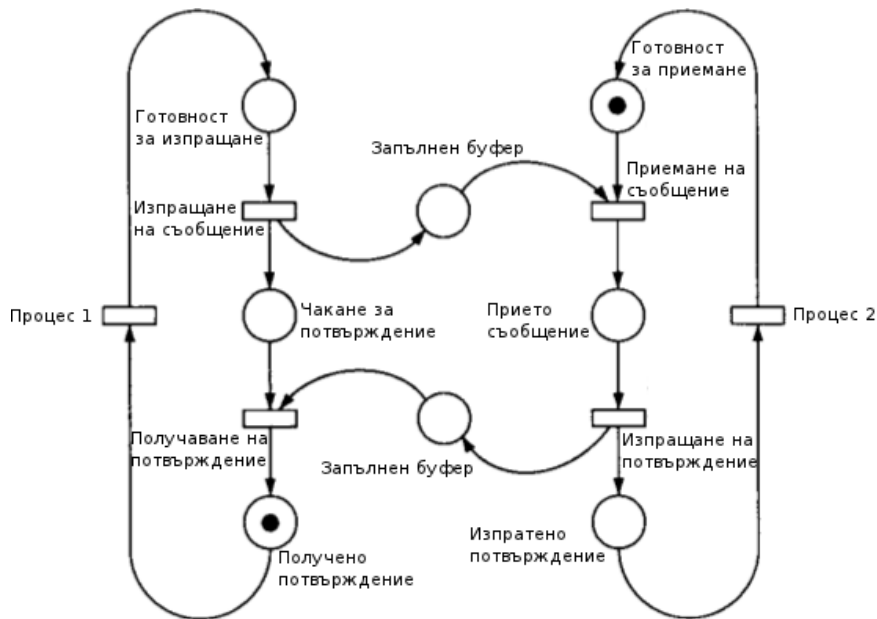
Фиг.11 – Приемане на съобщението от приемника



Фиг.12 – Изпращане на потвърждение за правилно приети данни

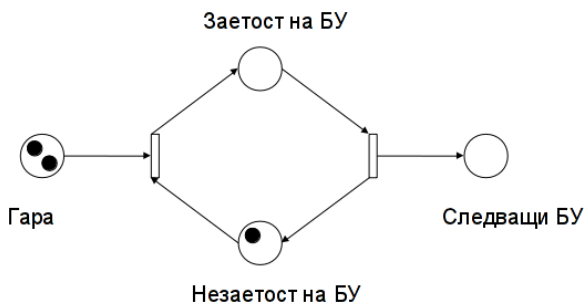


Фиг.13 – Приемникът е готов за получаване на други данни

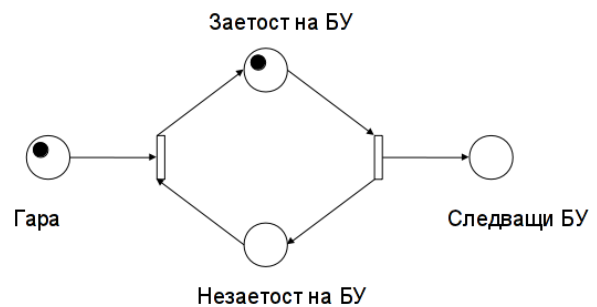


Фиг.14 – След получаване на потвърдението и предавателното устройство ще бъде в изходно състояние

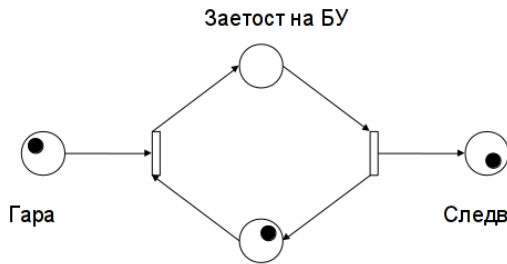
Към настоящия момент в немалка част от междугарията има система за автоблокировка (АБ). В по-малко натоварените такива се използва двузначна АБ. Светофорите имат две показания – зелено и червено, съответно разрешително и забранително. Нормално влаковете се движат през два блок-участъка (в допълнение с разстоянията от средите на техните дължини). В следващите фигури се моделира заетостта на първите два участъка след гарата, на която се намират двата влака (две точки в този случай). Вторият влак може да тръгне в същата посока едва след като първия освободи споменатите участъци. [3]



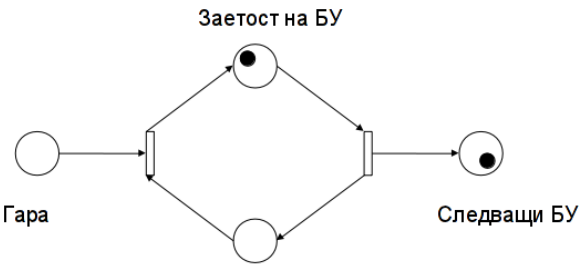
Фиг.15 – Двама влака се намират на гарата



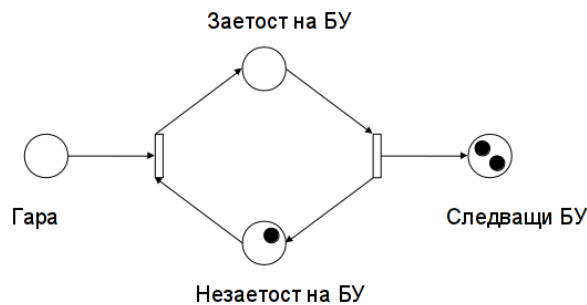
Фиг.16 - Влак 1 е тръгнал по своя маршрут



Фиг.17 – Влак 1 е на достатъчно голямо разстояние от влак 2



Фиг.18 – Влак 2 се отправя по своя път



Фиг.19 – Влаковете са в следващите участъци от автоблокировката

Недостатъкът на двузначната автоблокировка се състои в това, че поради малкото разстояние между влаковете машинистите често ще виждат червен сигнал, а това означава ускорение и намаляване, което от своя страна е губене на енергия.

В заключение може да се каже, че в сравнение с други средства за описание на системи и обекти като марковските вериги, мрежите на Петри в много случаи са удобни за приложение, тъй като моделират локалните състояния (на системата), а не глобалните. [4]

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Murata T., Petri Nets: Properties, Analysis and Applications, Proceedings of the IEEE, Vol. 77, No. 4, p. 541-580, April 1989.
- [2] Matcovschi, M.H., Mahulea, C. and Pastravanu, O., "Petri Net Toolbox for MATLAB", 11th Mediterranean Conference on Control and Automation MED'03, Rhodes, Greece, 2003.
- [3] Žarnay, M., Use of Petri Net for Modelling of Traffic in Railway Stations, Proceedings of international conference Infotrans 2004, February 2004, Pardubice.
- [4] Fuqua, Norman B., "Markov Analysis", The Journal of the RAC, Third Quarter 2003.