

česky

MOVET

Modernisation of VET through
Collaboration with the Industry

Ivan Minárik
Gregor Rozinaj
Renata Rybárová
Marek Vančo
Radoslav Vargic

Moderní způsoby ovládní systému



Erasmus+

Tento projekt byl realizován za finanční podpory Evropské unie.
Za obsah publikací odpovídá výlučně autor. Publikace (sdělení) nereprezentují
názory Evropské komise a Evropská komise neodpovídá za použití informací, jež
jsou jejich obsahem.

Název díla: Moderní způsoby ovládání systému
Autor: Ivan Minárik,
Gregor Rozinaj,
Renata Rybářová,
Marek Vančo,
Radoslav Vargic
Přeložil: Michal Šádek
Vydalo: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktní adresa: Technická 2, Praha 6
Tel.: +420 224352084
Tisk: (pouze elektronicky)
Počet stran: 35
Edice (vydání): 1. vydání, 2019

MoVET

Modernisation of VET through
Collaboration with the Industry

<https://movet.fel.cvut.cz>

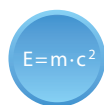


Tento projekt byl realizován za finanční podpory
Evropské unie.

Za obsah publikací odpovídá výlučně autor.

Publikace (sdělení) nereprezentují názory Evropské
komise a Evropská komise neodpovídá za použití
informací, jež jsou jejich obsahem.

VYSVĚTLIVKY



Definice



Zajímavost



Poznámka



Příklad



Shrnutí



Výhody



Nevýhody

ANOTACE

Moderní způsoby řízení systému jsou založeny na nejnovějších technologiích a využívají odpovídající hardware. Moderní systém lze ovládat bez dodatečného hardwaru jako myš nebo klávesnice. Uživatelé mohou řídit nebo navigovat systém a aplikace jednoduše pomocí svých rukou (ovládání gesty), hlasu (hlasové navigace) nebo očí (sledování očí). Některé systémy mohou používat rozhraní mozku a počítače. Tento modul popisuje uvedené technologie, aby pomohl pochopit základní principy, se kterými se v našem každodenním životě setkáváme.

CÍLE

Hlavním cílem modulu je seznámit studenty se základy moderních způsobů řízení systému v různých systémech nebo aplikacích. Student je jasně seznámen se základními principy ovládání gesty, zadávání příkazů hlasovou navigací, sledováním očí, rozhraním mozku a počítače a doporučovací systém.

LITERATURA

- [1] Vančo, Marek; Minárik, Ivan; Rybárová, Renata. Evolution of static gesture recognition. In: Redžúr 2014 proceedings; 8th International Workshop on Multimedia and Signal Processing; 13 May 2014, Dubrovnik, Croatia. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2014, p. 41-44. ISBN 978-80-227-4162-0.
- [2] Rozinaj, Gregor, et al. Extending System Capabilities with Multimodal Control. Acta Polytechnica Hungarica, 2016, 13.4.
- [3] <https://medium.com/iotforall/how-gesture-control-will-transform-our-devices-32d4527a6d25>
- [4] <http://www.thedrive.com/aerial/10674/djis-spark-is-a-hand-gesture-controlled-drone-that-flies-off-your-hand>
- [5] <https://stfalcon.com/en/blog/post/intuitive-gestures-in-mobile-app-design>
- [6] Parrado Rollan, Marina; Posoldová, Alexandra; Rybárová, Renata. Recommendation engine design using Bayesian network for feature inference. In Redžúr 2016, 10th International workshop on multimedia and signal processing. Bratislava, Slovakia. May 24, 2016. 1. ed. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2016, CD-ROM, pp. 57-60. ISBN 978-80-227-4560-4
- [7] Grau, C., Ginhoux, R., Riera, A., Nguyen, T. L., Chauvat, H., Berg, M., ... Ruffini, G. (2014). Conscious Brain-to-Brain Communication in Humans Using Non-Invasive Technologies. PLoS ONE, 9(8), e105225. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0105225>

- [8] Guy V. et al. Brain computer interface with the P300 speller: Usability for disabled people with amyotrophic lateral sclerosis, 2018, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61 (1), pp. 5-11.
- [9] Fernández, R. et al. Review of real brain-controlled wheelchairs, 2016, *J. Neural Eng.* 13 061001, <https://doi.org/10.1088/1741-2560/13/6/061001>
- [10] Kosmyna, N., Tarpin-Bernard, F., Bonnefond, N., & Rivet, B. (2016). Feasibility of BCI Control in a Realistic Smart Home Environment. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 416. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00416>
- [11] Furness, D., The University of Florida just held the world's first mind-controlled drone race, available online: <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/mind-controlled-drone-race-university-of-florida/>
- [12] Chen, S., "Forget the Facebook leak": China is mining data directly from workers' brains on an industrial scale", available online: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2143899/forget-facebook-leak-china-mining-data-directly-workers-brains>
- [13] Chen, A., "Brain-scanning in Chinese factories probably doesn't work — if it's happening at all", published 1.5.2018, available online: <https://www.theverge.com/2018/5/1/17306604/china-brain-surveillance-workers-hats-data-eeg-neuroscience>
- [14] Martišius, I., Damaševičius, R., "A Prototype SSVEP Based Real Time BCI Gaming System," *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol. 2016, Article ID 3861425, 15 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3861425>.
- [15] Narayanan, A et al., "Toward domain-invariant speech recognition via large scale training," Google, USA, arXiv:1808.05312, 2018. <https://arxiv.org/abs/1808.05312>

Obsah

1	Úvod do ovládání systému	7
2	Technologie pro ovládání systému.....	8
3	Různé způsoby ovládání systému	15
3.1	Ovládání systému pomocí gest.....	15
3.2	Ovládání systému pomocí hlasových příkazů	17
3.3	Ovládání systému pomocí sledování očí	19
3.4	Ovládání systému pomocí rozhraní mozku a počítače (BCI).....	20
3.5	Řízení systému pomocí doporučovacího systému.....	22
4	Ovládání systému v aplikacích.....	24
4.1	Hlasové příkazy pro mobilní zařízení	24
4.2	Gesta pro ovládání moderní televize	26
4.3	Gesta pro chytré telefony (a další aplikace)	30
4.4	Sledování očí (ovládání počítačové myši, navigace mezi možnostmi na obrazovce)..	33
4.5	BCI (navigace v kolečkových křeslech, navigace ve hrách).....	34
5	Závěr aneb Kam kráčíš, ovládání systému?	35

1 Úvod do ovládání systému

V dnešní době se informační technologie dostávají stále více a více do popředí a stále více ovlivňují naše životy. Způsob ovládání zařízení a systémů je stále pohodlnější a uživatelsky přívětivější. Na následujících stránkách budou představeny nové a moderní technologie pro řízení systému a navigaci.

V dnešní době jsou gesta velmi populární způsob pro řízení aplikací nebo systémů a mnoho lidí je používá každý den. Ovládání pomocí gest je přirozené, protože je spojeno s tím, jak lidé komunikují se skutečnými objekty. Ve skutečnosti používáme gesta v našich mobilních zařízeních, v počítačových aplikacích, v aplikacích s rozšířenou realitou / virtuální realitou (AR / VR), v herních konzolích apod. Díky každodennímu používání se rozhraní gest posouvá do dalších oblastí technologie. Očekává se, že během několika málo let bude téměř každé zařízení schopné reagovat na gesta. Vysoká popularita gestikulační navigace motivuje výzkumníky ke zlepšení těchto technologií. Je to celkem zřejmý trend, protože výkon počítače již není překážkou pro mnohem přirozenější gestikulační navigaci a ovládání [1].

Kvůli existenci tak velkého množství informací, které jsou k dispozici pouze jediným kliknutím, není možné, aby jednotliví uživatelé drželi krok ve všech odvětvích nebo se zajímali o vše. Pomocí technologie mohou být informace pro uživatele předem vybírány. To je důvod, proč je doporučovací systém považován za účinný nástroj, který pomáhá uživatelům přestat plýtvat jejich časem na základě hledání a přecházení (vynechávání) informací, o které se uživatel nestará. Podle jeho preferencí je systém schopen předpovědět, co bude uživateli vyhovovat [6].

V posledních několika letech bylo dosaženo výrazného pokroku v rychlosti a kvalitě rozeznávání hlasu.

