

**KARDIOLOGIK SIGNALLAR ORQALI ANIQLANADIGAN KASALLIKLAR VA
ULARNI BARTARAF ETUVCHI KOGNITIV MODEL****Mallayev Oybek Usmankulovich**

Alfraganus University Raqamli texnologiyalar kafedrası professori.

E-mail: o.mallayev@afu.uz**Ganixodjayeva Difuza Ziyavutdinovna**

Alfraganus University Raqamli texnologiyalar kafedrası katta o'qituvchisi.

E-mail: d.ganixodjayeva@afu.uz**<https://doi.org/10.5281/zenodo.15788353>**

Annotatsiya. Yurak-qon tomir kasalliklari butun dunyo bo'yicha o'limning asosiy sabablaridan biri bo'lib, ularni erta aniqlash va davolash bemor hayotini saqlab qolishda muhim ahamiyatga ega. Mazkur maqolada yurak faoliyatini kuzatish imkonini beruvchi elektrokardiografik (EKG) signallar asosida yurak kasalliklarini aniqlovchi va ularga mos kognitiv model ishlab chiqiladi. Model sun'iy intellekt (SI) usullaridan, xususan signalni raqamli ishlash (DSP), xususiyatlar ajratish (feature extraction), klassifikatsiya (SVM, CNN) kabi usullardan foydalanadi. Tadqiqotda MIT-BIH aritmiya ma'lumotlar bazasidagi real EKG signallar tahlil qilinib, yurak ritmindagi o'zgarishlar asosida aritmiya, taxikardiya, bradikardiya kabi kasalliklar aniqlanadi. Shuningdek, har bir yurak signaliga mos kognitiv xususiyatlar (bemor yoshi, jinsi, anamnezi, jismoniy faollik holati) ham hisobga olinadi. Model nafaqat kasallikni aniqlaydi, balki uni oldini olish bo'yicha tavsiyalar ham beradi.

Tahlil natijalarida 92% aniqlik, 0.89 F1-score, 0.91 sezuvchanlik (recall) ko'rsatkichlariga erishildi. Taklif etilgan model real vaqtli monitoring uchun mos bo'lib, mobil yoki klinik muhitga tatbiq qilinishi mumkin. Tadqiqot yurak kasalliklarining erta aniqlanishi va profilaktikasida kognitiv sun'iy intellekt modellarining muhim rolini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: kognitiv parametrlar, SI, mashinali o'qitish, LSTM (Long Short-Term Memory), EEG, EKG, Random Forest.

**DISEASES DETECTED BY CARDIOLOGICAL SIGNALS AND A COGNITIVE
MODEL FOR THEIR MANAGEMENT**

Abstract: Cardiovascular diseases are one of the leading causes of death worldwide, and their early detection and treatment are important to save the patient's life. In this paper, a cognitive model is developed that detects and adapts to heart diseases based on electrocardiographic (ECG) signals that monitor cardiac activity. The model uses artificial intelligence (AI) techniques, such as digital signal processing (DSP), feature extraction, classification (SVM, CNN). The study analyzes real ECG signals from the MIT-BIH arrhythmia database and identifies diseases such as arrhythmia, tachycardia, bradycardia based on heart rhythm changes. Cognitive characteristics (patient age, gender, medical history, physical activity status) corresponding to each cardiac signal are also taken into account. The model not only detects the disease but also provides recommendations for its prevention. The analysis results achieved an accuracy of 92%, an F1-score of 0.89, and a sensitivity (recall) of 0.91. The proposed model is suitable for real-time monitoring and can be applied in mobile or clinical settings. The study demonstrates the important role of cognitive models of artificial intelligence in the early detection and prevention of heart diseases.

Keywords: cognitive parameters, SI, machine learning, LSTM (long short-term memory), EEG, ECG, random forest.

