

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ
Fakulta informatiky a managementu
Katedra informa ních technologií

Simulovaná ambient intelligence
(Ambient assisted living)
Diplomová práce

Autor: Daniel Sacký
Studijní obor: IM5

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Mls, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma Simulovaná ambient intelligence jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě Univerzitou Hradec Králové.

V Hradci Králové dne 30.4.2015

podpis

Pod kování

Velmi rád bych pod koval vedoucímu této diplomové práce Ing. Karlu Mlsovi, Ph.D. za cenné rady a náměty na řešení dané problematiky.

Dále patří pod kování Ing. Richardu Cimlerovi za odborné konzultace programu AnyLogic.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá problematikou ambientní inteligence se zaměřením na osoby nacházející se v tomto typu prostředí. Hlavním cílem bylo vytvoření modelu inteligentního prostředí a následné využití simulace pro vyhodnocení přínosu této technologie celkově a jejích jednotlivých částí, kterými v modelu toto prostředí disponuje. Také je nastíněn princip fungování technologie využitelné při realizaci inteligentního prostředí, jako je sledování osob a získávání potřebných informací pro možnosti sofistikovaného rozhodovacího procesu.

Annotation

Title: Ambient Intelligence Simulation

This diploma thesis aims to the issue of ambient intelligent with a focus on people in this type of environment. The main objective was to create a model of intelligent environment and subsequently using a simulation to evaluate the overall benefits of this technology and its individual parts, which this model disposes. Also there is an outline of the operation principle of the technology utilized in the implementation to intelligent environments such as tracking people and gathering the information needed for the possibility of sophisticated decision-making process.

Obsah:

1.	Úvod.....	1
2.	Literární rešerše.....	3
3.	Cíl práce, volba metodologie, způsob řešení.....	4
4.	Pojem ambientní inteligence.....	5
5.1	Definice.....	6
5.2	Historie AI.....	7
6	Vývoj.....	8
6.1	Počítaček.....	8
6.2	Trendy.....	8
6.3	Autonomní robot.....	10
6.4	Komunikace.....	10
6.5	Modely.....	11
6.6	Senzory.....	11
6.5	Identifikace uživatele.....	17
6.6	Skenování gest, pozice těla a pohyb.....	18
6.7	Rozpoznávání aktivity a situace.....	20
6.8	Sledování polohy.....	20
6.9	Lidská práce.....	22
7	Konflikty a rizika.....	22
7	Ambient Assisted Living - AAL.....	25
8	Legislativa.....	29
9	Simulovaná ambientní inteligence.....	29
9.1	Prostředí.....	30
9.2	Simulovaná Ambient Intelligence v AnyLogic.....	31
9.2.1	Průběh simulací.....	35
9.3	Podrobnější popis jednotlivých entit:.....	36
10	Shrnutí výsledků.....	51
10.1	Testy jednotlivých inteligentních systémů – fixed seed.....	51
10.2	Testy jednotlivých inteligentních systémů – random seed.....	52
10.3	Testy inteligentních systémů jako celek – random seed.....	54
10.4	Testy systému HERS – random seed.....	55
10.5	Testy změny teplot v přítomnosti agentů.....	57
11	Závěry a doporučení.....	57
12	Seznam použitých zkratk.....	59
13	Seznam obrázků :.....	59
14	Seznam tabulek:.....	60
15	Seznam použité literatury.....	60
16	Přílohy.....	68

1. Úvod

Vývoj systémů v tšinou podn cuje vize o pomoci, usnadn ní, nebo zefektivn ní n jaké aktivity. Od dopravy, p es komunikaci, v decké, i výpo etní systémy až po systémy usnad ující b žné žití, nebo bezpe nost. Tento vý et není ovšem z daleka kompletní a záleží vždy na konkrétním požadavku na výsledný systém. Vývoj se provádí na základ spojování ur itých vazeb a operací a jak konkrétn je již vlastností konkrétního p ípadu.

S postupující dobou je vyvíjen tlak na spojování již vytvo ených systému r znými dalšími asociacemi a na jejich vzájemnou kooperaci. Mohou mezi sebou spolupracovat, a nebo být p ímo integrovány do jednoho složit jšího centráln ízeného celku. Jako b žný p íklad by mohly být uvedeny dnešní chytré telefony. Základní funkce telefonování stále plní. Ale jsou p enosné, lidé s nimi mohou komunikovat mnoha dalšími cestami, než jen verbáln . Mohou zaznamenávat obraz a celkov vytvá et i reprodukovat multimediální záznamy. Je možné jejich prost ednictvím získat mnoho informací sdílených na internetu, mohou sloužit i jako naviga ní systém na cestách. Tudíž se z nich stal spíše takový osobní asistent, než jenom telefon - komunika ní prost edek.

Takovýto druh techniky lze chápat jako skladný a p enosný systém, který dokáže p ínět ur itý užitek uživateli. Na druhou stranu bylo v minulosti vytvo eno odv tví, které se specializuje na trochu jiný pohled na tuto problematiku a to tak, že uživatel je sou ástí techniky, která ho obklopuje, je implementovaná do prost edí a m že disponovat velmi inteligentními vlastnostmi.

V takovémto prost edí jsou nároky na techniku složité a systém m že mít mnoho asociací s jinými systémy a ásto disponuje senzory r zného typu a m že mít p ístup k osobním a d ležitým informacím o n kterých uživatelích. Vždy záleží na konkrétním ú elu inteligentního prost edí, ale díky t mto citlivým informacím se z této technologie též m že stát velice žádaný cíl kybernetických útok . Nelze ani opomenout p ípadné selhání systému nezap í in é t etí stranou, které bude mít negativní dopad na uživatele.

Pro zajišt ní vhodného fungování takovéhoho prost edí je velmi d ležité mít jasnou p edstavu finálního stavu a z toho vytvo ený plán realizace. Potíž m že nastat v p ípad , když se objeví nedostatky až po realizaci projektu, tedy p í jeho zavedení do provozu.

Proto je v n kterých p ípadech vhodné p ed realizací využít možnosti vytvo ení modelového prost edí a pokusit se výsledný projekt nejprve nasimulovat a ov it, zda výsledný efekt odpovídá požadavk m.

V každém p ípad e dobře fungující inteligentní prost edí dokáže lidský život v mnohém uleh it a v extrémních p ípadech i zachránit. Tomu se budou následující kapitoly této práce v novat.

2. Literární rešerše

Pro diplomovou práci byla použita odborná literatura, na kterou následující text odkazuje a jejíž výčet se nachází na konci práce. Pro svoji komplexnost, a přesto velmi podrobný popis problematiky systémů ambientní inteligence, stojí za zmínku kniha Handbook of ambient intelligence and smart environments.^[1] Velké množství citací odkazuje přímo na výsledky výzkumů zabývajících se implementací techniky do prostředí.

Dále byly využity odborné lékařské knihy a texty pro zpevnění a podložení specifických informací v této diplomové práci, zejména pro účely tvorby modelu.

Následně pro praktické zhotovení simulace inteligentního prostředí v této diplomové práci byl využit program AnyLogic, pro své výhody z hlediska snadné realizace stavových diagramů a možnosti využít agentového prostředí. Důležitý faktor byla také dostupná akademická licence a fakt, že je v dnešní době AnyLogic považován za velice užitečný nástroj pro tvorbu modelů a ukázal se jako vhodný pro problematiku řešenou v této práci.^[2]

3. Cíl práce, volba metodologie, způsob řešení

Cílem práce bylo vytvoření simulace funkčně se blížící skutečnému životu jednoho, nebo dvou lidí v prostředí se zaměřením na možný dopad moderní technologie v podobě ambientní inteligence na život. Konkrétně se sledovali hodnoty lidských potřeb, jejich zdraví a v případě kolapsu i způsob záchranových akcí.

Při realizaci simulace byla použita metoda evolučního vývoje. Přestože přesně určené potíže a problémy ve vývoji, tak k výslednému stavu tuto simulaci dovedla. Po zkušenosti lze ovšem více doporučit vytvoření podrobnější představy výsledku před započetím práce a seznámení se s vývojovým prostředím na více projektech.

Simulace byla vyvíjena od jednoduchého vzhladu a primitivních funkcí a následně prošla zdokonalováním těchto relativně primitivních funkcí a dále se k modelu přidávali další funkční možnosti a rozšiřilo se i samotné prostředí.

4. Pojem ambientní inteligence

“Ambientní inteligence (ambient intelligence) je v dnešní oblasti vycházející z výzkumu umělé inteligence a již celkem rozvinuté problematiky všudypřítomných výpočtů (ubiquitous computing), související s rozvojem bezdrátové komunikační technologie, technologie inteligentních senzorů, jakož i s oblastí výzkumu rozhraní pro komunikaci člověka s počítačem.“^[3]

Takovýto vývoj má svá pravidla a obecně je nutné dodržet alespoň tyto základní:

- “Uživatelé vždy potřebují mít (resp. měli by mít) kontrolu nad prostředím, ve kterém se pohybují.
- Problematika zabezpečení osobních údajů, resp. důvěryhodnosti inteligentních prostředí se jeví být velice zásadní pro další rozvoj této oblasti.
- Uživatelé nesmějí být technologiemi rušeni a obtěžováni; tj. podpůrné inteligentní systémy jim nesmějí komplikovat stávající způsob řešení problémů.
- Uživatelé systému musí být pokud možno implicitní, nesmějí uživatele žádným způsobem zatěžovat.
- Podstatným požadavkem je potřeba personalizace služeb prostředím poskytovaných...“^[3]

Na počátku tisíciletí, v době kdy vdecká sféra řešila možnosti nadcházejících hrozeb spojených s rozvojem a implementací nových technologií i do běžného života, se objevil pojem právo opatření, který popisoval implementaci technologií do elektronického prostředí za účelem být citlivý k lidské přítomnosti a umět na ni patřičně reagovat.^[4]

5.1 Definice

“Ambientní inteligence je představa o informační společnosti budoucnosti, v níž se člověk nachází v inteligentním prostředí, jehož prvky jsou schopny vzájemné inteligentní komunikace a spolupráce za účelem vhodné podpory různých aktivit uživatele. Inteligentní prostředí tohoto typu lze modelovat jako multi-agentní systém, jehož prvky lze považovat za vzájemně komunikující a spolupracující entity, “žijící” svým vlastním životem ve vztahu k reálnému životu paralelně probíhajícím v tomtéž prostředí.” [5]

Nedílné je zdraznit, že technologie je implementovaná nedílná a nerušivá do prostředí každodenního života. Z toho vychází také výroky, že Ambientní inteligence kromě fyzické sféry patří také do roviny sociální, a že je výzvou vytvořit takové systémy, které budou prakticky neviditelné a přesto budou splňovat svůj jasný účel. [6] Toto je zahrnuto ve významu slova “ambientní“.

Systém může být nastaven na různé úrovně inteligence a zprostředkovávat dle toho požadované služby. Prostředí může být schopno rozpoznat člověka, přidat mu jeho osobní profil, reagovat dle jeho preferencí, v určitých případech ho zastoupit a v neposlední řadě automaticky aktualizovat jejich osobní uživatelské profily dle zálib, potřeb, zvyklostí a preferencí. [4] Tuto sféru determinuje právě termín “inteligence”.

Úrovně inteligence jsou rozlišovány v tuto chvíli takto: [7]

- Rozpoznávací schopnost systému, kdy rozpozná jednotlivé aktivity a uživatele a zařadí je do skupin. Důležitá je určení místa, času, uživatele a případných dalších okolností. Může se jednat o přítomnost dalších uživatelů, momentálního počasí a ročního období a nespočet dalších konkrétních jevů v dané situaci.
- Personifikace zajišťuje připravení systému potřebám uživatelů k maximalizaci spokojenosti, kterou může systém nabídnout. Automatické profilování zajišťuje sběr dat, které jsou po odfiltrování použity k vyhodnocení potřeb a preferencí uživatele a jeho daný profil je dle výsledku aktualizován.
- Adaptování systému dle nových a opakujících se zvyklostí uživatelů a naučení se akcí pro podporu uživatelů.
- Anticipující schopnost dokáže v některých ohledech zastoupit uživatele. Může se jednat o aktivitu v jeho nepřítomnosti, případně schopnost vyřešit některé

požadavky jiných uživatelů. Jako příklad může být uveden automatický telefonní systém, který s určitými hranicemi dokáže vyřešit problém volajícího, nebo požádat o odložení na konkrétní čas, kdy bude zastoupený uživatel pro volajícího dostupný.

Výhody Ambientní inteligence se týkají zlepšení kvality lidského života vytvářením požadované atmosféry a funkcionality systémem samotným a také propojením dalších systémů a služeb, řízených centralizovaně, nebo decentralizovaně.^[7]

To bylo následně dokázáno několika vdeckými výzkumy a v souvislosti s tím vznikly i elementární a odlišné scénáře s využitím inteligentního prostředí v budoucnosti.^[8]

Dle definice a zákonitostí se tedy zjednodušeně jedná o systém pracující automaticky v asociaci s okolím a tvoří chytré prostředí. V dnešní době lze nalézt v praxi prostředí využívající inteligentní technologie, ale často bývají specializované na jednu oblast. Může se jednat například o systém regulace tepla za účelem co nejvyšší efektivity a pohodlí obyvatel s možností upravit se.

5.2 Historie AI

Historie Ambient Intelligence sahá do počátku tohoto tisíciletí. Rok 2000 souvisí s rozmachem scénářů a vizí. V tomto roce byly vytvořeny i scénáře segmentem centra pro výzkum evropské komise nazvané IPTS ve spolupráci s DG Information Society a dalšími 35 experty z celé Evropy. Cílem bylo nastítnit budoucí život v roce 2010, tedy vývoj ambientní inteligence v horizontu deseti let. Každý ze scénářů má zcela odlišný průběh a zaměřuje se na zjednodušenou a zefektivněnou činnost popisovaných aktérů za pomoci inteligentního prostředí.^[8]

Tyto scénáře nastiňující možnou budoucnost vedli v dcekdávším krokem nutným k realizaci těchto vizí, a přestože ne vše se dle nich realizovalo, je jisté, že svůj velký úspěch mají stále.

6 Vývoj

V této části se zamíříme na směr vývoje a momentální stav v problematice ambientního prostředí. Společně s rozvojem techniky se zvyšuje i její uplatnění a to ovlivňuje v různé míře život velké části lidí na světě.

6.1 Po átek

Při příležitosti padesátého výročí americké asociace Association of Computing Machinery v roce 1997 bylo dotázáno mnoho počítačových vědců z celého světa jakou mají vizi do budoucna v rámci dalších padesáti let.^[9]

Jejich odpovědi byly překvapivě podobné. Shodovali se na modelu světa s velkým množstvím všudypřítomných počítačů, které obklopují člověka neobtěžujícím způsobem. Nebo-li ubiquitous computing. Tato vize spočívala v mobilní síti počítačů s možností přístupu k jakémukoliv zdroji informací v jakémkoliv místě, časě a kýmkoliv.^[10] Tato vize pochází z roku 1991 a je nutno uznat, že s příchodem chytrých telefonů, tabletů a dalších zařízení se nemnoho liší od nynější reality. Aťkoliv je na tuto myšlenku vyvíjen tlak i z oblasti bezpečnosti, tak jsou stále snahy technologie vyvíjet tímto směrem, za možností dokonalé informovanosti a efektivit lidské činnosti.

Pro rozvoj mobilních zařízení má poměrně zásadní vliv vývoj obrazovek využívající LCD a LED technologii. Je jen stěží představitelná práce s tabletem, který používá CRT obrazovku. Tento pokrok změnil i systém zobrazování ve smyslu toku dat do obrazovky.

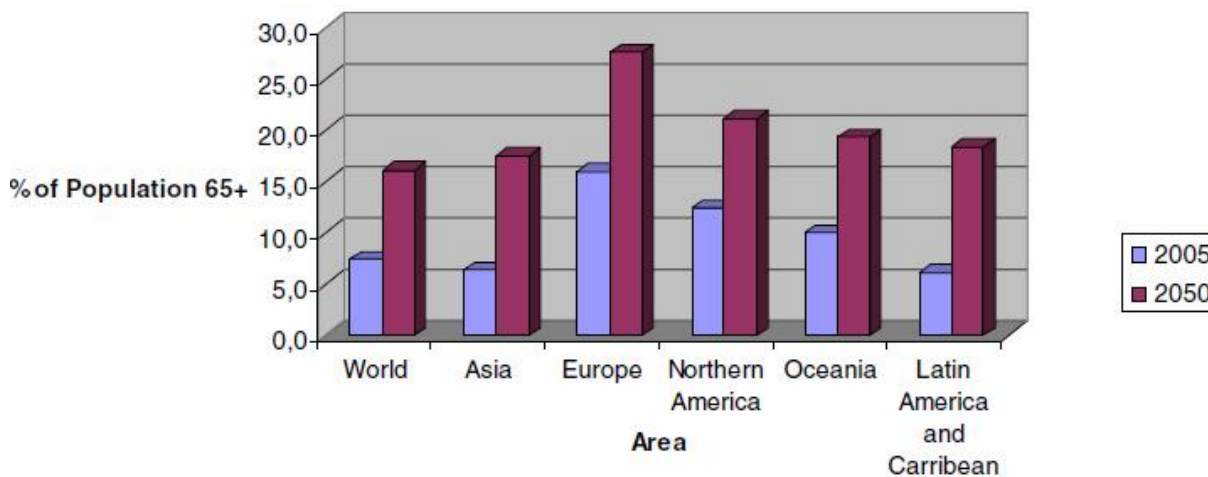
6.2 Trendy

Ambientní inteligenci můžeme také pojmout jako Entertainment AmI a zabývat se obohacením života uživatelů. Dalším způsobem jak na AmI nahlížet je způsob "Wellbeing and Care", který je zaměřen na zdraví uživatelů, a to buď v rovině pravidelného pohybu a cvičení, nebo monitorování chronicky nemocných pacientů a asistenci v případě potřeby (AAI).^[7]

“Ve většině vyspělých zemí, demografické, strukturální a sociální trendy mají tendenci vytvářet stále větší počet jednodleňných domácností, které jsou obývané staršími lidmi. To

má dramatické dopady na veřejnou a osobní zdravotní péči, zdravotnickou záchrannou službu a také na samotné jednotlivce. Lidé žijí déle, a to především z důvodu pokroku v lékařské péči a podávaných léčích.“^[11]

Zvyšující se průměrný věk z celkového počtu obyvatel je patrný z grafu:



Obrázek 1 - Světový vývoj populace^[11]

Zvyšující se průměrný věk celkového počtu obyvatel a následný vzestup chronických onemocnění bude mít za následek dramatické zvýšení situací požadujících odborný lékařský zákrok.^[11]

S tímto trendem do budoucna půjde nutnost péče o financování zdravotní péče. Dle údajů z německého okresu Kaiserslautern se vynaloží 44% veškerých prostředků na péči a záchranu životů obyvatel starších 70 let. S pozitivem zvyšování věku, kterého se lidé dožijí přichází bohužel též negativum, které předpokládá buď vyšší náklady na zdravotnické služby, nebo snížení její kvality. Odvůtví Assisted Living je v tomto ohledu schopno určitým způsobem tyto náklady snížit pomocí podpory stárnoucího obyvatelstva a udržení jejich samostatnosti a dobré kvality života.^[11]

Dalším trendem do budoucna se zdá být rozšíření automatického strojového učení. Síťový senzor spojená s hlavním akčním členem, nebo i jiná distribuce může být zachována, ale na rozdíl od minulosti bude takový systém moci provádět přesnější reakce k momentálním potřebám obyvatel, bude-li automatické učení dostatečně sofistikované.

6.3 Autonomní robot

Jedná se o systém dle nových paradigmat, který dokáže spolupracovat s člověkem, nebo jinými roboty. Je závislý pouze na svých senzorech a rozhodovacích schopnostech. Aniž může na prostředí by pro něj neměla být překážka, protože by se měl adaptovat i na taková místa, která nebylo původně pro něj vytvořena.^[12]

Pokud bude takovýto komplexní systém naprogramován na různé činnosti, tak dovede být velmi užitečný pomocník jak v domácím prostředí, tak v pracovním i v průmyslém prostředí. Jestliže bude vývoj pokračovat dle aktuálních vizí, tak takovýto robot bude mít integrovaný systém pro naučení se na jakéhokoliv děje a jeho reprodukci. Tedy se bude schopný naučit novým věcem. Takže by byl vytvořen autonomní robot, před kterým například jeden den bude uklizeno nádobí z myčky na své místo a druhý den to již udělá takovýto robot sám. A jestliže u jakéhokoliv kusu nádobí udělá chybu, tak lze umožnit lepší naskenování daného objektu a následná chybovost se tím zmenší. Dá se předpokládat, že prvních několik pokusů o uchopení předmětu nebude bezchybných, ale pokud tento robot bude umožněno sdílet některé naučené dovednosti, tak se jeden robot naučí uchopit nějakou akci, předá informaci jinému robotu a ten bude mít schopnost toto replikovat, například uchopit podobnou věc stejným způsobem. I přesto, že daný předmět bude mít možná jiné proporce, tak logika, kterou bude daný úkol provádět, zůstane stejná a úspěšnost bude vyšší, než když by se činnost učil bez jakýchkoliv znalostí.^[12]

6.4 Komunikace

První počítače bychom mohli považovat jako start moderní éry. Ale už od prvopočátku se musela řešit zásadní otázka a i přesto, že se mnohé v oblasti technologií obměnilo, tak toto zůstává velmi podobné. Jedná se o komunikaci mezi člověkem a strojem. První sálové počítače dokázali obdržet informaci od uživatele nepřímo - dýmkami štítky. Nebylo tedy snadné opravovat předešlé chyby v programu, kterých se uživatel (programátor) dopustil. Klávesnice různých druhů staly dodnes. Pokrok a přirozenější ovládání počítače spojené s GUI přinesla technologie počítačové myši. V různých obměnách je používán tento systém dodnes, a už jako touchpad, trackball, nebo dotykové

obrazovky. Ale všechny tyto způsoby sdělování informací počítači jsou společné v jednom bodě - vždy se uživatel více musel přizpůsobit počítači a naučit se způsob komunikace.

