

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

6-2025
ANIQ FANLAR

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

MATEMATIKA

Sh.T.Nishonova, M.S.Sodiqova

Elliptiko-giperbolik tipdagi tenglama uchun bir chegaraviy masalaning
bir qiymatli yechimi..... 4

N.S.Ikramova, M.T.Yunusalieva

Solvability of a mixed problem for a degenerate sub-diffusion
equation in a rectangular domain 12

INFORMATIKA

B.A.Umarov

IoT qurilmalarini tarmoqqa ulashdagi protokollar tahlili 25

B.A.Umarov, Sh.M.Kimsanboyeva

Tarmoq energiya samaradorligini oshirish strategiyalari..... 29

FIZIKA-TEXNIKA

G.Q.Muxamadaliyeva, M.R.Akbaraliyeva

Tabiiy va sun'iy tolalarni o'quvchilarga o'rgatishda steam va
smart metodlari orqali o'qitish samaradorligini oshirish..... 32

M.F.Solijonova

Texnologik ta'lim yo'nalishi talabalariga zamonaviy innovatsion pedagogik
texnologiyalardan foydalanib 'metallarning xossalarini o'qitish 36

J.R.Bobojonova

Umumta'lim maktablarida ta'lim samaradorligini oshirishda interfaol
usullarining roli 40

Sh.Sh.Shuxratov, S.A.Ismoilova

Alohida ta'lim ehtiyojlariga ega o'quvchilar uchun interfaol
pedagogik yondashuvlar 44

C.M.Отажонов, P.H.Эргашев, K.A.Ботиров, Д.Х.Нажмиддинова

Оптические свойство и рентгеноструктурный анализ тонких
пленок сdte с глубокими примесными уровнями 49

M.X.Рахмонкулов

Цели и методы изучения радиационных дефектов в полупроводниках 57

I.V.Xoldarova, Sh.A.Ibragimova

Mehnatsevarlik tushunchasining asosiy sotsiomadaniy
va tarbiyaviy kontsepsiyalari 61

ILMIY AXBOROT

G.X.Ismoilova

Xalq hunarmandchiligi va milliy qadriyatlarni umumiy o'rta ta'lim
maktablarida smart usulidan foydalanib o'qitish samaradorligi 67

F.R.Muxitdinova

Magnit maydondagi p-n o'tish kuchlanishining turli temperaturalarda o'zgarishi 671



UO'K: 621.311:620.91

TARMOQ ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH STRATEGIYALARI

СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТЕЙ

STRATEGIES TO INCREASE NETWORK ENERGY EFFICIENCY

Umarov Bekzod Azizovich¹ ¹Farg'ona davlat universiteti amaliy matematika va informatika kafedrası dotsenti, p.f.f.d(PhD)Kimsanboyeva Shohsanam Mirzohid qizi²²Farg'ona davlat universiteti amaliy matematika yo'nalishi talabasi

Annotatsiya

Ushbu maqolada zamonaviy kompyuter tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish masalasi keng yoritiladi. Tadqiqot doirasida uch asosiy yondashuv – adaptiv link tezligi (Adaptive Link Rate, ALR), trafikka mos uyqu rejimlari (Traffic-aware Sleep Modes, TSM) va sun'iy intellekt asosida yuklarni birlashtirish (AI-driven Load Consolidation, AILC) tahlil qilindi. Simulyatsiya natijalari shuni ko'rsatdiki, alohida strategiyalar 18–35 foizgacha energiya tejash imkonini bersa, kompleks qo'llash orqali 48,7 foizgacha energiya samaradorligiga erishish mumkin. Shuningdek, xizmat sifati ko'rsatkichlaridagi o'zgarishlar qabul qilinarli chegarada bo'lib, ushbu strategiyalar amaliyotda qo'llash uchun istiqbolli hisoblanadi.

Аннотация

В данной статье подробно рассматривается проблема повышения энергоэффективности современных компьютерных сетей. В рамках исследования проанализированы три основных подхода – адаптивная скорость передачи (Adaptive Link Rate, ALR), режимы сна с учетом трафика (Traffic-aware Sleep Modes, TSM) и консолидация нагрузки на основе искусственного интеллекта (AI-driven Load Consolidation, AILC). Результаты моделирования показали, что отдельные стратегии позволяют достичь экономии энергии от 18 до 35%, тогда как их комплексное применение обеспечивает до 48,7% энергоэффективности. При этом изменения показателей качества обслуживания остаются в допустимых пределах, что делает данные стратегии перспективными для практического применения.