ЗАБОЛЕВАНИЯ, ОБНАРУЖЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ, И КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Аннотация: Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин смерти во всем мире, и их раннее выявление и лечение важны для спасения жизни пациента. В этой статье разрабатывается когнитивная модель, которая обнаруживает и адаптируется к заболеваниям сердца на основе электрокардиографических (ЭКГ) сигналов, позволяющих контролировать сердечную деятельность. Модель использует методы искусственного интеллекта (ИИ), в частности, цифровую обработку сигналов (DSP), извлечение признаков, классификацию (SVM, CNN). Исследование анализирует реальные сигналы ЭКГ из базы данных аритмий MIT-BIH и идентифицирует такие заболевания, как аритмия, тахикардия, брадикардия, на основе изменений сердечного ритма. Также учитываются когнитивные характеристики (возраст пациента, пол, анамнез, статус физической активности), соответствующие каждому сердечному сигналу. Модель не только обнаруживает заболевание, но и дает рекомендации по его профилактике. Результаты анализа достигли точности 92%, F1-оценки 0,89 и чувствительности (полноты) 0,91. Предложенная модель подходит для мониторинга в реальном времени и может применяться в мобильных или клинических условиях. Исследование демонстрирует важную роль когнитивных моделей искусственного интеллекта в раннем выявлении и профилактике заболеваний сердца.

Ключевые слова: когнитивные параметры, SI, машинное обучение, LSTM (долговременная кратковременная память), ЭЭГ, ЭКГ, случайный лес.

Kirish

Tibbiyotda kognitiv texnologiyalar insonning bilish jarayonlari (fikrlash, idrok etish, xotira, diqqat, qaror qabul qilish, tilni qayta ishlash va hokazo) tamoyillariga asoslangan yoki ularni taqlid qiluvchi texnologiyalardir. Bu texnologiyalar, asosan, sun'iy intellekt (AI), mashinani o'rganish (ML) va katta ma'lumotlar (Big Data) kabi ilg'or hisoblash usullarini qo'llash orqali tibbiyot sohasida inson kognitiv qobiliyatlarini kuchaytirish yoki ularning o'rnini qisman bosishga qaratilgan [1, 2, 3].

Kognitiv texnologiyalar tibbiyotning turli sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan, tashxis qo'yish va davolashni rejalashtirish jarayonlarida tibbiy tasvirlarni tahlil qilish uchun qo'llaniladi.

Unda kognitiv texnologiyalar MRT, KT, rentgen kabi tasvirlarni tahlil qilib, patologiyalarni (masalan, o'smalarni) aniqlashda shifokorlarga yordam beradi [4, 5, 6]. Ular inson ko'ziga sezilmaydigan mayda o'zgarishlarni ham topishi mumkin. Kasalliklarni erta aniqlashda esa katta hajmdagi bemor ma'lumotlarini (genetik, klinik, hayot tarzi ma'lumotlari) tahlil qilib, kognitiv tizimlar kasallik rivojlanishi xavfini baholashi va ularni erta bosqichlarda aniqlashga yordam berishi mumkin. Shaxsiylashtirilgan tibbiyotda har bir bemorning o'ziga xos genetik xususiyatlari, turmush tarzi va kasallik tarixini hisobga olgan holda, kognitiv texnologiyalar eng samarali davolash usulini taklif qilishi mumkin. Dori-darmonlarni topish va ishlab chiqishda kognitiv tizimlar yangi dori nomzodlarini aniqlash, ularning organizmga ta'sirini bashorat qilish va dori ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish uchun foydalanilishi mumkin.

Klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlashda tibbiy adabiyotlarni tahlil qilish kognitiv texnologiyalar ishtirokida ishlab chiqilgan tizimlar ulkan hajmdagi tibbiy adabiyotlarni (maqolalar, tadqiqotlar) tahlil qilib, shifokorlarga eng so'nggi ma'lumotlarni taqdim etadi va murakkab holatlarda to'g'ri qaror qabul qilishga yordam beradi. Kasallik tarixini qayta ishlash cuhun bemorlarning tibbiy kartalaridagi notekis va strukturasis ma'lumotlarni (yozuvlar, laboratoriya natijalari) qayta ishlay oladi.

Reabilitatsiya va terapiyada kognitiv xulq-atvor terapiyasi (CBT) uchun ba'zi kognitiv texnologiyalar ruhshunoslikda kognitiv xulq-atvor terapiyasini qo'llab-quvvatlash uchun ishlatiladi, masalan, bemorlarning fikrlash shakllarini tahlil qilish va ularni o'zgartirishga yordam berish. Nevrologik buzilishlarda parkinson kasalligi, insult kabi nevrologik buzilishlarda bemorlarning kognitiv funksiyalarini tiklash yoki yaxshilashga qaratilgan stimulyatsiya usullarida (masalan, chuqur miya stimulyatsiyasi, transkraniyal magnit stimulyatsiya) kognitiv tamoyillar qo'llaniladi.

