

Istraživanje učinkovitosti različitih tehnika vizualizacije podataka za komunikaciju prema nestručnoj publici

Dujmović, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:195:319930>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies - INFORI Repository](#)



Sveučilište u Rijeci - Fakultet informatike i digitalnih tehnologija

Sveučilišni preddiplomski studij Informatike

Dominik Dujmović

Istraživanje učinkovitosti različitih
tehnika vizualizacije podataka za
komunikaciju prema nestručnoj publici

Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Lucia Načinović Prskalo

Rijeka, 22.9.2023.

Zadatak za završni rad



Rijeka, 18.4.2023.

Zadatak za završni rad

Pristupnik: Dominik Dujmović

Naziv završnog rada: Istraživanje učinkovitosti različitih tehnika vizualizacije podataka za komunikaciju prema nestručnoj publici

Naziv završnog rada na engleskom jeziku: Evaluating the Effectiveness of Various Data Visualization Techniques for Communicating to Non-Expert Audiences

Sadržaj zadatka: Zadatak završnog rada je istražiti različite metode i tehnike vizualizacije podataka i njihovu primjenu za komunikaciju prema nestručnoj publici. U radu će također biti opisani odabrani teorijski okviri koji se najčešće primjenjuju kod vizualizacije podataka. Jedan od zadataka završnog rada je i provođenje empirijskog istraživanja utjecaja vizualizacije podataka na razumijevanje i interpretaciju podataka.

Mentor

Doc dr. sc. Lucia Načinović Prskalo

Voditelj za završne radove

Doc. dr. sc. Miran Pobar

Zadatak preuzet: 18.4.2023.

(potpis pristupnika)

Adresa: Radmile Matejčić 2
51000 Rijeka, Hrvatska

Tel: +385(0)51 584 700

E-mail: ured@inf.uniri.hr

OIB: 64218323816

IBAN: HR1524020061400006966



Sažetak

Ovo istraživanje proučava utjecaj vizualizacije podataka za komuniciranje prema nestručnoj publici. U radu se vrši pregled relevantne literature povezane s temom te pregled teorijskih okvira koji se primjenjuju pri vizualizacijama podataka. Nakon toga detaljno se opisuje empirijska faza testiranja, koja uključuje provođenje strukturiranog upitnika s ciljem prikupljanja podataka o odabranim vizualizacijama od strane nestručne publike. Upitnik je dizajniran kako bi se procijenila učinkovitost vizualizacije podataka, pronašle mane i potencijalna poboljšanja. U idućoj fazi istraživanja provodi se temeljita analiza dobivenih rezultata s ciljem boljeg razumijevanja utjecaja vizualizacije za komunikaciju podataka na razumijevanje podataka. U zaključnoj fazi rada provodi se diskusija, donose zaključci i potiče na dodatna istraživanja u smjeru konteksta primjene vizualizacija.

Ključne riječi

Semiotika, teorija gestalta, vizualizacija podataka, istraživanje, graf, modeli kognitivnih procesa, interaktivnost, efikasnost, dizajn, linijski graf, tortni graf, mapa, dijagram raspršenja, tehnike vizualizacije, grafički prikazi, ispitanici, skupovi podataka.

Sadržaj

1. Uvod	4
1.1 Opis teme istraživanja i konteksta	4
1.2 Ciljevi istraživanja	4
1.3 Važnost istraživanja	4
2. Pregled literature.....	5
2.1 Pregled dosadašnjih istraživanja	5
2.2 Pregled teorijskih okvira	7
2.2.1 Teorija Gestalta	7
2.2.2 Teorija semiotike	8
2.2.3 Efikasnost i preciznost	9
2.2.4 Model Interakcije Čovjek-Računalo	10
2.2.5 Modeli kognitivnih procesa	11
3. Metodologija istraživanja	13
3.1 Opis provedenog istraživanja	13
3.2 Uzorak ispitanika	13
3.3 Prikupljanje podataka.....	13
3.4 Analiza podataka	14
3.5 Vremenski okvir	14
3.6 Skupovi podataka korišteni u istraživanju	14
4. Rezultati istraživanja.....	16
4.1 Profil ispitanika i frekvencija upotrebe vizualizacija	16
4.2 Analiza rezultata.....	17
5. Diskusija i zaključak	23
5.1 Interpretacija rezultata i povezivanje s teorijskim okvirom	23
5.2 Impliciranje rezultata za primjenu u praksi i daljnja istraživanja	23
5.3 Zaključak istraživanja.....	23
6. Popis slika	25
7. Prilog.....	26
8. Literatura	39

1. Uvod

1.1 Opis teme istraživanja i konteksta

Današnji svijet prepun je raznovrsnim podacima koji su postali nezaobilazna komponenta svakodnevnog života i poslovanja. Količina dostupnih informacija svakodnevno raste, a sposobnost interpretacije i komunikacije tih podataka važna je za donošenje informiranih odluka. Potreba za efikasnom komunikacijom podataka najviše je izražena kada je ciljna publika nestručna o određenoj temi. U takvim situacijama, korištenje različitih tehnika vizualizacije podataka postaje ključno sredstvo za olakšavanje interpretacije i razumijevanja informacija. Zbog danas sveprisutne digitalizacije i dostupnosti raznih alata za vizualizaciju, važno je razumjeti koje tehnike, kada i kako primijeniti da bi informacije bile čim jasnije publici kojoj se prezentiraju.

1.2 Ciljevi istraživanja

Cilj ovog završnog rada je istražiti učinkovitost nekoliko različitih tehnika vizualizacije podataka u kontekstu komunikacije prema nestručnoj publici. U okviru ovog završnog rada bit će opisani pojedini teorijski okviri koji se primjenjuju u području vizualizacije podataka, uz pregled nekih dosadašnjih istraživanja, te će se provesti istraživanje učinkovitosti različitih tehnika vizualizacije (grafova) koristeći anonimno online anketiranje uz zadane kriterije.

1.3 Važnost istraživanja

S obzirom na količinu podataka i informacija koje se svakodnevno vizualno prezentiraju ljudima kroz razne digitalne alate, razumjeti kako ih oni procesuiraju te sposobnost prenošenja istih postaje iznimno važna. Čovjek je vizualno biće te puno lakše pamti informacije koje su prikazane na određeni način koristeći boje, linije, oblike, teksture i druge komponente u odnosu na samu informaciju koja je prikazana u tabličnom, tekstualnom ili nekom trećem obliku. Ovo istraživanje potencijalno može pomoći dizajnerima, podatkovnim stručnjacima i ljudima koji se bave sličnim profesijama u boljem razumijevanju publike (ljudi) te prezentacije informacija koristeći razne tehnike vizualizacije.

2. Pregled literature

2.1 Pregled dosadašnjih istraživanja

U ovom dijelu bit će dan kratki pregled nekih od prethodno provedenih istraživanja iz područja vizualizacije podataka i njihove komunikacije prema publici. S obzirom na brzinu generiranja novih informacija i promjena u današnjem svijetu, u obzir su uzeta samo novija istraživanja, od 2000. godine do danas. Istraživanja koja su pregledana su uglavnom kompleksnije prirode u svrhu znanosti, medicine i obrazovanja, ali su lako primjenjiva i na neka jednostavnija područja. S obzirom da su trenutna istraživanja iz ovog područja raspršena kroz razne druge grane znanosti, teže je dobiti jasnu sliku s kojom bi se svi složili.

Fokus je stavljen na više studija koje su empirijski testirale vizualizaciju podataka. Studije uključene u ovaj pregled mogu se podijeliti u pet širih kategorija: usporedba tipova vizualizacije, grafovi, ikone, ostalo, i online. U većini pregledanih istraživanja pokušavalo se dobiti odgovor na pitanje koja metoda vizualizacije je bolja od neke druge. U svim promatranim istraživanjima, cilj je bio saznati koliko dobro nestručna publika uspijeva razumjeti prezentirane (kompleksnije) podatke.

Usporedba različitih tipova vizualizacije

- Brojevi i ikone

Jedina razlika između reprezentacija podataka koristeći brojeve i ikone koja je utjecala na razumijevanje podataka je bila razlika između grafike i brojeva, no razina ikonosti grafa nije utjecala na razumijevanje podataka (Wolfgang, 2011).

- Piktogrami i stupčasti grafikoni

Razlika između piktograma i stupčastih grafova dolazi do izražaja ovisno o veličini skale koju se želi prikazivati. Piktogrami su bolji format kada se žele prikazivati male vrijednosti i mali rasponi, dok su stupčasti grafikoni bolji za veće vrijednosti i rasponi (McCaffery, 2012).

- Piktogrami i tablice

Piktogrami su percipirani kao efektivniji i pouzdaniji način za prikaz podataka kada se želi prikazati neki omjer. Npr. Omjer uloženog i dobivenog, rizika i nagrade. (Tait, 2021)

- Uvećani stupčasti grafikon, uvećani graf s ikonama, dijagram toka i/ili kombinacija sva 3 grafikona

Kombinacija sva tri formata vizualizacije imala je značajno veću statističku preferenciju u odnosu na prikaz jednog od formata (Golan & Iadarola, 2008).

