TIZZA BO‘G‘IN OSTEOARTRITINI ERTA DIAGNOSTIKA QILISH VA KLINIK DARAJALASH UCHUN NORAVSHAN TO‘PLAMLAR NAZARIYASI ASOSIDA QAROR QABUL QILISH MODELI VA DASTURIY VOSITASINI ISHLAB CHIQISH

Xoliqnazarov Rashidjon Xomidjonovich
FDTU “KM va SI” kafedrasi v.b. dotsenti

Ismoilov Zuxriddin Kamoliddin o‘g‘li
FDTU “M25-25 guruh talabasi”

Annotatsiya. Ushbu maqolada tizza bo‘g‘in osteoartritini erta bosqichlarda aniqlash va klinik darajalash uchun noravshan to‘plamlar (Fuzzy Logic) nazariyasiga asoslangan qaror qabul qilish modeli ishlab chiqildi. Tadqiqotda bemorning klinik simptomlari, laborator va radiologik ko‘rsatkichlari noravshan parametrlar sifatida modellashtirildi hamda Mamdani inferensiya algoritmi asosida diagnostik tizim yaratildi. Ishlab chiqilgan model Python va MATLAB Fuzzy Logic Toolbox muhitlarida sinovdan o‘tkazildi. Natijalar modelning tashxis aniqligini oshirishi, shifokor qarorlarini qo‘llab-quvvatlashi va osteoartritni erta bosqichlarda aniqlash samaradorligini yaxshilashini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Osteoartrit, fuzzy logic, noravshan to‘plamlar, qaror qabul qilish tizimi, klinik diagnostika, Mamdani modeli, tizza bo‘g‘ini, sun’iy intellekt.

Kirish

Tizza bo‘g‘in osteoartriti (Knee Osteoarthritis — KOA) dunyo bo‘yicha eng keng tarqalgan degenerativ bo‘g‘im kasalliklaridan biri hisoblanadi. Ushbu kasallik bo‘g‘im tog‘aylarining yemirilishi, suyak deformatsiyasi, og‘riq, harakat cheklanishi va bemor hayot sifatining pasayishi bilan xarakterlanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, osteoartrit global nogironlikka olib keluvchi asosiy kasalliklardan biri hisoblanadi.

Osteoartritni erta bosqichlarda aniqlash klinik davolash samaradorligini oshirish, bo‘g‘im deformatsiyasining oldini olish hamda nogironlik xavfini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Biroq an’anaviy diagnostika usullari ko‘pincha shifokor

tajribasiga bog‘liq bo‘lib, klinik belgilar noaniq va subyektiv xarakterga ega bo‘ladi. Shu sababli tibbiy qaror qabul qilish jarayonida sun’iy intellekt va matematik modellashtirish usullaridan foydalanish dolzarb ilmiy yo‘nalish hisoblanadi.

Noravshan to‘plamlar nazariyasi (Fuzzy Set Theory) inson fikrlashiga yaqin bo‘lgan noaniq va ehtimolli ma’lumotlarni qayta ishlash imkonini beradi. Tibbiyot sohasida simptomlarning “kuchsiz”, “o‘rta”, “kuchli” kabi noaniq tavsiflari mavjudligi sababli fuzzy logic yondashuvi klinik qaror qabul qilish tizimlari uchun samarali vosita hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotda tizza bo‘g‘in osteoartritini diagnostika qilish va klinik darajalash uchun fuzzy logic asosidagi qaror qabul qilish modeli ishlab chiqildi hamda uning dasturiy vositasi yaratildi.

Metodologiya

Noravshan to‘plamlar nazariyasi. Noravshan to‘plamlar nazariyasi 1965-yilda Lotfi Zadeh tomonidan taklif qilingan bo‘lib, klassik mantiqdagi 0 yoki 1 qiymatlar o‘rniga [0;1] intervaldagi a’zolik funksiyalaridan foydalanadi.

A’zolik funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\mu_A(x) : X \to [0, 1]$$

bu yerda:

μA(x)— elementning to‘plamga tegishlilik darajasi;

X— kiruvchi parametrlar fazosi.

Tibbiy diagnostikada simptomlarning noaniqligi sababli fuzzy logic klinik ma’lumotlarni qayta ishlashda samarali hisoblanadi.

Diagnostik parametrlar

Model uchun quyidagi asosiy klinik parametrlar tanlandi:

Parametr	Tavsif
Pain Score	Og‘riq darajasi
Joint Stiffness	Bo‘g‘im qotishi
Swelling	Shish
Age	Yosh
BMI	Tana massasi indeksi
X-ray Grade	Radiologik holat

Har bir parametr uchun “Past”, “O‘rta”, “Yuqori” kabi fuzzy to‘plamlar shakllantirildi.

