

Paweł MAJZIK, Zbigniew BANASZAK, Sławomir KŁOS  
Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze

## WYBÓR REGUŁ ROZSTRZYGANIA KONFLIKTÓW ZASOBOWYCH. MODEL ALGEBRAICZNY

**Streszczenie.** Komputerowo zorientowana procedura umożliwia specyfikację i wybór reguł synchronizacyjnych w wielozasobowych systemach cyklicznych procesów współbieżnych, w których dostęp do każdego z zasobów dzielonych jest koordynowany w oparciu o protokół wzajemnego wykluczania. Jej działanie określają własności  $(\max,+)$  algebry [1]; przyjętego formalizmu modelowania. Danymi wejściowymi procedury są: specyfikacja systemu sekwencyjnych procesów cyklicznych, zbiór reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych oraz stan początkowy systemu. Przedstawiono warunki wystarczające dla syntezy równania stanu. Spełnienie tych warunków zapewnia bezzagłodzeniową i bezblokadową pracę systemu.

## SELECTION OF DISPATCHING RULES FOR THE RESOURCE CONFLICTS. AN ALGEBRAIC APPROACH

**Summary.** A computer-based procedure to verify various variants of the dispatching rules for the resources conflicts is proposed. The procedure presented here permits the specification and allocation of the synchronisation rules in multiresource periodic systems of concurrent processes in which the access to each common resource is co-ordinated by a mutual exclusion protocol. The performance of the procedure is determined by the  $(\max,+)$  algebra [1], which was selected as the modelling formalism. The input data of the procedures are: specification of sequence periodic systems, a set of dispatching rules for the resource conflicts resolution and an initial state of the system. Sufficient conditions for the state equation design are proposed. Meeting these conditions assures the starvation-free and non-blocking system performance.

### 1. Wstęp

W systemach wielozadaniowych możliwa jest równoczesna realizacja wielu różnych procesów, z których każdy wykonuje operacje zgodnie z zadaniem programem [2,4]. W systemach komputerowych są to najczęściej operacje wymiany danych z urządzeniami wejścia/wyjścia, jak: drukarki, plotery lub pamięć dyskowa. W sieciach komputerowych przesyłane są pakiety informacji, natomiast w elastycznych systemach produkcyjnych realizowane są operacje transportowe polegające na przenoszeniu elementów pomiędzy buforami maszyn.

W każdym z wymienionych przypadków operacje wykonywane są w oparciu o określone urządzenia (zasoby systemowe). Dostęp do zasobów, które są wspólnie wykorzystywane przez procesy, odbywa się zgodnie z zasadą wzajemnego wykluczania [2]. Zakłada się też, że zasoby przydzielone do wykonania określonej operacji mogą być uwolnione przez wykorzystujący je proces, dopiero po zarezerwowaniu zasobów niezbędnych do wykonania następnej operacji. W przypadku istnienia ograniczeń zasobowych mogą pojawić się konkurencyjne żądania procesów (dotyczące wspólnych zasobów), czyli konflikty zasobowe. Kluczowym zagadnieniem staje się wówczas synteza protokołów komunikacyjnych gwarantujących żywotność systemu oraz jego odporność na zagłodzenia.

Szczególna, ze względu na swoje szerokie zastosowanie, jest klasa systemów sekwencyjnych procesów cyklicznych (SSPC). Elementy tej klasy to systemy kooperujących ze sobą autonomicznych (powtarzających się cyklicznie) procesów sekwencyjnych. O ich zastosowaniach decydują własności żywotności globalnej i lokalnej. Żywotność SSPC oznacza, że każdy stan rozdziału zasobów jest bezpieczny, tzn. nie prowadzi do powstania blokady. W stanie blokady istnieje zamknięty łańcuch żądań zasobowych procesów, które nigdy nie mogą być zrealizowane. Występowanie zagłodzeń oznacza, że mogą istnieć procesy, które nigdy nie otrzymają prawa dostępu do zasobów. Celem niniejszej pracy jest procedura automatycznej weryfikacji różnych wariantów alokacji reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych w SSPC.

Przedstawiona procedura pozwala określić stan początkowy gwarantujący bezzagłodzeniową współpracę procesów koordynowanych zadaniem zbiorem reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych. Zakres jej wykorzystywania ograniczony jest jednak do struktur drzewiastych, w których procesy składowe tworzą spójną konfigurację nie zawierającą cykli zamkniętych.