- Animacije i statičke vizualizacije

Animacije nemaju značajnog utjecaja na bolje razumijevanje prezentiranih podataka, u nekim slučajevima su pokazale čak i degradirajući učinak u odnosu na statičke vizualizacije (Zikmund-Fisher & Wittemann, 2012).

- Tekst, tablice i stupčasti grafikoni

U slučaju usporedbe stupčastih grafikona te tabličnog i tekstualnog prikaza podataka, vrijedi gotovo uvijek riskirati s odabirom stupčastih grafikona i to iz dva razloga:

1. Puno više privlače pažnju publike,
2. Lakši prikaz važnih informacija za koji je potreban manji kognitivni napor što na kraju rezultira boljim razumijevanjem (Smerecnik, 2006).

- Tablice i stupčasti grafikon

Publika je pri prikazu oba formata, puno više preferirala stupčaste grafikone. Publika iskusnija sa stupčastim grafikonima smatra ih mnogo jednostavnijim od tablica, dok ih publika koja je iskusnija s tablicama smatra jednako razumljivim ili jednostavnijim od tabličnog oblika. Najveća razlika u korist stupčastih grafikona između ova dva formata došla je do izražaja kada su prezentirani rezultati granične prirode (Meloncon & Warner, 2017) (Brewer, 2012).

2.2 Pregled teorijskih okvira

U ovom dijelu napravit ćemo kratki pregled teorijskih okvira koji se obično koriste za evaluaciju tehnika vizualizacije podataka. Evaluacija raznih tehnika vizualizacije podataka ima jednu od ključnih uloga u daljnjem razvoju novih efikasnih i korisnih alata kojima se može čim bolje vizualno analizirati i interpretirati podatke. Postoji dosta raznih teorija i pristupa kojima se evaluiraju tehnike a ovdje ćemo proći neke od njih.

2.2.1 Teorija Gestalta

Ovaj se teorijski okvir fokusira na psihološki aspekt percipiranja i prepoznavanja elemenata te njihova organiziranja i spajanja u cjelinu. Ovaj okvir pomaže razumjeti kako različiti dijelovi vizualizacije zajedno čine smislenu cjelinu te kako to čim efikasnije primijeniti u dizajnu vizualizacija. Teorija se sastoji od nekoliko principa koji pomažu da vizualizacije podataka budu razumljivije, estetski privlačnije i organiziranije te efikasnije pri komuniciranju podataka nestručnoj publici (Machilsen, et al., 2009).

Ključni principi Gestaltove teorije:

- Načelo blizine

Ovo načelo kaže da se objekti koji se nalaze u blizini percipiraju kao međusobno povezanim odnosno grupiraju se u cjelinu.

- Načelo sličnosti

Ovo načelo kaže da ljudi naginju ka tome da grupiraju objekte koji imaju zajedničke elemente poput oblika, boja, veličinu, stil i drugo u jednu cjelinu.

- Načelo zatvaranja

Ovo načelo kaže da ljudi imaju tendenciju da vide zatvorene oblike kao jednu cjelinu što u vizualizaciji podataka nudi mogućnost da se pomoću zatvorenih oblika istakne grupa podataka ili da se stvori iluzija o cijelosti.

- Načelo kontinuiteta

Ovo načelo kaže da ljudi preferiraju kontinuiranost u oblicima, linija i teže tome da vide tok i kontinuitet. U vizualizaciji podataka to je posebno korisno načelo za prikaz vremenskih podataka ili procesa, te prikaz mijenjanja podataka kroz vrijeme.

- Načelo simetrije

Ovo načelo kaže da se simetrični oblici u očima publike vide kao estetski privlačniji i organiziraniji. U vizualizaciji podataka pomaže jasnoći prikaza i estetici.

- Načelo "sudopera"

Ovo načelo se odnosi na percepciju. Pomoću boja i kontrasta može se prikazati prednji plan odnosno pozadina na način da se u prednjem planu prikazuju važniji elementi dok se u pozadini prikazuju manje važni elementi ali važni za dobivanje cjelokupne slike (Köppen & Kaori, 2007) (Marlies, 2014).

2.2.2 Teorija semiotike

Igra značajnu ulogu u aspektu vizualizacije podataka jer joj područje proučavanja čine znakovi, simboli i njihova značenja. Pomaže razumjeti kako se vizualne informacije pretvaraju u neko smisleno značenje i kako ih komunicirati s publikom. Razumijevanje principa baziranih na semiotici pomaže pri stvaranju jasnih, privlačnih i efikasnih vizualizacija (Bertin, 1983).

Nekoliko principa semiotike:

- Upotreba simbola i znakova

Podrazumijeva korištenje grafičkih elemenata kao što su ikone, simboli i oznake na intuitivno razumljiv način publici.

- Izbor simbola i boja

Ovaj princip podrazumijeva izbor boja, simbola i ostalih vizualnih elemenata pri dizajniranju vizualizacija. Odluka kada, kako i u kojim slučajevima koristiti određene boje ili simbole može imati velikog utjecaja na krajnji ishod i konačno razumijevanje prezentiranih podataka/informacija publici.

- Kreativnost u dizajnu

Osim što pruža smjernice za komunikaciju podataka, semiotika otvara i prostor za kreativnost pri dizajnu jedinstvenih i efektnih prikaza podataka.

- Kontekst i kultura

Igraju bitnu ulogu u semiotici kada se promatra kroz vizualizacije podataka. Razumijevanje načina na koji kontekst i kultura utječu na razumijevanje i interpretaciju podataka od izuzetne je važnosti pa je tako moguće jedan skup podataka pokazati na dva potpuno različita načina dvjema različitim publikama koje se razlikuju zbog njihovih kulturalnih, geografskih, jezičnih, običajnih ili drugih razlika, a dobiti jednake/slične rezultate interpretacije. Moguć je i suprotan scenarij gdje dvjema različitim skupinama publike prikažemo isti vizualni prikaz određenog skupa podataka koji može biti potpuno drugačije interpretiran (Bertin, 1983).

2.2.3 Efikasnost i preciznost

Fokusira se na mjerenje i ocjenjivanje kvalitete vizualizacije, odnosno fokus je stavljen na to koliko dobro vizualizacija omogućava publici brzo i točno razumijevanje prikazanih podataka. U ovom se okviru naglašava koliko se dobro korisnici snalaze s vizualizacijom i kolike su mogućnosti da iz nje izvuku korisne i točne zaključke. Mjerenje efikasnosti i preciznosti bazira se na korisničkim istraživanjima, testiranjima sa publikom te analizi performansi. Pravilna evaluacija efikasnosti i preciznosti zahtjeva suradnju sa ciljnom publikom i korištenje metoda mjerenja koje odražavaju stvarne potrebe i zadatke korisnika. Dizajneri vizualizacija koriste ove informacije kako bi poboljšali dizajn i osigurali da vizualizacija bude efikasna i precizna u cilju olakšavanja donošenja informiranih odluka na osnovu podataka (Card, et al., 1999).

Ključni aspekti (Card, et al., 1999) (Ying, 2007):

- Brzina razumijevanja
- Točnost tumačenja
- Vrijeme potrebno za izvršavanje zadatka
- Pouzdanost i dosljednost
- Interaktivnost
- Praktična primjena
- Iterativni dizajn

2.2.4 Model Interakcije Čovjek-Računalo

Model čovjek-računalo (eng. Human Computer Interaction – HCI) je teorijski okvir koji se koristi za razumijevanje i analizu načina na koji ljudi ostvaruju interakciju s računalima i digitalnim sistemima. Pri primjeni ovog modela na kontekst evaluacije i dizajna vizualizacije podataka, ističu se ključni segmenti:

- Korisnik kao centralni element

Fokus je na korisniku i razumijevanju njegovih potreba i ciljeva, te sposobnosti i ograničenja.

- Kontekst upotrebe

Model HCI uzima u obzir kontekst u kojem se interakcija odvija. To uključuje okolinu u kojoj se nalaze, zadatke koje izvršavaju i druge faktore koji utječu na interakciju.

- Interakcija i komunikacija

U ovom modelu prati se razmjena informacija između korisnika i (interaktivnih) vizualizacija. To uključuje razumijevanje načina na koji korisnici komuniciraju svoje potrebe te kakve odgovore dobivaju povratno odnosno kako im se te informacije prezentiraju.

- Usklađenost s korisnicima

Korišteni dizajni i grafičke metode moraju biti intuitivne i prijateljski nastrojene prema korisniku i njegovom razumijevanju. U obzir se uzima prilagodba dizajna kako bi se udovoljilo potrebama korisnika.

- Iterativni dizajn

Model HCI ima iterativan pristup dizajnu i evaluaciji, što znači da se provode kontinuirana testiranja s korisnicima kako bi se unaprijedio dizajn i čim bolje razumjeli podaci.

