

Magyar Tudományos Akadémia IX. osztály
Statisztikai és Jövőkutatási Tudományos Bizottság
Statisztikai Tudományos Albizottsága

EMLÉKEZTETŐ

Az MTA Statisztikai és Jövőkutatási Tudományos Bizottság (SJTb) Statisztikai Tudományos Albizottsága (STAB) 2022. június 16-án általános ülést tartott az MTA Nádor Irodaházában.

A jelenlevők száma 13 fő volt.

A rendezvényt *Kovács Péter*, a STAB elnöke nyitotta meg.

Az első napirendi pont keretében két előadás hangzott el: elsőként *Kehl Dániel*, a STAB tagja, a PTE Közgazdaságtudományi Kar adjunktusa a bayesi gondolkodás alapjairól beszélt, majd *Aczél Balázs*, az ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar hab. egyetemi docense a bayesi statisztika gyakorlati alkalmazásaiba nyújtott betekintést.

Kehl Dániel előadását a bayesi statisztika történetének bemutatásával kezdte. Rávilágított, a fő különbség a klasszikus (frekventista) és a bayesi statisztika között az, hogy míg az előbbiben a keresett paraméter egy rögzített érték, a valószínűség objektív, a külső információ explicit nincs megjelenítve, és feltételezhető az ismételt mintavételi lehetőség, addig az utóbbiban a paraméterekkel kapcsolatos ismereteinket egy valószínűségi változóval írjuk le, a valószínűség akár szubjektív is lehet, külső információkat is beépíthetünk, és egyetlen mintára építünk. Míg külföldön több tízezer munka foglalkozott bayesi statisztikával, addig Magyarországon a témában megjelent tanulmányok száma csekély.

Az előadó ismertette a Bayes-tételt és annak bayesiánus statisztika általi interpretációját, részletesen bemutatva ez utóbbi összetevőit, a likelihood-ot, a priort és e kettő szorzatát, a poszteriorot. Klasszikus példaként a binomiális eloszlásúnak tekinthető pénzfeldobást (fejek aránya) említette, amelyet egy animációval is illusztrált. Ha nincs priori ismeretünk, akkor a poszterior és a likelihood egybeesnek. A poszterior azonban rendszerint a prior és a likelihood között helyezkedik el, és a prioron keresztül tartalmazza a paraméterekre vonatkozó előzetes ismereteket, a likelihood-on keresztül pedig az adatokban rejlő információt. Választható nem informatív prior, amikor maguk az adatok nyújtanak információt, de olyan is, amely felhasználható a paraméterek meghatározásakor. A poszterior általában egy sokdimenziós, térben értelmezett függvény, ezért kiértékelése problémás lehet. A bayesi statisztikusok e célból gyakran intervallumbecslést végeznek, ilyenkor a

HPD-t (highest posterior density – legnagyobb poszteriori sűrűség) is meghatározzák; de erre szolgál a pontbecslés is, amelyhez valamilyen veszteségfüggvényre van szükség. A napjainkban rendelkezésre álló szoftverek gyorsan el tudják végezni a számításokat. Az előadó animáció segítségével magyarázta el a poszterior kiértékelésének módját a pénzérmefeldobás példája esetén. Kiemelte, az általa ismertetett kívül léteznek egyéb poszteriorikiértékelési módszerek is; ezekre főleg akkor van szükség, ha sok paramétert kell becsülni. Ez utóbbi esetre szolgálnak például az MCMC- (Markov chain Monte Carlo – Markov-láncú Monte Carlo) algoritmusok. *Kehl Dániel* bemutatott egy weboldalt (<https://chi-feng.github.io/mcmc-demo/>), amely a különböző algoritmusok interaktív demójával segít felfedezni a sokdimenziós eloszlásokat. Előadása végén kiemelte, a poszterior előállítása egyszerű, a benne rejlő információ viszont sokszor nehezen kinyerhető. A bayesi statisztikát, amelyhez ma már fejlett algoritmusok és támogató szoftverek léteznek, érdemes lenne integrálni az egyetemi képzések (főleg az emelt szintű kurzusok) tanmenetébe.

