

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

KONCEPČNÍ NÁVRH RUKAVICE PRO VIRTUÁLNÍ REALITU CONCEPTUAL DESIGN OF GLOVES FOR VIRTUAL REALITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ KOŽÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK TŮMA, Ph.D.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Tomáš Kožík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Koncepční návrh rukavice pro virtuální realitu

v anglickém jazyce:

Conceptual design of gloves for virtual reality

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Oblast ovládání virtuální reality se zapojením hmatového vjemu je velmi žádaná v případech kolizních situací. Takto vytvořený ovládací prvek umožní uživateli lépe odhalovat chyby v prototypové části konstrukčních projektů.

Cíle bakalářské práce:

- 1)Rešeršní činnost v oblasti ovládání virtuální reality
- 2)Koncepční návrh rukavice pro prostředí virtuální reality
- 3)Shodnocení navrženo řešení

Seznam odborné literatury:

<http://www.vrealities.com/>


<http://www.cyberglovesystems.com/>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 24.11.2014





doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan

Abstrakt

Táto bakalárska práca sa venuje oblasti ovládania virtuálnej reality rukavicami so zapojením hmatového vnemu. Takto vytvorený ovládací prvok umožní užívateľovi lepšie odhalovať chyby v prototypovej časti konštrukčných projektov.

Kľúčové slová

Virtuálna realita, rukavice, hmatový vnem, ovládanie, manipulácia, odhalovanie chýb, efektívnosť.

Abstract

This bachelor's thesis deals with areas of controlling virtual reality by gloves involving touch sense. This formed control allows the user to better reveal errors in the prototype of construction projects.

Keywords

Virtual reality, gloves, touch sense, control, manipulation, error detection, performance.

Bibliografická citácia

KOŽÍK, T. *Koncepční návrh rukavice pro virtuální realitu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 25 s. Vedoucí Ing. Zdeněk Tůma, Ph.D.

Čestné prehlásenie

Ja, Tomáš Kožík, prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne pod vedením Ing. Zdeňka Tůmy, Ph.D. a že som uviedol všetky pramene a literatúru, z ktorej som čerpal.

Tomáš Kožík

Podakovanie

Týmto by som rád poďakoval svojmu vedúcemu bakalárskej práce Ing . Zdeňku Tůmovi, Ph.D. za cenné odborné rady, konzultácie a podnety pri riešení práce. Ďalej by som taktiež rád poďakoval mojej rodine a priateľom za podporu a motiváciu.

Obsah

1	Úvod	3
2	Virtuálna realita	4
3	Spôsoby interakcie s virtuálnou realitou	5
3.1	Ovládače	5
3.2	Sledovanie rúk kamerami	6
3.3	Helmy / Prilby	7
3.4	Obleky	9
3.5	Rukavice	10
3.5.1	Delenie rukavíc	10
3.5.2	Rukavice v praxi	12
4	Rozbor návrhu na rukavice s hmatovou odozvou	15
4.1	Princíp fungovania	15
4.1.1	Hmat	15
4.1.2	Vzduch ako zdroj pocitu dotyku	16
4.1.3	Nafukovacie vankúšiky	16
4.1.4	Synchronizácia so softvérom	17
4.2	Trakcia rukavíc	18
4.3	Materiály	18
4.4	Koncept návrhu rukavíc	19
4.5	Výhody a nevýhody	20
5	Záver	21
6	Zoznam použitých skratiek a symbolov	25

1 Úvod

V dnešnej dobe už nie je virtuálna realita iba sci-fi, ba ani výsadou popredných vedcov a technikov, ale dostáva sa do povedomia/ do rúk aj bežným užívateľom. Jej využitie je vďaka zdokonaľovaniu techniky možné v čoraz viac sférach, a preto je potrebné venovať jej viac pozornosti.

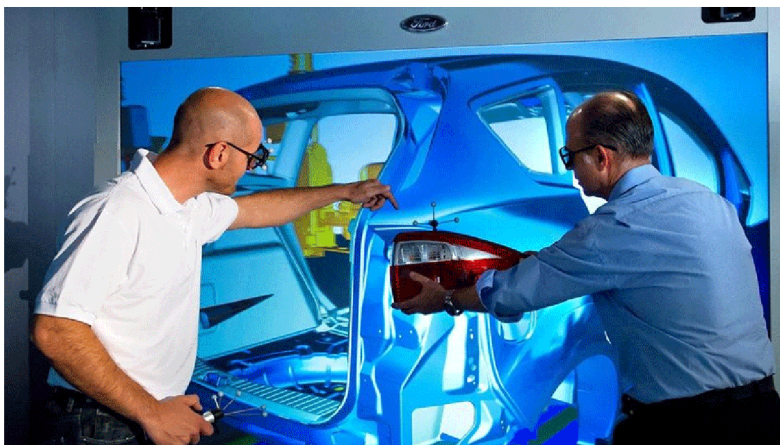
V bakalárskej práci bude čitateľ oboznámený s virtuálnou realitou, jej využitím v praxi pri riešení rôznych komplexných úloh a možnosťou spojiť našu a virtuálnu realitu. Zároveň budú popísané jednotlivé ovládacie prvky na interakciu s virtuálnou realitou a ich funkcia.

Cieľom práce je vytvoriť koncepčný návrh rukavíc na interakciu s virtuálnou realitou so zapojením hmatového vnemu užívateľa. V práci bude rozpísaný princíp fungovania daného návrhu, jeho aplikácia v praxi, výhody a nevýhody navrhnutého riešenia.

Práca je štruktúrovaná do viacerých kapitol. Najskôr je venovaná virtuálnej realite ako takej. Táto časť bude venovaná stručne iba virtuálnej realite. V ďalšej časti práce budú rozpísané jednotlivé ovládacie prvky na interakciu s virtuálnou realitou. V druhej polovici práce bude popísaný návrh a princíp fungovania rukavíc na interakciu s virtuálnou realitou s hmatovou odozvou.

2 Virtuálna realita

Virtuálna realita (ďalej VR) je forma technológie, ktorá vytvára počítačom generovaný svet alebo prostredie, ktoré môže užívateľ skúmať a v niektorých prípadoch aj interagovať. Vo väčšine prípadoch je chápaná ako vytváranie vizuálneho zážitku zobrazovaného na monitore počítača, prípadne prostredníctvom stereoskopických zariadení. [29] V sofistikovanejších prípadoch sa zapájajú do interakcie s VR aj niektoré zmysly človeka ako sluch, čuch a hmat. Takýmto spôsobom interakcie je možné využiť VR na riešenie komplexných úloh či problémov a tým ušetriť nemalé finančné prostriedky ako aj čas na navrhnutie a zostavenie daného modelu problému v realite.



Obr. 2.1: Virtuálna realita v praxi [4]

V dnešnej dobe má VR svojich zástancov, ale i odporcov, predovšetkým z dôvodu nedostatku porozumenia k tejto technológii, jej možnostiach a vplyvu na náš život. Ďalším dôvodom je grafická interpretácia VR, ktorá síce napreduje rýchlym tempom ale vďaka ktorej ju niektorí ľudia nie sú schopní brať vážne. Jedná sa najmä o chyby v grafickom zobrazení alebo jej reálnu interpretáciu. Pri interakcii s objektami vo VR sa môže vyskytnúť napríklad tzv. „glitch“ (obr. 2.2.), čo v preklade znamená závada a jedná sa o istú chybu v zobrazovaní buď objektov alebo textúr grafiky. Niektorí ľudia majú nerealistické očakávania spojené s nedostatkom povedomia technických obmedzení dnešnej doby, čo znamená, že je pre nich ťažké pochopiť VR a brať ju seriózne.



