

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informačních technologií

Inteligentní prostředí pro podporu seniorů

Diplomová práce

Autor: Josef Němeček

Studijní obor: Aplikovaná informatika, AI2-P

Vedoucí práce: prof. RNDr. Peter Mikulecký, PhD.

Hradec Králové

listopad 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 15.11. 2017

Josef Němeček

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu práce prof. RNDr. Peteru Mikuleckému, PhD. za cenné připomínky a rady při psaní této práce. Děkuji

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá ambientní inteligencí. Čtenář je seznámen se základními pojmy ambientní inteligence, kde pozornost je věnována především seniorům s Alzheimerovou chorobou. Dále jsou podrobně vysvětleny základní potřeby seniora a používané technologie v inteligentním prostředí, které jsou aplikovány v již existujících projektech. Hlavním cílem práce je vytvoření modelu a následné využití simulace inteligentního prostředí na základě případové studie. Nechybí zde porovnání multiagentových nástrojů, které jsou vhodné pro modelování a simulaci inteligentního prostředí. V praktické části je popsáno navrhnuté inteligentní prostředí na základě případové studie. Následně je pro toto prostředí vytvořen model a simulace ve vybraném simulačním nástroji. Implementované technologie a jejich fungování je podrobně vysvětleno. V poslední části jsou pomocí simulace otestovány všechny použité technologie a následně je vyhodnocen jejich přínos pro život seniora v inteligentním prostředí.

Klíčová slova:

AnyLogic, Ambientní inteligence, Alzheimerova choroba

Annotation

Title: Intelligent environment for suport of seniors

This diploma thesis aims to issue of ambient intelligent. The reader learns about basic concepts of ambient intelligent where attention is mainly dedicated to seniors with Alzheimer's disease. Further there are explained the basic needs of seniors and the technologies used in intelligent environment which are applied in already existing projects. The main goal of thesis is to create a model and then use this model for simulation of intelligent environment which is based on a case of study. There is a comparison of multi-agent tools for modeling and simulation of intelligent environment. The practical part describes the proposed intelligent environment which is based on a case of study and for this environment is created model and simulation in selected simulation tool. Implemented technologies and their functioning are explained in detail. In the last part of thesis are all technologies tested in simulation tool and then evaluated their contribution to senior life in the intelligent environment.

Key words:

AnyLogic, Ambient Intelligence, Alzheimer's disease

Obsah

1. Úvod	1
1.1. Stárnutí populace	2
1.1. Nezávislé žití starších osob	3
1.2. Charakteristika Alzheimerovy choroby	3
1.3. Stádia Alzheimerovy choroby	5
2. Základní pojmy z oblasti ambientní inteligence.....	7
2.1. Definice	7
2.2. Historie	8
2.3. Současnost.....	9
3. Stav poznání v oblasti AAL	11
3.1. Každodenní aktivity starších osob.....	11
3.1.1. Činnosti nutné ke sledování	12
3.1.2. Požadavky na monitorování tělesných funkcí.....	12
3.1.3. Požadavky na rozpoznání aktivit	14
3.2. Rozpoznávání aktivit.....	14
3.3. Multiagentové systémy (MAS)	15
3.3.1. Agent	16
3.4. Rozpoznávání aktivit pomocí zpracování obrazu	17
3.5. Rozpoznávání aktivit pomocí senzorů	18
3.5.1. Používání přenosných senzorů	21
3.6. Datová komunikace.....	22
3.7. Současné projekty AAL	23
3.7.1. AlarmNet.....	25
3.7.2. Assisted Cognition Env	26
3.7.3. AWARE	26
3.7.4. CASAS	26
3.7.5. CodeBLue	27
3.7.6. GatorTech Smart House	27
3.7.7. I-Living TM	27
3.7.8. MITHouse_n	28
3.7.9. Smart Medical Home	28
3.7.10. SOPRANO	28

3.7.11. WellAware	29
3.7.12. Shrnutí	29
4. Nástroje pro multiagentové modelování a simulaci	30
4.1. AnyLogic.....	31
4.2. NetLogo.....	33
4.3. Mason	34
4.4. JACK.....	35
4.5. Repast	35
5. Specifikace potřeb seniora v prostředí s AAL.....	37
5.1. Design prostředí	37
5.2. Navrhovaný AAL systém.....	39
5.3. Případová studie	39
5.4. Představení seniora.....	40
5.5. Pozorování aktivit seniora.....	41
6. Modelování funkcionalit inteligentního prostředí v programu AnyLogic	43
6.1. Prostředí	43
6.2. Popis jednotlivých entit.....	46
6.3. Průběh simulací	52
7. Zhodnocení výsledků a další výzkum	53
7.1. Testy jednotlivých systémů s fixními hodnotami	53
7.2. Testy jednotlivých systémů s náhodnými hodnotami	54
7.3. Testy všech inteligentních systémů.....	55
7.4. Testy HERS s náhodnými hodnotami	56
7.5. Vliv změny teplot na agenty.....	58
8. Závěr.....	59
Seznam použité literatury	61
Seznam obrázků.....	72
Seznam tabulek.....	73
Seznam zkratk.....	74
Přílohy	75

1. Úvod

Jedním z mnoha problémů dnešní doby je stárnutí populace a následné poskytování efektivní zdravotní péče starším osobám, která může být v mnoha případech komplikovaná. Přibývá také množství neurologických onemocnění u starších osob v důsledku zvyšující se průměrné délky života. Osobní péči o tyto osoby musejí zajišťovat příbuzní a v případě nepředvídatelných událostí mohou komplikovat jejich každodenní život. Každý se již určitě setkal s některými problémy při poskytování péče rodičům nebo prarodičům, kdy v případě náhlého zhoršení jejich zdravotního stavu jste si museli vzít volno v práci nebo zrušit naplánovanou akci.

Další možností péče o seniory jsou domovy důchodců nebo jiné specializované zdravotnické zařízení, které jsou ale v mnoha případech velmi finančně nákladné kvůli jejich specializované péči o pacienty. Proto začali vznikat podpůrné technologie pro nezávislé žití seniorů. Tyto technologie se nazývají Ambient Assisted Living (AAL) a jsou považovány za nezbytné pro efektivní zlepšení péče o seniory v jejich domácím prostředí.

Díky významným pokrokům v telekomunikačních a výpočetních technologiích už většina z nás vlastní nějaké „smart“ zařízení, jako je telefon, tablet nebo počítač. Tyto zařízení jsou připojeny k internetu, kde můžeme pomocí „real-time“ monitoringu sledovat prostředí a chování seniorů v jejich domácnosti. Domácnosti jsou často vybaveny různými technologiemi, jako jsou senzory. Senzory mohou mít přístup k osobním informacím o sledovaném seniorovi a v případě neobvyklých událostí přivolat pomoc.

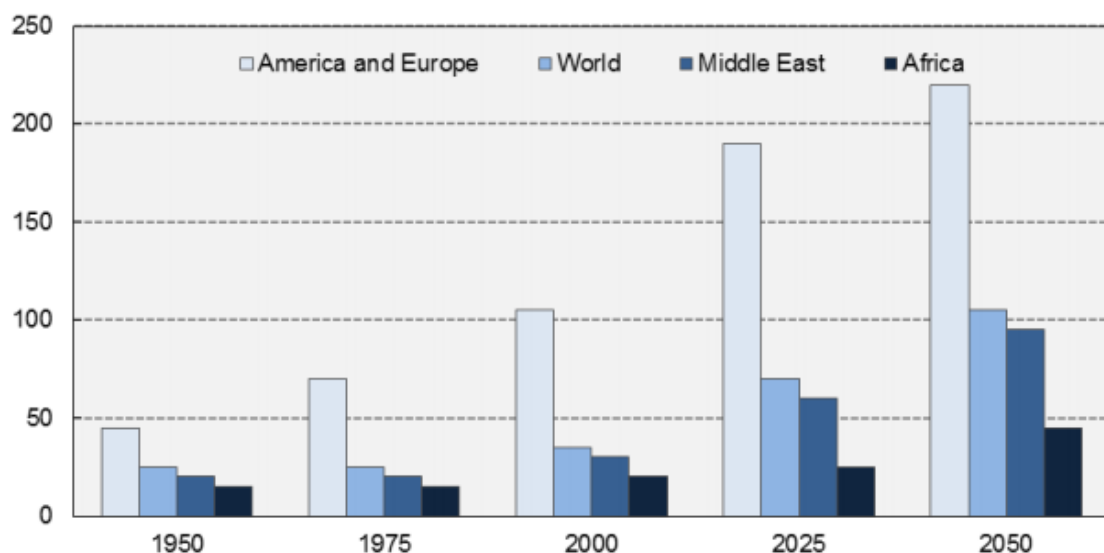
Technologie mají bohužel i své nevýhody v podobě možných pokusů o kybernetický útok, získání citlivých informací nebo selhání systému nezaviněné třetí stranou např. výpadek proudu nebo ztráty internetového připojení. To může mít fatální následky pro sledované seniory.

Před nasazením vybrané technologie je proto vhodné namodelovat prostředí, kde bude technologie využívána a nasimulovat chování systému v tomto prostředí, zda splňuje všechny naše požadavky. K tomuto účelu je zaměřená tato diplomová práce. Nejprve se

seznámíme se základními pojmy Ambientní inteligence (Ambient Intelligence) a vysvětlíme používané technologie v oblasti AAL. Různé technologie si vysvětlíme na existujících projektech. Poté si porovnáme různé simulační nástroje a vybereme vhodný nástroj pro náš model. V praktické části si pomocí případové studie nadefinujeme vhodné prostředí pro sledovaného seniora a následně vytvoříme model prostředí. Po vytvoření modelu provedeme simulace použitých technologií a vyhodnotíme, jaký vliv má inteligentní prostředí na sledovaného seniora.

1.1. Stárnutí populace

Celosvětová populace starších osob se rapidně zvyšuje, což mají za následek velké pokroky v oblasti technologií, zdravého životního stylu, stravě a medicíně. [1] Rostoucí očekávaná délka života s klesající mírou porodnosti budou nadále ovlivňovat tuto skutečnost po celém světě. Ale jaký to bude mít na nás vliv? Podle studií v United Nations Population Division (UNPD) je v dnešní době více než 11,5% osob světové populace starších 65 let. Do roku 2050 by se toto procento mělo zdvojnásobit a počet obyvatel by měl překročit hranici dvou miliard (obrázek 1.), což je 21,4% celosvětové populace, kde přes třicet zemí bude mít více než 10 miliónů osob starších 65 let. Například v České republice byl v roce 2013 počet starších osob ve věku 65 let a více 16,8%. V roce 2050 by se měl počet obyvatel zvýšit na 32,5%.



Obrázek 1: Počet osob starších 65 let [2]

V konečném výsledku zde nebude dostatek lidí k poskytnutí dostačující péče o starší osoby. Předpokládá se, že velké množství těchto osob bude žít v domácnosti, takže bude nutné jim poskytnout nové možnosti pro poskytnutí péče v jejich domově. Ambientní inteligence jim může tyto možnosti nabídnout a zajistit všechny potřeby k žití. [2]

1.1. Nezávislé žití starších osob

Téměř 40% světové populace starších osob žije samostatně. Většina z nich jsou ženy a studie naznačují, že mnoho starších osob chce žít samostatně ve svém domácím prostředí. Navíc studie ukázali, že většina starších osob s neurologickými problémy žije ve svých domovech, ale jsou závislí na ostatních, aby jim pomáhali s každodenním životem. Více než 40% lidí má obavy z přestěhování do pečovatelského domu nebo jiného zařízení. Obávají se, že ztratí svou nezávislost a stanou se závislí na ostatních. To vychází z průzkumu Disabled Living Foundation (DLF). [3] Rozdíly v procentuálním zastoupení starších osob žijících samostatně závisí také podle země, kde žijí. Zda se jedná o vyspělou nebo rozvojovou zemi. Více než 75% starších osob žijí samostatně ve vyspělých zemích. [3]

Je také důležité si uvědomit, že žití samostatně nebo s partnerem ve vyspělých značí ekonomickou nezávislost, zatímco ve vývojových se očekává, že se o rodiče postarají jejich děti. Proto je hlavním cílem zajištění starším osobám nezávislý, zdravý a sociálně přijatelný život v jejich domácnosti, aby zvládli všechny své potřeby. Domácnost by měla být navržena a vybavena správnou infrastrukturou, aby starším lidem poskytovala vše, co potřebují k životu. Navíc je nutné zajistit snadný přístup k běžným věcem, jako jsou zdravotnické potřeby nebo potraviny a v případě nutnosti nainstalovat do domácnosti technologie, které jim tyto možnosti poskytnou. Tím se zabrání každodenní osamělosti a izolaci od vnějšího světa. [4]

1.2. Charakteristika Alzheimerovy choroby

Demenci lze charakterizovat jako „*syndrom způsobený chorobou mozku, obvykle chronické nebo progresivní povahy, kde dochází k porušení mnoha vyšších nervových kortálních funkcí, k nimž patří paměť, myšlení, orientace, chápání, počítání, schopnost učení, jazyk a úsudek, v takové míře, která omezuje soběstačnost a trvá minimálně šest měsíců.*“ [5]

Je několik příčin demence, které mají tyto symptomy, ale nejčastější je tzv. Alzheimerova choroba, která je běžná u starších osob. Je známá jako neurologická porucha mozkových funkcí, která postihuje osoby různými způsoby. Přestože se příznaky mohou mezi pacienty značně lišit, tak hlavními příznaky většiny lidí je zapomínání, dezorientace ve známém prostředí, ztráta věcí nebo potíže s řečí, které mohou ovlivnit jejich život v práci nebo v domácnosti. Obecně platí, že tyto příznaky začínají pozvolna a nemusí být z počátku patrné ani pro jejich příbuzné. Nejdříve má nemocný problémy se ztrátou krátkodobé paměti, prostorovou orientací, mění se celá jeho osobnost nebo se vyskytují časté změny nálad. V posledním stádiu nemoci není schopen se sám o sebe postarat. Bohužel ne každý nemocný člověk vyhledá odbornou pomoc nebo není správně diagnostikován.

Ani v dnešní pokročilé době se Alzheimerova choroba nedá úplně vyléčit, ale její průběh lze částečně zpomalit pomocí léků, tzv. kognitiv. Ale vše záleží na rychlosti diagnostiky choroby. Čím dříve se choroba objeví, tím déle je zachována každodenní kvalita životního stylu nemocné osoby. [6]

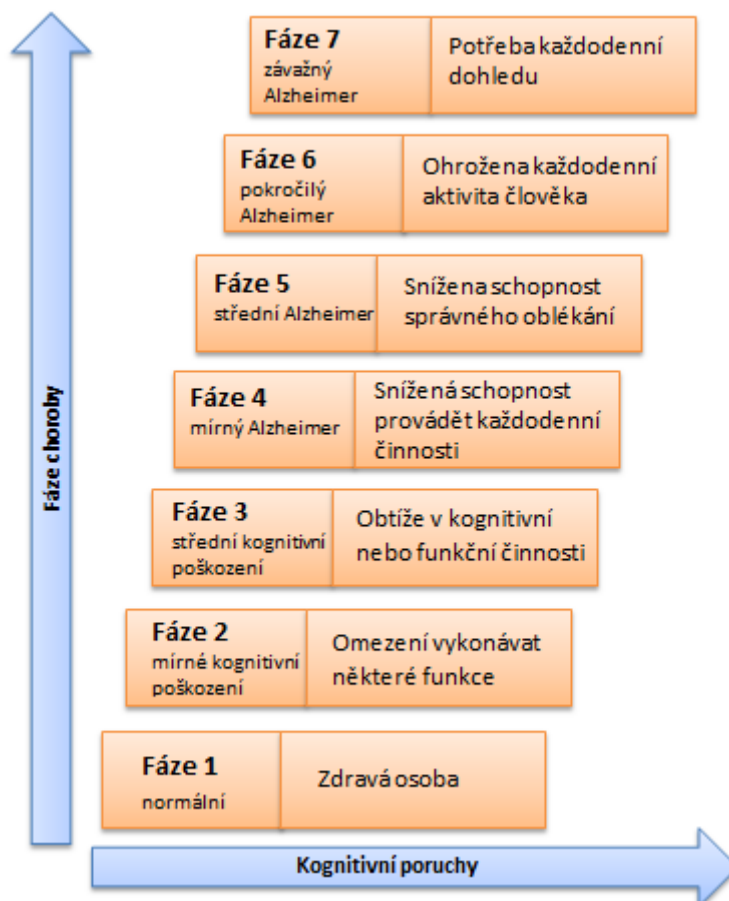
Alzheimerova choroba obecně souvisí s věkem a s ním se exponenciálně zvyšuje. Po celém světě je více než 46,8 miliónů osob s touto chorobou. Do roku 2050 by se toto číslo mělo rapidně zvýšit, a to až na 131,5 miliónů, což odpovídá 12,4% předpokládané světové populace nebo současnému počtu obyvatel v Japonsku. [7] V České republice je zastoupení lidí s demencí nižší než celosvětový průměr, a to přibližně 143 tisíc. Tento počet je ale pouze předpokládaný, neboť ne všichni osoby mají Alzheimerovu chorobu diagnostikovanou.

Také náklady potřebné pro zajištění péče nejsou malé. Celosvětové náklady na péči o nemocné přesahují 818 miliard amerických dolarů a do roku 2030 by náklady měly přesáhnout 2 bilióny amerických dolarů. V České republice jsou měsíční náklady pro péči o osoby s demencí v rozmezí mezi 30 až 50 tisíci korunami. [5]

1.3. Stádia Alzheimerovy choroby

Podle Asociace Alzheimerovy choroby [8] existuje sedm známých klinických stádií Alzheimerovy choroby. Nicméně, tyto stádia se často překrývají a ne každý má všechny syndromy.

