



## KOMPYUTER TARMOQLARINI MODELLASHTIRISH VA SIMULYATSIYA TEXNOLOGIYALARI

**Karimov Azamat Botirovich**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti  
magistranti

**Ilmiy Rahbar: Abduraxmonova. Yu. M.** t.f.n., dos. "Algortmlash va  
matematikmodellashtirish" kafedrası mudiri

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6559815>

**ANNOTATSIYA:** Modellashtirish ishlab chiqarish bosqichlarida imitatsion kompyuter tarmoqlarining ishlashini baholash uchun foydali vositadir. U tadqiqotchilar, amaliyotchilar va talabalar tomonidan kompyuter tarmoqlarining xatti-harakatlarini tahlil qilish uchun keng qo'llaniladi, chunki uzilishlar yoki xizmat ko'rsatish samaradorligining pasayishi oldini oladi. Ushbu maqolada kompyuter tarmoqlarining ishlashini baholash uchun qo'llaniladigan modellashtirish paradigmasining qisqacha tahlili keltirilgan. Birinchidan, ishlashni modellashtirish va modelni tekshirish bo'yicha nazariy ma'lumotlar o'rganiladi. Xuddi shunday, voqealarga asoslangan simulyatsiyaning taniqli asoslari qisqacha muhokama qilinadi. Simulyatsiya qilingan kompyuter tarmog'ining ishlashini baholash uchun har bir tarmoq darajasida ishlatilishi mumkin bo'lgan ko'rsatkichlar to'plami ham tavsiflangan va umumlashtirilgan.

**Kalit so'zlar:** tarmoq, xavfsizlik, modellashtirish, simulyatsiya, real vaqt, tijorat, axborot.

Kompyuter tarmoqlari biznes, elektron tijorat, elektron hukumat, ta'lim yoki dam olish kabi ko'plab kundalik vazifalarning o'ziga xos substratidir. Yangi protokollar, arxitekturalar va ilovalar doimiy ravishda paydo bo'lganligi sababli kompyuter tarmoqlarining murakkabligi va tarqalishi o'sishda davom etmoqda va kompyuter tarmoqlari doimiy moslashish jarayonida. Bundan tashqari, vaqti-vaqti bilan real vaqt rejimida foydalanuvchilarning katta talablarini qondirish uchun yangi tarmoq tizimlari va ilovalari paydo bo'ladi. Oldingi arxitektura va tizimlar bilan birga



yashash ushbu yangi ishlanmalarni baholashga to'sqinlik qilishi mumkin. Shunday qilib, tarmoqning ishlashini o'rganish va sinab ko'rish bir necha sabablarga ko'ra qiyin vazifani qo'yishi mumkin. Birinchidan, tarmoqni o'rganish juda qimmatga tushishi mumkin. Ikkinchidan, ba'zi xususiyatlarni o'rganish tarmoqning ishlashi va foydalanuvchilar tomonidan qabul qilinadigan xizmat sifatiga ta'sir qilishi yoki hatto to'xtatilishi mumkin, bu qabul qilinishi mumkin emas. Uchinchidan, tarmoq bilan to'g'ridan-to'g'ri o'zaro ta'sir qilish uning hajmi yoki holati tufayli jismoniy jihatdan imkonsiz bo'lishi mumkin (tarmoq rivojlanish bosqichida bo'lishi mumkin, hali ham ishlamaydi). Shu sababli, **Modellashtirish va Simulyatsiya (M&S)** tarmoqning xatti-harakati va ishlashini turli stsenariylarda, masalan, uni joylashtirishda tekshirish uchun yagona muqobil bo'lishi mumkin.

Tizimni modellashtirish uning xususiyatlari va xususiyatlarining mavhumligini o'z ichiga oladi, bunda faqat tadqiqot uchun qiziqarli bo'lganlarga e'tibor qaratiladi. Natijada, model deganda turli darajadagi murakkablikdagi (odatda haqiqiy tizimdan kamroq murakkab) tizimning mantiqiy tasviri tushunilishi mumkin. Simulyatsiya - bu modelda ilgari tasvirlangan qoidalarga muvofiq uning xatti-harakatlarini hisoblash orqali real dunyo tizimini taqlid qilish. Tizim taqlid qilinganda, cheksiz darajada murakkabroq va batafsilroq bo'lgan modelni harakatga keltirish uchun cheklangan miqdordagi xususiyatlar, xususiyatlar yoki qiziqishlarni hisobga olish majburiydir.

