

MONITORING TIZIMLARI SIMSIZ SENSOR TARMOQLARIDA TUGUNLARARO MA'LUMOTLARNI MARSHRUTLASH USULLARI TAHLILI

I.Jumabekov, D.Hasanov

Annotatsiya. Simsiz sensorlar tarmog'i (WSN) bugungi kunda olib borilayotgan tadqiqotlarda asosiy texnologiya hisoblanib, turli monitoring tizimlarida, xususan sog'liqni saqlash monitoringi, atrof muhit monitoring, qishloq xo'jaligi monitoring, energo tizimlar monitoring, aqilli uy ilovalari va boshqalarda yangi tadqiqot yo'nalishlarini ochib berdi. Simsiz sensor tarmoqlari bir qancha tugunlardan tashkil topgan bo'lib, ayni vaqtda asosiy masala tugunlar aro ma'lumotlarni ishonchli yetkazib berish sanaladi. Ayniqsa monitoring tizimlarida simsiz sensor tarmoqlarda keng foydalanilib, ma'lumotlarni real vaqtda ishonchli va samarali yetkazib berish muhim masalalardan biri sanaladi. Ushbu maqolada aynan monitoring tizimlari simsiz sensor tarmoqlarini tashkil etishda qo'llaniladigan marshrutlash protokollari va ularning turli tarmoq topologiyalariga ta'siri tahlil qilingan.

I. Kirish

Simsiz sensor tarmoqlari (SST) bu radiokanal orqali birlashtirilgan ko'plab avtonom sensorlar (sensor tugunlari) dan tashkil topgan o'z-o'zini tashkillashtiradigan, tarqatiladigan, kengaytiriladigan tarmoqlardir. Tugunlar elektr ta'minoti nuqtai nazaridan avtonomdir, texnik xodimlar tarmoqning ishlashini ta'minlashi shart emas va vaqt o'tishi bilan tarmoq qayta tiklanishi mumkin.

Hozirgi vaqtda global axborotlashtirish va axborot jamiyatining shakllanishi bosqichida yagona axborot muhiti faol rivojlanmoqda. Internet buyumlari (Internet of Things) ushbu rivojlanishning asosiy kontseptsiyasidir, unga ko'ra deyarli barcha uy jihozlari Internetga ulash rejalashtirilgan. Shu bilan birga, Xalqaro elektraloqa ittifoqi (XEI) tomonidan ishlab chiqarilgan Y.2069-sonli tavsifiga binoan, "aloqa tarmoqlariga identifikatsiyalanishi va integratsiyalanishi mumkin bo'lgan jismoniy yoki axborot dunyosi ob'ektlari" bo'lgan qurilmalarni buyumlar deb nomlash mumkin. Bugungi kunga kelib, Internetga ulangan buyumlarning umumiy sonidan ba'zilar SST tugunlari hisoblanad. Buning sababi shundaki, SST turli xil jarayonlarga qo'shilish uchun keng imkoniyatlar yaratadigan, Internet buyumlarini rivojlantirish yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

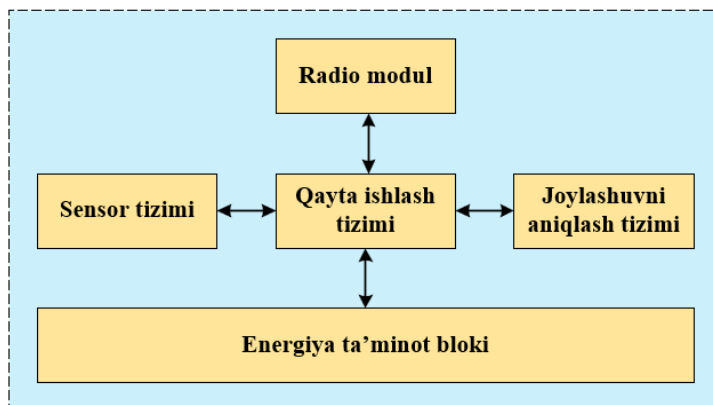
SST ni qo'llash sohalari har xil: sanoat va ishlab chiqarish monitoringi, texnologik boshqaruv tarmoqlari, sog'liqni saqlash, harbiy texnologiyalar, atrof-muhit monitoringi, aqlli uy tizimlari, logistika va navigatsiya va boshqalar. SST turli xil muammolarni hal qilish uchun turli darajadagi jismoniy parametrlarni yoki ob'ektlarni

monitoring va nazorat qilishga imkon beradi.

