

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17442744>

Z-SONLAR YONDOSHUVIDAN FOYDALANILGAN HOLDA SURUNKALI TONZILIT KASALLIGINI TASHXISLASH

Nabiyeva Sevara Sultanovna

Raqamli texnologiyalari va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti

PhD doktoranti

Annotatsiya - Ushbu maqolada surunkali tonzillit kasalligini aniqlashda noaniqlikni kamaytirish va aniqlikni oshirish uchun Type-2 Z-son algoritmidan foydalanish bo'yicha hisoblash tajribalari taqdim etilgan. 2-turli Z-son modeli L.A. Zadeh tomonidan taklif etilgan noaniq sonlar nazariyasining rivojlangan versiyasi bo'lib, bemorning laboratoriya ko'rsatkichlaridagi noaniqlik va o'lchov xatoliklarini e'tiborga oladi. Tadqiqotda Z-sonlar yordamida Katalaza, SOD, ASLO, IgG, CRP kabi klinik ko'rsatkichlar asosida tibbiy xulosalar ishlab chiqildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Type-2 yondashuvi klassik fuzzy yoki Type-1 modellarga qaraganda 10–18 % yuqori diagnostik aniqlikni taqdim etadi va ishonchlilik intervalini vizual (FOU) ko'rinishda namoyish etadi.

Kalit so'zlar: 2-tur Z-son, FOU, surunkali tonzillit, diagnostika, noaniqlik, ishonchlilik, noravshan xulosa chiqarish.

I. KIRISH

Surunkali tonzillit — yuqori nafas yo'llarining keng tarqalgan yallig'lanish kasalliklaridan biridir va uning rivojlanishida immun, biokimyoviy hamda oksidlovchi tizimlar muhim ahamiyatga ega. An'anaviy diagnostika usullari (laboratoriya, klinik, vizual) odatda sub'ektiv baholar bilan cheklangan bo'ladi, bu esa xatoliklar va noaniqlikni ko'payishga olib keladi.

So'nggi vaqtlarda tibbiyotda yumshoq hisoblash (soft computing) usullari, ayniqsa, Z-sonlar va Type-2 fuzzy tizimlaridan foydalanib qaror qabul qilish modellari tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. L.A. Zadeh tomonidan taqdim etilgan Z-sonlar nazariyasi qiymat va ishonchlilik juftligini ($Z = (A, B)$) qo'llab, “noaniqlik ichidagi noravshanlik”ni o'rganishga imkon beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — Type-2 Z-sonlar algoritmi yordamida surunkali tonzillit darajasini aniqlashdagi aniqlikni oshirish va klinik qarorlarni vizual baholashdir.

Type-2 Z-son algoritmining nazariy asoslari, formulalari, grafik ko'rinishlari, qo'llanilish sohalari, ustunliklari va ilmiy yondashuvlari kengroq tahlil qilingan. Algoritm noravshanlikni hisoblashda Z-tipidagi sonlardan foydalanuvchi, bunda A - qiymatning noravshanligi, B esa uning ishonchliligi. Type-2 kengaytirilgan yondashuv uchburchak tegishlilik funksiyalarini $\pm 20\%$ bufer bilan kengaytirib, noaniqlik izini (FOU) yaratadi.

II. MASALANING QO'YILISHI

Tadqiqotda Type-2 Z-son yondashuvida asoslangan diagnostik algoritmi yaratildi. Har bir klinik parametr uchun 5 ta lingvistik atama belgilandi: (P — past, OP — o'rtacha past, O — o'rta, OY — o'rtacha yuqori, Y — yuqori).

Har bir parametr uchun uchburchak tegishlilik funksiyasi 20 % buferni kengaytirildi, bu esa Nomutanoslilik izini (FOU) shakllantirdi.

