

Uzročnost i indukcija

Kontračinjenični pristup

Cause

Lavoslav Čaklović
PMF-MO

Effect

<https://web.math.pmf.unizg.hr/~caklovic/javna.predavanja/causality.pdf>

Sadržaj

1 Terminologija

- Malo povijesti
- Proces ili stanje
- Ponovljivost
- Hume

2 Lewis (1973)

- Negativni događaj
- Kontračinjenična izjava
- Poteškoća s tranzitivnošću
- Prisvajanje zasluge
- Uzimanje prednosti
- Kauzalni lanac
- Kauzalni lanac rješava problem tranzitivnosti i prisvajanja zasluge

3 Lewis (2000)

- Utjecaj i modifikacija.
- Izbor uzroka
- Princip individualnog odabira.
- Izveštaj
- Što je uzročnost?

4 Indukcija

- Kauzalnost à la Hume
- von Wrighteova reformulacija
- Analitička valjanost kauzalne tvrdnje.

5 Društvene znanosti

- Neyman-Rubin
- Dizajn promatranja. Primjer
- Uvjetni kauzalni efekt
- Poteškoće

Crtice iz povijesti – do 20.st.

- Vedski period (12. do 5. st. BC), efekt je realna ili prividna modifikacija uzroka.

¹pravila zaključivanja, filozofska škola (600 PNE)

Crtice iz povijesti – do 20.st.

- Vedski period (12. do 5. st. BC), efekt je realna ili prividna modifikacija uzroka.
- Nyāya¹ 3 vrste uzroka: *substancijalni*, *ne-substancijalni*, *instrumentalni* - (Aristotel: materijalni, formalni, djelatni)

¹pravila zaključivanja, filozofska škola (600 PNE)

Crtice iz povijesti – do 20.st.

- Vedski period (12. do 5. st. BC), efekt je realna ili prividna modifikacija uzroka.
- Nyāya¹ 3 vrste uzroka: *substancijalni*, *ne-substancijalni*, *instrumentalni* - (Aristotel: materijalni, formalni, djelatni)
- Aristotel (3. st. BC) finalni uzrok (svrha, cilj), Stoici (3. st PNE do 2. st.)

¹pravila zaključivanja, filozofska škola (600 PNE)

Crtice iz povijesti – do 20.st.

- Vedski period (12. do 5. st. BC), efekt je realna ili prividna modifikacija uzroka.
- Nyāya¹ 3 vrste uzroka: *substancijalni*, *ne-substancijalni*, *instrumentalni* - (Aristotel: materijalni, formalni, djelatni)
- Aristotel (3. st. BC) finalni uzrok (svrha, cilj), Stoici (3. st PNE do 2. st.)
- Thomas Aquinas (13. st)
- Bacon, Galileo, Hobbes, Descartes, Spinoza, Leibniz, Locke, Newton (odbija kauzalnost) (17. st. i poč. 18. st.)

¹pravila zaključivanja, filozofska škola (600 PNE)

Crtice iz povijesti – do 20.st.

- Vedski period (12. do 5. st. BC), efekt je realna ili prividna modifikacija uzroka.
- Nyāya¹ 3 vrste uzroka: *substancijalni*, *ne-substancijalni*, *instrumentalni* - (Aristotel: materijalni, formalni, djelatni)
- Aristotel (3. st. BC) finalni uzrok (svrha, cilj), Stoici (3. st PNE do 2. st.)
- Thomas Aquinas (13. st)
- Bacon, Galileo, Hobbes, Descartes, Spinoza, Leibniz, Locke, Newton (odbija kauzalnost) (17. st. i poč. 18. st.)
- Hume (18. st) regularnost, kontračinjeničnost
- Kant (18. st.) mehanizam, uzročnost kao a priori koncept

¹pravila zaključivanja, filozofska škola (600 PNE)

Crtice iz povijesti – do 20.st.

- Vedski period (12. do 5. st. BC), efekt je realna ili prividna modifikacija uzroka.
- Nyāya¹ 3 vrste uzroka: *substancijalni*, *ne-substancijalni*, *instrumentalni* - (Aristotel: materijalni, formalni, djelatni)
- Aristotel (3. st. BC) finalni uzrok (svrha, cilj), Stoici (3. st PNE do 2. st.)
- Thomas Aquinas (13. st)
- Bacon, Galileo, Hobbes, Descartes, Spinoza, Leibniz, Locke, Newton (odbija kauzalnost) (17. st. i poč. 18. st.)
- Hume (18. st) regularnost, kontračinjeničnost
- Kant (18. st.) mehanizam, uzročnost kao a priori koncept
- 1885. Prva (povijesno prepoznata) upotreba randomizacije u psihometriji, Peirce and Jastrow.
- J. S. Mill (19. st.) 5. pravila (kanona) uzročnosti.

¹pravila zaključivanja, filozofska škola (600 PNE)

Terminologija i pravila zaključivanja

- Utvrditi pojmove i objekte o kojima govorimo (Korpus riječi)
napr. uzrok, događaj, simultanost, bliski svijet
- Utvrditi značenje izjava (semantika) (napr. $A \rightsquigarrow B$, negacija događaja)
- Utvrditi pravila dodjeljivanja istinitosti i zaključivanja., napr. kontračinjenična izjava: *“Da nije bilo rata, u Hrvatskoj ne bi bilo bijede.”* – je li ona istinita ili ne?
- Ispitati korektnost manipulacije u statističkom zaključivanju.

Terminologija i pravila zaključivanja

- Utvrditi pojmove i objekte o kojima govorimo (Korpus riječi)
napr. uzrok, događaj, simultanost, bliski svijet
- Utvrditi značenje izjava (semantika) (napr. $A \rightsquigarrow B$, negacija događaja)
- Utvrditi pravila dodjeljivanja istinitosti i zaključivanja., napr. kontračinjenična izjava: *“Da nije bilo rata, u Hrvatskoj ne bi bilo bijede.”* – je li ona istinita ili ne?
- Ispitati korektnost manipulacije u statističkom zaključivanju.

- Svakodnevni govor razumije izjavu *“Suprug pretukao suprugu zbog ljubomore”* ali ne prihvaća izjavu *“Supruga je zbog električnog izboja na 50000 neurona u području lijeve moždane hemisfere suprugovu ljubavnicu bacila u more.”*

Terminologija i pravila zaključivanja

- Utvrditi pojmove i objekte o kojima govorimo (Korpus riječi)
napr. uzrok, događaj, simultanost, bliski svijet
- Utvrditi značenje izjava (semantika) (napr. $A \rightsquigarrow B$, negacija događaja)
- Utvrditi pravila dodjeljivanja istinitosti i zaključivanja., napr. kontračinjenična izjava: *“Da nije bilo rata, u Hrvatskoj ne bi bilo bijede.”* – je li ona istinita ili ne?
- Ispitati korektnost manipulacije u statističkom zaključivanju.

- Svakodnevni govor razumije izjavu *“Suprug pretukao suprugu zbog ljubomore”* ali ne prihvaća izjavu *“Supruga je zbog električnog izboja na 50000 neurona u području lijeve moždane hemisfere suprugovu ljubavnicu bacila u more.”* Pravo pitanje je:

Što u kauzalnoj povijesti događaja prihvaćamo kao uzrok?

Proces ili stanje

Jednadžba stanja idealnog plina. Jednadžba stanja je

$$v \cdot p = c \quad (T = \text{const}),$$

što je uzrok, tlak p ili volumen v ?

Proces ili stanje

Jednadžba stanja idealnog plina. Jednadžba stanja je

$$v \cdot p = c \quad (T = \text{const}),$$

što je uzrok, tlak p ili volumen v ? Uzrok je *promjena*, a ne *stanje* (von Wright).

Korektno pitanje je:

Je li promjena tlaka uzrok promjeni volumena?

Proces ili stanje

Jednadžba stanja idealnog plina. Jednadžba stanja je

$$v \cdot p = c \quad (T = \text{const}),$$

što je uzrok, tlak p ili volumen v ? Uzrok je *promjena*, a ne *stanje* (von Wright).

Korektno pitanje je:

Je li promjena tlaka uzrok promjeni volumena?

Paralela u društvenim istraživanjima:

Je li imovinsko stanje pojedinca utječe na (njegovu) sreću?

Kako promjena ...

Proces ili stanje

Jednadžba stanja idealnog plina. Jednadžba stanja je

$$v \cdot p = c \quad (T = \text{const}),$$

što je uzrok, tlak p ili volumen v ? Uzrok je *promjena*, a ne *stanje* (von Wright).

Korektno pitanje je:

Je li promjena tlaka uzrok promjeni volumena?

