VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ PRO KOMUNIKACI S DOMÁCÍM MOBILNÍM ROBOTEM

USER INTERFACE FOR COMMUNICATION WITH HOUSE MOBILE ROBOT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. NELA KAŠPAROVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. VÍTĚZSLAV BERAN, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2017

Vysoké učení technické v Brně - Fakulta informačních technologií

Ústav počítačové grafiky a multimédií Akademický rok 2016/2017

Zadání diplomové práce

Řešitel: **Kašparová Nela, Bc.**
Obor: Informační systémy
Téma: **Uživatelské rozhraní pro komunikaci s domácím mobilním robotem**
User Interface for Communication with House Mobile Robot
Kategorie: Uživatelská rozhraní

Pokyny:

1. Prostudujte postupy návrhu a testování uživatelských rozhraní a zkoumání uživatelských potřeb. Seznamte se s možnostmi a využitím nástroje ROS a vývojem aplikací pro platformu Android.
2. Navrhněte experiment, který prozkoumá vhodný způsob komunikace seniora s domácím mobilním robotem při hledání objektů na podlaze. Zaměřte se na komunikaci pomocí klíčových slov a zvuků.
3. Navrhněte a implementujte sadu SW nástrojů, které budou potřeba pro provádění experimentů v terénu. Dále připravte sady zvuků a testovacích scénářů.
4. Proveďte uživatelské testy a diskutujte použitelnost a uživatelskou zkušenost výsledného řešení.
5. Vytvořte plakát a krátké demonstrační video reprezentující Vaše řešení.

Literatura:

- B. Shneiderman, C. Plaisant. Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction, Addison-Wesley Computing, ISBN-10: 0-321-53735-1, 2009
- R. Hartson, P. Pyla. The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience, Morgan Kaufmann, ISBN-10: 0123852412, 2012
- Dále dle pokynu vedoucího.

Při obhajobě semestrální části projektu je požadováno:

- Body 1, 2, 3 a pilotní test v bodě 4.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování diplomové práce naleznete na adrese http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/

Technická zpráva diplomové práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap, které byly vyřešeny v rámci dřívějších projektů (30 až 40% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním nepřepisovatelném paměťovém médiu (CD-R, DVD-R, apod.), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Beran Vítězslav, Ing., Ph.D.**, UPGM FIT VUT
Datum zadání: 1. listopadu 2016
Datum odevzdání: 24. května 2017

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta informačních technologií
Ústav počítačové grafiky a multimédií
612 66 Brno, Božetěchova 2

doc. Dr. Ing. Jan Černocký
vedoucí ústavu

Abstrakt

Tato diplomová práce řeší návrh a testování komunikace mezi seniorem a jednoúčelovým robotem. Nejdříve je popsán návrh a architektura systému pro testování. Na devatenácti dotázaných byla ověřena srozumitelnost komunikace. V této práci jsou prezentovány i další názory týkající se použitelnosti nebo cenové dostupnosti automatizovaného zařízení určeného ke zvedání a podání předmětů ze země. Výsledky dotazníků a měření ukázaly, že práce s robotem je příjemná i srozumitelná. Dokonce i senior je schopen se po pár pokusech naučit s tímto zařízením efektivně komunikovat. Hlavním zjištěním je, že byť robot vydává neverbální zvuky, je snadné jej pochopit. Ani výběr zvukové sady nemá vliv na srozumitelnost komunikace.

Abstract

In this master thesis are presented design and testing processes of communication between elderly and single-purpose robot. At the beginning design and architecture of the system for testing are described. Communication understandability was checked in interviews with nineteen people. Other opinions on usability or affordability of automatic device, which is used for picking and lifting objects from the ground, are presented in this thesis. Results from questionnaires and measurements showed that working with the robot is pleasant and understandable. Even senior is able to learn effective communication with this device. The main finding is that even robot communicates through nonverbal sounds, is easy to understand it. Choosing of sound set has no influence on communication understandability.

Klíčová slova

návrh komunikace, testování komunikace, dorozumívání seniora a robota, neverbální zvuky, domácí roboti, testování prototypu, systém pro testování

Keywords

communication design, communication testing, elderly-robot understanding, nonverbal sounds, assistive robots, prototype testing, system for testing

Citace

KAŠPAROVÁ, Nela. *Uživatelské rozhraní pro komunikaci s domácím mobilním robotem.* Brno, 2017. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce Beran Vítězslav.

Uživatelské rozhraní pro komunikaci s domácím mobilním robotem

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením pana Ing. Vítězslava Berana, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

. . . . . .
Nela Kašparová
23. května 2017

Poděkování

Děkuji mému vedoucímu panu Ing. Vítězslavu Beranovi, Ph.D. za vedení, motivaci a velice přínosné nápady při realizaci tohoto projektu. Také děkuji všem účastníkům testování komunikace mezi seniorem a robotem. Díky patří i Domovu pro seniory Vychodilova, jehož vedení mi ochotně domluvilo schůzku s dobrovolníky z řad svých klientů.

Obsah

1 Úvod **3**

2 Existující domácí roboti, zvuky R2D2 a Wall-eho, ROS **4**
2.1 Rozdělení robotických zařízení pro domácnost 4
2.2 Hobbit – pečovatelský robot 5
2.3 Neverbální komunikace - R2D2 a Wall-E 7
2.4 ROS 8

3 Senioři a techniky testování prototypu **11**
3.1 Péče o seniory 11
3.2 Komunikace 12
3.3 Techniky testování prototypu 13

4 Návrh a příprava testování **16**
4.1 Analýza zadání 16
4.2 Primární uživatelé a případy použití 17
4.3 Návrh konečného automatu komunikace 19
4.4 Architektura systému pro testování komunikace s robotem 20
4.5 Návrh a implementace aplikace pro testování 22

5 Pilotní experiment a návrh nových scénářů testování **25**
5.1 Pilotní experiment 25
5.2 Průběh pilotního experimentu a výsledky 27
5.3 Zhodnocení pilotního experimentu 29

6 Návrh nových scénářů testování **30**
6.1 Co mě zajímá 30
6.2 Jak a co měřit 31

7 Průběh a rozbor testů **33**
7.1 Průběh testování 33
7.2 Výsledky testování 34

8 Závěr **41**

Přílohy **44**

A Obsah CD **45**

B Testovací scénáře a výsledky pilotního experimentu **46**
B.1 Scénář I 46
B.2 Scénář II 46
B.3 Scénář III 47
B.4 Dotazník s výsledky pilotního experimentu 48

C Upravené testovací scénáře s dotazníky **49**
C.1 Scénář I 49
C.2 Scénář II 49
C.3 Dotazník I s výsledky 51
C.4 Dotazník II s výsledky 52

Kapitola 1

Úvod

Cílem této práce je navrhnout a otestovat efektivní, příjemnou komunikaci seniora s domácím mobilním robotem. Efektivním dialogem je myšleno to, aby si obě komunikující strany vždy rozuměly. Uživatel by měl robotovi dávat takové povely, které povedou k vyřešení určitého problému a vždy má mít přehled o tom, co robot dělá, nebo co se chystá udělat. Komunikace má být pro uživatele natolik příjemná, aby měl chuť zařízení používat a dokonce v některých případech i překonal svou nelibost vůči moderním technologiím.

Automatizovaný pomocník má seniorovi v domácnosti především vyřešit potíže se zvedáním předmětů ze země. Díky mnohým zdravotním omezením, je tato aktivita pro některé seniory jen těžko zvladatelná. Jedná se o natolik užitečnou funkci, že díky soběstačnosti v této oblasti, může senior oddálit svůj odchod do pečovatelského domu. Omezení pohybu přitom nemusí být na první pohled zjevné. Často se týká i lidí, kteří prodělali nějakou mozkovou příhodu. Takovému člověku obzvláště dělá problémy zvednout předmět ze země, neboť při tomto úkonu ztrácí rovnováhu.

I přesto, že by tento mobilní domácí pomocník ulehčil mnohým lidem život, v tuto chvíli žádné podobné zařízení není na trhu dostupné. Většina robotů slouží buď k výzkumným účelům, nejsou do běžné domácnosti použitelní, nebo jsou finančně nedostupní.

Řešení navržené v této práci má být postavené na jednoduchosti jak konstrukčně, tak i co se týče ovládání. Hlasové pokyny jsou pro člověka nejpřirozenější formou komunikace. Proto je důležité zjistit, zda jde navrhnout i takový systém komunikace pro robota, tak aby systém komunikace byl efektivní a uživatelsky přívětivý. Z důvodu jednoduchého a cenově dostupného provedení je uvažována pouze neverbální komunikace ze strany automatizovaného zařízení k seniorovi.

Tato práce popisuje všechny aktivity, které bylo potřeba udělat pro návrh a testování komunikace mezi robotem a seniorem. Kapitola č. 2 shrnuje poznatky z oblasti konkurenčních řešení, zvuků R2D2 a Wall-eho, a testování prototypu. Kapitola č. 3 je zaměřena na primární uživatele výsledného systému – seniory. Na základě znalostí uvedených v předchozích kapitolách byl navržen systém pro testování, který je popsán v kapitole č. 4. Pilotní experiment, popsaný v kapitole č. 5, mi pomohl ujasnit si, jak a co dále testovat. Díky tomu jsem vytvořila nový návrh experimentu. Kapitola č. 7 shrnuje průběh testování a prezentuje výsledky. V závěrečné kapitole č. 8 jsou shrnuty provedené klíčové aktivity s výsledky celého procesu návrhu, přípravy, testování komunikace robot-senior.

Kapitola 2

Existující domácí roboti, zvuky R2D2 a Wall-eho, ROS

Tato kapitola se nejprve zabývá již vyvíjenými robotickými pomocníky, kteří jsou určeni především pro seniory. Popisuje rozdělení robotů do kategorií, pojednává o existujících zařízeních a shrnuje důležité poznatky z testování robotů. Testování je probráno z pohledu uživatelské spokojenosti a užitečnosti.

Projekt Hobbit [1] se nejvíce blíží vlastnostem, které by měl splňovat domácí mobilní pomocník pro seniory. Jedná se o nejpokročilejšího pomocníka do domácnosti pro seniory, ale jeho rozměry a robustnost nedovolují použití v běžném interiéru. Nicméně popis výzkumu a testování Hobbita může být inspirací při návrhu a testování komunikace.

R2D2 a Wall-e byli sice jen filmové postavičky, ale stali se velice populární i přesto, že se nevyjadřovali slovy. Studie jejich hlasů [2] může být inspirativní při návrhu komunikace automatizovaného mobilního pomocníka, který komunikuje pouze neverbálně.

Pro vytváření dálkového ovládání robota je nutné získat i poznatky z programování v operačním systému pro robotiku – ROS.

2.1 Rozdělení robotických zařízení pro domácnost

Výzkumů robotů určených do domácností pro seniory postupně přibývá – viz projekty KSERA, DOMEO, Cogniron, Companionable, SRS, Care-o-Bot, Accompany, HERB (reference na jednotlivé projekty lze nalézt v článku Fishingera aj. [1]). Fishinger aj. [1] dělí domácí robotické pomocníky do těchto kategorií:

- sociální roboti,
- roboti pomáhající s úkoly v domácnosti a
- teleprezenční roboti.

Sociální roboti pro seniory by měli vyřešit pocit osamělosti. Jedná se v podstatě o robotické domácí mazlíčky. Jedním z nejznámějších je Paro [3]. Jde o robotického tuleně. Pomáhá zlepšit psychologickou (relaxaci a motivaci), fyziologickou (zlepšení vitálních schopností) a sociální stránku života seniora. Paro je veřejně dostupný, ale co se týče pomoci s úkoly v domácnosti, nemá mnoho, co nabídnout.

Obrázek 2.1: Vlevo –Hobbit používaný pro testování s uživateli, vpravo – robot Hobbit v podobě finálního produktu. Převzato z [1].

Nejznámějším robotem schopným lépe **pomoci s úkoly v domácnosti** je Care-O-Bot [4]. Umí zvedat i přemisťovat předměty, detekovat nebezpečné situace (pád osoby) a přivolat pomoc. Zatím jde pouze o výzkumnou platformu, která je příliš drahá a není určena pro spotřebitelský trh.

Teleprezenční roboti jsou k tomu, aby co nejlépe zprostředkovali komunikaci mezi seniorem a zdravotníky, doktory, rodinou. Tyto systémy na trhu existují, ale kromě sociálního kontaktu neposkytují žádnou jinou podporu. Jibo [5] umí zavolat blízkým i lékaři. S uživatelem může přirozeně rozmlouvat, vyhledávat informace na internetu, pořizovat rodinné fotografie nebo vyprávět dětem pohádky. Patří tedy i do kategorie sociálních robotů.

I přes to, že se objevily projekty cílené na roboty pro seniory, většina návrhů zůstala pouze jako výzkumná platforma, tedy není možné takového robota pořídit do běžné domácnosti. Právě Hobbit vyvíjený Fishingerem a dalšími [1] je unikátní v tom, že je zaměřený na práci se seniory. Také má velice podobný účel, jako zařízení pro zvedání předmětů ze země [6], pro které je dále v této práci navrhnut systém komunikace.

2.2 Hobbit – pečovatelský robot

Autoři Hobbita [1] si kladli za cíl zkombinovat funkčnosti ze všech tří výše zmíněných kategorií. Chtěli vytvořit unikátní, přesto však cenově dostupný (předpokládaná cena byla okolo 14 000 Eur) produkt. Robot měl především dodávat starším lidem pocit bezpečí a vytvářet podporu pro jejich každodenní úkoly.

Hobbit umí zavolat rodině nebo ambulanci v případě nebezpečí. Po určité době neaktivity zkontroluje okolí, zda je senior v pořádku. Má systém prevence proti pádu – uklízí z podlahy překážející předměty. Také umí uživateli přinést předmět, který už zná. Je schopen naučit se poznat nové předměty. Díky tabletu umístěném ve střední části robota je možné hrát různé hry, telefonovat nebo procházet Internet. Nakolik jsou tyto funkčnosti skutečně vyvinuté a na kolik je bylo díky technice testování prototypu Wizard-of-Oz možno demonstrovat, nebylo přesně publikováno. Hobbita můžete vidět na obrázku č. 2.1.

Multimodální uživatelské rozhraní Hobbita se skládá z:

- grafického uživatelského rozhraní s dotykovou obrazovkou (tablet),
- automatického rozpoznávání řeči (ASR),
- převodníku textu na řeč (TTS) a
- systému pro rozpoznávání gest (GRI).

Komunikace vždy začíná tím, že uživatel přivolá Hobbita. To může udělat třemi způsoby – záleží na jeho vzdálenosti od robota:

- použitím bezdrátového tlačítka – senior je v jiné místnosti,
- zavoláním, nebo gestem – do vzdálenosti 2–3 m nebo
- prostřednictvím dotykové obrazovky – na délku paže.

Robot umí komunikovat 4 jazyky: Anglicky, Německy, Švédsky a Řecky. Systém rozpoznávání řeči funguje jen do určité vzdálenosti od uživatele. Výrazný pokles výkonu ASR v případě, že je mikrofon vzdálen od seniora více než 3 m může být způsoben rušivými zvuky v pozadí, ozvěnou a dozvuky, nebo jinými typy rušení – druh místnosti, špatné natočení hlavy uživatele.

Testování Hobbita s uživateli bylo zaměřeno na: použitelnost, akceptovatelnost, cenovou dostupnost. Na otázky, které testovaní dostali, odpovídali vždy na stupnici od 1 do 4 (1 – negativní, 4 – pozitivní). Testování bylo realizováno jak s primárními uživateli (PU – lidé ve věku 70 let žijící sami doma), tak i se sekundárními uživateli (SU – příbuzní a kamarádi primárních uživatelů). Testování se zúčastnilo 12 PU a 9 SU v Rakousku, 21 PU a 11 SU ve Švédsku a 16 PU a 15 SU v Řecku. S celkovým počtem 64 PU a 35 SU ze 4 zemí se jedná o velice rozsáhlé testování.

Při testování použitelnosti senioři dostali několik typů úkolů, které mají s pomocí robota splnit a poté odpovídali na otázky. Pro inspiraci uvedu příklady otázek.

Otázky týkající se použitelnosti:

- Jak snadné bylo splnit úkol?
- Jak intuitivně se Vám pracovalo s Hobbitem?
- Jaké bylo tempo plnění úkolu?

Na konci všech úkolů dostali seznam tvrzení, které opět hodnotili na stupnici 1–4 (1 – vůbec nesouhlasím, 4 – úplně souhlasím).

