

ELABORAREA CONVERTORULUI RPM-PSYS

Oltea GROSU, Facultatea de Matematică și Informatică

The Membrane Petri Nets Patient-Specific models, (computational models of human pathophysiology that are individualized to patient-specific data) fruit of an ambitious long-term project developed by a few enthusiastic teachers and students within the Moldova State University, were in need of a theoretical base, a formal model. Given the opportunity, we have developed, for the first time, an instrument – named RPM-PSYS – that would convert Membrane Petri Nets models into P-systems formal models. RPM-PSYS has been used for obtaining P-system models for the Membrane Petri Nets Patient-Specific Models developed up-to-date.

Fiind un domeniu relativ nou al informaticii moderne, P-sistemele – introduse acum un deceniu (în 2002 [1]) – deschid o direcție nouă și fascinantă de cercetare. Analog cu diversele modele de calcul existente – neuronal, evolutiv, granular, fuzzy – calculul membranar, conceptul de bază al P-sistemelor, se poate dovedi un concept de viitor, ce merită a fi investigat și exploatat cu insistență. De asemenea, conceptul ce stă la baza modelelor pacient-specifice este actualmente investigat extrem de activ în toată lumea, fiind de o reală necesitate în

domeniul medical, pentru stabilirea diagnosticului personalizat, exact și rapid.

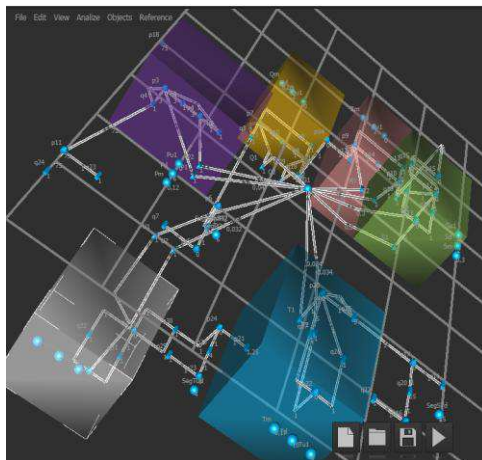


Fig. 1. Screenshotul modelului pacient-specific al ECG în rețele Petri membranare 3D.

Scopul acestei lucrări este de a elabora un instrument ce ar facilita convertirea modelelor de rețele Petri membranare 3D în modele formale în P-sisteme. Acest lucru duce mai departe munca de cercetare în domeniul dezvoltării modelelor pacient-specifice [2] și a P-sistemelor.

Calculul membranar și P-sistemele

Parte a domeniului mai larg de cercetare a calculului natural (*natural computing*), calculul membranar este o parte a informaticii care se dorește a ținti spre calculul abstract utilizând modelul structural și funcțional al celulelor vii, precum și organizarea acestora în țesuturi. Calculul membranar este un model de calcul paralel, care procesează multiseturi de obiecte-simbol într-un mod nedeterminist, maximal paralel, un rol important avându-l comunicarea prin intermediul obiectelor între anumite compartimente (și/sau în același timp cu mediul ambiant). Sistemele membranare (P-sistemele) sunt numite în onoarea inițiatorului acestui domeniu de cercetare, academicianul român Gheorghe Păun (cu P de la Păun). Una din componentele de bază ale unui P-sistem este **structura membranară**. Ea este fie o structură membranară de tip *ierarhic* (tip celulă), fie o rețea membranară (tip țesut). Conceptul de calcul membranar interpre-

tează membrana ca fiind un delimitator între două regiuni, una dintre ele conținând-o pe cealaltă. Fiecare regiune conține, în starea sa inițială, un multiset de obiecte, și are asignate un set de reguli – fie de comunicare, fie de evoluție, reguli atribuite membranei ș.a. La definirea unui P-sistem, se specifică *alfabetul obiectelor*, notat cu V (alfabet nevid de simboluri care identifică obiectele), *structura membranară*, notată cu μ (reprezentată analitic prin paranteze pereche etichetate, de ex.: $[[1]_2]_2[3]_3]_1$), *multiseturile de obiecte prezente în fiecare regiune a sistemului*, notate cu w_1, w_2, \dots, w_m (reprezentate, de obicei, de stringuri ale simbolurilor obiect), *mulțimea regulilor*, asignate regiunilor și/sau membranelor, notate cu R_1, R_2, \dots, R_m [1].

Convertorul RP-PSYS

Convertorul RP-PSYS reprezintă o aplicație de tip Java, ce realizează un model formal în P- sisteme ce corespunde unui model de rețea Petri membranală 3D, mapată cu ajutorul unui fișier XML. Acest software a fost realizat în scopul de a simplifica procesul de obținere a modelelor formale pentru modelele de rețele Petri membranare 3D, ce sunt utilizate pentru a simula, studia și verifica anumite modele reale.