Paralela u društvenim istraživanjima:

Je li imovinsko stanje pojedinca utječe na (njegovu) sreću?

Kako promjena ...

Je li sok od mrkve liječi dijabetes?

U kojim dozama ...

...

Proces ili stanje

Jednadžba stanja idealnog plina. Jednadžba stanja je

$$v \cdot p = c \quad (T = \text{const}),$$

što je uzrok, tlak p ili volumen v ? Uzrok je *promjena*, a ne *stanje* (von Wright).

Korektno pitanje je:

Je li promjena tlaka uzrok promjeni volumena?

Paralela u društvenim istraživanjima:

Je li imovinsko stanje pojedinca utječe na (njegovu) sreću?

Kako promjena ...

Je li sok od mrkve liječi dijabetes?

U kojim dozama ...

...

Processes vs. events.

Ponovljivost

[Hume²] Causation is constant conjunction.

Nije li uzročnost ta koja objašnjava regularnost?

²David (1711-1776), Engleski filozof

³Immanuel (1724 –1804), Pruski filozof

⁴Georg Henrik (1916 – 2003), Finski filozof

Ponovljivost

[Hume²] Causation is constant conjunction.

Nije li uzročnost ta koja objašnjava regularnost?

[Hume] . . . ne možemo direktno promatrati kauzalnost već učestalu udruženost (bliskost) pojava.

*. . . ono što postoji je naša neurološka navika da očekujemo od sljedećeg labuda da bude **bijeli**, ako su dosadašnji (labudovi) koje smo vidjeli bili **bijeli**.*

²David (1711-1776), Engleski filozof

³Immanuel (1724 –1804), Pruski filozof

⁴Georg Henrik (1916 – 2003), Finski filozof

Ponovljivost

[Hume²] Causation is constant conjunction.

Nije li uzročnost ta koja objašnjava regularnost?

[Hume] . . . ne možemo direktno promatrati kauzalnost već učestalu udruženost (bliskost) pojava.

*. . . ono što postoji je naša neurološka navika da očekujemo od sljedećeg labuda da bude **bijeli**, ako su dosadašnji (labudovi) koje smo vidjeli bili **bijeli**.*

[Kant³] odgovara. . . Apriorni sintetički sud postoji, ne treba nam psihologija.

²David (1711-1776), Engleski filozof

³Immanuel (1724 –1804), Pruski filozof

⁴Georg Henrik (1916 – 2003), Finski filozof

Ponovljivost

[Hume²] Causation is constant conjunction.

Nije li uzročnost ta koja objašnjava regularnost?

[Hume] . . . ne možemo direktno promatrati kauzalnost već učestalu udruženost (bliskost) pojava.

*. . . ono što postoji je naša neurološka navika da očekujemo od sljedećeg labuda da bude **bijeli**, ako su dosadašnji (labudovi) koje smo vidjeli bili **bijeli**.*

[Kant³] odgovara. . . Apriorni sintetički sud postoji, ne treba nam psihologija.

[von Wright⁴] Humeov problem nije dobro formuliran.

²David (1711-1776), Engleski filozof

³Immanuel (1724 –1804), Pruski filozof

⁴Georg Henrik (1916 – 2003), Finski filozof

Humeova definicija

Dvije Humeove definicije:

Regularnost. Možemo definirati uzrok kao objekt, kojeg prati drugi objekt i svi objekti koji su *slični* prvom objektu su popraćeni objektima koji su *slični* drugim objektima ...

Vančinjenični svijet. ... ili, drugačije rečeno, ako prvi objekt *ne bi postojao*, tada ni drugi objekt *ne bi postojao* (sudar dviju kugli).

Primijetimo nejasne pojmove 'slični' i 'ne bi postojao'. Hume ima dobru intuiciju. Nedostaje mu formalni jezik u kojem bi to što govori poprimalo (logički) smisao.

Negativni događaj

Primjer negativnog događaja: *“Nisam zatvorio prozor pa je kiša smočila sjedalo u autu.”*

Uvođenje negativnih objekata drastično povećava korpus riječi.

Negativni događaj je samo proširenje našeg riječnika kako bi objašnjenje bilo nama razumljivo. To je skraćunica za više događaja.

Kontračinjenična izjava (Lewis, 1973)

Def. *A je uzrok od B* ($A \rightsquigarrow B$) *akko je istinito: (1), (2) i (3)*

(1) $A \rightarrow B$ (B prisutno ako je prisutno A) – A implicira B .

(2) $A \Box \rightarrow B$ (ako izostane A tada izostane B) – kontračinjenična izjava (*Da princ Ferdinand nije ubijen ne bi bilo I svjetskog rata.*)

⁵Hall (2004)

Kontračinjenična izjava (Lewis, 1973)

Def. *A je uzrok od B* ($A \rightsquigarrow B$) *akko je istinito: (1), (2) i (3)*

(1) $A \rightarrow B$ (*B prisutno ako je prisutno A*) – *A implicira B.*

(2) $A \Box \rightarrow B$ (*ako izostane A tada izostane B*) – *kontračinjenična izjava* (*Da princ Ferdinand nije ubijen ne bi bilo I svjetskog rata.*)

Uvjeti (1) i (2) su nužan ali ne i dovoljan uvjet kauzalnosti.

Primjer (Prozor)⁵: Ana i Ivo gađaju prozor kamenjem. Ana baca prva, a zatim Ivo. Ako promaši, Ivo ga definitivno razbija. Anino bacanje (A) nije uzrok razbijanja prozora (B) jer (2) nije zadovoljeno: Da Ana nije bacala prozor ne bi bio razbijen.

⁵Hall (2004)

Kontračinjenična izjava (Lewis, 1973)

Def. *A je uzrok od B* ($A \rightsquigarrow B$) *akko je istinito: (1), (2) i (3)*

(1) $A \rightarrow B$ (*B prisutno ako je prisutno A*) – *A implicira B.*

(2) $A \Box \rightarrow B$ (*ako izostane A tada izostane B*) – *kontračinjenična izjava* (*Da princ Ferdinand nije ubijen ne bi bilo I svjetskog rata.*)

Uvjeti (1) i (2) su nužan ali ne i dovoljan uvjet kauzalnosti.

Primjer (Prozor)⁵: Ana i Ivo gađaju prozor kamenjem. Ana baca prva, a zatim Ivo. Ako promaši, Ivo ga definitivno razbija. Anino bacanje (A) nije uzrok razbijanja prozora (B) jer (2) nije zadovoljeno: Da Ana nije bacala prozor ne bi bio razbijen.

Treći Lewison uvjet:

(3) *A nije prisutno ako B nije prisutno* ($B \Box \rightarrow A$).

Ana \rightsquigarrow *razbija prozor* *ne zadovoljava* (3)

Ivo \rightsquigarrow *razbija prozor* *zadovoljava* (3). Ivo uzima zaslugu.

⁵Hall (2004)

Kontračinjenična izjava – bis

Primijetite razliku u konstrukciji rečenice:

(a) Ako L.H. Oswald nije ubio Kenedyja onda je to učinio netko drugi (istinita izjava jer je on ubijen (kondicional)).

(b) Da L.H. Oswald nije ubio Kenedyja to bi učinio netko drugi (ne znamo je li ova kontračinjenična izjava istinita).

Kontračinjenična izjava – bis

Primijetite razliku u konstrukciji rečenice:

(a) Ako L.H. Oswald nije ubio Kenedyja onda je to učinio netko drugi (istinita izjava jer je on ubijen (kondicional)).

(b) Da L.H. Oswald nije ubio Kenedyja to bi učinio netko drugi (ne znamo je li ova kontračinjenična izjava istinita).

Kontračinjenična izjava može biti istinita u nekom drugom svijetu koji nije realan (nije ovaj sadašnji).

Lewisovi prethodnici: Neyman (1923), Quine (1960), Mill (1843) ima ideju kontračinjenice.

Kontračinjenična izjava. Pitanje semantike.

Kako odrediti istinitost izjave:

Da su Nijemci dobili rat mi bismo govorili njemački.

Što je bliže realnosti? ili Što nas vodi dalje od realnosti?

- svijet u kojem su Nijemci dobili rat i mi govorimo Njemački
- svijet u kojem su Nijemci dobili rat i mi *ne* govorimo Njemački

Takva pitanja uvode u semantiku 'moguće' objekte. Frustrirajuće?

Kontračinjenična izjava. Pitanje semantike.

Kako odrediti istinitost izjave:

Da su Nijemci dobili rat mi bismo govorili njemački.

Što je bliže realnosti? ili Što nas vodi dalje od realnosti?

