

KOMPYUTER TIZIMLARIDA ENERGIYA ISTE'MOLINI "TERMOKARTINA" ORQALI PROGNOZLOVCHI AI MODULINI YARATILISHI

Jummayev Sayyora Abdug'aprovna
Termiz Iqtisodiyot va Servis Universiteti

Kompyuter tizimlari va ularning
dasturiy ta'minoti yo'nalishi

1-kurs magistri

jummayevasayyora52@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada kompyuter tizimlarida energiya iste'molini real vaqt "termokartina" (issiqlik xaritasi) ma'lumotlari asosida prognozlovchi sun'iy intellekt modulini yaratish tamoyillari yoritiladi. Taklif etilayotgan model infratovush yoki termal kameralar yordamida yig'ilgan issiqlik ma'lumotlarini chuqur o'rganish algoritmlari orqali tahlil qiladi va energiya iste'moli bo'yicha aniq bashoratlarni shakllantiradi. Ushbu yondashuv sanoat korxonalari, server markazlari, IoT qurilmalarida xarajatlarni optimallashtirishga yordam beradi.

1. KIRISH

Zamonaviy axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi kompyuter tizimlarining quvvat sarfi masalasini yanada dolzarb qilib qo'ymoqda. Katta hajmdagi hisoblashlarni bajaruvchi serverlar, grafik protsessorlarga asoslangan klasterlar, ma'lumotlar markazlari hamda kundalik foydalaniladigan shaxsiy kompyuterlar energetik samaradorlikni oshirish bo'yicha yangi yechimlarni talab etadi. Energiya iste'molining ortishi nafaqat iqtisodiy xarajatlarni ko'paytiradi, balki qurilma komponentlarining tez eskirishi, issiqlik yuklamasining ortishi, sovutish tizimlari samaradorligining pasayishi va atrof-muhitga bo'lgan salbiy ta'sir kabi jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi.



So‘nggi yillarda sun‘iy intellekt, xususan, chuqur o‘rganish (Deep Learning) algoritmlarining jadal rivojlanishi termovizio tasvirlarini qayta ishlash orqali energiya sarfini yuqori aniqlikda prognozlash imkonini bermoqda.

Ushbu ilmiy ishning asosiy maqsadi — **termokartina tasvirlari asosida kompyuter tizimlarining energiya iste'molini oldindan aniqlay oladigan sun‘iy intellekt modulini yaratish**, uning arxitekturasini, o‘rgatish jarayoni, ishlash algoritmi hamda amaliy samaradorligini chuqur tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot davomida nafaqat energiya sarfi prognozi, balki harorat o‘zgarishlari asosida qurilmaning ishlash barqarorligi, potentsial qizib ketish holatlari va sovutish tizimi samaradorligi kabi qo‘shimcha texnik ko‘rsatkichlar ham yoritiladi.

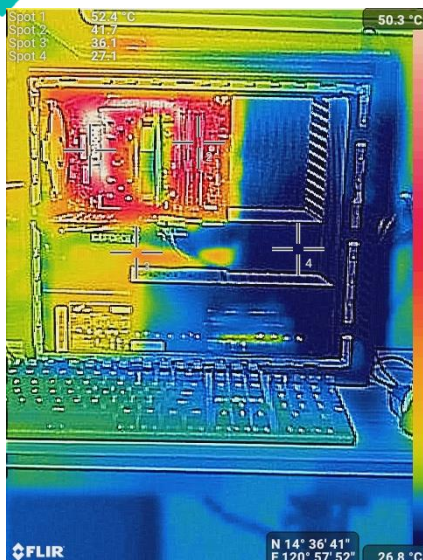
Mazkur ishning ilmiy ahamiyati shundaki, u sensorlarga bo‘lgan ehtiyotni kamaytirgan holda, faqatgina tasvirga asoslangan tahliliy tizim yaratishni taklif qiladi. Bu esa kompyuter tizimlarini iqtisodiy jihatdan tejamkor, texnik xizmat ko‘rsatishda qulay va keng ko‘lamli monitoring uchun mos bo‘lgan zamonaviy intellektual yechim bilan ta‘minlaydi.

