SPORTDA MODELLASHTIRISH VA PROGNOZLASHTIRISH METODIKASI: YONDASHUVLAR, QO'LLANISH SOHALARI VA ISTIQBOLLARI

Nizamov Azamat Muratdinovich
Osiyo Xalqaro Universiteti magistri
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.20301810

Annotatsiya

Sportda matematik modellashtirish va prognozlashtirish usullarining qo'llanilishi fanlararo tadqiqotlarning tobora dolzarb yo'nalishiga aylanmoqda. Ushbu maqolada sport sohasidagi modellashtirish va prognozlashtirish metodikasining asosiy yo'nalishlari, jumladan, regressiya tahlili, mashinali o'qitish algoritmlari, simulyatsiyaga asoslangan yondashuvlar va vaqt qatorlari tahlili ko'rib chiqiladi. Tadqiqotda sport sohasidagi miqdoriy usullarning tarixiy rivojlanishi — dastlabki Elo reyting tizimlaridan tortib zamonaviy chuqur o'qitish arxitekturalarigacha — kuzatiladi hamda ularning turli sport turlari bo'yicha bashorat aniqligi baholanadi. Ma'lumotlarning mavjudligi va sifatining model samaradorligiga ta'siri, professional va havaskor sportda prediktiv tahlilning axloqiy jihatlari, shuningdek, murabbiylik faoliyati, iste'dodlarni aniqlash, shikastlanishlarning oldini olish va strategik qarorlar qabul qilishdagi amaliy qo'llanilishi alohida e'tiborga olinadi. Mavjud adabiyotlarning tanqidiy tahlili va misollar orqali maqolada sezilarli yutuqlarga qaramay, ishonchli va umumlashtiriladigan prognozlashtirish modellarini yaratishda jiddiy muammolar saqlanib qolayotganligi ko'rsatiladi. Maqola kiyiladigan sensor ma'lumotlarining integratsiyasi, real vaqt rejimidagi prognozlashtirish tizimlari va tushuntiriladigan sun'iy intellekt kabi yangi tendentsiyalarni aniqlash bilan yakunlanadi.

Kalit so'zlar: sport analitikasi, matematik modellashtirish, prognozlashtirish, mashinali o'qitish, regressiya tahlili, prediktiv modellashtirish, Elo reyting, vaqt qatorlari tahlili, sport samaradorligi, ma'lumotlarga asoslangan qarorlar.

Kirish

Zamonaviy sport dunyosida raqobatbardoshlik tobora kuchayib bormoqda va g'alaba qozonish uchun faqatgina jismoniy tayyorgarlik yetarli emas. Sport jamoalari, murabbiylar va sport tashkilotlari natijalarni oldindan bashorat qilish, sportchilarning ish faoliyatini optimallashtirish hamda strategik qarorlar qabul qilishda matematik modellashtirish va prognozlashtirish usullariga tobora ko'proq murojaat qilmoqdalar. Bu jarayon sport analitikasi deb nomlangan yangi fanlararo yo'nalishning shakllanishiga olib keldi.

Sport analitikasi o'z mohiyatiga ko'ra katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va tahlil qilish orqali sportdagi hodisa va jarayonlarni miqdoriy jihatdan tavsiflash, modellashtirish hamda prognozlashtirishni o'z ichiga oladi. Bu soha statistika, informatika, biomexanika, fiziologiya va sport fanlari kabi turli fanlarning kesishuvida joylashgan bo'lib, har bir soha o'ziga xos usullar va yondashuvlarni taqdim etadi.

Tarixiy nuqtai nazardan qaraganda, sportda miqdoriy tahlilning ildizlari XX asrning boshlariga borib taqaladi. 1920-yillarda shaxmat o'yinchilari uchun ishlab chiqilgan Elo reyting tizimi sport sohasida matematik modellarning dastlabki muvaffaqiyatli qo'llanilishlaridan biri bo'ldi. Keyinchalik, ayniqsa, beysbol sportida sabermetrika yo'nalishining paydo bo'lishi (1970–1980-yillar) sport statistikasiga yangicha yondashuvni joriy qildi. Bill Jeymsning statistik tahlil usullari sportda ma'lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish madaniyatining shakllanishiga katta hissa qo'shdi.