Do první fáze patří duševně zdravá osoba, která nevykazuje žádný důkaz příznaků demence. Druhá fáze je známá jako mírná stařecká zapomětlivost, kde osoby mohou zapomínat známá slova nebo umístění každodenních předmětů. V této fázi také nelze zjistit žádné příznaky demence. Třetí fáze je známá jako střední kognitivní porucha. V této fázi mohou být již viditelné příznaky Alzheimerovy choroby, kde lékaři mohou být schopni rozpoznat problémy v paměti nebo soustředění. Osoba není schopna částečně vykonávat každodenní práci v domácnosti nebo může často ztrácet předměty. Má problémy se zapamatováním jmen nebo obtížně hledá správná slova. Osoba si často není schopná vybavit, jaký je den, měsíc, rok a má problémy s plánováním a organizováním. Čtvrtá fáze je známá jako mírná Alzheimerova choroba, kde je snížena schopnost každodenních činností, jako je příprava jídla nebo zapomínání nedávných událostí. Je také zhoršena schopnost provádět složitější aritmetické operace, jako je násobení a dělení. Pátá fáze je známá jako středně závažná Alzheimerova choroba, kde si osoba není schopna vybrat správné oblečení podle ročního období nebo jiné události. Často se stává, že osoba se ztratí nebo zabloudí na známých místech nebo má problémy s jednoduchými aritmetickými operacemi, jako je sčítání nebo odčítání. Šestá fáze je známá jako pokročilá Alzheimerova choroba, kde je ohrožena každodenní aktivita osoby. Paměť se stále zhoršuje a může docházet ke změnám osobnosti. Osoba má problémy si vzpomenout na jména příbuzných a stále častěji dochází k potížím s kontrolou močového měchýře nebo stolice. Poslední sedmá fáze se už označuje jako závažná Alzheimerova choroba, kde osoba potřebuje každodenní dohled. Nastávají obtíže s chůzí, kde často dochází k ochabnutí svalů a je poté nutné upoutání na lůžko. Dále osoba není schopna příjmu potravy. [8]



Obrázek 2: Fáze Alzheimerovy choroby

2. Základní pojmy z oblasti ambientní inteligence

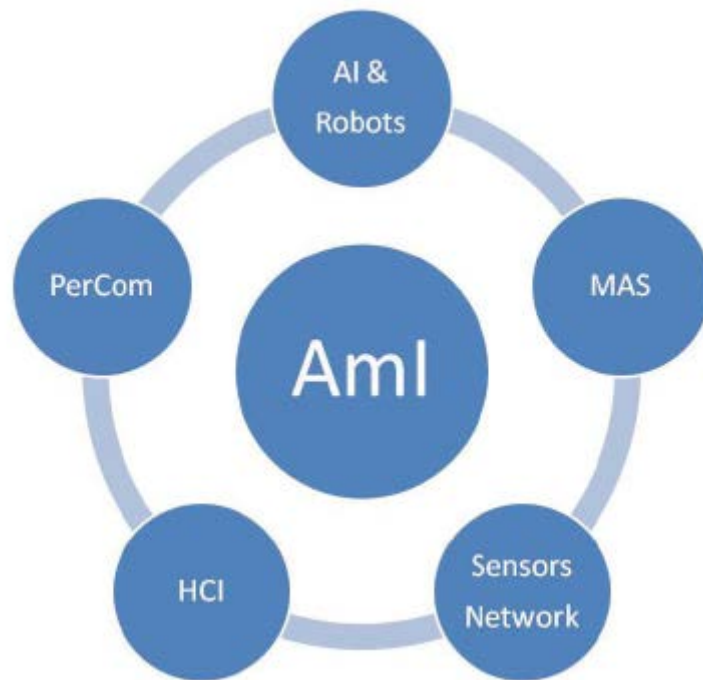
Ambientní inteligence (AmI) zaznamenala v posledních letech obrovský pokrok, kde díky pokročilému výzkumu slibují revoluci v technologiích, které mají člověku pomáhat a asistovat v jeho každodenním životě. To zahrnuje také pomoc ve všech činnostech a rozhodnutích, které člověk udělá. Vyvíjené technologie se díky dlouholetým zkušenostem a testováním tak zdokonalily, že si bez nich mnoho lidí nedokáže svůj život ani představit. [9]

2.1. Definice

“Ambientní inteligence (ambient intelligence) je vědní oblast vycházející z výzkumu umělé inteligence a již celkem rozvinuté problematiky všudypřítomných výpočtů (ubiquitous computing), související s rozvojem bezdrátové komunikační technologie, technologie inteligentních senzorů a i s oblastí výzkumu rozhraní pro komunikaci člověka s počítači.“ [10]

Prostřednictvím AmI odkazujeme na mechanismy, které řídí chování prostředí. Toto chování je zahrnuto v definici výše, která definuje potřebu pro „rozumný“ systém, tedy systém s inteligencí. Definici si můžeme také vysvětlit na konkrétním příkladu, kde systém může zastávat úlohu vyškoleného asistenta, např. chování a činnosti zdravotní sestry. Systém bude pomáhat v případě nutnosti, ale nebude zasahovat, pokud to nebude nutné. Zřetelně rozeznává uživatele, učí se a poznává jeho potřeby, reaguje citlivě podle nálady uživatele. Díky všem faktorům vzniknul pojem „Inteligentní prostředí“, kde výsledné systémy používají již zmíněné senzory, ovladače a bezdrátové sítě. [11]

Cílem AmI je tedy rozšířit interakci lidí a informačních technologií využitím všudypřítomných (ubiquitous) výpočetních zařízení. Tyto technologie v současné době rozvíjejí všudypřítomné výpočty (ubiquitous computing), všudypřítomná komunikace (ubiquitous communication) a inteligentní uživatelská rozhraní (intelligent user interfaces). [10]



Obrázek 3: Vztahy mezi AmI a ostatními vědními obory [12]

Důležitým faktorem AmI je interaktivita, kde hlavním cílem je co nejmenší komunikace mezi počítačem a člověkem (HCI - human-computer interaction) na minimum, protože systém by měl používat vlastní inteligenci k rozhodování, kdy uživatel potřebuje pomoc, jako již zmíněný zdravotní asistent zmíněný výše. HCI je významná oblast počítačové vědy od počátků výpočetní techniky. [11]

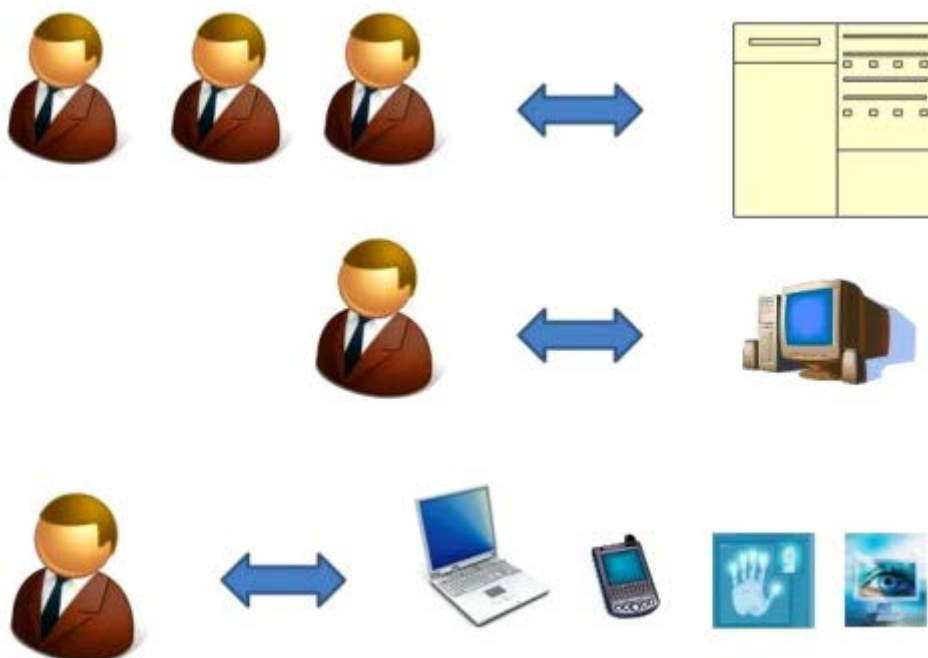
Rovněž si musíme uvědomit, že koncept AmI také souvisí s kvalitou služeb nabízených uživateli. Uživatel nemusí mít zájem o to, jaké typy senzorů jsou do prostředí nainstalovány nebo jak je navržena síť. Uživatel má zájem pouze o kvalitu poskytnutých služeb. AmI by se tedy měla spíše zaměřovat na integraci stávajících technologií. [13]

2.2. Historie

První zmínky o AmI se datují na přelom tisíciletí. V roce 2001 Evropská komise poprvé nastínila výzkum o AmI, kde pro ilustraci vzniklo v tomto roce několik vizí a scénářů, které měli nastínit přínos této technologie pro osoby žijící ve společnosti. Zajímavé je, že

scénáře měly být rozvojem příslušných technologií naplněné v roce 2010, tedy celkem nedávno a skutečně byl ve směru jejich naplnění zaznamenán mohutný pokrok. Scénáře byly odlišné a zaměřují se na zjednodušení a zefektivnění činností sledovaných osob v inteligentním prostředí.

Scénáře měli zásadní vliv na budoucí vývoj technologií, i když ne vše se stihlo zrealizovat. Počítače byli z počátku velmi drahé, velké, těžko použitelné, a tak ne každý si mohl dovolit koupit svůj domácí počítač. Velká počítačová revoluce nastala v 90. letech, kdy se postupně změnil poměr – jeden uživatel na jeden počítač. Jak se technologie postupně vyvíjely, tak se zařízení začali miniaturizovat a také zlevňovat. Postupem času jeden uživatel už mohl přistupovat k více než jednomu zařízení. [14]



Obrázek 4: Vývoj v používání technologií [15]

2.3. Současnost

V dnešní době už přístup k počítačům nemusí nutně znamenat vlastnit nějaký počítač nebo notebook. Pomocí miniaturizace mikroprocesorů se výpočetní výkon přesunul i do jiných zařízení, než jen do počítačů. Začaly vznikat domácí spotřebiče se zabudovaným vlastním mikroprocesorem, které dnes každodenně používáme např. pračky a

mikrovlnné trouby. Vznikly také „mobilní“ zařízení, což je zařízení, které můžeme přenášet bez použití napájecího zdroje. Mezi tyto zařízení patří mobilní telefon, tablet nebo GPS (Global Positioning System) navigace, které nám pomáhají na cestách. Tyto zařízení se postupně rozšířila do všech koutů naší společnosti, a to vyvolalo velkou revoluci ve vývoji Ambientní technologie. Je jen otázkou, kam nás vývoj technologií zavede v dalších letech, neboť technika jde čím dál rychleji kupředu. V dnešní době je Ambientní technologie používána v mnoha odvětvích, jako je inženýrství, školství, zdravotnictví, sociální péče, reklama, sport, doprava atd. [16]

3. Stav poznání v oblasti AAL

Jedním z klíčových problémů ve zdravotnictví je poskytování dostatečné péče rostoucímu počtu starších osob v jejich domácnosti nebo v zařízeních určených pro seniory (např. domov důchodců). Pro tyto účely je nutné nepřetržité sledování prostředí v reálném čase a chování osob prostřednictvím inteligentních systémů, které poskytují monitorování, vyhodnocování a spouštění událostí v případě potřeby. Tyto podpůrné technologie spolu s preventivním opatřením pro zdravé a aktivní stárnutí jsou považovány za cestu vpřed v oblasti zdravotní a sociální péče. Díky tomu mohou tyto technologie poskytnout starším lidem „nezávislost“ na ostatních osobách a dále mohou žít spokojeně v jejich domácnosti. [17]

Významný pokrok v oblasti miniaturizace telekomunikačních a výpočetních systémů, senzorů a mobilních zařízení má velký vliv na vývoj systémů v AAL. Navzdory jejich velkému pokroku a prokázání pozitivních účinků na každodenní život starších osob, existuje několik omezení ve výzkumu a vývoji systémů. [18] Každý musí tedy zvážit jejich výhody a nevýhody a rozhodnout, jaké technologie z AAL můžeme použít v našem prostředí. Další problém, který musíme vyřešit, je přijatelnost technologie koncového uživatele. V dnešní době každý uživatel preferuje snadné používání, implementaci, bezpečnost a soukromí. [19] Toto jsou nejdůležitější potřeby a požadavky starších osob, protože ne všichni zvládnou používat moderní technologie. V dnešní době je již vytvořeno mnoho projektů jen na základě předpokladů výzkumných pracovníků. Tyto pracovníci nejsou vždy důkladně informováni o potřebách a dopadu AAL systémů u starších lidí z praktického hlediska. [20]

3.1. Každodenní aktivity starších osob

Schopnost osob vykonávat aktivity každodenního života (ADL – activities of daily living) je ve zdravotnictví využíváno profesionály jako měřítko fyzického a zdravotního stavu u starších osob. [21] ADL jsou definovány jako běžné rutinní události, které může člověk vykonat během každodenního života např. stravování, koupání, oblékání, domácí práce, vaření a volnočasové aktivity. ADL lze rozdělit na dvě hlavní části, základní a manuální.

Základní ADL jsou úkoly, které dělá většina lidí, jakmile ráno vstanou a připraví se na odchod z domu. Tyto úkoly mohou zahrnovat:

- Pohyb z jednoho místa na druhé, což zahrnuje schopnost sednout a vstát ze židle, lehnout a vstát z postele nebo chodit a dostat se do libovolných míst domu.
- Koupání, sprchování, oblékání a konzumace jídla.
- Osobní hygienu a chození na toaletu.

Manuální ADL nejsou nutně nezbytné pro každodenní život, ale dovolí osobám žít nezávislý společenský život. Tyto úkoly mohou zahrnovat:

- Domácí práce, vaření a příprava jídel.
- Užívání léků.
- Nakupování a správa financí.
- Telefonování a používání dopravních prostředků. [22]

3.1.1. Činnosti nutné ke sledování

V článku [23] je popsána studie pro řešení problému s pamětí, která se nazývá Erroneous-Plan Recognition (EPR) a má za cíl identifikovat nedostatky nebo chyby v implementacích AAL technologií u osob s problémy s pamětí. V této studii je poukázáno na problémy, které vznikají díky špatnému vymezení každodenních aktivit a činností, které mají být sledovány. Ke sledování těchto činností je nutné použít různé sensory.

3.1.2. Požadavky na monitorování tělesných funkcí

Pro monitorování tělesných funkcí se používají bezdrátová senzorová zařízení připevněná na tělo osoby, která mohou být napojena na chytré telefony. Tyto připojená zařízení kontrolují životně důležité funkce a zdravotní stav osob.

Kromě toho, zařízení podporují vytvoření vlastních událostí pro každou osobu zvlášť, které reagují na definovaný problém. Jestliže systém zjistí nějaký problém nebo zhoršující podmínky, tak systém okamžitě upozorní předem určené osoby, buď textovou zprávou, nebo nahranou hlasovou zprávou. V některých případech mohou dokonce

informovat pohotovostní službu s podrobnou zprávou o stavu a umístění sledované osoby.

Systemy nabízejí také některé jedinečné funkce pro podporu každodenního života starších osob. Mezi tyto funkce patří pravidelné připomínání braní léků nebo i základní lékařská příručka. Nicméně je zde ještě mnoho vylepšení a studií při použití bezdrátové senzorové sítě (WSN – Wireless Sensor Networks), která zaručí spolehlivé fungování všech systémů. [24]

Během 24 hodin může u osoby dojít k různým, až fatálním selháním organismu. Určitá část pacientů na tyto následky umírá a velkou vinu na tom nesou různé druhy nemocí jako infarkt, embolie, případně aneurysma nebo jiné druhy vnitřního krvácení.

Nutné je také kontrolovat další neurologické problémy, jako je například zástava dýchání při spánku. Tento neurologický problém se nazývá spánková apnoe, kde může dojít k zástavě dýchání při spánku, sníží se okysličování krve a hrozí reálná hrozba smrti osoby. Po probuzení začne osoba okamžitě dýchat. Apnoe se vyskytují hlavně u starších lidí. [25] Proto je důležité monitorovat spánek osoby a zabránit případné katastrofě. Nasazený inteligentní systém by měl správně vyhodnocovat pohyb, zvuk a saturaci krve osoby a případně problémů by měl zajistit rychlé probuzení nebo přivolání pomoci. U těchto systémů je důležitým faktorem jejich vysoká spolehlivost a přesnost, kde spící osoba nesmí být falešně vyhodnocena, že má nějaký problém. Jinak tento falešný poplach může zhoršit kvalitu spánku spící osoby. [26]

V článku [27] byla představena studie, která se týkala monitorování vitálních funkcí člověka, jako je krevní tlak, tělesná teplota, tepová frekvence a poloha osoby za použití bezdrátových senzorů upevněných na těle. Tyto senzory byly používány za účelem záchrany starších osob, který budou naléhavě potřebovat evakuaci z místa katastrofy. Výsledky experimentu ukázali, že všechny vitální znaky byly správně sledovány pomocí navržené sítě senzorů. Navíc bylo zjištěno, že neexistuje žádná specifická korelace mezi tepovou frekvencí, počtem spotřebovaných kalorií a věkem osoby. Byla také sledována mozková aktivita člověka pomocí elektroencefalogramu (EEG). EEG signál může být spojený s pohybem očí a může rozeznat psychologický stav mezi zdravým člověkem a osobou s demencí.

3.1.3. Požadavky na rozpoznání aktivit

AAL systémy, které jsou vyvíjené pro podporu seniorů, by měli splňovat tyto požadavky:

- Monitorovat jejich činnosti v prostředí a zaručit jejich bezpečnost.
- Vnímat jejich zdravotní a fyzický stav.
- Přivolat opatrovníky nebo členy rodiny, pokud nastane nějaký problém.
- Usnadnit pohyb starších osob pomocí automatických zvuků nebo vizuálních upozornění.
- Automatizovat určité úkoly, které nemohou starší lidé provádět samostatně. [28]

Jedním z mnoha výzev ve vývoji AAL systémů je vyhodnocování neočekávaných událostí od běžných aktivit. K těmto účelům mohou sloužit rozšíření senzory, ale ty si vysvětlíme v další části práce.

3.2. Rozpoznávání aktivit

Současné AAL systémy mají obecně poskytovat uživatelům specifickou podporu v domácnosti, jako je automatický provoz topení, větrání, klimatizace, osvětlení, alarm apod. Některé systémy mohou provádět specifické úkoly, které vyžadují interakci s externími agenty nebo systémy např. placení účtů, objednávání potravin. V některých případech AAL systémy poskytují podporu pro domácí práce pomocí domácích robotů, které vám pomáhají pohybovat s předměty nebo podávat jídlo. [29]

Pro starší osoby s kognitivními poruchami by měla být podpora systému trochu jiná. Nejdříve by měli být identifikovány každodenní aktivity osoby a až poté poskytnout potřebnou podporu. [30]

V článku [31] je popsána studie, kde se testovali technologie pro rozpoznávání základních aktivit starších osob, ale rozpoznávání složitějších aktivit už byl problém a stále jsou zde velké možnosti ke zkoumání. Základním problémem bylo porozumění aktivit osob a jejich gestikulací. Nicméně, z nejrůznějších technik nejprve testovali rozpoznávání činností, které byly založeny na počátečním modelu, ve kterém byly nastíněny její základní pohybové aktivity osoby. Druhá metoda byla zaměřena na

využití algoritmů pravděpodobnosti, které sloužily k vytvoření modelu pro rozpoznávání aktivit. Nejčastějším algoritmem byl Conditional Random Field (CRF) a Hidden Markov Model (HMM). Tyto algoritmy rozpoznávají činnosti starších osob. Sledovaná osoba žila sama v domácnosti, která byla vybavena senzory pohybu. Následně posuzovali její autonomitu podle vykonávaných činností. Ve své práci popsali pohybové aktivity, které se opakovali na různých místech domácnosti. Poté ze získaných aktivit subjektu získali pravidla činností, které nejvíce ovlivnili její autonomitu.

V článku [32] popsali systém pro rozpoznávání činností pomocí fuzzy logiky, který testovaly v domácím prostředí pomocí fyziologických senzorů. Tyto senzory měli za úkol hlídat srdeční tepovou frekvenci, držení těla, detekce pádů a zvuky okolí. Svůj přístup ověřili v reálném prostředí s cílem identifikovat uživatelské aktivity sledovaných subjektů, aby vytvořili model za pomoci senzorů, které sledovali úroveň stresu. Po získání dat ze senzorů dokázali pomocí fuzzy logiky rozpoznat každodenní obecné aktivity subjektu.

V další studii [33] představili další zajímavou studii pro identifikování pohybových a polohových aktivit subjektu v domácnosti. Připojili senzor setrvačnosti, který detekuje prostorovou orientaci. Pro sběr dat o pohybu umístili senzor na pravé stehno subjektu a polohovací systém pro získání údajů o poloze subjektu. Kombinace těchto dvou senzorů zachovali vysokou přesnost při získání všech potřebných údajů. Využili také dvě neuronové sítě k identifikaci základních činností. Nejdříve použili Viterbiho algoritmus pro rozpoznání aktivit z pohybových dat a poté Bayesovu větu pro aktualizaci rozpoznávaných aktivit z prvního algoritmu.

3.3. Multiagentové systémy (MAS)

„Multiagentové systémy (MAS - Multi Agent System) jsou takové systémy, kde se v prostředí pohybuje více než jeden agent.“ V MAS systému tedy množina agentů navzájem spolupracuje na dosažení cíle a výsledek chování je daný interakcí agentů v následné simulaci. [34] Dále můžeme MAS vnímat jako centralizovaný systém agentů. V tomto systému jsou mezi agenty nastavena hierarchická pravidla. Pravidla rozdělují agenty do jednotlivých vrstev, kde v nejvyšší vrstvě je řídicí agent a v nižších

vrstvách jsou ostatní agenti. Čím více je vytvořených vrstev, tím je systém považován za komplexnější.

Mezi základní vlastnosti MAS patří:

- Autonomie prvků – nezávislost na ostatních.
- Decentralizace systému – neexistuje jedna hlavní řídicí jednotka.
- Adaptabilita a schopnost učení.
- Bezpečnost – při kolapsu jednoho agenta nenastane kolaps celého systému. [35]

3.3.1. Agent

„Agent je definován jako aktivní prvek systému vytvořený člověkem za určitým účelem.“
[34] Může se jednat o softwarového agenta (služba, démon) či inteligentního agenta založeného na modelech umělé inteligence. Agent může být také reprezentací komponenty nějakého reálného systému v simulaci.

