

Avtor:
dr. Konrad Steblovnik

Model večagentne dinamične strukture kot zasnova razumnega hišnega pomočnika

Povzetek doktorske disertacije

Maja 2007 sem z uspešnim zagovorom doktorske disertacije zaključil dve in pol leti trajajoče raziskovalno delo v okviru doktorskega študija na FERi, Univerze v Mariboru pod mentorstvom prof. dr. Damjana Zazule. Doktoriral sem z disertacijo "Model večagentne dinamične strukture kot zasnova razumnega hišnega pomočnika". V njej sem predstavil koncept razumne (inteligentne) naprave, ki zna razmišljati, se učiti, prilagoditi se uporabniku in opravljati ciljno usmerjena dejanja oziroma opravila. S tem sem postavil zasnovo hišnih naprav, še posebej pa naprav s področje bele tehnike, na novih temeljih, ki se bistveno razlikujejo od zasnove današnjih aparatov. To so danes pravzaprav sekvenčni avtomati, ki znajo opravljati v naprej določena opravila. Ta opravila lahko v najboljšem možnem primeru posodobimo tako, da v napravo na nek način vgradimo novi program za krmiljenje in upravljanje. S pomočjo novih konceptov iz disertacije pa načrtujemo naprave, ki se bodo s pomočjo vgrajenih mehanizmov sklepanja, učenja in planiranja znale same dinamično posodabljati in poiskati nova znanja ali pa posodobiti svoje znanje iz centralnih oziroma skupnih baz znanja.

1. Uvod

V sodobnem bivalnem okolju nas običajno obdaja vrsta naprav in gospodinjskih strojev, ki nam v pogojih sodobnega, hitrega načina življenja lajšajo ali kar namesto nas opravljajo nekatera hišna opravila. Naštejmo samo nekaj opravil, pri katerih nam takšne naprave pomagajo: priprava hrane, pranje in sušenje perila, shranjevanje in zamrzovanje živil in podobno. Za vsa ta opravila lahko najdemo v naših domovih različne vrste sodobnih naprav, neke vrste hišnih pomočnikov. To so seveda gospodinjski stroji, ki smo jim proizvajalci dodali visokotehnološke komponente, tako da predvsem s pospešenim uvajanjem elektronskega upravljanja v zadnjih letih pomembno razširjajo njihove sposobnosti in možnosti uporabe. Na enak način lahko obravnavamo še druge naprave v hiši. Gospodinjski stroji in druge hišne priprave postajajo v zadnjih letih vse bolj elektronske naprave, predvsem z uvajanjem vgrajenih tehnologij; v takšnih razmerah lahko pričakujemo njihov hiter razvoj tudi v bližnji in daljni prihodnosti. Pojav medmrežja (interneta) in mobilnih telefonov nas čedalje bolj navaja, da živimo povezano tako s svojim delovnim kot seveda tudi z domačim okoljem. Povezani dom, povezane naprave in povezani podsistemi vse bolj uresničujejo tudi idejo o povezljivih in povezanih gospodinjskih strojih.

Dejansko pa ta ideja ni nova. Po nekaterih virih lahko za rojstvo vizije, ki je usmerila razvoj domačega okolja v povezovanje opreme in združevanje ter sistematično uporabo storitev, štejemo sredino osemdesetih let prejšnjega stoletja (ali pa kar leto 1985). Takrat se je prvič pojavila naprava, ki jo danes lahko imenujemo hišni strežnik in združuje ter povezuje povezljive hišne naprave ali podsisteme preko hišnega komunikacijskega omrežnega sistema. Pojavili so se tudi izrazi, kot so hišna avtomatizacija, inteligentni dom in pametna hiša ter kasneje tudi internetna hiša in internetne naprave. Dogajanje je spodbudilo hiter razvoj hišnih komunikacijskih vodil z uporabo različnih fizičnih medijev (parica, napajalno omrežje, koaksialni kabel, optični kabel). V Severni Ameriki so se pojavili naslednji standardi za hišna omrežja: X-10, CEBus in LonTalk, v Evropi pa SmartHouse, Batibus, EHS in EIBus, iz katerih se je kasneje razvil vseevropski konvergentni standard Konex. Japonski odgovor na nove standarde za hišna omrežja je HBS (Home Bus System). Danes je po svetu najbolj razširjen in popularen standard LonWorks, ki ga je razvil ameriško podjetje Echelon. Vsi naštetih standardi so še vedno veljavni in v uporabi. Poleg standardov s področja fizičnih vmesnikov so se vzporedno,