- svijet u kojem su Nijemci dobili rat i mi govorimo Njemački
- svijet u kojem su Nijemci dobili rat i mi *ne* govorimo Njemački

Takva pitanja uvode u semantiku 'moguće' objekte. Frustrirajuće?

Veza s manipulacijom i statistikom kasnije.

Poteškoća s tranzitivnošću

Da je Hoover bio Rus bio bi komunista

Da je Hoover bio komunista bio bi izdajica

Da je Hoover bio Rus bio bi izajica

Poteškoća s tranzitivnošću

Da je Hoover bio Rus bio bi komunista

Da je Hoover bio komunista bio bi izdajica

Da je Hoover bio Rus bio bi izajica

Zamka je što su premise iskazane u različitim svjetovima. Ruski komunista i američki komunista su jaaaako različiti. Trebalo bi staviti prefix w ispred svake premise i zaključka što označava da se radi o istom svijetu. Napr.

$w-A \bullet \rightarrow B$

$w-B \bullet \rightarrow C$

$w-A \bullet \rightarrow C$

Pre-prisvajanje zasluge (early preemption)

Primjer (Atentatori).

A i B, savršeni strijelci, pripremaju atentat na Velikog vođu (VV) i dogovore se da će pucati za vrijeme njegovog govora. A puca i pogađa, ali B odustaje kad je vidio da A pogađa cilj.

A-ovo pucanje je uzrokom diktatorove smrti, dok B prisvaja potencijalnu zaslugu za njegovu smrt. Međutim, kontračinjenična izjava (Lewis(3))

$VV \text{ upucan } \square \rightarrow A \text{ puca}$

nije istinita, što pokazuje da postoji kauzalna veza bez kontračinjenične veze. *Lewisova kontračinjenična zavisnost je samo nužni uvjet kauzalnosti.*

Lewis popravlja svoju definiciju kauzalnosti nakon toga u terminima kauzalnog lanca. O tome kasnije.

Post-prisvajanje zasluge (late preemption)

Primjer (Smrt u pustinji).

Čovjek krene na put preko pustinje ali mu neprijatelj probuši čuturu (A). Drugi neprijatelj, ne znajući što je učinio onaj prvi, stavi mu otrov u vodu. Čovjek umire u pustinji (B). Što je uzrok smrti? Žeđ ili trovanje.

Da li je $A \rightsquigarrow B$?

– Rupa na čuturi \rightarrow umiranje (prisutni su).

Post-prisvajanje zasluge (late preemption)

Primjer (Smrt u pustinji).

Čovjek krene na put preko pustinje ali mu neprijatelj probuši čuturu (A). Drugi neprijatelj, ne znajući što je učinio onaj prvi, stavi mu otrov u vodu. Čovjek umire u pustinji (B). Što je uzrok smrti? Žeđ ili trovanje.

Da li je $A \rightsquigarrow B$?

– Rupa na čuturi \rightarrow umiranje (prisutni su). Dakle, Lewis(1) ✓

Post-prisvajanje zasluge (late preemption)

Primjer (Smrt u pustinji).

Čovjek krene na put preko pustinje ali mu neprijatelj probuši čuturu (A). Drugi neprijatelj, ne znajući što je učinio onaj prvi, stavi mu otrov u vodu. Čovjek umire u pustinji (B). Što je uzrok smrti? Žeđ ili trovanje.

Da li je $A \rightsquigarrow B$?

- Rupa na čuturi \rightarrow umiranje (prisutni su). Dakle, Lewis(1) ✓
- “Kad rupe ne bi bilo čovjek ne bi umro” – nije istina. Dakle, ne možemo tvrditi da je čovjek umro od žeđi. Lewis(2) 🗨️

Post-prisvajanje zasluge (late preemption)

Primjer (Smrt u pustinji).

Čovjek krene na put preko pustinje ali mu neprijatelj probuši čuturu (A). Drugi neprijatelj, ne znajući što je učinio onaj prvi, stavi mu otrov u vodu. Čovjek umire u pustinji (B). Što je uzrok smrti? Žeđ ili trovanje.

Da li je $A \rightsquigarrow B$?

- Rupa na čuturi \rightarrow umiranje (prisutni su). Dakle, Lewis(1) ✓
- “Kad rupe ne bi bilo čovjek ne bi umro” – nije istina. Dakle, ne možemo tvrditi da je čovjek umro od žeđi. Lewis(2) 🗑️
- “da voda nije bila otrovana smrt ne bi nastupila” – nije istinita, pa ne možemo tvrditi da je smrt uzrokovana trovanjem. Lewis(2) 🗑️

Post-prisvajanje zasluge (late preemption)

Primjer (Smrt u pustinji).

Čovjek krene na put preko pustinje ali mu neprijatelj probuši čuturu (A). Drugi neprijatelj, ne znajući što je učinio onaj prvi, stavi mu otrov u vodu. Čovjek umire u pustinji (B). Što je uzrok smrti? Žeđ ili trovanje.

Da li je $A \rightsquigarrow B$?

- Rupa na čuturi \rightarrow umiranje (prisutni su). Dakle, Lewis(1) ✓
 - “Kad rupe ne bi bilo čovjek ne bi umro” – nije istina. Dakle, ne možemo tvrditi da je čovjek umro od žeđi. Lewis(2) 🗑️
 - “da voda nije bila otrovana smrt ne bi nastupila” – nije istinita, pa ne možemo tvrditi da je smrt uzrokovana trovanjem. Lewis(2) 🗑️
- Pravi uzrok smrti može otkriti samo autopsija.

Post-prisvajanje zasluge (late preemption)

Primjer (Smrt u pustinji).

Čovjek krene na put preko pustinje ali mu neprijatelj probuši čuturu (A). Drugi neprijatelj, ne znajući što je učinio onaj prvi, stavi mu otrov u vodu. Čovjek umire u pustinji (B). Što je uzrok smrti? Žeđ ili trovanje.

Da li je $A \rightsquigarrow B$?

- Rupa na čuturi \rightarrow umiranje (prisutni su). Dakle, Lewis(1) ✓
 - *“Kad rupe ne bi bilo čovjek ne bi umro”* – nije istina. Dakle, ne možemo tvrditi da je čovjek umro od žeđi. Lewis(2) 🗑️
 - *“da voda nije bila otrovana smrt ne bi nastupila”* – nije istinita, pa ne možemo tvrditi da je smrt uzrokovana trovanjem. Lewis(2) 🗑️
- Pravi uzrok smrti može otkriti samo autopsija. Dakle,

za otkrivanje uzroka potreban je dodatni mehanizam.

Prisvajanje zasluge – nastavak

Primjer (Liječenje gonoreje).

U liječenju veneričnih bolesti koristio se arsen koji se davao tretiranoj grupi, a kontrolnoj grupi nije. U tretiranoj grupi ljudi su umirali u istom postotku kao i u kontrolnoj grupi. Nameće se zaključak da arsen ne radi ono što mu je bila namjena, a to je liječenje bolesti (u toj dozi).

– Tko/što je preuzelo zaslugu? Povuci analogiju s razbijanjem prozora. Kreiraj bolji test.

Prisvajanje zasluge – nastavak

Primjer (Liječenje gonoreje).

U liječenju veneričnih bolesti koristio se arsen koji se davao tretiranoj grupi, a kontrolnoj grupi nije. U tretiranoj grupi ljudi su umirali u istom postotku kao i u kontrolnoj grupi. Nameće se zaključak da arsen ne radi ono što mu je bila namjena, a to je liječenje bolesti (u toj dozi).

– Tko/što je preuzelo zaslugu? Povuci analogiju s razbijanjem prozora. Kreiraj bolji test.

Arsen je lijek i otrov. U doziranju leži skriveni mehanizam koji nije ispričan. Eksperiment se fokusira na stanje (smrt/preživljavanje), a ne na promjenu (poboljšavanje stanja).

Uzimanje prednosti (trumping)

Primjer (Merlin i Morgana). Zakoni magije su takvi da je ono što se dešava u ponoć determinirano prvom čarolijom prethodnog dana.

(1) U podne Merlin proriče prvu čaroliju dana: *“Princ će se pretvoriti u žabu.”* (2) U šest poslije podne Morgana baca čaroliju da se: *“Princ pretvori žabu.”*
U ponoć se Princ pretvara u žabu.

Promjena *Princa* u žabu nije KČ ovisna o *Merlinu* jer da *Merlin* nije bacio čaroliju *Princ* bi se svejedno pretvorio u žabu zbog druge čarolije (Lewis(2)).

Prema Lewisu

Morgana je uzela prednost Merlinu

što se protivi zakonima čarobnjaštva.

