

Uticaj međusobne udaljenosti između stubića grafikona na čitljivost stubičastih grafikona

U ovom istraživanju smo želeli da utvrdimo u kojoj meri rastojanje između stubića utiče na čitljivost stubičastih grafikona. Uzorak je bio prigodan, a činila su ga 22 polaznika IS Pemica. Za istraživanje su pripremljena tri seta grafikona sa različitim rastojanjima između stubića: jedan set je bio sa rastojanjem jednakim širini jednog stubića, drugi set je bio sa rastojanjem jednakim polovini jednog stubića, dok su u trećem setu stubići bili spojeni. Ispitanicima su prikazivani grafikon sa četiri stubića, različitih boja. Druga nezavisna varijabla je bio broj stubića između dva stubića koja se porede. Od ispitanika je traženo da uporede vrednosti crvenog i plavog stubića, a beleženo je vreme njihove reakcije. Pokazano je da postoji statistički značajna razlika u vremenu reakcije za različita rastojanja između stubića, kao i za broj stubića postavljenih između dva stubića koji se porede. Takođe, značajna je bila i interakcija između dve nezavisne varijable.

Uvod

U većini nauka grafikon se koriste kao jedno od najčešćih sredstava za vizuelni prikaz odnosa među brojevima. Grafički prikaz podataka ljudi su počeli da koriste još pre više hiljada godina, ali grafikone kakve poznamo danas izumeo je Viljem Plejfer (*William Playfair*) tek krajem 18. veka, koristeći ih u oblasti ekonomije (Friendly i Denis 2006). Od tada pa do danas pojavio se veliki broj različitih vrsta grafikona. U današnje vreme najviše se koriste stubičasti grafikon i takozvane "pite" (Minić 2006). Grafikon, međutim, u početku nisu bili priznati kao

pouzdana sredstvo za prikaz podataka, jer su mnogi empiristi bili veoma nezadovoljni grafikonima. Tek krajem 19. veka dolazi do naglog povećanja popularnosti i konačnog prihvatanja grafikona od strane naučnog sveta (Minić 2006). Tada se postavlja pitanje koji su oblici grafikona najbolji za prikaz određenih vrsta podataka, što dovodi do prvih empirijskih istraživanja grafikona. Prvo takvo istraživanje sproveo je Volter C. Eells (*Walter C. Eells*) 1926. godine (Eells 1926). Ovo istraživanje je trebalo da ustanovi da li se lakše čitaju "stubičasti" ili "pitasti" grafikon. Eells je od svojih ispitanika tražio da procene koliki procenat od celine čini jedan element na grafikonu. Iako su tada pitasti grafikon pokazali veći uspeh od stubičastih, kasniji kontradiktorni empirijski podaci su doveli do polemike oko toga koji su grafikon bolji: pite ili stubići. S porastom popularnosti grafikona, raste i broj knjiga, članaka i uputstava na temu pravljenja dobrih grafikona, pogotovo osamdesetih i devedesetih godina 20. veka (Friendly i Denis 2006).

Tokom 20. veka vršena su istraživanja čiji je cilj bio da utvrde da li postoje prednosti grafikona u odnosu na brojevna prikazivanja podataka, kao i koji tip grafikona je najpogodniji. Vršena su istraživanja u kojima su poredene pite, stubiće i tabele (Washburne 1927; Carter 1947); Meyer *et al.* 1999; Spence i Lewandowsky 1991; prema Minić 2006). Rezultati koji su dobijeni pokazali su da i grafikon i tabele imaju svoje prednosti i da je uspeh u procenjivanju zavisio od vrste zadatka datog u istraživanju. Na primer, Mejer je u svojim eksperimentima sa tabe-

Filip Nenadić (1990), Petrovaradin, Reljkovićevo 67, učenik 2. razreda Karlovačke gimnazije u Sremskim Karlovcima

Ognjen Apić (1989), Sremska Mitrovica, Trg vojvođanskih brigada bb, učenik 4. razreda Gimnazije "Ivo Lola Ribar" u Sremskoj Mitrovici

lama i grafikonima ustanovio da su tabele u stalnoj prednosti nad grafikonima za sve zadatke korišćene u eksperimentu (Minić 2006). Prednost se nije smanjivala sa iskustvom u očitavanju. Međutim, rezultati koje su dobili Spens i Levandovski pokazuju da kada je trebalo uporediti zbir dva odsečka/ćelije sa trećim ili sa zbirom dva druga odsečka/ćelije, grafikonima imaju značajnu prednost nad tabelama (Minić 2006). Još jedan eksperiment u kojem je zadatak ispitanika bio da procene koliki deo od ukupne veličine grafikona predstavlja odabrani odsečak, označen tačkom, doveo je do zanimljivih rezultata, koji su pokazali da se vreme reakcije povećava sa brojem odsečaka (Hollands i Spence 1998, prema Minić 2006).

