

ISSN 2181-6883

PEDAGOGIK MAHORAT

Ilmiy-nazariy va metodik jurnal

**MAXSUS SON
(2021-yil, dekabr)**

Jurnal 2001-yildan chiqa boshlagan

Buxoro – 2021

MUNDARIJA

Hamza ESHANKULOV, Ubaydullo ARABOV. Asinxron parallel jarayonlarni petri to'ri orqali modellashtirish	7
Ozodjon JALOLOV, Ixtiyor YARASHOV. Matematika mobil ilovasi	15
Tursun SHAFIYEV, Farrux BEBUTOV. Zararli moddalarning atmosfereda ko'chishi va diffuziyasi jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillarni sonli tadqiq qilish	19
J. JUMAYEV. Ikkinchi tartibli chiziqlar mavzusini mathcad matematik paketi yordamida o'qitish	26
Ozodjon JALOLOV, Shohida FAYZIYEVA. Lagranj interpolyatsion ko'phadi uchun algoritmi va dastur yaratish	32
Samandar BABAYEV, Nurali OLIMOV, Mirjalol MAHMUDOV. $W2, \sigma 2,1(0,1)$ Hilbert fazosida optimal interpolyatsion formulaning ekstremal funksiyasini topishning metodologiyasi	35
Жура ЖУМАЕВ, Мархабо ТОШЕВА. Методика для исследования конвективной теплопроводности вблизи вертикального источника	39
Озоджон ЖАЛОЛОВ, Хуршидjon ХАЯТОВ, Мехринисо МУХСИНОВА. Об одном погрешности весовых кубатурных формул в пространстве $\tilde{C}^{(m)}(T_n)$	44
H.Sh. Rustamov. D.H. Fayziyeva/ Dasturlashtirilgan o'qitishning didaktik asoslari	47
G.K.ZARIPOVA, O.R.HAYDAROV, F.R.KARIMOV. Bo'lajak informatika fani o'qituvchilarini tayyorlashda raqamli texnologiyalarni tatbiq etish tendensiyasini takomillashtirish	52
Hamza ESHANKULOV, Aslon ERGASHEV. Iqtisodiy boshqaruv qarorlarini qabul qilishda business intelligence tizimlarining ustunlik jihatlari	58
Xurshidjon XAYATOV. Fazliddin JUMAYEV, WEB sahifada CSS yordamida o'tish effektlaridan foydalanish	63
Xurshidjon XAYATOV, Dilshod ATOYEV. MAPLE matematik tizimning grafik imkoniyatlari	67
Zarif JO'RAYEV, Lola JO'RAYEVA. Gibrid algoritmlar asosida tashxis qo'yish masalasini yechish	72
Nazokat SAYIDOVA, Yulduz ASADOVA, Mehriniso ABDULLAYEVA. Photoshop dasturida yaratiladigan elektron qo'llanmalarining ahamiyati	78
Gavhar TURDIYEVA, Adiz SHOYIMOV. Elektron kafedrani shakllantirishda raqamli texnologiyalardan foydalanishning ahamiyatli tomonlari	83
Shafoat IMOMOVA. Blockchain va uning axborot xavfsizligiga ta'siri	88
Zarif JO'RAYEV, Lola JO'RAYEVA. Immun algoritmlari yordamida tashxis qo'yish masalasini yechish	91
Гулсина АТАЕВА. Анализ программ для обеспечения информационной безопасности	96
Бехзод ТАХИРОВ. Программные приложения для коммерческих предприятий и их значение	101
Lola YADGAROVA, Sarvinoz ERGASHEVA. Age of modern computer technologies in teaching english language	106
Hakim RUSTAMOV, Dildora FAYZIYEVA. Axborot xavfsizligi sohasida turli parametrlarga asoslangan autentifikatsiya usullari	111
Furqat XAYRIYEV. Loyihalarni boshqarishda "agile" yondashuvi	116
Х.Ш. РУСТАМОВ, М.А. БАБАДЖАНОВА. Работа со строковыми величинами на языке программирования python	119
Sulaymon XO'JAYEV. O'zbekistonda axborot xavfsizligi	125
Farhod JALOLOV, Shohnazar SHAROPOV. Axborot kommunikatsion texnologiyalarning zamonaviy ta'lim va axborotlashgan jamiyatdagi o'rni	130
F.R.KARIMOV. Effektiv kvadratur formulalar qurish metodlari	133
Sarvarbek POLVONOV, Alibek ABDUAKHADOV, Jamshid ABDUG'ANIYEV, G'ulomjon ELMURATOV. Some algorithms for reconstruction of images	140
Gulnora BO'RONOVA, Feruza MURODOVA, Feruza NARZULLAYEVA. Boshlang'ich sinflarda lego digital designer simulyatsiya muhitida o'ynash orqali robototexnika elementlarini o'rgatish	144
Firuza MURADOVA. Modern digital technologies in education opportunities and prospects	148
Ziyomat SHIRINOV. C# dasturlash tilidagi boshqaruvni ketma-ket uzatishni amaliy o'rganish	154
Istam SHADMANOV, Marjona FATULLAYEVA. Modeling of drying and storage of agricultural products under the influence of natural factors	157
M.Z.XUSENOV, Lobar SHARIPOVA. Kimyo fanini o'qitishda Vr texnologiyasini qo'llash	164
Feruz KASIMOV. 9-sinf o'quvchilari uchun aralash ta'lim shaklida informatika va axborot texnologiyalar fani dasturlash asoslari bo'limini o'qitishning o'ziga xos xususiyatlari	167
Умиджон ХАЙИТОВ. Информационные и коммуникационные технологии в активизации познавательной деятельности учащихся	172

