

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jan Perčič

**Analiza uporabniških vmesnikov in
interakcije z računalniki**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: doc. dr. Franc Solina

Ljubljana, 2016

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavljanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil L^AT_EX.

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Analiza uporabniških vmesnikov in interakcije z računalniki

Tematika naloge:

Analizirajte zgodovino razvoja uporabniških vmesnikov za interakcijo z računalniki in opišite najnovejše trende upravljanja z računalniki, ki se obetajo za bližnjo prihodnost.

The Faculty of Computer and Information Science issues the following thesis:

Analysis of user interfaces and interactions with computers

Specification:

Analyze the history of the human-computer interface development and outline the recent trends of how computer user interfaces will develop in the near future.

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
2	Zgodovina	3
2.1	Začetki	3
2.2	Douglas Engelbart	5
2.3	Xerox PARC	8
2.4	Apple Computers	11
2.5	Microsoft	13
2.6	NeXTstep	14
2.7	Linux	14
2.8	90-ta leta in kasneje	15
3	Analiza trenutnih vmesnikov	19
3.1	Dotik	19
3.2	Glas	22
3.3	Interakcija z gibi	26
4	Prihodnost	29
4.1	Virtualna in obogatena resničnost	29
4.2	Interakcija z mislijo	31
4.3	Internet stvari	32

4.4	Senzorji	33
4.5	Znanstvena fantastika	34
5	Sklepne ugotovitve	37
	Literatura	39

Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
GUI	graphical user interface	grafični uporabniški vmesnik
VUI	voice user interface	glasovni uporabniški vmesnik
SDK	software development kit	programsko razvojno orodje
CAD	computer-aided design	računalniško podprto oblikovanje
WYSIWYG	what you see is what you get	kar vidiš, to dobiš
VR	virtual reality	virtualna resničnost
AR	augmented reality	obogatena resničnost
BCI	brain-computer interface	možgansko-računalniški vmesnik
IOT	internet of things	internet stvari
GPS	global positioning system	sistem za globalno pozicioniranje

Povzetek

Naslov: Analiza uporabniških vmesnikov in interakcije z računalniki

Avtor: Jan Perčič

V diplomskem delu je preučevan razvoj uporabniških vmesnikov in človekove interakcije z računalniki. Delo ponuja pregled primerov iz zgodovine in omenja ljudi, ki so bili pomembni za razvoj uporabniških vmesnikov. Obenem analizira trenutne načine interakcije ter njihov potencialni razvoj v prihodnosti. Cilj dela je bil definirati lastnosti potencialnega uporabniškega vmesnika, a, ker se danes računalniki uporabljajo v najrazličnejših oblikah in situacijah, je bil sprejet zaključek, da je ideja idealnega vmesnika nezadostna in napačna, saj je od primera do primera odvisno, kateri načini interakcije so najprimernejši. Vsaka od analiziranih interakcij ima prednosti in slabosti in v prihodnosti bo uporabljena kombinacija vseh. Delo napoveduje tudi, da bodo z razvojem razumevanja konteksta uporabnika računalniki vse pogosteje sami interaktirali z nami ter nam tako olajšali vsakodnevna in zamudna opravila.

Ključne besede: računalnik, uporabniški vmesnik, interakcija, GUI, VUI, AR, VR, BCI.

Abstract

Title: Analysis of user interfaces and interactions with computers

Author: Jan Perčič

The diploma thesis is a study of evolution of user interfaces and human interaction with computers. The thesis offers an overview of examples from history and mentions people that were important for the user interface development. At the same time it examines the current interaction principles and their potential evolution in the future. The goal was to define a potential ideal user interface, but because we are using different types of computers and in different situations, conclusion was reached that the idea for it is wrong. Which type of interaction is most appropriate depends on the context of the user. Each of analysed interactions has advantages and weaknesses and in the future a combination of all will be used. Further, it was also discovered that with the development of understanding the user and his context, computers will more and more interact with us in order to make our day to day tasks easier.

Keywords: computer, user interface, interaction, GUI, VUI, AR, VR, BCI.

Poglavje 1

Uvod

Ljudje vsak dan klikamo, tipkamo in se dotikamo grafičnih elementov na računalniških zaslonih. Uporabljamo jih doma in v službi, za zabavo, komunikacijo, pridobivanje informacij in kot orodje za izražanje. Kadar se usedemo za osebni računalnik, se nam zdi povsem samoumevno, da z njim operiramo preko uporabniškega vmesnika, uporabljamo miško in da zaženemo program s klikom na ikono. Podobno samoumevno se nam zdi, da imajo pametni telefoni zaslon na dotik in grafični vmesnik, prilagojen velikosti prsta. A te samoumevnosti ne obstajajo že od nekdaj, temveč so plod evolucije, ki pa se ni zgodila čez noč [30, 41].

Zgodovina in razvoj grafičnega uporabniškega vmesnika (GUI) je dolga in komplicirana. Čeprav ni težko izpostaviti posameznikov kot so Douglas Engelbard, Alan Kay in Steve Jobs, je resnica, da je pri razvoju GUI sodelovalo ogromno ljudi v dolgem časovnem obdobju. Vsi so pripomogli in prispevali k sedanjosti, ki jo živimo danes. Izjave kot ta, da je Apple izumil GUI, ali, da je Apple ukradel ideje iz PARC sistema so poenostavljeni pogled na zgodovino. Dejstvo je, da si je vsaka ekipa izposodila pravila iz GUI-jev, ki so bili narejeni v preteklosti, in dodala svoj unikatni prispevek, ki je pomagal drugim ekipam v prihodnosti.

Čeprav na namiznih računalnikih po večini še vedno uporabljamo namizja, okna, miško, ikone in kazalec, ki so koncepti, ki izvirajo iz Lise leta

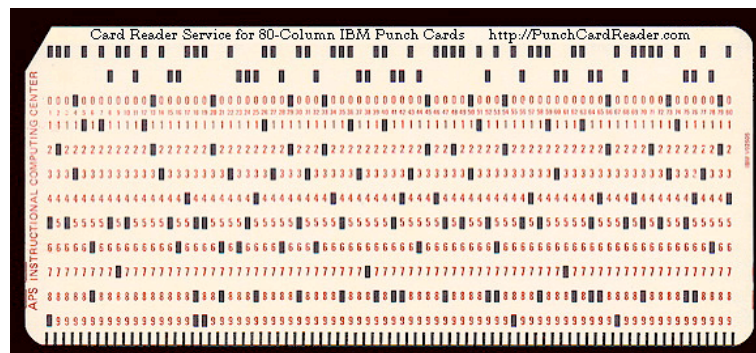
1983, ne smemo pozabiti, da je to le stil grafičnega vmesnika na katerega smo se navadili in se skozi iteracijo želimo približati potencialnemu idealnemu vmesniku. V središču pričujočega dela je ravno vprašanje o idealnem vmesniku, njegovi obliki in funkciji. Raziskali bomo, zakaj smo kot primarni način interakcije z računalnikom izumili grafični uporabniški vmesnik, kakšna je sedanost vmesnika in kakšna mogoča prihodnost. Obenem bomo poskušali zaobjeti tudi pojem interakcije same in, kako lahko različne oblike vmesnika vplivajo na našo interakcijo z računalnikom. Je prihodnost interakcije kot jo vidimo v znanstveno-fantastičnih filmih ali se bo uporabniški vmesnik razvil v zaenkrat še popolnoma nepredstavljivo oblike interakcije?

Poglavje 2

Zgodovina

2.1 Začetki

Vse se je začelo z luknjastimi karticami. Prvi serijsko narejeni računalniki so bili ogromni stroji, s katerimi se je upravljalo samo preko serijskega procesiranja (batch processing). Uporabnik je vnesel program preko luknjastih kartic (Slika 2.1), ki ga je nato računalnik izvedel ob določenem času, in rezultat je bil na voljo več ur ali celo dni kasneje. Računalnike so uporabljali računalniški operaterji in programerji. To so bili ljudje, ki se jim je zaupalo, da se bodo naučili uporabljati in upravljati z računalniki, ki v tej najzgodnejši fazi zagotovo niso bili zasnovani za javno uporabo.



Slika 2.1: Primer luknjaste kartice [22]

Po letu 1937 se je začelo vse več skupin ukvarjati z izdelavo digitalnih računalnikov. Druga svetovna vojna je zagotovila zadostno motivacijo in sredstva za izdelavo programirnih računskih strojev za izvajanje raznovrstnih nalog, od računanja parametrov za streljanje s topovi, do razbijanja šifer sovražnikovih kriptiranih sporočil. Komercialna proizvodnja vakuumskih cevk je omogočila hitro preklapljanje mehanizma, ki so ga takšni stroji potrebovali, kar je omogočilo še nadaljnji napredek na tem področju.