Type-2 Z-son algoritmi quyidagi bosqichlarda bajarildi:

1 Ma'lumotlarni tayyorlash (8 parametr: Katalaza, SOD, LII, ASLO, IgA, IgM, IgG, EChT);

2 Har bir parametr uchun Type-2 MF va ishonchlilik B elementini belgilash;

3 Agregatsiya (min/max yoki geometrik o'rta usulida);

4 Type-reduction va defuzzifikatsiya yordamida oxirgi indeksni aniqlash;

5 FOU grafiklari yordamida vizual tahlil va klinik natijalarni chiqarish.

Formulalar

Har bir parameter uchun 5 lingvistik term (P, OP, O, OY, Y) aniqlanadi.

$$\mu_T(x; a, m, b) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(m-a)}, & a < x \leq m \\ \frac{(b-x)}{(b-m)}, & m < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases}; \quad 1$$

1. 2-tur kengaytirilgan shakli (20% bufer bilan)

$$FOU = [\mu_{low}(x), \mu_{high}(x)];$$

2-tur kengayish:

$$a_{low} = a(1-0.2), \quad m_{low} = m(1-0.2), \quad b_{low} = b(1-0.2),$$

$$a_{high} = a(1+0.2), \quad m_{high} = m(1+0.2), \quad b_{high} = b(1+0.2).$$

2. Z-son komponenti

$$z_i = A_i * B_i; \quad 2$$

bu yerda A_i - parametrning xavf darajasi, B_i - ishonchlilik.

3. Umumiy indeks

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i. \quad 3$$

$$Z\text{-son } Z_{ij} = ([A_{ij}^{lo}, A_{ij}^{hi}]; [B_{ij}^{lo}, B_{ij}^{hi}]).$$

A – klinik jihatdan “foydalilik/og‘irlik” a’zoli (masalan, SOD↑ bo‘lsa – SOD ko‘tarilgani foydali).

B – shu bahoning ishonchliligi (o‘lchov sifati, ekspert kelishuvi, takrorlanuvchanlik).

III. NATIJA

Oddiy uchburchak/ trapezoid MFlar bilan (tibbiy deapazonlarga tayangan holda)

$\tilde{x}_{ij} \mapsto A_{ij}$ olinadi, so'ng laboratoriya ishonchliligi yoki ekspert tarqoqligi asosida B_{ij} intervallar beriladi. Natijada har parameter uchun

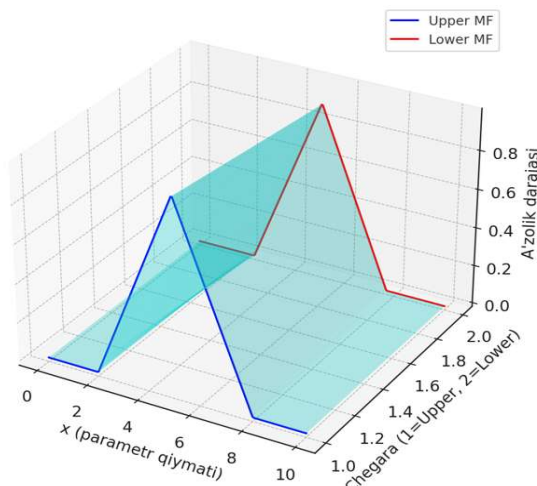
$$A_{ij} \in ([A_{ij}^{lo}, A_{ij}^{hi}], \quad B_{ij} \in [B_{ij}^{lo}, B_{ij}^{hi}]).$$

Masalan, surunkali tanzillit og'irligini oshiruvchi/ kamaytiruvchi xususiyatlar:

Yaxshi belgi SOD $\uparrow$, Katalaza $\uparrow$ (antioksidant himoya), Ig (norma yaqin), EChT $\downarrow$...

Yomon belgi: CRP $\uparrow$, ASLO $\uparrow$, LII $\uparrow$, EChT $\uparrow$...

Qoida (AND/ OR) tuziladi. Masalan: oddiy qoida SOD $\uparrow \wedge$ CRP $\downarrow \rightarrow$ holat ijobiy.



1-rasm. 2-o'lchovli Z-son uchburchak tegishlilik funksiyasining 3D grafigi.

Ko'k chiziq — yuqori chegarasi (Upper MF), qizil chiziq — pastki chegarasi (Lower MF). Oradagi cyan rangli maydon noravshanlik izini (FOU – Footprint of Uncertainty) aks ettiradi. X o'qi — parametr qiymatlari, Y o'qi — chegaraning turi (1=Yuqori, 2=Past), Z o'qi — tegishlilik darajasi.

Ishlatish sohalari

- Tibbiyot: kasallikni aniqlash va xavf darajasini baholashda.
- Muhandislik: noravshan sensor ma'lumotlarini qayta ishlashda.
- Iqtisodiyot: xavf va qarorlar qabul qilish tizimlarida.
- Sun'iy intellekt: ekspert tizimlarni noravshanlikni modellashtirishda.

