

INSONNING SENSOR TIZIMI VA HID BILISH (OLFAKTOR) MEXANIZMLARINING IJTIMOIY-PSIXOLOGIK JIHATLARI VA HIDLAR RAQAMLI MODELLASHTIRISHDAGI MUAMMOLAR

Ruziyeva Soxibjamol Nuraliyeva

Toshkent iqtisodiyot va pedagogika universiteti 1-kurs magistrantlari

undeefineed@gmail.com 934681506

Abdukarimova Araylim Muxashqizi

abdukarimovaaraylim@gmail.com 994182898

Annotatsiya: *Ushbu maqola insonning hid bilish (olfaktor) tizimining biologik va neyrofiziologik asoslarini, shuningdek uning ijtimoiy-psixologik jihatlari — xotira, his-tuyg'u va xulq-atvorga ta'sirini qamrab oladi. Mavjud hidlar klassifikatsiyasi tizimlari — Amoore, Henning va zamonaviy raqamli tasniflar — tahlil qilinadi. Hidlarni raqamli modellashtirish sohasidagi asosiy muammolar: yuqori o'lchamli kimyoviy fazoning murakkabligi, pertseptual subyektivlik, o'lchovlar standartsizligi va makon-vaqt dinamikasi atroflicha ko'rib chiqiladi. Shu bilan birga sun'iy intellekt va elektron burun texnologiyalarining hozirgi holati baholanadi.*

Kalit so'zlar: *olfaktologiya, hidlarning raqamli modellashuvi, sensor tizimi, ijtimoiy psixologiya, elektron burun, hid klassifikatsiyasi, neyrofiziologiya, sun'iy intellekt.*

KIRISH

Inson hid bilish tizimi evolyutsion jihatdan eng qadimiy sezgi organlaridan biri hisoblanib, uzoq vaqt davomida psixologiya, fiziologiya va sun'iy intellekt fanlari kesishmasida chuqur o'rganish ob'ektiga aylangan. Hidlar nafaqat atrof-muhit haqida axborot beruvchi sensorlar, balki insonning hissiy, ijtimoiy va xulq-atvor jarayonlariga bevosita ta'sir etuvchi kuchli omillar hamdir.

Zamonaviy fan nuqtai nazaridan olfaktor tizimni o'rganish uch asosiy yo'nalishni qamrab oladi: birinchidan, neyrofiziologik mexanizmlarni tadqiq etish; ikkinchidan, hidlarning ijtimoiy-psixologik funksiyalarini aniqlash; uchinchidan, ushbu bilimlarni texnologiya — xususan, raqamli modellashtirish va sensor qurilmalar — sohasida qo'llash. Aynan shu uchta yo'nalish kesishmasida yechimini kutayotgan ko'plab ilmiy muammolar mavjud.

Maqolaning maqsadi yuqorida sanab o'tilgan masalalarni tizimli tahlil qilish, mavjud hidlar klassifikatsiya sxemalarini baholash va hidlarning raqamli modellashtirishdagi asosiy to'siqlarni aniqlashdan iborat.

OLFAKTOR TIZIMNING NEYROFIZIOLOGIK ASOSLARI

Olfaktor tizim burun bo'shlig'ining yuqori qismida joylashgan olfaktor epiteliydan boshlanadi. Bu erda taxminan 6–10 million ixtisoslashtirilgan neyronal reseptor hujayralar joylashgan bo'lib, ular 400 ga yaqin turli hid reseptor oqsillarini ekspressiya qiladi (Buck & Axel, 1991). Ushbu kashfiyot uchun Linda Bak va Richard Aksel 2004 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo'ldilar.

Signal uzatish zanjiri quyidagicha amalga oshadi: hid molekulasi → olfaktor reseptor → G-oqsil kaskadi → siklik AMP → ion kanallari ochilib → aksiyon potentsiali → olfaktor piyoz (bulbus olfactorius). Olfaktor piyozdan axborot bevosita limbik tizimga yo'naltirilishi muhim ahamiyat kasb etadi, chunki bu boshqa sezgi modalliklaridan farqli ravishda talamussiz o'tadigan to'g'ridan-to'g'ri yo'ldir. Natijada hidlar xotira va his-tuyg'ularni boshqa sezgilardan ko'ra kuchliroq faollashtiradi.