Uzimanje prednosti – bis

Primjer (Vojska). Vodnik i major⁶ daju naredbu vojsci: *Voljno!* — vojska poslušā.

Čiju naredbu je vojska poslušala? Onu od višeg čina.

⁶Major je viši čin u vojsci.

Uzimanje prednosti – bis

Primjer (Vojska). Vodnik i major⁶ daju naredbu vojsci: *Voljno!* — vojska poslušala.

Čiju naredbu je vojska poslušala? Onu od višeg čina.

Što kaže Lewis? Da major nije izdao naredbu vojska vi odstupila jer je vodnik izdao naredbu. Prema Lewisu(2) ponašanje vojske nije KČ ovisno o majorovoj naredbi, jer je ono neovisno o njegovoj naredbi.

*Vodnik uzima prednost majoru
što nije u skladu s vojnom hijerarhijom.*

⁶Major je viši čin u vojsci.

Ozbiljniji prigovor Lewisu. Kauzalni lanac.

U slučaju s razbijanjem stakla Ivo prisvaja zaslugu razijanja stakla bez obzira na rezultat Aninog bacanja jer postoji kontračinjenična povezanost između razbijanja stakla i Ivanovog bacanja, tj. izjava *“Kad prozor ne bi bio razbijen Ivan ne bi ni bacao”* istinita (Lewis(3)).

Ozbiljniji prigovor Lewisu. Kauzalni lanac.

U slučaju s razbijanjem stakla Ivo prisvaja zaslugu razijanja stakla bez obzira na rezultat Aninog bacanja jer postoji kontračinjenična povezanost između razbijanja stakla i Ivanovog bacanja, tj. izjava *“Kad prozor ne bi bio razbijen Ivan ne bi ni bacao”* istinita (Lewis(3)).

To je ozbiljna primjedba Lewisovoj kauzalnosti jer ovdje *ne možemo prihvatiti* da je Ivanovo bacanje uzrokovalo razbijanje stakla. Osim toga razbijanje stakla sa i bez Aninog bacanja su dva različita razbijanja (svijeta).

Kauzalni lanac je konačan niz aktualnih događaja $C, D, E \dots$ u kojem sljedbenik KČ-ovisi o prethodniku.

Def. (Lewis) C je uzrok od E ako i samo ako postoji kauzalni lanac od C do E .

Kauzalni lanac rješava problem tranzitivnosti i prisvajanja zasluge.

- U primjeru a atentatorima potencijalni ubojica uzima zaslugu od aktualnog. Štoviše obje akcije su simetrične s gledišta KČ teorije. Kauzalni lanac ih razlikuje. Evo kako:

Postoji kauzalni lanac od A -puca do diktatorove smrti. Povezuje ih let metka (M). M KČ ovisi o A -puca, a diktatorova smrt KČ ovisi o M ⁷. S druge strane, ne postoji kauzalni lanac od B -puca do diktatorove smrti i po novoj definiciji on ne može biti zaslužan za diktatorovu smrt.

- Što se tiče uzimanja prednosti (što je isto vrsta zasluge), kauzalni lanac ju ne rješava (nema ga). To rješava Lewis (2000).

⁷Ovo je ujedno i primjer da KČ zavisnost nije tranzitivna jer smo vidjeli da diktatorova smrt nije KČ ovisna o A -puca.

Modifikacija. Lewis (2000) – nova teorija

Kontračinjenična povezanost igra opet glavnu ulogu, ali na skupu *modificiranih* događaja. *Modificirani* događaj je imaginarni događaj koji se dešava u *bliskom vremenu* i *bliskom načinu* izvođenja od realnog događaja.

Def. Kažemo da A *utječe* na B ako postoji 'gomila' modifikacija A_i od A i 'gomila' modifikacija B_i od B ($i \in J$) takvih da *je B_i KČ ovisno od A_i* (Lewis 2004).

Kažemo da A *uzrokuje* B ako postoji lanac utjecaja od A do B .

Promotrimo primjer u kojem *Merlin* pretvara *Princa* i žabu u svjetlu nove teorije..

Misterij uzimanja prednosti je riješen.

U ranijim verzijama kauzalne teorije (KČ uzočnost, kauzalni lanac) Morgana uzima *Merlinu* prednost, u novoj teoriji to nije tako.

Promatrajmo modifikacije *Merlinove* vradžbine, a Morganinu držimo fiksnom. U modifikaciji *Merlin* može reći:

Neka se Princ pretvori u oposuma!

i Princ će se pretvoriti u oposuma jer *Merlin* ima prednost i naredbe se razlikuju. Ako *Merlinovu* vradžbinu držimo fiksnom, a mijenjamo Morganinu opet se ostvaruje *Merlinova*.

U svakom slučaju Morgana ne može preuzeti prvenstvo.

Dvostruko uzimanje prednosti je triki ... Lewis nema odgovora.
Pitanje je što znači da se događaj nije dogodio?

Prigovor Lewisu (2000).

Indukcija unazad po utjecaju ne bi smjela biti tranzitivna.

Primjer (požar). Kamper je izazvao šumski požar. To znači da postoji lanac utjecaja⁸ od požara do paljenja šibice od strane kampera. Međutim, lanac je besmisleno produljivati u povijest jer bi u tom slučaju kamperovo rođenje postalo 'uzrokom' požara. 😊

Rješenje: *Lanac se prekida u trenutku kad više nije prihvatljiv*⁹.

Primjer (bomba). Netko je stavio pred vaša vrata bombu, naišao je susjed i uklonio ju. Spasio vam je život. Vaše preživljavanje je posljedica uklanjanja bombe. Kad bi indukciju unazad po utjecaju produljili, došli bi do zaključka da ste preživjeli zahvaljujući činjenici da je pred vaša vrata postavljena bomba. 😊

⁸Preciznije: lanac kontračinjeničnih relacija od požara do šibice.

⁹Zapravo nije prihvatljivo objašnjenje. O tome kasnije.

Princip individualnog odabira.

Objašnjenje. Problem netranzitivnosti utjecaja je lingvistički problem. Praćenje utjecaja indukcijom unazad je *objašnjavanje* 'uzročnosti'. To je naš mentalni produkt, a uzročnost postoji bez obzira na nas¹⁰. Da nema nas ne bi bilo objašnjenja.

¹⁰Recimo da je tako. Leibniz.

¹¹Zato i jest 'individualni odabir'

Princip individualnog odabira.

Objašnjenje. Problem netranzitivnosti utjecaja je lingvistički problem. Praćenje utjecaja indukcijom unazad je *objašnjavanje* 'uzročnosti'. To je naš mentalni produkt, a uzročnost postoji bez obzira na nas¹⁰. Da nema nas ne bi bilo objašnjenja.

Princip individualnog odabira. U kauzalnoj povijesti nekog događaja mi nalazimo takav događaj kao uzrok koji nam *kauzalni lanac čini razumljivim*. Razumljivost je kontekstualno ovisna¹¹.

Objašnjenje je 'epistemološka relacija' koja stvari i pojave nama čini razumljivima, dok je kauzalnost 'metafizička relacija'. Pažljivije čitanje rečenog nudi zaključak da je kauzalnost ontička relacija, a 'uzrok' je naša karakterizacija (više) događaja kao takvog.

¹⁰Recimo da je tako. Leibniz.

¹¹Zato i jest 'individualni odabir'

Uzrok je ontički, objašnjenje je epistemološki pojam

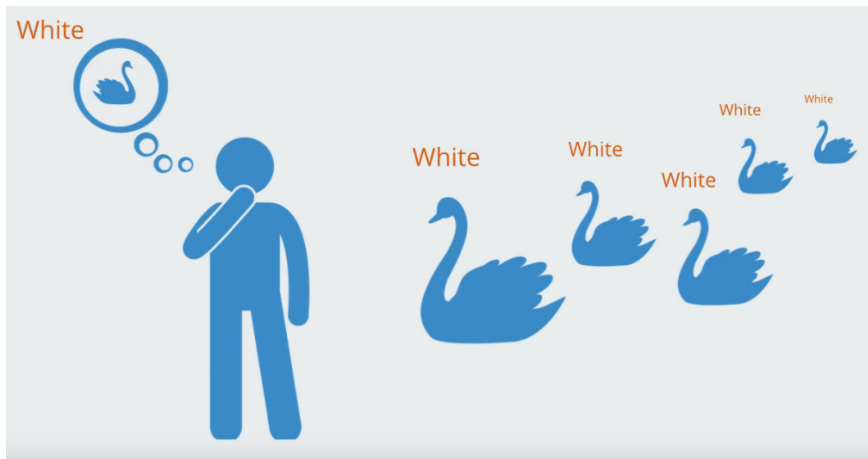
Objašnjenje ili predikcija?