Hlavní rysy:

- Inteligentní agenti - umí se učit a adaptovat na nově vzniklé situace.
- Autonomie - k dosažení svého cíle mu stáčí použít vlastní informace.

Agenty můžeme rozdělit do čtyř skupin:

- reaktivní,
- deliberativní,
- sociální,
- hybridní.

Reaktivní agent je agent s nejjednodušší architekturou, má schopnost reagovat na podněty. Je tvořený sadou paralelních úkonů, které se aktivují na základě kombinace vnějších podmětů a vnitřního stavu agenta.

Deliberativní agent si uchovává symbolickou reprezentaci prostředí a vnitřních stavů. Na základě těchto vlastností sestavuje plány pro dosažení svého cíle. Výběr akce probíhá tak, že agent se snaží aplikovat deduktivní pravidla na bázi tvrzení takovým způsobem, aby dosáhl cíle.

Sociální agent rozšiřuje svůj model prostředí, který si vytváří, o modely jiných agentů. Jsou to hlavně adresy, jména a jejich schopnosti, které se používají v případě vzájemné spolupráce a vzájemných aktivit. V případě, že se nejedná o multiagentový systém, samostatný sociální agent si musí ukládat informace o předchozích interakcích.

Hybridní agent obsahuje architekturu některých nebo všech předchozích agentů. Hybridní architektura se dělí na horizontální a vertikální podle způsobu vrstvení. V případě horizontálního vrstvení mají k sensorům všechny vrstvy agenta. V případě vertikálního vrstvení jsou senzory jen v jedné vrstvě. Údaje a žádosti se posílají z nižších vrstev do vyšších, které je potom delegují na nižší vrstvy pro vykonávání úloh. [34]

3.4. Rozpoznávání aktivit pomocí zpracování obrazu

V posledních desetiletích se rozpoznávání lidských aktivit stalo velmi důležitým úkolem. Pomohlo tomu rozšiřující se používání aplikací v inteligentních budovách, nemocnicích, dopravě a vojenských operacích. [36] Rozpoznávání činností se také stalo velmi důležité pro řízení a bezpečnost starších osob, které mají také Alzheimerovu chorobu, protože mohou mít neobvyklé chování. Ačkoli od roku 1990 bylo navrženo několik přístupů k rozpoznávání aktivit, tak stále existují chybějící body k uplatnění těchto přístupů, které motivují dnešní organizace k tomu, aby vyvíjeli lepší řešení pro rozpoznávání činností, např. s nižšími náklady, lepšími daty nebo lepší integrací výsledného řešení. Navíc přesnost procesu rozpoznávání lidské činnosti zcela závisí na složitosti těchto činností. [37]

Ve studiích byly pro tyto účely využity různé metodiky, ale většina z nich je založena na extrakci částí obrazu, kterou chceme filtrovat nebo provádět jinou operaci (ROI - Region of interest). Techniky rozpoznávání obrazu mohou být rozděleny do dvou hlavních skupin:

- Aktivní vizualizace (Active vision-based).
- Pasivní vizualizace (Passive vision-based).

Techniky aktivní vizualizace používají aktivní senzory, jako je ultrazvuk, radar, laser a infračervený paprsek, které určí lidskou aktivitu jak ve 2D, tak ve 3D prostředí. Techniky pasivní vizualizace používají pasivní senzory, které přenášejí energii do

prostředí k zachycení 3D informace o lidské činnosti a využívají metodu extrakce vlastností k určení lidských činností. [38]

Rozpoznání lidských činností může být podle složitosti činností rozděleno do dvou skupin:

- Přímé rozpoznávání (Direct recognition).
- Nepřímé rozpoznávání (Indirect recognition).

Přímé rozpoznávání se používá k identifikaci jednoduchých lidských činností, jako jsou gesta osoby. Tato technika je založena na procesu rozpoznávání sekvenčního obrazu v čase a prostoru. Nepřímé rozhodování je založeno na bázi hierarchického rozhodování, kde pro vykonání komplexnějších akcí musíme nejdříve provést nadefinované elementární akce. Tato technika využívá statické, syntetické a popisové metodiky k extrakci dílčích aktivit v každé obrazové scéně. [39]

3.5. Rozpoznávání aktivit pomocí senzorů

System pro monitorování činností se obvykle skládá ze dvou subsystémů:

- Sensorový systém, který rozpoznává činnosti v prostředí.
- Inteligentní model, který je schopen rozpoznat činnosti z informací od senzoru.

Cílem AmI je obohatit okolí s propojenými moderními sensorovými zařízeními, které jsou propojeny s komunikační sítí, aby vytvořili službu, která reaguje na změny v prostředí, vysvětluje tyto změny a vybírá vhodná opatření pro prospěch osob v prostředí. [40]

V článku [41] provedli komplexní přehled o vývoji systémů pro identifikaci činností založených na senzorech. Představili přehled hlavních charakteristik systémů pro identifikaci činností na bázi videa a senzorů, aby vyzdvihli silné a slabé stránky těchto technik a porovnali data z obou technik. Techniky pro používání senzorů v AAL rozdělili do dvou hlavních kategorií:

- Přímé snímání zahrnuje sledování parametrů o daném subjektu.

- Nepřímé snímání se zaměřuje na sledování okolního prostředí a jejich charakteristik.

Oba systémy se využívají v systémech pro zachycení lidského chování. Přímé snímání také zahrnuje snímání zvuku, videa a pohybu. Získaná data jsou přenášena do databáze. Poté jsou tyto data analyzována a následně je identifikováno lidské chování. Na základě rozdílných lidských chování můžeme AAL systémy rozdělit do několika hlavních kategorií:

- Fyziologické posouzení (Physiological Assessment) zahrnuje tepovou frekvenci, dýchání, teplotu, krevní tlak, hladinu cukru atd.
- Funkční posouzení (Function Assessment) zahrnuje aktivitu člověka, pohyb, chůzi, příjem jídla atd.
- Monitorování bezpečnosti (Safety Monitoring) souvisí s analýzou údajů, které odhadují nebezpečí pro životní prostředí, jako je únik plynu. Také zahrnuje funkce jako automatické ovládání osvětlení místností.
- Monitorování zabezpečení (Security Monitoring) souvisí s měřením, které detekují lidské hrozby, jako jsou poplašné systémy a reakce na zjištěné hrozby.
- Sociální interakce (Social Interaction) souvisí se systémy, které zajišťují video hovory a zprostředkování jejich spojení s rodinou a virtuální účasti na aktivitách.
- Kognitivní monitorovací systémy (Cognitive Monitoring Systems) se zabývají kognitivní pomocí osobám. Jde hlavně o automatické upomínky pro automatizovaná léčiva. Zahrnují také základní fráze pro obsluhu spotřebičů a pomocných senzorů, které pomáhají uživatelům s problémy se zrakem, sluchem nebo dotykem. [42]

Distribuované výpočty umožňují širší nasazení technologie v každodenním životě. Chytré senzory a zařízení se stávají cenově dostupnějšími, výkonnějšími a jednoduššími. Rychlý vývoj ve vestavěných systémech a zejména architektura výpočetních systémů na platformě Chip, jako je ARM, umožnilo zabudování inteligence do běžných zařízení a vybavení. V důsledku toho mohou být lidé nyní pozorováni a může jim být poskytnutá pomoc v jejich domově, než aby jezdili do nemocnice. [43]

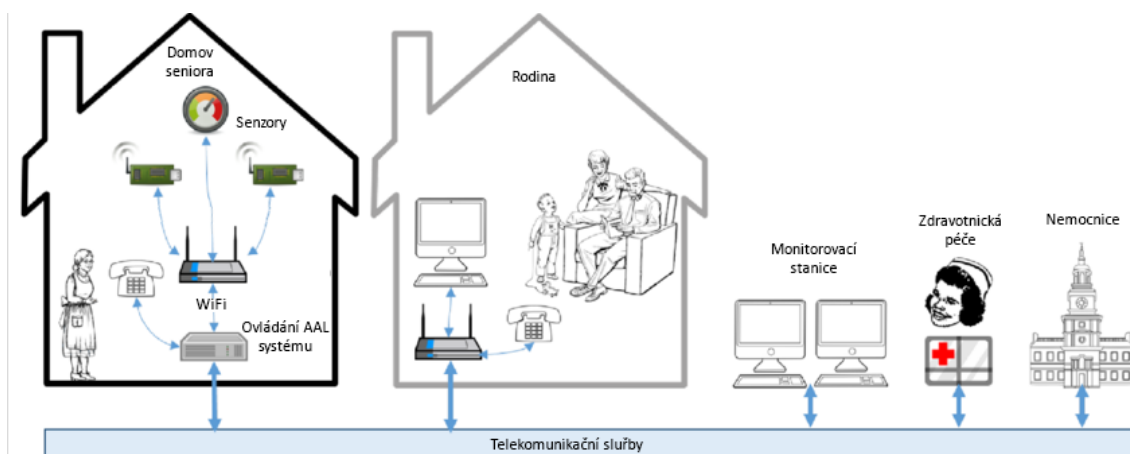
Kromě toho mohou chytré zařízení komunikovat se službami v cloudové infrastruktuře, kde můžou probíhat náročnější výpočty systému. Cloudové služby mohou také sloužit k informování rodinných příslušníků o určitých činnostech nebo kritických situacích během každodenních aktivit. Díky tomu mohou tyto technologie výrazně snížit finanční náklady na zdravotní péči pracovníkům zdravotní péče a rodinným příslušníkům. [44]

Hlavní výzvy v systému ALL, které mají za cíl pomáhat uživatelům, byly zkoumány Allamehem a jeho kolegy, kde zjistili, že přijetí AAL systému uživateli závisí na jejich potřebách a preferencích. Jejich práce rozděluje vývoj systému na tři části:

- Okolní inteligentní prostor (Ambient Intelligent Space).
- Fyzický prostor (Physical Space).
- Virtuální prostor (Virtual Space).

Navíc jejich model umožňuje změny v životním stylu v důsledku změn modelu uživatelských aktivit. V současné době je zájem o podrobnější vyšetřování mezi systémy AAL a životním stylem uživatelů.

Typický systém AAL (obrázek 5.) sleduje chování osob prostřednictvím distribuovaného sensorového systému, který propojuje opatrovníka a rodinu se staršími lidmi. V některých aplikacích jsou také systémy napojeny na tísňové služby pro okamžité upozornění v různých situacích. [45]



Obrázek 5: Architektura AAL systému, převzato z [45]

3.5.1. Používání přenosných sensorů

V článku [46] představili metodiku pro generování simulačního prostředí, kde vytvořili účinný sensorový systém pro sledování činností. Jejich systém tvoří 3D grafické rozhraní pro simulování sensorů ve virtuální realitě. Tento systém poskytuje uživatelům simulační data, která přispívají k rozpoznávání činností v konkrétním prostředí. Jejich práce ukázala, jak 3D simulátor s názvem Persim, lze použít pro identifikaci činností ve virtuální realitě, aby poté mohli být aplikovatelné v reálném prostředí. Jejich systém je strukturován na základě počítačového rozhraní použitelného pro generování dat týkajících se činností prováděné virtuální osobou ve virtuálním prostředí.

V dalším článku [47] byl ilustrován systém Centinela. Tento systém kombinuje měření tělesných pohybových činností, kde poté vytváří vysoce přesný systém pro identifikování činností. Systém se zaměřil na čtyři hlavní činnosti: chůze, sedění, běh a pohyb po schodech. Jejich systém se skládá z přenosného detekčního zařízení a mobilního telefonu. Po několika testech výsledky ukázaly, že systém Centinela dokáže dosáhnout 95% přesnosti, a tím překonávají jiné techniky za stejných podmínek. Výsledky dále ukázaly, že v měření vitálních funkcí je důležité rozlišovat mezi různými typy činností. Tyto poznatky potvrdili, že vitální znaky spojené s informacemi o pohybu tvoří účinnou metodu, která rozpoznává lidské činnosti lépe, než jen v závislosti na pohybových datech. Dále byla důležitým bodem studie rozmístění sensorů, kde umístění senzoru na hrudníku osoby eliminuje konflikty, které mohou nastat, pokud jsou senzory připojené k zápěstí. Dále systém představil rozhraní pro sledování životních funkcí v reálném čase.

Chenbumroong a kolektiv [48] se zabývali otázkou identifikace aktivit pro aplikaci AAL technologií z pohledu přijatelnosti uživatelů, soukromí a nákladů na systém. Hlavním cílem studie bylo navrhnout systém pro identifikaci činností pro devět různých každodenních aktivit starší osoby. Ze studií navrhli systém pro rozpoznávání činností, který používal nízkorozpočtové snímače s opotřebením zápěstí. Výsledky experimentu ukázali, že jejich systém může dosáhnout přesnosti více než 90%. Po provedení dalších testů dokázali, že se dá výrazně zlepšit přesnost identifikování lidských aktivit pomocí naměřených dat z teplotních čidel.

3.6. Datová komunikace

Signály z monitorovacích zařízení a snímačů jsou zobrazeny buď jako binární hodnoty (zapnuto nebo vypnuto), nebo jako číselné hodnoty s jednotkami (např. 21 ° C). Existuje několik způsobů přenosu signálu do databáze. Jakmile jsou zařízení aktivována, signál bude přenášet data do místního uložení dat např. do osobního počítače prostřednictvím drátové nebo bezdrátové komunikace. Signály mohou být označeny informacemi, jako je doba aktivace a umístění monitorovacího zařízení. Systémy založené na kabelové komunikaci mezi zařízeními jsou důležité pro spolehlivý výkon systému. Obecně lze systémovou integraci se základními domácími službami dosáhnout plně strukturovanou kabeláží. Bezdrátové systémy však mohou poskytnout snadnější alternativní komunikační prostředky pro využití technologií. [49]

Studie [50] objasnila, že vývojáři technologií systému AAL se zajímají o bezdrátový přenos lidských životních funkcí v reálném čase pro sledování zdravotní péče starších osob. V současné době je zdravotní péče omezena na dostupnosti vitálních funkcí, které se neustále mění, a proto je důležité neustálé sledování životních funkcí osoby pro posouzení zdravotního stavu. Toto monitorování vyžaduje integraci bezdrátové komunikace a vestavěných systému do lehkých, přenosných a spolehlivých monitorovacích zařízení, které lze snadno připojit k subjektu. Je také zapotřebí použít takové uživatelské rozhraní, aby bylo dostatečně snadné pro jejich používání.

Ve své práci navrhli Near Field Communication (NFC) protokol. NFC je technologie, která může být snadno integrována do inteligentních telefonů a přenosných zařízení. NFC má stále své výzvy v podobě menšího výkonu, účinnosti a spolehlivosti přenosu dat v důsledku omezených zdrojů a odezvy. Tyto problémy jsou nutné vyřešit během následujících let, protože NFC byl původně navržen pouze pro jednoduchou identifikaci, nikoliv pro nepřetržitou datovou komunikaci a zpracování dat. Jejich dalším výzkumem je návrh sady zařízení pro přenos dat s nepřetržitým životním signálem, které komunikují na základě optimalizovaného NFC. Jejich systém byl již integrován s aplikacemi uživatelského rozhraní, které poskytují informace pro ošetřovatele a podporují monitorování a řízení zdravotního stavu osob pomocí bezdrátové komunikace.

Ve studii [51] byl demonstrován systém, který je schopen průběžně sledovat zdravotní stav pacienta. Navrhli také opravný algoritmus k odstranění chyb v monitorování fyzického zdraví pomocí zavedených nositelných senzorů. Ve studii jsou zohledněny všechny typy senzorů, které monitorují teplotu těla, tepovou frekvenci, krevní tlak, počet kroků, spotřebu kalorií, akcelerometr, EEG a GPS informace. Sledovací zařízení, které bylo připevněné na pacientovi, přenášelo data na mobilní zařízení, se kterým byly mezi sebou připojeny pomocí Bluetooth. Dále bylo mobilní zařízení připojeno k internetu pomocí bezdrátové komunikační sítě, přes kterou posílalo získaná data za účelem sledování zdravotního stavu pacienta.

3.7. Současné projekty AAL

Termín „AAL home“ se obvykle používá k popisu životního prostředí, v němž jsou zavedeny informační a komunikační technologie, které pomáhají s každodenním životem starším osobám, jako je podávání léků, oblékání a konzumace jídla. Počáteční fáze realizace projektů AAL se zaměřuje na alarmující systém v situacích, jako je výskyt pádů. V následující tabulce můžete vidět současné projekty AAL a jejich zaměření.

Tabulka 1: Současné projekty AAL

Projekt	Vznik	Zaměření			Umístění senzorů		Monitorování		
		Bezpečí	Zdraví	Sociální interakce	Zabudované	Nositelné	Prostředí	Zdraví	Pohyb
AlarmNet	Virginia - USA	-	-	-	x	x	x	x	-
Assisted Congnition Env	Washington - USA	x	x	-	x	x	x	x	x
AWARE	Georgia - USA	x	x	-	x	x	x	x	x
CASAS	Washington – USA	x	x	-	x	x	x	x	x
CodeBlue	Harvard – USA	x	x	-	x	x	x	x	x
GatorTech Smart Home	Georgia - USA	x	-	x	x	-	x	-	-
I-Living TM	Illinois - USA	x	x	-	x	-	x	-	-
MavHoume	Texas – USA	x	x	-	x	-	x	-	-
MIT House_n	Massachusetts – USA	x	x	-	x	-	x	-	-
Smart Medical Home	New York – USA	x	x	x	x	x	x	x	x
SOPRANO	Patras - Řecko	x	x	x	x	-	x	x	x
TAFETA	Ottawa – Kanada	x	x	-	x	-	x	x	-
WellAWARE	Virginia – USA	x	x	x	x	-	x	x	x
CareWatch	Skotsko	x	x	x	x	-	x	x	-
CAALYX	Madrid - Španělsko	x	x	x	x	-	x	x	-
Celkem		14	13	6	15	6	15	11	7

Z tabulky vyplývá, že většina projektů se zaměřuje především na řádné sledování stavu prostředí, bezpečnost a monitorování zdravotního stavu osoby. Mnoho projektů týkajících se AAL domácností se rozšířilo po celém světě, kde mnoho z nich sdílí mnoho funkcí, ale také využívají technické inovace, výběr dat a vyhodnocování

výsledků. Z toho hlediska mohou být v současné době dostupné technologie pro AAL ve třech kategoriích:

- Systémy sociálních vazeb (Social Connectedness Systems) - zaměřují se na usnadnění sociálních aktivit a identifikaci sociálních požadavků.
- Bezpečnostní vylepšení AAL domácností (Safety Enhancement AAL Homes) - zabývají se detekcí pádů, nouzových situací a podávání léků.
- Monitorování zdraví (Health Monitoring) - zaměřují se na řešení chronických problémů a interakci s pacientem.

