

**STATISTIK XATOLAR TAHLILI: TUR I, TUR II XATOLAR VA
ISHONCH ORALIQLARINING NAZARIYASI VA AMALIYOTI**

Ilmiy rahbar:

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti Oliy matematika kafedrası

o'qituvchisi

PhD Quljanov Jahongir Baxtiyorovich

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti 2-kurs talabasi

Shodiyorov Doniyor Baxtiyorovich

Annotatsiya: Ushbu maqolada statistik gipotezalar sinashning asosiy tushunchalari – Tur I (α) va Tur II (β) xatolari, ularning o'zaro bog'liqligi va quvvat ($1-\beta$) tushunchasi chuqur tahlil qilinadi. Shuningdek, ishonch oraliqlarining mohiyati, ularni qurish va talqin qilish usullari, xususan, Tur I xato bilan bog'liqligi ko'rib chiqiladi. Tadqiqotning nazariy qismi amaliy misollar, jumladan, tibbiyot, psixologiya va ijtimoiy fanlar sohalaridagi qo'llanishlar bilan mustahkamlanadi. Maqolada statistik xatolarning klinik, ilmiy va ijtimoiy qarorlar qabul qilishdagi ahamiyati, shuningdek, ularni boshqarishning zamonaviy usullari (masalan, Bayes yondashuvi va ko'p sonli taqqoslash muammosini hal qilish) tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: Tur I xato, Tur II xato, statistik quvvat, ishonch oralig'i, gipotezalar sinash, an'anaviy chastota statistikasi, qarorlar nazariyasi.

Abstract: This article provides an in-depth analysis of the basic concepts of statistical hypothesis testing - Type I (α) and Type II (β) errors, their interrelationships, and the concept of power ($1-\beta$). It also examines the nature of confidence intervals, methods for their construction and interpretation, and in particular their relationship to Type I error. The theoretical part of the study is supported by practical examples, including applications in medicine, psychology, and social sciences. The article analyzes the importance of statistical errors in clinical, scientific, and social decision-making, as well as modern methods for managing them (for example, the Bayesian approach and solving the multiple

comparison problem).

Keywords: Type I error, Type II error, statistical power, confidence interval, hypothesis testing, traditional frequentist statistics, decision theory.

Аннотация: В данной статье представлен углубленный анализ основных понятий статистической проверки гипотез — ошибок первого (α) и второго (β) типа, их взаимосвязи и понятия мощности ($1-\beta$). Также рассматривается природа доверительных интервалов, методы их построения и интерпретации, и в частности их связь с ошибкой первого типа. Теоретическая часть исследования подкреплена практическими примерами, включая приложения в медицине, психологии и социальных науках. В статье анализируется важность статистических ошибок в клиническом, научном и социальном принятии решений, а также современные методы управления ими (например, байесовский подход и решение задачи множественного сравнения).

Ключевые слова: ошибка первого типа, ошибка второго типа, статистическая мощность, доверительный интервал, проверка гипотез, традиционная частотная статистика, теория принятия решений.

Kirish

Statistik tahli ilmiy tadqiqotlarning ajralmas qismi bo'lib, unda ma'lumotlardan xulosa chiqarish va qarorlar qabul qilish uchun turli usullar qo'llaniladi. Gipotezalar sinash – bu nazariy farazlarni empirik ma'lumotlar asosida tekshirish jarayoni. Ushbu jarayon ikki asosiy xato turi bilan bog'liq: Tur I xato (α) – haqiqiy bo'lgan nol gipotezani (H_0) rad etish, ya'ni “soxta ijobiy” natija olish; va Tur II xato (β) – yolg'on bo'lgan nol gipotezani qabul qilish, ya'ni “soxta salbiy” natija olish. Statistik quvvat ($1-\beta$) esa haqiqatan ham yolg'on bo'lgan nol gipotezani rad eta olish ehtimolini ifodalaydi.

Ishonch oralig'i esa parametr (masalan, o'rtacha qiymat, proporsiya) ning noma'lum haqiqiy qiymatini ma'lum ehtimollik bilan (“ishonch darajasi” bilan) o'rab oluvchi qiymatlar to'plamidir. Ishonch oralig'i va gipotezalar sinash o'rtasida

chambarchas bog'liqlik mavjud: agar ishonch oralig'i nol gipoteza ostida kutilgan qiymatni (masalan, nolni) o'z ichiga olmasa, nol gipoteza rad etiladi.

