RFID-TIZIM KONFIGURATSIYASINI TANLASHDA KUTUBXONA TALABLARIGA MUVOFIQLIKNI TEKSHIRISH VA VARIANTLARNI BAHOLASH MODELLARI

Muxammadjonov Sherzod Muhammadjon o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
sh.muxammadjonov@tuit.uz

Annotatsiya. *Maqolada kutubxona uchun RFID-tizim konfiguratsiyasini tanlash modellari va algoritmlari bayon qilingan. Muvofiqlik uch qiymatli baho bilan tekshiriladi, qurilmalar soni nusxalar oqimidan seanslar oqimiga o‘tish orqali asoslanadi. Joiz variantlar Pareto filtri va qat’iy shkalali additiv model bilan taqqoslanadi; shoxlarni xavfsiz kesish sharti isbotlangan.*

Kalit so‘zlar: *RFID, kutubxona, konfiguratsiya, uch qiymatli mantiq, o‘tkazish qobiliyati, Pareto samaradorligi, umumiy egalik qiymati.*

Аннотация. *В статье изложены модели и алгоритмы выбора конфигурации RFID-системы для библиотеки. Соответствие проверяется трёхзначной оценкой, число устройств обосновывается переходом от потока экземпляров к потоку сеансов. Допустимые варианты сравниваются Парето-фильтром и аддитивной моделью с фиксированными шкалами; доказано условие безопасного отсечения ветвей.*

Ключевые слова: *RFID, библиотека, конфигурация, трёхзначная логика, пропускная способность, Парето-эффективность, совокупная стоимость владения.*

Abstract. *The paper presents models and algorithms for selecting an RFID system configuration for a library. Compliance is checked by a three-valued assessment, and the number of devices is justified by a transition from the item flow to the session flow. Feasible alternatives are compared by a Pareto filter and an additive model with fixed scales; a safe pruning condition is proved.*

Keywords: *RFID, library, configuration, three-valued logic, throughput, Pareto efficiency, total cost of ownership.*

Kirish

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

Kutubxonada RFID texnologiyasini joriy etish o‘zaro bog‘liq vositalarni tanlashni talab qiladi: metkalar, xodim stansiyalari, o‘z-o‘ziga xizmat terminallari, darvozalar, inventarizatsiya qurilmalari va avtomatlashtirilgan axborot-kutubxona tizimi (AAKT) bilan almashish moduli. O‘z-o‘ziga xizmat terminali kitobxon kartasini o‘qishi va AAKT bilan SIP2 protokoli orqali ishlashi kerak [1]. ISO 28560 standartlari metkadagi ma’lumotlar elementlari va ularni kodlashni belgilaydi [2; 3], qurilmalar tarkibi va sonini tanlash tartibi ularda berilmagan. Respublikada integrallashgan axborot-kutubxona tizimlarini yaratish modellari ishlab chiqilgan [4]; RFID-tizimni bunday muhitga ulashda uskunalar tarkibini asoslash alohida masala bo‘lib qoladi.

Amaliyotda mezonlarga 1–5 ballik vazn va baho beriladi [5] yoki yetkazib beruvchi so‘rovnomasi orqali kutubxonadan terminallar va darvozalar soni to‘g‘ridan-to‘g‘ri so‘raladi, AAKT bilan moslik tizim nomi bo‘yicha aniqlanadi. Ikkala usulda qurilmalar orasidagi bog‘liqliklar, xizmat yuklamasi va ma’lumotlarning to‘liqsizligi rasmiy hisobga olinmaydi. Maqolada konfiguratsiyalash nazariyasining cheklovlar apparati [6; 7] va qiymat funksiyalari nazariyasi [8] kutubxona jarayonlariga moslashtirilgan. Tadqiqot HF diapazoni (13,56 MGs, ISO/IEC 15693) bilan cheklangan; diapazon komponentlar katalogi orqali beriladi.

Asosiy qism

Kutubxona profili $\mathcal{L}$ fond, talablar, yuklamalar, mavjud vositalar va tashkiliy shartlarni birlashtiradi. Har bir parametr uchun qiymat, birlik, davr, manba va maqom qayd etiladi; maqom manba ko‘rsatkichi, kasbiy tavsiya, model farazi yoki hisoblangan qiymat bo‘lishi mumkin. Noma’lum qiymat $\perp$ bilan belgilanadi va nol bilan almashtirilmaydi. Har bir majburiy operatsiya $o \in \mathcal{O}_{req}$ uchun zarur funksiyalar to‘plami $\mathcal{F}_o$ beriladi. Shu tariqa «jarayon — talab — funksiya» bog‘lanishi rasmiy shaklga keltiriladi.