## 2. Sformułowanie problemu

Dany jest system sekwencyjnych procesów cyklicznych współzawodniczących o dostęp do zasobów dzielonych. Koordynacja procesów w dostępie do zasobu dzielonego realizowana jest w oparciu o zasadę wzajemnego wykluczania. Rozwiązanie problemu sprowadza się do specyfikacji i alokacji reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych, których implementacja gwarantuje zachowanie określonych wskaźników jakościowych (*żywotność globalna i lokalna*) pracy systemu.

### 3. Procedura weryfikacji

#### Specyfikacja systemu

*Założenia:* system jest zbiorem cyklicznych procesów współbieżnych, procesy współzawodniczą o dostęp do zasobów dzielonych, liczba współpracujących procesów jest stała.

*Specyfikacja struktury systemu:* określenie liczby zasobów dzielonych, liczby procesów współzawodniczących o dostęp do danego zasobu dzielonego, liczby procesów *lokalnych*<sup>1</sup>, liczby procesów *globalnych*<sup>2</sup> oraz parametrów procesów, tj. czasów pracy procesów na poszczególnych zasobach.

*Ograniczenia:* zasób dzielony w tym samym czasie jest wykorzystywany przez jeden proces.

*Wymagania:* *jakościowe* - żywotność lokalna i żywotność globalna, *ilościowe:* minimalizacja czasu określonego jako suma oczekiwań procesów na dostęp do zasobu dzielonego, oraz maksymalne wykorzystanie zasobu dzielonego.

#### Specyfikacja protokołów lokalnych

Zgodnie z procedurą zawartą w pracy [4] dla każdego zasobu dzielonego określamy protokół komunikacyjny. Protokół ten jest połączeniem zasady wzajemnego wykluczania i określonych reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych. Specyfikując lokalny protokół komunikacyjny koordynujący pracę na i-tym zasobie dzielonym abstrahujemy od interakcyjnych oddziaływań reguł synchronizacji procesów na poszczególnych zasobach dzielonych. Oznacza to, że dla specyfikacji lokalnego protokołu komunikacyjnego na i-tym zasobie dzielonym praca procesu globalnego (wykorzystującego i-ty i j-ty zasób dzielony) na zasobie j-tym jest traktowana jak praca procesu lokalnego na zasobie własnym. Koordynacja procesów wykorzystujących zasób dzielony, oparta na protokole wzajemnego wykluczania, została zastąpiona przez koordynację w oparciu o protokół *rendez-vous*. W wyniku powyższej konwersji system składa się z procesów realnych (koordynowanych) współpracujących w trybie spotkaniowym z procesem pozornym (koordynującym). Proces pozorny koordynuje dostęp procesów realnych do zasobu dzielonego zgodnie z przyjętym wariantem reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych.

<sup>1</sup> Procesy lokalne - procesy pracujące naprzemiennie na zasobie własnym i zasobie dzielonym.

<sup>2</sup> Procesy globalne - procesy pracujące naprzemiennie na zasobach dzielonych.

**Operacje procesów:** Korzysta się z poniższej notacji w pracy.

Procesy *lokalne* wykonują naprzemiennie operacje na zasobie własnym i dzielnym:  $p_w$  - operacja procesu P na zasobie własnym,  $p_{ii}$  - operacja procesu P na i-tym zasobie dzielnym<sup>3</sup>.

Procesy *globalne* wykonują operacje na zasobach dzielonych:  $g_{ji}$  - operacja procesu G na i-tym zasobie dzielnym.

Spotkanie procesu *pozornego* z realnym umożliwia wykonanie sekcji krytycznej przez proces realny:  $z_j$  - operacja spotkania i-tego procesu realnego z j-tym procesem pozornym.

**Warunki:** Określmy warunki, jakie system musi spełniać, aby i-ty proces mógł rozpocząć wykonywanie danej operacji. Warunkiem rozpoczęcia przez i-ty proces lokalny operacji na zasobie własnym (operacja  $p_{wi}$ ) jest zakończenie wykonywania przez ten proces sekcji krytycznej (operacja  $p_{ii}$ );  $p_{wi} \longrightarrow p_{ii}$ <sup>4</sup>.

