

# Usporedba 2D i 3D korisničkih sučelja

---

**Grgić, Kristian**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:286465>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 621/MM/2019**

## **Usporedba 2D i 3D korisničkih sučelja**

**Kristian Grgić, 0813/336**

Varaždin, travanj 2020. Godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Multimediju, oblikovanje i primjenu

Završni rad br. 621/MM/2019

## Usporedba 2D i 3D korisničkih sučelja

### Student

Kristian Grgić, 0813/336

### Mentor

Doc.dr.sc. Andrija Bernik

Varaždin, travanj 2020. Godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju	
STUDIJSKI PROGRAM	preddiplomski stručni studij Multimedija, oblikovanje i primjena	
PROFESOR	Kristian Grgić	MATROŠKI BROJ 0813/336
ROK	18.4.2019.	TEMA 3D modeliranje
NASLOV RADA	Usporedba 2D i 3D korisničkih sučelja	
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Comparison between 2D and 3D user interfaces	
MENTOR	Andrija Bernik	
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc. art. Robert Geček - predsjednik 2. mr.sc. Dragan Matković, v. pred. - član 3. dr.sc. Andrija Bernik, pred. - mentor 4. pred. Snježana Ivančić Valenko, dipl. ing. - zamjenski član	

## Zadatak završnog rada

Osnovna funkcija korisničkog sučelja je olakšavanje komunikacije između čovjeka i računala. Sučelja trebaju biti što jednostavnija, funkcionalnija i intuitivnija.

Korisničko sučelje omogućava korisniku interakciju sa programima i sadržajima te prikaz rezultata putem web stranica. Treba biti dostupno svima - i početnicima i naprednima. Mora imati dosljedno razmještanje odnosa između elemenata kao i same navigacije kroz čitavo sučelje.

Osnovni cilj korisničkog sučelja je prenošenje poruke korisniku.

2D korisnička sučelja su bazirana samo na dvije dimenzije - visini i širini. Za razliku od njih, 3D sučelja visini i širini dodaju i dubinu.

U radu je potrebno:

1. Opisati razvoj korisničkih sučelja kroz povijest.
2. Usporediti 2D i 3D korisnička sučelja.

3. Ispitati odnosa između 2D i 3D sučelja na web stranici: [Korisničko sučelje od osiškog sveučilišta](#)

ZADATKI SUČELJA	POTPIS MENTORA
-----------------	----------------



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnog rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavi o autorstvu rada.

Ja, KRISTIAN GRGIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~na~~ završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom USPOREDBA 2D I 3D KORISNIČKIH SUČELJA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Kristian Grgić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, KRISTIAN GRGIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/~~a~~ s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom USPOREDBA 2D I 3D KORISNIČKIH SUČELJA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Kristian Grgić  
(vlastoručni potpis)

## **Sažetak**

U ovom radu objašnjeno je što su to korisnička sučelja i koja je njihova uloga od samog početka tehnologije pa sve do današnjeg razvoja. Osnovna funkcija korisničkog sučelja je olakšavanje komunikacije između čovjeka i računala, a cilj im je da budu što jednostavnija i funkcionalnija.

Rad počinje objašnjavajući što su to korisnička sučelja te njihov razvoj, povijest i upotrebu da bi shvatili razlike između 2D i 3D korisničkih sučelja na različitim uređajima koji se svakodnevno koriste. To će objasniti koliko se 2D i 3D korisnička sučelja zapravo razlikuju po funkcionalnosti, primjeni i inovaciji.

Ukratko će biti opisano korisničko sučelje programa Adobe XD koji se koristi za izrade primjeraka 2D korisničkih sučelja. U nastavku rada će biti opisan proces izrade primjera modernog 2D korisničkog sučelja za web stranicu koristeći Adobe XD.

**Ključne riječi:** 2D, 3D, sučelje, Adobe XD

## **Summary**

This final paper explains what user interfaces are and what their role is from the very beginning of technology to the present day development. The basic function of the user interface is to facilitate communication between humans and computers, and their goal is to be as simple and functional as possible.

The paper begins by explaining what user interfaces are, how they are developed, their history, and usage to understand the differences between 2D and 3D user interfaces on different devices that are used daily. This will explain how much 2D and 3D user interfaces actually differ in functionality, deployment and innovation.

It will briefly describe the user interface of Adobe XD which is used to create instances of 2D user interfaces. The following sections will describe the process of creating an example of a modern 2D user interface for a website using Adobe XD.

**Keywords:** 2D, 3D, interface, Adobe XD



## Popis korištenih kratica

**2D** Dvodimenzionalno

**3D** Trodimenzionalno

**UI** User Interface (korisničko sučelje)

**CLI** Command line interface (komandno korisničko sučelje)

**GUI** Graphical user interface (grafičko korisničko sučelje)

**UX** User experience (korisničko iskustvo)

**HMD** Head Mounted Display (uređaj/zaslon koji se nosi na glavi)

**CAVE** Soba ili kabina u kojoj se odvija 3D interakcija

**VR** Virtualna stvarnost

**MR** Miješana stvarnost

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. 2D Korisnička sučelja .....	2
2.1. Komandno korisničko sučelje.....	2
2.1.1. Prednosti i nedostaci komandnog sučelja (A. Unwin i H. Heike[4]; N. Seneviratne[5]).....	3
2.2. Sučelja na dodir.....	4
2.2.1. Prednosti i nedostaci sučelja na dodir (M. R. Bhalla i A. V. Bhalla[9]; F. Björnskiöld i R. Johansson[11]).....	5
2.3. Sučelja za web.....	6
2.3.1. Prednosti i nedostaci sučelja za web (Wilbert O. Galitz[12]) .....	8
2.4. Grafičko korisničko sučelje .....	8
2.4.1. Prednosti i nedostaci grafičkih sučelja (Wilbert O. Galitz[12]).....	10
3. Hibridno 2D/3D grafičko korisničko sučelje .....	12
3.1. Interakcija .....	12
4. 3D grafičko korisničko sučelje.....	14
4.1. Ulazni uređaji.....	14
4.2. Izlazni uređaji.....	16
4.3. Virtualna stvarnost .....	16
5. Usporedba 2D i 3D grafičkih korisničkih sučelja .....	18
5.1. 2D interakcija u 3D okruženjima .....	18
5.2. Navigacija .....	19
5.3. Kognitivne mape .....	19
5.4. Prostorna sposobnost .....	20
5.5. Interakcija .....	20
5.6. Korisnička usredotočenost .....	21
5.7. Prirodnost sučelja.....	21
5.8. Apstrakcija .....	22
5.9. Ulaz / izlaz (eng. input/output) .....	22
5.10. Kontrola sustava.....	23
6. Praktični dio .....	24
7. Zaključak .....	28
8. Literatura .....	29
9. Popis slika .....	31
10. Prilozi.....	32



# 1. Uvod

Računala su danas sveprisutna. Živimo u dobu u kojem se sve više pažnje postavlja na dizajn i razvijanje korisničkih sučelja. Automobili, mobilni uređaji, računala, odjeća, domovi i ulice su svi postali jedno veliko korisničko sučelje. S razvojem tehnologije, ljudske interakcije s objektima, okolinom i računalnom tehnologijom postale su neizbježne. Korisničko sučelje je interakcija između čovjeka i računala. To uključuje zaslone za prikaz, miš, tipkovnicu, mobilne uređaje, bankomate itd. To je način na koji korisnik komunicira s uređajem, odnosno korisničko sučelje je ono što korisnik vidi na ekranu i način na koji mu se prikazuju informacije i omogućuje interakcija. S obzirom na rapidni rast tehnologije, tvrtke koje se bave izradom web ili mobilnih aplikacija stavljaju sve veći prioritet dizajnu korisničkog sučelja da bi se poboljšalo cjelokupno korisničko iskustvo. Na razvoj korisničkih sučelja utjecale su zajedničke analogije, prethodni hardware i intuicija. Najbolja praksa za usvajanje, shvaćanje i dobar dizajn korisničkog sučelja uključuje želju za usklađivanjem s ljudskom naravi, održavanje otvorenog uma i održavanje veze s vanjskim svijetom. Uspješno korisničko sučelje mora biti jednostavno - ne zahtijevati obuku za rad, učinkovito – ne stvarati dodatne ili nepotrebne upite i mora biti prilagođeno korisniku, tj. mora biti ugodno za upotrebu. Postoji puno programa za izradu korisničkih sučelja od kojih su najpoznatiji: MockFlow, Sketch, Adobe XD, Figma, Principle, ProtoPie itd. Ovi programi se mogu koristiti za izradu sučelja na različitim uređajima, platformama i sustavima.

Završni rad bazirati će se na dva dijela. Prvi dio će biti teorijski u kojem će biti objašnjeno što su to korisnička sučelja te njihovu povijest i razvoj. Također bit će opisane različite vrste i dizajn korisničkih sučelja te njihovi prednosti i nedostaci. Biti će objašnjeno što je to korisničko iskustvo i koja mu je uloga i važnost. Objasnit će se i nova, moderna 3D sučelja te gdje se sve koriste, koliko su zapravo razvijena i gdje se sve upotrebljavaju. Samim time će se usporediti 2D i 3D sučelja i vidjeti u kojim situacijama, na kojim uređajima i u kojim granama tehnologije je bolje imati 2D, a u kojima 3D korisničko sučelje. Drugi dio završnog rada je praktični dio. Prvo će ukratko biti opisano sučelje programa Adobe XD koji se koristi za izradu korisničkih sučelja. Nakon toga će u koracima biti opisan proces izrade 2D jednostavnog, ali modernog dizajna korisničkog sučelja za web stranicu koje ću napraviti u već spomenutom programu.