Velmi zajímavou technologií pro ovládání zařízení je *rozhraní mozek a počítač* (*Brain Computer Interface- BCI*). BCI představuje (jednoduše řečeno) přímou komunikační cestu mezi lidským mozkem a externím zařízením. V tomto modulu představíme také sledování očí, kde se vyhodnocuje oční aktivita pro ovládání přístroje.

2 Technologie pro ovládání systému

Technologie užívané k řízení systému se mohou lišit podle oblasti, ve které jsou používány. Pro různé ovládání systému (navigace pomocí gest, hlasová navigace, sledování očí atd.) se používá i různý hardware.

HW používaný pro *rozpoznávání gest*:

- Zařízení pro ovládání pomocí gest - kabelové rukavice byly v minulosti používány k zachycení gest a pohybů rukou. Rukavice používají hmatové spínače, optické nebo odporové snímače k měření ohýbání kloubů.
- Rozpoznání gesta na základě pohledu - používá k zachycení a odvozování gesta ruky obyčejnou kameru a / nebo dálkoměrnou kameru. Existuje několik způsobů rozpoznávání gest pomocí kamery.
- 3D kamery - mohou vnímat hloubku. 3D fotoaparáty jsou v posledních letech mnohem více dostupné a levnější [3].

Dotykové obrazovky

Obecně lze rozlišit dva typy dotykových obrazovek: odporové a kapacitní.

$E = m \cdot c^2$

Odporová dotyková obrazovka se skládá z několika vrstev, z nichž pružné plastové a skleněné vrstvy jsou dvě nejdůležitější odporové vrstvy.

Tyto zmíněné vrstvy jsou proti sobě a je mezi nimi tenká mezera. Když na vnějším povrchu zatlačí špička prstu nebo hrotu, obě fólie se setkají. Jde o měření odporu mezi těmito vrstvami v místě kontaktu – získáte tak přesně změřenou polohu dotyku.

+

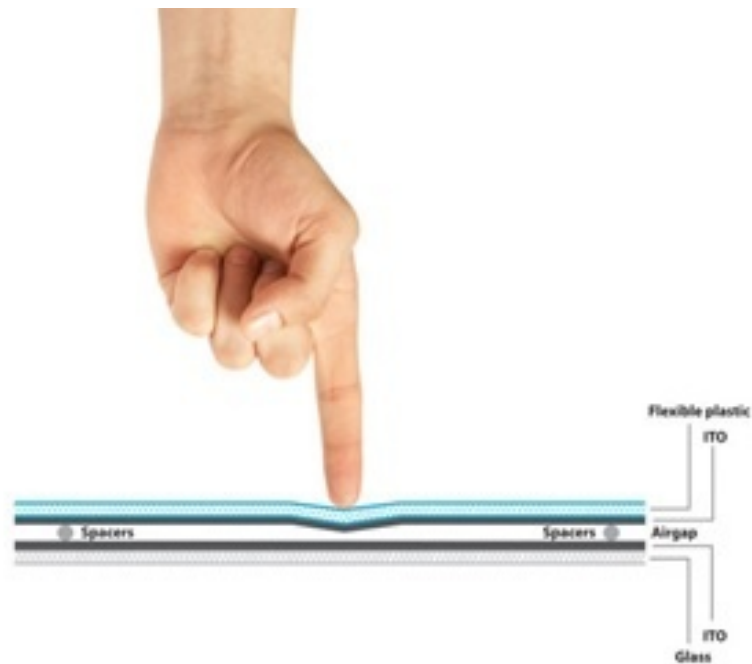
Výhody odporové dotykové obrazovky:

- Vysoká odolnost proti prachu a vodě
 - Nejlépe se ovládá prstem, rukou v rukavici nebo stylusem
 - Nejvhodnější pro rozpoznávání psaní rukou
-

-

Nevýhody odporové dotykové obrazovky:

- Není příliš citlivá, musíte na ni silněji tlačit
 - Špatný kontrast z důvodu dodatečných odrazů, které způsobuje extra vrstva materiálu umístěná na obrazovce
 - Nepodporuje vícenásobné dotyky
-



Resistive touchscreen

Odporový dotkový displej

$E = m \cdot c^2$

Kapacitní dotková obrazovka se skládá ze dvou oddělených vrstev skla, které jsou potaženy vodičem, jako je indium cínový oxid (Indium Tin Oxide- ITO).

Lidské tělo je elektricky vodivé. Když se prst dotýká skla kapacitního povrchu, změní se lokální elektrostatické pole. Systém průběžně sleduje změnu hodnoty každého malého kapacitoru, aby zjistil přesné místo, kde se prst dotkl obrazovky.

+

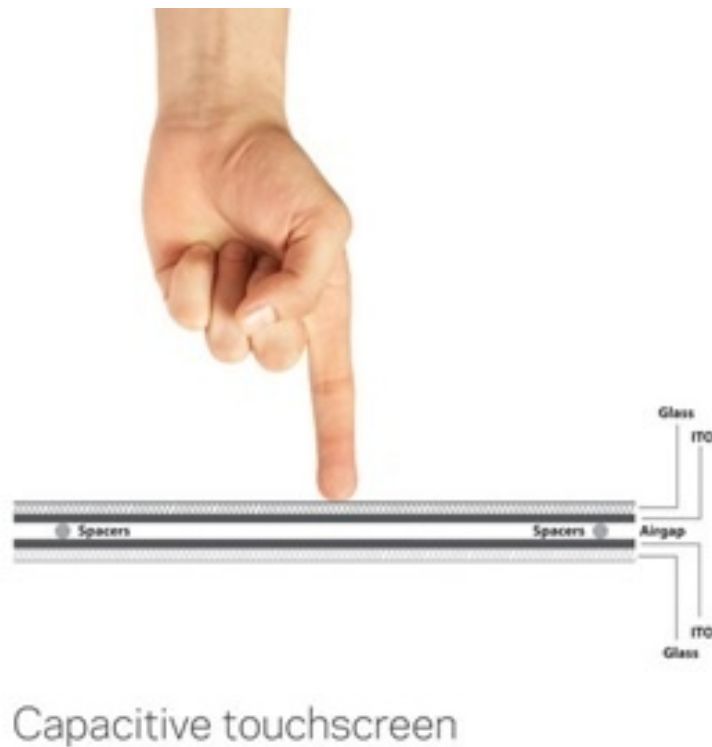
Výhody kapacitní dotkové obrazovky:

- Kapacitní dotková obrazovka má vrstvu skla místo plastové vrstvy, a proto vypadá obraz jasněji a ostřeji
- Vysoce citlivý na dotyk a nepotřebuje stylus
- Podporuje vícenásobné dotyky

-

Nevýhody kapacitní dotkové obrazovky:

- Technologie je závislá na vodivosti lidského těla, proto nefunguje, pokud uživatel nosí rukavice
- Vzhledem k tomu, že mají složitou strukturu, jsou poměrně drahé
- Sklo je náchylnější k rozbití



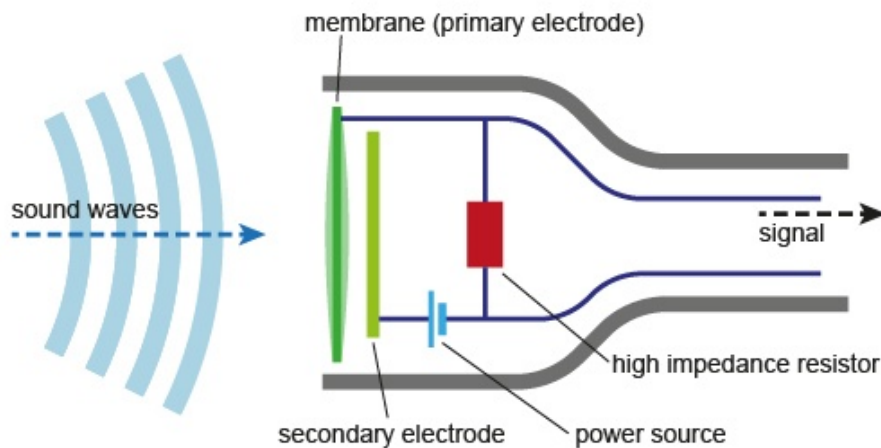
Kapacitní dotyková obrazovka

Mikrofony

Mikrofon přeměňuje akustické vlny na elektrický signál. Membrána reaguje na akustické vlny vibracemi, které vytvářejí elektrické náboje odpovídající intenzity. Existuje několik druhů mikrofonů, jako je kondenzátorový, dynamický, piezoelektrický nebo laserový. Mobilní telefony obvykle používají mikrofony elektret (trvalý magnet) nebo mikro-elektrický mechanický systém **MEMS** (*MicroElectrical-Mechanical System*).

