

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Miha Matjašič

Parapodatki v spletnih anketah in pristopi za odkrivanje časovnih anomalij

Magistrsko delo

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Miha Matjašič

Mentor: red. prof. dr. Vasja Vehovar

Parapodatki v spletnih anketah in pristopi za odkrivanje časovnih anomalij

Magistrsko delo

Ljubljana, 2015

ZAHVALA

Ob zaključku magistrskega dela se iskreno zahvaljujem mentorju dr. Vasji Vehovar, za strokovno svetovanje, potrpežljivost in spodbudo pri nastajanju magistrskega dela.

Velika zahvala gre vsem mojim domačim in Katki, ki so me vedno podpirali, mi stali ob strani in pomagali po najboljši poti.

Parapodatki v spletnih anketah in pristopi za odkrivanje časovnih anomalij

V spletnem anketiranju so kot del parapodatkov najpogosteje analizirane časovne latence, ki se nanašajo na čas izpolnjevanja posamezne strani ali posameznega vprašanja. Raziskave so pokazale, da časovne latence omogočajo zelo dober vpogled v kognitivne procese respondentov. Osnovna težava pri analizi časovnih latenc je predvsem identifikacija enot, ki v tem pogledu odstopajo in se torej na določeni strani vprašalnika zadržujejo predolgo ali prekratko. Pri takih enotah govorimo o časovnih anomalijah in obstaja velika verjetnost, da časovne latence ne odslikujejo pričakovanega kognitivnega obnašanja respondenta. V prvem delu magistrske naloge podajamo teoretski pregled parapodatkov, časovnih anomalij ter neparametričnih in kognitivnih pristopov. V drugem (empiričnem) delu je na podlagi treh računalniško podprtih spletnih anket, analizirana učinkovitost sedmih pristopov za odkrivanje časovnih anomalij. V zaključku je podana ocena uspešnosti pristopov ter njihov vpliv na kakovost podatkov v spletnih anketah.

Ključne besede: parapodatki, časovne latence, neparametrični pristopi, kognitivni pristopi, časovne anomalije.

Paradata in web surveys and approaches for detection of response time outliers

In web surveys are as part of paradata most frequently analyzed response times, which refer to the time of the fulfillment of each page or each question. Studies have shown that response times provide a very good insight into cognitive processes of respondents. The basic problem in the analysis of response time is primarily the identification of units that differ on a particular page of the questionnaire staying too long or too short. In case of such units we are talking about response time outliers and there is a high probability that these response times do not reflect expected cognitive behavior of the respondent. In the first part of the master's thesis we provide a theoretical overview of paradata, response time outliers and nonparametric and cognitive approaches. In the second (empirical) part is on the basis of three computerized web surveys analysed the effectiveness of the seven approaches for the detection of response time outliers. In conclusion is provided critical assessments of the performance of approaches and their impact on the quality of data in web surveys.

Key words: paradata, response time, nonparametric approaches, cognitive approaches, response time outliers.

Kazalo vsebine

1	Uvod.....	8
2	Parapodatki (ang. <i>paradata</i>).....	11
	2.1 Uporaba parapodatkov.....	12
	2.2 Kognitivni procesi v spletnih anketah.....	13
	2.2.1 Optimizacija in zadostovanje.....	14
3	Parapodatki v spletnem anketiranju.....	18
	3.1 Tipologija parapodatkov v spletnih anketah.....	19
	3.1.1 Uporaba parapodatkov: kontaktne informacije.....	20
	3.1.2 Uporaba parapodatkov: Tip naprave.....	20
	3.1.3 Uporaba parapodatkov: Navigacija anketnega vprašalnika.....	23
	3.2 Programska oprema.....	25
4	Pristopi za odkrivanje časovnih anomalij.....	26
	4.1 Pristopi odkrivanja časovnih anomalij.....	28
	4.1.1 Standardni odklon.....	29
	4.1.2 Absolutni odklon od mediane.....	31
	4.1.3 Interkvartilni razmik.....	32
	4.1.4 Indeks hitrosti (ang. <i>speeder index</i>).....	33
	4.1.5 Asimetrično odstranjevanje anomalij.....	34
	4.1.6 Bralne sposobnosti (bralno razumevanje).....	35
5	Raziskovalno vprašanje in metodološki pristop.....	37
6	Empirična analiza.....	38
	6.1 Metodologija.....	38
	6.2 Analize in rezultati.....	43
8	Sklep.....	64
9	Literatura.....	68

Kazalo tabel

Tabela 2.1: Kognitivni procesi respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika.....	13
Tabela 2.2: Primeri študij operacionalizacije parapodatkov pri odkrivanju merskih napak	17
Tabela 4.1: Opisne statistike niza podatkov.....	27
Tabela 4.2: Opisne statistike niza podatkov po zamenjavi števila 7 s številom 77.....	27
Tabela 6.1: Opisne statistike posamezne strani spletne ankete Študentje Univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi.....	39
Tabela 6.2: Opisne statistike posamezne strani spletne ankete o financiranju visokošolskega študija	40
Tabela 6.3: Opisne statistike posamezne strani spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi na Univerzi v Ljubljani.....	40
Tabela 6.4: Opisne statistike spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi	43
Tabela 6.5: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa ± 3 MAD.....	45
Tabela 6.6: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa IQR	46
Tabela 6.7: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks hitrosti	47
Tabela 6.8: Spodnje in zgornje meje ter opisne statistike pristopa indeks mediane	49
Tabela 6.9: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	51
Tabela 6.10: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	52
Tabela 6.11: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa AOA	52
Tabela 6.12: Opisne statistike spletne ankete o financiranju visokošolskega študija	53
Tabela 6.13: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks hitrosti	55
Tabela 6.14: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks mediane	55
Tabela 6.15: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	56
Tabela 6.16: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	56
Tabela 6.17: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa AOA	57
Tabela 6.18: Opisne statistike ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi	58
Tabela 6.19: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks hitrosti	59
Tabela 6.20: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks mediane	59

Tabela 6.21: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	61
Tabela 6.22: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	62
Tabela 6.23: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa AOA	63

Kazalo slik

Slika 3.1: Podatki o nizu zaporednih znakov uporabnika	21
Slika 3 2: Parapodatki za velikost okna spletnega brskalnika v pikslih.....	22
Slika 3 3: Navigacijsko zaporedje parapodatkov v podatkovni bazi	24
Slika 4.1: Pravilo 68-95-99,7 30	
Slika 6.4: Položaj pristopov glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije.....	44
Slika 6.5: 4. stran spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi.....	45
Slika 6.6: 2. stran spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi.....	48
Slika 6.7: 5. stran spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi.....	51
Slika 6.9: Položaj pristopov glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije..	54
Slika 6.10: Položaj pristopov glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije	59
Slika 6.11: 4. stran spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi	60
Slika 6.12: 5. stran spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi	61
Slika 6.13: 6. stran spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi	62

Kazalo histogramov

Histogram 6.1: Porazdelitev časovnih latenc 4. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa ± 3 MAD	46
Histogram 6.2: Porazdelitev časovnih latenc 2. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks hitrosti	48
Histogram 6.3: Porazdelitev časovnih latenc 4. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks hitrosti	49
Histogram 6.4: Porazdelitev časovnih latenc 2. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks mediane.....	50
Histogram 6.5: Porazdelitev časovnih latenc 4. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks mediane.....	50

1. Uvod

Anketno zbiranje podatkov preko interneta poteka že od konca osemdesetih let, ko se je za anketiranje pričela uporabljati elektronska pošta. Sredi devetdesetih let se je v ta namen pričel uporabljati tudi svetovni splet, ki je danes prevladujoč način anketiranja po internetu. Čeprav se spletne ankete množično izvajajo šele nekaj deset let, pa so postale že prevladujoči del anketne industrije. Svetovni splet, se torej vse bolj uveljavlja ne le kot komplementarna, ampak kot osnovna metoda anketnega zbiranja podatkov (Lozar Manfreda in drugi 2000, 1035–1036).

Anketno zbiranje podatkov se v tem primeru nanaša na računalniško podprte samoankete (CASAQ - ang. *computer assisted self administered questionnaires*), ki se izvajajo s pomočjo računalniških programov in brez prisotnosti anketarja. Govorimo o posebnem tipu računalniškega samoanketiranja (CSAQ – ang. *computerised self-administered questionnaire*), kjer respondenti vprašalnik izpolnjujejo s pomočjo spletnega brskalnika, pri čemer svoje odgovore vnašajo ročno, običajno z uporabo tipkovnice in miške.

Spletne ankete ponujajo nove izzive in nove priložnosti. Na eni strani lahko odsotnost anketarjev povzroča vrsto težav: onemogoča nadzor nad respondenti in njihovim izpolnjevanjem anketnih vprašanj, respondenti lahko anketna vprašanja izpolnjujejo v imenu druge osebe, poleg izpolnjevanja spletne ankete opravljajo tudi druge aktivnosti (npr. branje elektronske pošte), izpolnijo anketo po daljšem ali krajšem premoru, v katerem koli kraju, kadarkoli, z ali brez prisotnosti drugih oseb. Na drugi strani pa spletne ankete omogočajo vrsto prednosti: večja zasebnost, hitrejši odziv, kontrola preskokov, nizka cena ipd. Posebej specifična prednost je tudi enostavna možnost za shranjevanje in analizo velike količine podatkov o samem procesu anketiranja. Ti ne opisujejo odgovorov, ki jih podajajo respondenti, temveč opisujejo proces respondentov pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika.

Podatki o samem procesu anketiranja raziskovalcu omogočajo odkritje in rešitev morebitnih težav, ki nastajajo pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika (npr. za respondenta pretežka vprašanja, preveč ali premalo vprašanj na določeni strani, prehitro ali prepočasno reševanje anketnih vprašanj itd.). Poleg tega raziskovalcu omogočajo tudi razumevanje kognitivnega procesa respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika, kar omogoča izdelavo kvalitetnejših anketnih vprašalnikov in s tem večjo kakovost podatkov.

Z naraščajočo uporabo spletnih anket za zbiranje in za analizo podatkov o procesu anketiranja, se je pojavilo tudi vprašanje o kakovosti podatkov. Največ raziskav je bilo v tem okviru namenjenih analizi časovnih latenc (ang. *response time*) oz. časa, ki ga respondent potrebuje za izpolnitev posamezne anketne strani ali posameznega anketnega vprašanja.

Na podlagi časovnih latenc je bilo objavljenih veliko znanstvenih publikacij, ki so pokazale, da raziskovalcem omogočajo dober vpogled v kognitivne procese respondentov pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika (Kreuter 2013). Težava pri analizi časovnih latenc se je pojavila predvsem pri časovnih ekstremih. Veliko raziskovalcev se je spraševalo, kako časovno omejiti spodnjo in zgornjo mejo izpolnjevanja anketnih vprašanj, kaj narediti z respondenti izven časovne meje in kako opredeliti respondente, ki od teh mej odstopajo. Z namenom večje kakovosti zbranih podatkov in razumevanja kognitivnega obnašanja respondentov pri izpolnjevanju anketnih vprašalnikov so metodologi oblikovali različne pristope¹, s katerimi so postavili časovne meje izpolnjevanja anketnih vprašanj ter na tej osnovi odstranili ali prilagodili časovne anomalije (ang. *response time outliers*)², ki so od mej izraziteje odstopale (Ratcliff 1993; Cousineau in Chartier 2010; Whelan 2008; Kreuter in Couper 2013; Zhang 2013, Andreadis 2013).

Raziskovalci, ki se ukvarjajo z analizo podatkov o procesu anketiranja, v spletnih anketah rutinsko iščejo in urejajo tiste časovne anomalije, ki so posebej kratke ali dolge, saj obstaja velika verjetnost, da gre v tem primeru za enote, ki ne odslikujejo pričakovanega kognitivnega obnašanja respondenta (Jiang 2011; Yan in Olson 2013; Ratcliff 1993; Yan in Tourangeau 2008). V takem primeru je pomembno, da s pomočjo pristopov zmanjšamo njihov vpliv na podatke, hkrati pa izločimo čim manjši delež opazovanih enot. Gre predvsem za odkrivanje procesov kot so: hitro ugibanje respondenta pri izpolnjevanju anketnih vprašanj, nemotiviranost, nepazljivost pri branju vprašanj, za respondenta nezanimiva vprašanja, pretežka vprašanja, daljše pavze itd. Vsi ti procesi povzročajo nastanek časovnih anomalij, ki povzročajo asimetrične porazdelitve opazovanih enot in negativno vplivajo na kakovost zbranih podatkov (Ratcliff 1993; Meade in Bartholomew 2012; Leiner 2013; Cousineau in Chartier 2010).

¹ Parametrični, neparametrični in kognitivni pristopi.

² Angleška beseda »*oultier*« se v slovenščino prevaja kot osamelec (Termania 2015), vendar se bomo pogosto sklicevali na angleško besedo »*anomaly*«, ki je prevedena kot anomalija. V magistrskem delu namreč iščemo tako prepočasne respondente (osamelce), kot respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, vrednosti časovnih latenc prehitrih respondentov pa se lahko nahajajo tudi med optimalnimi časovnimi latencami, zato smatramo, da je beseda anomalija bolj primerna.

V magistrskem delu bomo s pomočjo orodja za spletno anketiranje 1KA³, programskega orodja za statistično obdelavo podatkov SPSS (ang. *Statistical Package for the Social Sciences*), in statističnega programskega okolja R, analizirali podatke o procesu anketiranja treh računalniško podprtih samoanket. S pomočjo neparametričnih in kognitivnih pristopov pa bomo preučevali hitrost respondentov pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika. Analizo časovnih latenc bomo izvedeli za vsako stran posebej in ne za celoten anketni vprašalnik, saj analiza posameznih strani spletne ankete omogoča bolj natančen pristop pri merjenju in iskanju časovnih anomalij v spletni anketi (Steinbrecher in drugi 2013). Na podlagi časa izpolnjevanja posamezne strani, bomo s pomočjo pristopov opredelili respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, in respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prepočasi. Z drugimi besedami, iskali bomo časovne anomalije, ki nastanejo zaradi mehanskih napak, sprememb v obnašanju sistema, človeške napake, napake instrumenta ali pa preprosto zaradi naravnih odstopanj v populaciji. Izraz časovna anomalija, ali krajše anomalija, bo torej v nadaljevanju označeval vsako vrednost, ki v pogledu časovnih latenc izrazito odstopa od ostalih enot v vzorcu (Barnett in Lewis 1994) in vpliva na kakovost podatkov anketne raziskave (Ratcliff 1993; Kreuter 2013).

Magistrsko delo temelji na kvantitativnih metodah. Empirični del raziskave je zasnovan na študiji primera treh računalniško podprtih samoanket, narejenih v spletnem orodju 1KA.

Gre za naslednje računalniško podprte samoankete:

1. Študentje Univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi.
2. Anketa o financiranju visokošolskega študija.
3. Tuji študentje na mednarodni izmenjavi na Univerzi v Ljubljani.

Struktura magistrskega dela je sestavljena iz uvoda, teoretičnega dela, empiričnega dela in zaključka oz. sklepa. Teoretični del sestavljata dve poglavji. V prvem so predstavljene podrobne opredelitve podatkov o procesu anketiranja, v drugem pa pristopi pri odkrivanju časovnih anomalij. V empiričnem delu so na podlagi treh računalniško podprtih samoanket analizirani neparametrični in kognitivni pristopi, namenjeni identificiranju in odpravljanju časovnih anomalij v podatkih spletnih anket. Na podlagi empirične analize so v zaključnem

³ 1KA je orodje za izdelavo spletnih anket, ki je nastalo v okviru Centra za družboslovno informatiko. Orodje 1KA časovne latence shranjuje tako za celotno anketo kot za posamezno stran.

delu kritično podane ocene uspešnosti analiziranih pristopov ter njihov vpliv na kakovost podatkov v spletnih anketah.

2. Parapodatki (ang. *paradata*)

Leta 1998 je Mick Couper predstavil izraz parapodatki, ki jih je opredelil kot podatke o procesu anketiranja. Ugotovil je, da lahko podatke, ki jih samodejno ustvarjajo računalniško podprti sistemi, uspešno uporabimo za ocenjevanje kakovosti anketnega raziskovanja. S parapodatki je postavil nov mejnik pri ocenjevanju kakovosti metodoloških raziskav. Sprva se je izraz uporabljal za sklicevanje na samodejno generirane podatke o raziskovalnem procesu, pridobljene s pomočjo računalniško podprtih intervjujev (CAPI – ang. *Computer-assisted personal interviewing*) (Couper 1998), dandanes pa se je pojem razširil na različne vrste metod (npr. spletne ankete), ki omogočajo shranjevanje in analizo parapodatkov.

Po vzoru Couperja je Kaczmirek (2008, 59–60) parapodatke opredelil kot podatke o procesu anketiranja, ki zajemajo tri komponente podatkov, in sicer:

1. Podatke, ki jih respondenti posredujejo nezavedno.
2. Podatke, ki so dostopni na osebni ravni.
3. Podatke, ki jih lahko oblikujemo v bolj splošne in uporabne informacije.

Tudi strokovna literatura (Couper in Lyberg 2005; Heerwegh 2003; West 2011; Kaczmirek 2008; Kreuter in drugi 2010), ki se ukvarja s področjem parapodatkov, kot nastanek koncepta opredeljuje leto 1998, ko je Mick Couper kot prvi na področju raziskovalne metodologije uvedel pojem parapodatki.

Od skromnih začetkov v letu 1980, ko so metodologi parapodatke uporabljali za beleženje časa respondentov za izpolnitev računalniško podprtih intervjujev, se je uporabna vrednost za reševanje pomembnih izzivov v procesu raziskovanja dandanes razširila na različna raziskovalna področja. Tako v metodologiji vse pogostejše parapodatke uporabljajo za ocenjevanje in izboljšanje instrumentov raziskovanja ter za razumevanje kognitivnega obnašanja respondentov pri izpolnjevanju anket (Couper 2000a; Couper 2000b; Couper in Singer 2013).

2.1 Uporaba parapodatkov

Parapodatki se uporabljajo za merjenje kakovosti raziskovanja v anketiranju, saj njihova uporaba lahko pripomore k optimizaciji kakovosti in zmanjšanju stroškov (Couper in drugi 2009). Raziskovalcu omogočajo podrobnejši vpogled v terensko delo (Kreuter 2013) in analizo neodgovorov s strani respondentov (Bates in drugi 2008). Množična uporaba parapodatkov kaže na njihovo naraščajočo korist v procesu računalniško podprtega zbiranja podatkov. Poleg slednjega parapodatki lahko ocenjujejo tudi merske napake (Kreuter in Casas-Cordero 2010; Lynn in Nicolaas 2010) ter se uporabljajo za izboljšanje urejanja in kodiranja anketnih vprašalnikov (Lynn in Nicolaas 2010).

Zasičenosti ljudi z anketami, vedno večje teženje raziskovalcev po longitudinalnih študijah in uporaba različnih načinov zbiranja podatkov so pripeljale do vedno večje kompleksnosti anketiranja. Zato lahko načrtovanje in izvedba kompleksnih anketiranj povzroči velike stroške ter zahteva veliko časa in s tem negativno vpliva na kakovost podatkov. Z uporabo ustreznih programskih orodij (npr. 1KA) pa lahko zajamemo parapodatke, s katerimi izboljšamo nadzor nad stroški zbiranja podatkov ter samo kakovost zbranih podatkov (Nicolaas 2011).

Zajeti parapodatki tako raziskovalcem omogočajo (Nicolaas 2011, 5):

- znanje, ki ga uporabijo pri zmanjševanju merskih napak raziskav,
- boljše razumevanje procesov anketnega zbiranja podatkov in s tem možnosti za izboljšanje posameznih procesov anketnega zbiranja podatkov (npr. vzorčenje, analiza podatkov, kodiranje vprašanj, izdelava anketnih vprašanj),
- vpogled v procese zbiranja podatkov in s tem možnost pravočasnega odkritja težav (npr. težave z merskimi inštrumenti, težave z anketarjem, ponarejevanje odgovorov s strani anketarja),
- znanje, potrebno za izdelavo bolj natančnih informacij o stroških raziskave in kakovosti podatkov,
- ustrezno znanje za spremembo anketnega vprašalnika med samim procesom zbiranja podatkov z namenom optimizacije (npr. zmanjšanje stroškov, zmanjšanje časa trajanja raziskave, povečanje kakovosti podatkov).