Výsledky ukázaly, že nejoblíbenější je komunikace s robotem pomocí hlasu (49 %). Ovládání prostřednictvím dotykové obrazovky zvolilo jako nejpříjemnější komunikaci 42,9 % respondentů. Nejméně oblíbená je tedy komunikace gesty, preferovalo ji jen 6,1 %.

Testování akceptovatelnosti bylo zaměřeno na zjištění, zda by uživatelé Hobbita opravdu přijali jako pomocníka v domácnosti. Jako nejužitečnější funkci primární uživatelé vyhodnotili zvedání malých předmětů ze země (49 %). Podávání objektů z vysokých poliček zvolilo jako nejpotřebnější funkci 32,7 % respondentů. Naproti tomu jen 53,1 % sekundárních uživatelů zvolilo jako nejpotřebnější funkci pro své blízké zvedání předmětů ze země. 57,2 % dotázaných si dokázalo představit mít Hobbita po delší dobu v domácnosti. 49 % robota shledalo užitečným pro svou domácnost, v této otázce však zároveň – 44,9 % bylo skeptických. I mezi těmi, kteří Hobbita shledali užitečným bylo mnoho těch, jenž se cítí dostatečně zdraví a aktivní natolik, že takové zařízení nepotřebují.

Cena Hobbita byla vyčíslena na 14 000 Eur. 34,7 % respondentů by si dokázalo představit koupit takového robota. O pronájem robota byl větší zájem. 77,6 % tázaných by bylo ochotných si Hobbita pronajmout.

Testování proběhlo opravdu podrobně, tedy na těchto výsledcích lze dále stavět. **Nejzásadnější myšlenky** z článku je možné vyjádřit v těchto bodech:

- Lidé nejraději komunikují s robotem hlasem, ale i ovládání přes dotykovou obrazovku je příjemné.
- Výkonnost systému pro rozpoznávání hlasu rapidně klesá se vzdáleností od mikrofonu a rušivými hluky v pozadí.
- Nejužitečnější funkce pomocníka v domácnosti je zvedání předmětů ze země.
- Sekundární uživatelé však považují pro své blízké za nejdůležitější funkci něco jiného (v článku není uvedeno, co to je, ale podle informací z knihy Nursing home care [7] usuzuji, že to budou systémy pro stav nouze – jako např. pád seniora).
- Klíčovou roli v pořízení robota hraje to, nakolik zdravý a soběstačný se člověk cítí. I když uživatel shledá pomocníka velice užitečným, je v otázce pořízení skeptický, pokud pořízení robota není pro jeho samostatnost velice důležité.
- Oblasti testování i samotné otázky mohou být inspirací při sestavování scénářů testování uživatelského rozhraní robota a vytváření dotazníků.

2.3 Neverbální komunikace - R2D2 a Wall-E

Komunikaci lze definovat jako výměnu zpráv mezi dvěma nebo více aktéry. Podle Verschueren a Ostmana [8] je neverbální komunikace výměna informací skrze nějaký kód, médium, nebo jakýkoli kanál kromě verbálního jazyka.

Mezi neverbální komunikaci se řadí i gesta, mimika obličeje. V této práci se však zabývám neverbální komunikací skrze zvuky. Ačkoli v průběhu dne člověk slyší spoustu různých signálů elektronických zařízení (kávovar, parkovací senzory, robotický vysavač, tiskárna, ...), jsou pro něj tak samozřejmé, že jim příliš nevěnuje pozornost. Na téma neverbálních zvuků není k dispozici mnoho publikací. V této oblasti může být velice přínosný článek Jeea, Jeonga aj. [2], kteří popisují, jak vytvářeli hlas robota pro výuku angličtiny, který však vydával zvuky (ne slova).

Protože současná představa robota vychází se science-fiction literatury, ve výše zmíněném článku, autoři analyzovali zvuky právě slavných filmových robotů R2D2 a Wall-Eho – z filmů Star Wars a Wall-E. Po této analýze vyrobili 7 melodií (5 pro výjádření záměrů a 2 pro vyjádření emocí) pro robota Silbota.

Analýza hlasu R2D2 a Wall-Eho může být nápomocná při objasnění toho, proč jsou právě tito roboti tak populární a jak by se měl vytvářet hlas robota.

Základem zvuků R2D2 je lidský hlas – Bena Burtta (tvůrce hlasu R2D2). Na tento základ byl aplikován analogový syntetizér a následně byl zvuk doplněn o efekty. K lidskému hlasu jsou nejblíže hlubší tóny. Hlas Wall-Eho vychází z mumlání mimina. Právě dětské mumlání dělá tuto postavičku tak populární. Když člověk slyší mumlání dítěte, i přesto, že nemluví, dospělý obvykle rozumím tomu, co dítě potřebuje. Podle výše zmíněných autorů, je právě základ v lidském hlase to, díky čemu se komunikace obou robotů divákům jeví jako přirozená forma vyjadřování.

Obrázek 2.2: Vlevo – R2D2, vpravo – Wall-E[1]

Oba roboti – viz obrázek č. 2.2 – mají malé tělíčko podobné dětskému, to jim také přidává na roztomilosti, která přispívá k jejich popularitě. Své emoce kromě zvuků vyjadřují i gesty. R2D2 je dává najevo pohyby hlavou, zatímco Wall-E je vyjadřuje pohyby očí.

Podle Jeeho, Jeonga a spol. [2] nejdůležitější věc, kterou měli na mysli, když tvořili zvuky nového robota byla, že jazyk by měl být univerzální. Z analýzy hlasů R2D2 a Wall-Eho zjistili, že intonace, poloha tónu a zabarvení jsou dominantní hudební prostředky pro vyjádření záměrů a emocí.

Zjistili také, že člověk je sice schopen slyšet zvuky v rozmezí od 20 Hz–2000 Hz, ale vhodné rozmezí pro hlas robota je 100–1500 Hz. V tomto rozsahu se pohybuje i normální lidská komunikace a lidé se cítí se pohodlně, pokud slyší zvuk v tomto rozmezí.

2.4 ROS

Následující informace o ROSu jsem čerpala z článku ROS: an open-source Robot Operating System [9]. Robot Operating System (ROS) je sada softwarových knihoven a nástrojů, které zjednodušují vytváření komplexních chování robota napříč různými robotickými platformami. ROS vznikl jako součást STAIR[10] projektu na Stanfordské univerzitě a Programu osobních robotů ve Willow Garage[11]. Cíle ROSu by mohly být shrnuty takto:

[1] Obrázek byl převzat z: http://eric8a.tumblr.com/post/111236966324

- peer to peer (každé zařízení je klient i server zároveň),
- vývoj založený na stavění samostatných nástrojů,
- multijazykové prostředí,
- štíhlé řešení a
- zdarma, open source řešení.

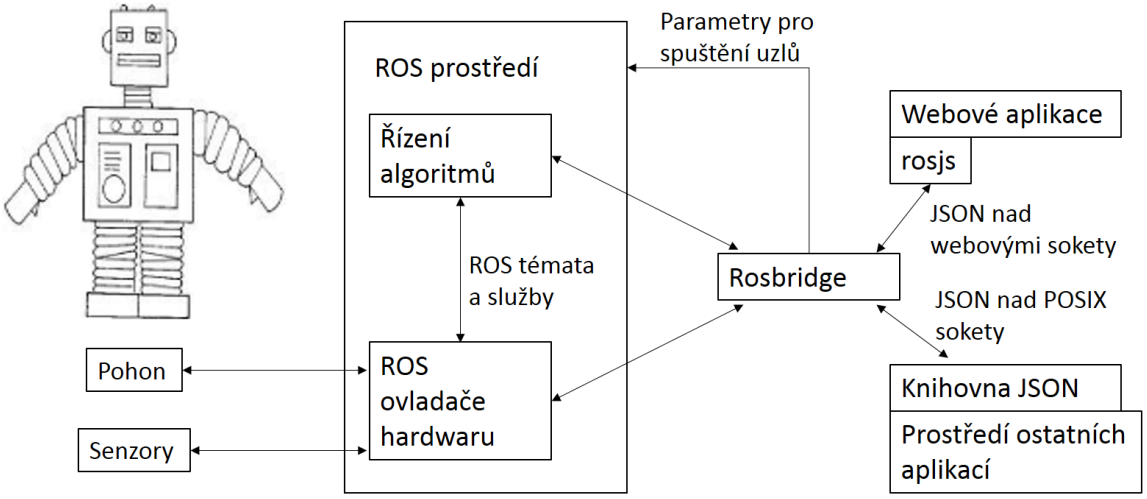
Základními jednotkami při práci v ROSu jsou uzly, zprávy, témata a služby.

Uzly jsou procesy, které provádějí výpočet. ROS je navrhnut tak, aby programy byly modulární a co nejlépe rozděleny do jednotlivých částí. Celý systém se potom typicky skládá z mnoha uzlů. Při návrhu se obvykle zakreslují do grafu, kde uzly jsou procesy a spojnice mezi nimi představují peer-to-peer komunikaci.

Uzly navzájem komunikují zasíláním **zpráv**. Každá zpráva má striktní datovou strukturu. Ve zprávě lze poslat standardní jednoduché datové typy (celé číslo, desetinné číslo, booleovskou hodnotu, ...) i pole složená z jednoduchých datových typů a konstant. Jedna zpráva může být složena z jiných zpráv.

Uzel zašle zprávu tím, že ji zveřejní k danému **tématu**, což je obvykle slovo jako „rychlost“ nebo „mapa“. Uzel, který má zájem o zprávy z určitého tématu se k danému tématu zapíše. Pro jedno téma může existovat více publikujících i odposlouchávajících. Také jeden uzel může publikovat nebo odposlouchávat více témat. Tímto způsobem publikující a odposlouchávající vůbec o sobě nemusí vědět.

Tento způsob předávání zpráv je sice velice flexibilní, ale není příliš vhodný pro synchronní komunikaci. Proto v ROSu existují i služby. **Služba** má jednoznačný název a přesně danou strukturu otázky a odpovědi. Je to stejné jako u webových služeb, které jsou jednoznačně identifikovány svým URI a mají přesně zdokumentovaný formát žádosti i odpovědi.



Obrázek 2.3: Znázornění komunikace mezi hardwarem, ROSem, rosbridge a webovými aplikacemi. Rosbridge serializuje všechny ROS témata a služby do jednoho rozhraní komunikujícího skrz sokety. Nákres byl inspirován obrázkem z článku Cricka aj. [12].

Jak uvádí Crick a spol. [12] balíček **Rosbridge** poskytuje vrstvu abstrakce, kterou mohou využívat programátoři vyvíjející webové aplikace v Javascriptu pro spojení s ROSem.

Toto spojení je založeno na soketech. Základní informace o ROSu, uvedené výše pak pomohou rychleji pochopit práci s tímto balíčkem.

Obrázek č. 2.3 znázorňuje spojení mezi hardwarem, ROSem, rosbridge a webovými aplikacemi. ROS vytváří vrstvu nad robotickým zařízením a umožňuje ovládat robota zasíláním zpráv. Také je možné spouštět a zastavovat individuální ROS uzly, které zpřístupňují tyto možnosti hardwaru. Rosbridge pak poskytuje rozhraní, kterým lze zasílat zprávy určené pro tyto uzly. Zprávy jsou pak zapouzdřeny do serializovaný JSON objektů, kterými je možné zapínat, vypínat, řídit uzly a parametry prostředí. Předávání zpráv je pak možné nad HTML5 webovými sokety i nad standardními POSIX sokety.

Základní JSON objekt posílaný přes **rosbridge protocol** musí obsahovat název, jméno tématu a datový typ obsahu zprávy. Roslibjs je jádro knihovny implementované v jazyce JavaScript, která slouží k interakci s ROSem. Používá webové sokety pro spojení s Rosbridge rozhraním. Typickým použitím této knihovny může být následující kód.

```
var cmdVel = new ROSLIB.Topic({
    ros : ros,
    name : '/cmd_vel',
    messageType : 'geometry_msgs/Twist'
  });

  var twist = new ROSLIB.Message({
    linear : {
      x~: 0.1,
      y~: 0.2,
      z~: 0.3
    },
    angular : {
      x~: -0.1,
      y~: -0.2,
      z~: -0.3
    }
  });
  cmdVel.publish(twist);
```

Nejdříve je definováno nové ROS téma. Je potřeba určit: dříve definovaný ROS objekt, jméno tématu a typ zprávy. Poté je vyplněn obsah zprávy, který musí odpovídat definici zprávy. V příkladu je ukázáno vytvoření zprávy typu `geometry_msgs/Twist` k tématu `cmd_vel`. V obsahu je tedy potřeba upřesnit o kolik má být robot posunut v lineárním směru a jakou úhlovou rychlostí (angular). Poslední příkaz odešle zprávu.

Pro posílání zpráv je tedy dobré znát požadovaná ROS témata a definici jejich zpráv. V prostředí ROS příkaz `rostopic list` zobrazí seznam dostupných témat. Pokyn `rostopic type [téma]` ukáže typ zprávy. Poslední užitečný příkaz `rosmsg show [typ zprávy]` zobrazí specifikaci zprávy – parametry a jejich datový typ.

Kapitola 3

Senioři a techniky testování prototypu

Vzhledem k tomu, že hlavním cílem tohoto projektu je navrhnout komunikaci mezi jednoúčelovým robotem a seniorem, je důležité důkladně poznat primárního uživatele. V následující kapitole jsou uvedeny možnosti péče o seniory a tipy, jak komunikovat se staršími lidmi.

Ve výzkumech Českého statistického úřadu [13] jako senioři figurují lidé ve věku 65 let a výše. Podle statistik se podíl seniorů v roce 2014 v různých krajích ČR pohyboval od 16,7 % po 19 %. Dle prognóz tato čísla budou stále stoupat. Jak je vidět, senioři představují velkou část populace a z tohoto důvodu je jistě přínosné zjišťovat, jak by jim různé technické zařízení mohly pomoci v každodenním životě.

Techniky testování prototypu jsou užitečné pro návrhu experimentů s robotem, který je určen ke zvedání předmětů, a není ještě vyroben. V této kapitole je uveden jejich přehled a popis.

3.1 Péče o seniory

Podle Pfeiferové [14] a výzkumů z roku 2004 60 % penzistů chce bydlet ve svém domě či bytě i za cenu toho, že potřebují asistenci jiné osoby (ideálně příbuzného). Jen 11 % má zkušenost s profesionální domácí péčí – ve většině případů jde o donášku jídla. Pro lidi, kteří mají problémy se základními denními aktivitami (BDL – basic activities of daily living) nebo pomocnými aktivitami denního života (IADL – instrumental activities of daily living) je nedostatečné mít pouze někoho na výpomoc. Takový člověk potřebuje neustálou péči. Čekací doba na přesunutí penzisty do instituce s dlouhodobou zdravotní péčí je ale tak dlouhá, že senioři raději nakonec využijí služeb v nemocnicích. Česká Republika je jedna z mála zemí, kde si sociální péči hradí klient (další ve střední Evropě je jen Slovinsko). V Rakousku, Německu, Holandsku, Itálii, Polsku, Slovensku je tato péče hrazena ze sociálního pojištění, daní, obecních rozpočtů. Podle údajů z roku 2011 u nás převažuje formální domácí péče o seniory 7 %, asi jen 2,2 % penzistů je v pečovatelských domech (sanatorium, domov důchodců, dům s pečovatelskou službou).

Existují různé typy služeb, kde pracovníci navštěvují seniory u nich doma. Některé jsou jen preventivní za účelem udržení zdravotního stavu, jiné provádějí osobní péči a různou zdravotní péči. Frekvence je také různá – několik návštěv denně (obvykle ráno, odpoledne, večer), návštěvy v případě potřeby, roční kontroly.

Podle informací z knihy Nursing home care [7], v zahraničí existuje mnohem více možností. Senioři se většinou nechtějí stěhovat ze svého domu a když je to nutné tak alespoň nechtějí být „institucializováni“. Řešením je přestěhování do sdružených apartmánů, ke kterým patří i zdravotní a osobní péče (kontrola užívání léků, příprava jídla, uklízení apartmánu, pomoc s oblékáním a bezpečný dohled). V Dánsku měli dříve klasická sanatoria, ale už v roce 1984 je začali nahrazovat těmito domy pro starší. Do těchto apartmánů také jezdí zdravotní sestry, doktoři, psychologové, sociální pracovníci nebo je možné se s nimi poradit po telefonu.

Existují chytré domy – Tiger Placa (souvisí s University of Missouri in Columbia), kde jsou instalované různé senzory, které kontrolují zdravotní stav. V případě nějaké anomálie zavolají zaměstnance. Jde opět o seskupení apartmánů s ošetřovatelem v bloku.

