

ONE WIRE PRATAKOLI ASOSIDA INTELLEKTUAL QURULMALARNI LOYIHALASH

Ali Xasanovich Xaydarov

Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti

Qahhorov Akramjon Abdurahmon o'g'li

Toshkent davlat texnika universiteti magistranti

qahhorovakramjon2@mail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada One Wire aloqa protokoli asosida intellektual qurilmalarni loyihalash masalalari yoritiladi. Ushbu protokolning ishlash prinsipi, ya'ni yagona aloqa liniyasi orqali bir nechta qurilmalar bilan o'zaro ma'lumot almashish imkoniyati, uning soddaligi va iqtisodiy samaradorligi bilan izohlanadi. Shuningdek, mikrocontrollerlar bilan integratsiya jarayoni, sensorlardan ma'lumotlarni olish va ularni qayta ishlash bosqichlari amaliy nuqtai nazardan ko'rib chiqiladi. One Wire texnologiyasining qurilmalar identifikatsiyasi, kam energiya sarfi va sodd apparat yechimlari bilan ajralib turishi alohida ta'kidlanadi.

Bundan tashqari, ushbu protokol asosida yaratilgan tizimlarning aqlli uy, sanoat avtomatizatsiyasi va turli monitoring tizimlarida qo'llanilishi tahlil qilinadi. Amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, One Wire texnologiyasi kichik va o'rta darajadagi avtomatlashtirish loyihalarida samarali yechim bo'lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, ma'lumot uzatish tezligining pastligi va signal masofasi bilan bog'liq ayrim cheklovlar mavjudligi ham qayd etiladi. Umuman olganda, ushbu yondashuv sodd tuzilishga ega bo'lgan, lekin ishonchli ishlovchi intellektual qurilmalarni yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

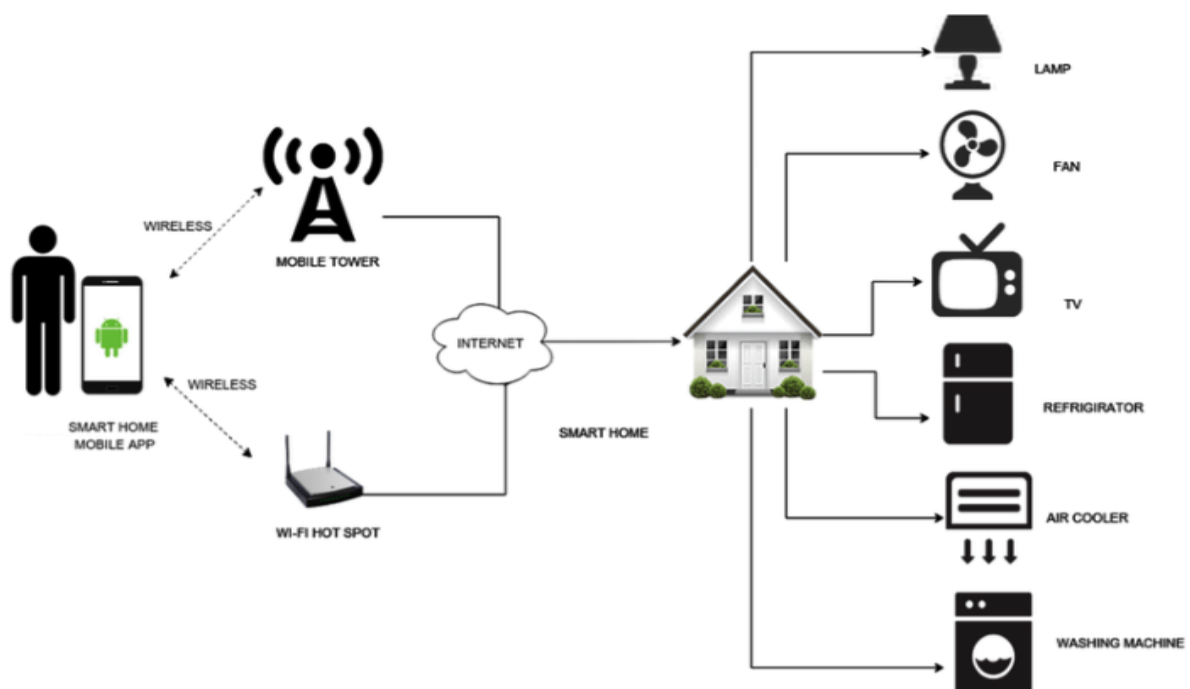
Kalit so'zlar: One Wire, intellektual tizimlar, sensorlar, mikrocontroller, aqlli qurilmalar, avtomatlashtirish.

