

Vrednotenje testov izbirnega tipa v naravoslovju

Bojan Golli

Pedagoška fakulteta, UL

Doktorski študijski program izobraževanje učiteljev in edukacijske vede:
Poučevanje matematike, računalništva naravoslovja in tehnike

29. marec 2012

Kriteriji pri pripravi dobrega testa

- težavnost (*difficulty*)

Kriteriji pri pripravi dobrega testa

- težavnost (*difficulty*)
- ločljivost (*discrimination*)

Kriteriji pri pripravi dobrega testa

- težavnost (*difficulty*)
- ločljivost (*discrimination*)
- veljavnost (*validity*)

Kriteriji pri pripravi dobrega testa

- težavnost (*difficulty*)
- ločljivost (*discrimination*)
- veljavnost (*validity*)
- zanesljivost (*reliability*)

Kriteriji pri pripravi dobrega testa

- težavnost (*difficulty*)
- ločljivost (*discrimination*)
- veljavnost (*validity*)
- zanesljivost (*reliability*)
- učinkovitost (*effectiveness*)

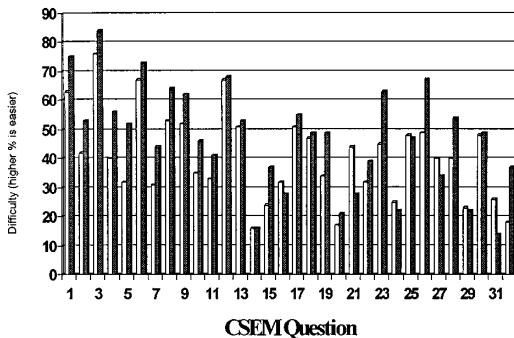
Težavnost vprašanja

Idealna vrednost: povprečno 50 % pravih odgovorov, a je smiselno, da se težavnost vprašanj spreminja.

Težavnost vprašanja

Idealna vrednost: povprečno 50 % pravih odgovorov, a je smiselno, da se težavnost vprašanj spreminja.

Primer: Konceptualna raziskava elektrike in magnetizma (CSEM)



Ločljivost vprašanja

Kako dobro vprašanje loči med dobrimi in slabimi učenci:

N_U ... število učencev, ki so na vprašanje odgovorili **pravilno** in so pri **celotnem** testu uvrstili med **27 % najuspešnejših**;

N_L ... število učencev, ki so na vprašanje odgovorili **pravilno** in so pri **celotnem** testu uvrstili med **27 % najslabših**.

$$IDis = \frac{N_U - N_L}{N_U + N_L}$$

Ločljivost vprašanja

Kako dobro vprašanje loči med dobrimi in slabimi učenci:

N_U ... število učencev, ki so na vprašanje odgovorili **pravilno** in so pri **celotnem** testu uvrstili med **27 % najuspešnejših**;

N_L ... število učencev, ki so na vprašanje odgovorili **pravilno** in so pri **celotnem** testu uvrstili med **27 % najslabših**.

$$IDis = \frac{N_U - N_L}{N_U + N_L}$$

Vrednost lahko pade v interval $[-1, 1]$:

$IDis < 0$	nesprejemljivo: vprašanje ali odgovori bržčas vsebujejo napako
$0 - 0,24$	vprašanje bi bilo smiselno izboljšati
$0,25 - 0,39$	Dobro vprašanje
$0,40 - 1,00$	Odlično vprašanje

Veljavnost vprašanja

Anketiranje predmetnih učiteljev (OŠ, srednja šola, fakulteta) o *smiselnosti* (*reasonableness*) in *primernosti* (*appropriateness*).

- *Smiselnost*: ali sta vprašanje in pravilni odgovor strokovno utemeljena
- *Primernost*: ali je vprašanje primerno glede na učenčevo poznavanje pojmov in (recimo) matematičnega ozadja

Test je *zanesljiv*, če učenca s podobnim znanjem in izkušnjami dosežeta približno enak rezultat; oz. isti učenec ob različnih časih.

Standardni pristop: Kuder-Richardsonova formula 20 (KR 20):

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K p_i q_i}{\sigma_X^2} \right] \quad \sigma_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}$$

K ... število vprašanj v testu in N ... število učencev

p_i ... delež pravih in q_i ... delež nepravilnih odgovorov pri vprašanju i

$\alpha > 0,7$ dober test

$0,5 < \alpha < 0,7$ dobri testi za preverjanje znanja v razredu.

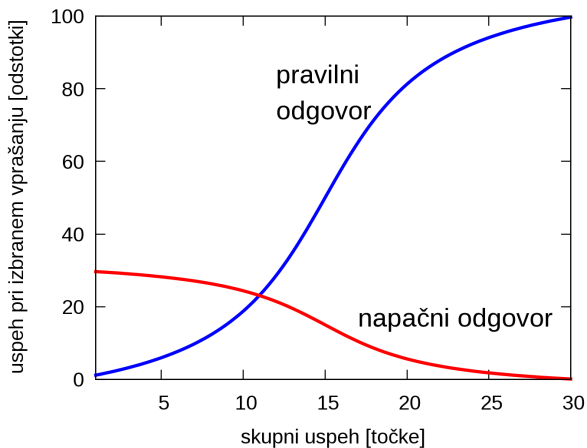
Kako učinkoviti so zavajajoči odgovori (*distractors*)?