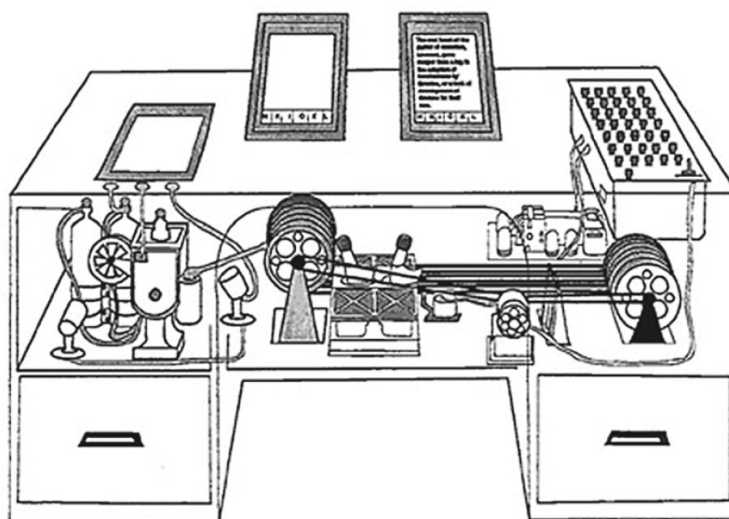
Toda tudi, ko se je tehnologija začela spreminjati, so njeni uporabniki ostajali enaki. Informacije na računalnikih so bile organizirane hierarhično, pri čemer sta bila tipkovnica in tiskalnik (teleprinter) oz. kasneje monitor edina direktna načina komunikacije uporabnikov s programsko opremo. Ker sta govor in pisava osnovna načina človeške interakcije, je bilo tipkanje prepoznano kot oblika pisave in zato uporabljeno kot primarna interakcija z računalnikom. Programski jeziki so bili razviti okoli principa, da ljudje tipkajo ukaze, ki jih nato programska oprema prevede v jezik strojne opreme.

Tako je seveda še danes. Veliko programske opreme je namenjene ljudem, ki skrbijo za računalnike in omrežja, v katera so računalniki povezani.

Kot pogosto v zgodovini računalništva, so bile tudi številne ideje za alternativne oblike vmesnikov in elegantnejše oblike komunikacije izmišljene še preden je dejansko obstajala tehnologija za izgradnjo stroja.

Vannevar Bush je na primer že v zgodnjih 1930-ih letih začel razmišljati o napravi, imenovani *Memex* (Slika 2.2), ki je bila zamišljena kot miza z dvema zaslonoma na dotik, tipkovnico in skenerjem. Naprava bi omogočala uporabniku brskati po bazi znanja s podobnimi povezavami kot danes deluje internet. Ker računalnik takrat še ni obstajal, ideja ni doživela velikega zanimanja javnosti.

Vse pa se je spremenilo v 1960-ih letih, ko je Doug Engelbart izumil miško in svetu predstavil nov način interakcije s strojem/računalnikom - klikanje.

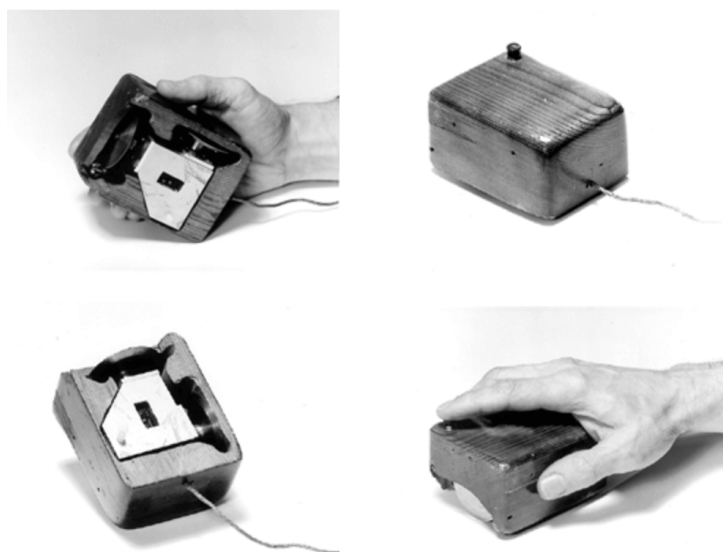


Slika 2.2: Skica stroja Memex iz Life magazine, september 1945 [9]

2.2 Douglas Engelbart

Douglas je bil inženir elektrotehnike, ki je leta 1962 objavil esej *Ojačanje človeškega intelekta* [26] (Augmenting Human Intellect). V njem je opisal idejo, kjer računalnik ne bo služil kot zamenjava za človeški intelekt, ampak kot orodje za njegovo izboljšavo. Kot primer je navedel tehnologijo, ki bi arhitektu pomagala zasnovati stavbo, podobno kot to danes počne moderen grafičen program CAD. To je predstavljalo ogromen preskok v mišljenju. Že sama ideja vnašanja ukazov preko tekstovnega terminala v realnem času je bila obravnavana kot radikalna.

Douglas je z ekipo več let razvijal ideje in tehnologije, ki jih je leta 1968 predstavil več tisoč računalniškim strokovnjakom [27]. Predstavitev je bila za tiste čase ekstravagantna in impresivna. Zaradi popolnoma novih konceptov interakcije so televizijske kamere morale preklapljati med njegovimi rokami, obrazom in majhnim zaslonom, ki ga je opazoval. Sistem so imenovali *NLS* oziroma *N-Line System* (Slika 2.3), ker je bil sposoben omrežnega povezovanja med večimi računalniki. Njegov zaslon je bil sposoben hkrati prikazovati tako tekst kot polne črte, vendar so bile zaradi omejenega spomina vse črke



Slika 2.3: N-Line System [5]

velike tiskane. Douglas je z rokami nadzoroval tri vnosne naprave - tipkovnico, ki je imela razporeditev tipkarskega stroja, tipkovnico s petimi tipkami (omogočala je 25 oziroma 32 različnih vnosov, kar je bilo dovolj za vse črke angleške abecede) in škatlo velikosti majhnega tetrapaka s tremi tipkami na vrhu, s kablom povezano do računalnika (Slika 2.4). Zadnjo napravo danes poznamo kot miško. Zamislil si jo je Douglas, izdelal pa eden izmed njegovih inženirjev. Delovala je preko dveh kolesčkov, ki sta se dotikala podlage, sam koncept interakcije pa je bil podoben uporabi moderne miške. Testirali so tudi zaslone na dotik in svetlobne svinčnike, vendar tehnologija tedaj še ni bila zrela za uporabo, kar je vodilo do tega, da je miška kmalu postala glavni način interakcije.

Z izumom miške sovpada tudi izum miškinega kazalca na zaslonu, ki je bil na tem sistemu predstavljen kot pokončna puščica v velikosti velike tiskane črke. Douglasova ekipa je kazalec poimenovala žuželka (bug), kar pa se kot ime ni prijelo.

Med drugim so predstavili tudi hipertekst povezave, celozaslonsko ure-



Slika 2.4: Prva miška [5]

janje dokumentov, kontekstno relevantno pomoč, omrežno sodelovanje pri pisanju dokumenta, e-pošto in celo video konferenco. Sistem je podpiral tudi okna na zaslonu, kar je bilo tedaj še težko prikazati, saj niso znali definirati mej med posameznimi okni (robovi, senčenje, vrstica z naslovom ali kaj podobnega takrat še ni obstajalo).

Veliko konceptov iz te predstavitve je izgledalo kakor da bi prišli iz desetletja oddaljene prihodnosti in večina ljudi ni razumela njihovega potenciala. Paradigma klikanja je potrebovala precej časa za uveljavitev, kljub temu da je predstavljala ogromen napredek v interakciji z računalniki. Namesto pisanja ukazov s tipkovnico, so razvili uporabniški vmesnik, s katerim so lažje predstavili sposobnosti programske opreme. Ljudje so lahko premikali elemente z enega mesta na drugega na razumljivejši način. Prvič v zgodovini je lahko uporabnik postal vsakdo, tudi posameznik brez posebnih računalniških veščin, saj je znal računalnik uporabniku sam predstaviti meni z možnimi ukazi.

Douglas in ekipa so nadaljevali z delom, vendar zaradi pomanjkanja de-

narja, številnih idej nikoli niso razvili v dejanski produkt. To vlogo je prevzelo drugo podjetje, ki pa je bolj znano po delu z dobrim, starim papirjem.

2.3 Xerox PARC

Ideje Douglasa Englebarta in njegove ekipe so osupnile veliko ljudi. Vodilni v podjetju Xerox, ki je obogatelo s prodajo tiskalnikov, so v njih videli prihodnost brez uporabe papirja in so se zato odločili, da je v njihovem interesu nadzorovati tehnološki razvoj bodoče konkurence. Leta 1970 so odprli PARC raziskovalni center v Palo Altu (Palo Alto Research Center) [6, 14].

Zaposleni v PARC so imeli priložnost delati na 5-letnem projektu svojih sanj. Imeli so proste roke, da so počeli kar jih je zanimalo in to jim je pomagalo privabiti veliko talentiranih ljudi s področja razvoja računalniške znanosti. Bili so prepričani, da izumljajo prihodnost računalništva in danes vidimo, da so imeli prav.

Prva stvar, ki so jo izumili, je bila laserski tiskalnik, ki je lepo dopolnil poglobitno dejavnost podjetja. Težava je bila, da je tak tiskalnik zahteval grafično zmogljivejši računalnik, ki bi bil zmožen pripraviti dokument za tiskanje. Leta 1973 so izumili računalnik poimenovan *Alto*, ki je bil velikosti majhnega hladilnika (Slika 2.5). Njegova poglobitna lastnost je bil zaslon velikosti tiskarskega papirja, z resolucijo 606 x 808 pikslov v pokončni orientaciji. Vsak od teh pikslov se je lahko prižgal in ugasnil neodvisno od ostalih in zaslon je lahko prikazoval besedilo le v ravnih linijah. Sistem je imel tipkovnico in modernejšo verzijo miške, ponovno s tremi gumbi. Miškin kazalec je bila slika, ki je imela danes poznano obliko nagnjene puščice, lahko pa se je glede na kontekst spremenil tudi v druge oblike.