Kirish

Hozirgi kunda raqamli texnologiyalar, ayniqsa o'rnatilgan tizimlar (embedded systems), kiber-fizik tizimlar va IoT (Internet of Things) platformalarining jadal rivojlanishi natijasida intellektual qurilmalar va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga bo'lgan talab keskin ortib bormoqda. Bunday tizimlar ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, resurslardan oqilona foydalanish, energiya samaradorligini oshirish hamda inson omilini minimallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida ishlovchi monitoring va boshqaruv tizimlari uchun ishonchli, barqaror va kam xarajatli ma'lumot uzatish texnologiyalarini qo'llash muhim ilmiy va muhandislik vazifalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, ko'p sonli sensor va aktuatorlarni yagona tarmoqqa ulashda soddalik, kengayuvchanlik va yuqori ishonchlilik talab etiladi.

Mazkur talablardan kelib chiqib, zamonaviy aloqa protokollari orasida minimal apparat resurslarini talab qiladigan, lekin yetarli funktsionallikni ta'minlay oladigan yechimlar alohida ahamiyat kasb etadi. One Wire aloqa protokoli ana shunday texnologiyalardan biri bo'lib, u yagona ma'lumot liniyasi orqali bir nechta qurilmalar o'rtasida raqamli aloqa o'rnatish imkonini beradi. Ushbu protokolning o'ziga xos jihati shundaki, har bir ulangan qurilma 64-bitli noyob identifikatsiya kodiga ega bo'ladi, bu esa tarmoqda qurilmalarni aniqlash va adresatsiya qilish jarayonini soddalashtiradi. Bundan tashqari, One Wire qurilmalari ko'pincha "parazit quvvatlanish" (parasite power) rejimini qo'llab-quvvatlaydi, ya'ni ular qo'shimcha quvvat manbaisiz ham ma'lumot liniyasi orqali energiya olishi mumkin. Bu esa tizimning umumiy apparat murakkabligini kamaytiradi va o'rnatish xarajatlarini sezilarli darajada pasaytiradi.

One Wire protokolining ishlash mexanizmi aniq vaqt diagrammalariga asoslangan bo'lib, bunda master (boshqaruvchi qurilma) va slave (quyi qurilmalar) o'rtasida sinxron ma'lumot almashinuvi amalga oshiriladi. Ma'lumot uzatish tezligi nisbatan past (odatda 16.3 kbps atrofida) bo'lsa-da, u ko'plab sensorli tizimlar uchun yetarli hisoblanadi. Shu sababli, ushbu protokol harorat, namlik, bosim kabi fizik kattaliklarni o'lchovchi sensorlar bilan ishlashda keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, One Wire texnologiyasi kichik va o'rta darajadagi avtomatlashtirish tizimlari, aqlli uy infratuzilmalari hamda sanoat monitoring tizimlarida samarali qo'llanilmoqda.