- Evaluacija performansi

Ovaj model uključuje mjerenje performansi sa stajališta korisnika, odnosno koliko dobro korisnik tumači informacije, izvršava zadatke te koliko je zadovoljan (Dix, et al., 2004).

2.2.5 Modeli kognitivnih procesa

Modeli kognitivnih procesa igraju važnu ulogu u tome kako ljudi obrađuju, percipiraju i interpretiraju vizualne informacije u kontekstu vizualizacije podataka. Ovi modeli pomažu da se dobije dublje razumijevanje načina na koji se informacije obrađuju u mozgu korisnika i kako se donose odluke na temelju vizualnih informacija (Padilla, et al., 2018) (Michelle A., 2014).

Nekoliko ključnih modela kognitivnih procesa:

- Model procesuiranja informacija

Ovim se modelom opisuje kako mozak obrađuje informacije korak po korak. S gledišta vizualizacije podataka, model procesuiranja informacija primjenjuje se na razumijevanje načina na koji se vizualni podaci percipiraju, memoriraju, pažljivo obrađuju i koriste za donošenje odluka.

- Model dualnog koda

Prema ovom modelu, ljudski mozak obrađuje informacije na dva načina - verbalno i vizualno. Vizualna informacija se čuva u posebnom vizualnom kodu što može imati implikacije za dizajn vizualizacija i kombiniranje vizualnih i tekstualnih elemenata.

- Modeli radne memorije

Radna memorija je kratkotrajna memorija koju mozak koristi za obradu i manipulaciju informacija. Modeli radne memorije istražuju kapacitet i funkciju ovog sustava i načina na koji se koristi za rad s vizualnim podacima.

- Modeli donošenja odluka

Ovi modeli istražuju kako ljudi donose odluke na osnovu vizualno dobivenih informacija. To uključuje analizu procesa donošenja zaključaka, procjenu rizika i izbor između više različitih opcija.

- Modeli pažnje

Modeli pažnje proučavaju kako se pažnja korisnika usmjerava na određene dijelove vizualizacija. Razumijevanje usmjeravanja pažnje korisnika može pomoći pri postavljanju ključnih informacija na istaknute pozicije u vizualizaciji.

- Modeli mentalnih mapa

Ovi se modeli odnose na načine na koji korisnici stvaraju mentalne mape i koncepte na osnovu vizualno prikazanih podataka. Razumijevanje ovih procesa pomaže pri optimizaciji dizajna kako bi se olakšalo stvaranje točnih i korisnih mentalnih mapa (Eysenck & Keane , 2015) (Padilla, 2018).

3. Metodologija istraživanja

3.1 Opis provedenog istraživanja

Kao što je spomenuto u uvodu, istraživanje smo proveli s ciljem boljeg razumijevanja učinkovitosti različitih tipova vizualizacije za komuniciranje podataka prema nestručnoj publici. Kroz istraživanje smo ispitivali razumijevanje i interpretaciju prikazanih podataka koristeći različite grafičke prikaze. Uz navedeno, od ispitanika smo prikupljali informacije poput spola, dobi, godina, stupnja obrazovanja, profesije te su ispitanici također odgovarali na pitanja o njihovoj upoznatosti s konceptima vizualizacije podataka i koliko se često susreću i koriste s njima. Sudionici istraživanja bili su potaknuti na kritiku i sugestiju te se od njih tražilo da istaknu mane i predlože promjene na ponuđenim grafičkim prikazima kako bi detektirali probleme i najčešće greške.

3.2 Uzorak ispitanika

Ispitanici u ovom istraživanju su nasumično odabrani sudionici koji su pristali sudjelovati u anketnom istraživanju putem internetskog obrasca. Sudionici predstavljaju raznoliku populaciju, različite dobi, obrazovanja i profesionalnih pozadina kako bismo osigurali reprezentativnost uzorka.

3.3 Prikupljanje podataka

Podaci su se prikupljali putem internetskog anketnog upitnika koji su sudionici popunili. Upitnik sadrži pet različitih grafičkih prikaza podataka:

1. Pie Chart (Torta)
2. Bar Chart (Stupčasti grafikon)
3. Line Chart (Linijski grafikon)
4. Map (Karta)
5. Scatter Plot (Grafikon raspršenosti)

Sudionici su pregledali svaki prikaz podataka i odgovorili na nekoliko jednostavnih pitanja gdje se testiralo razumijevanje podataka prikazanih na grafičkim prikazima. Od sudionika se zatim tražilo da izraze svoje zadovoljstvo prikazanim grafom i daju sugestije i kritike, odnosno istaknu što im je odgovaralo na grafu a što bi mijenjali kako bi im vizualizacije bile još razumljivije.

Na svakom grafu u upitniku ima prostora za napredak, odnosno negdje namjerno nedostaju dodatne oznake, negdje nisu dovoljno jasni podaci, negdje nedostaju oznake na osima, a sve s ciljem da se korisnika potakne na kritiku kako bi se iz istraživanja izvukli korisni zaključci. Neka pitanja gdje se testira razumijevanje su jednostavnog tipa a neka traže malo više koncentracije i razumijevanja. Potpuni anketni upitnik nalazi se u Prilogu ovog rada.

3.4 Analiza podataka

Prikupljeni podaci analizirani su putem statističkih metoda kako bismo identificirali obrasce u razumijevanju i preferencijama vezanih za grafičke prikaze podataka. Poseban naglasak stavljen je na analizu komentara i prijedloga sudionika za promjene na prikazima.

3.5 Vremenski okvir

Anketni upitnik bio je dostupan sudionicima tijekom razdoblja od 10 dana. Nakon zatvaranja ankete, podaci su obrađeni i analizirani kako bi se dobile relevantne spoznaje i zaključci.

3.6 Skupovi podataka korišteni u istraživanju

“India GDP Rate (1960-2022)”¹

Ovaj skup podataka sadrži informacije o bruto domaćem proizvodu (BDP) Indije za razdoblje od 1960. do 2022. godine. Podaci su razvrstani po godinama i uključuju informacije o nominalnom i realnom BDP-u, kao i rastu BDP-a tijekom navedenog razdoblja.

“Netflix Shows and Movies Exploratory Analysis”²

Ovaj skup podataka omogućava istraživanje sadržaja na Netflixu. Podaci uključuju informacije o filmovima i TV emisijama dostupnim na Netflixu, uključujući žanrove, ocjene, trajanje, godinu izdanja, i druge relevantne informacije.

¹ Dostupan na: <https://www.kaggle.com/datasets/rajkumarpandey02/india-gdp-rate-19602022>

² Dostupan na: <https://www.kaggle.com/code/shivamb/netflix-shows-and-movies-exploratory-analysis>

“Internet Users”³

Ovaj skup podataka sadrži informacije o broju internet korisnika u različitim zemljama i regijama svijeta. Podaci se razvrstavaju po godinama i omogućavaju analizu trendova povezanih s rastom korisnika interneta.

“Stack Overflow Developer Survey 2020”⁴

Ovaj skup podataka temelji se na anketi među programerima i razvojnim stručnjacima provedenoj na platformi Stack Overflow u 2020. godini. Podaci sadrže informacije o programerskim preferencijama, tehnologijama, plaćama, obrazovanju i drugim aspektima vezanim za razvoj softvera.

³ Dostupan na: <https://www.kaggle.com/datasets/ashishraut64/internet-users>

⁴ Dostupan na: <https://www.kaggle.com/datasets/aitzaz/stack-overflow-developer-survey-2020>

4. Rezultati istraživanja

4.1 Profil ispitanika i frekvencija upotrebe vizualizacija

Istraživanje je provedeno na 42 sudionika različitih dobnih skupina i obrazovnih stupnjeva. Sudionici su tako odabrani kako bi se osigurala raznolikost u uzorku i čim bolje razumijevanje percepcije pri prikazu vizualizacija podataka. Raspon dobi sudionika bio je od 18 do 75 godina. Sudionike istraživanja činili su muškarci i žene, čime smo osigurali rodnu raznolikost istraživanja. Prevladavali su muškarci s udjelom od 64% (27/42), dok je udio žena bio 36% (15/42). Ispitanici su bili raznih stupnjeva obrazovanja. Stupnjevi obrazovanja variraju od završene srednje škole do magisterija. Najveći udio ispitanika ima završeno srednjoškolsko obrazovanje s udjelom od 40% (17/42) dok prvostupnici sudjeluju s udjelom od 31% (13/42). Preostalih 29% ispitanika ima završen magisterij. Sudionici istraživanja raznih su profesija: automehaničari, konobari, učitelji, inženjeri, ekonomisti i dr. Rezultati istraživanja otkrivaju da većina ispitanika ima neko ograničeno poznavanje koncepta vizualizacije podataka, budući da 36% (15/42) sudionika izjavljuje da su malo upoznati s konceptima vizualizacije. Drugi dio ispitanika, njih 28% (12/42), pokazuje solidno razumijevanje vizualizacije podataka. Preostali ispitanici raspoređeni su u tri ostale kategorije, one koji imaju vrlo malo, umjereno i vrlo dobro razumijevanje, pri čemu se njihovi postoci prilično ravnomjerno raspoređuju. Prema dalje prikupljenim podacima o ispitanicima, 19% (8/42) sudionika istraživanja ne služi se vizualizacijama u svakodnevnom životu, dok se njih čak 45% (19/42) služi ponekad.