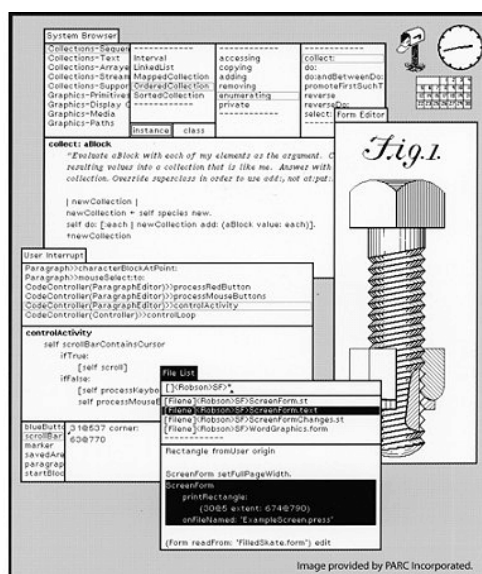
Prva programska oprema, napisana za *Alto*, je bila samo delno grafična in zelo preprosta. Grafični tekstovni urejevalnik *Bravo* je bil sposoben prikazovati različne pisave in velikosti besedila naenkrat in je prvi predstavljal metaforo WYSIWYG (what you see is what you get - kar vidiš, to dobiš) urejanja besedila (avtor urejevalnika se je kasneje pridružil podjetju Micro-



Slika 2.5: Alto I računalnik z monitorjem, miško in tipkovnico [11]

soft, kjer je pomagal razviti originalni Word za operacijski sistem MS-DOS). Sistem je imel tudi preprost upravljalnik datotek ter celo grafični risalni program, podoben kasnejšemu Paintu (Slikar). Vsak od teh programov je imel drugačen grafični vmesnik in zaposleni na projektu so ugotovili, da potrebujejo enoten izgled za vse aplikacije. Zato so razvili novo vizualno-razvojno okolje, ki so ga poimenovali *Smalltalk* (Slika 2.6), in je hkrati predstavljal tudi prvi moderni GUI.

Smalltalk je bil razvit kot grafični vmesnik in obenem tudi kot prvi programski jezik z razvojnim okoljem za preprosto uporabo. Bil je prvi objektno orientiran programski jezik z avtomatskim upravljanjem spomina, kar je precej olajšalo delo programerju. Razvojno okolje je predstavilo mnogo modernejših konceptov GUI in po predstavitvi leta 1974 so ga velikokrat posodobili in izboljšali. Deloval je kot program, ki se ga je zagnalo iz urejevalnika datotek in je nato zapolnil zaslon. Posamezna okna so bila ločena z grafičnim robom in so izstopala iz sivega vzorca na ozadju za njimi. Vsako okno je imelo na vrhu zavihek z naslovom, s katerim se je dalo okna premikati. Okna so se lahko prekrivala in izbrano okno je bilo vedno na vrhu. Izumili so koncept



Slika 2.6: Smalltalk grafični uporabniški vmesnik [1]

ikon, ki so predstavljale programe in datoteke, na katere se je lahko kliknilo. V istem času so se pojavili tudi drsniki (scroll bars) za lažjo orientacijo po dokumentih, pojavna okna in izbirni gumbi (radio buttons).

Kombinacija računalnika Alto in programske opreme Smalltalk je bila praktično enaka kot je pri računalnikih, ki jih poznamo danes. Alto je imel omrežne sposobnosti in je lahko prejemal in pošiljal e-pošto, kar ga je na videz naredilo idealnega za pisarniško okolje.

Na žalost so računalnik razvili samo kot eksperiment za priprave dokumentov za tiskanje z njihovimi tiskalniki in vodilni v podjetju niso razumeli potenciala tovrstne direktne interakcije, kar je vodilo do tega, da so idejo, da ga razvijejo v komercialni produkt, zavrnil.

Na srečo Apple ni bil tako kratkoviden in je izkoristil priložnost, ko je bil povabljen na ogled Xeroxovega laboratorija ter si izposodil idejo v zameno za nekaj delnic podjetja.

2.4 Apple Computers

Najpomembnejše od zgodnjih pionirjev GUI je bilo majhno startup podjetje, ustanovljeno v garaži leta 1976. Podjetje se je imenovalo Apple Computers, njegova ustanovitelja sta bila Steve Wozniak in Steve Jobs. Njihov uspeh se je začel z računalnikom *Apple II*, ki je bil zmožen prikazovati besedilo in grafiko, vendar je še vedno imel tradicionalno ukazno vrstico. Kot mlado podjetje z veliko denarja, so bili pogumni in pripravljeni tvegati. Veliko inženirjev, ki je delalo na Xerox PARC, je kasneje našlo službo pri Apple Computers, kjer so z veseljem nadaljevali delo iz Alta in Smalltalka na produktu, za katerega so vedeli, da bo doživel komercialno izdajo. Naslednja verzija njihovega računalnika je bila *Lisa* (Slika 2.7), v čemer je prepoznati očitno vpliv zaposlenih iz PARC. Steve Jobs je postal zagovornik GUI, ko so mu zaposleni omogočili ogled pisarn v PARC. Lisa je tako postala grafični računalnik, kljub temu pa oblika njegovega uporabniškega vmesnika s tem še ni bila dokončana. Sočasno so izumili bližnjice s tipkovnico za najbolj pogo- ste možnosti iz menija, koš za brisanje datotek, dvojni klik za razlikovanje med izbiro in zagonom ter koncept povleci in spusti (drag and drop). Lisa uporabniški vmesnik je izumil veliko konceptov GUI, ki jih uporabljamo še danes.

Delo na Lisi se je začelo leta 1979, vendar je računalnik dosegel prodajne police šele leta 1983. Kljub vsem naprednim funkcijam, sta bili cena, 10000 dolarjev, in kompleksnost pisanja programske opreme krivi za nizko prodajo. Leta 1984 so izdali cenejšo, preprostejšo verzijo, za kar je bil zaslužen Steve Jobs. Njegov projekt *Macintosh* [3] je dosegel cilj nizkocenovnega grafičnega računalnika tako, da je imel majhnen 9" črno-bel zaslon s 512 x 384 piksli, samo 128 kilobajti spomina, brez sposobnosti večopravnosti oz. poganjanja več programov hkrati in en disketni pogon. Z veliko oglaševalsko kampanjo so ga leta 1984 predstavili za samo 2495 dolarjev. Ohranil je večino GUI funkcionalnosti Lise in si z njo delil celo nekaj nizkonivojske kode, vendar je bil operacijski sistem že od začetka napisan s ciljem, da deluje na omejenem spominu.



Slika 2.7: Apple Lisa [2]

To je bil računalnik, narejen za ljudi brez računalniškega predznanja, za opravljanje dnevnih opravil in je približal koncept osebnega računalnika resničnosti. Ideja je bila tako uspešna, da si jo je Microsoft izposodil pri izdaji operacijskega sistema Windows in kasneje Windows 95, operacijskega sistema, ki je definiral celotno generacijo računalnikov.

Omembe vreden je tudi *LaserWriter* (Slika 2.8), njihov prvi laserski tiskalnik [25]. Izdan je bil leta 1985 in je bil prvi tiskalnik, ki je podpiral Adobe PostScript, jezik za opis tiskane strani. Za razliko od konkurenčnih tiskalnikov je omogočal tiskanje celotnih strani in podpiral vijuge in pisave vseh velikosti. Mrežne sposobnosti so celo omogočile deljenje tiskalnika z več računalniki, njegova glavna prednost pa je bila relativno nizka cena in preprostost uporabe. Manjša podjetja so lahko sama tiskala kompleksne strani, kar je povzročilo revolucijo v založništvu [21].



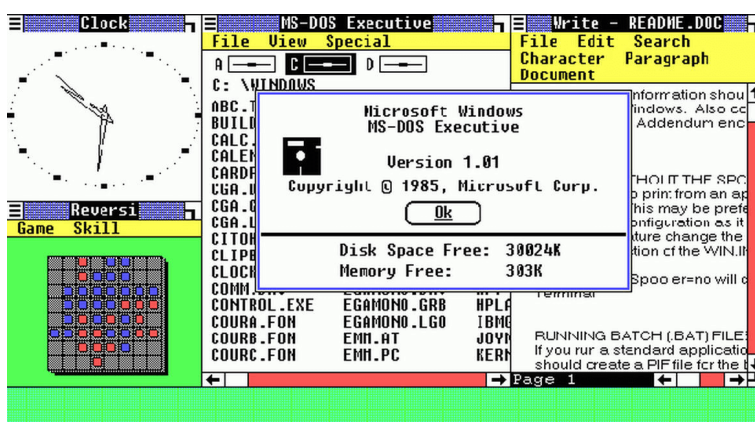
Slika 2.8: Apple LaserWriter [25]

2.5 Microsoft

Bill Gates je leta 1983 predstavil *Windows*. Prvotno ime zanj je bilo *Interface Manager* (Slika 2.9) in je bil podoben mešanici med Microsoft Word za DOS in VisiOn (propadel projekt operacijskega sistema za IBM računalnike). Ko je pod imenom Windows leta 1985 prišel v roke kupcev, je vmesnik že bil barven in je imel standardne GUI elemente kot so drsniki in meniji, ki pa jih je imelo vsako okno zase in niso bili skupni, na vrhu zaslona, kot pri Lisi in Macintoshu.

Od Apple računalnikov so se razlikovali tudi po uporabi ploščične razporeditve, v nasprotju s prekrivajočimi se okni. To odločitev so sprejeli isti ljudje, ki so delali na Xerox PARC z namenom, da bi naredili vmesnik, ki bi bil lažje razumljiv. Ker Bill Gates ni bil navdušen nad konceptom, so imele vse kasnejše verzije operacijskega sistema podporo za prekrivajoča se okna.

Zaradi podobnega izgleda in obnašanja uporabniškega vmesnika je Apple celo tožil Microsoft, vendar kasneje to tožbo izgubil.