Tibbiy ta'lim va simulyatsiyada kognitiv texnologiyalar shifokorlar va tibbiyot talabalari uchun murakkab klinik holatlarni simulyatsiya qilish, ularning kognitiv ko'nikmalarini (masalan, tashxis qo'yish, qaror qabul qilish) rivojlantirishga yordam beradi.

Biz esa kardiosignallarni o'rganishda kognitiv texnologiyalarni qo'llagan holatda uning modelini ishlab chiqishga harakat qilamiz.

Kardiologik sigllar va ularni raqamli ishlash

Kardio signallarni aniqlashda kognitiv modelni ishlab chiqish uchun bir nechta muhim jihatlarga e'tibor qaratish lozim. Bu modellar, inson miyasi yurak faoliyatini qanday tushunsa, shunga o'xshash tarzda murakkab kardio ma'lumotlarni tahlil qilishga qaratilgan bo'ladi.

Ma'lumotlar sifatini va hajmini ta'minlash borasida yuqori sifatli ma'lumotlarga modelni o'qitish uchun aniq, shovqinsiz va ishonchli kardio signallar (EKG, PPG, yurak ultratovushi va boshqalar) kerak. Ma'lumotlarning aniqligi va tozaligi modelning ishlashiga bevosita ta'sir qiladi. Yetarli hajm mavjud bo'lganda kognitiv modellar, ayniqsa chuqur o'rganishga asoslanganlari, katta hajmdagi ma'lumotlarga muhtoj. Turli yosh, jins, etnik guruhlariga mansub va har xil kasalliklarga chalingan bemorlarning ma'lumotlari bo'lishi muhim [7, 8, 9, 10].

Tibbiy signallar turi bo'yicha faqat EKG emas, balki boshqa kardio signallar (masalan, fonokardiogramma, puls to'liqlari, qon bosimi o'zgarishlari) ham kiritilishi modelning robustligini oshiradi. Ma'lumotlar to'plamidagi har bir signal yoki anomaliya mutaxassis kardiologlar tomonidan aniq belgilangan bo'lishi kerak. Bu modelning to'g'ri o'rganishi uchun kalit hisoblanadi.

Tibbiy signallarni xususiyatlarni ajratib olish va tanlash (Feature Extraction and Selection) bo'yicha kardio signallardan kasalliklarni aniqlash uchun eng muhim bo'lgan xususiyatlarni (masalan, EKGda R-R intervallari, QRS kompleksining kengligi, ST segmentining holati) ajratib olish kerak. Kardiofiziologiya va tibbiyot sohasidagi chuqur bilim - bu bosqichda juda muhim hisoblanadi. Shifokorlar bilan hamkorlikda ishlatiladigan xususiyatlar aniqlanadi. Singnalning avtomatik xususiyatlarni o'rganishda chuqur o'rganish (Deep Learning) modellarida, masalan, Konvolyutsion Neyron Tarmoqlari (CNN) yordamida, modelning o'zi ma'lumotlardan tegishli xususiyatlarni avtomatik ravishda ajratib olishi mumkin. Bu inson aralashuvini kamaytiradi.

Kardiologik signallardan kasalliklarni aniqlash modeli va algoritmi tanlash bo'yicha inson miyasining ma'lumotlarini qayta ishlash usullariga taqlid qiladigan arxitekturalar (masalan, assotsiativ xotira tarmoqlari, e'tibor mexanizmlari - attention mechanisms) qo'llanilishi mumkin.

Chuqur o'rganish modellarini qo'llanilishida ko'pincha, uzoq muddatli qisqa xotirali tarmoqlar (LSTM) yoki konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) kabi chuqur o'rganish arxitekturalari kardio signallarni tahlil qilishda yuqori samaradorlik ko'rsatadi, chunki ular vaqtga bog'liq ketma-ketliklarni tahlil qila oladi. Gibrid modellar esa turli modellarni (masalan, ML va AI) birlashtirgan gibrid yondashuvlar, har bir modelning kuchli tomonlaridan foydalanib, aniqlikni oshirishi mumkin. Modelning ichki mexanizmlari qanday ishlashini tushunish muhim, ayniqsa tibbiyotda. "Qora quti" modellardan ko'ra, shifokorlarga modelning nima uchun bunday qaror qabul qilganini tushuntira oladigan modellar afzalroq hisoblanadi.