Aczél Balázs bevezetőjében rámutatott arra, hogy a társadalomtudományok területén terjed a Bayesianizmus, pedig – mint más szakterületeken – a statisztika hagyományosan ott is a p -érték körül „forog”. A bayesi statisztika szubjektív valószínűséget társít az állításokhoz, amit azonban a dichotóm értékelés nem tesz lehetővé. Egy nem szignifikáns eredmény esetén legfeljebb az állapítható meg, hogy az eredmény nem elég érzékeny az adott állítást tekintve; tehát az adatok sosem tudják megdönteni a kutatók elméleteit. Az előadó bemutatta a bayesi elemzés előnyeit, majd a Bayes-faktort (BF), amely egy likelihood ratio (arány). Ha a BF értéke 1, akkor a H_0 és a H_1 hipotézis támogatottsága egyforma; minél inkább meghaladja azonban az 1-et, a H_1 annál inkább támogatott, míg fordított esetben (minél inkább 1 alatt van) a H_0 támogatottsága emelkedik.

A társadalomtudományokban sok kritika éri a frekventista statisztikát (a p -érték rossz használatát), szembeállítva azt a Bayesianizmus előnyeivel. *Aczél Balázs* kollégáival ennek kapcsán a pszichológiai eredmények erősségének megállapítására tett kísérletet. E célból 293 pszichológiai folyóirat 1985 és 2016 között megjelent 35 515 cikkére (287 424 szignifikáns statisztikai eredményére) vonatkozóan kalkuláltak BF-okat, melyeket a releváns p -értékekhez viszonyítottak. Megállapításaik szerint pl. 3-as küszöbérték esetén a 0,03–0,05 p -értékű eredmények a BF-t tekintve nem érnének el anekdotikusnál erősebb szintet (sőt extrém esetekben az ellentétes hipotézist támogatnák). Az eredmények nagy része mégis a BF-ok esetén megegyezik a p -értéken alapulókkal.

Egy másik kutatásban az előadó és munkatársai a nem szignifikáns pszichológiai eredmények erősségének mértékét határozták meg. Bár sokan a BF-t túl szubjektívnak tartják (többek között azért, mert a priort a kutatók maguk választják meg), a társadalomtudományi gyakorlatban, ha a használt paraméterek reálisak és a minta nem túl kicsi, az eredmények nem priorszenzitívek. Manapság erre vonatkozóan elvárt a robusztusságpróba végzése, illetve megjelent a „hibrid frekventista” szemléletű „Bayes-factor design analysis” (BF-tervezés elemzése), amely annak megállapítására szolgál, hogy a szimulációk milyen arányban mennének át a mintaméret növelése mellett a valós és az ellenkező küszöbön. Az előadó és társainak eredményei szerint minél nagyobb az elemszám, annál inkább tartható a téves konklúziók levonása a kívánt hibaszint alatt.

Fontos, hogy a Bayesianizmus komplex matematikai háttérét könnyen át lehessen adni a kutatóknak. Ma már léteznek standardok az eredmények bemutatására, és vannak applikációk (pl. az ingyenes letölthető JASP program), amelyek az elemzések végrehajtásán túl az eredményeket is prezentálják. Ezek mellett számos ingyenesen elérhető anyag készült diákoknak, illetve olyanok is, amelyek a Bayesianizmus R-ben való használatát ismertetik a kutatók számára. Az előadó végül pár olyan, főként pszichológusoknak szóló népszerűsítő cikket mutatott be a témában, amelyek jelenleg a statisztikai kurzusok alapolvasmányai.

Az előadásokat hozzászólások követték.

Herman Sándor: A hipotézisellenőrzés Bayes-szel „megtámasztott” logikáját ki lehet vetíteni egy sajátos filozófiai kérdéskörre, például az Istenhitre.