Na splošno pa lahko namene raziskovalcev pri uporabi in analizi parapodatkov razdelimo v naslednji dve kategoriji:

1. Razumevanje kognitivnega obnašanja respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika (razumevanje procesa vprašanje-odgovor).
2. Odkrivanje in zmanjševanje merskih napak.

2.2 Kognitivni procesi v spletnih anketah

Merska napaka se pojavi, ko se odgovor respondenta razlikuje od konceptualne prave vrednosti. Razlikovanje med odgovori respondenta in pravimi odgovori pa nastane zaradi prekinitve kognitivnega procesa (Tourangeau in drugi 2000). Kot je prikazano v tabeli 2.1, kognitivni proces pri posamezniku sestavljajo štiri komponente.

Tabela 2.1: Kognitivni procesi respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika

KOMPONENTA	PROCESI
Razumevanje vprašanja	Razumevanje vprašanj in navodil. Predstavljanje logične oblike vprašanj. Povezava ključnih pojmov z ustreznimi koncepti.
Iskanje ustreznih informacij po spominu (enostavnost, s katero jih je mogoče pridobiti)	Ustvarjanje strategije iskanja informacij. Priklic določenih spominov. Zapolnitev manjkajočih informacij.
Presoja	Ocenjevanje celovitosti in pomena priklicanih informacij. Sklepanje na podlagi dostopnih informacij. Sestavljanje priklicanih informacij v celoto. Izvedba načrta, ki temelji na priklicanih informacijah.
Odgovor	Presoja najbolj primerne odgovora glede na možne odgovore. Odgovor na vprašanje.

Vir: Tourangeau in drugi (2000).

Prva komponenta kognitivnega procesa respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika je komponenta razumevanje, ki vključuje razumevanje pomena besed in pojmov, ki jih vsebujeta vprašanje in odgovor. Druga komponenta je proces iskanja, ki pri respondentu prikliče ustrezne informacije iz spomina. Komponenta presoja vključuje razvrščanje

priklicanih informacij v obliki podajanja za respondenta najbolj ustreznega odgovora na vprašanje. Zadnja komponenta pa je odgovor, ki vključuje odgovor respondenta.

2.2.1 Optimizacija in zadostovanje

Med anketnimi metodologi, kognitivnimi psihologi in socialnimi psihologi obstaja splošno soglasje, da pri izpolnjevanju zaprtih anketnih vprašanja motivirani respondent⁴ opravlja štiri kognitivne korake: razumevanje vprašanja, pridobivanje ustreznih informacij iz spomina, uporaba teh informacij z namenom odločanja (razsodbe) o izbiri pravilnega odgovora in izbor ter podajanje odgovora na vprašanje.

Model štiri-stopenjskih kognitivnih korakov predpostavlja, da je respondent vključen v proces anketiranja in da je dovolj motiviran, da na vprašanje odgovori po svojih najboljših zmožnostih. Ko visoko motivirani respondenti skrbno opravijo vse kognitivnih korake, pravimo, da se poslužujejo optimalne strategije (ang. *optimizing strategies*). Vendar pa je v anketiranju malo verjetno, da bodo vsi respondenti izbrali optimalno strategijo izpolnjevanja. Bolj verjetno je, da bodo opravljali kognitivne korake glede na kognitivno obremenitev vprašanj in njihovo stopnjo motivacije. Tako lahko nekateri respondenti ne opravijo vseh kognitivnih korakov skrbno in še vedno podajo odgovor, ki je merljiv, vendar ne optimalen. Gre za strategijo zadostovanja (ang. *satisficing*)⁵, ki se lahko razprostira od šibkega do močnega. Strategija šibkega zadostovanja se zgodi, ko respondent še vedno opravlja vse štiri kognitivne korake, vendar manj temeljito in manj motivirano. Strategija močnega zadostovanja pa se zgodi, ko respondent uporablja bolj ekstremne strategije. V tem primeru lahko respondent preskoči nekatere kognitivne procese (npr. zelo hitro pogleda vprašanja, nato pa poda naključni odgovor) (Callegaro in drugi 2009).

Kratke časovne latence oz. respondenti, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, so v literaturi pogosto opredeljeni kot respondenti, ki se poslužujejo strategije zadostovanja in tako predstavljajo nizko kvaliteto podatkov (Zhang 2013; Zhang in Conrad 2013).

⁴ Krosnick (1991) je opredelil različne možne dejavnike, ki vplivajo na motivacijo respondenta: zanimivost teme, pomen anketiranja, dolžina anketiranja, kompleksnost anketnega vprašalnika.

⁵ Sposobnost, kompleksnost vprašanja in motivacija respondenta so trije dejavniki, ki vplivajo na uporabo strategije zadostovanja. Kompleksnejša kot so anketna vprašanja in nižja kot sta sposobnost in motivacija respondenta, bolj verjetno je, da pride do uporabe strategije zadostovanja (Callegaro in drugi 2009).

V primeru prekinitve kateregakoli kognitivnega koraka obstaja možnost, da respondent odgovora ne bo podal. Če se prekinitve kognitivnih komponent pri respondentih pojavljajo sistematično (sistematične merske napake), bo prišlo do pristranske ocene prave vrednosti in s tem do slabše kakovosti raziskave.

Merske napake se lahko pojavijo v kateri koli fazi procesa vprašanje-odgovor (Tourangeau in drugi 2000). Kognitivno obnašanje respondenta, ki nakazuje na merske napake, vključuje prehitro izpolnjevanje anketnih vprašanj (strategija zadostovanja) (Malhotra 2008; Callegaro in drugi 2009), prepočasno izpolnjevanje anketnih vprašanj (Bassili in Fletcher 1991; Heerwegh 2003), ali naknadne spremembe odgovorov (Bassili in Fletcher 1991; Stieger in Reips 2010). Hitrost izpolnjevanja anketnih vprašanj in naknadne spremembe odgovorov merimo s časovnimi latencami. Gre za tip parapodatkov, ki se v strokovni literaturi pogosto uporablja za merjenje merskih napak.

Časovna latenca je mera uporabe kognitivnih procesov respondenta pri izpolnjevanju anketnih vprašanj, ki se meri glede na hitrost, s katero respondent uporabi kognitivne procese, na podlagi katerih izpolni anketno vprašanje (Mulligan in drugi 2003). Časovno latenco merimo kot razliko v sekundah (ali milisekundah) med trenutkom, ko je vprašanje (ali spletna stran) predstavljeno, in trenutkom, ko respondent nanj poda svoj odgovor. V anketiranju je najpogosteje uporabljena kot mera respondentove dostopnosti do informacij⁶. Slabo oblikovana vprašanja, ki vključujejo neustrezne ali nejasne možne odgovore, ki vsebujejo preveč besed ali zahtevajo izračune, povečujejo časovno latenco respondentov (Mulligan in drugi 2003).

Obstaja več razlogov, zakaj vedno več raziskovalcev preučuje časovne latence respondentov. Prvič, zbiranje časovnih latenc je nevsiljivo saj se respondenti ne zavedajo, da se čas njihovega izpolnjevanja ankete shranjuje. Drugič, ker predstavljajo neposredno opazovanje vedenja respondenta (kognitivni procesi). Tretjič, podatki časovnih latenc so na voljo za vsako vprašanje (ali posamezno stran), kar raziskovalcem omogoča vpogled v morebitne naknadne spremembe odgovorov (Wise in Kong 2005).

⁶ Čas, ki je potreben za izpolnitev posamezne strani spletne ankete (Heerwegh 2003; Heerwegh 2003; Malhotra 2008; Stieger in Reips 2010).

Na podlagi časovnih latenc je bilo narejenih veliko strokovnih študij, ki so omogočile razumevanja kognitivnega obnašanja respondentov pri izpolnjevanju anketnih vprašanj. Callegaro in drugi (2009) so s pomočjo časovnih latenc merili čas, ki so ga respondenti porabili za izpolnitev anketnega vprašalnika. Predpostavljali so namreč, da bodo nezaposleni, ki iščejo zaposlitev, pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika vložili več truda in časa v primerjavi z zaposlenimi v podjetju, saj lahko pridobijo več (zaposlitev). Anketni vprašalnik je respondente spraševal o njihovem strinjanju/nestrinjanju z različnimi stališči (ang. *attitudes*)⁷, ki so se nanašala na delovne sposobnosti respondenta. S pomočjo analize časovnih latenc so ugotovili, da so kandidati, ki zaposlitev iščejo, v primerjavi z zaposlenimi potrebovali več časa pri izpolnjevanju anketnih vprašanj, ki so spraševala po delovnih navadah. Rezultati analize potrjujejo, da globlji kognitivni procesi (motivacija) zahtevajo več truda, kar povečuje čas izpolnjevanja anketnega vprašalnika.

Nadalje sta Yan in Tourangeau (2008) v raziskavi z naslovom »*Fast times and easy questions: The effects of age, experience and question complexity on web survey response times*« dokazala, da višje izobraženi respondenti hitreje izpolnjujejo anketna vprašanja v primerjavi z manj izobraženimi respondenti in mlajši respondenti hitreje izpolnjujejo anketna vprašanja v primerjavi s starejšimi respondenti.

Heerwegh (2003) je na podlagi časovnih latenc spletne ankete ugotovil, da respondenti s šibkimi stališči potrebujejo več časa za izpolnitev anketnih vprašanj za razliko od respondentov z bolj stabilnimi stališči.

Bassili in Scott (1996) sta pokazala, da slabo zastavljeno anketno vprašanje (enolične kategorije odgovorov) od respondenta zahteva več časa za izpolnitev v primerjavi z dobro zastavljenim vprašanjem z isto vsebino.

Draisma in Djikstra (Draisma in Djikstra 2004 v Kreuter 2013) sta dokazala, da respondent potrebuje več časa pri izpolnjevanju vprašanj, ki sprašujejo po dogodkih, ki so se zgodili v daljni preteklosti, za razliko od vprašanj, ki sprašujejo po dogodkih, ki so se zgodili nedavno.

⁷ Stališče se uporablja za označevanje katere koli vrste subjektivnega koncepta respondenta (Callegaro in drugi 2009).

V fazi razsodbe je Bassili (1996) dokazal, da respondenti, ki imajo nasprotujoča stališča in vrednote do vprašanj, potrebujejo za izpolnitev vprašanj dalj časa v primerjavi z respondenti z manj nasprotujočimi stališči in vrednotami do vprašanj.

Tabela 2.2: Primeri študij operacionalizacije parapodatkov pri odkrivanju merskih napak

PARAPODATKI	OPERACIONALIZACIJA	INTERPRETACIJA PARAPODATKOV	ŠTUDIJE
Časovne latence	Dolge časovne latence	Pomanjkanje znanja.	Heerwegh 2003
		Slabo zastavljena vprašanja (uporaba redkih ali strokovnih besed, predolga vprašanja itd.).	Yan in Tourangeau 2008
		Daljši kognitivni procesi	Stieger in Reips 2010,
		Ambivalentna stališča kot posledica konfliktnih mnenj in konfliktnih prepričanj respondentov, kar vodi v nekonsistentno odgovarjanje.	Heerwegh 2003
	Kratke časovne latence	Pomanjkanje znanja.	Heerwegh 2003
		Poznavanje tematike.	Yan in Tourangeau 2008
		Dostopna stališča.	Heerwegh 2003
		Več delovnega spomina.	Yan in Tourangeau 2008
		Zelo hitro izpolnjevanje anketnih vprašanj (ang. <i>speeding</i>).	Zhang 2013; Stieger in Reips 2010
Kliki miške	Naknadna sprememba odgovorov	Ugibanje odgovorov na vprašanja.	Heerwegh 2003

V anketnem raziskovanju in socialni psihologiji lahko raziskovanje časovnih latenc respondentov razdelimo na dve glavni temi, in sicer: (1) časovne latence kot indikator stabilnosti stališč respondenta in (2) časovne latence kot pokazatelj kognitivnega napora respondenta v procesu anketiranja (glej tabelo 2.2). V prvem primeru strokovna literatura

dokazuje, da stabilnejša stališča do določene tematike povzročajo krajšo časovno latenco respondenta pri izpolnjevanju anketnih vprašanj. V drugem primeru pa strokovna literatura dokazuje, da globlji kognitivni procesi zahtevajo več kognitivnega truda in daljšo časovno latenco pri izpolnjevanju anketnih vprašanj.

3. Parapodatki v spletnem anketiranju

Spletne ankete omogočajo različne načine zbiranja parapodatkov, ki se glede na telefonska ali osebna anketiranja razlikujejo, saj odgovore vnašajo respondenti in ne anketar (Couper in drugi 2009). Na ta način spletne ankete zajemajo vsa vedenja respondentov, ki so lahko zbrana s strani strežnika (ang. *server side*) ali s strani klienta (ang. *client side*). Tako razlikujemo dva načina zbiranja parapodatkov.

V prvem načinu strežnik, na katerem se nahaja spletna anketa, zbira parapodatke v obliki števila obiskov respondentov na določeni spletni strani, v obliki uporabniškega imena ali pa v obliki časa, v katerem je respondent zaključil anketiranje (npr. z miško kliknil na »konec« ankete).

Parapodatki kot so kliki miške na anketne odgovore, čas izpolnjevanja posamezne strani ali sprememba odgovorov s strani respondenta, pa se lahko shranjujejo na strani klienta (uporabnikova naprava, npr. računalnik, tablični računalnik ali mobilni telefon). V tem primeru so parapodatki zbrani s strani odgovarjajočega spletnega brskalnika (npr. Google Chrome, Mozilla Firefox itd.), preko katerega respondent dostopa do spletne ankete, in opisujejo dogodke znotraj spletne strani (npr. kliki miške, sprememba odgovora).

Razlikovanje med zbranimi parapodatki strežnika in parapodatki klienta je pomembno iz dveh razlogov. Prvič, parapodatki, pridobljeni s strani klienta, vsebujejo več podrobnosti in informacij ter so natančnejši. Strežnik v primerjavi s klientom ne more zajeti parapodatkov, ki podajajo informacije o naknadni spremembi odgovora respondenta. V primeru, da je respondent prvotno odgovoril na prvo vprašanje in potem odgovor naknadno spremenil, se sprememba odgovora v orodju za spletno anketiranje in v odgovarjajoči bazi na strežniku ne bo zabeležila. Zabeležen bo prvotni odgovor. Drugič, zbiranje parapodatkov s strani klienta

zahteva implementacijo programskega jezika JavaScript⁸ na spletni strani ankete, medtem ko implementiranje programskega jezika JavaScript pri zbiranju parapodatkov na strežniku ni potrebno. Ker se na strani strežnika parapodatki lahko zbirajo samo na ravni spletne ankete, uporaba tega načina zbiranja parapodatkov v raziskovanju upada. Parapodatki, zbrani s strani strežnika, tako niso povsem primerljivi s parapodatki, zbranimi s strani klienta, saj parapodatki, zbrani s strani klienta, zaradi podrobnih in obsežnih informacij raziskovalcem omogočajo poglobljene metodološke raziskave kognitivnih procesov respondentov pri odgovarjanju na anketna vprašanja (Heerwegh 2002; Heerwegh 2003).

3.1 Tipologija parapodatkov v spletnih anketah

Parapodatke, samodejno generirane na podlagi spletnih anket, lahko razdelimo v tri razrede, in sicer glede na kontaktne informacije (ang. *contact info*), glede na tip naprave (ang. *device-type*) in glede na navigacijo anketnega vprašalnika (ang. *questionnaire navigation*) (Callegaro in drugi 2015). Parapodatke, ki jih samodejno generirajo spletne ankete imenujemo direktni parapodatki (ang. *direct paradata*).

Parapodatki glede na kontaktne informacije vključujejo med drugim tudi podatke o zadnjem izpolnjenem vprašanju respondenta pred prekinitvijo (ang. *breakoff*). Ti podatki v spletnem anketiranju določajo stopnjo izpolnjenosti anketnega vprašalnika (Callegaro in drugi 2015, 121).

Parapodatki glede na tip naprave posredujejo informacije o napravi, s katero je respondent dostopal do spletne ankete, na primer namizni računalnik, prenosni računalnik, tablični računalnik ali pametni mobilni telefon. Parapodatki glede na tip naprave raziskovalcu posredujejo informacije o uporabljenem spletnem brskalniku, operacijskem sistemu, ločljivosti zaslona, velikosti okna spletnega brskalnika, informacije o tem, ali ima brskalnik naložen programski jezik JavaScript, tekstovne datoteke, imenovane piškotki (ang. *cookies*) itd. Ob začetku anketiranja se parapodatki shranijo na strežnik (Callegaro 2010).

⁸ Programski jezik JavaScript se na spletnih straneh uporablja z namenom spreminjanja vsebine ali značilnosti spletne ankete, brez potrebe, da bi na novo naložili spletno stran. Primarna naloga je shranjevanje uporabnikovih dejanj na spletnem mestu kot so dejanja z miško in tipkovnico pri izpolnjevanju spletnega vprašalnika (Heerwegh 2002).

Parapodatki glede na navigacijo anketnega vprašalnika pa opisujejo celoten proces izpolnjevanja vprašalnika. Primeri parapodatkov glede na navigacijo anketnega vprašalnika so: število klikov z miško na anketne odgovore, položaj miške na zaslonu, sprememba odgovorov, vpogled v vnesene odgovore, vrstni red izpolnjevanja anketnih vprašanj, premikanje naprej ali nazaj po straneh anketnega vprašalnika, kliki na hiperpovezave (npr. pomoč) in časovne latence. Parapodatki se na spletnem brskalniku lahko shranjujejo za posamezno stran ali za posamezno vprašanje spletne ankete (Callegaro 2010).

3.1.1 Uporaba parapodatkov: kontaktne informacije

Kontaktne informacije posredujejo podatke o stopnji uvodnih prekinitev in podatke o stopnji prekinitve vprašalnika. Stopnja uvodnih prekinitev je delež med enotami, ki so prekinile z izpolnjevanjem po kliku na uvodni nagovor, glede na vse enote, ki so začele z izpolnjevanjem vprašalnika. Razlogi za uvodno prekinitev so različni od karakteristik ankete (npr. sponzorji), do situacijskih okoliščin (npr. časovni pritisk) in specifičnih lastnosti vabila (npr. pogostost, čas, vsebina uvodnega nagovora ipd.). Stopnja prekinitev vprašalnika pa izraža delež enot, ki so prenehale z izpolnjevanjem vprašalnika glede na vse enote, ki so začele z izpolnjevanjem vprašalnika brez uvodnih prekinitev. Prekinitve vprašalnika kasneje v vprašalniku generirajo različni dejavniki, od okoliščin v katerih je respondent (npr. utrujenost, moteči dejavniki ipd.), do karakteristik vprašalnika (oblika, dolžina, vsebina, tipi vprašanj ipd.) (1KA).

3.1.2 Uporaba parapodatkov: Tip naprave

Vedno, ko se spletni brskalnik poveže s spletno stranjo, pošlje niz zaporednih znakov uporabnika (ang. *user agent string*). Informacije, vsebovane v nizu zaporednih znakov uporabnika se shranijo na spletno stran z namenom prilagoditve vsebine in oblike anketnega vprašalnika.⁹ Raziskovalcem lahko ta vrsta parapodatkov razkriva zanimive informacije o spletnem brskalniku, operacijskem sistemu in tipu naprave, ki se uporablja pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika (glej slika 3.1 na naslednji strani).

⁹ Npr. velikost črk, velikost ozadja, velikost in širina okna spletnega brskalnika pri uporabi pametnih mobilnih telefonov ali tabličnih računalnikov za reševanje spletne ankete.