Kondenzátorový mikrofon

Dvě desky jsou napájeny pro vytvoření kondenzátoru. Jedna z desek působí jako membrána a pohybuje se na základě přichozích akustických vln. Pohyb mění výstupní napětí, které generuje signál.



Základní schéma kondenzátorového mikrofonu



Obvykle je studiový mikrofon citlivější než dynamický mikrofon. Používá se pro záznam hudebních nástrojů.



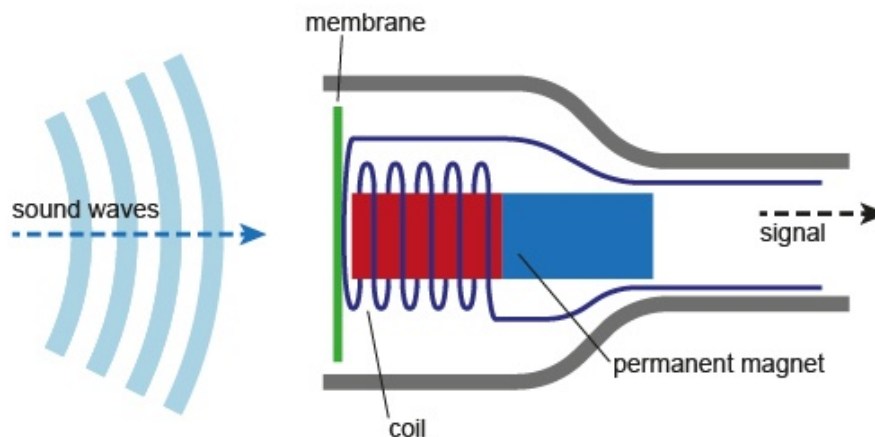
Mikrofon vyžaduje zdroj napájení.



Elektretový (magnetický) mikrofon představuje technologické vylepšení kondenzátorového mikrofonu, což z něj činí odolnější zařízení. Elektretový mikrofon se dnes používá ve většině mobilních zařízení.

Dynamický mikrofon

Membrána mikrofonu se připojuje k cívce umístěné kolem permanentního magnetu. Tlak aplikovaný na membránu nutí cívku pohybovat se podél magnetu a generovat elektrický proud.



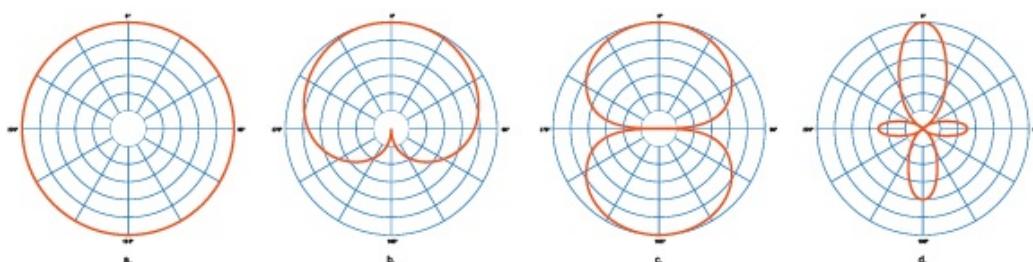
Základní schéma dynamického mikrofonu



Dynamický mikrofon je méně citlivý, takže je vhodnější pro nahrávání živého divadelního zpěvu.

Jiné technologie pro získávání zvuku zahrnují uhlík, piezoelektrický článek, páskový princip (páskový mikrofon), MEMS, kapalný princip nebo laserový princip.

Na základě tvaru základních komponent může mít mikrofon odlišnou citlivost při různých úhlech vůči zdrojům zvuku. Nejběžnější je kardioidní model, díky němuž mikrofon přijímá zvukové vlny před ním, ale zespona zvuk nezachytí. Jiné modely jsou např. všesměrové, obousměrné a směrové.



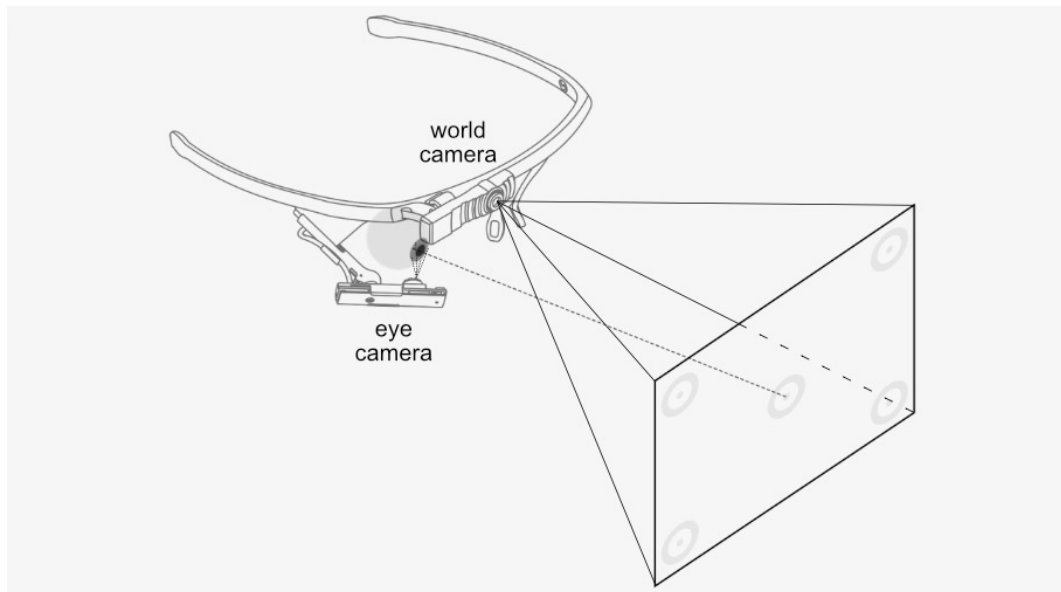
Ukázka směrových charakteristik mikrofonů. A. Všeměrová. B. Kardioidní. C. Obousměrná (obrázek 8). D. Směrová (Pistole).

Kombinace několika mikrofonů (například uspořádaných v řadě) vytváří mikrofonové pole. Pole může lépe zaostřit na vybranou oblast a ignorovat zbytečnou oblast. Důležitou vlastností mikrofonních polí je schopnost odvodit směr, z něhož vychází zdroj zvuku. To pomáhá systémům při zaměřování/cílení na další multimediální systémy.

Sledování očí a BCI

Sledování očí je proces měření polohy pohledu (kde hledá osoba) nebo pohyb očí vzhledem k hlavě.

Systémy pro sledování oka jsou většinou založeny na kamerách, které zachycují obrazy očí nebo očí a na základě toho vyhodnocují polohu pohledu. Kamery zachycují obraz oka typicky se snímkovou frekvencí (frameratem) začínajícím na 30 Hz (vstupní úroveň, hraní her) do 1200 Hz (výzkumná kvalita). V podstatě existují dvě konstrukce sledovačů oka - mobilní varianty, kde kamery, které zachycují polohu očí, jsou namontovány na brýle nebo jsou zabudovány do náhlavních displejů (Head-mounted Display - HMD) nebo fixní varianty, kde jsou kamery umístěny v krabici pod obrazovkou / monitorem. Mobilní binokulární verze (každé oko je sledováno vyhrazenou kamerou) sledovačů očí (eyetracker) jsou obecně přesnější než monokulární (pouze jedno oko je sledováno) a umožňují rozsáhlejší pohyby očí. Kromě očních kamer se v mobilní variantě používá i "světová" kamera, která zachycuje prostředí a umožňuje mapovat polohu pohledu na okolní obraz.