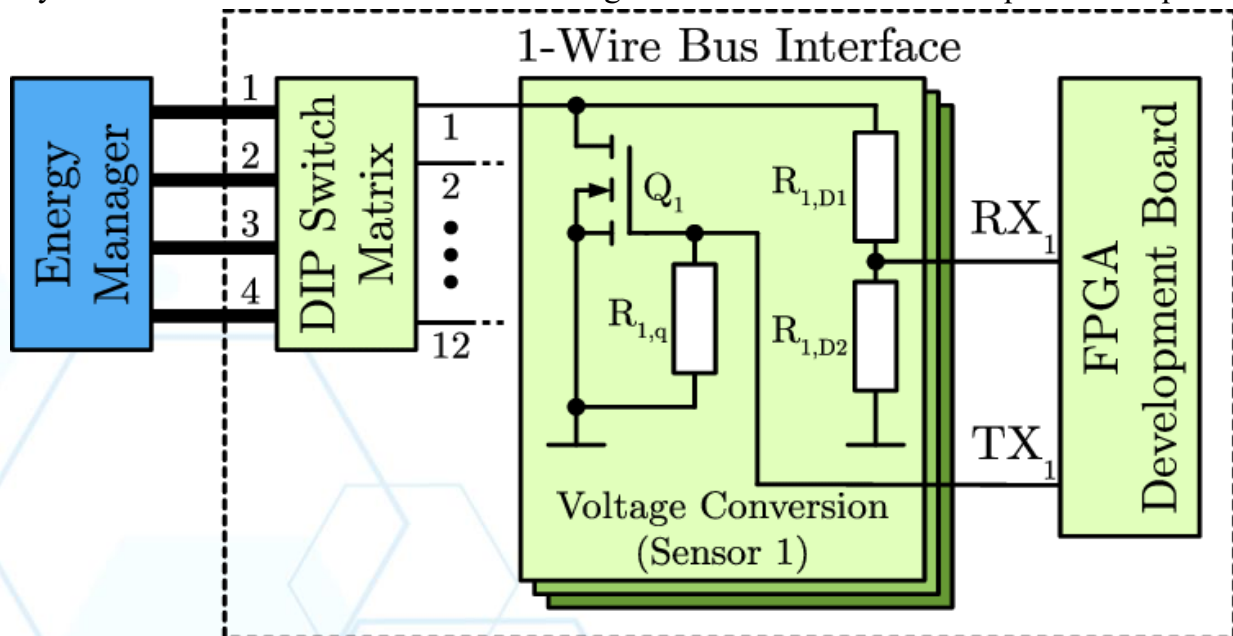


1-rasm. Aqlli uy (Smart Home) tizimining IoT asosidagi umumiy arxitekturasini

Nazariy qism

One Wire aloqa protokoli raqamli qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashish uchun mo'ljallangan bo'lib, uning asosiy g'oyasi yagona signal liniyasi orqali bir nechta

qurilmalarni boshqarishdan iborat. Ushbu protokolda “master–slave” arxitekturasida qo‘llaniladi, ya’ni barcha boshqaruv jarayonlari bitta boshqaruvchi qurilma (odatda mikrocontroller) tomonidan amalga oshiriladi, qolgan qurilmalar esa unga bo‘ysunuvchi sifatida ishlaydi. Tizimda ma’lumot almashinuvi qat’iy vaqt oralig‘iga asoslangan signallar orqali bajariladi, bu esa sinxron ishlashni ta’minlaydi. Har bir slave qurilma ishlab chiqarish jarayonida berilgan 64-bitli noyob identifikatsiya kodiga ega bo‘lib, bu tarmoqda ko‘p sonli qurilmalarni aniq aniqlash va ularga murojaat qilish imkonini beradi. One Wire protokolida ma’lumot uzatish “bit-bang” usuli orqali, ya’ni signal darajasini vaqt bo‘yicha boshqarish asosida amalga oshiriladi. Master qurilma aloqa liniyasida boshlang‘ich reset impulsini yuboradi, shundan so‘ng slave qurilmalar “presence pulse” orqali tizimda mavjudligini bildiradi. Keyingi bosqichda esa buyruqlar va ma’lumotlar almashinuvi amalga oshiriladi. Ushbu protokolning muhim jihatlaridan biri — energiya ta’minotining moslashuvchanligidir. Ayrim qurilmalar alohida quvvat manbaisiz, ya’ni signal liniyasi orqali “parazit quvvatlanish” rejimida ishlashi mumkin. Bu esa ayniqsa ko‘p sonli sensorlar o‘rnatilgan tizimlarda apparat murakkabligini kamaytiradi. Biroq, One Wire protokolining samarali ishlashi uchun liniya uzunligi, tortuvchi rezistor (pull-up resistor) qiymati hamda tashqi shovqinlar kabi omillarni hisobga olish zarur. Amaliyotda ma’lumot uzatish tezligi nisbatan past bo‘lsa-da, bu ko‘plab sensor tizimlari uchun yetarli hisoblanadi. Shu sababli, ushbu protokol oddiy, ishonchli va iqtisodiy jihatdan maqbul yechim sifatida intellektual qurilmalarni loyihalashda keng qo‘llanilmoqda.



