

# Príklady vedeckých metód a ich exemplárov

Lukáš Bielik

Katedra logiky a metodológie vied FiF UK

APVV-0149-12

27.10.2013



# Obsah

## METÓDA FALZIFIKÁCIE HYPOTÉZ

- METÓDA
- EXEMPLÁR

## METÓDA VÝBERU VZORKY (SAMPLING)

- METÓDA
- EXEMPLÁR

# METÓDA FALZIFIKÁCIE HYPOTÉZ

Neformálne vymedzenie MF:

Hypotézu empirického charakteru testujeme takým spôsobom, že hľadáme empirickú evidenciu (dáta, iné pravdivé empirické výroky), ktorá by hypotéze protirečila.

## *Báza problému*

Nech  $S$  je systém  $\langle U, K, P \rangle$  daný nasledovnou špecifikáciou jeho prvkov:

1. Keďže metóda falzifikácie je štandardne uplatňovaná pri testovaní empirických hypotéz, prvkami univerza  $U$  budú materiálne objekty – časopriestorové entity. Pod kategóriu časopriestorových entít môžeme zahrnúť aj mentálne entity, napríklad presvedčenia, resp. ich verbalizovanú podobu.  $U$  môže byť v niektorých prípadoch konečné, v iných nekonečné.
2. Konceptuálny systém  $K$  musí obsahovať také primitívne a derivované pojmy (resp. pravidlá generovania derivovaných pojmov), ktoré sú použiteľné na prvky univerza  $U$ .
3. Napokon,  $P$  bude predstavovať neprázdnu množinu usporiadaných dvojíc  $\langle p_i, e_j \rangle$ , (pričom  $i \geq 1; j \geq 1$ ) kde  $p_i$  je propozícia a  $e_j$  je jej epistemický štatút – v tomto prípade je danej propozícii priradený štatút *hypotézy*, (resp. *nefalzifikovanej hypotézy*). Pritom platí, že pre každé  $j$  ostáva epistemický štatút nezmenený – t.j. vždy ide o hypotézu. Zároveň možno povedať, že propozícia  $p_i$  vyjadruje, že nejaký prvok  $U$  má určitú vlastnosť, resp. že určité (niektoré, všetky) prvky univerza majú určité vlastnosti, resp. sú v určitých vzťahoch, a pod. Možno však povedať, že štandardným druhom propozície  $p_i$  je propozícia vyjadrená výrokom so všeobecným kvantifikátorom (t.j. s kvantifikátorom „Všetky ...“, resp. „Každý ...“).

### *Báza riešenia*

Nech  $S^*$  je systém  $\langle U^*, K^*, P^* \rangle$  spĺňajúci tieto podmienky:

1.  $U = U^*$  alebo  $U \neq U^*$ . (Inak vyjadrené, univerzum vstupného systému sa môže, ale nemusí líšiť od výstupného systému.)
2.  $K = K^*$  alebo  $K \neq K^*$ . (Opäť, konceptuálny systém bázy problému a bázy riešenia sa môže zmeniť, ale nemusí.)
3.  $P \neq P^*$ . Zmena  $S$  na  $S^*$  je (v prípade úspešného použitia metódy falzifikácie, resp. jej exemplára) daná zmenou množiny  $P$  na množinu  $P^*$ , pričom platí, že:
  - a) existuje aspoň jeden prvok  $\langle p_i^*, e_j^* \rangle$  množiny  $P^*$ , kde  $p_i^*$  je singulárna, molekulárna, alebo existenčná propozícia týkajúca sa toho istého univerza  $U$  (alebo jeho podmnožiny), o ktorom hovorí aj propozícia  $p_i$  množiny  $P$ , pričom  $p_i^*$  je negáciou  $p_i$ , a platí, že epistemický štatút  $e_j^*$  propozície  $p_i^*$  je vyjadrený spojením *verifikovaná (pravdivá) propozícia*, resp. *fakt*.
  - b) splnenie podmienky 3a) znamená, že prvkom množiny  $P^*$  je aj usporiadaná dvojica  $\langle p_m^*, e_m^* \rangle$  taká, že propozícia  $p_m^* = p_i$  a  $e_m^*$  je epistemický štatút charakterizovaný spojením *falzifikovaná propozícia*, alebo *nepravdivá propozícia*; t.j. množina  $P^*$  bude obsahovať aj takú usporiadanú dvojicu, ktorej prvým členom je pôvodná (testovaná) hypotéza a druhým členom je jej zmenený epistemický štatút – ohodnotenie, ktoré jej prisudzuje vlastnosť byť falzifikovaná (nepravdivou).