Shrneme-li tuto problematiku ovládnutí do pár slov, tak se počítačová gramotnost rok od roku zlepšuje, nýbrž je stále nutné brát v úvahu, že stále existují lidé, kteří mají v ovládnutí těchto technologií rezervy, nebo se jí dokonce vyhýbají. Jisté je, že ani vývoj GUI není zdaleka u konce a zajímavou cestou, která se otevírá, je naučit počítač rozumět přirozené lidské komunikaci. To zahrnuje slova, vety, ale také nezanedbatelné informace, které se lze dozvědět z gest a mimiky. Technicky vzato jsou již vyvinuty periferie pro skenování pohybu uživatele, jeho tváře, vzhledu, pohybu mimických svalů, hlasu a slov. Místo pro rozvoj spočívá v integraci systému do funkčního celku a dle myšlenky analyzovat chování uživatele jak přímo sdělit počítači nějakou informaci, tak pro samostatné sledování situace v prostředí a vyhodnocení případných akcí k užítku obyvatel, aniž by k tomu dostal od nich požadavek. Jestliže bude možnost s technologiemi komunikovat přirozeným způsobem, bude to mít nezanedbatelný vliv na čas, pohodlí a použitelnost těchto systémů.

6.5 Modely

Modely jsou velmi důležitou součástí mnoha vdeckých odvětví a v dci tráví mnoho času jejich vytvářením, zkoušením, testováním, porovnáváním a vyhodnocováním.^[13] Díky možnostem, které přináší, snižuje požadavky na optimalizaci parametrů. Přináší možnost otestovat řešenou problematiku ještě předtím, než ji skutečně postavíme. Tedy v případě různých konfliktů uživatel se systémem to může být velmi užitečný nástroj jak jim předejít už před realizací a zabránit, aby vůbec ve skutečnosti nastaly. Zkráceně řečeno, modely jsou hlavním nástrojem moderní vědy, který má své opodstatnění.^[13]

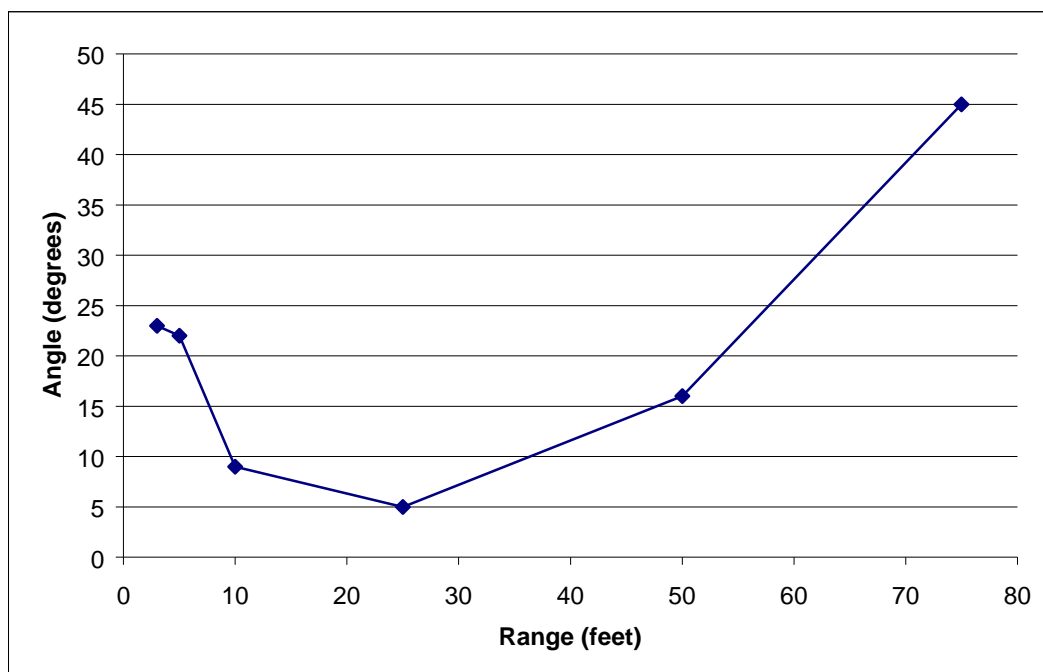
6.6 Senzory

Jedná-li se o senzory, které skenují prostředí, tak i zde lze rozdělit na jednoduché systémy, které sledují jednotlivé veličiny a ty dále vyhodnocuje a podle plánů provádí další akce, nebo složitější systémy, které mají komplexnější pohled nad prostředím. Ty jednoduché jsou dnes použité v praxi běžně. A už separované jako termostat ovládající kotel, nebo

složené automatizované systémy, které pomocí mnoha čidel sledují teplotu jednotlivých místností, berou v potaz vlhkost, mohou ovládat osvětlení, otevírat garáž a umožní uživateli i vzdáleně regulovat tyto prvky.

Ve vývoji není novinkou, že se robotické stroje dnes osazují tlakovými čidly a tím napodobují lidský hmat. Tyto tlakové senzory mohou být také určitou alternativou pro audio, video, nebo multi-modální systémy sledující aktivitu uživatelů. Kvalitní podlahové senzory mohou například kamerovému systému potvrdit, že aktér přemístil objekt z jednoho místa na druhé a například v případě hledání by tento fakt mohl být uživateli připomenut.

Další typ snímání prostoru je způsob za použití síťového mikrofonu. Tento systém využívá zpoždění zvukových vln přijímaných skupinou mikrofonů k odhadu polohy zdroje zvuku, například lokátor. Instalace systému zahrnuje přesné namodelování skutečného rozložení snímačů zvuku v prostoru do výpočetního modulu. Běžně pak systém vyhodnotí zpoždění a sílu signálu pro každý ze snímaných bodů a vytvoří odhad souřadnic zdroje zvukového signálu. Mikrofon ze kterého je signál nejsilnější lze využít jako informaci o nasměrování zdroje zvuku. K dostatečné přesnosti se využívá vzorkování s frekvencí 100KHz, aby byla zajištěna dostatečná přesnost i v případech, kdy jsou mikrofony rozmístěny v krátké vzdálenosti mezi sebou. Signál je poté ještě veden skrz filtr pro odstranění nežádoucího šumu. Rozlišovací schopnost úhlu odkud zvuk přichází je dána počtem mikrofonů. Lze ji definovat jako $360/M$, kde M značí počet mikrofonů. Tedy bude-li systém disponovat 36 snímači, poté jeho maximální úhlová přesnost bude 10 stupňů. Dále přesnost závisí na vzdálenosti zdroje od mikrofonů. Data z testu přesnosti jsou uvedeny v tabulce. Osa X značí vzdálenost od zdroje zvuku. Osa Y značí schopnost rozlišit úhel, ze kterého zvuk přichází. ^[14]



Obrázek 2 – Data p esnosti vzdálenosti a úhlu sníma ^[14]

Takovýto systém je vhodn implementovatelný do výukových t íd s následnou možností analyzovat jaký ú astník sd lil jakou informaci. Vhodné je pak propojení systému s identifikací pozic v místnosti s ID ú astník v daný moment. ^[14]

V praxi je výhodné použití kombinace s video sledováním za použití kamer v daném prostoru. To ošet uje omezení audio sledovacího systému, který je do zna né míry závislý na aktivním verbálním, nebo alespo zvukovém projevu uživatele pro možnost detekce jeho p ítomnosti a pozice. To u hodn scéná se samostatným aktérem v prostoru v daném ase vylu uje funk nost, protože zde stále figurují relativn velké rušivé vjemy jako ozv na, okolní hluk, r zné množství aktivních zdroj zvuku. ^[15]

Video skenování je založeno na hledání a detekování pohybu v komplexním prost edí obrazu. Vzhledem k tomu, že obraz m že být bohatý na velké množství informací, tak je asté, že je nejprve požadována p ed zpracováním obrazu jeho podrobn ější specifikace, která se zam í pouze na jednotlivé ásti obrazu k snížení rozmanitosti vstupních informací do vyhodnocovacího procesu. Takováto vybraná ást je charakterizována jako místo s možným pohybem objekt . Postup na ur ení pohybu ve vybrané ásti obrazu je založen na ur ení základního pozadí a detekce množiny bod , které nenáleží do pozadí, které jsou následn p eneseny do pop edí a dále analyzován jejich posun. Úsp šnost rozpoznání

tchto pohyblivých bodů záleží na síle rozpoznatelnosti změn bodů a na obnovách základního pozadí, které se může také měnit, obzvlášť je-li kamerový systém nasazen ve venkovním prostředí. [15]

Možnosti tohoto systému jsou narušeny ve chvíli, když kamera není statická, ale je v pohybu, nebo na obraze nastávají výrazné celkové změny. Takto nastavený sledovací systém s použitím jedné kamery dokáže určit pouze úhel sledovaného objektu nebo osoby. Proto pro přesnější výpočet polohy objektu je požadováno více zdrojů obrazu. Následně zajištění spolehlivosti vyžaduje nasazení různých filtrů, které ošetří výskyt odrazů slunce, sluneční oslnění, setmění, dešť a podobných jevů, které by mohly být falešně vydávány za pohybující se objekty určené ke sledování. Problematické sledování pí oslnění kamery je řešitelné nasazením algoritmu pro zastavení zmíněné oblasti a teprve následnému vyhodnocení pohybu. [15]

Základní element tchto systémů pro sledování pohybu a polohy objektů je čas. Proto je nezbytná časová synchronizace se zahrnutím konstant zpoždění a korektní píazení časové značky k vzorkům ze sensorů. Běžné protokoly určené k synchronizaci jako jsou TPSN [16], FTSP [17], RITS [18] nejsou v tomto ohledu použitelné dostatečně, protože pí použití sítě 802.11 bude přesnost synchronizace nedostatečně z důvodu obtížů řídit čas u hardwaru na jeho nízké úrovni. Pouze pro pí pád, že jsou všechny senzory zapojeny do jedné sítě, je možné využití RBS. [19]

Spojením systémů sledujících prostředí pomocí audio signálu a kamer do jednoho celku je možné zkvalitnit skenování dané oblasti, ale je dležitě nasadit systém pro automatickou kalibraci takto fungujícího celku. [14]

Audiovizuálním systémem sledování tak posuneme hranice nerozeznatelnosti uživatele, který v daném páse nemluví a jinak se dostatečně zvukově neprojeví (audio sledování) a uživatele nerozeznatelného na pozadí (video sledování). Audiovizuální systém můžeme též označit výrazem multimodální. [14]

Vyhodnocení výkonnosti sledovacích systémů se provádí za pomoci několika postupů. Postup pro vyhodnocení přesnosti polohy objektu se nazývá MOTP (Multiple Object Tracking Precision). Postup pro odhad množství cílů a jejich trajektorie v závislosti na páse

je nazván MOTA (Multiple Object Tracking Accuracy) ^[20] Tento vyhodnocovací proces lze nasadit na audio sledovacích systémech, video sledovacích systémech pracujících v 2D režimu, video sledovacích systémech ve 3D režimu, multimodálních systémech. Dále je lze využít u systémů využívajících funkci rozpoznávání lidské tváře a sledování automobilů.

Ve vytváření inteligentního prostředí tohoto typu jsou rozlišovány různé úrovně pojetí této problematiky. Od grafického ztvárnění a nerušivého implementování do prostředí, přes výběr sensorů, až po nasazení algoritmu. ^[15]

Algoritmus v prostředí s vizuálním snímáním má dva možné způsoby pojetí:

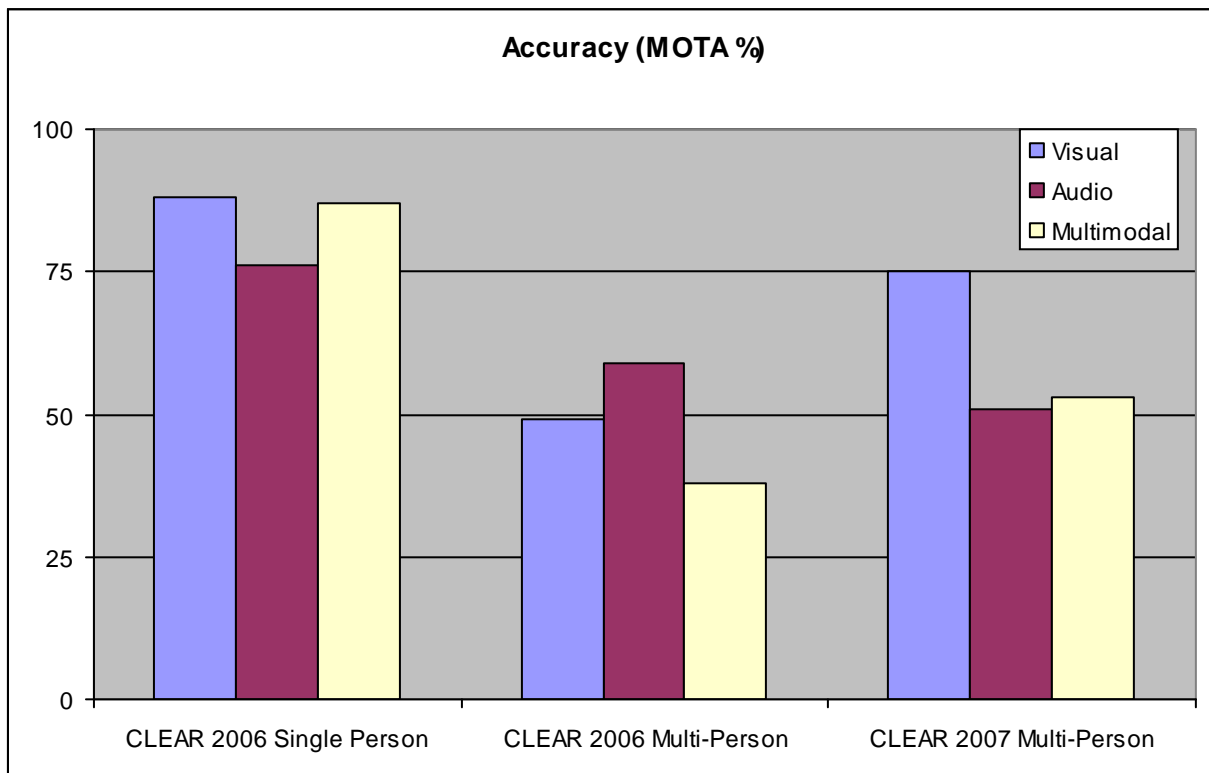
- Nejprve je z 3D obrazu vytvořen 3D model, vyhledání jednotlivých postav a následné zachycení jednotlivých podpůrných bodů. V případě lidského těla se jedná o jednotlivé části těla jako hlava, ruce, nohy a velké klouby. ^[21, 22, 23, 24, 25, 26]
- 2D obrazy z různých kamer jsou nejprve nezávisle analyzovány a je vyhledán pohyb. Poté je deklarováno který sledovaný bod z jedné kamery náleží sledovanému bodu z druhé kamery a proložením obrazu vznikne 3D pozice a trajektorie objektu. ^[27, 28, 29]

Vytvoření modelu má výhody v možnosti vlenění více odlišných způsobů fungování do jednoho celku k zajištění větší robustnosti celého systému. ^[15]

Poté je na ad v každém časovém bodě vyhodnocení video signálu, vytvoření modelu s daným množstvím lidí v prostředí a jejich jednotlivými pózami, konfrontaci s daty pořízenými audio systémem a vyhodnocení shody pomocí jejich korelačních hodnot, zda platí hypotéza o jejich předpokládané poloze. ^[30]

Během času byl zaznamenán nezanedbatelný pokrok v oblasti sledování pohybu lidí v prostředí. Počátky charakterizuje zejména jednoduchý a manuální, nebo implicitně inicializovaný systém, který užíval prostý algoritmus, někdy složený z několika málo způsobů dohromady. Obvykle sledující jednu osobu v daném prostředí. Dnes se technologie přes tyto počátky dopracovaly k plně automatickým, samo-inicializovaným systémům pracujícím v reálném světě a to v kombinaci z několika způsoby detekce a spojením audio a video sensorů schopných zachytit několik cílů najednou. Zpracovávaná

data z takového rozvinutého systému jsou oproti předchozím mnohem rozmanitější a složitější. Přesto každým rokem stále stoupá úroveň výkonnosti a preciznosti detekcí a sledovacích zařízení. [15]



Obrázek 3 - Nejlepší výkonnosti systémů na konferencích CLEAR roku 2006 a 2007 založených na testech MOTA. [15]

Takže tedy problematika sledování pomocí videokamer vychází z přijímání velkého množství informací z obrazu a odfiltrování nežádoucích změn mezi nimi.

Pro sledování osob v jedné místnosti je využitelný způsob za použití stropní kamery s optikou, která umožní kamerě zachytit velký úhel. Vzhledem k tomu, že systém pracuje na 2D platformě, stačí pro monitorování určitého prostoru samostatná kamera. V závislosti na rozloze sledovaného prostoru systém používá více nezávislých kamer.

Tento systém je vhodný pro použití v místech, kde je možné umístit kamery kolmo nad sledovaný prostor a nepředpokládá se možnost nebo nutnost sledování vertikálního pohybu. Při použití více kamer není nutné umístit je kolmo ke sledované oblasti a vyhodnocovací systém, který z obrazu vytvoří vnitřní model situace dokáže vyhodnotit i vertikální pohyby v prostoru. Vždy je důležité brát v potaz vizuální kvalitu sledování dané oblasti, zhoršují se světelné podmínky a celkové jejich změny. Problematická místa

s velkým množstvím pohlcovaného světla mohou způsobit systému nemožnost rozlišit v postiženém okruhu počet cílů, jejich přesnou polohu nebo dokonce jejich přítomnost. [15]

6.5 Identifikace uživatele

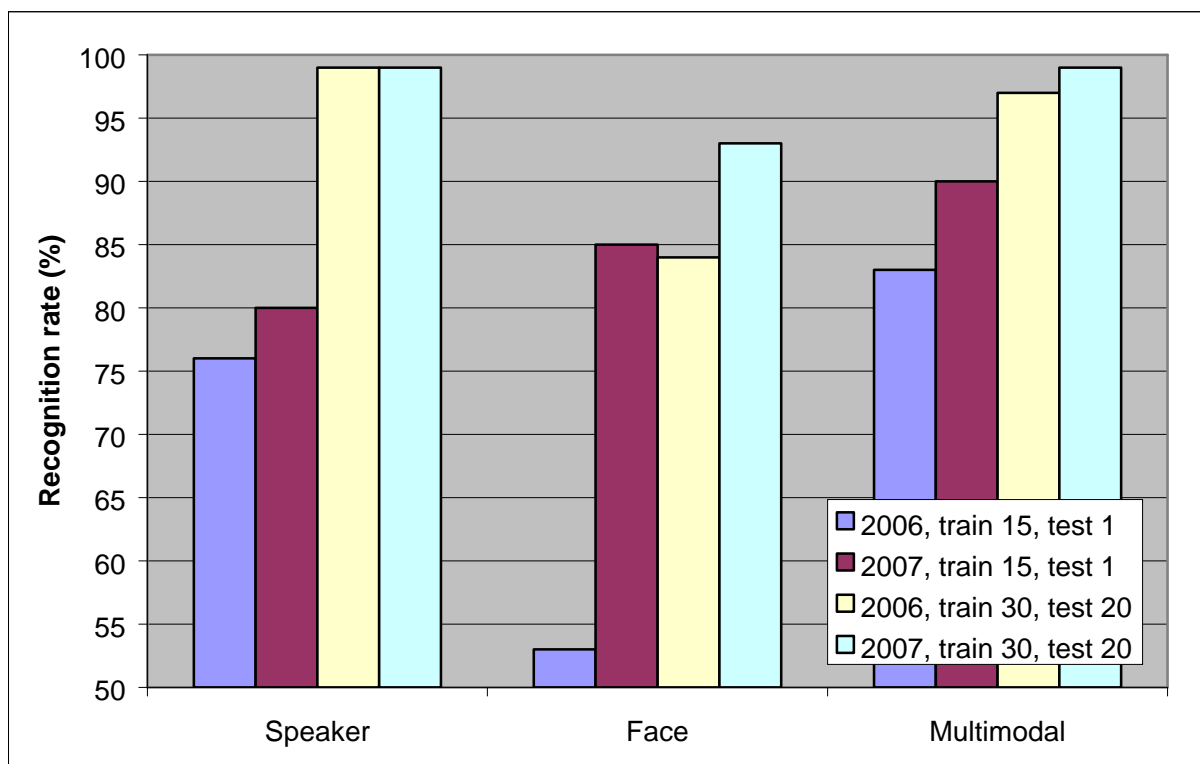
V mnoha případech se řeší problematika identifikace uživatele. Pro potřeby ambientní inteligence je v určitých směrech tento jinak snadný úkon problematický a to zejména proto, aby nebyl porušen definovaný význam slova “ambientní”. Z toho důvodu existují systémy rozpoznávající uživatele dle jeho osobních rysů, jeho vzhledu nebo hlasu. A toto je považováno za ideální případ. O něco méně sofistikované řešení mohou být RFID čipy, případně jiné technické zařízení, které musí uživatel mít při sobě.

Jako u detekčních sledovacích systémů jsou dleleny možnosti identifikace na audio analýzu, video analýzu a multimodální systém, tedy systém skládající obě uvedené formy dohromady.

Základní potíže při snaze identifikovat uživatele vznikající zejména z těchto příčin: [15]

- Velká vzdálenost cíle od senzor
- Široký úhel zorného pole snižující detaily
- Nízká rozlišovací schopnost senzor
- Akustický hluk v prostředí
- Překrývání cíle jiným uživatelem
- Vizualním zastíněním (stíny, shodný barevný odstín pozadí a uživatele)
- Nelimitovaný pohyb a gestikulace uživatel
- Nemožnost detekce pozice/orientace uživatel v případě užití jednoho samostatného senzoru

V minulosti byly provedeny testy systému na rozpoznání uživatele v programu zvaném CLEAR. V roce 2006 byl systém testován na 26 respondentech a o rok později na 28. Mezitím byl zaznamenán silný pokrok díky velkému zájmu o tuto problematiku, testování a úpravy. Konkrétně byl vliv nejvíce znatelný při disciplíně rozpoznávání tváře. Dále byl potvrzen velmi pozitivní vliv multimodality na robustnost systému. Díky tomu bylo závěrem vyhodnoceno, že nasazení systému pro identifikaci uživatelů v prostředí je proveditelné. [31, 32]



Obrázek 4 – Testy jednotlivých systémů v programu CLEAR^[15]

6.6 Skenování gest, pozice těla a pohyb

Získávání informací o lidech pohybujících se v určitém prostředí pomocí neverbální komunikace lze využít jako důležité faktory při rozhodovacím procesu systému.