Kardio signallardan kasalliklarni aniqlash modelini baholash bo'yicha aniqlik va sezgirlik (Accuracy and Sensitivity) hususiyatlari muhim hisoblanadi. Modelning kasalliklarni to'g'ri aniqlash qobiliyati va kasalligi borlarni aniqlash qobiliyati yuqori bo'lishi kerak.

Modelning spesifiklik (Specificity) hususiyati bu - sog'lom insonlarni to'g'ri sog'lom deb tan olish qobiliyati ham juda muhim. Model turli xil ma'lumotlar to'plamlarida va turli sharoitlarda barqaror ishlashi kerak. Real klinik sharoitlarda sinovdan o'tkazilishi va amaliyotda samaradorligi isbotlanishi lozim bo'ladi.

Kardio signallarni etika va huquqiy masalalarida maxfiylik va xavfsizlik juda muhimdir.

Bemorlarning ma'lumotlarini himoya qilish va ularning maxfiyligini ta'minlash eng muhim prioritetlardan biri hisoblanadi. Model turli demografik guruhlariga nisbatan xolis bo'lishi va birorta guruhga nisbatan noto'g'ri bashorat qilmasligi kerak. Agar model noto'g'ri tashxis qo'ysa, uning javobgarligi masalasi hal qilinishi kerak.

Tibbiy signallar va inson-mashina hamkorligi borasida model shifokorga yordam bo'lishi kerak. Kognitiv model shifokorning o'rnini bosmasligi, balki uning qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlashi kerak. Model tavsiyalar bera oladi, lekin yakuniy qaror har doim shifokorda bo'lishi lozim. Modelning shifokorlar bilan interaktiv ishlashi, ularga savollar berish va tushuntirishlar olish imkoniyatini berishi muhimdir.

Ushbu jihatlarga e'tibor qaratish, kardio signallarni aniqlashda samarali va ishonchli kognitiv modelni ishlab chiqishga yordam beradi.

Endi Signallarga raqamli ishlov berishning matematik usullarini asosiylarining tahlilini ko'rib chiqamiz.

Signallarga raqamli ishlov berishning matematik usullari (Digital Signal Processing - DSP) bu raqamli signallarni tahlil qilish, o'zgartirish va sintez qilish uchun qo'llaniladigan matematik usullar to'plamidir. Ushbu soha elektronika, tibbiyot, aloqa, akustika, ko'rish tizimlari va boshqa ko'plab yo'nalishlarda keng qo'llaniladi. Shu sababli signallarga raqamli ishlov berishning asosiy matematik usullarini ko'rib chiqamiz:

Diskret signal bu - vaqt bo'yicha uzluksiz emas, balki ma'lum vaqt oraliqlarida olingan qiymatlardir. Impulse response ($h[n]$) bu - tizimning kirishiga birlik impuls yuborilganda chiqish reaksiyasi. Konvolyutsiya ($y[n] = x[n] * h[n]$):

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] * h[n - k] \quad (1)$$

Z-o'zgartirish (Z-transform) bu - diskret tizimlarning chastota sohasidagi tahlili uchun ishlatiladi. Tizimni barqarorlik va impuls javobi asosida baholashga imkon beradi. Differensial tenglamalarni hal qilish uchun qulay vosita hisoblanadi.

$$x(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]z^{-n} \quad (2)$$

Fourier Transformatsiyasi (DFT, FFT) - DTFT (Diskret vaqtdagi Fourier o'zgartmasi):

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-j\omega n} \quad (3)$$

DFT (Diskret Fourier Transformatsiyasi) – kompyuterda ishlatish uchun mo'ljallangan:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n]e^{-j2\pi kn/N} \quad (4)$$

FFT (Fast Fourier Transform) - DFT ni tez hisoblash algoritmi. Bu spektral tahlil, filtrlash, raqamli modulyatsiyada qo'llaniladi. Filtrlash usullari signallarga raqamli ishlashda signal muhim parametrlarini aniqlashda dalzarb hisoblanadi.

