



8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
 - prikaz sadržaja
 - manipuliranje objektima
 - unos sadržaja
 - izvedbe izbornika
 - oblikovanje interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

0

Sadržaj

- **pregled područja i razvoj**
- specifičnosti mobilne interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

1

Pregled područja i razvoj

mobilna sučelja [mobile interfaces]

~ klasa post-WIMP sučelja;
GUI izrađen "po mjeri" za specifičnu primjenu
u kontekstu mobilnih naprava:

"A mobile user interface (mobile UI) is the graphical and usually touch-sensitive display on a mobile device, such as a smartphone or tablet, that allows the user to interact with the device's apps, features, content and functions."

[Margaret Rouse, WhatIs.com; TechTarget, 2016]

- primjerenije mobilnom kontekstu od klasičnih GUI
- grafički manje zahtjevno
 - ~ bolje odgovaraju ograničenjima uzrokovanim veličinom zaslona i mogućnostima mobilnih naprava

Pregled područja i razvoj

mobilna interakcija [mobile interaction]

~ interakcija između "mobilnih" korisnika i računala:

"Mobile interaction is the study of interaction between mobile users and computers. Mobile interaction is an aspect of human-computer interaction that emerged when computers became small enough to enable mobile usage around 1990's."

[Wikipedia]

- korisnici su "u pokretu"
 - ~ *nisu* na nekoj fiksnoj lokaciji
- koriste mobilne naprave:
 - "sveprisutno" [ubiquitous] korištenje
 - ~ naprave su povezane
 - "miješani" načini interakcije
 - ~ (vrlo) često *višemodalna* interakcija

Pregled područja i razvoj

mobilna naprava [mobile device, handheld device]
~ računalna naprava "džepne veličine" [pocket-sized]:

- naglasak na *prenosivosti*
~ ograničene dimenzije, težina
- funkcionalnost diktirana namjenom
~ široki raspon, od naprava opće namjene do onih specijaliziranih
- specijalizirani OS
~ prilagodba snazi procesora (i utrošku energije ☺)
- specifična interakcija mahom temeljena na *jedinstvenoj* UI jedinici (zaslon osjetljiv na dodir)
~ *dodirno* sučelje!
- *globalna* ili *lokalna* povezivost
~ uglavnom (pametni mobilni telefon),
ali ne i nužno (pločno računalo – tablet)

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

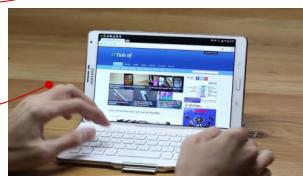
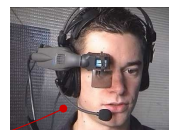
4

4

Pregled područja i razvoj

primjeri mobilnih naprava (*m-naprava*):

- pametni (mobilni) telefoni [smartphones]
- osobni digitalni asistenti, PDA:
 - *poslovni* digitalni asistenti, EDA
~ varijanta PDA za "poslovne" primjene (čitanje barkoda, RFID, pametnih kartica [smart cards])
- "nosiva" [wearable] računala
- pločna računala [tablets]



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

5

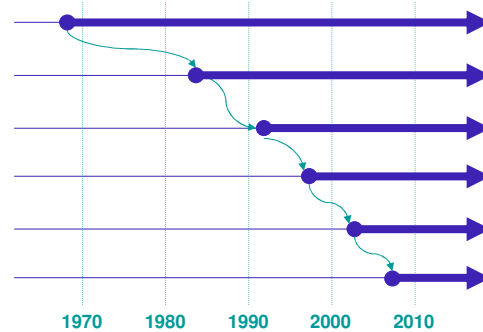
5

Pregled područja i razvoj

više faza razvoja

~ karakterizacija tehnološkim fokusom i trendom oblikovanja interakcije [Wikipedia]:

- prenosivost
- povezivost
- minijaturizacija
- konvergencija
- divergencija
- prilagodba (mobilnim) aplikacijama [apps]



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

6

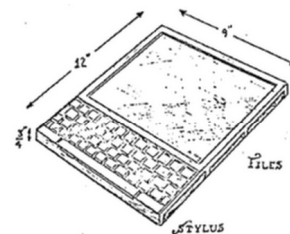
6

Pregled područja i razvoj

prenosivost [portability]

~ na zasadaama koncepta Dynabook, "osobnog računala za djecu svih dobi" [A Personal Computer for Children of All Ages; Kay, 1968]:

- ciljani korisnici djeca (svih dobi 😊), edukacija "kroz igru" (konstruktivistička teorija učenja)
 - ~ omogućiti *sveprisutni* pristup digitalnim medijima (m-učenje)
- koncept prijenosnika [notebook PC], odnosno pločnog računala:
 - elementi GUI (već od 1972)
 - baterija velikog kapaciteta
 - ~ velika autonomija
 - *globalno bežično povezivanje*



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

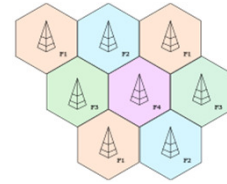
7

7

Pregled područja i razvoj

povezivost (na globalnoj skali):

- Bell Labs, 1946
~ prva radio-telefonska usluga
- M. Cooper, Motorola, 1975
~ patent za *celularnu* telefoniju
- serija Motorola Dyna-TAC 8000
~ prvi *pravi prenosivi* celularni telefoni:
 - razvoj 1973-1983
 - težina 28 unci (793g)
 - visina 10" (25 cm), bez fleksibilne štap-antene
 - telefonska tastatura [keypad] s 12 tipki
+ 9 specijalnih (upravljačkih)
 - MPC: US\$ 3,995 (cijena 2020: cca US \$10,033)



Example of frequency reuse factor or pattern, with four frequencies (F1-F4) [Cellular Network, Wikipedia]



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

8

8

Pregled područja i razvoj

minijaturizacija

~ "ručna" [handheld] računala (već 1990tih):

- digitalni organizatori
- *dlanovnici* [palm computers]
~ prepoznavanje rukopisa
npr. Apple Newton (1992),
Palm TX (2005);
u osnovi PDA
- džepna računala [pocket PC]
~ pod MS Windows CE (2000),
naknadno MS Windows Mobile



Oblikovanje interakcije 2023/2024

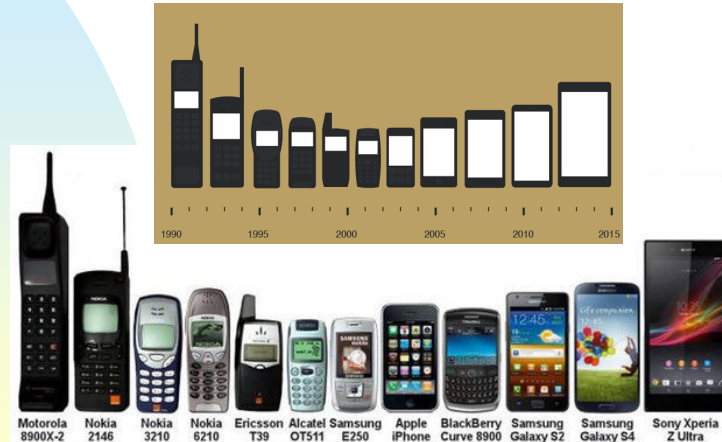
8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

9

9

Pregled područja i razvoj

nove i višestruke primjene (= ugradnja novih funkcija)
~ evoluciju mobilnih telefona prati *promjena dimenzija*



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

10

10

Pregled područja i razvoj

konvergencija i divergencija
~ specijalizirana alatka ili "švicarski oficirski nož"?