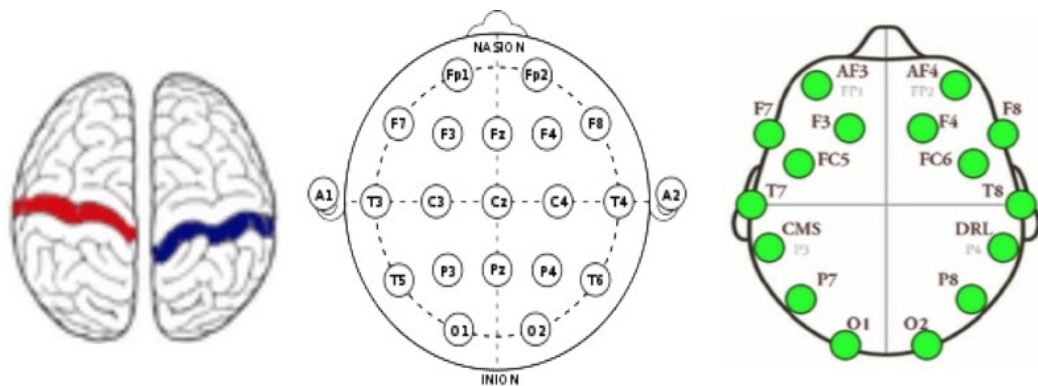


Princip mobilního monokulárního sledovače očí, pohled je naskenován světovou kamerou a poloha zornice oční kamerou

Rozhraní mozku a počítače (Brain Computer Interface - BCI) je technologie, která umožňuje komunikaci mezi lidským mozkem a externím systémem (obvykle na počítači). BCI může odkazovat na technologii, která čte signály z mozku a odesílá je do externího systému a / nebo technologie, která vysílá signály z počítače do mozku.

Pro ovládání zařízení je primární zájem čist signál mozku a interpretovat záměr uživatele. Vysílané signály do mozku lze použít jako zpětnovazební kanál. Technologie BCI pro vysílání signálů do mozku může používat např. transkraniální magnetickou stimulaci (*transcranial magnetic stimulation- TMS*) [7]. TMS je neinvazivní přístup, při kterém je využíváno změny magnetického pole, které

vytváří elektrický proud v cílové oblasti mozku elektromagnetickou indukcí. BCI technologie pro čtení signálů mozku většinou používá *elektroencefalografii (EEG)* - elektrické signály vytvořené neurony a zachycené na kůži přes lebku pomocí elektrod, které jsou zpravidla pozlacené nebo mokré. Systémy BCI typicky používají 2 elektrody (vstupní úroveň, hry) až 256 (výzkumné účely). Důležitá část zachycených signálů (mozkové vlny) spočívá v kmitočtu v pásmu 2Hz-30Hz, jsou velmi slabé (2-30mV) a je třeba je zesilovat. Tento kmitočtový rozsah je rozdělen mezi více subpásem (nazývané také mozkové vlny), jako beta, theta atd. ... Přítomnost energie v těchto subpásech může znamenat různé situace. Závisí také na místě měření. Například delta vlny jsou 1 až 4 Hz. Nachází se v čelní části a u dospělých je přítomen ve více spánkových fázích. Alfa vlny jsou od 7 Hz až 13 Hz, nacházejí se v zadních oblastech hlavy na obou stranách, objevují se se zavíráním očí nebo při relaxování a zeslabují s otvíráním očí nebo duševní námahou. Mu vlny (známé také jako „mu rytmy“) jsou od 8 Hz do 13 Hz, jsou umístěny na senzomotorické kůře (střední horní část na pokožce hlavy na obou stranách) a jsou přítomny během motorických akcí nebo dokonce při představování si motorických akcí. Jedním z problémů je, že jsou zachyceny také myo-signály (signály generované kvůli pohybům svalů), které jsou v jednom rozsahu řádově silnější (10-300mV). Takže je nutný pečlivý postprocessing. Existují také systémy založené na myo-signálech, např. zachycení gest na zápěstí nebo předloktí. Většinou se systém založený na myo-signálu zaměřuje na použití v neuroprotetických řešeních. Jedním zvláštním případem je okulografie (zachycení signálů z očních pohybových svalů). Tyto systémy jsou nyní široce nahrazovány výše uvedenými systémy pro sledování očí založenými na kamerách.



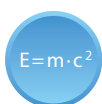
BCI Prostorové lokace relevantní pro získání signálu pomocí EEG: a) Umístění na senzomotorické kůře (červená - motorická část, modrá - senzorní část) b) Umístění systémové elektrody 10/20 c) Umístění elektrody Emotiv EPOC BCI

3 Různé způsoby ovládání systému

3.1 Ovládání systému pomocí gest

V současné době jsou nejrozšířenějšími vstupními zařízeními pro komunikaci člověk-počítač klávesnice, myš nebo dotykový tablet. Tato zařízení jsou daleko od představy o přirozené komunikaci s počítačem a spíše představují lidskou adaptaci na počítačová omezení. V posledních několika letech se začal objevovat požadavek na to, že lidé potřebují komunikovat se stroji stejným způsobem jako s ostatními: řečí, napodobováním nebo gesty, jelikož tak vyjádří mnohem více informací než pomocí periferního zařízení.

Gesta jsou přirozeně převedena do našich smartphonů, tabletů, počítačů atd. Jejich posláním je usnadnit komunikaci člověka s počítačem, respektive ovládání. Gesta mohou být dotyková nebo bezdotyková, ale hlavní zásady jsou stále stejné.

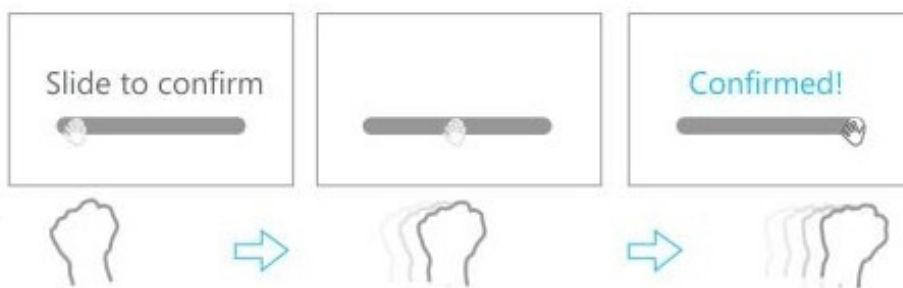


Gesta mohou být podle zkušeností uživatele rozdělena do dvou základních kategorií.

- Přirozená gesta jsou založena na obecné zkušenosti všech uživatelů, jako je pohyb objektu vpravo pohybem ruky vpravo, zachycení předmětu uzavřenými prsty apod. Přirozená gesta mohou být samozřejmě ovlivněna návyky nebo kulturou. S přirozenými gesty není třeba, aby je uživatel studoval k získání dobré zkušenosti, stačí mu to ukázat.
 - Druhou kategorií jsou učená gesta, kterou je třeba se naučit. Gesta mohou být rozdělena do tří kategorií založených na pojetí pohybu.
 - Statická gesta představují tvary vytvořené gestikulováním končetin, které přenáší smysluplné informace. Rozpoznání každého gesta je nejednoznačné kvůli okluzi tvaru končetiny a poznání skutečného významu gesta založeného na místních kulturních vlastnostech [1].
 - Druhá kategorie, kontinuální gesta, slouží jako základ pro interakci s aplikací, kde není rozpoznána žádná specifická póza, ale samotný pohyb je používán k rozpoznání významu gesta [1].
 - Dynamická gesta se skládají ze specifického, předem definovaného pohybu gestační končetiny. Toto gesto se používá buď k manipulaci s nějakým objektem, nebo k vyslání řídicího příkazu [1].
-



Statické gesto



Dynamické gesto



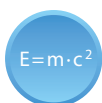
Použitím gesta pro navigaci a řízení systému bude poskytnuto *přirozené uživatelské rozhraní (Natural User Interface - NUI)*, které zcela odstraní závislost na jakýchkoli mechanických zařízeních, jako je klávesnice nebo myš. Klíčovým přispěvatelem k NUI je ovládání gest bez dotyku, které umožňuje manipulaci s virtuálními objekty podobně jako fyzickými. NUI umožňují uživatelům rychle se ponořit do "nového světa" - aplikací s řídicím systémem s minimálním učením, což je velmi důležité pro aplikace AR / VR a systémy inteligentního prostředí. Při rozvíjejících se aplikacích, jako je autonomní ovládání dronu a infotainment do vozidel, může NUI značně zvýšit svůj užitek [3].