FIR (Finite Impulse Response) filtrlar. Bularga cheklangan impulsli filtr kiradi. Uning barqaror va fazaviy aniqligi yuqori va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b_k x[n-k] \quad (5)$$

IIR (Infinite Impulse Response) filtrlar - cheksiz impulsli javobga ega. Kompakt, ammo ba'zan barqarorlik muammolari bo'lishi mumkin va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b_k x[n-k] - \sum_{l=1}^N a_l y[n-l] \quad (6)$$

SRIB ning keying usullaridan biri - spektral tahlil va chastota domeniga ishlov berish. Bu signalning amplituda va faza komponentlarini ajratadi. Spektrogramma va garmonik tahlil (musiqiy yoki biotibbiy signallarda ishlatiladi). EKG, EEG va tovush signallari uchun muhim hisoblanadi.

Analog signalni tiklash uchun minimal namuna olishda va analog signal qiymatlarini raqamli qiymatlarga aylantirishda "Raqamli signallarni kvantlash va namuna olish" usulidan foydalaniladi. Fazani aniqlash va signalning kompleks ifodasini olish uchun "Hilbert o'zgartirish va analitik signal" usulidan foydalaniladi. U modulyatsiya, demodulyatsiya va faza tahlilida muhim hisoblanadi. Uning matematik formulasi quyidagicha:

$$x_a(t) = x(t) + j * \hat{x}(t) \quad (7)$$

Mahalliy (lokal) vaqt-chastota tahlili amalga oshirish uchun "Wavelet Transformatsiyasi" usulidan foydalaniladi. Uning yordamida Fourier transformasidan farqli ravishda vaqt bo'yicha o'zgaruvchan o'lchovlar bilan tahlil qilish mumkin. Signalning o'zgaruvchan qismlarini aniqlashda ishlatiladi (masalan, EKGdagi yurak urishlarining turli fazalari).

Maqolada asosiy muammo sifatida kardiologik signalga raqamli ishlash orqali aniqlanadigan kasalliklar va ularni aniqlash uchun kognitiv model yaratish olinganligi uchun kardiologik signal turlari va ularda uchrovchi kasalliklarni turlarini tahlil qilib chiqamiz.

Kardio (yurak bilan bog'liq) signallar turli biologik jarayonlarni ifodalovchi elektrik yoki mexanik signal hisoblanadi. Ular yurak faoliyatini baholash, tashxis qo'yish, monitoring qilish, yoki AI-modellar uchun xususiyat ajratish uchun ishlatiladi. Quyidagi jadvalda kardio signallarining asosiy turlari, tasnifi va maqsadlari keltirilgan.

Kardio signallarining asosiy turlari

	Signal turi	To'liq nomi	Tavsifi	Asosiy maqsadi
	EKG / ECG	Elektrokardiogramma	Yurak mushaklarining elektr faolligini o'lchaydi.	Aritmiya, yurak xuruji, yurak urish ritmlarini aniqlash
	PCG	Fonokardiogramma	Yurak tovushlari (qopqoq yopilish/ochilish tovushlari)	Yurak eshitilishi, shovqinlar (murmurs) tahlili
	PPG	Fotopletizmogramma	Yurak urishini qon oqimi orqali aniqlash (optik yo'l bilan)	Yurak urish tezligi, qon bosimi taxmini
	BVP	Blood Volume Pulse	Qon hajmi pulsatsiyasi (ko'pincha PPG dan olinadi)	Stress, emotsional holatni baholash, HRV
	ABP	Arterial Blood Pressure	Qon bosimining vaqt bo'yicha o'zgarishi	Gipertenziya, gipotenziya tahlili
	SCG	Seismokardiogramma	Yurak urishi natijasida ko'krak qafasidagi tebranish	Yurak mexanik faolligini tahlil qilish
	ICG	Impedanskardiogramma	Ko'krakdagi elektr qarshilik o'zgarishi (qon oqimi asosida)	Yurak chiqarish hajmi (cardiac output) bahosi
	MCG	Magnetokardiogramma	Yurakdagi elektr toklar hosil qilgan magnit maydonni o'lchash	EKG ga o'xshash, ammo sezgirlik yuqori
	VCG	Vektor kardiogramma	Yurak elektr faoliyatining 3D vektori	Yurakning fazaviy elektr haritasini olish
0	Pulse	Oddiy puls sensorli signal (masalan, barmoqdan)	Yurak urishini aniqlash uchun oddiy qurilma signali	Mobil sog'liq monitoringi uchun ishlatiladi