Konfiguratsiya katalog pozitsiyalari $j \in \mathcal{J}$ (uskunalar, metkalar, litsenziyalar) bo‘yicha xarid qilinadigan x_j, qayta foydalaniladigan u_j miqdorlar va mavjudlik belgisi $z_j \in \{0,1\}$ bilan tavsiflanadi. Muallif tomonidan pozitsiyalar orasidagi bog‘liqliklar ikki turdagi cheklov bilan ifodalangan:

$$z_j \le z_{j'}, \ \forall j' \in S; \qquad z_j \le \sum_{j' \in S} z_{j'} \tag{1}$$

bu yerda $S \subseteq \mathcal{J}$ — j pozitsiya ishlashi uchun zarur pozitsiyalar. AND cheklovi terminalning AAKT bilan almashish modulisiz ishlamasligini ifodalaydi. OR

cheklovi karta o‘qishning muqobil usullaridan kamida bittasi tanlanishini talab qiladi. Domenlar chekli bo‘lgani uchun qidiruv sohasi $\mathcal{X}$ ham chekli.

Muvofiqlik $\mathbb{V} = \{\mathrm{T}, \mathrm{F}, \mathrm{U}\}$ natijalari bilan baholanadi: mos keladi, mos kelmaydi, ma’lumot yetarli emas. Operatsiya o uchun funksional to‘liqlik va konfiguratsiyaning umumiy natijasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{cov}_o(\boldsymbol{x}) = \min_{f \in \mathcal{F}_o} \max_{j:\, z_j = 1,\, f \in \mathcal{F}_j} s_{j,f}, \qquad \sigma(\boldsymbol{x}) = \min_{h \in \mathcal{R}_{hard}} \sigma_h(\boldsymbol{x}) \tag{2}$$

bu yerda $s_{j,f} \in \mathbb{V}$ — j pozitsiyada f funksiyaning tasdiqlanganlik holati; σ_h — majburiy shart h ning natijasi; F < U < T tartibi Kleene mantiqidagi kon’yunksiyaga mos keladi [9]. (2) dan kelib chiqadiki, bitta buzilgan shart variantni $\mathcal{X}_F$ ga o‘tkazadi, tasdiqlanmagan shart esa uni $\mathcal{X}_U$ da qoldiradi: bunday variant tavsiyaga kirmaydi, unga aniqlashtiriladigan shartlar ro‘yxati $\mathcal{H}_U$ biriktiriladi. AAKT nomining mos kelishi T natijasini bermaydi: almashish protokoli va versiyasi tasdiqlanishi kerak.

Hisobotlarda oqim nusxalarda beriladi, qurilmaning o‘tkazish qobiliyati esa seanslarda o‘lchanadi. Tadqiqotda ular orasida o‘tish zanjiri ishlab chiqilgan:

$$\lambda_e = \frac{k}{\Delta} \cdot \frac{L + R}{D}, \qquad \lambda_{s,o,c} = \frac{\pi_{o,c}\, \varphi_o\, \lambda_{e,o}}{\bar{b}_{o,c}} \tag{3}$$

bu yerda L, R — davrda berilgan va qaytarilgan nusxalar; D — ish kunlari; k — kunlik oqimning Δ soatlik hisob oynasidagi ulushi; $\lambda_{e,o}$ — o operatsiyaning nusxa oqimi; φ_o — markirovkalangan nusxalar bilan bajariladigan operatsiyalar ulushi; $\pi_{o,c}$ — c kanalga yo‘naltirilgan ulush; $\bar{b}_{o,c}$ — seansdagi nusxalarning o‘rtacha soni. Seans davomiyligi va g guruh qurilmalarining zarur soni:

$$t(b) = t^s + t^e b + \delta\,(\lceil b / b_{\max} \rceil - 1), \qquad \bar{t} = \sum_b p\,(b)\, t(b) \tag{4}$$

$$W_g = \sum_o \sum_{c \in \mathcal{C}_g} \lambda_{s,o,c}\; \bar{t}_{o,c,g} + W_g^{other}, \qquad n_{\min,g} = \left\lceil \frac{W_g}{3600\, \rho_{\max}} \right\rceil \tag{5}$$

bu yerda t^s — seansning doimiy qismi (identifikatsiya, AAKT bilan almashish); t^e — bir nusxaga sarflanadigan vaqt; $b_{\max}$ — bitta o‘qish siklining sig‘imi; δ — qo‘shimcha sikl vaqti; $p(b)$ — partiya hajmining taqsimoti; W_g^{other} — guruhdagi boshqa ish, masalan, shtrix-kod operatsiyalari; $\rho_{\max}$ — ruxsat etilgan yuklanish. Yaxlitlash chiziqli bo‘lmagani uchun $\bar{t}$ ni $\bar{b}$ orqali hisoblab bo‘lmaydi; navbatda kutish vaqti baholanmaydi.