3.2 Ovládání systému pomocí hlasových příkazů

Rozpoznávání hlasu zaznamenává vzestupný trend v interakci se spotřebními zařízeními [2]. Hlas je nejpřirozenější formou komunikace člověk-člověk a obsahuje většinu sdělovaných informací.



Hlasové příkazy jsou cenným nástrojem pro ovládání zařízení a systémů, kdy gesta nebo dotyková rozhraní nejsou vhodná. Jejich využívání se pohybuje od systémů domácí zábavy přes ovládání infotainmentu vozidel až po kontrolu tělesně postižených.



Rozpoznávání hlasu zahrnuje několik dílčích polí, jmenovitě identifikace mluvčího a rozpoznávání hlasových příkazů. Tato technologie je v centru pozornosti díky výraznému pokroku výzkumným pracovníkům v oblasti technologií neuronových sítí.

Obecně funguje systém rozpoznávání hlasu v těchto dvou režimech:

- Učení se
- Rozpoznávání

Během učení se systém dozví o všech možných vstupech a jejich významu. To se obvykle děje v parametrické doméně; zda jsou parametry pro jednotlivé hlasové příkazy nebo specifické informace mluvčího. Během rozpoznávání je neznámý vzorec přiřazen nejbližší shodě naučených parametrických vzorů. Oba tyto kroky mají lepší výkon s vyšší kvalitou a množstvím vstupních dat.



Rozpoznávání řeči je náchylné k nesprávnému rozpoznávání v důsledku přítomnosti šumu nebo jiných mluvčích, kteří mluví současně.

Nicméně, čím více dat musí systém zpracovávat, tím více času zpracování trvá. A čas je rozhodující, když chceme dosáhnout příjemného, hladkého rozpoznávání řeči.

Pokud se podíváme zpátky o několik let, většina systémů rozpoznávání řeči dovozovala rozpoznat pouze omezenou množinu izolovaných příkazů nebo řečníka z omezené databáze. To by vedlo k vysoce specializovaným sadám s příkazy.

Díky službám založeným na cloudových službách, které jsou široce dostupné a cenově dosažitelné, mohou systémy rozpoznávání řeči využívat rychlé řešení pro servery. Toto, v kombinaci s široce dostupným vysokorychlostním připojením k internetu, umožňuje současným uživatelským rozhraním zpracovávat složitější hlasové vstupy (obecně se jedná o jakýkoli typ vstupního signálu). Kombinace umožňuje využití komplexních rozhodnutí prováděných neuronovými sítěmi na straně serveru, což eliminuje potřebu výkonného uživatelského hardwaru a softwaru. Navíc neuronové sítě dělají rozpoznávání izolovaných příkazů tak

účinně, že mohou už nyní být používány k rozpoznání složitých příkazů, které obsahují více příkazů nebo typů příkazů.

Pokrok ve využívání neuronových sítí společně se stále výkonnějším hardwarem umožňuje vylepšení v několika oblastech. Za prvé, systém se stává více nezávislým na prostředí. Hluboké parametry řeči jsou rozpoznatelné při měnících se podmínkách přenosu zvuku [15]. Systém je pak schopen rozpoznat nejen slova nebo konkrétní fráze, ale rozpoznat celé věty, s nuancemi a variacemi použitých slov. Navíc, začleněním dříve rozpoznané řeči, mohou systémy odvodit význam současné věty nebo příkazu, i když jsou nejasné a neurčité. Systémy nyní začínají chápat skutečný kontext, v němž je řeč rozpoznána, a umožňují lépe reagovat. To znamená, že systémy začínají chápat nejen vlastní řeč, ale nápad skrytý za slovy.

3.3 Ovládání systému pomocí sledování očí

Systémy pro sledování očí vyhodnocují polohu pohledu na základě polohy zornice. Používají video signály z kamer ke sledování polohy zornic. Video signály jsou zpracovány centrální jednotkou, kde je vyhodnocována poloha zornice a je odhadnuta pozice uživatele. Pro převod rozpoznané pozice zornice do polohy upřeného pohledu (gaze position) se udržuje oční model pro konkrétního uživatele. Parametry očního modelu se odhadují během kalibračního procesu.

3.4 Ovládání systému pomocí rozhraní mozku a počítače (BCI)

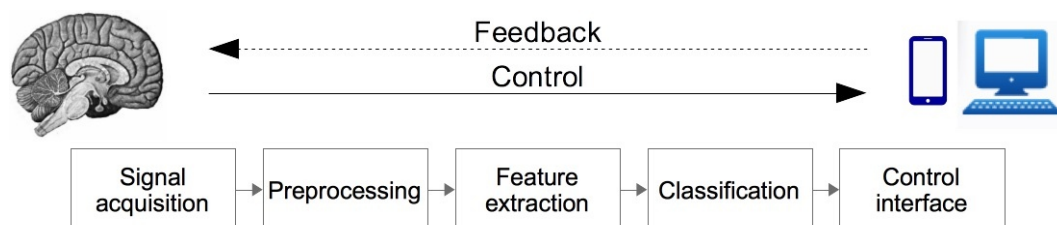
Ovládání systémů pomocí BCI je jedním z prvních výzev pro budoucí možnosti ovládání systémů.



BCI má mnoho výhod, jako je např. soukromí (bez hlasitých zvuků, bez viditelných gest) a nižší nároky na výpočetní výkon (jen velmi málo dat je zachyceno a zpracováno při porovnávání například s videem).



BCI má v současné době i závažné nevýhody jako třeba nedostatek pohodlí (je potřeba čelenka, náhlavní souprava nebo čepice) a zvýšené duševní úsilí (je nutné "generovat" řídicí signály).



Konceptní schéma BCI

Obecná schéma jednoduchého systému BCI je znázorněno na obr. 1. První fáze je získání signálu. EEG měří elektrickou aktivitu mozku během synaptických excitací v neuronech. EEG signály jsou zachycovány neinvazivně pomocí elektrod na pokožce hlavy. Po získání signálu musí být signály předzpracovány. Obecně jsou získané signály mozku zkresleny šumem a jinými artefakty způsobenými bio signály nebo vnějšími signály, jako je napájecí vedení atd. Po získání signálů „bez šumu“ jsou ve fázi „zlepšování signálu“ z mozkových signálů extrahovány základní rysy. Nejběžnější metody extrakce rysů používané u signálů EEG zahrnují diskretní ortogonální transformace. Jakmile jsou extrahovány vhodné rysy, užije se metoda, která klasifikuje signál do požadovaných tříd. Existuje mnoho kategorií klasifikačních technik jako: generativní (*Gaussian Mixture Model - GMM*), diskriminační (*neuronové sítě - Neural Network - NN*, *podpůrné vektorové stroje - Support Vector machines - SVM*), neparametrické, tj. *vzorkové (K nearest neighbor - KNN)*, atd. Každá technika má své klady a zápory, a proto musí být vybrána na základě požadavků aplikace. Fáze řízení rozhraní mozku a počítače používá klasifikační výstup jako řídicí signál. Přístupy lze rozdělit na: endogenní (založené na samoregulaci mozkových rytmů a potenciálů bez vnějších podnětů) a exogenní (využívá neuronovou aktivitu vyvolanou v mozku vnějším stimulem). Mezi nejčastěji používané metody patří *pomalé kortikální potenciály (slowcorticalpotentials- SCP)*, *senzomotorické rytmy, vizuálně evokované potenciály (visualevokedpotentials - VEP) včetně stabilizovaných VEP (steady-stateVEPs - SSVEP)* a P300. Jednotlivá zařízení nebo procesy mohou být ovládány pomocí řídicího rozhraní. BCI pomocí senzomotorických rytmů používá Mu

mozkové vlny, které představují představy motorických akcí (např. pohyb rukou). Jedná se o endogenní BCI. Naopak SSVEP je exogenní BCI. SSVEP je založen na vlastnosti, že vizuální kortex (kůra) "rezonuje" podle frekvence vizuálního podnětu, který subjekt pozoruje. Tudiž pomocí této metody jsou potřebné např. ovládací tlačítka pohybu na obrazovce, z nichž každý bliká s různou frekvencí. Jak se uživatel dívá na konkrétní tlačítko, signál zaznamenaný na vizuálním kortexu obsahuje tuto frekvenci, takže lze odhadnout, na jaké tlačítko se uživatel dívá. Další často používanou metodou je P300. Je založena na tom, že kladná špička, která se objeví v EEG přibližně 300 ms po prezentaci vzácného/unikátního podnětu. I když zde máme externí stimul, P300 je považován za endogenní BCI, protože špička výskytu nesouvisí s fyzickými atributy stimulu, ale odráží procesy, které se podílejí na hodnocení nebo kategorizaci podnětů.