RPM-PSYS a fost realizat ca un instrument complementar și, posibil, în viitorul apropiat, integrabil, pentru soft-ware-ul **3D VMPN**, elaborat în 2011 de către licențiatul USM, Roman Damaschin, destinat editării, simulării și validării modelelor de rețele Petri membranare, oferind posibilitatea ca acestea să fie realizate și reprezentate în spațiul 3D (Fig.1). Modelele astfel construite pot fi salvate în format specific acestui soft (RPN) sau în format XML. Datorită

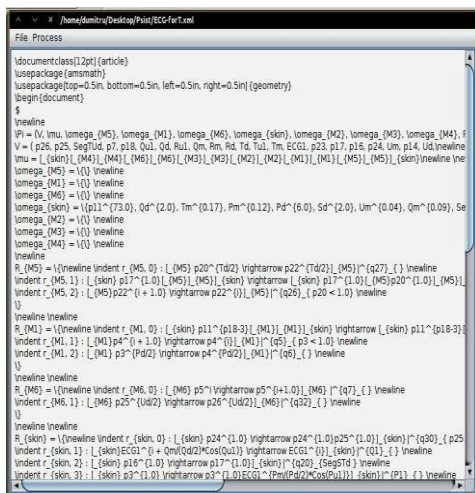


Fig.2. Fereastra principală a RP-PSYS, conținând fișierul .tex ce prezintă P-sistemul corespunzător unei rețele Petri

format specific acestui soft (RPN) sau în format XML. Datorită

structurării fișierului XML, datele necesare pot fi ușor extrase, fapt ce a facilitat lucrul asupra convertorului. La realizarea convertorului RPM-PSYS, a fost utilizat limbajul Java, datorită flexibilității sale, dar și având în vedere experiența autoarei în acest domeniu, favorabilă în acest sens. Mediul de dezvoltare ales a fost NetBeans IDE, datorită multitudinii de instrumente oferite și simplității convingătoare. Pentru prelucrarea fișierului XML, s-a utilizat modulul Java DOM (*Document Object Model*), iar ca și rezultat al prelucrării, vom avea P-sistemul redat în formă textuală, în format TeX (Fig.2), ce permite o vizualizare calitativă și comodă a oricărei construcții de tip formulă. După obținerea șirului de caractere ce conține P-sistemul în format TeX, acesta este afișat în fereastra principală a aplicației, unde poate fi editat în vederea efectuării unor modificări de ordin conceptual, după care poate fi salvat sub denumirea dorită și extensia .tex. Fișierul .tex astfel creat poate fi rulat cu ajutorul oricărui editor LaTeX pentru a obține fișierul PDF sau DVI cu rezultatul în forma finală (Fig.3).

Concluzii

Elaborarea convertorului RPM-PSYS a modelelor de rețele Petri membranare în modele formale de P-sisteme reprezintă o muncă ce își poate dovedi utilitatea pe termen lung și reprezintă un instrument util pentru un cercetător în domeniul P-sistemelor, oferind posibilități de studiu în paralel (în rețele Petri și P-sisteme) a anumitor tipuri de modele membranale și ușurând munca de conversie respectivă. Elaborarea convertorului vine și să demonstreze faptul că, în anumite cazuri, această conversie este posibilă, existând o corespondență

$$\begin{aligned}
 \Pi &= (V, \mu, \omega_{M5}, \omega_{M1}, \omega_{M6}, \omega_{skin}, \omega_{M2}, \omega_{M3}, \omega_{M4}, \bar{R}_{M5}, \bar{R}_{M1}) \\
 V &= (p26, p25, SegTUd, p7, p18, Qu1, Qd, Ru1, Qm, Rm, I) \\
 \mu &= [skin[M2]M2[M1]M1[M4]M4[M6]M6[M5]M5[M3]M3]skin \\
 \omega_{M5} &= \{\} \\
 \omega_{M1} &= \{\} \\
 \omega_{M6} &= \{\} \\
 \omega_{skin} &= \{Td^{10.0}Sd^{2.0}Rm^{1.0}Um^{0.04}p18^{75.0}SegTUD^{4.0}Pm^{0.12}\} \\
 \omega_{M2} &= \{\} \\
 \omega_{M3} &= \{\} \\
 \omega_{M4} &= \{\} \\
 R_{M5} &= \{ \\
 & \quad r_{M5,0} : [M5p20^{Td/2} \rightarrow p22^{Td/2}]_{M5} | q^{27} \\
 & \quad r_{M5,1} : [skinp17^{1.0}[M5]M5]_{skin} \rightarrow [skinp17^{1.0}[M5p20^{1.0}]_{M5}], \\
 & \quad r_{M5,2} : [M5p22^{i+1.0} \rightarrow p22^i]_{M5} | q^{26}_{p20 < 1.0} \\
 & \quad \} \\
 R_{M1} &= \{ \\
 & \quad r_{M1,0} : [M1p3^{Pd/2} \rightarrow p4^{Pd/2}]_{M1} | q^6 \\
 & \quad r_{M1,1} : [skinp11^{p18-3}[M1]M1]_{skin} \rightarrow [skinp11^{p18-3}[M1p3^{1.0}] \\
 & \quad r_{M1,2} : [M1p4^{i+1.0} \rightarrow p4^i]_{M1} | q^5_{p3 < 1.0} \\
 & \quad \}
 \end{aligned}$$

Fig.1. Rezultatul rulării fișierului .tex, ce conține convertirea în P-sisteme a modelului pacient-specific al ECG (fragment)

univocă între rețelele Petri membranare 3D și P-sisteme. De asemenea, elaborarea modelului pacient-specific în P-sisteme permite dezvoltarea lui în continuare, acesta fiind un model de perspectivă, cu aplicabilitate în domeniul biomedicinii, industriei farmaceutice și bioinformaticii.

Referințe:

1. PĂUN, Gh. „Membrane Computing. An Introduction,”– Natural computing Series. Springer– Verlag–Berlin–Heidelberg–New York, 2002.
2. PROFIR, A., DAMASCHIN, R., OPINCA, C., PREPELIȚĂ, L., PREPELIȚĂ, A., YANG, B. Patient-specific computer modeling using 2D and 3D visual membrane Petri Nets. In: Studia Universitatis. Seria „Științe exacte și economice”. 2011, vol.2 (42), p. 57-64. ISSN 1857-2073.

*Recomandat
Aurelia PROFIR, dr., conf.univ.*