▪ švicarski oficirski nož [Swiss Army Knife]:

- jedna naprava,
mnogo (ograničenih) funkcija
- prevelika složenost
= frustracije za korisnika
- male dimenzije i težina

▪ više specijaliziranih naprava:

- svaka je dobro optimirana
("elegantna jednostavnost")
- *previše različitih* naprava
(prenosivost, neujednačena interakcija)



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

11

11

Pregled područja i razvoj

konvergencija = integriranje čisto komunikacijskih i čisto informacijskih mobilnih naprava (već od 1997):

- celularni mobilni telefoni i izvedenice dobivaju *dodatnu funkcionalnost*:
 - pristup "Webu sličnoj informaciji"
 - pojačani HW (procesor, memorija)
 - novi SW (dnevници, igre, obrada teksta)
- informacijske naprave (tipa PDA) dobivaju *dodatno sklopovlje i funkcionalnost*:
 - komunikacijski HW + antena
 - tekstne poruke (SMS) i telefoniranje
 - bežično povezivanje s informacijskim uslugama

Pregled područja i razvoj

preteča "konvergentne" mobilne naprave
~ IBM Simon Personal Communicator, 1994:

- mobilni telefon
- radijski "pozivni prijemnik" [pager]
- PDA (kalendar, adresar, "svjetski" sat, kalkulator, notes, e-pošta, igrice)
- fax (?)
- zaslon osjetljiv na dodir:
 - QWERTY tastatura
 - prediktivni unos teksta
- izvorna cijena: US\$ 899



Pregled područja i razvoj

tipične konvergentne mobilne naprave

~ pametni mobilni telefoni; evolucija:

- Nokia Communicator (1996-2007):

- veliki zaslon
- standardna tastatura
- OS: GEOS

- 9110 Communicator (1998): T= 253 g, V = 158 mm



- Ericsson R380 (2000):
prvi *pravi* pametni mobilni telefon?

- CB zaslon osjetljiv na dodir
- prvi mobitel s OS Symbian
- GSM



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

14

14

Pregled područja i razvoj

Primjer: Sony Ericsson S710a (2004)

pojedine funkcije istaknute putem primjerene *pruživosti*:

- mobilni telefon
- kamera (1,3 Mpx)
~ držanje s *dvije* ruke
- organizator
- Web, e-pošta



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

15

15

Pregled područja i razvoj

divergencija (2000te)

~ specijalizirana mobilna naprava omogućuje optimiranje funkcionalnosti; npr.:

- (jednostavni) mobilni telefoni [feature phones]; npr. Nokia Asha
- prijenosni *reproduktori* [portable media players]; npr. Apple iPod
- "osobni navigacijski asistent" (PND, PNA)
~ pozicioniranje (GPS)
+ navigacija



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

16

16

Pregled područja i razvoj

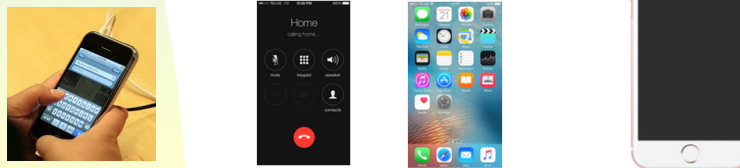
prilagodba mobilnim aplikacijama [apps] (kasne 2000te)

~ (i dalje) konvergentne mobilne naprave:

- proširena sklopovsko-programska svojstva (dodatni senzori i aktuatori)
~ višemodalna interakcija!
- tome usklađeno oblikovanje mobilne interakcije

Primjer: suvremeni pametni mobilni telefoni

- začetnik pristupa: Apple iPhone (2007)



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

17

17

Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- **specifičnosti mobilne interakcije**
 - prikaz sadržaja
 - manipuliranje objektima
 - unos sadržaja
 - izvedbe izbornika
 - oblikovanje interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

Specifičnosti mobilne interakcije

oblikovanje mobilne interakcije

~ specifični (i veći!) izazovi u odnosu na stolnu domenu
[Huang 2009]:

- *sklopovski* izazovi:
 - ograničene mogućnosti ulaza (unosa sadržaja)
 - ograničene mogućnosti izlaza (prikaza sadržaja)
 - upravljanje potrošnjom energije
- *programski* izazovi:
 - kretanje po dokumentima i njihovo pregledavanje
 - prikaz slika i ikona
 - izvedbe (hijerarhijskih) izbornika

Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
 - **prikaz sadržaja**
 - manipuliranje objektima
 - unos sadržaja
 - izvedbe izbornika
 - oblikovanje interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

Prikaz sadržaja

ograničenja prikaza zbog početno male rezolucije zaslona osjetljivih na dodir:

- poželjna veličina interaktivnog objekta ≥ 22 mm
~ teško postizivo na zaslonima prosječne veličine (dijagonale) $4" \div 5" = \text{cca } 100\text{-}127$ mm;
npr. HTC Desire (2010): $3,7" = \text{cca } 94$ mm;
HTC One M8 (2014): $5" = \text{cca } 127$ mm
Huawei P30 Pro (2018): $6" = \text{cca } 150$ mm;
- empirijski podaci za efikasan unos teksta i znamenki
~ prihvatljiva veličina objekata = $9,2$ mm
- pitanje *prenosivosti* (između različitih mobilnih naprava)
izvorno "dobro definiranog" interaktivnog objekta
~ "vjernost" prikaza istog objekta iste aplikacije

Prikaz sadržaja

Primjer: veličina i rezolucija ranih pametnih mobilnih telefona (podaci iz 2010)

Mobile phone name	Resolution and Screen size	~9,2 mm in pixels
HTC touch	240x320, 2,8"	52
Samsung i900 Omnia	240x400, 3,2"	53
Apple iPhone 3G	320x480, 3,5"	60
BlackBerry Storm 9530	360x480, 3,25"	67
Nokia N97	360x640, 3,5"	76
Nokia 5800 XpressMusic	360x640, 3,2"	83
HTC touch HD	480x800, 3,8"	89
Asus P565	480x640, 2,8"	103
SE XPERIA X1	480x800, 3,0"	113

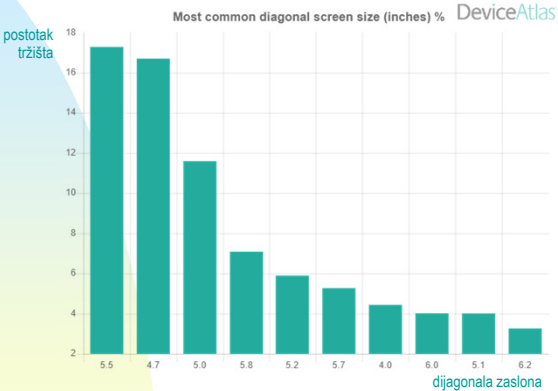


Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

Prikaz sadržaja

Primjer: najčešće veličine (dijagonale zaslona) suvremen(ij)ih (2019) pametnih mobilnih telefona



Viewport, resolution, diagonal screen size and DPI for the most popular smartphones [DeviceAtlas, pristupljeno 18.1.2023]

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

Prikaz sadržaja

Primjer: najčešći parametri suvremen(ij)ih (2019) pametnih mobilnih telefona [ibid.]