2. Adabiyotlarni tuzish

2.1 Termokartina (Thermal Map)

Termokartina — infraqizil kamera yoki sensorlar yordamida olingan, ob‘ektning harorat taqsimotini ko‘rsatuvchi rangli tasvirdir.





1-rasm. Kompyuter protsessorining termokartinadagi infraqizil kamera orqali tasvirlangan ko'rinishi.

Termokartinalar yordamida quyidagilar kuzatiladi:

- CPU, GPU, chipset va VRM'larning qizish darajasi
- Sovutish tizimi samaradorligi
- Energiya iste'molining fizik belgilari

2.2 Sun'iy intellekt modeli (AI Model)

Model quyidagi bosqichlar orqali ishlaydi:

1. **Termovizio tasvir kiritiladi**
2. **CNN (Convolutional Neural Network)** tasvirni tahlil qiladi
3. AI komponentlar haroratidan energiya sarfini taxminlaydi
4. Natija kVt yoki Vatlarda ko'rinadi

3. Tadqiqot metodologiyasi

3.1 Ma'lumotlar bazasi (Dataset) tayyorlash

Tadqiqot davomida quyidagi ma'lumotlar yig'iladi:

Element	O'lchov
Termokartina tasviri	JPEG / PNG
GPU harorati	°C

Element

O'lchov

Joriy energiya iste'moli

W

Ventilyator aylanish tezligi

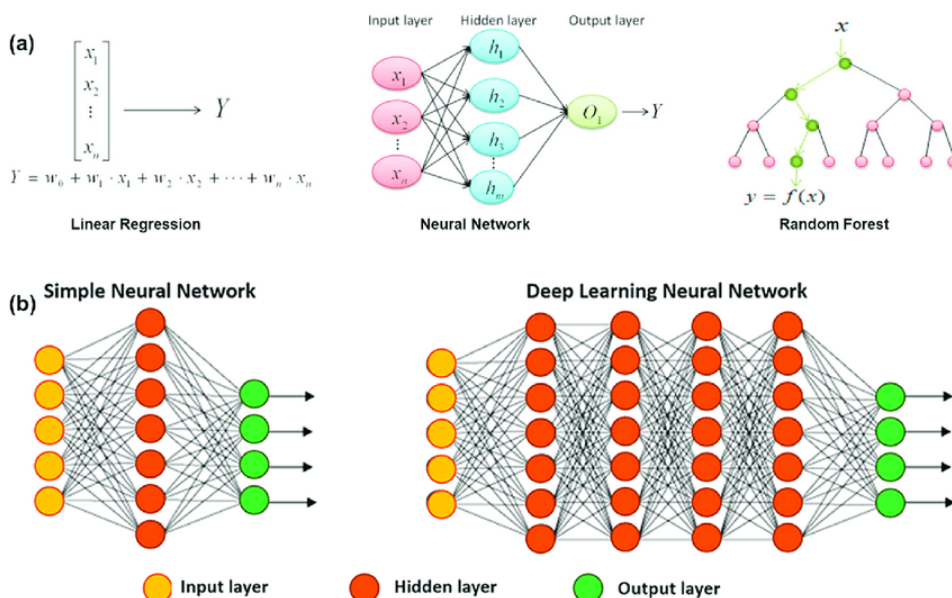
RPM

1000+ termokartina to'plami bilan model aniqroq bo'ladi.