Što je uzročnost?

- Kontračinjenična zavisnost? Ne, jer postoji uzročnost bez KČZ (atentatori).
- Lanac KČZ? Ne, zbog post-preuzimanja zasluga (Ana i Ivo).
- Lanac postepenog utjecaja? Da, sve dok razlikujemo objašnjenje od kauzalnosti.
- Da li je CFT¹² druga verzija Humeove *Regularity Theory of Causation*? Za Humea je to isto.

¹²Counterfactual Theory

Indukcija à la Hume



Kauzalnost à la Hume

Kauzalnost \equiv *bliskost, uzastopnost, vezanost*. (čista empirija)

Kauzalnost à la Hume

Kauzalnost \equiv *bliskost, uzastopnost, vezanost*. (čista empirija)

Kauzalna relacija jedina relacija uz čiju pomoć

*... nadilazimo činjenice iz naše memorije i osjeta. (E. 4.1.4,
T. 1.3.2.3/74)*

Kauzalnost à la Hume

Kauzalnost \equiv *bliskost, uzastopnost, vezanost*. (čista empirija)

Kauzalna relacija jedina relacija uz čiju pomoć

*... nadilazimo činjenice iz naše memorije i osjeta. (E. 4.1.4,
T. 1.3.2.3/74)*

Kako?

Kauzalnost à la Hume

Kauzalnost \equiv *bliskost, uzastopnost, vezanost*. (čista empirija)

Kauzalna relacija jedina relacija uz čiju pomoć

*... nadilazimo činjenice iz naše memorije i osjeta. (E. 4.1.4,
T. 1.3.2.3/74)*

Kako? Uz pomoć iskustva. Što je to iskustvo? Iskustvo je navika, posebno navika opetovane bliskosti (događaja).

Kauzalnost à la Hume

Kauzalnost \equiv *bliskost, uzastopnost, vezanost*. (čista empirija)

Kauzalna relacija jedina relacija uz čiju pomoć

... nadilazimo činjenice iz naše memorije i osjeta. (E. 4.1.4, T. 1.3.2.3/74)

Kako? Uz pomoć iskustva. Što je to iskustvo? Iskustvo je navika, posebno navika opetovane bliskosti (događaja).

Napr. gledajući "crni prah" nećemo moći povezati ga s eksplozijom ako to već nismo iskusili.

... kauzalna relacija povezuje naša prošla i sadašnja uskustva s očekivanjem o budućnosti. (E. 4.1.4/26)

link: [Stanford Encyclopedia of Philosophy](#)

Skepticizam

Humeov argument koji govori protiv postojanja neke pokretačke snage u pozadini 'kauzalnog ponašanja' je sudar biljarskih kugli. Bez obzira radi li se o jednoj instanci ili ponovljenoj situaciji:

... sve što doživljavamo je kretanje prve kugle, njihov sudar, a zatim i gibanje druge kugle. U svemu tome ne nalazim dodatno iskustvo neke moći, osim moguće psihološke navike, koja stoji u pozadini i sugerira nam da vidimo kauzalnu privolu. (slobodan prijevod autora).

Skepticizam

Humeov argument koji govori protiv postojanja neke pokretačke snage u pozadini 'kauzalnog ponašanja' je sudar biljarskih kugli. Bez obzira radi li se o jednoj instanci ili ponovljenoj situaciji:

... sve što doživljavamo je kretanje prve kugle, njihov sudar, a zatim i gibanje druge kugle. U svemu tome ne nalazim dodatno iskustvo neke moći, osim moguće psihološke navike, koja stoji u pozadini i sugerira nam da vidimo kauzalnu privolu. (slobodan prijevod autora).

Zamjedbe. (1) Hume zastupa opću tezu da smisljena ideja mora imati mogućnost redukcije na osjetilnu razinu (utisak, impresija). Kako u pozadini sudara kugli *nema nikakvog utiska* između navodnog uzroka i posljedice, zaključak je da *razlog za* takav slijed događaja *ne postoji*.

Skepticizam

Humeov argument koji govori protiv postojanja neke pokretačke snage u pozadini 'kauzalnog ponašanja' je sudar biljarskih kugli. Bez obzira radi li se o jednoj instanci ili ponovljenoj situaciji:

... sve što doživljavamo je kretanje prve kugle, njihov sudar, a zatim i gibanje druge kugle. U svemu tome ne nalazim dodatno iskustvo neke moći, osim moguće psihološke navike, koja stoji u pozadini i sugerira nam da vidimo kauzalnu privolu. (slobodan prijevod autora).

Zamjedbe. (1) Hume zastupa opću tezu da smisljena ideja mora imati mogućnost redukcije na osjetilnu razinu (utisak, impresija). Kako u pozadini sudara kugli *nema nikakvog utiska* između navodnog uzroka i posljedice, zaključak je da *razlog za* takav slijed događaja *ne postoji*.

Humeov zaključak nije logički korektan jer nemogućnost percepcije nečeg ne znači da to ne postoji. (On mora da je bio svjestan toga.)

(2) Druga je zamjedba što Hume *ne razlikuje* dovoljno *pojavnost* događaja od *fizikalne stvarnosti*¹³.

Drugim riječima, nije jasno je li se njegova analiza uzročne povezanosti odnosi na našu impresiju pojave ili na odnos fizičkih objekata u pozadini.

U svojoj kritici kauzalnosti Hume ignorira problem i pitanje u kakvom su odnosu jezik svijeta utisaka i jezik stvari (von Wright, 1965).

von Wright revidira Humeovu formulaciju radi moguće leksičke analize.

¹³Ontičnost vs. spoznajnost.

Stvarnost ili percepcija?



Reformulacija Humeovog skepticizma

von Wright (1965) shvaća Humeovu teoriju kauzalnosti ne kao teoriju o 'činjenicama', već kao pitanje iz gramatike određenog jezika.

Sušтина Humeove teorije je sadržana u rečenici:

There is no object, which implies the existence of any other if we consider these objects in themselves (EHU¹⁴),

a Wright ju revidira na sljedeći način:

*Iz izjave koja utvrđuje egzistenciju nekog objekta ili pojave, ne može se zaključiti, tj. ne **slijedi**, egzistencija drugog objekta ili pojave koja je **različita** od prve. . .*

Riječi "**slijediti**" i "**različiti**" zahtijevaju dodatna objašnjenja.

¹⁴Hume, *An Enquiry concerning Human Understanding*, Book I, Part III: Section VI

Različitost događaja

Ako kažemo da se dva događaja (napr. udar prve kugle i gibanje druge kugle) razlikuju, ta različitost ima dostruko značenje:

Prvo, ako događaje doživljavamo na različite načine, tj. kao dva odvojena događaja onda ih razlikujemo *na razini doživljaja*.

Različitost događaja

Ako kažemo da se dva događaja (napr. udar prve kugle i gibanje druge kugle) razlikuju, ta različitost ima dostruko značenje:

Prvo, ako događaje doživljavamo na različite načine, tj. kao dva odvojena događaja onda ih razlikujemo *na razini doživljaja*.

Drugo, događaji se razlikuju *na logičkoj razini* ako tvrdnja koja izražava egzistenciju ili pojavljivanje drugog događaja ne zahtijeva ili ne može biti logički izvedena iz pojavljivanja prvog događaja.

Različitost događaja

Ako kažemo da se dva događaja (napr. udar prve kugle i gibanje druge kugle) razlikuju, ta različitost ima dostruko značenje:

Prvo, ako događaje doživljavamo na različite načine, tj. kao dva odvojena događaja onda ih razlikujemo *na razini doživljaja*.

Drugo, događaji se razlikuju *na logičkoj razini* ako tvrdnja koja izražava egzistenciju ili pojavljivanje drugog događaja ne zahtijeva ili ne može biti logički izvedena iz pojavljivanja prvog događaja.

Te dvije različitosti su isprepletene i jedna prati drugu. U Wrighte-ovoj reformulaciji Humea prvenstveno se misli na logičku različitost, jer ako to nije slučaj onda je prisutna povezanost uzroka i posljedice u formi nužnosti.

q slijedi iz p

Za tvrdnju q kažemo da 'slijedi' iz tvrdnje p samo ako se q može izvesti iz p držeći se (isključivo) pravila zaključivanja u logici.

Ako q slijedi iz p tada

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (p \leftrightarrow p \wedge q)$$

tj. implikacija $p \rightarrow q$ i ekvivalencija $p \leftrightarrow p \wedge q$, jedna za drugu, su logički nužne tvrdnje.

