

Qabul qiluvchining operatsion xarakteristikasi egri chizig'i ostidagi yuza (Area under receiver operating characteristic curve, AUROC)

R. Maxammadiyev, U. Djumanazarov, Sh. Mahmudov

Ushbu maqoladagi qarashlar mualliflarning shaxsiy fikr va mulohazalari bo'lib, O'zbekiston Respublikasi Markaziy bankining rasmiy pozitsiyasi bilan mos kelmasligi mumkin. O'zbekiston Respublikasi Markaziy banki maqola mazmuniga javobgarlik olmaydi. Taqdim qilingan materiallarni har qanday uslubda qayta ishlatish faqatgina mualliflar ruxsati bilan amalga oshiriladi.

Annotatsiya

Ushbu maqolada ko'rsatkichlarning inqiroz davrlari haqidagi ogohlantirish natijalariga bog'liq xatolik turlari hamda ko'rsatkichlar samaradorligini baholash bo'yicha AUROC modeli mohiyati yoritilgan. Jumladan, AUROC modelida ko'rsatkichlarning haqiqatdan yuzaga kelgan inqiroz davrini ogohlantirish bermasligi (I tur xatolik) yoki barqarorlik davrida inqiroz davridagidek ogohlantirishi (II tur xatolik) kabi xatoliklardan foydalaniladi. Yuqori AUROC qiymatiga ega bo'lgan indikatorlar inqiroz davrlarini aniqroq ko'rsatishini anglatadi. Mazkur maqola inqirozni yuzaga keltirishi mumkin bo'lgan ehtimoliy tizimli xatarlar to'g'risidagi signallarni oldindan aniqlashga xizmat qiladigan samarali ko'rsatkichlarni tanlashda ekonometrik yondashuvlarni takomillashtirish maqsadida tayyorlangan.

Tayanch so'zlar: I tur xatolik, II tur xatolik, AUROC modeli, ROC egri chizig'i, ogohlantirish nisbati, shovqin nisbati.

Qabul qiluvchining operatsion xarakteristikasi egri chizig'i ostidagi yuza (Area under receiver operating characteristic curve, AUROC)

Erta ogohlantiruvchi ko'rsatkichlar inqirozni yuzaga keltirishi mumkin bo'lgan ehtimoliy tizimli xatarlar to'g'risidagi signallarni oldindan aniqlashga xizmat qiladi. Bunda, ma'lum bir ko'rsatkich oldindan belgilangan chegaradan chetlashgan taqdirda ogohlantirish signali paydo bo'ldi deb qabul qilinadi.

Indikatorlarning ogohlantirish natijalari quyidagicha tasniflanadi¹:

a) agar indikator xatar chegarasidan yuqori bo'lib va inqiroz haqiqatda sodir bo'lsa, indikator yaxshi signal (good signal) bergan hisoblanadi (A);

b) agar indikator xatar chegarasidan yuqori bo'lib, ammo inqiroz sodir bo'lmasa, bu noto'g'ri signal (false alarm) hisoblanadi (B);

v) agar indikator xatar chegarasidan pastda bo'lib, ammo inqiroz sodir bo'lsa, bu o'tkazib yuborilgan signal (missed signal) hisoblanadi (C);

g) agar indikator xatar chegarasidan pastda bo'lib va haqiqatda inqiroz sodir bo'lmasa, bu yaxshi sukunat (good silence) deb ataladi, ya'ni barqarorlik davrida to'g'ri bashorat qilingan bo'ladi (D).

Har bir indikatorning samaradorligi uning inqiroz davrida ogohlantirish bermagani (I tur xatolik)² yoki barqaror davrda inqiroz davri deb ogohlantirish berishi (II tur xatolik)³ bilan baholanadi.

1-jadval. Indikatorning xatarlardan ogohlantirish natijalari tasnifi

Indikator qiymatining xatar chegarasiga nisbatan holati	Inqiroz davri	Barqaror davr
Xatar chegarasidan yuqori	A	B
Xatar chegarasidan past	C	D

Indikatorlar uchun belgilanadigan xatar chegarasi I tur va II tur xatolik darajalari tufayli kelib chiqadigan zarar ko'lamini orqali aniqlanadi. Indikator uchun xatar chegarasining past belgilanishi deyarli barcha inqiroz davrlari haqida ogohlantirish olishga, ammo noto'g'ri ogohlantirishlarning (false alarms, Type II error) ham ko'p

¹ Chatterjee, S., Chiu, C-W. J., Duprey, T., & Hoke, S. H. (2017, December). A financial stress index for the United Kingdom. Bank of England.

² I tur xatolikda moliyaviy stress sodir bo'lishi rad etiladi, lekin sodir bo'ladi.

³ II tur xatolikda moliyaviy stress sodir bo'lishi kutiladi, lekin sodir bo'lmaydi.

bo‘lishiga olib keladi. O‘z navbatida, xatar chegarasining yuqori belgilanishida ko‘plab inqirozlar haqida ogohlantirishlar qayd etilmasligi yuzaga keladi.

I tur va II tur xatolik darajasi, ogohlantirish nisbati (signal ratio) va shovqin nisbati (noise ratio) quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{Ogohlantirish nisbati} = \frac{A}{A + C}$$

$$\text{Shovqin nisbati} = \frac{B}{B + D}$$

$$\text{I tur xatolik darajasi} = \left(\frac{\text{"noto'g'ri- ijobiy"}}{\text{"noto'g'ri- ijobiy"} + \text{"to'g'ri- ijobiy"}} \right)$$

$$\text{II tur xatolik darajasi} = \left(\frac{\text{"noto'g'ri- salbiy"}}{\text{"noto'g'ri- salbiy"} + \text{"to'g'ri- salbiy"}} \right)$$

“To‘g‘ri–ijobiy” (true–positive) – indikator inqiroz mavjud deb hisoblaydi va haqiqatda inqiroz bo‘ladi.