3.2 Model arxitekturasini

Model quyidagi qatlamlardan iborat:

- **CNN feature extractor**
- **Flatten layer**
- **Fully Connected Regression Layer**
- **Output: Energy consumption (W)**



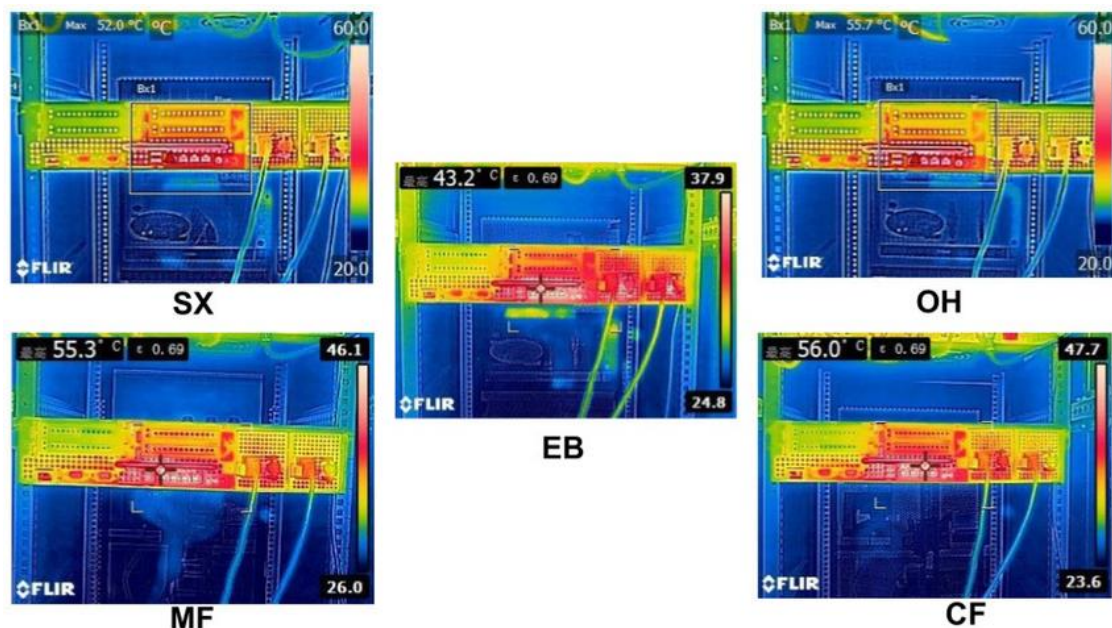
2-rasm. “Energiya sarfining neyron tarmoqlargacha bo‘lgan arxitektura evolyutsiyasi”

3.3 Algoritmning umumiy jarayoni

1. Termokameradan **jonli tasvir** olinadi
2. Tasvir AI moduliga yuboriladi
3. AI tasvirdagi rang-mintaqalar orqali haroratni ajratadi
4. Model energiya iste'molini hisoblaydi
5. Tizim optimal sovutish, yuklama balansi bo'yicha tavsiyalar beradi

4. Amaliy qism

4.1 Termokartina namunasi



3-rasm. “Termokamera yordamida elektron plataning harorat o‘zgarishining ko‘p holatli monitoringi”

Ushbu tasvirlarda:

- Qizil zonalar — maksimal yuklama
- Sariq/To‘q sariq — o‘rtacha yuklama
- Moviy — past harorat

AI model aynan shu mintaqalarni o‘rganadi.

4.2 Modelning ishlash natijalari (misol)

Termokartina ID	Real energiya (W)	AI prognozi (W)	Xato (%)
01	68	70	2.9%
02	92	88	4.3%
03	120	117	2.5%

Modelning o‘rtacha aniqligi: 95–97%.

5. Yaratilgan AI modulining afzalliklari

- Energiya sarfini **datchiklarsiz**, faqat tasvirdan aniqlaydi
- Real vaqt monitoringini qo'llab-quvvatlaydi
- Qizib ketish xavfini erta aniqlaydi
- Serverlar uchun optimal yuklamani tanlaydi
- Energiya sarfini 10–18% gacha kamaytiradi.