XXI asrda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi, katta hajmdagi ma'lumotlar (Big Data) texnologiyalari va sun'iy intellekt sohasidagi yutuqlar sportda modellashtirish va

prognozlashtirish imkoniyatlarini tubdan o'zgartirdi. Bugungi kunda GPS-kuzatuvchilar, akselerometrlar, videotahlil tizimlari va boshqa sensorlar orqali sportchilarning har bir harakati real vaqt rejimida qayd etilishi mumkin. Bu esa an'anaviy statistik usullardan tashqari mashinali o'qitish, chuqur o'qitish va neyron tarmoqlar kabi zamonaviy usullarni qo'llash uchun keng imkoniyatlar yaratdi.

Ushbu maqolaning maqsadi sportda modellashtirish va prognozlashtirish metodikasini har tomonlama tahlil qilish, asosiy yondashuvlarni ko'rib chiqish, ularning amaliy qo'llanilish sohalarini baholash hamda kelajakdagi istiqbollarni belgilashdan iborat. Maqolada regressiya tahlili, mashinali o'qitish, simulyatsiya usullari va vaqt qatorlari tahlili kabi asosiy metodlar batafsil ko'rib chiqiladi, ularning afzalliklari va kamchiliklari qiyosiy tahlil qilinadi.

Asosiy qism

1. Statistik va matematik modellashtirish usullari

Sportda modellashtirish va prognozlashtirish sohasining poydevori statistik va matematik usullarga asoslangan. Bu usullar sport hodisalarini miqdoriy jihatdan tavsiflash, o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash va kelajakdagi natijalarni bashorat qilish imkonini beradi.

Regressiya tahlili sportda eng keng tarqalgan statistik usullardan biri hisoblanadi. Chiziqli regressiya modellari sportchining ish faoliyati ko'rsatkichlari (masalan, yugurish tezligi, to'p urish aniqligi, sakrash balandligi) va natija o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun ishlatiladi. Masalan, futbolda jamoaning gol urish ehtimolini bashorat qilishda xPG (Expected Goals) modeli keng qo'llaniladi. Bu model to'pning pozitsiyasi, burchagi, masofasi va himoyachilarning joylashuvi kabi o'zgaruvchilar asosida har bir zarba uchun gol ehtimolini hisoblaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, xPG modeli an'anaviy gol statistikasiga nisbatan jamoaning haqiqiy kuchini aniqroq baholash imkonini beradi (Rathke, 2017).

Logistik regressiya esa ikkilik natijalarni (g'alaba/mag'lubiyat, gol/gol emas) prognozlashtirishda keng qo'llaniladi. Masalan, basketbolda o'yinning yakuniy natijasini bashorat qilishda logistik regressiya modellari 65–72 foiz aniqlikka erishishi mumkinligi ko'rsatilgan (Zimmermann va boshq., 2013). Bunda jamoaning hujum va himoya samaradorligi, to'pni yo'qotish ko'rsatkichlari, erkin tashlanishlar foizi kabi o'zgaruvchilar mustaqil prediktorlar sifatida ishlatiladi.

Puasson taqsimoti sportda, ayniqsa, futbol va xokkey kabi past gollli o'yinlarda natijalarni modellashtirish uchun keng qo'llaniladigan statistik usuldir. Bu model har bir jamoaning gol urish ehtimolini Puasson taqsimoti orqali baholaydi va shu asosda o'yin natijasini prognozlashtiradi. Dixon va Coles (1997) tomonidan taklif qilingan modifikatsiyalangan Puasson modeli, jamoalar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni hisobga olgan holda, oddiy Puasson modeliga nisbatan aniqroq prognozlar berishi isbotlangan. Bu model nafaqat o'yin natijasini, balki aniq hisobni ham bashorat qilish imkonini beradi, bu esa uni sport tikish bozorlarida keng qo'llaniladigan vositaga aylantirgan.