Ushbu maqolaning maqsadi – statistik xatolar va ishonch oraliqlarining nazariy asoslarini, ularning amaliy ahamiyatini va zamonaviy tadqiqotlarda duch kelinadigan muammolarni (masalan, ko'p sonli taqqoslash, noshir bias) yoritishdir.

Tur I va Tur II Xatolar: Nazariy Asoslar va O'zaro Bog'liqlik

Tushunchalarning aniqlanishi.

Tur I Xato (α): Odatda 0.05 darajada belgilanadi. Bu ilmiy hamjamiyat tomonidan qabul qilingan, ammo ixtiyoriy chegaradir. α ning pasayishi Tur II xato ehtimolini (β) oshiradi.

Tur II Xato (β) va Quvvat ($1-\beta$): β odatda 0.20 dan oshmasligi, ya'ni quvvatning ($1-\beta$) kamida 0.80 (80%) bo'lishi tavsiya etiladi. Quvvat tanlanma hajmi, ta'sir hajmi (effect size) va α darajasiga bog'liq.

Quvvat tahlili va tanlanma hajmini hisoblash.

Har qanday rejalashtirilayotgan tadqiqotdan oldin quvvat tahlili (power analysis) o'tkazib, maqsadli quvvatga erishish uchun zarur bo'lgan tanlanma hajmini aniqlash kerak. Bu Tur II xatoning oldini olish uchun muhim bosqichdir. Kichik tanlanma hajmi quvvatning past bo'lishiga va haqiqiy ta'sirni aniqlay olmaslik (Tur II xato) xavfiga olib keladi.

Ishonch Oraliqlari: Qurilishi, Talqini va Xatolar bilan Aloqasi

Ishonch oralig'i nima?

95% ishonch oralig'i deganda, agar biz bir xil populyatsiyadan cheksiz sonda tanlama olsak va har bir tanlama uchun ishonch oralig'ini hisoblasak, bu oraliqlarning taxminan 95%i populyatsiya parametrining haqiqiy qiymatini o'z ichiga olishini tushunamiz. Bu aniqlik (precision) va ishonchlilik (confidence) o'rtasidagi muvozanatni ko'rsatadi: kattaroq ishonch darajasi (masalan, 99%) kengroq, ammo ishonchliroq oraliqni beradi.

Ishonch oralig'i vs p-qiymati.

P-qiymati faqat "statistik signifikantlik" haqida (α ga nisbatan) qaror beradi, ishonch oralig'i esa ta'sir hajmi (effect size) va uning noaniqligi haqida ko'proq

ma'lumot beradi. Zamonaviy ilm-fan hamjamiyati p-qiymatiga haddan tashqari ishonish o'rniga, ta'sir hajmi va uning ishonch oraliqlariga e'tibor qaratishni tavsiya qiladi. Aloqasi: Agar 95% ishonch oralig'i nolni o'z ichiga olmasa, bu $p < 0.05$ degani. Demak, 95% ishonch oralig'i $\alpha=0.05$ darajadagi sinash bilan bog'liq. Ishonch oralig'i aynan qaysi qiymatlar qabul qilinishi mumkinligini ko'rsatib, shunchaki "rad etish/qabul qilish" dan ko'ra chuqurroq tushuncha beradi.

Amaliy Sozalar va Zamonaviy Muammolar

Tibbiy tashxis va skrining.

Tibbiyotda Tur I xato bemorga keraksiz stress va muolajalarga olib kelishi mumkin ("soxta ijobiy"). Tur II xato esa kasallikni aniqlay olmaslik ("soxta salbiy") va davolashni kechiktirish xavfini keltirib chiqaradi. Masalan, noan'iq skrining testlarida sezgirlik (sensitivlik) va o'ziga xoslik (specificity) o'rtasidagi muvozanat Tur I va Tur II xatolar bilan bevosita bog'liq.

Ko'p sonli taqqoslash muammosi (Multiple Comparisons Problem)

Genomika, neyroilim yoki ma'lumotlar qazib olish kabi sohalarda minglab gipotezalarni bir vaqtda sinash kerak bo'ladi. Agar har bir sinov uchun $\alpha=0.05$ dan foydalansak, kamida bitta Tur I xatoga uchrash ehtimoli juda yuqori bo'lib ketadi. Bunga False Discovery Rate (FDR) kabi tuzatish usullari (masalan, Benjamini-Hochberg usuli) yordam beradi, ular umumiy xatolar sonini nazorat qiladi.