## 2. 2D Korisnička sučelja

Korisničko sučelje (eng. User Interface, UI) odnosi se na međusobnu interakciju između sustava i korisnika pomoću naredbi ili tehnike za rad sustava, unos podataka i korištenje sadržaja. Korisnička sučelja se nalaze u velikom rasponu sustava poput računala, mobilnih uređaja, igara, televizora, aplikacijskih programa i sl. Osoba putem sučelja može komunicirati sa sustavom ili aplikacijom i u računalnom i u komunikacijskom okruženju.[1] Korisničko sučelje je važan dio u svim računalnim sustavima. Načini interakcije sa računalnim uređajima su drugačiji za svaki sustav. Ovisno o dizajnu sučelja, svaki od tih sustava će biti ili jednostavan za naučiti i koristiti ili će biti problematičan za korisnike. UI je dio računalnog sustava putem kojeg korisnik obavlja zadatke i postiže određene ciljeve koje mu sučelje mora na jednostavan i lagani način omogućiti.[2] Dobra sučelja su potrebna da bi se software iskoristio u potpunosti. Početnik suočen sa lošim sučeljem, neće biti siguran u svoje analize, zadatke ili ciljeve te će biti nesiguran u svoje rezultate. Stručnjak suočen sa istim sučeljem će analizu i zadatke napraviti bolje, ali će mu za to trebati puno više vremena ako je sučelje komplicirano i nejasno. Dobro korisničko sučelje ovisi o korisnikovim potrebama i iskustvu, o tome što trebaju raditi i koje pogodnosti imaju (hardware, software, dostupnost pomoći i savjeta i sl.) te o svom stilu rada.[4]

Danas postoji puno vrsti korisničkih sučelja. Neke od najvažnijih vrsti su:

- Komandna korisnička sučelja
- Grafička korisnička sučelja
- Sučelja za web
- Sučelja na dodir

### 2.1. Komandno korisničko sučelje

Komandno korisničko sučelje (eng. Command Line Interface, CLI) je bilo najpopularnije i osnovno korisničko sučelje za interakciju s računalima. Unatoč svojoj jednostavnosti, ono ima određena ograničenja u pogledu korisničkog iskustva. Na primjer, ponekad je teško razumjeti i protumačiti tekstualni ispis naredbe.[3] CLI namijenjeni su stručnjacima s dubokim razumijevanjem i nude snažne, fleksibilne strukture. Precizne sekvence se na jednostavan način mogu spremati i ponavljati. CLI omogućuje precizan računalni pristup te je dobro povezano s prikazivanjem optimalnih rezultata za dobro definirana pitanja.[4] Komandno sučelje može biti vrlo učinkovito jer može dati sažeto objašnjenje radnje za korisnika putem teksta. Međutim, smatra se da su komandne linije teške i komplicirane za upotrebu jer bi korisnici trebali naučiti veliki broj naredbi da bi sučelje bilo učinkovito te da se može s njim koristiti. CLI je moćno

sučelje koje korisniku omogućuje stvoriti prečace za naredbe korištenjem „zastavica“ (eng. flags). Na primjer, u UNIX-u, korisnik može potražiti određeni uzorak znakova (riječi) u različitim ASCII tekstualnim datotekama izvođenjem naredbe „grep“. Ako korisnik želi saznati u koliko se slučajeva pojavljuje isti uzorak u svim datotekama, može poslati izlaz (eng. output) u naredbu za brojanje riječi. Većina novih komandnih sučelja pokušava smanjiti kognitivno opterećenje za korisnika koristeći nove i lako pamtljive nazive naredbi, uvođenjem izbornika sa nazivima i funkcijama naredbi umjesto da korisnik mora pamtit sve ili dopuštaju korisniku vizualizaciju naredbi.[5]

```
Welcome to the ivanti platform command line for
advanced configuration and triage capability.

For a list of commands type help or ? followed by return.
[0]>?
[0] filedirector - File Director commands
[0] lookup      - Lookup host
[0] ping        - Test connection through ICMP
[0] restart     - Restart the system
[0] shutdown   - Shutdown the system
[0] logout     - Logout of the command line
[0] help       - Get help about a command
[0] shell      - Switch to shell
[1]>ping dn-play-01
[1] PING dn-play-01 (10.0.32.211): 56 data bytes
[1] 64 bytes from 10.0.32.211: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.128 ms
[1] 64 bytes from 10.0.32.211: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.048 ms
[1] 64 bytes from 10.0.32.211: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.085 ms
[1] 64 bytes from 10.0.32.211: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.057 ms
[1] 64 bytes from 10.0.32.211: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.104 ms
[1]
[1] --- dn-play-01 ping statistics ---
[1] 5 packets transmitted, 5 packets received, 0.0% packet loss
[1] round-trip min/avg/max/stddev = 0.048/0.084/0.128/0.030 ms
[2]>
```

Slika 2-1 Primjer komandnog korisničkog sučelja [6]

### 2.1.1. Prednosti i nedostaci komandnog sučelja (A. Unwin i H. Heike[4]; N. Seneviratne[5])

Prednosti komandnog sučelja su:

- Korisnik može točno odrediti što želi raditi, može lako provjeriti što je napravio i može ponoviti komplicirane analize točno ili s nekim novim promjenama parametara.
- Vrijeme potrebno za dovršetak zadataka može se znatno smanjiti stvaranjem složenih naredbi koja se dobije spajanjem nekoliko jednostavnih naredbi.
- Korisnik dobija jasno objašnjenje za svoje radnje ili upite putem tekstualne poruke.

Nedostaci komandnog sučelja su:

- Povremeni korisnici koji ne znaju veliki broj opcija i naredbi se neće moći snaći u sučelju.
- Zbog velikog broja opcija i naredbi čak i eksperti griješe pa je zbog toga stopa pogrešaka i nedostataka visoka u komandnom sučelju.
- Komande nisu intuitivne i sučelje nije prikladno za interaktivnu grafiku.
- Poteškoće u razlikovanju obrazaca i neučinkovitost prikazivanja kako sustav zapravo funkcionira.[4,5]

## 2.2. Sučelja na dodir

Uređaji osjetljivi na dodir (eng. touchscreen) nesumnjivo su jedni od najprisutnijih u današnjem digitalnom dobu. Središnja točka ovih uređaja je grafičko korisničko sučelje (eng. Graphical User Interface, GUI), koje djeluje kao primarno sredstvo za interakciju između čovjeka i uređaja. GUI, s kojim bi komunicirali preko zaslona osjetljivog na dodir trebao bi biti upotrebljiv, fleksibilan i jedinstven. Očekuje se i određeni stupanj vizualne privlačnosti koja može iznimno utjecati na korisnikov izbor uređaja. U touchscreen sučeljima se koristi izravna digitalna manipulacija, što znači da ona zahtijevaju od korisnika da direktno dodiruje uređaj. Korisnici mogu jednostavno dodirnuti stavku kojom žele upravljati ili kontrolirati upravo na samom zaslonu uređaja (mogu je pomicati, povećavati, ukloniti...) i upravo to je bit touchscreen sučelja: pomoću tijela kontrolirati digitalni prostor oko nas. Jednostavnost upotrebe postala je presudna u bilo kojem touchscreen GUI-u bez obzira na operacijski sustav koji se nalazi na uređaju. Touchscreen sučelja imaju nekoliko ograničenja koja dizajneri korisničkih sučelja moraju uzeti u obzir prilikom dizajniranja i razvijanja GUI-a. Najbitniji faktor koji treba uzeti u obzir je veličina tih uređaja, odnosno veličina zaslona na uređaju. Korisnici sa touchscreen uređajima obično komuniciraju putem prstiju ili olovke (eng. stylus), stoga je preporučljivo da sučelje bude upotrebljivo i za prste i za olovku – to povećava kvalitetu i fleksibilnost sučelja.[7,8]

Sučelja na dodir su jako korisna za one koji imaju problema s upotrebom ulaznih uređaja (miš, tipkovnica...). Ako se sučelje koristi sa softverom poput virtualne tipkovnice ili neke druge pomoćne tehnologije, računalne operacije se mogu znatno olakšati korisnicima koji imaju poteškoća u korištenju računala. Touchscreen sučelja se koriste u velikom broju aplikacija za poboljšanje interakcije između čovjeka i računala.[9]



*Slika 2-2 Primjer sučelja na dodir [10]*

### **2.2.1. Prednosti i nedostaci sučelja na dodir (M. R. Bhalla i A. V. Bhalla[9]; F. Björnskiöld i R. Johansson[11])**

Prednosti sučelja na dodir su:

- Touchscreen sučelja su jedna od najjednostavnijih sučelja za upotrebu te stoga imaju mogućnost izbora između velikog broja aplikacija.
- Jednostavnost i konzistentnost ovih sučelja je jako korisna za nove korisnike jer mogu lakše pristupiti podacima i obavljati radnje na uređaju jednostavnim dodirima po zaslonu.
- Prilagođenost korisnicima je bolja od drugih sučelja, stoga se troškovi i vrijeme obuke za nove korisnike mogu smanjiti.
- Ovo sučelje čini učenje interaktivnijim što može dovesti do boljeg korisničkog iskustva (eng. User Experience, UX) i za početnike i za eksperte.
- Nisu potrebni drugi ulazni uređaji, samo dodiri po zaslonu.
- Dodirivanje vizualnog prikaza izbora zahtijeva malo razmišljanja i oblik je izravne manipulacije koju je lako naučiti.



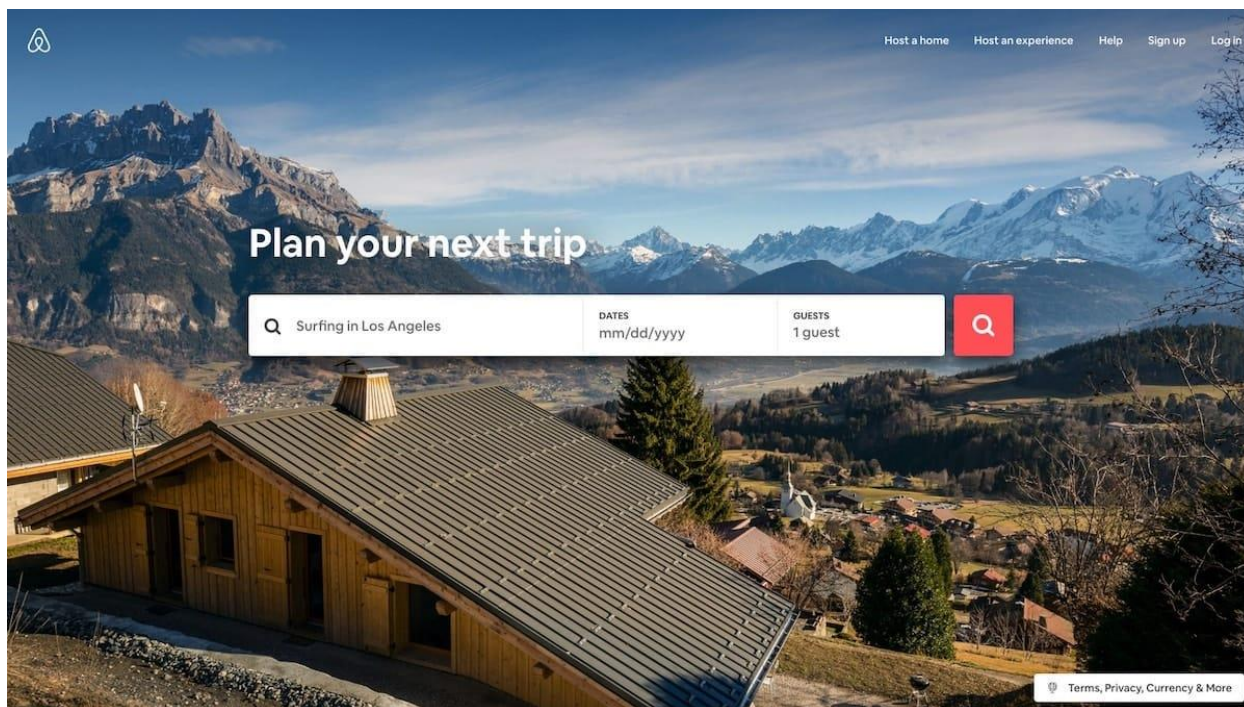
Nedostaci sučelja na dodir su:

- Sučelje zahtijeva veliku računalnu snagu što dovodi do slabijeg rada uređaja i kratkog trajanja baterije.
- Kada se aplikacija sruši ili prestane raditi, ne može se doći do glavnog izbornika jer cijelo sučelje zablokira i ne reagira.
- Nejasna navigacija kroz sučelje te prenatrpanost aplikacija u kojima se korisnik ne zna snaći.
- Prevelik broj koraka potreban za obavljanje određenog zadatka.[9,11]