Slika 3.1: Podatki o nizu zaporednih znakov uporabnika

Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64; rv:28.0) Gecko/20100101 Firefox/28.0

V našem primeru lahko na podlagi parapodatkov razberemo naslednje: za dostop do spletne strani smo uporabili spletni brskalnik Mozilla Firefox različico 5. Oznaka Gecko/20100101 pove, da smo do spletne strani dostopali z osebnim računalnikom, na katerem je nameščen operacijski sistem Windows NT 6.1 oz. Windows 7¹⁰.

Kot primer uporabe parapodatkov: tip naprave v raziskovalne namene lahko omenimo raziskavo Callegara (2010), ki je analiziral niz zaporednih znakov respondentov, ki so sodelovali v spletni anketi o zadovoljstvu kupcev v Združenih državah Amerike. Namen raziskave je bilo ugotoviti, s pomočjo katerih naprav respondenti dostopajo do spletnih anket in kako uporaba različnih naprav vpliva na stopnjo izpolnjenosti anketnih vprašalnikov. Na podlagi analize niza zaporednih znakov respondentov je lahko določil tip naprave (namizni računalnik, mobilni telefon, prenosni računalnik), s katero so respondenti izpolnjevali anketni vprašalnik. Rezultati analize so pokazale, da je za respondente, ki so anketo izpolnjevali s pomočjo mobilnih telefonov, trikrat bolj verjetno, da bodo anketo predčasno končali v primerjavi z respondenti, ki so anketo izpolnjevali s pomočjo osebnih računalnikov in prenosnih računalnikov.

V raziskavi, izvedeni leta 2010, je Sood (Sood v Kreuter 2013, 265) na spletnem panelu raziskoval, ali respondenti, ki uporabljajo starejše spletne brskalnike (Internet Explorer 7 ali starejše in Firefox 3 ali starejše), anketiranje zapustijo predčasno¹¹ in ali ankete, ki jih prikazujejo starejši spletni brskalniki, vsebujejo več manjkajočih podatkov. V raziskavi je sodelovalo 2632 članov panelov, od katerih jih je 526 anketo izpolnilo v celoti. Rezultati so pokazali statistično značilno povezanost med vrsto spletnega brskalnika, stopnjo predčasno končanih anket in številom manjkajočih podatkov. Bolj verjetno je, da bo starejši spletni brskalnik respondentu anketo prikazal napačno, kar vpliva na višjo stopnjo predčasno končanih anket in na višje število manjkajočih vrednosti.

¹⁰ Gre za lasten primer, za katerega smo parapodatke pridobili s pomočjo spletnega mesta: <http://www.useragentstring.com/>.

¹¹ Predčasna zapustitev anketiranja se nanaša na respondente, ki so začeli z izpolnjevanjem spletne ankete, vendar je niso izpolnili v celoti. Gre za delež respondentov, ki so med vsemi respondenti spletno anketo izpolnili le delno (Kreuter 2013).

Nadalje lahko glede tipa naprave, s katero respondenti dostopajo do spletne ankete, zajamemo tudi parapodatke kot so ločljivost zaslona in velikost okna spletnega brskalnika (glej sliko 3.2). Pri ločljivosti zaslona se v spletni brskalnik shranjujeta dve vrednosti, in sicer širina in višina zaslona, izraženi v številu pikslov.¹² Podatki o velikosti okna spletnega brskalnika pa podajo informacije o tem, koliko pikslov celotnega zaslona lahko vidi respondent brez orodne vrstice brskalnika, navigacije in pomikanja z miško gor ali dol.

Slika 3 2: Parapodatki za velikost okna spletnega brskalnika v pikslih

Širina: 1920
Višina: 1080
Širina okna spletnega brskalnika: 1920
Višina okna spletnega brskalnika: 976

Vrstici »Širina« in »Višina« prikazujeta velikost našega računalniškega zaslona. Vrstici »Širina okna spletnega brskalnika« in »Višina okna spletnega brskalnika« pa prikazujeta velikost zaslona spletnega brskalnika, ki nam je na voljo za ogled, ne, da bi se z miško pomaknili navzdol (ali navzgor). V našem primeru okno spletnega brskalnika ni odprto v celozaslonskem načinu (širina računalniškega zaslona pomnožena z višino računalniškega zaslona). Velikost okna spletnega brskalnika pa je potrebno upoštevati pri oblikovanju spletne ankete, saj lahko vpliva na proces anketiranja. V primeru, da do spletne ankete dostopamo s pametnim mobilnim telefonom in je spletna anketa optimizirana za pametne mobilne telefone, se bo velikost okna spletnega brskalnika samodejno prilagodila tudi velikosti zaslona pametnega mobilnega telefona.

Vpliv velikosti spletnega brskalnika na proces spletnega anketiranja sta preverjala Baker in Couper (2007), ki sta v raziskavi o rabi energije analizirala zbrane parapodatke o velikosti okna spletnega brskalnika. Analizirala sta tri različne velikosti, ki sta jih vgradila v spletno anketo:

- anketa z velikostjo 800*600 pikslov,
- anketa z velikostjo 1024*768 pikslov in

¹² Slikovni element ali piksel je konceptualna enota zastopanja digitalnih informacij. Tako kot vse podatkovne strukture računalnika, so piksli nevidni elementi, ki za prikaz potrebujejo izhodno napravo kot na primer računalniški zaslon (Baker in Couper 2007).

- anketa, katere velikost je bila samodejno nastavljiva velikosti okna spletnega brskalnika respondentov.

Na podlagi analize zbranih parapodatkov sta ugotovila, da so respondenti, ki so izpolnjevali anketo velikosti 1024*768 pikslov, v povprečju hitreje v celoti izpolnili spletno anketo v primerjavi z respondenti, ki so anketo izpolnjevali v manjši velikosti. Razlagi za takšne rezultate sta dve, in sicer:

- Da bi respondenti z manjšo resolucijo od 1024*768 pikslov videli vsa vprašanja na strani, so se morali z miško pomikati navzdol, kar je povečalo njihov trud in čas izpolnjevanja ankete.
- Računalniški zaslon, ki ne premore prikazati resolucije širine 1024 pikslov, je lahko zastarel in počasen, kar od respondenta zahteva dodaten čas pri navigaciji ankete.

Za raziskovalce so pomemben vir informacij tudi piškotki, ki jih spletna stran shranjuje na računalniku uporabnika. Gre za majhne besedilne datoteke, ki uporabniku spletne strani dodeljujejo številčno uporabniško ime in shranjujejo določene podatke o uporabnikovem brskanju po spletu. Piškotki se na spletnih straneh uporabljajo z namenom prepoznavanja obstoječih uporabnikov spletnega mesta in tudi za kontrolo kakovosti funkcij. Nekatera podjetja jih uporabljajo z namenom preprečitve podvajanja reševanja spletnih anket. Tako preprečijo uporabniku, da bi anketni vprašalnik na isti napravi izpolnil večkrat. Ker pa uporaba piškotov v spletnem anketiranju ni dobro raziskana, morajo po navodilih svetovne organizacije ESOMAR (ang. *European Society for Opinion and Marketing Research*) raziskovalci jasno, jedrnato in vidno podati informacijo o tem, ali uporabljajo piškotke in če je tako, zakaj.

3.1.3 Uporaba parapodatkov: Navigacija anketnega vprašalnika

Stieger in Reips (2010) sta v raziskavi z naslovom »*What are participants doing while filling in an online questionnaire: A paradata collection tool and an empirical study*« analizirala vedenja respondentov v procesu izpolnjevanja anketnega vprašalnika in njihov vpliv na kakovost podatkov. S pomočjo programske opreme User-AgentTracer sta zajela 336,262 posameznih dejanj s strani 1046 respondentov (glej sliko 3.3 na naslednji strani). Avtorja sta tako zbrala parapodatke o skupnem številu premikov miške respondentov za vsako stran anketnega vprašalnika (tj. gibanje miške med izpolnjevanjem anketnih vprašanj) in zaznala 11

% respondentov, pri katerih je bilo gibanje miške na posamezni strani prekomerno.¹³ Prekomerne vrednosti sta označila kot anomalije oz. vrednosti, ki negativno vplivajo na kakovost podatkov in jih iz nadaljnje analize izločila. Poleg slednjega sta zajela tudi število klikov miške respondentov na anketna vprašanja in ugotovila, da je bilo med 978 rešenimi vprašalniki le 6 % takšnih, pri katerih je bilo zaznati prekomerno klikanje miške s strani respondenta. Prekomerno število klikov je opredeljeno kot dvakrat toliko ali več klikov miške, kot je potrebno za izpolnitev anketnega vprašanja. Prekomerne vrednosti po njunem mnenju negativno vplivajo na kakovost podatkov, zato sta jih iz analize izločila.

Slika 3 3: Navigacijsko zaporedje parapodatkov v podatkovni bazi

```
IXNtoilre7_2|1|M677|13|1320#
M548|174|830#
M160|101|1750#
M366|192|550#
M728|4|7690#
M489|247|610#
C493|229|3301#
R110|1#
C493|280|4301#
R110|3#
C493|345|3901#
R110|5#
C521|399|3801#
SU521|399|60|undefined#
```

Vir: Stieger in Reips (2010).

Na sliki 3.3 je primer zajetih parapodatkov o obnašanju posameznega respondenta pri izpolnjevanju spletne ankete. Na sliki predstavlja IXNtoilre7_2 unikatno identifikacijsko število respondenta. Velika črka M (ang. *mouse*) pomeni, da gre za podatke o dejanju respondenta z računalniško miško. Število 548 v drugi vrstici vsebuje informacije o lokaciji miške na x-osi računalniškega zaslona, medtem ko število 174 predstavlja lokacijo miške na y-osi računalniškega zaslona. Število 830 v drugi vrstici predstavlja porabljen čas respondenta za izpolnitev anketnega vprašanja in je merjen v milisekundah. Velika črka C pomeni klik z miško (ang. *click*) in črka R predstavlja tip vprašanja oz. vprašanje z enim možnim odgovorom (ang. *radio button*).

¹³ Prekomerno gibanje miške je opredeljeno kot -2 standardna odklona pod povprečno vrednostjo in +2 standardna odklona nad povprečno vrednostjo (Stieger in Reips 2010).

S pomočjo programske opreme User-AgentTracer, sta Stieger in Reips (2010) analizirala tudi naknadno spremembo odgovorov respondentov¹⁴ pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika. Iz slike 3.3 je razvidno, da je respondent pri anketnem vprašanju z enim možnim odgovorom izbral prvi odgovor (8 vrstica na sliki oz. R110|1#), potem pa naknadno svoj odgovor popravil, in sicer je izbral odgovor 3 (10 vrstica oz. R110|3#) in končno je odgovor 3 še enkrat popravil, saj je pri istem vprašanju izbral odgovor 5 (vrstica 12 oz. R110|5). Pokazala sta, da so bile spremembe odgovorov pogostejše (5,4 % sprememb odgovorov) pri vprašanjih, ki so spraševala po stališčih (ang. *opinion questions*) respondentov v primerjavi z vprašanji, ki so spraševala po dejstvih (ang. *factual questions*) respondentov (1,5 % sprememb odgovorov).¹⁵

3.2 Programska oprema

V strokovni literaturi ločimo dve vrsti programske opreme, ki so ju pri zbiranju parapodatkov v spletnih anketah generirali raziskovalci, in sicer programsko opremo za določen tip zbiranja parapodatkov, in programsko opremo, ki je namenjena splošni komercialni in nekomercialni uporabi.

Programska oprema, namenjena določenemu tipu zbiranja podatkov, vključuje osnovne in razmeroma omejene parapodatke, zbrane s strani klienta. Zbiranje parapodatkov omogoča programski jezik JavaScript, v katerega je vgrajena skripta oziroma zaporedje znakov (HTML)¹⁶, s katerimi raziskovalec lahko zbere določen tip parapodatkov. Brezplačno dostopno skripto za zbiranje določenega tipa parapodatkov s strani klienta je v programski jezik JavaScript prvi vgradil Dirk Heerwegh¹⁷.

Programska oprema, namenjena splošni komercialni in nekomercialni uporabi, pa v osnovi prihaja iz eksperimentov na področju psihologije preučevanja respondentov na spletu. Gre za napredne programe, ki shranjujejo vsa dejanja respondentov pri spletnem anketiranju. Eden

¹⁴ Naknadna sprememba odgovorov respondentov je opredeljena kot sprememba odgovora, potem ko je že odgovoril na enega od možnih odgovorov anketnega vprašanja (Stieger in Reips 2010).

¹⁵ Vprašanja o dejstvih so vprašanja kot na primer starost, kraj bivanja, spol respondentov. Vprašanja o stališčih pa so vprašanja, ki zahtevajo opredelitev stališč respondentov do anketnega vprašanja in zajemajo njihova prepričanja, čustva in vrednote (Stieger in Reips 2010).

¹⁶ HTML (ang. *Hypertext Markup Language*) je zaporedje ukazov, ki povejo, kako naj se predstavljena stran prikaže (Mrvar 2014).

¹⁷ Heerwegh, Dirk. 2002. *Describing response behaviour in websurveys using client side paradata*. Prispevek predstavljen na International Workshop on Websurveys, 17.–19. oktobra, v Manheimu, Nemčija.

takšnih programov se imenuje User-AgentTracer. Program je skripta vgrajena v JavaScript, ki spletnemu brskalniku omogoča shranjevanje informacij, kot so: čas izpolnjevanja posameznega anketnega vprašanja vseh respondentov, število vseh klikov miške, izbira vseh odgovorov, vse lokacije računalniške miške, vse naknadne spremembe odgovorov, vse neaktivnosti respondentov, itd. (Stieger in Reips 2010).¹⁸

4. Pristopi za odkrivanje časovnih anomalij

Večina časovnih anomalij ima nenavadno velike ali majhne časovne latence v primerjavi z časovnimi latencami v celotni opazovani množici. Časovne anomalije lahko bodisi negativno vplivajo na analizo podatkov, kot je regresijska analiza (ki temelji na predpostavki o normalni porazdelitvi opazovanih spremenljivk), bodisi zagotovijo učinkovite informacije o opazovanih časovnih latencah, ko analiziramo časovne anomalije in odgovore respondenta. Ker je zaznavanje in ustrezna rešitev časovnih anomalij pomemben del analize podatkov, je bilo razvitih več pristopov za njihovo odkrivanje. Tako v strokovni literaturi zasledimo številne statistične pristope, ki se ukvarjajo z iskanjem in rekodiranjem anomalij. Nekatere med njimi so občutljive na ekstremne vrednosti (npr. standardni odklon), druge pa so na ekstremne vrednosti odporne (npr. mediana). Čeprav so ti pristopi uspešni pri odkrivanju in odpravljanju časovnih anomalij v veliki količini približno normalno porazdeljenih časovnih latenc, se lahko pojavi težava, ko jih uporabimo pri iskanju časovnih anomalij nenormalno porazdeljenih časovnih latenc. To pa zato, ker ima vsak pristop različne predpostavke pri odkrivanju časovnih anomalij in se število odkritih časovnih anomalij razlikuje glede na tip pristopa, velikosti vzorca in porazdelitve opazovanih enot (Ratcliff 1993).

Osborne in Overbay (2004) sta opredelila škodljive učinke anomalij na statistične analize:

1. Anomalije povečujejo napako variance in zmanjšujejo moč statističnih testov, kar negativno vpliva na kakovost raziskave.

¹⁸ Stieger, Stefan in Ulf-Dietrich Reips. 2010. What are participants doing while filling in an online questionnaire: a paradata collection tool and an empirical study. *Computers in Human Behaviour* 26 (6): 1488–1495. Do Skripte lahko dostopamo na prošnjo avtorja.

2. V primeru, da so nenormalno porazdeljene, lahko povečajo možnosti napak tipa I¹⁹ in napak tipa II²⁰.

Naslednji primer ponazarja vpliv časovnih anomalij na aritmetično sredino, varianco in 95 % interval zaupanja za aritmetično sredino. Recimo, da imamo v vzorcu niz podatkov sestavljen iz časovnih podatkovnih točk (merjenih v minutah) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (glej tabela 4.1). Sedaj pa vrednost 7 minut nadomestimo z vrednostjo 77 minut. Kot je prikazano v tabeli 4.2, sta zaradi števila 77 aritmetična sredina in varianca opazovanih podatkov precej večja glede na prvotni niz podatkov. 95 % interval zaupanja za aritmetično sredino je zaradi variance prav tako precej širši. Kot vidimo, lahko takšne časovne anomalije povzročijo težave pri statistični analizi podatkov.

Tabela 4.1: Opisne statistike niza podatkov

Aritmetična sredina	Mediana	Varianca	95 % interval zaupanja za aritmetično sredino
4	4	4.67	[2 do 6]

Tabela 4.2: Opisne statistike niza podatkov po zamenjavi števila 7 s številom 77

Aritmetična sredina	Mediana	Varianca	95 % interval zaupanja za aritmetično sredino
14	4	774.67	[-11,74 do 39,74]

Časovne anomalije pa lahko zagotovijo tudi učinkovite informacije o opazovanih podatkih. Lahko gre za ekstremne vrednosti, ki odstopajo od večine opazovanih vrednosti in nam podajo pomembne informacije. V spletnem anketiranju lahko na ta način identificiramo posameznike, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro ali pa anketo izpolnijo po daljšem premoru (Steinbrecher in drugi 2013; Leiner 2013; Stieger in Reips 2010).

Obstajata torej dva osnovna razloga, zakaj je potrebno poiskati časovne anomalije:

- Odkrivanje in rešitev časovnih anomalij, ki zaradi ekstremnih vrednosti negativno vplivajo na statistične analize in s tem kakovost raziskave.

¹⁹ Napaka I. vrste (α) – α je verjetnost, da vzorčna vrednost pade v območje zavračanja ob predpostavki, da je domneva resnična. Zato je α verjetnost, da zavrnemo pravilno domnevo (Ferligoj in drugi 2011).

²⁰ Napaka II. vrste (β) – vzorčna vrednost lahko pade v območje sprejemanja, čeprav je domnevna vrednost parametra napačna (Ferligoj in drugi 2011).

- Uporaba časovnih anomalij z namenom pridobitve pomembnih informacij o preučevanih časovnih latencah.

4.1 Pristopi odkrivanja časovnih anomalij

Obstaja več pristopov, ki se uporabljajo za iskanje časovnih anomalij, in sicer parametrični pristopi, neparametrični pristopi ter kognitivni pristopi (Manoj in Senthamarai Kannan 2013; Sajesh in Sirinivasan 2013).

1. Parametrični pristopi

Statistični oz. parametrični pristopi temeljijo na predpostavki, da je porazdelitev opazovanih spremenljivk približno normalna in nato vse spremenljivke, ki odstopajo od predpostavk, opredelijo kot anomalije. Namenjene so testiranju domnev o vrednosti neznanih parametrov opazovane spremenljivke (Barnett in Lewis 1994). Pogosto so neprimerne za analizo velike količine podatkov, kjer porazdelitev opazovanih spremenljivk ni poznana. Gre za pristope kot so: testiranje aritmetične sredine, analiza variance (ANOVA), regresijska analiza itd.

Na drugi strani pa neparametrični pristopi ne zahtevajo, da je porazdelitev poznana, saj na podlagi analiziranih podatkov ustvarijo interval ali kriterij, po katerem iščejo anomalije v podatkih. Vse vrednosti, ki ne dosegaajo kriterijev, so označene kot anomalije. Obstajata dva razloga za uporabo neparametričnih pristopov, in sicer (Olewuezi 2011):

- uporaba z namenom iskanja morebitnih anomalij v opazovanih podatkih pred uporabo parametričnih pristopov,
- iskanje ekstremnih vrednosti, ki izstopajo glede na porazdelitev večine opazovanih podatkov.