### *Množina inštrukcií*

$I$  je množina inštrukcií využiteľných pri zmene vstupného systému na výstupný systém. Prvkami  $I$  môžu byť tieto inštrukcie:

- $i_1$ : „Identifikuj propozíciu, ktorá bude predmetom testovania! (T.j., vyber  $\langle p_i, e_j \rangle \in P!$ )“
- $i_2$ : „Ak chceš získať informácie relevantné pre testovanie danej propozície, použi pozorovanie, experimentovanie alebo zber dát pomocou niektorej z adekvátnych metód (napr. prostredníctvom dotazníka, rozhovoru, fotografovania, zhromažďovania textovej evidencie a pod.), ktorých použitie umožňuje formulovať propozície o prvkoch  $U!$ “
- $i_3$ : „Ak si použil pozorovanie, experimentovanie alebo zber dát pomocou niektorej z adekvátnych metód, výsledky zaznamenaj v jazyku čo najpresnejšie! T.j., použi tie pojmy  $K$ , resp.  $K^*$ , ktoré umožňujú čo najpresnejšiu identifikáciu prvkov  $U$  a ich vlastností, resp. vzťahov, a vyjadri ich ako  $\langle p_1^*, e_1^* \rangle, \dots, \langle p_n^*, e_n^* \rangle \in P^*$ , kde  $e_1^*, \dots, e_n^*$  reprezentuje štatút *pravdivej propozície!*“
- $i_4$ : „Lubovoľný počet krát opakuj realizáciu inštrukcií  $i_2$  alebo  $i_3!$ “
- $i_5$ : „Ak vykonanie inštrukcie  $i_2$  a  $i_3$  viedlo k identifikácii takého  $\langle p_i^*, e_j^* \rangle$ , že  $p_i^*$  je negáciou  $p_i$  a  $e_j^*$  je štatút *pravdivej propozície*, tak  $p_i$  je falzifikovaná (t.j., má štatút *falzifikovanej (nepravdivej) propozície!*)“

### *Podmnožina $J$ potenčnej množiny $P(J)$*

V prípade potenčnej množiny  $P(J)$  môžeme vybrať spomedzi všetkých jej podmnožín túto relevantnú podmnožinu  $J$ :

$$J = \{\{i_1\}, \{i_2\}, \{i_3\}, \{i_4\}, \{i_5\}\}$$

### *Usporiadanie $U$ množiny $J$*

Vybranú podmnožinu  $J$  možno usporiadať nasledovne:

$$U: \{\{i_1\}, \{i_2\}, \{i_3\}, \{i_4\}, \{i_5\}\} \Rightarrow \langle \{i_1\}, \{i_2\}, \{i_3\}, \{i_4\}, \{i_5\} \rangle$$

*Metóda falzifikácie:  $M_{fal} = \langle I, J, U \rangle$*

*Príklad (realizovaného) exemplára metódy falzifikácie*

$S = \langle U, K, P \rangle$ :

U: množina 120 oslovených študentov 2. ročníka FiF UK (ak. r. 2012/2013);

K: množina pojmov aplikovateľných na prvky U;

