UNIVERZA NA PRIMORSKEM

PEDAGOŠKA FAKULTETA

DOKTORSKA DISERTACIJA

BOR BREGANT

KOPER 202X

UNIVERZA NA PRIMORSKEM

PEDAGOŠKA FAKULTETA

Doktorski študijski program tretje stopnje

Edukacijske vede

Doktorska disertacija

ALGORITMI STROJNEGA UČENJA ZA IZBIRO UČNE METODE TANDEMSKEGA UČENJA NA PODROČJU DIDAKTIKE MATEMATIKE

Bor Bregant

Koper 202x

Mentor:

prof. dr. Darjo Felda

Somentor:

dr. Daniel Doz

ZAHVALA

Zahvlalil bi se mentorju in somentorju…

Zahvala profesorjem in dijakom v raziskavi...

IZJAVA O AVTORSTVU

IZVLEČEK

…

**Ključne besede:**

Assessment, education, machine learning, tandem learning, data mining, teching methods

**Math. Subj. Class. (2020):** 97D40, 97D60, 62P99

ABSTRACT

…

**Keywords:**

Assessment, education, machine learning, tandem learning, data mining, teaching methods

**Math. Subj. Class. (2020):** 97D40, 97D60, 62P99

Contents

[Uvod 10](#_Toc147657986)

[Teoretični del 10](#_Toc147657987)

[Pouk in učne oblike 10](#_Toc147657988)

[Kratko o pouku 10](#_Toc147657989)

[Neposredna in posredna učna oblika 10](#_Toc147657990)

[Delo v tandemu 10](#_Toc147657991)

[Začetki, razvoj in možnosti dela v tandemu 10](#_Toc147657992)

[Potek in struktura dela v tandemu 10](#_Toc147657993)

[Prednosti in slabosti dela v tandemu 10](#_Toc147657994)

[Strojno učenje in klasifikacija 10](#_Toc147657995)

[Uvod v umetno inteligenco 10](#_Toc147657996)

[Naloga klasfikacije 10](#_Toc147657997)

[Empirični del 10](#_Toc147657998)

[Raziskovalni problem, namen in cilji 10](#_Toc147657999)

[Raziskovalne hipoteze 10](#_Toc147658000)

[Sklepne ugotovitve 10](#_Toc147658001)

[… 10](#_Toc147658002)

[Literatura in viri 10](#_Toc147658003)

[Priloge 11](#_Toc147658004)

Še kazalo preglednic in slik

# Uvod

300.000 do 600.000 znakov s presledki

# Teoretični del

## Pouk in učne oblike

### Kratko o pouku

…

### Neposredna in posredna učna oblika

Blazic, Kramar, Kubale, Tomic, Puklek, Marentic Pozarnik, Peklaj

Blazic, Kramar, Tubale, Tomic, Puklek, Marentic Pozarnik, Peklaj - literatura o tandemskem (skupinskem) delu. Uporabi se Slavin in roschelle (dobr\_clanek\_tandem) več!

## Delo v tandemu

### Začetki, razvoj in možnosti dela v tandemu

...

### Potek in struktura dela v tandemu

...

### Prednosti in slabosti dela v tandemu

...

## Strojno učenje in klasifikacija

### Uvod v umetno inteligenco

A diagram of a plane

Description automatically generatedUmetna inteligeca (AI) je sposobnost digitalnega računalnika ali računalniško vodenega robota, da opravlja dela pogosto asociirana z inteligentnimi bitji (Copeland, 2023). Pogosto imamo v mislih projekte izdelovanja sistemov, ki uporabljajo procese vezane na karakteristiko ljudi, kot je sposobnost razuma, iskanja smisla in učenja iz preteklih izkušenj. Ali je sistem inteligenten, lahko preverimo s Turingovim testom. V tem testu izpraševalec postavlja vprašanja, vendar ne ve, ali je na drugi strani človek ali računalnik. Računalnik opravi test, če izpraševalec po odgovorih ne more ugotoviti, ali je na drugi strani človek ali računalnik. Ena od največjih slabosti testa je, da je subjektiven in ga ni mogoče ponoviti ali matematično analizirati.