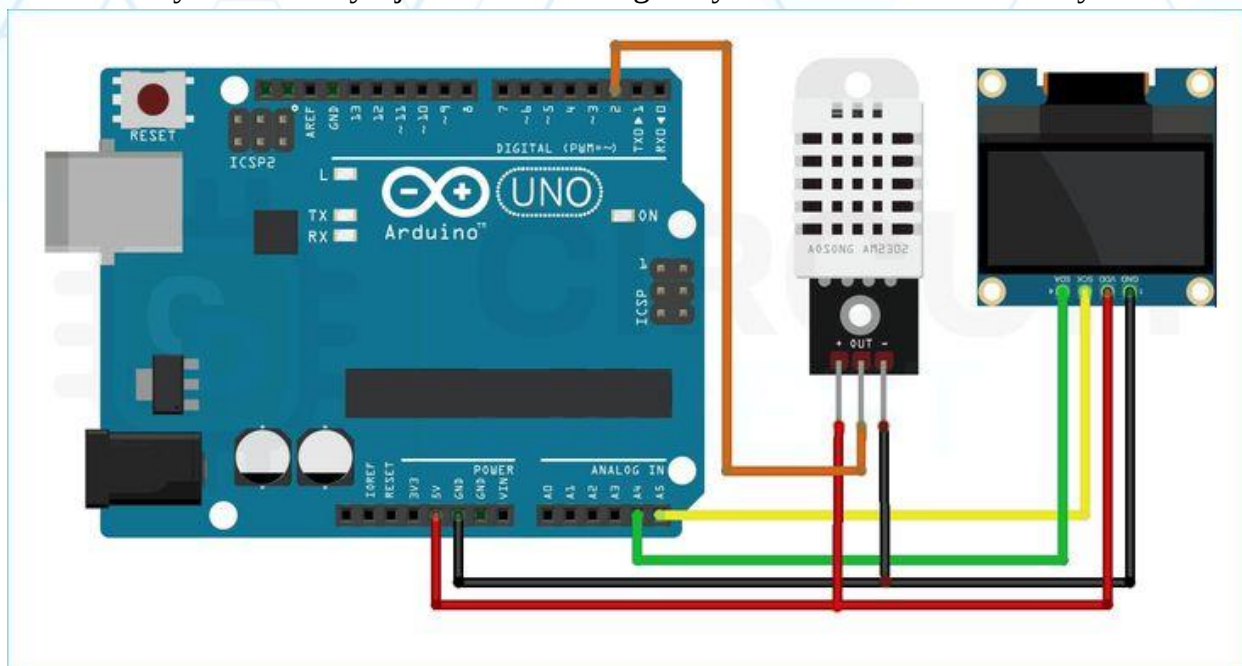
2-rasm. Intellektual sensor modulining apparat darajadagi ishlash strukturasi

