

Primerjava uporabniške izkušnje različnih uporabniških vmesnikov v vozilu

Tomaž Čegovnik, Jaka Sodnik¹

¹ Univerza v Ljubljani/ Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Slovenija
E-pošta: tomaz.cegovnik@fe.uni-lj.si, jaka.sodnik@fe.uni-lj.si

Abstract. In a user study we compared three interfaces in an In-Vehicle Infotainment System in terms of user experience. Free hand gestural interaction and touchpad based interaction were compared to a conventional input interface consisting of a button on the steering wheel. The user experience was evaluated with the User Experience Questionnaire (UEQ). The results are showing significant differences, where the conventional buttons on the steering wheel resulted with the best user experience.

1 Uvod

Področje interakcije človek-stroj v vozilih je hitro razvijajoče se področje, saj je soočeno s hitrim razvojem tehnologij. Informacijsko-komunikacijski sistem v vozilu (ang. *In-Vehicle Infotainment System*, IVIS) v vozilu se razvija v smeri zaslonov na dotik in prostoročno komunikacijo od do sedaj uveljavljene interakcije s tipkami in gumbi. Poleg tega se število funkcionalnosti IVIS povečuje in jih je treba vozniku predstaviti na praktičen in jasen način. Nekateri avtomobilski proizvajalci v svojih vozilih implementirajo celoten IVIS na zaslon na dotik, nekateri pa vpeljujejo kombinacijo gumbov, tipk in zaslona na dotik [1,2]. Uvajajo se tudi različni načini vhodnih naprav kot so sledilne ploščice, prepoznavanje govora ali prepoznavanje prostoročnih kretnj. Proizvajalci niso enotni, katera vrsta uporabniškega vmesnika je najboljša za IVIS. Veliko dejavnikov je potrebno upoštevati - uporabnost, preprostost, estetika, odvrčanje pozornosti od vožnje in kakovost uporabniške izkušnje.

Loehmann v svojem prispevku pokaže, da se pomembnost uporabniške izkušnje v avtomobilski industriji stalno povečuje. Navaja, da bi lahko zlasti prostoročna interakcija izboljšala uporabniško izkušnjo brez povečanega vpliva na varnost v prometu. Prav tako se uvajajo različni koncepti, na kakšen način izvajati prostoročne kretnje v vozilih, predvsem z namenom zmanjševanja vizualnega odvrčanja voznika od prometa [3]. Raziskave raziskovalne skupine iz podjetja BMW kažejo, da lahko prostoročne kretnje prepoznamo s preprosto sodobno strojno opremo in najpreprostejše kretnje uporabimo za enostavne interakcije z IVIS [4]. BMW je v IVIS vozila serije 7 v letu 2016 [5] vgradil preprost sistem za prostoročno interakcijo.

Zelo obetavni so rezultati uporabe sledilne plošče kot vhodne naprave v IVIS. Burnet je pokazal, da je uporaba sledilne ploščice za preproste naloge kot je nastavitve temperature v vozilu veliko boljša kot zaslon na dotik ali vrtljivi gumbi [6]. Norberg in Rahe sta v

svoji študiji ugotovila, da bi lahko s sledilno ploščico razvili vsestransko uporaben uporabniški vmesnik, ki bi bil dobro sprejet med uporabniki [8]. Proizvajalec avtomobilov AUDI v nekaterih svojih vozilih že uporablja različico sledilne ploščice za interakcijo z IVIS v nekaterih prestižnih modelih [7].

Da bi zmanjšali vizualno odvrčanje pozornosti pri uporabi IVIS, smo se v tej študiji odločili za uporabo transparentnega prikazovalnika (ang. Head-Up Display, HUD). Študija, ki sta jo izvedla Liu in Wen, kaže tudi, da je pri uporabi HUD odzivni čas voznikov boljši kot pri uporabi običajnih prikazovalnikov. Pri uporabi HUD je tudi manj variance hitrosti in uporaba povzroča manj stresa [9].