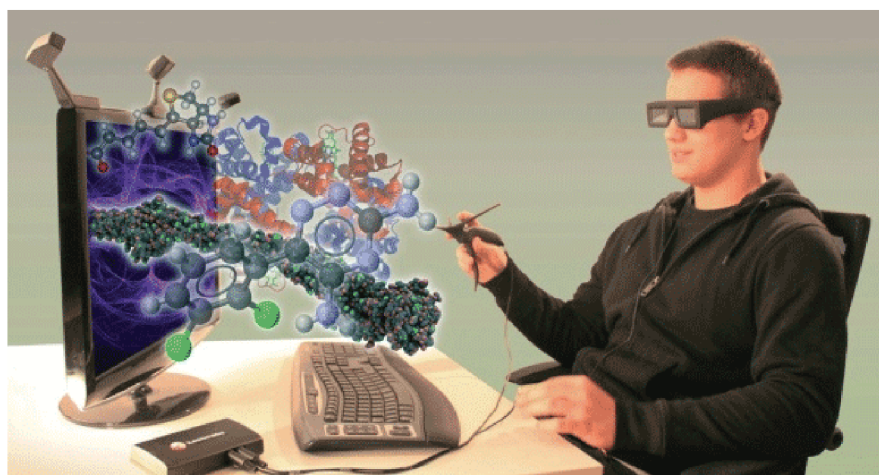
Obr. 2.2: Glitch v grafickom zobrazení [28]

3 Spôsoby interakcie s virtuálnou realitou

Dnešná doba nám ponúka nespočetné množstvo možností interakcie s VR, s ktorými máme možnosť sa vnoriť do virtuálneho sveta s pocitom akoby sme boli jeho súčasťou. Najhlavnejšími zariadeniami na interakciu s VR sú rôzne ovládače, kamery snímajúce polohu rúk a prstov, helmy na zobrazovanie grafického prostredia VR, obleky na simulácie pohybu a rukavice na odozvu prostredia, čím vytvoria reálnejšiu a intuitívnejšiu interakciu s VR.

3.1 Ovládače

Ovládačmi môžu byť chápané všetky zariadenia, s ktorými sme schopní interagovať s VR pričom nie sú zapojené žiadne zmysly človeka. Jedná sa o zariadenia ako sú myš, klávesnica, gamepad, joystick, flystick, prípadne volant alebo iné zariadenia reprezentujúce predmety či ovládače z reálneho sveta. Tie zabezpečujú užívateľovi reálnejší pocit pri hraní hier alebo pri práci s modelovacím CAD softvérom¹.



Obr. 3.1: Interakcia s VR [17]

Najbežnejšími zariadeniami medzi dnešnými užívateľmi sú myš, klávesnica a gamepad (obr. 3.2.). Sú to jednoduché zariadenia, ktoré pokrývajú celú škálu možností interakcie s VR. Tieto zariadenia sú najčastejšie využívané hráčmi počítačových hier, a to vďaka tomu, že sú univerzálne a je možné ich používať spolu s väčšinou produkovaných herných titulov.

Volanty, joysticky a iné zariadenia (obr. 3.3.) reprezentujú ovládače z reálneho sveta, čím dávajú užívateľovi reálnejší pocit z interakcie s VR. Využíva ich menšia skupina užívateľov a to z dôvodu, že tieto zariadenia sú väčšinou jednoúčelové, napr. volanty reprezentujú volant auta, čím približujú VR užívateľovi a dávajú mu pocit, akoby sedel priamo v aute danej závodnej hry.

¹CAD, (angl. computer-aided design) je počítačom podporovaný návrh súčiastky alebo počítačová podpora tvorby konštrukčnej dokumentácie.

3.2. SLEDOVANIE RÚK KAMERAMI



Obr. 3.2: Klávesnica, myš a gamepad [10]



Obr. 3.3: Volant a joystick [13]

Na interakciu s VR v priestore sa používa flystick. Je to v podstate myš, ktorej súradnice sú snímané v troch dimenziách, a ktorej pohyb je zaznamenávaný pomocou infračervených kamier umiestnených v rohoch plátna, na ktorú je premietané prostredie VR. Na ovládači je umiestnených niekoľko stopovacích bodov na základe, ktorých je snímaná jeho poloha v priestore. Flystick ma niekoľko tlačidiel, ktoré je možné ľubovoľne nastavovať podľa potrieb užívateľa, a analógový joystick pre presnejšiu interakciu s objektami vo VR. Týchto zariadení je možné použiť viacero naraz, čím je možná interakcia viacerých užívateľov.

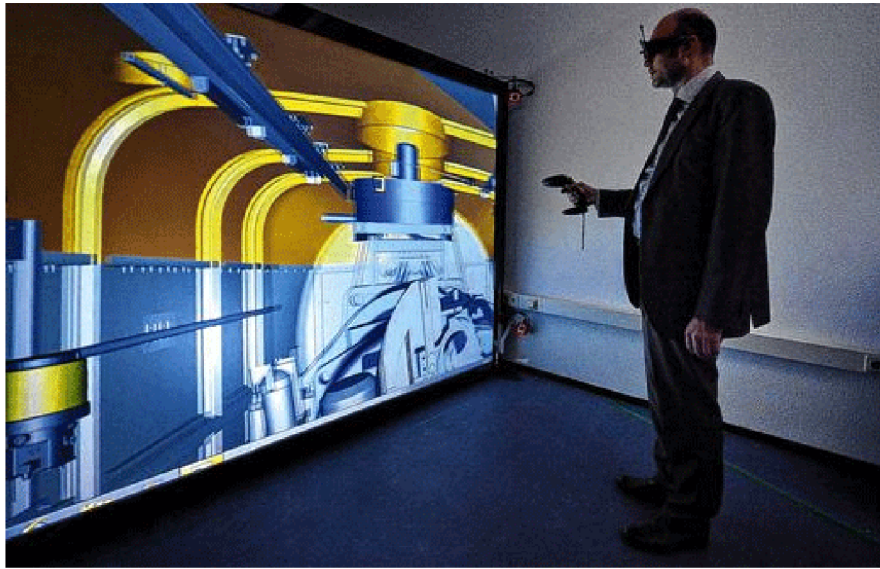
3.2 Sledovanie rúk kamerami

Sledovanie rúk má využitie v mnohých oblastiach, napríklad pre navigáciu vo virtuálnych prostrediach, virtuálne prototypovanie², rozpoznávanie gest a zaznamenávanie pohybu. Cieľom tejto technológie je reálnom čase sledovať globálnu polohu a natočenie rúk a všetkých prstov.

Používa sa viac kamier zachytávajúcich snímky rúk z rôznych smerov. Funkcie ako segmentácia kože, detekcia hrán, textúr kože a predchádzajúce držanie ruky môže byť použité na extrakciu 2D tvarov ruky v obraze. Využíva sa technika redukcie dimenzie na vyrovnanie sa s vysokou zložitosťou problému sledovania (ruka má asi 21 miestnych

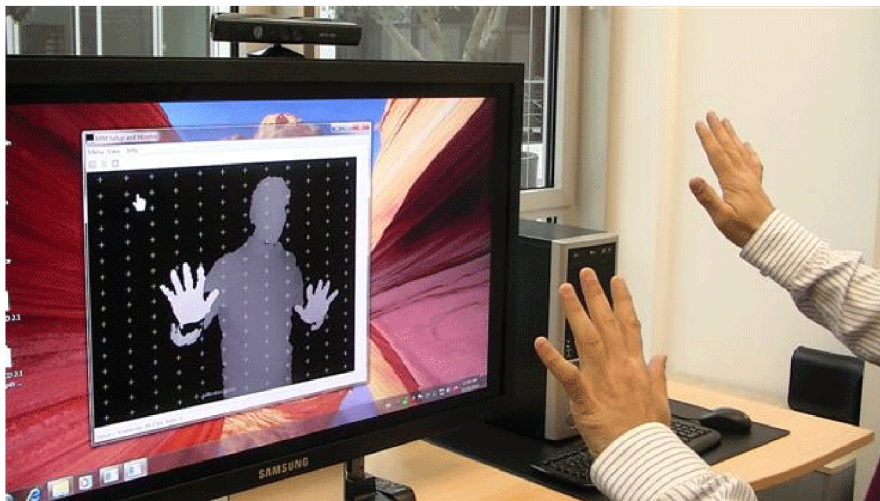
²Virtuálne prototypovanie je alternatíva k skúškam prevádzaným s fyzickým prototypom.