Kompyuterga asoslangan modellar odatda quyidagicha tasniflanadi:

- **Deterministik va Stokastik:** Deterministik model tasodifiy yoki ehtimollik komponentlari bo'lmagan ma'lum kirishlar to'plamidan ma'lum bir chiqishni bashorat qiladi. Berilgan kirish har doim bir xil boshlang'ich sharoitlarda bir xil natijani beradi. Bundan farqli o'laroq, stokastik model tasodifiylik bilan ba'zi kirishlarga ega, shuning uchun model ularning ehtimolliklari yoki ehtimolliklari bo'yicha tortilgan mumkin bo'lgan natijalar to'plamini bashorat qiladi.

- **Barqaror holat va dinamik:** barqaror holat modeli tizim barqaror holat muvozanatiga erishganida, berilgan kirishlar to'plamiga muvofiq chiqishlarni o'rnatishga harakat qiladi. Bundan farqli o'laroq, dinamik model tizim reaksiyalarini o'zgaruvchan kirishlar bilan ta'minlaydi.



Soddalashtirilgan dastlabki modelni ta'minlash uchun ko'pincha barqaror holat yondashuvlari qo'llaniladi.

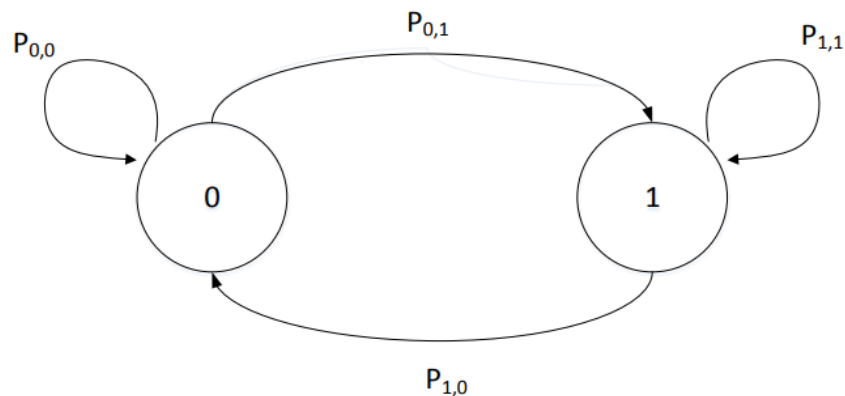
- Diskret va uzluksiz qiymatlar: Diskret model chekli koddomen bilan ifodalanadi, shuning uchun holat o'zgaruvchilari o'z qiymatlarini hisoblanuvchi qiymatlar to'plamidan oladi. Aksincha, uzluksiz model cheksiz koddomenga mos keladi. Shuning uchun holat o'zgaruvchilari ikkita qiymat oralig'ida istalgan qiymatni qabul qilishi mumkin. Biroq, birlashtirilgan diskret-uzluksiz modellarni keltirib chiqaradigan ikkala yondashuvning aspektlarini ko'rsatadigan modellashtirilishi kerak bo'lgan ba'zi tizimlar mavjud.

- Diskret va uzluksiz vaqt: Diskret modelda holat o'zgarishi faqat vaqtning ma'lum bir lahzasida sodir bo'lishi mumkin. Ushbu lahzalar tizimning chiqishi yoki ichki holatiga ta'sir qiluvchi muhim voqealarga mos keladi. Bundan farqli o'laroq, uzluksiz modelda holat o'zgaruvchilari bir holatdan ikkinchisiga keskin emas, balki uzluksiz tarzda o'zgaradi. Shuning uchun uzluksiz modellar cheksiz sonli holatlarni qamrab oladi. Diskret modellar tarmoq M&S uchun eng ko'p qo'llaniladi.