Bayescha statistik yondashuv sportda modellashtirish va prognozlashtirishning yana bir muhim yo'nalishi hisoblanadi. Bayescha usullar oldingi bilimlar (apriori taqsimot) va yangi ma'lumotlarni birlashtirish orqali modelning parametrlarini yangilab borish imkonini beradi. Bu xususiyat sportda ayniqsa foydali, chunki mavsum davomida jamoalar va sportchilarning ish faoliyati doimiy ravishda o'zgarib turadi. Masalan, tennisda o'yinchilarning sirt turiga qarab samaradorligini prognozlashtirishda Bayescha ierarxik modellar yuqori aniqlik ko'rsatgan (Kovalchik, 2016).

2. Mashinali o'qitish va sun'iy intellekt usullari

So'nggi o'n yillikda mashinali o'qitish (Machine Learning) va sun'iy intellekt (Artificial Intelligence) sportda modellashtirish va prognozlashtirish sohasida inqilobiy o'zgarishlarni

yuzaga keltirdi. An'anaviy statistik usullardan farqli o'laroq, mashinali o'qitish algoritmlari katta hajmdagi va murakkab tuzilishdagi ma'lumotlardan naqshlarni mustaqil ravishda aniqlash va o'rganish qobiliyatiga ega.

Tasniflash algoritmlari, xususan, tasodifiy o'rmon (Random Forest), gradientli bustering (Gradient Boosting) va qo'llab-quvvatlash vektorlari mashinasi (Support Vector Machine — SVM) sport natijalarini prognozlashtirishda yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda. Masalan, Hubalek va boshqalar (2019) ning tadqiqotida tasodifiy o'rmon algoritmi futbol o'yinlari natijalarini prognozlashtirishda 78 foizgacha aniqlikka erishganligi ko'rsatilgan. Bu usulning afzalligi shundaki, u o'zgaruvchilar o'rtasidagi chiziqli bo'lmagan bog'liqliklarni ham hisobga olish imkonini beradi.

Neyron tarmoqlar va chuqur o'qitish (Deep Learning) arxitekturalari sportda prognozlashtirishning yangi bosqichini ochdi. Rekurrent neyron tarmoqlar (RNN) va uning rivojlangan versiyasi — Uzoq muddatli qisqa xotira tarmoqlari (LSTM) — ketma-ket ma'lumotlarni qayta ishlashda, masalan, o'yin davomidagi harakatlar ketma-ketligini tahlil qilishda samarali natijalar beradi. Tadqiqotlar LSTM modellarining basketbol o'yinlarida yakuniy hisobni prognozlashtirishda an'anaviy usullarga nisbatan 5–8 foiz yuqori aniqlik ko'rsatganligini isbotlaydi (Thabtah va boshq., 2019).

Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) video va tasvir ma'lumotlarini qayta ishlashda keng qo'llaniladi. Sportda bu texnologiya o'yinchilarning harakatlarini avtomatik ravishda tanib olish, taktik sxemalarni tahlil qilish va o'yin holatlarini tasniflash uchun ishlatiladi. Masalan, CNN asosidagi tizimlar futbolda o'yinchilarning joylashuvi va harakatlarini video yozuvlardan avtomatik aniqlash imkonini beradi, bu esa murabbiylar uchun raqibning taktik sxemalarini chuqurroq tahlil qilish imkoniyatini yaratadi.

Mustahkamlashli o'qitish (Reinforcement Learning) sportda strategik qarorlar qabul qilishni modellashtirish uchun qo'llanilmoqda. Bu yondashuvda agent (sportchi yoki jamoa sifatida modellashtirilgan) muhit bilan o'zaro ta'sir orqali optimal strategiyani o'rganadi. Misol uchun, kriketda bowling strategiyasini optimallashtirish uchun mustahkamlashli o'qitish modeli ishlab chiqilgan bo'lib, u o'yinchining kuchli va zaif tomonlarini hisobga olgan holda har bir to'p uchun optimal yo'nalish va tezlikni tavsiya qiladi (Bhatt va boshq., 2020).

3. Amaliy qo'llanilish sohalari va mavjud muammolar

Sportda modellashtirish va prognozlashtirish usullarining amaliy qo'llanilish doirasi nihoyatda keng bo'lib, u bir nechta asosiy yo'nalishlarni qamrab oladi: sportchilarning ish faoliyatini baholash va optimallashtirish, iste'dodlarni aniqlash va tanlash, shikastlanishlarning oldini olish, strategik va taktik qarorlar qabul qilish hamda sport tadbirlarini boshqarish.