Program all-inclusive péče pro seniory (PACE – The Program of All-inclusive Care for Elderly) je komplexní, komunitně založený program pro lidi, kteří by jinak museli být umístěni v pečovatelských domech. Tento koncept začal v San Franciscu v r. 1979 pro čínskou komunitu. Dnes existuje 61 PACE programů ve 30 zemích USA. Zajišťují denní péči i návštěvy v případě potřeby. K tomuto programu patří jak domácí péče, tak zajištění přepravy, péče o domácnost, zajištění zdravotních sester, služby psychologa.

3.2 Komunikace

V případě, kdy senioři patří do odlišné věkové skupiny, je nutné použít v komunikaci s nimi odlišný přístup než při dorozumívání se s vrstevníky. Pro získání zajímavých myšlenek při testování je potřeba vytvořit příjemné, uvolněné prostředí pro komunikací .

Ni ve své práci [15] uvádí těchto 5 základních tipů pro komunikace se seniorem:

- cvičit trpělivost a empatii,
- ptát se místo oznamování,
- ptát se místo předpokládat,
- používat zájmena já, to my, místo vy/ty,
- nabízet možnosti vždy, když je to možné.

Mohlo by se zdát, že trpělivost a empatie jsou samozřejmé body. Ale ve chvíli, kdy člověk pracuje se seniorem a vidí, jak dělá jen malé pohyby, vypadá apaticky nebo zapomíná, na tyto tipy si nevzpomene. Když by člověk začal být netrpělivý, je užitečné říct si a dokonči např. tyto věty: „To musí být těžké . . . “, „Není snadné, když . . . “

Pokud se člověk seniorů spíše ptá, než oznamuje, mají větší pocit respektu a kontroly. Místo oznámení: „Dnes máte na oběd polévku“ je lepší se zeptat: „Dal byste si dnes k obědu polévku?“ I kladením otázek, u kterých není očekávaná odpověď, dodá staršímu člověku lepší pocit.

Podobně jako v předchozím bodě, kladení otázek dodá penzistovi pocit respektu a kontroly. Například místo vypnutí světel je vhodné se zeptat: „Teď zhasnu, je to v pořádku?“ Pokud by senior protestoval, pak je účinné vysvětlit, proč je potřeba světlo zhasnout.

Lidé nereagují moc dobře, pokud mají pocit, že jim je něco nařizováno. Většinou poté kladou odpor místo toho, aby spolupracovali. Větu typu: „Dnes musíš cvičit,“ je účinné nahradit např. takto: „Dnes ti pomůžu se cvičením.“

Většina starších lidí si chce udržet pocit nezávislosti, zejména pokud mají nějaká fyzická nebo kognitivní omezení. Proto kdykoli je to možné, je dobré nabídnout volby. Mít možnost výběru poskytuje větší pocit důvěry, úcty, bezpečnosti a senior cítí, že má sílu být v životě aktivnější.

3.3 Techniky testování prototypu

Při vytváření jakéhokoli hodnotného softwaru – v našem případě dialogového systému robota – není možné spoléhat se jen na znalosti a zkušenosti návrháře. Mohlo by se pak stát, že výsledný produkt se dostane k uživateli a ten od něj očekává něco jiného, nebo nerozumí tomu, jak má daný produkt používat. Proto je důležité už co nejdříve testovat dílčí výsledky práce. K tomu slouží testování prototypu.

Bartneck a Hua [16] jako rychlé techniky ověřování prototypu uvádějí:

- scénáře,
- papírové makety,
- mechanické mok-upy a
- Wizard of Oz.

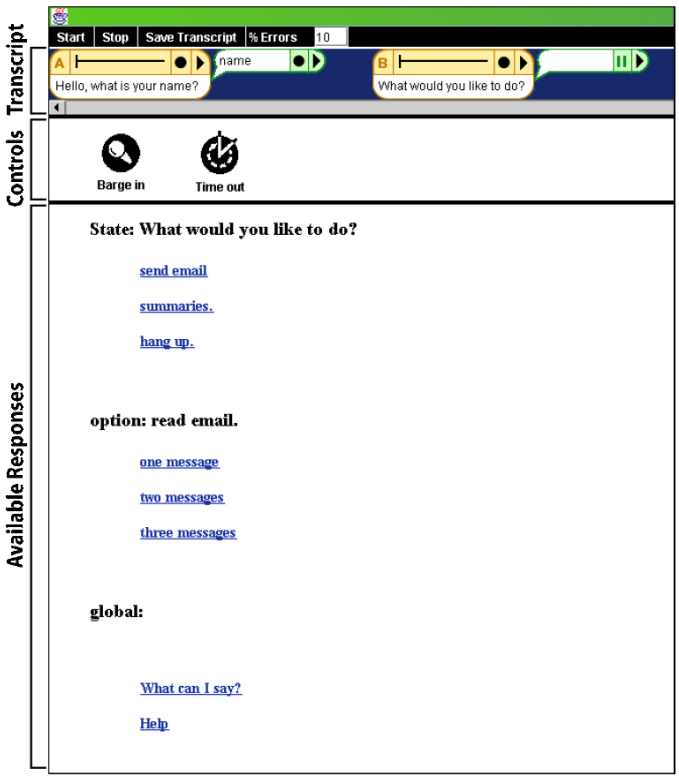
Scénáře jsou jen pro představivost uživatele. Uživateli je popsán nějaký příběh, který vypráví o tom, co má robot udělat a jak jej člověk ovládá. Scénáře mohou být použity při analýze požadavků k rozvinutí představivosti uživatele a získání zpětné vazby, aniž by byly vynaloženy velké náklady do vývoje. Forma příběhu může být buď písemná, nebo s obrázky, ještě lépe prostřednictvím videa.

Papírové mok-upy v klasickém vývoji softwaru představují papíry, na kterých jsou nakresleny obrazovky – 2D formát. Moderátor testování pak postupně otáčí listy tak, jak by uživatel v průběhu práce s aplikací přecházel z jedné obrazovky na druhou. Pro testování robota však 2D makety nejsou příliš použitelné. Uživatel si nedokáže dost dobře představit reálnou interakci s robotem při procházení 2D nákresů. Aby testování bylo věrohodnější, je možné tedy využít 3D model sestavený buď z krabic nebo vytisknutých 3D modelů. Tato technika je už časově náročnější, i když technicky stále dobře proveditelná. Proto se častěji používají robotické stavebnice.

Mechanické modely přidají na věrohodnosti robota a interakce s uživatelem je reálnější. Existují robotické stavebnice Evolution Robotics a Lego Mindstorms, které mohou dobře posloužit k vytvoření věrnější makety robota. Tyto sestavy už také bývají vybaveny hardwarem jako např. dotykové senzory, rotační senzory, teplotní čidla, krokové motory a videokamery. Soupravy obsahují i různé mechanické části kupříkladu již sestavené tělo robota, kola, nosníky, klouby, ... Chování robota pak nemusí být implementováno. Při procházení různých situací s uživatelem jej může moderátor testování ručně ovládat a nahrazovat funkce, které ještě nejsou vyvinuty.

Wizard of OZ Méně známý název je PNAMBIC (Pay No Attention to the Man BehInd the Curtain — nevšímejte si muže za závěsem). Hlavní myšlenka této techniky spočívá v tom, že jeden člověk (v této metodě se mu říká čaroděj nebo komplic) ovládá počítač a nahrazuje tak neimplementované části systému, zatímco testující uživatel si myslí, že pracuje s automatizovaným systémem.

Tato technika má v testování mluvených systémů dlouhou tradici. Díky využití Wizard of Oz není pro prvotní testování dialogového systému potřeba vyvíjet modul pro rozpoznávání řeči nebo dialogový manažer. Dobrým příkladem použití této metody může být projekt SUEDE [17]. Touto technikou testovali mluvené uživatelské rozhraní pro e-mailového klienta.



Obrázek 3.1: Testovací mód v SUEDE. Převzato z [17]

V SUEDE se komplic přepne do testovacího módu, kde vidí možné stavy dialogu. Při kliknutí na libovolný stav se otevře webová stránka — viz obrázek č. 3.1. Tato stránka je rozdělena na čtyři části (od shora dolů):

- menu pro celé sezení,
- protokol pro aktuální sezení,
- tlačítka pro namluvení vlastní odpovědi nebo časovače a
- odkazy pro přehrání odpovědi testujícímu.

Testující sedí v jiné místnosti a používá e-mailového klienta. Příkladem takového testování může být tato situace: uživatel otevře aplikaci, ta se ho zeptá: „Co si přejete?“ Účastník testu může odpovědět: „Chtěl bych napsat e-mail, prosím.“ „Čaroděj“ toto vyhodnotí jako

možnost: „Poslat e-mail.“ Tady se ukazuje obrovská výhoda takového testování, protože kdybychom měli k dispozici už navržený dialogový systém, možná by z odpovědi uživatele nebyl schopen vyhodnotit, jak má pokračovat. Očekával by např. pouze pokyn: „Chci poslat e-mail, prosím.“ Tímto testováním však lze získat dostatek různých odpovědí v každé situaci, tak aby byl původní návrh rozšířen o možnosti, které dříve nebyly uvažovány.

Kapitola 4

Návrh a příprava testování

Cílem mé práce je návrh a testování efektivní komunikace mezi seniorem a robotem, který je určen k podávání předmětů ze země.

Snažila jsem se o návrh zaměřený na uživatele. Proto před samotným navržením dialogů jsem analyzovala zadání a zjišťovala, kdo vlastně jsou budoucí uživatelé, jak tráví svůj čas a jaké by mohly být jejich požadavky na takový systém. V této kapitole je nejdříve důkladněji rozebráno zadání a dále jsou popsáni modeloví uživatelé.

V další sekci této kapitoly je uveden a detailně popsán návrh dialogu. Tedy i to, jakým povelům bude robot rozumět, a co bude sdělovat směrem k uživateli.

Poté zbývalo zjistit, co všechno je potřeba k testování. Nejde jen o maketu robota, ale jedním z důležitých prvků je i aplikace, s jejíž pomocí je možné ovládat robota dálkově, přehrát určité zvuky, zobrazit výstup z kamery robota, vyhodnocovat dotazníky a zaznamenávat rozhovory s uživateli.

Poslední část této kapitoly se zabývá vytvořenými testovacími scénáři.

4.1 Analýza zadání

Primární uživatelé robota určeného ke zvedání předmětů ze země jsou senioři, zejména ti, kteří žijí v domácnosti sami. Tedy lidé zhruba starší 70 let. Přitom velice záleží na samostatnosti a fyzickém zdraví penzisty. Typický uživatel bude někdo, komu dělá problémy ohýbat záda a zvedat předměty z podlahy. Překážkou pak nemusí být jen bolest spojená s ohýbáním páteře, ale také třes v rukou (způsobený např. Parkinsonovou chorobou, poškozením mozečku), nebo ztráta rovnováhy v předklonu (obvykle po prodělaných mozkových příhodách). Problémy se zvedáním předmětů také mají lidé na vozíčku nebo s pokročilejší formou artrózy (způsobuje bolest a omezení pohybu kloubů). Robotický pomocník by měl především zvýšit samostatnost svých uživatelů.

Hlavním požadavkem je jednoduchost komunikace. Proto robot bude reagovat na hlasové pokyny a sám se bude vyjadřovat pomocí neverbálních zvuků. Chování robota bude možné rozpoznat i z jeho směru pohybu, případně zastavení.

Robot by celkově svým vzhledem měl připomínat spíše jezdící „šuplík“, aby příliš technický vzhled seniory neodradil. Kolečka robota a zvedací mechanismus budou poháněná motorem. Motor čerpá energii z baterií, které musejí být dobíjecí a měly by vydržet několik hodin napájet motor. To znamená, že k robotovi bude patřit i dobíjecí stanice, kde robot bude standardně čekat, než ho uživatel zavolá a po dokončení úkolu se zase do stanice vrátí. Kolečka by měla být dostatečně velká, aby přejela i větší prahy. Celá konstrukce musí půso-

Obrázek 4.1: První model navrhovaného robota [6], který je určený pro zvedání předmětů ze země.

bit lehce, aby s ní senior v případě nutnosti dokázal manipulovat. Pro detekování uživatele a nalezení předmětů na zemi v jeho okolí, potřebuje robot kameru. Dále pro komunikaci s uživatelem musí být součástí robota mikrofon a reproduktor. Protože se tento pomocník bude pohybovat v interiéru, musí být sestrojen i s ohledem na omezení v rozměrech. K podávání předmětů, stačí aby byl dosahoval maximálně do úrovně stolu – zhruba tedy 170cm. Šířka dveří zase omezuje šířku robota – maximální šířka je 120cm. Na obrázku 4.1 je znázorněna první maketa robotického pomocníka, zatím však bez technických komponent jako je motor, kamera, ...

4.2 Primární uživatelé a případy použití

V této podkapitole je popsáno, jak by mohli vypadat typičtí uživatelé a případy použití uvažovaného zařízení. Jména postav jsou smyšlená.

Paní Marie má 82 let – příklad karty této uživatelky (persony) je na obrázku č. 4.2. Už 5 let bydlí sama v bytě. Má problémy s chůzí, proto ven tedy chodí jen v nejnutnějších případech. Jednou za týden jde nakoupit a zhruba jedenkrát do měsíce k lékaři. Pravidelně jí navštěvují její kamarádky, které bydlí poblíž. Některé víkendy jí přijede navštívit syn s rodinou a pomohou Marii s úklidem, nebo zařídí jiné věci týkající se údržby bytu. Typický den paní Marie vypadá tak, že vstane, udělá si snídani, přečte noviny. Potom obvykle luští křížovky. Uvaří si oběd a po obědě následuje odpočinek. často také něco upeče pro návštěvy. Dále si zapne televizi a u toho se věnuje pletení. Občas večer zatelefonuje svému synovi. Kromě mobilního telefonu, na kterém umí pouze vytáčet čísla, zvedat hovory a přečíst si

SMS zprávu, nepoužívá žádná jiná chytrá zařízení. Díky osteoporóze má bolesti kyčelního kloubu a ohýbání je pro paní Marii také bolestivé.

Marie Novotná

Věk:	70 let
Stav:	Vdova
Povolání:	v důchodu
Bydliště:	Brno, byt
Rodina:	1 syn, 2 vnoučata
Koníčky:	Luštění křížovek, pletení, čtení, zájem o rodinu, vaření

Osobní cíl
Bydlet co nejdéle samostatně.
Být zapojená do života své rodiny.

„Ráda si povídám se svým synem a vnoučaty. Chtěla bych být v jejich životech více zapojená. Chápu ale, že i beze mě mají vytížený program."

Překážky
Marie má sice problémy s chůzí, ale běžný život zvládá sama. Občas jí přijede vypomoci syn s manželkou. Nejvíce jí trápí její omezení v pohybu. Občas, ji něco upadne na zem a není pro ni snadné to jen tak zvednout. Chtěla by strávit svůj život v prostředí, které zná, ale někdy jí připadá, že už na to nemá sílu. Chtěla by být ve větším kontaktu se světem, ale neumí používat počítač, zprávy tedy čerpá hlavně z televize a novin.

Sociální kontakt
Marie má kamarádku, se kterou si jednou za týden povykládá u čaje.
Občas jí navštíví syn s rodinou, nebo mu zavolá. Chápe, že mají svůj život i tak velice hektický, ale je vděčná za každý kontakt.

Denní náplň
Její typický den vypadá tak, že vstane, udělá si snídani, přečte noviny. Potom často luští křížovky. Uvaří si oběd a po obědě následuje odpočinek. Dále si zapne televizi, ráda u ní plete. Jednou za týden si zajede na nákup.

Obrázek 4.2: Karta (persona) o uživatelce robotického zařízení, paní Marii[1].

Typický případ použití robotického pomocníka – „Boba" – by mohl vypadat takto:

Je pondělí večer a paní Marie zrovna usedla do křesla a zapnula televizi. Když si však chtěla zvednout pletací jehlice ze stolu, spadly jí na zem. Ohýbání je pro ni bolestivé, proto zavolá robota Boba. Bob je umístěn v ložnici, kde dobíjí baterie. Bob se ohlásí. Nejdříve však paní Marii nemůže najít, proto na ni zavolá zpátky. Uživatelka odpoví a robot, aby dal vědět, že slyšel, také zareaguje a vydá se směrem, odkud vycházel zvuk. Když vidí paní Marii, snaží se v jejím okolí najít na zemi předmět. Protože na zemi nic jiného neleží, přijede k pletacím jehlicím. Zeptá se, zda je to věc, kterou má zvednout. Jakmile dostane kladnou odpověď, začne nabírat jehlice. Přijede k paní Marii a zvedne náklad do příjemné výšky.

[1]Foto bylo převzato z webové stránky: http://matthewrunde.com/work/email-for-seniors/

Dá najevo, že si uživatelka může předmět vyzvednout. Paní Marie poděkuje. Robot odjede na své místo – dobíjecí stanice.