Simulyatsiyalar ikkita yondashuv bo'yicha amalga oshirilishi mumkin: mahalliy va taqsimlangan. Taqsimlangan simulyatsiya shundayki, bir nechta tizimlar birgalikda ishlash, bir-biri bilan o'zaro ta'sir qilish, simulyatsiyani amalga oshirish uchun bir-biriga bog'langan. Bundan farqli o'laroq, mahalliy simulyatsiya bitta kompyuterda amalga oshiriladi. Tarixiy jihatdan, oxirgi yondashuv kompyuter tarmoqlarini simulyatsiya qilish uchun eng keng tarqalgan bo'lib qo'llanilgan, ammo simulyatsiyalarning ortib borayotgan murakkabligi avvalgi yondashuvning ahamiyatini kuchaytirmoqda.

Umuman olganda, diskret-hodisalar dinamik tizimlari va xususan, kompyuter tarmoqlari ishlashini modellashtirishning eng keng tarqalgan usullari Markov zanjirlari hamda navbat tarmoqlari va Petri tarmoqlaridir. Markov zanjirlari diskret-hodisalar dinamik tizimlarini modellashtirish uchun umumiy asosni taqdim etadi, Queuing Networks va Petri Nets esa Markov zanjirlariga tarjima qilinishi mumkin bo'lgan yuqori darajadagi modellarni yaratishga imkon beradi. Ushbu yuqori darajadagi modellar haqiqiy tizimlar tuzilishiga yaqinroq va shuning uchun tizim va model komponentlarini moslashtirish oson, Markov Chains esa tizimning holatini davlat

fazosi darajasida tavsiflashga urg'u beradi. Ushbu usullarning barchasi modellashtirilgan tizimlarning ishlashini to'g'ri tahlil qilish usuli sifatida vaqtni ifodalash uchun stokastik jarayonlardan foydalanadi. Markov zanjirlari grafiklar bilan tasvirlangan stokastik modellar bo'lib, bu erda tugunlar tizim holatiga mos keladi va holatlar orasidagi o'tish bog'lanishlar bilan ifodalanadi. Har bir o'tish bilan bog'liq ehtimollik ham grafiklarda izohlanadi. 3-rasmda faqat ikkita holatga ega bo'lgan Markov zanjiri modelining namunasi va tegishli holatni o'zgartirish yoki bir xilda qolish ehtimoli ko'rsatilgan. Markov zanjirlarining muhim xususiyati shundaki, kelajakdagi holatlar faqat hozirgi holatga bog'liq, lekin oldingi holatlarga bog'liq emas, ya'ni ular xotirasizdir. Ushbu xususiyat tufayli Markov zanjirlari past tahlil murakkabligining katta afzalligiga ega. Doimiy vaqt Markov zanjirlari (CTMC) - bu diskret-hodisalar dinamik tizimlarini modellashtirish uchun keng tarqalgan bo'lib foydalaniladigan Markov zanjirlari hisoblanadi.



**1-rasm: Markov zanjiri modeliga misol.**

Tizimlar murakkab bo'lsa, mumkin bo'lgan holatlar soni ko'p bo'ladi va ularni to'g'ridan-to'g'ri CTMC bilan modellashtirish qiyin bo'ladi. Bunday hollarda Queuing Networks va Petri Nets kabi mavhum yoki yuqori darajadagi modellar yaxshiroq alternativadir. Navbat tarmoqlari (QN) - bu mijozlar (xizmat so'rovlari) xizmat ko'rsatish uchun xizmat ko'rsatish stantsiyalariga (serverlarga) keladigan modellar. Mijozlar gavjum xizmat ko'rsatish shoxobchasiga kelganlarida, xizmat ko'rsatish stantsiyasi bo'sh bo'lgunga qadar kutish vaqti uchun navbatga turishadi. Kelish



va xizmat ko'rsatish vaqtlari stokastik jarayonlar sifatida tavsiflanadi. Queuing Networks ning muhim parametrlari mijozlar va serverlar soni, kutish navbatlarining o'lchami va navbat intizomi (ustuvorliklar, imtiyozlar, FIFO va boshqalar) hisoblanadi.