3. SPÔSOBY INTERAKCIE S VIRTUÁLNOU REALITOU



Obr. 3.4: Flystick [24]

stupňov voľnosti a 6 globálnych stupňov voľnosti). Na obr. 3.5. je zobrazené zariadenie Kinect aj s ukázkou ako sú prekladané snímky rúk do softvérovej podoby.



Obr. 3.5: Zariadenie Kinect [12]

3.3 Helmy / Prilby

Head-mounted display (alebo *helmet-mounted display*), v skratke HMD, je zobrazovacie zariadenie, ktoré sa nosí na hlave, alebo ako súčasť prilby, ktorá má malú zobrazovaciu optiku pre obe oči súčasne (*monokulárne HMD*) alebo pre každé oko samostatne (*binokulárne HMD*).

Typický HMD má buď jeden alebo dva malé displeje so šošovkami a polopriehľadnými zrkadlami, ktoré sú zaliate v prilbe, okuliaroch (tiež známe ako dátové sklo) alebo

3.3. HELMY / PRILBY

v chráničoch prilby. Zobrazovacie jednotky sú miniaturizované a môžu zahŕňať CRT³, LCD⁴, tekuté kryštály na kremíkovom čipe (*LCos*⁵) alebo OLED⁶. Niektorí výrobcovia kombinujú viacero mikro-displejov na zvýšenie celkového rozlíšenia a zorného poľa.



Obr. 3.6: Head-mounted display [23]

HMD displeje sa líšia v tom, či môžu zobrazovať len počítačom generovaný obraz (*CGI*⁷), zobrazovať obraz reálneho sveta alebo kombináciu oboch. Väčšina HMD displejov umožňuje zobrazovať iba obraz generovaný počítačom, niekedy označovaný ako virtuálny obraz. Niektoré HMD displeje umožňujú zobrazovanie CGI prekrývajúce sa s reálnym pohľadom na svet. Táto kombinácia sa niekedy označuje ako rozšírená alebo zmiešaná realita. Kombináciu reálneho pohľadu na svet so CGI je možné vykonať premietnutím CGI cez čiastočne reflexné zrkadlo a priameho pohľadu na skutočný svet. Táto metóda je často nazývaný Optical See - Through. Kombináciu reality so CGI je možné tiež vykonať elektronicky tým, že video z kamery sa zmieša elektronicky so CGI a následne premietne na displej prilby. Táto metóda je často nazývaný Video See - Through. [7]

Optical head-mounted display (*OHMD*) je nositeľný displej, ktorý má schopnosť odrážať premietaný obraz a zároveň umožňuje užívateľovi vidieť skrz neho. Tento princíp je príkladom rozšírenej reality. Najrozšírenejším príkladom OHMD sú okuliare Google Glass.

Hlavné využitie HMD alebo OHMD zahŕňa armádu, vládne (hasiči, polícia, atď.) zložky a civilné/komerčné oblasti (farmaceutiká, video hry, športy, atď.).

³Obrazovka alebo (zobrazovacia) katódová trubica (angl. CRT - Cathode Ray Tube) je vákuová elektrónka, ktorá premieňa elektrický signál na viditeľný obraz, pričom tento obraz sa vytvára tak, že pohybujúci sa elektrónový zväzok s premenlivou intenzitou dopadá na fluorescenčné tienidlo.

⁴Displej s kvapalnými kryštálmi alebo displej z tekutých kryštálov, (angl. liquid crystal display, skrátené LCD) je tenké a ploché zobrazovacie zariadenie skladajúce sa z veľkého počtu farebných alebo čiernobielych pixelov.

⁵LCoS (Liquid Crystal on Silicon) sú tekuté kryštály na kremíkovom čipe.

⁶OLED (organická svetlo-emitujúca dióda) elektroluminiscenčná dióda v ktorej na vyžarovanie svetla z elektroluminiscenčnej vrstvy sú použité organické látky.

⁷Computer-generated imagery (CGI) je použitie počítačovo vytvorenej grafiky v médiách, filmoch, umení a iné.

3. SPÔSOBY INTERAKCIE S VIRTUÁLNOU REALITOU



Obr. 3.7: Google Glass v praxi [5]

3.4 Obleky

Obleky sú periférne zariadenia, detegujúce priestorovú polohu užívateľa a jeho pohyb, ktoré umožňujú reálnejšiu interakciu s VR. Tieto zariadenia snímajú polohu na základe akcelerometrov, gyroskopov a magnetometrov. Takéto obleky už obsahujú aj technológiu spätnej väzby, ktorá môže byť buď vibračná, alebo formou elektrošokov.

V kombinácii s ostatnými zariadeniami je ideálnym nástrojom pre tréningové účely, napr. tréning vojakov na zoskok s padákom, tréningy v teréne (obr. 3.8) atď. Čím ďalej tým viac sa stávajú obľúbené aj vo sfére počítačových hier, čím umožňujú užívateľovi zažiť reálnejší pocit z interakcie s hrou či VR.



Obr. 3.8: Výcvik armádnych zložiek [22]

3.5. RUKAVICE

3.5 Rukavice

Rukavice sú jedným z najžiadanejších zariadení na interakciu s VR. Prvotným cieľom spoločnosti je zamerať sa na zlepšenie a zdokonalenie zážitku z hier a neskôr na ostatné odvetvia ako zdravotníctvo, robotika či rôzne armádne operácie.



Obr. 3.9: Virtuálna realita, rukavice [25]

Sú vstupným zariadením pre interakciu človeka s počítačom alebo s VR. Rôzne technológie snímačov (*magnetometer alebo akcelerometer*) pripojených na rukaviciach sa používajú na zachytenie fyzikálnych dát, ako je ohýbanie prstov, poloha a otáčanie ruky. Tieto pohyby sú potom spracovávané softvérom, ktorý komunikuje s rukavicami, takže hocijaký vykonaný pohyb môže znamenať ľubovoľný počet úkonov, ktoré musí softvér zaznamenávať. Vďaka čomu je možné rôzne gestá zaznamenávať do užitočných informácií, ako je napríklad rozpoznávanie znakovkej reči alebo iné symbolické funkcie. Drahšie, high-end rukavice môžu tiež poskytovať silovú spätnú väzbu. To umožňuje použitie rukavíc aj ako výstupné zariadenie.