### **2.3. Sučelja za web**

Širenje i upotreba web-a od 1990-ih zaista je nevjerojatna. Nekad je jednostavno bio komunikacijski medij za znanstvenike i istraživače, a danas se proširio u poduzeća, organizacije i korporacije za korisnike širom svijeta. U početku je web sučelje u osnovi bilo dizajn za navigaciju i prezentaciju informacija – najvažniji je bio sadržaj, a ne izgled sučelja. Web sučelja su usmjerena na prikaz sadržaja i informacija te se ona obično nazivaju web dizajn, a na sučelja koja su usmjerena za aplikacije se obično odnosi kao na web aplikacije. Sučelja za web i sučelja za aplikacije imaju mnogo sličnih značajki – oba su bogata i grafikom i informacijama. Međutim, postoje i značajne razlike. Web sučelje uglavnom je stvar pravilnog uravnoteženja strukture i odnosa izbornika, sadržaja i ostalih povezanih dokumenata ili grafike. Cilj web sučelja je izgraditi hijerarhiju izbornika i stranica koja djeluje prirodno, dobro je strukturirana i jednostavna za korištenje. Web sučelje je navigacijsko okruženje u kojem se ljudi često kreću među stranicama sa informacijama. Sučelja za web aplikacije su dizajnirana za prikupljanje i obradu podataka. Aplikacije obično zauzimaju većinu ili cijeli zaslon, te mogu zaokupiti korisničku pažnju za duže vremensko razdoblje. Razlika između sučelja za web i aplikaciju nije uvijek jasna. Općenito, namjera web sučelja je da pružaju informacije, a web aplikacija da bi korisnik mogao nešto raditi i to spremiti. Grafičko sučelje revolucioniziralo je popularnost korisničkih sučelja, a web je napravio revoluciju u računalstvu. Web sučelje omogućuje ljudima širom svijeta da komuniciraju, pristupe i objave informacije te im daje kontrolu nad velikim dijelom prikaza i ispisa web stranica. Korisnici također mogu promijeniti aspekte poput tipografije i boja, mogu isključiti grafiku, odlučiti hoće li ili neće prenijeti podatke preko određenih kanala i sl.[12]

Korisnici sučelja očekuju da će elementi na zaslonu biti raspoređeni uredno i smisleno, bez nereda i nejasnoća. Također, očekuje se jasna razlika u pogledu različito prikazanih elemenata i kontrola, ovisno o njihovim svrhama. Dizajneri web sučelja prvo moraju uzeti u obzir zadatke koje bi korisnik mogao obavljati u sučelju te sukladno s tim napraviti raspored elemenata po zaslonu, ovisno o funkcionalnosti i važnosti tih elemenata u sučelju. Elementi moraju biti raspoređeni logično, smisleno i razumno tako da omoguće korisniku da s lakoćom pamti podatke u sučelju i moraju biti organizirani u prioritarnom obliku prema korisničkim potrebama i očekivanjima. Dobro organizirano sučelje omogućuje korisniku da brzo pronađe potrebne informacije. Navigacija i prikaz informacija unutar sučelja moraju biti jasni i jednostavni za ostvariti – to se može učiniti jasnim tako što se grupiraju i poravnavaju elementi sučelja. Na korisnika utječe simetrična ravnoteža i umjereno korištenje naslova, grafike i teksta kada je prvi put u doticaju s sučeljem. Vizualne tehnike poput ravnoteže, simetrije, jednostavnosti, predvidljivosti i jasnoće čine dobro sučelje za web.[13]



*Slika 2-3 Primjer sučelja za web [14]*

Alati za izradu i dizajn sučelja sve se više razvijaju, smjernice za dizajn temeljene na istraživanjima postaju sve dostupnije i sve se više primjenjuju, a znanje o korisnicima i njihovim potrebama se širi. Zato je korisnicima bitno da web sučelje bude funkcionalno, dobro strukturirano i jednostavno za korištenje.[12]

### **2.3.1. Prednosti i nedostaci sučelja za web (Wilbert O. Galitz[12])**

Prednosti sučelja za web su:

- Sučelja su vizualno atraktivna i uključuju vizualne elemente, grafiku, funkcije, metafore i tekst.
- Bogata su sadržajem, grafikom, slikama i informacijama.
- Za upravljanje sučeljem se koristi jednostavna interakcija – klik mišom ili dodir po zaslonu (ovisno o uređaju).
- Sučelja su responzivna – prilagođavaju se svim uređajima i moguće im se pristupiti gotovo sa svakog uređaja.
- Pružaju vizualne znakove, podsjetnike i liste izbora ili automatski ili na zahtjev korisnika.
- Koraci za dovršenje zadatka su jednostavni i jasni.
- Pružaju brz odgovor na korisnikov zahtjev – povratne informacije mogu biti vizualne (promjena oblika pokazivača miša) ili prozor s porukom.

Nedostaci sučelja za web su:

- Temeljni jezik je bio HTML koji je ograničen u objektima i stilovima interakcije i nije omogućavao predstavljanje informacija na najučinkovitiji način.
- Navigacija sučelja uglavnom je ograničena na koncept „nazad“ i „naprijed“, ali ti koncepti su često nepoznati i nejasni te zbunjuju korisnika.
- Zbunjujuća organizacija stranica te previše grafike, animacija, slika, teksta i drugih vrsti multimedije.
- Ograničena sa hardverom, softverom, internet konekcijom (nemogućnost učitavanja sučelja do kraja), preglednikom te voljom korisnika da dopusti određene značajke zbog problema sa sigurnosti i privatnosti.[12]

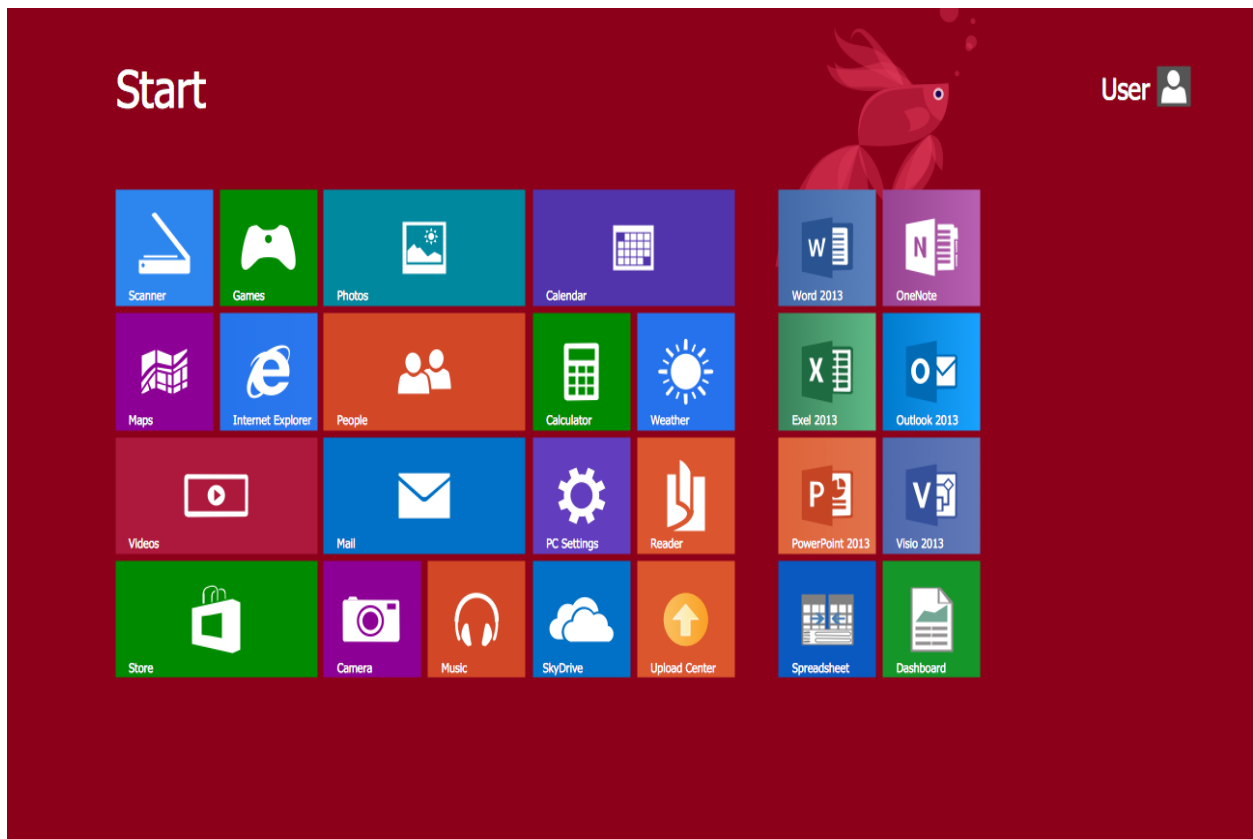
## **2.4. Grafičko korisničko sučelje**

Poboljšanjem i samim razvojem računala i zaslona razvilo se i grafičko korisničko sučelje (eng. Graphical User Interface, GUI) koje omogućuje sustavu da brzo, dinamično i smisleno reagira na korisnikove radnje. GUI uključuje prozore, ikone, izbornike, pokazivačke uređaje i

mnoge druge vizualne i grafičke komponente. Grafički prikaz informacija korisniku omogućuje bržu i učinkovitiju obradu podataka od drugih metoda prikaza. Također, omogućuje brži prijenos informacija između čovjeka i računala tako što dopušta vizualizaciju odnosa i prijenosa informacija, kompaktnije predstavljanje informacija i pojednostavljenje strukture. Na GUI se odnosi kao na pojednostavljeno sučelje koje učinkovitije koristi mogućnosti obrade podataka te smanjuje zahtjeve i vrijeme učenja. Važne karakteristike grafičkih sučelja su njihova grafička orijentacija, hijerarhijska struktura, objekti koje sadrži te svojstva odnosno atributi tih objekata. GUI je hijerarhijski, grafički dio softverskog sustava koji određene skupine događaja prihvaća kao ulazne događaje (eng. input events) koje korisnik i sustav generiraju, te daje grafički izlaz (eng. output). GUI sadrži grafičke objekte; svaki objekt ima određeni i fiksni skup svojstava. U bilo kojem trenutku rada u sučelju, ta svojstva imaju diskretne vrijednosti čiji skup predstavlja stanje grafičkog sučelja. GUI koristi jednu ili više metafora za objekte koji su nam poznati u stvarnom životu kao što su: gumbi, izbornici, radna površina, prozori, fizički izgled prostorije i sl. Korisnik putem softvera obavlja radnje za interakciju s grafičkim sučeljem, manipulirajući s objektima sučelja kao što bi s objektima u stvarnom životu. Na primjer, premještanje određene stavke s jedne na drugu lokaciju.[12,17]