Pored Spensa i Levandovskog, nedavno se grafikonima bavio i Ivan M. Minić (2006). On je sproveo istraživanja koja su se ticala, najčešće, legende, njenog položaja, mesta i načina prikazivanja, kao i oznaka koje ta legenda nosi. Takođe, ispitivano je i koji od grafikona se brže i lakše čita. Rezultat dobijen u poslednjem istraživanju pokazuje da su stubičasti grafikonima oni na kojima se najlakše očitavaju rezultati i poredbe dva stubića, što je i bio zadatak.

Iz ranijih istraživanja nije dovoljno jasno da li rastojanje između stubića utiče na čitljivost grafikona. Na osnovu ranijih nalaza da povećanje ugla separacije između dva stimulusa smanjuje preciznost procenjivanja njihove daljine i veličine (Gogel 1969), možemo pretpostaviti da bi povećanje rastojanja između stubića smanjilo čitljivost. U ovom istraživanju smo želeli da utvrdimo u kojoj meri rastojanje između stubića utiče na preglednost i čitljivost stubičastih grafikona. Smatramo da je to relevantno zbog toga što je rastojanje između stubića jedna od osobina stubičastih grafikona koja može da varira, a za koju još nije utvrđeno kako utiče na čitljivost grafikona.

Cilj ovog istraživanja jeste da utvrdimo da li promena rastojanja između stubića utiče na čitljivost grafikona.

Hipoteza. Pretpostavljamo da će veće rastojanje između stubića smanjiti preciznost očitavanja grafikona, što odgovara Gogelovim nalazima (Gogel 1969).

Materijal i metode

Varijable

Nezavisne:

1 – rastojanje između stubića na stubičastom grafikonu, kategorička varijabla sa tri nivoa: rastojanje jednako širini jednog stubića (u daljem tekstu veliko rastojanje), polovini širine jednog stubića (srednje rastojanje) i bez rastojanja

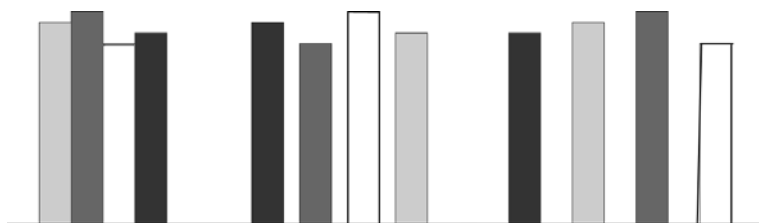
2 – broj stubića koji razdvajaju dva stubića koja se poredbe (u daljem tekstu razmak), kategorička varijabla sa tri nivoa: nijedan (bez razmaka), jedan (srednji razmak) ili dva stubića (veliki razmak)

Zavisna: prosečno vreme reakcije poređenja vrednosti dva stubića na grafikonu

Uzorak. Uzorak je prigodan i čini ga 22 polaznika IS Petnica, starosti 16-20 godina, oba pola.

Stimulusi. Stimuluse čine 48 grafikona sa po četiri stubića crvene, plave, žute i zelene boje. Vrednosti stubića uvek su 85, 90, 95 i 100. Crveni i plavi mogu imati vrednosti 90 ili 95, dok zeleni i žuti stubić imaju vrednosti 85 ili 100. Grafikonima su pravljani automatski, pomoću Visual Basic programa. Raspored stubića je variran tako da se pokriju sve moguće permutacije mesta. Tako dobijena 48 grafikona prikazana su u tri oblika. U prvom obliku stubići su bez rastojanja, u drugom je rastojanje srednje, a u trećem je rastojanje veliko.

Dakle, stimuluse je činilo ukupno 144 stubičasta grafikona.



Slika 1.

Primer – tri različita grafikona sa različitim rastojanjima između stubića

Figure 1.