Glavno raziskovalno vprašanje te študije je – Ali prostoročna interakcija ali interakcija s sledilno ploščico ponuja boljšo uporabniško izkušnjo kot uporaba tipk na volanih? Izvedli smo uporabniško študijo, ki se osredotoča na ocenjevanje uporabniške izkušnje interakcije z IVIS preko treh različnih vhodnih načinov interakcije. Primerjali smo dva sorazmerno nova pristopa, to sta sledilna ploščica in prostoročna interakcija z načinom interakcije, ki je v praksi zelo razširjen - interakcija z gumbom na volanu. Primerjava vhodnih vmesnikov je bila opravljena pri dveh različnih težavnostih vožnje.

2 Metodologija

2.1 Simulator vožnje

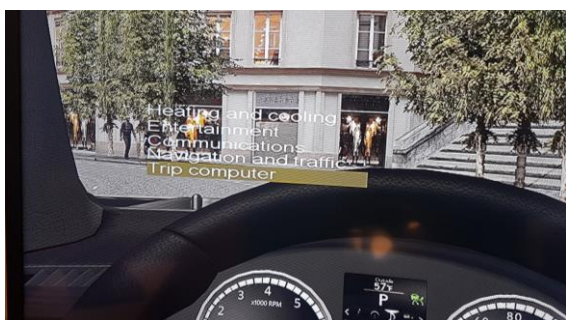
Študija je bila izvedena na zmogljivem simulatorju vožnje (Slika 1). Simulator je sestavljen iz pravega avtomobilskega sedeža, vhodnega avtomobilskega krmilnega sistema Fanatec [10], z modelom volana ClubSport Porsche 918 RSR [11], pedali Fanatec ClubSport V2 [12] in s tremi ukrivljenimi televizijskimi zasloni Samsung z diagonalo 48" [13]. Ta konfiguracija je zelo podobna dejanskemu voznemu okolju in ekrani pokrivajo več kot 120° horizontalnega vidnega kota. Programska oprema uporabljena za simulacijo vožnje je bila OKTAL SCANeR Driver Training [14], ki nam jo je posredovalo podjetje Nervtech [15]. Omogoča ustvarjanje poljubnih scenarijev vožnje in implementacijo IVIS neposredno v programsko opremo simulatorja.



Slika 1: Simulator vožnje.

2.2 Uporabniški vmesnik

Za to uporabniško študijo smo izdelali preprost vmesnik s hierarhično menijsko strukturo, ki je sestavljena iz petih elementov na vsakem nivoju. Odvisno od izbrane naloge ima hierarhični meni 3-5 stopenj. Vozniku je bil meni predstavljen prek HUD. Izbrani element je bil poudarjen z nevtralnno zeleno barvo.



Slika 2: HUD: pet vrstic predstavlja možne izbire v meniju, z zeleno barvo je označen trenutni izbran element.

IVIS je bil sestavljen s tremi različnimi načini vnosa (tj. gumbi na volanu, sledilna ploščica in prostoročni vmesnik). Prvi vmesnik je bil volan Fanatec, kjer je bil kot vhodni vmesnik uporabljen gumb na desni strani volana. Ta gumb je možno potisniti navzgor in navzdol – na tak način se premika izbiro vrstice gor ali dol. Potisk v levo je izvedel izbiro označenega elementa, potisk v desno pa je izbiro vrnil v prejšnji nivo menija.

Drugi vhodni vmesnik je sledilna ploščica, ki je bila realizirana na pametnem Android telefonu. Aplikacija na pametnem telefonu je sledila premikanju prsta na zaslonu in pošiljala podatke v programsko opremo simulatorja. Telefon je bil nameščen na desni strani sedea za ergonomsko ustreznosti lokaciji. To lokacijo smo izbrali na podlagi opazovanj v obstoječih vozilih, v katerih so nameščene podobne naprave. Ta položaj omogoča, da voznik komolec nasloni na naslon za roko, sledilno polje pametnega telefona pa doseže brez posebnega napora. Premikanje po zaslonu naprej in nazaj je predstavljalo premikanje izbire po meniju gor in dol. Drsenje po plošči v desno je predstavljalo izbiro trenutno izbrane opcije, drsenje v levo pa vrnitev na prejšnji nivo menija.