ASINXRON PARALLEL JARAYONLARNI PETRI TO'RI ORQALI MODELLASHTIRISH

Ushbu maqolada parallel jarayonlar, parallel jarayonlarning turlari, asinxron jarayonlarni spetsifikatsiyalash, asinxron parallel jarayonlarni petri to'ri orqali modellashtirish, markirovkalar diagrammasi, strukturaviy cheklovlar va hayotiylik xususiyatini tahlil qilish kabi tushunchalar bilan tanishib o'tamiz. Shuningdek Petri to'ri orqali asinxron jarayonlarni matematik modellashtirish, Petri to'riining ko'rinishlari, markirovkalar diagrammasi, natijaga erishish masalasi va uning yechimlari keltirilgan. Maqolaning asosiy vazifasi asinxron parallel jarayonlarni Petri to'ri orqali matematik modellashtirish usuli orqali ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: parallel jarayonlar, asinxron jarayonlar, Petri to'ri, markirovkalar diagrammasi, repozitsiya, strukturaviy cheklovlar.

В этой статье рассматриваются параллельные процессы, типы параллельных процессов, спецификация асинхронных процессов, моделирование асинхронных параллельных процессов с использованием сети Петри. Также представлены математическое моделирование асинхронных процессов с использованием сети Петри, виды сети Петри, схемы разметки, решение задач и их решения. Основная задача статьи - ответить на вопрос, как моделировать асинхронные параллельные процессы через сети Петри.

Ключевые слова: параллельные процессы, асинхронные процессы, сеть Петри, диаграмма маркировки, репозиция, структурные ограничения.

This article discusses parallel processes, types of parallel processes, specification of asynchronous processes, modeling of asynchronous parallel processes using a Petri net. Also presented are mathematical modeling of asynchronous processes using a Petri net, types of Petri net, marking schemes, problem solving and their solution. The main objective of the article is to answer the question of how to model asynchronous parallel processes through Petri nets.

Key words: parallel processes, asynchronous processes, Petri net, marking diagram, reposition, structural constraints.

Kirish. Jarayonlar bir vaqtning o'zida mavjud bo'lsa parallel jarayonlar deb ataladi. Parallel jarayonlar(PJ) - bu shunday jarayonlarki, bir vaqtning o'zida bir hisoblash tizimida, turli holatlarda bo'ladigan jarayonlardir. PJlar ikki turga ajratiladi[1, 2]:

1. Asinxron PJlar - bu PJning holati boshqa PJ holatiga bog'liq emas.
2. Sinxron PJlar- PJ holati boshqa parallel jarayonga bog'liq bo'ladi.

Asinxron jarayonlar ketma-ket va parallel ravishda bajarilishi mumkin [2, 3, 4]. Asinxron jarayon(AP) deb quyidagi to'rtlikni $\langle S, F, I, R \rangle$ aytiladi, S – bo'sh bo'lmagan holatlar to'plami, $SXS(F \subset SXS)$ to'plamda aniqlanuvchi, F – ketma-ket holatlarning to'g'ridan to'g'ri munosobati. I - insiatorlar to'plami ($I \subset R$), R – natijalar to'plami ($R \subset S$).

Diskret holatli dinamik tizimlarning matematik modellashtirish, boshqarish nazariyasi ilm-fanining nisbatan yosh sohasi hisoblanadi. Biroq bir nechta matematik apparat va yondashuvlar mavjudki mutaxassislar tomonidan sohalarga tatbiq qilinmoqda [5, 6, 7]. Petri to'ri ham shular jumlasidandir. Petri to'ri - tarqatilgan tizimlar va jarayonlarni modellshtirish uchun sodda va qulay vosita hisoblanadi. Ushbu model 1939-yil nemis olimi Karl Petri tomonidan kimyoviy jarayonlarni tasvirlash uchun ixtiro qilingan. Ilm-fanga rasmiy 1962-yilda "Kommunikation mit Automaten" nomli dissertatsiyani Karl Petri himoya qilgandan so'ng kirib keldi. Petri to'ri hozirgi kunda, asosan, modellashtirish uchun qo'llanilmoqda, ya'ni Petri to'ri model orqali o'rganilmoqda. Model odatda o'rganilayotgan obyekt yoki tizimning eng xarakterli deb hisoblangan matematik jihatlaridan bir vakilidir [8, 9]. Tizimning modeli bilan ishlash orqali, bu haqidagi yangi bilimlarni olish, yuqori xarajatlardan qochish va noqulayliklardan oldini olish imkoniyati paydo bo'ladi [10, 11, 12].