Example – three different charts with different bar spacing

Postupak. Grafikoni su prikazivani na računaru, jedan za drugim. Od ispitanika je traženo da što brže uporede vrednosti crvenog i plavog stubića na grafikonu. Redosled prikazivanja grafikona je određen. Pola sekunde nakon odgovora ispitanika na prethodni grafikon, program prikazuje sledeći grafikon i beleži vreme reakcije. U slučaju netačnog odgovora na ekranu se pojavljuje obaveštenje “pogrešili ste, pokušajte ponovo” i tada se očekuje da ispitanik klikne mišem da bi se ponovo pojavio grafikon na koji je dao netačan odgovor. Prvih šest grafikona služe kao vežba, i posle tih šest grafikona pojavljuje se obaveštenje da je vežba gotova i da počinje eksperiment.

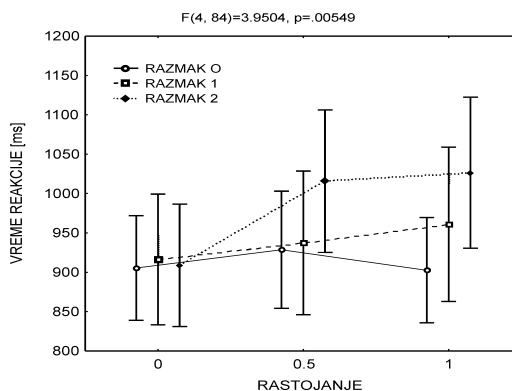
Rezultati

Podaci su obrađeni dvofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja. Pokazano je da postoji statistički značajna razlika u vremenu reakcije za različita rastojanja između stubića, kao i različite razmake koji se porede. Takođe se javila i interakcija između razmaka i rastojanja (tabela 1, slika 2).

Tabela 1. Značajnost efekata rastojanja i razmaka na vreme reakcije

	d. f.	F	p
rastojanje	2, 42	9.20	0.00
razmak	2, 42	9.54	0.00
rastojanje * razmak	4, 84	3.95	0.01

U post hoc Šefe testovima dobijene su statistički značajne razlike samo između nekih tipova grafik-



Slika 2. Interakcija između razmaka i vremena reakcije

Figure 2. Interaction between spacing and reaction time; white dot – spacing 0, square – spacing 1, black dot – spacing 2

ona (tabela 2). Statistički značajna razlika je dobijena u slučaju kada je razmak velik, ali samo kada se porede grafikoni bez rastojanja sa grafikonima sa srednjim rastojanjem, ili velikim rastojanjem. Razlika je dobijena i u slučaju kada je rastojanje veliko, a kada se porede grafikoni bez razmaka i grafikonima sa velikim razmakom.

Diskusija

Statistički značajna razlika u vremenu reakcije je dobijena jedino u slučaju najvećeg razmaka (dva stubića između poredbenih stubića). U slučajevima kada je između poredbenih stubića bio samo jedan ili su stubići koji se porede bili susedni, nije se javila razlika u vremenu reakcije, ni za jedan tip rastojanja. U slučaju najvećeg razmaka, a sa nultim rastojanjem

Tabela 2. Post hoc Šefe testovi

	ras0 izm0	ras0 izm1	ras0 izm2	ras1 izm0	ras1 izm1	ras1 izm2	ras2 izm0
ras0 izm1	0.99						
ras0 izm2	1.00	1.00					
ras1 izm0	1.00	1.00	1.00				
ras1 izm1	0.99	1.00	1.00	1.00			
ras1 izm2	0.01	0.04	0.02	0.12	0.23		
ras2 izm0	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.01	
ras2 izm1	0.71	0.90	0.78	0.98	1.00	0.72	0.66
ras2 izm2	0.00	0.01	0.00	0.04	0.10	1.00	0.01

(stubići spojeni), razlike u vremenu reakcije takođe nije bilo. Drugim rečima, kada nema rastojanja između stubića koji se porede, razmak ne utiče na vreme reakcije.

Jedino u slučaju kada je na stimulusima postojao razmak od dva stubića, a pritom postoji neko rastojanje između stubića, dobija se statistički značajna razlika u vremenu reakcije. Takođe, za stimulse sa najvećim rastojanjem, najsporije reakcije ispitanika su bile u situaciji najvećeg razmaka (dva stubića).

Dobijena je i statistički značajna interakcija između razmaka i rastojanja.

