

Анализ на модел на телекомуникационна система чрез дърво на достижимост

Георги Кръстев, Илиана Трифонова

Analysis of a telecommunication system model using an reachability tree: The paper examines an analysis of Petri nets using an accessibility tree. The tree represents all the possible sequences of transitions' firings. Starting from the root each path within the tree corresponds to a sequence of transitions. The practical implementation of the suggested approach is demonstrated with an example of a telephone exchange model.

Key words: models of telecommunication systems, Petri nets, reachability tree.

ВЪВЕДЕНИЕ

Дървото на достижимост представя множеството на достижимост в мрежите на Петри. Дървовидният начин на представяне позволява йерархично да се посочат всички преходи, които могат да сработят при определена маркировка и начина на предвиждане на маркерите, променяйки върховете на дървото. Гранични върхове са тези, за които все още не са построени, т.е. не е сработил преход за тях. При възможност за сработване едновременно на два разрешени прехода се получава частично дърво на достижимост.

В настоящата статия е представен един подход за анализ на модел на телекомуникационна система, чрез дърво на достижимост. За по-лесно възприемане подходът е представен с конкретен учебен пример за разработване на мрежа на Петри за примерна телефонна централа със следните ресурси:

- телефонната централа разполага с 30 кабела за връзка (КВ);
- в централата работят общо 8 телефонисти (Т);
- телефонистите разполагат с 4 телефонни гарнитури (ТГ).

ДЪРВО НА ДОСТИЖИМОСТ

Дървото на достижимост представя множеството на достижимост в мрежите на Петри [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Графичното представяне на мрежата на Петри на примерната телефонна централа е показано на фиг. 1.

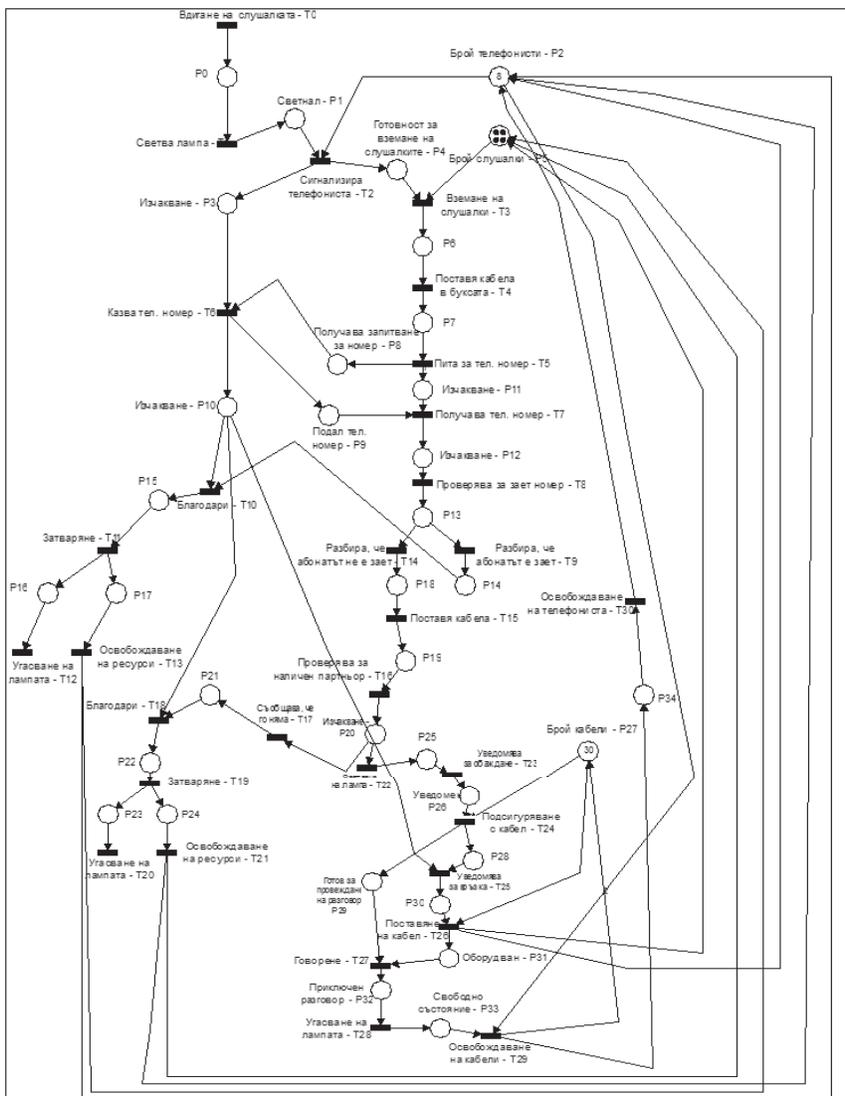
Действията, през които трябва да премине абонатът, за да се обади се представят със следните преходи: вдигане на слушалката (Т0); казва телефонен номер (Т6); благодари за информацията предоставена от телефониста (Т10, Т18); затваря слушалката (Т11, Т19); получава съобщение, че ще може да се осъществи връзката с желания абонат (Т25); говорене (Т27); получава съобщение, че човекът, с който иска да се свърже отсъства (Т17).