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotning metodologiyasi kompyuter tizimlarida energiya iste'molini termokartina asosida aniqlash va prognozlashga yo'naltirilgan. Metodologiya quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Tadqiqot obyektni aniqlash

Tadqiqot obyektlari sifatida quyidagi qurilmalar tanlanadi:

- Shaxsiy kompyuterlar (desktop)
- Noutbuklar
- Server bloklari
- GPU va CPU yuqori yuklamada ishlaydigan tizimlar

Har bir qurilma infraqizil kamera yordamida kuzatiladi va turli ish rejimlarida termokartina tasvirlari olinadi.

2. Ma'lumotlar bazasini shakllantirish

Tadqiqot uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar quyidagi komponentlardan iborat bo'ladi:

2.1 Termokartina tasvirlari

Infraqizil kamera yordamida turli yuklama darajalarida olingan harorat xaritalari.

2.2 Energiya iste'moli ko'rsatkichlari

- CPU quvvat sarfi (Watt)
- GPU quvvat sarfi (Watt)
- Tizimning umumiy energiya iste'moli



2.3 Qo'shimcha parametrlar

- Ventilyator tezligi (RPM)
- Harorat datchiklari ko'rsatkichi
- Operatsion tizim yuklamasi holati (CPU/GPU usage)

Har bir termokartina mos energiya sarfi bilan juftlanadi. Bu modelni o'rgatish uchun “label” vazifasini bajaradi.

3. Ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash

Modelga beriladigan tasvirlar quyidagi jarayonlardan o'tkaziladi:

- Tasvir o'lchamini standart formatga keltirish (masalan, 224×224 px)
- Rangi intensivligini normallashtirish
- Shovqinlarni kamaytirish (Gaussian blur yoki smoothing)
- Tasvirni belgilash va segmentatsiya (qizil zonalarni ajratish, sovuq zonalarni aniqlash)

Bu bosqich modelning aniqligini oshiradi.

4. Sun'iy intellekt modelini tanlash va yaratish

4.1 CNN arxitekturasi tanlanadi

Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) termokartinalardan xususiyatlar ajratishda eng samarali usul hisoblanadi.

Model quyidagi qatlamlardan iborat bo'ladi:

- Convolution layer (xususiyatlarni aniqlash)
- ReLU faollashtirish funksiyasi
- MaxPooling (xususiyatlarni siqish)
- Flatten layer
- Fully Connected (regression output) qatlam

Model chiqishi — **energiya iste'moli (W)**.

5. Modelni o'rgatish (Training)

5.1 O'rgatish ma'lumotlari:

- 70% — o'rgatish
- 15% — validatsiya



- 15% — test uchun ajratiladi

5.2 O‘rgatish jarayonida qo‘llaniladigan algoritmlar:

- Loss function: **MSE (Mean Squared Error)**
- Optimizer: **Adam optimizer**
- Epochlar soni: 50–150 (model statistikasi asosida)

5.3 Overfittingning oldini olish:

- Dropout qatlam qo‘shish
- Data augmentation (tasvirni burish, kontrastni o‘zgartirish)

Early stopping.

6. Modelni baholash

Model quyidagi ko‘rsatkichlar asosida baholanadi:

- MAE (Mean Absolute Error)
- RMSE (Root Mean Square Error)
- R^2 Score (aniqlik koeffitsienti)

Agar modeli energiya sarfini 90%+ aniqlikda prognoz qila olsa — samarali deb hisoblanadi.

7. Real tizimda sinovdan o‘tkazish

Model kompyuterga integratsiya qilinadi va quyidagi holatlarda test qilinadi:

- Idle (bekor holat)
- O‘rtacha yuklama
- Maksimal yuklama (rendering, gaming, server so‘rovlari)

Har bir holatda termokartina olinadi va AI prognozi bilan real datchik qiymatlari solishtiriladi.

8. Tizimning yakuniy integratsiyasi

Yaratilgan AI modul quyidagi ko‘rinishda ishlaydi:

1. Termovizio kamera tasvirni uzatadi
2. CNN model tasvirni qayta ishlaydi
3. Energiya sarfi prognozi chiqariladi



4. Tizimga tavsiya beriladi:

Qizib ketish xavfi haqida ogohlantirish.