Figure 1: Turingov test: Vir slike:https://en.wikipedia.org/wiki/Turing\_test v APA stilu

### Strojno učenje

Strojno učenje je podpomenka umetne inteligence, kjer na podatkih izvajamo določene algoritme (citat iz nekje). Gre za avtomatsko detekcijo ustreznih in pomembnih vzorcev v naboru podatkov. Ker pa je v zadnjih desetletjih postala obdelava podatkov ključnega pomena za skoraj vsako nalogo, je strojno učenje postalo eden od temeljev informacijske tehnologije in s tem centralni, toda pogosto skriti del naše družbe (Vishwanathan & Smola, 2008). Strojno učenje nas obkroža na vsakem koraku: Od brskalnikov, ki nam skušajo prikazati relevantne vsebine (in s tem podtakniti personalizirane oglase), filtriranje neželene pošte in vzpostavljanja varnosti pri bančnih transakcijah. Digitalne kamere se učijo prepoznavati obraze, mikrofoni se učijo prepoznati zvočne ukaze. Avtomobili so opremljeni s tehnologijo, ki s pomočjo strojnega učenja preprečuje nesreče. V vseh teh primerih opazimo kompleksnost samih vzorcev in same situacije, kjer bi človek (programer) sam težko našel eksplicitne rešitve, kako rešiti nalogo (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014).

Let us begin our mathematical analysis by showing how successful learning can be achieved in a relatively simplified setting. Imagine you have just arrived in some small Pacific island. You soon find out that papayas are a significant ingredient in the local diet. However, you have never before tasted papayas. You have to learn how to predict whether a papaya you see in the market is tasty or not. First, you need to decide which features of a papaya your prediction should be based on. On the basis of your previous experience with other fruits, you decide to use two features: the papaya’s color, ranging from dark green, through orange and red to dark brown, and the papaya’s softness, ranging from rock hard to mushy. Your input for figuring out your prediction rule is a sample of papayas that you have examined for color and softness and then tasted and found out whether they were tasty or not. Let us analyze this task as a demonstration of the considerations involved in learning problems. Our first step is to describe a formal model aimed to capture such learning tasks.

Model v istem viru

(Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014)

### Naloga klasfikacije

...

### Naloga reduciranja dimenzije prostore

V zgoraj opisanih nalogah je pogosto smiselno reducirati dimenzijo prostora spremenljivk in ga projecirati na manjši prostor. Razlogov za to je več. Strojno učenje je pogosto računalniško zahteven proces. Kompleksnost modela hitro (pogosto eksponentno) narašča z dimenzijo prostora, kar povzroči časovno ne-ekonomičnost računalnika, ki si jo pogosto ne moremo privoščiti (na primer primer preprečevanja avtomobilske nesreče). Manjšanje dimenzije lahko tudi olajša interpretacijo podatkov, ki nam pomaga najti smiselne strukture in problem tudi vizualizirati (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014).

# Empirični del

## Raziskovalni problem, namen in cilji

V doktorski disertaciji smo celovito analizirali kolaborativno delo v pedagoškem okolju. Identificirali smo problem, ki izvira iz zadržkov, ki jih učitelji čutijo glede uporabe skupinskega pristopa pri pouku. Naš prispevek temelji na novem konceptualnem okvirju, ki izkorišča napredke v strojnem učenju. Naš glavni cilj je razviti model, ki bo omogočal napovedovanje učinkovitosti skupinskega dela na posamezne udeležence. To nameravamo doseči z identifikacijo ključnih spremenljivk, ki vplivajo na uspešnost skupinskega učenja.

Namen doktorske disertacije je raziskati učinkovitost algoritmov strojnega učenja pri napovedovanju odziva učenca v tandemskem učnem okolju pri matematiki v srednji šoli. Z uporabo tehnik klasifikacije in ocene pomembnosti značilk študija si prizadeva raziskati zapleten odnos med različnimi dejavniki in učnim uspehom učenca v takšnem okolju. S poglobljenim analiziranjem ta raziskava prizadeva razkrinkati, kako modeli strojnega učenja lahko natančno napovedujejo prilagodljivost in uspeh učenca v tandemskih učnih situacijah ter tako ponudijo vpogled v personalizirane izobraževalne strategije.