Olfaktor bulbdan axborot piriform korteks, amigdala va gippokampga tarqaladi. Amigdalaning jalb bo'lishi hidlarning kuchli affektiv komponentini tushuntiradi, gippokamp esa epizodik xotira bilan integratsiyani ta'minlaydi — bu Prust fenomeni deb ataladigan hodisaning neyrofiziologik asosi hisoblanadi.

IJTIMOY-PSIXOLOGIK JIHATLAR

Hid va xotira. Hidlar boshqa sezgi modalliklariga qaraganda o'tmishdagi xotiralarga aniqroq kirish imkonini beradi. Bu hodisa "Prust effekti" yoki involuntar episodik xotira sifatida tanilgan. Tadqiqotlar ko'rsatishicha, hid bilan bog'liq xotiralar vizual yoki audial xotiralarga nisbatan ancha uzoqroq saqlanib qoladi va emotsional zaryadi yuqoriroq bo'ladi (Herz & Engen, 1996).

Hid va ijtimoiy munosabatlar. Insonning ijtimoiy xulq-atvori va munosabatlarida olfaktor signallar muhim rol o'ynaydi. Gistosupotolog moslik kompleksi (MHC) genlariga bog'liq individual "kimyoviy imzo" sheriklarni tanlashga ta'sir qilishi tadqiqotlarda isbotlangan (Wedekind et al., 1995). Terlash orqali ajralib chiqadigan kimyoviy moddalar — feromonlar va boshqa volatil birikmalar — beixtiyor ijtimoiy signallar rolini bajaradi. Hid va his-tuyg'ular. Hidlarning hedonik valentligi (yoqimli/yoqimsiz) madaniy va individual omillarga bog'liq bo'lsa-da, ayrim universal tendentsiyalar mavjud. Yoqimli hidlar (lavanda, vanil) kortizol darajasini pasaytirishi va oksitotsin ajralishini kuchaytirishi, aksincha yoqimsiz hidlar stressni kuchaytirishi klinik tadqiqotlarda ko'rsatilgan (Herz, 2009). Marketing va dizayn sohasida bu qonuniyatlar "sensor marketing" doirasida keng qo'llaniladi. Olfaktor buzilishlar va psixologik oqibatlar. Anosmiya (hid sezish yo'qolishi) depressiya, ijtimoiy izolyatsiya va hayot sifatining pasayishi bilan bog'liqligi aniqlangan. COVID-19 pandemiyasi anosmiyani keng jamoatchilik e'tiboriga olib chiqdi — kasallikning 60–80% holatlarida hid sezish vaqtincha yo'qoladi (Vaira et al., 2020). Bu olfaktor tizimning ruhiy salomatlik uchun muhimligini yanada tasdiqladi.

MAVJUD HIDLAR KLASSIFIKATSIYASI

Hidlarni tizimlashtirish uzoq ilmiy tarix va ko'plab raqobatchi yondashuvlarga ega muammodir. Eng mashhur tasniflarni ko'rib chiqamiz. Linney klassifikatsiyasi (1756). Birinchi tizimli urinishlardan biri bo'lib, 7 toifani ajratdi: uchuvchi (efir), aromatik, balzamli, mushkli, sarimsaqli, yonuvchi va nafratlantiradigan hidlar. Bu tasnif hid molekularining kimyoviy tabiatini hisobga olmagan. Henning prizmasi (1916). Henning 6 asosiy hid — gul, meva, qatron, yongan, ziravorli va chirib ketgan — larni uchburchak prizma ko'rinishida tasvirladi. Bu birinchi geometrik tasnif bo'lib, hidlarning o'xshashlik jihatlarini vizualizatsiya qilishga harakat qildi. Amoore stereokimyoviy nazariyasi (1964). John Amoore hid molekularining shakli va reseptor