Asosiy qism. "Holat" va "jarayon" so'zlarini umumiy holda birgalikda tushunish kerak. Jarayon bu holatlarni ketma-ket o'zgarishi va maqsadga erishish uchun ketma-ket harakatlarning to'plamidan tashkil topadi. Bu yerda jarayon, o'zgaruvchan holatlarining dinamikasini ta'riflaydi va jarayon termini asinxron sifati bilan ko'rsatiladi. Bunda vaqt kategoriyasi formal ravishda ta'rifda ishtirok etmaydi. Vaqtning mohiyatini F munosobat orqali amalga oshiriladi. $s_i F s_j$ yozuvi ($(s_i, s_j) \in F$) qayerda $s_i, s_j \in S$ bu shuni ko'rsatadiki, s_i holatini s_j doimiy tarzda ta'qib qilib boradi. s_i va s_j chegaralanmaydi u turli xil bo'lishi mumkin, lekin

cheklangan bo'ladi. Qabul qilingan F mantiqiy imkoniyat hisoblanadi, aks holda $s_i F s_j$ yozuvi shuni bildiradiki, s_i holatda jarayonning to'xtashi, keyingi s_j holatga o'tishga olib keladi. Shunday qilib s_i asinxron jarayondagi holatning o'zgarishiga sababchi deyish mumkin.

Insiatorlar - jarayonlarning faollashtiruvchi, holatlar qism to'plami hisoblanadi va jarayonning semantik mazmuni asosida tayinlanadi.

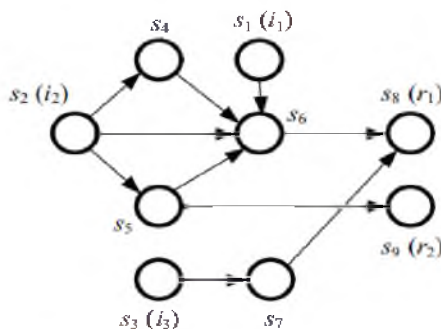
Natijachilar - natijaviy holatlarning qism to'plami hisoblanadi.

Asinxron jarayonlarni tavsiflash

Asinxron jarayonni yo'naltirilgan graf ko'rinishida ham ifodalash mumkin (1-rasm), bunda S - holatlar soni $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, bizning misolimizda $n=9$ holda amalga oshiriladi.

$$s_1 F s_6, s_2 F s_4, s_2 F s_6, s_2 F s_5, s_5 F s_6, s_4 F s_6, s_6 F s_8, s_5 F s_9, s_3 F s_7, s_7 F s_8.$$

Shunday qilib, agar $s_i F s_j$, bu yo'naltirilgan grafda yoy bilan tasvirlanadi, chiquvchi yoy s_i va kiruvchisi yoy s_j . F munosobatlarga tegishli bo'lmagan ikkita holat, yoylar bilan bog'lanmaydi. Bunda $I = \{s_1, s_2, s_3\}$, $R = \{s_8, s_9\}$.



1-rasm. Asinxron jarayonlarning yo'naltirilgan graf ko'rinishida tasvirlash

Grafning uchlaridagi bir nechta chiquvchi yoylarning mavjudligi, ma'lum darajada lokal nodeterminizm jarayonlarni namoyish qiladi. s_2 dan asinxron jarayon s_4, s_5 va s_6 holatlardan biriga o'tishi mumkin. Nodeterminizm chuqurroq va global xarakterlarni ifodalaydi. Bunda barcha yo'naltiruvchidan boshlangan jarayon turli xil natijalarga kelishi va turlicha amalga oshirilish mumkin. Shuni takidlash kerakki, asinxron jarayonlar ishini yo'naltiruvchilar va natijachilar darajasida kuzatuvchilar uchun global nodeterminizmdan farqli o'laroq, lokal nodeterminizm mavjud emas. Yo'naltiruvchi graf shaklda jarayonni tasvirlash orqali uning amalga oshirish variantlarini ko'rish mumkin. Bunda asinxron jarayonning trayektoriyalari, ilg'or yo'naltiruvchilar va natijachilar shular jumlasidandir. Bizning misolimizda asinxron jarayonning oltita trayektoriyasi mavjud va bular quyidagicha.

- 1): $s_1 \rightarrow s_6 \rightarrow s_8$,
- 2): $s_2 \rightarrow s_4 \rightarrow s_6 \rightarrow s_8$,
- 3): $s_2 \rightarrow s_6 \rightarrow s_8$,
- 4): $s_2 \rightarrow s_5 \rightarrow s_6 \rightarrow s_8$,
- 5): $s_2 \rightarrow s_5 \rightarrow s_9$,
- 6): $s_3 \rightarrow s_7 \rightarrow s_8$.