Drugim riječima, ako *q ne slijedi iz p* tada nije valjana niti ekvivalencija $p \leftrightarrow p \wedge q$, odnosno ne *vrijedi* implikacija $p \rightarrow p \wedge q$ ¹⁵, što znači da *iz izjave koja utvrđuje egzistenciju nekog objekta ili pojave (p) ne slijedi izjava koja utvrđuje egzistenciju druge pojave (q) ako druga tvrdnja ne slijedi iz prve.*

¹⁵jer je $p \wedge q \rightarrow p$ uvijek istinita

Nakon ove diskusije je jasno da revidirani Humeovi argumenti ne utječu na zaključak Humeove teorije u njenoj originalnoj formi.

Drugim riječima, moguća misinterpretacija da li se radi o senzacijama ili fizičkim objektima i nejasnoći relacije između smislenih ideja i osjetilne razine, ne utječe na konačni zaključak.

Wrightova reformulacija Humea ima za *posljedicu da je*

opravdanje indukcije kao apriorne istine nekorektno pozivajući se na kauzalnu povezanost.

Time je dan veći legitimet i zasluga Humeu nego što se to čini na prvi pogled.

Analitička valjanost kauzalne tvrdnje.

- (1) Sam Wright postavlja pitanje je li revidirana Humeova teorija, svedena na tautologiju (očiglednu istinu) od ikakve vrijednosti.
- (2) Druga primjedba revidiranoj teoriji upućena je na mogućnost da je Hume u pozadini svoje nerevidirane tvrdnje imao neke ideje o kauzalnosti koje su izgubljene u reviziji.
- (3) I treće, možda koncepcija pojma 'slijediti', kako je ovdje interpretirana, ne poprima onu vrstu nužnosti u kauzalnom odnosu koju zamišljaju Humeovi oponenti.

Analitička valjanost kauzalne tvrdnje.

- (1) Sam Wright postavlja pitanje je li revidirana Humeova teorija, svedena na tautologiju (očiglednu istinu) od ikakve vrijednosti.
- (2) Druga primjedba revidiranoj teoriji upućena je na mogućnost da je Hume u pozadini svoje nerevidirane tvrdnje imao neke ideje o kauzalnosti koje su izgubljene u reviziji.
- (3) I treće, možda koncepcija pojma 'slijediti', kako je ovdje interpretirana, ne poprima onu vrstu nužnosti u kauzalnom odnosu koju zamišljaju Humeovi oponenti.

Kad bismo mogli dokazati da kauzalna veza ne opravdava indukciju, tada bismo trebali odbaciti treću primjedbu, jer za vrstu nužne veze na koju se odnosi prigovor, upravo je to navodno svojstvo uzročnog odnosa koje bi trebalo opravdati indukciju.

Uvodimo pojam *analitičko* sa značenjem logičke nužnosti i pojam *sintetičko* za ono što nije logički nužno niti kontradiktorno u sebi. Da q slijedi iz p ($p \rightarrow q$) znači da je q analitička (logički nužna) posljedica od p .

Uvodimo pojam *analitičko* sa značenjem logičke nužnosti i pojam *sintetičko* za ono što nije logički nužno niti kontradiktorno u sebi. Da q slijedi iz p ($p \rightarrow q$) znači da je q analitička (logički nužna) posljedica od p .

Reformulacija Humea (također tautologija):

Ako je kauzalna relacija sintetička, tj. efekt nije logički nužna posljedica od uzroka, tada relacija uzročnosti ne može biti analitički valjana.

Eksperimentalna je činjenica da je većina kauzalnih zakona formulirano kao sintetičke tvrdnje, što ima za posljedicu da kauzalne relacije koje trenutno uvažavamo, ne posjeduju analitičku valjanost. Takvim kauzalnim zakonima ne može se garantirati apriorna istina induktivnim generalizacijama koje oni impliciraju.

Uvodimo pojam *analitičko* sa značenjem logičke nužnosti i pojam *sintetičko* za ono što nije logički nužno niti kontradiktorno u sebi. Da q slijedi iz p ($p \rightarrow q$) znači da je q analitička (logički nužna) posljedica od p .

Reformulacija Humea (također tautologija):

Ako je kauzalna relacija sintetička, tj. efekt nije logički nužna posljedica od uzroka, tada relacija uzročnosti ne može biti analitički valjana.

Eksperimentalna je činjenica da je većina kauzalnih zakona formulirano kao sintetičke tvrdnje, što ima za posljedicu da kauzalne relacije koje trenutno uvažavamo, ne posjeduju analitičku valjanost. Takvim kauzalnim zakonima ne može se garantirati apriorna istina induktivnim generalizacijama koje oni impliciraju.

Niti jedan od filozofa prije Humea, čini se da nije shvaćao da razmišljanje od uzroka do posljedice koje **ne uključuje logičku nužnost ne može opravdati indukciju.**

Može li sintetička kauzalna tvrdnja biti apriori istinita?

Pretpostavimo da događaj B nužno slijedi A , ali su sintetički, a ne analitički povezani. Ništa nije rečeno da li će se B zaista dogoditi ili ne. Mi bismo htjeli nešto više, nešto što bi istovremeno opravdalo vjerovanje koje posjedujemo da B mora slijediti A . Nije odmah jasno što bi to 'više' trebalo biti, ali od njega je logično zahtijevati da isključi mogućnost pojave A i izostanka B .

Pretpostavimo da se tako i dogodilo usprkos tom 'više'. Hoćemo li možda reći da B , nakon svega, nije nužno povezano s A ? Ako tako učinimo, tada je kauzalna tvrdnja induktivna i kao takva zahtijeva verifikaciju.

Jedini način da spasimo istinitost tvrdnje da " B slijedi A " je da kažemo da se " B dogodilo, ali nije bilo primijećeno, ili da nam se samo pričinilo kako je prvi događaj bio A ".

Jedini način da spasimo istinitost tvrdnje da " B slijedi A " je da kažemo da se " B dogodilo, ali nije bilo primijećeno, ili da nam se samo pričinilo kako je prvi događaj bio A ".

U tom slučaju kauzalni zakon postaje analitički što je u suprotnosti s pretpostavkom da je sintetički. Ostaje nam dakle prva alternativa: " B nije nužno povezano s A ", koja ima za posljedicu da je kauzalna tvrdnja induktivna.

Jedini način da spasimo istinitost tvrdnje da " B slijedi A " je da kažemo da se " B dogodilo, ali nije bilo primijećeno, ili da nam se samo pričinilo kako je prvi događaj bio A ".

U tom slučaju kauzalni zakon postaje analitički što je u suprotnosti s pretpostavkom da je sintetički. Ostaje nam dakle prva alternativa: " B nije nužno povezano s A ", koja ima za posljedicu da je kauzalna tvrdnja induktivna.

Ako spašavamo apriornu istinitost kauzalnosti onda je to jedino izvedivo ako " B nije primijećeno ili nam se učinilo da se dogodilo A ", a to, kao što smo vidjeli, vodi na kontradikciju.

Jedini način da spasimo istinitost tvrdnje da " B slijedi A " je da kažemo da se " B dogodilo, ali nije bilo primijećeno, ili da nam se samo pričinilo kako je prvi događaj bio A ".

U tom slučaju kauzalni zakon postaje analitički što je u suprotnosti s pretpostavkom da je sintetički. Ostaje nam dakle prva alternativa: " B nije nužno povezano s A ", koja ima za posljedicu da je kauzalna tvrdnja induktivna.

Ako spašavamo apriornu istinitost kauzalnosti onda je to jedino izvedivo ako " B nije primijećeno ili nam se učinilo da se dogodilo A ", a to, kao što smo vidjeli, vodi na kontradikciju.

Zaključak diskusije je da to 'više', kakvo god bilo, ni pod kakvim okolnostima ne može garantirati apriornu istinu sintetičke kauzalne tvrdnje " B obavezno slijedi A ".

Pitanje je postoji li način da ta skepsa na skeptičnost poprimi neku formu ili dobije neko logičko uporište? von Wright tvrdi da je u pozadini nerazumijevanje i kriva interpretacija osnovne teze, a glavni uzrok je u neuspjehu da se razdvoji pitanje jezika od pitanja o činjenicama.

Iz gotovo svake situacije u kojoj dolazi do sukoba 'zdravog razuma' i 'filozofije' izranja nesposobnost takvog razdvajanja. Pravilno gramatičko razumijevanje prirode teze o nemogućnosti opravdanja indukcije oslobađa ju od svih 'skeptičkih' primjesa.

Neyman, 1923

A – populacija od konačno jedinica (entiteta).

T – neki tretman (uzrok) čiji utjecaj na A mjerimo i bilježimo distribuciju Y njegovog efekta.