Grafičko korisničko sučelje u osnovi je sučelje preko kojeg korisnici komuniciraju s elektroničkim uređajima, uključujući računala i ručne uređaje. GUI olakšava interakciju između čovjeka i računala, pri čemu korisnici mogu komunicirati s uređajem i dobiti značajne informacije.[7] Grafičko korisničko sučelje važan je dio razvoja bilo koje softverske aplikacije te ima značajan utjecaj u aspektima dizajna, razvoja i testiranja iste. GUI pruža lakši način korištenja različitih funkcija aplikacije tako što ih organizira u hijerarhiju opcija i predstavlja samo mogućnosti koje imaju smisla u trenutnom radnom kontekstu. GUI pomaže korisnicima da se koncentriraju na problem umjesto da pamte sve ponuđene opcije koje im se nude da bi riješili određeni problem. Grafičko sučelje organizira standardne radnje korisnika i radne paradigme u različite komponente koje su korisniku predstavljene grafički tijekom rada u sučelju. Bitna stavka grafičkog sučelja je da je zaslon podijeljen u „mrežu“ elemenata slike (piksela), a uključivanjem ili isključivanjem piksela se mogu formirati slike. Slično kao i kod komandnih sučelja, GUI također koristi tipkovnicu i miš kao ulazne uređaje, a zaslon kao izlazni uređaj. Najvažnije stavke koje GUI sadrži su pokazivači, izbornici, ikone i prozori. Prozor omogućuje podjelu zaslona na različita područja i svako područje se može koristiti za različite zadatke. Svaki prozor može sadržavati ikone - male slike sistemskih objekata koje predstavljaju naredbe, datoteke ili prozore. Izbornici su zbirka naredbi i objekata iz kojih korisnik može odabrati i izvršiti izbor. Pokazivač je simbol koji se pojavljuje na zaslonu pomicanjem miša, koji se koristi

za odabir i izvršavanje radnji. GUI često uključuje dobro definirane standardne formate za predstavljanje teksta i grafike, omogućavajući različitim programima koji koriste zajednički GUI da razmjenjuju podatke. Upotreba GUI-a pomaže smanjiti mentalni napor koji je potreban za interakciju s programima. Umjesto da pamte sekvence složenih naredbenih jezika (npr. CLI), korisnici trebaju samo naučiti kako komunicirati sa simuliranim svijetom objekata.[16,18]



*Slika 2-4 Primjer grafičkog sučelja [19]*

#### **2.4.1. Prednosti i nedostaci grafičkih sučelja (Wilbert O. Galitz[12])**

Prednosti grafičkih sučelja su:

- Simboli se prepoznaju brže od teksta – grafički atributi poput ikona, slika i boja su vrlo korisni za brzo razvrstavanje elemenata, predmeta i teksta.
- Brže učenje – grafički i slikovni prikazi pomažu kod učenja, a simboli se također mogu lako naučiti
- Brže i učinkovitije rješavanje problema.
- Zbog jednostavnosti sučelja, čak i povremeni korisnici mogu lako zapamtiti operativne koncepte.
- Grafički prikazi objekata smatraju se prirodnijim i lakšim za naučiti.
- Sučelje je predvidljivo i daje korisniku veći osjećaj kontrole nad njim.

- Određene akcije ili greške se lako poništavaju.
- Zbog mogućnosti usmjeravanja i odabira akcija i kontrola, zahtjevi za tipkanjem su niski.

Nedostaci grafičkih sučelja su:

- Veća složenost dizajna – elementi koji su dostupni za dizajn GUI-a puno su brojniji i složeniji od onoga za dizajn CLI-a.
- Kada se prvi put sretnu s grafičkim sučeljem, korisnicima nije očigledno što ili kako trebaju napraviti.
- Određeni korisnici možda ne znaju značenje mnogih simbola ili ikona.[12]

### 3. Hibridno 2D/3D grafičko korisničko sučelje

Kombinacija 2D i 3D interakcije se pokazala poželjnija u odnosu na isključivo korištenje samo jedne ili druge. Korištenje više interaktivnih okruženja na istom radnom mjestu je od velike prednosti za zadatke koji su sastavljeni od više podzadataka. Ta se razlika temelji na prostornim zahtjevima (eng. spatial demands) tih podzadataka; Na primjer, za neke zadatke je potrebna 2D interakcija s mišem (GUI koji koristi prozore, pokazivačke uređaje, prozore i izbornike), dok će za druge biti potrebna 3D interakcija s dodirnim sučeljem (eng. tangible interface). Hibridna korisnička sučelja ne orijentiraju se samo na upotrebu različitih uređaja, već i na različita interakcijska okruženja. Upotreba hibridnog sučelja sastavljenoga iz različitih interakcijskih okruženja također pospješuje istraživanja miješane stvarnosti (eng. mixed reality) jer se ta okruženja međusobno mogu nadopunjavati i usklađivati. Na primjer, na jednom radnom mjestu, interakcijska okruženja s 2D i 3D značajkama mogu se koristiti za eksperimentiranje i izvršavanje različitih tehnika interakcije.[20] Hibridno korisničko sučelje kombinira više prikaza i interaktivne tehnike koje se usklađuju s različitim radnim procesima. Cilj hibridnog sučelja je spajanje 3D percepcije i izravne 3D interakcije s 2D upravljačkim sustavom i preciznom 2D interakcijom. Za takvo sučelje važno je da tok rada između 2D i 3D vizualizacije i tehnika interakcije ne bude poremećen.[21] Hibridna sučelja kombiniraju 2D, 3D i stvarne interakcije objekata te mogu koristiti više ulaznih i izlaznih uređaja. Kontrola sustava je dobro razumljiva u 2D grafičkim sučeljima koje koristi ikone, izbornike i prozore, ali u 3D sučeljima je slabo razvijena i nepotrebno komplicirana.[22] 2D i 3D tehnike su kombinirane u hibridnom sučelju da bi se poboljšala učinkovitost interakcije između čovjeka i računala. Iako je 3D interakcija bolja za brojne dizajnerske zadatke, 2D je korisnija za interakciju s izbornicima i dijaloškim okvirima te za precizne manipulacije i uređivanje operacija.[25]

#### 3.1. Interakcija

Metoda hibridne interakcije ima znatne prednosti. 2D komponenta sučelja se npr. može koristiti za precizne zadatke kao što su mjerenje duljina linija ili kutova između linija te bolju provjeru podataka nego 3D komponenta. Pomoću 3D komponenti sučelja je moguće dobivanje brzog pregleda objekata i 3D mjerenje linija. Glavne stavke za brzu i dobru interakciju su razina sinkronizacije te korisnička sposobnost i znanje za korištenje i 2D i 3D komponenti. Hibridna interakcija se može izvesti na dva načina: serijski i paralelno. U serijskom pristupu zadaci se izvode pomoću 2D i 3D komponenata na slijedan način. Radnja se može podijeliti u više koraka, od kojih se svaki može izvesti koristeći ili 2D ili 3D komponente sučelja zasebno. Budući da su komponente sinkronizirane, korisnik može nastaviti s bilo kojim sučeljem za sljedeći korak. U

paralelnom pristupu, i 2D i 3D komponente sučelja mogu se koristiti za obavljanje jednog zadatka. Na primjer, korisnik može manipulirati objektom u 3D sučelju dok gleda njegov sadržaj u 2D sučelju.[24]



*Slika 3-1 Primjer hibridnog sučelja [23]*



## 4. 3D grafičko korisničko sučelje

Pojam 3D sučelje se koristi kako bi se opisao široki raspon sučelja za prikazivanje i interakciju s 3D objektima. Prava 3D sučelja, odnosno sučelja sa svim komponentama u 3D okruženju još uvijek nisu imala velikog utjecaja izvan laboratorija i ta sučelja su uglavnom hibridi između 2D i 3D GUI-a. U početku razvoja 3D GUI-a jedini korisnici 3D grafike su bile skupine znanstvenika i inženjera s pristupom skupocjenim računalima. Danas je potražnja za 3D grafikom velika i upotreba GUI-a se proširila na područja kao medicina, inženjerstvo, automobilska industrija, video igre i mnoga druga područja. Današnja 3D korisnička sučelja malo iskorištavaju mogućnosti dodane treće dimenzije koristeći uglavnom obične komponente 2D sučelja koje su preslikane na rotaciju 3D objekata. Obično se koristi i uobičajeni računalni miš. Pokret miša se preslikava u rotaciju i koristi se mehanizam za odabir stupnja slobode koji uređaj kontrolira. Učinjeni su razni pristupi za razvoj novih metafora i tehnika interakcije kako bi se iskoristile veće mogućnosti 3D-a. Jedan od pristupa je koncept 3D uređaja (eng. widget) koji uključuje izradu objekata u komponentama sučelja u istom 3D okruženju kao i ostali objekti u aplikaciji.[18] Dizajn za 3D GUI je puno složeniji nego za 2D. Radna površina sa svojim ikonama, prozorima, izbornicima i pokazivačkim uređajima je čvrsto uspostavljena za 2D GUI. Također, još se ne očituju jasno definirane metafore i skup elemenata za 3D GUI iako postoji puno više metafora koje bi se mogle temeljiti na našem stvarnom 3D okruženju.[26]

### 4.1. Ulazni uređaji

Sustavi koji koriste obične 2D widgete kao objekte sučelja ne trebaju posebne uređaje za unos osim uobičajenog miša i / ili tipkovnice. Problemi s korištenjem normalnog miša za manipuliranje 3D objektima uključuju i to da se na neki način mora naznačiti koji stupanj slobode se želi kontrolirati pomicanjem miša. Na raspolaganju su i drugi uređaji kako bi se uklonila potreba za stalne odabire po izbornicima i stalnim klikanjem po mišu. Oni se mogu podijeliti u dvije kategorije: stolni uređaji i free-space ulazni uređaji. Primjer stolnog uređaja je Spaceball. Stolni uređaji često se koriste kao dopuna 2D mišu za rotiranje objekata ili pregleda po zaslonu. 2D miš obično se drži u dominantnoj ruci i koristi se za biranje objekata i odabir stavki izbornika, dok druga ruka kontrolira 3D uređaj za unos. Kod Spaceball-a, ulaz se vrši laganim uvijanjem, povlačenjem ili guranjem lopte u svim smjerovima.



*Slika 4-1 Primjer Spaceballa [27]*

Free space ulazni uređaji sastoje se od uređaja s kamerom i uređaja s magnetskim operatorima. Mnogi različiti ulazni uređaji koji koriste magnetske operatore u obliku su rukavica, koji se ponekad nazivaju i podatkovnim rukavicama. Rukavica mjeri pokrete prstiju korisnika i prenosi ih u računalo. Aplikacija obično generira sliku podatkovne rukavice na zaslonu računala tako da korisnik može hvatati predmete u računalnom 3D okruženju. Korištenjem različitih gesta, poput usmjeravanja, korisnik može promijeniti prikaz ili se kretati u računalnom modelu.[18]



*Slika 4-2 Primjer podatkovne rukavice[28]*

## 4.2. Izlazni uređaji

3D izlazni uređaji dolaze u dvije vrste: monoskopski, u kojima oba oka vide potpuno isti pogled, i stereoskopska, gdje svako oko vidi različiti pogled i stvara se osjećaj stereoskopskog vida. Većina 3D aplikacija koristi monoskopske izlazne uređaje za prikaz 3D svijeta. To je tehnika sa najmanjim zahtjevima za računalnom snagom i posebnom opremom, ali s obzirom da ne daju snažan osjećaj dubine, korisnici nemaju dobar uvid u 3D prikaz. Stereoskopski izlazni uređaji uključuju zaslone koji se postavljaju na glavu (eng. Head Mounted Display, HMD). HMD-ovi se obično koriste u virtualnoj stvarnosti gdje korisnici mogu dobiti odlično 3D iskustvo. Uobičajeni HMD sastoji se od skupa naočala ili kacige sa sitnim monitorima ispred svakog oka za generiranje slika koje korisnik vidi kao trodimenzionalne.[18]