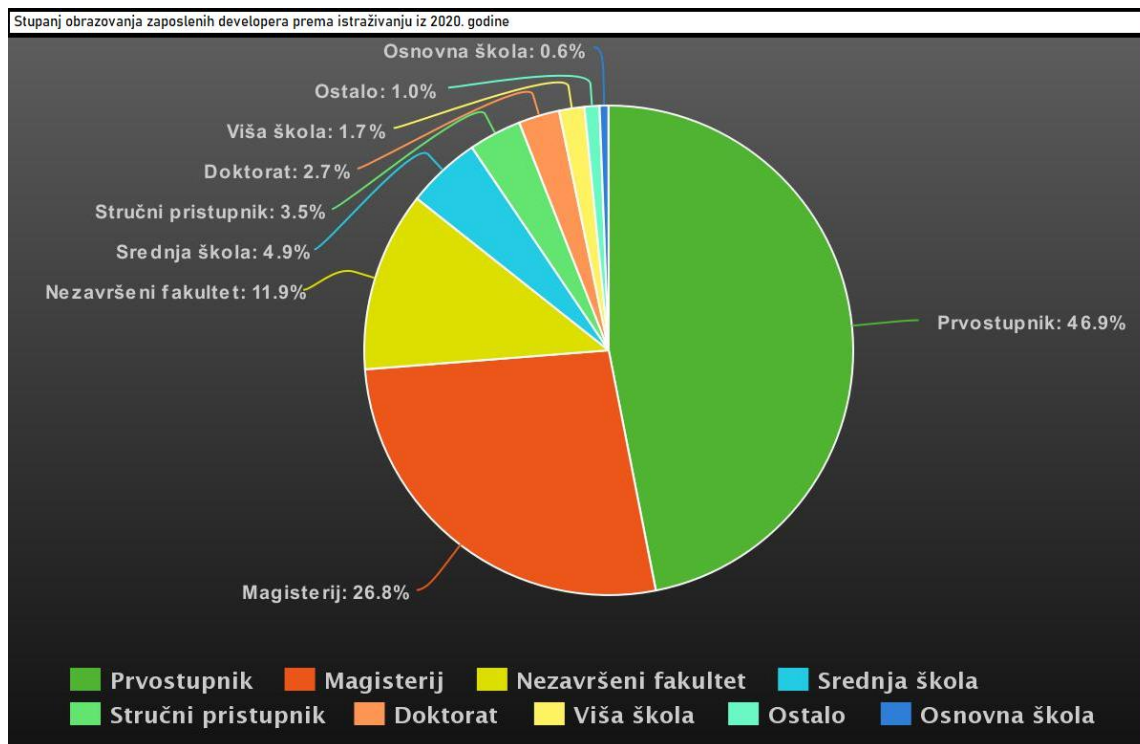
Značajan broj ispitanika, čak 71% (30/42), izjavljuje da ima iskustva u komuniciranju podataka, bilo da se radi o prezentacijama pred kolegama, klijentima ili javnim prezentacijama.

Ispitanici su izrazili različite preferencije za komunikaciju informacija prema nestručnoj publici, pri čemu su grafikoni i tablice često izdvajani kao preferirani načini zbog njihove jednostavnosti i vizualne jasnoće. Iako su grafikoni istaknuti zbog sposobnosti prezentiranja šire slike koristeći minimalno teksta i brojeva, neki od ispitanika naglasili su važnost dodatnih opisa kako bi informacije bile razumljivije i kako bi se podacima dao ispravan kontekst.

4.2 Analiza rezultata

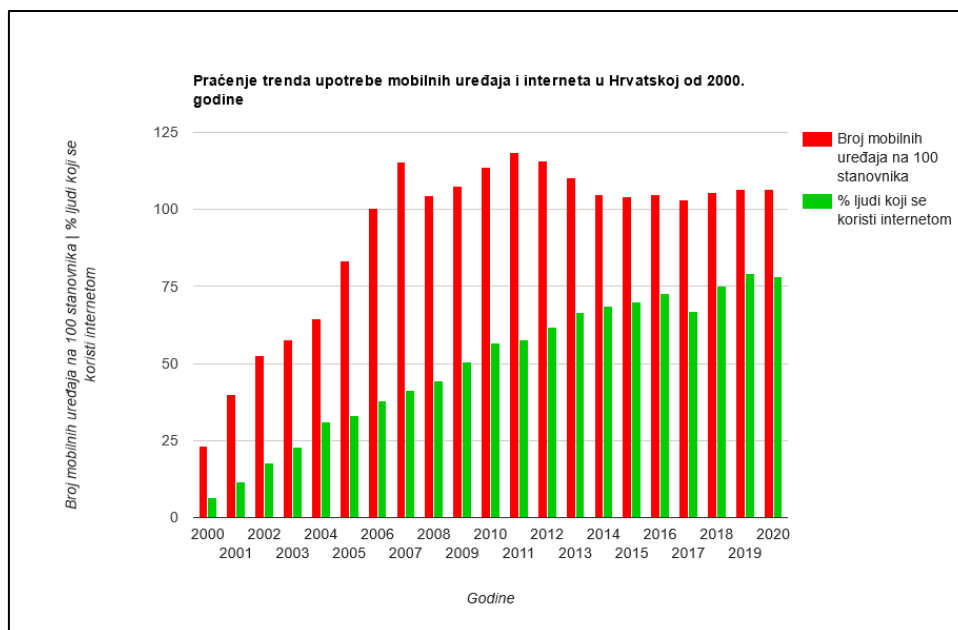
Sudionicima istraživanja prikazano je pet različitih grafičkih prikaza podataka, svaki s nekoliko pitanja gdje se testira razumijevanje podataka i nekoliko pitanja gdje korisnici ocjenjuju jasnoću grafa. Osim toga, korisnici su odgovarali na pitanja otvorenog tipa o nedostacima svakog od pet prikazanih tipova vizualizacija te prijedlozima o mogućnosti uvođenja promjena kako bi vizualizacije bile jasnije i razumljivije.

Prvi grafički prikaz (slika 1) koji smo analizirali bio je tortni grafikon koji prikazuje postotke stupnja obrazovanja zaposlenih developera prema podacima iz istraživanja "Stack Overflow Developer Survey 2020". Sudionici su pokazali prilično dobro razumijevanje ovog grafa. Kroz dva pitanja koja su zahtijevala interpretaciju podataka s grafa, sudionici su postigli visoke postotke točnih odgovora od 83% (35/42) i 93% (39/42). Međutim, na trećem pitanju koje je zahtijevalo minimalno korištenje logike, postotak točnih odgovora smanjio se na 70%. Najveći broj sudionika, njih 45% (19/42), ocijenilo je razumljivost sa četvorkom (4), dok je 41% (17/42) sudionika ocijenilo razumljivost s peticom (5). Ovo ukazuje na relativno visok stupanj razumljivosti kružnog grafa. Ispitanici također sugeriraju prikaz manjeg broja podataka te korištenje kratica kako bi se povećala preglednost na grafovima tortnog tipa. Također, ispitanici su istaknuli zadovoljstvo odabranom paletom boja, uz nekoliko preferencija za bijelu pozadinu.



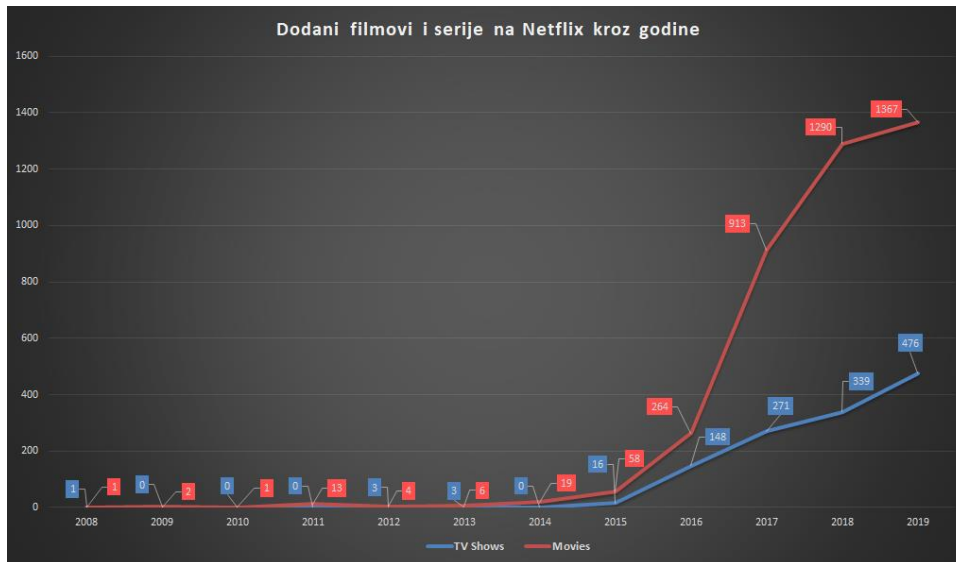
Slika 1 - Stupanj obrazovanja zaposlenih developera