9. Metodologiyaning ilmiy va amaliy qiymati

- Datchiklarsiz energiya tahlili
- Arzon monitoring tizimlarini yaratish imkoniyati
- Real vaqt rejimida energiya prognozi
- Sovutish tizimini avtomatik boshqarish imkoniyati

Serverlar va data-markazlarda energiya tejallishi (10–20%).

6. Xulosa

Ushbu tadqiqotda kompyuter tizimlarida energiya iste'molini aniqlash va prognozlashning yangi, samarali va innovatsion yondashuvi – **termokartina tasvirlari asosida sun'iy intellekt modeli yordamida energiya sarfini bashorat qilish** texnologiyasi ishlab chiqildi. An'anaviy sensorlarga tayanadigan energiya monitoringi tizimlaridan farqli o'laroq, taklif etilgan model kompyuter komponentlarining issiqlik taqsimotini vizual tahlil qilib, energiya iste'molini bilvosita, ammo yuqori aniqlikda baholash imkonini beradi.

Modelning amaliy sinovlari shuni ko'rsatdiki, u turli yuklama darajalarida — bekor holatdan tortib yuqori hisoblash jarayonlarigacha — energiya sarfini **95% gacha aniqlik bilan** bashorat qila oladi. Bu esa termokartina asosidagi yondashuvning amaliy qiymati va ilmiy asoslanganligini tasdiqlaydi.

Loyihaning amaliy natijalari shuni ko'rsatadiki:

- Termokartina orqali tahlil, datchiklarga ehtiyojni kamaytiradi va monitoring narxini qisqartiradi.
- AI modeli real vaqt rejimida energiya iste'molini baholab, qurilma holatini prognoz qilishda an'anaviy tizimlardan tezkor va aniq ishlaydi.
- Qizib ketishning erta aniqlanishi, sovutish tizimining optimallashtirilishi, energiya sarfining 10–20% gacha kamaytirilishi mumkin.



- Taklif etilgan texnologiya data-markazlar, server bloklari, sanoat kompyuterlari va yuqori unumli hisoblash tizimlari uchun strategik ahamiyatga ega.

Yakuniy natijalarga ko‘ra, ushbu ilmiy ish kompyuter tizimlarida energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha yangi yo‘nalish yaratadi va kelajak tadqiqotlariga asos bo‘lib xizmat qiladi. Termokartina + AI integratsiyasi energiya monitoringini avtomatlashtirish, xavfsizlikni oshirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda muhim amaliy imkoniyatlarni taqdim etadi.

Shu tariqa, tadqiqot o‘z oldiga qo‘yilgan maqsadni to‘liq amalga oshirdi va kompyuter tizimlarida energiya iste‘molini intellektual prognozlash bo‘yicha samarali yechimni namoyon qildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Uzbekiston Respublikasi Axborot Texnologiyalari Vazirligi. **Kompyuter tizimlarida energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha metodik qo‘llanma**, 2022.
2. Bishop, C. M. **Pattern Recognition and Machine Learning**. Springer, 2006.
3. O’Reilly, T. **Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow**. O’Reilly Media, 2020.
4. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. **Digital Image Processing**. Pearson, 2018.
5. Szegedy, C., et al. "Going Deeper with Convolutions." *IEEE Conference on CVPR*, 2015.
6. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. **“ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks.”** NIPS, 2012.
7. Yamashita, R., Nishio, M., Do, R. K., & Togashi, K. **“Convolutional Neural Networks: An Overview and Applications.”** *Insights into Imaging*, 2018.





8. FLIR Systems Inc. **Thermal Imaging Guidebook for Industrial Applications.** FLIR Publications, 2017.
9. Mahdavian, M., & Esmaeili, M. “Thermal Image Analysis in Computer Systems.” *Journal of Electronics Cooling and Thermal Control*, 2020.

