

O‘RNATILGAN TIZIMLARDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

*Katta o‘qituvchi **Abdiraimova Zulxumor G‘ofur qizi***

*KI2301-guruh talabasi **Bozorboyev Javlon O‘tkirboy o‘g‘li***

Toshkent amaliy fanlar universiteti

Tel: +998880391600, E-mail: zulxumorabdiraimova@gmail.com

Tel: +998932939525, E-mail: javlonbozorboyev78899899@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada o‘rnatilgan tizimlarda energiya samaradorligini oshirish masalalari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: o‘rnatilgan tizimlar, energiya samaradorligi, IoT..

Annotation: This article discusses methods for improving energy efficiency in embedded systems.

Keywords: embedded systems, energy efficiency, IoT.

Zamonaviy axborot texnologiyalari jadal rivojlanib borayotgan bir davrda o‘rnatilgan tizimlar kundalik hayotimizning ajralmas qismiga aylandi. Bugungi kunda maishiy texnika, sanoat avtomatikasi, tibbiy asbob-uskunalar, transport vositalari va “aqlli” qurilmalarning deyarli barchasi o‘rnatilgan tizimlar asosida ishlaydi. Ushbu tizimlarning asosiy afzalligi – aniq bir vazifani yuqori ishonchlilik va tezlik bilan bajarishidir.

Biroq, o‘rnatilgan tizimlarning ko‘pchiligi batareya yoki cheklangan quvvat manbalarida ishlaydi. Shu sababli energiya iste‘molini kamaytirish va tizimning uzoq muddat uzluksiz ishlashini ta‘minlash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Energiya samaradorligini oshirish nafaqat qurilmaning xizmat muddatini uzaytiradi, balki iqtisodiy va ekologik jihatdan ham muhim ahamiyat kasb etadi. va samarali algoritmlar tizim ishlash muddatini sezilarli oshiradi.

O‘rnatilgan tizim tushunchasi va xususiyatlari

O‘rnatilgan tizim – bu ma‘lum bir vazifani bajarish uchun maxsus ishlab chiqilgan kompyuter tizimi bo‘lib, u odatda kattaroq mexanik yoki elektron qurilmaning tarkibiy qismi sifatida ishlaydi. Universal kompyuterlardan farqli ravishda, o‘rnatilgan tizimlar cheklangan funksiyalarni bajaradi va qat‘iy talablar asosida loyihalanadi.

O‘rnatilgan tizimlarning asosiy komponentlariga mikrokontroller yoki mikroprotsessor, xotira qurilmalari, kirish-chiqish interfeyslari hamda sensor va aktuatorlar kiradi. Ularning ko‘pchiligi real vaqt rejimida ishlaydi, ya‘ni tashqi signallarga belgilangan vaqt oralig‘ida javob qaytarishi shart.

Resurslarning cheklanganligi ushbu tizimlar uchun muhim xususiyat bo‘lib,

hisoblash quvvati, xotira hajmi va energiya sarfi minimal darajada bo'lishi talab etiladi. Aynan shu sababli energiya samaradorligi o'rnatilgan tizimlarni loyihalashdagi eng muhim mezonlardan biri hisoblanadi.

Energiya iste'moli manbalari

O'rnatilgan tizimlarda energiya iste'moli bir nechta asosiy manbalar orqali yuzaga keladi. Eng katta ulush mikrokontroller yoki markaziy protsessorga to'g'ri keladi. Protsessor ishlash jarayonida dinamik va statik quvvat sarf qiladi. Dinamik iste'mol takt chastotasi va kuchlanishga bog'liq bo'lsa, statik iste'mol tranzistorlardan sizib chiquvchi toklar bilan izohlanadi.

1-jadval. Energiya iste'molining asosiy manbalari

Komponent	Tavsif	Energiya iste'moli manbai va sababi
Markaziy jarayon protsessori (CPU) yoki Mikrokontroller (MCU)	Tizimning "miyasi". Barcha hisoblash va boshqaruv funksiyalarini bajaradi.	Asosiy manba. Dinamik iste'mol (ishlash chastotasi va voltajiga bog'liq) va Statik iste'mol (tranzistorlardan sizib chiquvchi tok).
Xotira (RAM/Flash/EEPROM)	Dasturiy kod va ma'lumotlarni saqlash uchun ishlatiladi.	Ma'lumotlarga kirish va ularni saqlash jarayonida. RAM doimiy energiya talab qiladi. Flash xotirada o'chirish/yozish jarayonlari yuqori quvvat talab qiladi.
Sensorlar va Aktuatorlar	Atrof-muhit ma'lumotlarini olish (sensor) va fizik harakatni amalga oshirish (aktuator).	O'lchash va signalni qayta ishlashda. Aktuatorlar (motorlar, klapanlar) ayniqsa mexanik ish bajarilganda yuqori quvvat talab qiladi.
Aloqa interfeyslari (Wireless, Bluetooth, Zigbee)	Boshqa qurilmalar yoki tarmoqlar bilan ma'lumot almashish.	Ma'lumotlarni uzatish va qabul qilishda. Radiochastota (RF) modullari ma'lumotlarni uzatish uchun eng ko'p energiya sarflaydigan qismlardan biridir.
Quvvatni boshqarish bo'limi (Power Management Unit - PMU)	Batareya quvvatini boshqaradi, turli kuchlanish darajalarini ta'minlaydi.	Samarasiz konvertatsiya qilish (kuchlanishni o'zgartirish) natijasida issiqlik shaklida yo'qotishlar.