Slika 2.9: Microsoft Windows 1.0 [18]

2.6 NeXTstep

Leta 1988 je bil predstavljen *NeXTstep* (Slika 2.10), nov grafični uporabniški vmesnik in operacijski sistem za računalnike NeXT, prvi večji projekt Steva Jobsa po njegovem odhodu iz Apple leta 1985. Predstavili so svež, 3D zaobljen izgled za vse komponente grafičnega vmesnika in uporabili simbol X za nakaz zapiranja oken. Operacijski sistem je imel na robu zaslona orodno vrstico za bližnjice do pogosto uporabljenih programov, kar še danes najdemo v praktično vseh operacijskih sistemih za računalnike. NeXT računalniki so bili priljubljeni predvsem v izobraževalnih okoljih, saj so jih prodajali z velikim popustom v upanju, da jih bodo študenti vzljubili in kupili za svojo uporabo po koncu šolanja, kar je delno tudi delovalo.

2.7 Linux

Tik pred koncem 1980-ih se je na Unix delovnih postajah začel pojavljati nov GUI, ki je deloval na računalnikih od ATT, Sun, DEC in HP. Poznan kot X je kasneje predstavljal temelje grafičnega vmesnika za Linux. Elementi vmesnika so bili preprosti in narejeni, da oponašajo Microsoft Windows, pri tem pa še vedno izkoriščajo sposobnost Unix ukazov. Filozofija za sistemom X je

The screenshot displays the NeXTstep desktop environment. The primary window is a spreadsheet titled 'Share - Worksheet - Untitled2'. It features a hierarchical data structure with columns for 'Region', 'Year' (1988-1991), and 'Product'. The data is organized into sections for 'All regions', 'All products', and 'All channels'. A vertical toolbar on the right side of the window contains various icons for file operations and editing. Below the main spreadsheet, there are smaller windows showing a file list and a list of formulas or filters.

Region	Year	1988	1989	1990	1991
Galaxy	Vending	10.01%	8.59%	8.72%	8.84%
	Grocery	4.16%	3.84%	4.35%	4.74%
	Supermarket	0.00%	16.78%	16.87%	16.90%
	All channels	14.16%	28.31%	28.94%	29.53%
Snackers	Vending	10.01%	8.59%	8.72%	8.84%
	Grocery	3.85%	3.45%	3.89%	3.89%
	Supermarket	20.60%	16.47%	15.64%	14.87%
	All channels	34.48%	28.54%	28.04%	27.59%
Mintz	Vending	8.58%	8.96%	8.70%	8.47%
	Grocery	3.00%	2.55%	2.57%	2.59%
	Supermarket	16.60%	13.69%	13.41%	13.16%
	All channels	28.18%	23.20%	22.68%	22.20%
Paydirt	Vending	8.72%	8.10%	8.35%	8.60%
	Grocery	3.15%	3.02%	3.35%	3.66%
	Supermarket	14.31%	11.83%	11.62%	11.42%
	All channels	23.18%	19.95%	20.34%	20.69%
All products	Vending	54.33%	39.23%	39.80%	39.74%
	Grocery	14.16%	12.99%	13.97%	14.87%
	Supermarket	61.50%	67.77%	66.54%	65.39%
	All channels	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Slika 2.10: NeXTstep z orodno vrstico na desni [32]

bila ločitev funkcionalnosti sistema od grafičnega vmesnika, razen osnovnih okenskih interakcij je bilo namreč vse prepuščeno individualnim programom. Za ohranjanje konsistentnosti vmesnika so dodali sloj kode, ki so ga poimenovali „okenski agent“ (windows manager). Agent je skrbel za ustvarjanje in manipulacijo programskih oken in ni bil celovit grafični vmesnik. Drugi sloj, ki so ga dodali, so poimenovali „namizno okolje“ (desktop environment), ki se je razlikoval glede na proizvajalca računalnika. Zaradi potrebe po odprtokodnih namiznih okoljih sta v letih 1996 in 1997 izšla KDO in GNOME.

2.8 90-ta leta in kasneje

Z začetkom 1990-ih so ostali računalniški sistemi začeli izgubljati na priljubljenosti in v bitki grafičnih uporabniških vmesnikov sta ostala le Windows in Macintosh.

Operacijski sistem Windows je dosegel ogromno popularnost z izidom verzije 3.0 leta 1990 in verzije 3.1 leta 1992. Kljub temu da je bil v primerjavi z Macintosh manj funkcionalen, je bil njegov izgled celovit, z lepimi ikonami,

kar mu je pomagalo, da se je prodal v milijonih. Z Windows 95 si je Microsoft zagotovil večinski delež prodaje grafičnih uporabniških vmesnikov.

Seveda tudi Apple ni obstal na mestu, razvil je nov GUI, imenovan *Aqua*, za nov operacijski sistem Mac OS X, ki je nastal po združitvi z operacijskim sistemom NeXT. Aqua je predstavil precej lepotehniških izboljšav, na primer animacijo odpiranja in zapiranja oken in funkcijo, ki so jo poimenovali *Expose* in je predstavljala nov pogled na preklapljanje med aplikacijami. Okna aplikacij so se pomanjšala toliko, da so bila vidna vsa naenkrat in je med njimi zato lažje izbirati.

Kljub zgodnjemu napredku so računalniki v 1990-ih izgledali bolj ali manj enako. Globalni splet je sicer povečal povezanost in pretok informacij, a brskalnik ni predstavljal napredka v razvoju GUI. Razvoj trga je omogočal prodajo brez vidnejših izboljšav. Kljub vsemu potencialu, je GUI ostajal leta in leta nespremenjen, medtem ko so imeli uporabniki težave z razumevanjem uporabe.

Seveda osebni računalnik ni edina oblika tehnologije, ki jo poznamo, in popularizacija PC-ja je imela vpliv tudi na druge naprave. Sony je v 1980-ih uspešno prodajal ljudem *Walkman*, ki je z uporabo kaset predvajal posneto glasbo, ki jo je bilo mogoče prenašati naokoli. V 90-ih so kasete zamenjali CD-ji, a osnovna ideja je ostala enaka, naprave so bile še vedno upravljane z gumbi. Konec 90-ih so postale popularne datoteke mp3, ki so prvič zares združile računalnike in glasbo. Vprašanje legalnosti deljenja glasbe ni zmoglo ustaviti napredka, ki ga je format mp3 predstavljal. Prenosni mp3 predvajalniki so hitro postali popularni, s prihodom *iPoda* (Slika 2.11) pa je trg doživel revolucijo. Privlačna lastnost iPoda ni bila cena, temveč programska oprema na napravi in na računalniku (*iTunes*), ki je skrbela za upravljanje glasbe.

iPod je bila naprava, ki je utrdila Apple kot inovativno tehnološko podjetje. Majhnost naprave, velikost pomnilnika in lahkotnost uporabe so pripomogli, da je iPod postal statusni simbol, ki je iz trga izrinil praktično vso konkurenco.



Slika 2.11: iPod z na dotik občutljivim kolesčkom za navigacijo [36]

V istem času so mobilni telefoni postali cenovno dostopnejši. Z razvojem tehnologije so dobili majhne LCD zaslone in omogočili tekstovna sporočila preko mobilnega omrežja (Slika 2.12). Primarni način komunikacije je bila seveda tipkovnica. Zasnovana je bila po sistemu T9 [8], ki je kljub majhnim tipkam omogočal hiter vnos besedila.

Prvi pametni telefoni sprva sploh niso bili telefoni, ampak dlančniki, naprave z večjim zaslonom, ki so se v veliki meri zanašale na pisalo (stylus) za primarno interakcijo.

Razvoju tehnologije je sledila njena popularnost, kar je privabilo željo po zaslužku in šlo z roko v roki s potrebo po poenostavitvi uporabe tehnologije. Tem smernicam smo priča še danes. Kljub temu da je prvi PC prišel na trg že leta 1971 [10], je šele v začetku 90-ih dobil dovolj zagona, da je začel resno spreminjati svet. Kombinacija cenejše strojne opreme, dobro reklamirane programske opreme in interneta je v posameznikih zanimala željo po spremljanju razvoja tehnologije, zlasti pa potrebo po njeni uporabi v vsakdanjem življenju. S povečano uporabo tehnologije se je začel odkrivati potencial znanja, komunikacije in trgovine. Kljub napredku pa se je videlo, da je uporaba še vedno relativno težavna. Uporabniški vmesnik je bil še



Slika 2.12: Popularna Nokia N95 s T9 tipkovnico [13]

na začetku razvoja in pomenljivo je, da so imele najbolj priljubljene knjige o računalnikih dostikrat v naslovu besedno zvezo „za neumne“.

Tehnološki napredek je spodbudil razvoj nove vrste naprav, ki združujejo telefone, dlančnike in računalnike.

Poglavje 3

Analiza trenutnih vmesnikov

3.1 Dotik

Do zdaj smo raziskali razvoj človekove interakcije z računalniki do konca 1990-ih. Čeprav so eksperimenti s tehnologijo zaznavanja dotika ekrana obstajali že leta 1984, smo morali počakati do leta 2007, da so postali realnost. Razvoj tehnologije je omogočil, da smo računalnike začeli nositi s seboj. Ti prenosni računalniki so bili v vedno večjem številu mobilni telefoni za katere smo si želeli, da bi zmogli več kot le glasovno klicanje. Zgodnji poskusi razvoja tako imenovanih pametnih telefonov so imeli po večini številčno tipkovnico kot glavni način interakcije z njimi. Želja po funkcionalnosti je gnala željo po večjih zaslonih in ena izmed rešitev so bili drsni telefoni, kjer je bila tipkovnica skrita, razen, če smo jo potrebovali, kar pa je seveda povečalo debelino naprave.

