



## SIMSIZ SENSOR TARMOQDA BOG'LANGANLIK MODELI

с

*UrDU huzuridagi Urganch tumani ko'p tarmoqli texnikumida Maxsus fan o'qituvchisi*

**Annotatsiya:** *Ushbu maqola "Simsiz sensor tarmoqda bog'langanlik modelining nazariy-amaliy asoslari ochib berish" ga bag'ishlangan. Barcha aloqa tarmoqlarida bo'lgani kabi simsiz sensor tarmoqda ham tarmoqning ish sifatini ta'minlash masalasi muhim o'rin tutadi. Tarmoq sifatining asosiy ko'rsatkichlaridan biri bog'langanlik hisoblanadi. Simsiz sensor tarmoqda bog'langanlik degani sensor tugunining boshqa tugunlarga nisbatan bog'lana olish imkoniyatining ehtimoligi tushuniladi. Ikki tugun o'rtasidagi bog'langanlikning mavjudligi turli omillarga bog'liq, masalan, tugunlarning aloqa radiusi, antennalarning yo'nalishi, tarmoq tugunlarining joylashuv holati bilan tavsiflanadi. Simsiz sensor tarmoqda tugunlarning bog'langanlik darajasi ma'lumotlarni yetkazib berishga, yoqotishlarni oldini olishga xizmat qiladi.*

**Kalit so'zlar:** *Sensorli tarmoq, bog'langanlik, simsiz texnologiyalar, bluetooth, foydalanuvchi, ko'rsatkich, xavfsizlik, parametr, geografik koordinatlar.*

Bog'langanlik bu sensorli tarmoqning (ST) eng muhim ishlash ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Ushbu uchinchi bo'limda bog'langanlik xarakteristikalari ko'rib chiqilgan, bog'langanlikni baholash va ta'minlash usullari taklif etilgan, sensorli tarmoq uchun uning qo'llanilishi tahlili keltirilgan. Bog'langanlikni baholash uchun model sifatida Erdesh-Reni modelidan foydalanilgan, imitatsion modellashtirish natijalarini tahlil qilish o'tkazilgan. Tarmoqqa qo'shimcha tugunlarni qo'shish uchun pozitsiyalarni tanlashni ta'minlaydigan algoritm ishlab chiqilgan. Sensorli tarmoqning qo'llanilishi sohasi uzluksiz kengaymoqda. Bugungi kunda bu texnologiyalar maishiy hayotda, transportda, logistikada, TJKH sohasida, xavfsizlikda, harbiy ishda, tibbiyotda va ko'plab boshqa sohalarda qo'llanilmoqda. Ular yordamida, shuningdek ularning boshqa tarmoqlar bilan o'zaro ta'sirlashishida monitoring va boshqarish masalalari yechiladi. Simsiz texnologiyalar va o'z-o'zidan tashkil bo'lish funksiyalaridan foydalanish ko'plab hollarda an'anaviy texnologiyalar yordamida mumkin bo'lmaydigan, samarasiz bo'ladigan yoki ular uchun sezilarli vaqt sarflari talab qilinadigan ma'lumotlarni yetkazish masalalari kabi eng tezkor va samarali yechimlarni topishga imkon beradi. Sensorli tarmoqning evolyusiyalanishi davomi sifatida barcha joyga kirib boruvchi sensorli tarmoqlar va internet-ashyolar (IoT) konsepsiyalarining rivojlanishini ko'rish mumkin. Bu texnologiyalar ilovalarining xilma-xiligi ularning asosiy ishlash ko'rsatkichlari va baholash usullarini aniqlashni talab qiladi. Sensorli tarmoqning turli maqsadli qo'llanishlari ma'lum ko'rsatkichlarga turli talablarni qo'yadi, ularni ta'minlash uchun ularning tarmoq va uning elementlari texnik parametrlari bilan aloqasini o'rnatadigan usullar va modellarga ega bo'lish zarur bo'ladi. Bu ko'rsatkichni tanlash shu bilan asoslanadiki, aynan bog'langanlik



ma'lumotlarni yetkazish xizmatlarini ko'rsatilishi, ya'ni xizmatlarning mumkinligi imkoniyatining o'zini xarakterlaydi.