model	rezolucija [wxh]	dijagonala	dpi
Galaxy S9 Plus	1440x2960	6.2 inch	531
Galaxy Note 8	1440x2960	6.3 inch	522
Galaxy S8	1440x2960	5.8 inch	568
Galaxy S7	1440x2560	5.1 inch	576
Galaxy J7	720x1280	5.5 inch	267
iPhone XS Max	1242x2688	6.5 inch	458
iPhone X	1125x2436	5.8 inch	463
iPhone 8 Plus	1080x1920	5.5 inch	401
iPhone 7	750x1334	4.7 inch	326
Huawei P20 Pro	1080x2240	6.1 inch	408
Huawei P10	1080x1920	5.1 inch	432
Huawei P9	1080x1920	5.2 inch	424

$$dpi[\text{dots per inch}] = \frac{\sqrt{w^2 + h^2}}{d}$$

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

24

24

Prikaz sadržaja

daljnja ograničenja zbog male površine prikaza zaslona mobilnih naprava:

- smanjena *čitljivost teksta*
~ empirijski podaci:
 - čitanje sporije 25% u odnosu na zaslon stolnog računala
 - čitanje na zaslonu od 22 retka sporije 15% u odnosu na zaslon od 60 redaka
- smanjeno *razumijevanje sadržaja* za 50% u odnosu na stolna računala
- nemogućnost prikaza *cjelokupne* informacije na zaslonu
 - potreba za trakom za premotavanje (~ "klizač")
 - strukturiranje informacije
~ *dublja* hijerarhija?

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

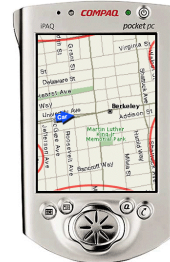
25

25

Prikaz sadržaja

vizualizacija prostorne informacije, koja se gubi pri zumiranju i pomicanju [panning];
npr. geografske karte, GPS sustavi
~ *sučelje Halo* [aureola],
[Baudisch i Rosenholz 2003] :

- objekti izvan zaslona okruženi prstenima (aureole) koji ulaze u područje prikaza zaslona
~ zaključivanje o stvarnom položaju objekta u središtu prstena
- poboljšanje performansi korisnika od 16-33%



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

26

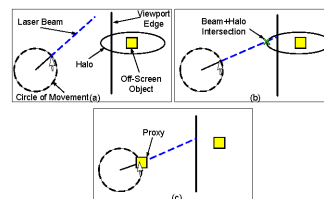
26

Prikaz sadržaja

tehnika HOP [HaIO + Proxy]

~ poboljšanje sučelja Halo [Irani *et al.* 2006]:

- *ellipse* umjesto prstena oko objekta
~ manje izraženo preklapanje "aureola"
- "laserska zraka" pretražuje za aureolama (od središta "kružnice kretanja")
~ pritisak na tipku miša
 - presretanje aureole
~ generiranje *zastupnika* [proxy] objekta na kružnici kretanja
 - zastupnici polako nestaju
~ prostor za druge zastupnike
 - odabir zastupnika otpuštanjem tipke miša
~ "teleportiranje" prozora zaslona na objekt



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

27

27

Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
 - prikaz sadržaja
 - **manipuliranje objektima**
 - unos sadržaja
 - izvedbe izbornika
 - oblikovanje interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

Manipuliranje objektima

odabir objekata (ikona/widgets) na zaslonu

~ mali zasloni, mali objekti:

- interakcija *stilusom* nezgodna u mobilnom kontekstu:
 - previše pažnje (naročito ako je korisnik u pokretu)
 - korištenje *obje ruke* (jednom se drži mobilna naprava, a drugom se rukuje stilusom)
- idealna interakcija s mobilnom napravom je *jednoručna*
~ odabir objekata *jednim prstom* (palcem):
 - intuitivni i *brzi* odabir
 - mogućnost obavljanja *nekoliko simultanih* zadataka

Manipuliranje objektima

direktna interakcija palcem na malim zaslonima:

- anatomija ruke čini teškim dostizanje kutova zaslona
~ problem (dosezanja dalekih) *rubnih područja*
- palac prikriva velike dijelove zaslona, a također i one s ciljanim objektom
~ problem *prikrivanja* [occlusion]
- palac je najdeblji prst, pa je odabir malog objekta nejednoznačan
~ problem *točnosti* [accuracy] odabira



Manipuliranje objektima

dosezanje udaljenih objekata:

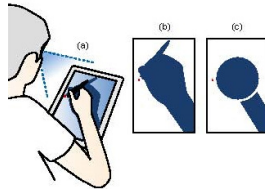
- empirijski podaci (ergonomija), npr. *dešnjaci* sporije rade kada su objekti *lijevo* ("zapadno") i naročito *gore lijevo* ("sjeverozapadno")
- utjecaj na oblikovanje zaslona (dešnjaci):
 - postaviti iskočne izbornike *dolje lijevo* ("jugozapadno")
 - traka za premotavanje treba biti *desno*
 - kopija prikrivenog objekta na *lijevom* dijelu zaslona?
- prilagodba *ljevacima*?
- radi li se još neka aktivnost?
(pa je držanje/korištenje mobilne naprave zadaća *nedominantne* ruke)



Manipuliranje objektima

prikrivanje [occlusion] dijela zaslona odabirom objekata prstima, naročito palcem

~ *siluete prikrivanja* utječu na performanse rada, općeniti problem za zaslone osjetljive na dodir: vrijedi za pokazivanje stilusom i prstom! (post-WIMP sučelje *nema* miša!)



Manipuliranje objektima

tehnike rješavanja problema *jednoručne* interakcije (palcem!) [Roudaut *et al.* 2008]:

- kuckanje, tapkanje [tapping]
 - ~ "precizno" tipkanje zaslona (palcem)
- povlačenje [dragging]
 - ~ paradigma *uzlijetanja* [take-off]:
 - pritisak na zaslon
 - povlačenje značke [cursor]
 - dizanje prsta radi potvrđivanja odabira
- hibridne tehnike
 - ~ grubo tipkanje ciljnog objekta
 - + precizno ugađanje

Manipuliranje objektima

tehnike tipkanja:

- *direktni dodir* [Direct Touch]

tehnike povlačenja:

- *odmaknuta značka* [Offset Cursor]

~ izvorno za velike zaslone:

- značka prikazana s *odmakom od mjesta dodira* palca
- ne pokriva cijeli zaslon (dno!)
- teško odabirati objekte blizu (debljih!) rubova zaslona (lijevo i desno)

- *adaptivni odmak* [Adaptive Offset]

~ poboljšanje:

odmak je nula u sredini zaslona,
a povećava se prema lijevom i desnom rubu



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

34

34

Manipuliranje objektima

- *palčani razmak* [thumbspace]

~ poboljšani odabir na rubovima i uglovima:

- u sredini zaslona područje za adresiranje cijelog zaslona (kao *touchpad*, ali za apsolutno pozicioniranje)
- značka skače od objekta do objekta
~ neka vrsta "popločavanja" zaslona

hibridne tehnike:

- *pomak* [Shift]

~ povećanje brzine rada tehnike odmaknute značke:

- grubi direktni pristup objektu
- dodatno precizno ugađanje po potrebi
- ako je površina pokrivena palcem
~ (po potrebi) "oblačić" [callout]
u nepokrivenom dijelu zaslona



Oblikovanje interakcije 2023/2024

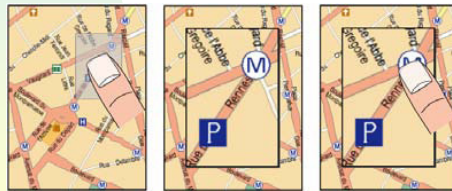
8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