Sportchilarning ish faoliyatini baholash va optimallashtirish sohasida modellashtirish usullari sportchining kuchli va zaif tomonlarini aniq belgilash, mashg'ulot dasturlarini individuallashtirish va musobaqa natijalarini yaxshilash uchun qo'llaniladi. Masalan, suzishda sportchining biomexanik parametrlari (qo'l harakati chastotasi, tananing suvdagi holati, burilish texnikasi) asosida yaratilgan matematik modellar mashg'ulot jarayonini optimallashtirishga imkon beradi. Shu kabi, yengil atletikada yugurish texnikasini tahlil qilish uchun biomexanik modellar sportchining qadam uzunligi, chastotasi va kuch qo'llash burchagi o'rtasidagi optimal nisbatni aniqlashda yordam beradi.

Iste'dodlarni aniqlash va tanlash jarayonida mashinali o'qitish modellari yosh sportchilarning kelajakdagi salohiyatini baholashda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Masalan, futbolda yosh o'yinchilarning fizik ko'rsatkichlari, texnik ko'nikmalari va psixologik xususiyatlari asosida yaratilgan prognoz modellari ularning professional darajaga yetish ehtimolini 70–75 foiz aniqlikda bashorat qilish imkonini beradi (Hertzog va boshq.,

2019). Bu yondashuv akademiya tizimlarida investitsiyalarni samarali taqsimlash va eng istiqbolli sportchilarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi.

Shikastlanishlarning oldini olish sportda modellashtirish usullarining eng muhim amaliy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ortiqcha mashg'ulot yuklamasi, yetarli darajada tiklanmaslik va biomexanik nomutanosibliklar sportchilar orasida shikastlanish xavfini oshiruvchi asosiy omillar sifatida belgilangan. Zamonaviy kiyiladigan sensorlar (GPS-kuzatuvchilar, akselerometrlar, yurak urish chastotasi monitorlari) orqali to'plangan ma'lumotlar asosida yaratilgan prognoz modellari shikastlanish xavfini 48–72 soat oldin aniqlash imkonini beradi. Masalan, Rossi va boshqalar (2018) tomonidan ishlab chiqilgan model futbolchilarning mushak shikastlanishlari xavfini real vaqt rejimida baholash uchun GPS va akselerometr ma'lumotlarini tahlil qilib, xavf darajasi yuqori bo'lgan sportchilarni avtomatik ravishda aniqlaydi.

Shu bilan birga, sportda modellashtirish va prognozlashtirish sohasida bir qator muhim muammolar mavjud. Birinchidan, sportdagi hodisalarning yuqori darajadagi noaniqlik va tasodifiylik xususiyati prognozlash aniqligini cheklaydi. Ikkinchidan, ma'lumotlar sifati va hajmi ko'pincha yetarli darajada emas, ayniqsa, kam ommalashgan sport turlari va rivojlanayotgan mamlakatlardagi sport tizimlarida. Uchinchidan, murakkab modellarning "qora quti" xususiyati — ya'ni modelning qaror qabul qilish jarayonining shaffof emasli — murabbiylar va sport mutaxassislarining bu texnologiyalarga bo'lgan ishonchini pasaytirishi mumkin. To'rtinchidan, prediktiv tahlilning axloqiy jihatlari, jumladan, sportchilarning shaxsiy ma'lumotlarining maxfiyligi, sport tikish bozoriga ta'siri va algoritmik qarorlarning adolatliligi masalalari ham jiddiy e'tiborni talab qiladi.

Xulosa

Ushbu maqolada sportda modellashtirish va prognozlashtirish metodikasining asosiy yo'nalishlari, usullari va amaliy qo'llanilish sohalari har tomonlama ko'rib chiqildi. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, an'anaviy statistik usullardan zamonaviy mashinali o'qitish va chuqur o'qitish texnologiyalarigacha bo'lgan keng spektrdagi metodlar sport sohasida sezilarli yutuqlarga erishish imkonini bermoqda.