Například výraz tváře je u člověka vysoce signifikantní informace o jeho momentálním stavu. ^[15]

V této souvislosti je tu velmi hodnotná informace důležité pro systém a přinášející nové možnosti a tou je schopnost sledovat osoby a objekty ve vzájemné interakci. Je kromě příkladu prospěšné sledovat pozice a gestikulace osob a vyhodnotit jakým směrem je komunikace směřována. Stejně tak může být přínosná informace o interakci mezi člověkem a objektem. To je dobře znázornitelné na příkladu kdy systém ví kdy a kde člověk naposledy manipuloval s klíči. Existuje ovšem celá řada možností jak tuto možnost dále využít a to i v případech kdy se nejedná o ambientní domácnost. Setkat se s velmi dobrým využitím setkává systém ve výukových prostorách. Zde jako parametr slouží zdvihnutí ruky jako

žádost o pozornost, pokývání hlavou ve formě souhlasu, nebo nesouhlasu, případně postoj těla. [15]

Neopomenutelné možnosti jsou přinášeny též do oblasti obchodu. Spolu se systémem sledování polohy je možné využít k analyzování pohybu zákazníků po prodejní a sledovat jejich preference, doby zdržení, váhání, i reakce na produkty. [33]

Přes zajímavost a užitečnost informace o gestikulaci, postoji a tváři člověka je třeba brát v potaz fakt, že tato vizuální informace se nemusí nutně rovnat skutečnému momentálnímu psychickému stavu člověka a vyhodnocená informace není plně relevantní. Je ale vysoce korelovaná a fyzicky pozorovatelná. [15]

V praxi je někdy složitější zajistit dostupnost požadovaných dat o člověku, protože kupříkladu dležitá informace, kterou podává směr pohledu člověka nemusí být vždy k dispozici. Poté je přesblížený směr odhadován dle nasměrování hlavy daného člověka. V takovém případě systém dokáže rozpoznat směr pohledu za použití jediné kamery a to s přesností 12° [34] A i v takovém případě lze v prostředí instalovat více kamer a ještě zlepšit rozpoznávací schopnosti.

Dobře využitelné je také rozpoznávání barvy oblečení u jednotlivých osob. [35] S tím souvisí vylepšení, které pracuje na ukládání dat a porovnávání předchozích historických obrazů osob s těmi aktuálními a provádí následná vyhodnocení. Tato technologie se označuje zkratkou MHI (Motion History Image) [36]

Jelikož systém pracuje pro podporu lidí a to zejména s ambientními vlastnosti (dle definice), pak můžeme říci, že pohybující se lidé v takovémto prostředí nejsou pouze sledované objekty, nebo iniciace procesu systému, ale lze je považovat za uživatele. Jsou to majoritní subjekty mající prospěch ve většině těchto inteligentních prostředí. Existují i případy kdy není toto rozdělení rolí tak primitivní. Jedná se například o algoritmus naprogramovaný na analýzu chování zákazníků v prostorách prodejny. Výsledný efekt se sice zákazník dotkne, ale zásadní přínos má pro danou společnost.

6.7 Rozpoznávání aktivity a situace

Při pozorování prostředí za účelem rozpoznat probíhající aktivitu je nejprve nutné analyzovat možné scénáře a zjistit které faktory jsou pro konkrétní použití důležité a které nikoliv. Jasná míra abstrakce je nutná především proto, že ve sledovaném místě bude pravděpodobně existovat velké množství veličin, které systému nebudou přinášet relevantní informace a nevyplatí se je sledovat vůbec, nebo hodnoty nesledovat spojitě, ale pouze diskrétně. Jako dobrý příklad slouží pozice dveří. V závislosti na typu prostředí je možné, že systém bude zajímat zda jsou otevřené, nebo zavřené. Vhodné pro výukové prostory, konference, atp.. V domácnosti už může být zajímavá informace i o nedovolených dveřích z hlediska energetické úspory. Ovšem zde by bylo možné provést rozsáhlejší analýzu vhodné míry abstrakce v závislosti na typu prostředí. Obecně lze uvést několik základních výchozích faktorů: ^[15]

- Počet osob
- Typ prostředí
- Verbální aktivita
- Pozice a stav důležitých objektů

Pomocí jedné kamery a jednoho mikrofону můžeme rozpoznávat řadu aktivit. Příkladem může být, když osoba v prostředí telefonuje, vede rozhovor s jinou osobou, vnuje se kancelářské práci, atp. Z hlediska fyzické aktivity je u těchto aktivit důležité sledovat akce jako zvednutí ruky, sednutí, lehnutí, vstání. Dále také mávání ruky, kleknutí, údery, kopání, skákání. Analýza je provedena za pomoci porovnání dané situace s modelem (audio, vizuální změny, analýza pozadí obrazu). Tudíž dané modelové situace nejsou příliš složité a k jejich vytvoření je potřeba poměrně malé množství vzorových případů. ^[15]

6.8 Sledování polohy

Ambientní systémy slouží v dané lokalitě, kde jsou nasazeny, k usnadnění, urychlujícím a dalším účelům. Aby toto chytré prostředí vůbec mohlo být považováno za skutečný přínos, pak nemůže být jen naprogramováno na jednorázové nebo opakující se operace, ale musí dokázat vnímat dění uvnitř sebe, dokázat zachytit důležité momenty, a už jsou

vyvolány lov kem, nebo jiným podm ětem, a dokázat na to pat ěn ě reagovat. Dále m ěže dokázat i p ědvidat a u ěit se. Nap ěklad m ěže v ěd ět, že když do místnosti vstoupí mnoho lidí, tak stoupne teplota a tudíř je možné snížit výkon topení. Ale systém by nemohl podniknout reakci, pokud by nev ěd ěl, že akce nastala a proto je d ěležit ě, že krom jednoduchých ěidel na r ězn ě vel ěiny je t ěeba opat ěit systém schopností rozpoznat polohu a po ět p ěítomných lidí. Výhodou m ěže b ět také rozpoznání alespo ěn kterých z nich.

Jedním z ěešení mohou b ět podlahová ěidla. Syst ěm bude zaznamenávat dotyk ělov ka s podlahou, jeho polohu a dokáže i poznat zda tento p ěítomný ělov k stojí, leží, nebo nap ěklad cv ěí. Jednoduchost spo ěívá v tom, že signál z podlahového ěidla p ěesn ě systému sd ělí danou polohu. Nevýhodou je omezená rozpoznávac ě schopnost. U sofistikovan ějšího ěešení pomocí videokamer dovedeme lépe rozpoznávat dan ě osoby v prost ědí, ale ve srovnání s podlahovým ěidlem je v tomto v tomto p ěípad ě nutné propracovat ěást ur ěující p ěesnou polohu. Existuje možnost nasazen ě více kamer z r ězných úhl ě a následný výpo ět vzdáleností z jednotlivých kamer. Každá z nich sn ěmá 2D obraz a ten je složen ěm informací z každ ě z nich p ěveden na 3D informaci o poloze. Alternativou je použit ě stereo kamer. Nebo-li dvou kamer bl ězko vedle sebe na jednom m ěst ě. Tak každ ěy sn ěmac ě bod v prost ědí dokáže nezávisle podat informaci o poloze. ^[14, 15]

Kombinací t ěchto dvou systém ě dosáhneme spolehliv ějších výsledk ě v této problematice ur ěování polohy osob. P ěedejde se možnosti zakryt ě kamery a uř ělov kem, nebo n ějakým objektem, které by po danou dobu znemožnilo pozorování oblasti zorn ěho pole.

Probl ěm m ěže v ur ěit ěch p ěípadech nastat s oble ěn ěm, které má tendenci znemož ěovat systému rozpoznat p ěesnou pozici lidského t ěla. Nap ěklad je nemožn ě rozpoznat p ěesn ě polohy kloub ě. To p ěináší probl ěm v odlišen ě r ězných ěást ě t ěla od sebe. A takt ěž existuje riziko, že systém nedokáže rozpoznat ělov ka od pozadí díky velice podobn ě barv ě a st ěn oble ěn ě a dan ěho pozadí. ^[14, 15]

6.9 Lidská řeč

Rozpoznávání lidské řeči v ambientním prostředí je přes již fungující systém rozpoznání řeči (ASR) velkou výzvou. Přes poměrně dobré výsledky při rozpoznávání mluveného slova jedním uživatelem jsou zde stále značné možnosti rozvoje v případě s více uživateli mluvících ve stejnou chvíli, mluvících s různým přízvukem a nádechem, váhavou a neplynulou mluvou s variací různých dlouhých pauz. To vše doplněné o množství rušivých akustických vln z okolí (klepání, dopravní hluk, šustění oblečení) a od samotného uživatele. (kašel, smích, kýčání) ^[15]

V ambientním prostředí se běžně může vyskytnout situace, kdy je nutné rozpoznat a odfiltrovat řeč z ulice, z rádia, televize, rozhlasu, nebo jiných médií, které nejsou relevantní pro systém v dané chvíli. Ovšem co je v jedné chvíli bráno jako okolní hluk může v jiných situacích sloužit jako zdroj relevantních informací. Příkladem je systém, který rozpozná dle kontextu z řeči, že je v domáckém pokoji puštěn nevhodný film. ^[15]

Obvykle se v místnosti s možností ASR používají mikrofonní pole. Minimálně je třeba 3 polí rozmístěných ve tvaru písmene T o obsahu 4 mikrofonů. Dále se používají mikrofony na desky stolů. Přesto jde-li o větší prostory, například v síňích, ústřednách mají pevně namontované mikrofony přímo na sobě. ^[15]

7 Konflikty a rizika

Vývoj technologií dal možnost vzniku mnoha nových tématům v této oblasti a tím velice rozšířil využitelnost v běžném životě. Ovšem rozšíření počítačů nemohlo následovat takovým způsobem, aby se stalo pro běžný život nejen obtížující a z toho důvodu se začalo dbát na fakt, že někdy je žádoucí skrýt počítače do pozadí a pro uživatele zpřístupnit pouze vybranou, programátorem předurčenou část služeb, které je možné využívat. Tím se usnadní manipulace se systémem a jako příklad by se dal uvést lov k, který přijíždí ve městě z práce a přes svůj mobilní telefon dá příkaz domu, aby otevřel bránu a systém mu automaticky otevře i garážová vrata. Jestliže vyhodnotí, že se již stmívá, nebo je noc, rozsvítí světla na příjezdové cestě. Tento lov k by ale mohl chtít zastavit svůj automobil

pouze na příjezdové cestě a nevjíždět do garáže. Ale příkaz je naprogramován tak, že garáž otevře a v tomto by mohl vzniknout konflikt uživatele se systémem. V každém případě se nesmí opomenout jednoduchost ovládání. V tomto případě je to obzvláště důležité, protože příkaz ovládá člověka, který řídí automobil a nelze tedy očekávat jeho složitější interakci se systémem a výběr akcí, které má systém provést. Z jiného pohledu by se méně technicky zdatnému jedinci mohl zdát systém složitý, nepřehledný, nebo v nejhorším případě už svojí podstatou obtížující. Proto při realizaci projektu inteligentního prostředí by měla být dána základní pravidla o bezpečnosti a použitelnosti a od těchto se pokud možno příliš nevzdalovat. Ostatní prvky je jistě vhodné konzultovat s koncovým uživatelem a vytvořit společný konsenzus.

Nasazení inteligentního systému do prostředí by mohlo posunout možnosti řídit a ovládat bránu domu a garáž hlasovým povelům a to při zachování bezpečnostních pravidel. Poloha automobilu je důležitá veličina pro podobný typ prostředí a jestliže se nachází v malém okruhu od garáže, bude systém automaticky senzitivní na příkazy ohledně vjezdu vozidla do dvora a garáže. Iniciátor příkazu bude na dohled od brány, tudíž žádná následná verifikace není nutná.

Z bezpečnostních důvodů je nutné dbát i na případy, jako je nechtěné zavření brány. Existuje možnost, že jeden člen domácnosti potěbuje nechat bránu, i garáž otevřenou. A už se jedná o úklid garáže, nebo automobil zaparkovaný právě ve vjezdu. Druhý člen domácnosti bude v daný moment vzdálený od domu a zjistí, že brána je otevřená a bude to považovat za vlastní pochybení, že ji zapomněl zavírat. Po podání příkazu na zavření brány by mohl napáchat škodu, nebo by vznikl jiný konflikt.

Složitější, ale sofistikovanější varianta je systému umožnit porovnání aktuálního obrazu z kamerového systému s výchozím stavem, který je bezpečný pro manipulaci s vraty. Jestliže by se obraz v důležitých aspektech lišil, systém vydá varování, že pravděpodobně není žádoucí jeho příkaz provést. Obdobným způsobem by systém mohl fungovat i v ostatních částech domu. Potenciálních konfliktů je celá řada a je na zvážení kterým z nich je nutné předcházet a co to přinese za náklady.

Tématika konfliktů uživatele a systému je široká, zahrnuje mnoho úhlů pohledu a nespočet potenciálních scénářů k analýze. Ambientní inteligentní systém se lidského života dotýká

ve velkém měřítku a jako složitý systém může být vnímán nejen jako nasazená technologie. Uživatelem je vnímán i ze sociálního hlediska, proto je neméně zajímavé zkoumání chování systému v interakci na náladu a osobnost uživatele ze sociologického hlediska.^[7]

Pokud se zaměříme na sociální interakce lidí mezi sebou, pak nalezneme několik charakteristických postojů, které vzbuzují důvěru, rozhodnost, kompetentnost a spolehlivost.^[37]

To v podstatě vystihuje atributy jako “být milý při komunikaci s”, “být vnímavý k potřebám a přáním druhých”. Jednoduše by se dalo říci, že jde o schopnost vyjít s ostatními lidmi, pochopení sociálního prostředí, popudy ostatních lidí v prostředí a momentálních nálad jednotlivců.^[38]

Bude-li ambientní systém schopný využívat odhadu lidských pocitů, myšlenek, nálad, nápadů, úmyslů, nebo psychologických zvláštností, které mohou pomoci rozpoznat lidské chování, bude schopný přispět a přispět jí reagovat na vzniklou situaci. Zmíněné téma ale nelze zkoumat pouze na kontaktu dvou lidí izolovaných od kontextu, protože ten je předaný úřel stejně tak důležitý. Zároveň tedy, socializovaný ambientní systém musí zapadat do sociálních konvencí, aby byl lépe akceptovatelný.^[7]

Pro kapitole řešící konflikty je rezoluce složitější. S větší perspektivou lze prohlásit, že přes nesporná rizika má systém také nesporně velký přínos do lidského života a mnoho podmínek řešení bude přicházet až po skutečném nasazení do reálného světa, přestože v těchto zásadních situacích byla provedena a otestována v laboratorních podmínkách.^[7]

Není pochyb, že nové technologie mají dopad na společnost. Na které futuristické vize hovoří ovšem o vývoji v tomto odvětví skepticky. Do budoucna odhadují razantní nástup inteligence počítačů, jejich evoluci v takovém rozsahu, že předví mnohonásobně lidské myšlení a dále se velmi vyvine jejich schopnost učít se. Následně přichází otázka jak následnou autonomní evoluci nějak účinně regulovat.

V polovině roku 2006 vzniklo společenství Evropských partnerů pod názvem SWAMI zaměřené na vyhodnocení možnosti ohrožení ze sféry ambientní inteligence. Bylo

vytvoreno několik scénářů, které prokázali, že přes dodržování základního pravidla, že potřeby člověka jsou středem ambientního systému, není zajištěna rovnováha mezi člověkem a touto technologií, aby byla zcela bezpečná. Přesto společnost SWAMI uzavřelo toto téma pouze s doporučením pro vytváření dalších nových technologií a nenavrholo žádné vhodné řešení této bezpečnostní problematiky.^[7]

Jestliže dříve lidé po úraze ten se rozhodne pro nějakou činnost s takovou prioritou, že předípaní obyvatel, pak by pravděpodobně nastal velký konflikt. Ale i dnes bychom mohli narazit na nějaké nedorozumění s počítačovými systémy. Dá se uvést například nesprávná interpretace páně aktéra, nebo více aktéru, kteří mají navzájem protichůdná páně.

V každém případě inteligentní systém, který dohlíží na stav a chod domu, i bytu je vhodný nástroj podpory uživatelem. Ovšem tato práce by se nechtěla pouze specializovat na urychlení běžného života v našem domově a šetření nákladů, ale část také v novat využití techniky u domácností obývanými starými nemocnými nebo ohroženými lidmi.

7 Ambient Assisted Living - AAL

Nezanedbatelný počet lidí na světě žije ve stáří v jednodenné domácnosti. To je z hlediska bezpečnosti těchto osob nevýhodou. Zejména uvážíme-li, že v pokročilém věku se stávají ze zdravotního hlediska rizikovou skupinou. Během 24 hodin celého dne může u člověka dojít k reálným, až fatálním selháním organismu. Určitá část pacientů na tyto následky umírá a velkou vinu na tom nesou různé druhy kardiovaskulárních nemocí jako infarkt, embolie v jiných částech těla, případně aneurysma a jiné druhy vnitřního krvácení.^[39]

Nutné je zmínit také neurologické faktory jako zástava dýchání. Například centrální spánkovou apnoe, nebo obstrukční spánkovou apnoe.^[40]

Pokud rozebereme problém centrální spánkové apnoe, tak jde o nervový problém ve spánku, kdy postižený přestane na určitou dobu dýchat, poklesne mu saturace krve a

existuje reálná hrozba smrti. ^[41] Postihuje 3-10% populace, speciálně muž ve středním věku. ^[40]

Může se vyskytnout ve fázi spánku, které je nazvaná zkratkou REM (rapid eye movement sleep) a pravděpodobnost se zvyšuje u starších lidí a lidí trpících neurodegenerativními chorobami. Apnoe je tedy vázaná na spánek a když bude takový člověk probuzen, už ne bude sám dýchat. Proto monitorovací systém spánku může mít svůj význam v prostředí, ve kterém lidé spí.

Systém ambientní inteligence může v průběhu celé noci vyhodnocovat pohyb, zvuk, případně saturaci krve spícího člověka a jestliže se vyskytne při monitoringu apnoe, zajistí včasné probuzení. V případě jiných vážných případů zajistí povolání pomoci. U těchto funkcí musí být kladen velký důraz na spolehlivost. Spící člověk nesmí být falešně označen, že je v rizikové situaci. Nechtěný poplach by razantně zhoršoval kvalitu spánku a celý systém by se mohl stát obtěžující a nežádoucí.

Pro zabezpečení funkčnosti skenování během spánku je vhodné mít na vědomí, že daný aktér se při analýze daných parametrů (životních funkcí) bude také pohybovat, respektive je třeba je hodnotit. Je tedy důležité brát tento fakt v úvahu, aby nenastávalo chybné vyhodnocení situace a nežádoucí volání kritického stavu.

Svojí význam by mohla mít i varianta kdy systém povolá jiného člověka z blízkosti a zajistí telefonní spojení pokoje, ve kterém postižený leží, s operačním střediskem tísňové linky. Operátor záchranné služby poté má možnost navádět povolání člověka jak správně provést první pomoc do příjezdu lékaře.

Jelikož se jedná o systém, který může mít zásadní vliv na záchranu života v kritické chvíli, tak není zbytečné systém doplnit o pohybový senzor dechu u spícího jedince, viz porodnice. V posteli zabudované citlivé vlákno sleduje pohyby ležícího člověka a vyhodnotí jeho dýchání. V porodnicích je systém doporučen vypínat dříve, než se novorozenec z dané podložky zvedne, aby se nespustil falešný poplach. V tomto případě by musel být systém připravený na možnost, že člověk z postele vstane sám.

AAL systém by mohl pracovat jak na bázi podpory určitým způsobem postižených lidí, nebo jako varování zdravým, kteří začínají vykazovat některé symptomy a je žádoucí podstoupit odborné lékařské vyšetření. Jako jeden příklad nemoci je Alzheimerova choroba.^[42] To bude možné podrobným skenováním lidského chování a různých zvyků a sledování odchylek od chování zdravého člověka. Podle hlasu, pohybu, nebo kontaktu s okolím existuje šance vyhodnotit hrozbu, že by se u člověka v prostředí mohla nastat jaká nemoc rozvíjet. Dále existuje šance na rozpoznání určité formy autismu a dalších technicky detekovatelných nemocí.^[42]

Systémy mohou mít sídlo v domě, v bytě a tím analyzovat nebezpečné situace pro obyvatele domu a přivolat pomoc. V tomto případě hraje zásadní roli běžná video kamera, jako senzor pro rozhodovací jednotku. Systém by rozpoznal člověka ležícího na nezvyklém místě, případně jeho pád, nebo zablokování. Obvyklou metodou by zkusil zjistit opodstatněnost rizika a následně přivolat pomoc. Obvyklou metodou u ležícího člověka na podlaze může být zvuková pomocí otázky a očekávané odpovědi. Jestliže systém nedostane adekvátní reakci, bude vyhodnocen další postup o přivolání pomoci. Dalo by se uvažovat i o přímém vizuálním spojení pokoje postiženého s operačním střediskem záchranné linky. Otázkou je možný dopad na soukromí a případná hrozba zneužití. V každém případě systém musí rozpoznat nezvyklé chování, a proto se musí nejprve naučit zvyky daného člověka. Jestliže by mohl někdo ve zvyku cvičit jógu na zemi, pak by se systém naučil a následně rozpoznával, že se takováto aktivita děje a není nutné ji vyhodnocovat jako hrozbu. Naučí se jak pibližně vypadá, v jakou denní dobu se v tšinou provozuje a kdo ji provozuje. Poté přijaté informace uloží, provede analýzu hrozeb a z každého dalšího pozorování se dovede naučit něco nového o chodu prostředí.^[42]

Jestliže pak takovýto systém má přehled nad zvyky, které aktéři v prostředí vykonávají, bylo by možné poměrně požadovat i jakousi kontrolu, aby se žádná činnost nevynechala, je-li důležitá. Systém by při detekci abnormálního harmonogramu připomněl, že nastala změna oproti zvyklostem. Systém by ale měl být schopen informovat i o odchylkách, aby každý den nemoci aktéra nepřipomínal, že zaspal do práce.^[42]

“Cílem je umožnit starším lidem žít déle v jejich vlastním prostředí, zlepšit kvalitu jejich života a snížení nákladů pro společnost a veřejný zdravotní systém. Dnešní komerčně dostupné produkty pro sledování stavu nouze již používá široká škála moderních

technologií. (např. náhrdelníky s nouzovými tlačítky, senzory pádu v mobilních telefonech s automatickým oznámením záchranné služby, důležité senzory k monitorování dalších dat o lidském těle, atd.) „^[11]

Kladné přijetí těchto AAL systémů probíhá pouze tehdy, pokud jsou splněny hlavní požadavky:

- Musí být nenápadný a implementován v okolním prostředí, aby dosáhl dobrého přijetí.
- Musí být přizpůsobivým nástrojem se osobním situacím a prostředím, aby splňoval individuální potřeby uživatele.
- Musí poskytovat služby dostupným způsobem, aby byla zajištěna dostatečná použitelnost.