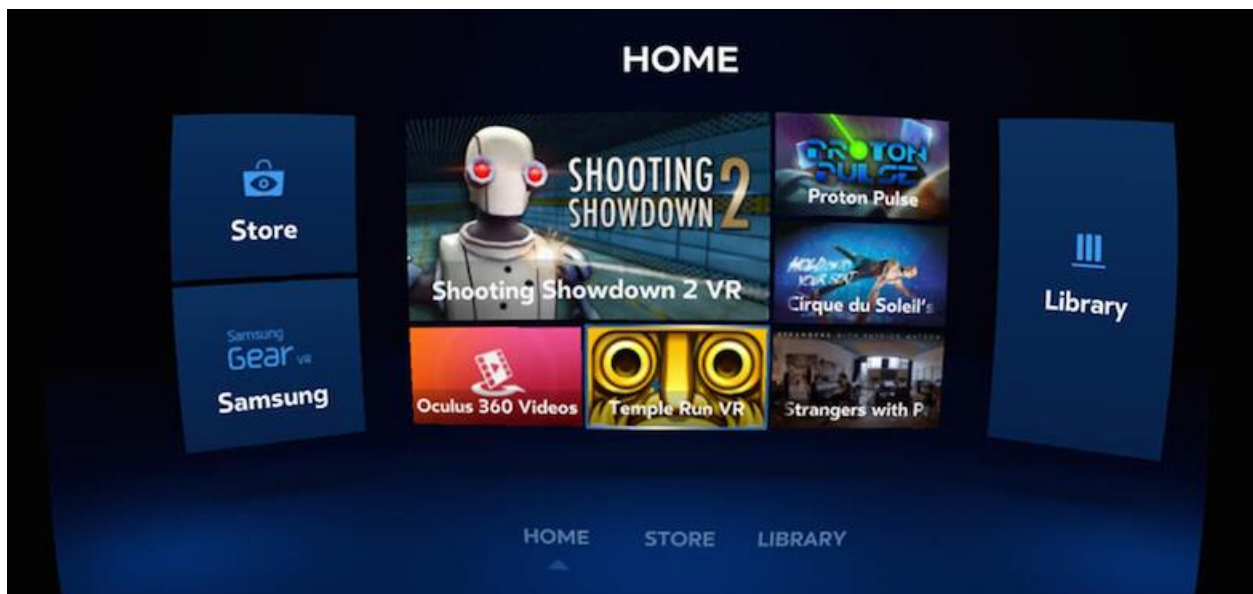


*Slika 4-3 Primjer HMD-a [29]*

## 4.3. Virtualna stvarnost

Dizajn korisničkih sučelja virtualne stvarnosti (eng. Virtual Reality User Interface, VRUI) još uvijek se istraživa i razvija. Jedna od kategorija u VRUI-u su 3D virtualni izbornici kojima korisnici mogu upravljati u slobodnom prostoru. Ti izbornici mogu sadržavati različite kontrole poput gumba, klizača i teksta. Dizajniranje i korištenje korisničkih sučelja unutar sustava virtualne stvarnosti je još uvijek pomalo nejasno i komplicirano. Dostupno je vrlo malo hardversko usmjerenih uređaja za VR i još nisu dovoljno dobro standardizirani, softverske interakcije između korisnika i VR sučelja nisu dobro uspostavljene, a zaslone koji se koriste za prezentiranje informacija (npr. CAVE, HMD) nisu optimalni. To otežava dizajniranje 3D

okruženja s korisničkim sučeljima virtualne stvarnosti. Drugi problem kada se koristi VRUI je taj da se interakcija odvija u slobodnom prostoru, duž 3 osi (x, y, z) i to povećava složenost upravljanja elementima korisničkog sučelja. 3D virtualni izbornici pružaju korisniku bogati izbor kontrola za korisničko sučelje, ali budući da su izbornici virtualni, oni nemaju fizičke sličnosti u korisničkom svijetu isto kao i 3D elementi u slobodnom prostoru. Također, izbornici ne pružaju fizički otpor korisnikovom kretanju i to stvara probleme s manipulacijom sučelja. Na primjer, ako korisnik pomiče prst prema površini virtualnog izbornika, neće osjetiti ništa jer će njegov prst samo proći kroz tu površinu izbornika. Referentni okvir virtualnog izbornika definira relativni prostorni odnos s drugom 3D točkom u prostoru. Dvije važne stavke u prostoru koje se povezuju sa tim izbornicima su podrijetlo virtualnog svijeta i položaj korisnika u prostoru. Te dvije stavke predstavljaju dvije suprotne reference u prostoru jer je jedna (korisnik) usko povezana s drugom (podrijetlo virtualnog svijeta). VRUI se tada može promatrati kao 3D objekt koji se mora nalaziti između tih dviju referenci 3D prostora.[30]



*Slika 4-4 Primjer GUI-a u VR-u [31]*

## 5. Usporedba 2D i 3D grafičkih korisničkih sučelja

I 2D i 3D grafička sučelja su prikladna za rješavanje problema i zadataka te za obavljanje različitih akcija i radnji. Oba sučelja će neke zadatke odraditi bolje, a neke gore. Koje sučelje će biti prikladnije za korištenje ovisi o kontekstu zadataka i o korisnicima koji će ih rješavati.

### 5.1. 2D interakcija u 3D okruženjima

Uobičajena zabluda o 3D dizajnu korisničkog sučelja jest da, budući da aplikacije obično sadrže 3D svjetove u kojima korisnici mogu stvarati, odabrati i manipulirati trodimenzionalnim objektima, prostor dizajna interakcije trebao bi koristiti samo 3D interakciju. U stvarnosti, 2-D interakcija nudi brojne različite prednosti u odnosu na 3-D tehnike interakcije za određene zadatke. Ako haptični ili taktilni prikazi nisu prisutni, 2D interakcija na fizičkoj površini daje osjećaj povratne informacije koja je posebno korisna za stvaranje predmeta, pisanje i bilježenje. Najučinkovitije tehnike odabira su u osnovi 2-D, iako daljnja manipulacija može zahtijevati 3-D tehniku interakcije. Koristeći i 2D i 3D tehnike interakcije, možemo stvoriti sučelja za 3D aplikacije koja su lakša za upotrebu i intuitivnija za korisnika. U 2D i 3D tehnikama interakcije presudno je razmatranje dizajna kako s fizičke tako i s logičke perspektive. Fizička integracija je važna jer se ne želi korisnicima otežati prebacivanje između 2-D i 3-D uređaja. Logička integracija je također važna jer se želi da uređaji u aplikaciji znaju koriste li se za 2D ili 3D interakciju. Ove kontekstualne informacije temeljene na aplikaciji pomažu smanjiti kognitivno opterećenje korisnika.

2-D/3-D sučelja mogu se grubo razvrstati u tri kategorije. U svim kategorijama za 2D unos potrebna je neka vrsta fizičke površine. Glavna karakteristika ovih sučelja je način na koji se koriste fizičke 2-D površine.

- Prva kategorija obuhvaća aplikacije koje koriste potpuno imerzivne zaslone poput HMD-a, gdje korisnik fizički ne može vidjeti 2-D površinu. Ovdje je 2-D površina obično komad praćene plastike ili tableta, a korisnici moraju imati grafički prikaz površine kako bi s njom mogli komunicirati u virtualnom svijetu. Primjeri ove vrste su Virtual Notepad - sustav za pisanje i bilježenje u VR-u.
- Druga kategorija 2-D/3-D sučelja obuhvaća aplikacije koje koriste polu uronjene (eng. semi-immersive) zaslone poput radnih stolova. Fizička 2-D površina interakcije obično je na vrhu zaslona radnog stola, tako da korisnici mogu izravno komunicirati s površinom zaslona, ili na praćenom, prozirnomoj tabletu koji korisnici mogu držati u ruci. U tom slučaju, grafika se projicira na primarni zaslon, ali gotovo izgleda kao da

je na površini tableta. Primjeri ove kategorije su sustav ErgoDesk - aplikacija za modeliranje koja koristi fizičku površinu zaslona za 2-D sučelje i Transparent Pad - prozirni tablet koji može zadržati interakciju s aplikacijom za dizajn prostora.

- Treća kategorija koristi zasebne 2-D površine zaslona, poput ručnih računala i LCD tableta na bazi olovke. Primjer ove vrste sučelja je uporaba Palm Pilota – uređaj koji prati kontakte, bilješke, zadatke i događaje u uređaju sličnom CAVE-u za upravljanje kamerom, okolišem i geometrijom. Na ovom području postoje mnoga otvorena istraživačka pitanja koja treba istražiti, posebno kada se radi o bežičnoj tehnologiji i težini ovih uređaja.[32]

## 5.2. Navigacija

Budući da u stvarnom životu živimo u 3D okruženju, 3D GUI bi bio prirodniji način za navigaciju računalnim sustavima. S druge strane, u usporedbi s 2D GUI-om, 3D GUI ima puno više komponenti te nije toliko razvijen i nije puno u upotrebi te se je zbog toga lakše izgubiti u sučelju.[18] Zadatak navigacije najzastupljenija je korisnička radnja u većini 3D trodimenzionalnih okruženja i predstavlja izazove poput podupiranja prostorne svijesti, pružanja učinkovitog i ugodnog kretanja između udaljenih lokacija i olakšavanja navigacije kako bi se korisnici mogli usredotočiti na važnije zadatke. Navigacijski zadaci u 3D-u općenito se mogu svrstati u tri kategorije:

- Istraživanje - navigacija bez izričitog cilja: korisnik jednostavno istražuje okoliš.
- Zadaci pretraživanja - uključuju premještanje na određeno ciljno mjesto.
- Manevarski zadaci - uključuju kretanje kratkog dometa, visoke preciznosti koje se koriste za postavljanje vidika na povoljnije mjesto za izvršavanje određenog zadatka.[32]

2D navigacija se odvija putem izbornika, popisa, dijaloških okvira i čarobnjaka za pomoć (eng. wizard). Navigacija je ograničena dizajnom i alatima za izradu sučelja.[12]

## 5.3. Kognitivne mape

Tijekom istraživanja 2D multimedijских okruženja, poput interneta, prostor nije u potpunosti poznat tako da korisnici moraju izrađivati vlastite mape za navigaciju pomoću web preglednika i stranica. S obzirom da živimo u 3D svijetu, moguće je da bi navigacija računalima u 3D-u bila pristupačnija, jer 3D GUI ima više stavki i više podsjećanja na okruženje iz stvarnog svijeta nego 2D GUI. 3D GUI može npr. uključivati generičke komponente poput orijentira i puteva. To

podrazumijeva da bi korisnik mogao više iskoristiti prirodnu sposobnost stvaranja kognitivne mape, olakšavajući tako navigaciju kroz informacijski prostor.[18]

#### **5.4. Prostorna sposobnost**

Jedan od glavnih problema u dizajnu 3D GUI-a je taj što se uz povećani stupanj slobode koji se pruža korisniku, također pruža novi i lakši način da se izgubi u sučelju tijekom kretanja u virtualnom svijetu. Korisnikova prostorna sposobnost utječe na njegovu sposobnost korištenja računalih sustava. Sposobnost opažanja i razumijevanja prostornih odnosa od velike je važnosti prilikom korištenja 3D GUI-a.[18]