2. Neparametrični pristopi

Neparametrični pristopi, ki temeljijo na izračunih, kot so mediana, absolutni odklon od mediane, interkvartilni odklon, so bili pri odkrivanju anomalij v preučevanih podatkih uporabljeni s strani številnih avtorjev (Heerwegh 2002; Heerwegh 2003; Heerwegh 2004; Malhotra 2008, Olewuezi 2011; Leiner 2013; Steinbrecher in drugi 2013; Greszki in drugi

2015). Splošno gledano gre za pristope, ki odgovarjajo na vprašanja o ocenjevanju porazdelitve statistik, namenjene testiranju modela ali opisovanju empiričnih učinkov časovnih latenc na porazdelitev opazovanih podatkov (Ratcliff 1993).

3. Kognitivni pristopi

V kognitivni psihologiji merimo čas, ki je potreben, da respondent vprašanje prebere in ga razume. Gre za mero bralnih sposobnosti respondenta, merjeno v milisekundah ali sekundah na besedo. Ideja tega pristopa je, da vse časovne latence, ki so krajše ali precej daljše, kot so bralne sposobnosti respondenta, opredelimo kot časovne anomalije in jih transformiramo ali iz analize izločimo, saj ne odražajo skrbnega opravljanja vseh štirih kognitivnih korakov respondenta (ne odslikujejo pričakovanega kognitivnega obnašanja). Časovne latence so namreč pod vplivom bralnega razumevanja besed respondenta, ki določajo mejo časovnih latenc respondentov, pod (oz. nad) katerimi jih lahko opredelimo kot respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro (oz. prepočasi) (Zhang 2013; Tesser 1993). Pristopi odkrivanja časovnih anomalij, ki temeljijo na statističnih izračunih kot so standardni odklon, interkvartilni razmik, mediana, indeks hitrosti (ang. *speeder index*) in absolutni odklon od mediane, so v literaturi pogosto uporabljene (Heerwegh 2003; Malhotra 2008; Ratcliff 1993; Manoj in Senthamarai Kannan 2013) z namenom identifikacije časovnih latenc, ki ne odslikujejo pričakovanega kognitivnega obnašanja respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika.

V nadaljevanju podrobneje predstavljamo pristope, ki so namenjeni odkrivanju časovnih anomalij.

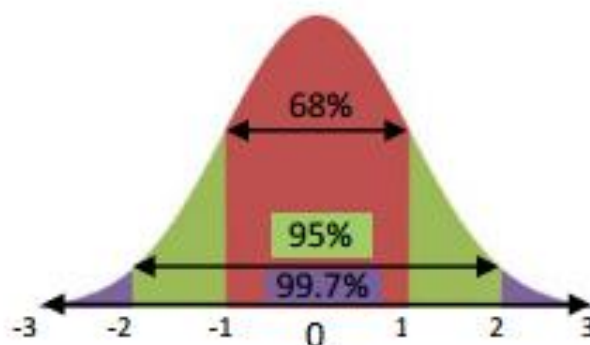
4.1.1 Standardni odklon

Preprost klasičen pristop odkrivanja časovnih anomalij je standardni odklon (v nadaljevanju SD), ki je opredeljen kot:

- Kriterij 2 SD: povprečna vrednost $x \pm 2 \text{ SD}$.
- Kriterij 3 SD: povprečna vrednost $x \pm 3 \text{ SD}$, kjer sta povprečna vrednost x in SD vrednosti preučevanega vzorca podatkov.

Slika 4.1 prikazuje, da je okoli 68 %, 95 % in 99,7 % podatkov znotraj 1, 2 in 3 standardnih odklonov od aritmetične sredine. Tako lahko vse časovne latence, ki so od aritmetične sredine oddaljene za 2 ali 3 standardne odklone, opredelimo kot časovne anomalije.

Slika 4.1: Pravilo 68-95-99,7



Slabost omenjenega pristopa pa je visoka občutljivost aritmetične sredine in standardnega odklona na ekstremne vrednosti. V primeru, da so v zbranih podatkih prisotne časovne latence z zelo visokimi vrednostmi, bodo te vrednosti vplivale na povečanje aritmetične sredine in standardnega odklona do te mere, da bo postalo iskanje anomalij nemogoče (Cousineau in Chartier 2010).

Ponazorimo to z naslednjim primerom. Podana je podatkovna baza časovnih latenc (merjenih v sekundah) 1,3,3,6,8,10,10 in 1000. Na pogled vidimo, da je časovna latenca 1000 sekund anomalija. Izračunana aritmetična sredina znaša 130 sekund in standardni odklon 329 sekund. V primeru, da uporabimo kriterij 3 SD, lahko odstranimo števila pod vrednostjo -856 in nad vrednostjo 1117. Torej kriterij 3 SD števila 1000 ni opredelil kot anomalijo, kar jasno kaže na omejitve pristopa SD v primeru ekstremne vrednosti.

Vzorčna aritmetična sredina in vzorčni standardni odklon dobro ocenita položaj in obliko približno normalno porazdeljenih časovnih latenc v podatkovni bazi. Vendar pa v primeru (asimetričnih porazdelitev) časovnih anomalij odstopata, kar bistveno vpliva na uspešnost zaznavanja časovnih anomalij. Tako aritmetične sredine in standardnega odklona ne štejemo kot robustni meri, saj imata zelo nizko odpornost proti časovnim anomalijam. Ker lahko ena sama časovna anomalija bistveno spremeni vrednost aritmetične sredine in standardnega

odklona, pravimo, da imata meri nizko točko zloma (ang. *breakdown point*) (Sabade in Walker 2002). Hampel (Hampel v Ben-Gal 2005, 5–6) je predstavil koncept točke zloma kot mero robustnosti posameznega pristopa na ekstremne vrednosti. Točka zloma je opredeljena kot najmanjši delež anomalij, ki jih določen pristop lahko upošteva pri analizi in še vedno zagotavlja dobro oceno²¹. Večja, kot je točka zloma pristopa, bolj robusten je. Na primer, vzorčna aritmetična sredina ima točko zloma $1/n$, saj lahko ena sama ekstremna vrednost povzroči povečanje aritmetične sredine in standardnega odklona preko meja. Zato je Hampel predlagal mediano in absolutni odklon od mediane kot robustni meri iskanja anomalij²².

4.1.2 Absolutni odklon od mediane

Absolutni odklon od mediane (v nadaljevanju MAD) je mera statistične razpršenosti statističnih spremenljivk v populaciji okoli mediane. Pristop je zanesljivejši oz. bolj robusten glede na vzorčno aritmetično sredino in vzorčni standardni odklon ob prisotnosti časovnih anomalij.

Pristop MAD je opredeljen kot (Leys in drugi 2013):

$$MAD = b M_i \left(\left| x_i - M_j(x_j) \right| \right)$$

kjer je x_j pomeni število vseh opazovanih spremenljivk in M_i mediano opazovanih spremenljivk. $b = 1,4826$ predstavlja konstanto, povezano s predpostavko o normalnosti podatkov. V primeru, da opazovani podatki ne sledijo približno normalni porazdelitvi, se konstanto b izračuna po naslednji formuli: $b = 1/Q(0,75)$. 0,75 percentil, predstavlja vrednost, od katere ima 75 % opazovanih enot manjšo vrednost.

Računanje MAD pa zahteva naslednje korake (Leys in drugi 2013):

1. Vrednosti razvrstimo v naraščajočem vrstnem redu z namenom računanja mediane²³.

²¹ Točka zloma statističnega pristopa je največji možni delež opazovanih spremenljivk, ki so anomalije in ne vplivajo na pristransko oceno pristopa (Ben-Gal 2005).

²² Na primer, ko ima ena spremenljivka neskončno vrednost, vrednost aritmetične sredine vseh spremenljivk postane neskončna, zato je točka zloma aritmetične sredine enaka 0. Nasprotno pa mediana ostaja nespremenjena. Mediana postane neprimerna pri ocenjevanju podatkov le v primeru, ko ima več kot 50 % vseh spremenljivk neskončno vrednost. S točko zloma 0,5 je mediana pristop, ki ima najvišjo točko zloma. Kar velja tudi za absolutni odklon od mediane (Ben-Gal 2005).

²³ Mediano neke porazdelitve poiščemo tako, da uredimo vse vrednosti po velikosti od najmanjše do največje.

1. Če je število opazovanih podatkov n liho, dobimo mediano tako, da preštejemo vse $\frac{n+1}{2}$ vrednosti.

2. Mediano odštejemo od vrednosti spremenljivk in dobimo absolutne vrednosti. Na primer, imamo časovne latence (merjene v sekundah) 5,5,6,6,8,10,12 in 1000. Mediana se nahaja med 4 in 5 številom, kar pomeni, da mediana znaša 7 sekund. Nato mediano odštejemo od vsake spremenljivke (5-7), (5-7), (6-7), (6-7), (8-7), (10-7), (12-7), in (1000-7) ter dobimo absolutne vrednosti 2, 2, 1, 1, 1, 3, 5, in 993.
3. Absolutne vrednosti razvrstimo po naraščajočem vrstnem redu: 1, 1, 1, 2, 2, 3, 5 in 993 ter izračunamo mediano.
4. Mediana znaša 2 sekundi in se v primeru približno normalno porazdeljenih podatkov pomnoži s konstanto $b = 1,4826$.
5. Poiščemo MAD z vrednostjo 2,9652 in določimo kriterije iskanja anomalij.
6. Določitev kriterija pa je odvisna od raziskovalca. Tako v literaturi zasledimo uporabo 2, 3 in 3.5 MAD.

Vzemimo v našem primeru kriterij 3 MAD in ga zapišimo:

$$M - 3 * MAD < x_i < M + 3 * MAD$$

Dobimo $7 + (3 * 2,9652) = 15,90$ in $7 - (3 * 2,9652) = -1,90$. Torej so vse vrednosti, ki so večje kot 15,90 in manjše kot -1,90, so anomalije, ki jih lahko odstranimo. V našem primeru je to vrednost 1000 sekund, ki je časovna anomalija.

4.1.3 Interkvartilni razmik

Tretja pristop pri odkrivanju časovnih anomalij se imenuje interkvartilni razmik (v nadaljevanju IQR). Razvil ga je John Tukey, pristop pa ne predpostavlja normalne porazdelitve opazovanih spremenljivk, niti ni odvisen od velikosti srednje vrednosti ali standardnega odklona. Gre za enostavno orodje za prikaz informacij o univariatnih podatkih, kot so mediana, spodnji kvartil, zgornji kvartil ter ekstremne vrednosti. Pravila pristopa so naslednja (Hodge in Austin 2004):

-
2. Če je n sodo, je mediana povprečna vrednost sredinskih dveh vrednosti iz urejenega seznama vrednosti.

1. Spodnji kvartil (Q1) predstavlja 25 percentil in zgornji kvartil (Q3) 75 percentil podatkov. IQR je opredeljen kot interval med Q1 in Q3, kar z drugimi besedami imenujemo interkvartilni razmik.
2. Spodnjo mejo podatkov predstavlja vrednost, ki jo dobimo z naslednjima enačbama: $Q1 - (1,5 * IQR)$ in $Q3 - (1,5 * IQR)$.
3. Zgornjo mejo podatkov predstavljajo vrednosti dobljene z $Q1 - (3 * IQR)$ in $Q3 + (3 * IQR)$.
4. Vrednosti, ki odstopajo od spodnje in zgornje meje, imenujemo anomalije.

Pristop je manj občutljiv na ekstremne vrednosti podatkov kot prejšnja dva pristopa, ker uporablja kvartile, ki so na ekstremne vrednosti odporni.

4.1.4 Indeks hitrosti (ang. *speeder index*)

Steinbrecher in drugi (2013) so v longitudinalni nemški študiji volitev uporabili pristop indeks hitrosti, po katerem so iskali respondente, ki so anketna vprašanja izpolnjevali prehitro in respondente, ki so anketna vprašanja izpolnjevali prepočasi. Za opredelitev prepočasnih respondentov so uporabili kriterij zgoraj 5 %, kjer so izločili 5 % časovnih latenc, ki so bile na posamezni strani najdaljše. Predpostavljali so namreč, da zelo dolge časovne latence predstavljajo respondente, ki so anketni vprašalnik izpolnili po premoru, ali pa so bili pri reševanju neosredotočeni, s čimer bi lahko negativno vplivali na kakovost podatkov.

Po izločitvi 5 % prepočasnih časovnih latenc na posamezni strani so po naslednjem postopku izračunali indeks hitrosti, s katerim so opredelili respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja:

1. Za vsako stran ankete izračunamo mediano.
2. Za vsako stran posebej opredelimo respondente, in sicer:
 - časovnim latencam respondentov, ki so večje ali enake vrednosti mediane, pripišemo vrednost 1,
 - časovnim latencam respondentov, ki so manjše od mediane, pa pripišemo vrednost, ki jo dobimo po naslednji formuli:

$$\text{vrednost respondenta} = \frac{\text{čas respondenta}}{\text{mediana}}$$

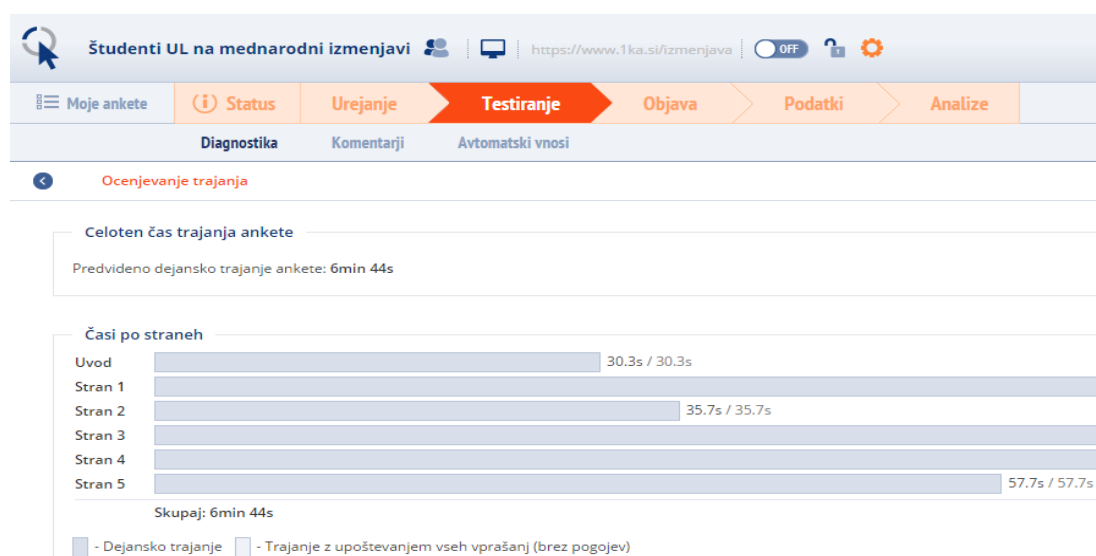
3. Dobljene vrednosti za posameznega respondenta po posameznih straneh seštejemo in delimo s številom strani, na katerih je bil respondent.
4. Spodnjih 10 % časovnih latenc opredelimo kot respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja.
 - Vrednost 1 pomeni, da je časovna latenca respondenta na posamezni strani spletne ankete nad vrednostjo mediane, nasprotno pa vse časovne latence, ki se približujejo vrednosti 0, nakazujejo na respondente s časovnimi latencami pod vrednostjo mediane.

4.1.5 Asimetrično odstranjevanje anomalij

Spletno orodje 1KA na osnovi normativov, oblikovanih na podlagi dolgoletnih izkušenj s spletnim anketiranjem, oceni predvideno trajanje posamezne strani in anketnega vprašalnika. Predvideno trajanje pa nato analizira s pristopom asimetrično odstranjevanje anomalij (v nadaljevanju AOA): spodaj 5 % in zgoraj 200 %. To pomeni, da so na posamezni strani kot anomalije opredeljene in izločene vse časovne latence, ki spadajo v spodnjih 5 % predvidenega trajanja za posamezno stran ter časovne latence, ki spadajo v zgornjih 200 % predvidenega trajanja za posamezno stran.

S sliko 4.2 ponazarjamo konkreten primer izračuna predvidenega časa trajanja anketnega vprašalnika in posamezne strani spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi.

Slika 4.2: Ocenjevanja trajanja spletnega orodja 1KA



Vir: 1KA (2015).

V zavihku Testiranje spletnega orodja 1KA lahko dostopamo do diagnostike, ki izračuna čas trajanja celotne ankete in čas trajanja za posamezno stran.

Na podlagi ocenjenega trajanja posamezne strani in pristopa AOA, smo izračunali meje za posamezno stran. Kot primer vzemimo čas na strani 5 (glej sliko 4.2). Ocenjeno trajanje za 5. stran znaša 57,7 sekund. Po kriteriju spodaj 5 % od predvidenega trajanja strani smo tako na strani 5 identificirali in izločili vse časovne anomalije, ki so bile enake ali krajše od 3 sekund. Enako smo po kriteriju zgoraj 200 % od predvidenega časa trajanja identificirali in izločili vse časovne anomalije enake ali daljše od 115 sekund.

4.1.6 Bralne sposobnosti (bralno razumevanje)

Naključni odgovor lahko povzroči nenameren odziv in zelo kratko časovno latenco. Neosredotočenost na drugi strani (npr. pogovarjanje po telefonu med izpolnjevanjem ankete, branje elektronske pošte itd.) pa lahko povzroči pretirano dolge časovne latence. Ugibanje, utrujenost in pomanjkanje motivacije s strani respondenta so še nekateri izmed možnih dejavnikov, ki povzročajo pretirano kratke ali pretirano dolge časovne latence pri izpolnjevanju spletnih anket. Vse te dejavnike lahko (Zhang 2013) poiščemo s pomočjo kognitivnega pristopa bralne sposobnosti respondenta, ki temelji na prebranih besedah, merjenih v milisekundah ali sekundah. Gre za čas, v katerem lahko respondent prebere in razume zastavljeno besedo. V strokovni literaturi zasledimo različne pristope oz. spodnje in zgornje bralne meje. Jiang (2011) navaja, da posameznik zelo težko prepozna besedo in nanjo poda pozitiven odziv v manj kot 300 milisekundah (0,3 sekunde). Zelo kratke časovne latence so pogosto povezane z visoko stopnjo merskih napak. Mejna vrednost 300 milisekund se zato lahko uporablja za iskanje in izključitev časovnih anomalij oz. respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja. Prav tako respondent potrebuje manj kot 1000 milisekund (1 sekundo), da prebrano besedo prepozna in nanjo poda odgovor. Ko pa respondent preseže odzivni čas 2500 milisekund na prebrano besedo (2,5 sekunde) je precej verjetno, da je v odzivu respondenta prisotna napaka (npr. neosredotočenost, nemotiviranost itd.). Tako lahko vsako vrednost časovne latence, ki je daljša kot 2500 milisekund na besedo, opredelimo kot časovno anomalijo in jo lahko transformiramo ali iz analize izključimo.

Carver (1992) je v svoji študiji ugotovil, da je povprečna bralna sposobnost študentov okoli 200 milisekund na besedo. Vse vrednosti pod mejo 200 milisekund na besedo lahko opredelimo kot anomalije, saj gre v tem primeru za posameznike, ki niso pazljivo prebrali in razumeli zastavljene besede.

Cousineau in Chartier (2010) navajata, da se časovne latence respondentov, ki odslikujejo pričakovano kognitivno obnašanje, nahajajo med spodnjo mejo 260 milisekund na prebrano besedo in zgornjo mejo 1000 milisekund na prebrano besedo s standardnim odklonom približno 120 milisekund.

Yap J. in drugi (2012) so v študiji z naslovom »*An abundance of riches: cross-task comparisons of semantic richness effects in visual word recognition*« vse časovne latence, ki so bile krajše od 200 milisekund na besedo in daljše od 3000 milisekund na besedo, opredelili kot časovne anomalije ter jih iz analize odstranili.

Tako vse časovne latence respondentov pod spodnjo mejo branja opredelimo kot respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja (Zhang 2013; Callegaro in drugi 2009) ter vse časovne latence nad zgornjo mejo branja opredelimo kot respondente, ki so anketna vprašanja zaradi različnih dejavnikov izpolnjevali prepočasi (Ratcliff 1993).