Potíž těchto zařízení je v jejich primitivnost ohledně poskytovaných informací, a koliv použitelnost v krizové situaci je pro seniory nesnadná. Implementování těchto senzorů do komplexního systému by dokázalo spolehlivěji popsat aspekty dané krizové situace a zajistit korektnější jednání záchranných složek. Důležité jsou zejména informace o pohybu člověka, jeho pádech, zlomeninách, o srdeční a dechové aktivitě, o neurologických změnách a o změnách u zraku. ^[11]

Závěrem lze říci, systémy AAL mohou velmi dobře posloužit starším jedincům, i více lidem, zdravotně, nebo jinak postiženým lidem, dodat jim více samostatnosti a tím pomoci i jejich okolí. Asistenci zle vnímat v mnoha rovinách. Od systému, který dokáže připomenout určitě nutnosti uživateli, lokalizovat hledané předměty, dlouhodobě monitorovat obyvatele a poskytnout brzkou diagnostiku rozvíjející se nemoci. Nemén důležité jsou schopnosti detekce hrozeb uvnitř prostředí jako by mohl být nevypnutý plyn u sporáku a dokáže na to reagovat upozorněním, nebo i plyn uzavřít.

8 Legislativa

Jiný pohled na zdravotní podporu pomocí nových technologií byl zkoušen v Koreji mezi léty 1998 a 2007. Jednalo se o řadu projektů ve zdravotnictví. Jedním z nich byl systém umožňující komunikaci záchranné služby s lékařem pacienta. Výsledkem byla lepší informovanost posádky záchranné služby a tím kvalitnější péče o pacienta. Jiný systém byl vyvinut pro lepší efektivitu neakutní lékařské péče poskytované v terénu v zastoupení zdravotní sestry. Zdravotní sestra po příchodu na dané místo provedla měření krevního tlaku, tepu, dechu, krevní cukr a zjistila zdravotní stav. Následoval kontakt s lékařem, který obdržel získané informace a zvážil případné nasazení lékaře. Postupem času řadu problematických úseků, přesto byl funkční. Vdecký tým ovšem zejména upozoroval na velmi důležitý fakt legislativního problému nasazení tohoto systému, protože Korea neumožňovala lébný proces podložený diagnózou vytvořenou za použití komunikačního nástroje, například telefonu. To je možné jen při konzultaci mezi lékaři.^[43]

Tento příklad může sloužit jako doporučení analyzovat před vývojem systému také legislativní zázemí v daném státě, obzvlášť pokud jde o ne příliš typický případ.

9 Simulovaná ambientní inteligence

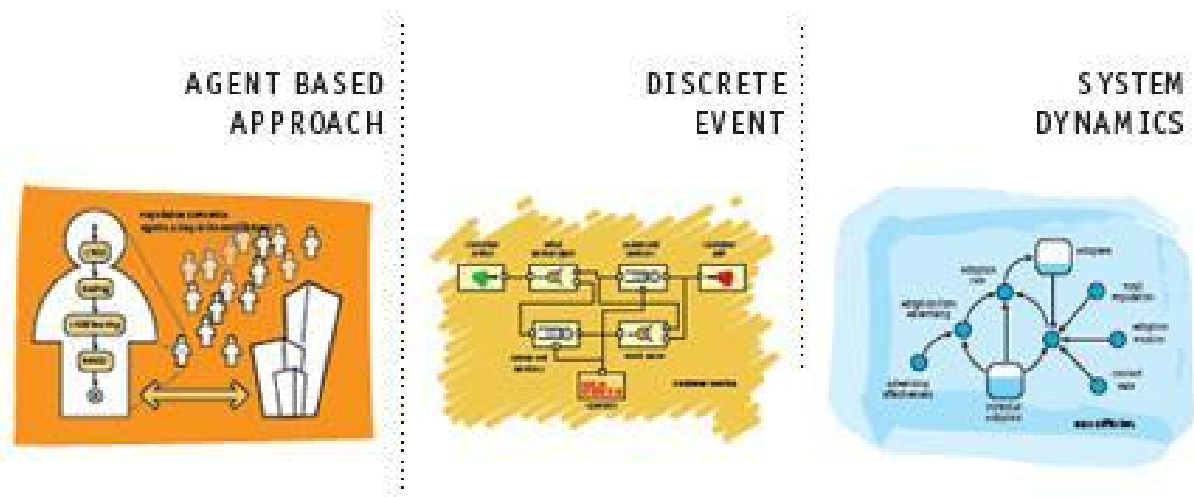
Při návrhu prostředí je vždy důležitá prvotní představa výsledku. Seznámení s požadavky a nutnostmi od zadavatele. Někdy se při vytváření návrhu lze setkat s otázkami, na které není snadné nalézt odpověď dříve, než bude projekt v provozu a tato skutečnost se může ukázat jako velmi problematická. Může se jednat o otázky zaměřující se na funkčnost daného prostředí, zda bude vyhovovat náporu používání, zda se vyplatí investovat do určitých vlastností, nebo nikoliv, zda se v dlouhém období dají předpokládat určité jevy a podobně. A v tomto momentu přichází na řadu zvážení možnosti vytvoření modelu dané situace se zaměřením na tázanou problematiku. Tedy vytvoření podobného světa, ve kterém se navrhované dílo bude vyskytovat a bude možné sledovat důležité parametry. Také při vytváření modelu je nezbytné si určit jasný cíl, míru abstrakce, v čem má model přinést

za užitek, jaké parametry budou model ovlivňovat a jaké hypotézy se testují. Vyhotovený model může v některých případech též dobře sloužit z marketingového hlediska jako prezentace funkcí zákazníkovi, případně model doplněný o hezký design je též přínosem a zajímavou možností.

Pro účely této práce byl vybrán rodinný dům s mužem a ženou. Tento model byl vytvořen a následně simulován v programu *AnyLogic* s licencí *University* a výsledky vyhodnoceny v programu *Microsoft Office – Excel*.

9.1 Prostředí

Jak bylo uvedeno, simulace v této práci je provedena v prostředí programu *AnyLogic*. Způsob tvorby v tomto programu lze rozlišit na tři možnosti a každá z nich je vhodná pro určitý typ modelu. V dané situaci je využit agentový přístup. Jedná se o systém využívající stavové diagramy a přestupy mezi nimi. Diagramy jsou dále spojeny s dalšími funkcemi. Další dvě varianty nejsou pro danou simulaci vhodné. Jedná se o diskrétní události a systémovou dynamiku.



Obrázek 5 – Přístupy v programu *AnyLogic*^[44]

Program má menší množství již vytvořených grafických prvků, které zle využít a některé z nich jsou i ve 3D režimu.

Tedy pro zhotovení této simulace inteligentního prostředí byl využit program AnyLogic pro své výhody z hlediska realizace stavových diagramů, využitelnosti pro agentové simulace, propracovanému vzhledu s možností 3D pohledu, standardní nárožnosti a možností využití akademické licence. AnyLogic je aktuálně považován za jeden z nejlepších nástrojů pro tvorbu simulací, pokud nejsou požadovány rozšířené možnosti doprogramování specifického funkčního pozadí projektu. Je považován za velice stabilní robustní nástroj pro tvorbu simulací, disponující velkým výkonem. AnyLogic využívá programovací jazyk Java, UML-RT, jeho uživatelská podpora je na velmi vysoké úrovni a možnosti tvorby jsou nadprůměrně komplexní. Zajímavou výhodou tohoto simulačního programu je možnost využití grafických nakreslitelných cest, které následně slouží k vedení agentů prostředím s tím, že používají vlastní inteligenci a dokážou si vybrat nejkratší trasu, je-li na výběr. Nevýhodou AnyLogic pro profesionální experimenty je cena komerční licence, která se velmi liší od konkurence. U té lze nalézt k dispozici i licence volné.^[2]

9.2 Simulovaná Ambient Intelligence v AnyLogic

Účel modelu spoívá v zjištění přínosu inteligentního prostředí na úrovni. V prostředí je nasazeno více funkcí, které jsou určeny pro přínos užítku obyvatelům domu a v simulaci se zjišťuje jaké výhody z dlouhodobého hlediska přináší.

Model je určen pro vývoj inteligentních prostředí, kde je do modelu implementován algoritmus prvku, na kterém musí být proveden experiment, než se nasadí v reálném prostředí. V simulaci pak lze vyhodnotit přínos a případně testovaný prvek následně optimalizovat. Funkční model má i solidní grafický výstup, proto jej lze využít i k marketingovým a prezentačním účelům.

V modelu figuruje prostředí domu a dva agenti, kteří jej využívají. V případě potřeby může simulace probíhat pouze s jedním agentem. V modelu je použit čas, takže den má 24 hodin, lidé spí okolo 8 hodin denně a také přibližně 8 hodin tráví v práci. Vnější prostředí má vlastní teplotu, dům disponuje topením a okny, které ji regulují. Dále může disponovat funkcemi, jako je inteligentní lednička, chytré topení, systém, který připomíná obyvatelům čas na spaní, funkce připomínající léky a nakonec systém rozpoznávající nutnou lékařskou

pomoc, tedy zkolabování člověka. Lidé mají nastavitelné atributy v k, v k odchodu do d chodu, cholesterol, krevní tlak a mohou kouřit. Tyto hodnoty jsou nastavitelné před spuštěním simulace. Dále agenti mají entity jako zdraví, hlad, energie, ústota, potěba na toaletu a dle toho potěba se v simulaci rozhodují a uspokojují je. Dle životního stylu a lidských predispozic tu existuje riziko infarktu.

Při návrhu byly použity přirozené procesy lidského života a potěba. Tedy pokud má člověk hlad, pak se půjde najíst do kuchyně. Taktéž je to s potěbou spánku, nutností na toaletu, s osobní hygienou, která se provádí každý večer před spaním a ráno je třeba načistit zuby. Taktéž v případě parametru energie jde člověk po použití koupelny a převlečení se spát do postele v ložnici. Je-li unavený během dne, pak si může jít odpočinout do postele také. V případě nemoci bývá unavený dříve a totéž platí, má-li agent hlad. Pokud je člověk vážně nemocný, pak nechodí do práce a zůstává doma. V simulaci existuje proměnná, která určuje míru zdraví, při které člověk zůstává doma a léčí se. Léčení v domácím prostředí je rychlejší, než kdyby chodil do práce. V případě infarktu zdraví velmi poklesne a po transportu záchrannou službou do nemocnice je člověk v nemocnici péči a uzdravován nejrychleji. Infarkt ovšem nemusí přežít ze dvou důvodů. Je možné, že dostane velmi silný infarkt a umírá okamžitě a také existuje možnost, že nebude pomoc zavolaná a po několika minutách končí simulace také úmrtím. Pravděpodobnostní data jsou převzata z lékařské knihy.^[39] V případě nemoci je potřeba, aby nemocný bral léky a zapomenutí škodí zdraví. Taktéž může být nutné brát léky dlouhodobě a i v tomto případě zapomenutí škodí. Zdraví také snižuje běžné onemocnění, u kterého je spíše pravděpodobnější, že nebude vážné. Možnost onemocnění se zvyšuje v případě nízké teploty v prostředí domu a člověk má tedy sklon nastydnout. Tato teplota v domě je závislá, jak již bylo uvedeno, na topení, otevírání oken a zásadně na okolní teplotě domu. Ta se mění dle měsíce v roce a času během dne. Lidé mají ve zvyku po osprchování otevřít okna a po chvíli je zase zavít. Ale mohou je zapomenout jak otevřít, tak zavít, a proto se může stát, že obzvlášť v zimních měsících povede toto zapomenutí k nachlazení, následnému snížení zdraví a zbytečné útratě za topení.

V modelu jsou dva agenti odlišného pohlaví a hlavním důvodem jsou odlišná data pro pravděpodobnost infarktu. Další rozdíly jsou pouze minoritní a výčet není dlouhý. Žena tráví o něco více času v koupelně, než muž, přestože čas v koupelně je určen náhodně.

v určitém intervalu hodnot. Muž může být během volného času upříte, kdežto žena preferuje televizi, pokud se nerozhodne číst knihu v domácí knihovně.

Lidé mají k dispozici jedno auto. Předpokládá se, že každý má práci v jiném místě a při odchodu do práce má pouze jeden z nich možnost jet autem, není to ale podmínkou. Stane-li se, že člověk, který odjel do práce autem postihne infarkt v pracovní době, pak není auto pro druhého člověka k dispozici do uzdravení nemocného a ten tímto autem z nemocnice pojedí zpět domů po 3 až 10 dnech. V modelu jsou také zastoupeny entity automobilu rychlé záchranné služby a lékaře. Po zavolání záchranné služby pojedí do 5 až 6 minut. Poté lékař umístí nemocného do vozidla záchranné služby a nemocný od této chvíle je v rukou lékaře a již se nepředpokládá jeho úmrtí.

V modelu hraje roli pozice člověka, protože stane-li se, že zkolabuje, pak tento fakt nemusí druhý člověk v určitých případech zaregistrovat. Je-li například kolabující člověk doma a druhý není, pak záchrannou službu může zavolat jedině sám, má-li aktivní systém rozpoznávající kritické zdravotní situace. Taktéž se předpokládá, že sprchující se člověk v koupelně slyší pouze hluk tekoucí vody a nezaregistruje, když jeho partner v jiné části domu zkolabuje. Podobná situace se odehrává, když sám sprchující se člověk zkolabuje. Zde je rozdíl v tom, že je-li partner v místnosti sousedící s koupelnou (kuchyň, toaleta), tak tuto situaci zaregistrovat může. V tichu těchto kritických situací dokáže řešit inteligentní systém, je-li v domě nainstalován. V simulaci je graficky znázorněn kamerami, ale ve skutečnosti by se zřejmě upřistoupilo k širšímu spektru dalších senzorů jak z hlediska funkcionality a robustnosti, tak z hlediska komfortu a dostatku soukromí. Konkrétně v koupelně by mohlo být obyvatelům nepřijemné, že se v místnosti nachází kamery.

V případě trávení času v domě jsou určité priority, které obyvatelé dodržují. Nejvyšší prioritou má potřeby na toaletu, kterou agent bude řešit prioritně. Poté potřeby jít spát a následuje potřeba hladu, pokud je čas na jídlo (snídaně, oběd, večeře). Až poté následuje nutnost odejít do práce. Důležitost lidských potřeb není zanedbatelná. V případě statického nastavení cholesterolu a krevního tlaku se příliš velká únava projevuje negativním způsobem na zdraví. V případě dynamického nastavení cholesterolu a krevního tlaku se poté všechny veličiny, kromě potřeby na toaletu, podílí na zhoršování těchto dynamických parametrů a to zvyšuje riziko infarktu.

Ve velkém množství případů je v modelu použita náhodná veličina. Od nemoci, přes příchody z práce, příjezdy záchranné služby, času tráveného v koupelně a na toaletě, času odchodu spát a přesný čas probuzení, možnosti snížení zkaženého jídla, trávení času tenism, nebo u televize, i po útěce, ve volném čase odchod z domu a jestli půjde pít šky, nebo autem, až po zapomínání léků a otevřených oken. Také potřeby agentů jsou závislé na náhodné veličině. Tím je myšlena potřeba na toaletu, hlad, energie, pocit ústoty, tedy zhoršování stavu agentů v čase. Také u předepisování dlouhodobých léků, které se dávají dvakrát ročně, se užívá pravděpodobnosti v případě, zda lék bude naordinován a jak dlouho ležít pro člověka bude. Dlouhou roli hraje náhodná veličina také v případě generování dne, kdy ho postihne infarkt a následně také přesného času.

během spuštěné simulace se sledují veličiny zdraví, a to každý den pro každého agenta. Jestliže onemocní o více než 10%, pak se zaznamená čas (reprezentován letech) simulace a konečná hodnota zdraví po onemocnění. Také se sleduje počet infarktů a kdy nastaly. Následně je pro vyhodnocení dlouho ležící kdo si kolikrát zapomněl vzít léky, kolikrát snídl zkažené potraviny a také kolikrát se stalo, že šel někdo spát déle, než by měl, kolikrát bylo zapomenuto zavázat okna a kolik se přemrhnulo za topení za rok. Tato hodnota nákladů na topení je jen reprezentativní.

Při spuštění modelu, v čase $t = 0$, se agenty nacházejí před domem v příloze. Jdou do koupelny a ihned spát. Počáteční stav je při každém spuštění stejný a není založen na náhodě, jenom záleží na počátečním nastavení parametrů před spuštěním.

Před spuštěním simulace je možné povolit, nebo nechat zakázané všechny inteligentní součásti, kterými prostředí v daném modelu disponuje a pro agenty je možné nastavit jejich věk, který se rovná 40, pokud nebude uvedeno jinak. Odchod do důchodu je přednastaven na 70 let, pokud nebude uvedeno jinak. Aktivován je statický mód pro parametr cholesterolu a krevního tlaku a lze jej změnit na dynamický. U statického nastavení se načítají hodnoty dle zaškrtnutého pole u každého jednotlivého parametru.

9.2.1 Průběh simulací

Při testování modelu byly parametry inteligence domu nastaveny do vypnuté polohy a vygenerovaly se výsledky na 10 letech života a takto průběh simulace 10krát. Poté byla veškerá inteligence zapnuta a provedlo se totéž testování.

Následovalo testování jednotlivých inteligentních modulů se stejným časovým rozsahem, tedy 10 let a fixní hodnotou pseudonáhodných čísel *seed*. Výsledky nepřinesly očekávané hodnoty, proto bylo připusteno k dodatečným experimentům v tomto modelu a změna nastala v nastavení náhodné pravděpodobnostní veličiny *seed* a časový rozsah každé simulace byl z 10 let nastaven na 30 let. Pro každý inteligentní modul bylo provedeno 15 těchto testů.

Pro simulaci infarktu byl model lehce upraven. Rizikové období je ve stáří, a proto byla simulace spuštěna na 10 let a poáte ní v k agent nastaven na hodnotu 60. Také parametry cholesterolu a krevního tlaku byly nastaveny na nejrizikovější úroveň, aby se výsledky dokázaly projevit na proveditelném (nižším) počtu testů. Následně se testoval vliv systému na rozpoznání krizové zdravotní situace a přitom se nesledovalo samotné každodenní zdraví a onemocnění, nýbrž data a následky infarktu. Toto nastavení nemělo pevně danou hodnotu pravděpodobnosti *seed* a bylo provedeno více opakování. Situace byla testována v případě dvou lidí žijících v domě a také v případě, že dům obývá pouze žena. V prvním případě byly experimenty provedeny 13krát a v druhém 15krát, vždy pro vypnutý a zapnutý systém sledování kritické situace HERS. Systém HERS představuje ve skutečném světě komplexní řešení, složené ze sensorů v prostědí, které jsou schopny rozpoznat kritickou zdravotní událost, jakou je například pád člověka. V modelu je tato problematika řešena z funkčního pohledu, není brán zřetel na konkrétní senzory a předpokládá se, že agenti nacházející se v daném prostědí domu jsou tímto systémem monitorovány.

S ohledem na technické možnosti počítačů v dnešní době nelze provést libovolné množství experimentů, proto se muselo připustit k určitému kompromisu mezi množstvím opakování a časem vyhrazeným pro průběh simulací.

9.3 Podrobnější popis jednotlivých entit:

Agenty:

V prostředí žijí dva lidé, muž a žena. Většinu vlastností mají stejných, ale liší se v určitých detailech. Jeden z nich je rychlost chůze, která kromě parametru pohlaví je závislá také na aktuálním zdravotním stavu. Dále, výše uvedená pravděpodobnost infarktu, způsob trávení volného času, čas strávený v koupelně.

Zdraví:

Oba agenti disponují parametrem zdraví. Zdraví je jeden z nejdůležitějších parametrů v simulaci a ovlivňuje je množství jiných faktorů. Jedním z nich je například možnost onemocnění, které je definováno náhodnou funkcí s přihlédnutím k domácí teplotě a zda člověk zapomněl léky s tím, jak moc nutno tyto léky k životu potřeboval. Pokud je člověk doma a je chladno, tak má větší sklony k onemocnění. Je-li zdraví velice nízké, pak člověk upadne do bezvědomí, ale v rámci této simulace není dovoleno, aby běžná nemoc toto způsobila a je to umožněno vyloženě v případě infarktu.

Maximální možné zdraví:

Naproti tomu disponují agenti v simulaci schopností se uzdravovat, a to do limitu, který nastavuje parametr *maxHealth*. Schopnost uzdravování se liší v závislosti na aktuální poloze člověka. V práci je tato schopnost nejpomalejší, doma rychlejší a nejvhodnější místo na léčení je nemocnice. Parametr *maxHealth* je snižován v případě infarktu a velmi lehce i v případě vážnější nemoci nebo v případě zapomenutí si léků, s přihlédnutím k nutnosti tyto léky brát.