Telegdi László: Bernoullinak is volt hasonló érve az Istennek tetsző élet „élésére”. A bayesi megközelítést régebben is sokan támadták amiatt, hogy a kutatóknak túl szabad kezet ad az eredeti elképzeléseikhez legközelebb álló eredmény kiválasztásában. Ellen-bayesi cikkek napjainkban már nem jelennek meg?

Aczél Balázs: A bayesianusok ma is kisebbségben vannak; hozzájuk képest a p -érték „bűvöletében élők” azonban hajlamosabbak a „trükközésre”. Robusztusságtesztekkel, szenzitivitásanalízissel megállapítható, hogy mennyire érzékeny az eredmény a kutató választására. Elsősorban a kutatási kérdés feltevésében van a kutatóknak nagy szabadságuk.

Kriszt Éva: Hol tanítják alapkursusokon a bayesi statisztikát?

Aczél Balázs: Magyarországon az ELTE-n, külföldön pedig például az Amszterdami Egyetemen. Ez utóbbin már kizárólag bayesi statisztikát oktatnak. Természetesen a szakirodalom megértéséhez a frekventista statisztika elsajátítására is szükség van.

A gyakorlatban azonban – az alapfilozófián kívül – nem nagy a frekventista és a bayesi statisztika közötti különbség.

Ligeti Zsombor: Az elmondottak szerint tehát addig kell igazítani modellünket, amíg a p -érték nem lesz kisebb 0,02-nál?

Aczél Balázs: Pár éve jelent meg egy nagy port kavaró cikk, amely 0,005-es küszöbértéket javasol. Ezzel sok baj elkerülhető lenne, de nagy mintával kellene dolgozni.

Kehl Dániel: A makroelemzők gyakorta használják a bayesi megközelítést, mert bizonyos dolgokról tudjuk, hogy milyen értéket vehetnek fel. Kis minta esetén a valamennyire informatív prior segíthet abban, hogy a modell végeredménye közelebb álljon a valósághoz, mint a pusztán frekventista megközelítéssel kapott. Az MNB is használ bayesi statisztikát.

Aczél Balázs: Bayesi statisztikát használni általánosságban gazdaságosabb, mert előbb lesz informatív az eredmény; még ha inkonzuzív is, akkor is van lehetőség az értelmezésére.

Az egyebek napirendi pontban *Kondora Cosette* egy bejelentést tett: időközben felmerült külső ok miatt le kell mondania a titkári posztról.

Kovács Péter: A tagság sajnálattal veszi tudomásul a bejelentést, és köszöni *Kondora Cosette* munkáját. A pozícióra eddig *Földesi Erika* neve merült fel, de miután a titkárválasztás nem került meghirdetésre, az albizottság tagjaitól esetleges további ajánlásokat vár a titkári posztra. A jelöltek közül a tagság online szavazással fog választani.

A következő ülés a tervek szerint 2022. szeptemberben lesz, melyet még további kettő követ az év végéig. Ezek egyikén *Balogh Péter* fog a választási modellekről beszélni, illetve egy fiatal PhD-hallgató tart előadást. Egy másik ülés témája a statisztikaoktatás lesz; ennek keretében egy külföldi előadó mutatja majd be, hogy náluk milyen irányba mozdult el a tárgy oktatása, előadása után pedig kerekasztal-beszélgetésre kerül sor az albizottság tagjainak és egyetemek képviselőinek bevonásával. A Magyar Tudomány Ünnepe programsorozat keretében az MTA SJTB és két albizottsága novemberben szervez együttes ülést.

Kovács Péter elnök zárásként megköszönte az előadóknak az érdekes előadást, a hallgatóságnak pedig az aktív részvételt.

Budapest, 2022. július 1.

Kovács Péter, a STAB elnöke

Az emlékeztetőt készítette: *Kondora Cosette*, a STAB titkára