5. Raziskovalno vprašanje in metodološki pristop

S pomočjo empirične analize želimo odgovoriti na naslednja raziskovalna vprašanja:

- 1 Ali bodo uporabljeni neparametrični in kognitivni pristopi v spletnih anketah učinkovito identificirali respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro (se poslužujejo strategije zadostovanja), in respondente, ki anketna vprašanja zaradi različnih dejavnikov izpolnjujejo prepočasi?
- 2 Kateri izmed neparametričnih in kognitivnih pristopov izloči najmanjši delež opazovanih enot, pri tem pa najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov? V okviru raziskovalnega vprašanja bomo ugotavljali, pri katerem pristopu je po izločitvi časovnih anomalij vrednost standardnega odklona oz. koeficienta variacije najnižja in vrednosti koeficienta asimetrije in sploščenosti na posamezni strani anketnega vprašalnika najbližje približno normalni porazdelitvi?
- 3 Ali lahko s pomočjo neparametričnih in kognitivnih pristopov razvijemo optimalno veljaven pristop, ki bi ga pri iskanju časovnih anomalij uporabilo tudi spletno orodje 1KA?

Hipoteze, ki se navezujejo na zastavljena raziskovalna vprašanja:

H1: Neparametrični in kognitivni pristopi, ki opredeljujejo časovne anomalije, učinkovito identificirajo respondente, ki izpolnjujejo anketni vprašalnik, ter respondente, ki anketni vprašalnik izpolnjujejo prehitro ali prepočasi.

H2: Dejanski časi oz. izračunano povprečje časovnih latenc za posamezno stran je z uporabo pristopa AOA bolj natančno glede na ocene analiziranih pristopov: MAD, IQR, indeks hitrosti, indeks mediane in bralne sposobnosti.

H3: Iz različnih razlogov (nemotiviranost, poznana tematika anketnega vprašalnika), bodo respondenti proti koncu anketnega vprašalnika za izpolnjevanje anketnih vprašanj porabili manj časa, kar se bo odražalo v krajših časovnih latencah.

6. Empirična analiza

Na podlagi teoretske razprave se zastavlja vprašanje, ali lahko s pomočjo neparametričnih in kognitivnih pristopov uspešno identificiramo in odstranimo časovne anomalije, ki v opazovanih podatkih ne odlikujejo pričakovanega kognitivnega obnašanja respondenta in s tem povišamo kakovost raziskave.

Na empirični ravni bodo tako podrobneje predstavljeni uporabljeni pristopi, s katerimi smo iskali časovne anomalije v podatkih treh računalniško podprtih samoanket. Poleg slednjega pa bodo predstavljene in argumentirane tudi raziskovalne hipoteze, ki smo si jih zastavili v magistrskem delu.

6.1 Metodologija

Pri testiranju pristopov za iskanje časovnih anomalij in raziskovalnih hipotez smo uporabili sekundarne podatke. Razlogi so bili tako konceptualno-vsebinski (že testirani vprašalniki) kot ekonomski (prihranek denarja).

Gre za naslednje računalniško podprte samoankete narejene in testirane s spletnim orodjem 1KA:

1. **Študentje Univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi.** V anketo so bili zajeti posamezniki, ki so kot študenti Univerze v Ljubljani odšli na mednarodno izmenjavo v roku zadnjih 4 let (št. leto 2009/10 in za tem). V anketo, ki je bila aktivirana od 14. aprila 2013 do 21. januarja 2014, je bilo zajetih 1141 študentov. Vsebovala je 15 vprašanj, v kateri je bilo uporabljenih 35 spremenljivk. Predvidena programska dolžina spletne ankete je bila 6 minut in 44 sekund, medtem ko je dejanski čas²⁴ anketiranja po končani analizi znašal 3 minute in 56 sekund.
2. **Anketa o financiranju visokošolskega študija.** Anketa je potekala od 9. aprila 2013 do 9. julija 2013 in je zajemala 639 študentov. Anketa je vsebovala 19 vprašanj in 42 spremenljivk. Predvidena programska dolžina spletne ankete je bila ocenjena na 6

²⁴ Dejanski čas anketiranja je povprečni čas vseh respondentov, ki je bil v orodju 1KA izračunan na podlagi pristopa AOA: spodaj 5 % od predvidenega trajanja posamezne strani in zgoraj 200 % od predvidenega trajanja posamezne strani.

minut in 2 sekundi, dejanski čas anketiranja po končani analizi pa je znašal 4 minute in 19 sekund.

3. **Tuji študentje na mednarodni izmenjavi na Univerzi v Ljubljani.** V anketo so bili zajeti tuji študenti, ki so študirali kot Erasmus študenti na Univerzi v Ljubljani v roku zadnjih 4 let (št. leto 2009/10 in za tem). V anketi je sodelovalo 874 študentov, vsebovala pa je 14 vprašanj in 36 spremenljivk. Spletno orodje 1KA ja ocenilo čas trajanja ankete na 8 minut in 23 sekund, dejanski čas anketiranja pa je znašal 4 minute in 43 sekund. Anketa je bila aktivna od 14. aprila 2013 do 14. julija 2013.

Zbrani podatki oz. vse časovne latence respondentov treh računalniško podprtih samoanket so bile vnesene v programski orodji za statistično obdelavo podatkov SPSS in R. Ker imata programski orodji vgrajenih veliko statističnih in matematičnih funkcij, smo lahko izvedli tudi vse potrebne analize (opisna statistika). Natančneje smo s pomočjo orodja R preverili vrednost aritmetične sredine, standardnega odklona, variance ter obliko porazdelitve časovnih latenc treh računalniško podprtih samoanket. S pomočjo SPSS orodja pa smo grafično predstavili frekvenčne porazdelitve časovnih latenc posamezne računalniško podprte samoankete.

Tabela 6.1: Opisne statistike posamezne strani spletne ankete Študentje Univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi

	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Aritmetična sredina (s)	302	48	119	85	251
Standardni odklon (s)	2795	367	482	407	4626
Koeficient asimetrije	22	25	26	28	30
Koeficient sploščenosti	572	723	784	871	964

Vrednosti koeficienta asimetrije in koeficienta sploščenosti nakazujeta na porazdelitev časovnih latenc, ki je asimetrična v desno in koničasta. Asimetrijo in koničavost časovnih latenc pa bomo opazili tudi v primeru preostalih dveh anket.

Tabela 6.2: Opisne statistike posamezne strani spletne ankete o financiranju visokošolskega študija

	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Aritmetična sredina (s)	231	182	90	24	56	45
Standardni odklon (s)	1439	1846	83	55	120	94
Koeficient asimetrije	14	22	11	11	15	6
Koeficient sploščenosti	246	508	169	141	264	50

Tabela 6.3: Opisne statistike posamezne strani spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi na Univerzi v Ljubljani

	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Aritmetična sredina (s)	194	49	41	174	105	408
Standardni odklon (s)	1499	802	79	723	263	9188
Koeficient asimetrije	16	29	13	20	15	27
Koeficient sploščenosti	260	853	206	488	250	743

Če je vrednost standardnega odklona majhna, potem se vrednosti posameznih enot analize manj odklanjajo od povprečne vrednosti in je povprečna vrednost dober opis zbranih podatkov. V našem primeru to ne drži, saj je vrednost standardnega odklona časovnih latenc vseh treh spletnih anket velika (glej npr. tabelo 6.3).

V primeru, da bi se vrednost koeficienta asimetrije (ang. *skewness*) nahajala na intervalu $[-1, 1]$ in koeficienta sploščenosti (ang. *kurtosis*) na intervalu $[-3, 3]$, bi pomenilo, da se opazovane časovne latence porazdeljujejo približno normalno. Gre za to, da lahko podatke učinkovito opišemo samo z dvema parametroma: z aritmetično sredino (μ) in s standardnim odklonom (σ). Vendar pa sta nerobustni meri asimetrije in sploščenosti oz. koeficienta asimetrije in sploščenosti pokazala visoko asimetrijo in ekstremno koničavost časovnih latenc pri vseh treh računalniško podprtih samoanketah. Razlog za tako visoke vrednosti koeficienta asimetrije in koeficienta sploščenosti so ekstremno dolge časovne latence nekaterih respondentov na posamezni strani. Vrednost koeficienta asimetrije je v vseh treh spletnih anketah večja od vrednosti 1, kar pomeni, da gre za asimetrično porazdelitev podatkov v desno. Asimetričnost v desno pomeni, da je desni rep daljši od levega. Podatki za koničavost pa nakazujejo na porazdelitev podatkov, kjer je osrednji vrh višji in bolj oster, njegovi repi pa so daljši in debelejši. Torej, če povzamemo: z namenom

odpraviti ekstremno koničavost in asimetrijo časovnih latenc (časovne anomalije) ter s tem zagotoviti višjo kakovost empirične analize, smo na opazovanih časovnih latencah uporabili naslednje pristope, namenjene iskanju časovnih anomalij:

- a) **MAD.** Za identificiranje časovnih anomalij smo uporabili kriterij ± 3 MAD.
- b) **IQR.** Za identificiranje prehitrih respondentov smo uporabili kriterij $Q1 - (1,5 * IQR)$, za identificiranje prepočasnih respondentov pa kriterij $Q3 + (1,5 * IQR)$.
- c) **Indeks hitrosti.**
- d) **AOA.** Časovne anomalije smo iskali s kriterijem spodaj 5 % od predvidenega trajanja posamezne strani in zgoraj 200 % od predvidenega trajanja posamezne strani.

Zaradi asimetrične porazdelitve časovnih latenc pristopa na **osnovi standardnega odklona** nismo uporabili, saj visoke časovne latence vplivajo na povišanje aritmetične sredine in standardnega odklona, slednji pa predpostavlja približno normalno porazdelitev opazovanih podatkov.

- e) Na podlagi prebrane literature in na podlagi pristopa indeks hitrosti, ki se v literaturi pogosto uporablja za odkrivanje časovnih anomalij (Greszki in drugi 2015; Steinbrecher in drugi 2013), pa smo dodatno oblikovali in uporabili lasten pristop, ki temelji na mediani, zato smo pristop poimenovali **indeks mediane**. Postopek izračuna pristopa indeks mediane se od pristopa indeks hitrosti razlikuje v točki 2 in točki 5. Razlike pri točki 2 so v formuli za izračun vrednosti indeksa respondentov, ki imajo vrednosti časovnih latenc na posamezni strani manjše od vrednosti mediane:

$$\text{vrednost respondenta} = \frac{\text{mediana}}{\text{čas respondenta}}$$

Dobljena vrednost respondenta (npr. vrednost respondenta 2) pomeni, da je respondent stran izpolnil dvakrat hitreje od mediane, zato pri točki 5 odstranimo 10 % najvišjih časovnih latenc (pri pristopu indeks hitrosti odstranimo 10 % najnižjih) in jih označimo kot respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja.

Pristop indeks mediane smo oblikovali zato, ker smo domnevali, da bo zaradi točke 5, izračunan indeks pri analizi izločil večji delež zelo nizkih časovnih latenc oz. prehitrih

respondentov v primerjavi s pristopom indeks hitrosti. Slednjo domnevo smo preverjali v poglavju 6.2 Analiza in pristopi.

- f) Poleg zgornjih neparametričnih pristopov smo uporabili tudi **kognitivni pristop, bralne sposobnosti**. Pri bralnih sposobnostih respondenta smo kot bralno mero uporabili v literaturi že uveljavljene načine merjenj bralnih sposobnosti respondenta. Določili smo več bralnih mej,²⁵ s katerimi smo iskali respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja in respondente, ki na anketna vprašanja zaradi različnih dejavnikov odgovarjajo prepočasi. Potrebno je tudi upoštevati, da v magistrskem delu ne poskušamo natančno določiti hitrosti branja za posamezna vprašanja za posamezne respondente. Nasprotno, naš cilj je, da uporabimo generični prag za identifikacijo respondentov, katerih časovne latence se glede na preostale respondente pogosteje nahajajo na spodnji in zgornji meji. V analizo smo tako zajeli naslednje pristope bralnih sposobnosti:

Spodnja bralna meja = $0,2 * \text{vsota vseh besed v vprašanju}$

Spodnja bralna meja = $0,3 * \text{vsota vseh besed v vprašanju}$

Zgornja bralna meja = $2,5 * \text{vsota vseh besed v vprašanju}$

Delež odstranjenih časovnih anomalij pa smo zabeležili tako pri neparametričnih kot kognitivnih pristopih. Pomembno je namreč, da pristop izloči čim manjši delež opazovanih časovnih latenc. Nekateri avtorji predlagajo dopustno mejo 10 % ali 15 % enot, v nasprotnem primeru je potrebno razmisliti o zamenjavi ali prilagoditvi pristopa (Ratcliff 1993; Jiang 2011).

²⁵ Več bralnih mej smo uporabili zato, ker smo želeli preveriti učinkovitost različnih pristopov pri identificiranju in odstranjevanju časovnih anomalij.

6.2 Analize in rezultati

V nadaljevanju je predstavljena analiza uporabljenih pristopov za odkrivanje časovnih anomalij na primeru treh računalniško podprtih samoanket.

1. Analiza pristopov po odstranitvi anomalij: spletna anketa Študentje UL na mednarodni izmenjavi.

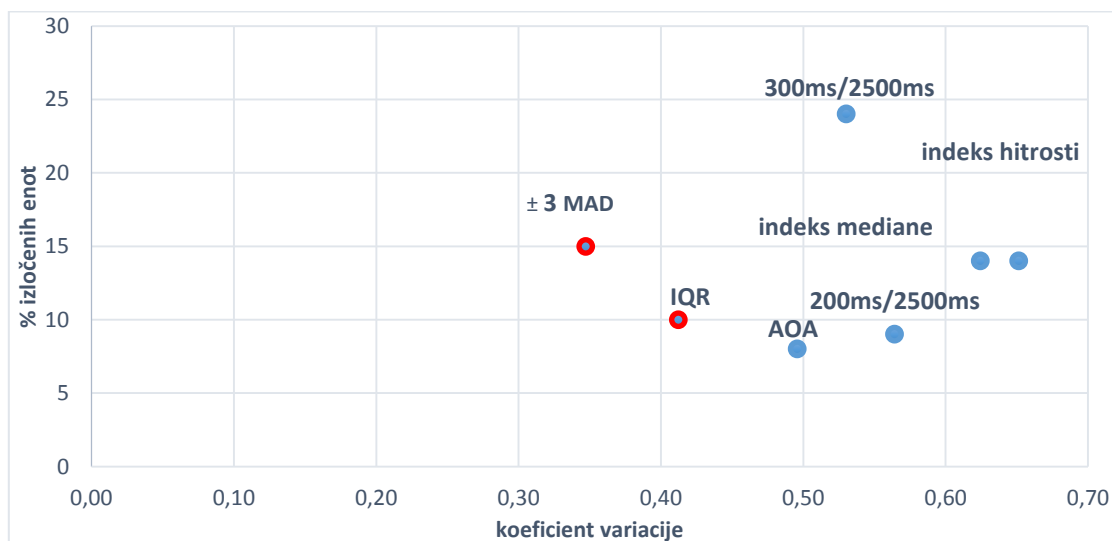
Tabela 6.4: Opisne statistike spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi

PRISTOP	N	N* (število analiziranih enot po odstranjenih anomalijah)	Število odstranjenih enot	% odstranjenih enot	Ocenjeno povprečno trajanje (s)	Standardni odklon od ocenjenega povprečnega trajanja (s)	Koeficient variacije
$\pm 3 \text{ MAD}$	5353	4559	794	15	216	75	0,35
IQR	5353	4805	548	10	228	94	0,41
Indeks hitrosti	5353	4589	764	14	264	172	0,65
Indeks mediane	5353	4589	764	14	277	173	0,62
Spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	5353	4886	467	9	257	145	0,56
Spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	5353	4065	1288	24	281	149	0,53
AOA	5353	4943	410	8	240	119	0,50

Kljub najnižji vrednosti standardnega odklona pristopa $\pm 3 \text{ MAD}$ in približno normalno porazdeljenimi časovnimi latencami na posamezni strani, pristop v našem primeru za uporabo ni primeren. Kot bomo videli v nadaljevanju, zaradi negativnih vrednosti spodnje meje, ne moremo identificirati respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja.

Poleg pristopa ± 3 MAD je zaradi negativnih spodnjih meja za uporabo neprimeren tudi pristop IQR (položaj pristopov je zaradi neprimernosti uporabe, na sliki 6.1 označen z rdečo barvo). Nasprotno pa pristopi: indeks hitrosti, indeks mediane, spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms, spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms ter AOA identificirajo respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro in respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prepočasi. Da bi preverili tudi učinkovitost posameznih pristopov pri identifikaciji anomalij, smo pristope podrobneje analizirali, in sicer, smo opredelili položaj pristopov glede na delež odstranjenih enot in glede na vrednost koeficienta variacije, njihove spodnje in zgornje meje ter opisne statistike za posamezno stran računalniško podprtih samoanket.

Slika 6.1: Položaj pristopov glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije



Da lahko primerjamo variabilnosti različnih pristopov, uporabimo koeficient variacije. Koeficient variacije je mera variacije, ki je izražena kot razmerje med standardnim odklonom in aritmetično sredino. Koeficient variacije primerja standardni odklon z aritmetično sredino, in sicer večji kot je, večja je variacija opazovanih enot. Ker je koeficient variacije neodvisen od merske enote in od obsega opazovanih podatkov, je primeren za uporabo pri primerjavi variacije dveh ali več vzorcev podatkov iz različnih spremenljivk ali iz istih spremenljivk, z različnimi vrednostmi aritmetične sredine (Brown 1998).

Glede na preostale analizirane pristope, pristop AOA izloči najmanjši delež opazovanih enot in pri tem (najnižja vrednost koeficienta variacije) najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov. Glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije, pristopu AOA po vrstnem redu sledijo: spodaj 200 milisekund in zgoraj 2500 milisekund (v

nadaljevanju ms), indeks mediane in indeks hitrosti. Pristop 300 ms in 2500 ms zaradi visokega deleža izločenih enot (24 %) v našem primeru za uporabo ni primeren (glej slika 6.1). V nadaljevanju predstavljamo podrobno analizo posameznih pristopov.

Tabela 6.5: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa ± 3 MAD

± 3 MAD	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Spodnja meja (s)	16	5	14	2	-
Zgornja meja (s)	84	41	145	109	42
Koeficient asimetrije	0,69	0,48	0,47	0,54	1,13
Koeficient sploščenosti	-0,12	-0,24	-0,26	-0,17	0,99
Število izločenih enot	195	142	104	92	261

Omenili smo, da pristop ni primeren za identifikacijo respondentov, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro. Poleg negativne vrednosti spodnje meje na 5. strani spletne ankete se težava pojavi tudi na 4. strani, in sicer znaša vrednost spodnje meje pristopa 2 sekundi. To pomeni, da vse respondente na 4. strani, ki imajo časovne latence manjše od 2 sekund, lahko identificiramo kot respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja. Če pogledamo na 4. stran spletne ankete Študentje Univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi (glej slika 6.2 in histogram 6.1) vidimo, da je stran nemogoče prebrati (kaj šele ustrezno izpolniti) v dveh sekundah, ne da bi tudi vrednost 2 sekundi označili kot anomalijo.

Slika 6.2: 4. stran spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi.