Za tretji vhodni vmesnik je bil uporabljen krmilnik Leap Motion, ki zaznava prostoročne kretnje. Sistem je sledil položaju in usmeritvi dlani. Posamezen element v meniju je bilo moč izbrati s spreminjanjem usmeritve dlani. Usmeritev dlani navzgor pomeni izbiro zgornje vrstice, usmeritev navzdol izbiro spodnje, položaji vmes pa zvezno izbiro vmesnih vrstic. Za potrditev izbire je moral uporabnik držati dlan še v zelenem položaju 1000 ms. Da bi se vrnil na prejšnjo raven menija, je moral uporabnik zavrteti dlan za 90 stopinj v desno.

2.3 Načrt poskusa

V študiji je sodelovalo 16 moških in 14 žensk. Udeleženci so bili razdeljeni v dve skupini. Skupina A je vozila zelo preprost scenarij vožnje po podeželski cesti. V tem scenariju ni bilo križišč in naloga uporabnika je bila le sledenje sprednjemu vozilu. Skupina B je vozila v zahtevnejšem mestnem okolju z visoko gostoto prometa. Navigacijski sistem je vodil voznika po prej določeni trasi skozi križišča.

Med vožnjo je moral vsak udeleženec opraviti sedem različnih nalog (npr. Nastavite temperaturo na 23°C, spremenite radijsko postajo, preverite sporočilo itd.). Prometne razmere in vrsta vmesnika sta bili neodvisni spremenljivki v študiji. Vsak udeleženec je izvedel komplet sedmih nalog po trikrat, vsakič z različnim vhodnim vmesnikom in nekoliko drugačnim naborom nalog, vedno z enakimi prometnimi pogoji. Zaporedje uporabljenih vmesnikov je bilo naključno.

2.4 Naloge

Pripravili smo tri različne sklope nalog, saj je vsak udeleženec opravljal naloge na treh različnih vmesnikih. Vsak sklop je vseboval tri preproste naloge, pri katerih je bilo za dokončanje nalog potrebno manj kot pet posameznih korakov. Zadnji, potrditveni korak je bil vedno na drugem ali tretjem nivoju menija, npr. Temperature->Seat warmers->On. Poleg tega so bile v vsakem sklopu tudi štiri težje naloge, ki so potrebovale več korakov, končen korak pa je bil na najnižjem nivoju hierarhičnega menija, npr. Entertainment->Music->Authors->Justin Bieber->Baby.

2.5 Ocenevanje uporabniške izkušnje

Uporabniško izkušnjo smo ocenjevali z vprašalnikom o uporabniški izkušnji (ang. *User Experience Questionnaire*, UEQ) [16]. Celotna študija je bila izvedena v slovenskem jeziku in uporabljena je bila slovenska različica UEQ. Udeleženec je UEQ izpolnil trikrat, vedno takoj po zaključku enega sklopa nalog z uporabo enega vhodnega vmesnika.

UEQ je nabor 26 vprašanj z odgovori od -3 do 3, kjer ekstremi predstavljajo dva nasprotna opisa za en parameter. Na primer, pari opisov za vrednotenje privlačnosti so privlačen-neprivlačen, prijazen-

