

Statistika v kazenskem pravu

Dolga predstavitev diplomske naloge

Neža Kržan

Mentor: izred. prof. dr. Jaka Smrekar
Fakulteta za matematiko in fiziko

Ljubljana, 5.maj 2023

Statistika v kazenskem pravu

- Preverjamo **teorije** in **hipoteze**.
- Preučujemo razmerja med dvema ali več spremenljivkami.

Odvisne spremenljivke - empirični dogodki, ki jih želi raziskovalec pojasniti.

Neodvisne spremenljivke - dejavniki, za katere raziskovalec meni, da bi lahko vplivali na odvisne spremenljivke.

- 1 časovno zaporedje;
- 2 obstajati mora empirična povezava med odvisno in neodvisno spremenljivko;
- 3 razmerje med neodvisno in odvisno spremenljivko nepristransko;

Težave

Določitev odvisnih in neodvisnih spremenljivk za modeliranje.

V proces določanja spremenljivk pogosto posežejo odvetniki, ki se sklicujejo na pravne zakone in načela. To lahko postane sporno, saj lahko takšni posegi ovirajo statistične znanstvenike pri izračunu verjetnostnega vpliva spremenljivk.

Uporaba statistike pri pravnem postopku

Pred pričanjem na sodišču moramo vedeti

- 1 na kaj točno se podatki nanašajo,
- 2 kako so bili zbrani,
- 3 kakšen del podatkov manjka ali je neuporaben.

⇒ **Določimo ustrezen postopek analize podatkov.**

Potrebujemo

- 1 osnovne informacije odvetnika in drugih strokovnjakov,
- 2 določitev ustrezne populacije,
- 3 določitev parametrov, ki nas zanimajo,
- 4 določitev statističnega postopka.

⇒ **Oblikujemo ustrezne primerjalne skupine.**

Raziskovalni proces

Raziskovalni proces v kazenskem pravosodju je običajno namenjen preučevanju problemov kriminala. Proces se izvaja po naslednjih točkah.

- ➊ **Identifikacija problema.**
- ➋ **Zasnova raziskave.**
- ➌ **Analiza podatkov.**

Vrednotenje dokazov

Dokazni standard

je pravno vprašanje. Gre za abstraktno normo, ki je (podobno kot obstoj določenih predpostavk za določeno kaznivo dejanje) opredeljena s pravnim pravilom.

METODA DOKAZNE VREDNOSTI MODEL VERJETNOSTI HIPOTEZE

V kazenskem pravu lahko zelo hitro pride do posebnih, edinstvenih predpostavk oziroma hipotez, ki pa predstavljajo težave pri vrednotenju oziroma merjenju v statističnih modelih.

Koncept verjetnosti

Opravlja se primerjava verjetnosti dokazov na podlagi dveh konkurenčnih predlogov:

H_p . . . trditev, ki jo predlaga tožilstvo;

H_d . . . trditev, ki jo predlaga obramba.

Koncept verjetnosti je

- ključen pri ocenjevanju dokazov;
- omogoča objektivno oceno vpliva dokaza na verjetnost določene domneve o interesni osebi ali obdolžencu.

Presoja dokazov

- Za presojo se uporabljajo različne metode in tehnike, ki temeljijo na statistični verjetnosti,
- metode omogočajo oceno, kako verjetno je, da so dokazi resnični in zanesljivi.

KONTEKST DOKAZA

- Upoštevamo druge dokaze in okoliščine primera.
- Izvedemo bolj objektivno presojo dokazov.
- Vpliv na določeno domnevo oziroma hipotezo o interesni osebi ali obdolžencu.
- Upoštevamo verjetnost napake - verjetnost, da so dokazi napačni ali zavajajoči.

Koncept verjetnosti

Verjetnost proti nedolžnosti ali verjetnost za krivdo

$$\frac{P(H_p)}{P(H_d)}$$

Verjetnost v prid krivdi ob upoštevanju informacij E

$$\frac{P(H_p|E)}{P(H_d|E)}$$

Če imamo na voljo dokaz E , nas zanima pogojna verjetnost

$$P(kriv|E),$$

pri čemer nam je lahko v pomoč Bayesovo pravilo.