35

35

Manipuliranje objektima

- *dvostruko kuckanje* [TapTap]
 - ~ poboljšanje tehnike direktnog tipkanja:
 - prvo tipkanje: područje interesa na zaslonu
 - ~ povećani prikaz na sredini zaslona kao "iskočna površina" [popup]
 - drugo tipkanje: odabir željenog objekta unutar iskočne površine



Oblikovanje interakcije 2023/2024

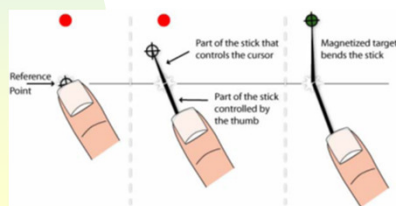
8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

36

36

Manipuliranje objektima

- *"magnetizirani" štap* [MagStick]
 - ~ poboljšanje tehnike odmaknute značke i drugih tehnika temeljenih na principu uzlijetanja:
 - "teleskopski" štap koji upravlja "magnetiziranom" značkom
 - štap može dostići svaki objekt na zaslonu
 - magnetizacija značke ubrzava ugađanje značke na ciljani objekt
 - ~ oblik semantičkog pokazivanja



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

37

37

Manipuliranje objektima

usporedba metoda jednoručne interakcije
[Roudaut *et al.* 2008]:

metoda	direktno tipkanje	odmaknuta značka	adaptivni odmak	palčani razmak	pomak	dvostruko tipkanje	magnetizirani štap
pokrivanje palcem	svugdje	nema	nema	sredina (u slučaju poklapanja relativne i apsolutne pozicije)	gore lijevo	nema	nema
točnost pokazivanja	gruba	osrednja	osrednja	fina (olakšana pokazivanjem na objekt)	osrednja (mali ciljevi) i gruba (veliki ciljevi)	jedna gruba i jedna fina (povećanje veličine cilja)	fina (olakšana semantičkim pokazivanjem)

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

38

38

Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
 - prikaz sadržaja
 - manipuliranje objektima
 - **unos sadržaja**
 - izvedbe izbornika
 - oblikovanje interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

39

39

Unos sadržaja

unos (tekstnog) sadržaja i komandi/naredbi:

- unos (znakovnog) sadržaja:
 - telefonske tastature
 - QWERTY tastature
 - ~ standardno rješenje
 - *alternativne* tastature (svakako *virtualne*)
 - ~ posebni korisnici, posebne primjene, poboljšanje performansi
- crtanje?
- unos komandi:
 - direktna manipulacija
 - ~ manipuliranje objektima sučelja (*widgets*)
 - izbornici (razne izvedbe, uključuje *kružne* izbornike)
 - glasovno upravljanje
 - *višemodalna* interakcija

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

40

40

Unos sadržaja

unos teksta (znakovnog sadržaja)

~ telefonska tastatura *nije* primjerena:

- dimenzije
- nije standardna QWERTY, već numerička!
 - ~ *višestruko kuckanje* [multi-tap] za slova

moguća rješenja:

- povećati dimenzije mobilne naprave
 - ~ mobilni telefon za *starije osobe*
- *prediktivni* unos teksta
 - ~ standardno rješenje *Tegic T9*;
 - poboljšanje brzine tipkanja eksperata:
cca 21 wpm → cca 40 wpm
- ubaciti *dodatne* tipke za slova



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

41

41

Unos sadržaja

obogaćivanje standardne numeričke tastature mobilnog telefona *dodatnim tipkama za slova*, Fastap (2004)

~ *dvije* tastature:

- *niža*, za znamenke (izvorna telefonska)
 - ~ ispravno očitavanje i za *više tipki* [passive chording]
- *viša*, za slova (manje tipke, *ali primjereno razmaknute*)
- poboljšanja:
 - kod početnika
 - uz dodatno korištenje T9
 - u svakom slučaju bolje od višestrukog kuckanja



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

42

42

Unos sadržaja

općeprihvaćeno suvremeno rješenje

~ korištenje *zaslona osjetljivog na dodir* [touchscreen]:

- *objedinjavanje* ulazne i izlazne naprave
- veća površina zaslona
- problematično adresiranje rubova
- ostvarivanje interakcije (dodirno sučelje!):
 - *stilusom*:
 - obje ruke zauzete
 - potreba za *dodatnom* pokaznom napravom
 - *prstima*:
 - *prikrivanje* zaslona prstima
 - *adresiranje objekata* općenito nezgrapno, onih na rubovima katkad i nemoguće

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

43

43

Unos sadržaja

unos teksta (znakovnog sadržaja)

~ *virtualne*, "meke" [soft] *tastature* :

- ovisi o tehnologiji zaslona osjetljivog na dodir:
 - unos sadržaja prstima ili "kapacitivnim" (mekim) stilusom
~ kapacitivni zaslon, zaslon s akustičkim valom
 - unos sadržaja (tvrdim) stilusom
~ otporni zaslon
- veće mogućnosti prilagodbe potrebama korisnika:
 - bolje performanse (brži unos teksta, manje pogrešaka)
 - korisnici s posebnim potrebama
 - posebne primjene
 - mogući *različit razmještaj* [layout] tipki
~ različit od standardnog QWERTY

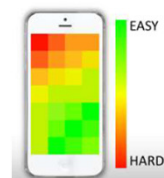


Unos sadržaja

QWERTY razmještaj tipki

~ *nije* primjeren za (manje) mobilne naprave (pametni mobilni telefoni):

- pravokutni razmještaj
~ zauzima značajnu površinu zaslona
- zahtijeva dvoručni unos teksta
- moguće rješenje
~ unos teksta *jednom rukom*:
tipično *palac ruke* kojom se drži naprava/mobitel:
 - teško doprijeti do udaljenih rubova zaslona
 - ergonomski opravdano pravokutni razmještaj *zamijeniti kružnim* (usp. Fittsov zakon)

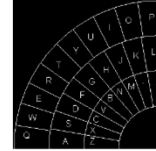


Unos sadržaja

tastatura s kružnim lukom CAK

[Circularly Arced Keyboard; Leung i Aarabi 2014]:

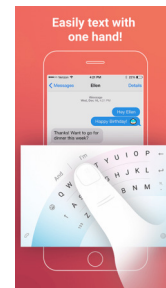
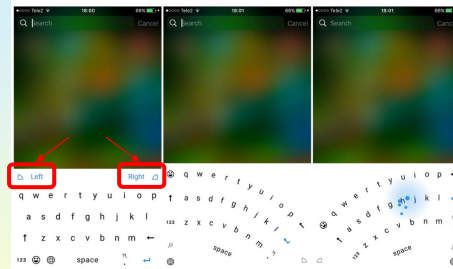
- *vertikalni* [portrait] položaj mobilne naprave
- u ovisnosti o ruci koja drži napravu:
 - desna ~ drugi kvadrant
 - lijeva ~ prvi kvadrant
- tri reda QWERTY razmještaja
~ segmenti tri (koncentrična) kružna vijenca
- eksperimentalni rezultati (*nije* longitudinalna studija)
~ razmještaj CAK usporediv s QWERTY
(cca 4% brži unos, cca 2% veći iznos pogrešaka)



Unos sadržaja

Primjer: komercijalna izvedba Word Flow Keyboard za iOS [Microsoft 2018]

- odabir ruke/palca za jednoručni unos



Unos sadržaja

razrada pristupa

~ *ovalni/elipsasti razmještaj* tastature,
prati ergonomiju palca [Zhang i Deng 2022]:

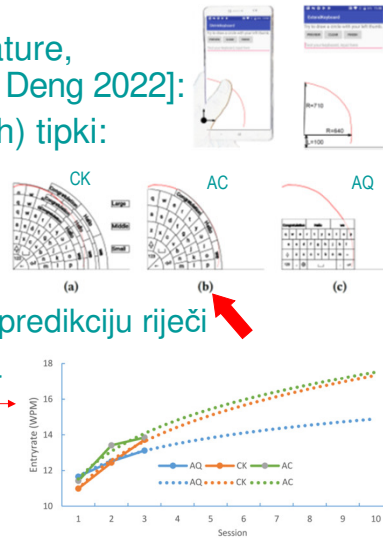
- optimiranje razmještaja (mekih) tipki:

- vrijeme kretanja prsta (Fitts!)
 - ~ palac *nedominantne* ruke
(*lijeva* za desnjake!)