Jiří a Zdena jsou manželé, bydlí společně v bytě. Pan Jiří je již několik let upoután na vozíku a je v důchodu. Paní Zdena, ačkoliv má již nárok na penzi, stále na částečný úvazek vyučuje ve škole. Oba se zajímají o techniku a různé vynálezy. Doma mají notebook i tablet, samozřejmě i mobilní telefon. Používají je pouze na základní úrovni. Na tabletu rádi hrají různé logické hry nebo luští křížovky. Na počítači často hledají různé informace jako programy divadel, zprávy ze světa nebo čtou e-maily. Protože v domě není výtah, pan Jiří se ven z bytu moc často nedostane. Jen v případě, kdy za nimi přijede dcera na návštěvu. Ona je schopná vozík přepravit po schodech z druhého patra dolů a vzít rodiče na procházku. Typický den vypadá tak, že manželé spolu ráno posnídají. Poté paní Zdena odchází na pár hodin do školy. Pan Jiří na internetu pročte novinky. Dále si ohřeje připravený oběd. Po obědě odpočívá. Poté přijde paní Zdena domů. Společně sledují televizi. Nastává čas připravit večeři a jídlo na další den.

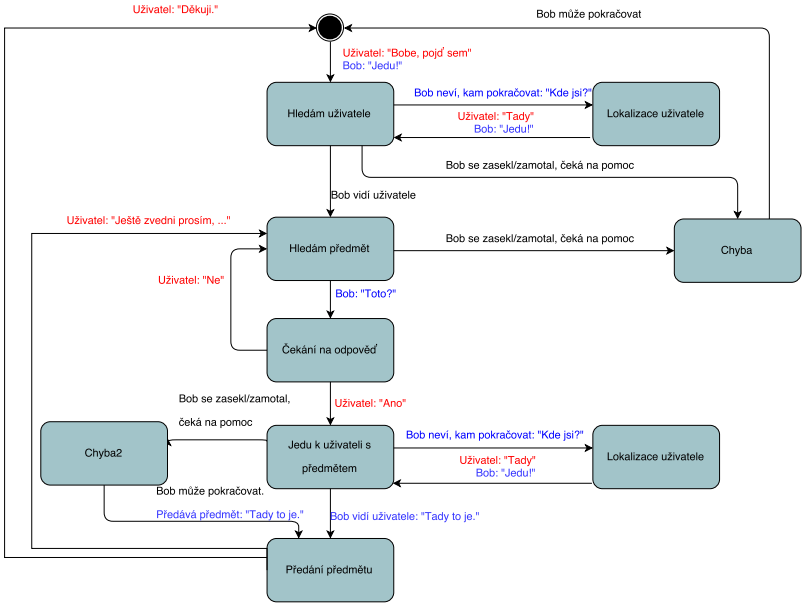
Typický případ použití robotického pomocníka – pracovní název je „Bob“ – by mohl vypadat takto:

Je úterý dopoledne. Pan Jiří je sám doma. Nachází se s vozíkem v ložnici. Zvedá z nočního stolku brýle. Ty mu však upadly na zem. Zavolá na Boba, který je kousek od něj v dobíjecí stanici. Bob reaguje. Hledá v okolí pana Jiřího předměty. Na zemi ještě leží balíček kapesníků. Bob k nim přijede. Ptá se, jestli to je předmět, který má zvednout. Pan Jiří odpovídá, že ne. Bob tedy hledá dál. Najde brýle, opět položí dotaz. Odpověď bohužel nedokázal identifikovat, proto se zeptá ještě jednou. Tentokrát dostane kladnou odpověď. Začne nabírat a zvedat brýle. Ohlásí, že brýle je možné vyzvednout. Pan Jiří sáhne pro brýle. Bobovi poděkuje, následně jej požádá, aby zvedl i kapesníky. Bob hledá na zemi další předmět. Najde balíček. Zeptá se, zda ho má zvednout. Pan Jiří souhlasně odpoví. Bob naloží, zvedne kapesníky a zahlásí: „Tady jsou.“ Uživatel předmět vyzvedne a poděkuje. Bob jede zpátky do nabíjecí stanice.

4.3 Návrh konečného automatu komunikace

Ačkoli robot nebude mluvit žádným konkrétním jazykem, bude vydávat zvuky. To velice přispěje k univerzálnosti robota, který bude moci sloužit v jakékoli zemi. Zvuky beze slov pomohou i v tom, že uživatel bude robota více považovat za pomocníka v domácnosti, tak jako je tomu například u robotických vysavačů. Důležité je, aby ze zvuků nebo pohybů robota senior poznal, co chtěl robot říci a jaká akce bude následovat. Komunikace mezi seniorem a robotem by měla být plynulá, co nejpřirozenější. Tento robot má být zkonstruován velice jednoduše tak, aby náklady na jeho pořízení byly únosné pro každého seniora, proto i možnosti komunikace jsou omezené.

Na obrázku č. 4.3 je znázorněn konečný automat dialogového systému. V počátečním stavu se robot nabíjí v nabíjecí stanici. Komunikace vždy začíná od uživatele, který zavolá robota. V případě, že robot uživatele nemůže najít, zavolá zpět na uživatele. Jakmile uživatele najde, začne hledat předmět v jeho okolí (při této změně stavu výjimečně nevydá žádný zvuk). V případě, že se robot cestou k uživateli někde zasekne (což by se v praxi stávat nemělo), zavolá o pomoc. Poté, co ho uživatel vysvobodí, jede robot zpátky k nabíjecí stanici. Čeká, než ho uživatel opět zavolá. Když robot nějaký předmět v okolí seniora najde, zeptá se, zda je to ono, co chce uživatel zvednout. Pokud je odpověď kladná, robot zvedne předmět. Následně jede k uživateli. V případě negativní odpovědi, hledá jiný před-



Obrázek 4.3: Konečný automat znázorňující dialogový systém robota.

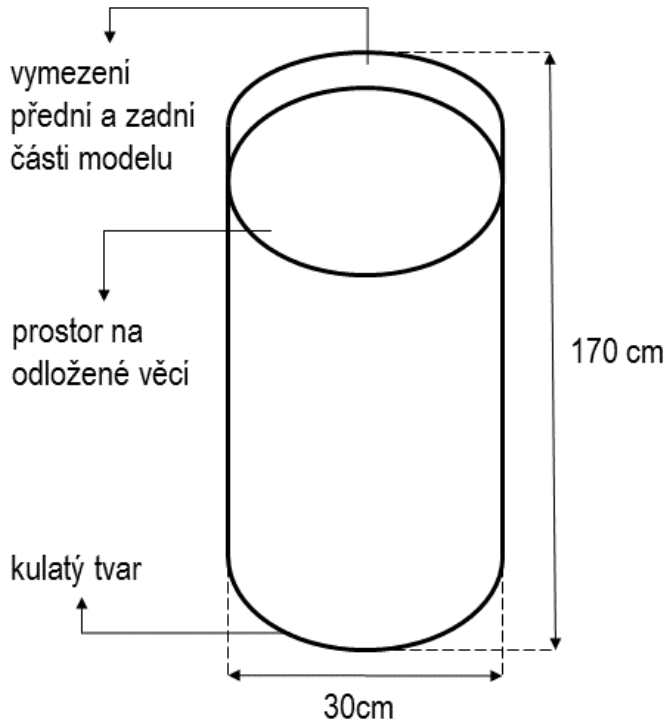
mět. Když má správný předmět a nemůže uživatele najít (což by obyčejně nemělo nastat vzhledem k tomu, že předmět je v blízkém okolí uživatele), zavolá na seniora stejným způsobem, jako při prvním hledání uživatele na začátku komunikace. V případě, že se robot opět zasekne (v praxi by se stávat nemělo), zahlásí, že potřebuje uživatele. Po vysvobození z uvíznutí, se však ihned nevrací do nabíjecí stanice, jako v prvním případě uvíznutí, ale nejdříve podá předmět. Pokud senior nepotřebuje podat další předmět, vrací se na své počáteční stanoviště.

4.4 Architektura systému pro testování komunikace s robotem

Testování probíhalo s pomocí mock-upu. Osobně jsem každého testovaného navštívila. Vyplnila jsem s nimi dotazníky a vyzkoušela případy použití robota, na kterých jsem ověřovala srozumitelnost a příjemnost komunikace. Protože robot pro zvedání předmětů, ještě není dokončený, musela jsem vytvořit mock-up robota z dostupných prostředků.

Základní částí mock-upu byl robot Kobuki. Aby bylo možné provést věrohodnější testování, potřebovala jsem aplikaci, pomocí níž jsem mohla robota dálkově ovládat. Dále jsem potřebovala vědět, kde se robot zrovna nachází a co před ním leží. Také bylo důležité zajistit dálkově ovladatelné zařízení s reproduktory, které přehrálo vybrané zvuky. Také bylo potřeba nahrát zvukový záznam z testování.

Protože jsem chtěla, aby uživatelé měli lepší představu o konečném produktu, vytvořila jsem nástavec z papírových krabic na Kobukiho. Nákres s popisem parametrů, které tento model musel splňovat je na obrázku č. 4.4. Důležitá byla především výška a průměr. Výška výsledného zařízení by měla být do 170cm, tak aby působilo lehce. Tato výška splňuje i požadavek podání předmětu zhruba do výšky stolu. Průměr modelu byl dán průměrem robota Kobuki, na který se tento skelet nasadil. Odpovídá to tedy průměru okolo 30cm. Kulatý tvar lidé vnímají jako příjemnější (více je v kapitole č.2.2). Tuto skutečnost tedy



Obrázek 4.4: Nákres modelu pro testování komunikace mezi robotem a seniorem s popisem parametrů, které má splňovat.

tento model také reflektuje. Protože jsem testovala pomocníka určeného ke zvedání předmětu, musí zde být i prostor na položení věcí (které výsledný produkt zvedne sám, zatím jsem funkci zvedání demonstrovala manuálním zvedáním). Pro usnadnění orientace, jakým směrem se robot zrovna pohybuje (dopředu, dozadu), je přidáno ve vrchní části ohraničení značící zadní část. Při podání předmětu je tak model natočen vždy přední části k uživateli.

Všechny tyto požadavky jsem vyřešila pomocí systému, zachyceném na obrázku č. 4.5. Obrázek ilustruje zařízení potřebná pro testování a jejich vzájemné propojení. K robotu Kobuki je přes USB kabel připojený netbook. Na něj jsou posílány příkazy z webové aplikace. Uzly běžící na notebooku (implementované ve frameworku ROS) pak tyto příkazy přijímají a robota buď posunou daným směrem, nebo přehrají zvuk na počítači. K počítači je také připojena web kamera. Výstup z kamery je pak zobrazen v aplikaci. Pro pohodlnější ovládání webové aplikace jsem měla k dispozici tablet. Co se týče internetového připojení, nemohla jsem se spoléhat na to, že u testovaných uživatelů bude k dispozici Wi-Fi síť. Proto jsem z mobilního telefonu sdílela mobilní datové připojení s notebookem a tabletem. Pořízení zvukového záznamu z celého testování bylo možné přes webovou aplikaci, ale nechtěla jsem spoléhat na stálost datového připojení, proto jsem rozhovory nahrávala pomocí aplikace v telefonu.

K testování s uživateli jsem potřebovala alespoň 2 zvukové sady. Chtěla jsem ověřovat zda volba zvukové sady bude mít jakýkoliv vliv na komunikaci mezi robotem a seniorem. Jedna sada byla inspirována zvuky R2D2 a Wall-eho, které by měly působit velmi příjemně. Neboť jak uvádí Jee, Jeong a spol. [2] jejich základem je lidský hlas. Jednotlivé zvuky jsem našla na webu Soundboard [18]. Druhá sada zvuků, kterou jsem nalezla na webu MobCup

Obrázek 4.5: Zařízení potřebné k testování komunikace mezi robotem a seniorem se znázorněním jejich propojení[2].

[19], byla inspirovaná různými systémovými zvuky oblíbených programů (ICQ, Messanger, Skype, . . .) a standardních zvuků dostupných na zařízeních s operačním systémem Android.

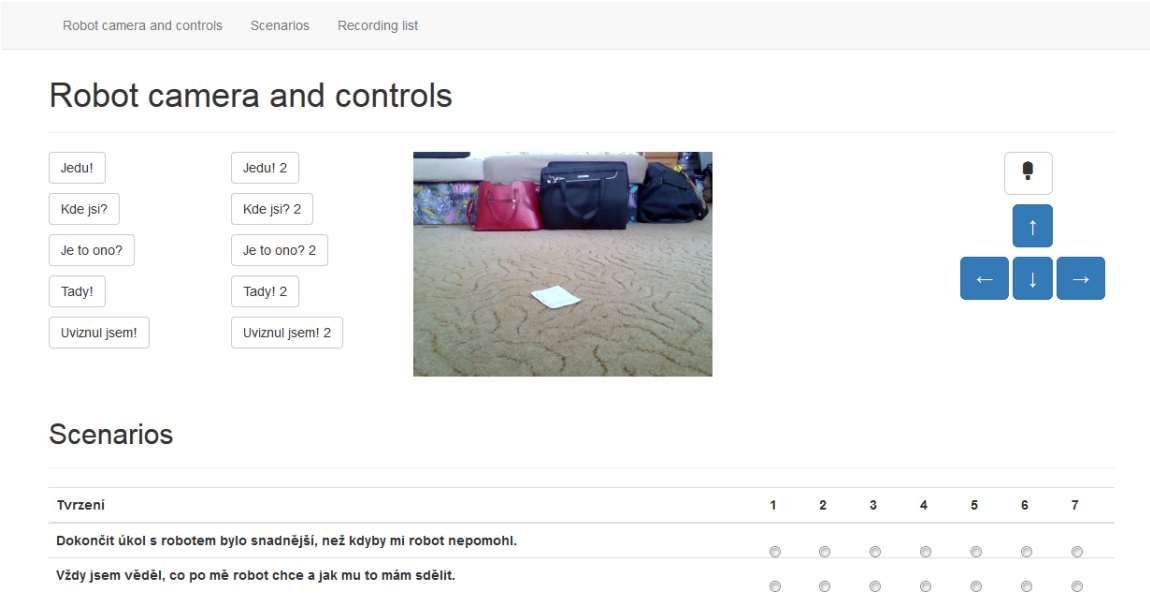
4.5 Návrh a implementace aplikace pro testování

Pro testování jsem potřebovala vytvořit aplikaci, která především dálkově řídí robota Kobuki, spouští přehrávání zvuků na počítači (připojeném k robotovi) a zobrazuje výstup zachycený kamerou (je připojená k počítači přes USB kabel, nebo se může jednat o integrovanou web kameru). Důležité bylo, aby ovládání bylo snadné, uzpůsobené na rychlé přepínání mezi ovládáním robota a spouštěním zvuků. Aplikace navíc umožňovala získat zvukový záznam, zobrazit a vyplnit dotazníky. S použitím programovacího jazyku HTML, JavaScript, frameworku Bootstrap a Rosbridge API jsem vytvořila webovou aplikaci.

Na obrázku č. 4.6 je screenshot vytvořené aplikace. Komponenty na webové stránce jsou rozmístěné do 4 kategorií:

- menu,
- výstup z kamery, ovládání robota (zvuky, pohyb) a nahrávání zvukových záznamů,
- dotazníky ke scénářům
- pořízené zvukové záznamy

[2]Obrázky byly převzaty z: http://pngimg.com/img/electronics/web_camera – web camera, http://wiki.ros.org/custom/images/robots/ – Kobuki, https://www.notebookcheck.net/Lenovo-IdeaPad-300-15IBR-Notebook-Review.165793.0.html – notebook, http://consumer.huawei.com/cz/mobile-phones/gallery/p8-cz.htm – telefon.



Obrázek 4.6: Screenshot z webové aplikace, která byla vytvořena především pro ovládání robota Kobuki, dálkově spouštěné přehrávání zvuků a zobrazení záznamu z kamery připojené k serveru.

Menu umožňuje rychlou orientaci především mezi ovládáním robota v průběhu zkoušení případů použití a vyplňováním dotazníků (po každém průchodu scénářem a na konci testování).

Obzvláště u hlavní části webové aplikace byl kladen důraz na snadné ovládání a přizpůsobení různým rozlišením. Toto rozložení ovládacích prvků umožňuje snadno pravou rukou ovládat robota – posunout dopředu, dozadu, otáčet – a levou rukou spouštět přehrávání zvuků. Prostor uprostřed je vyhrazen pro obraz z kamery. Ikona nad ovládáním pohybu robota slouží k spuštění nahrávání zvukového záznamu.