Dobijeni rezultati ukazuju na to da rastojanje i razmak sami po sebi ne utiču na brzinu reakcije, ali kombinacija ta dva faktora može uticati. Naime, na grafikonima na kojima postoji veliki razmak (dva stubića) i neko rastojanje između stubića, brzina reakcije je manja. Odnosno, čitljivost grafikona se usporava povećanjem razmaka i rastojanja zajedno.

Dobijeni rezultati delimično potvrđuju početnu hipotezu. Rastojanje samo po sebi ne usporava brzinu reakcije. Međutim, kada se povećava zajedno sa razmakom, dobija se statistički značajna razlika i brzina reakcije je manja, odnosno čitljivost grafikona je slabija.

Sprovedeno istraživanje je skladu sa nekim ranijim nalazima, odnosno rezultati se mogu objasniti nekim utvrđenim pravilnostima u oblasti percepcije. Na primer, istraživanje koje je sproveo Gogel je u skladu sa našim, jer njegovi rezultati pokazuju da je rastojanje između objekata posmatranja veoma važno kao faktor prilikom procene daljine i veličine opaženih objekata. Takođe, istraživanje koje su vršili Meng i Sedžvik (Meng i Sedgwick 2002) pokazuje da se smanjuje preciznost u proceni daljine prilikom povećavanja razlike u visini procenjivanih objekata. Dakle, nalazi dobijeni u navedenim eksperimentima ukazuju na jasnu tendenciju da separacija poređenih stimulusa utiče na uspešnost njihovog poređenja. Naši nalazi pokazuju da se isti trend dobija i na kompleksnijoj stimulaciji, tj. regularnost utvrđena u laboratorijskim uslovima, na jednostavnim stimulusima (tačke u mraku) se može primeniti i u složenijim, ekološki validnijim situacijama (čitljivost grafikona).

Na razmak između stubića grafikona je teško uticati, jer se na grafikonima često prikazuje više kategorija, to jest više stubića, a pritom se upoređuju svi stubići, a ne samo određena dva. Međutim, rastojanje se može menjati. Na taj način se može smanjiti

otežana čitljivost koja bi proistekla iz velikog razmaka. Stoga, preporučuje se da se pri pravljenju stubičastih grafikona uzme u obzir rastojanje, i to u smislu da se stubičasti grafikonu prave bez rastojanja, odnosno preporučujemo upotrebu histograma kad god je to moguće, a ne stubičastih grafikona koji sadrže određeno rastojanje.

Literatura

Minić I. M. 2006. Čitljivost grafikona. Nepublikovan rad.

Gogel W. C. 1969. Equidistance effects in visual fields. *American Journal of Psychology*, **82** (3): 342.

Eells W. C. 1926. The relative merits of circles and bars for representing component parts. *Journal of the American Statistical Association*, **21** (154): 119.

Friendly M., Denis D. J. 2001. *Milestones in History of Thematic Cartography, Statistical Graphics, and Data Visualisation*. dostupno na <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/>

Meng J., Sedgwick H. 2002. Distance perception across spatial discontinuities. *Perception nad Psychophysics*, 64: 1.

Filip Nenadić i Ognjen Apić

Influence of Bar Spacing on the Legibility of Charts

In science, charts are often used as one of the most frequent media for visual representation of relations among numbers. Some of the most common chart types are bar and pie charts. Much research has been conducted in this area, but some parameters of charts and their influence on the chart's legibility have not been examined yet. The aim of this research was to determine how the distance between bars on a bar chart influences the chart's legibility.

The sample was made of 22 participants of Petnica Science Center. We prepared three sets of charts with different bar spacings: no distance, distance equal to a bar's width, and the distance equal

to one half of the bar's width. Each graph contained four bars, each in a different color: red, blue, green and yellow. Their values could be only 85, 90, 95 i 100. The order of bars and heights were varied, so that all combinations are covered. Altogether, 144 different charts were shown on a computer to each examinee. They were asked to judge which bar is higher: the red or the blue one, and the reaction time was registered. We observed the relation of the reaction time to two factors. The first factor was the distance between two bars, and the second was the

number of bars between the compared two bars (i.e. spacing). Bars could be adjacent (zero spacing), or there could be one or two bars between the compared bars. The results were treated with a two-factor analysis of variance for repeated measurements.

Analysis showed a significant effect of distance and spacing, and, also, their interaction. A statistically significant difference appeared only when either or both distance and spacing were largest. Therefore, we recommend using bar charts with no distance between bars.