Navbat tarmoqlari taqsimlangan tizimlarning umumiy sinxronlash mexanizmlarini to'g'ri modellashmaydi. Shunday qilib, Petri Nets yanada kuchli modellarni qo'llab-quvvatlaydi. Petri tarmoqlari (PN) - bu grafiklar bilan ham tasvirlangan parallel tizimlarning modellari. Grafikda ikkita turdagi tugunlar mavjud: joylar (doiralalar) va o'tishlar (barlar). Joylar tizim holatini, o'tish esa tizim evolyutsiyasini ifodalaydi. Nihoyat, havolalar faqat o'tish joylari bilan bog'lanishi mumkin va aksincha. Grafik faqat tizimning statik ko'rinishini beradi. Tizimning dinamikasini o'rganish uchun Petri Net bajarilishi kerak. Bu joylarga tayinlangan va odatda resurslar bilan bog'liq bo'lgan maxsus belgilar (tokenlar) tufayli mumkin. Har bir joy uchun tokenlar soniga cheklov yo'q. Petri Nets yoqilgan o'tishlarni, ya'ni barcha kirish joylari kamida bitta tokenga ega bo'lgan o'tishlarni bajarish (otish) orqali rivojlanadi. Otish atomik operatsiya bo'lib, har bir kirish joyidan bitta tokenni olish va har bir chiqish joyiga bitta token qo'yishni nazarda tutadi. Nihoyat, agar bir nechta o'tish yoqilgan bo'lsa, ular deterministik bo'lmagan tarzda ishdan chiqariladi. 5-rasmda o'tish yoqilgan oddiy Petri tarmog'ining boshlang'ich holatlari va o'tish otilishidan keyingi yakuniy holatlar ko'rsatilgan. Samaradorlikni baholash uchun Petri tarmoqlaridan foydalanish asosiy vaqtsiz Petri tarmoqlariga vaqtinchalik spetsifikatsiyalarni qo'shishni talab qiladi, buning natijasida Timed Petri Nets (TPN) deb ataladi. Vaqt odatda stoxastik jarayonlardan foydalangan holda kechikishlar sifatida o'tish bilan bog'liq bo'lib, PN ning yana ikkita o'ziga xos turini belgilaydi: barcha o'tishlar nol bo'lmagan kechikishlarga ega bo'lgan stoxastik Petri tarmoqlari (SPN) va umumiy stokastik Petri tarmoqlari (GSPN), bunda nol bo'lmagan null kechikish va null kechikish o'tishlari hisobga olinadi.

**Modelni tekshirish.** Modelni amalga oshiradigan kompyuter dasturining to'g'riligini tekshirish uchun ko'plab usullardan foydalanish mumkin. Dasturlarni tekshirish uchun qo'llaniladigan umumiy usullar simulyatsiya dasturlari bilan ishlatilishi mumkin, ammo simulyatsiya dasturlari uchun maxsus bo'lgan tekshirish usullari ham mavjud. Anti-bugging texnikasi xatolarni aniqlash uchun dasturga tekshirishlarni kiritishdan iborat. Masalan,



kompyuter tarmog'ini simulyatsiya qilishda manba tugunlari tomonidan yuborilgan paketlar soni va maqsad tugunlari tomonidan qabul qilingan paketlar soni o'rtasidagi farq yo'qolgan paketlar soniga teng bo'lishi kerak. Ushbu tenglikning bajarilmasligi simulyatsiya dasturida dasturlash xatoligini ko'rsatadi. Yana bir yaxshi amaliyot simulyatsiya paytida yaratilgan ob'ektlarning (paketlar, tugunlar, ulanishlar va boshqalar) mos yozuvlar sonini kuzatishdan iborat. Simulyatsiya oxirida barcha havolalar o'chirilishi kerak. Simulyatsiya dasturlarini disk raskadrovka qilishda duch keladigan asosiy muammolardan biri shundaki, ularning ko'p o'zgaruvchilari odatda statistik taqsimotlardan foydalangan holda tasodifiy yaratilgan ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Umumiy tekshirish usuli o'zgaruvchilarda kutilgan qiymatlarni aniqlash imkonini beruvchi doimiy taqsimotlar uchun statistik taqsimotlarni o'zgartirishdan iborat. Simulyatsiya dasturini tekshirishda soddalashtirilgan holatlarning bajarilishi ham katta yordam berishi mumkin. Masalan, faqat bitta manba tugunidan va bitta maqsadli tugundan foydalanish, mos ravishda bitta paketni yuborish va qabul qilish. Keyin oraliq tugunlarni bosqichma-bosqich kiritish mumkin. Ikkala yondashuv natijalarini solishtirish uchun simulyatsiya dasturini bajarishdan oldin soddalashtirilgan holatlar qo'lda tahlil qilinishi kerak. Biroq, soddalashtirilgan holatlar uchun simulyatsiya dasturining to'g'ri ishlashi uning murakkabroq holatlar uchun to'g'ri ishlashini kafolatlamaydi, ammo soddalashtirilgan holatlar tekshirish jarayonining boshlang'ich bosqichlarini ta'minlaydi.