Protože dotazníky se vyplňují vždy až po scénářích a není nutné mít tak rychlou odezvu jako při provádění scénářů, jsou umístěny níže v aplikaci. U každé otázky stačí vybrat z předvyplněných možností. Kliknutí na tlačítko „Uložit“ způsobí vygenerování souboru s odpověďmi z dotazníku ve formátu `.csv`, který je možné stáhnout.

Část s pořízenými zvukovými záznamy je umístěna v poslední sekci, protože z každého testování by měl vzniknout pouze jeden záznam, který je možné stáhnout po ukončení experimentu.

Celou tuto část jsem implementovala ve značkovacím jazyce HTML v kombinaci s programovacím jazykem Javascript. Také jsem použila jsem framework Bootstrap, který mi usnadnil tvorbu tlačítek a celkového vzhledu, který se velice dobře přizpůsobuje různým velikostem obrazovek.

Na počítači připojeném ke Kobukimu, tedy serveru, musí běžet tyto programy nebo uzly:

- Apache HTTP Server,
- roscore,
- ROS uzel kobuki_node,

- ROS uzel soundplay_node z balíčku sound_play,
- ffmpeg a
- JSMpeg.

Apache Server umožní v lokální síti zpřístupnit webovou aplikaci běžící na serveru.

Roscore je kolekce uzlů a programů, které jsou základem pro komponenty implementované v systému ROSu (viz kapitola č. 2.4). Uzel `kobuki_node` je vrstva mezi ROSem a ovladačem pro robota Kobuki. Pro mé účely je zejména důležité zpřístupnění tématu (bližší informace viz kapitola č. 2.4) `/mobile_base/commands/velocity`. Zasíláním zpráv na toto téma je možné robota Kobuki posouvat a otáčet. Uzel `soundplay_node` přijímá zprávy, ve kterých je cesta k souboru se zvukem, který potom přehraje.

Ffmpeg je nástroj, který umožňuje nahrát, transformovat a poskytovat audio nebo video záznam. JSMpeg je přehrávač videa implementovaný v Javascriptu. Umí přes technologii Ajax získat video záznam a zpřístupnit ho pro webovou aplikaci.

Konkrétní příkazy, kterými se zprovozní všechny potřebné služby lze najít v textovém souboru „README“ na přiloženém CD.

Kapitola 5

Pilotní experiment a návrh nových scénářů testování

Cílem mé práce je navrhnout, otestovat a vyhodnotit komunikaci mezi jednoúčelovým robotem a člověkem. Tato kapitola se zabývá samotným testováním.

V první části popisuji, jak vypadal pilotní experiment.

Na základě tohoto experimentu jsem upřesnila postup pro další testování. V této kapitole je dále uvedeno, co chci testováním zjistit. Z toho dále vyplývá jak a co konkrétně je potřeba měřit. K tomu také doplňuji, jaké očekávám výsledky měření, jaké hodnoty znamenají pozitivní výsledek.

Na konci kapitoly uvádím získané výsledky a jejich interpretaci.

5.1 Pilotní experiment

Obrázek 5.1: Vlevo – dřevěná maketa[1] robota pro zvedání předmětů, vpravo – robot Kobuki[2]

Pilotní experiment byl proveden pro zjištění, jak by takové testování mohlo probíhat a jak budou reagovat dotazovaní. Dále bylo potřeba zjistit, jaká zařízení jsou pro celé

[1] Obrázek dřevěné makety byl převzat z článku Berana [6].

[2] Obrázek robota Kobuki byl převzat z webové stránky http://en.yujinrobot.com/rd-platform.

testování potřeba a jak jsou spolehlivá. Získala jsem lepší představu o tom, kolik bude potřeba vyhradit času na testování. Tím, že byl přítomný i vedoucí mé diplomové práce, bylo možné zjistit i další nedostatky.

V pilotním experimentu mě zajímalo:

- jak rychle se uživatel naučí komunikovat s robotem bez nedorozumění,
- jestli výměna makety robota ovlivní chyby v komunikaci nebo vnímání schopnosti robota či jiné vlivy,
- zda konkrétní zvuky mohou mít vliv na srozumitelnost komunikace,
- jestli jsou všechny sady zvuků stejně srozumitelné,
- příjemnost různých zvukových sad,
- jestli srozumitelnost má vliv na ohodnocení příjemnosti komunikace,
- zda si uživatelé dokáží představit robota denně používat a
- jak moc robotovi důvěřují.

Pro získání odpovědí jsem navrhla objektivní měření hodnot (čas nutný pro dokončení úkolu s robotem, počet chyb v komunikaci). Součástí experimentu byl i dotazník, na který testovaný odpovídal „jak moc souhlasí s tvrzením“ (na škále od 0 – 1). Měřila jsem:

- čas, od kterého je komunikace bezchybná,
- počet průchodů scénářem, kdy uživatel naprosto chápal sdělení robota,
- počet nedorozumění.

Scénáře a dotazníky, které jsem sestavila pro zjištění pocitů a dojmů uživatele, se nachází, společně s vyplněnými výsledky, v Příloze B. Scénáře byly vytvářené pro případy zvedání předmětů pomocí robota. Předpokládalo se, že primárními uživateli budou senioři, kteří mají problémy s ohebností a proto by se jim takové zařízení do domácnosti hodilo.

Dále jsem připravila zvukovou sadu sestavenou z hlasů robotů R2D2 a Wall-eho, a k tomu další 4 univerzální zvukové sady.

V pilotním experimentu jsem použila dva modely robota – viz obrázek č. 5.1. Jedním byla dřevěná maketa, druhý mock-up byl mobilní robot Kobuki. Dřevěná maketa byla ovládaná kompletně ručně, ale představovala reálnější obraz výsledného robota. Robot Kobuki byl ovládán vzdáleně přes počítač připojený přímo k robotovi. Funkci zvedání a celkový finální vzhled si ale musel uživatel domyslet. Tento model měl nastínit samostatně se pohybujícího robota v domácnosti.

Při pilotním experimentu ještě nebyla hotová webová aplikace (bližší informace se nacházejí v kapitole 4.5), proto zařízení a jejich komunikace byla odlišná od dalších testování. Architektura prostředků pro první testování je znázorněna na obrázku č. 5.2. Postupně jsem

Obrázek 5.2: Zařízení a jejich propojení použité v pilotním experimentu. Přenosný reproduktor[3]byl k dřevěné maketě a v dalších pokusech k robotu Kobuki[4]připojen lepící páskou. Notebook[5]napojený ke Kobukimu jej umožnil ovládat. Mobilní telefon[6]přes technologii Bluetooth spouštěl zvuky. Do zápisníku[7]jsem psala výsledky tvrzení a další poznámky.

na oba roboty jsem připevnila přenosný reproduktor, který se pomocí technologie Bluetooth připojil k mobilnímu telefonu. Z telefonu se spouštělo přehrávání zvuků robota.

Další mobilní telefon sloužil k nahrávání celého rozhovoru s uživatelem.

Pro psaní poznámek a vyhodnocování dotazníku jsem použila pouze papír a tužku.

5.2 Průběh pilotního experimentu a výsledky

První testování s uživateli se konalo 9. 12. 2016. Testování probíhalo s manželským párem – např. pan a paní Novákovi [8] – kteří jsou již v důchodu. Pan Novák je bez obou nohou, připoutaný na vozíku. Paní Nováková má problémy se zády, proto by se jim robot „Bob“ (pracovní název) v domácnosti hodil. Prakticky téměř nevycházejí z domu – není snadné vozík dostat po schodech do přízemí. Paní Nováková má vážné potíže se zády, proto pohyb velice omezila. Nákupy si obstarávají přes internet, donáškou domů. Celkově se o technologie zajímají. Mají doma notebook, přes který si dokáží opařit vše, co potřebují. Manželé Novákovi byli před prvním experimentem krátce seznámeni k čemu má robot sloužit, viděli jeho maketu, byli informováni o tom, jak bude testování probíhat.

[3]Obrázek reproduktoru byl převzat z: https://ibod.cz/celly-bluetooth-reproduktor-speaker?barva=sv%C4%9Btle%20r%C5%AF%C5%BEov%C3%A1.

[4]Obrázek robota Kobuki byl převzat z: http://wiki.ros.org/custom/images/robots/.

[5]Obrázek notebooku byl převzat z: https://www.notebookcheck.net/Lenovo-IdeaPad-300-15IBR-Notebook-Review.165793.0.html.

[6]Obrázek mobilního telefonu byl převzat z: http://consumer.huawei.com/cz/mobile-phones/gallery/p8-cz.htm.

[7]Obrázek poznámkového bloku byl převzat z: https://www.veryicon.com/icons/system/files-and-folders/pen–paper.html.

[8]Jména byla změněna z důvodu ochrany soukromí účastníků experimentu.

Připravila jsem celkem 3 testovací scénáře – viz Příloha B. Po každém průchodu scénářem jsem přečetla tvrzení, které pan Novák ohodnotil na stupnici 1–5 (1 – vůbec nesouhlasím, 5 – úplně souhlasím).

V prvním scénáři testování proběhlo s dřevěnou maketou a také s robotem Kobuki – viz obrázek č. 5.1. V tomto případě mě zajímalo, jaký vliv bude mít změna vzhledu robota na srozumitelnost, chyby, nedorozumění a dojmy z práce s Bobem.

Druhý scénář byl určen pro porovnání pěti zvukových sad. Zajímalo nás, jestli při změně zvukové sady, dojde k nějakým chybám. Jakou sadu uživatel vyhodnotí jako nejpříjemnější a proč. Tento případ použití robotického pomocníka jsme s účastníky testování prošli tedy čtyřikrát, pokaždé s jinou zvukovou sadou.

Poslední případ použití robota jsme procházeli se zvukovou sadou, která byla po předchozím testování vyhodnocena jako nejlepší. Scénář jsme tentokrát prošli nejdříve s robotem Kobuki. Poté s dřevěnou maketou. Snažila jsem se zjistit, zda pořadí testování těchto různých modelů ovlivní hodnocení komunikace. Tvrzení byla stejná v obou případech.

Konkrétní hodnoty s tvrzeními naleznete v příloze B.

Nakonec jsme s manželi Novákovými testování zhodnotili a položili ještě doplňující otevřené otázky, abychom zjistili, jakou techniku používají v současnosti, co by ocenili do budoucna a jejich nároky na podobné robotické zařízení.

Při úplně prvním průchodu scénářem u prvního sdělení („Jedu!“) pan Novák jednou zaváhal, ale po pobídnutí ihned správně identifikoval, co robot sděluje. Význam druhého zvuku („Kde jsi?“) v prvním průchodu vůbec zřejmý nebyl ani po nápovědě. Ale poslední dvě sdělení („Je to ono?“, „Tady to je.“) byly uživateli jasné hned poprvé. První průchod scénářem trval 2min 55s. Projít úplně stejnou situaci po druhé zabralo už jen 34s. Uživatel ihned chápal význam všech zvuků. Potřetí jsme stejný scénář prošli s Kobukim. Tentokrát to trvalo 30s. Ačkoliv se výrazně změnil vzhled, na pochopení zvuků to nemělo vliv. Uživatel komunikaci hodnotil jako stále stejně příjemnou.

Druhý scénář jsme nejdříve prošli se sadou zvuků, kterou už pan Novák znal. I při dalších průchodech vždy chápal, co Bob zrovna vyjadřuje. Každý průchod trval do 30s. V některých situacích dříve, než Bob něco řekl, uživatel již reagoval. Díky tomuto scénáři jsem zjistila, že uživatel robotického pomocníka chápe už jen z toho, kde se zrovna nachází a co dělá (rozhlíží se, stojí nad předmětem). Bylo jim příjemné, že robot zvuky vydává, ale komunikace by byla srozumitelná i téměř bez zvuků. Panu Ovečkovi také vyhovovaly zvuky v nižší zvukové frekvenci. U jedné sady byl podle uživatele poslední zvuk („Tady to je.“) příliš dlouhý, pro toto sdělení stačí krátké potvrzení.

Třetí scénář také proběhl rychle a bez nedorozumění. Z reakcí vyplynulo, že vůbec nezáleží na pořadí testování Kobukiho a dřevěné makety. Uživatel v obou případech ohodnotil komunikaci stejně. Tedy vzhled neměl vliv na hodnocení schopností robota.

Než se komunikace s Bobem byla naprosto bez chyb, stačil jeden průchod situací. Uživatel jen jednou zaváhal a jedenkrát vůbec nevěděl, co zvuk znamená. Naučit se pracovat s robotem panu Novákovi zabralo 2min 55s. Co se týkalo příjemnosti práce se zařízením, hodnotil ji stále stejně. Z reakcí však bylo vidět, že čím více pomocníku rozumí, tím je pro něj příjemnější s ním pracovat. Uživatele jsem nechala volně hovořit, netrvala jsem na nějakých předem daných povelech. Taková volnější komunikace (i přesto, že robot vyjadřuje stále jen pár předem definovaných věcí) plní i zpestření po sociální stránce.

Manželé Novákovi si představovali techničtější vzhled robota. Pokud se mluví o zdvihátku, mysleli si, že součástí bude robotická ruka. Nejčastěji jim na zem upadává ovladač, léky a občas hrnek.

5.3 Zhodnocení pilotního experimentu

Další testování by mělo být zaměřeno na zjištění, jestli je možné některé zvuky vynechat, nebo zda je potřeba naopak nějaké doplnit. Podle zjištěných výsledků by se mohl robot adaptivně přizpůsobovat podle toho, zda uživatel:

- je na robota zvyklý, nebo se s ním teprve seznamuje,
- dobře vidí, nebo je naopak slepý,
- na robota vidí.

Také mě v dalších testech zajímalo, jestli je komunikace pro uživatele příjemná a věří, že se dokáží s robotem domluvit, a že jim opravdu pomůže se zvedáním předmětů ze země. Chtěla jsem zjistit, kolik případů bude potřeba projít s lidmi, kteří nepoužívají žádné moderní technologie a chytrá zařízení, než bude komunikace bezchybná.

Zásadní a překvapivý závěr z prvního testování byl pro mě v tom, že vůbec nezáleží na zvukové sadě, jakmile si uživatel zkusí jednou projít situaci, chápe vždy, co mu robot chce sdělit. Také mě překvapila rychlost, s jakou se uživatel seznámil s robotem, stačily jen 3 minuty.

Kapitola 6

Návrh nových scénářů testování

Pilotní experiment ukázal, že srozumitelnost a příjemnost komunikace na zvukových sadách téměř nezáleží (s výjimkou zvuků v nevhodné frekvenci nebo o nesprávné délce). Uživatel odpovídal pokaždé téměř stejně. Bude potřeba sestavit více otázek a ptát se na to samé z různých pohledů, aby tvrzení byla ohodnocena skutečně relevantně.

6.1 Co mě zajímá

Potřebovala jsem vyhodnotit jestli je komunikace navržená tak, aby byla srozumitelná, intuitivní. Přitom mě zajímalo, zda by uživatelé robota byli ochotni používat a jestli by jej používali rádi. Z velké části se jednalo o velice subjektivní hodnocení. Pro odpovědi na takovéto otázky jsem sestavila dotazníky s tvrzením, u kterých uživatel hodnotil, na stupnici od 0 – 7, jak moc s nimi souhlasí. Takovým způsobem bylo možné získat ohodnocení spokojenosti uživatele s robotem v různých oblastech. Škálu o 8 stupnicích jsem zvolila z toho důvodu, že lidé málokdy volí krajní čísla. Tímto způsobem získám informaci nejen o tom, jestli je uživatel spokojen nebo nespokojen, ale také jak moc je spokojen/nespokojen. Otázky a oblasti, které jsem pro zkoumání zvolila jsou inspirovány prací autora Alaiada Ahmada [20].

V dalších experimentech mě zajímají otázky v těchto oblastech:

Očekávaná výkonnost

- Věří uživatelé, že bude robot užitečný?
- Myslí si, že jim robot pomůže zlepšit život v některé oblasti?
- Potřebuje uživatel takového robota?
- Jak snadné je dokončit úkol s robotem?

Očekávané úsilí

- Jak moc je komunikace s robotem snadná/obtížná?
- Jak moc je komunikace s robotem intuitivní?
- Jak moc je komunikace s robotem srozumitelná?

- Kolik času je potřeba, než bude komunikace s robotem bezchybná?
- Kolik nedorozumění a jakého stupně nastane, než bude komunikace naprosto srozumitelná?
- Jak souvisí pokročilost uživatele (např. je zvyklý používat chytrý telefon, tablet nebo notebook) s rychlostí pochopení komunikace s robotem?
- Jak se zrychlí odezva uživatele po průchodu jednotlivými scénáři?
- Jak se zvýší rychlost plnění úkolů, po zaučení uživatele?
- Které zvuky jsou potřeba, a které by bylo možné vynechat?