Sensorli tarmoq bajaradigan asosiy funktsiya ma'lumotlarni yetkazish hisoblanadi. Foydalanuvchi oladigan yakuniy xizmatga bog'liq ravishda bu telemetriya ma'lumotlari yoki oqimli xizmatlar ma'lumotlarini uzatish (MU) bo'lishi mumkin. Telemetriya xizmatlari atrof-muhit, texnologik jarayonlar parametrlari, geografik koordinatlar, elektr energiyasi va issiqlik sarfi o'lgachiklarining ko'rsatkichlari, inson yoki hayvon organizmi holati va boshqalarni nazorat qilish kabi ilovalarning keng spektrini qamrab oladi. Oqimli ma'lumotlarni uzatish xizmatlariga ovoz va videoni uzatish kiradi, ular ham talab qilinadigan o'tkazish polosasini ta'minaydigan radiokanallarni tashkil etish mos texnologiyasi tanlanganida simsiz sensorli tarmoq asosida amalga oshirilishi mumkin. Maqsadli vazifa va amalga oshiriladigan xizmatga bog'liq ravishda tarmoqqa talablar sezilarli farqlanishi mumkin. Vaqt-ehtimollik ko'rsatkichlari nuqtai nazaridan tarmoqlar kechikishlarga yo'l qo'yadigan tarmoqlar va yo'qotishlarga yo'l qo'yadigan tarmoqlarga bo'linadi.

Qandaydir ko'rsatkich qiymatiga tarmoqning yo'l qo'yishi aniq bir maqsadli vazifa uchun uning birinchi darajali ahamiyati haqida bildiradi. Sensorli tarmoqning ishlash sifati asosiy ko'rsatkichlarini boshqa aloqa tarmoqlarining ko'rsatkichlari kabi shartli ravishda uchta asosiy guruhlariga – mumkinlik, ishonchlilik va vaqt bo'yicha ko'rsatkichlarga bo'lishi mumkin. Vaqt bo'yicha ko'rsatkichlarga ma'lumotlarni yetkazish vaqti, vaqtning va yetkazishning variatsiyasi (djitter), o'tkazish polosasini kiritish kerak bo'ladi. Ishonchlilik ko'rsatkichlariga ma'lumotlarni yo'qotilishi ehtimolligi (yo'qotishlar koeffitsienti), yetkaziladigan ma'lumotlardagi xatoliklar ehtimolligi kiradi. Mumkinlik ko'rsatkichlarga Sensorli tarmoqda sezilarli darajada tarmoq tugunlarining o'zaro joylashishi orqali aniqlanadigan va bog'langanlik orqali xarakterlanadigan ma'lumotlarini uzatish (MU) xizmatlarining mumkinligi 71 ehtimolligini (bog'langanlik ehtimolligini) kiritish kerak bo'ladi. Shuningdek bu guruhga ko'plab hollarda qayta tiklanmaydigan energiya manbalaridan foydalanish tufayli cheklanadigan hayot vaqtini ham kiritish kerak bo'ladi. Maqsadli vazifaga bog'liq ravishda yuqorida aytilgan tarmoq sifati ko'rsatkichlaridan biri ustun bo'lib qoladi. Masalan, yong'in xavfsizligini monitoring qilish uchun bunday ishlash sifati ko'rsatkichi xabarni yetkazish vaqti juda muhim hisoblanadi, elektr energiyasi (issiq, sovuq suv) sarflari o'lgachiklari ko'rsatishlari haqidagi ma'lumotlarini uzatish uchun esa xabarni yetkazish vaqti juda kam darajada muhim hisoblanadi. Agar tarmoq qandaydir hududni monitoring qilish uchun ishlatilsa, u holda birinchi navbatdagi ahamiyatga qamrab olish ko'rsatkichi ega bo'ladi. Deyarli barcha ilovalar uchun bog'langanlik ko'rsatkichi sezilarli rol ni o'ynaydi. Sensorli tarmoqning bog'langanligi deganda tarmoq elementlari orasida, masalan, shlyuz va tarmoqning istalgan tuguni orasidagi bog'lanishni o'rnatilishi imkoniyatidan iborat tarmoqning xususiyati ko'zda tutiladi. Sensorli tarmoqlarda ko'pincha bir jinsli bo'lmagan bog'langanlik uchraydi, ya'ni sensorli tugun uni shlyuz bilan bog'laydigan bir necha bog'liq bo'lmagan yo'llarga ega bo'lishi mumkin. Tarmoqning bog'langanligi ko'p jihatdan tarmoqning yashovanligini aniqlaydigan muhim parametr hisoblanadi. Bog'langanlik yo'qotilganda tarmoqning tugunlari o'z funksiyalarini bajarishdan to'xtaydi. Ko'p