Mazkur tadqiqot ishida One Wire aloqa protokoli asosida intellektual qurilmani loyihalash, uni amaliy jihatdan sinovdan o'tkazish va samaradorligini baholash uchun tizimli hamda kompleks metodologik yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot bir necha o'zaro bog'liq bosqichlarda amalga oshirildi: nazariy tahlil, tizim arxitekturasini ishlab chiqish, apparat va dasturiy qismlarni integratsiyalash, eksperimental sinovlar o'tkazish hamda natijalarni matematik-statistik usullar asosida tahlil qilish. Dastlab, One Wire protokolining ishlash prinsiplari, signal uzatish mexanizmlari, vaqt diagrammalari va qurilmalarni adresatsiyalash usullari chuqur o'rganildi. Shu asosda tadqiqot uchun optimal texnik yechim tanlanib, mikrokontrollerga asoslangan boshqaruv tizimi va unga ulangan sensor modullardan iborat qurilma konseptual modeli ishlab chiqildi. Keyingi bosqichda apparat qismi shakllantirildi, bunda One Wire shinasini orqali ishlovchi sensorlar va boshqaruvchi modul o'rtasida ishonchli aloqa tashkil etildi. Tizimda ma'lumotlarni yig'ish, uzatish va qayta ishlash jarayonlarini boshqaruvchi dasturiy algoritmlar ishlab chiqildi. Ushbu algoritmlar real vaqt rejimida ishlash, qurilmalarni aniqlash (identifikatsiya qilish), ulardan ma'lumotlarni ketma-ket o'qish va xatoliklarni aniqlash kabi funksiyalarni bajarishga moslashtirildi. Shuningdek, dasturiy ta'minot darajasida signal uzilishlari, kechikishlar va noto'g'ri uzatish holatlarini kamaytirishga qaratilgan optimallashtirish usullari qo'llanildi.

Eksperimental tadqiqotlar maxsus sinov sharoitlarida olib borildi. Jumladan, tizimning ishlash barqarorligi turli uzunlikdagi aloqa liniyalarida, turli sondagi ulangan qurilmalar bilan hamda turli tashqi muhit sharoitlarida tekshirildi. Ma'lumot uzatish aniqligi, signal kechikishlari, energiya sarfi va tizimning umumiy ishlash samaradorligi asosiy baholash mezonlari sifatida tanlandi. Har bir tajriba bir necha marotaba takrorlanib, olingan natijalar o'rtacha qiymatlar asosida qayta ishlanib, statistik ishonchlilik darajasi ta'minlandi. Olingan natijalar grafiklar va jadval ko'rinishida ifodalanib, ular asosida tizimning ishlash xususiyatlari chuqur tahlil qilindi.

Shu bilan birga, ishlab chiqilgan tizim boshqa mashhur aloqa protokollari bilan qiyosiy tahlil qilindi. Bu jarayonda ma'lumot uzatish tezligi, apparat murakkabligi, energiya samaradorligi va qo'llash qulayligi kabi mezonlar asosida baholash amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, One Wire protokoli kam resurs talab qiluvchi va kichik masshtabli intellektual tizimlar uchun samarali yechim bo'lib, ayniqsa sensorli monitoring tizimlarida yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Yakuniy natijalar asosida ushbu metodologiya intellektual qurilmalarni loyihalashda qo'llash

uchun ilmiy va amaliy jihatdan asoslangan yondashuv sifatida tavsiya etildi



3-rasm. Arduino Uno asosidagi harorat va namlik sensorlari hamda OLED display ulanish sxemasi

Natijalar va tahlil

Tadqiqot jarayonida One Wire protokoli asosida ishlab chiqilgan intellektual qurilmaning ishlash ko'rsatkichlari bir nechta mezonlar asosida baholandi. Jumladan, ma'lumot uzatish aniqligi, signal kechikishi, energiya sarfi hamda tizimning turli sharoitlarda ishlash barqarorligi eksperimental usulda o'lchandi. Tajribalar davomida turli uzunlikdagi aloqa liniyalari (1 m, 5 m, 10 m va 20 m) hamda turli sondagi sensorlar (1 ta, 3 ta, 5 ta va 10 ta) bilan tizim ishlashi sinovdan o'tkazildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, qisqa masofalarda (1–5 m) ma'lumot uzatish aniqligi 99.8% gacha yetgan bo'lsa, masofa ortishi bilan (20 m) ushbu ko'rsatkich 97.2% gacha pasaygan. Bu holat signal susayishi va tashqi shovqinlarning ortishi bilan izohlanadi.