Sociální vliv

- Jak moc by denní přítomnost robota ovlivnila dobrý pocit uživatele?
- Jak moc je komunikace se zařízením příjemná/nepříjemná?

Otázka soukromí

- Jak moc by robot rušil/nerušil soukromí uživatele?
- Dokáže si uživatel představit mít takové zařízení neustále doma?

Víra

- Věří uživatel, že robot dokáže vyřešit všechny jeho potíže se zvedáním předmětů?
- Věří uživatel, že dokáže s robotem denně bez potíží komunikovat?

Dostupnost

- Jak moc by byl uživatel ochotný koupit si zařízení za 10 000Kč, 20 000Kč, 40 000Kč nebo 80 000Kč?
- Jak moc si uživatel myslí, že by byli příbuzní ochotní mu zařízení pořídit za 10 000Kč, 20 000Kč, 40 000Kč nebo 80 000Kč?

6.2 Jak a co měřit

Odpovědi na výše zmíněné otázky získám tak, že budu měřit počet chyb/nedorozumění v komunikaci. Dále budu měřit čas, od kdy je komunikace bezchybná. Změřím rychlost plnění jednotlivých úkolů. Musím vzít však v úvahu, že testování bude probíhat pokaždé v jiném prostoru, proto bude pro mě směrodatný poměr časů trvání prvního průchodu scénářem ku času potřebného pro další průchody tím stejným scénářem. Tím zodpovím otázky z oblasti „Očekávané úsilí“:

- Kolik času je potřeba, než bude komunikace s robotem bezchybná?
- Kolik nedorozumění a jakého stupně nastane, než bude komunikace naprosto srozumitelná?

- Jak souvisí pokročilost uživatele (např. je zvyklý používat chytrý telefon, tablet nebo notebook) s rychlostí pochopení komunikace s robotem?
- Jak se zrychlí odezva uživatele po průchodu jednotlivými scénáři?
- Jak se zvýší rychlost plnění úkolů, po zaučení uživatele?

Odpovědi na další otázky vyhodnotím pomocí tvrzení, které uživatel ohodnotí na stupnici od 0 do 7 (0 – vůbec nesouhlasím, 7 – úplně souhlasím). Tvrzení, které zopakuji po každém průchodu scénářem, se také nacházejí v Příloze C.

Na závěr celého testování uživatel ohodnotí na stejné stupnici další tvrzení, která jsou rovněž k nalezení v Příloze C.

Tímto uživatel ohodnotí výše zmíněné otázky (kapitola č. 6.1) z těchto oblasti:

- očekávaná výkonnost,
- očekávané úsilí,
- sociální vliv,
- otázka soukromí,
- víra,
- očekávané výsledky,
- dostupnost.

Očekávám, že lidé, kteří již mají zkušenosti s technologiemi (alespoň používají tablet nebo počítač na velmi základní úrovni), rychleji pochopí odpovědi robota. Již jsou totiž zvyklí na dialogy zobrazené v grafickém uživatelském rozhraní, teď se bude jednat pouze o zvuky.

Hypotéza 1: Uživatelé technicky zdatnější se naučí s robotem pracovat rychleji. Čas potřebný k vykonání úkolu bude u nich klesat rychleji než u uživatelů nepoužívajících počítač.

V pilotním experimentu se ukázalo, že na zvukové sadě prakticky nezáleží. Očekávám tedy, že pokud uživatel na robota vidí, je schopen úkol dokončit stejně efektivně nebo i rychleji, i když robot nebude vydávat žádné zvuky nebo se zvuková sada změní.

Hypotéza 2a: Dokončení úkolu s robotem, který nevydává zvuky je minimálně stejně rychlé, jako v případě, kdy robot používá všechny zvuky.

Hypotéza 2b: Změna zvukové sady neovlivní nedorozumění v komunikaci. Pokud v předchozím pokusu žádné chyby nebyly, ani s jinými zvuky nenastanou.

V případě, že uživatelé kladně vyhodnotí oblast „Očekávaná výkonnost“ a „Soukromí“, je velká šance, že by rádi zařízení používali. Myslím si, že pokud všechny kategorie dosáhnou hodnoty mediánu vyšší než 6, robot by se na trhu uplatnil a lidé by byli ochotni jej koupit pro sebe nebo své blízké.

Kapitola 7

Průběh a rozbor testů

Tato kapitola popisuje průběh testování a prezentaci výsledků.

Ze všech vyhodnocených dotazníků a zvukových záznamů lze zjistit velké množství informací. Celkem jsem testování absolvovala s 19 lidmi. Z toho vzniklo 19h 43min nahraného zvukového záznamu. Všechny dotazníky a zvukové záznamy jsem podrobně analyzovala. V této kapitole budou prezentovány ty zajímavé nebo něčím překvapivé výsledky, které mají především zodpovědět výše položené otázky (viz kapitola č. 6.1).

Zvukové nahrávky z testování i soubor ve formátu `.xlsx` s výsledky z dotazníků (společně s dalšími poznámkami) je k dispozici na přiloženém CD.

7.1 Průběh testování

Testování probíhalo jednak s dobrovolníky z okolí mého bydliště – vesnice Řepiště a Lískovec (11) – nebo z Brna (2), jednak s klienty Domova pro seniory Vychodilova (6).

Všichni respondenti byli ve věku 62–91 let. Průměrný věk byl 78 let. Mezi účastníky převažovaly ženy – 74 % dotázaných.

Většina testovaných měla zkušenosti alespoň se základními úkony na počítači, jako je prohlížení webových stránek, čtení e-mailu, ... Ti, kteří neměli s ovládáním počítače nebo tabletu žádnou zkušenost, tvořili 42 % dotázaných.

Abych pro zajímavost zjistila, jestli na odpovědi může mít vliv oslovení automatizovaného pomocníka, u 9 respondentů jsem uváděla, že se zařízení jmenuje „Bob“, u ostatních jsem používala označení robot.

Na začátku jsem představila v krátkosti automatizované zařízení. Popsala jsem, k čemu má sloužit a uvedla cíl testování. Poté jsem otevřenou diskuzí zjišťovala, zda uživatelé mají zkušenosti s technickým vybavením – telefon, tablet, mikrovlnná trouba, ... Zajímalo mě, jaké pohybové omezení mají a jak toto v běžném životě dnes řeší.

Poté jsem přešla k testování podle vytvořených scénářů. Jejich přesný popis s dotazníky se nachází v Příloze C. První scénář jsem prošla s uživateli celkem čtyřikrát. Jednalo se o případ, kdy před testovaným ležely na zemi 2 předměty. Měl robota zavolat, navést ho, aby zvedl správný předmět a podal mu jej. Robot nejdříve uživatele nemohl najít, potom se vydal ke špatnému předmětu. Nakonec našel, zvedl a podal správný předmět. V prvním průchodu scénářem se jednalo o vyzkoušení práce s robotem, během níž jsem se ptala, jestli dotazovaný zvukům rozumí. Poté se scénář opakoval, tentokrát už jsem se u jednotlivých vyjádření robota nezastavovala, jen pokud došlo k nedorozumění. Při dalším pokusu robot vydával méně zvuků. Při poslední situaci u tohoto scénáře robot nevydával žádné zvuky.

Obrázek 7.1: Zařízení, které senioři v současné době používají k podání předmětu ze země[1].

Druhý scénář jsem testovala s jinou zvukovou sadou. Tentokrát měl senior ovládat robota tak, aby našel a podal postupně oba dva předměty. Robot zase nejdříve uživatele nemohl najít, poté přijel k prvnímu předmětu, zvedl jej a podal. Dále jel k druhé věci, kterou opět zvedl a podal.

Nakonec jsem položila otázky ze závěrečného dotazníku. Celé testování bylo zakončeno otevřenou diskuzí se shrnutím pocitů z testování a užitečných připomínek k automatizovanému pomocníku.

Při prvním testování jsem díky technickým problémům (vybitá baterie netbooku připojeného k robotovi) stihla projít pouze první scénář případu použití – 4 opakování. Podobná situace nastala ještě u jedné další účastnice.

Dotazované jsem při zkoušení situací nechala volně hovořit, netrvala jsem na pevně definovaných pokynech pro robota, nebo na tom, že v praxi automatizovaný pomocník nebude schopen rozeznat předměty na zemi, dle jejich názvu. Takový přístup může pomoci zjistit, jak by se v situacích uživatel nejpřirozeněji vyjadřoval. Později při vývoji dialogového systému lze těchto informací využít.

Co mě opravdu zaujalo, bylo zařízení – viz obrázek č. 7.1 – které dnes senioři používají pro zvedání předmětu ze země. S tímto aparátem však nelze zvednout ploché nebo příliš malé věci jako např. příborový nůž, prášek, papír, ...

Zajímavé bylo také zjisti, jak automatizovaného pomocníka oslovují dotázaní, u kterých jsem neuvedla pracovní název „Bob“. Senioři používali taková oslovení: „Johny, Emile, Broučku, Kamaráde, Žán“. Někteří oslovení nepoužívali a zavolání začali např. slovy: „Prosil bych, . . . “

Někteří účastníci testování přistupovali k automatizovanému pomocníku skepticky, ale v průběhu bylo vidět, že jsou spokojenější. I když by v některých případech robota doma nechtěli, samotné testování se jim líbilo. Tím, že dotazníky se po průchodu scénářem opakovaly, někdy mě žádali ať vyplním stejná čísla, jako v předchozím případě.

7.2 Výsledky testování

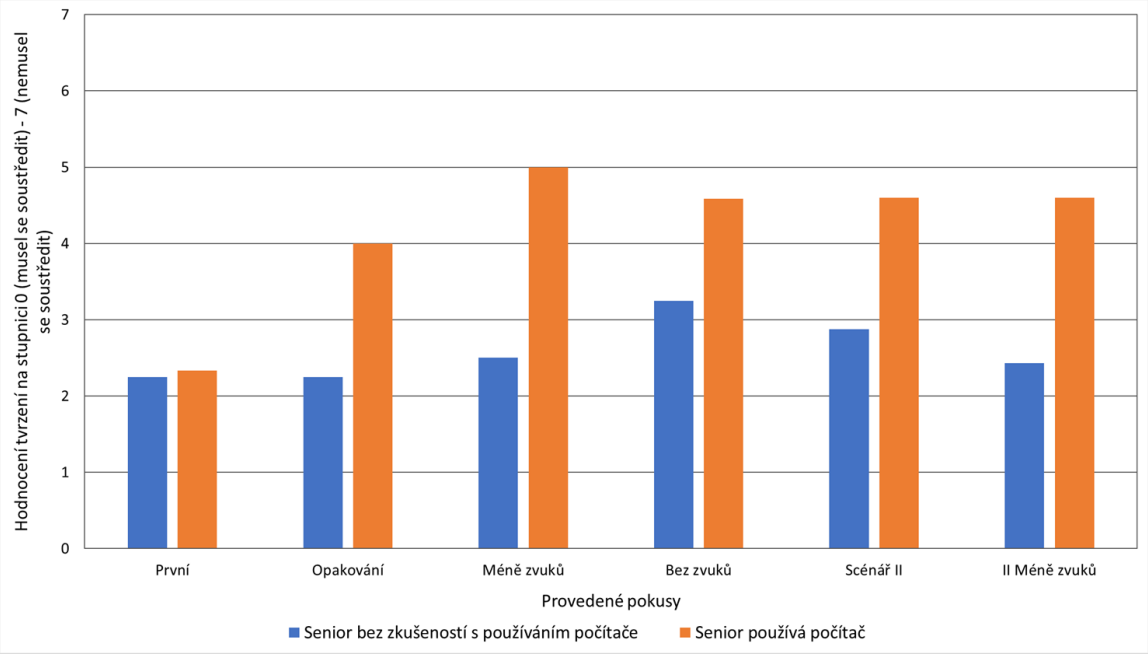
Většina odpovědí na dotazník se nějak nelišila po průchodu jednotlivými scénáři. Např. tvrzení „Délka zvuků zdržovala komunikaci.“ bylo už při opakování zbytečné. Často dotázáni

[1] Obrázek byl převzat z: http://www.stastniseniori.cz/ostatni/zdravotni-pomucky-ktere-vam-usnadni-kazdy-den.html

místo známkování 0–7 odpovídali ano/ne. Pokud jsem viděla, že odpověděli bez rozmýšlení, nedotazovala jsem se dále na konkrétní číslo a vyplnila jsem buď 0 – ne, nebo 7 – ano. Průměrné výsledky jsou zobrazené v tabulce č. 7.1. Za hodnotami je v závorce uveden i rozptyl, na němž je vidět, že se pohybuje v nízkých číslech a odpovědi se u jednotlivých testovaných, až na pár výjimek, nelišily. Hodnoty z tvrzení, kde znamenala 0 pozitivní výsledek jsem převedla, tak aby v následujících prezentovaných výsledcích znamenala 0 vždy negativní výsledek a 7 vždy pozitivní (např. tvrzení: „Délka zvuků zdržovala komunikaci," je v tabulce často ohodnoceno číslem 7, ale uživatelé odpovídali 0 – vůbec nesouhlasím).

Z odpovědí lze vyčíst, že uživatelé po opakovaných pokusech hodnotili komunikaci jako srozumitelnou. Zvuky robota se jim zdály příjemné. Plnění úkolu s robotem hodnotili také kladně a pro téměř všechny dotázané bylo použití robota snadnější, než kdyby si měli předměty podávat sami. Jak je vidět a ještě to bude zvýrazněno dále, dotázaní rozuměli pomocníkovi i beze zvuků. Oslovování automatizovaného pomocníka robot versus „Bob" nemělo na hodnocení výroků vliv.

Až na jednu výjimku se odpovědi seniorů používajících počítač od těch, kteří s technikou nemají zkušenosti, nějak nelišily. Pouze u tvrzení: „Na řešení úkol a řízení robota jsem se musel plně soustředit," lze vidět rozdíl – viz graf č. 7.2. U prvního pokusu se odpovědi neliší, ale u dalších je vidět narůstající rozdíl. Mohlo by to znamenat, že dotázaní, kteří pracují s počítačem, se učí práci s robotem rychleji. Dále v této kapitole bude porovnání na základě naměřených časů dokončení úlohy.

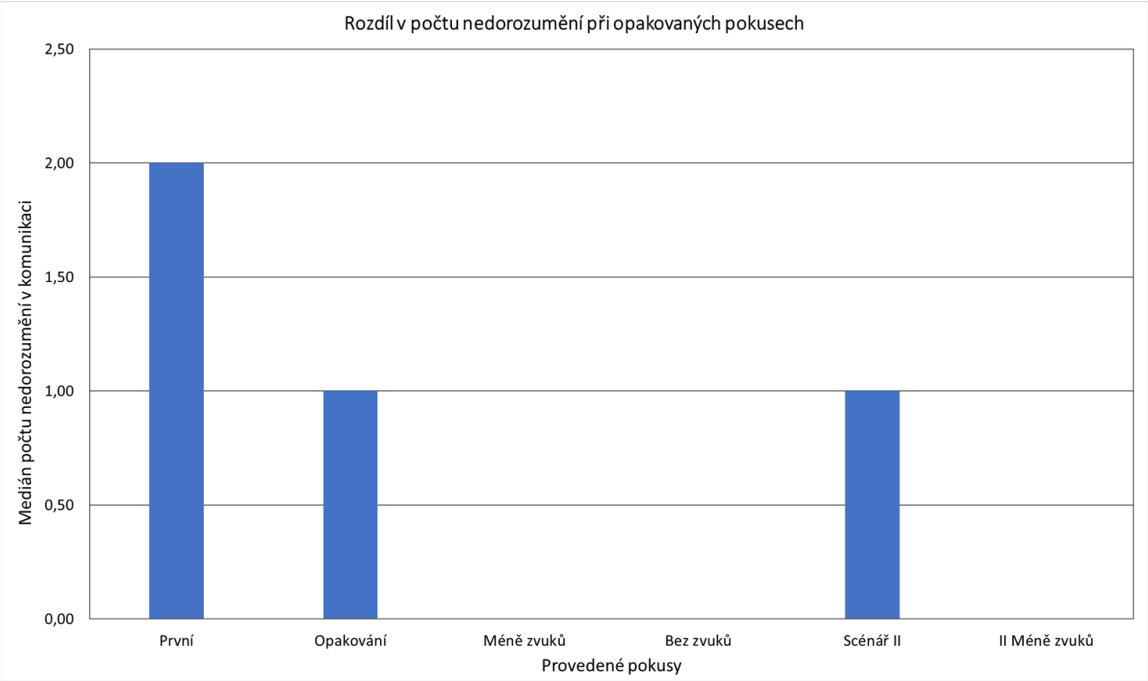


Obrázek 7.2: Graf znázorňuje rozdíl v hodnocení výroku: „Na řešení úkol a řízení robota jsem se musel plně soustředit," u dotázaných, kteří nepoužívají počítač a těch, kteří techniku alespoň na úrovni začátečníka používají. U prvního pokusu byly odpovědi podobné, s narůstajícím počtem pokusů se rozdíl zvětšuje. Uvedené hodnoty jsou průměry z provedených měření. Zde opět 7 znamená, že se dotazovaný nemusel na dokončení úkolu plně soustředit.