Drugi prikazani grafički prikaz (slika 2) koji smo detaljnije analizirali je dupli stupčasti grafikon koji prikazuje broj mobilnih uređaja na 100 stanovnika i postotak korisnika interneta u Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2020. godine. Ispitanici istraživanja su pokazali visoko razumijevanje ovog grafa. Na sva tri pitanja koja su provjeravala razumijevanje podataka s grafa, postignuti su visoki postoci točnih odgovora od 83% (35/42), 79% (33/42) i jako visokih 93% (39/42). Kad je riječ o razumljivosti grafa, većina sudionika - 52% (22/42) ocijenila je razumijevanje s najvišom ocjenom, dok je 26% (11/42) ispitanika dalo ocjenu četiri, što ukazuje na visoku razumljivost. Sudionici istraživanja sugeriraju dodatne oznake te produljenje X-osi grafa kako bi se povećala vidljivost na manjim ekranima i lakše očitavale godine. Manjem broju korisnika su odabrane boje preintenzivne te smatraju da su tekstualni elementi na grafu mogli biti bolje postavljeni radi veće preglednosti. Većina ispitanih korisnika pozitivno je ocijenila ovaj grafikon i smatra ga korisnim alatom za bolje razumijevanje prikazanih podataka.



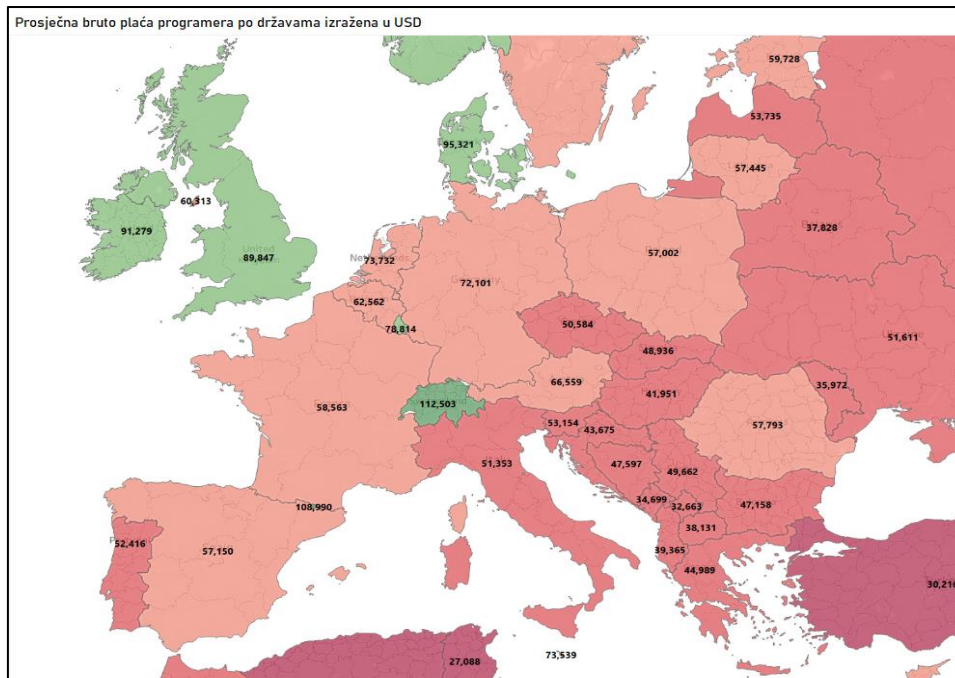
Slika 2 - Praćenje trenda upotrebe interneta i mobilnih uređaja na 100 stanovnika u razdoblju od 2000.-2020

Treći analizirani graf (slika 3) prikazuje trend dodanih serija i filmova na Netflixu tijekom godina. Sudionici istraživanja su iskazali umjereno razumijevanje ovog grafa. Na pitanja koja su testirala razumijevanje grafa, sudionici su postigli rezultate točnih odgovora od 38% (16/42) i 50% (21/42), ali treba uzeti u obzir da je jedno od pitanja jako ovisilo o percepciji toga što ispitanik smatra naglim porastom. Sudionici su sami ocijenili svoje razumijevanje relativno visokim ocjenama, budući da je 50% (21/42) sudionika ocijenilo razumijevanje s ocjenom 5, dok je 41% (17/42) sudionika ocijenilo razumijevanje ocjenom 4. Ostatak sudionika ocijenio je lakoću razumijevanja ocjenom 3. U komentarima koje su dali, sudionici su istaknuli nekoliko prijedloga za poboljšanje. Istaknuli su veći razmak između linija trenda kako bi se poboljšala vidljivost, dok dio ispitanika smatra da bi stupčasti grafikon bio pogodniji za prikaz ovakvog tipa podataka. Osim toga, ističu veličinu fonta, te preferiraju bijelu pozadinu.



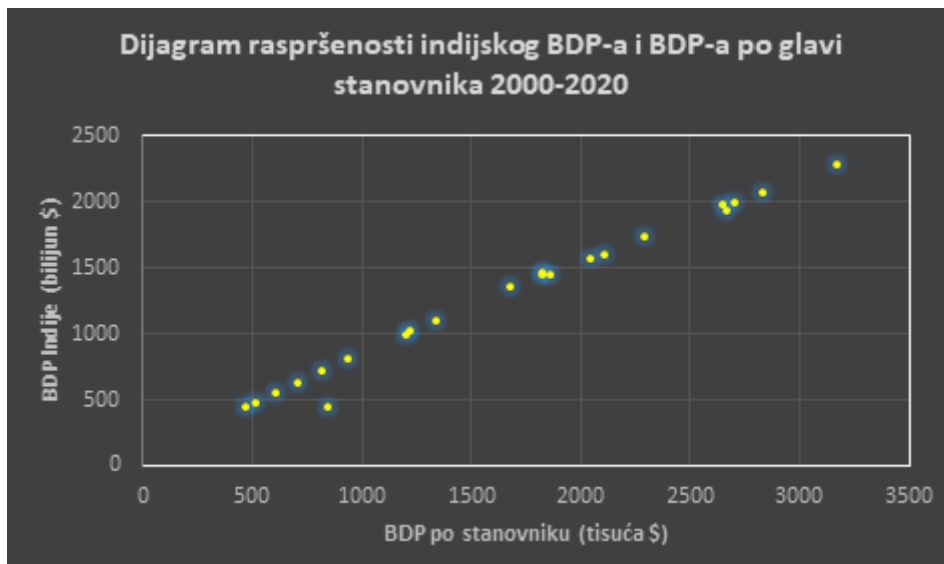
Slika 3 - Dodani filmovi i serije na Netflix kroz godine

Četvrti grafički prikaz (slika 4) u istraživanju predstavlja mapu Europe na kojoj su prikazane prosječne bruto plaće developera po državama. Ovaj graf osim testiranja razumijevanja prikazanih podataka također je služio i kao mjerilo "općeg" znanja sudionika, budući da su odgovori bili otvorenog tipa i tražilo se navođenje naziva država. Rezultati su pokazali postotke točnih odgovora od 67% (28/42) i 62% (26/42) na postavljena pitanja. Važno je napomenuti da se procjenjuje da bi dodatnih 10 do 15% sudionika moglo imati točne odgovore, ali ih nisu pružili zbog ograničenog "općeg" i/ili "geografskog" znanja. Zanimljivo je da se čak 43% (18/42) sudionika izjasnilo da ne bi bili u stanju brzo usporediti plaće između država na temelju ovog prikaza, unatoč tome što 71% (30/42) njih smatra da im je graf pomogao bolje razumjeti podatke. Na skali ocjena od 1 do 5, većina sudionika ovaj je grafički prikaz ocijenila ocjenom 3. Komentari ispitanika dodatno su ukazali na potrebu za boljim prikazom informacija, uključujući dodavanje imena država te dodatnih oznaka koje bi olakšale razumijevanje grafa. Boje na ovoj mapi su također bile predmet kritike zbog premale razlike između nijansi i preslabe naglašenosti ekstrema uz nedostatak pokazne skale. Manji dio sudionika smatra da bi drugi tip vizualizacije bio pogodniji za razumijevanje ovakvog tipa podataka. Unatoč izazovima koji pruža ovakav način prikaza, sudionici su prepoznali korisnost i smatraju da postoji potencijal u ovakvom načinu vizualizacije podataka.