Cilji disertacije obsegajo večplastne naloge. Prvenstveno si prizadeva natančno oceniti najpomembnejše značilke v tandemskem učnem okolju, ki bistveno vplivajo na uspeh učenca. To vključuje celovito preučevanje različnih dejavnikov, s ciljem prepoznati njihov vpliv na učne rezultate. Poleg tega raziskava skuša identificirati najbolj učinkovite algoritme strojnega učenja za napovedno modeliranje v tem kontekstu ter oceniti njihovo natančnost, robustnost in prilagodljivost. Poleg tega je ključno tudi primerjanje učinkovitosti izbranega algoritma z alternativnimi metodami, kar omogoča celovito razumevanje njihovih prednosti in omejitev pri napovedovanju odziva učencev v tandemskih učnih okoljih matematike srednje šole. V končni fazi si ti cilji prizadevajo zagotoviti operativne uvide za izobraževalce in odločevalce, kako izboljšati učinkovitost tandemskih učnih okolij.

## Raziskovalne hipoteze

Na podlagi pregleda obstoječe literature o strojnem učenju v izobraževalnih okoljih smo oblikovali hipoteze glede na cilje raziskave.

Splošna raziskovalna hipoteza:

H: Strojno učenje omogoča celostnejši opis dijakovega odnosa do skupinskega dela z analizo večplastnih dejavnikov, kar lahko vodi v bolj natančno napovedovanje njihovega odziva v takšnih učnih okoljih.

Specifične raziskovalne hipoteze:

H1: Mnenja učencev na delo v skupini se razlikujejo glede na: ...

H2: Nekatere metode bolje napovejo dijakov odziv do skupinskega učenja kot druge

## Metodologija

Za potrjevanje raziskovalnih hipotez bomo uporabili kavzalno-(ne?)eksperimentalno metodo pedagoške raziskave. Deskriptivna metoda bo namenjena opisu vzorca, interferenčna metoda pa se bo posluževala matematičnih metod strojnega učenja.

### Vzorec

Po predpripravi podatkov, je finalna kohorta obsegala n dijakov s 54 rešenimi odgovori, ki so določali m sprmenljivk. Osebe vključene v raziskavo so bili dijaki drugega in tretjega letnika neke gimnazije v Ljubljani v šolskem letu 2023/24. Vzorec je bil neslučajnostni in namenski. Deskriptivno statistiko vzorca opisujejo tabele ... in slike ...

A diagram of different feelings

Description automatically generated

A graph with a bar and a number

Description automatically generated with medium confidence

### Zbiranje podatkov

Po pridobitvi informiranih soglasij dijakov in odobritve ravnatelja šole, vključene v raziskavo smo zbrali in preučili uspeh tandemskega učenja glede na več spremenljivk. Uspeh (na splošno glede učenja in diverzifikacije pouka) smo merili v treh stanjih (dobro, nevtralno in slabo). Neodvisne spremenljivke so bile splošne narave (spol, razred, profesor in prejšnji uspeh pri matematiki), psihološke narave (MBTI spremenljivke: ekstravertnost-introvertnost, intuicija-zaznavanje, čutenje-mišljenje in presojanje-opazovanje ter druge spremenljivke: matematična tesnoba in motivacija) ter glede na timsko učenje (kakovostna interakcija, količinska interakcija in ali je študent presegel svojega partnerja). Podatki so bili anonimizirani z uporabo kodne sheme, tako da sta bila anonimnost in objektivnost zagotovljeni v vsakem koraku raziskave. Zbrane podatke je imel dostop le raziskovalec.

Podatki so bili zbrani po tem, ko so bili dijaki, vključeni v raziskavo, vključeni v okolje tandemskega učenja v obdobju približno enega tedna. Del pouka je bil namenjen običajnemu delu v učilnici, del pa delu v tandemu. Naključnost ni bila upoštevana. Dijaki so bili razporejeni v pare glede na njihovega partnerja na dvosedežni mizi.

Vsi udeleženci so sodelovali prostovoljno in niso bili finančno nagrajeni za sodelovanje v raziskavi. Raziskava je potekala v skladu z etičnimi standardi Deklaracije iz Helsinkov iz leta 1964 in evropskim zakonom o varstvu podatkov (Splošna uredba o varstvu podatkov EU–GDPR UE 2016/67).