- pogreške u tipkanju

- ~ model jezika daje ispravnu predikciju riječi

- predikcija brzine unosa teksta
(longitudinalna studija!)



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

48

48

Unos sadržaja

unos teksta na mobilnoj napravi u *horizontalnom*
[landscape] položaju

~ *dvopalčani* [two-thumb] unos:

podijeljena tastatura [split keyboard; Oulasvirta *et al.* 2013]:

- dva polja (mekih) tipki uz *donje* rubove zaslona

- *razmještaj KALQ* ["calculated"]

- ~ optimiranje vremena kretanja prsta (Fitts!)



- povećanje brzine unosa teksta za eksperte od cca 34%
(QWERTY/KALQ: 27,2 wpm → 37,1 wpm)

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

49

49

Unos sadržaja

umanjivanje utjecaja prikrivanja tipki:

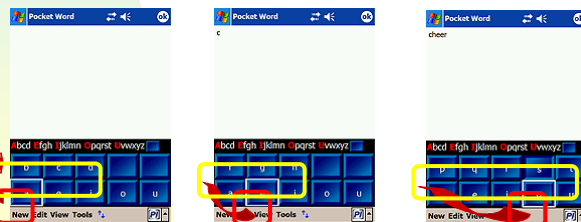
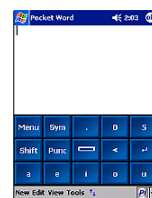
Prevalent Devices Phrase-It

~ "dvodjelni" razmještaj tipki:

- *jednoručni* unos (kažiprst ili palac)
- početno prikazani samoglasnici
- odabir jednog samoglasnika

~ prikaz *grupe suglasnika koji slijede*:

ABCD, EFGH, IJKLMN, OPQRST, UVWXYZ



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

50

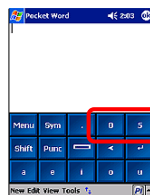
50

Unos sadržaja

max dva utipkavanja za sva slova abecede:

- utipkavanje samoglasnika
~ dvaput tipka samoglasnika
- utipkavanje suglasnika
~ tipka "prethodećeg" samoglasnika
+ tipka suglasnika
- utipkavanje znamenki
~ dovoljne dvije dodatne tipke za grupe:
01234 i 56789

slovo B	utipkati A i B
slovo G	utipkati E i G
slovo M	utipkati I i M
slovo R	utipkati O i R
slovo V	utipkati U i V



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

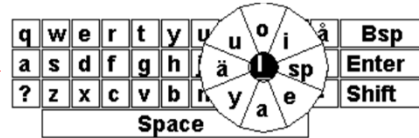
51

51

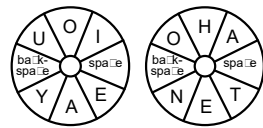
Unos sadržaja

ubrzanje performansi unosa *predikcijom sljedećeg znaka*
za unos teksta *stilusom*

~ dodavanje *kružnog* izbornika
za prediktivni unos teksta
[Isokoski 2004]:



- više razmještaja tipki (QWERTY, Dvorak, Atomik, ...)
- nakon upisanog znaka *ne treba dizati* stilus
~ ušteda vremena
- izbornik nudi:
 - samoglasnike nakon suglasnika
 - najčešće znakove
~ učestalost *bigrafova*
- *ekspertni korisnici*
~ poboljšanje performansi do 12,6% (Dvorak)



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

52

52

Unos sadržaja

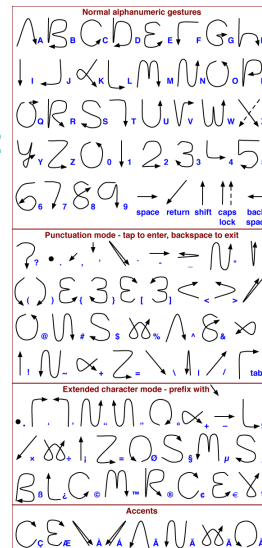
"slijepi" unos teksta [eyes-free text entry]

~ abeceda temeljena na potezima

[stroke-based alphabet]:

prepoznavanje *stenografskog* rukopisa:

- *Unistrokes*
[Goldberg, Richardson 1993]
- komercijalna izvedba *Graffiti*
[Hawkins 1996] za Palm PDA
~ olakšavanje slijepog unosa
početnicima
- izvorno samo unos *stilusom*
- brzina unosa očekivano manja od
unosa (mekim) tipkama;
Graffiti: 7 wpm → 21 wpm



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

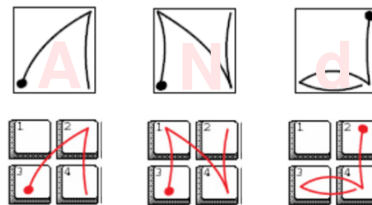
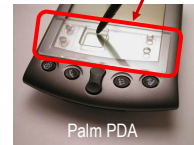
53

53

Unos sadržaja

podrška osobama s posebnim potrebama
(Parkinson/tremor, cerebralna paraliza, mišićna distrofija):

- **4KEW [Four Keys EdgeWrite]**
[Wobbrock *et al.*, 2006]
~ unos teksta putem 4 "tipke":
 - posebna šablona/maska preko zaslona
 - znak definiran *krajnjim točkama poteza stilusom* povučenog unutar četverokuta omeđenog tipkama
~ jedan potez stilusa preko 4 virtualne tipke
- unos znaka putem 2 do 7 *poteza* [strokes] stilusom preko 4 (virtualnih) tipki, u specifičnom redoslijedu



Oblikovanje interakcije 2023/2024

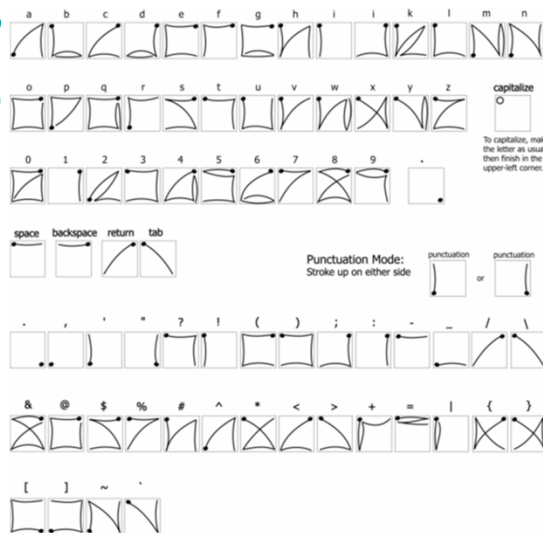
8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

54

54

Unos sadržaja

- primarna *EdgeWrite* abeceda
(postoji alternativna)



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

55

55

Unos sadržaja

- svojstva 4KEW "utipkavanja":
 - veća stabilnost
 - veća brzina unosa
 - veća točnost
 - opipljiva povratna veza
 - pogodnost prema Fittsovom zakonu
~ lakše pribavljanje objekata uz rub šablone od onih u slobodnom prostoru
- usporedba Graffiti/EdgeWrite:
 - zdravi korisnici: EdgeWrite daje brži i točniji unos
 - korisnici s posebnim potrebama:
EdgeWrite omogućuje unos *gotovo bez pogrešaka*, Graffiti ne!



Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
 - prikaz sadržaja
 - manipuliranje objektima
 - unos sadržaja
 - **izvedbe izbornika**
 - oblikovanje interakcije
- mobilna višemodalna interakcija

Izvedbe izbornika

karakteristični *stilovi interakcije* kod mobilnih naprava

~ mogućnosti mobilne naprave:

- direktna manipulacija pri poslovanju aplikacijama; npr. uklanjanje aplikacije pokretom prsta
- odabir izbornicima:
 - *ikonički* u prvoj razini ~ "popločeni" zaslon (stane više toga 😊)
 - (uzdužne) *pločice* s tekstom u nižima razinama



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

58

58

Izvedbe izbornika

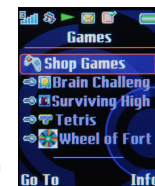
izbornička sučelja na *malom zaslonu*,

npr. (standardni) mobilni telefoni:

- nemoguće vidjeti *sve* opcije *simultano*
- potreba za *premotavanjem* ~ uvođenje problema prisjećanja: kratkotrajna memorija može pridržati samo *ograničeni* broj stavki (čarobni broj 7 ± 2)

problemi s prikazom izbornika:

- izbornik s ≥ 8 stavki ~ na kraju izbornika korisnik zaboravlja prvu stavku?
- *cirkularni* izbornik ("zatvara" se u sebe) ~ korisnik ne zapaža prelazak kraja popisa stavki
- zapažanje: zaslone s prikazom > 1 (optimalno 3) stavke imaju *slične performanse* (vrijeme, pogreške) onih velikih



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

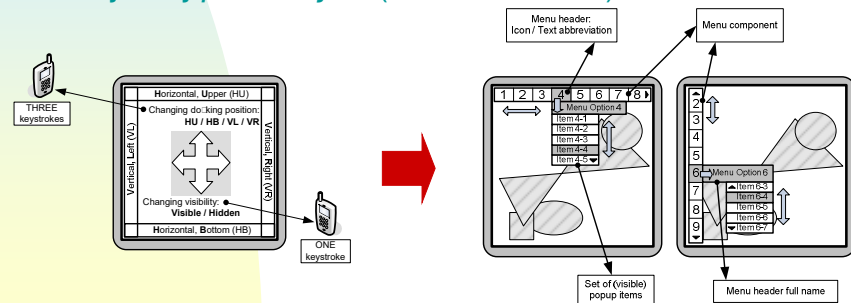
59

59

Izvedbe izbornika

Primjer: preobraziva izbornička komponenta TMC
[Transformable Menu Component;
Glavinić, Ljubić, Kukec 2008]:

- *nije* na zaslonu do stvarne potrebe za njom (a i tada je *poluprozirna*)
- smještaj *proizvoljan* (uz sva 4 ruba!)



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

60

60

Izvedbe izbornika

hijerarhijski izbornici

~ prevladavanje problema duljine izbornika:

- rješenje problema preopterećivanja kratkotrajne memorije
- *pamćenje mjesta* stavke u *dvodimenzionalnoj* strukturi kretanja?
~ odabir boljeg mjesta stavke u strukturi
- zapažanje: "poboljšana kategorizacija"
(bolji smještaj stavke u strukturi) *ne* poboljšava *početne* probleme korisnika (pri upoznavanju sa sustavom)

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

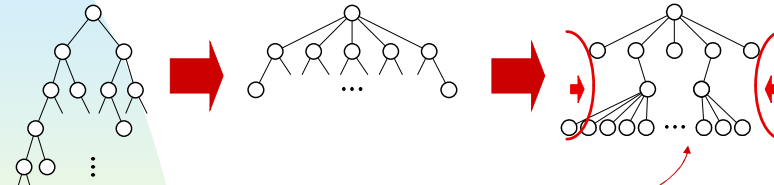
61

61

Izvedbe izbornika

odnos širina/dubina hijerarhije izbornika za mobilna sučelja:

- bolje široko i plitko stablo od uskog i dubokog

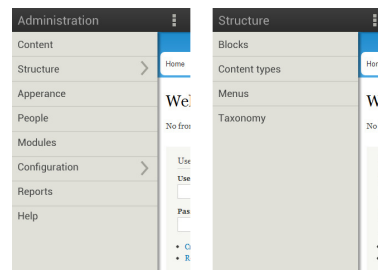


- još bolja *konkavna* struktura:
 - široki izbor opcija u korijenu i završnoj razini strukture
 - ograničeni izbor opcija u međurazinama
 - implementirano u većini suvremenih mobilnih telefona

Izvedbe izbornika

povratna veza o *trenutnom položaju* u strukturi
~ *kontekstna informacija* izbornika:

- pospješuje kretanje
- mali zaslon ograničava mogućnost korištenja
- *tip* trenutne stavke (list ili čvor međurazine?)
~ rješenje iz *stolne* okoline:
 - "trokutić" > ►
 - radije *ne koristiti eliziju* (...)
 - ~ preduge stavke

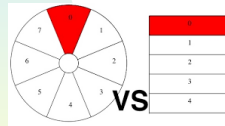


Izvedbe izbornika

primjena *kružnih izbornika*

~ povoljno za zaslone osjetljive na dodir:

- stavke postavljene oko središta:
- tipično razmještaj "ruže vjetrova" (8 smjerova = 8 stavki: OK po Milleru)
~ brži i točn(ij)i odabir



- pokazna naprava: stilus, prst(i)
~ "prirodna" akcija pokazivanja
- različiti pristupi organiziranju stavki
~ veliki raspon u prikazu hijerarhije (razina izbornika)

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

64

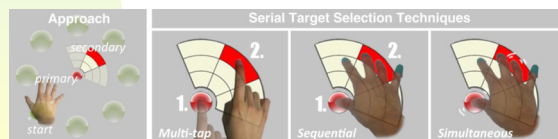
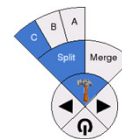
64

Izvedbe izbornika

jednoručni kružni izbornik s višestrukim dodirima

[unimanual multi-finger pie menu; Banovic *et al.* 2011]:

- razine hijerarhije
~ *segmenti* kružnih vijenaca
- odabir stavke
~ brz, s najmanje pogrešaka:
 - palac za aktiviranje izbornika
 - kažiprst za odabir stavke
 - ostali prsti za dodatne odabire, npr. argumenata



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

65

65

Izvedbe izbornika

odabir stavki *potezima* (stilusa, prsta)

~ kružni izbornici s *potezima*:

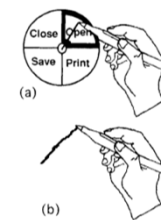
- cik-cak potezi za odabire unutar hijerarhije
- *potez* = povlačenje *ravne linije* (oznake, traga) [mark] *u smjeru* željene stavke
- hijerarhija ~ *složeni* potezi
- pogodno za *dodirna* sučelja:
 - veliki zaslone [tabletops, touch screen tables];
npr. s višestrukim *potezima*, zonski, poligonski, cvjetni, valni
 - mobilni (mali) zaslone