3.1.1 iOS

Apple je, kot že večkrat v zgodovini, predstavil revolucionaren način interakcije. Leta 2007 so predstavili telefon na dotik, ki je bil sposoben zaznavanja več prstov hkrati in ni imel fizične tipkovnice. Kot že rečeno, ideja zaznavanja dotika ni bila nova, ampak so bili, kot z Macintosh računalnikom, tudi tokrat prvi, ki so idejo vključili v dodelan komercialni produkt.



Slika 3.1: Popularni telefoni ob izidu iPhona leta 2007 [40]

Pred tem so sicer že obstajali bolj in manj uspešni poskusi operacijskega sistema, namenjenega majhnim telefonskim zaslonom, vendar je bila njihova največja težava v interakciji z dotikom. Najbolj je bila pri tem uspešna finska Nokia, ki je razvila operacijski sistem Symbian. Prodali so milijone naprav, a, ker njihov operacijski sistem ni bil razvit za dotik, so imele njihove naprave tipkovnico ali palčko. Ko so operacijski sistem po vzoru tehnologije iPhona poskušali prilagoditi uporabi z dotikom, se je izkazalo, da se ta precej razlikuje od klasične uporabe in da zahteva temeljit premislek ter korenite spremembe delovanja.

iPhone je bil prvi telefon, ki je imel kapacitativen zaslon na dotik. Tradicionalni zaslomi na dotik so bili rezistivni, kar pomeni, da je moral uporabnik na zaslon pošteno pritisniti, da je bil dotik zaznan. Kapacitativni zaslon registrira dotik, ko zazna električni tok, ki teče skozi telo. Takšen zaslon je omogočil, da so naredili telefon, ki se ni več zanašal na tipkovnico ali palčko (Slika 3.2).

Odstranitev tipkovnice je pomenilo, da je lahko imel iPhone večji zaslon od konkurence, kar je odprlo nov svet interakcije človeka s tehnologijo in omogočilo, da so bili grafični elementi nadzorovani z relativno nenatančnim dotikom (v primerjavi s klikom miške). Velik zaslon z dobrim zaznavanjem dotika pa ne bi bil dovolj, če bi operacijski sistem ne bil prilagojen nanj. iOS (tedaj samo iPhone OS) je vpeljal konvencije za velikost in razporeditev elementov ter definiral geste za upravljanje z njimi. Vsak ukaz se je izvršil



Slika 3.2: iPhone, telefon brez fizične tipkovnice [40]

pod ukazom prsta, kar je zmanjšalo abstrakcijo nadzorovanja in omogočilo uporabo naprave tudi (prej) neveščim uporabnikom. Najbolj znana gesta, ki so jo izpostavljali ob predstavitvi, je bila *pinch to zoom*, ker je s preprostim sporočilom predstavilo uporabnost in moč telefona.

Originalnemu iPhonu so sledile iteracije telefonov in tablic, ki so pomagale Applu utrditi položaj v mobilnem svetu.

iPhone je bil tako prepričljiv produkt, da ni trajalo dolgo, da so tudi druga podjetja spremenila svoje produkte in vključila tehnologijo hkratnega zaznavnja večih prstov ter razvila svoje operacijske sisteme za takšne naprave. Največji izmed teh je Googlov Android, omembe vreden pa je tudi Windows/Windows Phone.

3.1.2 Android

Spremembe ki jih je v interakcijami z mobilnimi napravami povzročil iPhone, je videti v koreniti spremembi operacijskega sistema Android pred njegovo uradno predstavitvijo. Opaziti je, da se je po letu 2007 fokus prestavil iz simulacije kazalca s pomočjo drsnega gumba na nadzor z dotikom, ki pa

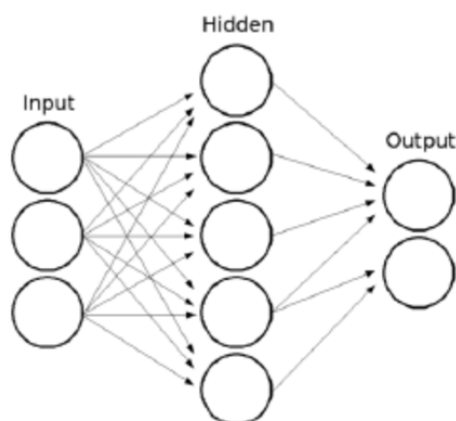
ni bil popolnoma nepodoben GUI na iPhonu. Tudi prihodnje verzije Androida so ogromno doprinesle k razvoju GUI in pomagale razširiti uporabo računalnikov po celem svetu, tudi v revnejše in manj razvite dele sveta. Prav Android je tisti, ki deluje na tako fleksibilen način, da ga je mogoče uporabljati na najrazličnejših napravah, saj se vizualno in funkcionalno prilagodi velikosti zaslona in tipu naprave. Praktično iste verzije operacijskega sistema lahko danes najdemo na urah, telefonih, tablicah, televizijah in celo v avtih. Vsaka od teh tipov naprav ima svoja pravila za interakcijo z njimi in grafični vmesnik je tisti, ki uporabniku nakaže funkcionalnosti. Ena izmed teh je predstavitev gumbov v vmesniku. Za lažje razumevanje in povečanje sigurnosti je pomemben odziv na dotik. V veliki večini primerov lahko to pomeni abstrakcijo različnih stanj fizičnih gumbov ali spremembo senčenja na način, kot da vnos res vpliva na stanje elementa.

V modernih telefonih leta 2016 pa najimpresivnejša stvar ni več interakcija z dotikom, temveč interakcija z glasom.

3.2 Glas

Glasovni uporabniški vmesnik (VUI - voice user interface) omogoča interakcijo z računalnikom s pomočjo glasu. Ne dolgo nazaj se nam je zdela glasovna interakcija znanstvena fantastika, ampak napredki v tehnologiji nam omogočajo, da postaja del vsakdana. Kljub temu ima glasovna interakcija svoje težave. Raziskave so pokazale, da imamo ljudje le malo potrpljenja kadar pride do šumov v komunikaciji med nami in strojem, kar v praksi pomeni, da po nekaj neuspešnih poskusih raje uporabimo zanesljivejše metode, na primer dotik.

Izdelava dobrega VUI je posebno težavna, saj zahteva interdisciplinarno znanje računalništva, lingvistike in človeške psihologije. Celotno z naprednimi razvojnimi okolji je potrebno za učinkovito glasovno interakcijo razumeti tako nalogo kot tudi uporabnika in njegovo okolje. Bližje kot je VUI modelu človeškega razmišljanja, lažje se bo uporabnik naučil uporabe in dosegel vi-



Slika 3.3: Preprosta nevronska mreža [29]

soko učinkovitost in zadovoljstvo pri uporabi.

Do pred kratkim se je za analizo glasovnih ukazov uporabljal skriti markovski model (Hidden Markov Model), ki uporablja statistiko za ugotavljanje besed v ukazu, in je relativno preprost in računsko izvedljiv, a od leta 2010 se vse pogosteje uporabljajo nevronske mreže (Slika 3.3) (neural networks) [23]. Nevronske mreže so računalniki, narejeni, da oponašajo delovanje možganov. Mreže so sestavljene iz programskih nevronov, ki med seboj komunicirajo in spreminjajo moč povezav glede na rezultate njihovega računanja kot resnični nevroni. Ta prilagodljivost je tista, ki jim omogoča možnost učenja. Nevronske mreže so računsko zahtevne, zato se modeliranje kompleksnih vzorcev izvaja v podatkovnih centrih, kjer se sistem uči na ogromni bazi podatkov, ki jo populirajo uporabniki z uporabo, kar pa pomeni, da je za uporabo potrebna internetna povezava.

Težava VUI v primerjavi z GUI je v lokalizaciji. Lokalizacija grafičnega vmesnika je relativno preprosta saj je potrebno le zagotoviti zamenjavo za vsako besedo in stavek v izbranem jeziku. Glasovna interakcija pa za lokalizacijo zahteva več kompleksnih korakov. Potrebno je zvočno posneti vsako kombinacijo izgovorjave posamezne besede, glede na njen naglas v stavku [38]. Za pravilno izgovorjavo in razumevanje je potrebno strojno učenje, kar je možno

le z ogromno količino podatkov. Ti podatki morajo biti urejeni, saj se je potrebno naučiti pomena besed glede na položaj v stavčni strukturi in glede na kontekst. Zaradi tega so najboljše podprti jeziki, ki imajo veliko uporabnikov, na primer angleščina, kitajščina, španščina, nemščina in francoščina. Ker podjetja, ki izdelujejo VUI, za strojno učenje danes največkrat uporabljajo nevronske mreže to pomeni, da se njihov sistem konstantno uči in zato postaja vedno boljši z večjim številom uporabnikov.

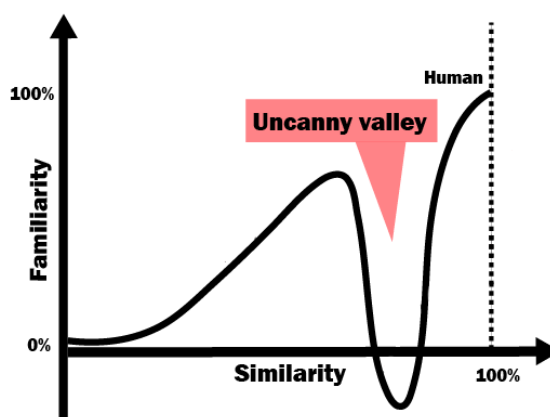
VUI trenutno dosežejo največji potencial v primerih, ko je zanašanje na tradicionalno interakcijo problematično:

- Ljudje s posebnimi potrebami, ki ne morejo uporabljati dotika, miške ali tipkovnice ali pa imajo težave z vidom.
- Ljudje, ki so v situaciji, kjer so njihove oči ali roke zaposlene, kot je vožnja avtomobila.
- Kjer uporaba ostalih metod ni praktična. Primer za to je iskanje filma na televiziji, kjer ni praktično uporabiti tipkovnice za vnos besed.

