

Statistika v kazenskem pravu

Predstavitev diplomske naloge

Neža Kržan

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

Ljubljana, 7. september 2023

Statistika v kazenskem pravu

- Preverjamo **teorije** in **hipoteze**.
- 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.

Raziskovalni proces

Proces se izvaja po naslednjih točkah.

- 1 **Identifikacija problema.**
- 2 **Zasnova raziskave.**
- 3 **Analiza podatkov.**

Vrednotenje dokazov

METODA DOKAZNE VREDNOSTI - ali med dokazom in zadevno dokazno temo obstaja naključna povezava.

MODEL VERJETNOSTI HIPOTEZE - kako verjetno je, da je hipoteza, za katero dokazi zagotavljajo določeno stopnjo podpore, resnična.

Glavna razlika

Model verjetnosti hipoteze predpostavlja, da obstaja začetna verjetnost za hipotezo pred obravnavo dokazov.

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 posteriorne 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 nepotrebne vplivanja odvetnikov ali drugih udeležencev postopka;

Vključevanje novih dokazov

Nove dokaze v postopku izračuna upoštevamo.

nov dokaz \rightarrow dokaz priznan na sodišču \rightarrow upoštevan v izračunih \rightarrow
dokaz umaknjen iz procesa

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

Opredelitev

Bayesov izrek v obliki razmerja verjetij

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

Definicija

Razmerje

$$\frac{P(E|H)}{P(E|\bar{H})}$$

se imenuje razmerje verjetij.

Oprelitev

- Razlika med $P(E|H)$ in $P(H|E)$ je bistvena.
- Pri proučevanju vpliva E na H je treba upoštevati tako verjetnost E , ko je H resničen in ko je H neresničen.

Zmota prenesene pogojne verjetnosti

je da dogodek E , ki je malo verjeten, če je \bar{H} resničen, pomeni dokaz v prid H . Da bi bilo tako, je treba dodatno zagotoviti, da E ni tako malo verjeten, če je H resničen. Razmerje verjetij je potem večje od 1 in verjetnost je večja od predhodne verjetnosti.

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

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

Razmerje verjetij v kazenskem pravu

Oblika Bayesovega izreka o razmerju verjetij v forenzičnem kontekstu.

H_p ... obtoženec je resnično kriv - nadomestimo H ;

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

Ev ... obravnavani dokaz - nadomestimo dogodek E ;

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 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 verjetij, ki pretvori predhodne verjetnosti

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

v posteriorne verjetnosti

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

Zmote v kazenskem pravu

- ➊ Tožilčeva zmota;
- ➋ Napaka verjetnosti;
- ➌ Zanemarjanje predhodnih verjetnosti;
- ➍ Napaka pri številčnem preračunavanju;
- ➎ Pričakovane vrednosti, ki pomenijo edinstvenost;
- ➏ Zmota obrambnega odvetnika;
- ➐ Napaka baze podatkov obrambnega odvetnika;
- ➑ Zasliševalčeva zmota;

Tožilčeva zmota

Če je E dokaz in H trditev, da je obtoženi nedolžen, upoštevamo pogojne verjetnosti:

$P(E|H)$... verjetnost resničnosti dokaz E , kljub temu da je obtoženi nedolžen;

$P(H|E)$... verjetnost, da je obtoženi nedolžen kljub dokazu E .

Tožilčeva zmota

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

Zmota obrambnega odvetnika

Zmota obrambnega odvetnika

se zgodi, ko se dokazi obtoženca ujemajo z dokazi kaznivega dejanja štejejo za nepomembne, ker visoka predhodna verjetnost, da obtoženec ni storil kaznivega dejanja še vedno povzroči visoko verjetnost, da oseba ustreza dokazom kaznivega dejanja, kljub temu, da ni vpletena v kaznivo dejanje.

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.