Tvrzení	**První**		**Opakování**		**Méně zvuků**		**Bez zvuků**		**Scénář II**		**II Méně zvuků**	
Dokončit úkol s robotem bylo snadnější, než kdyby mi robot nepomohl.	4,83	(9,54)	5,78	(5,40)	5,89	(4,79)	6,06	(4,62)	6,44	(2,84)	6,40	(3,00)
Vždy jsem věděl , co po mě robot chce a jak mu to mám sdělit.	4,83	(4,83)	5,83	(4,03)	6,00	(3,79)	6,39	(1,60)	6,44	(1,05)	6,40	(0,75)
Při plnění úkolu bych byl schopný sledovat televizi nebo vést s někým rozhovor.	5,56	(6,34)	6,61	(0,97)	6,67	(0,95)	6,33	(1,27)	6,06	(1,81)	6,07	(1,86)
Délka zvuků zdržovala komunikaci.	6,89	(0,20)	7,00	(0,00)	7,00	(0,00)	–	–	6,93	(0,06)	6,93	(0,06)
Na řešení úkolu a řízení robota jsem se musel plně soustředit.	2,61	(7,22)	3,67	(8,50)	4,17	(8,20)	3,88	(8,09)	4,00	(9,00)	3,67	(8,38)
Zvukové projevy robota mi byly příjemné.	5,89	(4,79)	6,17	(2,80)	6,67	(0,43)	–	–	6,33	(1,90)	6,33	(1,99)
Robotu bych rozuměl i bez některých zvuků.	4,72	(7,78)	5,56	(7,23)	6,56	(4,71)	6,72	(0,28)	6,50	(2,72)	6,33	(2,99)
Plnění úkolu s robotem mě otravovalo.	6,17	(3,12)	6,28	(2,85)	6,28	(2,85)	6,28	(2,85)	6,62	(1,41)	6,60	(1,49)

Tabulka 7.1: Tabulka prezentuje průměrné hodnoty s uvedeným rozptylem z dotazníku po průchodu scénáři. První scénář byl proveden jednou cvičně, poté zopakován, dále s méně zvuky (robot vynechal 2 zvuky) a beze zvuků. Druhý scénář jsem testovala s jinou zvukovou sadou. Nejdříve se všemi zvuky, poté s méně zvuky. Čísla v závorce jsou hodnoty rozptylu. Rozptyl hodnot je velice nízký, tedy dotazovaní odpovídali velice podobně.

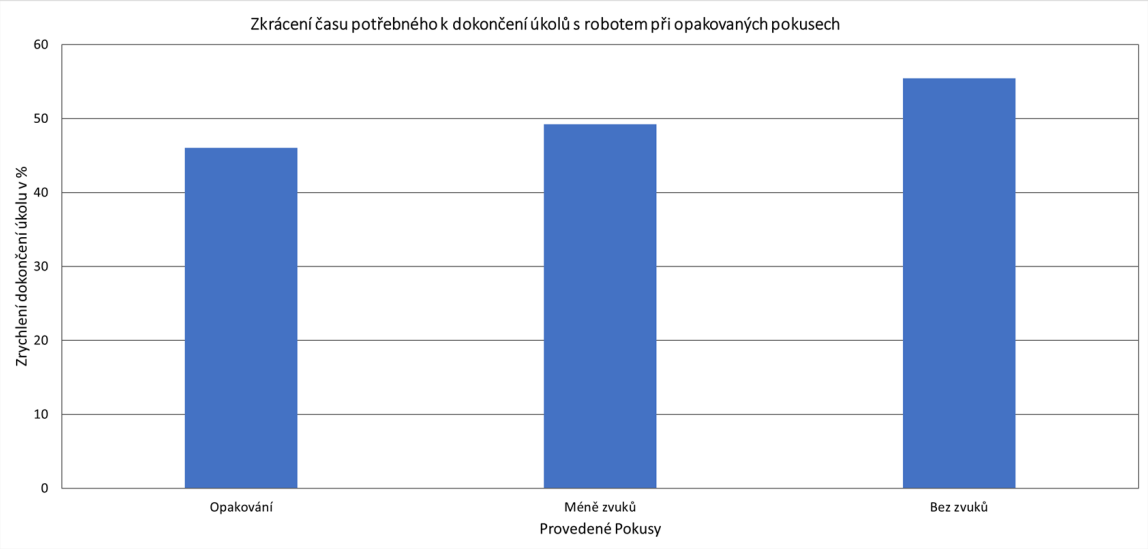
Dále jsem měřila počet nedorozumění v komunikaci. Výsledek zachycuje graf č. 7.3. Hodnoty vyznačeny v grafu jsou mediánem počtu chyb u všech účastníků. V prvním pokusu se nejčastěji vyskytovaly 2 chyby. Ty souvisely s nepochopením zvuků „Kde jsi?“ a „Je to ono?“ Nedorozumění se pak při třetím pokusu s méně zvuky téměř nevyskytovala. Ve druhém scénáři pak došlo obvykle k jednomu nedorozumění. To však bylo zapříčiněno nepochopením situace, kdy bylo potřeba ze země zvednout 2 předměty a robot podával první. Testovaní jej posílali rovnou pro druhý předmět a nepochopili, že ten podávaný si mají převzít.



Obrázek 7.3: Graf znázorňuje rozdíl v počtu nedorozumění, které v komunikaci mezi robotem a seniorem nastaly během provedených pokusů. Jedná se o mediány hodnot ze všech 19 testování.

Při porovnání času potřebného k dokončení úkolu s robotem jsem musela počítat s tím, že každý testovaný má jinak uzpůsobený byt. Tedy časy se budou lišit nejen z toho důvodu, že každý dokáže zařízení pochopit s jinou rychlostí, ale také rozmístění nábytku, délka dráhy, kterou robot musí urazit, bude mít na toto měření vliv. U každého testování jsem tedy změřila čas trvání prvního případu použití. Další změřené časy jsem převedla na procentuální podíl z prvního naměřeného výsledku. V grafu č. 7.4 uvedené hodnoty ukazují o kolik procent se snížilo množství času potřebné ke zvednutí a podání předmětu s pomocí robota při opakovaných pokusech. Nakonec stačil méně než poloviční čas k dokončení pokusu. Zobrazené výsledky jsou mediánem hodnot napříč účastníky testování. Tak značné zrychlení je dáno i tím, že v prvním průchodu scénářem se vyjasňovala nedorozumění, kterých postupně ubývalo. Pro druhý scénář – pokusy „Scénář II“ a „II Méně zvuků“ – jsem toto porovnání nedělala vzhledem k tomu, že jde o jiný případ použití, kdy vyřešení už jen z podstaty úkolu (zvedání 2 předmětů) zabere více času.

Jak u počtu nedorozumění, tak i u zrychlení provedení úlohy se projevil jen minimální, nevýznamný rozdíl v hodnotách naměřených u dotázaných, kteří používají počítač a seniorů, kteří počítač nepoužívají vůbec. **Hypotéza 1**: „Uživatelé technicky zdatnější se naučí



Obrázek 7.4: Graf zachycuje o kolik procent se zmenšil čas potřebný pro dokončení úkolu zvedání předmětu se zařízením při opakovaných pokusech vzhledem k prvnímu vyzkoušení. Uvedené hodnoty jsou mediánem z naměřených výsledků jednotlivých testovaných.

s robotem pracovat rychleji. Čas potřebný k vykonání úkolu bude u nich klesat rychleji než u uživatelů nepoužívajících počítač," se nepotvrdila.

Hypotéza 2a: „Dokončení úkolu s robotem, který nevydává zvuky je minimálně stejně rychlé, jako v případě, kdy robot používá všechny zvuky," se potvrdila. Uživatelé už z chování robota vyčetli, co zrovna vyjadřuje.

Hypotéza 2b: „Změna zvukové sady neovlivní nedorozumění v komunikaci. Pokud v předchozím pokusu žádné chyby nebyly, ani s jinými zvuky nenastanou," byla potvrzena. Ve druhém scénáři sice v některých případech jedna chyba nastala, ale ta byla způsobena nepochopením sledu akcí, ne nepochopením zvukové sady.

Následující tabulka č. 7.2 ukazuje poslední hodnoty získané ze závěrečných dotazníků, kterými je možné společně s předchozími uvedenými výsledky odpovědět na všechny zbylé otázky, které mě zajímaly. Ačkoliv uživatelé určovali hodnocení na stupnici 0–7, kde 0 znamenala, že s tvrzením nesouhlasí, výsledky v tabulce byly u některých tvrzení převedeny (např. „Mít robota doma by nemělo vliv na kvalitu mého života") tak, aby 7 vždy znamenalo pozitivní vyhodnocení a 0 negativní. To je užitečné pro závěrečné hodnocení otázek, které byly uvedeny v kapitole 6.1. Abych určila odpovědi, je potřeba zkombinovat výsledky více tvrzení z dotazníků. Jak je vidět užitečnost robota a otázka jeho pořízení byly oblasti, ve kterých se nejvíce lišily odpovědi napříč dotázanými. Ti, kteří se cítí být dostatečně fyzicky schopní a nemají problémy se zvedáním předmětů, by si takové zařízení nepořídili. Většina těch, kteří mají opravdu problémy s ohýbáním se, by si robota pořídili a vnímají ho jako opravdu užitečného pomocníka. Našly se jen 2 výjimky. Tito testování ačkoliv měli problémy se zvedáním předmětů ze země, by robota doma nechtěli. Mobilní automatizovaný pomocník by jim nepřekážel v soukromí, ale zkrátka takové zařízení doma nechtějí.

Na závěr shrnu výsledky z oblastí, které jsem definovala v kapitole č. 6.1, kde jsem uváděla, co mě bude v testování zajímat, jaké jsou hlavní kladené otázky.

Tvrzení	Průměr	Rozptyl
Robot by pro mě byl užitečný	4,26	11,04
Mít robota doma by nemělo vliv na kvalitu mého života	2,42	10,14
Robot by pomohl zlepšit nějakou oblast mého života	4,26	8,72
Kdybych měl robota k dispozici doma, cítil bych se lépe	4,26	10,30
Komunikace s robotem je příjemná a srozumitelná	6,68	0,85
Mít robota doma by narušilo mé soukromí	6,63	2,44
Dokáži si představit mít robota doma neustále	5,53	8,14
Robot by vyřešil všechny mé potíže se zvedáním předmětů	4,42	8,56
Kdyby stál robot 80 000Kč určitě bych si ho pořídil	0,95	3,84
Kdyby stál robot 40 000Kč určitě bych si ho pořídil	1,79	7,96
Kdyby stál robot 20 000Kč určitě bych si ho pořídil	2,63	8,65
Kdyby stál robot 10 000Kč určitě bych si ho pořídil	3,58	11,61
Kdyby stál robot 80 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili	1,28	5,75
Kdyby stál robot 40 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili	1,67	6,46
Kdyby stál robot 20 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili	3,61	11,02
Kdyby stál robot 10 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili	4,11	11,51
S robotem bych dokázal bez potíží denně komunikovat	6,53	2,57
Robota bych určitě doporučil svým známým a přátelům	5,53	6,46

Tabulka 7.2: Tabulka prezentuje průměrné hodnoty a rozptyly výsledků hodnocení závěrečných tvrzení. 0 bylo minimum a 7 maximum. Minimum znamená negativní výsledek v hodnocení konkrétní oblasti zvedacího zařízení a 7 pozitivní.

Očekávaná výkonnost

57,89 % dotázaných vyhodnotilo, že by pro ně robot rozhodně byl užitečný. Jeden z účastníků váhal a zbytek zatím takové zařízení nepotřebuje. Ti, kteří vyhodnotili, že by zařízení potřebovali, si nemyslí, že by robot měl vliv na kvalitu jejich života. Na druhou stranu však věří, že by jim pomohl zlepšit nějakou oblast (průměrné hodnocení tvrzení 6,55 ze 7). Z měření času a průměrných odpovědí na první dotazník – viz tabulka č. 7.1 – je vidět, že už nejpozději po druhém pokusu účastníci testování vyhodnotili práci s robotem jako snadnou.

Očekávané úsilí

Jak je vidět ze závěrečného dotazníku (č. 7.2) komunikace s automatizovaným pomocníkem byla vyhodnocena jako příjemná a srozumitelná. Obvykle nastaly jen 3 nedorozumění, než senior plně chápal co robot dělá a jak má sním jednat, aby mu předmět co nejrychleji podal. Už při čtvrtém pokusu se snížil potřebný čas na dokončení úlohy o více než polovinu. To, zda uživatelé používají počítač však nemá na rychlost učení se práce s robotem vliv. Zvuky by bylo možné vynechat úplně a přesto účastníci pomocníkovi rozumí, pokud vidí, co zrovna dělá (vrtí se, stojí nad předmětem, ...). V případě pokusu „Bez zvuků“ jsem si všimla větší odezvy po sdělení robota „Kde jsi?“ – naznačeno otáčením zařízení doprava a doleva.

Sociální vliv

Nakolik bylo seniorům příjemné mít zvedacího pomocníka doma, je vidět v hodnocení tvrzení „Kdybych měl robota k dispozici doma, cítil bych se lépe“. Je překvapivé, že i ti,

kteří zhodnotili, že jej nepotřebují, by se s takovým zařízením cítili lépe. Průměrné ohodnocení je 6,27 na stupnici 0–7 přitom rozptyl není velký (3,11).

Otázka soukromí

Nikomu z účastníků testování by robot nenarušoval pocit soukromí. Až na 3 výjimky by si Všichni dokázali představit mít takového pomocníka doma a používat jej.

Víra

Až na jedinou výjimku všichni věří, že by jim nedělalo problém se zařízením denně komunikovat. Většina dotázaných věří, že by robot vyřešil všechny jejich potíže se zvedáním předmětů ze země. Negativních odpovědí se dostalo pouze od těch, kteří robota doma absolutně nechtějí a těch, kteří necítí, že by měli se podáváním věcí spadlých na zem nějaký problém. I přesto, že jsem uvažovaný model zařízení všem podrobně představila a ukázala obrázky, bylo občas vidět, že schopnosti uvažovaného zařízení mírně přeceňují. Tuto oblast by bylo lepší hodnotit až ve chvíli, kdy by byl hotový model robota alespoň se všemi mechanismy ježdění a zvedání byť ovládané dálkově.

Dostupnost

Ukázalo se, že 10 000 Kč by byla pro většinu přijatelná cena. Mezi těmi, kteří uvedli, že by robota potřebovali, tvrzení „Kdyby stál robot 10 000Kč určitě bych si ho pořídil“ dosáhlo ohodnocení 4,91 ze 7. Ve stejné otázce týkající se 20 000Kč byl průměrný výsledek nerozhodný – ohodnocení 3,55. Vyšší částky už pro velkou většinu nebyly moc přijatelné. Co se týče víry v to, že by příbuzní byli ochotni pro seniora takové zařízení koupit, dopadl výsledek podobně – u 10 000 Kč hodnocení dopadlo s výsledkem 6 ze 7 a u ceny 20 000 Kč byl výsledek 5,1. Další částky už se dotázaným zdály vysoké.

Z rozhovorů vyplynulo, že účastníci testování považují komunikaci se zařízením příjemnou a srozumitelnou. Pokud se automatizovaný pomocník pohybuje na dohled od uživatele, je možné zvuky i úplně vynechat. Z odezvy v některých případech testování jsem však pochopila, že zvuk „Kde jsi?“ – robot nemůže uživatele najít – by bylo lepší ponechat. Výběr zvukové sady ani oslovování zařízení „robot“ versus „Bob“ neměl vliv na hodnocení tvrzení nebo počet nedorozumění. Na zvolené zvukové sadě (hlasy R2D2 a Wall-eho oproti zvukům inspirovaným programy ICQ, Messenger, Facebook, . . .) vlastně vůbec nezáleželo. V případech (ne vždy), kdy jsem procházela s testovanými všechny zvuky a snažila se zjistit, které jsou příjemnější, volili spíše zvukovou sadu s hlasy R2D2 a Wall-eho.

Kapitola 8

Závěr

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit efektivní a příjemnou komunikaci mezi robotem a seniorem. Robotický pomocník je určen primárně ke zvedání předmětů.