Medikace:

Nutnost brát léky je definována jednou za 6 měsíců a v případě nemoci je též požadována medikace, která ale v tomto druhém případě nemá vliv na parametr *maxHealth*. Definování medikace je závislé na věku, zda minulé období tento agent musel léky užívat a zároveň jak nutno. Je-li medikace velmi důležitá, pak v následujícím období se může urgence snížit, ale vysazení léku není možné. S nižší urgencí je v následujícím období možné úplně

vysazení léku. Při nízké urgenci, nebo bez předepsané medikace je při nasazení léku v dalším období pravděpodobnější nižší míra urgencye.

Zapomínání léků :

U každého pacienta je třeba zapomenout léky. Tedy jak dlouhodobé, tak při nemoci. Pravděpodobnost zapomenutí se lehce zvyšuje s věkem. Počet zapomenutí se zaznamenává. Před spuštěním simulace lze domluvit i aditivní vlastnost, která jednomu, nebo oběma obyvatelům domů, dokáže léky připomenout. Přesto existuje malá šance, že připomenutí budou ignorovat. I tento fakt se zaznamenává.

Energie:

Každý agent má vlastní parametr energie. energii lze doplňovat spánkem, a to postupně. Tedy čím déle pacient spí, tím více energie doplní. Být bez energie není vhodné pro celkový stav agenta. Konkrétní energie pod 5% při dynamickém nastavení cholesterolu, nebo krevního tlaku má na tyto parametry vliv. Proto je stanovený ideální čas na spaní 22:00. Ale bývá známo, že agenti chodí spát později, ne ovšem déle, než ve 2:30. V simulaci lze využít nastavení, které čas na spaní připomene. I toto mohou lidé výjimečně ignorovat. Připomínání je opakující, proto je nepravděpodobné jeho neustálé ignorování až do 2:30. V případě větší únavy lze jít spát už ve 20:00. V případě velké únavy po práci si mohou jít do postele odpočinout, aby nabrali alespoň část energie. Toto je jediný případ, kdy jdou agenti spát bez předchozího použití koupelny. Před všemi ostatními případy, kdy jde agent spát, se jde nejprve osprchovat. V případě nemoci energie klesá mnohem rychleji. Z toho vyplývá, že nemocný pacient více spí. Na parametr *energy* má velký negativní vliv také parametr hladu.

Hlad:

Agenty disponují parametrem, který vyjadřuje pocit hladu. Sásem se zvyšuje potřeba hladu, která je v této simulaci chápána nepřímo úměrně, jako komfort spojený s hladem, tedy čím větší hlad, tím menší hodnota parametru *noHunger*. Ve spánku se hladování zpomaluje a každé ráno po probuzení snídají, pokud jsou doma, tak obědvají a ve večer po 19:00 večeří. V případě hladu v práci mají možnost též obědvat. Jsou-li hladoví, jejich energie klesá rychleji a v domě jedí v kuchyni.

istota:

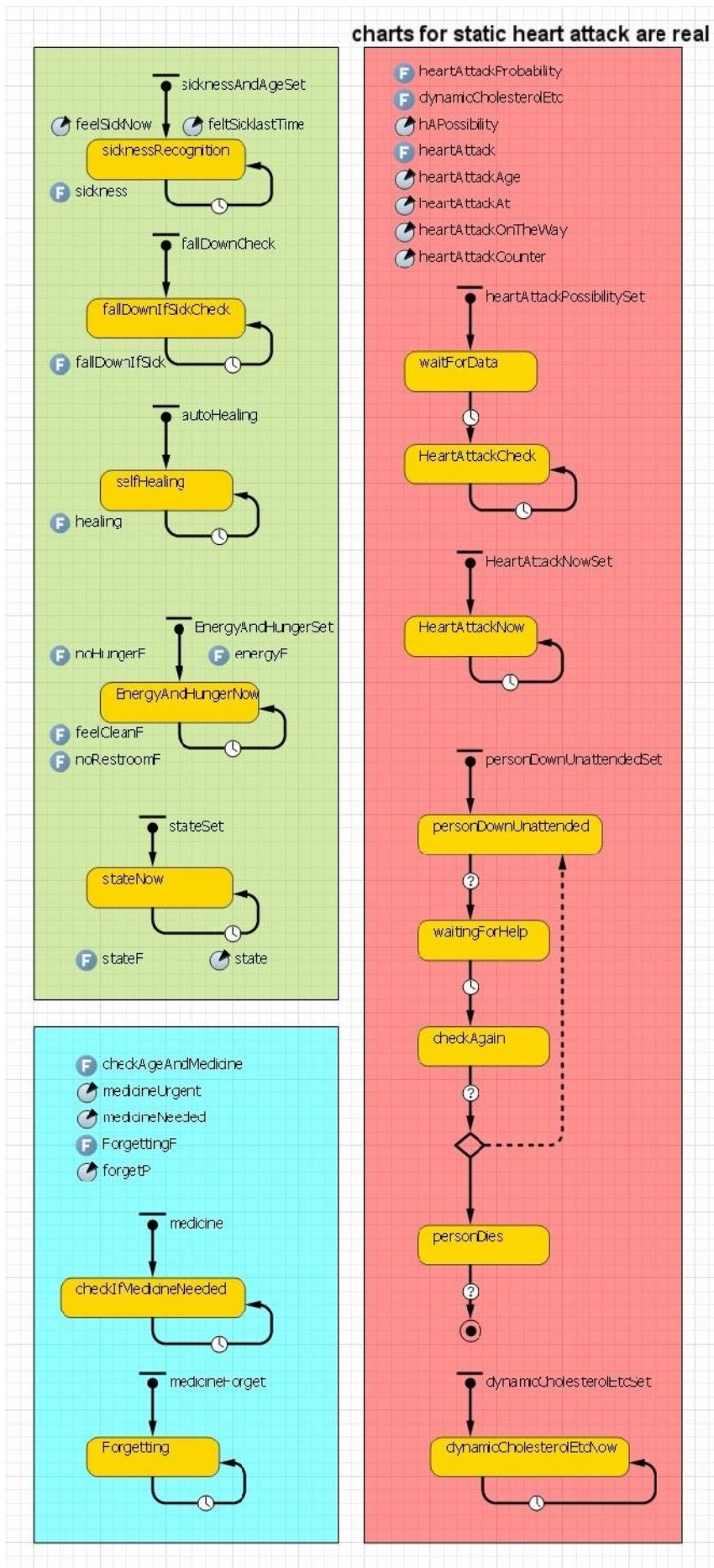
Každý ve spánku oba lidé používají koupelnu. Žena může trávit v koupelně o několik minut více času, než muž. Mohou koupelnu užívat zároveň a poslední člověk opouštějící koupelnu otevírá okno, které také po převlečení zavírá. Sprchování zvyšuje teplotu v koupelně. Agent také může zapomenout okno otevřít a zavírat. V koupelně se předpokládá určitý hluk tekoucí vody, proto existuje možnost, že nastane situace, kdy sprchující se člověk neslyší, že jeho partner potřebuje pomoc. Taktéž zkolabuje-li člověk ve sprše, tak existuje možnost, že to partner nezaregistruje, pokud se nenachází v místnostech přilehlých ke koupelně, což jsou kuchyň a toaleta.

Toaleta:

Agenty mají potřebu používat toaletu. Pouze jeden člověk může v daný čas být na tomto místě a doba používání se liší. Potřeba na toaletu se řeší pouze v případě, že je člověk v domě, a protože má prioritu před ostatními potřebami, tak neovlivňuje další parametry.

Celkový koeficient stavových parametrů agenta:

V případě využití dynamického parametru *cholesterol* nebo *blood pressure*, představující krevní tlak, se k definici těchto hodnot využívá z dlouhodobého hlediska suma životních parametrů agenta, která když klesne pod určitou hodnotu, tak způsobí větší riziko infarktu. Jedná se o parametry znázorňující energii, hlad a istotu. Jinak řečeno, žije-li agent nezdravě, je to rizikové. V simulaci ovšem existuje možnost, že po delším časovém období zdravého života toto riziko znovu klesne.



Obrázek 6 - Parametry agent v simulaci (AnyLogic - SAI)

Infarkt:

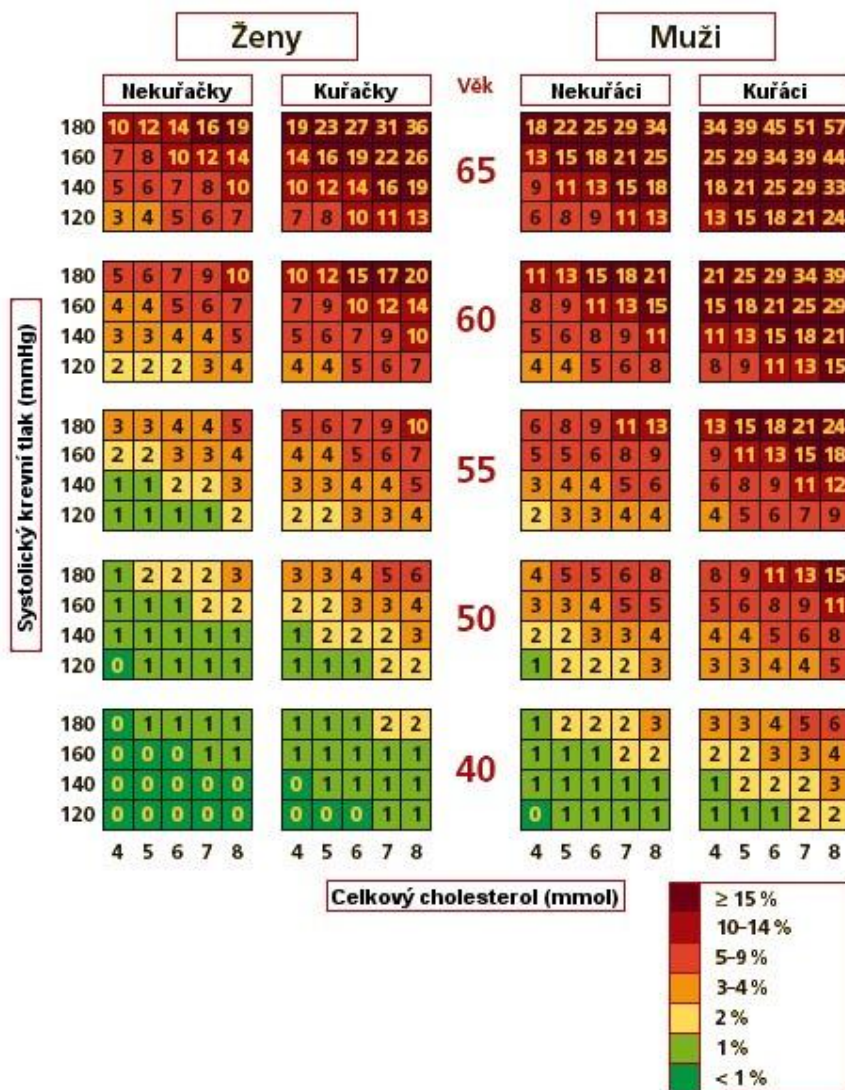
„Akutní infarkt myokardu (AMI) je nekróza myokardu v důsledku náhlého uzavření vnitřní tepny prasklým aterosklerotickým plátem a následnou trombózou“^[39]

Jedná se o velmi závažnou situaci, která přímo ohrožuje lidský život a včasná lékařská pomoc je velmi důležitá.

Agenty v simulaci mají určitou pravděpodobnost, že je postihne akutní infarkt myokardu. Tato pravděpodobnost závisí na množství parametrů. Ty zásadní lze v této simulaci nastavit na počátku experimentu před spuštěním. Poté se hodnoty odkazují na podložené informace v tabulce níže a nejsou v průběhu mnitelné (statické) a pravděpodobnost odpovídá skutečnosti. Data jsou relevantní pouze tehdy, náleželi-li v rámci do intervalu tabulek. Tyto parametry jsou pohlaví agenta, věk, zda kouří, a dále jeho krevní tlak a cholesterol.

Dále je v simulaci řešeno kdy má člověk infarkt postihnout, když už spadl do skupiny, že ho postihne. Den je náhodný, ale čas a aktivita je předložena též podloženými informacemi. Ze 70% postihne infarkt člověka doma. Z 10% pak v práci a 20% náleží jiné situaci. V tomto modelu se jedná o cestu do práce, nebo z ní. Dále se rozlišuje zda se vyskytne infarkt ve spánku, nebo při nějaké domácí činnosti. 17 % pravděpodobnost připadá právě na infarkt ve spánku.^[45]

Po hospitalizaci jsou pacienti v nemocnici péřeni od 3 do 10 dnů. S následnou rehabilitací simulace nepočítá a člověk se vrací zpět domů.^[39] Průměrně umírá 25% pacientů a v simulaci je toto reprezentováno náhlým úmrtím v důsledku silného infarktu.^[46] Člověk v bezvědomí s infarktem přežije pouze 20 minut, pokud nepijede záchranná služba. Simulace tedy nepředpokládá pouze slabou kardiovaskulární přívod.



Obrázek 6 – Riziko vzniku kardiovaskulární p íhody jednotlivce^[39, 47]

V p ípad dynamického nastavení krevního tlaku a cholesterolu tabulka platí též, ale nelze p edpovídat zda lov k vede zdravý, nebo nezdravý život a tedy p í simulaci není jasné riziko infarktu od inicializace. Pak je riziko závislé na sum parametr hladu, energie a istoty a v p ípad velmi nízké energie posta í pouze tento fakt ke zvýšení rizika infarktu.

Volání záchranné služby:

V p ípad infarktu a nutné pot eby zavolat záchranou službu, existují v této simulaci dva zp soby jak toho docílit. Jedním je, že agenta požadujícího rychlou záchranou službu zaregistruje jeho partner, což je b žné, ale existují výjimky. Jednou z nich je, když jeden agent není v dom . M že být o víkendu na výlet , m že být déle v práci, nebo do ní odejít

dříve, než druhý agent. Druhý agent může být v nemocnici, nebo lov k, který zkolaboval mohl být v té době sám doma, protože byl nemocný. V případě, kdy jsou agenti v práci se předpokládá, že kolegové vždy lékařskou pomoc zavolají, je-li třeba. V případě, že jsou oba lidé doma může nastat situace, kdy jeden zkolabuje a druhý se nachází se sprše a přes hluk vody tento kritický stav partnera nezaregistruje. Také v případě, že zkolabuje lov k ve sprše, tak jediný partner v kuchyni, nebo na toaletě tento stav dokáže zaregistrovat. Dále pokud muž spí a žena sleduje televizi, pak o sobě neví. V jiném případě může nastat situace, že jeden lov k je před domem a pak o sobě také nemají přehled. V nejhorším případě by mohlo nastat, že budou oba lidé potřebovat záchrannou službu ve stejný čas.

V těchto těchto situacích lze předjet instalováním senzor sledující příznaky mimořádně naléhavého zdravotního stavu obyvatel domu. V takovém případě se riziko nezaregistrování kolapsu lov ka limituje pouze na případ, kdy postižený odjíždí od domu autem a druhý lov k se nenachází tou dobou před domem. Senzory lov ka v autě nezachytí. V případě, že by šel pěšky, tak ano.

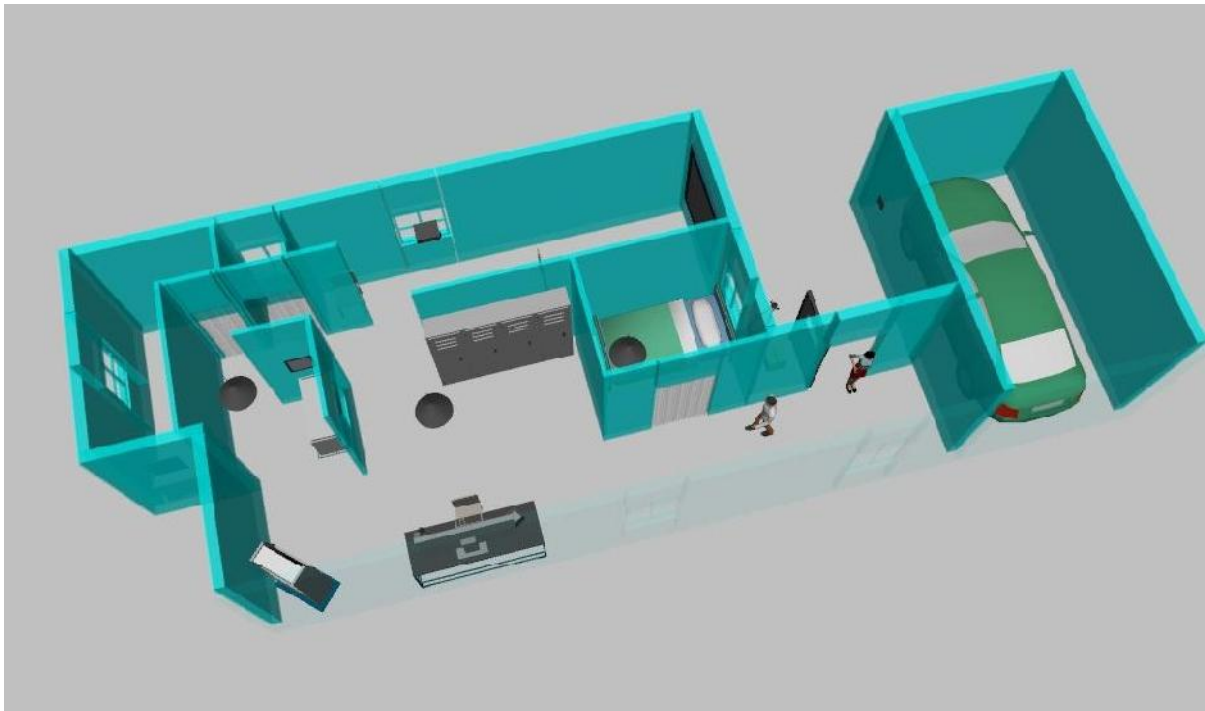
Příjezdy záchranné služby:

Po zavolání záchranné služby ubíhá doba do příjezdu, která je v modelu nastavena na 5 až 6 minut. Po příjezdu přijde posádka záchranné služby k pacientovi a v tu chvíli se mu dostane odborné pomoci a v této simulaci se předpokládá, že pacient od této chvíle neumře. Pacient je poté transportován do vozidla rychlé záchranné služby a následně do nemocnice. Zkolabuje-li lov k v práci, do které jel autem, pak se z nemocnice autem také vrátí. Partner nemůže po tuto dobu auto využívat.

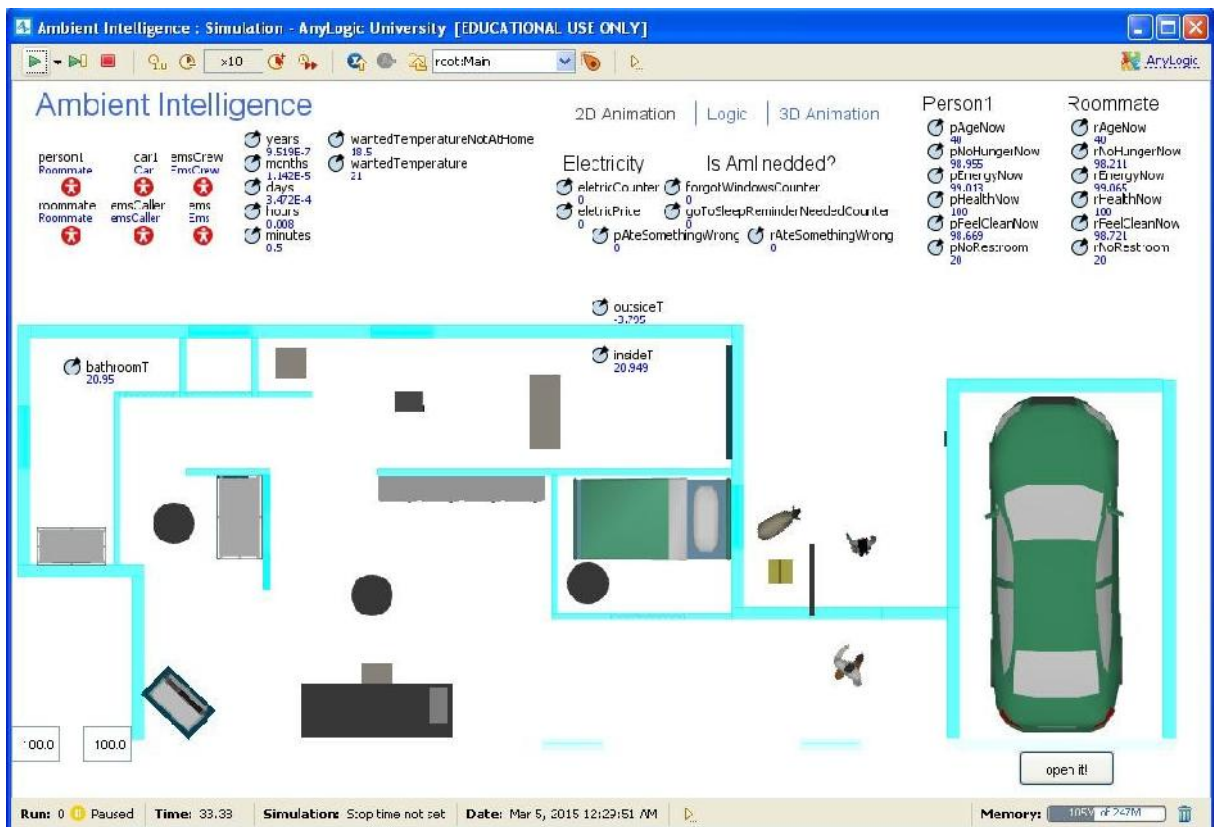
Prostředí:

Prostředí lze při simulaci sledovat v 2D režimu s možností sledovat aktuální parametry, nebo využít graficky lépe zpracované 3D prostředí. Dům disponuje v levé části koupelnou, která sousedí s toaletou a kuchyní. Kuchyň je v otevřené ploše s hlavní místností, ze které je vchod do malé ložnice. Na druhé straně od toalety se nachází malá knihovna a do té je zajištěn vstup z místnosti, která je určena zejména ke sledování televize, která je reprezentována projektorem a plátnem. Dům je propojen s garáží a vstup do ní je umožněn pouze hlavní branou z pozemku za použití ovládacího panelu na levé straně garáže. Muž

tráví volný čas u počítače, který je umístěn v hlavní místnosti na dolní straně domu, bráno z výchozího pohledu. Na protější straně počítače se nachází skříně, které jsou využívány pro převlékání agentů před spaním a po ním.