Za osebnostne (psihološke) spremenljivke smo uporabili test MBTI, natančneje Odprte razširjene jungovske tipološke lestvice (OEJTS) kot odprtokodno alternativo. Vprašanja so bila zbrana iz (*Fastest Myers-Briggs Test*, n.d.), ki temelji na (*Myers-Briggs/Jung Test: Open Extended Jungian Type Scales*, n.d.), oba pa sta na voljo za javno uporabo pod licenco Creative Commons. Test MBTI ima tako zagovornike (Carlson, 1985; Carlyn, 1977; Randall et al., 2017) kot tudi nasprotovanja (Boyle, 1995; Coan, 1978; Druckman & Bjork, 1991). Njegova veljavnost in zanesljivost morata biti upoštevani kot previdnostni ukrep. Test za določanje motivacije je bil pridobljen iz (Sundre et al., 2012), medtem ko je bil test za matematično tesnobo (test AMAS) pridobljen iz (*PsyToolkit*, n.d.). Testi AMAS in motivacije so bili dokazano zanesljivi, veljavni in učinkoviti v izobraževalnem kontekstu (Fiorella et al., 2021; Hopko et al., 2003; Sundre et al., 2012; Yavuz et al., 2012). Vse zgoraj navedene spremenljivke so bile obravnavane kot kontinuirane (zvezne) spremenljivke, ne kot kategorične (npr. rezultat »26« za ekstraverta namesto »ekstravert«), da bi preprečili predpostavke o bipolarnosti ljudi (Ramsay et al., 2000). To lahko privede tudi do večje natančnosti modela (Carlson, 1985; Carlyn, 1977; DeVito, 1985). Anketa je uporabljala uveljavljene elemente z manjšimi prilagoditvami, da bi se prilagodila različnim kulturnim in socialnim kontekstom, pri čemer so bili ohranjeni konstrukti instrumenta.

Celoten vprašalnik, ki je bil razdeljen s pomočjo Google forms je dostopen v Priloge.

### Obdelava podatkov

Podatki, zbrani med raziskavo, so bili analizirani z uporabo programskega jezika Python (verzija 3.11.4), predvsem s knjižnicama pandas (verzija 2.1.3) in scikit-learn (verzija 1.3.2). Nepredelani anonimizirani nabor podatkov je dostopen na ZENODO[[1]](#footnote-1), statistična koda pa na GITHUB[[2]](#footnote-2).

Preliminarna analiza bo modificirala nabor podatkov v obliko tidydata (Wickham, 2014). Taki podatki se nanašajo na strukturirano obliko, kjer vsaka spremenljivka zaseda svoj stolpec, vsak opazovanec je v svoji vrstici, različne enote opazovanja pa so organizirane v ločene tabele. Ta organizacija poenostavi obdelavo, analizo in vizualizacijo podatkov ter olajša postopek z minimalnim naborom orodij za upravljanje raznolikih in zapletenih zbirk podatkov (Wickham, 2014). Dobljenemu naboru podatkov smo nato določili podatkovni tip (npr. razred je kategorična spremenljivka, starost pa določa celo število). Kategorične spremenljivke smo nato s pomočjo “označevalnega enkodiranja” pretvorili v številke (npr. razredu 2. c priredimo število 4), kar omogoča strojem, da bolje razume in obdeluje podatke. Vnosi, ki ne bodo popolni (npr. manjka ena vrednost) bomo iz nabora podatkov izbrisali. Skaliranje???

Za ugotavljanje veljavnosti prve hipoteze tj. katere spremenljivke najbolj vplivajo na dijakov odziv na tandemsko delo se bomo poslužili Mutual information.

Drugo hipotezo tj. kateri algoritmi najbolje napovejo odziv dijaka na delo v skupini bomo preverili z več algoritmi strojnega učenja. Evalvirali jih bomo na podlagi f\_1 metrike s pomočjo križne evalvacije 5x2.

## Rezultati in interpretacija

# Sklepne ugotovitve

## …

# Literatura in viri

Boyle, G. J. (1995). Myers-Briggs Type Indicator (MBTI): Some Psychometric Limitations. *Australian Psychologist*, *30*(1), 71–74. https://doi.org/10.1111/j.1742-9544.1995.tb01750.x

Carlson, J. G. (1985). Recent Assessments of the Myers-Briggs Type Indicator. *Journal of Personality Assessment*, *49*(4), 356–365. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4904\_3

Carlyn, M. (1977). An Assessment of the Myers-Briggs Type Indicator. *Journal of Personality Assessment*, *41*(5), 461–473. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa4105\_2

Coan, R. W. (1978). *The Eighth Mental Measurements Yearbook*, *1*, 970–975.