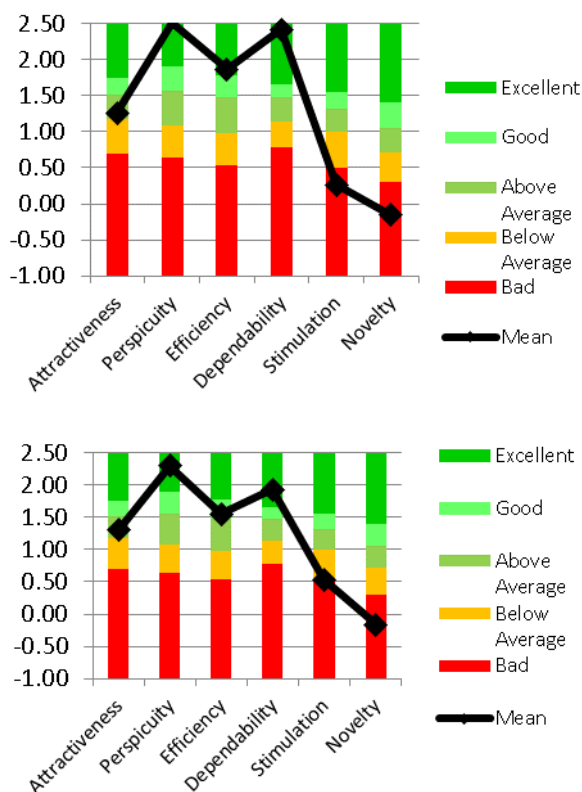
neprijazen ali prijeten-neprijeten. UEQ ocenjuje šest različnih kategorij: privlačnost, preglednost, učinkovitost, zanesljivost, stimulacija in novost. Nabor vprašanj in orodje za vrednotenje je dosegljivo na spletu [16].

3 Rezultati

Rezultati so bili izračunani z orodjem za analizo podatkov UEQ, ki je na voljo na spletni strani UEQ. Uporabniško izkušnjo smo izračunali za vsako skupino in vsako vhodno napravo posebej, kar nam da skupno šest rezultatov. Slike 3-5 predstavljajo merilo uspešnosti posamezne naprave. Črna črta je rezultat UEQ za posamezen sklop vprašanj. Barvni histogrami predstavljajo referenčne vrednosti meril uspešnosti. Referenčne vrednosti so pridobljene iz primerjalne podatkovne baze, ki vsebuje podatke od 9905 oseb iz 246 različnih študij in je na voljo v orodju za analizo podatkov UEQ [16]. Območje *Excellent* vsebuje 10% najboljših rezultatov; *Good* pomeni, da je 10% rezultatov boljših, 75% slabših; *Above average* pomeni 25% boljših, 50% slabših; *Below average* pomeni 50% boljših rezultatov in 25% slabših; *Bad* je v območju 25% najslabših rezultatov.

4 Razprava

Ocenili smo uporabniško izkušnjo uporabe različnih načinov vnosa v uporabniški vmesnik za uporabnike vozil z UEQ.



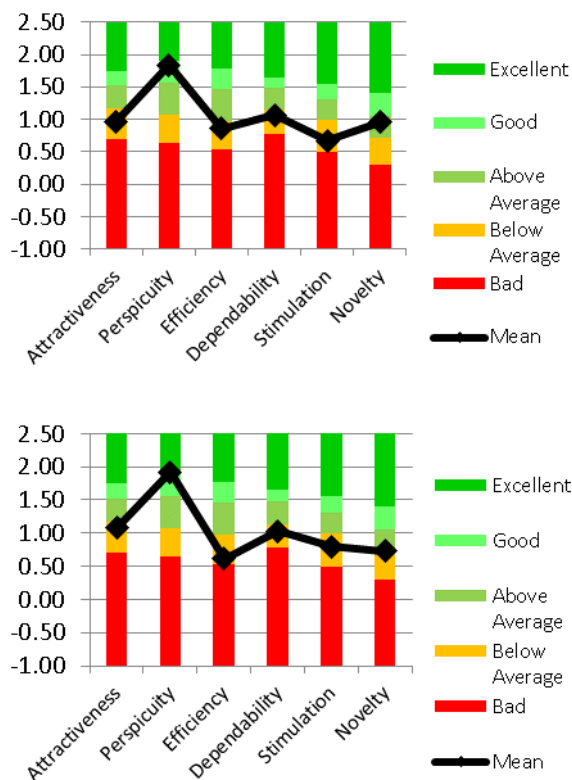
Slika 3: Rezultati UEQ za gumbje na volanu. Zgoraj – enostaven promet, Spodaj – težaven promet.