Regressiya tahlili, Puasson modellari va Bayescha yondashuvlar kabi statistik usullar sportda prognozlashtirishning ishonchli asosini tashkil etadi va ularning soddaligi hamda sharhlanuvchanligai tufayli amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Shu bilan birga, mashinali o'qitish algoritmlari, xususan, tasodifiy o'rmon, gradientli bustering va neyron tarmoqlar katta hajmdagi va murakkab tuzilishdagi ma'lumotlardan naqshlarni aniqlashda an'anaviy usullardan ustunlik ko'rsatmoqda.

Prognozlashtirish modellarining amaliy qo'llanilishi murabbiylik faoliyati, iste'dodlarni aniqlash, shikastlanishlarning oldini olish va strategik qarorlar qabul qilish kabi muhim sohalarda sport tashkilotlariga sezilarli foyda keltirmoqda. Kiyiladigan sensorlar va IoT qurilmalari orqali real vaqt rejimida ma'lumotlar yig'ish imkoniyatining kengayishi bu sohadagi tadqiqotlar uchun yangi ufqlarni ochmoqda.

Shu bilan birga, bir qator muhim muammolar hal etilishi lozim. Sportdagi hodisalarning yuqori noaniqlik darajasi, ma'lumotlar sifati va hajmining cheklanganligi, murakkab modellarning sharhlanuvchanlik muammosi hamda axloqiy masalalar bu sohaning oldida turgan asosiy to'siqlar hisoblanadi. Kelajakda tushuntiriladigan sun'iy intellekt (Explainable AI) texnologiyalarining rivojlanishi, federativ o'qitish (Federated Learning) usullarining joriy etilishi va real vaqt rejimidagi adaptive tizimlarning yaratilishi ushbu muammolarning yechimiga muhim hissa qo'shishi kutilmoqda.

Xulosa qilib aytganda, sportda modellashtirish va prognozlashtirish sohasining kelajagi nihoyatda istiqbolli. Texnologik imkoniyatlarning kengayishi, fanlararo hamkorlikning chuqurlashuvi va ma'lumotlar madaniyatining rivojlanishi bu sohada yangi yutuqlar va

kashfiyotlar uchun mustahkam zamin yaratmoqda. Biroq bu yutuqlardan samarali foydalanish uchun ilmiy qat'iylik, axloqiy mas'uliyat va amaliy ehtiyojlarga yo'naltirilgan yondashuvni uyg'un ravishda birlashtirib olib borish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Rathke, A. (2017). An examination of expected goals and shot efficiency in soccer. Journal of Human Sport and Exercise, 12(2), 514–529.
2. Dixon, M. J., & Coles, S. G. (1997). Modelling association football scores and inefficiencies in the football betting market. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), 46(2), 265–280.
3. Zimmermann, A., Moorthy, S., & Shi, Z. (2013). Predicting college basketball match outcomes using machine learning techniques: Some results and lessons learned. International Journal of Computer Science in Sport, 12(1), 1–22.
4. Kovalchik, S. A. (2016). Searching for the GOAT of tennis win prediction. Journal of Quantitative Analysis in Sports, 12(3), 127–138.
5. Hubalek, S., Porchet, F., & Leistner, A. (2019). Predicting football match outcomes using random forest classification. Proceedings of the 7th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support, 45–53.
6. Thabtah, F., Zhang, L., & Abdelhamid, N. (2019). NBA game result prediction using feature analysis and machine learning. Annals of Data Science, 6(1), 103–116.
7. Bhatt, A., Jain, R., & Kumar, M. (2020). Reinforcement learning for bowling strategy optimization in cricket. International Journal of Sports Science & Coaching, 15(4), 512–524.
8. Hertzog, M., Arora, P., & Williams, A. M. (2019). Predicting professional success in youth soccer using machine learning. Science and Medicine in Football, 3(2), 145–152.
9. Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F. M., Fernandez, J., & Medina, D. (2018). Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. PLoS ONE, 13(7), e0201264.
10. Lewis, M. (2003). Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game. W. W. Norton & Company.
11. Albert, J., Glickman, M. E., Swartz, T. B., & Koning, R. H. (Eds.). (2017). Handbook of Statistical Methods and Analyses in Sports. Chapman & Hall/CRC.
12. Bunker, R. P., & Thabtah, F. (2019). A machine learning framework for sport result prediction. Applied Computing and Informatics, 15(1), 27–33.