Povezani dom, povezane naprave in povezani podsistemi vse bolj uresničujejo tudi idejo o povezljivih in povezanih gospodinjskih strojih

Eden izmed pomembnih standardov, ki določa lastnosti in interoperabilnost gospodinjskih strojev, je CECED CHAIN

Proizvajalci pričakujemo, da se bo v prihodnosti trg naprav, ki bodo omogočile povezovanje gospodinjskih strojev v omrežja, povečeval

Predvidevamo, da bodo inteligentni dom ter inteligentne in povezljive naprave v beli tehniki postale vse bolj atraktivne za trg, čeprav dejanskega tržnega preboja v tem trenutku še ne dosegajo

Vse pomembnejši postaja uporabniku prijazen vmesnik za upravljanje, ki zna preprosto predstaviti in upravljati nove funkcionalnosti aparatov

a nekoliko kasneje, pričeli pojavljati standardi, ki določajo lastnosti pametne hiše, hišne avtomatizacije, hišnih strežnikov, skratka lastnosti in funkcionalnosti sistema inteligentnega doma. Eden izmed pomembnih standardov, ki določa lastnosti in interoperabilnost gospodinjskih strojev, je CECED CHAIN. Pri njegovem nastajanju in uvajanju sodelujemo vsi največji in najpomembnejši evropski proizvajalci bele tehnike, ki se povezujemo v združenje CECED. CECED je pričel oblikovati standard CHAIN že leta 1998 in danes je izdana prva verzija tega standarda: AIS V1.0. Prve uporabne aplikacije na trgu že srečamo. Ameriški standard s podobnimi cilji, namreč za povezovanje gospodinjskih strojev, je AHAM.

2. Vizija inteligentnega doma in njegove dinamične zgradbe

Najpomembnejši svetovni proizvajalci bele tehnike se danes ukvarjamo s tehnologijami, ki bodo omogočile povezovanje gospodinjskih strojev v omrežja, kjer jih bodo uporabniki lahko uporabljali s pomočjo dlančnikov, mobilnih telefonov, spletnih storitev in drugih pristopov tudi na daljavo. Proizvajalci pričakujemo, da se bo v prihodnosti trg takšnih naprav povečeval, še posebej z dodajanjem lastnosti, ki večajo njihovo samodejnost, samostojnost in uporabnost in jih zaradi tega včasih imenujemo tudi razumni (inteligentni) stroji ali naprave. Pomembna lastnost takšnih strojev je, da jih lahko dosegamo in upravljamo na daljavo. S pomočjo hišnega strežnika bomo lahko posredovali različne informacije do aparatov in nazaj. Na ta način bomo lahko povzemali in pregledovali koristne informacije na različnih terminalnih napravah v hiši. Hišne naprave bomo tako lahko uporabljali na najboljši možen način kadarkoli in kjerkoli. Z vesplošno povezanostjo po medmrežju bodo postali hišni strežniki in gospodinjski stroji terminali globalnega omrežja in dostopni za različne globalne storitve, ki pa jih moramo še razviti.

Gospodinjski stroji postajajo tudi vse pametnejši. Vprašanje je samo, ali jih bodo uporabniki sprejeli in vključili v svoj dom. Verjetno je, da pametni aparati ne bodo nikoli v celoti nadomestili običajnih, vendar pa si jih bomo postopno lahko privoščili v vse večji meri. Predvidevamo, da bodo inteligentni dom ter inteligentne ali pametne oziroma razumne in povezljive naprave v beli tehniki postale vse bolj atraktivne za trg, čeprav dejanskega tržnega preboja v tem trenutku še ne dosegajo. Tehnološki napredek omogoča vse večje stopnje integracije polprevodniške tehnologije in vgrajenih sistemov, razvoj okoljske inteligence, povsod prisotnih računalnikov, novih računalniških tehnologij, kot so agentni sistemi in splet.