\bar{Y} – neki parametar te distribucije (obično sredina)

C – drugi tretman (ili kontrola).

$\bar{Y}_{A,T}$ – summary (očekivanje) distribucije Y podvrgnute T .

Neyman, 1923

A – populacija od konačno jedinica (entiteta).

T – neki tretman (uzrok) čiji utjecaj na A mjerimo i bilježimo distribuciju Y njegovog efekta.

\bar{Y} – neki parametar te distribucije (obično sredina)

C – drugi tretman (ili kontrola).

$\bar{Y}_{A,T}$ – summary (očekivanje) distribucije Y podvrgnute T .

$\bar{Y}_{A,C}$ – summary (očekivanje) distribucije Y kad bi ona bila podvrgnuta kontroli C . (*kontračinjeničnost, drugi svijet*)

Neyman, 1923

A – populacija od konačno jedinica (entiteta).

T – neki tretman (uzrok) čiji utjecaj na A mjerimo i bilježimo distribuciju Y njegovog efekta.

\bar{Y} – neki parametar te distribucije (obično sredina)

C – drugi tretman (ili kontrola).

$\bar{Y}_{A,T}$ – summary (očekivanje) distribucije Y podvrgnute T .

$\bar{Y}_{A,C}$ – summary (očekivanje) distribucije Y kad bi ona bila podvrgnuta kontroli C . (*kontračinjeničnost, drugi svijet*)

Def. *Kauzalni efekt (KE) od T u odnosu na C je razlika*

$$\bar{Y}_{A,T} - \bar{Y}_{A,C}.$$

Ono što očitavamo je samo $\bar{Y}_{A,T}$ (realni svijet), a ne $\bar{Y}_{A,C}$ (imaginarni svijet). Što sad?

Neyman – Što je zamjena za kontračinjenični svijet?

A – populacija podvrgnuta tretmanu T i $\bar{Y}_{A,C}$ nije mjerljivo.

B – druga populacija koja je podvrgnuta kontroli C . Da li je to najbliži kontračinjenični svijet od A komentirat ćemo kasnije.

Promatra se razlika $\bar{Y}_{A,T} - \bar{Y}_{B,C}$. Idealno bi bilo kad bismo za svaki entitet iz $i \in A$ imali blizanca $i' \in A$ koji se u svemu podudaraju.

Jednog tretiramo, a drugog kontroliramo i gledamo razlike

$$Y(i|T) - Y(i'|C), \quad i, i' \text{ blizanci.}$$

Možemo na problem gledati i ovako: Promatrajmo *potencijalne* vrijednosti $\{Y_{iT}, Y_{iC}\}$ entiteta $i \in A$ od kojih je samo jedna izmjerena (*missing data*) ovisno o tome je li i podvrgnut kontroli C ili tretmanu T . Na T možemo gledati kao na indikatorsku funkciju za tretiranu grupu. Neka je $Y_i := (1 - T_i)Y_{iC} + T_iY_{iT}$, a

$$\tau := E(Y_i|T_i = 1) - E(Y_i|T_i = 0).$$

Efekt tretmana τ . Rubin

$$\tau := E(Y_i | T_i = 1) - E(Y_i | T_i = 0). \quad (1)$$

Relacija (1) ima smisla ako je *pripadnost grupi neovisna* o varijabli Y . Tada je $E(Y_i | T) = E(Y_i)$ i

$$\tau := E(Y_{iT}) - E(Y_{iC}).$$

Nezavisnost se postiže slučajnim izborom jedinica tretmana.

To se čini prihvatljivim, v. Russo, Wunsch, Mouchart, *Inferring Causality through Counterfactuals in Observational Studies, Some epistemological issues* (2010)

SUTVA

Još je jedan važan uvjet koji nije pokriven randomizacijom. To je zahtjev da na odziv jedne jedinice ne utječe pokrivenost drugih jedinica vrstom tretmana

Stable Unit Treatment Value Assumption (SUTVA).

Drugim riječima odziv tretmana je isti bez obzira kojoj vrsti tretmana pripadaju druge jedinice. Ako bi ovisilo, to bi značilo da se uvodi nova vrsta tretmana (ili šum) kojeg ne kontroliramo.

SUTVA uvjet također znači da sudionici eksperimenta ne bi smjeli ni znati niti naslućivati jesu li dio tretirane ili kontrolirane grupe.

Dizajn promatranja

U društvenim znanostima kontrolirani eksperiment je često neizvediv (neetičnost, heterogenost, povijesni podaci, više uzroka...).

(1) U promatranju imamo grupu na kojoj uočavamo one jedinice koje doživljavaju 'tretman'. Komplement nije kontrolna grupa. Kontrolu treba dizajnirati tako da je *'izbalansirana' kako bi se izbjegao bias* u procjeni parametra.

(2) Neka su X kovarijable koje definiraju stratifikaciju populacije (pozadinske varijable). *Propensity* je definirano kao $Pr(T = 1|X)$.

(3) Podjela na tretman grupu ($T = 1$) i kontrolnu grupu ($T = 0$) je 'triky'. Otežana je ako su pozadinske varijable 'zbunjene' (ovise o trećoj realnoj ili latentnoj). To je ozbiljna poteškoća; manje je izražena u eksperimentalnom dizajnu.

Primjer kauzalnog efekta (KE) – jedna varijabla.

	T	imrate
1.	1	10
2.	1	15
3.	1	22
4.	1	19
5.	0	25
6.	0	19
7.	0	4
8.	0	8
9.	0	6
10.		

$$0.25(10+15+22+19) - 0.2(25+19+4+8+6) = +4.1$$

Looks like clinics are
increasing infant mortality!

imrate = infant mortality rate

Primjer PSM – dvije varijable (poverty rate, per capita doctors).

	T	imrate	povrate	pcdocs	ps1
1.	1	10	.5	.01	.4165713
2.	1	15	.6	.02	.7358171
3.	1	22	.7	.01	.9284516
4.	1	19	.6	.02	.7358171
5.	0	25	.6	.01	.752714
6.	0	19	.5	.02	.395162
7.	0	4	.1	.04	.0016534
8.	0	8	.3	.05	.026803
9.	0	6	.2	.04	.0070107

$ps1 - P(T = 1 | \{pcdocs, povrate\})$ (logit) – samo za sparivanje

efekt T: $\tau = \frac{1}{4}(10 + 15 + 22 + 19 - 19 - 25 - 25 - 25) = -7$.

Nema balansa između $T = 1$ i nove $T = 0$ grupe.

Metoda potencijala daje isti rezultat.

Potential method

	A	B	C	D	E
1	<u>E</u> dit	povrate	pcdocs	X	Sort
2	T1	5	1	0.19	0.085
3	T2	6	2	1.148	0.166
4	T3	7	1	1.856	0.271
5	T4	6	2	1.148	0.166
6	C1	6	1	1.023	0.152
7	C2	5	2	0.315	0.093
8	C3	1	4	-2.769	0.011
9	C4	3	5	-0.977	0.038
10	C5	2	4	-1.935	0.02
11	attr_w	1	-1		
12	norm	10	1		

$$\text{eff: } \tau = (10 + 15 + 22 + 19 - 19 - 25 - 25 - 25)/4 = -7.$$

Uvjetni kauzalni efekt. Konstrukcija kontrolne grupe.

Problem. Naći skrivene eksperimentalne podatke u promatranim podacima. To radi *matching* mehanizam. Jedan od takvih je *propensity score*.

Uvjetni kauzalni efekt. Konstrukcija kontrolne grupe.

Problem. Naći skrivene eksperimentalne podatke u promatranim podacima. To radi *matching* mehanizam. Jedan od takvih je *propensity score*. Uvjetni kauzalni efekt (KE) je definiran kao

$$\tau|(T = 1) := E(Y_{iT}|T = 1) - E(Y_{iC}|T = 1), \quad (2)$$

u kojem kontračinjenci dio od KE, $E(Y_{iC}|T = 1)$ nije definiran. Uz neke uvjete ipak je moguće kontrolirati tretmane (grupe).

Jaka zanemarivost. Dva su uvjeta *jake zanemarivosti*:

$$(A) \quad \{Y_{iT}, Y_{iC}\} \perp\!\!\!\perp T | X \quad \text{i} \quad (B) \quad 0 < Pr(T = 1|X) < 1,$$

za svaku kovarijablu X koja kontroliraj populaciju. (A) je (uvjetna) nezavisnost potencijalnih ishoda i tretmana, a (B) je uvjet preklapanja tretmana i kategorija definiranih kovarijablama.

Uvjetni kauzalni efekt. Konstrukcija kontrolne grupe.