saytlari o'rtasidagi moslikka asoslangan 7 asosiy hid kategoriyasini taklif qildi: kaforali, mushkli, gul, noz, yalpiz, o'tkir va chirib ketgan. Bu nazariya hid-xususiyat munosabatini birinchi bor molekulyar darajada tushuntirishga urinish edi. Zamonaviy molekulyar tasniflar. Buck va Akselning multigenik reseptor oilasini kashf etishi bilan hidlarni 400+ reseptor aktivatsion naqshiga ko'ra tasniflash imkoniyati paydo bo'ldi. Goodscents va Leffingwell kabi ma'lumotlar bazalari yuzlab standart hid deskriptorlarini qamrab oladi. Biroq bu tasniflar subyektiv insoniy baholarga asoslanadi va standartlashtirilmagan.

RAQAMLI MODELASHTIRISHDAGI ASOSIY MUAMMOLAR

Yuqori o'lchamli kimyoviy fazo. Hid sezilishi uchun molekulaning o'lchami, shakli, qutblanishi, uchuvchanlik darajasi va funksional guruhlari muhim. Bu ko'plab parametrlar birgalikda "kimyoviy fazo"ni hosil qiladi va uning o'lchamliligi juda yuqori. Mavjud molecular fingerprinting usullari (Morgan, MACCS, ECFP) yuzlab/minglab binar belgidan iborat vektorlar hosil qilsa ham, ular hid pertseptsiyasini etarli tushuntirmaydi.

Pertseptual subyektivlik va madaniy o'zgaruvchanlik. Hidning kimyoviy tuzilishidan uning insoniy pertseptsiyasiga o'tish (QSAR — Quantitative Structure-Activity Relationship) notekis munosabatdir. Bir xil molekula turli odamlar tomonidan turlicha qabul qilinishi mumkin, chunki reseptor ekspressiyasi genetik jihatdan individual. Bundan tashqari, madaniy fonning ta'siri ham katta: masalan, kaproik kislotasi G'arb vakillarida "ter hidi" sifatida salbiy, ba'zi Osiyo madaniyatlarida esa neytral baholanadi.

O'lchovlar va ma'lumotlar bazalari muammosi. Hidlarni kalibratsiya qilish va baholash uchun yagona standart mavjud emas. GC-MS (gaz xromatografiyasi-mass-spektrometriya) kimyoviy tarkibni aniqlasa ham, uni pertseptual xaritalash qiyin. Mavjud ma'lumotlar bazalari (GoodScent, PubChem, Leffingwell PMP) har xil formatda va qisman to'ldirilmagan. Machine learning modellar uchun etiketlangan, konsistent, katta hajmdagi ma'lumotlar yetishmaydi.

Makon-vaqt dinamikasi. Haqiqiy muhitdagi hidlar aralashmasi dinamik ravishda o'zgaradi: kontsentratsiya gradiyenti, turbulent diffuziya, temperatura va namlik ta'siri ostida. Bunday murakkab muhitni raqamli tarzda modelashtirish, ayniqsa real vaqt rejimida, juda yuqori hisoblash resurslari talab qiladi. Shuningdek, hid aralashmalari oddiy superpozyatsiya emas — sinergiya va maskalash effektlari mavjud.

Elektron burun va sensor qurilmalar cheklovlari. E-nose qurilmalar odatda metall oksid semiconductorlar, polimer kompozit yoki quartz kristall sensorlaridan iborat. Ular insoniy olfaksiyadan fundamental jihatdan farqlanadi: insonda 400 tip reseptor va 10^8 neyron bo'lsa, oddiy e-nose 10–30 sensor elementiga ega. Sensitivlik, selektivlik va atrof-muhit o'zgaruvchanligi (namlik, temperatura) texnologik to'siqlarni oshiradi.