sonli tugunlar real tarmoqning bog‘langanlik parametrlarini hisoblash yetarlicha murakkab. Bog‘langanlikni baholash uchun u yoki bu modellar ishlatiladi. Binobarin, tarmoqni qurish variantlari turlicha bo‘lishi mumkin, u holda bog‘langanlikni uning ehtimolligi orqali xarakterlash maqsadga muvofiq. Bog‘langanlik ehtimolligi tarmoqning istalgan tuguni tarmoqning istalgan boshqa tuguni bilan bog‘lanish mumkin bo‘lganida birga teng bo‘ladi. Tarmoqning tuzilmasini berish tasavvur qilish uchun ko‘pincha graflar modeli qo‘llaniladi, unda tarmoq tugunlari balandliklar, aloqa liniyalari (kanallari) esa qirralar orqali beriladi. Sensorli tarmoq modelida balandliklar orasida qirralarning bo‘lishi tugunlarning joylashishi va ularning radioaloqasi zonalari xarakteristikalarini 72 orqali aniqlanadi. Sensorli tarmoqni modellashtirishda radioaloqa zonasi modeli sifatida tugunning joylashishi nuqtasida markazli  $R$  radiusli aylana ishlatiladi.

Tarmoq tugunlari tasodifiy joylashganida balandliklar juftliklari orasidagi aloqaning bo‘lishi ham tasodifiy bo‘ladi va  $R$  radiusli aylanaga balandlikni tushishi ehtimolligi orqali tavsiflanishi mumkin. Sensorli tarmoq tugunlari orasidagi aloqaning bo‘lishi tasodifiy xarakteri uning modeli sifatida tasodifiy grafni tanlash imkoniyatini ko‘zda tutishga imkon beradi. tasodifiy graflarni tasiflashning turli modellari mavjud. XX asr 5-yillarining oxirlari va 60-yillarining boshlarida P. Erdesh va A. Reni quyidagi tarzda tavsiflanadigan tasodifiy grafning modelini takli etishdi.  $Vn = \{ 1, \dots, n \}$  to‘plam berilgan bo‘lsin, uning elementlari balandliklar deyilsin. Bu to‘plamda tasodifiy qirralarli tasodifiy graf quriladi. Grafidagi potensial qirralar  $Cn^2$  donadan katta bo‘lmaydi. Istalgan ikkita  $i$  va  $j$  balandliklar qolgan  $Cn^2 - 1$  balandliklar juftliklariga bog‘liq bo‘lmaydigan qirra orqali qandaydir  $p \in \{0; 1\}$  ehtimollik bilan bog‘lanadi. Boshqacha aytganda, qirralar Bernulli standart sxemasiga muvofiq paydo bo‘ladi, bunda  $Cn^2$  sinovlar va  $r$  - «muvaffaqiyat ehtimolligi» bo‘ladi. Bunday sxemani ishlashi natijasida vujudga keladigan tasodifiy qirralar to‘plamini  $Ye$  orqali belgilaymiz.  $G = (Vn, E)$  deb olamiz. Bu Erdesh-Reni modelidagi tasodifiy graf hisoblanadi. Bu model uchun bir necha teoremlar mavjud. Ulardan biri grafning bog‘langanligi baholash usulini tavsiflaydi [30-33]. Teorema.  $G(n, p)$  modelni ko‘rib chiqamiz.  $r = c \ln(n)$   $n$  bo‘lsin. Agar  $s > 1$  bo‘lsa, u holda deyarli har doim tasodifiy graf bog‘langanlikli bo‘ladi. Agar  $s < 1$  bo‘lsa, u holda deyarli har doim tasodifiy graf bog‘langan hisoblanmaydi. Bizning hol uchun teoremaning asosiy ma‘nosi shundan iboratki,  $s = 1$  bo‘lganda grafning  $P_{bog'}$  bog‘langanlik ehtimolligi qandaydir bo‘lag‘aviy qiymatga teng bo‘ladi.  $s > 1$  bo‘lganda grafning bog‘langanlik ehtimolligi bu qiymatdan kichik bo‘ladi,  $s < 1$  bo‘lganda esa undan katta bo‘ladi.