1-jadvalda keltirilgan kardio signallarining asosiy turlari turli sohalarda qo'llaniladi. Masalan, tibbiy tashxisda - EKG, ABP, PCG, sport va sog'liq monitoring qilishda - PPG, BVP, Pulse, AI va signal klassifikatsiya qilishda - EKG, SCG, ICG, yurak kasalliklarini oldindan aniqlashda - EKG, HRV, PCG, real vaqti monitoring (IoT qurilmalar) qilishda - PPG, BVP, Pulse.

Hozirgi vaqtda EKG signallari eng ko'p o'rganilgan signal (va har bir yurak siklining P, QRS, T to'lqinlari bor) hisoblanadi. PPG signallari optik sensorlar bilan mobil telefonlar yoki smart soatlarda eng keng foydalaniladi. SCG signallari AI modellar bilan yurak mexanik buzilishlarini aniqlashda istiqbolli hisoblanadi.

Kardiologik signal yordamida aniqlanadigan kasalliklarni aniqlashda kardio signalarning bir nechta muhim xususiyatlarining qiymati kerak bo'ladi. Ular quyidagi jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

EKG xususiyatlari

	Xususiyat	Tavsifi
	RR Interval	Yurak urishlari orasidagi vaqt
	PR Interval	Sinoatrial va AV tugun oralig'i
	QRS Duration	Ventrikulyar depolarizatsiya vaqti
	QT Interval	Q-T oralig'i: faollik davri
	HRV	Yurak ritmidagi o'zgaruvchanlik
	P wave amplitude/duration	Atrium faolligi
	ST Segment	Ishemiya belgilari
	T wave Morphology	Ventrikul repolarizatsiyasi to'liqlari

2-jadvaldagi EKG xususiyatlari bemorning turli xil holatlariga bog'liq holda keltirilgan. Ushbu holatlar bemorda kasallik bor yoki yo'qligi, kasallikning turini ham aniqlashga va signaldagi hususiyat qiymatlari bu bemor uchun normal holat ekanligini aniqlashda juda muhim hisoblanadi. Bu parametrlar kognitiv parametrlar deyiladi. Shu sababli quyidagi jadvalda kardilogik signalning muhim xususiyatlari va kognitiv parametrlari keltirib o'tilgan.

3- jadval.

Signal xususiyatlari va kognitiv parametrlar

	EKG Xususiyati	Kasallik belgilari	Kognitiv Parametrlar
	RR Interval	Notekislik → Aritmiya	Yosh, Kasb, Faollik
	PR Interval	Qisqa/uzoq → AV blok	Jins, Anamnez
	QRS Duration	Kenglik → Ventrikul aritmiya	Anamnez, Yosh
	QT Interval	Uzun → Torsades xavfi	Jins, Anamnez (dori), Stress
	HRV	Kam HRV → Yurak xatarlari	Faollik, Stress, Kasb
	P wave amplitude/duration	Atrium kasalliklari	Anamnez, Kasb
	ST Segment	Ko'tarilish/tushish → Ishemiya	Anamnez, Yosh
	T wave Morphology	Teskari/simmetrik emas → Aritmiya	Jins, Anamnez

3-jadvalda keltirilgan kognitiv parametrlar va xususiyatlari asosida quyidagi jadvalda keltirilgan kasallik turlarini aniqlash imkoniyatlarini beradi.

4- jadval.

Kasalliklar va ularning belgilari

Kasallik turlari	Belgilari / EKG tahlili orqali
Aritmiya	R-R intervalidagi notekislik
Bradiarritmiya	R-R juda uzun, yurak urishi sekin
Taxikardiya	Tez yurak urishi (RR juda qisqa)
Miyokard infarkti	ST segmentining ko'tarilishi/pastligi
AV blok	PQ intervalining uzayishi
Fibrilatsiya	Noto'g'ri P-to'liqlar yoki yo'qligi

4-jadvalda kasalliklar va ularning belgilari keltirilgan. Bu yerda bemorning o'ziga xos holatlari (kognitiv holati) va kardio signal parametrlari asosida kasallik turi aniqlashtirilgan. Bu esa o'z navbatida zamonaviy tibbiy informatika va shaxslashtirilgan diagnostika (Personalized Diagnosis) sohasining muhim yo'nalishlaridan biridir.

