

Pažangumo rodiklių tarpusavio ryšių analizė

Jelena ČIKUN, Jonas-Vytautas DAUNORAVIČIUS (VGTU),
Marijus RADAVIČIUS (MII)

el. paštas: mrad@ktl.mii.lt

1. Įvadas

Pažangumo rodikliai jau įdomūs patys savaime, jie ne kartą jau buvo nagrinėjami, taip pat ir vieno iš šio darbo bendraautorių [3, 4]. Pažangumo duomenų analizė gali suteikti informacijos apie dėstomos medžiagos įsisavinimo lygį, dėstytojų kvalifikaciją, studijų proceso eigą, jo efektyvumą bei tendencijas, leidžia palyginti įvairias dėstymo ir įsisavintų žinių vertinimo metodikas. Todėl natūralu, kad pažangumo rodiklių analizei, ypač statistinei analizei, skiriama daug dėmesio (žr., pavyzdžiui, [1, 8]).

Šiuolaikinės daugiamatės statistinės analizės metodai leidžia tirti sudėtingus didelio skaičiaus tiek kiekybinių, tiek ir kokybinių rodiklių tarpusavio sąryšius. Šio darbo tikslas yra parodyti, kaip tuos metodus galima panaudoti ieškant atsakymų į sudėtingus, švietimo ir edukologijos klausimus.

Labai įdomi, aktuali ir kebli problema: kaip palyginti tarpusavyje skirtingų specialybių studentų pažangumą? Juk nuo to priklauso studentų stipendijos dydis. Tačiau šiame darbe apsiribosime paprastesniu uždaviniu. Remdamiesi Vilniaus Gedimino Technikos Universiteto (VGTU) studentų pažangumo duomenimis nagrėnėsime du reiškinius: (1) pirmojo laikymo efektą (žr. žemiau), (2) pažymių infliaciją (žr., pavyzdžiui, [5, 6]).

Kitame skyrelyje aprašomi duomenys, tyrimo kintamieji ir naudojami statistiniai metodai. Gale aptariami rezultatai ir pateikiamos išvados.

2. Duomenys, tyrimo kintamieji ir naudojami statistiniai metodai

Duomenys. Tiriamaoji populiacija – dabartiniai VGTU Fundamentinių mokslų fakulteto studentai (2001–2005 metai). Duomenys paimti iš 3 šaltinių. Egzaminų įvertinimų duomenų bazėje saugomi tokie (pagrindiniai) rodikliai: egzaminuotojo identifikatorius (id), studento id, dalyko pavadinimas, egzamino laikymo data, egzamino pažymys. Iš dėstytojų duomenų bazės (sąlyginis pavadinimas) galima sužinoti dėstytojo (egzaminuotojo) mokslinį laipsnį, vardą, lytį. Studentų duomenų bazėje saugomi duomenys apie studento specialybę, įstojimo datą, grupę, lytį, jo abitūros egzaminus, mokyklą, kurią jis baigė, ir kita informacija. Šiame darbe buvo panaudota tik dalis išvardintų rodiklių.

Tyrimo kintamieji. *Pažymių infliacija* vadinama nepagrįsto pažymių augimo tendencija, t.y toks reiškinys, kai atitinkamų žinių įsisavinimo bendro lygio augimas atsilieka nuo jo įvertinimų [5, 6]. Šiame darbe, nesigilindami į tai, pagrįstas ar nepagrįstas

studento egzamino pažymys, tiesiog tirsime jį įtakančius veiksnius. Iš 1 pav. pateiktos histogramos, net ir nežinant vertinimo sistemos, matosi, kad balas „5“ yra kritinis: dalis „ketvertukų“ pritempti prie „5“.

Todėl sudarysime 2 išvestinius rodiklius:

- (1) dichotominį kintamąjį Z „išlaikė/neišlaikė“; $Z = 1$, jeigu studentas išlaikė egzaminą, ir $Z = 0$, jeigu jis to egzamino neišlaikė;
- (2) kokybinį kintamąjį Y , kuris yra išlaikiusiojo egzaminą studento pažymys; pastebėsime, kad Y yra neapibrėžtas, jeigu studentas egzamino neišlaikė ($Z = 0$).