Maktab axborot-resurs markazining model profilida 4 000 darslik besh kunda beriladi; $k = 0{,}30$ da hisob soatiga 240 nusxa, 10 nusxali komplektlarda 24 seans to‘g‘ri keladi. Shartli qiymatlar $t^s = 40$ s, $t^e = 2$ s, $b_{\max} = 10$, $\rho_{\max} = 0{,}8$ da $W = 1\,440$ s/soat va $n_{\min} = 1$. Har bir nusxa alohida seans deb olinsa, $W = 10\,080$

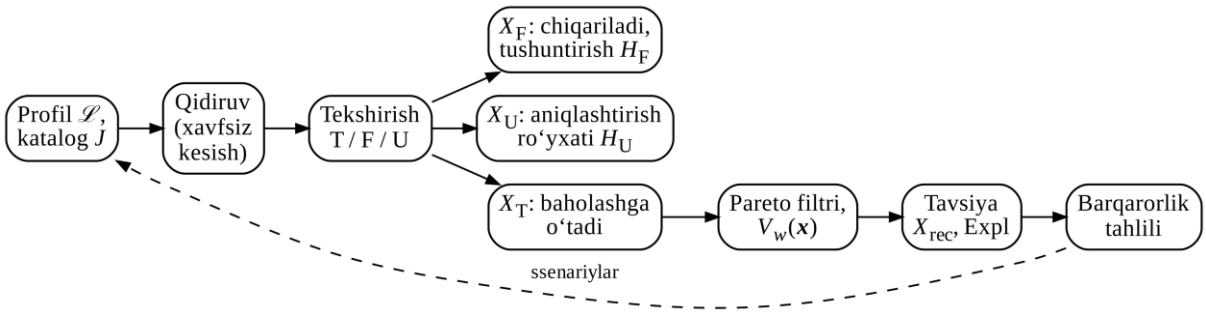
s/soat va $n_{\min} = 4$ chiqadi, ya'ni partiyani hisobga olmaslik stansiyalar sonini to'rt barobar oshiradi.

Xarajatlar Y yillik gorizontda $\mathrm{TCO} = \sum_j P_j\, x_j + C_{setup} + \sum_{y=1}^{Y} C_y$ ko'rinishida doimiy narxlarda hisoblanadi, komplekt tarkibidagi qismlar ikki marta qo'shilmaydi. Mezonlar oldindan belgilangan tayanch darajalar bo'yicha normallashtiriladi va additiv qiymat hisoblanadi:

$$\eta_\ell(\boldsymbol{x}) = \frac{f_\ell(\boldsymbol{x}) - f_\ell^-}{f_\ell^+ - f_\ell^-}, \qquad V_w(\boldsymbol{x}) = \sum_{\ell \in \mathcal{K}} w_\ell\ \eta_\ell(\boldsymbol{x}), \qquad \sum_{\ell \in \mathcal{K}} w_\ell = 1 \tag{6}$$

bu yerda f_ℓ^-, f_ℓ^+ — ℓ mezonning qat'iy tayanch darajalari (kamaytiriladigan mezonda surat $f_\ell^+ - f_\ell(\boldsymbol{x})$ ga almashtiriladi); $w_\ell \geq 0$ — qaror qabul qiluvchi shaxs yoki ssenariy beradigan vaznlar. Tayanch darajalar muqobillar to'plamiga bog'liq bo'lmagani uchun yangi variant qo'shilganda boshqa baholar o'zgarmaydi. V_w Pareto bo'yicha ustunlik qilinmaydigan variantlar $\mathcal{X}_P$ ga qo'llanadi. Additiv shakl mezonlarning afzallik bo'yicha mustaqilligini talab qiladi [8].

Modellar asosida to'rt algoritmdan iborat protsedura ishlab chiqilgan (1-rasm). Rasmdan ko'rinadiki, baholash faqat $\mathcal{X}_T$ uchun bajariladi, $\mathcal{X}_F$ va $\mathcal{X}_U$ tushuntirish bilan qaytariladi.



1-rasm. RFID-tizim konfiguratsiyasini tanlash protsedurasi

Tekshirish algoritmi $\sigma(\boldsymbol{x})$ bilan birga buzilgan va tasdiqlanmagan shartlar ro'yxatini kutubxonachi uchun tushuntirish sifatida chiqaradi; uni minimal shaklga keltirishda ziddiyatlarni tushuntirish usullari [10] qo'llanadi. Qidiruv algoritmi o'zgaruvchilarga qiymatlarni ketma-ket beradi. Qisman vektor $\boldsymbol{x}^{(i)}$ uchun kafolatlangan baho $\hat{\sigma}_h$ shart barcha to'ldirishlarda buzilganda F, barchasida bajarilganda T, aks holda U ga teng. Resurslar uchun barcha to'ldirishlarda o'rinli quyi chegara $\underline{A}_\zeta$ hisoblanadi. Shox $\hat{\sigma}_h = \mathrm{F}$ yoki $\underline{A}_\zeta > B_\zeta$ bo'lganda kesiladi, bu yerda B_ζ — byudjet yoki operatorlar soni kabi resurs chegarasi.

