

# Statistika v kazenskem pravu

## Predstavitev diplomske naloge

Neža Kržan

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

Ljubljana, 7. september 2023

# Tožilčeva zmota

## Tožilčeva zmota

zamenjava verjetnost dokaza  $E$  glede na hipotezo  $H$  z verjetnostjo hipoteze  $H$  glede na dokaze  $E$  oziroma  $P(E|H)$  z  $P(H|E)$ .

# Statistika v kazenskem pravu

- Preučujemo razmerja med dvema ali več spremenljivkami.

## Definicija

*Odvisna spremenljivka je pojav, ki ga želi statistik preučiti, razložiti ali napovedati.*

## Definicija

*Neodvisna spremenljivka je dejavnik ali značilnost, s katero se poskuša pojasniti ali napovedati odvisno spremenljivko.*

- 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 statistike pri izračunu verjetnostnega vpliva spremenljivk.*

# 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.

Verjetnost proti nedolžnosti ali verjetnost za krivdo

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

Verjetnost v prid krivdi ob upoštevanju informacij  $E$

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

# Koncept verjetnosti

Če imamo na voljo dokaz  $E$ , nas zanima pogojna verjetnost

$$P(kriv|E),$$

pri čemer nam je lahko v pomoč Bayesovo pravilo.

- V praksi izračun verjetnostne krivde lahko zelo zapleten;
- z Bayesovim pravilom lahko ocenimo verjetnost vmesnih trditev oziroma dokazov.

# Oprelitev

## Bayesova analiza

standardna metoda za posodabljanje verjetnosti po opazovanju več dokazov, zato je zelo primerna za obravnavo in vrednotenje dokazov.

- Začnemo z nekim predhodnim prepričanjem o hipotezi in ga posodabljam, ko se dokazi ponovno pojavijo,
- dobro utemeljene predhodne predpostavke.

# Bayesovo pravilo

*Bayesovo sklepanje temelji na Bayesovem pravilu, ki izraža verjetnost nekega dogodka z verjetnostjo dveh dogodkov in obrnjene pogojne verjetnosti.*

Izrek (Bayesovo pravilo)

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \times P(H)}{P(E)}.$$



# Bayesovo posodabljanje

*Bayesovo posodabljanje je logična trditev, kako se sčasoma posodablajo apriorne oziroma predhodne verjetnosti dokazov glede na novo zbrane dokaze oziroma prepričanja.*

## Definicija (Bayesovo posodabljanje)

Če se dogodek  $E$  zgodi ob času  $t_1 > t_0$ , potem je  $P_1(H) = P_0(H|E)$ .

- Ob času  $t_0$  dogodku  $H$  dodelimo verjetnost  $P_0(H)$  - predhodna verjetnost oziroma apriorna verjetnost;
- zgodi se dogodek  $E$  ob času  $t_1$ , ki vpliva na naša prepričanja o dogodku  $H$ ,
- apriorno verjetnost dogodka  $H$  v času  $t_1$  enačimo s pogojno verjetnostjo dogodka  $H$  glede na dogodek  $E$  v času  $t_0$ .

# Bayesova teorija v kazenskem pravu

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 aposteriorne verjetnosti

## Definicija (Predhodna verjetnost oziroma apriorna verjetnost)

*Predhodna verjetnost, ki je uporabljena v vsaki posodobitvi verjetnosti s pomočjo Bayesove teorije, je začetna verjetnost hipoteze oziroma tožilčeve domneve o obtožencu oziroma storilcu kaznivega dejanja.*

različne metode za določitev in izračun predhodnih verjetnosti



rezultati, ki se med seboj precej razlikujejo

# Težave z določitvijo predhodne verjetnosti

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;

# Vključevanje novih dokazov

Nove dokaze v postopku izračuna upoštevamo.

nov dokaz → dokaz priznan na sodišču → upoštevan v izračunih → dokaz umaknjen iz procesa

- Ko se določen dokaz iz sodnega procesa umakne, posodobimo vse izračune,
- nadaljujemo posodabljanje verjetnosti.

# Razmerje verjetij v kazenskem pravu

Oblika Bayesovega izreka o razmerju verjetij v forenzičnem kontekstu.

$H_p$  ... obtoženec je resnično kriv;

$H_d$  ... obtoženec je resnično nedolžen;

$Ev$  ... obravnavani dokaz;

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 VERJETIJ

razmerje verjetij  $> 1 \rightarrow$  dokaz povečuje »verjetnost« krivde

razmerje verjetij  $< 1 \rightarrow$  dokaz zmanjšuje »verjetnost« krivde

# Druge metode

## Frekvence

- Relativne frekvence vedno navajajo ali predpostavljajo, da obstaja referenčni vzorec, na podlagi katerega se lahko oceni pogostost zadevnega dogodka.
- Relativna frekvenca lahko podpre vmesno sklepanje o moči dokazov.

## Metoda verjetnosti naključnega ujemanja

- Izraža možnost, da bi imel naključni posameznik, ki ni povezan z obdolžencem, ustrezno lastnost npr. DNK profil.
- Predstavljena oziroma razumevana narobe - tožilčeva zmota.

# Izogib 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.



# Zaključek

- 1 Bayesov pristop na splošno najboljši za vrednotenje dokazov.

# Zaključek

- 1 Bayesov pristop na splošno najboljši za vrednotenje dokazov.
- 2 Za določitev in izračun prehodnih verjetnosti poskrbijo statistiki.

# Zaključek

- 1 Bayesov pristop na splošno najboljši za vrednotenje dokazov.
- 2 Za določitev in izračun prehodnih verjetnosti poskrbijo statistiki.
- 3 Težave pa nastanejo pri vključevanju novih dokazov.

# Zaključek

- 1 Bayesov pristop na splošno najboljši za vrednotenje dokazov.
- 2 Za določitev in izračun prehodnih verjetnosti poskrbijo statistiki.
- 3 Težave pa nastanejo pri vključevanju novih dokazov.
- 4 Najboljši način za izogib zmotam.

# Zaključek

- 1 Bayesov pristop na splošno najboljši za vrednotenje dokazov.
- 2 Za določitev in izračun prehodnih verjetnosti poskrbijo statistiki.
- 3 Težave pa nastanejo pri vključevanju novih dokazov.
- 4 Najboljši način za izogib zmotam.
- 5 Bayesova omrežja - ne prikažejo polne algebrske oblike verjetnostne formule in omogočajo skoraj popolno avtomatizacijo verjetnostnih izračunov.