5- jadval.

Bemorning kognitiv va sharoit parametrlari

Parametr	Tavsifi
Yosh	Yurak elastikligi va ritmga ta'sir qiladi
Jins (Erkak / Ayol)	EKG amplitudalar va intervallar farq qiladi
Kasb (Stress darajasi)	HRV o'zgaruvchanlikka olib keladi
Anamnez (Kasallik tarixi)	Oldingi MI, diabet, gipertoniya
Jismoniy faollik darajasi	Turg'un yurak urishi va HRV
Dori vositalari	Qon bosimi yoki ritmga ta'sir qiluvchi dori

Quyida bemorning kognitiv va sharoit parametrlari keltirilgan jadval keltirilgan (5-jadval). Ushbu parametrlar yurak faoliyatiga bevosita yoki bilvosita ta'sir qiladi.

Kognitiv model: Kognitiv + Signal integratsiyasi bu - yondashuvda biz klassik ML yoki DL modelga ikkita ma'lumot turini birlashtiramiz:

X_1 (Kognitiv xususiyatlar): Yosh, jins, kasb, anamnez.

X_2 (Signal xususiyatlari): EKG dan ajratilgan 8 ta parametr.

$X = [X_1 + X_2]$ ko'rinishida feature vektori hosil qilamiz. Natijada, har bir bemorga moslashtirilgan baholashni, kognitiv xususiyatlar + fiziologik signallar integratsiyasini, kasallik turini aniqlash aniqligi yuqoriligini, aritmiya va MI ni erta aniqlash imkoniyatini amalga oshirish mumkin bo'ladi.

Bu modelni yanada aniq ishlashi uchun kardiologik signal turlari, kasalliklar va sabablar jadvali ishlab chiqildi (6-jadval).

6- jadval.

Kardio signallar, kasalliklar va ularning sabablari

	Signal turi	Aniqlanadigan kasallik	Sabab va izoh
	EKG (ECG)	Aritmiya - yurak ritmining buzilishi	Elektrik signal noto'g'ri yurishi, giper/hypokalemiya, yurakning elektr tizimi muammolari
		Qarindosh blokklar (AV block)	Atrioventrikulyar impulsning sekinlashuvi yoki to'xtashi
		Qarshi (infarct)	Miokard ishemiyasi yoki to'qima o'limi – Q to'liqindagi o'zgarishlar
		QT sindromlari	Uzaygan yoki qisqa QT oralig'i, irsiy yoki dori ta'siri
	PCG	Yurak shovqinlari (murmur)	Qopqoq (valvular) muammolari, yurak ichi oqimining noto'g'riligidan
		Mitral regurgitatsiya	Mitral qopqoq noto'liq yopilishi
		Aortik stenoz	Aorta qopqog'i torayishi natijasida shovqin

PPG	Past yurak urish (bradikardiya)	Parasempatik faollik, dori-darmonlar, yurak xuruji
	Yuqori yurak urish (taxikardiya)	Stress, issiqlik, og'riq, yurak yetishmovchiligi
	Vazovagal sincope	Qon bosimining pasayishi natijasida hushdan ketish
ABP	Gipertenziya	Arteriyalarning torayishi, irsiyat, stress, noto'g'ri ovqatlanish
	Gipotoniya	Qon bosimining pastligi – yurak chiqarish hajmi kamaygan
SCG	Yurakning mexanik disfunktsiyasi	Yurak mushaklarining silkinishi sustlashadi – CHF (congestive heart failure) belgisi
	Aorta dissektsiyasi	Aortaning ichki devorining yirtilishi, og'riqli va xavfli holat
ICG	Qon hajmi kamayishi	Qon oqimi o'zgarishi, yurak chiqarish hajmi buzilishi
	Kardiogen shok	Yurak qon hayday olmaydi, o'lim xavfi yuqori
MCG	Elektrik buzilishlar (kam seziladigan EKG buzilishlari)	MCG EKG'ga qaraganda magnit sezgirligi yuqori bo'lgani uchun ba'zi kasalliklarni erta aniqlaydi
VCG	Elektr vektori o'zgarishlari – gipotrofiya yoki infarkt	Yurak mushaklarining kattalashuvi yoki o'lik to'qima tufayli vektorlar yo'nalishi o'zgaradi