4,5- trayektoriyalar bitta yo'naltiruvchidan $s_2 \in I$ boshlangan bo'lib har xil natijalarga olib keladi $s_8 \in R$ va $s_9 \in R$. Bunday holatning paydo bo'lishi asinxron jarayonning vazifasida ko'rsatilmagan, faqat model vositalari bilan tushuntirish mumkin. F holatlarning bevosita kuzatilishidan, asinxron jarayonlarning mavjudligi, ularning qulayligi va umumiy munosabatlaridan foydalanish imkoniyatini ko'rsatadi. Xususiyl hollarda, F munosabatlar darajasi tushunchasi deb ham ishlatish mumkin. Agar $s_i F^k s_k$ yozuvdan $n - 1$ ta $s_a, s_b, \dots, s_\omega$ oraliqdagi holatlar mavjud, $s_i F s_a, s_a F s_b, \dots, s_\omega F s_k$ lar orqali amalga oshiradilar, $n+1$ ta uchlari va n ta yoylari mavjud s_i dan s_k gacha trayektoriyalar mavjud. 1-rasmda keltirilgan misolimizga qaytamiz va unga quyidagicha trayektoriyalarni yozish mumkin: 1) $s_1 F^2 s_8$ 2) $s_2 F^3 s_8$ 3) $s_2 F^2 s_8$ 4) $s_2 F^3 s_8$ 5) $s_2 F^2 s_9$ 6) $s_3 F^2 s_8$.

F munosabatlarining vaqtinchalik yopilishini biz F^* bilan belgilanadi. $s_i F s_j$ yozuvni s_i dan s_j olib boruvchi trayektoriyalarning mavjudligi deb tushuniladi. $s_i F s_j$ amalga oshiriladigan asinxron jarayonning s_i dan s_j ga olib boruvchi o'tishi deb ataladi.

Asinxron jarayonning protokoli

Asinxron PJlarning kirish-chiqish darajasi harakatlarini protokol tushunchasi bilan atash qulay hisoblanadi. $Q \subseteq I \times R$ munosabatni PJning protokoli deb ataladi.

Asinxron PJ protoklini sodda asinxron PJ deb qarash mumkin, faqat bunda har bir yo'naltiruvchi, natijachilarga olib keladi. Shunday ekan asinxron PJlar protokoli, holatlar to'plami faqatgina yo'naltiruvchilar

va natijachilardan iboratdir: $S = I \cup R$. Asinxron PJdan uning protokoliga o'tish uchun har bir (i, r) juftlikdagi trayektoriyalar to'plami uchun i dan r ga olib borishda oraliq holatlar bilan amalga oshiriladi, birta yoy bilan almashtiriladi.

1-rasmdagi ko'rsatilgan jarayonni protokolini quyidagicha yozish mumkin:

$$i_1 Q r_1, i_2 Q r_1, i_2 Q r_2, i_3 Q r_1$$

Bu yerdan ko'rinib turibdiki, ixtiyoriy yo'naltiruvchi r_1 natijachining jarayoniga tushishi uchun faqatgina i_2 yo'naltiruvchi r_2 natijachiga erishgan holda amalga oshiriladi.

Asinxron jarayonlarni sinflashtirish

Asinxron jarayonlar to'rtta asosiy sinfga ajratiladi:

- avtonom
- samarali
- boshqariluvchi
- sodda

Avtonom asinxron PJlar. Bunda yo'naltiruvchilar va natijachilarning yo'qligi.

Samarali asinxron PJ. Bunda holatlarni o'zida mujassamlashtirgan samarasiz qismlarning yo'qligi va yo'naltiruvchi va natija chiqaruvchi emasligidir.

Boshqariluvchi asinxron PJ. Samarali asinxron jarayonda, sinflarning har bir joriy qismi boshlangich sinfdan biriga bitta va faqat bitta yakuniy sinfga olib keladigan bo'lsa, u holda biz bunday jarayonni boshqariladigan jarayon deb ataymiz.

Sodda asinxron PJ. Agar

1) ixtiyoriy $i \in I$ va $s \in S$ dan iFs natijada $s \notin R$

2) ixtiyoriy $s \in S$ va $r \in R$ dan sFr natijada $s \notin R$.

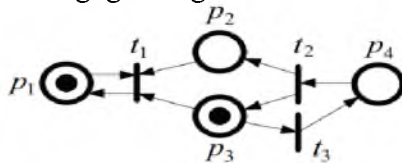
Bu shuni anglatadiki, biror yo'naltiruvchi(natijachi)ga boshqa yo'naltiruvchi (natijachi) to'g'ri tushmaydi va har bir trayektoriya aniq bir yo'naltiruvchi(natijachi) tegishli bo'ladi. Bunday asinxron jarayonlarni biz sodda asinxron jarayonlar deb ataymiz.

Repozitsiya

Qandaydir hollarda natijachidan yo'naltiruvchiga borishi va uning takroriy faollashishi kerak bo'ladi, bunday mexanizm asinxron jarayonning repozitsiya deb ataladi.

Asinxron PJlarni Petri to'ri orqali modellashtirish

Petri to'ri bu yo'naltirilgan bigraf bo'lib bunda uning uchlari ikki turda (holatlar va o'tishlarni o'zida saqlaydi) bo'lib, holatdan o'tish joylari va o'tishda holat joylarini yoylar orqali bog'lanadi va boshlangich markirovka vektor orqali ifodalanadi. Bu turdagi grafning ko'rinishi 2-rasmda keltirilgan.