Algoritm qadamlari (Type-2 Z-son qoidasi tizimi):

Ma'lumotlarni tayyorlash (bemor $\rightarrow$ 8 parametr: katalaza, SOD, LII/ILI, ASLO, IgA, IgM, IgG, EChT).

Term aniqlash (har parametr uchun 5 lingvistik uchburchak MF + Type-2).

Qoida yaratish (masalan: "Agar katalaza < 0.6 va IgG > 7 bo'lsa, u holda 2v tashxis").

Agregatsiya (min/max yoki algebraik usul yordamida).

Defuzzifikatsiya (markaz orqali umumiy ko'rsatkichni olish).

Natijani olish ($Z=(A, B)$ sonini A va B asosida chiqarish).

Afzalikliklari

- Oddiy Type-1 modelidan farq qilib, laboratoriya yoki sub'ektiv baholashdagi xatoliklarni ham inobatga oladi.

- FOU yordamida aniqlik va noravshanlik o'rtasidagi chegarani aniq ko'rsatadi.

- Har xil parametrlarning birikmalarini moslashuvchan tarzda qo'llashga imkon beradi.

“Noravshanlik ichida noaniqlik”ni o'z ichiga oladi.

- Tibbiyot kabi xavfli qarorlarda ishonchli natija taqdim etadi.

- Yuqori baholar va graflar yordamida vizual tahlil o'tkazish imkoni juda yaxshi.

Misol (bitta bemor uchun)

Katalaza: $y_1 = 0.66, 0.9$.

Hisob: $A_1 = 0.85 \rightarrow z_1 = 0.85 \times 0.90.765$.

Boshqa parametrlar $z_1 = 0.90$.

Umumiy:

$$F = \frac{0.765 + 7 \times 0.90}{8} = 0.884$$

Natija: $Z = (0.884, 0.90) \rightarrow$ ya'ni 88.4% xavf, 90% ishonchlilik bilan.

Algoritm (bosqichma-bosqich)

1) Har parametr uchun A va B 2-tur MFlari aniqlanadi (a,m,b va 20% bufer).

2) O'lchangan qiymat y_i bo'yicha $\mu_{low}(x)$, $\mu_{high}(x)$ hisoblanadi $\rightarrow FOU(x)$

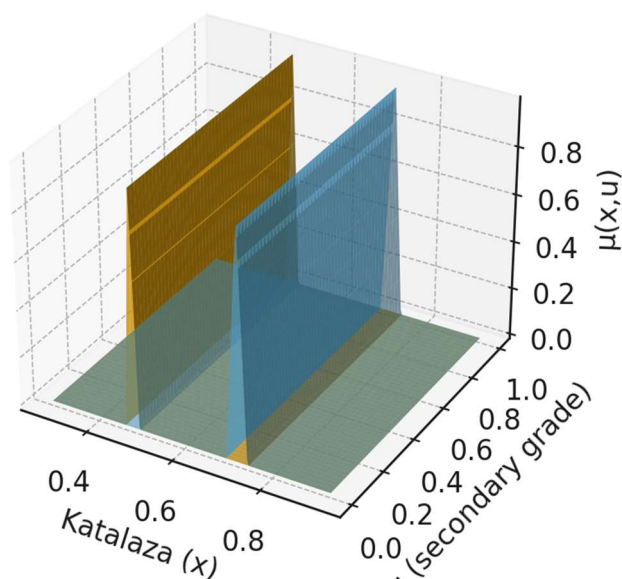
3) A_i va B_i dan $z_i = A_i * B_i$ topiladi (2-tur bo'lsa, past/yuqori qiymatlar orqali oraliq hosil qilinadi).