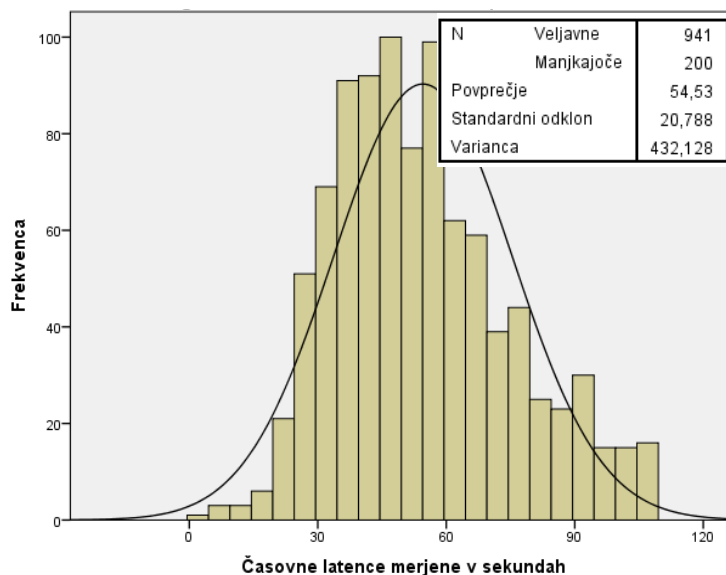
Ocenite razlike v študijskih pogojih med domačim in vam znanim tujim okoljem. Ali sta študijska obremenitev in zahtevnost pogojev za pristop k izpitu nižji, enaki, ali višji kot na vaši fakulteti/akademiji na Univerzi v Ljubljani?

	Nižja kot na UL	Enaka kot na UL	Višja kot na UL	Ne vem
Študijska obremenitev na teden	☐	☐	☐	☐
Zahtevnost pogojev za pristop k izpitu	☐	☐	☐	☐

Nadalje ocenite še razlike po naslednjih petih pogojih za študij. Ali so v tujini pogoji po teh kriterijih slabši, enaki ali boljši kot na vaši fakulteti na Univerzi v Ljubljani?

	Slabši pogoji kot na UL	Enaki pogoji kot na UL	Boljši pogoji kot na UL	Ne vem
Dostopnost pedagogov (govorilne ure, e-komunikacija, konzultacije, tutorstvo)	☐	☐	☐	☐
Dostop do literature (e-oblika, št. enot v knjižnici, baze podatkov)	☐	☐	☐	☐
Pogoji za študij v knjižnici	☐	☐	☐	☐
Raziskovalna oprema (laboratoriji, računalniška in druga informacijsko-komunikacijska oprema, predavalnice)	☐	☐	☐	☐
Možnost vključitve v dodatne raziskovalne aktivnosti učiteljev	☐	☐	☐	☐

Histogram 6.1: Porazdelitev časovnih latenc 4. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa ± 3 MAD



Na histogramu 6.1 je prikazana pomanjkljivost pristopa ± 3 MAD pri identificiranju časovnih anomalij in sicer respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja iz analize ne izloči.

Tabela 6.6: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa IQR

IQR	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Spodnja meja (s)	-	-	-	-	-
Zgornja meja (s)	114	49	173	127	82
Koeficient asimetrije	1,18	0,822	0,74	0,74	2,19
Koeficient sploščenosti	1,20	0,43	0,34	0,21	4,83
Število izločenih enot	140	95	63	66	184

Zaradi negativnih vrednosti spodnjih mej le teh ne moremo določiti. Tako pristop IQR analizira vse časovne latence na posamezni strani in izloči samo časovne latence, ki so višje kot je zgornja meja, oz. respondente, ki so anketo izpolnjevali prepočasi. Ker je naš namen identificirati tako respondente, ki se poslužujejo strategije zadostovanja kot respondente, ki anketo izpolnjujejo prepočasi, analizirana pristopa ± 3 MAD in IQR v našem primeru nista primerna za uporabo.

Tabela 6.7: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks hitrosti

Indeks hitrosti	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Minimalna vrednost (s)	18	5	37	9	5
Maksimalna vrednost (s)	367	72	182	147	325
Koeficient asimetrije	3,44	1,58	0,97	1,05	2,56
Koeficient sploščenosti	15,31	3,00	0,58	0,98	6,07
Število izločenih enot	167	157	151	146	143

Pristop indeks hitrosti izloči 5 % najdaljših časovnih latenc na posamezno stran (zgornja meja) in 10 % najkrajših časovnih latenc za celotno anketo (spodnja meja). Zato v tabeli 6.7 minimalna in maksimalna vrednost predstavljata minimalne in maksimalne vrednosti časovnih latenc za posamezno stran, ki so upoštevane pri analizi. Glede na preostale analizirane pristope, ki odstranijo posamezne časovne latence respondentov, pristope indeks hitrosti poišče 10 % respondentov, ki imajo najkrajši čas izpolnjevanja spletne ankete in jih iz analize v celotni izloči.

Glede na prebrano literaturo (Carver 1992; Cousineau in Chartier 2010) je spodnja meja 5 sekund za 2. stran (glej slika 6.3 in histogram 6.2) zelo nizka spodnja meja, ki bi jo sami opredelili kot prehitro izpolnjevanje in jo odstranili. Poleg slednjega pa je tudi 9 sekund (glej histogram 6.3) za 4. stran prenizka spodnja meja. Vendar je potrebno poudariti, da je le en respondent, ki ima na 2. strani vrednost časovne latence 5 sekund. Prav tako pa je tudi samo en respondent z vrednostjo časovne latence 9 sekund na 4. strani. Kljub temu, da število odstranjenih enot glede na posamezno stran malo variira, so časovne latence na 1., 2. in 5. strani spletne ankete porazdeljene asimetrično v desno in koničaste.

Slika 6.3: 2. stran spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi

Ali je bilo vaše predznanje, pridobljeno na domači fakulteti, primerljivo z znanjem študentov v tujini?

☐ Slabše od predznanja študentov v tujini.

☐ Primerljivo (zelo podobno) predznanju študentov v tujini.

☐ Boljše kot predznanje študentov v tujini.

Je bila vaša povprečna ocena v tujini višja, enaka ali nižja kot na domači univerzi (v zadnjem končanem letniku)?

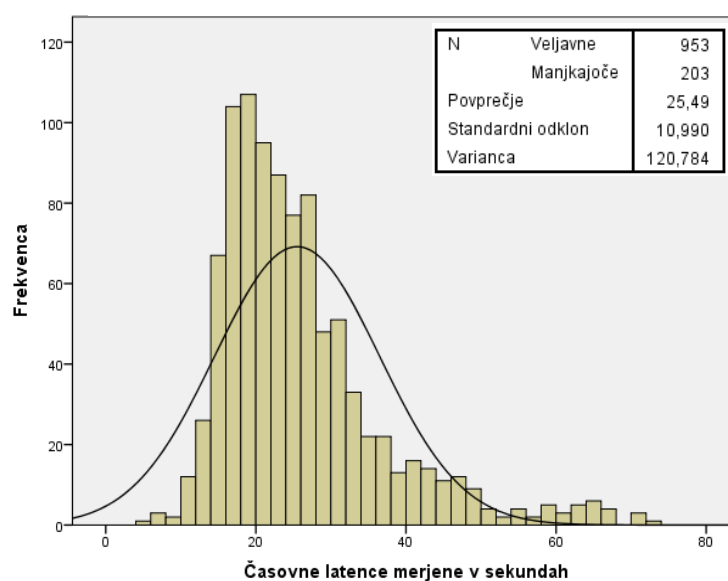
☐ Nižja

☐ Enaka

☐ Višja

[Prejšnja stran](#) [Naslednja stran](#)

Histogram 6.2: Porazdelitev časovnih latenc 2. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks hitrosti



Histogram 6.3: Porazdelitev časovnih latenc 4. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks hitrosti

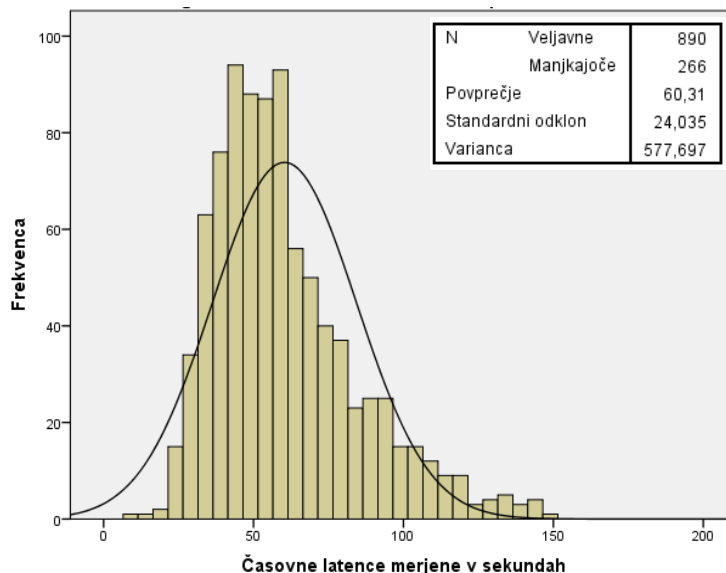
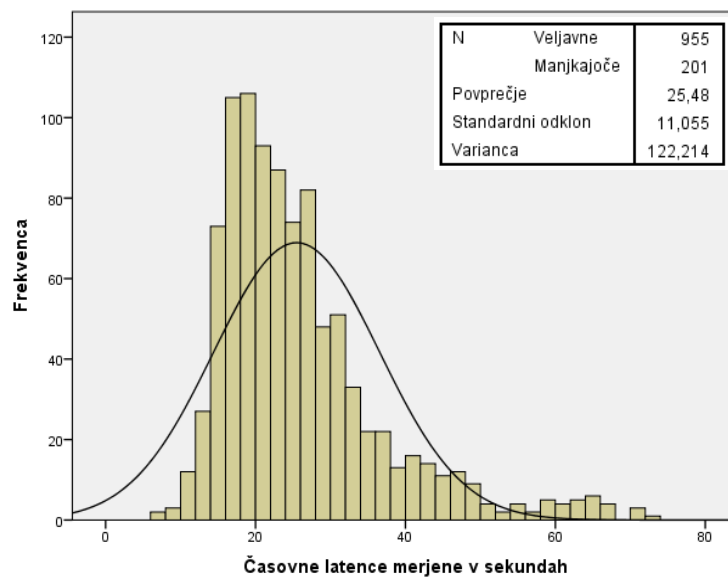


Tabela 6.8: Spodnje in zgornje meje ter opisne statistike pristopa indeks mediane

Indeks mediane	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Minimalna vrednost (s)	18	7	32	21	5
Maksimalna vrednost (s)	367	72	182	147	325
Koeficient asimetrije	3,47	1,59	0,97	1,07	2,52
Koeficient sploščenosti	15,39	2,95	0,57	1,00	5,89
Število izločenih enot	168	159	148	143	141

Analizirane minimalne in maksimalne vrednosti časovnih latenc pristopa indeks mediane so glede na pristopa indeks hitrosti večje. To razberemo iz 2. (glej histogram 6.4) in 4. strani (glej histogram 6.5), ki sta bili v primeru pristopa indeks hitrosti zaradi nižjih časovnih latenc bolj problematični. Bolj problematični zato, ker menimo, da je analiziran čas 5 sekund na 2. strani in analiziran čas 9 sekund na 4. strani pristopa indeks hitrosti anomalija, ki jo pristopa indeks mediane pri analizi ne upošteva, temveč izloči. Na podlagi minimalnih vrednosti analiziranih časovnih latenc menimo, da pristop indeks mediane v večji meri zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov, saj iz analize izloči zelo nizke vrednosti časovnih latenc.

Histogram 6.4: Porazdelitev časovnih latenc 2. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks mediane



Histogram 6.5: Porazdelitev časovnih latenc 4. strani spletne ankete Študentje univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi pristopa indeks mediane

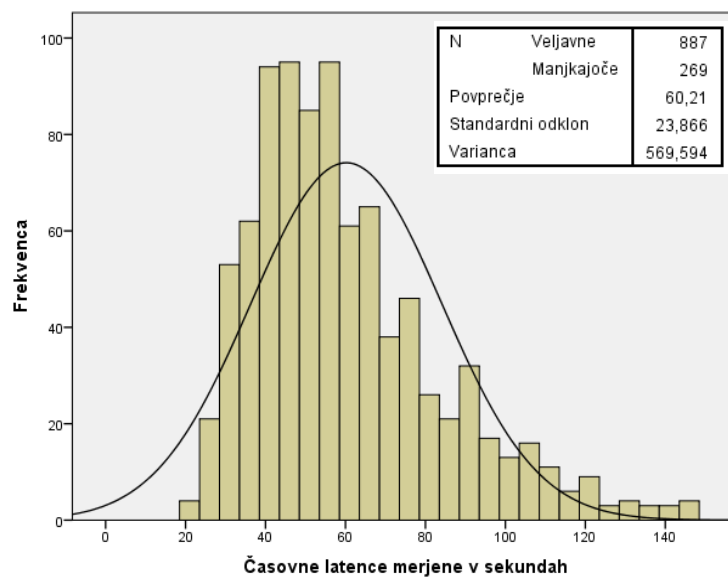


Tabela 6.9: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms

Spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Spodnja meja (s)	18	11	21	29	9
Zgornja meja (s)	225	140	265	365	118
Koeficient asimetrije	2,34	2,80	1,38	3,44	2,46
Koeficient sploščenosti	6,37	9,88	2,34	17,31	5,91
Število izločenih enot	79	43	37	86	222

Če koeficienta asimetrije in sploščenosti primerjamo s preostalimi uporabljenimi pristopi (indeks hitrosti, indeks mediane), opazimo, da sta višja, kar pomeni, da gre za rahlo asimetrijo časovnih latenc v desno, ki je pri vrhu koničasta. Vendar pa kljub višji vrednosti koeficientov asimetrije in sploščenosti izločimo najmanjši delež opazovanih enot (9 %), vrednost koeficienta variacije pa je glede na preostale analizirane pristope (indeks hitrosti, indeks mediane) manjša.

Pomanjkljivost pristopa se kaže le v primeru odprtega tipa vprašanja (glej sliko 6.4), kjer število izločenih časovnih anomalij zelo variira. Pomanjkljivost se kaže pri zgornji meji 2500 ms, saj smo izločili 152 časovnih latenc. Gre predvsem zato, da so nekateri respondenti pri zadnjem vprašanju napisali nekaj stavkov teksta, ki pa ga pristop ne upošteva, saj ne gre za zaprti tip vprašanja. Tako so spletno stran izpolnjevali dlje časa, kot je zgornja meja pristopa (118 sekund) in bili iz analize izločeni. Ker gre v primeru analizirane spletne ankete za odprto vprašanje, ki respondente sprašuje po dodatnih informacijah glede mednarodne izmenjave, pomanjkljivost pristopa ne vpliva na zmanjšanje kakovosti podatkov.

Slika 6.4: 5. stran spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi

Ali ste/bi vašo v tujini izbrano univerzo/fakulteto priporočili komu, ki se zanima za mednarodno izmenjavo, primarno zaradi kvalitetnega študijskega okolja?

☐ DA
☐ NE

Če želite v okviru proučevanja primerljivosti znanja, veščin in študijskih pogojev študentov UL in tujim univerzitetnim okoljem podati še kakšno informacijo, ste dobrodošli.

Prejšnja stran Zadnja stran

Tabela 6.10: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms

Spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Spodnja meja (s)	27	17	32	44	14
Zgornja meja (s)	225	140	265	365	118
Koeficient asimetrije	2,35	2,75	1,40	3,47	2,02
Koeficient sploščenosti	6,15	8,94	2,38	16,32	3,47
Število izločenih enot	182	254	42	333	477

Ker pristop spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms izloči največji delež (24 %) opazovanih enot in je variacija odstranjenih enot po posameznih straneh največja, analiziran pristop ni primeren za uporabo na naših podatkih. Konkreten primer so izračunane spodnje meje, in sicer na 4. strani ankete (glej sliko 6.2) je pristop izločil vse časovne latence ($n=333$), ki so bile krajše od 44 sekund. Na podlagi prebrane literature menimo, da je anketno stran mogoče optimalno izpolniti v krajšem času od 44 sekund in je po našem mnenju pristop lahko izločil tudi optimalne respondente.

Tabela 6.11: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa AOA

AOA	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5
Spodnja meja (s)	6	2	4	5	3
Zgornja meja (s)	240	75	156	180	115
Koeficient asimetrije	2,41	1,58	0,52	1,30	2,51
Koeficient sploščenosti	6,79	3,10	-0,06	2,10	6,34
Število izločenih enot	74	54	88	41	153

V primerjavi z analiziranimi pristopi (indeks hitrosti, indeks mediane, spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms, spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms), pristop AOA izloči najmanjši delež opazovanih enot in ima najnižje vrednosti koeficienta variacije, koeficienta asimetrije in koeficienta sploščenosti (vrednosti opisnih statistik pristopa ± 3 MAD in pristopa IQR zaradi neprimernosti uporabe niso upošteevane), kar pomeni, da se časovne latence pristopa AOA na posamezni strani najbolj približajo približno normalni porazdelitvi. Tako lahko podatke glede na preostale analizirane pristope najbolj učinkovito opišemo z aritmetično sredino (μ) in s

standardnim odklonom (σ) ter na zbranih podatkih uporabimo tudi parametrične pristope, namenjene preverjanju hipotez.

V nadaljevanju predstavljamo rezultate pristopov ankete o financiranju visokošolskega študija.

2. Analiza pristopov po odstranitvi anomalij: spletna anketa o financiranju visokošolskega študija

Tabela 6.12: Opisne statistike spletne ankete o financiranju visokošolskega študija

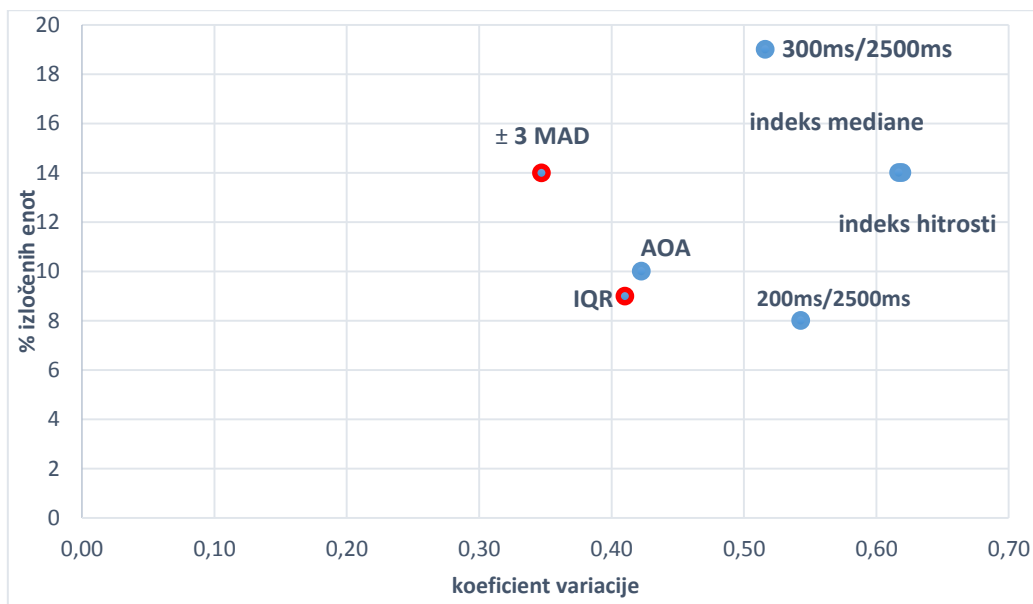
PRISTOP	N	N* (število analiziranih enot po odstranjenih anomalijah)	Število odstranjenih enot	% odstranjenih enot	Ocenjeno povprečno trajanje (s)	Standardni odklon od ocenjenega povprečnega trajanja (s)	Koeficient variacije
$\pm 3 \text{ MAD}$	3533	3032	501	14	245	85	0,35
IQR	3533	3212	321	9	261	107	0,41
Indeks hitrosti	3533	3023	510	14	310	192	0,62
Indeks mediana	3533	3023	510	14	308	190	0,62
Spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	3533	3252	281	8	291	158	0,54
Spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	3533	2858	675	19	312	161	0,52
AOA	3533	3175	358	10	258	109	0,42

Zaradi negativnih vrednosti spodnjih mej, pristopov $\pm 3 \text{ MAD}$ in IQR ne moremo uporabiti pri identificiranju respondentov, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, zato tabele in analize za slednja pristopa v nadaljevanju niso predstavljene (na sliki 6.5 na naslednji strani, rdeča barva označuje pristopa, ki v našem primeru za uporabo nista primerna).