SST odatda sezgir, simsiz aloqa va hisoblash imkoniyatlariga ega, arzon, kam quvvatli va ko'p funktsiyali simsiz sensorli tugunlardan iborat. SSTda aloqa simsiz vosita orqali qisqa masofada amalga oshiriladi va umumiy vazifani bajarish uchun o'zaro axborot almashinadi. U atrof-muhit monitoringi, harbiy kuzatuv va sanoat jarayonlarini nazorat qilishda keng qo'llaniladi. Har bir alohida sensor tugunining imkoniyati cheklangan, butun tarmoqning umumiy quvvati kerakli vazifani bajarish uchun yetarli hisoblanadi. Sensor tugunlari batareyadan quvvatlanadi va nisbatan uzoq vaqt davomida ishtirok etmasdan ishlashi talab etiladi. Ba'zan, sensor tugunlari uchun batareyalarni o'zgartirish yoki to'ldirish juda qiyin yoki imkonsiz hisoblanadi. An'anaviy marshrutlash protokollari SST-larga qo'llanilganda, bunday tarmoqlarning energiya cheklanganligi sababli turli xil kamchiliklar yuzaga keladi. Bundan tashqari, ushbu kamchiliklar tarmoqdagi tugunlar soni ko'payganida ortib boradi.

II. Tadqiqotning dolzarbligi.

Sensor tarmoqlari - bu o'z-o'zini tartibga soluvchi akkumulyator, ishlov berish va aloqa tarmoqlaridan foydalangan holda, fizik muhitni kuzatish uchun yangi va istiqbolli vositadir (1-rasm). Sensor tarmoqlarida energiya muhim manba sifatida qaraladi. Shu sababli marshrutlash protokollari asosan energiya samaradorligi talablarini o'z ichiga oladi.

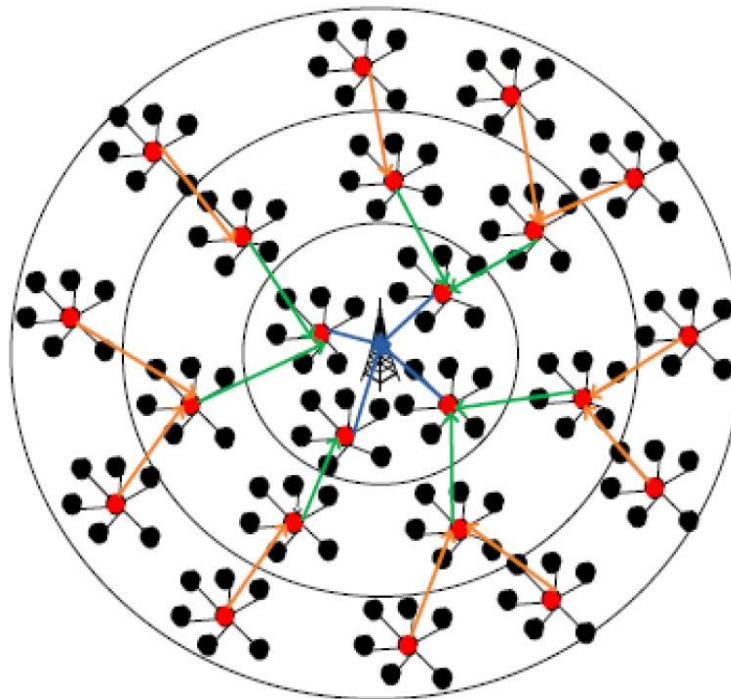


1-rasm. SST arxitekturasi

Simsiz sensor tarmoq tugunlardan bir-biri bilan bevosita yoki boshqa tugunlar orqali bilvosita aloqa qilish orqali hosil bo'ladi. Tarmoq ichidagi bitta tugun yoki ko'plab tugunlar to'g'ridan-to'g'ri yoki mavjud simli tarmoqlardan foydalangan holda foydalanuvchilar bilan bog'lanish qobiliyatiga ega bo'lgan shlyuz sifatida ishlaydi. Monitoring tizimlari SST-larining asosiy komponenti - bu tovush, tebranish, namlik, bosim, harakat, ifloslantiruvchi moddalarning intensivligi, harorat va boshqalar kabi haqiqiy jismoniy sharoitlarni alohida joylarda kuzatish uchun mas'ul bo'lgan muhim qism bo'lgan sensor. Kichkina sensorli tugun ma'lumotlarni protsessorida sezishni o'z ichiga oladi.