Razvijajo se nove vrste naprav in okolja, s tem pa se pojavljajo nove vrste uporabnikov, ki bodo lahko v prihodnosti uporabljali inteligentne naprave na najbolj naraven način. Del tega okolja bodo tudi naprave s področja bele tehnike, torej tudi veliki gospodinjski stroji. Uporabniki morajo z novimi napravami pridobiti kvalitetnejše usluge in hkrati preprostejši in prijaznejši način upravljanja z njimi. Vse pomembnejši postaja uporabniku prijazen vmesnik za upravljanje, ki zna preprosto predstaviti in upravljati nove funkcionalnosti aparatov. Vmesniki bodo grafični in govorni, a bistveno bolj izpopolnjeni od današnjih, predvsem pa bo komunikacija med človekom in strojem potekala na čimbolj naraven način v naravnem jeziku. Komunikacija z uporabnikom naj ne bi več potekala s klasičnimi vhodno-izhodnimi napravami, ampak bi se naj osredotočila na govorno in slikovno povezavo in interpretacijo.

Računalniške in programske rešitve, ki temeljijo na danes najbolj uporabljenih objektno orientiranih tehnologijah, bi zelo težko zaobjele vse zahteve, ki smo jih našli v zvezi s prihodnjimi inteligentnimi napravami in storitvami. Potrebujemo pomoč ciljno usmerjenih komponent, ki znajo same rešiti zastavljene naloge po najustreznejših poteh in postopkih. Tako se obnašajo, recimo, agentni sistemi in tehnologije spadajo na

področje, ki bo po nekaterih virih pomembno vplivalo na razvoj naslednjih računalniških generacij in, menimo, tudi na njihovo načrtovanje. Naprave bele tehnike postajajo s pomočjo elektronskih sklopov, ki so zasnovani z novimi visokointegriranimi polprevodniškimi tehnologijami in vgrajenimi zmogljivimi mikrokrmilniki, vse bolj učinkovite. Takšna strojna oprema pomeni temelj za uvedbo programskih rešitev, ki zahtevajo visoko stopnjo zmogljivosti. V aparate bele tehnike že vgrajujejo upravljalno-krmilne enote, ki izkoriščajo 32-bitno arhitekturo RISC, in to z zmogljivo in aplikaciji primerno periferijo. Tako bomo lahko razvili naprave, ki se bodo obnašale razumno, medsebojno pa jih bomo povezali v inteligentne sisteme povezanih hišnih aparatov. Raziskava temelji na uporabi agentnih tehnologij in razumnih agentov in BDI-arhitekture (BDI – Belief, Desire, Intention) na področju bele tehnike za modeliranje gospodinjskih strojev kot razumnih hišnih pomočnikov. BDI-arhitektura temelji na človeških miselnih vzorcih, ki uporabljajo prepričanja, želje in namene kot osnovo za usmerjeno delovanje in doseganje zadanih ciljev. Postavili smo tezo, da "omogoča večagentna struktura, ki je zasnovana iz agentov na osnovi BDI-arhitekture, izvedbo inteligentnega doma, kjer se znajo razumni pomočniki – agenti sami odločati za nove delne cilje, planirajo in se učijo novih postopkov na področju, za katerega so načrtovani". Postavljeno tezo smo podrobneje razširili v sedem hipotez, ki jih tu ne navajamo. V disertaciji smo postavljeno tezo kot sintezo vseh hipotez tudi potrdili. Inteligentni dom, inteligentne hišne naprave in globalno dosegljive naprave pomenijo velik izziv za raziskave na področju računalniških znanosti. Ustrezne rešitve ponujajo, recimo, računalništvo z umetno inteligenco in agentnimi sistemi. Zanima nas predvsem, kako jih lahko uporabimo pri razvoju razumnih gospodinjskih strojev in inteligentnega doma.