Izvedbe izbornika

(kružni) izbornici s *potezima* [marking menus],
[Kurtenbach i Buxton 1993]:

- prikaz izbornika:
 - početnici: "iskakanje" kružnog izbornika
 - eksperti: *bez* iskakanja kružnog izbornika
- prednosti za eksperta
(kad se korisnik već "zbližio" s izbornikom!):
 - nepotreban prikaz izbornika (*nema* prikrivanja!)
 - ~ odabir stavke potezom stilusa
 - pažnja korisnika nepotrebna
 - ~ odabir temeljen na *smjeru* [orientation] pokreta, a ne na *poziciji* stavke
 - efikasno (cca 3,5 puta bolje performanse eksperta)

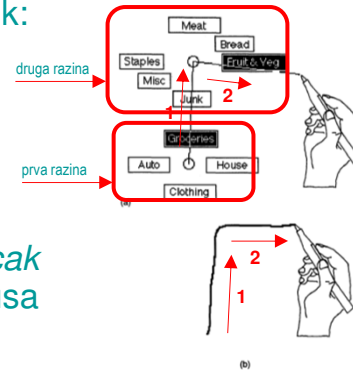


Izvedbe izbornika

izbornici *sa složenim potezima* [compound-stroke marking menus]

~ odabir stavke vodi na podizbornik:

- prikaz stavki za početnike (kružni izbornik)
- *bez* prikaza za eksperte
~ odabir (konačne) stavke *cik-cak potezom* (odgovara stazi stilusa kod prikaza izbornika)



Izvedbe izbornika

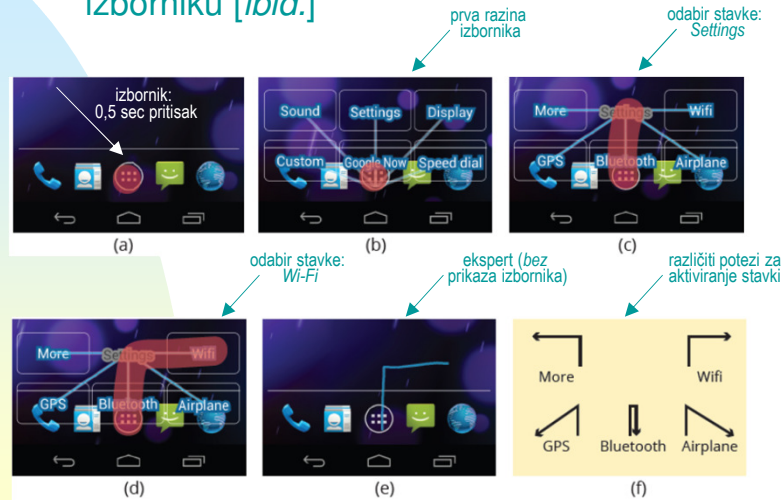
M3 gestovni izbornik [M3 gesture menu; Zhang *et al.* 2018]

~ izbornik s potezima *prilagođen* mobilnoj okolini:

- *rešetka* [grid] umjesto radijalnog prostora odabira
- *oblik geste* [gestural shape] umjesto smjera poteza
- konstantno i stacionarno korištenje (ionako malog!) prostora zaslona:
 - efikasnije korištenje prostora
~ stavke u pravokutnicima
 - *jednostavni* potezi [unistrokes] *bez* prikrivanja
 - susjedne razine zauzimaju jednaki prostor
~ odabirima se izbornik *ne miče* (stabilnost)
- usporedba s izbornicima s potezom:
 - eksperti: brži rad, manje podložan pogreškama (2:1)
 - *podjednaka* pamtivost

Izvedbe izbornika

Primjer: aktiviranje komande Wi-Fi u M3 gestovnom izborniku [ibid.]



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

70

70

Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
 - prikaz sadržaja
 - manipuliranje objektima
 - unos sadržaja
 - izvedbe izbornika
 - **oblikovanje interakcije**
- mobilna višemodalna interakcija

Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

71

71

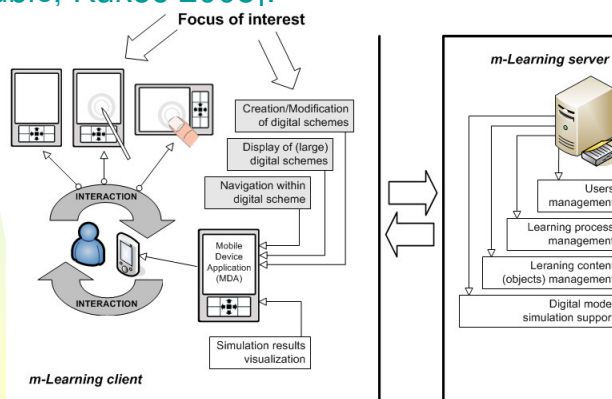
Oblikovanje interakcije

karakteristike oblikovanja mobilne interakcije:

- dodirna sučelja (prst, stilus)
- problemi:
 - prikrivanje
 - točnost odabira
 - ergonomija (pokazne naprave)
 - ograničeno polje za prikaz sadržaja [screen real estate]
~ potreba za pomicanjem prikaza (premotavanje)
- stilovi interakcije
 - ~ (mahom) direktna manipulacija, (hijerarhijski) izbornici
- unos (znakovnog) sadržaja
 - ~ karakteristične tastature (razmještaj tipki)

Oblikovanje interakcije

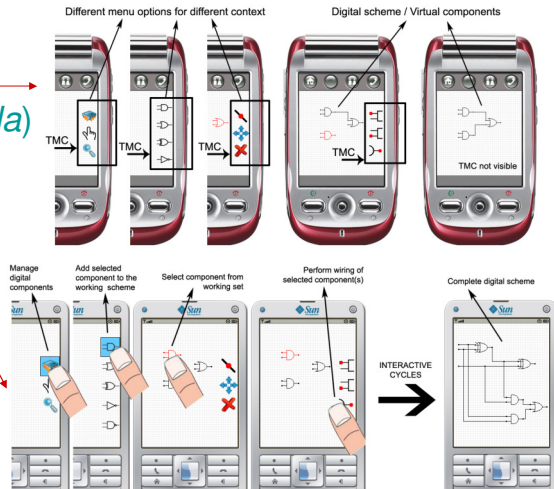
Primjer: mobilno učenje projektiranja digitalnih sklopova
~ *mobilni digitalni laboratorij MVL [Mobile Virtual Laboratory],*
zapravo virtualni laboratorij na m-napravi
[Glavinić, Ljubić, Kušec 2008]:



Oblikovanje interakcije

Primjer: MDA za MVL (emulatorski prototip)

- izbornik za operatore i operande (emulator *Motorola*)
- generiranje logičke sheme (emulator *Sun*):
 - automatsko zumiranje simbola
 - povezivanje simbola ~ *MagStick*



Oblikovanje interakcije 2023/2024

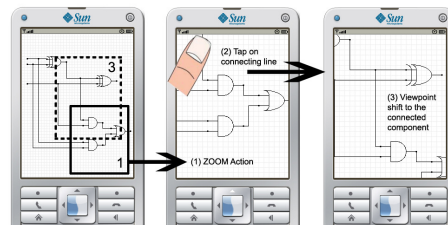
8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

74

74

Oblikovanje interakcije

- kretanje po zaslonu ~ tipke sa strelicama
- zaslon = virtualna *spojna ploča* [breadboard] ~ bazične metode kretanja ka objektima (simbolima) izvan zaslona:
 - premotavanje
 - pomicanje prozora
 - zumiranje
- kontekstno* kretanje ka simbolu izvan zaslona ~ *kuckanje* [tapping] na liniju koja vodi do njega!