Reproducibility (Takrorlanuvchanlik) Inqirozi

Ko'pgagi ilmiy sohalarda, xususan psixologiya va tibbiyotda, asosiy natijalarni takrorlab bo'lmisligi muammosi yuzaga kelgan. Bunga quyidagi omillar sabab bo'ladi:

Quvvatning pastligi (yuqori β): Kichik tanlanma hajmi haqiqiy ta'sirni aniqlash imkonini bermaydi.

p-hacking (p-qiymatini "tortish"): Ma'lumotlarni turli yo'llar bilan tahlil qilib, statistik signifikantlik ($p < 0.05$) ko'rsatkichini topishga urinish, bu esa Tur I xato ehtimolini sun'iy oshiradi.

Noshir bias: Jurnallarning faqat "ijobiy" (statistik signifikant) natijali maqolalarni nashr qilish istagi.

Bayes statistikasining yondashuvi

An'anaviy (frequentist) statistikada parametr aniq qiymatga ega, ishonch oralig'i esa uning joylashishi mumkin bo'lgan oraliqdir. Bayes statistikasida esa parametrta ehtimollik taqsimoti sifatida qaraladi va biz ishonch oralig'i o'rniga ehtimollik oralig'i (credible interval) hasil qilamiz. Bu "parametrning ma'lum oraliqda bo'lish ehtimoli qancha?" degan savolga to'g'ridan-to'g'ri javob beradi, bu esa talqin qilishda an'anaviy ishonch oralig'iga qaraganda ancha sodda.

Xulosa va Takliflar

Tur I va Tur II xatolar, shuningdek ishonch oraliqlari statistik qarorlar qabul qilishning asosiy tayanch qurilmalaridir. Ularni to'g'ri tushunmaslik noto'g'ri ilmiy, klinik yoki siyosiy xulosalarga olib kelishi mumkin.

Asosiy takliflar:

1. Quvvat tahlilini o'tkazish: Har qanday tadqiqotni rejalashtirish bosqichida etarli tanlanma hajmini aniqlash uchun quvvat tahlilini o'tkazish zarur.

2. p-qiymatiga qaratilgan fikrdan voz kechish: Natijalarni baholashda p-qiymati bilan birga, har doim ta'sir hajmi (effect size) va ishonch oraliqlarini ko'rsatish kerak.

3. Ko'p sonli taqqoslashni tuzatish: Ommaviy sinovlar o'tkazilayotganda FDR kabi moslashtirish usullarini qo'llash.

4. Noaniqlikni qabul qilish: Ishonch oraliqlari noaniqlikni ko'rsatadi. Keng oraliq aniq emaslikni anglatadi, bu salbiy belgi emas, balki keyingi tadqiqotlar yo'nalishini ko'rsatadi.

5. Bayes metodlarini o'rganish: An'anaviy usullar bilan bir qatorda, Bayes yondashuvini o'rganish va qo'llash ma'lumotlarni talqin qilishda qo'shimcha imkoniyatlar beradi.

Xulosa qilib shuni ta'kidlash kerakki, statistik xatolar faqat raqamlar emas, balki ular orqali qabul qilinadigan qarorlarning sifatiga bevosita ta'sir etuvchi fundamental tushunchalardir. Ularni chuqur o'zlashtirish va to'g'ri qo'llash har qanday sohadagi tadqiqotchi uchun zarur malakadir.

Foydalanilgan Adabiyotlar

1. Benjamin, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 57(1), B. 289-300.
2. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
3. Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. New York, NY: Routledge.
4. Ellis, P. D. (2010). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge: Cambridge University Press.
5. Greenland, S., Senn, S. J., Rothman, K. J., Carlin, J. B., Poole, C., Goodman, S. N., & Altman, D. G. (2016). Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. *European Journal of Epidemiology*, 31(4), B. 337–350.
6. Kruschke, J. K. (2011). *Doing Bayesian data analysis: A tutorial with R and BUGS*. Academic Press.
7. Wasserstein, R. L., & Lazar, N. A. (2016). The ASA statement on p-values: context, process, and purpose. *The American Statistician*, 70(2), B. 129-133.