Abstract

This article provides an in-depth analysis of the issue of improving energy efficiency in modern computer networks. The study examines three main approaches: Adaptive Link Rate (ALR), Traffic-aware Sleep Modes (TSM), and AI-driven Load Consolidation (AILC). Simulation results demonstrate that individual strategies can achieve energy savings of 18–35%, while their combined application can increase energy efficiency by up to 48.7%. Furthermore, the observed changes in quality of service indicators remain within acceptable limits, making these strategies highly promising for practical implementation.

Kalit so'zlar Tarmoq energiyasi, energiya samaradorligi, adaptive link rate, uyqu rejimi, yuklarni birlashtirish, sun'iy intellekt, energiya/bit metrikasi.

Ключевые слова: Энергопотребление сети, энергоэффективность, адаптивная скорость соединения, спящий режим, балансировка нагрузки, искусственный интеллект, метрика энергии/бита.

Key words: Network energy, energy efficiency, adaptive link rate, sleep mode, load balancing, artificial intelligence, energy/bit metric.

KIRISH

Bugungi kunda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida telekommunikatsiya tarmoqlarida ma'lumotlar oqimi hajmi yildan-yilga ortib bormoqda. Bu jarayon energiya iste'molining ham oshishiga olib kelmoqda. Yirik ma'lumot markazlari va provayder tarmoqlarida yuz minglab qurilmalar uzluksiz faoliyat yuritadi va bu katta miqdordagi elektr energiyasini talab qiladi. Natijada nafaqat iqtisodiy xarajatlar ko'payadi, balki ekologik muvozanatga ham salbiy ta'sir ko'rsatiladi. Shu sababli tarmoq energiya samaradorligini oshirish zamonaviy informatika va muhandislik tadqiqotlarining dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada energiya

samaradorligini oshirish strategiyalari ilmiy asosda ko'rib chiqiladi va ularning samaradorligi simulyatsiya orqali baholanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tarmoq energiya samaradorligini oshirish bir nechta yondashuvlar orqali amalga oshiriladi. Fizik darajadagi optimizatsiya ishlari chip va portlarning arxitekturasini takomillashtirishga qaratilgan bo'lib, qurilmalarning ishlash quvvatini pasaytirmasdan, energiya sarfini kamaytirishga xizmat qiladi. Protokol darajasida esa adaptiv link tezligi texnologiyasi keng o'rganilgan bo'lib, u trafik hajmiga qarab portlarning ishlash tezligini dinamik tarzda boshqaradi. Bu usul ayniqsa notekis yuklanish davrlarida samarali natija beradi.

Trafikka mos uyqu rejimlari ham keng qo'llaniladigan yondashuvlardan biridir. Bu strategiya bo'sh turgan port yoki qurilmalarni avtomatik ravishda past quvvat holatiga o'tkazish imkonini beradi. Biroq, uyqudan qayta faollashish jarayoni ma'lum kechikish bilan bog'liq bo'lishi sababli, xizmat sifati mezonlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu bois bu usulni ehtiyotkorlik bilan qo'llash talab etiladi. Yana bir muhim yo'nalish trafik boshqaruvini optimallashtirish hisoblanadi. Yuklarning notekis taqsimlanishini qayta tashkil etish orqali kamroq port va qurilmalardan foydalanish mumkin bo'ladi. So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalari asosida yuklarni oldindan prognoz qilishga qaratilgan tadqiqotlar alohida ahamiyat kasb etmoqda. Algoritmlari yordamida trafik oqimlari aniqlik bilan bashorat qilinsa, resurslar optimal tarzda taqsimlanadi va ortiqcha energiya sarfi sezilarli darajada kamaytiriladi.

NATIJALAR

Mazkur tadqiqotda 48 portli switch modeli asos qilib olindi. Ushbu qurilmaning maksimal energiya iste'moli 1000 Vatt deb qabul qilindi. Simulyatsiya davomida bir kunlik 24 soatlik tsikl tanlanib, ish vaqtlarida yuqori yuklanish, tun va dam olish vaqtlarida esa past yuklanish holatlari modellashirildi. Har 5 daqiqada trafik hajmi yangilanib, strategiyalarning ishlash samaradorligi qayta hisoblandi.