Copeland, J. (2023). Artificial intelligence. In *Encyclopedia Britannica*. https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence

DeVito, A. J. (1985). *Review of the Myers-Briggs Type Indicator*. *1*, 1030–1032.

Druckman, D., & Bjork, R. A. (1991). *In the Mind’s Eye: Enhancing Human Performance* (p. 1580). National Academies Press. https://doi.org/10.17226/1580

*Fastest Myers-Briggs test*. (n.d.). Retrieved 21 October 2023, from https://dynomight.net/mbti/

Fiorella, L., Yoon, S. Y., Atit, K., Power, J. R., Panther, G., Sorby, S., Uttal, D. H., & Veurink, N. (2021). Validation of the Mathematics Motivation Questionnaire (MMQ) for secondary school students. *International Journal of STEM Education*, *8*(1), 52. https://doi.org/10.1186/s40594-021-00307-x

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning.*

Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, Validity, and Reliability. *Assessment*, *10*(2), 178–182. https://doi.org/10.1177/1073191103010002008

*Myers-Briggs/Jung Test: Open Extended Jungian Type Scales*. (n.d.). Retrieved 21 October 2023, from https://openpsychometrics.org/tests/OEJTS/

*PsyToolkit*. (n.d.). Retrieved 4 November 2023, from https://www.psytoolkit.org/index.html

Ramsay, A., Hanlon, D., & Smith, D. (2000). The association between cognitive style and accounting students’ preference for cooperative learning: An empirical investigation. *Journal of Accounting Education*, *18*(3), 215–228. https://doi.org/10.1016/S0748-5751(00)00018-X

Randall, K., Isaacson, M., & Ciro, C. (2017). Validity and Reliability of the Myers-Briggs Personality Type Indicator: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Best Practices in Health Professions Diversity*, *10*(1), 1–27.

Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding machine learning: From theory to algorithms*. Cambridge university press.

Sundre, D., Barry, C., Gynnild, V., & Tangen Ostgard, E. (2012). Motivation for Achievement and Attitudes toward Mathematics Instruction in a Required Calculus Course at the Norwegian University of Science and Technology. *Numeracy*, *5*(1). https://doi.org/10.5038/1936-4660.5.1.4

Vishwanathan, S. V. N., & Smola, A. (2008). *Introduction to Machine Learning*. Cambridge University Press. https://alex.smola.org/drafts/thebook.pdf

Wickham, H. (2014). Tidy Data. *Journal of Statistical Software*, *59*, 1–23. https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10

Yavuz, G., Ozyildirim, F., & Dogan, N. (2012). Mathematics Motivation Scale: A Validity and Reliability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *46*, 1633–1638. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.352

(Holmes et al., 2019) (sam da je vec k en vir)