#### **5.5. Interakcija**

Većina korisnika je razvila razumijevanje za izgled, komponente i radne površine 2D GUI-a. Za 3D GUI nisu dostupni takvi opće prihvaćeni standardi, ali 3D ima velike prednosti u vizualnom izgledu, korisničkom iskustvu i inovativnosti sučelja.[18]

U 2D interakciji se moraju identificirati elementi grafičkog zaslona na kojem treba izvršiti neku radnju. Motorička aktivnost potrebna od osobe da identificira ovaj element za predloženu radnju obično se naziva odabirom (eng. pick), a signal za izvođenje radnje klikom (eng. click). Primarni mehanizam za izvođenje "pick and click" interakcije najčešće je miš i njegovi gumbi. Korisnik pomiče pokazivač miša na odgovarajući element (pick) i radnja se signalizira (klik). Pokazivanje omogućuje brzi odabir i povratne informacije. Čini se da oko, ruka i um nesmetano i učinkovito rade zajedno. Sekundarni mehanizam za izvođenje ovih radnji odabira je tipkovnica. Većina sustava dopušta da se odabir i klik izvede i pomoću tipkovnice.[12] Tehnike interakcije u 3D sučeljima trebaju osigurati sredstva za ostvarenje barem jednog od tri osnovna zadatka: odabir objekta, pozicioniranje objekta i rotacija objekta. Budući da je izravna manipulacija glavni modalitet interakcije ne samo u 3D virtualnom svijetu već i u prirodnim fizičkim okruženjima, dizajn tehnika interakcije za odabir i manipulaciju objektima duboko utječe na kvalitetu cijelog korisničkog sučelja. Klasični pristup dizajniranju tehnika manipulacije je pružanje korisniku "virtualne" ruke - trodimenzionalnog kursora, često oblikovanog poput ljudske ruke, čiji pokreti odgovaraju pokretima ručnog tragača. Odabir i manipulacija jednostavno uključuju dodirivanje predmeta, zatim pozicioniranje i usmjeravanje ove virtualne ruke unutar sučelja. Tehnika virtualne ruke prilično je intuitivna jer simulira interakciju u stvarnom svijetu s objektima, ali samo oni predmeti unutar područja dosega mogu se podići. [32]

## 5.6. Korisnička usredotočenost

Dizajn sučelja trebao bi imati što manje kognitivnog opterećenja za korisnike te im omogućiti da usmjere pažnju i ostanu koncentrirani na rad u sučelju. Usmjeravanje pažnje u 2D grafičkim sučeljima uključuje upotrebu prostornih i vremenskih znakova, različitih boja i tehnika upozoravanja poput skočnih prozora i slušnih upozorenja. 3D grafička sučelja mogu bolje iskoristiti razlike u vizualnom izgledu koji privlači korisničku pažnju, kao što su boja, oblik, tekstura, veličina, lokacija... Nedostaci su što veličina elemenata može biti zbunjujuća ako je pogrešna i što predmeti u sučelju mogu stajati na putu jedni drugima kada se gledaju iz određenih uglova.[18]

## 5.7. Prirodnost sučelja

Paradigme i metafora 3D GUI-a su slabije razvijene od onih za 2D, pa dizajneri i programeri 3D sučelja moraju razvijati nove metafore, paradigme i tehnike interakcije kako bi iskoristili prednosti 3D okruženja ili moraju koristiti komponente 2D sučelja u 3D sučelju. Upotrebe metafori iz stvarnog svijeta mogle bi se koristiti za razne prigode u 3D okruženju. Uostalom, živimo u 3D svijetu i usavršili smo mnoge manipulativne i navigacijske zadatke do te mjere da ih možemo obavljati bez svjesne pozornosti. Ta razina prirodnosti primijenjena u 3D korisničkom sučelju bila bi intuitivna i laka za naučiti.[18]

Sofisticiranost 2D grafičkog sustava omogućuje prikaz linija, uključujući crteže i ikone. Također omogućuje prikaz različitih fontova znakova, uključujući različite veličine i stilove. Na nekim zaslonima moguće je prikazati više od 16 milijuna boja. 2D Grafika također omogućuje animaciju i prezentaciju fotografija i video zapisa. Značajni elementi sučelja vizualno predstavljeni korisniku u grafičkom sustavu uključuju prozore, izbornike, ikone za predstavljanje objekata poput programa ili datoteka, razvrstani kontrole zasnovane na zaslonu, miš ili drugi pokazivački uređaj. Cilj je vizualno odraziti stvarni svijet korisnika na ekranu što realnije, smislenije, jednostavnije i jasnije.[12] 3D interakcija je slična stvarnim zadacima. Interakcija u tri dimenzije intuitivno ima smisla za širok spektar aplikacija zbog karakteristika zadataka u tim domenama i njihove podudarnosti s karakteristikama 3D okruženja. Na primjer, VR može pružiti korisnicima osjećaj prisutnosti (osjećaj "boravka tamo" - zamjenjujući fizičko okruženje virtualnim), što ima smisla za aplikacije poput igranja, treninga i simulacije. Ako je korisnik uronjen i može komunicirati koristeći prirodne vještine, tada aplikacija može iskoristiti činjenicu da korisnik već ima puno znanja o svijetu. Također, 3D korisnička sučelja mogu biti izravnija ili neposrednija; to jest, postoji kratka "kognitivna udaljenost" između korisnikove radnje i povratne



informacije sustava koja pokazuje rezultat te radnje. To može korisnicima omogućiti da izgrade složene mentalne modele kako, na primjer, simulacija funkcionira.[33]

## **5.8. Apstrakcija**

Tehnika koja se koristi pri implementaciji 3D grafike je smanjivanje razine detalja za predmete koji su daleko od točke gledišta. Razloge tome su ograničenja hardvera, ali to se ujedno radi i za smanjenje nereda u sučelju. Samo su najbliži objekti prikazani u potpunim detaljima. Udaljeni predmeti npr. mogu biti prikazani kao jednostavne kocke koje korisnik doživljava kao apstrakcije stvarnih objekata. Ova se tehnika može koristiti za pružanje korisniku općeniti pregled velike količine informacija. Različite razine detalja se također mogu koristiti i u 2D sučeljima, ali su puno korisnije kada se primjenjuju na 3D grafiku.[18]

## **5.9. Ulaz / izlaz (eng. input/output)**

Korisnici trebaju pregledavati 3D objekte s različitih točki gledišta i kretati se po virtualnim scenama kako bi stekli bolje razumijevanje virtualnog svijeta. Stoga gledanje i interakcija s 3D podacima zahtijeva veću interakciju korisnika. Oprema za interakciju u 2D okruženjima obično se sastoji od zaslona, tipkovnice i miša. Ista oprema može se koristiti i u 3D okruženju, ali 3D okruženje ima više različitih modova za korištenje od 2D-a. Današnja 2D grafika je jednostavna i dobro se razumije, a hardveri su optimizirani od strane proizvođača. Većina aplikacija koje predstavljaju 3D svijet i dalje koriste istu vrstu prikaza kao i uobičajena 2D aplikacija, a u određenoj mjeri koriste i iste interakcijske tehnike za metaforu radne površine, iako to može biti neprikladno za veliki broj 3D aplikacija. Gotovo sve 3D tehnike interakcije se moraju napraviti od početka jer ne postoji skup alata koji je specifičan samo za 3D sučelja.[18] U 3D sučeljima vizualni zaslone mogu se grubo kategorizirati u potpuno uronjene (eng. fully immersive) i polu-uronjene uređaje. Potpuno uronjeni zaslone poput zaslona montiranih na glavu (HMD) i zaslona montiranih na ruku zatvaraju stvarni svijet. (Proširena stvarnost je iznimka od ovog pravila.) Zbog toga fizički objekti zahtijevaju grafički prikaz u virtualnom svijetu. Uz to, složenije ulazne uređaje može biti teško koristiti jer se ne vide. Polu-uronjeni zaslone poput stereo monitora i sustava virtualne stvarnosti omogućuju korisniku da vidi i fizički i virtualni svijet. Brojni problemi sa sučeljem pojavljuju se kod polu-uronjenih zaslona. Na primjer, budući da korisnici mogu vidjeti svoje ruke ispred zaslona, mogu nenamjerno blokirati virtualne objekte koji bi trebali izgledati bliže od njihovih ruku.[32]

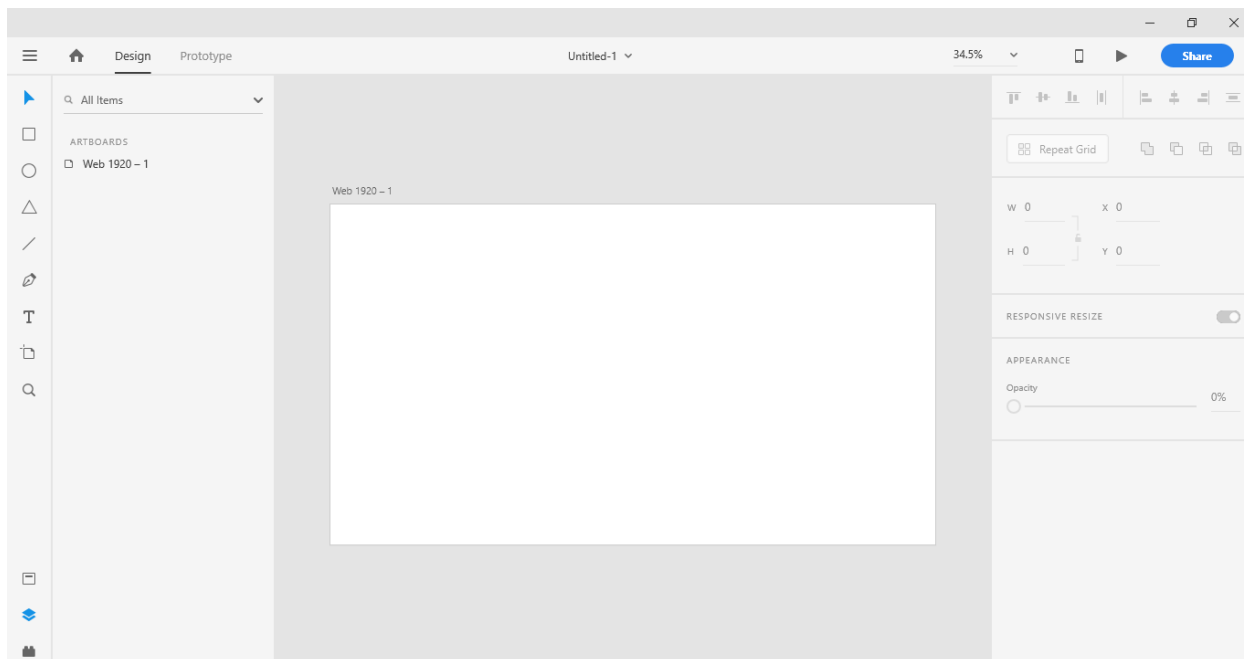
## 5.10. Kontrola sustava

U 2D sučeljima kontrola sustava je odlična zato jer korisnik lako kontrolira interakciju. Radnje i akcije se izvode brzo, moguće ih je prekinuti i obavljaju se samo po zahtjevu ili odobrenju od korisnika. Kontekst koji se održava je iz perspektive korisnika. Sredstva za postizanje ciljeva su fleksibilna i kompatibilna s korisničkim vještima, iskustvima, navikama i sklonostima. Korisniku se dopušta da prilagodi aspekte sučelja, a istovremeno mu se pruža odgovarajući skup zadanih postavki.[12]