Obrázek 7 - 3D prostředí modelu (AnyLogic - SAI)



Obrázek 8 - 2D prostředí s parametry (AnyLogic - SAI)

Práce:

Jestliže lidé spadají do v ku a aktuálních podmínek, kdy musí chodit do práce, pak po probuzení a provedení ranních aktivit, kterými jsou převlečení se, nasnídání se, vyčištění si zubů následně odcházejí do práce. Pokud mají čas, v případě, že se probudí dříve, pak mohou chvíli před prací inovovat volné aktivity. K cestě do práce mohou využít automobil, který ale nemohou využít oba v jeden den. Tedy jde-li člověk do práce, může využít automobil, je-li stále k dispozici u domu a druhý člověk se již nerozhodl ho použít. Hlavní podmínkou, zda člověk jede do práce je den v týdnu. Ve všední dny tedy agent chodit do práce má, pokud již není v penzijním věku, nebo jeho zdraví není pod určitým limitem. V této simulaci je daný parametr nastaven na 70% zdraví. Parametr reprezentující věk odchodu do důchodu je nastavitelný před spuštěním simulace.

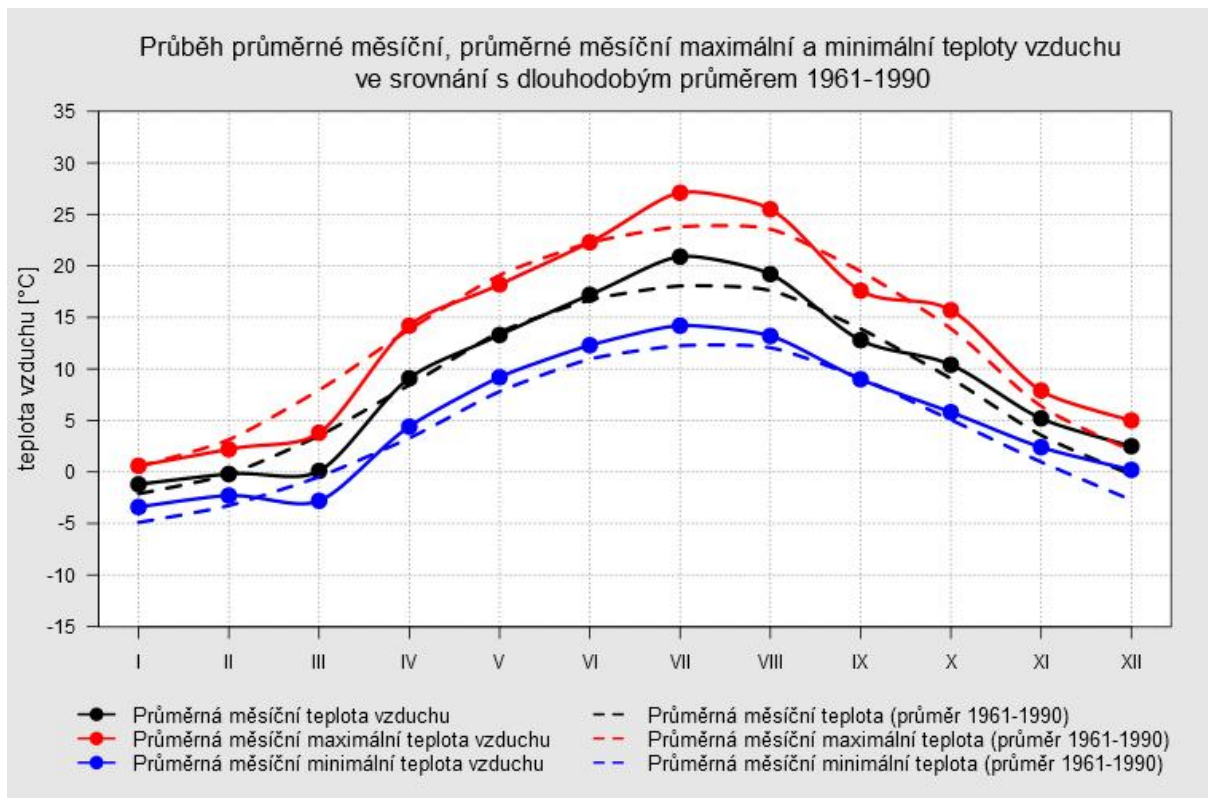
Teplota:

Teplota prostředí má vliv na zdraví agenta, respektive na pravděpodobnost onemocnění. A také je úzce spjata s funkcemi vytápění, spotřebou energie a následnými náklady.

V simulaci se rozlišují tři teploty. Jde o venkovní teplotu, teplotu v koupelně a teplotu v ostatních částech domu. Práv tato teplota je kritická, což se týká vlivu na zdraví obyvatel přítomných v domě.

(Pozn.: Předpokládá se, že v práci je teplota vždy ideální. Onemocnění je možné, ale není pod vlivem nízké teploty prostředí.)

Venkovní teplota je závislá na měsíci v roce a na daném dni. Data pro funkci venkovní teploty jsou složena z průměrných teplot v Hradci Králové mezi roky 1961 a 1990.



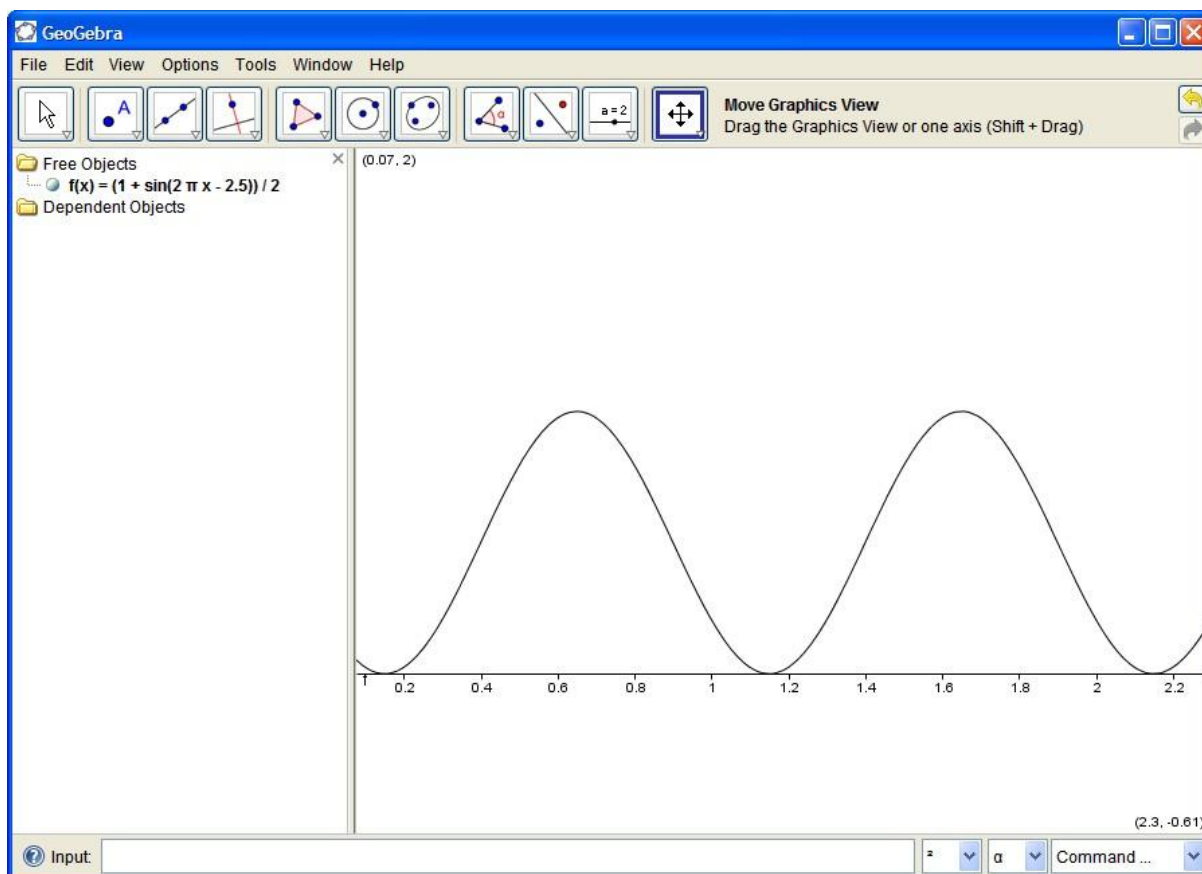
Obrázek 9 - Graf celoro ní venkovní teploty v Hradci Králové^[48]

B hem dne se pak teplota pohybuje od průměrné minimální teploty po průměrnou maximální teplotu se závislostí na parametru *hodina*. Tento parametr je zpracován ve funkci:

$$= \frac{1 + \sin\left(\frac{\text{hours}}{12} \cdot \Pi - 2.5\right)}{2}$$

Obrázek 10 – Rovnice funkce znázor ůjící kolísání venkovní teploty b hem dne

Výsledkem je íslo od 0 do 1, které následn ōvliv ůje teplotu od minimální průměrné teploty v daném m síci po tu maximální. V grafu poté každé celé íslo na ose X znázor ůje p ěnoc.



Obrázek 11 - Graf teploty znázorující kolísání venkovní teploty během dne (GeoGebra)

Venkovní teplota ovlivuje teplotu uvnitř domu, která musí být následně korigována vytápěním. Rychlost, jakou venkovní teplota ovlivuje vnitřní, lze zvýšit otevřením oken. V simulaci existuje možnost, že okna zstanou omylem otevřená po několik hodin, a to má význam na celkové výdaje za topení, případně mohou negativně ovlivovat pravděpodobnost onemocnění, zejména v zimních měsících.

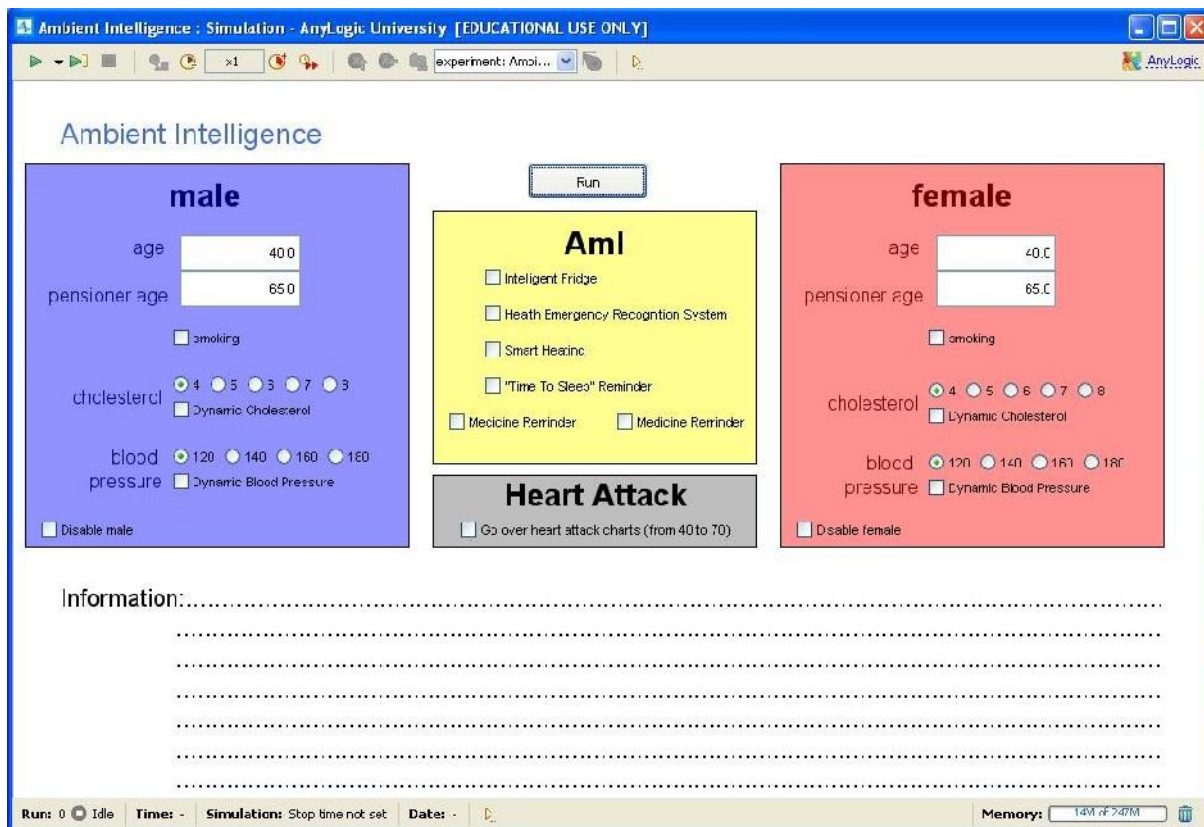
Inicializační nastavení simulace:

Před simulací je možné nastavit prostředí i agentům různé vlastnosti. U prostředí se jedná o soubor 5 hlavních inteligentních vlastností, které lze využít. Jedná se o inteligentní lednicku, sledování akutního zdravotního stavu lovka, inteligentní vytápění, připomínání času na spaní a připomínání léků.

U agentů je možnost nastavit poáteční vzhled i startu simulace, penzijní věk, zda jsou kuřáci, jaký mají cholesterol, případně nastavit jeho dynamickou hodnotu, jaký mají krevní

tlak a i zde je možnost využít dynamické nastavení. Pro p ípad pot eby lze i agenta do simulace v bec nep i adit.

Jako poslední je možné povolit simulaci, aby se neukon ıla ve chvíli, kdy alespo jeden z agent p esáhl v kový limit stanovený pravd podobnostní tabulkou pro infarkt. Tedy když se jakýkoliv agent nevyskytuje v intervalu od 40 do 70 let.



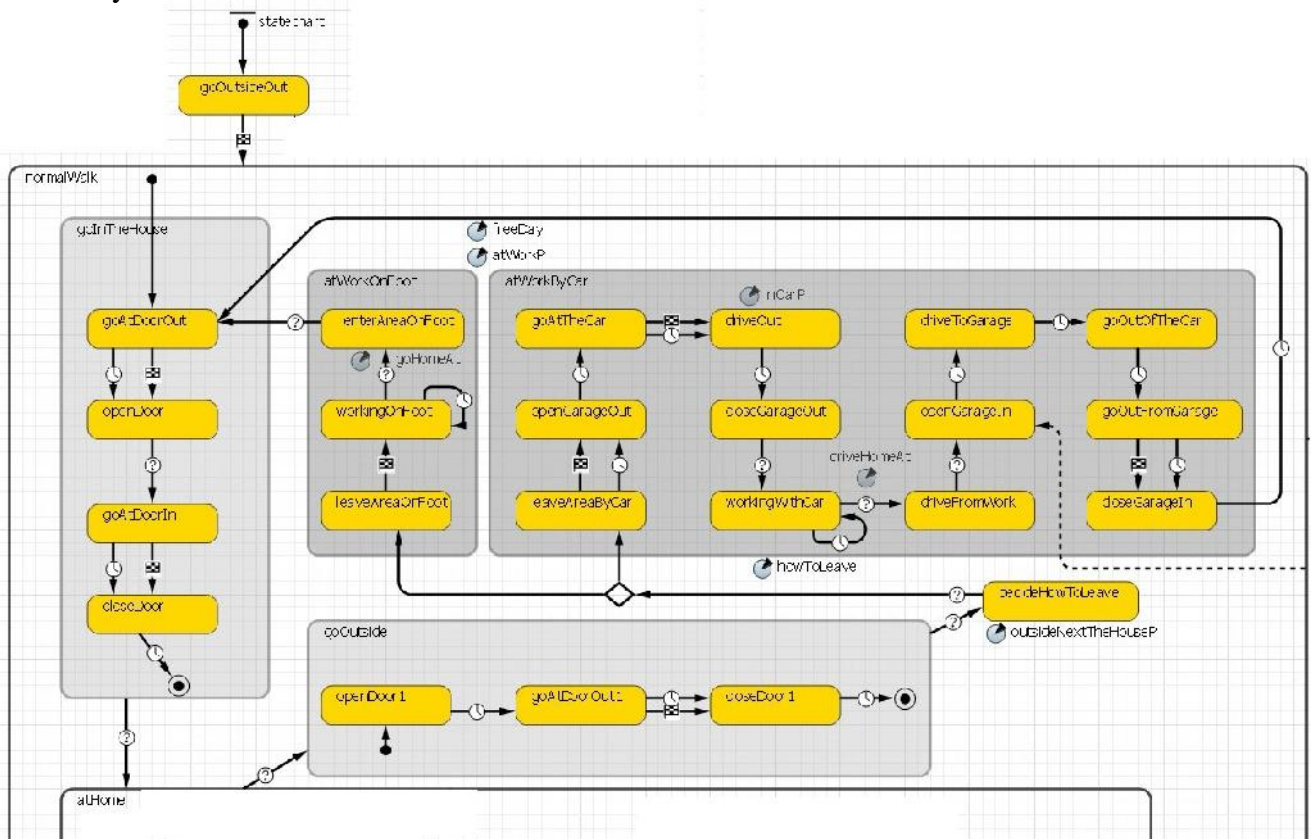
Obrázek 12 - Inicializa ní nastavení simulace (AnyLogic - SAI)

Simulace agent – mimo d m:

Níže uvedený diagram znázor ůje chování agenta v p ípad , že se nevyskytuje v dom . Tato situace nastává v p ípad , že je v práci, nebo ve volném dni mimo prost edí domu. Též je v tomto diagramu ešena situace, je-li lov k hospitalizován v nemocnici.

Složit ější pravá šedá ást eší situaci odjezdu z domu automobilem a v p ípad odvezení do nemocnice z práce také navrácení se po 3 až 10 dnech z nemocnice taktéž automobilem. Levá šedá ást zajiš ůje odchod do práce p šky, a také generuje p esný as návratu. Totéž je ešeno u p íjezdu automobilem, pouze s rozdílem, že v tomto p ípad se lov k vrací dom z pravidla o n co d íve.

Sv tle šedé diagramy pouze zajiš ují p í p íchodu a odchodu otevírání dve í od domu. Práv zav ení dve í stanovuje, zda je agent p ítomen v dom , nebo p ed domem, a s tím souvisejí další rozhodovací procesy, zejména v oblasti kritických událostí a možností využít automobil.

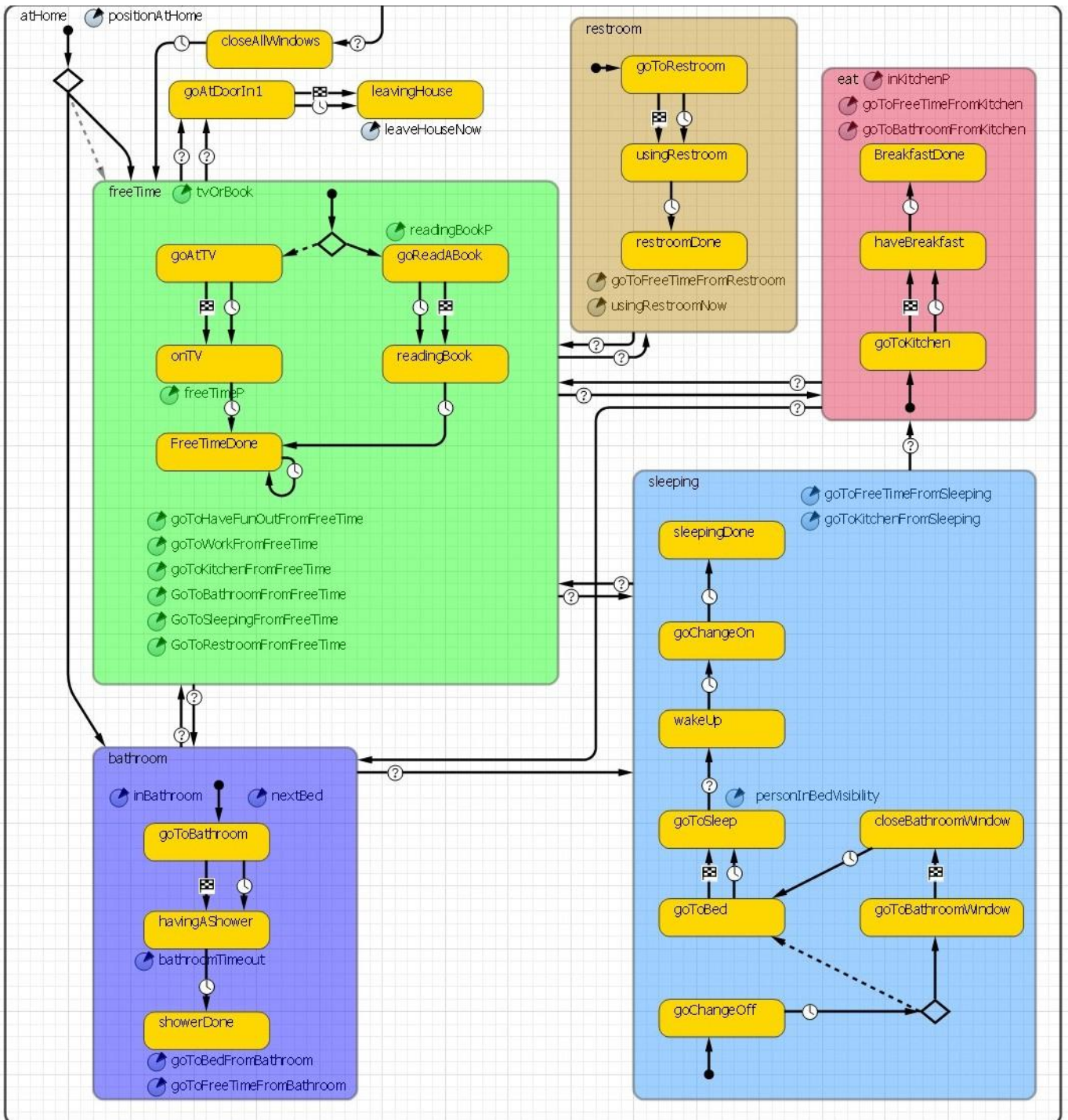


Obrázek 13 – Stavový diagram pro simulaci agent mimo dom (AnyLogic - SAI)