Jedním z problémů všech projektů je, že většina projektů předpokládá, že uživatelé tento systém přijmou tak, jak ho navrhují. Výzkumy však ukázaly, že ne všechny systémy jsou přijatelné z pohledu uživatele. Starší lidé si také často uvědomují, že poskytují informace o svém soukromí a bojí se o jeho případné narušení. Přijatelnost může také záviset na pohlaví, věku osob nebo i kultuře a společnosti, ve které žijí. Velkou výzvou pro vývojáře je tedy také zvýšení úrovně přijatelnosti systému od uživatelů. Některé projekty si nyní stručně popíšeme v následující části. [52]

3.7.1. AlarmNet

AlarmNet je projekt vyvinutí na univerzitě ve Virgínii s cílem zajistit monitorování zdravotní péče pro nezávislé žití osob, kde systém bude využívat bezdrátový senzorový systém. Systém využívá heterogenní zařízení, která obsahují nositelná tělesná čidla, bezdrátové senzory, uživatelské rozhraní, databázi a vlastní logiku rozhodování. Některá komunikační a alarmová zařízení jsou mobilní a některá jsou napevno zabudovaná. Mobilní snímače poskytují fyziologické snímání údajů o krevním tlaku a pulzu. Informace jsou shromažďovány, filtrovány a používány s ohledem na osoby. Systém může být přizpůsoben zdravotním podmínkám pacienta a může být přizpůsoben tak, aby poskytoval určité upozornění konkrétním uživatelům a samotnému pacientovi. Senzory jsou distribuovány v prostředí za účelem shromažďování dat, jako je teplota okolí, procento prachu, intenzita osvětlení a poloha pacienta. Například snímače tlaku mohou být umístěny na zem, aby sledovaly jejich šlápnutí a zjistili riziko pádů, zatímco snímače na posteli mohou sledovat míru dýchání, srdeční frekvenci a úroveň pohybu

během spánku. Flexibilita systému AlarmNet umožňuje rozšíření systému v případě, že je potřeba nasadit více senzorů nebo nové monitorovací funkce. [53]

3.7.2. Assisted Cognition Env

Projekt byl vyvinut univerzitou ve Washingtonu, která se zaměřuje na využívání technik umělé inteligence pro podporu každodenního života starších osob, kteří žijí s kognitivními poruchami. Vyvinutý systém poskytuje schopnost rozpoznat okolní prostředí, umístění pacienta, zjistit chování pacienta a následně mu poskytnout podporu prostřednictvím slovních frází. Systém se skládá ze dvou hlavních prvků. Prvním je jeho schopnost vytvářet model sledování činnosti, který pomáhá pacientovi snížit prostorovou dezorientaci jak uvnitř, tak i mimo domov. Druhý je podpora osob při plnění jejich každodenních úkolů. [54]

3.7.3. AWARE

Projekt AWARE byl vytvořen technologickým ústavem v Georgii s cílem vytvořit vhodné životní prostředí starším osobám. Zavádí všudypřítomné výpočty, aby poskytly důležité informace svým rodinným příslušníkům. Jedním z cílů projektu bylo odlišit jednotlivce od ostatních a zjistit polohu člověka pomocí zátěžových dlaždic na podlaze, které zaznamenávají kroky. Získaná data z dlaždic se nazývají Ground Reaction Forces (GRF), které se používají jako základní informační model pro vzor kroků každého jednotlivce. Analýza je založena na Markově modelu. Dalším cílem bylo stanovení polohy častých ztracených předmětů, jako jsou klíče a brýle v domácím prostředí pomocí radiofrekvenčních značek. [55]

3.7.4. CASAS

Projekt CASAS byl vytvořen na univerzitě elektrotechniky a informatiky ve Washingtonu. Projekt byl zaměřen na identifikaci chování seniorů žijících s demencí a na analýzu jejich charakteristického chování pomocí techniky strojového učení. Monitorovali aktivitu starších osob, které jsou kognitivně zdravé a poté osoby s diagnózou problému s demencí. Shromážděné výsledky byly poté analyzovány, aby definovali chování zdravých osob a osob s demencí. Výsledky ukázaly, že použitý

algoritmus může identifikovat rozdíly mezi činnostmi, nicméně nedokáže rozlišit příčinu těchto rozdílů. [56]

3.7.5. CodeBLue

Projekt byl vyvinut na univerzitě na Harvardu. Zkoumali využití bezdrátových senzorových sítí pro celou řadu lékařských aplikací, které zahrnují rehabilitaci pacienta a reakci na katastrofu. Projekt využíval bezdrátovou síť senzorů, která se skládá z bateriových napájecích snímačů s dostatečným počtem výpočetních a komunikačních modulů. Tento systém sloužil k potřebám sběru dat vitálních funkcí, zpracování a následně integraci do systému záznamů o péči o pacienta. Mnoho dostupných lékařských senzorů jsou gyroskopy, EMG, EKG a akcelerometry. Tyto senzory byly propojeny s operační platformou TinyOS, která poskytovala bezpečnou infrastrukturu pro bezdrátové zdravotnická zařízení a výměnu informací s lékařskými záznamy pacienta. [57]

3.7.6. GatorTech Smart House

Tento projekt byl vyvinut na univerzitě na Floridě. Jeho cílem bylo pomoci starším lidem v každodenních aktivitách. Projekt je založen na určitých podpůrných prvcích, mezi které patří inteligentní spotřebiče, čidla, ovladače a inteligentní podlahy pro sledování polohy. Celkový systém má obecný design pro inteligentní prostředí, které obsahuje služby pro všechny snímače a osoby ve sledovaném prostředí. [58]

3.7.7. I-Living TM

I-Living TM je projekt, který byl vyvinut na univerzitě v Illinois. Cílem projektu bylo navrhnout podpůrnou infrastrukturu, která umožní bezpečným způsobem komunikovat s bezdrátovými senzorovými zařízeními a s různými komunikačními protokoly. Uživatelské rozhraní bylo navrženo tak, aby poskytovalo různé typy služeb umožňující starším lidem zvýšit jejich nezávislost v prostředí. Cílem bylo využít volně dostupných modulů při snímání úkolů, jako jsou RFID a lokalizace pomocí bezdrátových komunikačních sítí, jakou jsou technologie Wi-Fi, infračervené záření nebo BlueTooth. [59]

3.7.8. MITHouse_n

Projekt byl vyvinut na univerzitě v Massachusetts a byl zaměřený na designové prvky inteligentního domu. Na univerzitě postavili testovací laboratoř, která byla na různých místech vybavena čidly. Byla implementována softwarová platforma, která byla použita k vývoji inovativních typů uživatelského rozhraní. V projektu monitorovali stav prostředí, zdravotní péči, biometrické monitorování, kvalitu ovzduší, zdravý a aktivit. V prostředí byly využity různé typy snímačů, jako jsou infračervené vysílače, videokamery, mikrofony a biometrické snímače, které byly použity ke shromažďování dat o osobách a prostředí, ve kterém žijí. Byla také vytvořena vizualizace dat a uživatelské rozhraní k systému, která umožnila přenosným zařízením komunikovat se systémem. [60]

3.7.9. Smart Medical Home

Smart Medical Home je projekt vytvořený na univerzitě v Rockchesteru, který je zaměřený na rozvoj interaktivních technologií používaných pro domácí zdravotní péči. Projekt je zaměřen na vývoj technologií pro zlepšení detekce pohybu a předvídání zdravotního stavu pacienta. Systém využíval interaktivní lékařský poradenský systém, známý jako „Chester the Pill“, který spolupracoval s pacientem v inteligentní domácnosti, aby poskytoval požadovanou úroveň podpory pacientovi. Pomocí interaktivního systému rozpoznávání řeči a umělé inteligence, společně s dostupnými lékařskými údaji pomáhal pacientům, aby detekovali možné nemoci pomocí interaktivních otázek a odpovědí v reálném čase. Systém také poskytuje pacientům informace o možných lécích, které mohou být použity, jejich vedlejší účinky a další zdravotní problémy. [61]

3.7.10. SOPRANO

Projekt SOPRANO byl založen podle požadavků Evropské Unie, který měl za cíl vybudovat životní prostředí pro starší osoby, aby žili nezávisle samy v domácnosti. Kvalitativní metodika je vyvinuta na základě zkušeností a cílů aplikačního výzkumu s cílem identifikovat problémy starších osob v jejich komunitě. Starší osoby jsou vyzvány k tomu, aby se zapojili do výzkumu jako účastníci schůzek, individuálních rozhovorů a procesu hodnocení během výzkumu. [62]

3.7.11. WellAware

WellAware je projekt zahájený v roce 2000 ve výzkumném středisku na univerzitě ve Virginii. Projekt poskytl integrovanou strukturu, která využívala senzory a uživatelské rozhraní, aby umožnila profesionálním pečovatelům i příbuzným vzdáleně monitorovat a poskytovat podporu starším osobám. Systém využíval mnoho detektorů pohybu, které byly nainstalovány v inteligentním domě a používali bezdrátový protokol ZigBee pro komunikaci s hlavním počítačem. Hlavní součásti systému jsou snímače, které sledují pohyb osob. Dále to je komunikace přes bezdrátové datové sítě a řídicí centrální systém s uživatelským rozhraním, který sledoval aktivitu osob. Systém také umožnil přístup k pečovatelům, kteří mohli vzdáleně sledovat stav osob. [63]

3.7.12. Shrnutí

Obecně většina výzkumných projektů souvisejících s AAL si stanovily cíle, aby podporovali nezávislé žití starších osob v jejich domácnosti a ulehčili práci o jejich péči příbuzným nebo jejich pečovatelům. Většina projektů, které jsme si představili v této kapitole, kladli důraz na používání senzorů, vytváření modelů a zpracování obrazu. Nicméně, existuje mnoho překážek pro nasazení v inteligentním prostředí, zejména u starších osob se specifickými potřebami, jako je Alzheimerova choroba. V současné době neexistuje komplexní systém, který by vhodně řešil tento problém.

4. Nástroje pro multiagentové modelování a simulaci

V této části si vysvětlíme vhodné nástroje pro modelování multiagentních systémů. MAS mohou být využity v mnoha oblastech výzkumu, od počítačových her a informatiky, až po ekonomiku a společenské vědy. Mnoho přírodních a umělých jevů může být reprezentováno pomocí MAS, proto se ukázal jako opravdu silný nástroj pro modelování a porozumění jevům v oblastech, jako je ekonomika a obchod, zdravotnictví a společenské vědy. Díky tomu vzniklo mnoho nástrojů pro modelování, které se mohou lišit podle platformy, uživatelské podpory, instalace, popularity a v poslední řadě, jestli jsou zdarma nebo placené. Většina nástrojů podporují libovolný operační systém s podporou Java Virtual Machine (JVM), což je sada počítačových programů, které využívá modul virtuálního stroje pro spuštění programů vytvořených v jazyce Java. V následující části si stručně představíme nejpoužívanější MAS nástroje, které jsou dostupné zdarma. [64]

Tabulka 2: Přehled MAS nástrojů [64]

Nástroj	Operační systém	Programovací jazyk	Popularita	Verze
AnyLogic	libovolný s podporou JVM	Java, UML-RT	střední	8.0
NetLogo	libovolný s podporou JVM	NetLogo	vysoká	6.0.1
JACK	Windows, Unix, Macintosh	Java, JACK agent language, XML	vysoká	5.5
MASON	libovolný s podporou JVM	Java	střední	19
Repast	libovolný s podporou JVM	Java, C#, C++, Python, Prolog	střední	2.0.4

4.1. AnyLogic

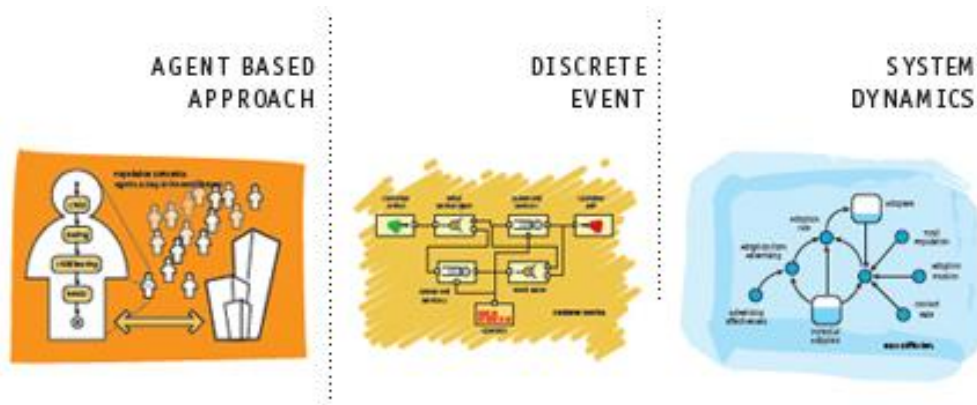
AnyLogic je simulační nástroj založený v roce 2000 firmou AnyLogic. Před instalací si můžeme vybrat mezi několika verzemi. Základní je PLE (Personal Learning Edition (PLE)), další verze jsou University Researcher nebo Professional, kde součástí instalace jsou již vytvořené modely, které si můžeme prohlížet a následně editovat dle vlastní potřeby. Dále AnyLogic podporuje všechny platformy.

Velký pokrok ve vývoji nastal v roce 2003, kdy byla vydána verze AnyLogic 5. V této verzi bylo zahrnuto několik modelů, které byly rozděleny do několika odvětví např. zdravotní péče, logistika, obchodování, ekonomika, výroba, dynamika chodců, simulace provozu, letectví a další.

AnyLogic obsahuje grafické vývojové prostředí pro vytváření modelu, který následně převádí do Java kódu. Můžeme také model rozšířit pomocí vlastního Java kódu nebo použít externí knihovny a následně vytvořit Java applety, které lze otevřít ve webovém prohlížeči. Verze professional umožňuje také vytvářet Java runtime aplikace, které mohou být distribuovány uživatelům. Výhodou AnyLogic je také propracovaný 3D pohled, který nám může blíže představit realistické prostředí a možnost nakreslit vlastní cesty, které slouží pro pohyb agentů v našem prostředí. Jestliže existuje více cest vedoucích k cíli, tak si každý agent může díky vlastní inteligenci vybrat nejlepší cestu. Grafické prostředí obsahuje také debugger, kde můžeme snadno monitorovat běh simulace. [65]

AnyLogic je založen na objektově orientovaném programování, které podporuje tři základní metody modelování:

- Diskrétní události (Discrete Event),
- Agentově orientované modelování (Agent Based Modeling),
- Systémová dynamika (System Dynamics).

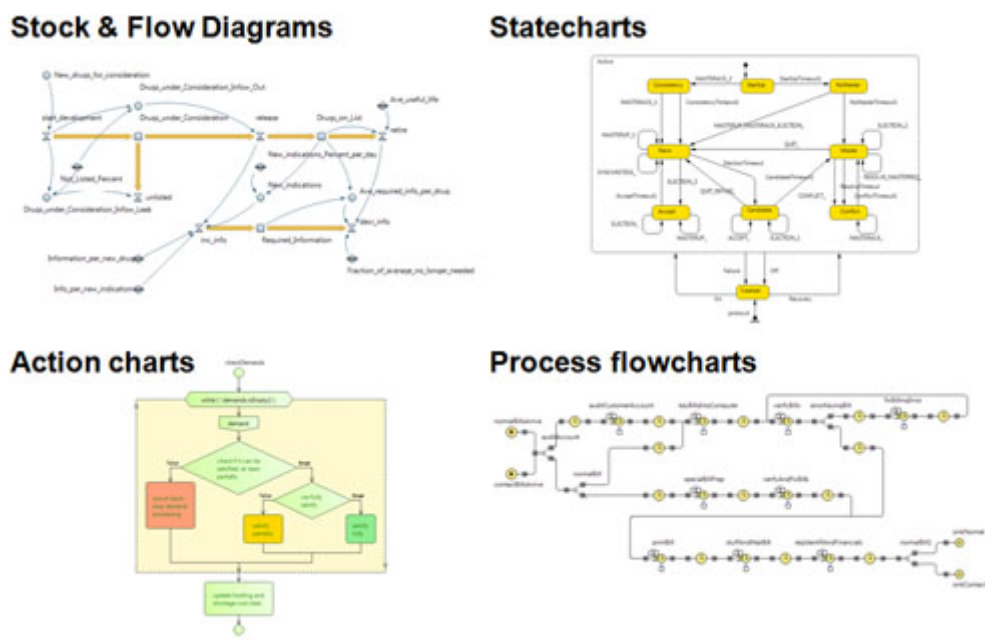


Obrázek 6: Metody modelování v programu AnyLogic [65]

Každá metoda poskytuje jinou úroveň abstrakce modelu. Systémová dynamika předpokládá velmi vysokou abstrakci a typicky se používá pro modelování globálních závislostí. Používá se zde diagram stavů a toků (Stock and Flow diagrams). [66]

Modely založené na agentech představují fyzické objekty, které se mohou lišit v různé úrovni abstrakce. Modely popisuje diagram aktivit (Action charts). [67]

Modelování diskretních událostí podporuje střední, až středně nízkou abstrakci. Modely je třeba popisovat pomocí stavových diagramů (Statecharts) a vývojových diagramů (Process flowcharts diagrams). [68]



Obrázek 7: Přehled diagramů používaných v AnyLogic [65]

4.2. NetLogo

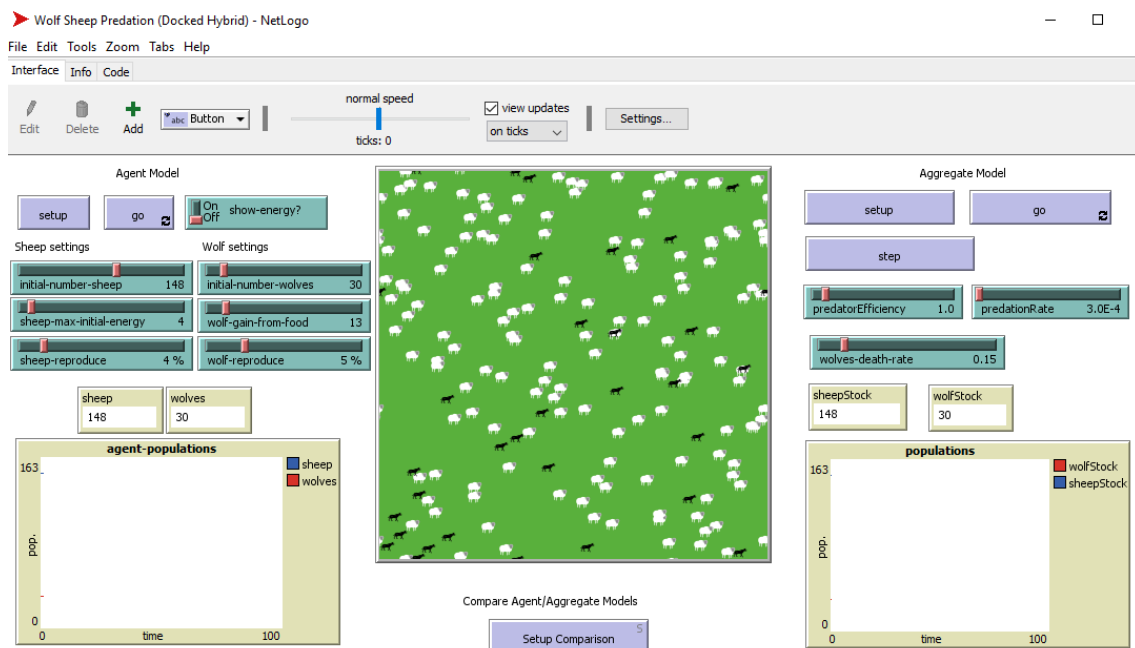
NetLogo je programovatelné modelovací prostředí, které slouží pro modelování společenských nebo přírodních jevů. Bylo vytvořeno v roce 1991 Uri Wilenským a dále je vyvíjeno v Centru e-learningu a počítačového modelování (Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling) na Northwestern University v Chicagu v USA. NetLogo může běžet na všech platformách operačních systémů a umožňuje modely uložit jako Java applety.

Pro tvorbu simulací vytvořili vlastní vysokoúrovňový programovací jazyk, založený na jazyku Logo, který je vhodný především pro modelování komplexních systémů vyvíjejících se v určitém časovém úseku. Uživatelé mohou nastavit chování tisícům agentů pracujícím nezávisle na sobě, kde můžeme zkoumat chování jednotlivců a celé skupiny. Díky velmi obsáhlé dokumentaci, tutoriálům a velkému množství modelů je jazyk jednoduchý pro naučení. Tyto modely se zaměřují na oblasti přírodních a společenských věd, biologie, medicíny, fyziky, chemie, matematiky a ekonomiky.

NetLogo je tvořeno několika typy agentů, kde každý agent může mít nastavené vlastní chování v rámci simulace. Existují zde tři typy agentů:

- Pole (Patches),
- Želvy (Turtles),
- Pozorovatel (Observer).