Rezultati kažejo pričakovane in jasne razlike med različnimi vhodnimi napravami, ki smo jih na tak način eksperimentalno potrdili. Praktična kakovost, ki je kombinacija preglednosti, učinkovitosti in zanesljivosti ter opisuje kakovost, povezano z opravljanjem nalog, je najvišja za uporabo gumba na volanu. Ta rezultat je pričakovan, saj je takšen vhodni vmesnik v zelo široki uporabi v avtomobilski industriji. Praktična kakovost je za interakcijo s sledilno ploščico nad povprečjem in zelo slaba za interakcijo z prostoročnimi kretnjami.

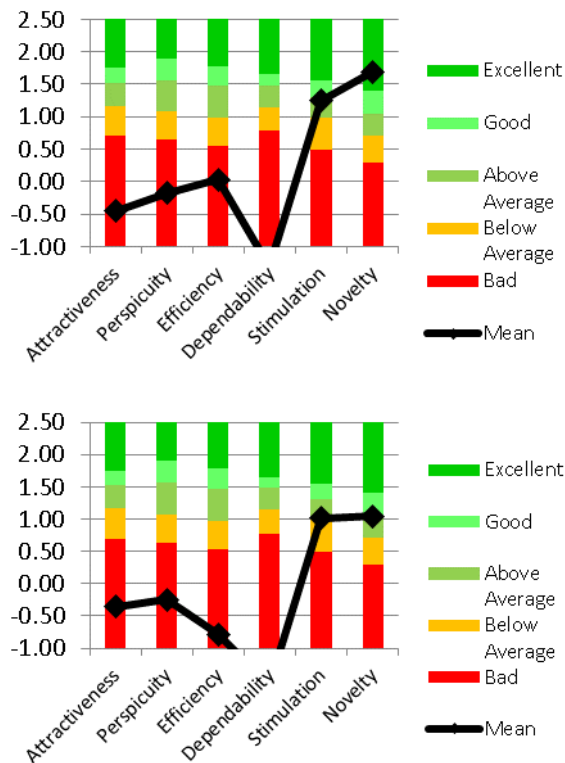
Kakovost, ki je povezana s stimulacijo in novostjo, predstavlja vse vidike kakovosti, ki niso povezani z opravljanjem nalog. Rezultati tega vrednotenja kažejo ravno nasprotje praktična kakovosti. Uporaba gumba na volanu ima slab rezultat, medtem ko ima prostoročna interakcija dober rezultat. Sledilna ploščica je spet med obema drugima dvema rezultatoma.

Pričakovali smo boljše rezultate v preprosti prometni simulaciji, ker tu ni dodatnih prometnih motenj in ni potreben velik napor za vožnjo. Rezultati so v nasprotju s temi pričakovanji, saj dve različni prometni situaciji ne vplivata na kakovost uporabniške izkušnje.

Splošno uveljavljena interakcija s tipko na volanu, ki se večinoma uporablja v sedanjih avtomobilih, kaže najboljše rezultate v smislu uporabnosti in kakovosti povezano z dejanskim opravljanjem nalog na napravi. Interakcija s prostoročnimi kretnjami ima zelo dobre ocene za svojo izvirnost in ima perspektivo za uporabo v vozilih.



Slika 4: Rezultati UEQ za sledilno ploščico. Zgoraj – enostaven promet, Spodaj – težaven promet.



Slika 5: Rezultati UEQ za prostoročno interakcijo.
Zgoraj – enostaven promet, Spodaj – težaven promet.