Pomembno je poznavanje značilnih napačnih konceptov in predstav. V mehaniki so to na primer:

- obstoj „sile gibanja“ (*impetus*), ki poskrbi, da se telo giblje,
- telo se ustavlja samo od sebe,
- če ni gibanja, ni sile,
- mešanje pojmov: sila, moč in energija,
- večje telo deluje z večjo silo na manjše,
- ovire na poti ne vplivajo na gibanje

Krivulja odgovorov

Učinkovitost lahko preverjamo s krivuljo odgovorov na izbrano vprašanje.



Krivulja odgovorov za test s 30 vprašanji

Primer učinkovitega vprašanja

Hokejski plošček se giblje naravnost v smeri, ki jo označujejo puščice, s stalno hitrostjo v_0 . V točki Q udari hokejist plošček v smeri, ki jo označuje debelejša puščica. Če bi ploščica v Q mirovala, bi se zaradi udarca začela gibati s hitrostjo v_k v smeri udarca.



Navedi sile, ki delujejo na plošček po udarcu.

- A Teža.
- B Teža in vodoravna sila gibanja.
- C Teža, sila podlage in vodoravna sila gibanja.
- D Teža in sila podlage.
- E Na ploščico ne delujejo sile.

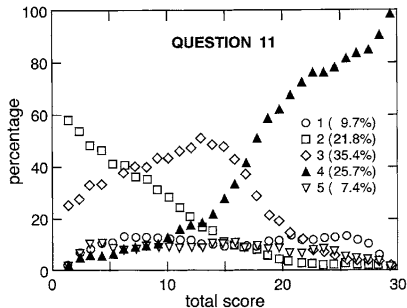
Primer učinkovitega vprašanja

Hokejski plošček se giblje naravnost v smeri, ki jo označujejo puščice, s stalno hitrostjo v_0 . V točki Q udari hokejist plošček v smeri, ki jo označuje debelejša puščica. Če bi ploščica v Q mirovala, bi se zaradi udarca začela gibati s hitrostjo v_k v smeri udarca.



Navedi sile, ki delujejo na plošček po udarcu.

- A Teža.
- B Teža in vodoravna sila gibanja.
- C Teža, sila podlage in vodoravna sila gibanja.
- D Teža in sila podlage.
- E Na ploščico ne delujejo sile.



Primer srednje učinkovitega vprašanja

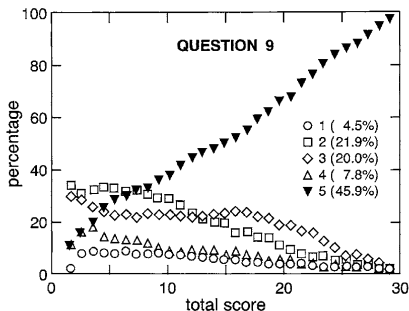
Hitrost ploščice po udarcu je enaka

- A hitrosti v_0 pred trkom.
- B hitrosti v_k , in je neodvisna od hitrosti pred trkom.
- C Enaka seštevku velikosti obeh hitrosti.
- D Manjša tako od hitrosti v_0 , kot od v_k .
- E Večja od obeh hitrosti, a manjša od seštevka obeh hitrosti.

Primer srednje učinkovitega vprašanja

Hitrost ploščice po udarcu je enaka

- A hitrosti v_0 pred trkom.
- B hitrosti v_k , in je neodvisna od hitrosti pred trkom.
- C Enaka seštevku velikosti obeh hitrosti.
- D Manjša tako od hitrosti v_0 , kot od v_k .
- E Večja od obeh hitrosti, a manjša od seštevka obeh hitrosti.



Primer neučinkovitega vprašanja

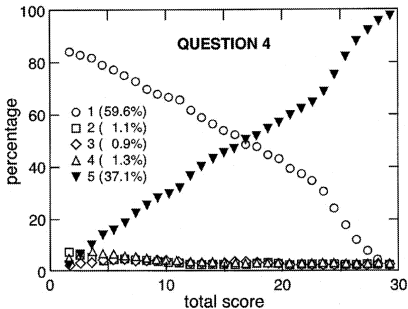
Kamion trči ob manjši avto. Kaj velja za dogajanje med trkom?

- A Kamion udari v avto z večjo silo kot avto v kamion.
- B Kamion udari v avto z manjšo silo kot avto v kamion.
- C Manjši avto se zmečka samo zato, ker se znajde na istem mestu kot kamion.
- D Kamion udari v avto z veliko silo, avto pa na kamion s silo sploh ne deluje.
- E Kamion udari v avto z enako silo kot avto v kamion.

Primer neučinkovitega vprašanja

Kamion trči ob manjši avto. Kaj velja za dogajanje med trkom?