Skoraj vsak moderni telefon danes ima takšen ali drugačen sintentizator človeškega glasu in z globokim učenjem (deep learning) podprt stroj, ki razume glasovne ukaze. V napravah iOS je to *Siri*, ki je Appleova implementacija glasovne interakcije. Brez težav razume ukaze kot so „Predvajaj največje glasbene hite letošnjega leta“ ali „Povej mi razdaljo med Londonom in Ljubljano“. Seveda slovenščina še ni podprta, kar pomeni, da je potrebno vprašanja in ukaze izgovoriti v angleščini.

Podobno in še več funkcionalnosti zmore pomočnik v telefonih Android, ki je podprt z Googlovim iskalnikom in močnejšo integracijo z aplikacijami na uporabnikovem telefonu. Med drugim ga najdemo tudi v avtih, televizijah in urah.

Microsoft se fokusira na poslovnega uporabnika, saj je njihov pomočnik *Cortana* zelo uporaben zaradi integracije s koledarjem in planiranjem dneva, kjer poskuša imitirati živega osebnega pomočnika.



Slika 3.4: Pojav *Uncanny valley* je opazen tudi v glasovni interakciji z računalniki [37]

Napredki v glasovni interakciji pa niso omejeni samo na podjetja, ki delajo svoje operacijske sisteme. V letu 2015 je Amazon predstavil napravo, kjer je zvok ne le glavni način interakcije, ampak celo edini. *Echo* je zvočnik, ki ga namestimo v sobo, kjer ga lahko kdorkoli uporablja in lahko z njim predvajamo glasbo, nadzorujemo stanovanje, vprašamo za odgovore na vprašanja, kupujemo stvari preko njihove spletne trgovine in celo naročimo taksi.

Kot v 3D grafiki je tudi v zvočni interakciji opaziti pojav *Uncanny valley* [31], ki se pojavi, ko se računalnik približa človeškim lastnostim, a jih ne zmore popolnoma imitirati, kar hitro postane moteče (Slika 3.4). To je trenutno najbolj opazno pri Siri. Apple je Siri konfiguriral tako, da občasno odgovori s šalo, kar dvigne pričakovanja uporabnikov o naprednosti, kmalu pa ugotovijo, da Siri še ni sposobna naravne komunikacije. Za primerjavo, Google svojega VUI (zaenkrat) še ni poimenoval s človeškim imenom in sintetizator glasu ostaja brez imitacije čustvenih odzivov, kar pripomore k splošnemu prepričanju, da je njihova verzija trenutno boljša.

Idealno uporabo za VUI, kot za marsikatero drugo tehnologijo lahko vidimo v znanstveno-fantastičnih filmih. Leta 2013 je izšel film *Her* [15], kjer glavni lik začne uporabljati napreden VUI, zasnovan, da se uči od uporabnika in mu pomaga pri vsakodnevnih opravilih. V filmu je VUI tako napre-



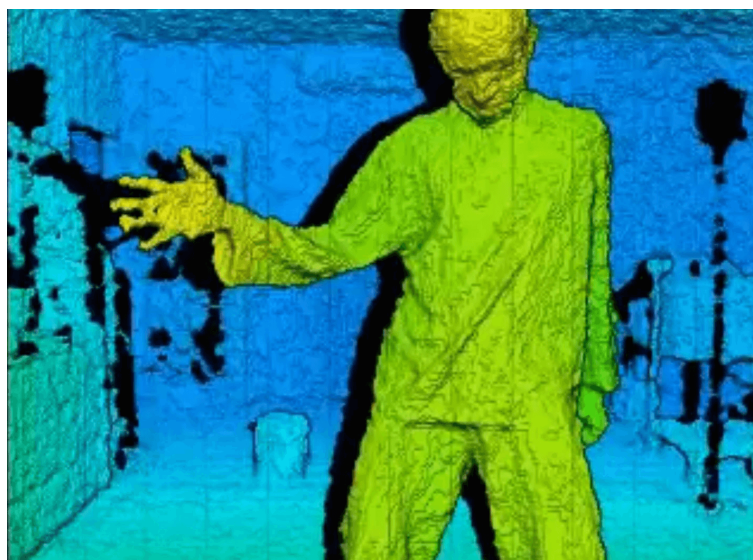
Slika 3.5: Grafični uporabniški vmesnik iz filma *Minority report*, 2002 [44]

den, da je sposoben prepričljivega oponašanja človeških čustev in govora, kar omogoča pogovor z računalnikom, kakor da bi bil ta resnična oseba in celo prijatelj. Drugi primer napredne glasovne interakcije v znanstveni fantastiki je v *Star Trek*, kjer ladijski računalnik odgovarja na vprašanja in celo upravlja vesoljsko ladjo. VUI v *Star Trek* ne oponaša človeških odzivov, kar pa ga ne naredi nič manj impresivnega in to nas napelje na zanimivo vprašanje, v katero smer se bodo VUI razvili v prihodnosti.

Očitno je, da so to šele začetki tovrstne interakcije, a že te verzije so vzpodbudne. Če je uporabnik pripravljen govoriti v naprave, kar v javnosti danes morda še deluje nevsakdanje, je lahko to najhitrejši in najlažji način za dosego določenega cilja. Seveda pa si ni več težko predstavljati, da bo v prihodnosti uporabljanje računalnikov postalo sorodnejše človeškemu pogovoru in bo naša glasovna komunikacija z računalniki postala del vsakdana.

3.3 Interakcija z gibi

Od kar je leta 2002 izšel film *Minority Report*, ljudje fantaziramo o upravljanju računalnikov na način kot je Tom Cruize manipuliral z GUI na ogromnem pokončnem zaslonu (Slika 3.5).



Slika 3.6: Natančnost globinskega zaznavanja Kinecta [43]

Veliko je bilo poskusov tovrstne interakcije. Najbolj znani primer je verjetno *Xbox Kinect*. Microsoft je v začetku leta 2010 ob prenovljeni konzoli Xbox 360 izdal tudi napravo, sposobno zaznavanja 3D gibov uporabnika v prostoru in s tem upravljanje iger ali uporabniškega vmesnika (Slika 3.6). Izdali so tudi SDK, ki omogoča uporabo Kinecta na Windowsih. Po začetnem navdušenju nad tehnologijo in nekaj zanimivih demo aplikacijah je navdušenje izginilo in čeprav so izdali še eno natančnejšo verzijo, se ta ni nikoli prijela. Skupno so prodali skoraj 30 milijonov Kinect senzorjev, ki nikoli niso izpolnili komercialnega potenciala tehnologije in njihova najnovejša verzija Xbox konzole celo nima več priključka za Kinect [42].

Po Kinectu je še nekaj omembe vrednih primerov tovrstne tehnologije. Podjetje Leap Motion [16] je izdalo majhno napravo, ki se jo lahko priključi na USB računalnika in omogoča natančno globinsko sledenje roke v prostoru ter s tem teoretično manipulacijo elementov na zaslonu. Skupaj z napravo so izdali SDK za Mac in Windows, vendar je, ker trenutni GUI na namiznih računalnikih niso zasnovani v 3D prostoru, manipulacija 2D elementov z globinskim premikanjem neintuitivna, kar pomeni, da podobno kakor Kinect



Slika 3.7: Primer utrudljive uporabe zaslonov na dotik [35]

tudi oni niso izpolnili pričakovanj uporabnikov.

V retrospektivi to ni tako nepričakovano. Steve Jobs je konec leta 2010 na vprašanje „Kdaj bodo Mac računalniki dobili zaslone na dotik?“ odgovoril, da se, kljub temu da upravljanje pokončnega računalniškega zaslona z dotikom naredi zanimiv demo, roka po kratkem času v vzdignjenem položaju utrudi, kar naredi upravljanje mučno (Slika 3.7). Čeprav je govoril o potencialnih računalnikih na dotik, se odgovor brez težav preslika na zaznavanje gibov, saj tehnologija od uporabnika zahteva gibe, ki so podobno neergonomični.

Še najbližje dejanski uporabnosti zaznavanja gibanja je prišel Google. Na urah Android Wear lahko uporabniki s hitrim zasukom zapestja navigirajo po UI, kar omogoča uporabo pametne ure kadar ima uporabnik zasedene roke. Na njihovi razvijalski konferenci Google I/O so predstavili tudi projekt *Soli*, ki je miniaturni radarski sistem, integriran v naslednjo generacijo pametnih ur, ki lahko zelo natančno zaznava premike prstov v prostoru okoli ure, kar omogoča hitro navigacijo po UI. Oba primera predstavljata mikro interakcije, ki so daleč od tega o čemer smo fantazirali od leta 2002 dalje.

Obstaja upanje, da bo tehnologija zaznavanja prišla v širšo uporabo z razvojem virtualne in obogatene resničnosti.

Poglavje 4

Prihodnost

4.1 Virtualna in obogatena resničnost

V zadnjem času se vse več govori o virtualni resničnosti (VR - virtual reality) in obogateni resničnosti (AR - augmented reality). Kakor nadzorovanje računalnika z gibi, je tudi ideja virtualne resničnosti že precej stara, vendar je šele pred kratkim postala možna z napredki v tehnologiji zaslonov in hitrosti računalnikov.