Warunkami rozpoczęcia wykonywania sekcji krytycznej (operacja  $p_{ii}$ ) przez i-ty proces lokalny są: zakończenie wykonywania przez i-ty proces operacji na zasobie własnym oraz zakończenie spotkania procesu pozornego z procesem realnym, który w sekwencji wykorzystania zasobu poprzedza i-ty proces;  $p_{ii} \longrightarrow p_{wi}, z_{i-1}$ .

Warunkami rozpoczęcia wykonywania operacji przez proces globalny na i-tym zasobie dzielnym są: zakończenie wykonywania operacji przez proces globalny na j-tym zasobie dzielnym  $z_{j-1}$ , zakończenie spotkania (operacja  $z_{ji}$ ) procesu pozornego z procesem poprzedzającym proces globalny w sekwencji wykorzystania zasobu;  $g_{ji} \longrightarrow g_{ij} \text{ i } z_{ji}$ .

Warunkami rozpoczęcia realizacji spotkania przez proces pozorny z i-tym procesem realnym są: zakończenie wykonywania operacji na zasobie własnym przez i-ty proces realny, zakończenie spotkania procesu pozornego z procesem realnym poprzedzającym i-ty proces w sekwencji wykorzystania zasobu;  $z_{ji} \longrightarrow p_w \text{ i } z_{q1}$ .

**Stan początkowy systemu.** Stan początkowy systemu (początek danej iteracji) zdefiniowany jako pewien dowolny moment cyklicznej zmiany stanu systemu.

**Synteza równania stanu.** Synteza równania stanu składa się z następujących kroków określających: składowe równania stanu (macierze **A**, **B** i **D**), wartość własną macierzy **D** (okres pracy systemu) oraz wartości elementów wektora **d**(0).

<sup>3</sup> Operacja  $p_{ii}$  oznacza realizację spotkania procesu P<sub>i</sub> z procesem pozornym (operacja  $z_j$ ), podczas którego wykonywana jest sekcja krytyczna.

<sup>4</sup> Powyższa graficzna notacja oznacza, że warunkiem rozpoczęcia operacji  $p_{wi}$  jest zakończenie wykonywania operacji  $p_{ii}$ .

*Wektor stanu:* wektor stanu  $\mathbf{x}_k = (\mathbf{x}_k(1), \mathbf{x}_k(2), \dots, \mathbf{x}_k(n))$ , którego współrzędne  $\mathbf{x}_k(i)$  odpowiadają momentom rozpoczęć poszczególnych operacji w  $k$ -tej iteracji.

*Operacje poprzedzające początek cyklu:* ponieważ procesy są cykliczne, a ponadto wyznaczone zostały początkowe operacje cyklu (początek iteracji), łatwo jest zatem określić operacje poprzedzające początek cyklu. Równanie stanu:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(k) &= \mathbf{A}\mathbf{x}(k-1) \oplus \mathbf{B}\mathbf{x}(k) \\ \mathbf{x}(0) &= \mathbf{x}_0 \\ \mathbf{y}(k) &= \mathbf{C}\mathbf{x}(k), \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie:

$\oplus$  jest operatorem addytywnym będącym operatorem maksimum zgodnie z porządkiem liczb rzeczywistych.

$\mathbf{B}$  jest macierzą o rozmiarze  $n \times n$  ( $n$ -rozmiar wektora stanu). Macierz  $\mathbf{B}$  zawiera elementy  $B_{i,j} > \varepsilon$  wtedy i tylko wtedy, gdy warunkiem rozpoczęcia  $j$ -tej operacji jest zakończenie wykonywania  $i$ -tej operacji oraz  $j$ -ta operacja nie poprzedza bezpośrednio początku cyklu. Wartością elementu  $B_{i,j}$  jest czas wykonania  $i$ -tej operacji.

$\varepsilon = -\infty$  jest elementem neutralnym dla operatora  $\oplus$ .

$\mathbf{A}$  jest macierzą o rozmiarze  $n \times n$ . Macierz  $\mathbf{A}$  zawiera elementy  $A_{i,j} > \varepsilon$  wtedy i tylko wtedy, gdy warunkiem rozpoczęcia  $j$ -tej operacji jest zakończenie operacji  $i$ -tej oraz  $j$ -ta operacja poprzedza bezpośrednio początek cyklu. Wartością elementu  $A_{i,j}$  jest czas wykonania  $i$ -tej operacji.