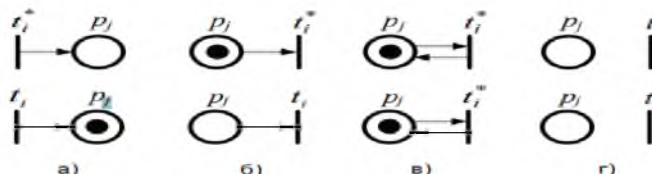
2-rasm. Petri to'riga misol

Bu rasmdan ko'rinib turibdiki holatlar p_i simvol orqali ifodalangan va o'tishlar t_j simvol orqali ifodalangan. Yo'naltirilgan yoylar orqali holatlar faqat o'tishlar orqali bog'lanadi, o'tishlar esa holatlar orqali bog'lanadi, shuning uchun har qanday holat kirish holati yoki bir yoki bir nechta o'tishning chiqish holati bo'ladi. Bir nechta holatlar yoki fishkalar orqali ifodalanadi. Bunda holat ichida qalin nuqtalar orqali joylashtirilgan ko'rinishda belgilanadi. Umuman olganda, holatda bir nechta nuqtalar joylashgan bo'ladi va bunday holatni belgilab olish markirovka deyiladi. Boshlang'ich markirovka vektorining komponentlar soni holatlar soniga teng, har bir komponentning qiymati nolga teng, agar bu holatda marker bo'lmasa, markerlar holat ichida qalin nuqtalar bilan belgilangan va natural son bilan sanaladi. Petri to'ri dinamikasi lokal xarakterlarni ifodalovchi markerlarning tarmoq bo'yicha qoidalar asosida harakatlanishi bilan ifodalanadi. Har bir kirish holati kamida birta marker o'z ichiga olgan bo'lsa, o'tish qo'zg'algan hisoblanadi. Bir muncha vaqt o'tib qo'zg'algan o'tish ishlab ketadi. Ishlab ketgan o'tish bo'linmas bo'ladi, agar bitta marker o'tishning har bir kirish joyidan bir vaqtning o'zida olib tashlanib, chiqish joyiga bitta marker qo'shilsa. Petri to'ri qo'zg'algan jarayonlarning ishlashi orqali bir markirovkadan boshqa markirovkaga o'tishiga faoliyat ko'rsatadi.

Muhokamalar va natijalar. Petri to'ri quyidagi to'rtovi orqali aniqlanadi. $\langle P, T, E, \mu^0 \rangle$, bu yerda P - yakuniy holatlar to'plami (aks holda joy yoki shartlar); T - yakuniy o'tishlar(hodisalar) to'plami; E - yakuniy yoylar to'plami, $E \subseteq P \times T \cup T \times P$; μ^0 - boshlang'ich markirovka (belgilashdagi vektor), $\mu^0: P \rightarrow N$, qayerda $N = \{0,1,2, \dots\}$ - butun musbat sonlar to'plami.

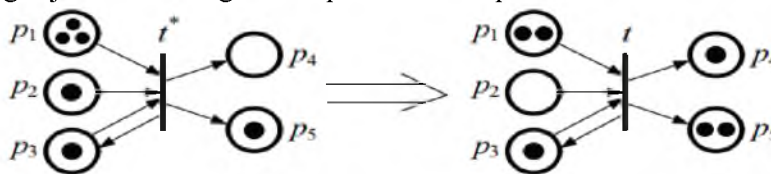
Kiruvchi va chiquvchi holatlar o'tishini $t_j \in T$ ni $I(t_j)$ va $O(p_j)$ belgilaymiz. $I(t_j)$ va $O(p_j)$ analog yozuvlar $p_j \in P$ holatlarga kirish va chiqishlar to'plamini bildiradi. Petri to'ringing bigraf ko'rinishda ifodalash orqali Petri to'ringing tuzilmasini statik ko'rinishda ifodalashga imkonini beradi. Oldin ko'rib o'tganimizdek dinamikalar, holatlarni belgilash (markirovka), o'zgartirish mexanizmini va o'tishni boshlashni (amalga oshirishni) qoida asosida modelga kiritiladi.

Petri to'ringing ish prinsipi haqida ya'na bir bor gapirsak, bunda Petri tarmog'idagi markerlarning harakatlanishi va buni amalga oshirishda o'tishlarning ishlashi orqali amalga oshiriladi. Qo'zg'algan o'tish ishlashi mumkin, bunday o'tish $t_k \in T$, kirish holatlarida $I(t_k)$ hech bo'lmaganda bitta markerga ega bo'lishi kerak (har bir o'tish va har bir holatda $p_s \in I(t_k)$ uchun $\mu_s = \mu(p_s)$) va $\mu_s \geq 1$ ga teng va p_s holatdagi markerlar sonini anglatadi). O'tishlar qo'zg'atilgandan so'ng har qanday cheklangan vaqtda keyin o'tishlar amalga oshishi mumkin.



3-rasm. Markirovkalar o'zgarishi qoidasi

3-rasmda keltirilgan Petri to'ringing har bir holatlar uchun markirovkalarni o'zgarish qoidalarini ko'rsatuvchi to'rtta qisimga ajratib ko'rsatilgan. Bu qoidalar lokal qoidalar hisoblanadi.