3.5.1 Delenie rukavíc

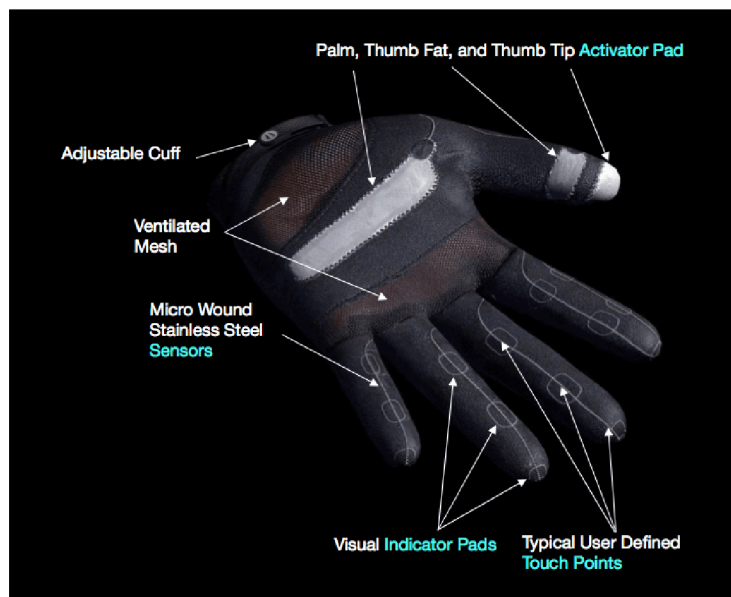
Rukavice je možné rozdeliť podľa trakcie pohybu do dvoch základných kategórií, rukavice bez trakcie pohybu a rukavice s trakciou pohybu. Sledovanie polohy ruky je žiadaným prvkom interakcie s VR, čo umožňuje užívateľovi ju lepšie pochopiť a vnímať.

Rukavice bez trakcie pohybu

Rukavice bez trakcie pohybu sú vstupným zariadením navrhnutým tak, aby rozšírili funkcie klávesnice. Toto riešenie často využívajú hráči počítačových hier, pretože tak

3. SPÔSOBY INTERAKCIE S VIRTUÁLNOU REALITOU

dokážu využiť citlivosť a rýchle reakcie trénovaných rúk. Tieto rukavice sú kompatibilné so všetkými žánrami počítačových hier. Jednými z takýchto rukavíc sú The Peregrine (obr. 3.10), ktoré majú na sebe 18 styčných bodov a 3 aktivačné podložky, ktoré poskytujú viac ako 30 okamžite prístupných funkcií. [19] Fungujú na princípe dotyku prstov alebo dlane, čím sa ovládajú jednotlivé funkcie prednastavené užívateľom, pričom sa užívateľ nemusí naďalej pozerieť po klávesnici a hľadať jednotlivé tlačidlá, keďže práca s rukami je intuitívnejšia a mnohonásobne rýchlejšia ako používanie klávesnice.



Obr. 3.10: Rukavice Peregrine [19]

Peregrine využívajú štandardné ovládače klávesnice, takže fungujú so všetkými aplikáciami, ktoré tieto ovládače podporujú. Sú vyrobené z odolných materiálov, pružných snímačov a majú magneticky odnímateľný konektor USB.

Sú ľahké a dobre vetrané, čo im umožňuje hodiny pohodlného používania bez potenia rúk. S neobmedzenou schopnosťou prispôsobiť rukavice pre každú hru alebo aplikáciu sa stávajú univerzálnou pomôckou vďaka kompatibilitate štandardných ovládačov klávesnice.

Rukavice s trakciou pohybu

Posledným vyvinutým zariadením je dotykový/polohový snímač. S použitím rukavice a polohového snímača počítač lokalizuje polohu ruky a pohyby prstov. Užívateľ tak môže siahnuť do virtuálneho sveta a držať predmety, ale nemôže ich cítiť, pretože je ťažké generovať vnemy, ktoré človek cíti keď sa dotkne rôznych povrchov. Existujú rukavice, ktoré obsahujú motorčeky a tiahla, čím vytvárajú odpor voči užívateľovej ruke a simulujú dotyk virtuálneho objektu. Tento princíp sa nazýva silová spätná väzba (z angl. *force feedback*).

Rukavica CyberGlove II (obr. 3.11) je jedným zo zariadení s trakciou pohybu ruky a prstov. Je vybavená 18. senzormi, ktoré zaznamenávajú pohyb prstov a ruky. Využíva presnú a citlivú technológiu snímania pohybu ruky v reálnom priestore a prenáša ich do virtuálneho priestoru. Rukavica má uplatnenie v širokej škále reálnych aplikácií ako sú digitálne projektovanie, virtuálna realita v biomechanike, animáciách a hrách.

3.5. RUKAVICE

Dátová rukavica CyberGlove II je skonštruovaná z naťahovateľných tkanín pre pohodlie a mriežkou pre dlaň kvôli ventilácii. CyberGlove II takisto zahŕňajú otvory pre prsty, ktoré umožňujú užívateľovi ľahko písať a chytať predmety. [3]



Obr. 3.11: Rukavice Cyber Glove II s force feedbackom [26]

3.5.2 Rukavice v praxi

Aplikácia rukavíc

Ako bolo spomínané v predchádzajúcich kapitolách, rukavice majú obrovský význam vo viacerých odvetviach za účelom vzdelávania, tréningu či potešenia z VR. Čím ďalej tým viac sú práve rukavice populárnejšie, pretože nahrádzajú ovládače, prípadne iné zariadenia, s ktorými musí človek manipulovať. Tým, že človek používa vlastné ruky na interakciu s VR má jednak reálnejší pocit z VR ale na druhú stranu aj lepšiu a presnejšiu predstavu, v prípade modelovej situácie ako napr. tréning alebo riešenie daného problému, o tom ako by dané dianie prebiehalo v reálnom svete.

Rukavice v armáde

Technológia VR bola prevzatá armádou a v súčasnosti je používaná pre tréningové účely. To je obzvlášť užitočné pre výcvik vojakov na bojové situácie alebo iné nebezpečné prostredia, kde sa musia naučiť, ako reagovať zodpovedajúcim spôsobom. Simulácia VR umožňuje, aby sa tak naučili bez nutnosti vystavovania sa rizikám reálneho prostredia. Konkrétne scenáre môžu opakovať viackrát, napríklad stretnutie s nepriateľom v teréne, v ktorom dochádza k nebezpečnej situácii, ale bez rizík skutočného sveta. Tento spôsob tréningu sa ukázal ako najbezpečnejšia a najmenej nákladná metóda prípravy vojakov na boj v teréne ako tradičné tréningy.

Dátové rukavice sú neoddeliteľnou súčasťou výstroja vojaka na tréning, ktoré mu umožňujú interagovať s VR. Rukavice nahrádzajú reálne zbrane, prípadne umožňujú vojakom vykonávať úkony nutné pri rôznych situáciách v boji ako napr. hod granátom, manipulácia s nožom, hýbanie predmetmi a iné.

3. SPÔSOBY INTERAKCIE S VIRTUÁLNOU REALITOU

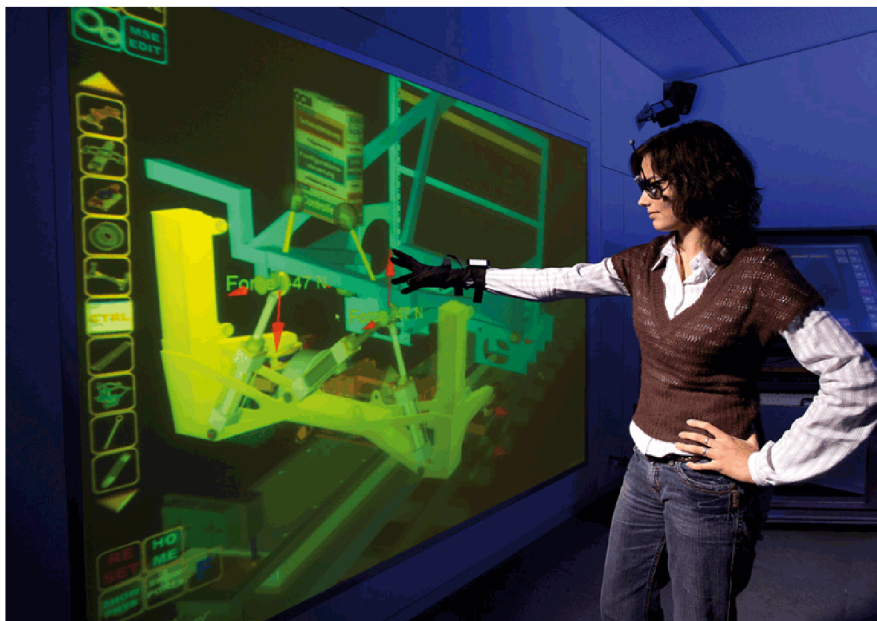


Obr. 3.12: Tréning vojakov na modelovú situáciu [27]

Rukavice v strojárstve

Technológie napredujú a kladie sa obrovský dôraz na kvalitu, rýchlosť realizácie ale hlavne na cenu. A preto sa pomaly prechádza na nový spôsob prototypovania. Dátové rukavice umožňujú inžinierom kontrolovať, manipulovať, ba dokonca vyrábať dané súčiastky bez nutnosti ich reálnej výroby.