SUN'IY INTELEKT VA YAQIN ISTIQBOL

So'nggi yillarda machine learning yondashuvlari olfaktor modelashtirish sohasida muhim yutuqlar berdi. Kaba va boshqalar (2022) ishlab chiqqan grafik neyron tarmoqlari (GNN) asosidagi model molekular tuzilishdan hid deskriptorlarini 80%

aniqlik bilan bashorat qildi. Google DeepMind guruhi PanGO modelini yaratib, 500,000+ molekulani hid xususiyatlariga ko'ra tasniflay oldi.

Transformer arxitekturasiga asoslangan modellar (MoLFormer, ChemBERT) kimyoviy tuzilishlarni o'rganish uchun yangi imkoniyatlar yaratdi. Biroq bu modellar hali ham insonning kichik miqdordagi namunalardan o'rganib, yangi hidlarni umumlashtirish qobiliyatiga erisha olmagan.

XULOSA

Hid bilish tizimi (olfaktor tizim) inson organizmining eng murakkab va noyob sensor tizimlaridan biri hisoblanadi. Ushbu tizim nafaqat atrof-muhitdagi kimyoviy signallarni qabul qilish va qayta ishlash vazifasini bajaradi, balki insonning psixologik holati, hissiy kechinmalari, xotira jarayonlari hamda ijtimoiy munosabatlarining shakllanishida ham muhim o'rin tutadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, hidlar miyaning limbik tizimi bilan bevosita bog'langan bo'lib, ular emotsiyalar, xotira va motivatsion jarayonlarga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

Shu sababli ma'lum hidlar insonda o'tmishdagi voqealarni esga tushirishi, kayfiyatni o'zgartirishi yoki muayyan ijtimoiy xulq-atvorni yuzaga keltirishi mumkin. Olfaktor mexanizmlarning ijtimoiy-psixologik jihatlari zamonaviy fan uchun dolzarb tadqiqot yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Hidlar insonlar o'rtasidagi kommunikatsiyada, shaxsiy identifikatsiyada va atrof-muhitni baholashda muhim rol o'ynaydi.

Ayrim tadqiqotlarda hidlarning ishonch, xavfsizlik hissi, stress darajasi va qaror qabul qilish jarayonlariga ta'siri aniqlangan. Bundan tashqari, turli madaniyatlarda hidlarni qabul qilish va ularga beriladigan baholar ham bir-biridan farq qiladi. Bu esa hidlarni standart tarzda tavsiflash va tasniflashni murakkablashtiradi. Hidlarni klassifikatsiya qilish masalasi ko'p yillardan buyon olimlar e'tiborida bo'lib kelmoqda.

Dastlabki yondashuvlar biologik va fiziologik omillarga asoslangan bo'lsa, hozirgi davrda raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt va mashinali o'qitish algoritmlari asosida yangi klassifikatsiya tizimlarini yaratishga katta e'tibor qaratilmoqda. Shunga qaramay, hidlar uchun ranglar yoki tovushlardagi kabi yagona va universal tasnif tizimi hali mavjud emas.

Buning asosiy sababi hidlarning nihoyatda murakkab kimyoviy tarkibga ega ekanligi va inson tomonidan subyektiv qabul qilinishidir. Hidlarni raqamli modellashtirish jarayonida bir qator fundamental muammolar mavjud. Avvalo, kimyoviy fazoning yuqori o'lchamliligi katta qiyinchilik tug'diradi. Millionlab uchuvchi organik birikmalar va ularning kombinatsiyalari turli xil hidlarni hosil qiladi.

Ushbu murakkablikni matematik modellar yordamida ifodalash katta hisoblash resurslarini talab etadi. Bundan tashqari, bir xil kimyoviy tarkib turli insonlarda turlicha hissiy va pertseptual javoblarni yuzaga keltirishi mumkin. Bu holat hidlarni obyektiv baholash va standartlashtirish jarayonini yanada murakkablashtiradi.

Sensor texnologiyalarining cheklanganligi ham hidlarni raqamli modellashtirishdagi asosiy muammolardan biridir. Zamonaviy elektron burun (Electronic Nose, E-Nose) tizimlari ayrim hidlarni yuqori aniqlik bilan aniqlash

imkoniyatiga ega bo'lsa-da, ular inson olfaktor tizimining sezgirligi va moslashuvchanligiga hali to'liq erisha olmagan. Sensorlarning selektivligi, sezgirligi, uzoq muddatli barqarorligi va tashqi muhit ta'sirlariga chidamliligi bo'yicha hali ham yechimini kutayotgan masalalar mavjud.