Aprašysime, kaip šiame darbe suprantamas *pirmojo laikymo efektas*. Natūralu manyti, kad tos grupės studentai, kuri sesijos metu pirmoji laiko kokio nors dalyko egzaminą pas konkretų egzaminuotoją, turi mažiau informacijos apie egzamino užduotis ir to egzaminuotojo vertinimo sistemos ypatumus negu studentai iš tų grupių, kurios to dalyko egzaminą pas tą patį egzaminuotoją laiko vėliau. Turint daugiau informacijos galima geriau pasiruošti, vadinasi, geriau išlaikyti egzaminą. Tai ir vadinsime *pirmojo laikymo efektu*. Jam aprašyti vėlgi sukursime naują kintamąjį $A = \text{'ar I grupe'}$:

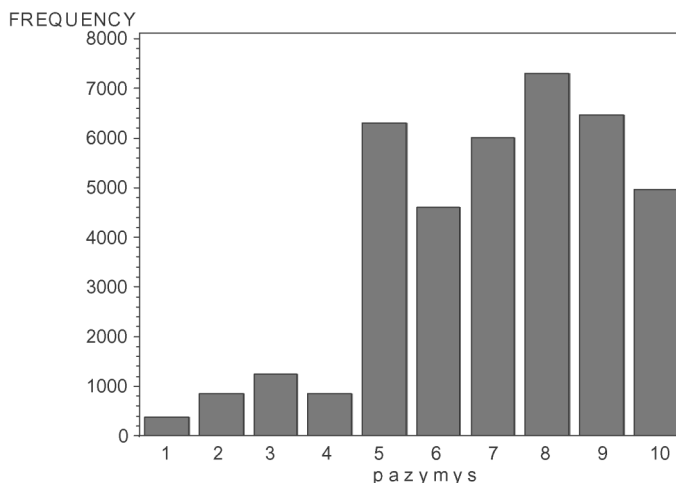
$A = 0$, jeigu tai pavienis laikymas (stud.sk. < 10),

$A = 1$, jeigu studentas yra iš 1-osios grupės, *tą* sesiją laikančios *to* dalyko egzaminą pas *tą patį* dėstytoją,

$A = 2$ visais kitais atvejais.

Statistiniai modeliai. Dichotominiam kintamajam Z analizuoti taikoma *Logistinė Regresija*. Gana išsamų šio modelio, jo taikymo metodikos ir rezultatų interpretacijos aprašymą, skirtą nematematikams, galima rasti vadovėlyje [2]. Straipsnyje [7] pateikiamas šio metodo taikymo pavyzdys.

Kintamam Y naudojamas *Bendras Tiesinis Modelis (BTM)* ir jo praplėtimas *Bendras Tiesinis Mišrusis Modelis (BTMM)*, kuriame paklaidos jau gali būti koreliuotos. Angliškoje literatūroje dažnai naudojama santrumpa GLM (General Linear Model).



1 pav. Pažymių histograma.

Faktiškai tai yra įprastų (Gauso) regresijos ir dispersinės analizės modelių apjungimas, kuris leidžia aiškinančiųjų kintamųjų vietoje naudoti tiek kiekybinius, tiek kokybinius rodiklius, tiek ir įvairias jų sąveikas. Yra daug regresinės ir dispersinės analizės aprašymų, yra jų ir lietuvių kalba. Rekomenduotume [2].

Pastebėjime, kad BTM kintamajam Y nėra visai tinkamas, nes Y įgyja tik 6 skirtingas reikšmes.

Statistinei analizei atlikti naudojame duomenų analizės sistemos SAS procedūras LOGISTIC, GLM ir MIXED.