Problem. Naći skrivene eksperimentalne podatke u promatranim podacima. To radi *matching* mehanizam. Jedan od takvih je *propensity score*. Uvjetni kauzalni efekt (KE) je definiran kao

$$\tau|(T = 1) := E(Y_{iT}|T = 1) - E(Y_{iC}|T = 1), \quad (2)$$

u kojem kontračinjenci dio od KE, $E(Y_{iC}|T = 1)$ nije definiran. Uz neke uvjete ipak je moguće kontrolirati tretmane (grupe).

Jaka zanemarivost. Dva su uvjeta *jake zanemarivosti*:

$$(A) \quad \{Y_{iT}, Y_{iC}\} \perp\!\!\!\perp T | X \quad \text{i} \quad (B) \quad 0 < Pr(T = 1|X) < 1,$$

za svaku kovarijablu X koja kontroliraj populaciju. (A) je (uvjetna) nezavisnost potencijalnih ishoda i tretmana, a (B) je uvjet preklapanja tretmana i kategorija definiranih kovarijablama.

U post-test situaciji kontrolna grupa se naknadno bira iz populacije tako da tretman i kontrola budu u balansu. Hm...

Propensity – balans (za velike uzorke)

Iz formule (A) slijedi jednakost $E(Y_{iT}|T, X) = E(Y_{iT}|X)$ ¹⁶, odakle je

$$E(Y_{iT}|X, T = 1) = E(Y_{iC}|X, T = 0)$$

(*uvjetna balansiranost*¹⁷ tretmana i kontrole). Ako u izrazu (2) za kauzalni efekt uvažimo kovarijable X i usrednjimo po njima, formula poprima oblik

$$\tau|(T = 1) = E[(E(Y_{iT}|X, T = 1) - E(Y_{iC}|X, T = 0))|T = 1],$$

gdje se vanjsko očekivanje računa preko restrikcije združene distribucije $X|(T = 1)$.

¹⁶Uz taj slabiji uvjet također slijedi ovo što slijedi.

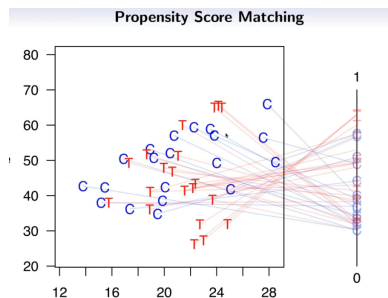
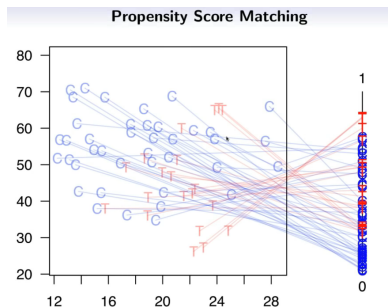
¹⁷Detaljnije o izboru tretirane i kontrolne grupe vidi: Henry E. Brady, *The Neyman-Rubin Model of Causal Inference and Estimation Via Matching Methods*.

Neyman – Rubin. Pitanja i poteškoće

- *Atribut ne može biti uzrok* jer se ne može randomizirati. Napr. spol, rasa, vjerska pripadnost ne mogu se uzeti kao 'uzroci' diskriminacije.
- *Missing data*, tj. razlika u svjetovima je konceptualni problem. Alternativni pokušaji: ponavljanje promatranja (cross-over)
- *Why Propensity Scores Should Not Be Used for Matching* (Gary King-Nielsen-November, 2018)
- Na individualnoj razini (individualni tretman), napr. uzimanje (više) aspirina i uspoređivanje zahtijeva dodatne individualne parametre o pacijentu
- Ovaj pristup traži 'posljedice uzroka', a ne 'uzroke posljedica'.
- Je li manipulativnost bitan uvjet za kauzalnost? To je samo jedan način kako do nje doći.
- Reinterpretirati koeficijente u LM.

Vizualizacija PS sparivanja

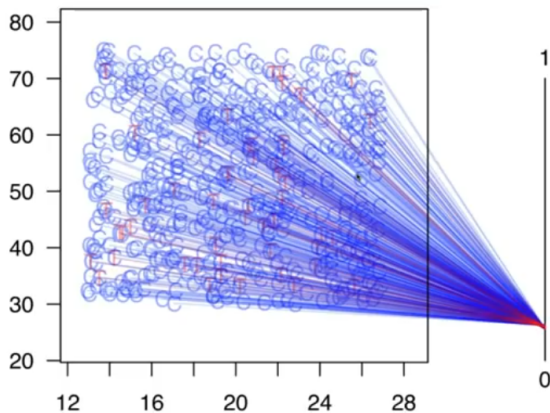
Na slici lijevo: Populacija prije sparivanja (*T*-tretman, *C*-kontrola).
Na slici desno: Sparivanje prema PS



Kritika PS sparivanja

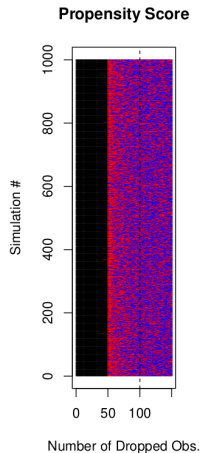
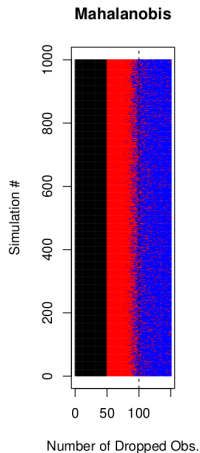
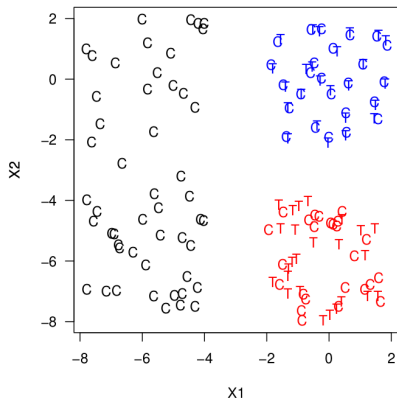
Pretpostavimo da je $PS\text{-score}=0.25$ (za sve). Obrezivanje kontrolnih jedinica (pruning) je moguće učiniti jedino randomizacijom, što daje loše sparivanje.

Best Case: Propensity Score Matching



Gdje je PSM slijepa?

samo kontrola – lijeva polovica slike
 fully block design – gore desno
 random design - dolje desno



Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.

Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.
- Što je placebo/nocebo statistički gledano? Neobjašnjivi dio fenomena?

Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.
- Što je placebo/nocebo statistički gledano? Neobjašnjivi dio fenomena?
- Što je sa sub-populacijama na kojima je efekt suprotan? Kako ih identificirati ako nisu dane u pozadini?

Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.
- Što je placebo/nocebo statistički gledano? Neobjašnjivi dio fenomena?
- Što je sa sub-populacijama na kojima je efekt suprotan? Kako ih identificirati ako nisu dane u pozadini?
- Što je pravo pitanje? (1) Da li aspirin ublažava glavobolju? (2) Da li tretman pozitivno utječe na fizičko zdravlje?

Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.
- Što je placebo/nocebo statistički gledano? Neobjašnjivi dio fenomena?
- Što je sa sub-populacijama na kojima je efekt suprotan? Kako ih identificirati ako nisu dane u pozadini?
- Što je pravo pitanje? (1) Da li aspirin ublažava glavobolju? (2) Da li tretman pozitivno utječe na fizičko zdravlje? Što je zdravlje?

Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.
- Što je placebo/nocebo statistički gledano? Neobjašnjivi dio fenomena?
- Što je sa sub-populacijama na kojima je efekt suprotan? Kako ih identificirati ako nisu dane u pozadini?
- Što je pravo pitanje? (1) Da li aspirin ublažava glavobolju? (2) Da li tretman pozitivno utječe na fizičko zdravlje? Što je zdravlje?
Medicina se bavi bolestim, a ne zdravljem!?

Što dalje?

- Randomizacija umanjuje utjecaje znanih i neznanih 'zbunjujućih' varijabli (confounders). Nužna ako entiteti nisu identični. Nije svemoćna.
- Što je placebo/nocebo statistički gledano? Neobjašnjivi dio fenomena?
- Što je sa sub-populacijama na kojima je efekt suprotan? Kako ih identificirati ako nisu dane u pozadini?
- Što je pravo pitanje? (1) Da li aspirin ublažava glavobolju? (2) Da li tretman pozitivno utječe na fizičko zdravlje? Što je zdravlje?
Medicina se bavi bolestima, a ne zdravljem!?
- Kauzalna mreža i *structural equation modelling* (SEM). Metoda ili prezentacija?