3.5 Řízení systému pomocí doporučovacího systému

V úvodu bylo zmíněno, že doporučovací systém může předvídat uživatelské preference a uživatel tak šetří svůj čas. Systém to může udělat na základě toho, že ví, o co se uživatel předtím zajímal (co se uživateli nejvíce líbilo), jakým uživatelům se to líbilo (uživatelé jsou rozděleni do více segmentů na základě jejich preferencí) nebo kombinace předchozích možností. Shromážděním všech těchto údajů můžeme získat relevantní informace o zájmech uživatelů.



Systém doporučování se stává přesnější v momentě, kde se zvyšuje počet položek, o které uživatelé projeví zájem. Také, čím přesnější systém bude, tím více uživatelů ho bude užívat. V důsledku tohoto je vybudování robustního systému rozhodujícím úkolem.



Doporučovací systém je ve své podstatě schéma, které hodnotí položky uživatele, a tím může predikovat a vybrat si nejlepší možnost přímo pro něho.

Existují dva hlavní přístupy: *filtrování ve spolupráci (collaborative filtering - CF)* a *obsahový přístup (content-based - CB)*. U CF dané doporučení vychází z hodnocení uživatelů, kteří jsou podobní stávajícímu. U CB jsou doporučení založena na popisu položek, které uživatel dříve hodnotil.

Oba přístupy mají klady i zápory.



CF i CB trpí problémem studeného startu. Tzn., pokud se u CF objeví nová položka a žádný jiný uživatel ji dříve nehodnotil, tak jej systém nedoporučí. Nebo opačně, když je nový uživatel, který nehodnotil doposud žádnou položku, nemůže systém porovnávat s žádným jiným uživatelem. Také nalezení náhodně vybrané skupiny uživatelů není vždy snadné, protože pravděpodobnost, že několik uživatelů bude mít stejné hodnocení, je nízká. Přístup CB postrádá uživatelské aktuality/hodnocení a potřebuje uložit popis obsahu pro každou položku.



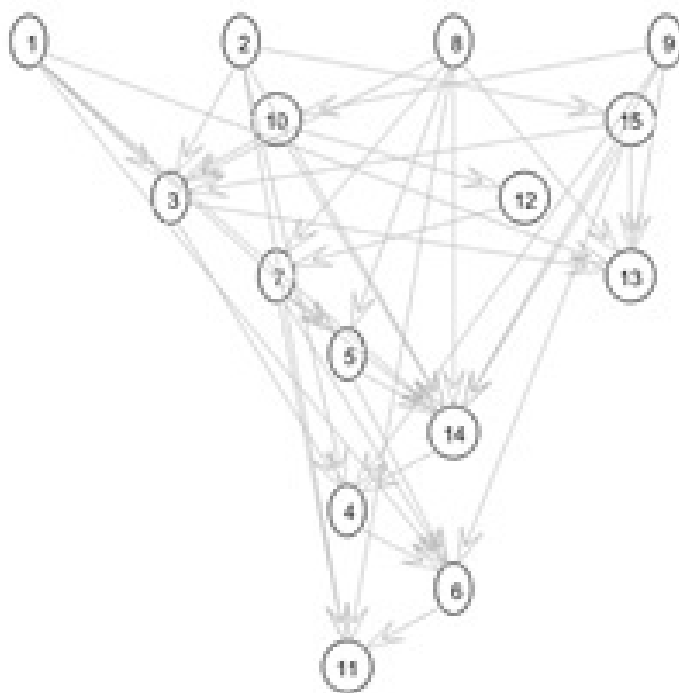
Doporučení, která CF poskytnulo po studeném startu, jsou nešťastná. Pro CB je problém studeného startu vyřešen tím, že nový uživatel vyplní krátký průzkum.

Byla vynaložena snaha kombinovat oba přístupy několika způsoby, aby se minimalizovaly nevýhody. Tyto techniky zahrnují přepínání mezi oběma přístupy, vážení výstupu obou schémat, jejich použití v kaskádě apod.



Bayesovské sítě jsou velmi užitečné, pokud bychom uvažovali o modelování našeho doporučovacího systému. Bayesovská síť je řízený acyklický graf, kde uzly reprezentují množinu náhodných proměnných a oblouky zobrazují přímou závislost

mezi proměnnými. Síla vztahu mezi nimi je kvantifikována podmíněným rozdělením pravděpodobnosti spojeným s každým uzlem.



Příklad Bayesovské sítě

4 Ovládání systému v aplikacích

4.1 Hlasové příkazy pro mobilní zařízení

Mobilní zařízení jsou v současné době nejčastěji využívanou technologií spotřební elektroniky. Pokrývají širokou škálu možných způsobů využití, od obyčejného volání až k tvorbě médií. I když většina případů použití závisí na dotykovém displeji jako metodě primárního zadávání příkazů, existují situace, kdy je třeba ovládat zařízení hlasem.

Řízení vozidel

Ve vozidle je řidič povinen věnovat pozornost situaci na silnici. To znamená, že nemůže ovládat telefon rukama, protože jsou na volantu nebo jiném ovládaní vozu. Využití hlasových příkazů přichází v několika oblastech:

- Při zadávání údajů do navigace
- Telefonování
- Přehrávání hudby
- Ostatní ovládání aplikací



Největší hráči v oboru jsou Apple, Google, Microsoft nebo Amazon, jejichž asistenti na řeč mají přístup k informacím umístěným v paměti přístroje i na internetu. Umožňují provést hovor, spustit aplikaci s mapami s přednastaveným cílem, přehrávat, pozastavit, další/předchozí skladbu a mnoho dalších základních funkcí. Interakce s každým z asistentů je většinou plynulá a spolehlivá při plnění požadovaného příkazu, přičemž každý z nich pochopí vstupy v různých formách projevu.

Získávání informací

Asistenti řeči jsou pomocí syntezátoru řeči schopni provádět vyhledávání na internetu a reportovat výsledky, které jsou logicky, rychle a komplexně uspořádány. Úkoly mohou být vyslovovány ve větě složitým způsobem a neuronová síť odvodí záměr.

Automatizace domácnosti

Mobilní zařízení může sloužit jako centrální rozbočovač. Po připojení k domácí síti mohou být asistenti ovládání řeči a mohou přijímat příkazy k ovládaní různých zařízení, které jsou připojeny on-line. Běžné úkoly mohou zahrnovat zapnutí/vypnutí (specifických) světel, zavírání závěsů až po nastavení určité nálady kombinací několika inteligentních zařízení.

Zvláštní potřeby

Osoby se speciálními potřebami často vyžadují rozhraní přizpůsobená jejich fyzickému stavu. Jsou to osoby s poruchou zraku nebo poškození končetin. Pokud je pro ně obtížné používat zařízení s klávesnicí nebo ho ovládat dotykem, je hlasem řízené prostředí nezbytnou pomůckou při provozu jakéhokoli multimediálního nebo informačního systému. Takový systém se obvykle skládá jak z rozpoznávacího příkazu, tak ze zpětné vazby.

4.2 Gesta pro ovládání moderní televize

Jednou z největších nevýhod širokého používání přirozených uživatelských rozhraní je jejich nedostatečná použitelnost a konstrukce zaměřená na člověka. Zatímco se zdá, že jiné metody (tj. hlasová navigace) se poměrně rychle přizpůsobí, rozpoznávání gest stále nemůže poskytnout skutečně přirozené ovládání, zejména u bezkontaktního zařízení. Existuje několik faktorů, které určují intuitivnost a přirozenost rozpoznávání gest. Za prvé, je to omezení hardwaru, co omezuje algoritmy snímačů, které rozpoznávají specifické detaily při výkonu gest. To způsobuje nesprávné rozpoznávání gest a nutí uživatele, aby provedli gesta, která vyžadují spoustu úsilí a nejsou komfortní. Za druhé, jsou to sady gest, které jsou v současné době navrženy v bezdotykových systémech, co nejsou ve své podstatě intuitivní. Návrháři systému mají tendenci překonávat problém s omezením senzorů zavedením gest, které jsou snadno rozpoznatelné, ale často jsou velice vzdálené jednoduchým gestům [2].