3. Rezultatai

Tyrime buvo naudojami papildomi aiškinantieji rodikliai: studento lytis (lytis01), dėstytojo lytis (dlytis), mokslinis laipsnis (m_laipsnis) ir vardas (m_vardas), specialybė (7-ios specialybės), metai. Pavienių laikymų (ar1grupe = 0) į modelį neįtraukėme. Kintamajam Z parinkto logistinės regresijos modelio statistiškai reikšmingų veiksnių standartinė išvedimo forma, papildyta informacija apie kiekybinių rodiklių įtakos pobūdį, pateikta 1 lentelėje. Teigiama (neigiama) įtaka reiškia, kad atitinkamam rodikliui didėjant egzamino išlaikymo tikimybė didėja (mažėja).

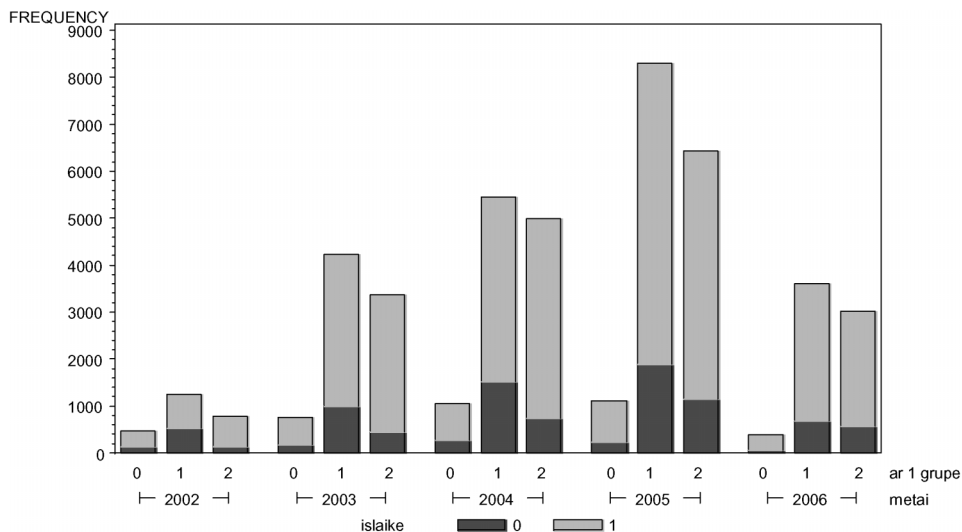
Iš lentelės matome, kad pirmojo laikymo efektas yra statistiškai reikšmingas. Vėliau laikančių grupių studentai turi didesnę (įvertintą) tikimybę išlaikyti egzaminą, be to, tas tikimybės pokytis priklauso nuo specialybės bei egzaminuotojo (dėstytojo) lyties, mokslinio laipsnio ir vardo. Taip pat statistiškai reikšminga ir pažymių infliacija: su metais didėja ir (įvertinta) egzaminų išlaikymo tikimybė. Ji nesusijusi su kitais nagrinėtais veiksniais. Pirmojo laikymo efektas ir pažymių infliacija matomi ir iš grafiko (2 pav.).

Kintamajam Y (pažymys) pritaikius BTM gaunami rezultatai pavaizduoti 2 pav.

Pliuso ženklas pradžioje (2 lentelė) reiškia, kad atitinkamas rodiklis daro teigiamą įtaką, trys žvaigždutės pažymi, kad atitinkami veiksniai yra statistiškai reikšmingi su p -reikšme mažesne už 0,0001. Matome, kad pirmojo laikymo efektas pažymiui, nors ir nėra labai ryškus (įvertintas skirtumas tarp pirmojo ir vėlesniųjų laikymų lygus

