

SIMSIZ SENSORLI TARMOQLARNING ISHONCHLILIGINI TAHLIL QILISH

Turdimuratov Dauletiyar Baxadirovich

Izoh: *ushbu maqolada sensorlar ishlamay qolganda almashtiriladigan har xil turdagi sensorlar va ehtiyot qismlardan foydalangan holda Markov ishonchliligi modeli taqdim etilgan. Ushbu maqolaning asosiy g'oyasi sensorli tarmoq tizimi uchun ishonchli va nosozliklarga chidamli modelni yaratish uchun ishonchlik masalalarini ko'rib chiqish va tahlil qilishdir. Biz modelni ishonchlik va MTTF (o'rtacha muvaffaqiyatsizlik vaqti) nuqtai nazaridan tahlil qildik. Bizning tadqiqot ishimiz nosoz sensorni mavjud ehtiyot qismlarga almashtirish orqali zaxira tarmog'iga muqobillikni ta'minlash mexanizmiga qaratilgan.*

Kalit so'zlar: *ishonchlik, yutilish holati, simsiz sensorlar tarmog'i, MTTF, nosozliklarga chidamlilik, Markov modeli.*

KIRISH

Simsiz sensor tarmoqlari (WSN) jadal akademik va sanoat tadqiqotlari mavzusidir. Tadqiqotlar asosan ushbu tarmoqlarning ishlash muddatini oshirish uchun energiya tejash sxemalariga qaratilgan [1][2]. Sensor ilovalaridagi hayajonli yangi to'lqin simsiz sensorli tarmoqlarni yaratish bo'lib, bu sensorlar va aktuatorlarni simlarning narxi va jismoniy cheklovlaridan qat'iy nazar joylashtirish imkonini beradi. Sensor tarmoqlari hech qanday simli aloqa havolalariga tayanmaydi; shuning uchun ular infratuzilmaga ega bo'lmagan joylarda joylashtirilishi mumkin, shuningdek, tibbiy yordam, kuzatuv, razvedka va ofat oqibatlarini bartaraf etish operatsiyalarida qo'llanilishi mumkin [5][6]. Hisoblash va simsiz aloqa imkoniyatlarining ortib borishi sensorning rolini oddiy axborotni tarqatishdan tortib, sensorni birlashtirish, tasniflash va h.k. kabi murakkabroq vazifalargacha kengaytirmoqda. Jismoniy kirish qiyin bo'lgan ba'zi ilovalarda ishlatiladigan yashirin simsiz sensorlar kabi o'rnatilgan tizimlar uchun chidamlilik va ishonchlik juda muhimdir. Simsiz sensor tarmog'i haqiqiy foyda keltirishi uchun u quyidagi joylashtirish talablarini qo'llab-quvvatlashi kerak: miqyoslilik, ishonchlik va chidamlilik, chaqqonlik, energiya samaradorligi va harakatchanlik. Bu xususiyatlar orasidagi murakkab munosabatlar muvozanatni ifodalaydi; agar ular to'g'ri boshqarilmasa, tarmoq uning foydaliligini yo'qotadigan qo'shimcha xarajatlardan aziyat chekishi mumkin. Tarmoq dastur talablarini qo'llab-quvvatlashini ta'minlash uchun ushbu xususiyatlarning har biri ishonchlikka qanday ta'sir qilishini tushunish muhimdir.