Quyidagi jadvalda asosiy eksperimental natijalar keltirilgan:

Masofa (m)	Sensorlar soni	Aniqlik (%)	Kechikish (ms)	Energ. sarfi (mW)
1	1	99.8	2.1	12
5	3	99.2	3.8	15
10	5	98.5	5.6	18
20	10	97.2	8.9	22

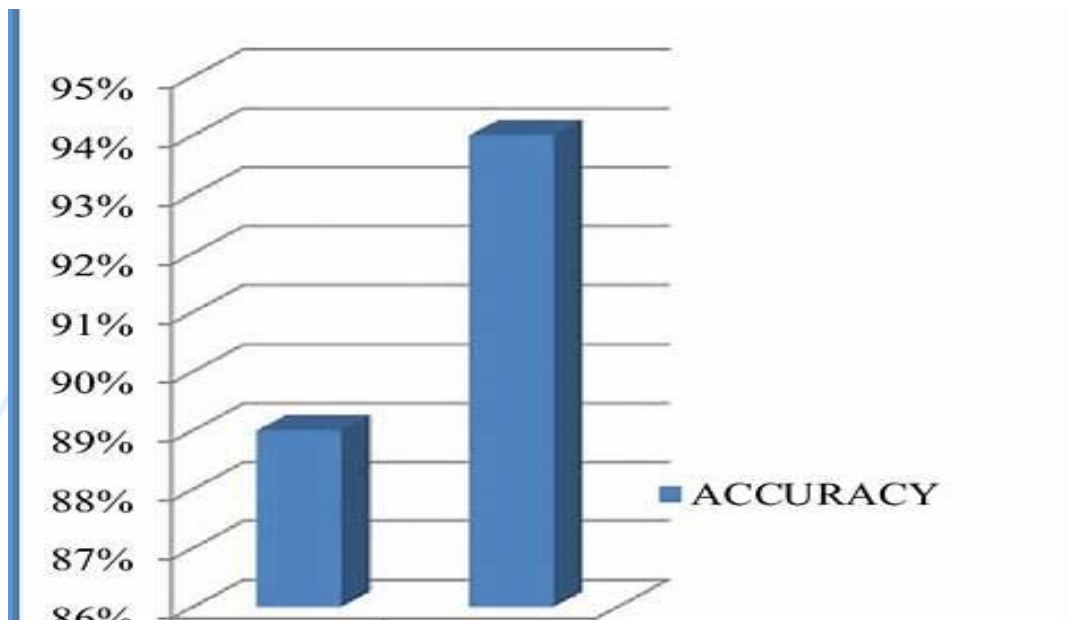
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, tizimga ulangan qurilmalar soni va aloqa liniyasi uzunligi ortishi bilan kechikish va energiya sarfi ortadi. Bu esa One Wire protokolining ketma-ket ishlash prinsipi bilan bog'liq bo'lib, har bir qurilma bilan alohida muloqot

qilish zaruratini yuzaga keltiradi. Shunga qaramay, umumiy natijalar tizimning kichik va o'rta masshtabli loyihalar uchun yetarli darajada samarali ekanligini ko'rsatadi.

O'tkazilgan tajribalar natijalarini chuqur tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, One Wire protokoli asosida qurilgan tizimning samaradorligi nafaqat masofa va sensorlar soniga, balki liniya sifatiga va tashqi elektromagnit muhitga ham sezilarli darajada bog'liq hisoblanadi. Ayniqsa, yuqori shovqinli muhitlarda signalning deformatsiyalanishi kuzatilib, bu ma'lumot uzatish ishonchliligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli tizimni loyihalash jarayonida tortuvchi rezistor (pull-up resistor) qiymatini optimal tanlash va signal liniyasini ekranlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, energiya sarfi bo'yicha olingan natijalar One Wire protokolining umumiy tizimlar uchun tejamkor ekanligini tasdiqlaydi. Sensorlar sonining ortishi bilan energiya iste'molining oshishi kuzatilsa-da, bu o'sish chiziqli xarakterga ega bo'lib, tizimning barqaror ishlashiga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatmaydi. Bu esa ushbu texnologiyani uzoq muddat ishlovchi va avtonom tizimlarda qo'llash imkoniyatini kengaytiradi.