Pole jsou nepohyblivým prvkem modelu a jsou organizovány do pravidelné mřížky s nadefinovanými souřadnicemi. Želvy jsou aktivními prvky modelu, které se pohybují na políčkách. Pozorovatel vidí vše, co se v naší simulaci děje a realizuje takové akce, které ani želva nebo pole udělat nemohou. Všechny tyto typy agentů mohou spouštět příkazy i procedury. Výsledné modely je možné prohlížet ve 2D i ve 3D. [69]



Obrázek 8: Model v NetLogu [69]

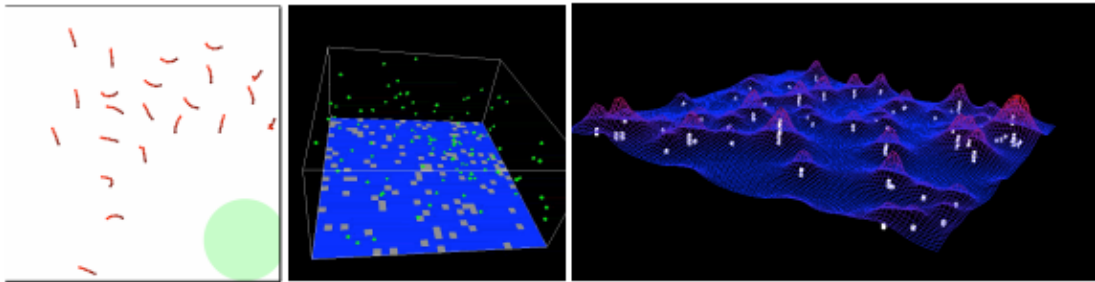
4.3. Mason

MASON byl vyvinut v roce 2003 na George Mason University. Jedná se simulační nástroj, který běží pouze na jednom jádru procesoru současně. Nástroj je napsaný v Javě, kde byla také navržena vlastní vizualizační knihovna, která by měla mít dostatečný výkon pro použití velkého množství agentů v simulacích na serverech nebo zařízeních s platformou Windows. MASON má několik výhod. Mezi hlavní výhody patří:

- Malé, rychlé, snadno pochopitelné a modifikovatelné jádro,
- Vizualizace 2D a 3D,
- Identické výsledky nezávislé na platformě,
- Uložení modelu a spuštění na jakékoliv jiné platformě,
- Podpora více než milionu agentů bez vizualizace,
- Snadné vkládání rozšiřujících knihoven.

Nástroj má i několik nevýhod. Jak již bylo zmíněno, tak nepodporuje paralelní simulaci na více jader procesoru současně. Dále díky jednoduchému a malému jádru neposkytuje

vestavěné funkce pro simulátory robotiky a sociálních agentů. A poslední nevýhoda je poměrně velká paměťová náročnost. [70]



Obrázek 9: Vizualizace simulace MASONu ve 2D a 3D [70]

4.4. JACK

JACK byl vyvinut v roce 1997 v Australian Artificial Intelligence Institute. Následně tento produkt uchopila společnost Agent Oriented Software a celý nástroj kompletně přepsala v programovacím jazyce Java. Nástroj je možné spustit na všech platformách a není omezen ani na typu zařízení. Je schopen běžet na počítači, tabletu, chytrém telefonu nebo na serveru a je vhodný pro modelování prostředí budov. Může pracovat paralelně a používat více jader procesoru současně.

JACK je velmi efektivní nástroj pro vytváření aplikací pro dynamické a složité prostředí, kde každý agent je zodpovědný za sledování vlastních cílů, reaguje na události a komunikuje s dalšími agenty v systému.

Pro tvorbu modelů a chování agentů vyvinuli speciální jazyk JACK Plan Language (JPL). Tento jazyk je rozšířením jazyka Java a nabízí příkazy jako `@send` a `@post` pro zasílání zpráv mezi agenty a akcemi agentů. Vytvořené plány jsou kompilovány do tříd jazyka Java, které se provádějí při běhu systému JACK. [71]

4.5. Repast

Repast byl vyvinut v roce 2006 na University of Chicago ze simulačního nástroje Swarm. Celý nástroj je napsán pomocí jazyka Java a ze Swarmu si převzal řadu konceptů. Je převážně používán pro modelování společenských systémů, kde poskytuje lepší práci s genetickými algoritmy, geografickými mapami a sítěmi.

Nejnovější verze je Repast Symphony (Repast S), kde vylepšili vizualizace modelu agentů, jejich chování, spouštění a vyhodnocování modelů. Hlavní výhodou je možnost programovat modely v různých programovacích jazycích, převádět modely mezi sebou. Další výhodou je možnost uživatelů dynamicky přistupovat a modifikovat agenty nebo modely při spuštěné simulaci. [72]

5. Specifikace potřeb seniora v prostředí s AAL

V této části si upřesníme specifikace potřeb seniora s Alzheimerovou chorobou v inteligentním prostředí. Musíme zjistit každodenní aktivity pro tyto osoby a nastítnit optimální chování modelu, který bude využívat inteligentní domácnost. Dále musíme definovat zařízení pro monitorování systému, který je nezbytný pro správnou implementaci systému a sledování aktivit osob v reálném čase. Všechny tyto požadavky budeme aplikovat na případové studii seniora, kterou podrobněji vysvětlím v této kapitole.

5.1. Design prostředí

Pro zdokonalení návrhu domácnosti s AAL systémem existují určité faktory, které mohou představovat důležitý prvek pro tvorbu návrhu systému, zejména pro starší osoby žijící s Alzheimerovou chorobou. Tyto faktory byly získány z předešlých studií nebo z příslušné literatury, kde hlavní důraz je kladen na:

- Bezpečnost,
- Problémy se zrakem,
- Problémy se zvukem,
- Problémy s čichem,
- Pohyb osob,
- Organizace osobních věcí,
- Orientace v prostředí.

Bezpečnost je komplexní multidimenzionální úkol a je základem každé akce nebo práce v životě osoby. Hlavním cílem je, aby se starší osoby cítily v bezpečí, hlavně ti s Alzheimerovou chorobou, kde musíme mít na paměti, že ztratili část svých schopností. Proto musíme odstranit veškerá rizika z prostředí, která by mohla způsobit zranění. Kdykoliv je to možné, musí být zbytečný nábytek v domácnosti odstraněn a vše musí být účelově orientované. Například cesta na toaletu by měla být jasná, osvětlená a bez dalších překážek. Kromě toho musíme zvážit kompenzaci různých smyslů, které jsou oslabeny nebo ztraceny, jako je sluch, zrak a čich, což je činí náchylnými ke zraněním.

[73]

Při problémech se zrakem si musíme uvědomit, že starší osoby nemusí vnímat objekty ve správném postavení. Při navrhovaném prostředí, které je obklopuje, musíme počítat s barevnými změnami a oslabením zraku, abychom jasně ukázali věci ve své správné podobě zaznamenané v jejich mysli. Proto by měla být zachována jedna úroveň osvětlení v chodbách vedoucích do místností. Kromě toho existují určitá strategická místa zvláštního významu, jako je ložnice, kuchyně a koupelna, kde můžeme obrazem na dveřích identifikovat funkci místnosti. Můžeme použít žaluzie nebo závěsy k zablokování přímého slunečního světla, aby nedocházelo k rozostření očí. [74]

Existují určité obavy týkající se sluchové kapacity starších osob s Alzheimerovou chorobou, zejména neschopnost zvládnout hlasité zvuky nebo rozlišovat mezi různými zvuky. Proto je důležité omezit zvuky vycházející po chození po podlaze a snížit šíření zvuku skrz strop nebo zdi z okolního světa. Je také potřeba zvážit automatické vypnutí nebo ovládání zvuků u některých zařízení, jako jsou například rádio, televize, zvonek a telefon. Osvětlení je také důležité pro jejich sluch, čím jasnější osvětlení, tím více je pro starší lidi pochopitelné porozumět pohybu rtů mluvícího člověka. Někdy se doporučují světelné signály namísto zvukových, jako jsou blikající zvonečky bez zvukového signálu. [75]

Starší lidé s Alzheimerovou chorobou mají obvykle oslabené svaly, které omezují jejich pohyb, a to kvůli nevyvážené a nepravidelné chůzi. Proto musí být okolní prostředí udržováno čisté a jednoduché, aby se usnadnil pohyb. Například koberce a pantofle by měli být protiskluzové a pevné. Jakékoli překážky, které by mohli vést k pádům nebo podklouznutí by měli být odstraněny. V koupelnách, sprchách a na kterémkoliv místě, které představuje nebezpečí, by měli být připevněny rukojeti, aby byl usnadněn osobám pohyb. [76]

Některé osoby jsou citlivé na špatné zápachy a mohou se cítit špatně. Proto je nutné zajistit automatické větrání, nainstalovat vůně nebo osvěžovače vzduchu na toaletách a v kuchyni. Některé starší osoby mají poškozený čich, což ohrožuje jejich bezpečnost v případě úniku plynů. Z tohoto důvodu by měli být nainstalovány detektory úniku plynu v prostoru kolem osoby. [77]

Starší osoby mohou často postrádat organizační schopnosti. To může vést k tomu, že osoby mohou hledat objekty na špatných místech v domácnosti, což vede k případným problémům. Pokud osoby nemohou v určitém čase najít hledanou věc, tak se můžou dostat do velmi stresové situace, která může vést až ke zraněním. Proto je doporučený lokalizační systém, pomocí kterého můžeme identifikovat umístění objektů. Jestliže objekty nejsou na správném místě, tak mohou blikat nebo vytvářet zvuky signály. [78]

Starší osoby mohou také trpět dezorientací. To může mít za následek nečekaný odchod z domova v pozdních hodinách. Proto by měl být použitý systém pro otevírání dveří, aby nedošlo k nekontrolovatelnému odchodu z domova. Navíc by měla být k osobám připevněna pomocná lokalizační zařízení, která v případě opuštění domova pošlou oznámení rodinným příslušníkům nebo pečovatelům. [79]

5.2. Navrhovaný AAL systém

Pro funkční AAL systém v domácnosti je potřeba zjistit požadavky na tento systém podle několika procesů:

- Shromáždění informací od odborníků nebo vhodné literatury pro požadovaný systém AAL.
- Specifikace systému pro sledování denních aktivit sledovaných osob.
- Vytvoření AAL modelu za použití vhodného monitorovacího systému a okolních senzorů pro přesné rozpoznání lidských činností.
- Testování modelu a zpracování získaných výsledků.

Tyto procesy jsou zpracovány v následující případové studii a dalších kapitolách této práce.

5.3. Případová studie

Případová studie je jednou z metod kvalitativního výzkumu. Studie mohou být charakterizovány jako "*empirické šetření, které zkoumají současný jev v kontextu reálného života za účelem aplikace získaných poznatků*". [80] Metodu případové studie lze považovat za průzkumnou, popisnou nebo vysvětlující v závislosti na předpokladech výzkumného pracovníka. Průzkumná případová studie se používá k testování hypotéz a

výzkumných otázek, což je nejvhodnější, jestliže je nedostatek literatury o zkoumaném tématu. [81]

Hendl [82] uvádí, že v případové studii jde o zachycení případu, popisu vztahů v jejich celistvosti nebo také o zachycení jednoho nebo několika málo případů. Domnívá se, že podrobným prozkoumáním jednoho případu lépe porozumíme ostatním podobným případům.

Kvalitativní výzkum se realizuje pomocí delšího a intenzivního kontaktu s terénem či situací nebo skupinou jedinců. Mezi hlavní přednosti kvalitativního výzkumu lze zařadit hluboký popis případu, zkoumání daného jevu v přirozeném prostředí, který umožňuje navrhnout teorie či hledá lokální příčinné souvislosti. Mezi slabosti výzkumu patří ovlivnění výsledků subjektivními dojmy výzkumníka, těžší testování hypotéz a teorií nebo časová náročnost výzkumu.

Cílem kvalitativního výzkumu je získat velmi široký sběr dat. Tyto data budou sloužit k prezentaci kvantitativních výzkumů, tvorbě modelů v různých nástrojích, hodnocení projektů nebo poskytnutí informací pro komerční účely. [82]

Na základě získaných znalostí a kvalitativním výzkumu jsem případovou studii začal komplexním přezkoumáním literatury o aktuálních trendech souvisejících se systémy AAL, jejichž cílem je podpora starších osob včetně osob s Alzheimerovou chorobou. K tomu byla navržena a implementována případová studie, ve které jsem sledoval chování běžné denní aktivity osoby. Všechny příznaky jsem po celou dobu sledoval a po nasbírání velkého množství dat jsem analyzoval požadavky v souvislosti s požadavky systému AAL. Později jsou tyto data použita pro náš model, aby byl do něho vhodně navrhnutý a účinný systém AAL.

5.4. Představení seniora

Sledovaný senior je žena ve věku 72 let. Jedná se o moji babičku, což byl hlavní důvod výběru této diplomové práce, kde bylo cílem zjistit si co nejvíce informací o této nemoci a navrhnout řešení, které jí pomůže v každodenním životě. První příznaky demence začali v roce 2014 po úmrtí manžela. Následující rok jí byla diagnostikována demence a postupem času se její stav čím dál více zhoršuje. V současné době se nachází

v 5. fázi Alzheimerovy choroby, což je příznak středního Alzheimerera. Postupný vývoj příznaků a zhoršování jejího stavu si popíšeme v následující kapitole.

5.5. Pozorování aktivit seniora

V této fázi byly použity kombinované výzkumné nástroje, které upozorňují na výzvy v pozorování starších lidí, včetně osob s Alzheimerovou chorobou a jejich denní aktivitou. Tyto výzvy souvisí s metodou pozorování, s pozorovanými lidmi a s dobou pozorování, kde byly vzaty v úvahu následující skutečnosti:

- **Délka pozorování** - Je náročné sledovat starší lidi, včetně osob s Alzheimerovou chorobou po dlouhou dobu. Cítí se nepohodlně, když jsou nepřetržitě pozorováni. Nicméně pro vyšetřování aktivit každodenního života sledované osoby je třeba alespoň sledování po dobu 24 hodin.
- **Pozorovatel** – Je normální, že starší osoby, včetně těch, kteří trpí Alzheimerovou chorobou, jsou opatrní, když dovolí cizím lidem pozorování v jejich domácnosti. Mohou se v takové situaci cítit nepohodlně a to může mít vliv na jejich každodenní činnost. Na druhou stranu, osoby starající se o jejich dlouhodobou péči (např. zdravotní sestry), si mohou vybudovat důvěryhodný vztah se svými pacienty.
- **Nástroje pro sběr dat** – Obecně existují dvě hlavní metody, které se používají k pozorování každodenních činností člověka. Jedna z metod je sledování prostřednictvím elektronických senzorů a kamer. Druhá metoda je zaznamenávání dat do časového deníku. Elektronické senzory a kamery jsou účinné tehdy, je-li znám seznam aktivit. Kromě toho jsou náklady spojené s profesionálním vybavením pro sledovací zařízení drahé. Naproti tomu časový deník je účinným nástrojem pro zaznamenávání aktivit během pozorovacího období. Časové deníky byly úspěšně nasazeny v mnoha výzkumech. [83]

Nyní stručně popíšu získané poznatky o mé babičce od počátku příznaků nemoci až po nynější stav. Délka sledování byla 3 roky a vše začalo po úmrtí manžela. Změny na jejím chování jsme si všimli již po prvním měsíci, kdy pro ni skončila každodenní rutinní práce, kdy se o manžela pečlivě starala, vařila, oblékala a věnovala mu všechn svůj čas. Najednou měla pro sebe celý den a nevěděla, co dělat ve svém volném čase.

Její každodenní činností bylo vstát ráno kolem sedmé hodiny, nasnídat se, postarat se o drůbež a jet nakoupit na svém kole do obchodu. V poledne vždy po jedenácté hodině měla připravený oběd, který si uvařila a poté trávila čas sledováním televize nebo procházkami po okolí. Večer si opět připravila večeři a kolem dvacáté hodiny ulehla do postele. Po několika měsících ale začali některé aktivity mizet z jejího každodenního života a to začínalo mít dopad na její duševní zdraví. Přestávala jezdit v pravidelných intervalech na nákupy nebo si nedokázala nakoupit potřebné potraviny pro své potřeby a uvařit jídlo. Začínala často zapomínat na své základní hygienické potřeby.

Po prvním roce byl již nutný náš každodenní dohled a museli jsme vyhledat odbornou pomoc, kde bylo diagnostikováno střední kognitivní poškození, tedy třetí fáze Alzheimerovy choroby. Bylo nutné zajistit každodenní návštěvy zdravotní sestry, aby zkontrolovala její zdravotní stav a brala vhodné léky. Museli jsme zajistit dovoz obědů a kontrolovat stav lednice, ve které se často nacházela prošlá jídla, která mohla sníst. Dále jsme museli vypnout některé spotřebiče v domácnosti, jako je sporák a kotel na tuhá paliva. V několika případech měla veliké štěstí a jen díky naší rychlé pomoci jsme zabránili katastrofě, když si například dala vařit plastovou rychlovarnou konvici na elektrická kamna.

V současné době má velké problémy s krátkodobou až střednědobou pamětí a zvládání každodenních činností. Musíme ji kontrolovat několikrát denně a monitorovat její zdravotní stav. Na rozdíl od zhoršujícího se duševního zdraví je na tom stále dobře po fyzické stránce. Sice už nemůže jezdit na kole kvůli horší stabilitě, ale stále chodí na vycházky. To ale bývá často velký problém a proto musíme kontrolovat její každodenní pohyb. Několikrát se již stalo, že šla na vycházku a nemohla si vzpomenout na cestu zpátky domů, a jen díky pomoci místních obyvatel, se jí nic nestalo a dovedli ji domů. Již není schopna se obléknout podle aktuálního počasí nebo ročního období. Několikrát se již stalo, že chodila venku jen v pyžamu a bačkorách v nepříznivých podmínkách.

Na základě těchto zmíněných poznatků je v další části práce vytvořený vhodný model inteligentního prostředí a následně vytvořena simulace v programu AnyLogic, který by ji měl pomoci při těchto každodenních činnostech.

6. Modelování funkcionalit inteligentního prostředí v programu AnyLogic

Před začátkem tvorby inteligentního prostředí je vždy důležitá představa výsledného prostředí a použité technologie v tomto prostředí. Nicméně, ne všechny funkcionality a možné použitelné technologie si dokážeme uvědomit při prvotní analýze našeho prostředí a zjistíme je až v průběhu implementace nebo po zahájení provozu. To může být pro nás závažný problém. Můžeme zjistit, že použité technologie nesplňují všechna naše kritéria nebo nefungují správně v našem prostředí, což může mít za následek větší náklady, než jsme předpokládali. Proto je důležité zjistit tyto problémy již před začátkem implementace prostředí.

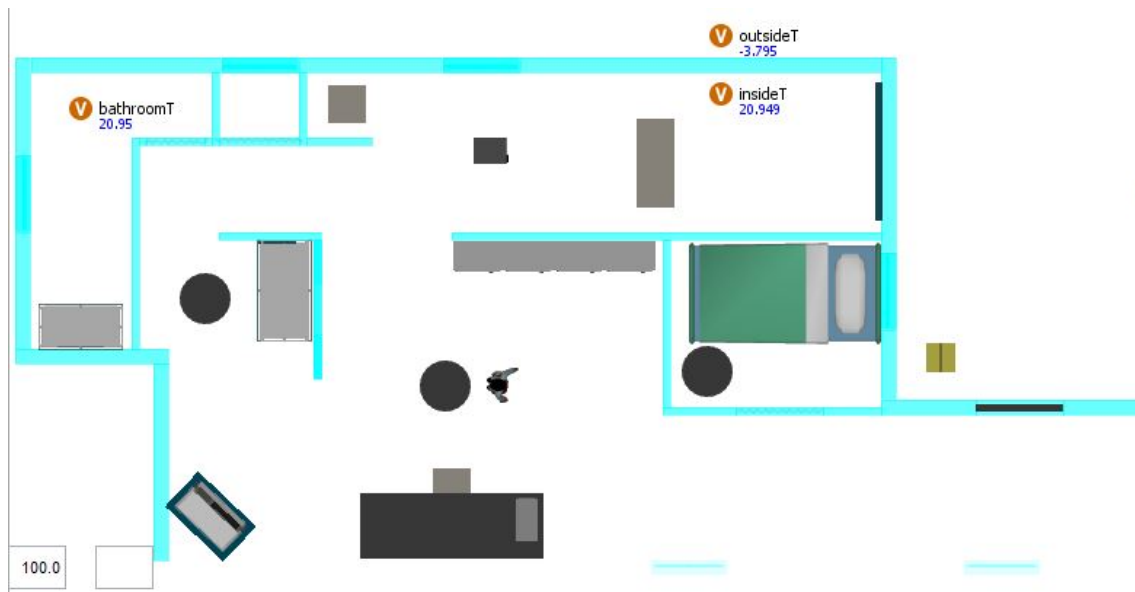
Poté musíme zvážit vytvoření modelu dané problematiky s modelováním všech funkcionalit a provést vhodné testy nad vytvořeným prostředím. Prostor by mělo být identické s reálným světem. Dnešní modelovací nástroje poskytují širokou škálu grafických prvků, které nám umožňují vytvořit pěkný vzhled a animace v modelu. Dále je vhodné zvolit cíl a míru abstrakce. Model by měl ke stávajícím řešením přidat svou vlastní přidanou hodnotu a sloužit pro další možný výzkum v této oblasti.