ISHONCHLILIK VA MUVOFIQLIKGA TOLERANLIK

Xatolarga chidamlilik - tizimning istalgan qismida nosozliklar yuz berganidan keyin ham tizimning normal ishlashini davom ettirish qobiliyati. Simsiz sensorli tarmoqning chidamliligiga uchta usulda erishish mumkin [3]: 1. takomillashtirilgan apparat va ortiqcha komponentlar orqali, 2. trafikni boshqarish orqali va 3. ortiqcha

tarmoq dizayni orqali. Simsiz datchiklar tarmog'i (WSN) ovoz, video va ma'lumotlarning konvergentsiyasini ta'minlaydigan ko'p servisli muhitga aylanmoqda. Har bir xizmat turi aloqaning samarali bo'lishi uchun qoniqtirilishi kerak bo'lgan ma'lum bir cheklovga ega. [4] da Sensor tarmog'ining nosozliklarga chidamlilik jihatlari bo'yicha qiziqarli tadqiqot Bernoulli modeliga ko'ra tugunlar faol yoki nofaol bo'lishini taxmin qiladi. Agar bir yoki bir nechta sensorlar ishlamay qolsa, ularning ishlashi boshqa turdagi boshqa sensorlar bilan almashtirilishi mumkin, shunda nosozlik yo'qoladi.

Ishonchlilik: Komponentning t vaqtgacha yashashi ehtimoli komponentning ishonchliligi $R(t)$ deyiladi. Komponentning ishlash muddatini ifodalovchi X tasodifiy miqdor bo'lsin, u holda $R(t)=P(X>t)=1-F(t)$; bu yerda $F(t)$ komponentning ishonchsizligi deyiladi.

Tizimning ishonchsizligi $F(t)=1-R(t)$ ga teng. Har qanday tizim uchun tizim dastlab $t=0$ da ishlaydi: $R(0)=1$, $F(0)=0$. Oxir-oqibat, tizim $t=T$, $R(T)=0$, $F(T)=1$ da ishlamay qoladi.

MTTF: Komponentning kutilgan umri yoki o'rtacha ishlamay qolish vaqti (MTTF) tomonidan berilgan

$$E[X] = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \int_0^{\infty} t R'(t) dt; \text{ gde } R'(t) = -f(t) \text{ va } R(t) = P(X > t).$$

$$E[X] = -tR(t)|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt$$

Endi, $R(t)$ $t \rightarrow \infty$ ga yaqinlashgandan ko'ra 0 ga tezroq yaqinlashgani uchun bizda $E[X] = \int_0^{\infty} R(t) dt$.

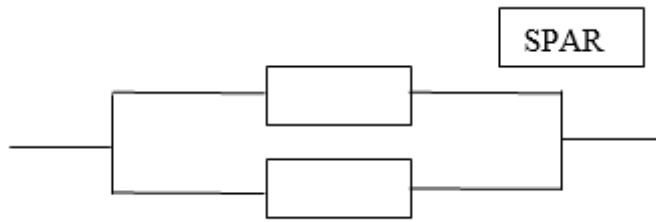
Muvaffaqiyatsizlik darajasi: ishlamay qolish darajasi $h(t)$ - t yoshga qadar saqlanib qolgan komponentning $(t, t+\Delta t)$ oraliqda ishdan chiqishining shartli ehtimolligi.

$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{R'(t)}{R(t)}$ agar komponentning xizmat qilish muddati eksponensial taqsimlangan bo'lsa, u holda $R(t) = e^{-\beta t}$ va $h(t) = \frac{\beta e^{-\beta t}}{e^{-\beta t}} = \beta$.

Ehtiyot qismlar noto'g'ri qismlarni almashtirishi mumkin. Bizning modellarimizda biz issiq yoki kutish rejimidagi ehtiyot qismlarni ko'rib chiqamiz, ya'ni ular zudlik bilan ishlamay qolgan sensorni almashtiradi (sensorning ishlamay qolishi va uning zaxira qismlari bilan almashtirilishi o'rtasida vaqt yo'q). Zaxira qismlar modulni almashtirganda, u modul bilan bir xil nosozlik darajasiga ega. Biz ikkita modelni o'rganamiz. 1. Biz zaxira shinadan foydalanmaydigan modeldan boshlaymiz. 2. Zaxira sensorni noto'g'ri sensor bilan almashtirish mumkin bo'lgan model. Biz har qanday turdagi o'rnini bosadigan ehtiyot qismlarni ishlab chiqarishni davom ettirmoqdamiz. Kattaroq tizim ishonchliligiga erishish uchun bir yechim - ehtiyot qismlar sifatini yaxshilash; yana biri - ehtiyot qismlar sonini ko'paytirish.