Tasdiq. Bu qoidalar bo'yicha kesish $\mathcal{X}_T \cup \mathcal{X}_U$ dan birorta konfiguratsiyani yo'qotmaydi. *Isbot.* Kesilgan shoxning har bir to'liq to'ldirishi $\boldsymbol{y}$ uchun birinchi holatda $\sigma_h(\boldsymbol{y}) = \mathrm{F}$, ikkinchisida $A_\zeta(\boldsymbol{y}) \geq \underline{A}_\zeta > B_\zeta$, ya'ni majburiy shart buziladi. (2) ga ko'ra ikkala holatda $\sigma(\boldsymbol{y}) = \mathrm{F}$ va $\boldsymbol{y} \in \mathcal{X}_F$. U bahosi kesishga asos bo'lmaydi.

To‘liq konfiguratsiyalar soni $N_{grid} = \prod_{i=1}^{n_x} \text{card}\,(\mathcal{D}_i)$ bilan chegaralangani sababli algoritm chekli qadamda tugaydi, bu yerda $\mathcal{D}_i$ — i-o‘zgaruvchining domeni.

Baholash algoritmi $\mathcal{X}_P$ ni juft taqqoslashlar bilan ajratadi va V_w maksimumiga erishgan variantlarni mezonlar hissasi $w_\ell \eta_\ell$ bilan birga tavsiya qiladi; narxi noma’lum variant taqqoslashga kirmaydi. Barqarorlik algoritmi yuklama, seans vaqtlari, narxlar va vaznlarni belgilangan oraliqlarda o‘zgartirib, joizlik va tanlovni qayta hisoblaydi. Tavsiyani almashtiradigan parametrlar birinchi navbatda aniqlashtiriladi.

Xulosa

1. Kutubxona talablari va RFID-tizim tarkibi AND/OR bog‘liqliklar va funksional to‘liqlik sharti orqali yagona butun sonli modelga birlashtirildi.

2. Uch qiymatli tekshiruv tasdiqlanmagan variantlarni tavsiyadan chiqaradi va aniqlashtiriladigan ma’lumotlarni ko‘rsatadi; kesish qoidalari joiz variantlarni yo‘qotmasligi isbotlandi.

3. Nusxalar oqimidan seanslar oqimiga o‘tish qurilmalar sonini partiya hajmi bilan asoslaydi; shartli misolda farq to‘rt barobarni tashkil etdi.

Keyingi bosqichda modellar dasturiy ta’minotda amalga oshiriladi va kutubxonalarning model profillarida hisoblash tajribasi o‘tkaziladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **3M Library Systems.** 3M Standard Interface Protocol. — Version 2.00. — St. Paul: 3M Library Systems, 2006.

2. **BSI.** BS ISO 28560-1:2011. Information and documentation — RFID in libraries — Part 1: Data elements and general guidelines for implementation. — London: BSI, 2011.

3. **BSI.** BS ISO 28560-2:2011. Information and documentation — RFID in libraries — Part 2: Encoding of RFID data elements based on rules from ISO/IEC 15962. — London: BSI, 2011.

4. **Karimov U. U.** Integrallashtirilgan axborot-kutubxona tizimlarini yaratish modellari, usullari va algoritmlari: texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi. — Toshkent: TATU, 2020. — 123 b.

5. **Ching S. H., Tai A.** HF RFID versus UHF RFID — technology for library service transformation at City University of Hong Kong // The Journal of Academic Librarianship. — 2009. — Vol. 35, № 4. — P. 347–359.

6. **Mittal S., Frayman F.** Towards a generic model of configuration tasks // Proceedings of the 11th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-89). — Detroit, 1989. — P. 1395–1401.

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING

7. **Felfernig A., Hotz L., Bagley C., Tiihonen J.** Knowledge-based configuration: from research to business cases. — Waltham: Morgan Kaufmann, 2014.

8. **Keeney R. L., Raiffa H.** Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. — New York: Wiley, 1976.

9. **Kleene S. C.** Introduction to metamathematics. — Amsterdam: North-Holland, 1952.

10. **Junker U.** QuickXplain: preferred explanations and relaxations for over-constrained problems // Proceedings of the 19th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-04). — San Jose, 2004. — P. 167–172.

ACADEMIC SCIENCE PUBLISHING