4-rasm. O'tishni amalga oshirishdagi natijalar

$$I(t) = \{p_1, p_2, p_3\}, O(t) = \{p_4, p_5, p_3\}, i(p_1) = 3,$$

$$i(p_2) = 1, i(p_3) = 1, i(p_4) = 0, i(p_5) = 1 \text{ lar berilgan}$$

Bunda t o'tish t^* orqali qo'zg'atilgan, barcha kiritish holatlarida bittadan marker mavjud va o'tish amalga oshgandan so'ng joriy markirovka uning rasmda ko'rsatilganidek o'ng tomoniga joylashadi.

$$i'(p_1) = 3 - 1 = 2, i'(p_2) = 1 - 1 = 0, i'(p_3) = 1 - 1 + 1 = 1,$$

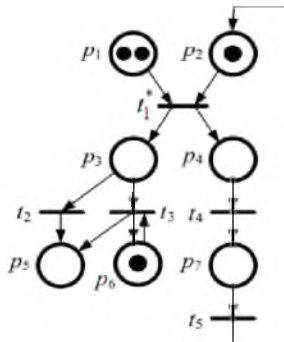
$$i'(p_4) = 0 + 1 = 1, i'(p_5) = 1 + 1 = 2$$

Bunda t o'tish ikkinchi marta ishlamaydi, sababi uning kirish holatlaridan birining markirovkasi mavjud emas, p_2 bo'sh turibdi. Ixtiyoriy bir o'tishning qo'zg'alishi Petri to'rida markirovkaning almashishiga olib keladi. Joriy holatda Petri to'ringing markirovkasi to'ring holati deb tushunish mumkin va bu holat vaqtinchalik deb atash mumkin.

Petri to'ri o'tishni qo'zg'alishi orqali bir markirovkadan boshqasiga o'tishni amalga oshiradi. Umumiy tarzda Petri to'ringing dinamikasini quyidagi uchlik bilan ifodalash mumkin $\langle \mu^0, \rightarrow, M \rangle$. μ^0 - boshlang'ich markirovka, \rightarrow - markirovkani kuzatish ($\mu^u \rightarrow \mu^v$ yozuvdan ko'rinadiki μ^u markirovkadan μ^v markirovkaga o'tiladi). M - mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan markirovkalar to'plami.

Petri to'rini vektor ko'rinishda ($\mu = \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$) ham ifodalash ham mumkin.

Bunda komponentlar soni Petri to'ridagi holatlar soniga teng bo'ladi. i - komponentning $1 \leq i \leq n$ ning qiymati, $\mu_1 = \mu(p_i)$ - i -chi komponentning markirovkalar soni.

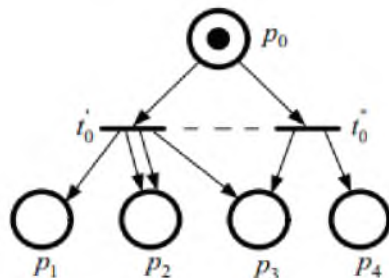


5-rasm. Petri to'ri

$P = \{p_1, p_1, \dots, p_7\}$ yettita holatdan iborat va beshta o'tishli $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$ 5-rasmda Petri to'ri ifodalangan. Vektorda boshlang'ich markirovka $\mu^0 = \{\mu_1^0, \mu_2^0, \dots, \mu_7^0\}$, bunda uchta nolga teng bo'lmagan

markirovkalarning ta'qiblarining munosobati hisoblanadi. M – to'plamda markirovkalar orasidagi munosobatlarning ekvivalentlari jamlanadi va ekvivalent markirovkalar sinflaridagi munosobatlar o'rnatiladi. Agar bir nechta sinflarda birgina ekvivalent sinf mavjud bo'lsa, u holda bu Petri to'ri avtonom bo'ladi va hech qanday kirish va chiqish joylari mavjud bo'lmaydi. Agar ekvivalent sinflar soni bittadan ko'p bo'lsa, u holda markirovkalar qism to'plamini ajratib olish mumkin bo'ladi va markirovka-natijachi yakuniy bir sinfni o'z ichiga oladi.

Real obyektlar yagona Petri to'ri bilan ifodalanmay, balkim bir nechta bir xil tuzilmaga ega to'rlar bilan ifodalanadi. Bunda $\langle P, T, E \rangle$ uchlik bilan ifodalanadi va boshlang'ich markirovkalari turlicha ko'rinishda bo'ladi. Bunday Petri to'rlarini tushunib olish uchun 8-rasmda misol keltirilgan.



8-rasm. Boshlang'ich Petri to'ri

Qo'shimcha o'tishlardan biri t_0 yoki t_0 ishlasa unda $p_1, 2p_2, p_3$ yoki $p_1, 2p_2, p_3$ markirovkalardan birini o'rnatadi. Bundan ko'rinib turibdiki t_0 va uning chiqish holati p_2 ikkita yoy bilan bog'langanligi ko'rinib turibdi, bu Petri to'ri bo'lmay qolishi mumkin, lekin grafning o'rniga multigraf ishlatish mumkinligi inobatga olsa u holda bu ham Petri to'ri hisoblanadi.

Strukturaviy cheklovlar va hayotiylik xususiyatini tahlil qilish

N markerovka qilinmagan Petri to'ri strukturali cheklangan bo'ladi, agar ixtiyoriy μ^0 markirovka $\langle N, \mu^0 \rangle$ Petri to'ri, markirovkalanmagan Peto tomonidan hosil qilingan va μ^0 markirovka bilan. Bundan tashqari, agar markirovkalanmagan $N \langle N, \mu^0 \rangle$ Petri to'ri strukturali hayotiy deyiladi agar hech bo'lmaganda birta μ^0 markirovka mavjud bo'lsa. Bunday xususiyatlarni tahlil qilish uchun odatda strukturani cheklash orqali amalga oshiriladi va toza Petri to'ri deb ataladi. $I(t) \cap O(t) \neq \emptyset$ holatida yuzaga keladi.