Bayesova teorija v kazenskem pravu

Bayesovo sklepanje razlaga verjetnost kot merilo verjetnosti ali zaupanja, ki ga lahko ima posameznik glede nastanka določenega dogodka.

- O dogodku lahko že imamo predhodno prepričanje oziroma apriorno prepričanje.
- Ta se lahko spremeni, ko se pojavijo novi dokazi.

Bayesova statistika nam daje matematične modele za vključevanje naših apriornih prepričanj in dokazov za ustvarjanje novih prepričanj.

Bayesova teorija v kazenskem pravu

Ocena, kako informacije vplivajo na tožilčevo domnevo o obdolžencu oziroma storilcu kaznivega dejanja.

Postopek posodabljanja verjetnosti tožilčeve hipoteze na podlagi predhodnih oziroma apriornih verjetnosti.

verjetnost hipoteze pred upoštevanjem določenega dokaza (dokazov)



verjetnost hipoteze po upoštevanju določenega dokaza (dokazov)

Predhodna verjetnost in določitev posteriorne verjetnosti

Predhodna verjetnost

začetna verjetnost hipoteze oziroma tožilčeve domneve o obdolžencu oziroma storilcu kaznivega dejanja.

Predhodna verjetnost

verjetnost začetne hipoteze oziroma tožilčeve domneve o obdolžencu, preden so bili predloženi dokazi.

Težave z določitvijo predhodne verjetnosti

Različne metode za določitev in izračun predhodnih verjetnosti lahko dajejo različne rezultate.

Ali naj analitiki poskušajo določiti predhodne verjetnosti in če ja, kako naj jih določijo?

- **Nevtralno stanje** - analitiki predpostavi enake predhodne verjetnosti za vse hipoteze v primeru;
- Analitik naj uporabi svoje strokovno znanje za izračun apriorne verjetnosti na podlagi razpoložljivih podatkov in brez nepotrebnega vplivanja odvetnikov ali drugih udeležencev postopka;

Frekvence

- frekvence se običajno nanašajo na pojavljanje dokazov za posamezen primer;
- sklepanje o krivdi je lahko podprto s verjetnostnim sklepanjem z uporabo absolutnih ali relativnih frekvenc;

Relativne frekvence

- navajajo (predpostavljajo) obstoj referenčnega vzorca, na podlagi katerega se lahko oceni pogostost zadevnega dogodka;
- lahko podpre vmesno sklepanje o moči dokazov;
- rutinsko vključene v znanstvene dokaze.

Frekvence

- **teoretična pomanjkljivost** - zahtevajo statistične dokaze, ki sodišču niso na voljo;
- frekvenčni modeli temeljijo na predpostavki, a visoka vrednost verjetnosti, ki opisuje razmerje med obstoječimi dokazi in primerom, pomeni, da je vrednost tega dokaza visoka;
- uporaba frekvenčnih modelov je lahko zelo omejena;

Metoda verjetnosti naključnega ujemanja

Izraža možnost, da bi imel naključni posameznik, ki ni povezan z obdolžencem, ustrezeni DNK profil. Ta verjetnost je enaka pogostosti profila DNK.

Pogosto se to verjetnost interpretira kot:

- 1 če je verjetnost naključnega ujemanja na primer 1 proti 100 milijonom, potem je verjetnost, da ima profil DNK drug posameznik in ne obdolženec 1 proti 100 milijonom;
- 2 ker je to zelo majhna verjetnost, mora biti tudi verjetnost, da je sled DNK pustil nekdo drug na kraju zločina in ne obdolženec, zelo majhna;
- 3 zato mora biti verjetnost, da je vir sledi DNK s kraja zločina obtoženec zelo velika, ampak znaša 1 proti 100 milijonov.