Náš model zachycuje přínos inteligentního prostředí na osobu s Alzheimerovou chorobou. V prostředí je naimplementováno několik funkcí, které by měli pomoci žití seniora v tomto prostředí a za pomoci simulací zjistíme vliv prostředí na osobu z dlouhodobého hlediska. Po této simulaci vyhodnotíme získané výsledky a zjistíme, jestli je náš model vhodný k implementaci ve skutečném prostředí.

6.1. Prostředí

V našem modelu jsem namodeloval dům sledované osoby, v mém případě mé babičky. Babička bude reprezentována jedním agentem, který má naprogramovanou vlastní inteligenci. V modelu také simulujeme reálný čas, kdy den má 24 hodin, spánek trvá v průměru 8 hodin denně s možností odpočinku i v průběhu dne. Dům má naimplementovaný plynový kotel s rozvodem topení po celém domě. V obývacím pokoji je termostat, který automaticky reguluje teplotu v bytě v různých časových intervalech. Dále má inteligentní systém funkce pro kontrolu stavu jídel v ledničce,

upozornění na spánek, pravidelné dávkování léků a sledování zdravotního stavu sledovaného seniora, kdy v případě potřeby systém zavolá zdravotní pomoc. Agent má možnost nastavení vlastních atributů, které jsou zohledněny před spuštěním simulace. Jde o atributy pro zadání věku, hodnoty cholesterolu nebo glykémie. Dále u agenta zobrazujeme zdravotní stav, potřebu jít na toaletu, úroveň hladu nebo i příznaky možného infarktu. Na základě těchto atributů je naimplementována logika, kterou se vytvořený agent v simulaci řídí.



Obrázek 10: Model prostředí 2D

V modelu můžeme u agenta určit, jestli se jedná o ženu nebo muže. Podle výběru pohlaví mohou být některá data odlišná např. žena může strávit více času v koupelně. Při návrhu prostředí jsem simuloval lidské každodenní činnosti. Vykonávání těchto činností závisí i na fázi Alzheimerovy choroby a věku osoby. U osob mladších věkových kategorií je postup nemoci o mnoho rychlejší, než u osob v pokročilém věku.

Nyní si popíšeme každodenní proces agenta v simulaci. Agent každé ráno navštíví toaletu a koupelnu, kde vykoná hygienu. Jestliže má agent hlad, jde do kuchyně a nají se. To samé platí i se spánkem. Jestliže je agent unavený v průběhu dne, tak si jde odpočinout. Úroveň únavy může ovlivnit hlad, činnost nebo nemoc. Před spaním jde opět na toaletu, použije koupelnu a jde spát. V případě vážné nemoci, jako je infarkt, je zavolána záchranná služba, která odveze agenta do nemocnice. Po určitém intervalu záchranná služba opět doveze agenta zpět do jeho domácnosti. Stav osoby můžeme

monitorovat v grafickém zobrazení zdraví. Může nastat situace, že po infarktu nastane úmrtí agenta. Dále je nutné kontrolovat pravidelné brání léků. Léky se budou brát každé ráno a večer. Jestliže si agent zapomene vzít léky, tak poklesne hodnota jeho zdraví. Zdraví agenta je ovlivněno teplotou v bytu. V případě nízké teploty může agent nastydnout a opět poklesne hodnota zdraví. Stav agenta také závisí na venkovní teplotě v různých ročních obdobích, kdy v zimě je agent náchylnější na nemoci.

V modelu monitorujeme polohu agenta a v případě pádu nebo jiných problémů ihned zavoláme pomoc. V naší simulaci je monitorování znázorněno kamerami, které se nachází ve většině místností. Kamery nejsou v koupelně a na toaletě z důvodu soukromí agenta. V reálném prostředí by kamerové systémy mohli být nahrazeny senzory, které by se nacházely v každé místnosti. Další možností je připevnění senzorů na tělo osoby. Akce vykonávané agentem jsou řízené také pomocí priority, kde největší prioritu má spánek, pravidelná konzumace jídla a potřeba jít na toaletu. Tyto vysoké priority bude agent řešit primárně. Až poté následují ostatní aktivity, jako sledování televize, čtení a podobně. Na velikost únavy má také vliv manuální nastavení krevního tlaku, glykémie nebo cholesterolu. V případě automatického nastavení jsou všechny hodnoty v určitých intervalech automaticky zhoršovány, a to má za následek možnost infarktu nebo nemoci.

Většina veličin v modelu je řízená a nastavovaná pomocí náhodných hodnot. Jde hlavně o čas nutný pro vykonání určitých akcí, jako je čas strávený na záchodě, koupelně, při konzumaci jídla, spaní nebo čas strávený u televize. Také potřeby agenta jsou řízeny pomocí náhodných hodnot. Jde o potřebu jít na toaletu, zhoršování zdravotního stavu, velikost hladu nebo energie.

V simulaci budeme sledovat a zaznamenávat infarkty a onemocnění. Budeme také každý den sledovat hodnotu zdraví, a jestliže se hodnota změní minimálně o 10%, tak také tyto údaje zaznamenáme. Důležité informace jsou také informace o spánku, kdy šel agent spát a kdy se probudil, čas brání léků nebo kolikrát na ně zapomněl. Tyto údaje budou poté důležité pro závěrečné hodnocení modelu.

Před začátkem simulace si můžeme nadefinovat, jaké inteligentní systémy chceme mít aktivní, dále můžeme nastavit věk agenta, statický nebo manuální nastavení krevního

tlaku, cholesterolu a glykémie. V případě statického nastavení můžeme zadat velikost hodnot, které budeme automaticky přičítat k parametrům. Po spuštění simulace je výchozí umístění agenta v mimo dům a čas je nastaven na hodnotu nula.

6.2. Popis jednotlivých entit

V prostředí se nachází jediný **agent**, který může představovat ženu nebo muže. Podle výběru pohlaví se můžou lišit hodnoty některých parametrů. Mezi základní odlišnosti patří pravděpodobnost infarktu agenta a rychlost pohybu, který také závisí na hodnotě veličiny zdraví.

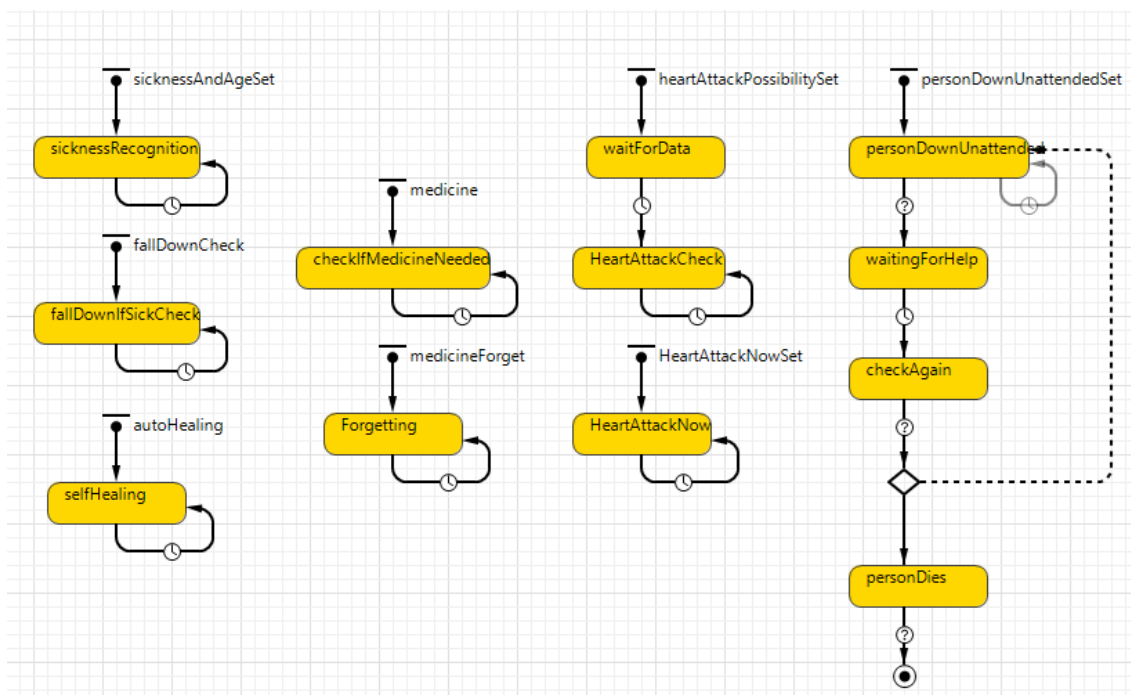
Mezi nejdůležitější parametry agenta jsou **zdraví** a **maximální zdraví**. Tyto parametry ovlivňují velkou část ostatních parametrů a chování agenta v prostředí. Mezi ovlivňující parametry patří pravděpodobnost onemocnění, které je také ovlivněno okolní teplotou a jestli agent pravidelně užívá léky. V případě velmi nízkého zdraví může být u seniora vyvolán infarkt. Hodnota zdraví se může doplňovat pouze do hodnoty maximálního zdraví, kdy hodnota tohoto parametru je snižována při infarktu nebo vážnější nemoci. Zdraví se doplňuje odpočinkem, hygienou a stravováním. Ke kontrole zdraví a prevenci případných problémů může pomoci také pravidelná návštěva zdravotní sestry. Návštěvu zdravotní sestry můžeme naplánovat před spuštěním simulace.

Podle závažnosti Alzheimerovy choroby se určuje množství a pravidelnost braní **léků**. Zdravý agent nemusí brát žádné léky a v případě potřeby je užívání určeno pomocí náhodné veličiny. Čím je choroba pokročilejší, tím více musí brát léků. Braní léků závisí také na věku. V prostředí také simulujeme možnost zapomenutí braní pravidelných léků nebo braní léků při nemoci. V modelu můžeme zapnout před začátkem simulace automatické připomínání léků.

Další důležitý parametr je množství **energie**, podle které se řídí několik akcí agenta. V případě nízké energie musí agent energii doplnit. Tu může doplnit spánkem, a čím více spí, tím více má energie. Podle energie se určuje, kdy má jít agent večer spát. Je možné také zapnout funkci, která informuje agenta o ideálním času ke spánku. V případě nemoci se množství energie doplňuje pomaleji, proto musí častěji odpočívat. Jestli je nízká hodnota energie i v průběhu dne, může si jít agent odpočinout, aby nabral část své energie.

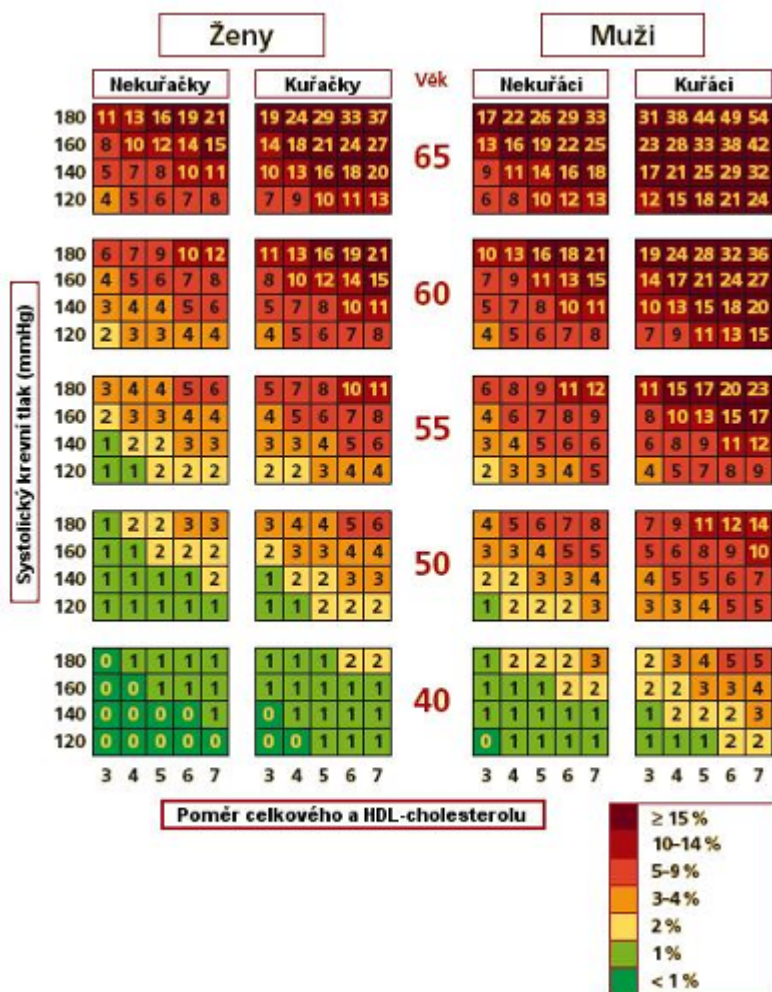
Parametr **hlad** definuje u agenta stav, kdy se musí najíst. Hlad je závislý na čase, kdy čím déle se agent nestravoval, tím je větší pravděpodobnost hladu. Velikost hladu se také snižuje ve spánku, ale méně než přes den. Ke stravování je určena kuchyně.

Na parametr zdraví má vliv parametr **čistoty** agenta. Agent by měl každý den před spaním navštívit koupelnu a toaletu. Doba strávená na toaletě se může lišit. V závislosti na pohlaví může žena trávit v koupelně více času než muž. Agent může také zapomenout na návštěvu koupelny před spaním nebo ráno po probuzení. To má negativní vliv na hodnotu parametru zdraví.



Obrázek 11: Parametry agentů

V závislosti na několika parametrech může u agenta nastat **infarkt**. Pravděpodobnost infarktu závisí na krevním tlaku, cholesterolu, věku, pohlaví, a jestli kouří. Na základě těchto parametrů se podle hodnot v tabulce zjistí pravděpodobnost infarktu osoby. Jestliže má agent podle tabulky hodnotu pro možnost postihnutí infarktu, tak se i v našem modelu zvýší hodnota rizika pro infarkt. Největší pravděpodobnost infarktu je ve spánku. Proto je nutné podrobně sledovat stav pacienta a případné zavolání rychlé lékařské pomoci. Podle lékařských informací člověk v bezvědomí při infarktu přežije jen 20 minut. Po převezení seniora do nemocnice zde stráví několik dní. Poté se senior vrací zpět domů. V případě silného infarktu je možná okamžitá smrt.



Obrázek 12: Riziko vzniku infarktu

Při zjištění nějakých zdravotních problémech může být zavolána **záchranná služba**. Pro sledování zdravotního stavu agenta musí být naimplementovány senzory, které se o to starají. Po zavolání záchranné služby trvá určitý čas, než se záchranná služba dostaví. Proto jsou nutné velmi přesné senzory pro monitorování. Čas příjezdu můžeme nadefinovat opět před spuštěním simulace. Po příjezdu přijdou záchranáři k agentovi a začnou s pomocí. Jakmile jsou záchranáři u agenta, tak nemůže nastat smrt. Po ošetření je agent převezen do nemocnice.

Každodenní péče o pacienta může být zajištěno pomocí návštěvy **zdravotní sestry**. Zdravotní sestra navštěvuje pacienta každé ráno a monitoruje krevní tlak, cholesterol a velikost glykémie. V případě problémů zavolá sestra záchrannou službu. Dále můžeme nastavit pravidelný dovoz obědů mezi jedenáctou a dvanáctou hodinou.

V simulaci je vymodelováno reálné prostředí babičky. Babička bydlí v menším rodinném domě. Po vstupu do domu vstoupíme do předsíně. Po pravé straně je vstup do obývacího pokoje, který je propojen s kuchyní. Z obývacího pokoje je možný vstup do ložnice. Z obývacího pokoje je možný vstoupit na další chodbu, ze které se může jít na toaletu a koupelnu se sprchovým koutem. Většinu času babička tráví v obývacím pokoji, kde sleduje televizi. Prostředí je možné přepínat mezi 2D a 3D zobrazením, kde můžeme podrobně sledovat všechny hodnoty parametrů.

Obrázek 13: Nastavení simulace

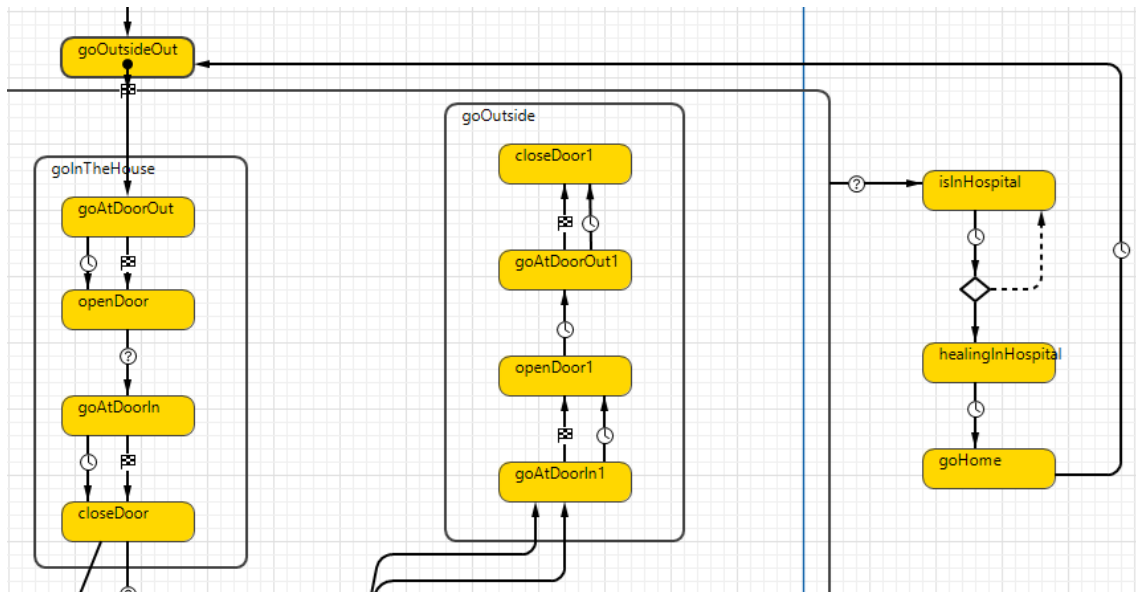
Pro zdraví agentů v prostředí je důležitým parametrem **teplota**, která má vliv na náchylnost k onemocněním. K vytápění se využívá plynový kotel, který je umístěný na chodbě. O regulaci teploty v prostředí se stará nastavený termostat, který je umístěný v obývacím pokoji. Správné nastavení termostatu má pozitivní vliv na množství spotřebované energie kotle a velikost nákladů na provoz. Ve výchozím nastavení jsou na termostatu nastaveny 2 režimy. První režim je pro nastavení ideální noční teploty a druhý pro teploty nastavené přes den. Výše teplot je ukázaná v tabulce 3.

Tabulka 3: Režimy termostatu

Čas od	Čas do	Teplota °C
21:00	8:00	19
8:00	21:00	21

Zapnutí nebo vypnutí plynového kotle a používání termostatu závisí na venkovní teplotě a ročním období. Výše teploty také závisí na zapnuté funkci inteligentní vytápění, které může automaticky regulovat teploty v případě nepřítomnosti agenta v domě.