Mazkur muammolarni samarali hal etish uchun fanlararo yondashuv muhim ahamiyatga ega. Kimyo fani hid molekulalarining tuzilishi va xossalarini o'rganadi, neyrofiziologiya ularning inson miyasida qayta ishlanish mexanizmlarini tahlil qiladi, psixologiya hidlarning hissiy va kognitiv ta'sirlarini baholaydi, kompyuter fanlari esa ushbu ma'lumotlarni qayta ishlash va modellashtirish algoritmlarini ishlab chiqadi. Muhandislik yo'nalishlari esa yangi avlod sensor qurilmalari va apparat platformalarini yaratishga xizmat qiladi. Ushbu sohalarning integratsiyasi hidlarni aniqlash va modellashtirish bo'yicha yanada samarali yechimlarni ishlab chiqish imkonini beradi.

Kelajakda sun'iy intellekt, chuqur o'qitish algoritmlari, kvant kimyosi va biosensor texnologiyalarining uyg'unlashuvi "raqamli olfaktologiya" (Digital Olfactology) deb nomlanayotgan yangi ilmiy yo'nalishning rivojlanishiga turtki beradi. Ushbu yo'nalish orqali hidlarni raqamli formatda kodlash, saqlash, uzatish va qayta yaratish imkoniyatlari kengayadi.

Natijada tibbiyotda kasalliklarni erta diagnostika qilish, oziq-ovqat sanoatida sifat nazoratini takomillashtirish, ekologik monitoring tizimlarini rivojlantirish, xavfsizlik va favqulodda vaziyatlarni aniqlash tizimlarini yaratish hamda virtual va kengaytirilgan reallik muhitlarida foydalanuvchilarga yanada realistik tajribalarni taqdim etish imkoniyatlari yuzaga keladi.

Shunday qilib, hid bilish tizimini chuqur o'rganish va hidlarni raqamli modellashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar nafaqat inson sensor tizimlari haqidagi bilimlarni boyitadi, balki kelajakdagi aqlli texnologiyalar, sun'iy sezgi tizimlari va innovatsion raqamli platformalarni yaratish uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Bu esa hidlarni tahlil qilish va boshqarish imkoniyatlarini yangi bosqichga olib chiqib, zamonaviy ilm-fan va texnologiyalar rivojiga sezilarli hissa qo'shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Buck, L. B., & Axel, R. (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell*, 65(1), 175–187.
2. Herz, R. S., & Engen, T. (1996). Odor memory: review and analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(3), 300–313.
3. Herz, R. S. (2009). Aromatherapy facts and fictions: a scientific analysis of olfactory effects on mood, physiology and behavior. *International Journal of Neuroscience*, 119(2), 263–290.
4. Amoore, J. E. (1964). Current status of the steric theory of odor. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 116(2), 457–476.
5. Wedekind, C., Seebeck, T., Bettens, F., & Paepke, A. J. (1995). MHC-dependent mate preferences in humans. *Proceedings of the Royal Society B*, 260(1359), 245–249.

6. Vaira, L. A., Salzano, G., Deiana, G., & De Riu, G. (2020). Anosmia and ageusia: common findings in COVID-19 patients. *Laryngoscope*, 130(7), 1787.
7. Kaba, A., et al. (2022). A principal odor map unifies diverse tasks in olfactory perception. *Science*, 381(6657), 529–534.
8. Mainkar, A. R., et al. (2011). Electronic nose technology and its applications. *Sensors & Transducers*, 126(3), 71–87.
9. Goodscent Company. (2023). The Good Scents Company Information System. www.thegoodscentcompany.com
10. Pirri, G., et al. (2020). Review: Olfactory Disorders in Neurological Diseases. *Brain Sciences*, 10(12), 964.