Ker je področje VR tehnologije še mlado, je težko govoriti o ustaljenih produktih, a kljub temu jih je nekaj že na voljo. Dva, ki sta namenjena igranju visokoresolucijskih iger, sta *HTC Vive* in *Oculus Rift* (Slika 4.1). Oba imata videz debelih smučarskih očal in imata zaslon visoke ločljivosti, ki se priklopi v zmogljivo grafično kartico v računalniku.

Produkta omogočata, da se uporabnik prestavi v virtualno resničnost, ki lahko deluje dovolj prepričljivo, da se uporabniku zdi, da je res v njej. Seveda je grafično sorodno video igri, a vseeno odpirata nove dimenzije interakcije.

Tudi Google je predstavil svojo verzijo VR, ki je cenovno dostopnejša, saj temelji na uporabi Android pametnih telefonov. Telefon postavimo v posebno držalo za na glavo in ne potrebuje povezave z računalnikom. Njihova verzija bo brez dvoma manj zmogljiva, a dosti lažje dostopna.

Trenutne verzije VR še ne omogočajo ogromno naprednih funkcionalnosti



Slika 4.1: HTC Vive in Oculus Rift [39]

kot so uporaba v medicini in izobraževanju, prav tako uporabnikove interakcije z njimi še niso dodelane. Trenutno obstaja več metod kot so zaznavanje uporabnika v prostoru z globinskimi kamerami, ki zahtevajo vnaprej določen prostor gibanja, napredni krmilniki, ki s senzorji za pospešek zaznajo gibe, ali pa preprost igralni krmilnik. Za najboljšo VR izkušnjo je trenutno najpomembnejša kombinacija vseh, odvisno od situacije.

Medtem ko daje smer razvoja virtualne resničnosti vtis, da bo uporabljena predvsem za igre in zabavo, se obogatena resničnost razvija v uporabnejše smeri.

Leta 2012 je Google predstavil *Google Glass*, napravo, ki se namesti na okvir za očala in ima v desnem zgornjem kotu vidnega polja majhen prozoren zaslon in kamero za prvoosebni pogled uporabnika. Čeprav je bil produkt komercialno neuspešen, je definitivno povečal zanimanje za naprave, ki se jih nosi na telesu. Nova verzija obstaja, vendar ni v splošni prodaji in je namenjena le specialni uporabi, kot recimo navigiranju skladiščnika do specifičnega produkta na določeni polici v ogromnem skladišču ali pogledu kirurga med operacijo za lažjo komunikacijo s specialisti na drugem koncu sveta.

Microsoft Hololens (Slika 4.2) je še en primer obogatene resničnosti in resnično novega načina upravljanja z računalniki. Zaslon se za razliko od *Google Glass* razteza čez celotno vidno polje in ker ima *Hololens* ogromno senzorjev za gibanje in zaznavanje okolja, se uporabniški vmesnik prostorsko



Slika 4.2: Microsoft Hololens [20]

prilagodi okolju uporabnika. Poganja ga Windows, prilagojen za AR, namenjen pa je predvsem v izobraževalne in profesionalne namene. Vmesnik je upravljan s premiki prstov, ki jih je potrebno držati v vidnem polju senzorjev. Cilj naprave je dobesedno razširiti računalniški vmesnik v resnični prostor in narediti upravljanje interaktivno.

4.2 Interakcija z mislijo

Možgansko-računalniški vmesnik (BIC - brain-computer interface) je naprava, ki omogoča branje možganskih signalov in njihovo usmeritev v zunanjo dejavnost kot je premikanje miške ali prostetičnega uda. Vmesnik omogoča direktno komunikacijsko pot med možgani in nadzorovanim objektom.

Čeprav se na prvi pogled zdi, da je nadzor računalnika z mislimi idealni način interakcije, resničnost ni tako preprosta.

Zaenkrat je edina učinkovita metoda branja možganskih signalov naprava z elektrodami, ki se jih razporedi po lasišču (Slika 4.3), v najskrajnejših primerih lahko gre za invazivno operacijo. Kljub napredku razumevanja možganov in razvoju računalniške opreme, je sposobnost branja in interpretacije signalov žal še vedno zelo primitivna.



Slika 4.3: Neinvazivna metoda branja možganskih signalov [28]

Branje možganskih signalov ima preveč šuma, da bi lahko bilo zelo natančno, kar pomeni, da že preprosta uporaba zahteva ogromno koncentracije in miselnega napora uporabnika. Čeprav je nadzor računalnikov z mislimi še precej oddaljen, raziskovalci začenjajo imeti uspeh z nadzorom robotskih udov pri amputirancih [24], kar bi znalo v prihodnosti veliko ljudem olajšati dnevna opravila.

4.3 Internet stvari

Internet stvari (internet of things - IOT) je splošno ime, ki se uporablja za računalnike in senzorje, ki so med seboj povezani preko interneta. Zaenkrat to po večini pomeni pametne termostate (Slika 4.4), nadzorne kamere ali hišne zvonce. V prihodnosti pa bo izraz zaradi manjšanja čipov, manjše porabe energije in nižje cene pomenil pametne naprave, pametne hiše in pametna mesta. Študije ocenjujejo, da bo do leta 2020 v uporabi 26 milijard IOT naprav [33], kar bo imelo ogromen vpliv v marsikateri industriji [34].



Slika 4.4: Nest pametni termostat [17]

V določenih primerih bo naša interakcija z računalniki potekala na abstraktnem nivoju, računalniki bodo sposobni prepoznati naš kontekst in sami sprejeti optimalne odločitve namesto nas. Preprost primer, ki deloma deluje že danes, je upravljanje temperature v hiši. Pametni termostat, povezan z internetom in s tem tudi z našim telefonom, ve, kdaj smo na poti domov, in lahko pozimi pravočasno ogreje stanovanje. Seveda lahko uporabnik še vedno ročno nadzira temperaturo, a cilj je, da bi tovrstne interakcije postale vse bolj samodejne z ozirom na naše navade.

Tukaj je potencial ogromen in vsak posameznik bo moral sam določiti v kolikšni meri si bo želel tovrstne samodejne interakcije. V veliki meri bo odvisno tudi od tega, kakšne in koliko senzorjev bo pripravljen vpeljati v svoje življenje.

4.4 Senzorji

Danes se vse več govori o senzorjih, ki jih imamo ljudje okoli sebe. Veliko senzorjev najdemo že v pametnih telefonih. To so lahko GPS, merilec pospeškov, barometer ali čitalec prstnih odtisov. S čitalcem prstnih odtisov imamo na voljo varno avtentifikacijo, ki nam omogoča plačevanje s pametnimi telefoni.



Slika 4.5: Fitbit zapestnica, ki lahko meri tudi srčni utrip [19]

Priljubljeni postajajo tudi senzorji, ki jih stalno nosimo na sebi (Slika 4.5). Pametne ure in zapestnice omogočajo redno odčitavanje srčnega utripa, kar v kombinaciji z analizo podatkov ponuja ogromno možnosti za izboljšanje načina življenja ali predčasno odkrivanje bolezni. V razvoju so kontaktne leče, ki odčitavajo sladkor v krvi za takojšnje opozorilo uporabniku.

Tako kot pametne naprave internetnih stvari nam bodo tudi senzorji omogočali bolj avtonomno interakcijo z računalniki. Spremljanje stanja telesa bo pomagalo izboljšati tako osebno kot profesionalno produktivnost na načine, ki si jih danes še težko predstavljamo.

4.5 Znanstvena fantastika

Kot smo že omenili so znanstveno-fantastični filmi dostikrat zanimiv vpogled v potencialno prihodnost računalnikov in naše interakcije z njimi. Verjetno najbolj znani tovrstni primer je film *2001: A Space Odyssey*. Kljub temu da je bil posnet že v letu 1968, v njemu vidimo računalnik z umetno inteligenco in glasovni uporabniški vmesnik za interakcijo z njim, tablične računalnike, ki so občutljivi na dotik in video klice (Slika 4.6).

Star Trek si ni zamislil samo naprednega VUI [7], vsak član posadke ima na sebi tudi trikoder, napravo, ki je po nekaterih funkcionalnostih zelo po-



Slika 4.6: Tablični računalnik iz filma *2001: A Space Odyssey*, 1968 [12]

dobna pametnemu telefonu. V *Star Trek* najdemo tudi Holodeck, ki omogoča uporabo virtualne resničnosti.

V stripih in filmih *Iron Man* vidimo junaka že od leta 1963 uporabljati čelado, ki mu pred oči projecira podatke na podoben način kot to omogoča Hololens ali pa v preprostejši verziji tudi nekateri avtomobili (Slika 4.7).

Najdejo pa se tudi manj veseli primeri naše interakcije z računalniki, ki nam predstavijo pomisleke glede integracije računalnikov v naše življenje. V knjigi *1984* iz leta 1949 nam George Orwell opiše distopičen svet, kjer so ljudje konstantno nadzorovani s tehnologijo. Nedavna odkritja glede državnega nadzora kažejo, da se da računalnike izrabiti in zato se veliko ljudi sprašuje, če je vredno imeti ob sebi in na sebi računalnike ter senzorje, ki so zmožni zbiranja ogromnih količin osebnih podatkov.



Slika 4.7: Projekcija podatkov o avtomobilu [4]

Poglavje 5

Sklepne ugotovitve

Ljudje smo izumili računalnike, da lahko hitreje opravimo naloge. Te naloge so bile včasih le zamudni matematični problemi, s časom pa so postale zahtevnejše in vedno bolj specializirane. Napredek v tehnologiji nam omogoča, da računalniki postajajo manjši, da porabljajo manj energije, obenem pa so postali tudi nepredstavljivo zmogljivejši. Za vsak nov tip računalnika smo morali razmisliti, kakšen bo idealen uporabniški vmesnik zanj in, kako bomo z njim interaktirali. Za to je bilo potrebno veliko inovacij in testiranja. V manj kot sto letih smo prišli od ogromnih računalnikov, ki se jih je programiralo z luknjastimi karticami, do zmogljivih prenosnih telefonov, s katerimi lahko upravljajo otroci.