P: {<„Každý zo 120 oslovených študentov 2. ročníka FiF UK v ak. roku 2012/2013 sa v rozdanom dotazníku prihlásil k tomu, že počas prvého roka štúdia prečítal aspoň jednu beletristickú knihu.“, hypotéza >, ...}

$S^* = \langle U, K, P^* \rangle$ :

U\*: množina 120 oslovených študentov 2. ročníka FiF UK (ak. r. 2012/2013);

K\*:  $K^* = K$

P\*: Prvkom  $P^*$  je okrem iného usporiadaná dvojica <„Každý zo 120 oslovených študentov 2. ročníka FiF UK v ak. roku 2012/2013 sa v rozdanom dotazníku prihlásil k tomu, že počas prvého roka štúdia prečítal aspoň jednu beletristickú knihu.“, *falzifikovaná hypotéza*>



*Exemplár*  $M_{fal} = \langle I, J, U \rangle + r$ :

*r*: Na základe špecifikácie prvkov systému S priradiť jednotlivým druhom *premenných*, ktoré sú obsiahnuté v (kategorických) inštrukciách množiny I, prvky množín U, K, resp. P, ako ich hodnoty.

Podmienku *r* treba ďalej špecifikovať, no základná myšlienka je nasledovná:

Ak mám realizovať exemplár metódy falzifikácie, musí byť – okrem iného – špecifikovaná konkrétna empirická hypotéza, ktorá sa má stať predmetom testovania. Teda  $p_i$  musí byť špecifikovaná: môže ísť napríklad o hypotézu „Každý slovenský pivovar vlastní (v r. 2013) nejaký zahraničný investor.“

- $i_1$ : „Identifikuj propozíciu  $p_i$ , ktorá bude predmetom testovania!“ [Výsledok: <„Každý zo 120 oslovených študentov 2. ročníka FiF UK v ak. roku 2012/2013 sa v rozdanom dotazníku prihlásil k tomu, že počas prvého roka štúdia prečítal aspoň jednu beletristickú knihu.“, *hypotéza*>]
- $i_2$ : „Ak chceš získať informácie relevantné pre testovanie danej propozície, použi pozorovanie, experimentovanie alebo zber dát pomocou niektorej z adekvátnych metód (napr. prostredníctvom dotazníka, rozhovoru, fotografovania, zhromažďovania textovej evidencie a pod.), ktorých použitie umožňuje formulovať propozície o prvkoch  $U$ !“ [Výsledok: Rozdal som dotazník 120 (náhodne vybraným) študentom 2. ročníka FiF UK (okrem iného) s otázkou, či počas prvého roka štúdia prečítali aspoň jednu beletristickú knihu. Vyplnený dotazník som získal naspäť od 88 študentov s použiteľnými odpoveďami.]
- $i_3$ : „Ak si použil pozorovanie, experimentovanie alebo zber dát pomocou niektorej z adekvátnych metód, výsledky zaznamenaj v jazyku čo najpresnejšie! T.j., použi tie pojmy  $K$ , resp.  $K^*$ , ktoré umožňujú čo najpresnejšiu identifikáciu prvkov  $U$  a ich vlastností, resp. vzťahov, a vyjadri ich ako  $\langle p_1^*, e_1^* \rangle, \dots, \langle p_n^*, e_n^* \rangle \in P^*$ , kde  $e_1^*, \dots, e_n^*$  reprezentuje štatút *pravdivej propozície*!“ [Výsledok: {<„Študent č. 1 odpovedal áno.“, *pravdivá propozícia*>, < „Študent č. 2 odpovedal áno.“, *pravdivá propozícia*>, ..., <„Študent č. 62 odpovedal nie.“, *pravdivá propozícia*>, ...}]