Toza markirovka qilinmagan Petri to'ri Insidennost (hodisalar) matritsasini $C = \|C_{ij}\|_{n \times m}$ aniqlaymiz.

$$c_{ij} = \begin{cases} \beta(t_j, p_i), \text{ agar } \beta(t_j, p_i) \neq 0, \\ -\alpha(p_i, t_j), \text{ agar } \alpha(p_i, t_j) \neq 0, \\ \text{aksholda } 0, \end{cases}$$

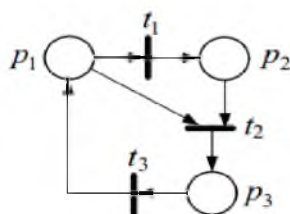
Bunda $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$, qayerda $n = |P|, m = |T|$. Masalan, 9-rasmda keltirilgan markirovkalanmagan Petri to'ri uchun 1-jadvalda Insidennost (hodisalar) matritsasi ifodalangan. Toza Petri to'ri $\langle N, \mu^0 \rangle$ bir qator $\sigma = t_{j_1} t_{j_2} \dots t_{j_k}$ amalga oshgan o'tishlar ketma ketligi orqali μ^k markirovkaga olib keladi. Biz uni $\bar{\sigma} = (\sigma_1, \dots, \sigma_m)$ ko'rinishda ifodalaymiz. Buning har bir komponenti $\bar{\sigma}_j (1 \leq j \leq m)$ t_j larning σ aylantirishga teng. μ markirovkaning faollashgan t_j o'tishlar orqali μ' markirovkaga olib keladigan harakatlar quyidagiga teng:

$$\mu' = \mu + C_j \quad (1)$$

Qayerda C_j - j - vektor, C Insidennost (hodisalar) matritsasini satri, t_j o'tishga mos keladi. (1) formula o'tishlarning amalga oshishini σ ko'rinishda umulashtiradi.

$$\mu^k = \mu^0 + \bar{\sigma} \cdot C_j. \quad (2)$$

Bu tenglama Petri to'ri Insidennost (hodisalar) matritsasini satri, t_j o'tishga mos keladi. (1) formula o'tishlarning amalga oshishini σ ko'rinishda umulashtiradi.



9-rasm. Markirovkalanmagan Petri to'ri
Petri to'rining hayotiylik masalasi

Petri to'rining hayotiylik masalasi shundan iboratki, nazarariy jihatdan tahlil qilayotgan to'rimizning ixtiyoriy o'tishining amalga oshish imkoniyati mavjudligini aniqlashdan iboratdir. Agar M dagi ixtiyoriy markirovkaning o'tishi pontensial faollashgan bo'laa Petri to'ri hayot (aktiv) deyiladi.

Hayotiylik masalasi ikki turdagi modifikatsiyaga ega.

Ushbu $\langle P, T, E, \mu_0 \rangle$ Petri to'ri uchun, uning barcha o'tishlari $t_i \in T$ hayotmi (amalga oshishi) mumkinmi - bu umumiy hayotiylik masalasi.

Petri to'ridagi, ayrim bir o'tishlar $t_i \in T$ hayotmi - bu bitta o'tishning hayotiylik masalasi hisoblanadi.

Xulosa. Petri to'rining tahlil qilishning asosiy vazifasi erishish masalasidir, qaror qilishda ko'rinidaki, joriy markirovkaga boshlang'ich berilgan marirovka orqali erishib bo'ladimi, berilgan markirovka, markirovkalar diagrammasiga mavjudmi yo'qmi degan masalalarning hal qilish hisoblanadi. Buning uchun uning quyidagicha standarti ishlab chiqilgan:

$\langle P, T, E, \mu^0 \rangle$ lar va ayrim (maqsadli) markirovka $\langle \mu^* \rangle$ bilan berilgan Petri to'ri mavjud μ^* markirovkalar to'plamiga M ga tegishlimi, boshlang'iya markirovka natijaga erishadimi, boshqacha qilib aytganda ba'zi bir predikatlarni o'rnatish kerak bo'ladi.

$$\alpha = \begin{cases} 1, & \text{agar } \mu^* \in M, \\ 0, & \text{agar } \mu^* \notin M. \end{cases} \quad (3)$$

Erishish masalasini modifikatsiyalash

Yuqorida keltirilgan formulaga qo'shimacha talablar kiritish orqali batafsilroq tushuntirish mumkin.

Agar μ^* markirovkalar to'plami $\mu^* = (00\dots 0)$ bo'lsa, u holda bu markirovkalar bo'sh markirovkalar to'plami deyiladi. Bunday modifikatsiya bo'sh markirovkalarga erishish masalasi deb tanilgan.