Olingan natijalar asosida grafik tahlil ham amalga oshirildi va unda aniqlikning masofa ortishi bilan pasayishi eksponensial xarakterga yaqin ekanligi aniqlandi. Bu holat One Wire protokolining fizik cheklovlari bilan izohlanadi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari ushbu protokol kichik va o'rta hajmdagi intellektual tizimlar uchun optimal yechim ekanligini yana bir tasdiqlaydi



4-rasm “Masofa ortishi bilan tizim aniqligining (accuracy)o'zgarish grafigi”

Xulosa

Ushbu tadqiqotda One Wire protokoli asosida ishlab chiqilgan intellektual tizimning asosiy ishlash ko'rsatkichlari eksperimental ravishda o'rganildi. O'tkazilgan tajribalar natijasida ma'lumot uzatish aniqligi, signal kechikishi, energiya sarfi hamda tizim

barqarorligi kabi muhim parametrlar turli masofalar va sensorlar soni sharoitida tahlil qilindi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, qisqa aloqa masofalarida tizim yuqori aniqlik (99% dan yuqori) bilan barqaror ishlaydi, biroq masofa ortishi va sensorlar sonining ko'payishi bilan signal susayishi, kechikish va energiya sarfi oshishi kuzatiladi. Shunga qaramay, ushbu o'zgarishlar tizimning umumiy samaradorligiga sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatmaydi va u kichik hamda o'rta masshtabli intellektual tizimlar uchun yetarli darajada ishonchli ekanligini tasdiqlaydi.

Shuningdek, tadqiqot davomida One Wire protokolining asosiy cheklovlari — tashqi shovqinlarga sezgirlik va masofa oshishi bilan signal sifatining pasayishi — aniqlandi. Bu muammolarni kamaytirish uchun liniya sifatini yaxshilash, optimal pull-up rezistor qiymatini tanlash hamda signalni ekranlash kabi texnik yechimlar muhim ahamiyatga ega ekanligi qayd etildi.

Umuman olganda, o'tkazilgan tadqiqot natijalari One Wire protokoli asosidagi tizimlar arzon, energiya tejamkor va sodda arxitekturaga ega bo'lib, amaliy intellektual qurilmalarda samarali qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi. Kelgusida ushbu yo'nalishda tizimning shovqinga chidamliligini oshirish va katta tarmoqlar uchun optimallashtirish bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Maxim Integrated. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer: Datasheet [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/DS18B20.pdf> (murojaat sanasi: 04.05.2026).
2. Maxim Integrated. 1-Wire Technology Overview and Guidelines [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.maximintegrated.com/en/design/one-wire.html>
3. Hunter G. 1-Wire Protocol Explained [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://blog.mbedded.ninja/electronics/communication-protocols/1-wire-protocol/> (murojaat sanasi: 04.05.2026).
4. EDN Network. DS18B20 Explained [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.edn.com/ds18b20/> (murojaat sanasi: 04.05.2026).
5. DigiKey. DS18B20 Technical Datasheet [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.digikey.com/en/htmldatasheets/production/1668/0/0/1/ds18b20z-t-r.html> (murojaat sanasi: 04.05.2026).
6. Maxim Integrated. 1-Wire Bus System Technical Overview [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.maximintegrated.com/en/products/ibutton-one-wire.html>
7. Maxim Integrated. Guidelines for Reliable Long Line 1-Wire Networks [Elektron resurs]. – Kirish rejimi:

<https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/tutorials/1/148.html>

8. Maxim Integrated. 1-Wire Device Interface Design Guide [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/187>

9. Arduino. OneWire Library Documentation [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/onewire/>

10. Texas Instruments. Microcontroller Communication Protocols Overview [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.ti.com/microcontrollers>

11. University of New Brunswick. Getting Started With 1-Wire Bus Devices: Technical Report TR15-235 [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.cs.unb.ca/tech-reports/documents/TR15-235.pdf> (murojaat sanasi: 04.05.2026).

12. ResearchGate. Exploring One-Wire Temperature Sensor DS18B20 with Microcontrollers [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: <https://www.researchgate.net/publication/330854061>