$\mathbf{C}$  jest macierzą filtrującą, która usuwa z wektora stanu  $\mathbf{x}_k$  elementy związane z operacjami procesów pozornych, pozostawiając w wektorze odpowiedzi  $\mathbf{y}_k$  jedynie czasy rozpoczęć operacji procesów realnych.

$\mathbf{x}_0$  jest wektorem stanu zawierającym momenty rozpoczęć operacji w zerowej iteracji.

Równanie stanu (1) jest równoważne równaniu

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(k) &= \mathbf{D}\mathbf{x}(k-1) \\ \mathbf{x}(0) &= \mathbf{x}_0 \\ \mathbf{y}(k) &= \mathbf{C}\mathbf{x}(k), \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie

$$\mathbf{D} = \left( \bigoplus_{i=0}^{\infty} \mathbf{B}^i \right) \mathbf{A} \quad (3)$$

**Okres pracy systemu i rozkład momentów rozpoczęć poszczególnych operacji.** Interesuje nas znalezienie rozkładu rozpoczęć poszczególnych operacji, tak aby została zachowana kolejność dostępu określona protokołem oraz okres pracy całego systemu. Jeżeli przez  $d_k$  oznaczymy poszukiwany rozkład rozpoczęć operacji, to podlega on równaniu:

$$\begin{aligned}d(k) &= Td(k-1) \\d(0) &= d_0,\end{aligned}\quad (4)$$

gdzie  $T$  - okres systemu,  $d(0)$  - wektor, którego elementy stanowią momenty rozpoczęć operacji w zerowej iteracji.

Jednocześnie wektor  $d_0$  musi spełniać równanie stanu (2), co prowadzi do równania spektralnego macierzy  $D$ :

$$d(k) = Dd(k-1) = Td(k-1) \quad (5)$$

tak więc rozkład  $d_k$  jest wektorem własnym, a  $T$  jest wartością własną tej macierzy.

Znając okres  $T$  i wektor  $d_0$  możemy określić stan poszczególnych procesów w dowolnej iteracji.

#### Ocena protokołu

*Współczynnik wykorzystania zasobu wspólnego  $\zeta$*

$$\zeta = \frac{\sum_i s_i n_i + s_q \max(n_q, n_r)}{T}, \quad i = p, q, r, \quad (6)$$

gdzie:  $T$  - okres systemu,  $s_i$  - liczba wykonań sekcji krytycznych przez proces, który korzysta z zasobu dzielonego w sposób wyłączny,  $s_q$  - liczba wykonań sekcji krytycznych przez procesy  $Q$  i  $R$ , które korzystają z zasobu dzielonego w tym samym czasie,  $n_i$  - czas operacji  $i$ -tego procesu na zasobie dzielonym,

*Współczynnik sprawności  $\eta$  [4]*

$$\eta = \frac{\sum_i m_i (t_i + n_i)}{mT}, \quad i = p, q, r, \quad (7)$$

gdzie:  $T$  - okres systemu,  $m$  - liczba procesów,  $m_i$  - liczba wystąpień  $i$ -tego procesu w okresie  $T$ ,  $t_i$  - czas operacji  $i$ -tego procesu na zasobach własnych,  $n_i$  - czas operacji  $i$ -tego procesu na zasobie dzielonym.

#### Warunki wystarczające

Przedstawimy warunki wystarczające, których spełnienie gwarantuje syntezę równania stanu spełniającego wymagania modelu algebraicznego.

## Założenia:

1. Zgodne z pkt. 3.1. (*Specyfikacja systemu*).
2. System składa się z procesów lokalnych oraz procesów globalnych.
3. Procesy globalne wykonują operacje na dwóch zasobach dzielonych.

Jeżeli liczba procesów składowych systemu jest równa  $Z_n - 1$  (gdzie  $Z_n$  jest liczbą zasobów dzielonych wykorzystywanych przez procesy globalne), to dla dowolnych sekwencji wykorzystania zasobów dzielonych przez procesy składowe możliwa jest synteza równania stanu spełniająca wymagania modelu algebraicznego.