Prvnímu návrhu předcházelo studium existujících robotů, neverbální komunikace a sbírání informací o primárních uživatelích.

Po vytvoření ucelené představy o seniorech i případech použití zvedacího zařízení jsem navrhla, jak by mohly vypadat dialogy mezi robotem a uživatelem. Z toho vyplynuly povely, kterým bude muset automatizovaný pomocník rozumět a sdělení, která bude muset komunikovat zpět senioru. Vznikl tak návrh konečného automatu dialogů, který má postihovat všechny případy použití.

Když jsem sestavila první sadu zvuků, bylo potřeba zjistit informace o způsobech testování prototypů a takový experiment navrhnout.

Jakmile jsem připravila vše potřebné, což zahrnovalo: ovládání robota, definování odpovědí, které chci získat, návrh měření, zvukové sady, provedla jsem pilotní test s dobrovolníky. Tímto experimentem jsem především zjistila, že uživatel se velice rychle naučil se zařízením pracovat a komunikace byla srozumitelná zejména díky akcím, které robot zrovna dělal (rozhlížel se, stál u předmětu). Co se týče srozumitelnosti, na samotných zvucích příliš nezáleželo. Důležitým kritériem pro zvolené zvuky je, aby byly v příjemné frekvenci a nebyly příliš dlouhé. Neměly by uživateli překážet, nebo jej obtěžovat.

Pro další postup v práci jsem implementovala webovou aplikaci, díky níž bylo testování věrohodnější. Umožnila dálkově ovládat robota, zobrazit záznam z webové kamery umístěné na robotu Kobuki a spouštět přehrávání zvuků. Navíc bylo možné prostřednictvím aplikace zaznamenat odpovědi na dotazníky.

Návrh testování jsem upravila s ohledem na vyhodnocení pilotního testu. Sestavila jsem tedy nové scénáře a dotazníky.

Navržené testy jsem dále prošla s 19 uživateli. Výsledky ukázaly, že uživatelé hodnotí komunikaci jako příjemnou a srozumitelnou. Jsou schopni se během dvou pokusů naučit s robotem efektivně pracovat. Zvuky by bylo možné i vynechat (s výjimkou situací, kdy je zařízení v jiné místnosti apod.) a komunikace mezi seniorem a automatizovaným pomocníkem by byla stále srozumitelná.

Pro pokračování této práce navrhuji vytvoření webového nástroje pro testování odezvy uživatele na chování nebo komunikaci robota. Klíčovým prvkem takové aplikace může být interaktivní video s nahraným scénářem použití. Vždy, kdy v reálné situaci robot potřebuje odezvu od uživatele, video zastaví a počká na textový vstup od uživatele. Na základě reakce testovaného by video pokračovalo určitým směrem. Přidanou hodnotou pak může být získání širšího povědomí o tom, jak konkrétně uživatel interaguje se zařízením.

Literatura

[1] FISHINGER, David, aj. Hobbit, a care robot supporting independent living at home: First prototype and lessons learned. *Robotics and Autonomous Systems*. **2014**.

[2] JEE, Eun-Sook, Yong-Jeon JEONG, Chong Hui KIM a Hisato KOBAYASHI. Sound design for emotion and intention expression of socially interactive robots. *Intelligent Service Robotics*. **2010**(3), 199-206. DOI: 10.1007/s11370-010-0070-7.

[3] *PARO: Therapeutic Robot* [online]. 2014 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: http://www.parorobots.com/

[4] *Care-O-bot 4* [online]. 2016 [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: http://www.care-o-bot-4.de/

[5] *Jibo* [online]. 2016. Dostupné z: https://www.jibo.com/

[6] BERAN, Vítězslav. *Device to pick&lift objects from the ground with natural user interface* [online]. 2017 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: https://drive.google.com/file/d/0B_-zUx5K1kL6pWVJJMDNia0FqUzQ/view

[7] MORLEY, John E. *Nursing home care*. New York: McGraw-Hill Education Medical, c2013. ISBN 978-0-07-180765-4.

[8] VERSCHUEREN, Jef a Jan-Ola OSTMAN. *Key notions for pragmatics*. Philadelphia: John Benjamins Pub. Co., c2009. Handbook of pragmatics highlights, v. 1. ISBN 90-272-0778-4.

[9] QUIGLEY, Morgan, Brian GERKEYY, Ken CONLEYY, aj. ROS: an open-source Robot Operating System. In: *ICRA workshop on open source software*. 3. 2009.

[10] *STAIR: STanford Artificial Intelligence Robot* [online]. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://stair.stanford.edu/

[11] *Willow Garage* [online]. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://www.willowgarage.com/

[12] CRICK, Christopher, Graylin JAY, Sarah OSENTOSIKI, Benjamin PITZER a Odest CHADWICKE JENKINS. Rosbridge: ROS for Non-ROS Users. *Proceedings of the 15th International Symposium on Robotics Research*. **2011**.

[13] Senioři v ČR - 2014. *Český statistický úřad: Počet neuspokojených žádostí o sociální služby* [online]. 2014 [cit. 2017-01-09].

[14] PFEIFEROVÁ, Štěpánka. *Housing and social care for the elderly in Central Europe: WP3: main findings report*. Prague: Institute of Sociology, AS CR, 2013. ISBN 978-80-7330-233-7.

[15] NI, Preston. How to Communicate Effectively with Older Adults. *Psychology Today* [online]. Sussex Publishers, c1991-2017, 16. 11. 2014 [cit. 2017-01-11]. Dostupné z: https://www.psychologytoday.com/blog/communication-success/201411/how-communicate-effectively-older-adults

[16] BARTNECK, Christoph a Jun HU. Rapid Prototyping for Interactive Robots. In: *The 8th conference on intelligent autonomous systems (IAS-8)*. 2004, s. 136-145.

[17] KLEMMER, Scott R., Anoop K. SINHA, Jack CHEN, James A. LANDAY, Nadeem ABOOBAKER a Annie WANG. *SUEDE: A Wizard of Oz Prototyping Tool for Speech User Interfaces*. University of California at Berkeley, 2000.

[18] *Soundboard: nothing but sounds* [online]. 2015 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: http://www.soundboard.com

[19] *MobCup* [online]. 2015 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: http://mobcup.net/

[20] ALAIAD, Ahmad a Lina ZHOU. The determinants of home healthcare robots adoption: An empirical investigation. *International Journal of Medical Informatics*. 2014, **83**(11).

Přílohy

Příloha A

Obsah CD

- Manuál ke zprovoznění webové aplikace, včetně napojení na robota a streamování videa, pojmenovaný „README.txt“.
- Zdrojový kód webové aplikace ve složce /TestingApp/src.
- Tato práce ve formátu `.pdf` s názvem „Diplomová práce“ ve složce /tz.
- Zdrojové kódy tohoto dokumentu v adresáři /tz/src.
- Výsledky z testování – soubor „testing_results.xlsx“ – v adresáři /testing.
- Zvukové nahrávky z testování v adresáři /testing/records.
- Zvuky robota použité k experimentům s uživateli v adresáři /robotSounds.
- Video k prezentování aplikace v adresáři /video.
- Plakát ve složce /poster.

Příloha B

Testovací scénáře a výsledky pilotního experimentu

V následujících scénářích U znamená uživatel a R robot určený ke zvedání předmětů. Pokud se uživatel mírně odchýlil od uvedeného textu, ale záměr byl vyjádřen, pokračovali jsme dále ve scénáři.

Robot nemluví, daný text vyjadřuje zvuky.

B.1 Scénář I

V prvním scénáři má uživatel využít pomocníka k podání předmětu ze země. Robot nejdříve uživatele nemůže najít a tak na něj zavolá. Poté už najde předmět a ptá se, jestli ho má zvednout.

U: „Bobe, pojď sem!“
R: „Jedu!“
R: „Kde jsi?“
U: „Tady!“
R: „Jedu!“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“
U: „Děkuji“

B.2 Scénář II

V tomto scénáři uživateli upadnou na zem dva předměty. Má využít pomocníka k tomu, aby mu podal správný předmět. Robot nejdříve přijede ke špatnému předmětu, uživatel mu pak sdělí, že chce zvednout něco jiného. Zařízení najde druhý předmět a podá ho uživateli.

U: „Bobe, pojď sem!“
R: „Jedu!“
R: „Toto?“
U: „Ne.“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“

U: „Děkuji“

B.3 Scénář III

V tomto scénáři uživateli upadnou na zem dva předměty. Má využít robota k tomu, aby mu podal oba dva. Pomocník nejdříve uživatele nemůže najít, zavolá na něj. Když dostane odezvu a najde uživatele, přijede k prvnímu předmětu. Uživatel dá pokyn, aby předmět zvedl. Když ho zařízení předá, uživatel poděkuje a požádá o zvednutí dalšího předmětu. Robot najde druhý předmět a podá ho uživateli.

U: „Bobe, pojď sem!“
R: „Jedu!“
R: „Kde jsi?“
U: „Tady!“
R: „Jedu!“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“
U: „Děkuji, zvedni ještě láhev prosím.“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“
U: „Děkuji“

B.4 Dotazník s výsledky pilotního experimentu

Následující tabulky ukazují tvrzení a hodnocení tvrzení v pilotním experimentu. Scénář I – viz B.1 – byl testován dvakrát s dřevěnou maketou robota a nakonec s robotem Kobuki. Scénář II – viz B.2 – byl testován s různými zvukovými sady (čísla 1-4). Scénář III – viz B.3 – byl testován nejdříve s robotem Kobuki a poté s dřevěnou maketou.

Scénář I			
Jak moc souhlasíte s tvrzením (1 – vůbec nesouhlasím, 5 – úplně souhlasím):	Dřevěná maketa	Dřevěná maketa	Kobuki
Komunikace s Bobem je snadná.	2	4	5
Práce s Bobem je příjemná.	5	5	5
Komunikacce s Bobem je srozumitelná.	3	4	5
Dokážu si představit Boba běžně používat.	5	5	5

Scénář II				
Jak moc souhlasíte s tvrzením (1 – vůbec nesouhlasím, 5 – úplně souhlasím):	1	2	3	4
Komunikace s vozítkem byla srozumitelná.	5	5	5	5
Komunikace s vozítkem byla příjemná.	4	5	4	4
Všem zvukům vozítka jsem rozuměl.	5	5	5	5
Vždy jsem chápal, co vozítko zrovna dělá nebo chce udělat.	5	5	5	5
Zvuky byly v příjemné frekvenci.	4	5	4	5

Scénář III		
Jak moc souhlasíte s tvrzením (1 – vůbec nesouhlasím, 5 – úplně souhlasím):	Kobuki	Dřevěná maketa
Komunikace s Bobem je snadná.	5	5
Práce s Bobem je příjemná.	5	5
Komunikacce s Bobem je srozumitelná.	5	5
Dokážu si představit Boba běžně používat.	5	5

Příloha C

Upravené testovací scénáře s dotazníky

V následujících scénářích U znamená uživatel a R robot určený ke zvedání předmětů. Pokud se uživatel mírně odchýlil od uvedeného textu, ale záměr byl vyjádřen, pokračovali jsme dále ve scénáři.

Robot nemluví, daný text vyjadřuje zvuky.

Scénář I byl s uživatelem zopakován celkem čtyřikrát. První pokus byl pro představení práce s robotem. Druhý byl stejný pro zopakování a změření, o kolik procent se čas zrychlil. Při třetím pokusu robot vynechal počáteční a koncový zvuk. Ve čtvrtém pokusu robot nevydával zvuky vůbec.

Scénář II byl s uživatelem zopakován dvakrát, ale s jinou sadou zvuků. Ve druhém pokusu robot opět vynechal počáteční a koncový zvuk.

Po každém průchodu scénářem testující hodnotil tvrzení – viz C.3. Na závěr celého testování uživatel hodnotil jiné výroky – viz C.4.

C.1 Scénář I

V tomto scénáři uživateli upadnou na zem dva předměty. Má využít pomocníka k tomu, aby mu podal správný předmět. Robot nejdříve přijede ke špatnému předmětu, uživatel mu pak sdělí, že chce zvednout něco jiného. Zařízení najde druhý předmět a podá ho uživateli.

U: „Bobe, pojď sem!“
R: „Jedu!“ – při pokusu nazvaném „Méně zvuků“ vynecháno
R: „Toto?“
U: „Ne.“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“ – při pokusu nazvaném „Méně zvuků“ vynecháno
U: „Děkuji“

C.2 Scénář II

V tomto scénáři uživateli upadnou na zem dva předměty. Má využít robota k tomu, aby mu podal oba dva. Pomocník nejdříve uživatele nemůže najít, zavolá na něj. Když dostane odezvu a najde uživatele, přijede k prvnímu předmětu. Uživatel dá pokyn, aby předmět

zvedl. Když ho zařízení předá, uživatel poděkuje a požádá o zvednutí dalšího předmětu. Robot najde druhý předmět a podá ho uživateli.

U: „Bobe, pojď sem!“
R: „Jedu!“ – při pokusu nazvaném „Méně zvuků“ vynecháno
R: „Kde jsi?“
U: „Tady!“
R: „Jedu!“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“
U: „Děkuji, zvedni ještě láhev prosím.“
R: „Toto?“
U: „Ano.“
R: „Tady to je.“ – při pokusu nazvaném „Méně zvuků“ vynecháno
U: „Děkuji“

C.3 Dotazník I s výsledky

Tento dotazník byl vyplněn s uživatelem po každém průchodu scénářem. Uživatel hodnotil, jak moc s tvrzením souhlasí na stupnici od 0 do 7 (0 – vůbec nesouhlasím, 7 – úplně souhlasím).

V dotazníku, jsou tři tvrzení, jejichž hodnocení 0 – znamenalo pozitivní výsledek a naopak 7 znamenalo negativní výsledek. Tato tvrzení jsou tučně vyznačena.

Dotazník s výsledky (průměry hodnot všech účastníků) vypadal takto (SII znamená Scénář II s druhou sadou zvuků):

Jak moc souhlasíte s tvrzením (0–7):	Cvičný pokus	Opakování	Méně zvuků	Bez zvuků	SII první pokus	SII Méně zvuků
Dokončit úkol s robotem bylo snadnější, než kdyby mi robot nepomohl.	4,83	5,78	5,89	6,06	6,44	6,40
Vždy jsem věděl, co po mně robot chce a jak mu to (co chci já) mám sdělit	4,83	5,83	6,00	6,39	6,44	6,40
Při plnění úkolu bych byl schopný sledovat televizi nebo vést s někým rozhovor	5,56	6,61	6,67	6,33	6,06	6,07
Délka zvuků zdržovala komunikaci	**0,11**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,07**	**0,07**
Na řešení úkolu a řízení robota jsem se musel plně soustředit.	**4,39**	**3,33**	**2,83**	**3,12**	**3,00**	**3,33**
zvukové projevy robota mi byly příjemné	5,89	6,17	6,67	6,00	6,33	6,33
Robotu bych rozuměl i bez některých zvuků.	4,72	5,56	6,56	6,72	6,50	6,33
Plnění úkolů s robotem mě otravovalo.	**0,83**	**0,72**	**0,72**	**0,72**	**0,38**	**0,40**

C.4 Dotazník II s výsledky

Tento dotazník byl s uživateli vyplněn jednou, na závěr testování. Dotazovaní opět hodnotili tvrzení na stupnici 0–7 (0 – vůbec nesouhlasím, 7 – úplně souhlasím).

Dotazník s průměrnými hodnotami odpovědí respondentů vypadal takto:

Robot by pro mě byl užitečný.	4,26
Mít robota doma by nemělo vliv na kvalitu mého života.	4,58
Robot by pomohl zlepšit nějakou oblast mého života.	4,26
Kdybych měl robota k dispozici doma, cítil bych se lépe.	4,26
Komunikace s robotem je příjemná a srozumitelná.	6,68
Mít robota doma by narušilo mé soukromí.	0,37
Dokáži si představit mít robota doma neustále.	5,53
Robot by vyřešil všechny mé potíže se zvedáním předmětů.	4,42
Kdyby stál robot 80 000Kč určitě bych si ho pořídil.	0,95
Kdyby stál robot 40 000Kč určitě bych si ho pořídil.	1,79
Kdyby stál robot 20 000Kč určitě bych si ho pořídil.	2,63
Kdyby stál robot 10 000Kč určitě bych si ho pořídil.	3,58
Kdyby stál robot 80 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili.	1,28
Kdyby stál robot 40 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili.	1,67
Kdyby stál robot 20 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili.	3,61
Kdyby stál robot 10 000Kč určitě by mi ho příbuzní pořídili.	4,11
S robotem bych dokázal bez potíží denně komunikovat.	6,53
Robota bych určitě doporučil svým známým a přátelům	5,53