Simsiz sensor tarmoqlarida marshrutizatsiya juda ahamiyatli, chunki bunday tarmoqlarni ishlatish uchun ishlab chiqilgan, ko'plab ilovalar uzal ichidagi

kommunikatsiya jarayoniga va ma'lumotlarni uzatishdagi alohidagi tugunlardan ma'lumotlarni yig'ishning markaziy nuqtasigacha bo'lgan jarayonlarga bog'liq. SST-larda arshrutlash protokollarining qanchalik ahamiyatga ega ekanligini quyida keltirilgan tarmoq namunalardan biri misolida ko'rishimiz mumkin (2-rasm).



2-rasm. Simsiz sensor tarmoqning namunaviy arxitekturasi

Marshrutizatsiya sensor tugunlar orasida marshrutlarni tanlashni boshqarishga javob beradi va paketlarning uzatilishi uchun eng samaradorli marshrutni aniqlash imkonin beradi.

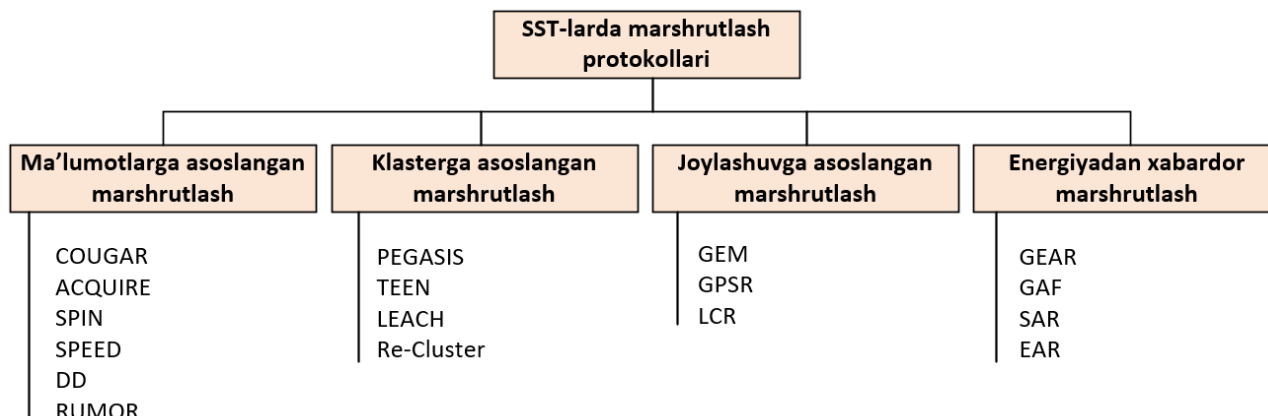
Simsiz sensor tarmoqlarda marshrutizatsiya IP tarmoqlari marshrutizatsiyasidan farq qiladi, farqi shunda aylanish sxemasi ilovani boshqaradigan ma'lumotlar uchun ahamiyatli emas. Ko'plab ilovalarda ma'lumotlar ko'plab tugunlardan yig'iladi va markaziy tugunga uzatiladi. Shu bilan birga SST hisoblash quvvati, xotira hajmi, energiya singari resurslar cheklangan. Shu sababli SST-larni monitoring tizimlarida qo'llashda ular qo'llash mumkin bo'lgan eng samarali marshrutlash protokolini tanlash muhim ahamiyat kasb etadi.

III. Marshrutlash protokollarining qiyosiy tahlili.

SST marshrutlash protokollarini joylashuvga asoslangan protokol, ma'lumotlarga asoslangan protokol, ierarxik protokol, mobillik asosidagi protokol, ko'p yo'nalishli protokol, QoS asosidagi protokol va operatsion asoslangan marshrutlash kabi protokollarga bo'lish mumkin.

Simsiz sensorli tarmoqlarda ko'plab marshrutlash protokollari mavjud. Ularning aksariyati haqiqatda real tarmoqlarda qo'llanilgan [6]. Haqiqiy tahlillar marshrutlash protokolini to'rtta asosiy toifaga bo'lish mumkinligini ko'rsatadi: ma'lumotlarga

asoslangan marshrutlash protokollari, klasterga asoslangan marshrutlash protokollari, joylashuvga asoslangan marshrutlash protokollari va energiyadan xabardor marshrutlash protokollari [7] [8] (2-rasm).