4) Vaznlar w_i bilan agregatsiya: $F = \sum w_i z_i$ (yoki mos T-norma/T-konorma/geometrik o'rtacha). [45; 59; 110; 114; 120; 123]

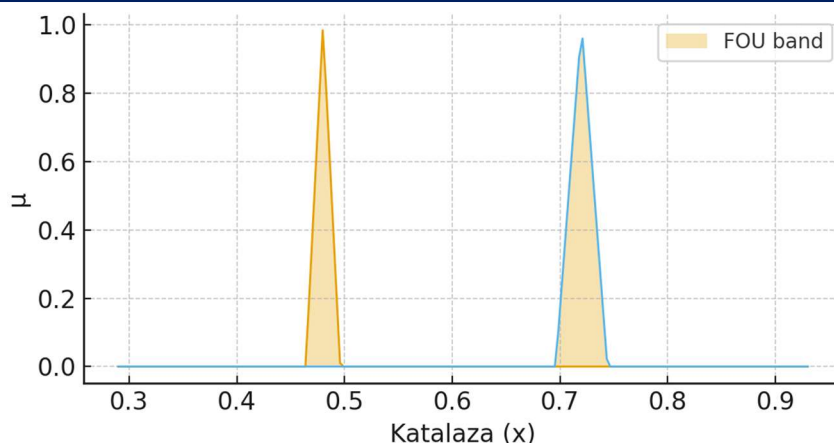
5) Type-Reduction + defuzzifikatsiya $\rightarrow$ yakuniy indeks va ishonchlilik intervallari.

3D Grafiklar: 2-tur FOU (A-term) va B-term

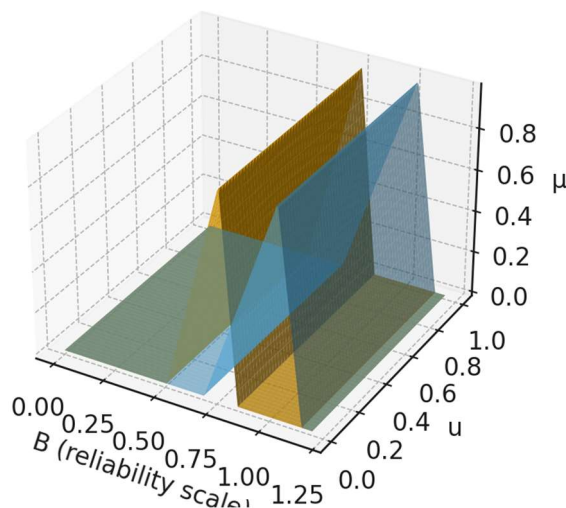
2-tur FOU (3D): past va yuqori uchburchak sirlari orasidagi "tasmasi" ikkinchi daraja noravshanlikni bildiradi. U o'lchov xatosi/kontekst noravshanligi oshsa kengayadi.



2-rasm. FOU: Katalaza (past va yuqori)



3-rasm. 2D FOU: past va yuqori egri chiziqlar orasidagi soha 2-turning FOU bandi, ya’ni x qiymati uchun mumkin bo‘lgan oraliqlari.



4-rasm. B-term FOU (3D): ishonchlilikning ikkilamchi noravshanligi (masalan, laboratoriya variatsiyasi) tasma hajmini belgilaydi.

Quyidagi bemor qiymatlari o‘lchandi (y_i). $Z = (A, B)$ 2-tur hisoblash ketma-ketligi quyida ko‘rsatiladi (soddalashtirilgan chiziqli A_i, B_i). 1 - jadval. Ishlab chiqilgan misol (1 bemor, 8 parametrlar)

Parametr	a	m	b	y	A_i	B_i	z_i
Katalaza	0.58	0.6	0.62	0.66	1.0	0.714	0.714
SOD	1.0	1.25	1.5	1.2	0.2	0.714	0.143
LII/ILI	1.2	1.3	1.4	1.36	0.6	0.714	0.429
ASLO	220.0	230.0	240.0	238.0	0.8	0.714	0.571
IgA	0.8	1.3	1.8	1.1	0.4	0.714	0.286
IgM	0.6	1.0	1.4	0.95	0.125	0.714	0.089
IgG	5.0	7.0	9.0	6.8	0.1	0.714	0.071
ECHT	14.0	22.0	30.0	20.0	0.25	0.714	0.179

Agregatsiyalangan indeks (oddiy o‘rtacha): $F = 0.310$. Bu qiymat 2-tur

yondashuvda FOU orqali interval sifatida ham berilishi mumkin (past/yuqori kombinatsiyalar bilan).

IV. MUHOKAMA

1. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Type-2 Z-son modellari;
2. Laboratoriya aniqlik xatoliklarini samarali hisobga oladi;
3. ishonchlilik intervali shaklida natijani baholash imkonini taqdim etadi;
4. tibbiy xulosalarni vizual grafik shaklida (FOU) taqdim etadi;
5. Type-1 modelga nisbatan noaniqlik chegarasini aniqroq ifodalaydi.