3. Razširjeni model večagentnega hišnega pomočnika in njegovi primerki različnih vrst

Večina današnjih naprav ima vgrajene upravljalne in krmilne sisteme, ki imajo lastnosti sekvenčnih avtomatov z vnaprej predpisanimi zaporedji za krmiljenje in vzdrževanje delovanja naprave. Največ, kar lahko človek-uporabnik stori je, da izbere najboljši proces oziroma program za opravilo, ki ga naprava ali gospodinjski stroj zna opraviti in ki najbolj ustreza njegovim trenutnim potrebam, zahtevam in željam. Uporabnik lahko poleg tega po svoje izbere zaporedja delnih procesov in tako na nek način programira napravo. Naprava sama se običajno ne zna odločati glede na stanje okolja, v katerega je vgrajena, in glede na želje uporabnika. Človek kot uporabnik te naprave mora sam razmišljati, se odločati in se naučiti napravo uporabljati na najboljši možni način. Človek misli in se nauči uporabljati napravo, naprava dela in opravlja programirana opravila.

Osnovni gradniki inteligentnega doma, ki ga načrtujemo, so naprave in stroji, ki se obnašajo kot razumni hišni pomočniki. Želimo preučiti in izdelati postopke, po katerih naprava v hiši ne bo delovala samo po vnaprej izbranem programu, ampak bo znala tudi sklepati in razmišljati in na ta način sama izbirati najboljše možne odločitve, s katerimi bo služila svojemu namenu na najboljši možni način. Želimo, da se takšna naprava obnaša razumno, to pomeni, da se bo lahko samostojno dobro (razumno) odločala o tem, kako bo izvajala postopke, za katere smo jo načrtovali, seveda v dogovoru z uporabnikom. Obnašala se bo kot agent oziroma večagentni sistem. Gospodinjske stroje modeliramo kot večagentne sisteme, katerih agenti imajo vgrajeno: a) mišljenjsko komponento, b) sposobnost praktičnega razmišljanja, c) lastno prepričanje, želje, cilje in namene, d) sposobnost preudarnega izbiranja in izvajanja najboljših možnih dejanj, e) sposobnost planiranja najboljših možnih postopkov in f) sposobnost učenja in prilagajanja dinamičnemu, nepredvidljivemu in odprtemu okolju ter seveda uporabniku kot delu okolja. Zasnovati želimo inteligentno ali razumno napravo, ki zna razmišljati, se učiti in seveda opravljati oziroma izvajati ciljno usmerjena dejanja.

Človek misli in se nauči uporabljati napravo, naprava dela in opravlja programirana opravila

Zasnovati želimo inteligentno ali razumno napravo, ki zna razmišljati, se učiti in opravljati ciljno usmerjena dejanja

Inteligentna naprava predstavlja osnovni gradnik inteligentnega doma in uporabniku pomaga pri opravljanju hišnih opravil ali jih izvaja namesto njega

Takšna naprava predstavlja osnovni gradnik inteligentnega doma. Uporabniku pomaga pri opravljanju hišnih opravil ali jih izvaja namesto njega. Pri tem zna prepoznati njegove želje, se uči njegovih navad in novih postopkov hišnih opravil. V hiši je lahko večje število takšnih naprav povezanih s hišnim strežnikom, ki nadzoruje njihovo delovanje in skrbi za usklajeno delovanje in uporabo virov v hiši. Hišni strežnik in povezane naprave lahko dosegamo lokalno v hiši s pomočjo terminalne opreme: z monitorjem hišnega strežnika, s hišnim osebnim računalnikom, s televizorjem, z dlančnikom, z mobilnim telefonom itd. Hišni sistem je povezan v globalno omrežje in ga lahko dosegamo tudi na daljavo, na primer preko interneta ali mobilnega telefona. Ukvarjamo se z zasnovo razumnega avtonomnega sistema, ki se zaveda samega sebe in lahko razmišlja o svojih notranjih komponentah in stanjih. Prilagajati se mora okolju in njegovim spremembam, hkrati pa mora s časom izboljševati svoje izvajalne lastnosti. Osnovna komponenta takšnega sistema je avtonomni razumni agent, ki je nameščen v okolje, kjer istočasno bivajo drugi avtonomni razumni agenti. Zaveda se njihove prisotnosti, zna z njimi komunicirati in tudi na ta način izboljšuje svoje izvajalne lastnosti. Ukvarjamo se torej z večagentnim sistemom, zasnovanim na BDI-arhitekturi, v katerem so porazdeljeni tudi prepičanja, plani in delni cilji.