Ideálnym príkladom je montážny stojan v sériovej alebo malej výrobe, kde je nutné zabezpečiť všetky náležitosti bezpečnosti, ako aj pohodlie pracovníka pri danom stojane. S rukavicami je možné si pri modelovom prostredí a virtuálnom stojane vyskúšať, či spĺňa všetky požiadavky, napríklad dosah pracovníka na jednotlivé prvky stojanu, manipuláciu okolo neho, prípadne vplyv na jeho pohodlie a zdravie.



Obr. 3.13: Aplikácia rukavice v strojárstve [15]

Tieto rukavice sú výborným nástrojom aj pre modelárov, ktorí jednoduchými gestami dokážu navrhovať a vytvárať 3D modely.

3.5. RUKAVICE

Dátové rukavice sa taktiež využívajú ako ovládače pre robotické mechanizmy. Rukavice sú výborným nástrojom na riadenie robotickej ruky na diaľku, v situáciách kedy je nutný zákrok človeka bez možnosti byť na danom mieste prítomný. Využívajú sa pri operáciách na diaľku, pričom chirurg manipuluje s robotickou rukou prostredníctvom rukavice sledujúci celé dianie na obrazovke svojho monitora.



Obr. 3.14: Pohľad na chirurga operujúceho na diaľku [6]

Vplyv na celkovú VR

Bez rukavíc by interakcia s VR nenadobúdala takých rozmerov ako je žiadané a užívateľ by nemal reálny pocit bytia súčasťou VR. Dátové rukavice sú vstupným zariadením, ktoré umožňujú užívateľovi využiť jeho najpoužívanejšie časti tela, ruky, na interakciu s VR, čo ich robí zaujímavým a kľúčovým elementom súboru zariadení komunikujúcich s VR.

4 Rozbor návrhu na rukavice s hmatovou odozvou

V predchádzajúcej kapitole boli rozpísané typy dnes používaných rukavíc, ktorým ale chýba elementárna súčasť ľudského zmyslu, a to hmat. Oblasť zapojenia hmatového vnemu do VR je veľmi žiadaná v prípadoch kolíznych situácií. Takto vytvorený ovládací prvok umožní užívateľovi lepšie odhaľovať chyby v prototypovej časti konštrukčných úloh, ako aj priblíži dianie vo VR viac ku realite. Sídлом hmatového vnemu je koža, v ktorej sú umiestnené zhluky zmyslových buniek citlivých na vnímanie dotyku a tlaku. Práve preto je potrebné aby rukavica vyvíjala pri styku s virtuálnym objektom tlak na jednotlivé časti ruky a tak simulovala pocit dotyku.

Najjednoduchším spôsobom akým je možné docieľiť vyvíjaný tlak na prsty či dlaň je využitím vzduchu a vzduchových vankúšikov, ktoré sa pri styku s objektom v adekvátnom objeme nafúknu, čím vytvoria požadovaný efekt dotyku. Vzduch je možné jednoducho distribuovať do jednotlivých vankúšikov pomocou kompresoru umiestneného buď na tele užívateľa alebo mimo neho. Kompresor je riadený komerčným systémom Arduino¹, ktorý je jednoducho programovateľný a nastaviteľný podľa potrieb aplikácie.

4.1 Princíp fungovania

4.1.1 Hmat

Hmat je jedným z piatich ľudských zmyslov. Pomocou receptorov v koži umožňuje získavať informácie z bezprostredného okolia o tlaku, bolesti, chladu, tepla, vpichu, vibráciách a podobne, a to vďaka hmatovým receptorom, ktoré predávajú správy mozgu. Pri vnímaní dotyku a tlaku vzniká komplexný hmatový vnem. Hmatom môžeme rozpoznať kvalitu povrchu, veľkosť, tvar, konzistenciu a smer pohybu predmetu. Zo všetkých zmyslov človeka je hmat tým najlepšie vybaveným k chápaniu a poznávaniu vonkajšieho sveta.

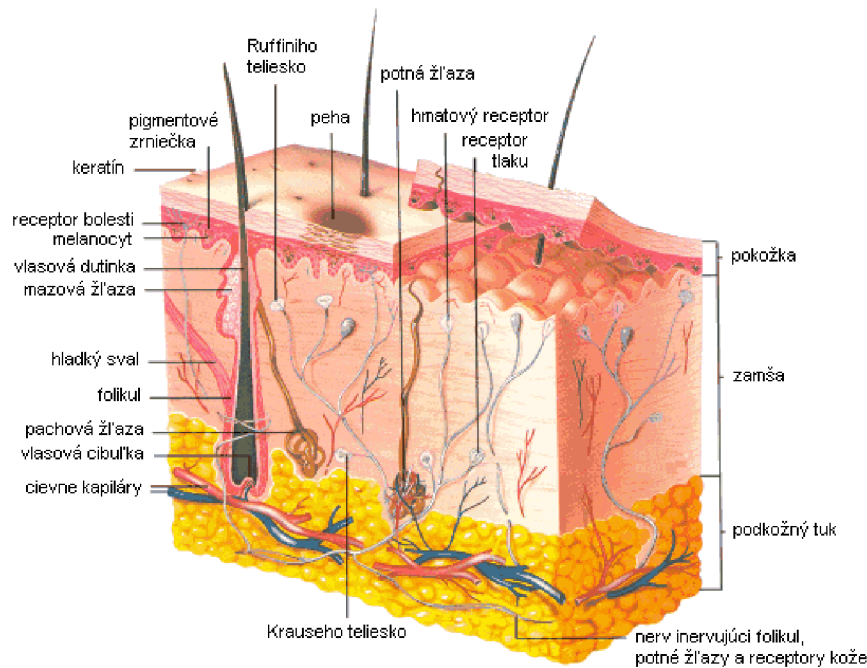
Na rozdiel od ostatných zmyslov, ktoré sú vždy sústredené v jednom orgáne, v ušiach, v očiach, v nose alebo v ústach, hmatové receptory sú rozmiestnené po celom tele. Zatiaľ čo ostatné zmysly reagujú len na jeden typ podnetov, hmat je citlivý aj na teplotu a bolesť. Hmat možno najlepšie chápať ako súhrn niekoľkých zmyslov, ktoré majú špeciálne receptory a nervové zakončenia v koži, svaloch a inde. Tie potom spracovávajú množstvo podnetov a odosielať ich do mozgu. [11]

Vďaka hmatu cítime dotyk aj bez pohľadu na predmet, môžeme odhadnúť tvar objektov a posúdiť ich váhu, poznať, či je niečo tvrdé alebo mäkké, teplé, studené, alebo či spôsobuje bolesť.