Pristopi: indeks hitrosti, indeks mediane, spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms, spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms in AOA pa tudi v primeru spletne ankete o financiranju visokošolskega študija identificirajo respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro in respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prepočasi. Učinkovitost posameznih pristopov smo tudi tokrat

preverjali z deležem odstranjenih enot, vrednostjo standardnega odklona, vrednostjo koeficienta asimetrije in sploščenosti ter vrednostjo koeficienta variacije, kar prikazujemo v nadaljevanju.

Slika 6.5: Položaj pristopov glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije



Vrednost koeficienta variacije je tudi v primeru spletne ankete o financiranju visokošolskega študija, najnižja pri pristopu AOA, kar pomeni, da opazovane enote v primerjavi z preostalimi pristopi najmanj variirajo. Glede na vrednost koeficienta variacije in deleža odstranjenih enot so pri identificiranju časovnih anomalij učinkovit tudi pristopi: spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms, indeks mediane in indeks hitrosti. Pristop spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms izloči prevelik delež opazovanih enot (19 %) zaradi česar ne moremo trditi, da je pri identificiranju časovnih anomalij učinkovit.

V nadaljevanju predstavljamo še zgornje in spodnje meje ter opisne statistike posameznih pristopov.

Tabela 6.13: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks hitrosti

Indeks hitrosti	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Minimalna vrednost (s)	14	31	39	4	4	7
Maksimalna vrednost (s)	604	154	152	48	120	170
Koeficient asimetrije	3,42	0,99	085	1,23	1,00	2,81
Koeficient sploščenosti	12,45	0,47	0,29	1,78	0,69	8,67
Število izločenih enot	91	86	87	82	84	80

Tabela 6.14: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks mediane

Indeks mediane	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Minimalna vrednost (s)	14	31	39	4	10	9
Maksimalna vrednost (s)	604	154	152	48	120	170
Koeficient asimetrije	3,42	0,99	085	1,23	1,00	2,81
Koeficient sploščenosti	12,45	0,47	0,29	1,78	0,69	8,67
Število izločenih enot	91	86	87	82	84	80

Iz tabele 6.13 in tabele 6.14 vidimo, da oba pristopa za prve štiri strani ankete analizirata enake minimalne vrednosti časovnih latenc respondentov. Za 5. in 6. stran pa pristop indeks mediane izloči manjše vrednosti glede na pristop indeks hitrosti in analizira večjo vrednost časovnih latenc, in sicer 10 sekund za stran 5. Tudi za stran 6 v analizi upošteva večjo vrednost. V podatkovni bazi smo opazili, da pristop indeks mediane v analizi upošteva le enega respondenta, ki ima na 4. strani čas reševanja 4 sekunde, pristop indeks hitrosti pa dva respondenta. Gre za minimalne razlike med pristopoma, vendar je zaradi izločitve krajših časovnih latenc in analize daljših časovnih latenc, pristop indeks mediane za uporabo pri opredelitvi respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja, bolj primeren.

Tabela 6.15: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms

Spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Spodnja meja (s)	16	22	31	6	11	13
Zgornja meja (s)	200	278	390	70	135	158
Koeficient asimetrije	2,45	1,81	2,42	1,69	1,20	2,64
Koeficient sploščenosti	6,58	4,61	9,42	3,69	1,21	7,12
Število izločenih enot	83	14	14	24	40	106

Enako kot v primeru spletne ankete Študentje UL na mednarodni izmenjavi je tudi v primeru spletne ankete o financiranju visokošolskega študija za identificiranje časovnih anomalij najbolj primeren pristop spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms (brez pristopa AOA). Delež odstranjenih enot je najmanjši, poleg slednjega pa vrednosti koeficienta asimetrije in koeficienta sploščenosti kažejo, da pristop pri analizi ni upošteval ekstremnih vrednosti. Pomanjkljivost pristopa je tudi v tem primeru na zadnji strani spletne ankete, kjer število izločenih enot variira najbolj. Razlog za variacijo pa je v odprtem vprašanju, kjer so nekateri respondenti, ki so izpolnili vprašanje (n=73) anketno stran izpolnjevali dlje kot je zgornja meja (158 s) in bili iz analize izločeni. Pomanjkljivost lahko odpravimo tako, da v analizi upoštevamo izločene respondente na zadnji strani ankete, ki so podali veljaven odgovor na odprto vprašanje, s čimer bi delež izločenih enot še zmanjšali.

Tabela 6.16: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms

Spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Spodnja meja (s)	24	33	47	8	16	19
Zgornja meja (s)	200	278	390	70	135	158
Koeficient asimetrije	2,28	1,84	2,55	1,75	1,25	2,04
Koeficient sploščenosti	5,34	4,72	9,97	3,83	1,27	3,65
Število izločenih enot	201	22	41	47	66	298

Analiziran pristop izloči največji delež (19 %) opazovanih enot, število izločenih enot po posameznih straneh pa glede na preostale pristope tudi najbolj variira. Pristop tako v našem primeru za uporabo ni primeren.

Tabela 6.17: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa AOA

AOA	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Spodnja meja (s)	2	4	4	3	2	2
Zgornja meja (s)	97	144	168	111	64	81
Koeficient asimetrije	1,39	0,83	0,73	3,43	0,15	1,94
Koeficient sploščenosti	1,63	0,30	0,50	15,08	-0,87	4,07
Število izločenih enot	107	33	27	9	123	59

Vrednost koeficienta variacije pristopa AOA je glede na preostale analizirane pristope, ki so za uporabo primerni, najnižja, koeficienta asimetrije in sploščenosti pa na posamezni strani nakazujeta na podatke, ki se najbolj približajo normalni porazdelitvi, kar z drugimi besedami pomeni, da pristop AOA najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov.

3. Analiza pristopov po odstranitvi anomalij: spletna anketa Tuji študentje na mednarodni izmenjavi

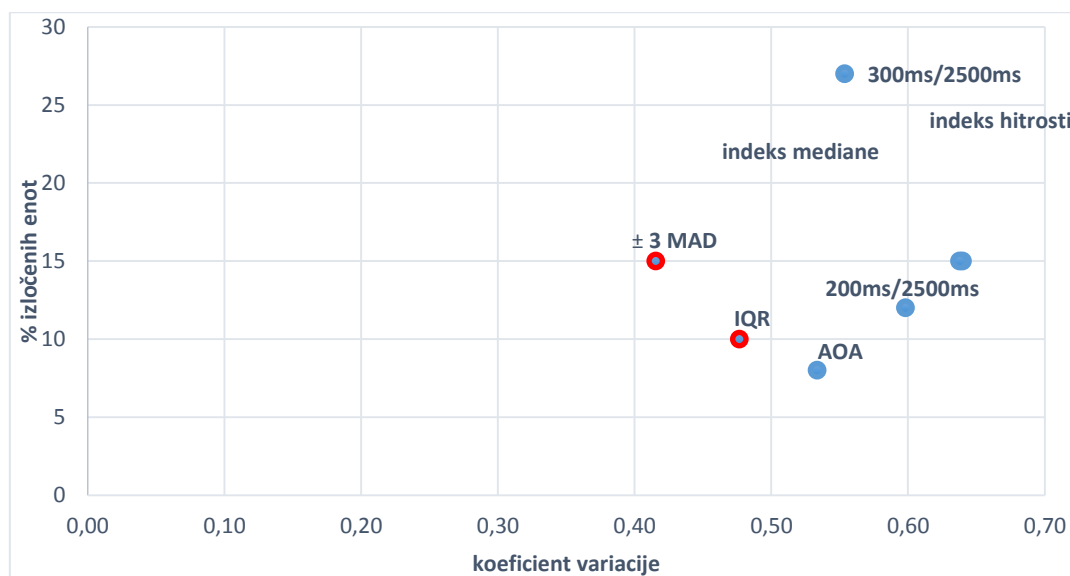
Tabela 6.18: Opisne statistike ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi

PRISTOP	N	N* (število analiziranih enot po odstranjenih anomalijah)	Število odstranjenih enot	% odstranjenih enot	Ocenjeno povprečno trajanje (s)	Standardni odklon od ocenjenega povprečnega trajanja (s)	Koeficient variacije
$\pm 3 \text{ MAD}$	4834	4112	722	15	260	108	0,42
IQR	4834	4340	494	10	277	132	0,48
Indeks hitrosti	4834	4162	672	15	336	215	0,64
Indeks mediana	4834	4162	672	15	334	213	0,64
Spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	4834	4251	583	12	321	192	0,60
Spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	4834	3549	1285	27	354	196	0,55
AOA	4834	4427	407	8	283	151	0,53

Tudi v primeru spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi, pristopa $\pm 3 \text{ MAD}$ in IQR kot spodnjo mejo podata nesprejemljive (negativne ali pa zelo majhne) časovne meje za posamezno stran. Tako z uporabo pristopov ne morem identificirati respondentov, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro oz. se poslužujejo strategije zadostovanja. V nadaljevanju tabele in analize za slednja pristopa niso predstavljene.

Nasprotno pa preostali analizirani pristopi (glej tabelo 6.18) identificirajo respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro in respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prepočasi. Učinkovitost posameznih pristopov oz. odgovor na vprašanje, kateri pristopi izloči najmanjši delež opazovanih enot, pri tem pa najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov, smo tudi v tem primeru iskali na podlagi analize deleža odstranjenih enot, vrednosti standardnega odklona, koeficienta asimetrije in sploščenosti ter na podlagi vrednosti koeficienta variacije.

Slika 6.6: Položaj pristopov glede na delež izločenih enot in vrednost koeficienta variacije



V primeru vseh treh računalniško podprtih samoanket uporaba pristopa AOA najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov.

Tabela 6.19: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks hitrosti

Indeks hitrosti	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Minimalna vrednost (s)	12	4	8	8	7	4
Maksimalna vrednost (s)	282	47	76	301	201	350
Koeficient asimetrije	2,59	1,48	1,19	1,21	1,06	2,66
Koeficient sploščenosti	8,22	1,90	1,16	1,49	0,85	6,93
Število izločenih enot	125	123	115	107	103	99

Tabela 6.20: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa indeks mediane

Indeks mediane	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Minimalna vrednost (s)	12	4	8	23	18	5
Maksimalna vrednost (s)	282	47	76	301	201	350
Koeficient asimetrije	2,60	1,48	1,19	1,26	1,10	2,71
Koeficient sploščenosti	8,41	1,92	1,14	1,56	0,90	7,18
Število izločenih enot	125	123	115	107	103	99

Na podlagi primerjave pristopa indeks hitrosti in pristopa indeks mediane (glej tabelo 6.19 in tabelo 6.20) vidimo, da slednji pri analizi upošteva višje vrednosti časovnih latenc na 4., 5. in

6. strani spletne ankete. Pristop indeks hitrosti v analizi upošteva časovne latence respondentov, ki so 4. stran spletne ankete izpolnili v 8 sekundah in 5. stran izpolnili v 7 sekundah, medtem ko pristop indeks mediane te vrednosti izloči in upošteva časovne latence respondentov, ki so 4. stran izpolnili v 23 sekundah in 5. stran v 18 sekundah. Če pogledamo sliko 6.7 ter sliko 6.8 na naslednji strani, opazimo, da je 8 sekund za izpolnitev 4. strani in 7 sekund za izpolnitev 5. strani spletne ankete zelo kratek čas, ter na podlagi prebrane literature (Zhang 2013; Carver 1992; Ratcliff 1993) tako kratke časovne latence opredeljujemo kot časovne anomalije. Pristop indeks mediane je tako pri identificiranju in izločitvi respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja, v našem primeru za uporabo bolj primeren, saj izloči večji delež zelo hitrih časovnih latenc.

Slika 6.7: 4. stran spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi

Were you comparable to Slovenian students in terms of mastering skills?

	I was weaker than Slovenian students.	My performance was the same as Slovenian students'.	I was better than Slovenian students.	Don't know
Analytical skills	☐	☐	☐	☐
Scientific writing	☐	☐	☐	☐
Oral communication skills	☐	☐	☐	☐
Critical assessment	☐	☐	☐	☐
Problem-solving	☐	☐	☐	☐
Laboratory work	☐	☐	☐	☐
Fieldwork	☐	☐	☐	☐
Experimentall skills within your field	☐	☐	☐	☐
Mastering foreign languages	☐	☐	☐	☐
Computer technology skills (word processor, spreadsheets, presentations, e-mail, etc.)	☐	☐	☐	☐
Mastering programming (computer) languages	☐	☐	☐	☐
Information-seeking skills	☐	☐	☐	☐
Methodological skills (data collection and analysis)	☐	☐	☐	☐
Teamwork	☐	☐	☐	☐
Leadership skills	☐	☐	☐	☐

Evaluate, to what degree did your skill of foreign (English) language affect your performance in oral participation and exams.

☐ The use of foreign (English) language did not negatively affect my performance.
☐ The use of foreign (English) language mildly negatively affected my performance.
☐ The use of foreign (English) language very negatively affected my performance.
☐ English is my mother tongue.

Slika 6.8: 5. stran spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi

Please evaluate differences in study conditions between home academic environment and your experience at the University of Ljubljana. For instance, are the amount of obligatory work per week and severity of conditions to be fulfilled before taking the final exam lower, the same, or higher than at your home university?

	Lower than at my home university	The same as at my home university	Higher than at my home university	I don't know
Amount of obligatory work per week	☐	☐	☐	☐
Severity of conditions to be fulfilled before you take the final exam	☐	☐	☐	☐

Furthermore, evaluate differences in study conditions between home academic environment and your experience at the University of Ljubljana according to the next five criteria.

	Worse than at my home university	The same as at my home university	Better than at my home university	I don't know
Accessibility of teachers (student hours, e-communication, tutorial system, consultations)	☐	☐	☐	☐
Access to literature (e-sources, no. of units in the library, online databases)	☐	☐	☐	☐
Conditions for studying in the library	☐	☐	☐	☐
Research equipment (laboratory, computer and information technology, lecture rooms)	☐	☐	☐	☐
Opportunity to engage in additional research activities offered by teachers	☐	☐	☐	☐
Other:	☐	☐	☐	☐

Tabela 6.21: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms

Spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Spodnja meja (s)	16	3	18	28	37	8
Zgornja meja (s)	205	40	220	345	465	98
Koeficient asimetrije	2,00	1,26	3,14	1,44	2,99	2,17
Koeficient sploščenosti	4,47	1,21	14,80	2,35	11,53	4,33
Število izločenih enot	65	67	111	55	85	200

Če pristop spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms primerjamo s pristopi, ki so za uporabo primerni (indeks hitrosti, indeks mediane), vidimo, da so časovne latence pristopa spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms porazdeljene bolj asimetrično v desno in bolj koničaste, vendar pa v primeru slednjega odstranimo manjši delež opazovanih enot (12 %) ter je tudi vrednost koeficienta variacije manjša. Pomanjkljivost pristopa je tudi v tem primeru odprto vprašanje na zadnji strani ankete (glej slika 6.9), kjer so imeli respondenti možnost podati komentarje glede študija na izmenjavi. Tako je 166 od 874 respondentov odgovorilo na to vprašanje. Čas, ki so ga namenili izpolnjevanju anketne strani, pa pristopu spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms ni

upoštevati, saj pristop v izračun zgornje meje upošteva le besede v anketnem vprašanju in ne v odprtem odgovoru. Ker gre tudi v tem primeru analizirane spletne ankete za odprto vprašanje, ki respondente sprašuje po dodatnih informacijah glede mednarodne izmenjave, pomanjkljivost pristopa ne vpliva na zmanjšanje kakovosti podatkov.

Slika 6.9: 6. stran spletne ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi

Did/would you recommend University of Ljubljana to someone interested for student exchange programme primarily due to quality study environment?

☐ YES

☐ NO

Should you wish to add anything regarding the focus of this study, your information is most welcome.

Previous page
Last page

Tabela 6.22: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms

Spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Spodnja meja (s)	25	5	26	41	55	12
Zgornja meja (s)	205	40	220	345	465	98
Koeficient asimetrije	2,01	1,28	3,07	1,50	2,93	1,72
Koeficient sploščenosti	4,34	1,22	13,20	2,46	10,37	2,18
Število izločenih enot	150	80	361	76	235	383

Največji delež izločenih enot (27 %) in velika variacija glede na število odstranjenih enot po posameznih straneh sta indikatorja neprimernosti uporabe pristopa pri identificiranju respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja.

Tabela 6.23: Zgornje in spodnje meje ter opisne statistike pristopa AOA

AOA	Stran 1	Stran 2	Stran 3	Stran 4	Stran 5	Stran 6
Spodnja meja (s)	8	3	2	4	5	2
Zgornja meja (s)	300	103	95	156	204	80
Koeficient asimetrije	2,66	2,72	1,49	-0,10	1,03	2,14
Koeficient sploščenosti	8,94	9,69	2,38	-0,41	0,85	4,55
Število izločenih enot	42	19	26	139	40	141

Najnižja vrednost koeficienta variacije in najnižji delež odstranjenih enot (8 %) sta tudi v primeru spletne ankete Tuji študenti na mednarodni izmenjavi indikatorja, da je izračunano povprečje časovnih latenc za posamezno stran pristopa AOA, bolj natančno glede na ocene analiziranih pristopov.

Ugotovitve empirične analize lahko tako strnemo v dva dela, in sicer:

Iz analize težko trdimo, da je obstaja le en univerzalni pristop. Uspešnost samega pristopa je odvisna tako od porazdelitve opazovanih časovnih latenc kot tudi od kakovosti anketnega vprašalnika (npr. zaporedje vprašanj, oblika, struktura vprašanj itd.). Vsekakor pa smo v našem primeru pokazali, da obstaja več pristopov, ki so učinkoviti pri identificiranju časovnih anomalij (spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms, indeks hitrosti, indeks mediane), izmed katerih je najbolj uspešen tako pri opredelitvi časovnih anomalij oziroma respondentov, ki se poslužujejo strategije zadostovanja, kot tudi pri opredelitvi respondentov, ki zaradi različnih dejavnikov anketo izpolnjujejo prepočasi, pristop spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms. Kljub pomanjkljivosti pri odprtem tipu vprašanj je pristop pri vseh treh računalniško podprtih samoanketah glede na preostale analizirane pristope izločil najmanjši delež časovnih latenc, imel najnižjo vrednost koeficienta variacije in glede na prebrano literaturo (Carver 1992; Zhang 2013; Zhang in Conrad 2013) tudi določil najbolj smiselne spodnje in zgornje časovne meje izpolnjevanja posamezne strani spletne ankete.

Na podlagi primerjave rezultatov analiziranih pristopov in pristopa AOA pa smo s pomočjo deleža odstranjenih enot, vrednosti koeficienta variacije ter vrednosti koeficienta asimetrije in sploščenosti ugotovili, da AOA izloči najmanjši delež opazovanih enot, pri tem pa najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov.

8. Sklep

V magistrskem delu smo s pomočjo neparametričnih in kognitivnih pristopov preučevali časovne latence pri izpolnjevanju strani anketnega vprašalnika. Na podlagi časa izpolnjevanja posamezne strani, smo identificirali respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, in respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prepočasi. Z drugimi besedami, iskali smo časovne anomalije, ki v pogledu časovnih latenc izrazito odstopajo od ostalih enot. Obstaja velika verjetnost, da gre v tem primeru za enote, ki ne odslikujejo pričakovanega kognitivnega obnašanja respondenta pri izpolnjevanju posamezne anketne strani.