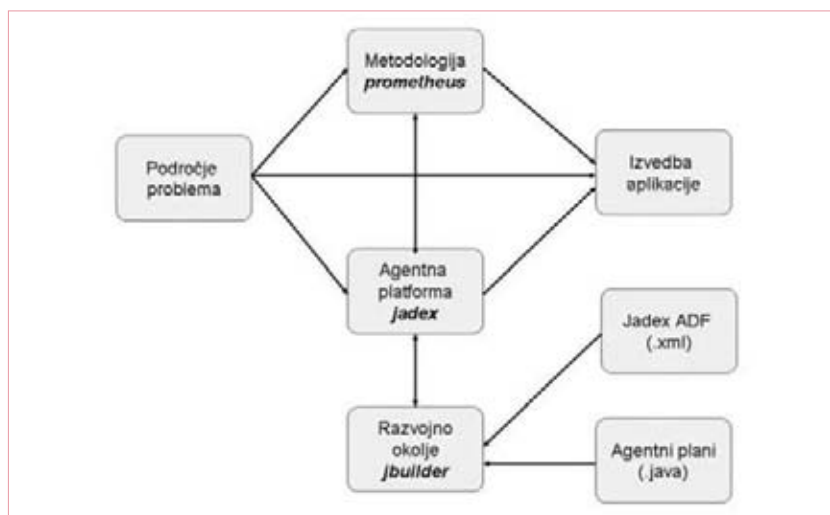
Iz osnovnega modela za večagentnega razumnega hišnega pomočnika izpeljemo razširjeni model večagentnega hišnega pomočnika. Razširjeni model večagentnega hišnega pomočnika temelji na tem, da ga bomo uporabili kot osnovo za različne primerke posebnih agentov kot naprav za opravljanje procesov s področja velikih gospodinjstev, ki so namenjeni za pranje perila, hlajenje, zamrzovanje, kuhanje in podobno. Tem ciljem ustreza tudi njegova notranja zgradba, ki jo sestavljajo:

- nadzorni agent Agent_RHP (razumni hišni pomočnik);
- skupina pomožnih agentov, na primer: Agent_Zapiranje_Prostora (vrata), Agent_Sistema_Nadzora_Temperature, Agent_Motor, Agent_Za_Vlaganje_Vsebine, Agent_GUI (dialog z uporabnikom), Agent_Napake.
- Agent_Za_Pridobivanje_Znanja, ki poveže to skupnost z globalno bazo znanja in omogoči posodabljanje lokalnih baz znanja pri posameznih hišnih pomočnikih.

4. Simulator razumnega hišnega pomočnika

Na podlagi teorije o večagentnih sistemih, modelov iz disertacije smo razvili simulator razumnega hišnega pomočnika oziroma njegov posebni primerek razumnega hišnega pomočnika pranja. Z njegovo pomočjo smo preizkušali modele in zasnove, ki smo jih v okviru disertacije obdelali. Na kratko opišimo načrtovanje in zgradbo in rezultate simulacij, ki smo jih dobili s pomočjo simulatorja večagentnega razumnega pomočnika pranja. Načrtovanje agentnih sistemov je zapleten proces, ki združuje načrtovanje avtonomnih računalniških sistemov na eni strani in distribuiranega sistema samostojnih, a med sabo usklajenih in sodelujočih enot na drugi strani. Načrtovanje takšnih sistemov poteka običajno z usklajeno uporabo agentnih sistemov in metodologij, to je posebnih orodij za njihov razvoj in načrtovanje. Metodologije nas vodijo skozi razvojni proces, predlagajo različne razvojne korake in v vsakem koraku omogočijo, da modeliramo različne objekte, ki sestavljajo aplikacijo. Agentni sistem pa sestavlja izvajalno okolje za agente in večagentni sistem, kjer vnašamo in oblikujemo agente. Odločili smo se za metodologijo prometheus predvsem, ker je ciljno in agentno orientirana, kot je tudi naša ciljna aplikacija. Poleg tega jo lahko uporabimo kot grafično orodje za oblikovanje različnih sestavov ciljnega sistema. Za agentno zasnovano smo uporabili jadex, ki je tudi ciljno orientiran, poleg tega je zgrajen na BDI-agentni arhitekturi in v kombinaciji s hrbeničnim, komunikacijskim sistemom JADE sestavlja večagentno testno in razvojno okolje. Agente pri jadexu programiramo v programskem jeziku Java. Zato smo potrebovali še razvojno okolje za programski jezik Java. Odločili smo se za Borlandov jbuilder.