# Priloga A

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ciljna spremenljivka:  Označi, kje na linearni skali od 1 (Ne – zdi se mi izguba časa) do 3 (Metoda je bila zabavna in koristna) | 1. | Se ti je metoda (delo v skupini) zdela na sploh uspešna? Upoštevaj tako vidik napredovanja pri matematiki, kot popestritve pouka. | |  |
| Kviz osebnosti (motivacija): Označi, koliko od 1 do 5 se strinjaš s trditvijo | 2. | V moji izobraževalni poti želim imeti čim več matematike | | 2-3+4+5+6+7-8 |
| 3. | Na fakulteti bi se rad izognil matematki | |
| 4. | Težavnost matematike me privlači | |
| 5. | Učenje (napredne) matematike smatram za uporabno | |
| 6. | Deljenje idej za reševanje matematičnega problema mi je v coni udobja | |
| 7 | Rad imam matematiko | |
| 8 | Matematika je dolgočasna | |
| Kviz osebnosti (matematična anksioznost): Od 1 (skoraj nič anksioznosti) do 5 (velika anksioznost) označi, koliko ti sledeča stvar povzroča anksioznosti (nelagodja, tesnobe) | 9 | Uporaba in iskanje formul ter tabel na zadnji strani poglavja v učbeniku | | 9+10+11+12+13+14+15+16+17 |
| 10 | Razmišljanje o testu matematike dan prej | |
| 11 | Gledanje profesorja, ki na tablo rešuje enačbo | |
| 12 | Pisanje testa matematike | |
| 13 | Prejemanje domače naloge pri matematiki | |
| 14 | Poslušanje ure matematike v razredu | |
| 15 | Poslušanje sošolca, ki razlaga snov pri matematiki | |
| 16 | Pisanje kratkega nenapovedanega preverjanja pri matematiki | |
| 17 | Začetek nove snovi pri pouku matematike | |
| Kviz osebnosti (MBTI): Za vsak par označi, kje na lestvici (od 1 do 5) med elementoma, meniš, da si | 18 | Naredim seznam | Zanašam se na spomin | Introvertiranost / ekstrovertiranost:  Sensing / intuicija  Meja za vse: 24 |
| 19 | Skeptičen | Želim verjeti |
| 20 | Sprejmem stvari take kot so | Nisem zadovoljen s trenutnim stanjem |
| 21 | Skrbim za čistočo sobe | Odlagam stvari kjerkoli |
| 22 | Oznaka človeka kot “robota” je žaljiva | Stremim k “mehaničnemu” razmišljanju |
| 23 | Poln energije | Relaksiran |
| 24 | Raje imam vprašanja zaprtega tipa | Raje imam esejska vprašanja |
| 25 | Sem kaotičen | Sem organiziran |
| 26 | Enostavno me je čustveno raniti | Imam trdo kožo |
| 27 | Najbolje delam v skupinah | Najbolje delam sam |
| 28 | Osredotočen sem na sedanjost | Osredotočen sem na prihodnost |
| 29 | Načrte delam vnaprej | Narte delam zadnji hip |
| 30 | Želim spoštovanje drugih | Želim ljubezen drugih |
| 31 | Zabave me utrujajo | Na zabavah zaživim |
| 32 |  |  |
| 33 | Imam rezervne načrte | Dejanju sem predan |
| 34 | Želim biti dober v popravljanju stvari | Želim biti dober v “popravljanju” oseb |
| 35 | Več govorim | Več poslušam |
| 36 | Ko razalagm dogodek, povem, kaj se je zgodilo | Ko razalagm dogodek se osredotočim na njegov pomen |
| 37 | Dela se hitro lotim | Z delom odlašam (prokrastiniram) |
| 38 | Sledim srcu | Sledim glavi |
| 39 | Želim širšo sliko zgodbe | Želim podrobnosti zgodbe |
| 40 | Improviziram | Se pripravim |
| 41 | Etiko temeljim na pravici | Etiko temeljim na sočustvovanju |
| 42 | Ne maram kričati | kričanje, ko so poslušalci daleč mi je naravno |
| 43 | Raje imam teorijo | Raje imam prakso (empirijo) |
|  | 44 | Trdo delam | Trdo se zabavam |  |
|  | 45 | Čustva me spravijo iz cone udobja | Čustva upoštevam in cenim |  |
|  | 46 | Rad nastopam pred ljudmi | Javnemu govoru se izogibam |  |
|  | 47 | Želim vedeti kdo, kaj, kdaj. | Želim vedeti zakaj |  |
| Splošna vprašanja | 48 | Lanska zaključna ocena pri matematiki | | Možne vrednosti 1 – 5 |
| 49 | Razred | | n možnih izbir |
| 50 | Spol | | 2 možni izbiri |
| 51 | Učeči profesor | | n možnih izbir |
| Vprašanja, ki se navezujejo na tandemsko delo | 52 | Oceni, koliko je bilo v povprečju v tandemu interakcije | | 3 možne izbire:  0 (skoraj nič) – 2 (veliko) |
| 53 | Oceni, kako produktivna je bila interakcija | | 3 možne izbire:  0 (več klepetanja kot produktivnega dela) – 2... |
| 54 | Si pripomogel več kot tvoj partner v tandemu | | 3 možne izbire:  0 (pripomogel sem manj) – 2 (pripomogel sem več) |

1. Link do ZENODO [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://github.com/borbregant/ai_tandem_learning> [↑](#footnote-ref-2)