Slika 4 - Prosječna bruto plaća programera po državama izražena u američkim dolarima

Na petom grafičkom prikazu (slika 5), predstavljenom kroz graf raspršenosti između bruto domaćeg proizvoda (BDP) Indije i BDP-a po stanovniku u Indiji, možemo uočiti da su ova dva podatka gotovo uvijek u korelaciji i to su prepoznali gotovo svi ispitanici (95%). Ispitanicima je postavljeno pitanje što se može zaključiti iz prikazane vizualizacije, na što smo dobili raznovrsne odgovore. Većina sudionika je prepoznala rast BDP-a po stanovniku i općenito zaključila da postoji korelacija između BDP-a i BDP-a po stanovniku u Indiji. Razumijevanje grafa ocijenjeno je s vrlo dobrim od strane 60% (25/42) ispitanika. Ispitanici smatraju da bi veći font te kvalitetniji izbor boja poboljšali preglednost grafa. Neki od njih su izrazili teškoće u razumijevanju gdje se na grafu nalaze godine, što sugerira da postoji potreba za boljim oznakama koordinatnih osi te davanje dubljeg konteksta podacima od samog prikaza grafa kako ne bi dolazilo do krivih interpretacija podataka.



Slika 5 - Dijagram raspršenosti indijskog BDP-a po glavi stanovnika u razdoblju 2000-2020

5. Diskusija i zaključak

5.1 Interpretacija rezultata i povezivanje s teorijskim okvirom

U ovom dijelu završnog rada detaljnije ćemo analizirati rezultate provedenog istraživanja i njihovu povezanost s teorijskim okvirima na kojima se temelji vizualizacija podataka. Kroz ovo istraživanje mogli smo vidjeti kako su dobiveni rezultati i odgovori podržali teoriju percepcije i teoriju kognitivne psihologije u kontekstu vizualizacije podataka. Dobiveni rezultati i odgovori ispitanika sugeriraju da ljudi bolje pamte, razumiju i interpretiraju vizualno prezentirane podatke, što zadovoljava teoriju percepcije. Osim toga, teorija kognitivne psihologije također ima značajnu ulogu u interpretaciji naših rezultata (Eysenck & Keane, 2015). Prema ovom teorijskom okviru, ljudski kognitivni resursi su ograničeni, i stoga je važno olakšati proces razumijevanja i obrade informacija, a do toga će se doći ispravnim korištenjem vizualnih elemenata i primjeni dobre prakse u prezentaciji i vizualizaciji podataka.

5.2 Impliciranje rezultata za primjenu u praksi i daljnja istraživanja

Dobiveni rezultati imaju značajne praktične implikacije za različite profesije koje se bave komunikacijom podataka, kao što su novinarstvo, marketing, obrazovanje i mnoge druge. Preporučujemo profesionalcima u tim oblastima da aktivno koriste vizualne alate i tehnike kako bi olakšali razumijevanje informacija njihovim ciljnim skupinama. Nadalje, buduća istraživanja mogla bi se usmjeriti na istraživanje specifičnih konteksta primjene i dublje analizirati koje vrste vizualizacija su najučinkovitije za određene vrste informacija ili ciljne skupine. Buduća istraživanja bi trebala detaljnije istražiti kontekste primjene i specifične tehničke aspekte vizualizacija kako bi se maksimizirala njihova učinkovitost.

5.3 Zaključak istraživanja

Provedeno istraživanje potvrđuje važnost korištenja vizualizacija podataka u komunikaciji s nestručnom publikom. Rezultati ukazuju na to da su grafički prikazi podataka efikasna sredstva za olakšavanje razumijevanja informacija, što može doprinijeti boljem donošenju odluka i kvalitetnijoj razmjeni znanja u današnjem svijetu koji je često opterećen velikom količinom informacija. Također se pokazalo da je vrlo važno napraviti dobar odabir boja na vizualizaciji te pravilno postaviti oznake što olakšava razumijevanje prikazanih podataka. Kombinacija raznih modela i teorijskih okvira koji se primjenjuju u vizualizaciji olakšava dizajnerima bolje razumijevanje načina na koji korisnici percipiraju i obrađuju podatke putem vizualizacija. To

znanje treba primijeniti kako bi se stvorile vizualizacije koje omogućavaju brzo razumijevanje i na temelju kojih će se donositi informirane odluke. Treba uzeti u obzir da je ovo područje jako neistraženo te ima puno prostora za napredak zbog jako puno nepoznanica o načinu na koji ljudski mozak funkcionira. Kada bismo u potpunosti razumjeli cijeli proces obrade informacija, mogli bismo kreirati “savršene” vizualizacije, iz kojih bi se puno brže razumjeli podaci, učilo te donosile odluke.

6. Popis slika


Slika 1 - Stupanj obrazovanja zaposlenih developera	18
Slika 2 - Praćenje trenda upotrebe interneta i mobilnih uređaja na 100 stanovnika u razdoblju od 2000.-2020.....	19
Slika 3 - Dodani filmovi i serije na Netflix kroz godine	20
Slika 4 - Prosječna bruto plaća programera po državama izražena u američkim dolarima	21
Slika 5 - Dijagram raspršenosti indijskog BDP-a po glavi stanovnika u razdoblju 2000-2020 ..	22

7. Prilog

U nastavku je prikazan potpuni anketni upitnik koji je korišten u istraživanju.

Istraživanje učinkovitosti različitih tehnika vizualizacije podataka za komunikaciju prema publici

Hvala Vam unaprijed na ispunjenom upitniku!

dominikdujmovic1@gmail.com [Promijeni račun](#) 

* Označava obavezno pitanje

E-pošta *

Vaša e-pošta _____

Kojeg ste spola? *

Žensko

Muško

Koliko imate godina? *

Vaš odgovor _____

Koji Vam je stupanj obrazovanja? *

- Doktor znanosti
- Magisterij
- Prvostupnik
- Peti stupanj
- Srednja škola
- Osnovna škola

Koje ste profesije? *

Vaš odgovor _____

Koliko ste upoznati s konceptima vizualizacije podataka? *

- Vrlo malo
- Malo
- Umjereno
- Dosta
- Vrlo dobro

Koliko često koristite vizualizaciju podataka u svom radu ili svakodnevnom životu? *

- Nikada
- Rijetko
- Ponekad
- Često
- Vrlo često

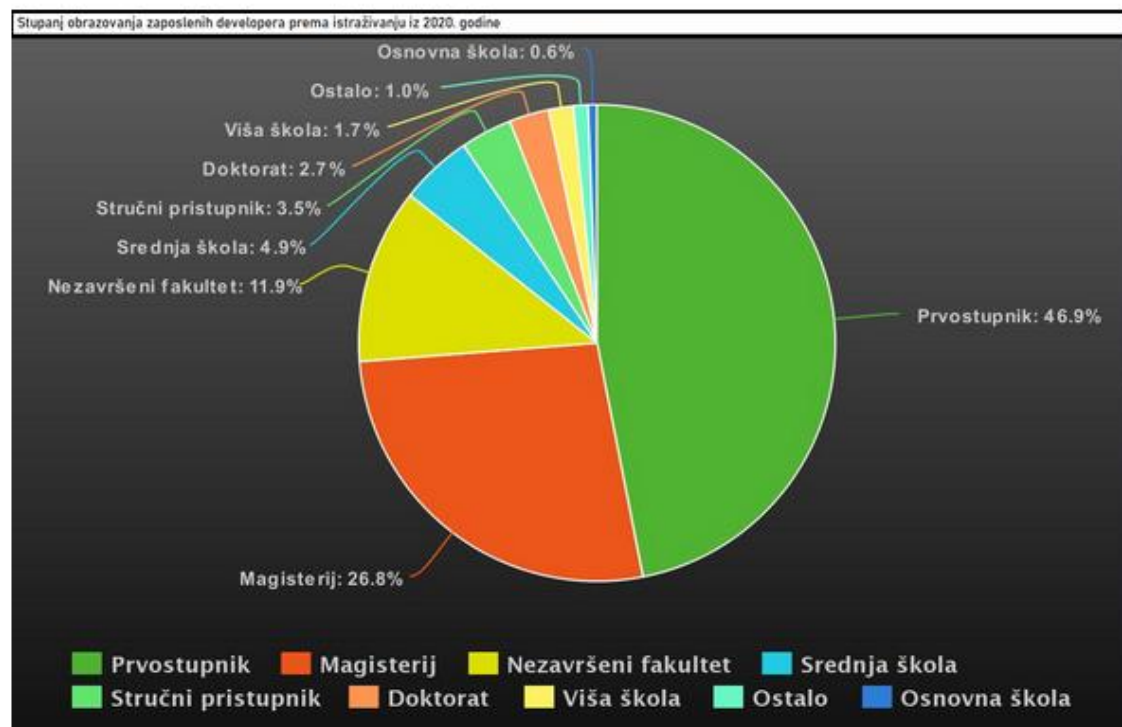
Imate li iskustva u komuniciranju podataka (npr., prezentacije pred kolegama, prezentacije za klijente ili javne prezentacije)? *

- Da
- Ne

Koji su vaši preferirani načini komunikacije informacija nestručnoj publici (npr., grafikoni, infografike, tablice, tekstualne opise, druge tehnike) i zašto? *

Vaš odgovor

Promotrite kratko idući graf, a nakon toga biti će postavljeno par kratkih pitanja.