V diplomskem delu smo pregledali zgodovino uporabniških vmesnikov, definirali in analizirali obstoječe in prihodne tehnologije interakcije. Ugotovili smo, da nobena od analiziranih interakcij ni idealna v vseh primerih uporabe in ker je okoli nas vse več računalnikov, bomo v prihodnosti uporabljali kombinacijo vmesnikov, ki bo odvisna od konteksta uporabnika. Zaradi napredka v razumevanju uporabnikov bomo več govorili ne le o človeški interakciji z računalniki, temveč tudi o računalniški interakciji s človekom. Ogromno je stvari, ki so danes nepotrebno zamudne in bi morali o njih razmišljati le v primeru, ko je kaj narobe. Vožnja z avtomobilom bo na primer postala avtomatizirana in uporabnik bo samo obveščen o času prihoda na cilj in

potencialnih zamudah. Potrebno pa bo veliko razmisleka o varnosti in zasebnosti interakcij. Količina podatkov, ki so jo računalniki že sposobni pridobiti o uporabniku, je gromozanska in to je trend, ki bo še naraščal. Nujno si je prizadevati, da osebni podatki ostanejo varni in dostopni samo lastniku. Ne smemo pozabiti niti na to, kako računalniki spreminjajo človekov razvoj. Ker so računalniki postali preprosti za uporabo, to pomeni, da se otroci z njimi dostikrat srečajo še preden znajo interaktivirati s svetom. Vedno več je raziskav o potencialnih negativnih vplivih prekomerne uporabe tehnologije pri razvijajočih se možganih. Pod negativnim vplivom pa so tudi odrasli. Ljudje vsak dan preživimo več ur pred našimi računalniki ali telefoni. Naša sposobnost koncentracije se zmanjšuje z večanjem distrakcij in količin informacij, ki jih tehnologija danes omogoča. Vse to so trendi, ki se ne bodo ustavili, kar pomeni, da mora biti interakcija lažja, zasebna in odgovorna do uporabnika.

Literatura

- [1] A Smalltalk-80 graphical user interface (GUI). Dosegljivo: <http://www.computerhistory.org/revolution/input-output/14/347/1859>. [Dostopano 15. 3. 2016].
- [2] Apple Lisa. Dosegljivo: <http://www.oldcomputers.net/lisa.html>. [Dostopano 15. 3. 2016].
- [3] Apple Macintosh. Dosegljivo: <http://www.oldcomputers.net/macintosh.html>. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [4] BMW Head-Up Display. Dosegljivo: http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/technology_guide/articles/head_up_display.html. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [5] Doug Engelbart - Father of the Mouse. Dosegljivo: <http://www.dougenelbart.org/firsts/mouse.html>. [Dostopano 12. 3. 2016].
- [6] PARC. Dosegljivo: <http://www.parc.com/about/>. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [7] Star Trek computer voice. Dosegljivo: http://memory-alpha.wikia.com/wiki/Computer_voice. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [8] T9 - Text on 9 Keys. Dosegljivo: <http://www.nuance.co.uk/for-business/by-product/t9/index.htm>. [Dostopano 18. 6. 2016].

-
- [9] The MEMEX of Vannevar Bush. Dosegljivo: <http://history-computer.com/Internet/Dreamers/Bush.html>. [Dostopano 12. 3. 2016].
- [10] What Was The First PC? Dosegljivo: <http://www.computerhistory.org/revolution/personal-computers/17/297>. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [11] Xerox Alto. Dosegljivo: <http://www.computerhistory.org/revolution/input-output/14/347>. [Dostopano 13. 4. 2016].
- [12] 2001 Space Odyssey tablet computer. Dosegljivo: <https://www.youtube.com/watch?v=ZKt9ZyDmA44>, 1968. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [13] Nokia N95. Dosegljivo: <http://www.s21.com/nokia-n95.htm>, 2010. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [14] A brief, early history of Xerox PARC and the development of the personal computer. Dosegljivo: <https://hightechhistory.com/2011/06/02/a-brief-early-history-of-xerox-parc-and-the-development-of-the-personal-computer/>, 2011. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [15] Her. Dosegljivo: <http://www.imdb.com/title/tt1798709/>, 2013. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [16] Leap Motion. Dosegljivo: <https://www.leapmotion.com/>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [17] Nest Thermostat. Dosegljivo: <https://nest.com/thermostat/meet-nest-thermostat/>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [18] Windows 1.0 to 10. Dosegljivo: <http://www.zdnet.com/pictures/windows-1-0-to-10-the-changing-face-of-microsofts-landmark-os/>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].

-
- [19] Fitbit tracker. Dosegljivo: <https://www.fitbit.com/>, 2016. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [20] Microsoft Hololens. Dosegljivo: <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/>, 2016. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [21] Michael Antonoff. How Steve Jobs helped launch the desktop publishing revolution. Dosegljivo: <http://www.usatoday.com/story/money/2015/02/12/antonoff-column-desktop-publishing/23126873/>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [22] J. E. Brown. Punchcard Reader. Dosegljivo: <http://punchcardreader.com/>, 2005. [Dostopano 21. 3. 2016].
- [23] Dimitrios Siganos Christos Stergiou. Artificial Neural Networks. Dosegljivo: https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [24] BEC crew. Amputees can now control bionic legs with their mind. Dosegljivo: <http://www.sciencealert.com/amputees-can-now-control-bionic-legs-with-their-mind>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [25] Benj Edwards. Four reasons the LaserWriter mattered. Dosegljivo: <http://www.macworld.com/article/1150845/laserwriter.html>, 2010. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [26] Doug Engelbart. Augmenting human intellect. Dosegljivo: <http://www.dougenelbart.org/pubs/augment-3906.html>, 1962. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [27] Douglas Engelbart. The Mother of All Demos. Dosegljivo: <https://www.youtube.com/watch?v=yJDv-zdhzMY>, 1968. [Dostopano 18. 6. 2016].

-
- [28] Ed Grabianowski. How Brain-computer Interfaces Work. Dosegljivo: <http://computer.howstuffworks.com/brain-computer-interface1.html>, 2007. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [29] Mark Hardman. Complex Neural Networks - A Useful Model of Human Learning. Dosegljivo: <http://www.academia.edu/336751/>, 2010. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [30] Jesse Hicks. 40 years of icons: the evolution of the modern computer interface. Dosegljivo: <http://www.theverge.com/2013/3/21/4127110/40-years-of-icons-the-evolution-of-the-modern-computer-interface>, 2013. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [31] Zach Holman. This Uncanny Valley of Voice Recognition. Dosegljivo: <https://zachholman.com/posts/uncanny-valley/>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [32] Tom Hornby. Full Circle: A Brief History of NeXT. Dosegljivo: <http://lowendmac.com/2014/full-circle-a-brief-history-of-next>, 2014. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [33] HP. Internet of things research study. Dosegljivo: <http://www8.hp.com/h20195/V2/GetPDF.aspx/4AA5-4759ENW.pdf>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [34] Peter Bisson Jonathan Woetzel Richard Dobbs Jacques Bughin Dan Aharon James Manyika, Michael Chui. Unlocking the potential of the Internet of Things. Dosegljivo: <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [35] Steve Jobs. Apple "Back to the Mac" Keynote (11minut 32sekund). Dosegljivo: <https://youtu.be/ZmlH59yKpqY?t=692>, 2010. [Dostopano 18. 6. 2016].

- [36] Leander Kahney. An illustrated history of the iPod and its massive impact. Dosegljivo: <http://www.cultofmac.com/124565/an-illustrated-history-of-the-ipod-and-its-massive-impact-ipod-10th-anniversary/>, 2014. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [37] Phillip Moore. UX of Voice Interaction. Dosegljivo: <https://www.usertesting.com/blog/2015/04/22/ux-of-voice-interaction/>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [38] Nat and Lo. The Google App's New Voice. Dosegljivo: <https://www.youtube.com/watch?v=qnGNfz7JiZ8>, 2016. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [39] Kyle Orland. Oculus Rift vs. HTC Vive: Which one should you buy? Dosegljivo: <http://arstechnica.co.uk/gaming/2016/04/oculus-rift-vs-htc-vive-vr-headset-which-should-you-buy/>, 2016. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [40] Rene Ritchie. History of iPhone: Apple reinvents the phone. Dosegljivo: <http://www.imore.com/history-iphone-original>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [41] Daniel Rounds. A Short History of Computer User Interface Design. Dosegljivo: <http://blog.usabilla.com/short-history-computer-user-interface-design/>, 2016. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [42] Samit Sarkar. Xbox One S console has no Kinect port, requires USB adapter. Dosegljivo: <http://www.polygon.com/e3/2016/6/13/11927140/xbox-one-s-console-kinect-adapter>, 2016. [Dostopano 18. 6. 2016].
- [43] Matt Weinberger. The downfall of Kinect: Why Microsoft gave up on its most promising product. Dosegljivo: <http://uk.businessinsider.com/why-microsoft-xbox-kinect-didnt-take-off-2015-9>, 2015. [Dostopano 18. 6. 2016].

- [44] Jono Yuen. Minority Report GUI. Dosegljivo: <http://www.hudsonandguis.com/home/2010/12/05/minority-report>, 2010. [Dostopano 18. 6. 2016].