Hmatové receptory predávajú signál cez miechu do hmatového centra v mozgovej kôre. Najcitlivejšie oblasti sú končeky prstov a jazyk. Najmenej citlivý je chrbát. Presnosť a rozsah citlivosti dotyku sa dá vyjadriť minimálnou vzdialenosťou, kedy sme schopní rozlíšiť 2 dotyky. Napr. jazyk – 0,3 cm, dlaň – 1 cm, vrch ruky – 2,5 cm, chrbát – 4 cm. [18]

¹Arduino je open-source platforma založená na mikrokontroléri ATmega od firmy Atmel a grafickom vývojovom prostredí, ktoré vychádza z prostredia Wiring.

4.1. PRINCÍP FUNGOVANIA



Obr. Štruktúra kože

Obr. 4.1: Zloženie a štruktúra kože [8]

4.1.2 Vzduch ako zdroj pocitu dotyku

Vzduch je zmes plynov tvoriaci plynný obal Zeme, tzv. atmosféru, siahajúcu až do výšky 100 km. Ten má vplyv na všetky chemické transformácie v prírode alebo neživej prírode, ako aj v živých organizmoch. Prakticky by všetky živé organizmy, bez kyslíka z atmosféry nemohli existovať. Vzduch má i svoje dôležité fyzikálno-chemické vlastnosti, najmä pre dopravu vody alebo inak kolobeh vody v atmosfére. Okrem toho tepelná kapacita vzduchu udržiava na Zemi teplotu prijateľnú pre život.

Priemerný atmosférický tlak na hladine mora je definovaný medzinárodným štandardom atmosféry ako 101325 Pa (760,00 Torr). Označuje sa ako jednotka štandardnej atmosféry (ATM). [20] Celková atmosférická hmotnosť je $5,1480 \times 10^{18}$ kg. [9]

Atmosférický tlak je celková hmotnosť vzduchu na jednotku plochy v mieste, kde sa meria tlak. Preto sa tlak vzduchu mení s umiestnením a počasím.

V priemysle sa používa stlačený vzduch najmä pre prenos energie pre pneumatické stroje a zariadenia. Vzduch je obvykle stláčaný kompresorom a následne dopravovaný do daného zariadenia. Stlačený vzduch vytvára v nádobe, v ktorej je uchovávaný pretlak, ktorý môžeme využiť na simuláciu dotyku pri interakcii s VR.

4.1.3 Nafukovacie vankúšiky

Nafukovacie vankúšiky sú vzduchové puzdrá, umiestnené na spodnej časti rukavice vo vnútornej časti v kapsách, tak aby pokryli najvyužívanejšie plochy ruky pri styku s objektom. Na obr. 4.4 vľavo je zobrazené rozmiestnenie jednotlivých vankúšikov. Sú to vzduchové kapsule, ktoré sa pri interakcii s virtuálnym objektom nafukujú adekvátnym objemom, pričom vyvíjajú požadovaný tlak na jednotlivé časti ruky, tak aby mal užívateľ pocit dotyku daného objektu (obr. 4.4 vpravo).

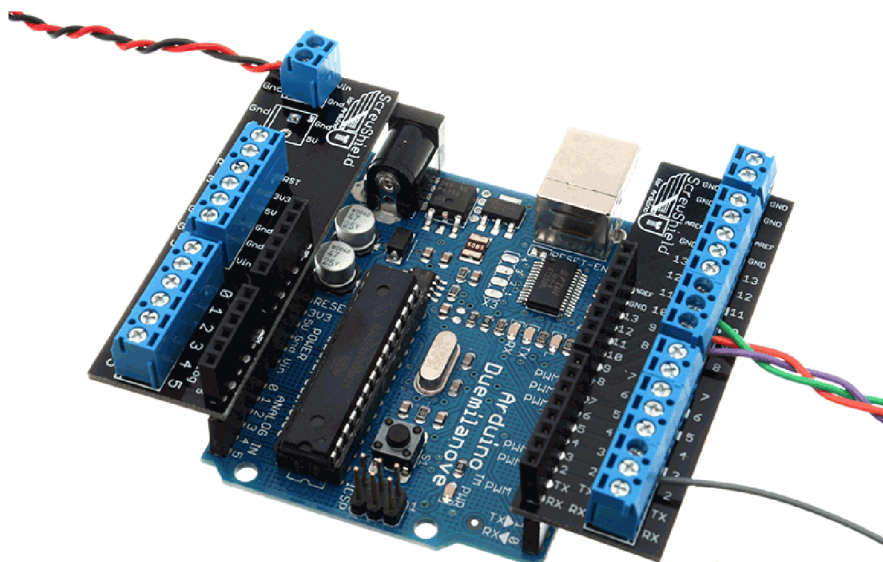
4. ROZBOR NÁVRHU NA RUKAVICE S HMATOVOU ODOZVOU

Distribúcia vzduchu do jednotlivých vankúšikov bude vykonávaná prostredníctvom jedného kompresora, riadeného komerčným systémom Arduino, prípadne iným programovateľným a dostupným zariadením schopným komunikovať s periférnym zariadením, systémom flexibilných hadičiek prilepených k vankúšikom a nastavovateľných klapiek, takisto komunikujúcich s riadiacou jednotkou.

Takýto systém distribúcie vzduchu je nie len veľmi efektívny a rozmerovo šetrný pre nosenie v puzdre, buď na ruke, alebo pripevnený na tele, ale zároveň finančne priaznivý, vzhľadom na lacné komponenty.

4.1.4 Synchronizácia so softvérom

Celý systém bude poháňaný riadiacou jednotkou, ktorá komunikuje ako s rukavicami, tak s počítačom. Nastavenia riadiacej jednotky na ovládanie kompresoru a jednotlivých klapiek je pomerne jednoduchá záležitosť, ktorá zahŕňa alokáciu jednotlivých prvkov, neskôr riadenú ovládačmi nainštalovanými v počítači na komunikáciu s riadiacou jednotkou.



Obr. 4.2: Riadiaca jednotka Arduino [30]

Rýchlosť nervových impulzov je maximálne 430 km/h, čo je v prepočte 120 m/s. [16] Pri vzdialenosti ruky od mozgu, podľa svetového priemeru, priemerne vysokého a zdravého človeka je dĺžka od ruky po rameno 0.64 m plus približná vzdialenosť od ramena ku mozgu 0.36 m, musí nervový impulz prejsť vzdialenosť tam aj naspäť, čiže 2 m. Pri rýchlosti 120 m/s a pri zanedbaní doby spracovania a vyhodnotenia impulzu v mozgu je doba, za ktorú prejde danú vzdialenosť, rovná približne 17 ms.

Naším cieľom je dosiahnuť čo najnižšiu možnú odozvu, pozorovateľná odozva je nad 50-60 ms, s ktorou bude kompresor vzduchové vankúšiky nafukovať, čo je možné dosiahnuť správne naprogramovanými ovládačmi a vyladenou riadiacou jednotkou.

Naprogramovanie ovládačov je pomerne komplexná záležitosť, ku ktorej sú potrebné skúsenosti a znalosti programátora, čím sa značne zvýši cena vývoju rukavíc.

4.2. TRAKCIA RUKAVÍC

4.2 Trakcia rukavíc

Na začiatku vývoja budú rukavice vybavené reflexnými prvkami, rovnako ako pri ovládacom prvku Flystick. Ich poloha bude sledovaná za pomoci infračervených kamier. Takýto spôsob trakcie bude spravený kvôli jednoduchosti realizácie, pretože hlavným účelom vývoja je otestovať funkčnosť systému nafukovania vankúšikov a ich vplyv na reálny pocit človeka pri interakcii s VR.

V neskorších fázach práce na rukaviciach budú použité polohové snímače a senzory pohybu prstov podobne ako pri rukaviciach CyberGlove II pre autentickosť pri používaní.