⇒ **TOŽILČEVA ZMOTA**

Razmerje verjetnosti v kazenskem pravu

H_p ... interesna oseba oz. obtoženec je resnično kriv - nadomestimo H ;

H_d ... interesna oseba je resnično nedolžen - nadomestimo \bar{H} ;

Ev ... obravnavani dokaz - nadomestimo dogodek E ;

Bayesovov izreka omogoča, da se predhodne verjetnosti v korist krivde posodobijo v posteriorne verjetnosti

$$\frac{P(H_p|Ev)}{P(H_d|Ev)} = \frac{P(Ev|H_p)}{P(Ev|H_d)} \times \frac{P(H_p)}{P(H_d)}.$$

Ob upoštevanju informacij I

$$\frac{P(H_p|Ev, I)}{P(H_d|Ev, I)} = \frac{P(Ev|H_p, I)}{P(Ev|H_d, I)} \times \frac{P(H_p|I)}{P(H_d|I)}.$$

Razmerje verjetnosti v kazenskem pravu

Definicija

Naj bosta H_p in H_d dve konkurenčni hipotezi ter I informacije o ozadju. Vrednost V dokaza Ev je podana z

$$V = \frac{P(Ev|H_p, I)}{P(Ev|H_d, I)},$$

razmerje verjetnosti, ki pretvori predhodne verjetnosti

$$\frac{P(H_p|I)}{P(H_d|I)}$$

v posteriorne verjetnosti

$$\frac{P(H_p|Ev, I)}{P(H_d|Ev, I)}.$$

Utemeljitev uporabe razmerja verjetnosti

- 1 katera hipoteza je bolje podprta z dokazi;
- 2 v primerih, ko je treba združiti več hipotez in/ali več dokazov;
- 3 za količinsko ovrednotenje skupnega učinka več dokazov, ki vključujejo različne povezane hipoteze;

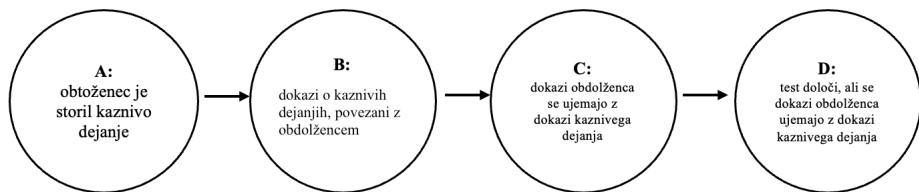
Negotovosti

- kakovost podatkov, pridobljenih z analizami;
- izbira kontrolnega vzorca;
- osebno poznavanje okoliščin iz določenega primera;
- pridobivanje predhodnih verjetnosti, pogojenih z razpoložljivim znanjem;
- numerični postopki za razreševanje računskih težav;

⇒ **poročilo vključuje merilo njegove natančnosti**

Zmote v kazenskem pravu

Če upoštevamo vzročno verigo dokazov, predstavljeno na sliki, lahko razvrstitev zmot posplošimo na večino vrst dokazov.

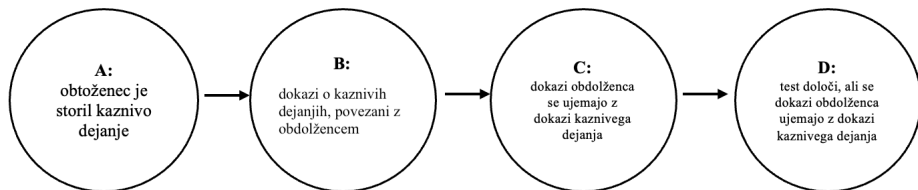


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Tožilčeva zmota

enačimo $P(C|\neg B)$ s $P(\neg A|C)$.

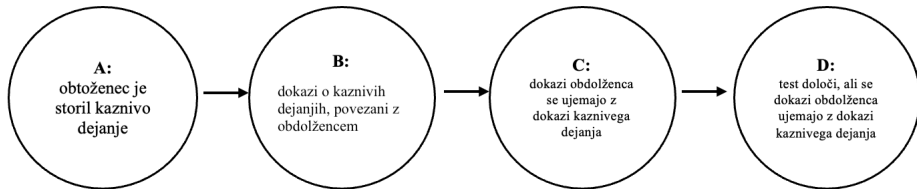


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Napaka verjetnosti

$P(C|\neg B)$ enačimo z verjetnostjo (imenujmo jo q), da ima vsaj en nedolžen član populacije ustreza dokazom.