Simulace agent – v dom :

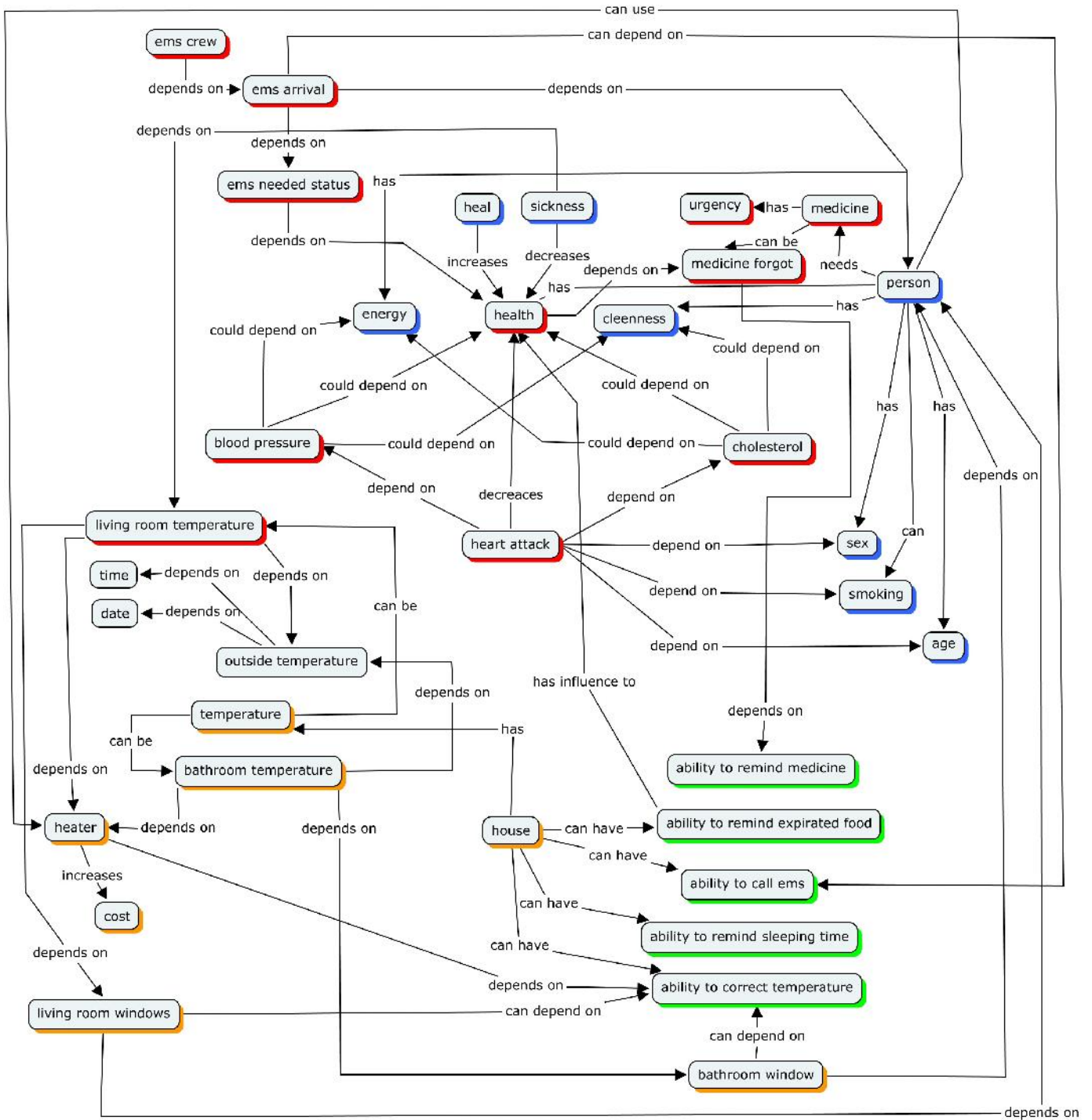
V simulaci v dom vypadá prostředí se dvěma lidmi tak, že pokud nejsou v práci, nebo nespí, pak tráví volný čas u počítače, televize, nebo tou v knihovně knížku, kde je místo pouze pro jednoho tenáče. V případě, že mají volný den, pak mohou jít ven, případně jet autem kamkoliv chtějí. V rámci simulace není velký rozdíl mezi stavem, kdy jsou lidé v práci a stavem, kdy mají volný den a tráví ho mimo dom. Liší se pouze čas, který tak stráví. Ve svém case mají stanoveno, že chodí spát se závislostí na case a svůj vliv na to má i únava člověka. Agenty chodí na toaletu, potebují-li a též se sprchují a ráno využívají koupelnu k čištění zubů. Sprchování zvyšuje teplotu v koupelně, ale zpravidla se poté na chvíli otevře okno, nezapomene-li agent toto provést. Může být zapomenuto otevřít a zavřít toto okno. To má vliv na teplotu v celém domě a následně na větší energii spotřebovanou topením a výsledkem jsou vyšší náklady. Po ránu se v domě tráví celý den a po

snídani, nebo p ed odchodem mají lidé okna zav ít. Zde op t m že nastat situace, že se tak nestane a d m se bude v trat po celou dobu, kdy nebude nikdo doma, což je finan n náro né zejména v zimním období. Je-li ale kdokoliv v dom a teplota je nízká, tak okna zav e. Klesne-li teplota o 3°C pod požadovanou hodnotu, pak se zapo ítá, že okno bylo zapomenuto zav ít. Hodnota je po ítaná v hodinách, kdy bylo okno necht n ponecháno otev ené a po ítání se provádí po 15 minutách. V ur eném ase také lidé chodí do kuchyn jíst a snížit tak zvyšující se parametr hladu. Diagram níže graficky znázor uje situaci.



Obrázek 14 - Stavový diagram pro simulaci agent v dom (AnyLogic - SAI)

Následující grafické znázornění v konceptové mapě naznačuje nejdůležitější asociace a vlastnosti tohoto modelu.



Obrázek 15 - Konceptová mapa modelu (Cmap tools)

10 Shrnutí výsledk

V simulaci byl výhradn nastaven parametr požadované domácí teploty na 21°C a v p ípad nep ítomnosti agent v dom na 18,5°C. Toto se netýká simulací, které jsou založeny na variabilním parametru požadované teploty, u kterých se následné zjiš ují dopady na ostatní parametry modelu, zejména náklady na vytáp ní.

10.1 Testy jednotlivých inteligentních systém – fixed seed

Následující tabulka znázor uje výsledky test jednotlivých systém a referen ního testu bez inteligentních sou ástí prost edí s fixním parametrem pravd podobnosti *seed*.

Sledované veli iny pro každého agenta jsou pr m rné zdraví, po et onemocnění a náklady na vytáp ní. Onemocn ní je definováno ve chvíli, když klesne zdraví agenta o 10%.

jednotlivé systémy 1 test <i>fixed seed</i>	person1	roommate	cena topení
Referen ní test - All OFF			
health - pr m r	93,09856209	91,06909332	6601,143468
po et onemocn ní	242	230	
Intelligent Fridge - ON			
health - pr m r	95,69150904	95,0889291	6458,177603
po et onemocn ní	191	238	
Medicine Reminder - ON			
health - pr m r	95,69303494	95,16248237	6438,12937
po et onemocn ní	234	227	
Smart Heater - ON			
health - pr m r	90,64774309	96,84809075	6390,391013
po et onemocn ní	108	106	
Time To Sleep Reminder - ON			
health - pr m r	93,23275824	94,39949135	6420,221926
po et onemocn ní	236	236	

Tab1(a) – testy systém jednotliv – fixní seed

V simulaci, při použití fixní hodnoty seed, nastaly určité nesrovnalosti, jelikož budoucí rozhodování je závislé na aktuálním stavu. Proto bylo nakonec provedeno 15 testů s náhodným základem pravděpodobnosti a určitý rozdíl je evidentní v porovnání s následující tabulkou, která zejména napравuje nedostatek z první série experimentů, že muž (*person1*) má celkové zdraví horší při použití systému *Smart Heater*, který nemá schopnost působit na agenty negativním vlivem. Při náhodném parametru *seed* se tento fakt eliminoval a z výsledků je lépe patrný kladný vliv na zdraví.

10.2 Testy jednotlivých inteligentních systémů – random seed

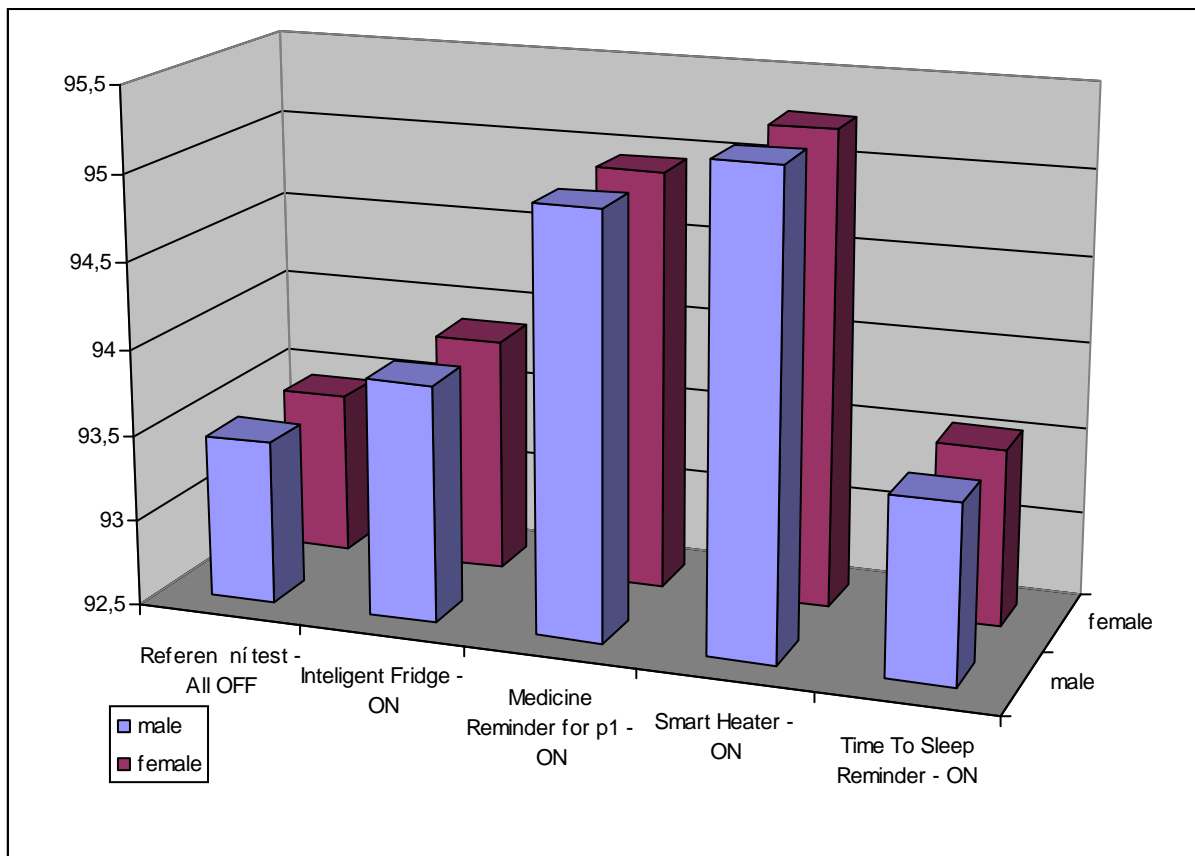
Tabulka níže znázorňuje výsledky testů jednotlivých systémů a referenčního testu bez inteligentních součástí prostředí s náhodným parametrem pravděpodobnosti *seed* a průměrnými hodnotami z 15 opakování experimentu.

jednotlivé systémy 15 test <i>random seed</i>	person1	roommate	cena topení
Referenční test - All OFF			
health - průměr	92,82941161	93,45064961	6580,633298
počet onemocnění	232,4666667	227,9333333	
Intelligent Fridge - ON			
health - průměr	93,88070681	93,88070681	6578,204212
počet onemocnění	237,7333333	235,9333333	
Medicine Reminder ON			
health - průměr	95,1544011	94,95334919	6536,181283
počet onemocnění	231,8666667	223,8666667	
Smart Heater - ON			
health - průměr	95,97944007	95,266088	4921,223557
počet onemocnění	103,6	109,8	
Time To Sleep Reminder - ON			
health - průměr	92,98501092	93,53909997	6517,420843
počet onemocnění	234,4666667	231,6666667	

Tab1(b) – testy systémů jednotlivých – variabilní seed

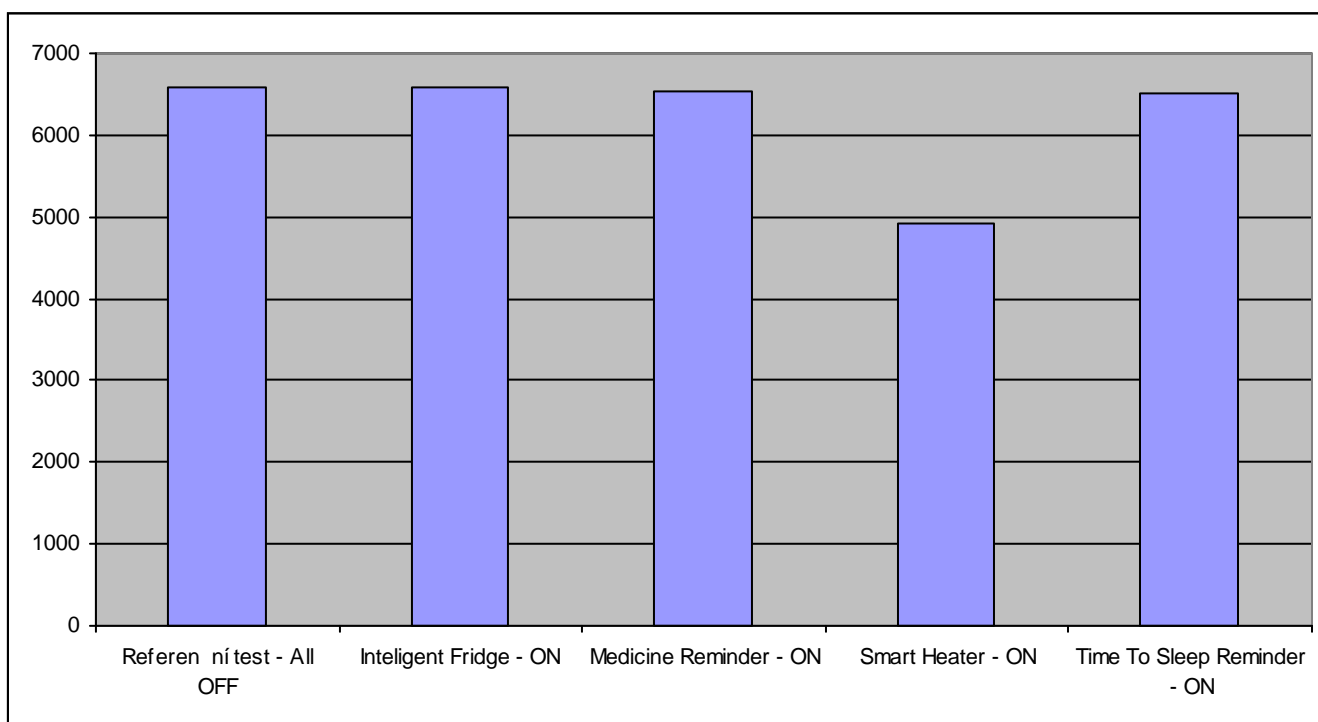
Tyto testy probíhaly k určení dopadu konkrétních inteligentních systémů v prostředí na obyvatele. Všechny testy, které byly provedeny s fixní základní hodnotou

pravd podobnosti *seed*, se tato hodnota rovnala 100. Vždy byl jako první proveden referenční test bez jakékoliv inteligence. Následně byl v inicializačním nastavení povolen jeden inteligentní systém a proběhl experiment. V tabulce jsou uvedeny nejdůležitější výsledné parametry a tím jsou průměrné zdraví každého agenta, počet onemocnění za období 30 let a roční cena za vytápění. Testy byly prováděny s použitím v něm agent 40 let a byl eliminován případný výskyt infarktu, tudíž v tomto typu testu není zahrnut systém HERS, tedy systém pro vyhodnocení kritické zdravotní situace. Detailní výsledky jsou přiloženy v příloze ve složce s testy jednotlivých inteligencí. Následující graf znázorňuje průměrné hodnoty zdraví agentů v experimentech, které se vícekrát opakovaly a které tedy proběhly bez fixní hodnoty *seed*. Je zřejmé, že systémy mají stejný vliv na zdraví jednoho i druhého agenta. Z grafu je patrné, že nejefektivnější inteligentní modul je Smart Heater a nepříliš přesvědčivé výsledky podává systém na připomínání času na spaní, nebo se alespoň jeho funkčnost neprojevuje dostatečným způsobem na parametru zdraví. Důvodem může být fakt, že agenti mají nastavený relativně mírný algoritmus dopadu únavy na zdraví, ale pro podložené hodnoty blízké skutečnosti by bylo třeba mnohem hlubší zkoumání teorie vlivu spánku na zdraví z pohledu uplatnitelném v takovémto typu modelu, nebo model přímo upravit pro potřeby pouze této problematiky.



Obrázek 16 – graf jednotlivých systémů – random seed

Další graf pouze zobrazuje účinnost systému Smart Heater vzhledem k průměrným nákladům vynaloženým za topení. Data jsou z experimentů provedených s náhodnou hodnotou pravděpodobnosti *seed*. Teplota byla v těchto experimentech nastavena na 21°C, respektive 18,5°C v případě nepřítomnosti agentů v domě. V případě Smart Heater platí výše uvedená definice, že běžná teplota se rovná 21°C a v nepřítomnosti agentů v domě není topení aktivní do doby, než se jakýkoliv agent vydá za 90 minut směrem domů.



Obrázek 17 – graf nákladů na topení – random seed

10.3 Testy inteligentních systémů jako celek – random seed

Následující série testů byla zaměřena na všechny systémy nainstalované v domě najednou. I zde jedno nastavení reprezentuje referenční hodnoty bez jakékoliv inteligence prostředí. Bylo provedeno 10 testů pro každé nastavení, nebyla nastavena fixní hodnota pravděpodobnosti *seed* a každý test trval v době simulace 10 let. Na výsledcích v tomto experimentu založeném na teorii tohoto modelu se potvrzuje pozitivní význam moderních technologií ve formě ambientní inteligence na lidský život. Na jeho kvalitě se to projevuje zejména výrazným snížením počtu onemocnění. Podrobné informace se nachází v tabulce níže.

<u>systemy celkov</u>			pr m r		
10 opakování	person1	roommate	cena topení	zapomenuta okna	pozdní as spát
<u>bez systém</u>					
pr m r					
health	94,82	96,07	6516,74	1371,5	1078
po et onemocn ní	74	60			
vaznost onemocn ní	74,09	73,77			
po et zapomenutých lék	47	65			
zkažené jídlo	27	34			
<u>se systémy</u>					
pr m r					
health	98,45	98,51	5988,21	51,3	8
po et onemocn ní	29,5	29,7			
vaznost onemocn ní	78,22	78,86			
po et zapomenutých lék	11,9	14,4			
zkažené jídlo	0	0			

Tab2 – testy systém celkov

Výsledky z tabulky dále vypovídají o lehkém snížení nákladů na vytápění, eliminaci hrozby, že agenti snídí zkažené potraviny, celkově lepším průměrným zdravím o 2% a též průměrná vážnost onemocnění se snížila. Vážnost onemocnění udává následnou hodnotu zdraví po onemocnění. Čím vyšší hodnota, tím lépe. Počet zapomenutých léků se také průměrně snížil na pouhých 20% původní hodnoty.

10.4 Testy systému HERS – random seed

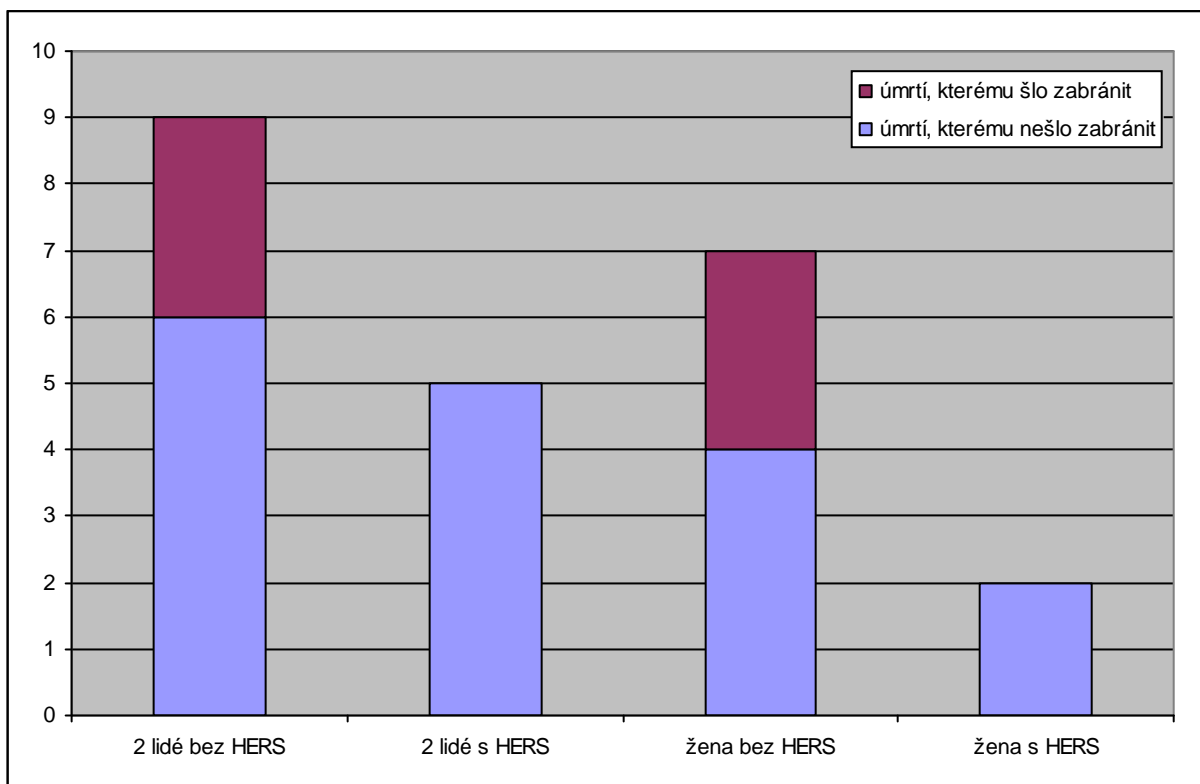
Následující testy systému HERS byly vždy provedeny se statickým nastavením parametrů krevního tlaku, cholesterolu a kouření. Hodnoty byly nastaveny na nejvyšší a nejrizikovější hodnoty z důvodu velkých nároků simulace na rychlost procesoru a v případě nižší pravděpodobnosti infarktu by muselo proběhnout několiknásobně více opakování k dosažení vypovídajících výsledků. V tomto případě mají oba agenti velmi rizikový zdravotní stav a chování a z toho důvodu je výskyt infarktu v testech velmi značný.