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

75

75

Sadržaj

- pregled područja i razvoj
- specifičnosti mobilne interakcije
- **mobilna višemodalna interakcija**

Oblikovanje interakcije 2023/2024

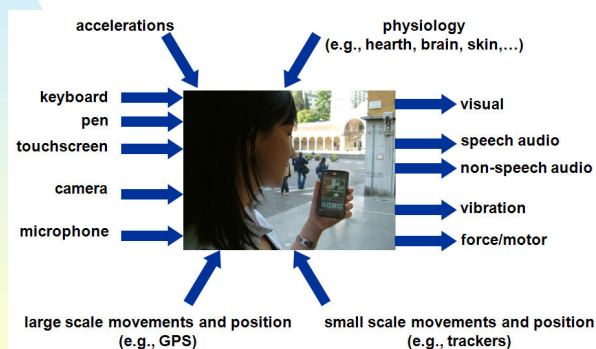
8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

76

76

Mobilna višemodalna interakcija

suvremene mobilne naprave imaju "bogato" sklopovlje
~ više UI "kanala" koji mogu podržati mobilnu
višemodalnu interakciju [Chittaro 2010]



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

77

77

Mobilna višemodalna interakcija

modalitet [modality] (u kontekstu HCI)

~ klasifikacija pojedinog nezavisnog kanala senzorskog UI između računala i čovjeka:

- *jednomodalni* [unimodal] sustav
 - ~ samo je jedan način implementiran
- *višemodalni* [multimodal] sustav
 - ~ implementirano je *više* modaliteta
- *više* modaliteta raspoloživo za neki zadatak
 - ~ sustav s *preklapajućim modalitetima* [overlapping m.]; sustav ima *redundantne* modalitete
- kombiniranje više modaliteta
 - ~ pružanje komplementarnih (i redundantnih) metoda za prijenos informacija

Mobilna višemodalna interakcija

modaliteti za smjer računalo → korisnik ("izlaz"):

- uobičajeni modaliteti:
 - vid: računalna grafika putem zaslona *
 - sluh: audio izlazi *
 - opip: vibracije ili drugi pokreti
- "neuobičajeni" modaliteti:
 - okus
 - miris
 - osjet topline
 - osjet boli
 - osjet ravnoteže



Mobilna višemodalna interakcija

modaliteti za smjer korisnik → računalo ("ulaz"):

- jednostavni modaliteti:
 - tastatura *
 - pokazna naprava *
 - zaslon osjetljiv na dodir *
- složeni modaliteti:
 - računalni vid
 - raspoznavanje govora
 - kretanje
 - orijentacija

Mobilna višemodalna interakcija

Primjer: haptičko sučelje [haptic interface]

haptika [haptics] = osjećaj dodira

~ *povratna veza* sa sustava putem osjetila dodira (sile) i kretanja, u koži, mišićima, unutarnjem uhu i nekim drugim organima

- uočiti: ulazne naprave → ulazno-*izlazne* naprave
- tipična primjena u višemodalnim sučeljima (naravno 😊):
 - simulatori
 - video igre;
 - npr. Logitech G27 Racing Wheel;
 - Microsoft Sidewinder
 - Force Feedback 2 Joystick
 - sučelja za slabovidne i slijepe osobe



Mobilna višemodalna interakcija

višestruki modaliteti u sustavu:

- bolja *pruživost* sustava
- bolja *pristupivost* [accessibility] sustavu
- postojanje *rezervnog kanala* [backup] interakcije
- bolja *izražajnost* [expresiveness] interakcije

ostvarivanje višemodalne interakcije

~ *senzori* i *aktuatori* (izvršni članovi) u pametnom mobilnom telefonu (tipično):

Primjer: suradnja više modaliteta u pametnom mobilnom telefonu

- praćenja pokreta žiroskopom i akcelerometrom

Mobilna višemodalna interakcija

senzor	detekcija
mikrofon	zvuka, govora
akcelerometar	kretanja/pokreta (trešnja, nagiba i sl.)
žiroskop	rotacije (vrtnja, okret i sl.)
magnetometar	intenziteta svjetla
senzor svjetla [ambient light sensor]	tijela u blizini bez fizičkog dodira
senzor blizine [proximity sensor]	
barometer	tlak zraka, visina
čitač otiska prsta [fingerprint sensor]	(ponekad)
monitor otkucaja srca [heart rate monitor]	(ponekad)
aktuator	generira
zvučnik	zvuk (ton, govor i sl.)
vibrator, vibracijski motor [vibration motor]	vibracijska povratna veza

Mobilna višemodalna interakcija

Primjer: višemodalni "slijepi" unos teksta
[Tinwala i MacKenzie 2009]

- dodirno sučelje + govor/haptika
- unos ASCII teksta stilusom ili prstom
~ abeceda *Graffiti* kao pomoć (početnici)
- povratna veza uspjeha unosa slova/znaka:
 - uspješno
~ izgovor putem slušalica (privatnost, smetnja okolini)
 - neuspješno
~ vibracija mobitela
 - kraj riječi
~ dvostruko tapkanje [double-tap]
- završetak teksta
~ *protresanje* [shaking] mobilne naprave



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

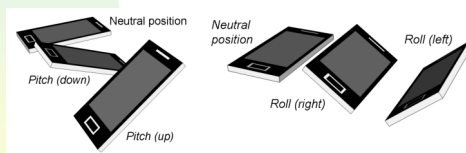
84

84

Mobilna višemodalna interakcija

Primjer: unos teksta zakretanjem mobilne naprave
[Ljubić et al. 2013]

- uzima u obzir *zakretanje* (rotiranje) mobilne naprave oko *triju* osi (x, y, z):
 - nagibanje θ_x [posrtanje; pitch]
 - uvijanje θ_z [valjanje, ljuljanje; roll]
 - zaošijanje θ_y [yaw]



- poseban *razmještaj* [layout] znakova
~ odabir znaka u 5 koraka



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

85

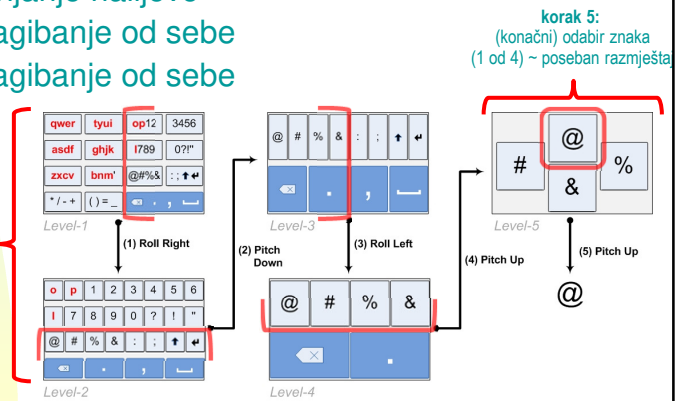
85

Mobilna višemodalna interakcija

unos znaka @ (vertikalni prikaz tastature):

1. korak: uvijanje nadesno
2. korak: nagibanje ka sebi
3. korak: uvijanje nalijevo
4. korak: nagibanje od sebe
5. korak: nagibanje od sebe

koraci 1-4:
odabir grupe znakova



Oblikovanje interakcije 2023/2024

8. Primjer post-WIMP sučelja: mobilna sučelja

86