Koji stupanj obrazovanja je najviše zastupljen kod zaposlenih programera? *

- Doktorat
- Ostalo
- Magisterij
- Viša škola
- Nezavršeni fakultet
- Osnovna škola
- Prvostupnik
- Srednja škola
- Stručni pristupnik

Koji okvirni postotak ispitanika je u fazi studiranja ili je studirao pa odustao? *

Vaš odgovor

Koliko ispitanika ima završen barem neki stupanj fakulteta? *

- 25%
- 45%
- 65%
- 75%
- 85%

Je li vam kružni graf pomogao bolje razumjeti podatke nego da su bili prikazani koristeći brojke i tekst? *

- Da
- Ne

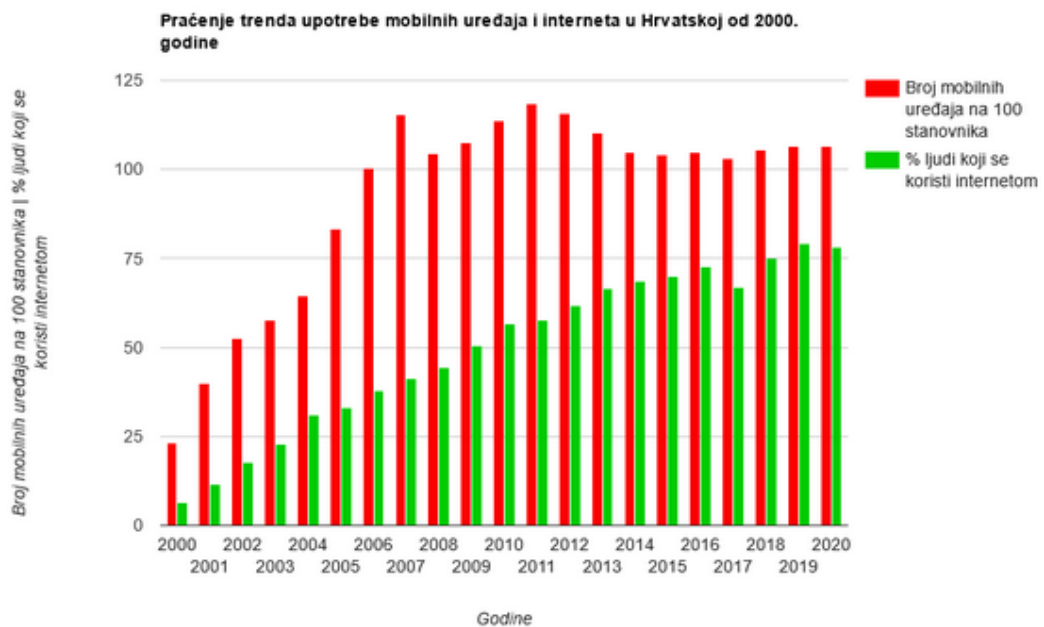
Postoji li nešto na ovom kružnom grafu što vam nije bilo jasno ili zbunjujuće? Biste li što promjenili(boja, font, dizajn...)? Bi li neki drugi tip vizualizacije bio pogodniji za prikaz ovih podataka? *

Vaš odgovor

Na skali od 1 do 5, koliko vam je lako razumjeti informacije prikazane na ovom kružnom grafu? (gdje 1 označava vrlo teško, a 5 vrlo lako) *

1 2 3 4 5

Promotrite kratko idući graf, a nakon toga biti će postavljeno par kratkih pitanja.



Koje godine je u Hrvatskoj bilo najviše mobilnih uređaja po glavi stanovnika? *

Vaš odgovor

Koje je godine došlo do jedinog značajnog pada korisnika interneta u odnosu na prošlu? *

Vaš odgovor _____

Ako računamo da Hrvatska ima 4 milijuna stanovnika, koliko se stanovnika 2018. služilo internetom u Hrvatskoj izraženo u milijunima? *

- 1
- 1.5
- 2
- 2.5
- 3
- 3.5
- 4

Na skali od 1 do 5, koliko vam je lako razumjeti informacije prikazane na ovom stupčastom grafikonu? (gdje 1 označava vrlo teško, a 5 vrlo lako) *

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

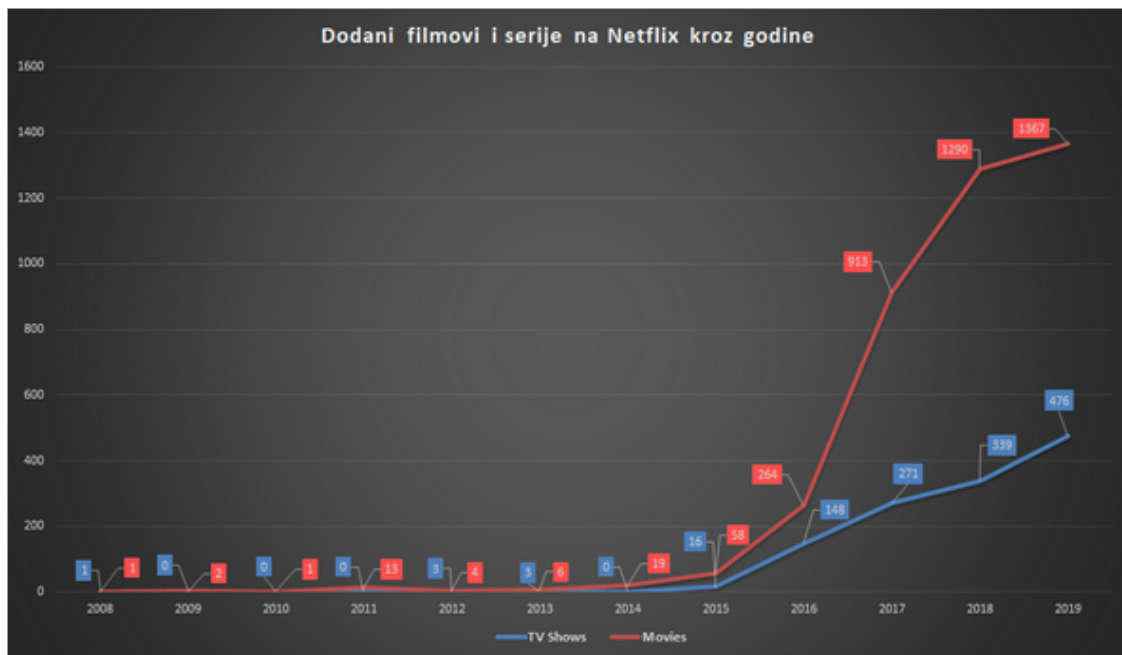
Je li vam stupčasti graf pomogao bolje razumjeti podatke nego da su bili prikazani koristeći brojke i tekst? *

- Da
- Ne

Postoji li nešto na ovom stupčastom grafu što vam nije bilo jasno ili zbunjujuće? *
Biste li što promjenili(boja, font, dizajn...)? Bi li neki drugi tip vizualizacije bio
pogodniji za prikaz ovih podataka?

Vaš odgovor

Promotrite kratko idući graf, a nakon toga biti će postavljeno par kratkih pitanja.



Koje je godine došlo do najveće razlike između dodanih serija i filmova? *

- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019

Koje godine kreće nagli skok novih serija dodatnih na platformu Netflix? *

- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019

Na skali od 1 do 5, koliko vam je lako razumjeti informacije prikazane na ovom linijskom grafikonu? (gdje 1 označava vrlo teško, a 5 vrlo lako)

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Je li vam linijski grafikon pomogao bolje razumjeti podatke nego da su bili prikazani koristeći brojke i tekst? *