Iz prebrane literature smo ugotovili, da so bile časovne anomalije obravnavane s strani številnih raziskovalcev in z različnimi pristopi. Najpogostejši način je opredelitev anomalije kot določeno število standardnih odklonov od povprečnega časa. Običajen način obravnavanja tovrstnih časovnih anomalij pa je, da se jih iz analize bodisi v celoti izloči (Ratcliff 1993; Heerwegh 2003; Tourangeau in drugi 2008) ali pa nadomesti z določeno vrednostjo (npr. top percentil; Yan in Tourangeau 2008). Pristop za določitev časovne anomalije ni določen in se razlikuje glede na vrsto podatkov in glede na avtorja. Tako smo v literaturi zasledili uporabo različnih razponov od aritmetične sredine: plus en standardni odklon (Malhotra 2008), dva standardna odklona (Bassili in Fletcher 1991; Heerwegh 2003), tri standardne odklone (Mulligan in drugi 2003).

Na podlagi konkretnega primera in literature smo pokazali, da pristop na osnovi standardnega odklona v primeru asimetrično porazdeljenih časovnih latenc za identificiranje časovnih anomalij ni primeren. Tako vse več raziskovalcev pri identificiranju in izločanju časovnih anomalij uporablja bolj robustne pristope, kot je indeks hitrosti (Greszki in drugi 2015; Steinbrecher in drugi 2013) in na področju psihologije, pristop bralne sposobnosti (Zhang 2013; Callegaro in drugi 2009; Cousineau in Chartier 2010). Nadalje smo s pomočjo lastnega pristopa indeks mediana pokazali, da je (kljub majhnim razlikam v vrednosti koeficienta variacije ter vrednosti koeficienta asimetrije in sploščenosti) slednji v našem primeru za identifikacijo respondentov, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, za uporabo bolj primeren. Bolj primeren zato, ker na podlagi analize menimo, pristop zaradi analize višjih minimalnih vrednosti za posamezno stran anketnega vprašalnika, iz analize izloči večji delež respondentov, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, in s tem v večji meri zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov.

Iz analize časovnih latenc treh računalniško podprtih samoanket lahko povzamemo, da pristopi ± 3 MAD, IQR in spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms pri identificiranju respondentov, niso najbolj učinkoviti. Pristopa ± 3 MAD in IQR zaradi negativne spodnje meje na posamezni strani prehitrih respondentov sploh ne identificirata. Nasprotno pristop spodaj 300 ms in zgoraj 2500 ms identificira tako respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro, kot tudi respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prepočasi. Težava se pojavi pri deležu identificiranih in izločenih enot, ki je višji, kot je zgornja dopustna meja 15 % (Ratcliff 1993).

Na drugi strani pristopi indeks hitrosti, indeks mediana in spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms učinkovito identificirajo respondente, ki izpolnjujejo anketo, ter tudi respondente, ki anketna vprašanja izpolnjujejo prehitro ali prepočasi. Če povzamemo rezultate analize, pri kateri smo poleg učinkovitosti opredelitve časovnih anomalij iskali tudi pristop, ki najbolj zmanjša vpliv časovnih anomalij na kakovost podatkov, pri tem pa izloči najmanjši delež opazovanih enot, je (brez upoštevanja pristopa AOA) to pristop bralnih sposobnosti, in sicer spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms. Pristop je namreč pri vseh treh računalniško podprtih samoanketah glede na preostale analizirane pristope izločil najmanjši delež opazovanih enot in glede na prebrano literaturo tudi določil najbolj smiselne spodnje in zgornje časovne meje izpolnjevanja posamezne strani anketnega vprašalnika. Tako hipotezo H1 delno potrdimo.

V okviru druge hipoteze smo analizirali izračunano povprečje časovnih latenc za posamezno stran pristopa AOA, ter vrednosti primerjali s pristopi: MAD, IQR, indeks hitrosti, indeks mediane in bralne sposobnosti. Ugotovili smo, da so po odstranitvi časovnih anomalij vrednosti koeficienta asimetrije, koeficienta sploščenosti ter koeficienta variacije analiziranih pristopov (spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms, indeks hitrosti, indeks mediane) višje v primerjavi s pristopom AOA. Z drugimi besedami, časovne latence se pri pristopu AOA najbolj tesno razvrščajo okoli povprečnega trajanja (glej podpoglavje 6.2 Analize in rezultati). Hipotezo H2 tako potrdimo. Dodati pa velja, da pristop AOA morda odpove v primeru izjemno velikih časovnih latenc, saj je v takem primeru ocenjena aritmetična sredina lahko povsem nerealna.

V okviru tretje hipoteze smo predvidevali, da bodo študentje, ki so že bili na mednarodni študijski izmenjavi, zaradi poznane tematike anketnih vprašalnikov (študij na mednarodni izmenjavi in strinjanje/nestrinjanje s finančno ogroženostjo visokošolskega zavoda) proti koncu anketnega vprašalnika, vprašanja izpolnjevali nemotivirano, kar se bo odražalo v

krajših časovnih latencah. Tako smo poleg vrednosti aritmetične sredine preverjali tudi vrednost mediane časovnih latenc za posamezno stran spletne ankete in za posamezni pristop, ter ugotovili, da respondenti proti koncu anketnega vprašalnika²⁶ niso porabili manj časa za izpolnjevanje spletne strani. V našem primeru hipotezo H3 zavrnilo. Zavedati pa se je potrebno, da so imele računalniško podprte samoankete le 5 do 6 strani, ki niso zajemale težjih kognitivnih vprašanj in bi v primeru daljših in kognitivno bolj zahtevnih anket lahko dobili drugačne rezultate.

Magistrsko delo ima tako teoretične in praktične predloge za nadaljnjo implementacijo obravnavanih pristopov (indeks hitrosti, indeks mediane in spodaj 200 ms in zgoraj 2500 ms) v spletno orodje 1KA. Implementacija pristopov v spletno orodje 1KA bi tako lahko pomagala odkriti vprašanja, kjer so respondenti glede na dolžino vprašanja imeli daljše ali krajše časovne latence od pričakovanih. Slednje je lahko znak slabo zastavljenega anketnega vprašanja, ki ga je potrebno nadomestiti z drugim vprašanjem, ali celo popolnoma odstraniti, ali pa gre za nemotiviranost, daljšo pavzo ali neosredotočenost respondenta pri izpolnjevanju anketnega vprašalnika. Na podlagi empirične analize smo podali še praktični predlog, in sicer, da se časovne latence lahko uporablja za identifikacijo neveljavnih ali nepremišljenih odgovorov z namenom preprečitve merskih napak.

Zavedamo se tudi omejitve naše analize, saj smo neparametrične in kognitivne pristope analizirali le na primeru treh računalniško podprtih samoanket in bi lahko na večjem številu različnih spletnih anket dobili drugačne rezultate. Seveda lahko obstajajo tudi respondenti, ki vprašanje preberejo in nanj odgovorijo zelo hitro (in tudi kvalitetno), in so jih analizirani pristopi zaznali kot časovne anomalije. Analizirane računalniško podprte samoankete tudi niso vsebovale težjih kognitivnih vprašanj in so študente spraševale glede izkušenj, pridobljenih na študijski izmenjavi, ali pa o njihovem strinjanju/nestrinjanju s finančno ogroženostjo visokošolskega zavoda (fakultete, akademije). V primeru daljših in kognitivno bolj zahtevnih anket bi bilo poleg uporabe pristopov za identificiranje časovnih anomalij potrebno odstranjene časovne anomalije tudi analizirati, tj. preveriti, ali gre v primeru časovnih anomalij na posamezni strani spletne ankete za neskladne odgovore glede na odgovore preostalih respondentov. Poudariti moramo tudi, da bi v primeru normalno

²⁶ 4. in 5. stran spletne ankete Študentje Univerze v Ljubljani na mednarodni izmenjavi ter 5. in 6. stran spletne ankete o financiranju visokošolskega študija ter ankete Tuji študentje na mednarodni izmenjavi na Univerzi v Ljubljani.

porazdeljenih časovnih latenc lahko dobili drugačne rezultate obravnavanih pristopov, vendar, ker v literaturi nismo zasledili raziskave, ki bi imela normalno porazdeljene časovne latence, smo se osredotočili le na vrsto porazdelitve, s katero se avtorji ukvarjajo najpogosteje.

Izpostaviti velja še eno pomembno omejitev: predpostavili smo, da so neparametrični pristopi robustni in zato analiziranih časovnih latenc nismo predhodno transformirali oz. logaritmirali. Uporaba logaritemskih transformacij na časovnih latencah ter naknadna uporaba neparametričnih in kognitivnih pristopov bi lahko dala drugačne rezultate in razmerja med analiziranimi pristopi, kar pa presega obseg zastavljenega magistrskega dela.

9. Literatura

- 1KA. *Priročniki: Prekinitve (BETA)*. Dostopno prek: https://www.1ka.si/db/24/505/Priro%C4%8Dniki/Prekinitve_BETA/?&from1ka=1&p1=226&p2=735&p3=789&p4=0&id=789&from1ka=1 (25. avgust 2015).
- Andreadis, Ioannis. 2013. Can timestamp analyses show the bottlenecks in web surveys. Prispevek predstavljen na WageIndicator Conference, 26.-28. avgusta, v Amsterdamu, Nizozemska.
- Andrej Mrvar. *Osnove HTML*. Dostopno prek: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/sola/VIS2/html/htmlslo.htm> (14. februar 2014).
- Baker, R. P. in M. P. Couper. 2007. The Impact of Screen Size and Background Color on Response in Web Surveys. Prispevek predstavljen na General Online Research Conference, 26.-27. marca, v Leipzigu, Nemčija.
- Barnett, V. in T. Lewis. 1994. *Outliers in statistical data*. New York: John Wiley & Sons, inc.
- Bassili, John N. 1996. Meta-judgmental versus operative indexes of psychological attributes: The case of measures of attitude strength. *Journal of Personality and Social Psychology* 71(4): 637–653.
- Bassili, John N. in B. Stacey Scott. 1996. Response latency as a signal to question problems in survey research. *Public Opinion Quarterly* 60 (3): 390–399.
- Bassili, John N. in Joseph F. Fletcher. 1991. Response-time measurement in survey research: a method for CATI and a new look at nonattitudes. *Public Opinion Quarterly* 55 (3): 331–346.
- Bates, Nancy, James Dahlhamer in Eleanor Singer. 2008. Privacy Concerns, Too Busy, or Just Not Interested: Using Doorstep Concerns to Predict Survey Nonresponse. *Journal of Official Statistics* 24 (4): 591–612.
- Ben-Gal, Irad. 2005. *Outlier Detection*. Dostopno prek: <http://www.eng.tau.ac.il/~bengal/outlier.pdf> (28. februar 2014).
- Brown, Charles E. 1998. *Applied Multivariate Statistics in Geohydrology and Related Sciences*. Berlin: Springer.
- Callegaro, Mario, Katja Lozar Manfreda in Vasja Vehovar. 2015. *Web Survey Methodology*. London: SAGE Publications Ltd.

- Callegaro, Mario, Yongwei Yang, Dennison S. Bhola, Don A. Dillman in Tzu-Yun Chin. 2009. Response latency as an indicator of optimizing in online questionnaires. *Bulletin de Méthodologie Sociologique* 103 (1): 5–25.
- Callegaro, Mario. 2010. Do you know which device your respondent has used to take your online survey? *Survey Practice* 3 (6): 1–12.
- Carver, P. Ronald. 1992. Reading rate: Theory, research and practical implications. *Journal of Reading* 36 (2): 84–95.
- Couper, M. in L. Lyberg. 2005. The use of paradata in survey research. Prispevek predstavljen na Session of the International Statistics Institute, 5.-12. aprila, v Sydneyu, Avstralija.
- Couper, M., R. Tourangeau in T. Marvin. 2009. Taking the audio out of AudioCASI. *Public Opinion Quarterly* 73 (2): 281–303.
- Couper, Mick P. 1998. Measuring survey quality in a CASI environment. Proceedings of the Survey Research Methods Section, *American Statistical Association*, 41–49.
- --- 2000a. Web surveys: a review of issues and approaches. *Public Opinion Quarterly* 64 (4): 464–494.
- --- 2000b. Usability evaluation of Computer-assisted survey instruments. *Social Science Computer Review* 18 (4): 384–396.
- Couper, Mick P. in Eleanor Singer. 2013. Informed consent for web paradata use. *Survey Research Methods* 7 (1) : 57–67.
- Cousineau, Denis in Sylvain Chartier. 2010. Outliers detection and treatment: a review. *International Journal of Psychology Research* 3 (1): 58–67.
- Ferligoj, Anuška, Katja Lozar Manfreda in Aleš Žiberna. 2011. *Osnove statistike na prosojnicah*. Dostopno prek: http://studentski.net/gradivo/ulj_fdv_nv1_sta_sno_uvod_v_statistiko_01?r=1 (23. februar 2014).
- Greszki, Robert, Marco Meyer and Harald Schoen. 2015. Exploring the Effects of Removing “Too Fast” Responses and Respondents from WebSurveys. *Public Opinion Quarterly* 79 (1): 1–33.
- Heerwegh, Drik. 2002. Describing response behaviour in websurveys using client side paradata. Prispevek predstavljen na International Workshop on Websurveys, 17.-19. oktobra, v Manheimu, Nemčija.

- --- 2003. Explaining response latencies and changing answers using client-side paradata from a web survey. *Social Science Computer Review* 21 (3): 360373.
- --- 2004. Uses of client side paradata in web surveys. Prispevek predstavljen na 59th AAPOR konferenci, 13.–16. maja, Arizona, Phoenix.
- Hodge, V. J. in Austin J. 2004. A survey of outlier detection methodologies. *Artificial Intelligence Review* 22 (2): 85–126.
- Jiang, Nan. 2011. *Conducting reaction time research in second language studies (second language acquisition research series)*. New York: Routledge.
- Kaczmirek, Lars. 2008. *Human-survey interaction: usability and nonresponse in online surveys*. Dostopno prek: <https://ub-madoc.bib.uni-mannheim.de/2150/1/kaczmirek2008.pdf> (13. februar 2014).
- Kreuter, Frauke in Carolina Casas Codero. 2010. Paradata. Working Paper Series of Council for Social and Economic Data, No. 136.
- Kreuter, Frauke in Mick P. Couper. 2013. Using paradata to explore item level response times in surveys. *Journal of the Royal Statistical Society Series A* 176 (1): 271–286.
- Kreuter, Frauke, Mick Couper in Lars Lyberg. 2010. The use of paradata to monitor and manage survey data collection. *Joint Statistical Meetings* 2010. Dostopno prek: http://www.amstat.org/Sections/Srms/Proceedings/y2010/Files/306107_55863.pdf (5. december 2013).
- Kreuter, Frauke. 2013. *Improving surveys with paradata: analytic uses of process information*. New York: John Wiley & Sons, inc.
- Krosnick, J.A. 1991. Response strategies for coping with cognitive demands of attitude measures in surveys. *Applied Cognitive Psychology* 5 (3): 213–236.
- Leiner, Dominik J. 2013. *Too fast, too straight, too weird: post hoc identification of meaningless data in internet surveys*. Dostopno prek: http://www.researchgate.net/publication/258997762_Too_Fast_too_Straight_too_Weird_Post_Hoc_Identification_of_Meaningless_Data_in_Internet_Surveys (7. februar 2014).
- Leys, Christophe, Christophe Ley, Olivier Klein, Philippe Bernard in Lauernt Licata. 2013. Detecting outliers: do not use standard deviation around the mean, use absolute deviation around median. *Journal of Experimental Social Psychology* 49 (4): 764–766.

- Lozar Manfreda, Katja, Vasja Vehovar in Zenel Batagelj. 2000. Veljavnost interneta kot anketnega orodja. *Teorija in Praksa* 37: 1035–1051. Dostopno prek: <http://dk.fdv.uni-lj.si/tip/tip20006manfreda-vehovar.PDF> (13. februar 2014).
- Lynn, Peter in Gerry Nicolaas. 2010. Making good use of survey paradata. *Survey Practice* 3 (2): 1–5.
- Malhotra, Neil. 2008. Completion time and response order effects in web surveys. *Public Opinion Quarterly* 72 (5): 914–934.
- Manoj, K. in Senthamarai Kannan. 2013. Comparison of methods for detecting outliers. *International Journal of Scientific & Engineering Research* 4 (9): 709–714
- Meade Adam W. in Craig S. Bartholomew. 2012. Identifying careless responses in survey data. *Psychological Methods* 17 (3): 437–455.
- Mulligan, Kenneth, J. Tobin Grant, Stephen T. Mockabee in Joseph Quin Monson. 2003. Response Latency Methodology for Survey Research: Measurement and Modeling Strategies. *Political Analysis* 11 (3): 289–301.
- Nicolaas, Gerry. 2011. Survey paradata: a review. *National Centre for Social Research Methods* (17). Dostopno prek: http://eprints.ncrm.ac.uk/1719/1/Nicolaas_review_paper_jan11.pdf (3. februar 2014).
- Olewuezi, N.P. 2011. Note on the Comparison of Some Outlier Labeling Techniques. *Journal of Mathematics and Statistics* 7 (4): 353–355
- Osborne, Jason W. in Amy Overbay. 2004. The power of outliers (and why researchers should always check for them). *Practical Assessment, Research & Evaluation* 9 (6): 1–12.
- Ratcliff, Roger. 1993. Methods for dealing with reaction time outliers. *Psychological Bulletin* 114 (3): 510–532.
- Sabade, Sagar S. in Duncan M. Walker. 2002. Evaluation of Effectiveness of Median of Absolute Deviations Outlier Rejection-based I_{DDQ} Testing for Burn-in Reduction. *Department of computer Science* 9 (2): 81–86.
- Sajesh, T. A. in M.R. Srinivasan. 2013. An overview of multiple outliers in multidimensional data. *Journal of Applied Statistics* 14 (2): 87–120.
- Steinbrecher, Markus, Joss Roßmann in Michael Bergmann. 2013. *The Short-term Campaign Panel of the German Longitudinal Election Study 2009*. Dostopno prek: <http://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/37104/ssoar-2013->

steinbrecher_et_al-he_Short-term_Campaign_Panel_of.pdf?sequence=1 (20. februar 2014).

- Stieger, Stefan in Ulf-Dietrich Reips. 2010. What are participants doing while filling in an online questionnaire: a paradata collection tool and an empirical study. *Computers in Human Behaviour* 26 (6): 1488–1495.
- Termania. *Outlier*. Dostopno prek: <http://www.termania.net/slovarji/statisticni-terminoloski-slovar/8321626/outlier?query=outlier> (20. avgust 2015).
- Tesser, Abraham. 1993. The Importance of Heritability in Psychological Research: The Case of Attitudes. *Psychological Review* 100 (1): 129–142.
- Tourangeau, Roger, Lance J. Rips in Kenneth A. Rasinski. 2000. *The psychology of survey response*. Cambridge, GBR: Cambridge University Press.
- West, Brady T. 2011. Paradata in Survey Research. *Survey Practice* 4 (4): 1–8.
- Wise, Steven L. in Xiaojing Kong. 2006. Response Time Effort: A New Measure of Examinee Motivation in Computer-Based Tests. *Applied Measurement in Education* 18 (2): 163–183
- Yan, Ting in Kristen Olson. 2013. *Analyzing paradata to investigate measurement error*. *Sociology, department of*. Dostopno prek: http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1238&context=sociologyfa_cpub (14. februar 2013).
- Yan, Ting in Roger Tourangeau. 2008. Fast times and easy questions: the effects of age, experience and question complexity on web survey response time. *Applied Cognitive Psychology* (22): 51–68.
- Yap J., Melvin, Penny M. Pexman, Michele Wellsby, Ian S. Hargreaves in Mark J. Huff. 2012. An abundance of riches: cross-task comparisons of semantic richness effects in visual word recognition. *Frontiers in Human Neuroscience* 72 (6): 8–17.
- Zhang, Chan in Frederick G. Conrad. 2013. Speeding in Web Surveys: The tendency to answer very fast and its association with straightlining. *Survey Research Method* 8 (2): 127–135.
- Zhang, Chan. 2013. Satisficing in web surveys: implications for data quality and strategies for reduction. Doktorska disertacija, Univerza v Michiganu, 2013.