Adaptiv link tezligi yondashuvda portlarning ishlash tezligi 1 Gbps, 100 Mbps va 10 Mbps darajalariga moslashtirildi. Trafikka mos uyqu rejimida uzoq muddat faol bo'lmagan portlar vaqtincha uyqu rejimiga o'tkazildi va kerak bo'lganda qayta faollashtirildi. Sun'iy intellekt asosida yuklarni birlashtirishda esa real vaqt rejimida trafik oqimlari prognoz qilinib, kamroq resurslardan foydalanish uchun ortiqcha portlar o'chirildi. Baholash mezonlari sifatida energiya iste'moli, energiya/bit metrikasi, o'rtacha kechikish va paket yo'qotish ko'rsatkichlari tanlandi. Natijalar strategiyalar alohida va kombinatsiyalangan holda qo'llanilganda solishtirildi. Simulyatsiya natijalari energiya samaradorligini oshirish strategiyalarining yuqori amaliy ahamiyatga ega ekanini ko'rsatdi. Adaptiv link tezligi texnologiyasi energiya sarfini 22,5 foizga kamaytirishga imkon berdi. Trafikka mos uyqu rejimlari esa 18 foizgacha energiya tejashga erishdi. Sun'iy intellekt asosida yuklarni birlashtirish strategiyasi esa eng yuqori natijani ko'rsatib, 35 foizgacha energiya tejashni ta'minladi. Eng muhim natija strategiyalar birgalikda qo'llanilganda kuzatildi. ALR, TSM va AILC kombinatsiyasi natijasida umumiy energiya tejash ko'rsatkichi 48,7 foizga yetdi. Bunda xizmat sifati ko'rsatkichlaridagi o'zgarishlar minimal bo'lib, o'rtacha kechikish 0,5 millisekundga, paket yo'qotish esa 0,15 foizga oshdi. Bu natijalar amaliyotda qabul qilinarli chegaralarda qoladi.

MUHOKAMA

Natijalar shuni ko'rsatadiki, energiya samaradorligini oshirish strategiyalari nafaqat energiya sarfini kamaytiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi. Masalan, katta miqdorda switch va routerlar ishlatiladigan ma'lumot markazlarida energiya tejashning 40 foizdan ortiq bo'lishi operatsion xarajatlarni sezilarli kamaytiradi. Shu bilan birga, ekologik foyda ham katta ahamiyat kasb etadi, chunki karbon izini kamaytirish global miqyosda muhim vazifadir. Biroq strategiyalarni joriy etishda ba'zi cheklovlar mavjud. Uyqu rejimidan chiqishdagi latentsiya yoki noto'g'ri prognoz qilingan trafik oqimlari xizmat sifatining pasayishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun energiya samaradorligini oshirish bilan birga xizmat sifatini barqaror ushlab turuvchi mexanizmlarni ishlab chiqish muhimdir.

XULOSA

Ushbu maqolada tarmoq energiya samaradorligini oshirish strategiyalari ilmiy asosda tahlil qilindi. Adaptiv link tezligi, trafikka mos uyqu rejimlari va sun'iy intellekt asosida yuklarni birlashtirish yondashuvlari alohida o'rganilib, kombinatsiyalashgan holda sinovdan o'tkazildi.

INFORMATIKA

Natijalar shuni ko'rsatdiki, energiya sarfini maksimal 48,7 foizgacha kamaytirish mumkin. Bu strategiyalar amaliyotda qo'llanilganda iqtisodiy va ekologik jihatdan katta samaraga erishish mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu strategiyalarni real tarmoqlarda sinovdan o'tkazish va xizmat sifati mezonlarini yanada takomillashtirishga qaratilishi lozim.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Tanenbaum A. S. *Computer Networks*. — Pearson Education, 2019.
2. IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet Standard.
3. Baliga J., Ayre R. W., Tucker R. S. Energy consumption in IP networks. *Optical Communications and Networking*, 2010.
4. Gupta M., Singh S. Greening of the Internet. *Proceedings of ACM SIGCOMM*, 2003.
5. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan model va simulyatsiya natijalari