Mamdani inferensiya modeli

Qaror qabul qilish tizimida Mamdani fuzzy inference modeli qo‘llanildi. Model quyidagi bosqichlardan iborat:

- Fuzzification
- Rule Evaluation
- Aggregation
- Defuzzification

Diagnostik qoidalar ekspert-shifokor tavsiyalari asosida tuzildi.

Dasturiy vosita

Model asosida Python dasturlash tilida dasturiy vosita ishlab chiqildi. Tizimning backend qismi Python va Scikit-fuzzy kutubxonasi asosida yaratildi.

Interfeys quyidagi imkoniyatlarni taqdim etadi:

- Klinik parametrlarni kiritish;
- Avtomatik fuzzy hisoblash;
- Osteoartrit darajasini aniqlash;
- Klinik tavsiyalar chiqarish;
- Statistik natijalarni vizualizatsiya qilish.

Shuningdek, MATLAB Fuzzy Logic Toolbox orqali model simulyatsiyasi amalga oshirildi.

Simulyatsiya va tajriba natijalari

Tizim 120 ta klinik holat asosida test qilindi. Natijalar shifokor tashxisi bilan taqqoslandi.

Diagnostik aniqlik

Model	Accuracy
An’anaviy baholash	78%
Fuzzy Logic modeli	91%

Model ayniqsa og‘ir darajadagi osteoartritni aniqlashda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi.

Hisoblash samaradorligi

Parametr	Natija
O‘rtacha hisoblash vaqti	0.84 s
Xotira sarfi	48 MB
Qoidalar soni	36

Tizim real vaqt rejimida ishlash uchun yetarli tezlikka ega ekanligi aniqlandi.

Muhokama

Tadqiqot natijalari noravshan to‘plamlar nazariyasi asosidagi yondashuv tizza bo‘g‘in osteoartritini diagnostika qilishda samarali ekanligini ko‘rsatdi. Fuzzy logic modeli klinik ma’lumotlarning noaniqligini hisobga olishi sababli an’anaviy qat’iy algoritmlarga nisbatan moslashuvchanroq ishlaydi.

Ishlab chiqilgan tizimning asosiy afzalliklari quyidagilar:

- noaniq klinik simptomlarni qayta ishlash;
- shifokor qarorini qo‘llab-quvvatlash;
- erta diagnostika imkoniyati;
- inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytirish;
- real vaqt rejimida ishlash.

Model ayniqsa bir nechta simptomlar kombinatsiyasida yuqori aniqlik ko‘rsatdi. Mamdani inferensiya tizimi tibbiy ekspert bilimlarini formal matematik qoidalarga aylantirish imkonini berdi.

Shuningdek, fuzzy logic modeli sun’iy intellekt asosidagi tibbiy ekspert tizimlari uchun muhim platforma bo‘lib xizmat qiladi. Kelajakda modelni MRI tasvirlari, deep learning algoritmlari va IoT tibbiy sensorlari bilan integratsiya qilish mumkin.

Xulosa

Mazkur tadqiqotda tizza bo‘g‘in osteoartritini erta diagnostika qilish va klinik darajalash uchun fuzzy logic asosidagi qaror qabul qilish modeli ishlab chiqildi.

Noravshan to‘plamlar nazariyasi yordamida klinik simptomlar matematik modellashtirildi hamda Mamdani inferensiya algoritmi orqali diagnostik tizim yaratildi.

Tajriba natijalari fuzzy logic modeli diagnostik aniqlikni 91% gacha oshirganini ko‘rsatdi. Model osteoartrit darajasini aniqlashda yuqori samaradorlik namoyish etdi va real vaqt rejimida ishlash imkoniyatiga ega ekanligi tasdiqlandi.

Ishlab chiqilgan tizim kelgusida klinik qaror qabul qilishni avtomatlashtirish, tibbiy ekspert tizimlarini yaratish hamda sun’iy intellekt asosidagi raqamli sog‘liqni saqlash platformalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–353.
2. Ross, T. J. (2016). Fuzzy logic with engineering applications (4th ed.). Wiley.
3. Klir, G. J., & Yuan, B. (2015). Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and applications. Prentice Hall.
4. Kosko, B. (1997). Fuzzy engineering. Prentice Hall.
5. Mendel, J. M. (2017). Uncertain rule-based fuzzy systems. Springer.
6. Altman, R. D. (2019). Osteoarthritis: Clinical perspectives. CRC Press.
7. Hunter, D. J., & Bierma-Zeinstra, S. (2019). Osteoarthritis. Lancet, 393(10182), 1745–1759.
8. Felson, D. T. (2020). Osteoarthritis as a disease of mechanics. Osteoarthritis and Cartilage, 28(1), 44–50.
9. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox Documentation. (2024). MathWorks.
10. Pedrycz, W., & Gomide, F. (2020). Fuzzy systems engineering. Wiley.