4.3 Materiály

Aby vzduchové vankúšiky plnili svoju úlohu, musia mať z jednej strany pevný podklad, aby sa tlak vo vankúšikoch preniesol na prsty alebo ruku užívateľa. Práve preto je jedným z ideálnych materiálov koža, ktorá má výborné vlastnosti ako pevnosť, odolnosť voči opotrebovaniu a pružnosť pre pocit pohodlia. Kvôli cene by sa spočiatku vyrobila rukavica zo syntetickej kože, ktorá má veľmi podobné vlastnosti, pretože jej cena je polovičná oproti pravej koži.



Obr. 4.3: Kožené rukavice [1]

Vzduchové vankúšiky musia mať elastické vlastnosti, aby bolo možné ich objem zväčšovať a tým klásť odpor voči častiam ruky. Ideálnym materiálom je elastomér, ktorý sa po podstatnej deformácii malým napätím a následným uvoľnením vracia pri pokojovej teplote k pôvodným rozmerom a do pôvodného stavu.

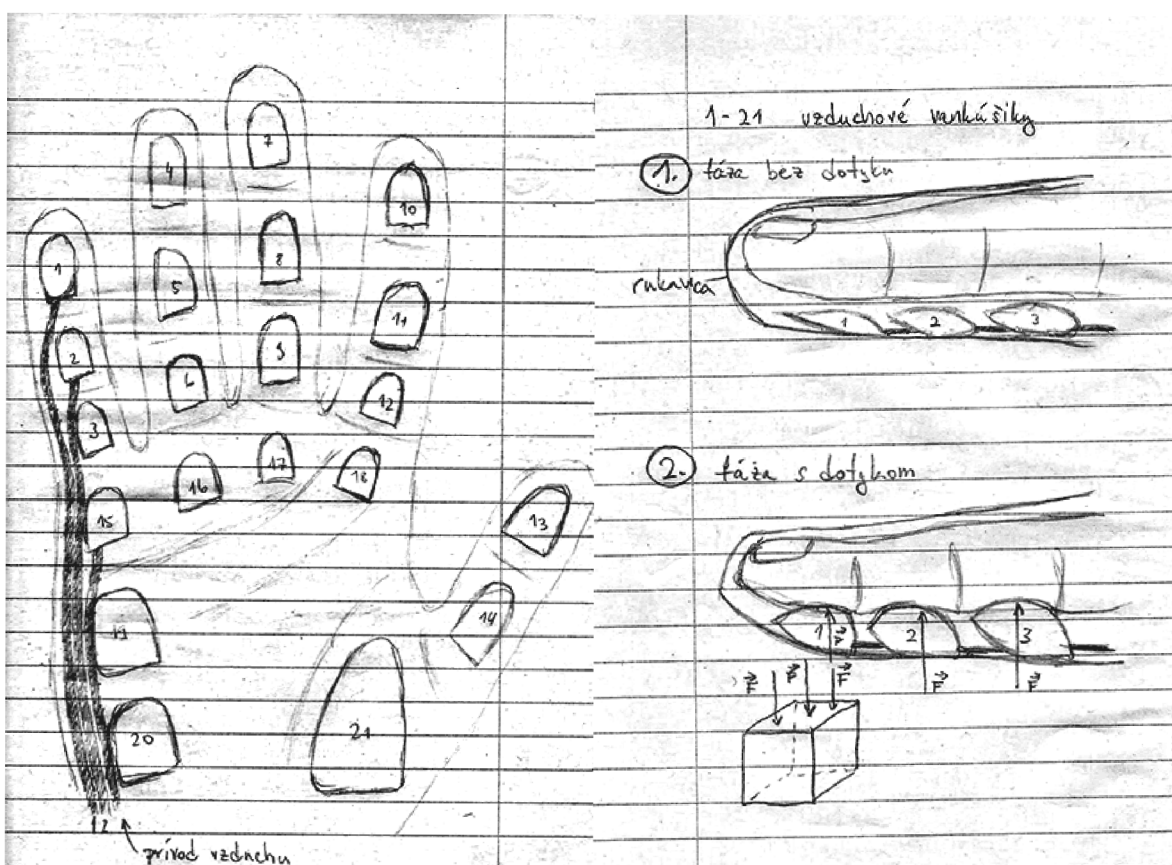
Hadičky distribuujúce vzduch do jednotlivých vankúšikov sú spotrebným materiálom dostupným v rôznych veľkostiach. Pre naše účely budú použité hadičky o vonkajšom priemere 3,175 mm a vnútornom priemere 1,588 mm, vyrobené z plastických materiálov. Tieto hadičky vydržia tlak o veľkosti 380 kPa.

4.4 Koncept návrhu rukavíc

Rukavica obsahuje 21 vzduchových vankúšikov, ktoré pokrývajú najčastejšie používané plochy ruky. Tieto vankúšiky sú pevne uložené vo vyšitých puzdrách z vnútornej strany rukavice, ktoré ich držia na svojom mieste.

Systém hadičiek je rozdelený na 6 sektorov, a to po prstoch a dlane. Hadičky sú v mieste vankúšiku vyvedené z rukavice von, aby sa zamedzilo ich zalomeniu, čo by mohlo spôsobiť prerušenie dodávky vzduchu. Hadičky sú napojené na systém klapiek a ventilov, uložených spolu s kompresorom a riadiacou jednotkou v skrinke na ramene užívateľa, prípadne pripnuté okolo jeho pása.

Na každú hadičku pripadá jedna klapka a ventil, ktoré sú riadené riadiacou jednotkou. Pri kontakte prstu či ruky s virtuálnym objektom sa požadované klapky otvoria, čím umožnia prúdeniu vzduchu do vankúšiku. Ventil zabezpečuje kontrolu tlaku vo vankúšiku a jeho vypustenie.



Obr. 4.4: Schéma, vľavo rozmiestnenie vzduchových vankúšikov, vpravo princíp nafukovania

4.5 Výhody a nevýhody

Výhody tohto konceptu sú v jeho využiteľnosti v praxi. Pocit dotyku pri interakcii s VR ju prinesie na ďalšiu úroveň, čím sa otvorí brána nových možností. Umožní návrhárom a konštruktérom odhaľovať chyby a problémy pri riešení modelovej situácie, hráčom pridá reálnejší pocit z hrania hier, armádne zložky budú môcť zahrnúť do tréningov aj situácie, pri ktorých je ľudský zmysel, hmat, nutnosťou a iné.

Nevýhoda tohto konceptu spočíva v jeho princípe fungovania. Rukavice využívajú vzduchové vankúšiky, ktoré simulujú pocit dotyku, ale vzhľadom na ich veľkosť a štruktúrované umiestnenie je tento pocit iba lokálny. Nie je pokrytá celá časť ruky, čo robí tieto rukavice nie úplne autentickými. Ďalšou nevýhodou je práve dotyk, ktorý užívateľ pociťuje. Tento princíp nezahrňuje pocit drsnosti, vpichu, tepla či chladu a bolesti.

5 Záver

Cieľom práce je priblíženie činnosti v oblasti ovládania virtuálnej reality, ako aj jej využitie v praxi, pri rôznych kolíznych situáciách, za účelom vzdelávania, tréningu armádnych jednotiek alebo jednoducho pre potešenie.

Na základe rešeršnej časti práce bol čitateľ oboznámený s virtuálnou realitou a so základnými ovládacími zariadeniami, ktoré sňou interagujú, a ich základnými princípmi fungovania, prípadne o ich účeloch využitia. V jednotlivých podkapitolách boli priblížené konkrétne ovládacie zariadenia.