Uchlari M markirovkalar to'plamidan tashkil topgan, markirovkalar diagrammasi (grafi)ni hosil qilinadi va o'tishlar yo'ylar orqali belgilanadi, joriy markirovkada o'zsharish hosil bo'lganda ishlaydi, bu to'liq erishish masalasi bo'ladi.

M erishilgan markirovkalar to'plamini hosil qilish (aniqlash).

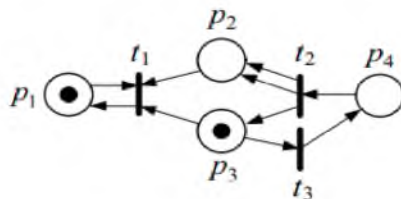
Erishish masalasini yechish

Birinchi misol sifatida 10-rasmda keltirilgan Petri to'rini ko'ramiz.

Uning uchun bizda

$$\mu^k = (1010) + \bar{\sigma} \cdot \begin{vmatrix} 0 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & +1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & +1 \end{vmatrix}$$

$\mu^k = (1801)$ Markirovka erishiladimi yo'qmi aniqlash kerak, μ^k ni tenglamaning chap tomoniga qo'yamiz va $\bar{\sigma}$ amalga oshgan o'tishlar to'plamini topish kerak. Bu tenglama uchun $\bar{\sigma} = (045)$ ga teng va quyidagi o'tishlar ketma-ketligida amalga oshadi. $\sigma = (t_3 t_2 t_3 t_2 t_3 t_2 t_3 t_2 t_3)$. Bunday yondashuv universal emas. Buning birinchi sababi shundaki, umumiy holatda $\bar{\sigma}$ vektorning $\bar{\sigma}$ o'tishlarning tiklanishi noma'lum. Ikkinchi sabab shundaki, bu tenglama yechimining mavjudligi faqat zarur, ammo mavjudlik uchun yetarli shart emas.



10-rasm. Petri to'ri
Vaqtli Petri to'ri

Vaqtli Petri to'ri deb $\langle PN, f \rangle$ juftlikdan tashkil topganga aytiladi, qayerda $PN = \langle P, T, E, \mu^0 \rangle$ ordinar Petri to'ri, T o'tishlarni kechiktiruvchi f funksiya, $f: T \rightarrow N^+$, N^+ manfiy bo'lmagan butun sonlar to'plami.

Shunday qilib, Petri to'ri har bir o'tish davri $\tau_i = f(t_i)$ raqamlar orqali ifodalanadi va uning ma'nosi quyidagicha: o'tish jarayoni faolashganndan so'ng, τ_i vaqt birligida amalga oshadi. Agar bu markirovkada bir nechta o'tishlar ziddiyat hosil qilsa, u holda bularning ichidan kechikishi eng kichigi ishlaydi. Agar bu kechikishlarning ikki va undan ko'proq o'tishlari faollashgan va kechikishlari bir xil bo'lsa, u holda bularning barchasi bir vaqtda amalga oshadi.

Adabiyotlar

1. Мараховский В. Б., Розенблюм Л. Я., Яковлев А. В. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри. Курс для системных архитекторов, программистов, системных аналитиков, проектировщиков сложных систем управления. - Санкт-Петербург: Профессиональная литература, АйТи-Подготовка, 2014. - 400 с.
2. Ачасова С.М., Бандман О.Л. Корректность параллельных вычислительных процессов. – Н.: “Наука”, 1990. – 253 с.
3. S. Achasova, O. Bandman, V. Markova, et al., Parallel Substitution Algorithm. Theory and Application., Singapore: World Scientific, 1994.
4. Muminov B.B., Eshankulov Kh. Modelling Asynchronous Parallel Process with Petri Net // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). Vol-8, Issue-5S3. – 2019. –P.400-405.
5. Muminov B.B, Eshankulov Kh.I. Constructing a model of the process of receiving and storing oilseeds in oil and fat enterprises // International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019. DOI: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011943
6. Gradišar D., Gašper M. Automated Petri-Net Modelling for Batch Production Scheduling. Petri Nets - Manufacturing and Computer Science, Chapter: Automated Petri-net modelling for batch production scheduling, Publisher: InTech, Editors: Pawel Pawlewski. –2009.–P.3-26.
7. Седых И. А., Демахин Д. С. Имитационная модель двух перекрестков на основе сетей петри. вестник вгу, серия: системный анализ и информация-ционные технологии. № 4. –2017. – С. 31-37.
8. I.A.Muradyan, S.A. Yuditskii. “Method for analyzing configurations of organizational systems on Petri nets”.– Large-Scale Systems Control, iss. 16. –2005. –P.163–170 y.
9. Yuditskii S.A., Radchenko E.G. Algebra potokosobytii i seti Petri –Algebra of flow events and Petri nets – the language of streaming modeling of multi-agent hierarchical systems.– Instruments and Systems: Monitoring, Control, and Diagnostics, no. 9. –2004. –P. 61–66.
10. Eshankulov Kh, Eshankulov Kh, Architecture of information monitoring system of oil and fat producing enterprise // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India, 2020. Vol. 7, Issue 2. -P. 13031-13036.
11. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Х.И., Требования к структуре и функционированию автоматизированных систем учёта производства масложировой продукции // “Muhammad al-Xorazimiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. -Toshkent, 2018. №3(5). –B.51-59.