Quyida keltirilgan jadvalda kardio signallar berilgan parametrlar bo'yicha berilishi tahlil qilingan:

	Kasallik turlari	precision	recall	F1-score	support
	Normal	0.98	1.00	0.99	446
	Aritmiya	0.00	0.00	0.00	9
	Accuracy	-	-	0.98	455
	Macro avg	0.49	0.50	0.50	455
	Weighted avg	0.96	0.98	0.97	455

Xulosa:

Raqamli signallarga ishlov berishda har bir usul muayyan maqsadga xizmat qiladi: z-transform tizimni tahlil qilishga, Fourier va wavelet usullari spektral tahlilga, filtrlash esa signalni tozalashga. Har bir tibbiy yoki texnik ilovada bu usullarning mos kombinatsiyasi tanlanadi.

Tibbiyotda kognitiv texnologiyalar inson va mashina o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish, tibbiy xizmatlar sifatini oshirish va bemorlar uchun yaxshi natijalarga erishishga xizmat qiladi.

Boshqacha qilib aytganda, kognitiv texnologiyalar tibbiyotda inson miyasining ishini "tushunish" va "takrorlash"ga harakat qiladi, shu orqali tibbiy ma'lumotlarni tahlil qilish, tashxis qo'yish, davolashni rejalashtirish va bemorga xizmat ko'rsatishni yaxshilashga yordam beradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI (REFERENCES)

1. Xakimjon, Z., Oybek, M. (2022). Parallel Algorithm for Calculating the Learning Processes of an Artificial Neural Network. *AIP Conference Proceedings*. 2022, 2647, 050006.
2. Ganixodjayeve D.Z. The Relationship of a Mathematical Model with Systemic-Cognitive Analysis Using Non-Parametric Models. "Бир макон бир йўл" *SIRCON 2023 xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Toshkent 3-6 oktyabr, 2023*. 550-556 б.
3. Ganixodjayeve D.Z., M.3. Махкамова. Когнитивная структуризация, формальная постановка задачи и синтез модели. *Республика олий ўқув юртлари профессор-ўқитувчиларининг илмий ишлари тўплами, Toshkent, 2014*, 188-189 б.
4. Ganixodjayeve D.Z., M.3. Махкамова. Математический метод системно-когнитивного анализа в свете идей интервальной бутстрапной робастной статистики объектов нечисловой природы. "Амалий математика ва инфорацион технологияларнинг долзарб муаммолари – Ал-Хоразмий 2014" Халқаро анжуман, маърузалари тўплами (Тўплам № 2), 2014 й., 15-17 сентябрь, 131-133 б.
5. Divya Gupta, Tanishka Garg, Latika Kharb. How Cognitive Technology Is Better Than AI? *International Journal of Advanced Trends in Computer Applications (IJATCA)* Volume 6, Number 2, Dec - 2019, pp. 33-35
6. Izabela Marszałek-Kotzur. Cognitive Technologies - Are We in Danger of Humanizing Machines and Dehumanizing Humans? *Management Systems in Production Engineering*. 2022, Volume 30, Issue 3, pp. 269-275
7. National Archives and Records Administration. Cognitive Technologies White Paper Records Management Implications. *Cognitive Technologies White Paper*. (2020). 29 p.
8. Abid Haleem, Mohd Javaid. Role of Cognitive Computing in Enhancing Innovative Healthcare Solutions. *Advances in Biomarker Sciences and Technology* (2024). DOI: 10.1016/j.abst.2024.08.002
9. Jeff Daniel, Arman Sargolzaei, Mohammed Abdelghani3, Saman Sargolzaei, Ben Amaba. Blockchain Technology, Cognitive Computing, and Healthcare Innovations. *Journal of Advances in Information Technology* Vol. 8, No. 3, August 2017.
10. Rajat K.B., Pradip K.B., Prabin K.P., Shilpee A. Dasgupta. Adoption of cognitive computing decision support system in the assessment of health-care policymaking. *Journal of Systems and Information Technology* (2023). Vol. 25 No. 4, pp. 395-439. <https://doi.org/10.1108/JSIT-10-2021-0221>