Modellashtirish va simulyatsiya (M&S) kompyuter tarmoqlarining ishlashini o'rganish uchun jozibali va keng qo'llaniladigan usullardir. Ular tarmoq ishlashini bezovta qilmasdan yoki hatto tarmoq mavjudligini talab qilmasdan batafsil natijalar beradi. Ushbu bobda kompyuter tarmoqlarida qo'llaniladigan M&S unumdorligi haqidagi barcha mavzular jamlangan. Kirishdan so'ng kompyuter tarmoqlarida qo'llaniladigan asosiy modellashtirish usullari va ishlash ko'rsatkichlari taqdim etildi. Kompyuter tarmoqlari diskret hodisalar tizimidir va shuning uchun diskret-hodisalar simulyatsiyasi kompyuter tarmoqlari modellarini bajarish uchun eng keng tarqalgan simulyatsiya usuli sifatida ta'kidlangan. Tasodifiy raqamlarni yaratish, hodisalarga asoslangan yoki jarayonga asoslangan simulyatsiya va parallel diskret-hodisalar simulyatsiyasi bo'limda yoritilgan diskret-hodisalar simulyatsiyasi bilan bog'liq muhim usullardir. Simulyatsiya



natijalariga ishonch, agar modellar haqiqiy tizimlarga nisbatan tasdiqlangan bo'lsa va simulyatsiya algoritmlari modellarga nisbatan tekshirilganda mumkin bo'ladi, shuning uchun ikkalasi uchun shartlar batafsil bayon etilgan. Simulyatorning arxitekturasi va eng ko'p ishlatiladigan simulyatorlarning xarakteristikalarini kompyuter tarmoqlarining M&S ishlashining yuqori darajadagi panoramali ko'rinishini to'ldiradi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Aktas, I., King, T., Mengi, C., 2010. Modeling Application Traffic. Springer, Ch. 18, pp. 397-426.
2. Alouini, M.S., Goldsmith, A.J., 1999. Area spectral efficiency of cellular mobile radio systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology* 48 (4), 1047-1066.
3. Yo'ldashev, A., & Solidjonov, D. (2022). YANGI INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR VA ULARNI TA'LIM OLISH MUHHITIDA QO'LLANISHI. *Yosh Tadqiqotchi Jurnal*, 1(3), 198-204.
4. Baldi, P., Frascioni, P., Smyth, P., April 2003. Modeling the Internet and the Web: Probabilistic Methods and Algorithms. Wiley.
5. Solidjonov, D. Z. O. (2021). THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF INTERNET TECHNOLOGIES ON EDUCATION AT PANDEMIC TIME IN UZBEKISTAN. In *СТУДЕНТ ГОДА 2021* (pp. 108-110).
6. Solidjonov, D. Z. (2021). The impact of social media on education: advantage and disadvantage. *Экономика и социум*, (3-1), 284-288.
7. Rakhimov, M., Yuldashev, A., & Solidjonov, D. (2021). THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT OF E-LEARNING PLATFORMS AND MONITORING KNOWLEDGE OF STUDENTS. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(9), 308-314.