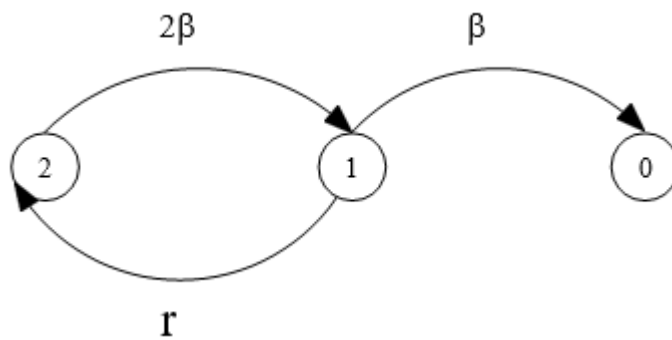
TAKLIF ETILGAN MODEL

1-rasmda ko'rsatilganidek, parallel ortiqcha bo'lgan tizimni va almashtirish tezligi r bo'lgan ikkita sensorni ko'rib chiqaylik.



1-rasm. Ishonchlilik blok-sxemasi

Faraz qilaylik, ikkala sensorning ishlamay qolish darajasi β . Ikkala sensor ham ishlamay qolsa, tizim noto'g'ri deb hisoblanadi va uni almashtirish mumkin emas. To'g'ri ishlaydigan sensorlar soni tizimning holati bo'lsin. Holat fazosi $\{0, 1, 2\}$, bu yerda 0 yutuvchi holat. 1 va 2-holatlar o'tish holatidir. Holat diagrammasi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Ikki datchikli parallel ortiqcha tizim uchun yutuvchi holatga ega chekli Markov zanjiri

Faraz qilaylik, ikkala datchik to'g'ri ishlaganda Markov zanjirining boshlang'ich holati 2 ga teng; ya'ni $p_2(0)=1$, $k=0$ uchun $p_k(0)=0$, 1.

U holda $p_j(t)=p_{2j}(t)$ va differensial tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{dp_2(t)}{dt} = -2\beta p_2(t) + r p_1(t)$$

$$\frac{dp_1(t)}{dt} = -2\beta p_2(t) - (\beta + r)p_1(t)$$

$$\frac{dp_0(t)}{dt} = \beta p_1(t)$$

Laplas transformatsiyasini qabul qilish orqali tizimni quyidagicha qisqartirish mumkin:

$$s P_2(s) - 1 = -2\beta \bar{P}_2(s) + r \bar{P}_1(s)$$

$$s \bar{P}_1(s) = 2\beta \bar{P}_2(s) - (\beta + r) \bar{P}_1(s)$$

$$s \bar{P}_0(s) = \beta \bar{P}_1(s)$$

$$\therefore \bar{P}_0(s) = \frac{2\beta^2}{s[s^2 + (3\beta + r)s + 2\beta^2 r]}$$

Teskari Laplasni qabul qilgandan so'ng, biz $P_0(t)$ ni olishimiz mumkin, $t \geq 0$ vaqtida hech qanday sensor ishlamasligi ehtimoli. Shunday qilib, t vaqtida tizimning ishonchliligi $R(t)=1-P_0(t)$ ga teng.