Apple TV

Apple TV používá svůj dálkový ovladač k zachycení gest. Vzdálený dotykový povrch detekuje řadu intuitivních gest provedených jedním prstem. Existují tři typy gest.



Výpad. Posune zaostření dolů/doleva/doprava mezi jednotlivými položkami. Přesunutí umožňuje uživateli snadno procházet velké množství obsahu pohybem, který začíná rychle a poté se zpomaluje na základě síly pohybu.

Klik. Aktivuje ovládací prvek nebo vybere položku. Kliknutí je primární způsob spouštění akcí. Klepnutí a přidržení se někdy používá k vyvolání kontextové specifických akcí. Například klepnutím a přidržením prvku rozhraní můžeme vstoupit do režimu úprav.

Klepnutí. Prochází kolekcí položek jednotlivě. V aplikacích se standardními rozhraními založenými na UIKit se poklepáním na různé oblasti naviguje přímo. Například klepnutím na horní část dotykové plochy se pohybujeme nahoru. Některé aplikace používají klepnutí pro zobrazení skrytých ovládacích prvků.

Rozlišujte mezi kliknutím a klepnutím a vyhněte se tak neúmyslné aktivaci akcí. Kliknutí je úmyslná akce a obecně je vhodná pro stisknutí tlačítka, potvrzení výběru a zahájení akce během hry. Klepnutím můžete navigovat nebo zobrazovat další informace, ale mějte na paměti, že uživatel může přirozeně položit palec na dálkový ovladač, zdvihnout ho ze stolku, posunout ho nebo ho někomu předat.



Apple TV ovladač

SingleCue

Původní verze SingleCue byla spuštěna koncem roku 2014 a nabídla pohled na to, co by bylo možné provádět pomocí gest. Zařízení o velikosti Xbox Kinect pracovalo přes infračervený port a umožnilo vám zapnout zařízení vlnou, ztlumit hlasitost tím, že si položíte prst na rty nebo přepínáte mezi zařízeními různými jinými gesty.

Druhá generace SingleCue staví na této práci přidáním nových gest, jako je vlna ruky, posun prstu a kliknutím na dlaň, aby bylo zařízení ještě více užitečné pro koncového uživatele.



Například přehrávání a pozastavení videa lze nyní ovládat otevřením a zavřením ruky, zatímco hlasitost lze ovládat přesunutím prstu zleva doprava. Tato gesta by fungovala kdykoli, což znamená, že uživatel nemusí být nutně v konkrétní nabídce (menu) televize pro přístup k této funkci.



SingleCue senzor

Samsung TV / LG TV

Samsung TV využívá jednoduché ovládání pomocí gest pro přístup k vašim oblíbeným filmům, sportům, aplikacím a jinému inteligentnímu obsahu v Samsung Smart TV. Společnost Samsung používá jednoduchou kameru pro sledování prostředí před sebou.



Uživatel může zapomenout na dálkový ovladač a pomocí svých rukou ovládat funkce televizoru tím, že přepne na navigační systém a gesty se po něm pohybuje. Je to chytré a snadné. Pomocí funkce ovládání pohybem může změnit kanál, nastavit hlasitost, přesunout kurzor a ovládat další funkce televizoru. Podporovaná gesta jsou přetahování, přiblížení, výběr a chycení.

Tato sada gest umožňuje základní ovládání Smart TV. Pohyb může být za určitých okolností omezen:

- tmavé nebo příliš jasné světelné podmínky,
- jste příliš blízko nebo příliš daleko od kamery,
- vaše prsty nemohou být detekovány v případě, že máte na sobě rukavice nebo obvaz,
- vaše ruka je před tváří během rozpoznání pohybu,
- je přímé sluneční světlo,
- použijte jiné prsty místo ukazováčku.



Ovládání Samsung TV gesty

4.3 Gesta pro chytré telefony (a další aplikace)

Mnoho aplikací v mobilních telefonech jsou navrženy a implementovány pro používání intuitivních gest, které uživatelům umožní odhadnout, jakým pohybem by měli provést konkrétní příkaz. Gesta také umožňují návrhářům rozvíjet líbivé rozhraní tím, že ponechávají více prostoru pro profesionální nápady. Nová rozhraní jsou nyní obvykle navržena bez klikacích tlačítek a nabízejí prostor pro profesionální nápady. Tlačítka nemohou z mobilní aplikace zcela vymizet, protože hrají zásadní roli při výzvách k akci. Avšak v případech, kdy jsou gesta přirozenější, intuitivní a zjednodušují interakci uživatelů, je třeba je implementovat [5].



Příkladem mobilní aplikace, ovládané pomocí gest, mohou být Mapy Google nebo libovolný navigační systém používaný v mobilním telefonu. Aplikace Mapy Google poskytuje uživatelům příležitost použít různá gesta pro ovládání určitých funkcí. Chcete-li například přiblížit nebo zmenšit mapu na obrazovce, můžete ji pomocí prstu posunout nahoru a dolů.

Jiná aplikace je Clear, což je mobilních aplikací iOS pro správu úloh (tasks managing). Úžasným faktem o této aplikaci je, že nemá žádné tlačítka, takže je zcela založena na ovládání pomocí gest. Používá klepání a přemístování pro přidávání a odebrání úkolů ze seznamu.

Existuje určitě více aplikací založených na navigaci a ovládání pomocí gest, ale uvádíme pouze ty nejpoužívanější .



Mapy Google s navigací přes gesta

Ostatní aplikace používající ovládání pomocí gest

Mnoho aplikací je určeno pro profesionální koučovací aplikace (např. golf, baseball). Uživatel nepotřebuje žádný další hardware, jako klávesnice a joysticky. Aplikace mohou v reálném čase poskytnout trojrozměrné snímání těla a ruky. K tomuto účelu se používá Kinect. Kinect používá k ovládání pohybu hloubkovou kameru. Zatímco Kinect se primárně zaměřuje na zachycení pozice těla, LeapMotion vyvinul zařízení pro zachycení krátkých gest pomocí stereo infračervené kamery. LeapMotion může sledovat jemná gesta dvou rukou při vysoké frekvenci snímků. To umožňuje kreslení a manipulaci s malými objekty ve virtuálním prostoru. Někteří prodejci PC se spojili s nástrojem LeapMotion a poskytovali uživatelsky přirozené rozhraní (NUI) v desktopových aplikacích, jako je *Computer Aided Design (CAD)* [3].

Několik dodavatelů softwaru také poskytuje vývojářům aplikací sadu **SDK** (*software development kit - sada pro vývoj softwaru*) nebo middleware pro snadné začlenění gesta a rozpoznání jejich aplikací (např. Gestoos, eyeSight).

Aby se zabránilo rozptýlení řidiče a zvýšila se bezpečnost provozu, výrobci automobilů přicházejí s bezdotykovým rozhraním pro gesta (např. systém společnosti BMW na bázi kamery pro ovládání pomocí gest). Toto rozhraní snižuje potřebu řidičů dotýkat se ovládacích prvků na panelu přístrojové desky. Je to přirozenější způsob, jak řídit informační systém a pomáhá udržovat oko řidiče na silnici.

Gesta ruky jsou životaschopný způsob, jak řídit drony (bezpilotní letouny). Drony tedy mohou létat autonomně bez dálkového ovládání (např. přivolání dronu zpět máváním ruky). Příkladem může být nový dron od DJI nazvaný Spark. Spark je ručně řízený dron. Vše, co potřebujete k řízení, jsou vaše ruce. Můžete zadat vzdálenost dronu od sebe, můžete chtít, aby vás vyfotil ze vzduchu nebo prozkoumal oblohu jakýmkoli způsobem, jakým si vyberete – a to všechno gesty. Spark může detekovat předměty před sebou až do vzdálenosti 5 m, aby se automaticky vyhnul kolizím [4].