Stilovi interakcije koji se koriste u 3D radnim okruženjima, poput padajućih izbornika i unosa naredbenog retka, nisu uvijek korisni. Jedan od osnovnih problema upravljanja 3D sučeljem je taj što normalni jednodimenzionalni zadatak postaje trodimenzionalni, što smanjuje učinkovitost tradicionalnih tehnika. Na primjer, dodirivanje stavke izbornika koja pluta u prostoru puno je teže od odabira stavke izbornika na radnoj površini, ne samo zato što je zadatak postao trodimenzionalni, već i zato što važna ograničenja poput fizičkog stola na kojem leži miš nedostaju. [32]

## 6. Praktični dio

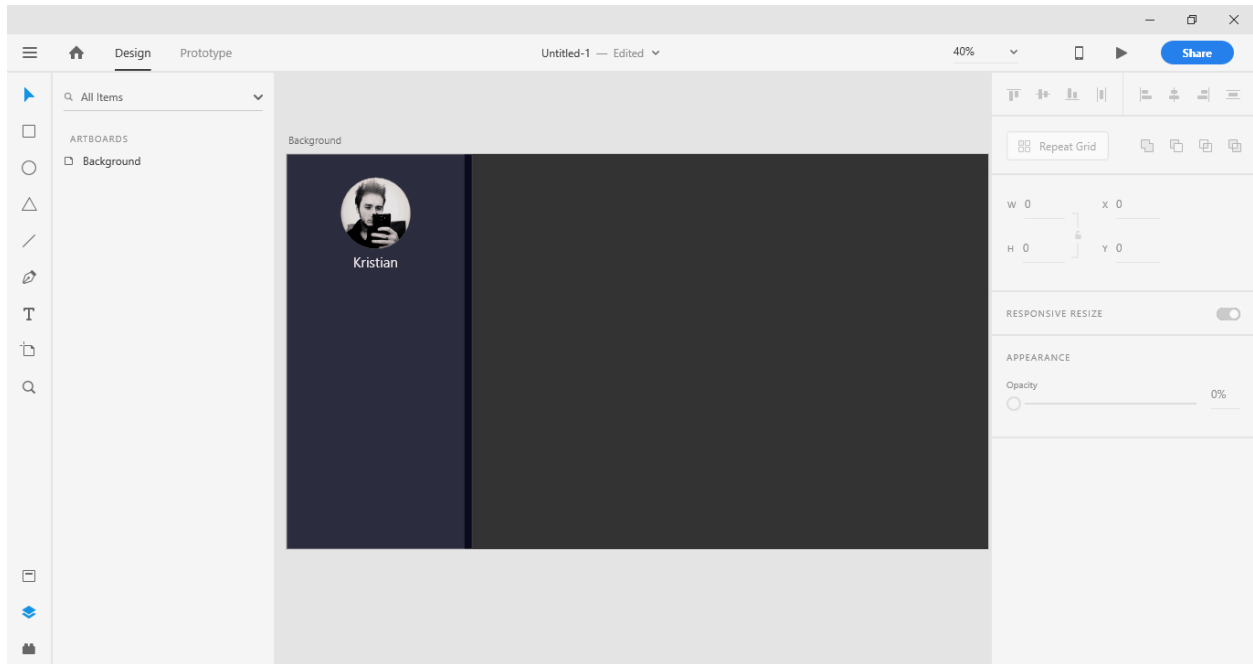
U ovome dijelu završnog rada opisan je postupak izrade sučelja u Adobe XD-u za web stranicu za pregledavanje filmova. Stranica neće biti programirana, nego će se samo prikazati dizajn.



*Slika 6-1 izgled sučelja Adobe XD-a*

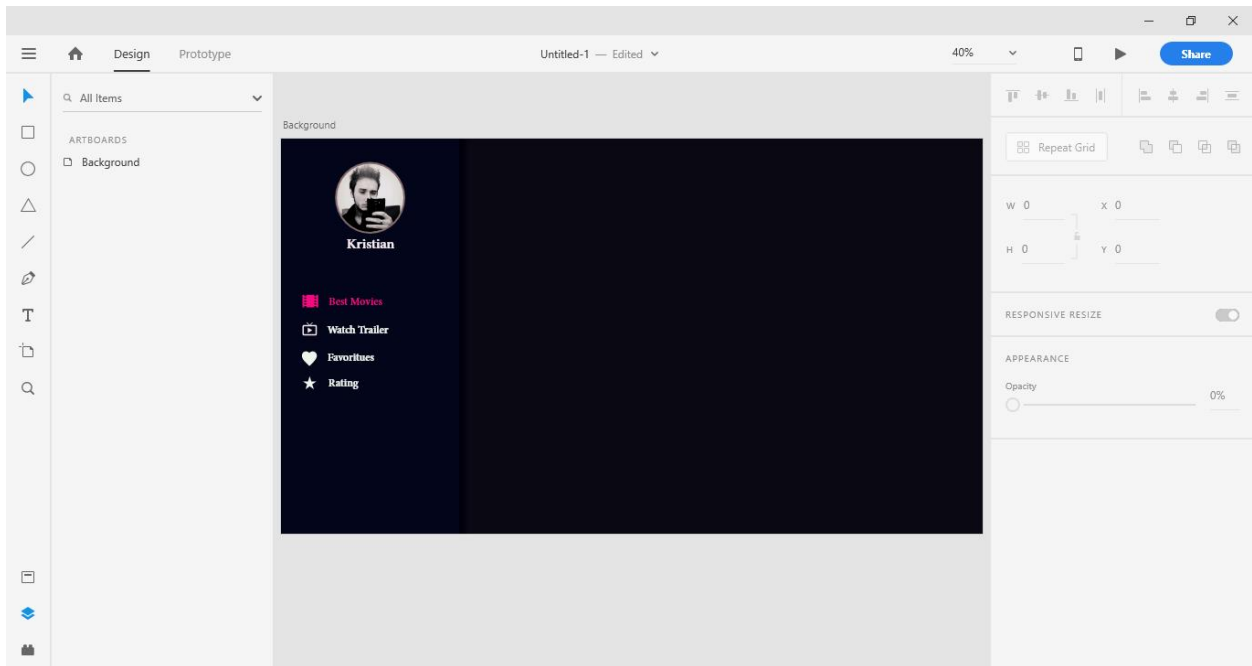
Kao što vidimo, sučelje programa se ne razlikuje puno od drugih Adobovih programa (npr. Photoshop, Illustrator), kao ni od drugih programa za izradu primjera sučelja (npr. Figma). S lijeve strane sadrži alate poput line, text, pen, ellipse i dr., a s desne strane su poravnanja, biranje boja, okvira i sl.

Dizajniranje je počelo odabirom web veličine dimenzija koje je ponuđeno pri otvaranju programa. Nakon toga sam sa alatom rectangle napravio dva pravokutnika, dodao boju i sjenu. S alatom ellipse sam napravio krug i u taj krug stavio svoju fotografiju jednostavnim ubacivanjem slike u krug te napisao svoje ime alatom text.



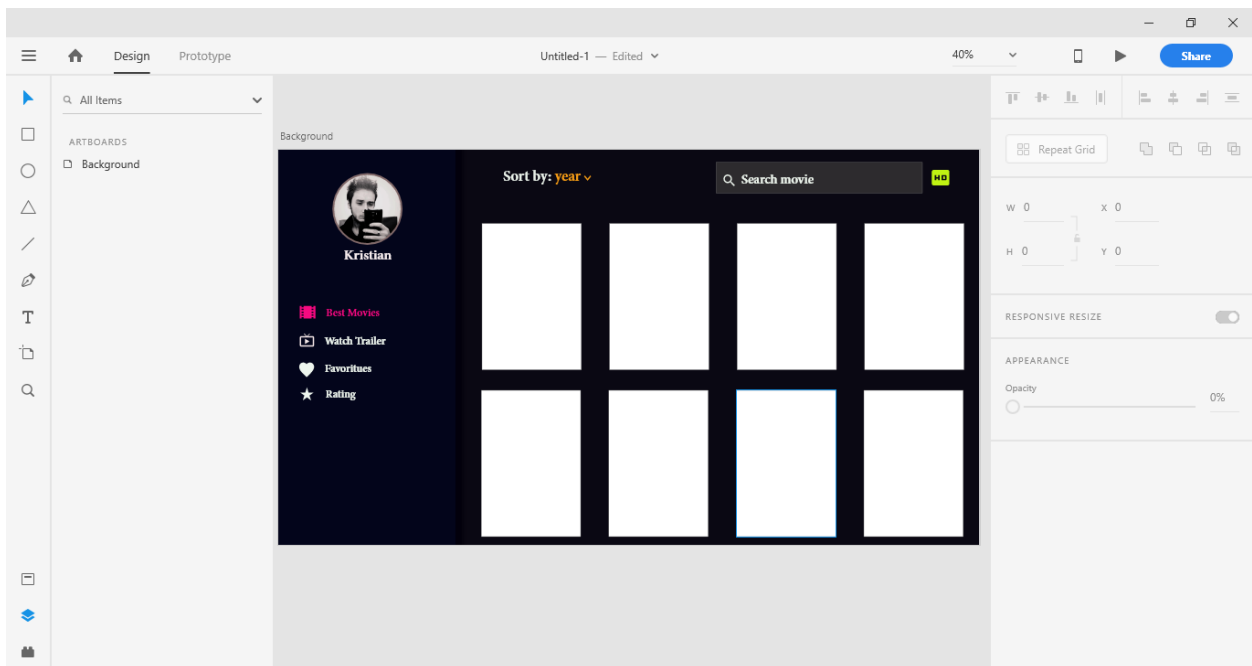
*Slika 6-2 Pozadina*

Nakon postavljanja pozadine i dodavanja fotografije, odlučio sam dodati i listu ikona za određene attribute. Ikone sam preuzeo sa Material Design stranice. Kada sam preuzeo ikone, prebacio sam ih u projekt, dodao odgovarajući tekst pa sve poravnao i grupirao. Grupirao sam ih tako što sam u listi s layersima odabrao layer s ikonom i odgovarajućim tekstom → desni klik → group. Također, napravio sam neke izmjene što se tiče boje pozadine.