- A Kamion udari v avto z večjo silo kot avto v kamion.
- B Kamion udari v avto z manjšo silo kot avto v kamion.
- C Manjši avto se zmečka samo zato, ker se znajde na istem mestu kot kamion.
- D Kamion udari v avto z veliko silo, avto pa na kamion s silo sploh ne deluje.
- E Kamion udari v avto z enako silo kot avto v kamion.



Merjenje napredka

Napredek ugotavljamo z izvedbo vprašalnika pred uvedbo nove metode poučevanja in po njej. Številsko ga izrazimo kot normirano obliko razlike rezultatov, izraženih v procentih:

$$g = \frac{post - pre}{100 - pre}$$

(Napredek $g = 1$, če je učenec pri drugem testu dosegel 100 % uspeh.)
Težava se pojavi, če želimo rezultate povprečiti, a so v skupini učenci, ki so dosegli pri drugem testu slabši rezultat kot na prvem.

Merjenje napredka

Napredek ugotavljamo z izvedbo vprašalnika pred uvedbo nove metode poučevanja in po njej. Številsko ga izrazimo kot normirano obliko razlike rezultatov, izraženih v procentih:

$$g = \frac{post - pre}{100 - pre}$$

(Napredek $g = 1$, če je učenec pri drugem testu dosegel 100 % uspeh.) Težava se pojavi, če želimo rezultate povprečiti, a so v skupini učenci, ki so dosegli pri drugem testu slabši rezultat kot na prvem.

Primer: Prvi učenec je naprej dosegel 95 % uspeh, nato pa 85 %, drugi pa je napredoval od 20 % na 100 %:

$$g_1 = \frac{85 - 95}{100 - 95} = \frac{-10}{5} = -2, \quad g_2 = \frac{100 - 20}{100 - 20} = 1$$

Njuno povprečje je $(-2 + 1)/2 = -0,5$, od koder bi zaključili, da je bil naš pedagoški eksperiment neuspešen, kljub temu da sta učenca v absolutnem merilu dosegla izvrsten rezultat na drugem testu.

Izboljšana formula

$$g = \begin{cases} \frac{post - pre}{100 - pre} & post > pre \\ \text{ne upoštevamo} & post = pre = 100 \text{ ali } 0 \\ 0 & post = pre \\ \frac{post - pre}{pre} & post < pre \end{cases}$$

Rezultat prejšnjega primera po novi formuli:

$$g_1 = \frac{85 - 95}{95} = -0,105, \quad g_2 = 1, \quad \bar{g} = 0,45$$

Slepo ugibanje

Verjetnost, da učenec doseže določen odstotek r s slepim ugibanjem:

$$P = \sum_{N=\lceil rZ \rceil}^Z \binom{Z}{N} p^N q^{Z-N}, \quad p = \frac{1}{K}, \quad q = 1 - p$$

Z ... število vprašanj na testu

K ... število ponujenih odgovorov pri vprašanju

Primer:

$K = 3$ (tri možni odgovori), $Z = 10$ (vprašanj):

$P(70\%) = 2\%$

$P(50\%) = 21\%$

Literatura

-  D. Hestnes *et al.*, The Physics Teacher, Vol 30, March 1992, 141.
-  D. P. Maloney *et al.*, Phys. Educ. Res., Am. J. Phys. Suppl., Vol. 69, No. 7, July 2001, S12.
-  G. A. Morris *et al.*, Am. J. Phys., Vol. 74, No. 5, May 2006, 449.
-  J. D. Marx *et al.*, Am. J. Phys., Vol. 75, No. 1, January 2007, 87.
-  <http://www.uwosh.edu/testing/facultyinfo/testingguidelines.php>
-  http://www.stattools.net/Kuder_Exp.php

Primeri vprašanj iz CSEM

Two small objects each with a net charge of $+Q$ exert a force of magnitude F on each other.



We replace one of the objects with another whose net charge is $+4Q$:



3. The original magnitude of the force on the $+Q$ charge was F ; what is the magnitude of the force on the $+Q$ now?
 - (a) $16F$
 - (b) $4F$
 - (c) F
 - (d) $F/4$
 - (e) other
4. What is the magnitude of the force on the $+4Q$ charge?
 - (a) $16F$
 - (b) $4F$
 - (c) F
 - (d) $F/4$
 - (e) other

Next we move the $+Q$ and $+4Q$ charges to be 3 times as far apart as they were:



5. Now what is the magnitude of the force on the $+4Q$?
 - (a) $F/9$
 - (b) $F/3$
 - (c) $4F/9$
 - (d) $4F/3$
 - (e) other
6. Which of the arrows is in the direction of the net force on charge B?



- (a)
- (b)
- (c)
- (d)
- (e) none of the

3. pre : A:4, **B:60**, C:16, D: 9, E:1

3. post: A:5, **B:76**, C: 9, D: 8, E:0

4. pre : A:7, **B:38**, C:27, D:16, E:1

4. post: A:5, **B:40**, C:32, D:21, E:2

5. pre : A: 8, B:17, **C:21**, D:34, E:7

5. post: A:14, B:20, **C:32**, D:22, E:11

6. pre : A: 8, B:16, C:24, D:18, **E:34**

6. post: A: 7, B:13, C:10, D:4, **E:67**