Spark

4.4 Sledování očí (ovládání počítačové myši, navigace mezi možnostmi na obrazovce)

Možnost sledování oka pro ovládání myši se v posledních letech objevuje jako možnost usnadnění ovládání počítače. Je integrována již v některých operačních systémech, např. v systému Windows 10 od společnosti Microsoft.

Systém Windows 10 podporuje konkrétní hardware pro sledování očí. Některé klíčové funkce lze ovládat pohybem očí. Tyto klíčové funkce jsou zaměřeny na přístup k aplikacím, zadávání informací a komunikaci. Základním prvkem *uživatelského rozhraní* Windows 10 EyeControl (*user interface- UI*) je spouštěcí panel, který uživatelům umožňuje jednoduše pohled na ikony pro přístup k funkcím myši, klávesnice a převodníku textu na řeč a také k přesunutí panelů na horní nebo dolní část displeje. Interakce s uživatelským rozhraním EyeControl je jednoduchá, ale vyžaduje určitou praxi: stačí se podívat na obrazovku a zaostřit nebo setrvat pohledem (dwell– jak nazývá Microsoft) na tlačítku nebo jiném prvku, dokud se nezapne. Systém poskytuje zpětnou vazbu, která vám umožňuje vědět, co děláte.

Sledování oka (použití jako náhrada za myš) obecným uživatelům kvůli přesnosti nestačí. V případě uživatele se zvláštními potřebami, kteří potřebují zvětšit obrazovku a nevdají jim pomalejší provoz, se tato technologie jeví jako skvělá volba.

Ovládání ve hrách, které nevyžadují jemné ovládání při hraní z první osoby, může hráč dosáhnout úchvatného zážitku a jednoduše se pohybovat tím, že se podívá na místo, kam chce jeho postava jít. Kamera může hráči umožnit, aby se díval, kam chce, nebo se zaměřil na určitou postavu. V takových situacích se hráč opravdu cítí „být ve hře“.

Existuje mnoho dalších oblastí aplikací, nejen ovládání počítače. Např. v současné době se rozvíjí technologie sledování zraku s názvem "nositelský kokpit", budoucí stíhací letouny budou poskytovat pilotům virtuální displej promítaný v helmě. Umožní pilotům rychlý přístup, posouzení a reakci na kritické informace, což umožňuje snadné ovládání kokpitu letadla. Např. jen tím, že se na něco podíváme, je možné to zvýraznit, a pak gestem "stisknout".

Existují také některé programy, které sledují polohu hlavy uživatele pomocí kamery v notebooku a používají jej pro ovládání myši (např. ITracker).

4.5 BCI (navigace v kolečkových křeslech, navigace ve hrách)

Existuje více příkladů, kde se používá BCI. V mnoha případech jde o řešení nadšenců, většinou k ovládání nějakého drona, robota nebo nějakého modelu. V ostatních případech je to pomůcka pro osoby s poruchami, které BCI užívají pro řízení invalidního vozíku nebo pro hláskování, apod. V následujícím textu jsou uvedeny některé reprezentativní případy.

- P300 hláskovač. V P300 hláskovači je použita metoda P300 (pozitivní špička, která se objeví v EEG přibližně 300 ms po prezentaci vzácného podnětu). Sestává z virtuální klávesnice na obrazovce. Uživatel si přeje požadované písmeno. Skupina klíčů postupně bliká, dokud není zobrazeno písmeno. U některých klasických řešení hláskovačů P300 jsou skupiny tvořeny klíčovými řadami a sloupci, v novějších řešeních jsou to pseudonáhodné skupiny písmen, které mají minimalizovat následné blikání stejných znaků a současné blikání sousedních znaků. S těmito systémy může být napsáno přibližně 3,5 písmena za minutu [8] s 95% správnými písmeny.
- Navigace pro vozíčkáře. Pro navigaci v kolečkových křeslech se používají většinou BCI systémy P300, SSVEP a senzorimotor [9].
- Ovládání inteligentní domácnosti. Existuje více studií, kde je BCI integrována do systému inteligentní domácnosti. Např. osvětlení, televizor, kávovar a rolety inteligentního domu byly testovány ve studiích, kde byla zjištěna 80% přesnost úkolu. Nejvíce používané metody ve studiích jsou P300 a SSVEP [10].
- Ovládání modelu. Existuje velké množství zpráv a studií, kde byl BCI používán pro ovládání modelu (dron, auto, robot, ...). K dnešnímu dni není k dispozici žádné komerční řešení, je to stále aktivní oblast výzkumu. K dispozici je náročná řada řešení, použitelnost je diskutabilní. V posledních letech byly organizovány i závody, např. automobilové závody, dronové závody [11] ovládané pomocí BCI.
- Čtení emocí. Systémy BCI mohou do jisté míry "číst emoce". Čas od času se v novinách objevují články o dostupnosti a použitelnosti technologie, a to i ve velkých nasazení [12], ale pak se objevují další, plné pochybností [13]. BCI je použitelná k určení, zda je někdo vzhůru nebo ve spánku. Nicméně pro složité emocionální stavy, jako je deprese a úzkost, ještě není dostatečně jasné, jaké vzorce mozkové aktivity odpovídají takovým emočním stupňům [14].
- Ovládání her. Existuje mnoho projektů, jejichž cílem bylo představit rozhraní BCI uzpůsobené pro ovládání hry. Mezi nejúspěšnější patří řešení SSVEP [14].

Ve většině případů je těžké posoudit, zda je systém pro konkrétní případ užití skutečně použitelný. Vzhledem k velkým problémům souvisejícím s komfortem, rychlostí a spolehlivostí rozhodně nejsou pro zdravé uživatele konkurenční alternativou. To se ale může docela brzy změnit, např. fáze získávání signálu by mohla značně pokročit.

5 Závěr aneb Kam kráčíš, ovládání systému?

Většina nástrojů, které lidé vyvinuli v historii, se skládají ze dvou hlavních částí, funkční části nástroje a rukojeti. Typickým příkladem je nůž s čepelí a rukojetí. Čím složitější je nástroj z pohledu funkčnosti, tím více sofistikované je interaktivní rozhraní pro ovládání systému.

Počítačové aplikace představují velmi specifický typ nástroje s obvykle velmi komplikovanou funkčností. Tato skutečnost vede k nutnosti speciálního rozhraní pro navigaci systému. Hexadecimální kód může být považován za jedno z prvních rozhraní, které používají různé programovací jazyky pro práci s počítači. Rozvoj moderních operačních systémů je zajímavým úsilím, které vede k dosažení pohodlné práce na počítači. Zavedení filozofie oken a myši bylo prvním krokem, jak učinit komunikaci jednoduchou pro lidi.

Výzkum v oblasti přirozeně lidské komunikace vedl k biometrickým systémům, které mají původ v lidské komunikaci v reálném životě. Typickými metodami ve směru člověk-počítač jsou hlasová navigace, navigace pomocí gest, identifikace mluvícího, rozpoznávání tváří, rozpoznávání pohybu těla apod. V opačném směru se používají metody jako systém varování / souhlasu / nesouhlasu pomocí zvuků, syntéza řeči pro hlasovou zpětnou vazbu, grafický avatar ve formě různých tvorů nebo humanoidů pro vizuální interakci a v posledních letech se virtuální realita (VR) a rozšířená realita (AR) používá i k poskytování informací uživateli. Bylo zaznamenáno velké úsilí, které vedlo k vývoji a následnému používání takových metod, které sledují lidské očekávání. Veškeré typy výstupů, které jsou pro počítače přirozené, nejsou přirozené pro člověka a naopak.

Rozvoj kvalitního rozhraní člověk-počítač (human-computer interface - HCI) je často složitějším problémem než metoda v samotné aplikaci. Dosažení přirozeného a uživatelsky přívětivého HCI, kde může uživatel komunikovat přirozeným způsobem, není konečnou fází vývoje HCI. Dalším krokem je systém, který pozoruje uživatele a jeho chování z hlediska buď krátkodobé nebo lepší dlouhodobé činnosti. Takzvaný doporučovací systém je schopen předpovídat nejen budoucí chování uživatele, ale i jeho přání a skutečné potřeby a aktivovat příslušné funkce / příkazy, které uspokojí uživatele. Počítač prokazuje funkce umělé inteligence a stává se nejen strojem, ale i partnerem.