- $i_4$ : „Lubovoľný počet krát opakuj realizáciu inštrukcií  $i_2$  alebo  $i_3$ !“ [Výsledok: Inštrukciu  $i_2$  som opakoval jedenkrát a  $i_3$  som opakoval niekoľkokrát.]
- $i_5$ : „Ak vykonanie inštrukcie  $i_2$  a  $i_3$  viedlo k identifikácii takého  $\langle p_i^*, e_j^* \rangle$ , že  $p_i^*$  je negáciou  $p_i$  a  $e_j^*$  je štatút *pravdivej propozície*, tak  $p_i$  je falzifikovaná (t.j., má štatút *falzifikovanej (nepravdivej) propozície*)!“ [Výsledok: Propozícia „Študent č. 62 odpovedal nie“ je pravdivá a je negáciou propozície  $p_i$ : „Každý zo 120 oslovených študentov 2. ročníka FiF UK v ak. roku 2012/2013 sa v rozdanom dotazníku prihlásil k tomu, že počas prvého roka štúdia prečítal aspoň jednu beletristickú knihu.“ Epistemický štatút tejto propozície sa zmenil z *hypotéza* na *falzifikovaná propozícia*.]

# METÓDA VÝBERU VZORKY (SAMPLING)

Neformálne vymedzenie MV:

Metóda výberu vzorky alebo, jednoducho, metóda výberu sa dá charakterizovať ako návod, ktorý nám umožňuje vybrať z určitej populácie (osôb, predmetov, ...) jej *reprezentatívnu* vzorku.

### *Báza problému*

Daný je systém  $S = \langle U, K, P \rangle$  s touto špecifikáciou:

1. Univerzum  $U$  je obvykle konečná množina, pozostávajúca buď z osôb, inštitúcií alebo organizácií určitého druhu, prípadne aj z entít neorganického druhu. Univerzum sa nazýva *populácia* – množina všetkých prvkov, ktorých sa týka (pre ktoré je relevantný) určitý empirický test alebo pozorovanie. Možno pritom predpokladať, že aspoň niektoré prvky  $U$  nie sú pre nás (výskumníkov) dostupné v tom zmysle, že by bolo (prakticky) možné alebo (časovo, finančne, či inak) efektívne všetky prvky podrobiť výskumu. Všetky prvky  $U$  by však malo byť možné aspoň pojmovo identifikovať, resp. vymenovať.
2. Prvky  $K$  tvoria pojmy aplikovateľné na danú populáciu, predovšetkým pojmy, ktorými možno jednoznačne vyčleniť prvky  $U$ , ako aj pojmy ich charakteristických vlastností a vzťahov, pričom môže ísť o pojmy nejakej sociologickej, politologickej, ekonomickej alebo inovednej disciplíny.
3. Medzi prvky  $P$  patria také usporiadané dvojice  $\langle p_i, e_i \rangle$  také, že  $p_i$  je propozícia, charakterizujúca to, ktoré entity populácie majú aké vlastnosti, resp. v akých vzťahoch sa nachádzajú, a  $e_i$  je epistemický štatút *pravdivá propozícia (pravda)*, prípadne *presvedčivý predpoklad*, a pod. Prvky  $P$  nám jednoducho pomáhajú vyčleniť populáciu, ktorej sa určitý výskum týka. Ak má ísť o vyčlenenie relevantnej populácie (z hľadiska daného výskumu), znamená to, že propozície musia byť pravdivé, resp. musíme mať dobré dôvody veriť v ich pravdivosť.

### *Báza riešenia*

Charakterizovaná báza problému je predpokladom pre formuláciu tohto druhu problému: Ako vybrať z populácie entít určitého druhu takú podmnožinu – *vzorku*, ktorá bude *reprezentatívna*? [Reprezentatívna vzorka je vzorka, ktorá má čo najpresnejšie reflektovať tie vlastnosti a vzťahy, ktoré majú prvky populácie (v danom pomere) a sú relevantné vzhľadom na určitý cieľ.]