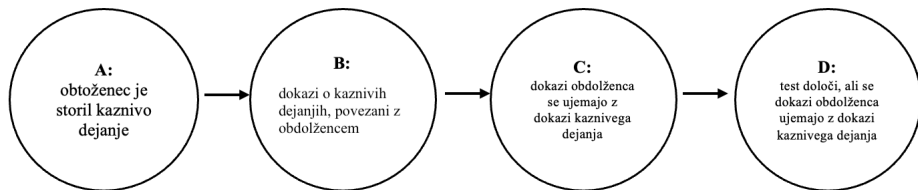


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Zanemarjanje predhodnih verjetnosti

neupoštevanje predhodnih vrednosti, kot sta $P(A)$ in $P(B)$.

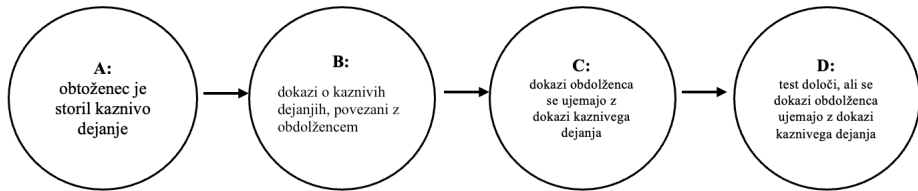


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Napaka pri številčnem preračunavanju

gre za zamenjavo vrednosti $P(C|\neg B)$ s pričakovanim številom drugih oseb, ki bi jih bilo treba testirati, preden bi našli ujemanje.

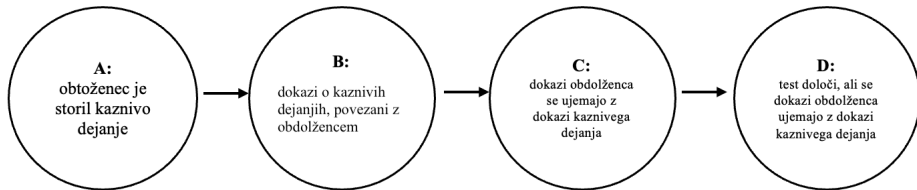


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Pričakovane vrednosti, ki pomenijo edinstvenost

če je velikost populacije približno enaka $1/P(\neg B|C)$, potem mora biti obdolženec edini primerek.

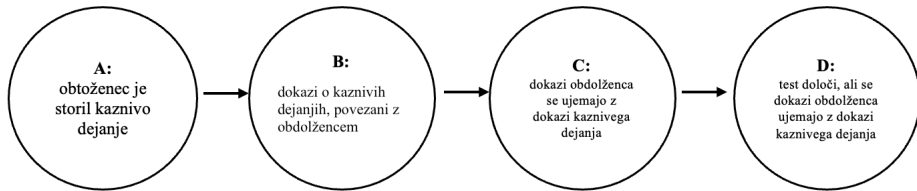


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Zmota obrambnega odvetnika

dokaz C štejeemo za nepomembnega, ker visoka predhodna verjetnost $P(\neg A)$ še vedno povzroči visoko verjetnost $P(\neg B|C)$.

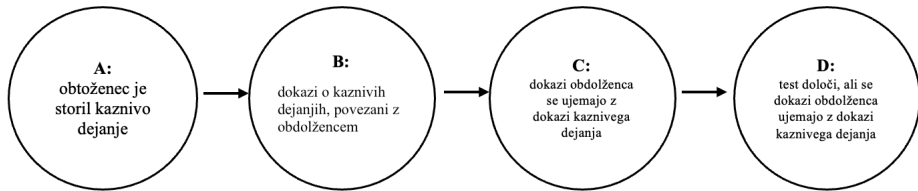


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Napaka baze podatkov obrambnega odvetnika

verjetnost $P(\neg B|C)$ temelji na drugačni populaciji, kot jo določa $P(B)$ ali $P(A)$.