Pro správné fungování modelu musíme nastavit chování agenta mimo dům a v domě. Diagram níže znázorňuje chování agenta mimo dům. To nastane, jestliže se agent rozhodne jít ven na procházku nebo jestli je odvezen záchrannou službou do nemocnice a přivezen zpět. Důležitou funkcionalitou je otevírání a zavírání dveří. Podle toho určíme umístění agenta a následně jeho chování.



Obrázek 14: Stavový diagram pro chování agentů mimo dům

Simulace v domě je opět znázorněna níže na stavovém diagramu. V diagramu je znázorněno několik akcí, které může agent provádět, v závislosti na čase a hodnot parametrů. Agent chodí na toaletu, do koupelny, poté se nasnídá a může dělat činnost

6.3. Průběh simulací

Chování agenta v prostředí jsem simuloval podle několika scénářů. Nejprve jsem vypnul všechny inteligentní systémy a simuloval chování agenta v intervalu 15 let. Poté jsem zapnul všechny inteligentní systémy a spustil simulaci znovu po dobu 15 let. Oba typy scénářů jsem testoval pro obě pohlaví a pokaždé provedl 10 testů.

Následně jsem testoval jednotlivé inteligentní systémy po dobu 15 let s fixními a poté s dynamickými hodnotami parametrů. Opět jsem otestoval chování agentů pro obě pohlaví. Při nastavených fixních parametrů jsem provedl 1 test a pro dynamické parametry jsem provedl 10 testů.

V další simulaci jsem testoval vyvolání infarktů agenta. V testech jsem kombinoval různé nastavení krevního tlaku, cholesterolu, věku a kouření. Následně jsem zapnul inteligentní systém pro monitorování stavu seniora a provedl opět 10 testů pro každé nastavení. Dále jsem si simulace naimplementoval vytvořený systém HERS (Health Emergency Recognition System), který dokáže rozpoznat kritický stav osoby pomocí senzorů v domácnosti.

Simulace v AnyLogic byly velmi časově náročné a také náročné na výpočetní výkon mého počítače. Všechny výsledky testů vysvětlím v následující kapitole.

7. Zhodnocení výsledků a další výzkum

V rámci simulace byl testovaný věk osoby mezi 60 až 75 lety života. Ve všech testovacích scénářích vypočítávám průměrné ceny za topení v rámci aktuálního tarifu za topení.

7.1. Testy jednotlivých systémů s fixními hodnotami

V tabulce níže jsou znázorněny jednotlivé testy všech inteligentních systémů a následný test bez vypnutých všech inteligentních systémů. V simulaci je pro určování pravděpodobnosti jednotlivých akcí použita fixní hodnota parametru. Pro testovací účely zaznamenávám hodnoty pro zdraví, onemocnění a náklady spojené s vytápěním.

Tabulka 4: Testy jednotlivých systémů s fixními hodnotami

jednotlivé systémy <i>fixní hodnoty</i>	muž	žena	cena za topení
Vypnutá AI			
zdraví - průměr	90,13148	88,766811	3201,143468
počet onemocnění	115	104	
Inteligent Fridge - ON			
zdraví - průměr	94,44711	93,887315	3220,177603
počet onemocnění	112	133	
Medicine Reminder - ON			
zdraví - průměr	94,90922	94,167075	3214,12937
počet onemocnění	128	122	
Smart Heater - ON			
zdraví - průměr	94,80847	95,877883	3180,391013
počet onemocnění	70	82	
TTS Reminder - ON			
zdraví - průměr	94,03449	92,902767	3210,221926
počet onemocnění	129	126	

Z výsledků můžeme vyčíst, že muž má průměrně lepší zdraví než žena. Zajímavé je, že v některých výsledcích testování má muž menší počet onemocnění, ale i lepší průměrné zdraví než žena. To může být způsobeno tím, že žena je náchylnější k vážnějším

onemocněním. Průměrná cena za vytápění je během 15 let nejmenší při zapnutém chytrém vytápění, kde se reguluje teplota v domácnosti, když je agent mimo dům.

7.2. Testy jednotlivých systémů s náhodnými hodnotami

V tabulce níže jsou znázorněny jednotlivé testy všech inteligentních systémů a následný test bez vypnutých všech inteligentních systémů. V simulaci je pro určování pravděpodobnosti jednotlivých akcí použita náhodná hodnota parametru. Pro testovací účely zaznamenávám hodnoty pro zdraví, onemocnění a náklady spojené s vytápěním a každý test jsem opakoval 10 krát.

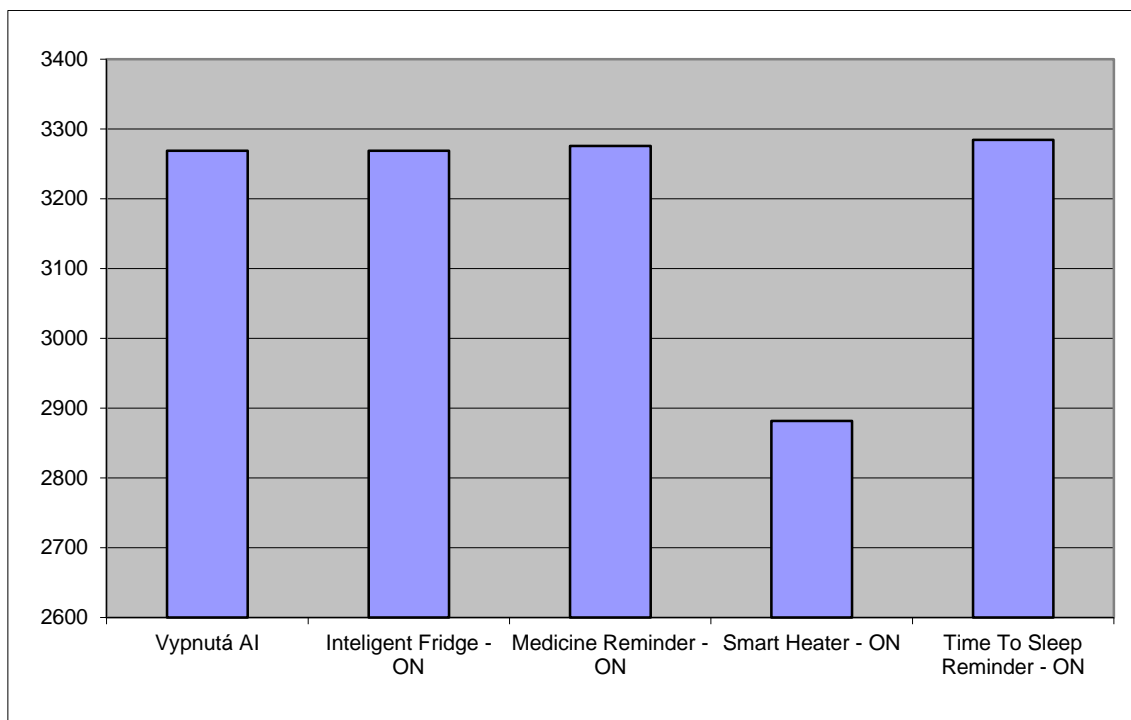
Tabulka 5: Testy jednotlivých systémů s náhodnými hodnotami

jednotlivé systémy 10 testů <i>náhodné hodnoty</i>	muž	žena	cena za topení
Vypnutá AI			
zdraví - průměr	92,8766872	93,541235	3268,958483
počet onemocnění	124	120,6	
Intelligent Fridge - ON			
zdraví - průměr	93,88070681	94,13111676	3268,958483
počet onemocnění	159,2	159,9	
Medicine Reminder - ON			
zdraví - průměr	95,24501095	95,454668	3276,033832
počet onemocnění	131,6	129,5	
Smart Heater - ON			
zdraví - průměr	95,63136174	95,67198313	2882,014862
počet onemocnění	62,9	67,6	
Time To Sleep Reminder - ON			
zdraví - průměr	92,13168222	92,23632361	3284,726305
počet onemocnění	124	117,8	

Během těchto testů jsme získali informace o jednotlivých inteligentních systémech a jejich dopady na seniory. Nejprve byla spuštěna simulace bez zapnutých inteligentních systémů a následně proběhly simulace vždy jen s jedním aktivovaným inteligentním systémem. Mezi sledovanými parametry jsou průměrné zdraví, počet onemocnění a cena za vytápění během 15 let života seniora. Počáteční věk agenta byl zvolen na 60 let. V těchto simulacích byla vypnuta možnost infarktu osoby. Opět nejefektivnější

inteligentní systém bylo chytré vytápění s výraznou úsporou ceny za vytápění. Jako nejméně efektivní se ukázal inteligentní systém pro kontrolu spánku.

V následujícím grafu jsou zobrazeny průměrné náklady na vytápění domácnosti se zapnutým inteligentním systémem Smart Heater. Data jsou použita z testů jednotlivých systémů s náhodnými hodnotami. V simulacích byla nastavena teplota na 21°C, jestliže se agent nacházel v domě, jinak byla hodnota nastavena na 19°C.



Obrázek 16: Náklady na vytápění

7.3. Testy všech inteligentních systémů

V následujících testech byly otestovány všechny inteligentní systémy s náhodnými hodnotami najednou. Pro porovnání dat jsme nejprve spustili simulaci bez aktivních inteligentních systémů v domě. Pro každou simulaci jsme vykonali 10 testů po dobu 10 let.

Tabulka 6: Testy všech inteligentních systémů

Všechny inteligentní systémy - 10 simulací				
bez inteligentních systémů - průměr	muž	žena	cena za topení	pozdní čas spát
zdraví	94,82	96,07	3216,74	1078,00
počet onemocnění	74,00	60,00		
vážnost onemocnění	74,09	73,77		
počet zapomenutých léků	47,00	65,00		
zkažené jídlo	27,00	34,00		
s inteligentními systémy - průměr				
zdraví	98,45	98,51	2982,21	8,00
počet onemocnění	29,50	29,70		
vážnost onemocnění	78,22	78,86		
počet zapomenutých léků	11,90	14,40		
zkažené jídlo	0,00	0,00		

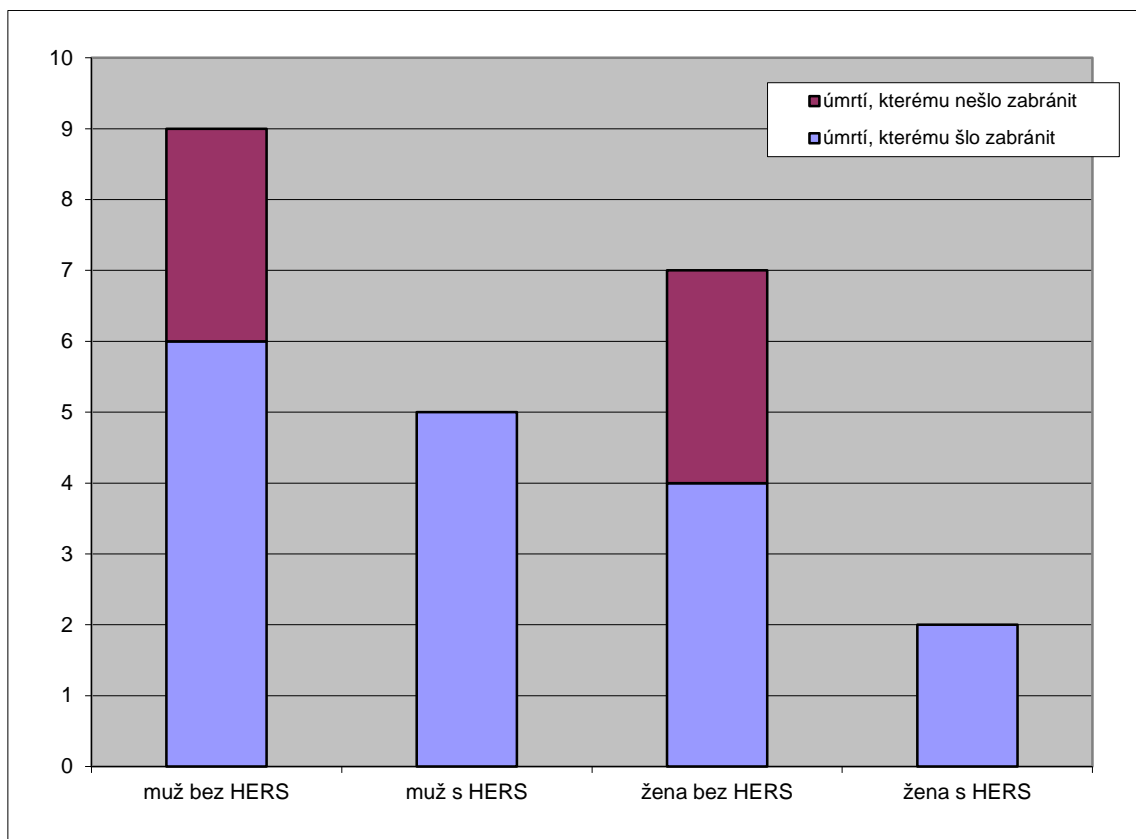
Z výsledků vyplývá, že implementace inteligentních systémů v prostředí má kladný vliv na život seniorů v domácnosti. Náklady na vytápění se snížily. Dále se zvýšilo průměrné zdraví seniora, což souvisí s velkým snížením počtů onemocnění, menším zapomináním léků a také nulovou konzumací zkaženého jídla.

7.4. Testy HERS s náhodnými hodnotami

V následující simulaci jsem testoval prostředí se zapnutým inteligentním systémem HERS, který sledoval zdravotní stav agenta a mohl tak zabránit případnému infarktu zavoláním záchranné služby. Testy jsem provedl zvlášť pro muže a poté pro ženu s celkovým počtem opakování 10. Před začátkem simulace jsem nastavil hodnotu krevního tlaku, cholesterolu, cukrovky, a zda je kuřák. U těchto parametrů byly nastaveny hodnoty na vysokou hodnotu, aby v simulaci nastalo více krizových situací u agenta. Z výsledků simulace je patrné, že systém HERS zabránil všem úmrtím, kterým šlo zabránit.

Tabulka 7: Výsledky testu HERS s náhodnými hodnotami

Simulace s infarkty		
cholesterol	8	
blood pressure	180	
	muž bez HERS	muž s HERS
opakování	10	10
úmrťi okamžité	5	5
úmrťi, kterému šlo zabránit	3	0
celkové úmrťi	8	5
počet infarktů	26	27
věk smrti	65,7562	66,14522831
	žena bez HERS	žena s HERS
opakování	10	10
úmrťi okamžité	4	2
úmrťi, kterému šlo zabránit	3	0
celkové úmrťi	7	2
počet infarktů	8	5
věk smrti	65,67922	63,21558219



Obrázek 17: Graf úmrtnosti se systémem HERS

7.5. Vliv změny teplot na agenty

V této simulaci jsem otestoval vliv různých teplot na zdravotní stav agentů, počty onemocnění a cenu vytápění. Teploty jsem nastavil v intervalu od 17°C do 23°C. Simulaci jsem prováděl po dobu 10 let.

Tabulka 8: Vliv změny teplot na agenty

°C	zdraví		počet onemocnění		cena topení za rok
	muž	žena	muž	žena	
17	61,25768	58,69439	1196	1335	2270,359013
18	63,37672	62,75432	994	920	2751,614521
19	69,707	68,69802	674	674	3288,555482
20	81,95586	80,07725	362	387	3305,55999
21	95,05974	95,69927	86	78	3455,052408
22	92,9341	96,6817	56	64	3547,474618
23	96,66438	95,32449	64	64	3645,831515

Z výsledků simulace můžeme vidět závislosti na zdraví seniora a teploty v prostředí. Simulace je velmi závislá na teplotě prostředí, kde v tabulce můžeme vidět velké rozdíly v počtu onemocnění.

8. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá ambientní inteligencí a hlavním úkolem bylo vytvořit simulaci v simulačním nástroji.

Cílem práce bylo popsat současný stav poznání v oblasti AAL, zorientovat se v systémech pro multiagentové modelování a simulaci. Poté ve vhodně zvoleném prostředí navrhnout a modelovat případovou studii pro podporu žití seniorů v jejich domácím prostředí.

První část práce je teoretická. Nejprve čtenáře seznamuji se základními pojmy z oblasti Ambientní inteligence. V této části popisuji vznik AmI a její využití v reálném světě. Dále je čtenář seznámen s Alzheimerovou chorobou, kde jsou podrobně vysvětleny její stádia a vliv na život osob v domácnosti. Bohužel, počet osob s touto chorobou nadále roste a i v České republice je velké množství osob s Alzheimerovou chorobou, kde péče o ně je časově a i finančně náročná. Díky tomu vznikly technologie, které patří do oblasti Ambient Assisted Living, kde pomáhají s péčí o osoby s Alzheimerovou chorobou v jejich domácnosti. V této části jsou dále vysvětleny různé inteligentní systémy, které jsou použity v oblasti AAL a jejich praktické využití vysvětleno na současných projektech. Získané poznatky z těchto projektů jsem poté využil v hlavní části této práce, a to vytvoření simulačního prostředí pro podporu seniorů s Alzheimerovou chorobou.

V praktické části je popsána případová studie, podle které jsem vytvořil design prostředí a navrhl výsledný AAL systém. Pro tvorbu modelu a následnou simulaci jsem si vybral aplikaci AnyLogic, kde jsem využil znalosti programovacího jazyka Java. Následně jsou v rámci popisu vývoje modelu uvedeny a vysvětleny všechny části a funkcionality inteligentního prostředí. Na závěr bylo provedeno testování a experimenty pro různé nastavení modelu, kde jsem každý experiment testoval v rozumném čase pomocí několika opakování, abych dostal dostatečné množství požadovaných výsledků a informací. Díky náročnosti modelu trvaly některé experimenty i několik hodin. Za nedostatek práce může být považováno, že je v rámci simulace naimplementován jen jeden agent a není možné simulovat více agentů v domácnosti najednou.

Zpracování mé diplomové práce splnilo má očekávání, přineslo mi nový pohled na inteligentní systémy a jejich obrovské využití v oblasti AAL. Výsledky experimentů vypovídají o kladném vlivu AI na život osob jejich domácnosti a proto hodlám nadále studovat tuto oblast a aplikovat některé technologie do domácnosti mé babičky, o které jsem psal v mé případové studii.