2-rasm. SST tarmoqda marshrutlash protokollarining klassifikatsiyasi

Ma'lumotlarga asoslangan marshrutlash protokollari: u ma'lumotlarga asoslangan, so'rovlarga asoslangan va protokol monitoring sohasidagi idrok etilgan ma'lumotlarga qaratilgan. Odatda bunday protokollarga DD protokoli, SPIN protokoli, Rumor-routing, TTDD va boshqa shu kabi protokollar misol bo'la oladi. Bunday protokollarda ma'lumot uzatishda oldin oxirgi tugun boshqa tugunlarga so'rov yuboradi, natijada so'rovni qabul qilgan tugunlar ma'lumot uzatishni boshlaydi.

Klasterga asoslangan marshrutlash protokollari: Muayyan mexanizmlar bilan tugunlar bir nechta klasterlarga bo'linadi va har bir klasterda klaster boshi va bir nechta klaster a'zolari mavjud. Klasterlar bir-biriga teng. Klaster boshi yig'ilgan ma'lumotlarni masofaviy qayta uzatish tuguniga uzatish uchun mo'ljallangan. Kamchilik - bu tugunning assimetrik energiya iste'moli hisoblanadi. Ushbu protokollarga LEACH, TEEN, PEGASIS va boshqalar misol bo'la oladi.

Joylashuvga asoslangan marshrutlash protokollari: Aksariyat protokollar burchak va masofaga qarab tugunlarni joylashtiradilar. Har bir tugun marshrutlash jadvallari va tarmoq topologiyasini emas, balki qo'shni tugunlar va qabul qiluvchi tugunlarning geografik ma'lumotlarini saqlaydi. Protokollar ma'lumotlarni marshrutlash va yo'naltirishni joylashuvi bo'yicha tugatadi. Joylashtirish texnologiyasining rivojlanishi protokollarning ishlash jarayoniga yordam beradi. Bunday protokollarga GEM, GPSR, LCR va boshqa protokollar kiradi.

Energiyadan xabardor marshrutlash protokollari: Bir qator o'rganuvchilar WSNda energiya iste'moli nisbatiga katta e'tibor berishdi. Minimal energiya iste'moli printsipligiga asoslanib, protokol tugunlarning, odatda, GEAR, EAR va boshqalarning qoldiq energiya ehtimolini o'lgandandan so'ng minimal energiya yo'nalishini tanlaydi.

Quyidagi jadvallarda yuqoridagi marshrutlash protokollaridan monitoring tizimlarida keng qo'llanilayotganlarining qiyosiy tahlillari keltirib o'tilgan.

Protokol	Xususiyati	Energiya-balansi	Uzatish ishonchliligi	Masshtabliligi	Energiya tejamkorligi
Flooding	Ma'lumotlar oqimini hosil qilish	Yaxshi	Yaxshi	Past	Past
Gossiping	Tasodifiy uzatish	O'rtacha	O'rtacha	Past	O'rtacha
TEEN	Ierarxik	O'rtacha	O'rtacha	Yaxshi	Yaxshi
SPIN	Kelishuv asosida	Past	O'rtacha	O'rtacha	Yaxshi
DD	So'rovga asoslangan	Past	O'rtacha	O'rtacha	O'rtacha
LEACH	Klasterga asoslangan	Past	O'rtacha	O'rtacha	O'rtacha

1-jadval. Klassik marshrutlash protokollari tahlili

Keyingi jadvalda monitoring tizimlarida qo'llaniladigan klassik marshrutlash protokollarining qo'llanilish sohasi keltirib o'tilgan.

Protokol	Qo'llanilish sohasi
Flooding	Kam kengayish, ishonchli uzatish, ko'proq tugunlar, ma'lumotlarning tezkor tarqalishi
Gossiping	Kam miqyoslilik, yuqori kechikish
TEEN	U atrof-muhitni real vaqtda aniqlay oladi va davriy yig'ish tizimiga mos kelmaydi
SPIN	O'rtacha miqyoslilik, ko'proq tugunlar, markaziy tugunni o'z ichiga olgan topologiyaga mos kelmaydi
DD	Kamroq tugunlar, katta saqlash hajmi, doimiy so'rov
LEACH	Klasterda joylashgan kichik sensorli tarmoqlarda qo'llaniladi

2-jadval. klassik marshrutlash protokollarining qo'llanilish sohasi

SST marshrutlash protokollarini marshrutlash yo'llarining o'rnatilishiga ko'ra, tarmoq tuzilishiga ko'ra, protokol ishlashiga va aloqa tashabbuskoriga ko'ra to'rtta usulda tasniflash mumkin.