Xotira qurilmalari ham sezilarli energiya talab qiladi. Ayniqsa, RAM doimiy quvvat talab qiluvchi komponent hisoblanadi. Flash xotirada esa yozish va o'chirish jarayonlari yuqori energiya sarfi bilan bog'liq.

Simsiz aloqa modullari (Wi-Fi, Bluetooth, GSM, LoRa) o'rnatilgan tizimlarda eng ko'p energiya iste'mol qiluvchi qismlardan biridir. Ma'lumot uzatish va qabul qilish jarayonlari batareya quvvatini tezda kamaytiradi. Bundan tashqari, sensorlar, aktuatorlar va quvvatni boshqarish modullari ham umumiy energiya iste'moliga ta'sir ko'rsatadi.

Energiya samaradorligini oshirishning eng samarali yo‘llaridan biri apparat darajasida past quvvatli komponentlardan foydalanishdir. Zamonaviy mikrokontrollerlar bir nechta energiya tejovchi rejimlarga ega bo‘lib, sleep, deep sleep va standby rejimlari orqali quvvat sarfini keskin kamaytirish mumkin.

Kuchlanishni va takt chastotasini dinamik boshqarish (DVFS – Dynamic Voltage and Frequency Scaling) ham energiya samaradorligini oshiradi. Kuchlanishning biroz pasaytirilishi quvvat sarfini sezilarli darajada kamaytiradi. Shuningdek, samarali quvvat konvertorlaridan foydalanish issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi.

Dasturiy ta‘minot ham energiya iste‘moliga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi. Interruptlarga asoslangan dasturlash polling usuliga nisbatan ancha tejamkor hisoblanadi. Chunki bu usulda protsessor faqat hodisa yuz berganida faol holatga o‘tadi.

Real vaqt operations tizimlarida vazifalarni to‘g‘ri rejalashtirish va kontekst almashuvini kamaytirish orqali energiya sarfini optimallashtirish mumkin. Shuningdek, algoritmlarni soddalashtirish va keraksiz hisoblashlarni kamaytirish ham muhim ahamiyatga ega.

Energiya samaradorligini baholash metrikalari

O‘rnatilgan tizimlarning energiya samaradorligini baholash uchun bir nechta metrikalar qo‘llaniladi. Eng keng tarqalgan ko‘rsatkichlardan biri – vattiga to‘g‘ri keladigan amallar soni (MIPS/W). Bu ko‘rsatkich protsessorning samaradorligini aniqlashda muhimdir.

Bundan tashqari, bitta vazifani bajarish uchun sarflangan energiya (Energy per Task) IoT qurilmalar uchun asosiy mezon hisoblanadi. O‘rtacha quvvat iste‘moli va maksimal cho‘qqi quvvati batareya tanlashda muhim rol o‘ynaydi. Duty Cycle ko‘rsatkichi esa tizimning faol va uyqu holatlari nisbatini ifodalaydi.

Xulosa qilib aytadigan bo‘lsak, o‘rnatilgan tizimlarda energiya samaradorligini oshirish kompleks yondashuvni talab etadi. Apparat va dasturiy vositalarni uyg‘unlashtirib, past quvvatli rejimlardan oqilona foydalanish orqali qurilmalarning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytirish mumkin. Energiya tejamkor texnologiyalar nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki ekologik barqarorlikni ham ta‘minlaydi. Kelajakda o‘rnatilgan tizimlarning sun‘iy intellekt va IoT bilan integratsiyalashuvi energiya samaradorligini yanada oshirish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar va saytlar ro‘yxati:

1. R.P.Abdurakhmonov. "O‘rnatilgan tizimlar". Toshkent, 2023y.
2. X.K. Aripov, A.M. Abdullayev, N.B. Alimova, X.X. Bustanov, Sh.T. Toshmatov. O‘rnatilgan tizimlar. O‘quv-uslubiy majmua. -Toshkent, 2022y.

3. X.K. Aripov, A.M. Abdullayev, N.B. Alimova, X.X. Bustanov, Sh.T. Toshmatov. Raqamli qurilmalar. Darslik. -T.: "Aloqachi ", 2019, 500 bet.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=5Rm9SJVF7Gk&t=4s>
5. <https://zen.yandex.ru/media/wowelektro/upravliaem-svetodiodami-s-pomosciu-potenciometra-5ebaac5b9dbe95648c5498b7>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=ERTn1ggD8yU&t=18s>