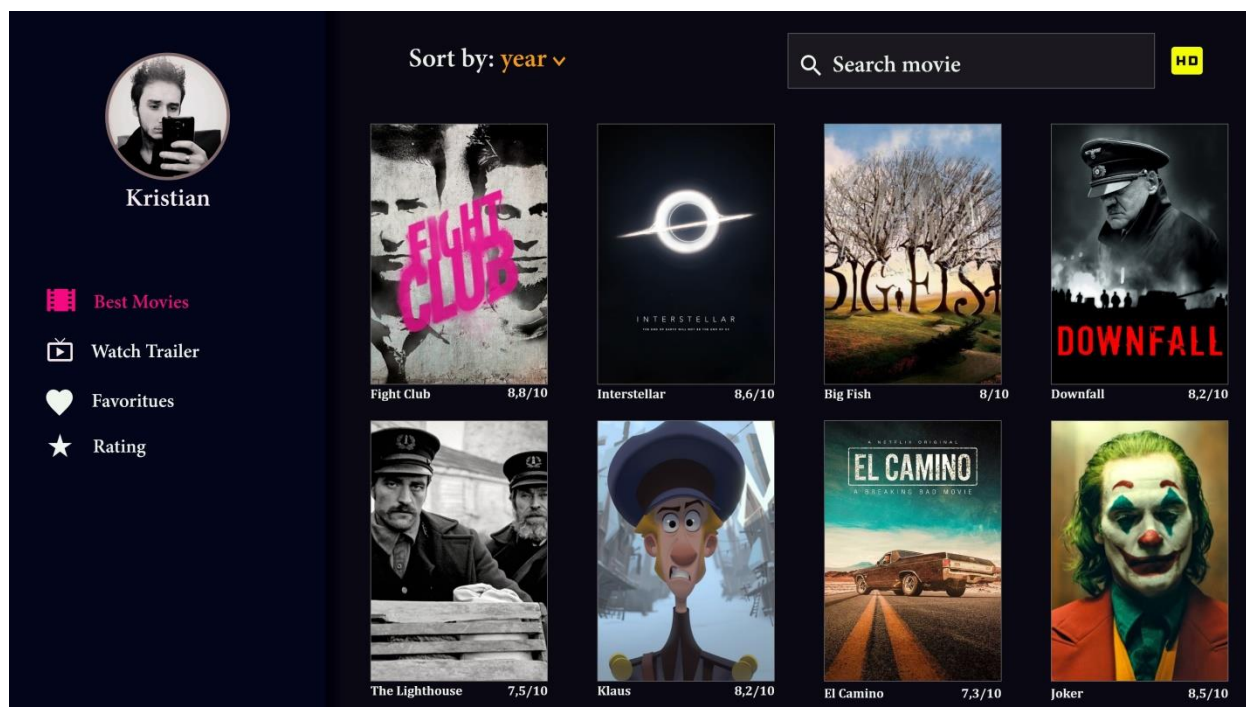
Slika 6-3 Pozadina i ikone

Nakon toga sam napravio još jedan pravokutnik i obojio ga, te u njega stavio natpis „search movie“ i kraj njega ikonu za pretraživanje i oznaku za HD. Također sam dodao natpis „sort by“. Nakon toga sam napravio 8 velikih pravokutnika u koja ću staviti fotografije od nekih filmova koje će se moći pregledavati.



Slika 6-4 Poravnanja

Fotografije sam jednostavno s mišem prenio u pravokutnike te ih posložio da budu ravne. Još sam dodao i ime filma te ocjenu sa IMDb-a.



Slika 6-5 Konačan izgled dizajna

Ovim projektom sam želio pokazati da nije bitno koliko je web stranica obogaćena grafikom, animacijama, tekstom, fotografijama... Naprotiv, to je jako loše – prenatrpanost grafike može korisniku dati osjećaj da uopće ne zna gdje je u sučelju i što treba napraviti. Najvažnija stavka kod dizajna sučelja je da ono bude jednostavno, lako razumljivo korisniku, da se može snaći u njemu i da mu je dok se susretne s sučeljem sve jasno.

## 7. Zaključak

Korisničko sučelje povezuje korisnike sa računalima i mobitelima još od 1970-ih. Način na koji ljudi komuniciraju i upotrebljavaju tehnologiju se konstantno mijenja. U današnje vrijeme je gotovo nemoguće živjeti bez tehnologije. Mobiteli, laptopi, tableti i drugi uređaji su u današnjem društvu sveprisutni. Oni su izvor zabave, informacija, navigacije i mnogih drugih stvari. Međutim, tehnologija ne bi bila toliko raspostranjena da nije bilo grafičkog korisničkog sučelja. Grafičko sučelje ima jednu od ključnih uloga u današnjem tehnološkom dobu. Ono olakšava i mijenja način i rad našeg svakodnevnoga života. Danas bi bilo nezamislivo da su na uređajima komandna sučelja i da svi moraju učiti i pamtiti naredbe kako bi nešto obavili. Grafičko sučelje je zaista jedna od prekretnica u povijesti.

U ovom radu cilj mi je bio što više objasniti najpoznatija i najviše korištena korisnička sučelja, od komandnih pa do modernih 3D. Samom usporedbom sam zaključio da je 2D tehnologija jako bitna za interakciju, upotrebljivost te općeniti razvoj 3D sučelja. Tehnologije poput VR-a koje omogućavaju ulazak u virtualni svijet još nisu dosegle svoj vrhunac. Sada možemo raditi stvari koje ljudi prije nikada ne bi mogli, a tehnologija se sve više razvija, tako da pozitivno i sigurno možemo imati velika očekivanja u samom razvoju novijih, intuitivnijih i još modernijih korisničkih sučelja.

## 8. Literatura

- [1] Joo, H. (2017). A study on understanding of UI and UX, and understanding of design according to user interface change. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(20), 9931-9935.
- [2] Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe, M., & Minocha, S. (2005). *User interface design and evaluation*. Elsevier.
- [3] Verma, P. (2013). Gracoli: a graphical command line user interface. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3143-3146).
- [4] Unwin, A., & Hofmann, H. (1999). GUI and Command-line-Conflict or Synergy?. *Computing Science and Statistics*, 246-253.
- [5] Seneviratne, N. (2008). *New command line interfaces*.
- [6] <https://thenoobsnet.blogspot.com/2019/04/command-line-interface-cli.html>
- [7] Sooknanan, D. J., & Joshi, A. (2015). Using GUI Design Theory to Develop an Open Source Touchscreen Smartphone GUI. *Computer and Information Science*, 8(2), 43.
- [8] Saffer, D. (2008). *Designing gestural interfaces: touchscreens and interactive devices*. "O'Reilly Media, Inc."
- [9] Bhalla, M. R., & Bhalla, A. V. (2010). Comparative study of various touchscreen technologies. *International Journal of Computer Applications*, 6(8), 12-18.
- [10] <https://www.keepitusable.com/human-machine-interface>
- [11] Björnskiöld, F., & Johansson, R. (2008). *Touchscreen GUI Design and Evaluation of an On-Device Portal*. Master's Thesis in Computing Science.
- [12] Galitz, W. O. (2007). *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques*. John Wiley & Sons.
- [13] Bhaskar, N. U., Naidu, P. P., Babu, S. R. C., & Govindarajulu, P. (2011). Principles of good screen design in websites. *International Journal of Human Computer Interaction (IJHCI)*, 2(2), 48.
- [14] <https://careerfoundry.com/en/blog/ui-design/8-sites-with-great-ui/>
- [15] Bhaskar, N. U., Naidu, P. P., Babu, S. R. C., & Govindarajulu, P. (2011). General principles of user interface design and websites. *International Journal of Software Engineering (IJSE)*, 2(3), 45-60.
- [16] Singhera, Z., Horowitz, E., & Shah, A. (2008). A graphical user interface (gui) testing methodology. *International Journal of Information Technology and Web Engineering (IJITWE)*, 3(2), 1-18.



- [17] Memon, A. M. (2001). Comprehensive Framework for Testing Graphical User Interfaces. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- [18] BenHajji, F., & Dybner, E. (1999). 3D Graphical User Interfaces. Estocolmo: Universidade de Estocolmo, Relatório Técnico.
- [19] <https://www.conceptdraw.com/How-To-Guide/graphical-user-interface-examples>
- [20] Carvalho, F., Trevisan, D. G., Raposo, A., Freitas, C. M., & Nedel, L. (2011). Exploring the Design of Transitional Hybrid User Interfaces. SBC Journal on Interactive Systems, 2(1), 2-13.
- [21] Bornik, A., Beichel, R., Kruijff, E., Reitinger, B., & Schmalstieg, D. (2006, March). A hybrid user interface for manipulation of volumetric medical data. In 3D User Interfaces (3DUI'06) (pp. 29-36). IEEE.
- [22] Geiger, C., Fritze, R., Lehmann, A., & Stöcklein, J. (2008, February). HYUI: a visual framework for prototyping hybrid user interfaces. In Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction (pp. 63-70).
- [23] <https://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=log&URL=https%3a%2f%2fwww.auntminnie.com%2findex.aspx%3fsec%3dsup%26sub%3dadv%26pag%3ddis%26ItemID%3d119881>
- [24] Mandalika, V. B. H., Chernoglazov, A. I., Billingham, M., Bartneck, C., Hurrell, M. A., De Ruiter, N., ... & Butler, P. H. (2018). A hybrid 2D/3D user interface for radiological diagnosis. Journal of digital imaging, 31(1), 56-73.
- [25] Coninx, K., Van Reeth, F., & Flerackers, E. (1997, June). A hybrid 2D/3D user interface for immersive object modeling. In Proceedings Computer Graphics International (pp. 47-55). IEEE.
- [26] Leach, G., Al-Qaimari, G., Grieve, M., Jinks, N., & McKay, C. (1997). Elements of a three-dimensional graphical user interface. In Human-Computer Interaction INTERACT'97 (pp. 69-76). Springer, Boston, MA.
- [27] <https://evermotion.org/articles/show/7916/3dconnexion-s-spaceball-5000-review>
- [28] [https://www.printedelectronicsnow.com/contents/view\\_breaking-news/2018-11-29/bebop-sensors-wireless-data-glove-honored-by-time/](https://www.printedelectronicsnow.com/contents/view_breaking-news/2018-11-29/bebop-sensors-wireless-data-glove-honored-by-time/)
- [29] <https://i.ytimg.com/vi/OpxD9fQs6bQ/maxresdefault.jpg>
- [30] Bernatchez, M., & Robert, J. M. (2008). Impact of Spatial Reference Frames on Human Performance in Virtual Reality User Interfaces. Journal of Multimedia, 3(5).
- [31] <https://www.smashingmagazine.com/2017/02/getting-started-with-vr-interface-design/>
- [32] Bowman, D. A., Kruijff, E., LaViola Jr, J. J., & Poupyrev, I. (2001). An introduction to 3-D user interface design. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 10(1), 96-108.
- [33] Ruddle, R. (2005). 3d user interfaces: Theory and practice. Presence, 14(1), 117-118.

## 9. Popis slika

<i>Slika 2-1 Primjer komandnog korisničkog sučelja [6]</i> .....	3
<i>Slika 2-2 Primjer sučelja na dodir [10]</i> .....	5
<i>Slika 2-3 Primjer sučelja za web [14]</i> .....	7
<i>Slika 2-4 Primjer grafičkog sučelja [19]</i> .....	10
<i>Slika 3-1 Primjer hibridnog sučelja [23]</i> .....	13
<i>Slika 4-1 Primjer Spaceballa [27]</i> .....	15
<i>Slika 4-2 Primjer podatkovne rukavice[28]</i> .....	15
<i>Slika 4-3 Primjer HMD-a [29]</i> .....	16
<i>Slika 4-4 Primjer GUI-a u VR-u [31]</i> .....	17
<i>Slika 6-1 izgled sučelja Adobe XD-a</i> .....	24
<i>Slika 6-2 Pozadina</i> .....	25
<i>Slika 6-3 Pozadina i ikone</i> .....	26
<i>Slika 6-4 Poravnanja</i> .....	26
<i>Slika 6-5 Konačan izgled dizajna</i> .....	27

## **10. Prilozi**

- DVD sa radom