Trenutna izvedba sistema prostoročne interakcije v tej študiji sicer ni dovolj učinkovita, da bi se jo lahko uporabilo za glavno vhodno napravo IVIS. Za uporabo v pravih vozilih bi morali uporabiti drugačne gibe in izbrati nabor lažjih funkcij pri interakciji z IVIS. Sledilna ploščica ni pokazala odličnih rezultatov, ampak je pa nadpovprečna v taki izvedbi v tej študiji. Verjetno ni popolna za uporabo kot glavna vhodna naprava za IVIS, vendar bi jo lahko uporabili kot del več-modalnega uporabniškega vmesnika.

Ugotavljamo, da je gumb na volanu vmesnik, ki je najbolj učinkovit glede na uporabniško izkušnjo in ima najboljšo praktično kakovost. Sledilna ploščica in prostoročne kretnje sta zelo privlačna in z izvedbo, ki bi upoštevala omejitve teh vmesnikov, bi taki vmesniki bili lahko dobro sprejeti med vozniki.

Zahvala

Raziskava je bila podprta s strani ARRS. Avtorji se zahvaljujemo podjetju NERVteh za zagotavljanje merilne opreme.

Literatura

[1] Riener, A., Rossbory, M. (2011) Natural and Intuitive Hand Gestures: A Substitute for Traditional Vehicle Control?. In Adjunct Proc. of AutomotiveUI'11.

[2] Liu, Y.-C. (2001) Comparative Study of the Effects of Auditory, Visual and Multimodality Displays On Drivers' Performance in Advanced Traveller Information Systems. *Ergonomics* 44(4), 425-442.

[3] Loehmann, S.; Diwischek, L.; Schröder, B., „The User Experience of Freehand Gestures“, In: *User Experience in Cars Workshop at INTERACT 2011 - 13th IFIP TC13 Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 54-58, 2011.

[4] Althoff, F.; Lindl, R.; Walchshäusl, L., “Robust Multimodal Hand- and Head Gesture Recognition for Controlling Automotive Infotainment Systems”, In: *VDI-Tagung: Der Fahrer im 21. Jahrhundert*, 2005.

[5] Bmw Series 7 (2017) <http://driving.ca/bmw/7-series/autonews/news/how-it-works-bmw-gesture-control>

[6] G. Burnett, G. Lawson, L. Millen, and C. Pickering, ‘Designing touchpad user-interfaces for vehicles: which tasks are most suitable?’, *Behaviour & Information Technology*, vol. 30, no. 3, pp. 403–414, May 2011.

[7] Audi MME Touch (2018) https://www.audi-technology-portal.de/en/electrics-electronics/controls/mmi-touch_en

[8] Norberg, S., & Rahe, U. (2009). Touchpad as interaction input control for use of In-Vehicle infotainment system. In *1st International Conference on Driver Distraction and Inattention (DDI 2009) Chalmers University of Technology, Sweden* SAFER Vehicle and Traffic Safety Centre INRETS-ARCUEIL, FRANCE.

[9] Y.-C. Liu and M.-H. Wen, ‘Comparison of head-up display (HUD) vs. head-down display (HDD): driving performance of commercial vehicle operators in Taiwan’, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 61, no. 5, pp. 679–697, Nov. 2004.

[10] FANATEC (2017) <https://www.fanatec.com/>

[11] Fanatec ClubSport Steering Wheel Porsche 918 RSR (2017) <https://www.fanatec.com/eu-en/steering-wheels/clubsport-steering-wheel-porsche-918-rsr-eu.html>

[12] Fanatec ClubSport Pedals V2 (2017) https://www.fanatec.com/eu-en/support/product/old_product_id/252

[13] Samsung Curved TV (2017) <http://www.samsung.com/uk/tvs/full-hd-j6300/UE48J6300AKXXU/>

[14] Oktal (2017) <http://www.oktal.fr/en/automotive/range-of-simulators/software>

[15] NERVteh (2017), <http://nerv-teh.com/>.

[16] User Experience Questionnaire (2018) <http://www.ueq-online.org/>