Абонатът преминава през различни състояние след извършване на всяко от действията.

Някой от основните състояния, през които се преминава този абонат са: изчакване (Р3, Р10); получил запитване за номера на партньора (Р8); подал тел. номер (Р9); приключен разговор (Р32); уведомен (Р30); оборудван (Р31); свободно състояние (Р33); получил съобщение за зает номер (Р15); получил съобщение за отсъстващ партньор (Р22).

Действия, през които преминава партньорът, когато е потърсен се представят със следните преходи: получава уведомление за връзка (Т23); говори с човека, който го търси (Т27).

Основните състояния, през които преминава партньорът: уведомен за провеждане на разговор (Р26); готов за провеждане на разговор (Р29); приключен разговор (Р32).



Фиг. 1 - Графично представяне на мрежата на Петри на примерната телефонна централа

Действия, през които преминава телефонистът се представят със следните преходи: сигнализиране на телефониста (T2); взема слушалките (T3); поставя кабела в буксата (T4); пита за тел. номер (T5); получава тел. номер (T7); проверка дали номера е зает (T8); разбира, че партньорът е зает (T9); освобождава заетите ресурси (T13, T21, T29); разбира, че партньорът не е зает (T14); проверка за наличен партньор (T16); съобщава на абоната, че партньора го няма (T17); уведомява партньора за обаждане (T23); уведомява за връзка абоната (T25); поставяне на кабел (T23); освобождаване на кабели (T26); освобождаване на

телефониста (Т30).

Основните състояния, през които преминава телефонистът: готовност за вземане на слушалките (Р4); изчакване (Р11, Р12, Р20).

В състоянията се поместват маркери съответстващи на необходимите за системата ресурси. В състоянието „брой телефонисти“ се помества 8 маркера, съответстващи на 8 телефониста. В „брой слушалки“ се помества 4 маркера, отговарящи за 4 слушалки. В „брой кабели“ се поставят 30 маркера отговарящи на броя кабели.

В разработения модел на фиг. 1 се показват различните състояния и преминаването през преходите в зависимост от тези състояния. Реализирани са всичките възможности, който могат да настъпят (заеят, отсъстващ и желае да приеме обаждането). Разработката е представена графично за по-добро възприемане.

При разработената мрежа имаме общо 30 прехода и 34 състояния. За прегледност в статията се показват само състоянията, в които има маркер след извършване на дадено действие.

Началната маркировка на тази мрежа има следния вид:

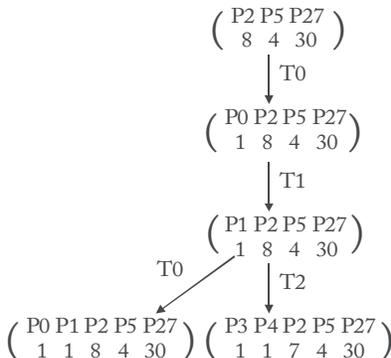
$$\begin{pmatrix} P2 & P5 & P27 \\ 8 & 4 & 30 \end{pmatrix}$$

Тя се явява корен на дървото, от него се разрешава активирането на прехода Т0. За определяне множеството на достижимост, трябва да се построят новите върхове на дървото на достижимост, за маркировката, която се получава при активиране на прехода. С този преход се поставя маркер в състояние Р0. Тогава непосредствената достижимост от началната маркировка, ще получи вида:

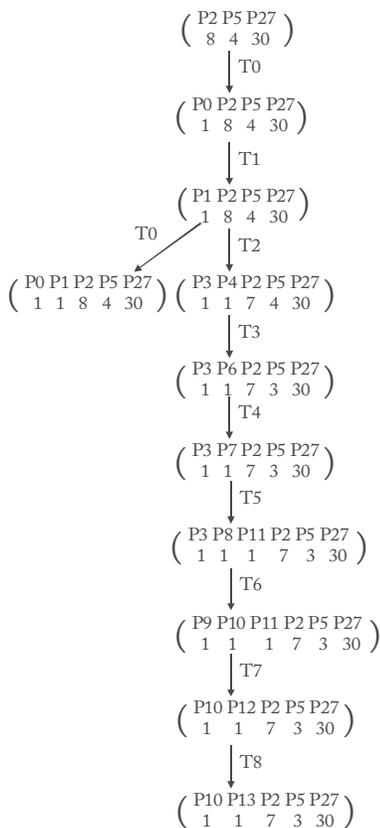
$$\begin{pmatrix} P0 & P2 & P5 & P27 \\ 1 & 8 & 4 & 30 \end{pmatrix}$$

От тук преход Т1 става разрешен и премества този маркер в състояние Р1.

Единственият активен преход в този момент - Т2, това е така, тъй като има необходимия брой маркери и в двете входни състояния, т.е. по един във всеки. Като резултат от прехода се преместват маркерите в изходните състояния, което оформя другите два върха от дървото. Броят на телефонистите намалява с единица. До този момент дървото придобива вида показан на фиг. 2.