Výsledkom bakalárskej práce je koncepčný návrh rukavíc, ktoré majú byť prínosom do sveta virtuálnej reality. Súčasťou návrhu rukavíc je vysvetlenie základného ľudského zmyslu, ktorý je cieľom zapojenia do virtuálnej reality. Ďalej je rozpísaná funkcia rukavíc a ich princíp fungovania a prínosu pre svet virtuálnej reality. Návrh systému klapiek a ventilov, naprogramovanie riadiacej jednotky a ovládačov pre komunikáciu rukavice s počítačom nie sú súčasťou tejto práce kvôli komplexnosti riešenia.

Verím, že tento návrh má vo svete technológií obrovský význam a budem sa môcť na jeho rozvíjaní v budúcnosti podieľať, prípadne pokračovať vo vytvorení prototypu rukavíc na diplomovú prácu.

Literatúra

- [1] BTG425 – Adult Batting Glove. *Http://www.thorosports.com/* [online]. 2004 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.thorosports.com/accessories.html>
- [2] *Cyber Glove Systems* [online]. 2010 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://cyberglovesystems.com/>
- [3] CyberGlove® II Wireless Data Glove. *Http://www.metamotion.com/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.metamotion.com/hardware/motion-capture-hardware-gloves-Cybergloves.htm>
- [4] Ford tendrá la primera fábrica en 3D. *Http://www.hoymotor.com/* [online]. 2012 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.hoymotor.com/ford-tendra-la-primera-fabrica-en-3d/>
- [5] Google Glass users complain of headaches. *Http://techno.bigmir.net/* [online]. 2014 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://techno.bigmir.net/technology/1572799-Pol-zo-vateli-Google-Glass-zhalujutsja-na-golovnye-boli>
- [6] Haptic gloves. *Http://pop.h-cdn.co/* [online]. 2014 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: http://pop.h-cdn.co/assets/cm/15/06/480x240/54cfb9adb7900-_haptics-lede-b-0408.jpg
- [7] Head-mounted Displays. *Http://electronics.howstuffworks.com/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/VR-gear1.htm>
- [8] Hmat. *Http://www.smysly.wz.cz/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.smysly.wz.cz/hmat.html>
- [9] Hmotnost atmosféry. *Http://www.cojeco.cz/* [online]. 2000 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&s_lang=2&id_desc=33934
- [10] Keyboards powerful PC 2013, keyboards for iPad and Touch Lalai magnificence 2014. *Http://forum.el-wlid.com/* [online]. 2013 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://forum.el-wlid.com/t476705.html>
- [11] LEKCE 20: HMAT. *Http://www.vedanasbavi.cz/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.vedanasbavi.cz/orisek-hmat>
- [12] Lip Reading, 3D Desktops, And NUI: Microsoft Plans To Reinvent User Interaction. *Http://techcrunch.com/* [online]. 2012 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://techcrunch.com/2012/02/06/lip-reading-3d-desktops-and-nui-microsoft-plans-to-reinvent-user-interaction/>
- [13] Logitech Driving Force GT Gran Turismo. *Https://www.alza.sk/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <https://www.alza.sk/logitech-driving-force-gt-gran-turismo-d430325.htm>
- [14] Pipes. *Http://www.pipelife.co.uk/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: http://www.pipelife.co.uk/uk/product_overview/product_overview.php

- [15] REALIDAD VIRTUAL. *Http://tutugomezgarcia.blogspot.cz/* [online]. 2011 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://tutugomezgarcia.blogspot.cz/2011/03/realidad-virtual.html>
- [16] BURÁN, Tomáš. Relativnosť súčasnosti. *Http://www.kzamysleni.cz/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.kzamysleni.cz/relativnost-sucasnosti/>
- [17] Rulre brooch Korea, July 10 days from product launches new 3D printer at COEX. *Http://www.kbench.com/* [online]. 2013 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.kbench.com/?q=node/120656>
- [18] MODRÁ, Jana. Smysly. In: *Http://janamodra.cz/* [online]. 2010 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: http://janamodra.cz/tul/BIDM_smysly.pdf
- [19] The Peregrine. *Http://theperegrine.com* [online]. 2013 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://theperegrine.com/product/>
- [20] Tlak vzduchu. *Http://www.kstst.sk/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.kstst.sk/pages/vht/meteo/tlak.htm>
- [21] *Virtual Realities* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.vrealities.com/>
- [22] Virtual reality. *Http://en.wikipedia.org/* [online]. 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality
- [23] Virtual Reality and Special Needs: Virtually Endless Possibilities. *Http://www.shapeofbehavior.com/* [online]. 2014 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.shapeofbehavior.com/blog/virtual-reality-and-special-needs-virtually-endless-possibilities.html>
- [24] Virtual-Reality-Labor an der FH: Unterwegs im digitalen Raum. *Http://www.mainpost.de/* [online]. 2013 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.mainpost.de/regional/schweinfurt/Virtual-Reality-Labor-an-der-FH-Unterwegs-im-digitalen-Raum;art742,7305868>
- [25] Virtually Reality: Real Futuristic Tools for Virtual Worlds. *Http://weburbanist.com/* [online]. 2010 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://weburbanist.com/2010/03/30/virtual-reality-futuristic-tools-for-virtual-worlds/>
- [26] Virtuálna realita. *Http://www.pwsz.konin.edu.pl/* [online]. 2011 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.pwsz.konin.edu.pl/pl/482/563/wirtualna-rzeczywistosc>
- [27] Visualizing War: Virtual Reality, Simulations, and Physical Battlefields. *Http://www.incendiarytraces.org/* [online]. 2014 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.incendiarytraces.org/articles/2014/9/22/visualizing-war-virtual-reality-simulations-and-physical-battlefields>
- [28] Weird graphic glitches. *Http://community.us.playstation.com/* [online]. 2010 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://community.us.playstation.com/t5/inFAMOUS-Series/Weird-graphic-glitches/td-p/20955962>

LITERATÚRA

- [29] What is Virtual Reality? *Http://www.vrs.org.uk/* [online]. 2009 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>
- [30] Wingshield on Arduino. *http://en.wikipedia.org/* [online]. 2009 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

6 Zoznam použitých skratiek a symbolov

2D	je skratka výrazu dvojdimenzionálny a označuje priestor, ktorý je možné popísať dvoma rozmermi
3D	je skratka výrazu trojdimenzionálny a označuje priestor, ktorý je možné popísať tromi rozmermi
ATM	Atmosféra je zastaraná jednotka tlaku, $1 \text{ ATM} = 101325 \text{ Pa}$
CAD	Computer-aided design je počítačom podporovaný návrh súčiastky alebo počítačová podpora tvorby konštrukčnej dokumentácie
CGI	Computer-generated imagery je použitie počítačovo vytvorenej grafiky v médiách, filmoch, umení a iné
CRT	Obrazovka alebo (zobrazovacia) katódová trubica (angl. CRT - Cathode Ray Tube) je vákuová elektrónka, ktorá premieňa elektrický signál na viditeľný obraz
HMD	Head-mounted display je zobrazovacie zariadenie, ktoré sa nosí na hlave, alebo ako súčasť prilby
LCD	Displej s kvapalnými kryštálmi alebo displej z tekutých kryštálov, (angl. liquid crystal display, skrátene LCD) je tenké a ploché zobrazovacie zariadenie skladajúce sa z veľkého počtu farebných alebo čiernobielych pixelov
LCos	Liquid Crystal on Silicon sú tekuté kryštály na kremíkovom čípe
OHMD	Optical head-mounted display je nositeľný displej, ktorý má schopnosť odrážať premietaný obraz a zároveň umožňuje užívateľovi vidieť skrz neho.
OLED	Organická svetlo-emitujúca dióda) elektroluminiscenčná dióda v ktorej na vyžarovanie svetla z elektroluminiscenčnej vrstvy sú použité organické látky
USB	Universal Serial Bus je štandard sériovej zbernice určenej najmä na pripojenie periférií k počítaču