1 lentelė. Kintamajam Z parinkto logistinės regresijos modelio statistiškai reikšmingų veiksnių standartinė išvedimo forma, papildyta informacija apie kiekybinių rodiklių įtakos pobūdį

| The LOGISTIC Procedure | | | | |
|------------------------|----------------------|----|------------|------------|
| Wald | | | | |
| Įtaka | Effect | DF | Chi-Square | Pr > ChiSq |
| Neigiama | lytis01 | 1 | 29.2863 | <.0001 |
| Teigiama | ar1grupe | 1 | 39.7732 | <.0001 |
| Neigiama | dlytis | 1 | 265.1001 | <.0001 |
| | ar1grupe*dlytis | 1 | 17.4153 | <.0001 |
| | speclybe | 6 | 668.1905 | <.0001 |
| | speclybe*ar1grupe | 6 | 19.1189 | 0.0040 |
| Teigiama | metai | 1 | 86.4164 | <.0001 |
| | m_laipsnis | 2 | 205.6762 | <.0001 |
| | m_vardas | 2 | 38.2168 | <.0001 |
| | m_vard*m_laip*ar1gru | 4 | 653.7411 | <.0001 |



2 pav. Egzaminus išlaikiusiųjų ir neišlaikiusiųjų studentų skaičius.

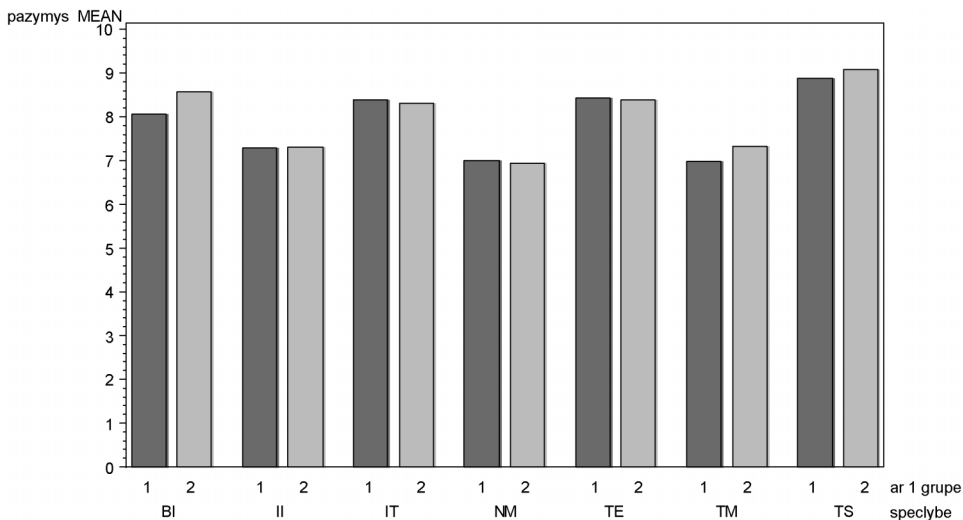
2 lentelė. Pažymį Y įtakojantys veiksniai, taikant BTM

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F | |
|--------|-------------------|-------------|-------------|------------|--------|--------|
| + | ar1grupe | 1 | 12.8456792 | 12.8456792 | 5.20 | 0.0226 |
| | metai | 1 | 2.0181277 | 2.0181277 | 0.82 | 0.3661 |
| *** | speclybe | 6 | 222.6262682 | 37.1043780 | 15.02 | <.0001 |
| *** | ar1grupe*speclybe | 6 | 101.9765013 | 16.9960835 | 6.88 | <.0001 |
| *** | metai*speclybe | 6 | 377.7762685 | 62.9627114 | 25.48 | <.0001 |

3 lentelė. Pažymį Y įtakojantys veiksniai, taikant BTMM

| Type 3 Tests of Fixed Effects | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|--------|---------|--------|--------|
| Effect | Num DF | Den DF | F Value | Pr > F | |
| ++ | ar1grupe | 1 | 31E3 | 6.45 | 0.0111 |
| | m2000 | 1 | 31E3 | 1.24 | 0.2647 |
| *** | speclybe | 6 | 31E3 | 11.10 | <.0001 |
| *** | speclybe*ar1grupe | 6 | 31E3 | 9.53 | <.0001 |
| *** | m2000*speclybe | 6 | 31E3 | 21.65 | <.0001 |