V tabulce níže je evidentní, že systém HERS v těchto experimentech dokázal předejít všem situacím, kdy by postiženému agentu nebyla poskytnuta pomoc v případě infarktu bez použití tohoto inteligentního systému. V tabulce níže jsou naznačeny stavy při použití systému, když v prostědí domu žijí dva lidé a ve spodní části je uveden výsledek experimentu za situace, kdy toto prostědí obývá pouze žena. Z výsledků vychází, že

system rozpoznávající kritické zdravotní situace s možností zavolat rychlou záchrannou službu je velmi pínosný a m že zachránit v n kterých p ípadech život.

Simulace s infarkty		
cholesterol = 8 blood pressure = 180 smoking = true		
	2 lidé bez HERS	2 lidé s HERS
opakování	13	13
úmrťí okamžitě	6	5
úmrťí, kterému šlo zabránit	3	0
celkové úmrťí	9	5
po et infarkt	26	27
v k smrti	65,75620244	66,14522831
	žena bez HERS	žena s HERS
opakování	15	15
úmrťí okamžitě	4	2
úmrťí, kterému šlo zabránit	3	0
celkové úmrťí	7	2
po et infarkt	8	5
v k smrti	65,67922374	63,21558219

Tab3 – testy systém HERS s infarkty



Obrázek 18 – graf úmrťí se systémem HERS

10.5 Testy změny teplot v přítomnosti agent

V modelu byl testován případ, kdy byly agenty v prostředí domu v odlišné teplotě. Interval hodnot je od 17°C do 23°C. Následně byl sledován vliv teploty na průměrné zdraví, počet onemocnění a náklady na vytápění. Tabulka dokládá výsledky, které vycházejí z experimentu trvajícího 10 let vase simulace.

10 let	health		počet onemocnění		cena topení za rok
	p1	r	p1	r	
17	61,25768	58,69439	1196	1335	4470,359013
18	63,37672	62,75432	994	920	5351,614521
19	69,707	68,69802	674	674	6388,555482
20	81,95586	80,07725	362	387	6605,55999
21	95,05974	95,69927	86	78	6855,052408
22	92,9341	96,6817	56	64	7047,474618
23	96,66438	95,32449	64	64	7245,831515

Tab4 – testy systému HERS s infarkty

Výše uvedené hodnoty v tabulce znázorňují poměrně velký vliv požadované teploty na náklady spojené s vytápěním a je velmi patrné, že model je založen na teorii velmi silné závislosti zdraví na teplotě, ve které se agenty pohybují. Dalo by se též uvažovat o snížení této závislosti po vzoru nějaké studie na toto téma.

11 Závěry a doporučení

Výsledné hodnoty experimentů jsou dle teorie použité v modelu vypovídající o kladném vlivu ambientní inteligence na život lidí v prostředí domu. Každý jednotlivý systém přináší jiným způsobem užitek a jako celek může být významnou podporou života. Zejména pak systém, v této simulaci nazvaný HERS, pro povolání první pomoci významně snižuje mortalitu v případě srdečního infarktu. Ve skutečném nasazení by takovýto systém mohl zejména reagovat na mnohem širší spektrum případů.

Zajímavým směrem zkoumání by též mohla být optimalizace systému chytrého vytápění pro rozmanitý život obyvatel, za účelem maximalizace komfortu a minimalizace nákladů.

Důležitou doporučením modelování inteligentních systémů v prostředí je dostatečné a včasné určení abstrakce a cíle, které budou testovány, aby následné experimenty byly dostatečně efektivní, modelování probíhalo v rozumném časovém rozsahu a dostalo se požadovaných výsledků a informací. Ve složitějších simulacích, nebo v simulacích, kde je třeba velmi velký počet opakování je nutné brát v úvahu časovou náročnost experimentů vzhledem k počítačům, na kterých je simulace prováděna. Pro představu, experimenty zveřejněné v této práci prováděl procesor AMD Athlon64 3500+ přes 110 hodin. Pro všechny experimenty, i s prvotním testováním, se čas zhruba zdvojnásobil. Proto muselo být při testech systému HERS předistoupeno k velmi rizikovému životu agentů, protože v opačném případě by se při průměrném riziku čas na experimenty tohoto systému zhruba zpět násobil.

Tato diplomová práce se zabývala ambientní inteligencí a její simulací zejména ve vnitřních prostorech budov, což není jediné využití systémů ambientní inteligence a jiný zajímavý směr je trend Smart Cities, tedy využití moderní technologie pro usnadnění, zlepšení, nebo také pro zefektivnění a zabezpečení života ve městech. Prozatím není tento druh systému příliš rozšířen a je spojen se značnými náklady, ale pro vývojářské společnosti a pro další výzkum je vhodné vynaložit kapacitu i pro tento druh technologií. I v této problematice bude velmi efektivní vytvoření modelu, provedení simulací a vyhodnocení prospěchu, který by systém v oblasti nasazení mohl přinést. Dalším aspektem může být, že takovýto model může velmi dobře posloužit jako marketingový nástroj.

Tématika ambientní inteligence je zajímavým oborem zkoumání a postupné rozšiřování se dává očekávat, ale probíhá rychle je v této době více rozšířená automatizace určitých entit a celkově v prostředí a jejich případně vzdálené ovládání. V takovém případě se nejedná o systém ambientní inteligence, ale zároveň je toto řešení mnohem dostupnější a stále sofistikovanější, než v minulosti. Doporučením pro plánované stavby a rekonstrukce je minimálně dostatečná informovanost o existenci takovýchto systémů.

12 Seznam použitých zkratk

AAL	Ambient assisted living
AI	Ambient Intelligence
AMI	Akutní infarkt myokardu
ASR	Automatic speech recognition
MHI	Mori3n History Image
MOTP	Multiple Object Tracking Precision
MOTA	Multiple Object Tracking Accuracy
HERS	Health Emergency Recognition System
IPTS	Institute for Prospective Technological Studies

13 Seznam obrázek :

Obrázek 1 - Světový vývoj populace

Obrázek 2 – Data přesnosti vzdálenosti a úhlu snímá

Obrázek 3 - Nejlepší výkonnosti systémů na konferencích CLEAR roku 2006 a 2007 založených na testech MOTA.

Obrázek 4 – Testy jednotlivých systémů v programu CLEAR

Obrázek 5 – Přístupy v programu AnyLogic

Obrázek 6 – Riziko vzniku kardiovaskulární příhody jednotlivce

Obrázek 7 - 3D prostorový model

Obrázek 8 - 2D prostorový s parametry

Obrázek 9 - Graf celoroční venkovní teploty v Hradci Králové

Obrázek 10 – Rovnice funkce znázorňující kolísání venkovní teploty během dne

Obrázek 11 - Graf teploty znázorňující kolísání venkovní teploty během dne

Obrázek 12 - Inicializační nastavení simulace

Obrázek 13 – Stavový diagram pro simulace agentů mimo dom

Obrázek 14 - Stavový diagram pro simulaci agentů v dom

Obrázek 15 - Konceptová mapa modelu

Obrázek 16 – graf jednotlivých systémů – random seed

Obrázek 17 – graf nákladů na topení – random seed

Obrázek 18 – graf úmrtí se systémem HERS

14 Seznam tabulek:

Tab1(a) – testy systém jednotliv – fixní seed

Tab1(b) – testy systém jednotliv – variabilní seed

Tab2 – testy systém celkov

Tab3 – testy systém HERS s infarkty

15 Seznam použité literatury

- [1] NAKASHIMA, Hideyuki, Hamid K AGHAJAN a Juan Carlos AUGUSTO. Handbook of ambient intelligence and smart environments. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.
- [2] KRAVARI, Kalliopi a Nick BASSILIADES. JOURNAL OF ARTIFICIAL SOCIETIES AND SOCIAL SIMULATION 18 (1) 11. A Survey of Agent Platforms [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/1/11.html> [online]. [cit. 2015-04-13].
- [3] MIKULECKÝ, Peter. AMBIENTNÍ INTELIGENCE – PRO A KAM? [online]. Hradec Králové, 2012 [cit. 2014-01-13]. Dostupné z: http://fim.uhk.cz/inkov/doc/SM_Mikulecky_09_05_2012.pdf. Studijní materiál ke kurzu Teoretické aspekty umělé inteligence. Univerzita Hradec Králové.
- [4] AARTS, E.H.L, R. HARWING a M. SCHUURMANS. Ambient Intelligence: In: P. Denning, The Invisible Future, McGraw Hill, New York. 2001, s. 235-250.
- [5] Mikulecký, Peter. Jedna z cest ke kompletní podpoře lidských aktivit. In: Sborník příspěvků z letní školy “Mezioborové přístupy informatiky a kognitivní vědy”. Hradec Králové: Gaudeamus, 2011, s. 48-57. ISBN 978-80-7435-137-2
- [6] WEISER, M. The Computer for the Twenty-First Century: In: Scientific american. 1991, . 265/3, s. 94-104.

- [7] DE RUYTER, B., E. Aarts, Experience Research: a Methodology for Developing Human-centred Interfaces. In: Handbook of ambient intelligence and smart environments. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.
- [8] DUCATEL, K., M BOGDANOWICZ, F. SCAPOLO, J. LEIJTEN a J-C BURGELMAN. ISTAG: scenarios for ambient intelligence in 2010. February 2001. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001. ISBN 92-894-0735-2.
- [9] DENNIS, P., R METCALFE. Beyond calculation: The next fifty years of computing. Springer-Verlag, 1997. ISBN 978-0-387-98588-6.
- [10] VERHAEGH, W., E AARTS a J. KORST. Algorithms in ambient intelligence. Boston: Kluwer Academic, c2004, xviii, 341 p. ISBN 14-020-1757-X.
- [11] KLEINBERGER, T., M. BECKER, E. RAS, A HOLZINGER a P MÜLLER. Ambient Intelligence in Assisted Living: Enable Elderly People to Handle Future Interfaces. 2007, s. 103-112. In: STEPHANIDIS, Constantine. Universal access in human-computer interaction: Ambient Interaction. Part 2. New York: Springer, c2007, 103–112. ISBN 97835407328223.
- [12] Mastrogiovanni, F., A Sgorbissa, R Yaccaria, From Autonomous Robots to Artificial Ecosystems In: Handbook of ambient intelligence and smart environments. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.
- [13] FRIGG, R., S. HARTMANN. Models in Science [online]. 2006 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://stanford.library.usyd.edu.au/archives/spr2009/entries/models-science/>
- [14] Kushwaha, M., O. Songhwai, I. Amundson, X. Koutsoukos, A. Ledeczi. Tracking in Urban Environments Using Sensor Networks Based on Audio-Video Fusion, In: Handbook of ambient intelligence and smart environments. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.

- [15] 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. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.
- [16] GANERIWAL, Saurabh, Ram KUMAR a Mani B. SRIVASTAVA. Timing-sync protocol for sensor networks. Proceedings of the first international conference on Embedded networked sensor systems - SenSys '03. New York, New York, USA: ACM Press, 2003, s. 138-. DOI: 10.1145/958491.958508. Dostupné z: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=958491.958508>
- [17] MARoTI, Miklos, Branislav KUSY, Gyula SIMON a Akos LEDECZI. The flooding time synchronization protocol. Proceedings of the 2nd international conference on Embedded networked sensor systems - SenSys '04. New York, New York, USA: ACM Press, 2004, s. 39-. DOI: 10.1145/1031495.1031501. Dostupné z: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1031495.1031501>
- [18] SALLAI, János, Branislav KUSÝ, Ákos LÉDECZI a Prabal DUTTA. On the Scalability of Routing Integrated Time Synchronization. s. 115. DOI: 10.1007/11669463_11. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/11669463_11
- [19] ELSON, Jeremy, Lewis GIROD a Deborah ESTRIN. Fine-grained network time synchronization using reference broadcasts. ACM SIGOPS Operating Systems Review. 2002-12-31, vol. 36, SI, s. 147-. DOI: 10.1145/844128.844143. Dostupné z: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=844128.844143>
- [20] BERNARDIN, K., R. STIEFELHAGEN. Evaluating Multiple Object Tracking Performance: The CLEAR MOT Metrics. EURASIP Journal on Image and Video Processing. 2008, vol. 2008, s. 1-10. DOI: 10.1155/2008/246309. Dostupné z: <http://jivp.eurasipjournals.com/content/2008/1/246309>

- [21] NICKEL, Kai, Tobias GEHRIG, Hazim K. EKENEL, John MCDONOUGH a Rainer STIEFELHAGEN. An Audio-Visual Particle Filter for Speaker Tracking on the CLEAR'06 Evaluation Dataset. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, s. 69. DOI: 10.1007/978-3-540-69568-4_4. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-69568-4_4
- [22] LANZ, O. Approximate Bayesian multibody tracking. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2006, s. 1436-1449. ISSN 0162-8828. DOI: 10.1109/TPAMI.2006.177. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1661546>
- [23] ABAD, Alberto, Cristian CANTON-FERRER, Carlos SEGURA, José Luis LANDABASO, Dušan MACHO, Josep Ramon CASAS, Javier HERNANDO, Montse PARDÀS a Climent NADEU. UPC Audio, Video and Multimodal Person Tracking Systems in the Clear Evaluation Campaign. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, s. 93. DOI: 10.1007/978-3-540-69568-4_6. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-69568-4_6
- [24] BERNARDIN, Keni, Tobias GEHRIG a Rainer STIEFELHAGEN. Multi-level Particle Filter Fusion of Features and Cues for Audio-Visual Person Tracking. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 70. DOI: 10.1007/978-3-540-68585-2_5. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68585-2_5
- [25] LANZ, Oswald, Paul CHIPPENDALE a Roberto BRUNELLI. An Appearance-Based Particle Filter for Visual Tracking in Smart Rooms. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 57. DOI: 10.1007/978-3-540-68585-2_4. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68585-2_4
- [26] CANTON-FERRER, C., J. SALVADOR, J. R. CASAS a M. PARDÀS. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg:

Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 91. DOI: 10.1007/978-3-540-68585-2_7.
Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68585-2_7

- [27] 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*. 2007-6-8, vol. 1, issue 2, s. 163-178. DOI: 10.1007/s11760-007-0018-3. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11760-007-0018-3>
- [28] TYAGI, Ambrish, Gerasimos POTAMIANOS, James DAVIS a Stephen CHU. Fusion of Multiple Camera Views for Kernel-Based 3D Tracking. 2007 IEEE Workshop on Motion and Video Computing (WMVC'07). IEEE, 2007, s. 1-1. DOI: 10.1109/WMVC.2007.15. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4118797>
- [29] KATSARAKIS, Nikos, Fotios TALANTZIS, Aristodemos PNEVMATIKAKIS a Lazaros POLYMENAKOS. The AIT 3D Audio / Visual Person Tracker for CLEAR 2007. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 35. DOI: 10.1007/978-3-540-68585-2_2. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68585-2_2
- [30] NICKEL, Kai, Tobias GEHRIG, Hazim K. EKENEL, John MCDONOUGH a Rainer STIEFELHAGEN. An Audio-Visual Particle Filter for Speaker Tracking on the CLEAR'06 Evaluation Dataset. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, s. 69. DOI: 10.1007/978-3-540-69568-4_4. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-69568-4_4
- [31] STIEFELHAGEN, Rainer, Keni BERNARDIN, Rachel BOWERS, John GAROFOLO, Djamel MOSTEFA a Padmanabhan SOUNDARARAJAN. The CLEAR 2006 Evaluation. *Multimodal Technologies for Perception of Humans*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, s. 1. DOI: 10.1007/978-3-540-69568-4_1. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-69568-4_1

- [32] STIEFELHAGEN, Rainer, Keni BERNARDIN, Rachel BOWERS, R. Travis ROSE, Martial MICHEL a John GAROFOLO. The CLEAR 2007 Evaluation. Multimodal Technologies for Perception of Humans. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 3. DOI: 10.1007/978-3-540-68585-2_1. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68585-2_1
- [33] S. Keegan, G.M.P. O'Hare, M.J. O'Grady, Easishop. Ambient intelligence assists everyday shopping, Information Sciences, Volume 178, Issue 3, 1 February 2008, s. 588-611, ISSN 0020-0255, Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2007.08.027>
- [34] VOIT, Michael a Rainer STIEFELHAGEN. Tracking head pose and focus of attention with multiple far-field cameras. Proceedings of the 8th international conference on Multimodal interfaces - ICMI '06. New York, New York, USA: ACM Press, 2006, s. 281-. DOI: 10.1145/1180995.1181050. Dostupné z: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1180995.1181050>
- [35] CANTON-FERRER, Cristian, Carlos SEGURA, Josep R CASAS, Montse PARDÀS a Javier HERNANDO. Audiovisual Head Orientation Estimation with Particle Filtering in Multisensor Scenarios. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. 2008, vol. 2008, issue 1, s. 276846-. DOI: 10.1155/2008/276846. Dostupné z: <http://asp.erasipjournals.com/content/2008/1/276846>
- [36] CHIPPENDALE, Paul a Oswald LANZ. Optimised Meeting Recording and Annotation Using Real-Time Video Analysis. Machine Learning for Multimodal Interaction. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, s. 50. DOI: 10.1007/978-3-540-85853-9_5. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-85853-9_5
- [37] FORD, M.E. a M.S. TISAK. A further search for social intelligence. Journal of educational psychology. Washington, etc.: American Psychological Association, 1983, . 75, s. 196-206.

- [38] ALLPORT, G., P. VERNON. *Studies in expressive movement*. Macmillan, New York: Cambridge University Press, 1933.
- [39] EŠKA, Richard. *Interna*. 1. vyd. Praha: Triton, 2010, xix, 855 s. ISBN 978-807-3874-230.
- [40] MURÁ, Miroslav. PORUCHY SPÁNKU. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2001, ro. 2001, . 3, s. 6, 31.7.2003 [cit. 2014-01-14]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2001/03/02.pdf>
- [41] 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, vol. 6, s. 1097-1101. DOI: 10.5114/aoms.2013.39226. Dostupné z: <http://www.termedia.pl/doi/10.5114/aoms.2013.39226>
- [42] Guesgen H., S. Marsland. *Spatio-Temporal Reasoning and Context Awareness*, In: *Handbook of ambient intelligence and smart environments*. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.
- [43] KIM, Minkoo, We Duke CHO, Jaeho LEE, Rae Woong PARK, Hamid MUKHTAR a Ki-Hyung KIM. Ubiquitous Korea Project. In: *Handbook of ambient intelligence and smart environments*. New York: Springer, c2010, xxviii, 1293 p. ISBN 0387938087.
- [44] ANYLOGIC. *P ehled vlastností programu Anylogic* [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.anylogic.com/features>
- [45] ŠTEJFA, Miloš. *Kardiologie*. Praha: Grada publishing, 1998, 492 s. ISBN 80-716-9448-7.

- [46] Heart Disease Facts. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Centers for Disease Control and Prevention [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.cdc.gov/heartdisease/facts.htm>
- [47] Tabulky rizika podle projektu SCORE. Nada ní fond nad je pro Vaše srdce [online]. [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.vasesrdce.cz/kalkulator-rizika-infarktu/score>
- [48] Pr b h pr m rné m sí ní, pr m rné m sí ní maximální a minimální teploty vzduchu ve srovnání s dlouhodobým m sí ním pr m rem 1961-1990. eský hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/mesicni_data/images_mdata/Teploty_H3HRAD01_2014.png

16 Přílohy

Jedno CD obsahuje:

- model ambientní inteligence
- vyhodnocení v jednotlivých souborech
- výběr obrázků



UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ

Fakulta informatiky a managementu

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

Zadání diplomové práce

Jméno a příjmení studenta:

Daniel Sacký

Obor studia

Informační management

Jméno a příjmení vedoucího práce:

Ing. Karel Mls, Ph.D.

Název práce:

Simulovaná ambient intelligence

Název práce v AJ:

Simulation of ambient intelligence

Podtitul práce:

Ambient assisted Living

Podtitul práce v AJ:

Ambient assisted Living

Cíl práce:

Simulace ambientního prostředí a kooperace s člověkem. Analýza důsledků jeho vlastností na život a jeho usnadnění. Analýza hrozeb, které s touto problematikou přicházejí.

1. Úvod
2. Popis prostředí a systémů
3. Vývoj
4. Analýza rizik
5. Simulace a vyhodnocení
6. Shrnutí výsledků
7. Závěry a doporučení
8. Literární zdroje

Projednáno dne: 11.12.2013

Podpis studenta

Podpis vedoucího práce