#### 4. Podsumowanie

W powyższej pracy przedstawiono automatyczną procedurę weryfikacji różnych wariantów reguł rozstrzygania konfliktów zasobowych. Komputerowo zorientowana procedura umożliwia specyfikację i alokację reguł synchronizacji w wielozasobowych systemach sekwencyjnych procesów cyklicznych, w których dostęp do każdego zasobu dzielonego jest koordynowany w oparciu o protokół wzajemnego wykluczania.

Przedstawiono warunki wystarczające, których spełnienie gwarantuje syntezę równania stanu, czyli określenie początkowego rozkładu operacji wykonywanych w systemie oraz wyznaczenie okresu pracy systemu. Weryfikacja zastosowanych reguł synchronizacji oraz ich alokacji na poszczególnych zasobach jest realizowana w oparciu o analityczny formalizm  $(\max, +)$  algebry.

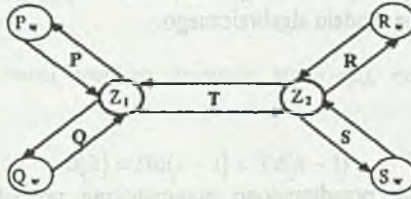
#### LITERATURA

1. Bacceli F., Cohen G., Olsder G.J., Quadrat J.-P.: Synchronization and linearity. (An algebra for discrete event systems). John Wiley&Sons, Chichester 1992.
2. Cohen G., Moller P., Quadrat J.-P., Viot M.: Algebraic tools for performance evaluation of discrete event systems. Proceeding of the IEEE, Vol.77, No. 1, 1989, pp 39-58.
3. Banaszak Z., Jędrzejek K.: On self-synchronization of cascade-like coupled cyclic processes. Applied Mathematics and Computer Science, Vol.3, No.4., 1993, pp. 751-776.
4. Majdzik P.: Reguły synchronizacji sekwencyjnych procesów cyklicznych: procedura weryfikacji. Raport nr 2/96, Instytut Robotyki i Inżynierii Oprogramowania, WSIInż. w Zielonej Górze.
5. Majdzik P., Obuchowicz A.: Programowanie współbieżne. Opis algebraiczny. Czwarta Krajowa Konferencja Badań Operacyjnych i Systemowych, Gdynia 1995.

6. Obuchowicz A., Banaszak Z.: Modeling and performance evaluation of repetitive automated manufacturing. An algebraic approach. Proc. of the Second International Symposium on Methods and Models in Automation and Robotics, Międzyzdroje 1995, pp. 809 - 814.

## DODATEK

Rozważmy przykład systemu złożonego z dwóch zasobów dzielonych wykorzystywanych przez 5 procesów.



Rys. 1. Schemat wielozasobowego systemu sekwencyjnych procesów cyklicznych  
Fig. 1. Scheme of a multiresource periodic systems of concurrent processes

*Specyfikacja systemu:* założenia, ograniczenia i wymagania zgodnie z punktem 1.1.

*Struktura systemu:* procesy \$P, Q\$ naprzemiennie wykonują operacje na zasobach własnych i dzielonym \$Z\_1\$; procesy \$R, S\$ naprzemiennie wykonują operacje na zasobach własnych i dzielonym \$Z\_2\$; proces \$G\$ naprzemiennie wykonuje operacje na zasobach dzielonych \$Z\_1\$ i \$Z\_2\$.

*Czasy przebywania procesów na zasobie dzielnym i zasobach własnych:* proces \$P - t\_p = 4, t\_{p1} = 3\$; proces \$Q - t\_q = 3, t\_{q1} = 3\$; proces \$R - t\_r = 5, t\_{r2} = 4\$; proces \$S - t\_s = 3, t\_{s2} = 3\$; proces \$G - t\_{g1} = 5, t\_{g2} = 4\$; gdzie: \$t\_p, t\_q, \dots\$ - czasy operacji na zasobach własnych; \$t\_{p1}, t\_{q1}, \dots\$ - czasy operacji na \$i\$ - tym zasobie dzielnym.

*Specyfikacja protokołów lokalnych:* Zasób \$Z\_1\$ - PQGPQG...      Zasób \$Z\_2\$ - RSGRSG...