Seznam použité literatury

- [1] BEARD, J., BIGGS, S., BLOOM, D. E., FRIED, L. P., HOGAN, P. R., KALACHE, A., & OLSCHANSKY, S. J. *Global population ageing: Peril or promise? Program on the Global Demography of Aging*. [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://demographic-challenge.com/files/downloads/6c59e8722eec82f7ffa0f1158d0f4e59/ageingbook_010612.pdf
- [2] FACT SHEET. *World population prospects the 2012 revision*. [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2012_HIGHLIGHTS.pdf
- [3] DLF. *Losing independence is a bigger ageing worry than dying*. [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.dlf.org.uk/blog/losing-independence-bigger-ageing-worry-dying>
- [4] TAMURA, T., S. YONEMITSU, A. ITOH, D. OIKAWA, A. KAWAKAMI, Y. HIGASHI, T. FUJIMOTO, K. NAKAJIMA. 2004. *Is an entertainment robot useful in the care of elderly people with severe dementia? The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. [online]. [cit. 2017-01-10]. ISSN 1079-5006.
- [5] MÁTL Ondřej, MÁTLOVÁ Martina. Zpráva o stavu demence 2015. *Jaký názor má veřejnost a co prezentují média?* [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.alzheimer.cz/res/archive/002/000331.pdf?seek=1452679851>
- [6] RYAN, Natalie S., Martin N. ROSSOR a Nick C. FOX, 2015. *Alzheimer's disease in the 100 years since Alzheimer's death*. [online]. [cit. 2017-01-10]. ISSN 0006-8950. Dostupné z: doi:10.1093/brain/awv316
- [7] *Alzheimer's Statistics*. [online]. [cit. 2017-1-15]. Dostupné z: <https://www.alzheimers.net/resources/alzheimers-statistics/>
- [8] Alzheimer's Association. *Seven Stages of Alzheimer's* [online] [cit. 2017-1-15]. Dostupné z: <https://m.alz.org/stages-of-alzheimers.asp?sp=true>

- [9] AL-SHAQI, Riyad, Monjur MOURSHED a Yacine REZGUI, 2016. *Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly*. [online]. [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2272-8>
- [10] MIKULECKY, Peter. *AMBIENTNI INTELIGENCE – PROČ A KAM? Studijní materiál ke kurzu Teoretické aspekty umělé inteligence*. Univerzita Hradec Králové. [online]. [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: http://fim.uhk.cz/inkov/doc/SM_Mikulecky_09_05_2012.pdf.
- [11] NAKASHIMA, Hideyuki., Hamid K. AGHAJAN a Juan Carlos. AUGUSTO. *Handbook of ambient intelligence and smart environments*. New York: Springer, c2010. ISBN 978-0-387-93808-0
- [12] COOK, Diane J., Juan C. AUGUSTO a Vikramaditya R. JAKKULA, 2009. *Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities. Pervasive and Mobile Computing*. [online]. [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2009.04.001>
- [13] BOHN, Jürgen & Coroama, Vlad & Langheinrich, M & Mattern, F & Rohs, Michael. (2004). *Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence and Ubiquitous Computing*. Ambient Intelligence. Springer-Verlag, 2005.
- [14] ISTAG: *Scenarios for Ambient Intelligence in 2010*. Luxembourg: European Commission, 2001. [online]. [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/262007900_Scenarios_for_ambient_intelligence_in_2010
- [15] WEISER, Mark. *The Computer for the 21st Century*, *Scientific America*. [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>
- [16] J.C. Augusto, C.D. Nugent. *Smart homes can be smarter*. In: *Designing Smart Homes*, LNAI 4008, 2006. Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg. ISBN 978-3-540-35995-1

- [17] OLIVER, D., FOOT, C., & HUMPHRIES, R. *Making our health and care systems fit for an ageing population*. London. [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: https://www.kingsfund.org.uk/sites/default/files/field/field_publication_file/making-health-care-systems-fit-ageing-population-oliver-foot-humphries-mar14.pdf
- [18] BHARUCHA, Ashok J., Vivek ANAND, Jodi FORLIZZI, Mary Amanda DEW, Charles F. REYNOLDS, Scott STEVENS a Howard WACTLAR, 2009. *Intelligent Assistive Technology Applications to Dementia Care: Current Capabilities, Limitations, and Future Challenges*. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*. [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: doi:10.1097/JGP.0b013e318187dde5
- [19] OR, Calvin K.L. a Ben-Tzion KARSH, 2009. *A Systematic Review of Patient Acceptance of Consumer Health Information Technology*. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*. [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: doi:10.1197/jamia.M2888
- [20] BLASCHKE, Christina M., Paul P. FREDDOLINO a Erin E. MULLEN, 2009. *Ageing and technology: A review of the research literature*. *British Journal of Social Work*. [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: doi:10.1093/bjsw/bcp025
- [21] COOK, Diane J., Juan C. AUGUSTO a Vikramaditya R. JAKKULA, 2009. *Ambient intelligence: Basic concept*. *Pervasive and Mobile Computing*. [online]. [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2009.04.001>
- [22] Reiner Wichert, Birgid Eberhardt. 4. *AAL-Kongress 2011 Berlin*, Germany, January 25-26, 2011. ISBN 978-3-642-18166-5.
- [23] SIM, K., G. E. YAP, C. PHUA, J. BISWAS, A. A. Phyto WAI, A. TOLSTIKOV, W. HUANG a P. YAP, 2010. *Improving the accuracy of erroneous-plan recognition system for Activities of Daily Living*. In: *The 12th IEEE International Conference on e-Health Networking*. [online]. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: doi:10.1109/HEALTH.2010.5556555

[24] BOSE, S. (2013). *Creation of an Assisted Living Environment for Older people using Ubiquitous Networking Technologies*. [online]. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <https://www.iimcal.ac.in/sites/all/files/sirg/1-1-ageing-creation-assisted-living.pdf>

[25] PLZAK, Jan, Michal ZABRODSKY, Jan KASTNER, Jaroslav BETKA a Jan KLOZAR. *Combined bipolar radiofrequency surgery of the tongue base and uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea*. *Archives of Medical Science*. 2013. [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupne z: <http://www.termedia.pl/doi/10.5114/aoms.2013.39226>

[26] GUESGEN, Hans W. a Stephen MARSLAND, 2010. *Spatio-Temporal Reasoning and Context Awareness*. In: *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*. [online]. [cit. 2017-02-07]. ISBN 978-0-387-93807-3. Dostupné z: doi:10.1007/978-0-387-93808-0_23

[27] ARAI, Kohei, 2014. *Rescue System for Elderly and Disabled Person Using Wearable Physical and Psychological Monitoring System*. In: *Intelligent Systems for Science and Information*. [online]. [cit. 2017-02-07]. ISBN 978-3-319-04701-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-04702-7_3

[28] BERNARDIN, K., R. STIEFELHAGEN. *Evaluating Multiple Object Tracking Performance: The CLEAR MOT Metrics*. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*. 2008. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupne z: <http://jivp.urasipjournals.com/content/2008/1/246309>

[29] ZHANG, Zhenqiu, Gerasimos POTAMIANOS, Andrew W. SENIOR a Thomas S. HUANG. *Joint face and head tracking inside multi-camera smart rooms*. *Signal, Image and Video Processing*. 2007. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupne z: <http://link.springer.com/10.1007/s11760-007-0018-3>

[30] Van Den Broek, G., Cavallo, F., Wehrmann, C., AALIANCE. *Ambient Assisted Living Roadmap*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <https://www.iospress.nl/book/aaliance-ambient-assisted-living-roadmap/>

[31] TCHON, Krzysztof, 2017. *A Treatise on Good Robots*. ISBN 978-1-351-29642-7.

- [32] HELMI K., ALMODARRESI. *Human activity recognition using a fuzzy inference system - IEEE Conference Publication*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5277329/>
- [33] CHAIB-DRAA, B. a J. P. MÜLLER. *Multiagent based supply chain management. Studies in computational intelligence*. ISBN 35-403-3875-6.
- [34] NETRVALOVÁ, Arnoštka. *Úvod do problematiky multiagentních systémů*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.kiv.zcu.cz/~netrvalo/phd/MAS.pdf>
- [35] KUBÍK Aleš. *Inteligentní agenty: tvorba aplikačního software na bázi multiagentových systémů*. Computer Press. Brno. 2004. ISBN 80-251-0323-4
- [36] Z.A, Khan a Sohn W, 2011. *Real Time Human Activity Recognition System based on Radon Transform. International Journal of Computer Applications*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://www.ijcaonline.org/ait/number4/SPE224T.pdf>
- [37] LARA and LABRADOR. *A Survey on Human Activity Recognition using Wearable Sensors - IEEE Journals & Magazine*. [online] [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6365160/>
- [38] SUMAN, S. and PAMELA, D. *Activity Recognition From IR Images Using Fuzzy Clustering Techniques. International Journal for Trends in Engineering & Technology*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://ijtet.com/wp-content/plugins/ijtet/file/upload/docx/9629ICARTE087-pdf.pdf>
- [39] AGGARWAL, J. K. and RYOO, M. S. *Human activity analysis: a review. ACM Comput. Surv (CSUR)*. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.415.2523&rep=rep1&type=pdf>
- [40] Kushwaha, M., O. Songhwai, I. Amundson, X. Koutsoukos, A. Ledeczi. *Tracking in Urban Environments Using Sensor Networks Based on Audio-Video Fusion, Handbook of ambient intelligence and smart environments*. Springer. 2010. ISBN 0387938087.

- [41] CHEN, L., J. HOEY, C. D. NUGENT, D. J. COOK a Z. YU, 2012. *Sensor-Based Activity Recognition. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C.* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: doi:10.1109/TSMCC.2012.2198883
- [42] Waibel, A., R. Stiefelhagen, R. Carlson, J. Casas, J. Kleindienst, L. Lamel, O. Lanz, D. Mostefa, M. Omologo, F. Pianesi, L. Polymenakos, G. Potamianos, J. Soldatos, G. Sutschet, J. Terken. *Computers in the Human Interaction Loop, In: Handbook of ambient intelligence and smart environments.*
- [43] DEMIRIS, G. a B. K. HENSEL, 2008. *Technologies for an aging society: a systematic review of „smart home“ applications. Yearbook of Medical Informatics.*
- [44] M., FATIMA, I., LEE, S., & LEE, Y. K. *Daily life activity tracking application for smart homes using android smartphone - IEEE Conference Publication.* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6174657/>
- [45] DENGLER, S., A. AWAD a F. DRESSLER, 2007. *Sensor/Actuator Networks in Smart Homes for Supporting Elderly and Handicapped People. In: 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops.* 2007. [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: doi:10.1109/AINAW.2007.325
- [46] Pollack, M. E. (2005). *Intelligent technology for an aging population: The use of AI to assist elders with cognitive impairment. AI magazine.* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/viewFile/1810/1708>
- [47] HELAL, A., K. CHO, W. LEE, Y. SUNG, J. W. LEE a E. KIM, 2012. *3D Modeling and Simulation of Human Activities in Smart Spaces.* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: doi:10.1109/UIC-ATC.2012.35
- [48] KRISHNAN, Narayanan C. a Diane J. COOK, 2014. *Activity Recognition on Streaming Sensor Data. Pervasive Mob. Comput.* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmcj.2012.07.003

[49] CHEMBUMROONG S., CANG S., ATKINS A.S. *Elderly activities recognition and classification for applications in assisted living*. [online] [cit. 2017-11-09].

Dostupné

z: https://www.researchgate.net/publication/257404714_Elderly_activities_recognition_and_classification_for_applications_in_assisted_living

[50] LINSKELL, J. *Smart home technology and special needs reporting UK activity and sharing implementation experiences from Scotland*. 2011.[online]. [cit. 2017-04-03].

Dostupné z: doi:10.4108/icst.pervasivehealth.2011.246058

[51] JARA, Antonio J., Pablo LOPEZ, David FERNANDEZ, Miguel A. ZAMORA, Benito UBEDA a Antonio F. SKARMETA, 2014. *Communication Protocol for Enabling Continuous Monitoring of Elderly People through Near Field Communications. Interacting with Computers*. [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné

z: doi:10.1093/iwc/iwt030

[52] JARA, A. J., LOPEZ, P., FERNANDEZ, D., ZAMORA, M. A., UBEDA, B., & SKARMETA, A. F., *Frequent Physical Health Monitoring as Vital Signs with Psychological Status Monitoring for Search and Rescue of Handicapped, Diseased and Eldery Persons*. [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné

z: https://www.researchgate.net/publication/275605601_Frequent_Physical_Health_Monitoring_as_Vital_Signs_with_Psychological_Status_Monitoring_for_Search_and_Rescue_of_Handicapped_Diseased_and_Eldery_Persons

[53] *Alarmnet*. 2011. [Online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z:

www.cs.virginia.edu/wsn/medical/

[54] Kautz, H., Fox, D., Etzioni, O., Borriello, G., & Arnstein, L. (2002). *An overview of the assisted cognition project. AAAI-2002 Workshop on Automation as Caregiver*.

[online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z:

<https://courses.cs.washington.edu/courses/cse590hk/02sp/papers/acaai02.pdf>

- [55] Kidd, C. D., Orr, R., Abowd, G. D., Atkeson, C. G., Essa, I. A., MacIntyre, B., & Newstetter, W. *The aware home: A living laboratory for ubiquitous computing research. In Cooperative buildings. Integrating information, organizations, and architecture.* Springer Berlin Heidelberg. ISBN:3-540-66596-X
- [56] Cook, Diane & Crandall, Aaron & Thomas, Brian & Krishnan, Narayanan. 2013. *CASAS: A smart home in a box.* *Computer.* [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.443.1998&rep=rep1&type=pdf>
- [57] Codeblue, T. 2011. *Wireless Sensor Networks for Medical Care.* [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://fiji.eecs.harvard.edu/CodeBlue>
- [58] Helal, S., Mann, W., King, J., Kaddoura, Y., & Jansen, E. 2005. *The gator tech smart house: A programmable pervasive space.* *Computer.* [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.130.4249&rep=rep1&type=pdf>
- [59] Wang, Q., Shin, W., Liu, X., Zeng, Z., Oh, C., AlShebli, B. K., & Sha, L. 2006. *I-Living: An open system architecture for assisted living.* *In Systems, Man and Cybernetics.* [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: doi:10.1109/ICSMC.2006.384805
- [60] CHAN, Marie, Daniel ESTÈVE, Christophe ESCRIBA a Eric CAMPO, 2008. *A review of smart homes- present state and future challenges.* *Computer Methods and Programs in Biomedicine.* [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: doi:10.1016/j.cmpb.2008.02.001
- [61] Ricquebourg, V., Menga, D., Durand, D., Marhic, B., Delahoche, L., & Loge, C. 2006. *The smart home concept: our immediate future.* [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/224696459_The_Smart_Home_Concept_our_immediate_future

[62] MÜLLER, S., SANTI, M., & SIXSMITH, A. 2008. *Eliciting user requirements for ambient assisted living: Results of the SOPRANO project*. [online]. [cit. 2017-06-20].

Dostupné z:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.497.2447&rep=rep1&type=pdf>

[63] Bal, M., Shen, W., Hao, Q., & Xue, H. 2011. *Collaborative smart home technologies for senior independent living*. [online]. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z:

<https://doi.org/10.1109/CSCWD.2011.5960116>

[64] KRAVARI, Kalliopi a Nick BASSILIADES, 2015. *A Survey of Agent Platforms*. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. [online]. [cit. 2017-06-20].

Dostupné z: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/1/11.html>

[65] *Multimethod Modeling – AnyLogic Simulation Software*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/multimethod-modeling/>

[66] *Agent-Based Simulation Modeling – AnyLogic Simulation Software*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/agent-based-modeling/>

[67] *Discrete Event Simulation Modeling – AnyLogic Simulation Software*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/discrete-event-simulation/>

[68] *System Dynamic – AnyLogic Simulation Software*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/system-dynamics/>

[69] *NetLogo 6.0.2 User Manual*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>

[70] *MASON Multiagent Simulation Toolkit*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/>

[71] *Repast Suite Documentation*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://repast.github.io/docs.html>

- [72] *Jack and Process Simulate Human: Siemens PLM Software*. [online]. [cit. 2017-06-26]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/en/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/human-ergonomics/jack.shtml>
- [73] Dalke, H., Little, J., Niemann, E., Camgoz, N., Steadman, G., Hill, S., & Stott, L. (2006). *Colour and lighting in hospital design – ScienceDirect*. [online]. [cit. 2017-07-10]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030399205001283>
- [74] SHIKDER, Shariful, Monjur MOURSHED a Andrew PRICE, 2012. *Therapeutic lighting design for the elderly: a review. Perspectives in Public Health*. [online]. [cit. 2017-07-10]. ISSN 1757-9139. Dostupné z: doi:10.1177/1757913911422288
- [75] Dubbs, D. (2004). *Sound effects: design and operations solutions to hospital noise*. [online]. [cit. 2017-07-10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/8236886_Sound_effects_design_and_operations_solutions_to_hospital_noise
- [76] Guenther, R., & Vittori, G. (2008). *Wiley: Sustainable Healthcare Architecture, 2nd Edition - Robin Guenther, Gail Vittori*. [online]. [cit. 2017-07-10]. Dostupné z: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118086821.html>
- [77] SEPPÄNEN, O., W. J. FISK a Q. H. LEI, 2006. *Ventilation and performance in office work. Indoor Air*. [online]. [cit. 2017-07-10]. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0668.2005.00394.x
- [78] KONRADI, Donna B., 2015. *The 36-Hour Day: A Family Guide to Caring for People Who Have Alzheimer Disease, Related Dementias, and Memory Loss*. [online]. [cit. 2017-07-10]. ISSN 0192-4788. Dostupné z: doi:10.1080/01924788.2015.1099987
- [79] WARNER, Mark L., 2000. *The Complete Guide to Alzheimer's-proofing Your Home*. Purdue University Press. ISBN 978-1-55753-220-6.
- [80] YIN, Robert K., 2003. *Applications of Case Study Research*. SAGE. ISBN 978-0-7619-2551-4.

[81] OATES, Briony J., 2006. *New frontiers for information systems research: computer art as an information system. European Journal of Information Systems.* [online]. [cit. 2017-07-14]. ISSN 0960-085X, 1476-9344. Dostupné z: doi:10.1057/palgrave.ejis.3000649

[82] HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace. Čtvrté, přepracované a rozšířené vydání.* Praha: Portál, 2016. ISBN 978-80-262-0982-9.

[83] CHILVERS, Rachel, Susan CORR a Hayley SINGLEHURST, 2010. *Investigation into the occupational lives of healthy older people through their use of time. Australian Occupational Therapy Journal.* [online]. [cit. 2017-07-14]. ISSN 1440-1630. Dostupné z: doi:10.1111/j.1440-1630.2009.00845.x

Seznam obrázků

Obrázek 1: Počet osob starších 65 let.....	2
Obrázek 2: Fáze Alzheimerovy choroby.....	6
Obrázek 3: Vztahy mezi AaI a ostatními vědními obory.....	8
Obrázek 4: Vývoj v používání technologii.....	9
Obrázek 5: Architektura AAL systému.....	20
Obrázek 6: Metody modelování v programu AnyLogic.....	32
Obrázek 7: Přehled diagramů používaných v AnyLogic.....	32
Obrázek 8: Model v NetLogu.....	34
Obrázek 9: Vizualizace simulace MASONu ve 2D a 3D.....	35
Obrázek 10: Model prostředí 2D.....	44
Obrázek 11: Parametry agentů.....	47
Obrázek 12: Riziko vzniku infarktu.....	48
Obrázek 13: Nastavení simulace.....	49
Obrázek 14: Stavový diagram pro chování agentů mimo dům.....	50
Obrázek 15: Stavový diagram pro chování agentů v domě.....	51
Obrázek 16: Náklady na vytápění.....	55
Obrázek 17: Graf úmrtnosti se systémem HERS.....	57

Seznam tabulek

Tabulka 1: Současné projekty AAL	24
Tabulka 2: Přehled MAS nástrojů	30
Tabulka 3: Režimy termostatu.....	50
Tabulka 4: Testy jednotlivých systémů s fixními hodnotami	53
Tabulka 5: Testy jednotlivých systémů s náhodnými hodnotami	54
Tabulka 6: Testy všech inteligentních systémů.....	56
Tabulka 7: Výsledky testu HERS s náhodnými hodnotami	57
Tabulka 8: Vliv změny teplot na agenty.....	58

Seznam zkratek

AI – Ambient Inteligence

AAL – Ambient assisted living

DFL - Disabled Living Foundation

EPR - Erroneous-Plan Recognition

HERS - Health Emergency Recognition System

MAS - Multi Agent System

NFC - Near Field Communication

WSN - Wireless Sensor Networks

UNPD - United Nations Population Division

Přílohy

CD obsahuje:

- Instalační program AnyLogic
- Model inteligentního prostředí
- Excel s výsledky testování
- Screenshoty



UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ

Fakulta informatiky a managementu

Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, tel: 493 331 111, fax: 493 332 235

Zadání k závěrečné práci

Jméno a příjmení studenta: **Josef Němeček**

Obor studia: Aplikovaná informatika (2)

Jméno a příjmení vedoucího práce: RNDr. Peter Mikulecký, Ph.D.

Název práce:
Inteligentní prostředí pro podporu senior

Název práce v AJ:
Ambient Assisted Living (AAL) of Seniors

Podtitul práce:

Podtitul práce v AJ:

Cíl práce: Popsat současný stav poznání v oblasti AAL, zorientovat se v systémech pro multiagentové modelování a simulaci. AAL a ve vhodně zvoleném prostředí navrhnout a modelovat případovou studii podpory žití seniorů v jejich domácím prostředí.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Základní pojmy z oblasti ambientní inteligence
3. Stav poznání v oblasti AAL
4. Nástroje pro multiagentové modelování a simulaci
5. Specifikace potřeb seniora v prostředí s AAL
6. Návrh konkrétního prostředí pro podporu žití seniora
7. Modelování funkcionalit inteligentního prostředí a jejich testování ve vhodném simulačním nástroji
8. Zhodnocení výsledků a další výzkum
9. Závěr

Projednáno dne:

Podpis studenta

Podpis vedoucího práce