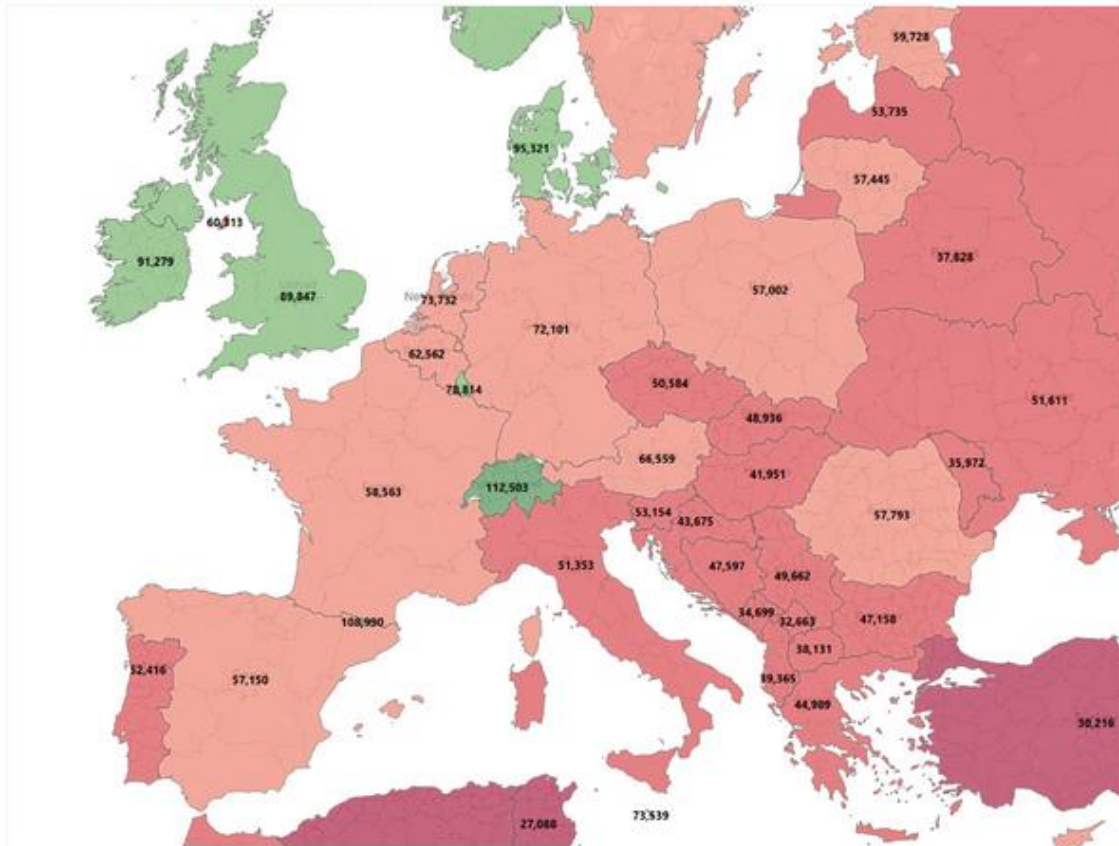
- Da
- Ne

Postoji li nešto na ovom linijskom grafikonu što vam nije bilo jasno ili zbunjujuće? *
Biste li što promjenili(boja, font, dizajn...)? Bi li neki drugi tip vizualizacije bio pogodniji za prikaz ovih podataka?

Vaš odgovor

Promotrite kratko idući graf, a nakon toga biti će postavljeno par kratkih pitanja.

Prosječna bruto plaća programera po državama izražena u USD



U kojoj jugoistočnoj europskoj državi programeri imaju najveće prosječne bruto plaće? *

Vaš odgovor

Koje dvije države u središnjoj europskoj državi imaju najveće bruto plaće i značajno odskoču * od ostatka ?

Vaš odgovor

Jeste li bili u mogućnosti brzo i precizno usporediti plaće programera iz različitih zemalja koristeći ovu mapu? *

Da

Ne

Na skali od 1 do 5, koliko vam je lako razumjeti informacije prikazane na ovoj mapi? (gdje 1 označava vrlo teško, a 5 vrlo lako) *

1

2

3

4

5

Koliko su vam boje na mapi pomogle u razumjevanju prosječnih plaća? (gdje 1 označava nimalo, a 5 jako puno) *

1

2

3

4

5

Je li vam mapa pomogla bolje razumjeti podatke nego da su bili prikazani koristeći brojke i tekst? *

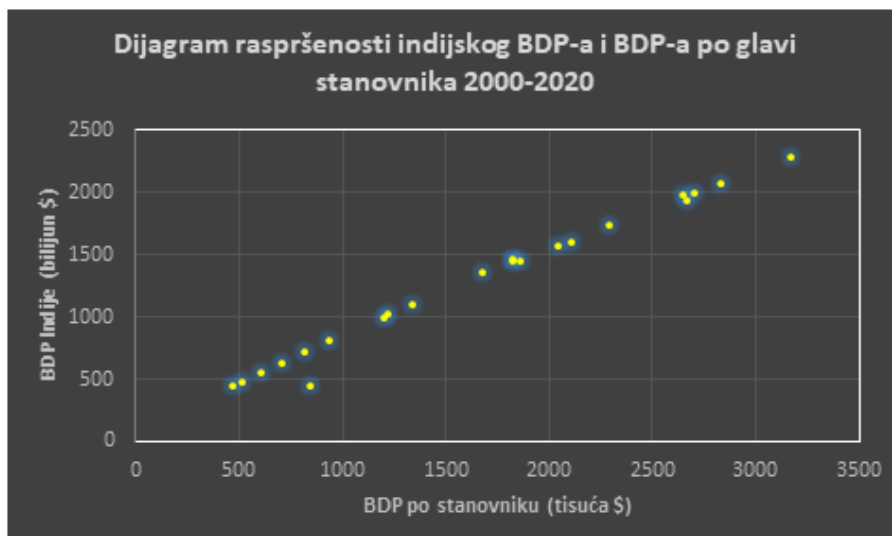
Da

Ne

Postoji li nešto na ovoj mapi što vam nije bilo jasno ili zbunjujuće? Biste li što promijenili(boja, font, dizajn...)? Bi li neki drugi tip vizualizacije bio pogodniji za prikaz ovih podataka? *

Vaš odgovor

Promotrite kratko idući graf, a nakon toga biti će postavljeno par kratkih pitanja.



Što zaključujete iz prikazanog grafa? *

Vaš odgovor

Postoji li korelacija između indijskog BDP-a i BDP-a po stanovniku? *

- Da
- Ne

Na skali od 1 do 5, koliko vam je lako razumjeti informacije prikazane na ovom grafu raspršenja? (gdje 1 označava vrlo teško, a 5 vrlo lako) *

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Je li vam graf raspršenja pomogao bolje razumjeti podatke nego da su bili prikazani koristeći brojke i tekst? *

- Da
- Ne

Postoji li nešto na ovom grafu raspršenja što vam nije bilo jasno ili zbunjujuće? Biste li što promjenili (boja, font, dizajn...)? Bi li neki drugi tip vizualizacije bio pogodniji za prikaz ovih podataka? *

Vaš odgovor

Podnesi

Stranica 1 od 1

Izbriši obrazac

8. Literatura

- Bertin, J., 1983. *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Brewer, N. T., 2012. Tables or bar graphs? Presenting test results in electronic medical records. *Medical Decision Making*, pp. 545-550.
- Card, S. K., Mackinlay, J. D. & Shneiderman, B., 1999. *Readings in Information Visualization: Using Vision To Think*. England: Academic Press.
- Crapo, A. W., Waisel, L. B., Wallace, W. A. & Willemain, T. R., 2000. *Visualization and the process of modeling: a cognitive-theoretic view*. United States: Publication History.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D. & Russell, B., 2004. *Human-Computer Interaction*. 3rd szerk. England: Pearson Education Limited.
- Eysenck, M. W. & Keane, M. T., 2015. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. England: Psychology Press.
- Golan, J. G. & Iadarola, S., 2008. Risk communication formats for low probability events: an exploratory study of patient preferences. *BMC Medical Informatics and Decision Making*.
- Köppen, M. & Kaori, Y., 2007. *Gestalt Theory in Image Processing: A discussion paper*, Germany: Technical University Berlin.
- Machilsen, B., Pauwels, M. & Wagemans, J., 2009. *The role of vertical mirror symmetry in visual shape detection*. Belgium: Journal of Vision.
- Marlies, d. B., 2014. *The influence of the Gestalt principles similarity and proximity on the processing of information in graphs: An eye tracking study.*, Tilburg: Tilburg University.
- McCaffery, K. J., 2012. The influence of graphic display format on the interpretations of quantitative risk information among adults with lower education and literacy: a randomized experimental study. *Medical Decesion Making*.
- Meloncon, L. & Warner, E., 2017. *Data Visualizations: A Literature Review and Opportunities for Technical and Professional*, University of South Florida: IEEE.
- Michelle A., B., 2014. Perception, Cognition, and Effectiveness of Visualizations with Applications in Science and Engineering. *Harvard University*.
- Padilla, L. M., 2018. *A Case for Cognitive Models in Visualization Research*. Germany: IEEE.
- Padilla, L. M., Creem-Regehr, S. H., Hegarty, M. & Stefanucci, J. K., 2018. *Decision making with visualizations: a cognitive framework across disciplines*. United States: Cognitive Research.
- Smerecnik, C. M. R., 2006. Understanding the positive effects of graphical risk information on comprehension: measuring attention directed to written, tabular, and graphical risk information. *Journal of Health Communication*.
- Tait, A. R., 2021. The effect of format on parents' understanding of the risks and benefits of clinical research: A comparison between text, tables, and graphics. *Journal Health Communication*.

Wertheimer, M., 1923. *Laws of Organization in Perceptual Forms*. London: Psychologische Forschung.

Wolfgang, G., 2011. Numbers Can Be Worth a Thousand Pictures: Individual Differences in Understanding Graphical and Numerical Representations of Health-Related Information. *Health Psychology*, pp. 286-292.

Ying, Z., 2007. *Measuring Effective Data Visualization*. United States: Lecture Notes in Computer Science .

Zikmund-Fisher, B. J. & Wittemann, H. O., 2012. Animated Graphics for Comparing Two Risks: A Cautionary Tale. *Journal of Medical Internet Research*.