Riešenie uvedeného druhu problému bude spočívať v transformácii bázy problému na bázu riešenia, ktorá môže byť (okrem ďalších špecifikácií) vymedzená aj nasledovne:

Nech  $S^* = \langle U^*, K^*, P^* \rangle$  tak, že:

1.  $U^* \subset U$  a  $U^*$  sa má približovať k ideálu *reprezentatívnosti vzorky*.
2.  $K^* = K$  alebo  $K^* \neq K$ .
3.  $P \neq P^*$ , pričom pre  $P^*$  platí, že existuje taká jej vlastná podmnožina usporiadaných dvojíc  $\langle p_k^*, e_k^* \rangle$ , ktoré determinujú, že existuje neprázdna množina *reprezentatívnych* vlastností a vzťahov taká, že ak prvky  $U$  majú tieto vlastnosti a nachádzajú sa v týchto vzťahoch, tak aj prvky  $U^*$  majú tieto vlastnosti a vzťahy, a naopak.

### *Množina inštrukcií*

$I$  je množina inštrukcií, ktoré možno použiť pri transformácii vstupného systému na výstupný systém. Množinu  $I$  tvoria tieto inštrukcie:

- $i_1$ : „Identifikuj *populáciu* (t.j. identifikuj  $U$ )!“
- $i_2$ : „Identifikuj *počet prvkov* populácie a označ ho  $N$ !“
- $i_3$ : „Zostav zoznam  $Z$  prvkov populácie  $U$  a každému prvku priradi (jedno) celé číslo od 1 do  $N$ !“
- $i_4$ : „Rozhodni, s akou veľkou vzorkou chceš pracovať (t.j., aký bude rozsah výberu) a označ ju číslom  $n$ !“
- $i_5$ : „Pomocou generátora náhodných čísel (tabuľky náhodných čísel, počítačového programu) vyber zo zoznamu  $Z$  prvkov populácie  $U$   $n$  odlišných čísel, ktoré ležia medzi 1 a  $N$ !“
- $i_6$ : „Výsledok vykonania  $i_5$  stotožni so vzorkou populácie!“
- $i_7$ : „Ak poznáš hodnoty  $n$  a  $N$ , vypočítaj výberový pomer =  $n/N$ !“

### *Podmnožina $J$ potenčnej množiny $P(I)$*

Spomedzi potenčnej množiny  $P(I)$  môžeme vybrať túto podmnožinu  $J$  ako relevantnú:

$$J = \{\{i_1\}, \{i_2\}, \{i_3, i_4\}, \{i_5\}, \{i_6\}\}$$

Do množiny  $J$  sme nezaradili inštrukciu  $i_7$ . Táto inštrukcia nám síce umožňuje zistiť zaujímavú informáciu o vzťahu medzi vzorkou a populáciou, no nepotrebujeme ju pre konečnú identifikáciu vzorky (predpokladajúc, že vykonanie ostatných inštrukcií bolo úspešné).

### *Usporiadanie množiny $J$*

Nech  $U$  je usporiadanie množiny  $J$ :

$$U: \{\{i_1\}, \{i_2\}, \{i_3, i_4\}, \{i_5\}, \{i_6\}\} \Rightarrow \langle \{i_1\}, \{i_2\}, \{i_3, i_4\}, \{i_5\}, \{i_6\} \rangle$$

Vidíme, že jeden prvok usporiadania, konkrétne množina  $\{i_3, i_4\}$ , obsahuje dve inštrukcie, ktoré sú z hľadiska poradia vykonania zámenné – t.j., na to, aby sme od výsledku realizácie inštrukcie  $i_2$  prešli k realizácii inštrukcie  $i_5$ , je jedno, či najskôr zrealizujeme inštrukciu  $i_3$  a potom  $i_4$ , alebo naopak. (Exemplár metódy si však už bude vyžadovať usporiadanie prvkov množiny  $\{i_3, i_4\}$ .)