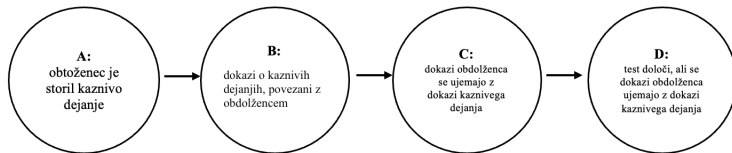


Slika: Vzorčna veriga dokazov

Zmote v kazenskem pravu

Zasliševalčeva zmota

v tem primeru je dokaz neposredno priznanje krivde. Če to ni potrjeno, to pomeni, da uporabljamo $P(D|A)$ za informiranje $P(A|D)$. Napaka je, da ne upoštevamo $P(D|\neg A)$. Če je $P(D|A) \leq P(D|\neg A)$, potem dokaz nima vrednosti.



Slika: Vzorčna veriga dokazov

Izogibanje zmotam z uporabo Bayesovih omrežij

Bayesova omrežja pomagajo določiti ustrezne verjetnostne formule, ne da bi prikazali njihovo polno algebrsko obliko, in omogočajo skoraj popolno avtomatizacijo potrebnih verjetnostnih izračunov.

- 1 med konkurenčnimi hipotezami izberemo najverjetnejšo;
- 2 izbira mora biti podprta z znanstveno utemeljeno argumentacijo;
- 3 primerna so za analizo dogodka;
- 4 primerno za napovedovanje verjetnosti, da je k dogodku prispeval katerikoli od več možnih znanih vzrokov;

Prednosti Bayesovih mrež se najbolj izrazito pokažejo na zapletenih področjih z več spremenljivkami.

Izogibanje zmotam z uporabo Bayesovih omrežij

- bistveno izboljšajo vrednotenje verjetnostnih razmerij, ki se uporabljajo za ocenjevanje znanstvenih dokazov;
- omogočajo kompleksnejše verjetnostne analize;
- če se za izdelavo ne uporablja dosleden okvir, lahko Bayesovo omrežje kaže različne rezultate;

Prikaz Bayesovega omrežja se mora ujemati z intuitivnim pripisovanjem vzročno-posledičnih povezav med končno hipotezo, podhipotezo in dokazi primera.



C. Aitken, G. Jackson in P. Roberts, *1. Fundamentals of Probability and Statistical Evidence in Criminal Proceedings*, Guidance for Judges, Lawyers, Forensic Scientists and Expert Witnesses, Communicating and Interpreting Statistical Evidence in the Administration of Criminal Justice, 2010.








C. Aitken in Y. McDermott, *Analysis of evidence in international criminal trials using Bayesian Belief Networks*, Law, Probability and Risk, **16** (2017) 111-129.



C. Aitken, W. C. Thompson in F. Taroni, *How the Probability of a False Positive Affects the Value of DNA Evidence*, J. Forensic Sci., **48** (2003) 47-54.



D. Balding, N. Fenton, R. Gill, D. Lagnado in L. Schneps *Twelve Guiding Principles and Recommendations for Dealing with Quantitative Evidence in Criminal Law*, Probability and Statistics in Forensic Science, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences, 2017.

-  D. Berger, N. Fenton in M. Neil, *Bayes and the Law*, Annu Rev Stat Appl. Author manuscript., **3** (2016) 51-77.
-  M. Conklin, *The Effectiveness of Bayesian Jury Instructions in Mitigating the Defense Attorney's Fallacy*, Hous. L. Rev., **73** (2019) 21-30.
-  M. Collins, R. Gill, M. Van Lambalgen in R. Meester, *On the (ab)use of statistics in the legal case against the nurse Lucia de B.*, Law, Probability and Risk, **5** (2007) 233-250.
-  C. Dahlman in E. Kolflaath, *The Problem of the Prior in Criminal Trials*, Lund University in University of Bergen, 2021.
-  N. Fenton in M. Neil, *Avoiding Probabilistic Reasoning Fallacies in Legal Practice using Bayesian Networks*, RADAR, School of Electronic Engineering and Computer Science, Queen Mary (University of London), 2008.