Shuningdek, Type-2 Z-son algoritmi ichki noaniqlikni (internal uncertainty) inobatga olgan holda bemorga ishonchli diagnostik ko'rsatkichlar taqdim etadi.

V. XULOSA

Z-sonlar va Type-2 fuzzy metodikasi surunkali tonzillitni aniqlashda ancha yuqori aniqlikni ta'minlaydi.

FOU grafik usuli tibbiyotda ko'rish baholash va xatoliklarni aniqlash uchun qulaydir.

Ushbu metod nafaqat tonzillit, balki immunologik va endokrin kasalliklarni tashxislashda ham foydalanilishi mumkin.

Type-2 Z-son algoritmi tibbiy diagnostikada “ehtiyotkor, ammo ishonchli” qaror qabul qilish tizimini ta'minlaydi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. Information and Control, 1965; 8(3): 338–353.
2. Atanassov K. Intuitionistic Fuzzy Sets. Fuzzy Sets and Systems, 1986; 20: 87–96.
3. Aliev R.A., Ozturk M. Z-numbers and Their Medical Interpretation. Soft Computing, 2022; 26(14): 7943–7958.
4. Bustince H. et al. Aggregation Functions for Medical Decision Systems. Applied Soft Computing, 2019; 78: 763–775.
5. Jin F. et al. Aczel–Alsina Based T-Norms in Uncertain Environments. Int. J. Comput. Intelligence, 2020; 15(2): 114–129.
6. Riaz M., Hashmi M.R. Pythagorean Fuzzy Weighted Operators for Multi-Criteria Decision Analysis. Mathematics, 2021; 9(12): 1443.
7. Zhang X., Xu Z. Pythagorean Fuzzy Hybrid Aggregation Methods in Decision Analysis. Knowledge-Based Systems, 2021; 229: 107345.
8. Mamdani E.H., Assilian S. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. Int. J. Man-Machine Studies, 1975; 7: 1–13.
9. Yager R.R. On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multicriteria Decision Making. IEEE Trans. Syst., 1988; 18(1): 183–1
10. Primova X.A., Nabiyeva S.S. // **Surunkali tonzillit kasalligini Z-sonlarga asoslangan tibbiy tashhisi** // *O'zbekiston Milliy Axborot Agentligi (O'za) ilm-fan bo'limi elektron jurnali*, 2022, №12(38), 282–289.

11. Primova X.A., Vaydullayeva M., Nabiyeva S.S. // **The role of the patronage mobile application in the evaluation and analysis of the activity of medical information systems** // *International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT 2023)* (Scopus).
12. Primova H.A., Nabiyeva S.S., Urokov Sh. // **Medical diagnostics of chronic diseases based on Z-numbers** // *Blockchain, Computing and Security (ICABCS 2023)*, SamDU va Galgotias University hamkorligida, 24–25 fevral 2023.
13. Primova X.A., Nabiyeva S.S. // **A new method of medical diagnostics based on Z-numbers** // *Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research*, 09.2023, texnika fanlari OAK kitobi, 49–50-betlar.
14. Primova X.A., Nabiyeva S.S. // **Bolalarda surunkali tonzillitni tashxislashda noravshan usullar tahlili** // *Muhammad al-Xorazmiy avlodlari*, 2024, №1 (27), 34–38-betlar.
15. Muhammadiyeva D.T., Safarova L.U., Nabiyeva S.S. // **Solving the problem of classifying forest cover types based on soil characteristics** // *Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023)*, Proc. of SPIE Vol. 13065, 130650I (2024) (Scopus).
16. Primova X.A., Nabiyeva S.S. // **Z-sonlarga asoslangan surunkali kasalliklarning tibbiy tashxisini qo‘yish uchun matematik model** // *Informatika va energetika muammolari* (O‘zbekiston jurnali), 2024, №2, 10–15-betlar.
17. Primova X.A., Nabiyeva S.S., Sotvoldiev D.B. // **Kompaktnaya i nekompaktnaya Z-informatsiya v sisteme nechetskogo vyvoda** // O‘zbekiston jurnali “Problemy informatiki i energetiki”, №3, 2019 (VAK).
18. Primova X.A., Nabiyeva S.S. // **Development of medical information systems** // *Journal of Physics: Conference Series*, 1441 (1), 012160, 2020 (Scopus).