Marshrutlash yo'llari uchta usuldan birida o'rnatilishi mumkin, ya'ni proaktiv, reaktiv yoki gibrid. Proaktiv protokollar barcha marshrutlarni zarur bo'lgunga qadar hisoblab chiqadi va keyin bu marshrutlarni har bir tugundagi marshrutlash jadvalida

saqlaydi. Marshrut o'zgaranda, o'zgarish tarmoq bo'ylab tarqalishi kerak. SST minglab tugunlardan iborat bo'lishi mumkinligi sababli, har bir tugunni saqlashi kerak bo'lgan marshrutlash jadvali juda katta bo'lishi mumkin va shuning uchun proaktiv protokollar SST-larga mos kelmaydi. Reaktiv protokollar marshrutlarni faqat kerak bo'lganda hisoblaydi. Gibrud protokollar ushbu ikki usulning kombinatsiyasidan foydalanadi.

Umumman olganda marshrutlash protokollarining bunday xususiyatlaridan kelib chiqib SST-larni monitoring tizimlarda qo'llash imkoniyatlari mavjudligini aniqlash mumkin. Monitoring tizimlarida SST-larni qo'llashda eng avvalo tarmoq topologiyasi, qamrov hududi hamda uzatiladigan ma'lumot turini aniqlash talab etiladi. So'ngra yuqoridagi keltirilgan dastlabki talablar aniqlangandan so'ng maqolada keltirilgan tahlillar asosida samarali marshrutlash protokolini tanlash maqsadga muvofiq sanaladi.

IV. Xulosa

SST-larda marshrutlash protokollari hali ham dolzarb tadqiqot sohasi bo'lib qolmoqda, chunki sensor tugunlari vaqt o'tishi bilan yangidan yangi ilovalarda qo'llanilib kelinmoqda. Keng tarqalgan va mavjud hisoblash sohasidagi o'sish Nano-texnologiya sohasidagi yutuqlar bilan birgalikda tadqiqotchilar hamjamiyatini yengib o'tishlari kerak bo'lgan yangi marshrutlash muammolarini keltirib chiqardi. Ushbu maqolada biz marshrutlash protokollarini joylashtirish sohasidagi sensor tugunlarining bir xilligi va heterojenligi asosida tasnifladik. Bu tadqiqotchilarga ushbu algoritmlarni qo'llash sohalarda qo'shimcha o'rganish imkoniyatini beradi. Shuningdek, maqolada tadqiqotning muhim yo'nalishi bo'lgan ma'lumotlarni yig'ish, so'rovlarni qo'llab-quvvatlash va tarmoqning kengaytirilishiga e'tibor qaratgan holda turli marshrutlash protokollarining umumiy ko'rinishini taqdim etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Cao, N., Wu, M., Wang, Y., Wang, X., Cao, G. and Wang, G. (2017) The Compari-sons of Different Hierarchical Routing Protocols in Wireless Sensor Networks. 2017 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC), Guangzhou, 21-24 July 2017, 310-315. <https://doi.org/10.1109/CSE-EUC.2017.243>

2. Gu, Y., Ma, L., Guo, J. and Jing, D. (2014) Improved Directed Diffusion Protocol Based on Visible Forwarding Path and Promoted Evaluation Criterion. 2014 Second International Conference on Advanced Cloud and Big Data, Huangshan, 20-22 November 2014, 174-179. <https://doi.org/10.1109/CBD.2014.29>

3. Zheng, M.C. and Zhao, X.C. (2013) Research on Directed Diffusion Routing Proto-col in Wireless Sensor Networks. 2013 10th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP),

Chengdu, 17-19 December 2013, 53-57.
<https://doi.org/10.1109/ICCWAMTIP.2013.6716599>

4. Raj, D.A.A. and Sumathi, P. (2016) Analysis and Comparison of EEEMR Protocol with the Flat Routing Protocols of Wireless Sensor Networks. 2016 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), Coimbatore, 7-9 January 2016, 1-5.

5. Cao, N., et al. (2017) The Comparisons of Different Location-Based Routing Proto-cols in Wireless Sensor Networks. 2017 IEEE International Conference on Compu-tational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Em-bedded and Ubiquitous Computing (EUC), Guangzhou, 21-24 July 2017, 324-327.
<https://doi.org/10.1109/CSE-EUC.2017.246>

6. Chanal, P.M., Kakkasageri, M.S., Shirbur, A.A. and Kori, G.S. (2017) Energy Aware Multipath Routing Scheme for Wireless Sensor Networks. 2017 IEEE 7th Interna-tional Advance Computing Conference (IACC), Hyderabad, 5-7 January 2017, 313-317.