N. Fenton in M. Neil, *The “Jury Observation Fallacy” and the use of Bayesian Networks to present Probabilistic Legal Arguments*, Oddelek za računalništvo in informatiko, Faculty of Informatics and Mathematical Sciences, Queen Mary and Westfield College, 2000.



J. L. Gastwirth, *Statistical Reasoning in the Legal Setting*, The American Statistician, **46** (1992) 55–69.








A. Giannini, *Theories of Evaluation of Evidence and the International Criminal Court Practice*, Maastricht University - Department of Criminal Law and Criminology, 2017.









N. Iliinsky in D. Westreich, *Epidemiology Visualized: The Prosecutor’s Fallacy*, American Journal of Epidemiology, **179** (2014) 1125-1127.



C. de Macedo, *Guilt by statistical association: revisiting the prosecutor’s fallacy and the interrogator’s fallacy*, The Journal of Philosophy, **105** (2008) 320-332.

-  R. A. Matthews, *The interrogator's fallacy*, Aston University, 1995.
-  J. Orbán, *Bayesian Networks in Law Enforcement*, Budapest University of Technology and Economics, 2022.
-  E. L. Schumann in W. C. Thompson, *Interpretation of Statistical Evidence in Criminal Trials*, Law and Human Behavior, **11** (1987) 167–187.
-  E. L. Schumann in W. C. Thompson, *Interpretation of statistical evidence in criminal trials - The Prosecutor's Fallacy and the Defense Attorney's Fallacy*, Law and Human Behavior, **11** (1987) 167-187.
-  N. Scurich, *Interpretative Arguments of Forensic Match Evidence: An Evidentiary Analysis*, University of Southern California, 2010.
-  R. Tarling, *Statistical applications in criminology*, The Statistician. **35** (1986) 369-388.

-  C. Aitken, S. Bozza in F. Taroni, *Evidence for Forensic Scientists*, **3**, Wiley, West Sussex, 2021.
-  M. B. Blankenship in G. F. Vito, *Statistical analysis in criminal justice and criminology: a user's guide*, **1**, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002.
-  B. Byers in J. McKean, *Data analysis for criminal justice and criminology: practice and applications*, **1**, Allyn and Bacon, Boston, 2000.
-  M. O. Finkelstein in B. Levin, *Statistics for Lawyers - Statistics for Social and Behavioral Sciences*, **3**, Springer, New York, 2015.
-  P. D. Hoff, *A First Course in Bayesian Statistical Methods*, **1**, Springer, New York, 2009.
-  S. Maddan in J. T. Walker, *Statistics in criminology and criminal justice: analysis and interpretation*, **3**, Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, 2009.



B. Marcot, P. Naim in O. Pourret, *Bayesian Networks, A Practical Guide to Applications*, 1, John Wiley & Sons, West Sussex, 2008.



M. Di Bello, *Statistics and probability in criminal trials*, doktorska dizertacija, Oddelek za filozofijo, Univerza Stanford, 2013.



J. Balaba, *Statistical Analysis In Criminal Justice Research*, v: Journal of Civil and Legal Sciences, 5, [3. december 2022], dostopno na

<https://www.omicsonline.org/open-access/statistical-analysis-in-criminal-justice-research-2.pdf>.



A. Biedermann, F. Taroni, W. C. Thompson in J. Vuille, *The role of prior probability in forensic assessments*, v: Front Genet., 3, [15. oktober 2022], dostopno na <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3809556/>.



D. A. Glover in V. Ramakrishnan, *The use of statistics in legal proceedings: a primer for courts*, v: The Royal Society, 1, [25. november 2022], dostopno na royalsociety.org/science-and-law.



W. P. Skorupski in H. Wainer, *The Bayesian flip: Correcting the prosecutor's fallacy*, v: Royal Statistical Society, 4, [22. oktober 2022], dostopno na <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1740-9713.2015.00839.x>.