*Operacje procesów: procesy lokalne:* \$p\_w, q\_w, r\_w, s\_w\$ - operacje procesów \$P, Q, R, S\$ na zasobach własnych; \$p\_{i1}, q\_{i1}\$ - operacje procesów \$P, Q\$ na zasobie dzielnym \$Z\_1\$; \$r\_{i2}, s\_{i2}\$ - operacje procesów \$R, S\$ na zasobie dzielnym \$Z\_2\$.

*Proces globalny:* \$g\_{i1}, g\_{i2}\$ - operacje procesu \$G\$ na odpowiednio na zasobach dzielonych \$Z\_1, Z\_2\$.

*Procesy pozorne:* \$z\_{p1}, z\_{q1}, z\_{g1}\$ - operacje spotkania procesu \$K\_1\$ z procesami \$P, Q, G\$,

\$z\_{r2}, z\_{s2}, z\_{g2}\$ - operacje spotkania procesu \$K\_2\$ z procesami \$R, S, G\$.

*Warunki rozpoczęcia operacji przez procesy:*

*Procesy lokalne:* Warunki rozpoczęcia przez procesy lokalne operacji na zasobie własnym:

\$p\_w \longrightarrow p\_{i1}\$ proces \$P\$; \$q\_w \longrightarrow q\_{i1}\$ proces \$Q\$; \$r\_w \longrightarrow r\_{i2}\$ proces \$R\$; \$s\_w \longrightarrow s\_{i2}\$ proces \$S\$.

Warunki rozpoczęcia wykonywania sekcji krytycznej przez procesy lokalne:





$$D = \begin{pmatrix} 7 & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 10 & e & e & e \\ 4 & e & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 7 & e & e \\ 10 & e & 6 & e & e & e & e & e & e & e & e & 13 & e & e \\ 7 & e & 3 & e & e & e & e & e & e & e & e & 10 & e & e \\ e & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 17 & e & e & e \\ e & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 13 & e & e & e \\ e & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 13 & e & e & e \\ e & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 9 & e & e & e \\ e & e & e & e & e & e & 3 & e & e & e & e & e & e & e \\ e & e & e & e & 9 & e & e & 6 & 17 & e & e & e & e & 13 \\ 10 & e & 6 & e & e & e & e & e & 13 & e & e & 13 & e & 9 \\ e & e & e & e & e & e & e & e & 7 & e & e & e & e & 3 \\ 4 & e & e & e & e & e & e & e & e & e & e & 7 & e & e \\ 7 & e & 3 & e & e & e & e & e & e & e & 10 & e & e & e \\ 10 & e & 6 & e & e & e & e & e & 13 & e & e & 13 & e & 9 \\ e & e & e & e & 5 & e & e & e & 13 & e & e & e & e & 9 \\ e & e & e & e & 9 & e & e & 6 & 17 & e & e & e & e & 13 \\ e & e & e & e & e & e & e & e & 7 & e & e & e & e & 3 \end{pmatrix}$$

$$T = 13 \mid d(0) = \begin{pmatrix} 3 \\ e \\ 6 \\ 3 \\ 10 \\ 6 \\ e \\ 10 \\ 6 \\ e \\ 13 \\ 6 \\ 6 \\ 10 \\ e \end{pmatrix}$$

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Ryszard Gessing

Wpłynęło do Redakcji do 30.06.1996 r.

**Abstract**

A computer-based procedure to verify various variants of the dispatching rules for the resources conflicts is proposed. The procedure presented here permits the specification and allocation of the synchronisation rules in multiresource periodic systems of concurrent processes in which the access to each common resource is co-ordinated by a mutual exclusion protocol. The performance of the procedure is determined by the (max,+) algebra [1], which was selected as the modelling formalism. It permits to determine an initial state ensuring the starvation-free and non-blocking collaboration of the processes coordinated by a prescribed set of dispatching rules for resource conflicts. The range of its use is however limited to tree structures in which component processes make a configuration without closed cycles and use two resources. The procedure can be split into two main stages. The first one is the system specification (determination of the system structure, as well as assumption, requirements and constraints imposed on its work) and protocols specification (determination of dispatching rules for resource conflicts). The second stage consists in creation of an algebraic model giving the whole representation of system performance which is coordinated by a given set of protocols.