“Noto‘g‘ri–ijobiy” (false–positive) – indikator inqiroz mavjud emas deb hisoblaydi, lekin amalda inqiroz bo‘ladi.

“To‘g‘ri–salbiy” (true–negative) – indikator inqiroz mavjud emas deb hisoblaydi va haqiqatda inqiroz bo‘lmaydi.

“Noto‘g‘ri–salbiy” (false–negative) – indikator inqiroz mavjud deb hisoblaydi, lekin amalda inqiroz bo‘lmaydi.

Shovqinning ogohlantirishga nisbati (noise-to-signal ratio) 1 dan kichik bo‘lgan indikator samarali indikator hisoblanadi. Ushbu nisbatning 1 ga teng bo‘lishi indikator faqatgina tasodifiy ogohlantirishlarni ifodalaydi degan xulosaga olib keladi.

Qabul qiluvchining operatsion xarakteristikasi egri chizig‘i (receiver operating characteristic curve, ROC) I tur va II tur xatoliklar orasidagi munosabatni umumlashtiradi va turli xil xatar chegarasi uchun shovqin nisbati qiymatlari va ogohlantirish nisbati qiymatlariga bog‘liq grafik hisoblanadi.

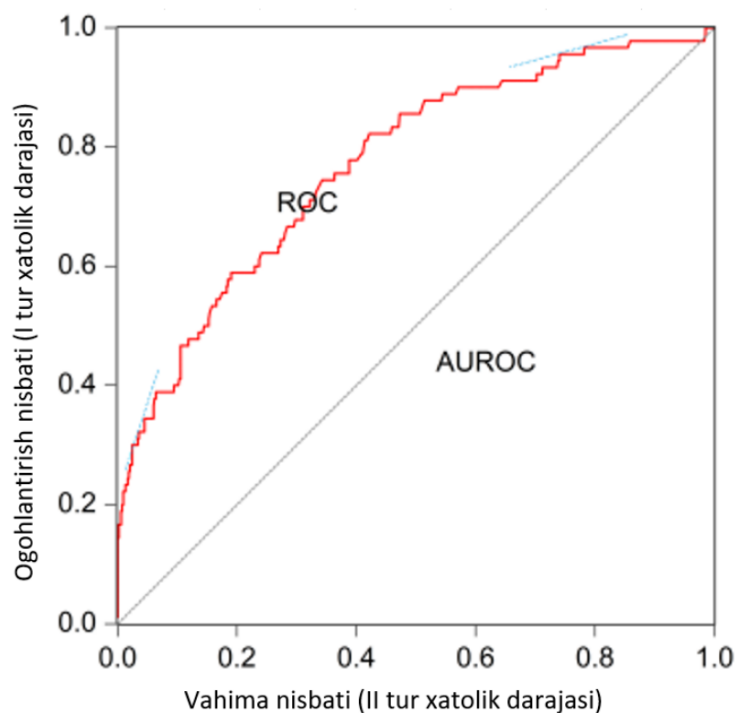
AUROC birlik kvadrat (unit square) yuzasining bir qismi bo‘lib, uning qiymati 0 va 1 oralig‘ida bo‘ladi. Tasodifiy ogohlantirish (random signal) (0;0) va (1;1) koordinatalar oralig‘idagi diagonal chiziqni hosil qiladi va diagonal chiziq ostidagi

yuza 0,5 ga tengdir. AUROC qiymati 0,5 ga teng bo'lgan indikator inqiroz haqida faqatgina tasodifiy ogohlantirish beradi. Bunda, yaxshi signalli indikatorning AUROC qiymati 0,5 dan yuqori bo'lishi lozim. Masalan, AUROC qiymatining 0,7 ekanligi, indikator inqiroz va inqirozsiz holatlarni 70 foiz aniqlikda to'g'ri farqlayotganini ifodalaydi.

Indikator uchun belgilangan xatar chegarasini bosqichma-bosqich pasaytirish orqali turli ogohlantirish va shovqin nisbatlari aniqlanadi. Aniqlangan nisbat qiymatlari natijasida ROC egri chizig'i hosil qilinadi. Indikatorning AUROC qiymati esa ROC egri chizig'i orqali chegaralangan yuzaga teng.

$$AUROC(x_i) = \int_0^1 ROC_i(t) dt$$

1-chizma. ROC va AUROC



Aniq integralni geometrik hisoblash usuliga⁴ ko'ra, AUROC qiymati bo'laklarga ajratilgan holda kichik trapetsiyalar yuzalarining yig'indisi orqali aniqlanadi:

⁴ Anton, H., Bivens, I., & Davis, S. (2012). Calculus. John Wiley & Sons.

$$AUROC(x_i) = \frac{1}{2} * \sum_{j=1}^n ((b_j + b_{j+1}) * (a_{j+1} - a_j))$$

Bu yerda,

a_j va $a_{j+1} - x_i$ indikatorning j va $j + 1$ tartibli xatar chegarasidagi shovqin nisbatlari,

b_j va $b_{j+1} - x_i$ indikatorning j va $j + 1$ tartibli xatar chegarasidagi ogohlantirish nisbatlari.

AUROC modeli orqali indikatorning samaradorligi, asosan ekonometrik dasturlar yordamida amalga oshiriladi.