### *Metóda výberu vzorky*

Metóda výberu vzorky je teda vymedzená nasledovne:

$$M_{\text{Sampl}} = \langle I, J, U \rangle$$



*Exemplár metódy výberu vzorky:*

$S = \langle U, K, P \rangle$ :

U: množina študentov FiF UK, ktorí boli v ak. roku 2012/2013 študentmi 2. ročníka štúdia niektorého zo študijných programov;

K: pojmy aplikovateľné na U;

P: prvkami tejto množiny budú usporiadané dvojice  $\langle p_i, e_i \rangle$  majúce napríklad podobu:  $\langle$ „Iba študenti FiF UK, ktorí boli v ak. roku 2012/2013 študentmi 2. ročníka štúdia, sú prvkami našej populácie.“, *pravdivá propozícia* $\rangle$ , alebo  $\langle$ „XY bol v ak. roku 2012/2013 študentom 2. ročníka ...“ $\rangle$ , *pravdivá propozícia* $\rangle$  a pod.

$S^* = \langle U^*, K^*, P^* \rangle$ :

$U^*$ : podmnožina množiny študentov FiF UK, ktorí boli v ak. roku 2012/2013 študentmi 2. ročníka štúdia niektorého zo študijných programov;

$K^*$ :  $K^* = K$

$P^*$ : Pre niektoré prvky  $\langle p_i^*, e_i^* \rangle$  tejto množiny platí, že  $\langle p_i^*, e_i^* \rangle = \langle p_i, e_i \rangle$ . Takým prvkom bude aj usporiadaná dvojica  $\langle$ „Iba študenti FiF UK, ktorí boli v ak. roku 2012/2013 študentmi 2. ročníka štúdia, sú prvkami našej populácie.“, *pravdivá propozícia* $\rangle$ .

Kedže v množine  $U$  máme len jeden prvok, ktorý je viacprvkovou množinou, konkrétne množinu  $L_1 = \{i_3, i_4\}$ , môžeme pre metódu výberu uviesť dva druhy jej exemplárov podľa usporiadania množiny  $L_1$ . Stačí však, ak uvedieme len jeden z nich podľa tohto usporiadania:

$$U_1: \{i_3, i_4\} \Rightarrow \langle i_3, i_4 \rangle$$

Exemplár metódy výberu teda možno vymedziť ako:

$$\text{Exemplár } M_{\text{Sampl}} = \langle I, J, U \langle L_1, U_1 \rangle \rangle + r$$

Teraz môžeme konkretizovať prvky exemplára daných štruktúrou  $\langle I, J, U \langle L_1, U_1 \rangle \rangle$ :

- $i_1$ : „Identifikuj *populáciu* (t.j. identifikuj U)!“ [Výsledok: množina študentov FiF UK, ktorí boli v ak. roku 2012/2013 študentmi 2. ročníka štúdia niektorého zo študijných programov.]
- $i_2$ : „Identifikuj *počet prvkov* populácie a označ ho N!“ [Výsledok:  $N = 850$  študentov ...]
- $i_3$ : „Zostav zoznam Z prvkov populácie U a každému prvku priradi (jedno) celé číslo od 1 do N!“ [Výsledok: „Anton Antonovič  $\rightarrow$  1“, ..., „Žigmund Žigmundovič  $\rightarrow$  850“]
- $i_4$ : „Rozhodni, s akou veľkou vzorkou chceš pracovať (t.j., aký bude rozsah výberu) a označ ju číslom n!“ [Výsledok: Budem pracovať so vzorkou  $n = 50$ .]
- $i_5$ : „Pomocou generátora náhodných čísel (tabuľky náhodných čísel, počítačového programu) vyber zo zoznamu Z prvkov populácie U n odlišných čísel, ktoré ležia medzi 1 a N!“ [Výsledok: Množina  $V = \{94, 653, 82, \dots\}$ , ktorá má 50 náhodne vygenerovaných prvkov.]
- $i_6$ : „Výsledok vykonania  $i_5$  stotožni so vzorkou populácie!“ [Výsledok: Vzorka = V]

Ďakujem za pozornosť!