Nosozlik zichligining Laplas konvertatsiyasi:

$$f_x(t) = \frac{-dR}{dt} = \frac{dP_0(t)}{dt} \text{ keyin beriladi}$$

$$L_x(s) = \bar{f}_x(s) = s\bar{P}_0(s) - P_0(\bar{0}) = \frac{2\beta^2}{s^2 + (3\beta + r)s + 2\beta^2 r}$$

$$\text{Bu yerda } \alpha_1; \alpha_2 = \frac{(3\beta+r) \pm \sqrt{\beta^2+6\beta r+r^2}}{2}$$

Teskari konvertatsiya qilish orqali

$$f_x(t) = \frac{2\beta^2(e^{-\alpha_2 t} - e^{-\alpha_1 t})}{\alpha_1 \alpha_2}$$

Shunday qilib, tizimning MTTF (o'rtacha ishlaymay qolish vaqti):

$$E[X] = \int_0^{\infty} x f_x(x) dx = \frac{2\beta^2}{\alpha_1 \alpha_2} \left[\int_0^{\infty} x e^{-\alpha_2 x} dx - \int_0^{\infty} x e^{-\alpha_1 x} dx \right]$$

$$E[X] = \frac{2\beta^2}{\alpha_1 \alpha_2} \left[\frac{1}{\alpha_2^2} - \frac{1}{\alpha_1^2} \right]; \quad \text{Напомяная об этом } \int_0^{\infty} x e^{-\alpha x} dx = \frac{1}{\alpha^2}$$

$$E[X] = \frac{2\beta^2(\alpha_1 + \alpha_2)}{\alpha_1^2 \alpha_2^2} = \frac{3}{2\beta} + \frac{r}{2\beta^2}$$

O'zgartirish vositasi bo'lmaganda ikkita datchikning parallel zaxirasi bo'lgan tizimning MTTF (ya'ni $r=0$) $E[X] = \frac{3}{2\beta}$ ga teng. Shuning uchun vositani almashtirish ta'siri MTTF ni $\frac{r}{2\beta^2}$ yoki $\frac{r}{3\beta}$ omil bilan oshiradi.

XULOSA

Ushbu maqola simsiz sensorli tarmoqlarning ishonchliligi masalalarini o'rganishga urinishdir. Biz tizimning ishonchliligini ikkita holat uchun taqdim etdik: 1. zaxira ehtiyot qismlarni taqdim etmasdan, 2. zaxira ehtiyot qismlar bilan ta'minlash. Tizimning xizmat qilish muddati hisoblab chiqiladi va turli b uchun indikativ qiymatlar beriladi. Biz ushbu ikkita modelni MTTF (o'rtacha muvaffaqiyatsizlik vaqti) bo'yicha taqqoslaymiz. Ikkinchi modelda MTTF r marta ortadi.

ADABIYOTLAR:

[1] Pal, Y., Awasthi, L.K., Singh, A.J., "Maximize the Lifetime of Object Tracking Sensor Network with Node-to-Node Activation Scheme", in Proceeding of Advance Computing Conference, pp: 1200 - 1205, 2009.

[2] Yan-liang Jin, Hao-jie Lin, Zhu-ming Zhang, Zhen Zhang, Xu-yuan Zhang, "Estimating the Reliability and Lifetime of Wireless Sensor Network", in Proceeding of Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2008), pp: 2181 - 2186, 2008.

[3] D. Tipper, C. Charnsripinyo, H. Shin, and T. Dahlberg, "Survivability Analysis

for Mobile Cellular Networks”, in Proceeding of Communication networks and Distributed System, Modeling and Simulation conference 2002, San Antonio, Texas, Jan 27-31, 2002.

[4] Chih-Wei, Peng-Jun Wan, Xiang-Yang Li, Ophir Frieder, “Fault Tolerante sensor networks with Bernoulli nodes”, in IEEE Wireless Communication and Networking coneference (WCNC), New Orleans, Louisiana, March 2003.

[5] G.J. Potties and W. Kaiser, “Wireless Sensor networks”, Comm. ACM, vol. 43, pp. 51-58,2000.

[6] S. Tilak, N. Abu-Ghazaleh, and W. Heizelman, “A Taxonomy of wireless Micro-Sensor Network Models”, ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), Volume 6, Number 2, April 2002, pp.28-36.