Фиг. 2 - Четири стъпка от дървото на достижимост



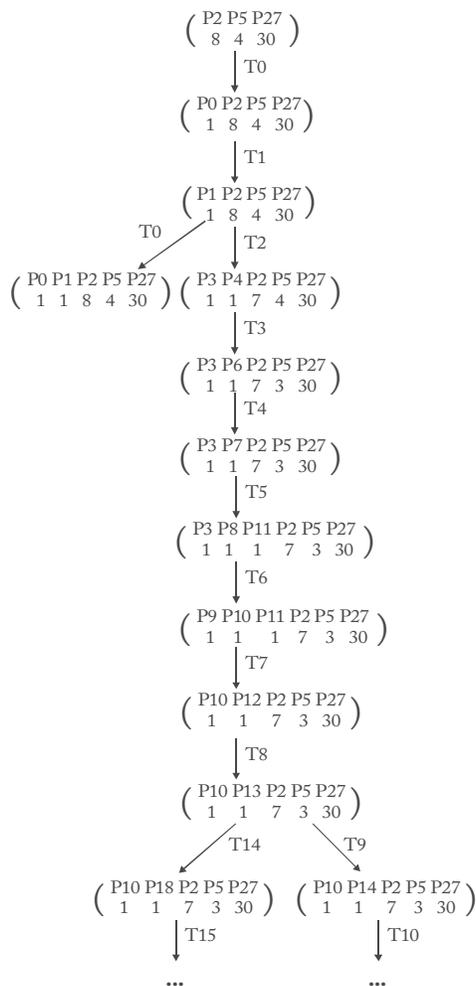
Фиг. 3 - Разклонения на дървото до проверка дали номерът е зает

Следвайки по същия начин логиката дървото може да се довърши за всички състояния и преходи на примерния модел.

В моделираната мрежа на Петри преходът T0 може да сработи толкова пъти, колкото е необходимо (във всяка следваща маркировка, преходът T0 е активен, тъй като той няма изискващо начално предусловие), затова се получава произволно число маркери, символизиращи настъпване на желание за телефонен разговор. Това може да се види при четвърта стъпка от фиг. 39, където може отново да сработи преходът T0 и T2, това активиране ще се повтори. За да се намали обема на описанието в дипломната работа се спестява това повторение на преходите T0 и T2, разрешени от преход T0.

През следващите няколко стъпки, последователно може да се активира само по един преход. Първият от тях е T3, намалявайки броя на слушалките с единица и обединява входните маркери, премествайки ги в изходното състояние на прехода. От маркировката (1, 1, 7, 3, 30) може да сработи следващият преход T4, който ще премести маркера от P6 в P7, като се получи маркировка (1, 7, 3, 30). Активирания преход T5 предава сигнала едновременно в двете състояния (P8, P11), което активира T6. Променя се броя на маркерите в състоянието P3 последователно се изпълняват T7 и T8. Разклоненията на дървото до този момент, могат да се видят на следващата фигура (фиг. 3).

Следващите върхове, които се добавят към дървото, се получават след реакцията на двата прехода: T9 и T14. Графично върховете при сработването им са показани на фиг. 4. По този начин се позволява преминаването, както по единия клон на дървото, така и по другия. Като съответно се активират различни преходи и се преместват съответните ядра.



Фиг. 4 - Показване на разклонение между зает и незает абонат

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целта на дървото на достижимост е да могат да се проверяват моделите с мрежи на Петри. Възможно е да се проверява за наличие на забранени маркирания, наличие на цикли, несъответствие във времената на комуникацията и т. н.

В много случай дърветата на достижимост са прекалено големи, заемачи огромна памет. Това от своя страна затруднява по-нататъшното изследване на дървото на достижимост. Броят на пътищата в дървото нараства още повече, когато някой от възлите се приеме за неизправен. Тогава се генерират всички комбинации от маркирания във времето на комуникационните места на този възел и наглед малък модел може да генерира дърво с хиляди пътища.

Затова са разработени методи за ограничаване на броя на разглежданите пътища в дървото на достижимост.

Практическото използване на предложеният подход е демонстрирано с конкретен учебен пример на примерна телефонна централа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kordon, F. Behavioral modeling with Petri Nets for Verification, 2008.
- [2] Murata, T. Petri Nets: properties, analysis and applications, 1989.
- [3] <http://pipe2.sourceforge.net/>
- [4] <http://www.irt.rwth-aachen.de/en/fuer-studierende/downloads/petri-net-tool-netlab/>
- [5] <http://www.winpesim.de/3.html>
- [6] [http://www.cs.uga.edu/~eileen/WebEffectiveness/Papers/PetriNetsAndIndustrial Applications.pdf](http://www.cs.uga.edu/~eileen/WebEffectiveness/Papers/PetriNetsAndIndustrialApplications.pdf)
- [7] http://www.diee.unica.it/giua/PAPERS/JOUR/07casy_draft.pdf
- [8] <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~mchen/BioPNML/Intro/pnfaq.html>

За контакти:

доц. д-р Георги Кръстев, Катедра “Компютърни системи и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 672, e-mail: gkrastev@ecs.uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.