–0, 1589 balo), bet yra statistiškai reikšmingas, o pažymių infliacija bendrai statistiškai nereikšminga (p -reikšmė 0,3661 > 0.05), bet pasireiškia atskirose specialybėse. Reikia pabrėžti, kad BTM šiuo atveju nėra visai tinkamas modelis, kadangi jame ignoruojama koreliacija tarp to paties studento pažymių. Todėl buvo atliktas analogiškas tyrimas naudojant BTMM. Nors ir (įvertinta) koreliacija to paties studento skirtingų egzaminų pažymių gavo gana didelė, virš 0,5, bendros išvados iš esmės nepasikeitė (3 lentelė).



3 pav. Laikymo tvarkos įtaka pažymiai Y pagal specialybes.

Gautus rezultatus iliustruoja 3 pav.

Išvados:

- Šiame darbe gauti rezultatai nėra galutiniai: parinkti modeliai ir metodai nėra visiškai adekvatūs tiriamiems duomenims. Būtina atlikti tolimesnius tyrimus.
- Pirmojo laikymo efektas ir pažymių infliacija nors ir nėra ryškūs, tačiau yra statistiškai reikšmingi. Juos įtakoja kiti veiksniai: pirmojo laikymo efektą egzamino išlaikymo tikimybei (išlaikiusiųjų procentinei daliai) įtakoja specialybė, egzaminuotojo lytis, mokslinis laipsnis ir vardas, egzamino pažymių infliacija taip pat priklauso nuo specialybės.
- Daugiamatės statistikos metodai leidžia įvertinti daugelio rodiklių įvairialypius tarpusavio sąryšius ir tuo pagrindu atsakyti į sudėtingus aktualius edulogijos (ir kitų mokslų bei sričių) klausimus.

Literatūra

1. T.M. Akey, School context, student attitudes and behavior, and student achievement: An exploratory analysis (2006), www.mdrc.org/publications/419/full.pdf
2. V. Čekanavičius, G. Murauskas, *Statistika ir jos taikymai*. II dalis, TEV, Vilnius (2002).
3. S. Čirba, J.-V. Daunoravičius, J. Raulynaitis, Brandos ir pirmosios sesijos universitete matematikos egzaminų statistinė analizė, *Liet. matem. rink.*, **44** (spec. nr.), 415–419 (2004).
4. S. Čirba, J.-V. Daunoravičius, Vidurinio mokslo matematikos baigiamojo egzamino įtaka studijoms universitete, *Liet. matem. rink.*, **42** (spec. nr.), 382–385 (2002).
5. L. Hamilton, D. McCaffrey, D. Koretz, Threats to the validity of measures of achievement gains. Rand Education (2005), www.marces.org/conference/Longitudinal/hamilton.ppt
6. R.P. Phelps, Why testing experts hate testing? The Thomas B. Fordham Foundation Report, **I**(1), pp. 40 (1999), <http://www.edexcellence.net/foundation/publication/publication.cfm?id=32>

7. M. Radavičius, J. Sušinskas, A. Utkus, Lietuvos vaikų įgimtų raidos anomalijų statistinis tyrimas, *Liet. matem. rink.*, **41** (spec.nr.), 469–477 (2001).
8. K.A. Rasmani, *A Data-Driven Fuzzy Rule-Based Approach for Student Academic Performance Evaluation*, Ph.D Thesis, The University of Edinburgh (2002), www.cisa.inf.ed.ac.uk/proposals/KARasmaniproposal.pdf

SUMMARY

J. Čikun, J.V. Daunoravičius, M. Radavičius. Analysis of correlations between indices of academic performance

The paper is devoted to multivariate statistical analysis of academic performance data. The phenomena of general grade inflation and the effect of the first passing of an egzam on grades of the egzam are investigated by making use of general linear (mixed) model and logistic regression.

Keywords: academic performance, grade inflation, general linear model, logistic regression, testing.