Sensor tarmoqni qurish masalasi nuqtai nazaridan  $s$  qiymat bo‘yicha bog‘langanlik masalasi qanday darajada yechilganligini haqida hukm chiqarish mumkin. 73 Bu modelda qirralarning uzunligi bilan shartlanadigan hech qanday cheklashlar yo‘q, shu bilan bir vaqtda sensorli tarmoq da qirralarning bo‘lishi mumkin maksimal uzunligi  $R$  qiymat orqali cheklangan. Masalan, ZigBee (IEEE 802.15.4) va Bluetooth (IEEE 802.15.1) kabi eng keng tarqalgan sensorli tarmoqlarni qurish texnologiyalari uchun tugunlarning ishlash radiuslari 10 dan 100 metrlarga yetadi, Wi-Fi (IEEE 802.11 b) texnologiyasi uchun esa 20 dan 300 metrlarga yetadi. Sensorli tarmoq modelida qirralarning uzunligiga cheklashlar bilan bir qatorda tarmoq



tugunlarining joylashishi sohasiga cheklashlar ham o'z o'rniga ega bo'ladi. Ko'rib chiqilayotgan tarmoqning bog'langanligini o'rganish va teoremaning qo'llanishini tekshirish uchun imitatsion model ishlab chiqilgan. U cheklangan 3D sohada tasodifiy koordinatli berilgan tugunlar sonini generatsiyalaydi, keyin esa Floyd algoritmi yordamida barcha tugunlar juftliklari orasidagi eng qisqa yo'llar topiladi. Keyin model bo'lishi mumkin yo'llarni umumiy sonidan topilgan yo'llar ulushi baholaydi. Olingan nisbat bog'langanlik ehtimolligini baholash hisoblanadi. Ko'rib chiqilayotgan tugunlarni joylashtirish sohasi kub ( $K = 250 \times 250 \times 250 \text{ m}^3$ ) hisoblanadi. Simsiz sensor tarmoqlarda marshrutlashtirish bu tarmoqlarni mobil Ad Hoc tarmoqlari yoki sotali aloqa tarmoqlari kabi boshqa simsiz tarmoqlardan ajratib turadigan SSTlarga xos bo'lgan o'ziga xos xususiyatlari tufayli juda murakkab hisoblanadi: - IP-protokollar asosidagi an'anaviy manzillashtirish sensor tugunlarining nisbatan ko'pligi sababli SSTlarga qo'llash mumkin emas. SSTlarda ba'zida ma'lumotlar jo'natilgan tugunlarning identifikatorlarini bilishdan ko'ra, ularni qabul qilish muhim hisoblanadi. - Simsiz sensor tarmoqlaridagi sensor tugunlarining resurslari ma'lumotlarga ishlov berish imkoniyatlari, o'tkazish qobiliyati, xotira hajmi, hisoblash imkoniyatlari jihatidan cheklangan, shuning uchun resurslarni oqilona boshqarish talab etiladi. Tugunlar tasodifiy tarzda joylashgan, ya'ni Puasson maydonini hosil qiladi 74 deb olamiz. Eksperimentning borishida kubdagi tugunlar soni 20 dan 100 gacha o'zgaradi. ZigBee va Bluetooth standartlarining xarakteristiklarini e'tiborga olish bilan aloqa radiusi 50 dan 100 metrgacha tanlangan.

Yuqorida ko'rsatilgandek, bog'langanlik Simsiz sensor tarmoqning asosiy tarkibiy xususiyatlaridan biri bo'lib, xizmatni amalga oshirish potentsialini tavsiflaydi. Biroq potentsial har doim ham xizmatni amalga oshirishning haqiqiy imkoniyatiga mos kelmaydi, bu ko'p jihatdan o'tkazuvchanlik qobiliyati, kechikish, paketni yo'qotish ehtimoli kabi sifat ko'rsatkichlariga bog'liq. Shu munosabat bilan Simsiz sensor tarmoqning real imkoniyatlarini aks ettiruvchi keng qamrovli ko'rsatkichga ehtiyoj bor.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2018 yil 5-iyundagi 3775-sonli "Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli islohotlarda faol ishtirokini ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" qarori. 2018 yil 5 iyun.
2. Кучерявый, А.Е. Самоорганизующиеся сети / А.Е. Кучерявый, А.В. Прокопьев, Е.А. Кучерявый. – СПб : Любавич, 2011. – 312 с
3. Мутханна А.С Модели трафика для приложений передачи изображений во всепроникающих сенсорных сетях / Мутханна А.С. Прокопьев А.В. // Электросвязь. - 2013. - № 1. - С. 28-31. - Биб-лиогр.: с. 31 (17 назв.). 118
4. Abbasi A.A., Younis M. A survey on clustering algorithms for wireless sensor networks // Computer Communications. - 2007. - №30. - Pp.