Slika 1: Uporaba načrtovalskih in razvojnih orodij v večagentnih sistemih



Na sliki 1 narisana shema kaže uporabo načrtovalskih orodij prometheus, jadex in jbuilder. Načrtovalsko metodologijo prometheus in razvojno orodje jadex uporabljamo iterativno. Najprej pripravimo načrt agentnega sistema v prometheusu, ki ga potem programiramo v jadexu. Po potrebi se iz jadexa vračamo nazaj v prometheus in popravimo načrt sistema. V jbuilderju organiziramo projekt celotnega večagentnega sistema, ki je sestavljen iz osnovnih gradnikov, to je agentov. Agente opredelimo v posebni XML-datoteki, ki predstavlja definicijo agenta (JADF – Agent Definition File). Agentni plani pa predstavljajo agentne javine razrede. S pomočjo teh orodij smo razvili simulator večagentnega pomočnika pranja, ki ga predstavljamo v nadaljevanju.

4.1. Izvedba simulatorja večagentnega pomočnika pranja

Simulator večagentnega pomočnika pranja smo razvili na prenosnem računalniku Fujitsu Siemens, ki ima vgrajen procesor Intel Pentium 1,70 GHz in 1GB pomnilnika. Procesor ima 656 MIPS-ov, kar smo izračunali s pomočjo programa testCPU. V tem okolju tudi izvajamo simulator večagentnega pomočnika pranja.

Pri načrtovanju simulatorja večagentnega pomočnika pranja smo kot referenčni model uporabili pralni stroj iz družine PG5. Za cilj smo si postavili, da razvijemo celovit simulator, ki bo vključeval poleg simulacije procesov pranja in dialoga z uporabnikom še simulacijo okolja pralnega stroja v celoti in v skladu z modelom večagentnega pomočnika pranja. Ta simulator temelji na zmožnostih pralnega stroja vrste PG5, vendar jih razširi z dodatnimi sposobnostmi razmišljanja in sklepanja, planiranja in učenja. S simulatorjem večagentnega pomočnika pranja smo preizkušali naslednje novosti:

- uporabo agentne tehnologije in večagentno zgradbo na področju hišnih aparatov,
- postopke enostavnega razpoznavanja vzorcev perila,
- postopke razmišljanja o novih parametrih pranja,
- postopke enostavnega planiranja,
- procese pranja,
- uvajanje novih pravil sklepanja na osnovi regresijskih funkcij, ki smo jih pridobili s posredovanjem podatkov o naboru pranj različnih vhodnih parametrov pri agentu za učenje, ki nam je vrnil rezultate postopka učenja.

Na sliki 2 je prikazan grafični vmesnik VPP (večagentnega pomočnika pranja). Sestavljajo ga uporabniški grafični vmesnik Agent_GUI, preko katerega poteka celoten dialog med uporabnikom in strojem oziroma agentom Agent_RPP (agent razumni pomočnik pranja). S pomočjo tega vmesnika uporabnik poganja: Agent_RPP, postopek vlaganja perila, postopke priprave pranja in pranje. Agent_RPP mu sporoča: vrsto, težo in

Pri načrtovanju simulatorja večagentnega pomočnika pranja smo kot referenčni model uporabili pralni stroj iz družine PG5

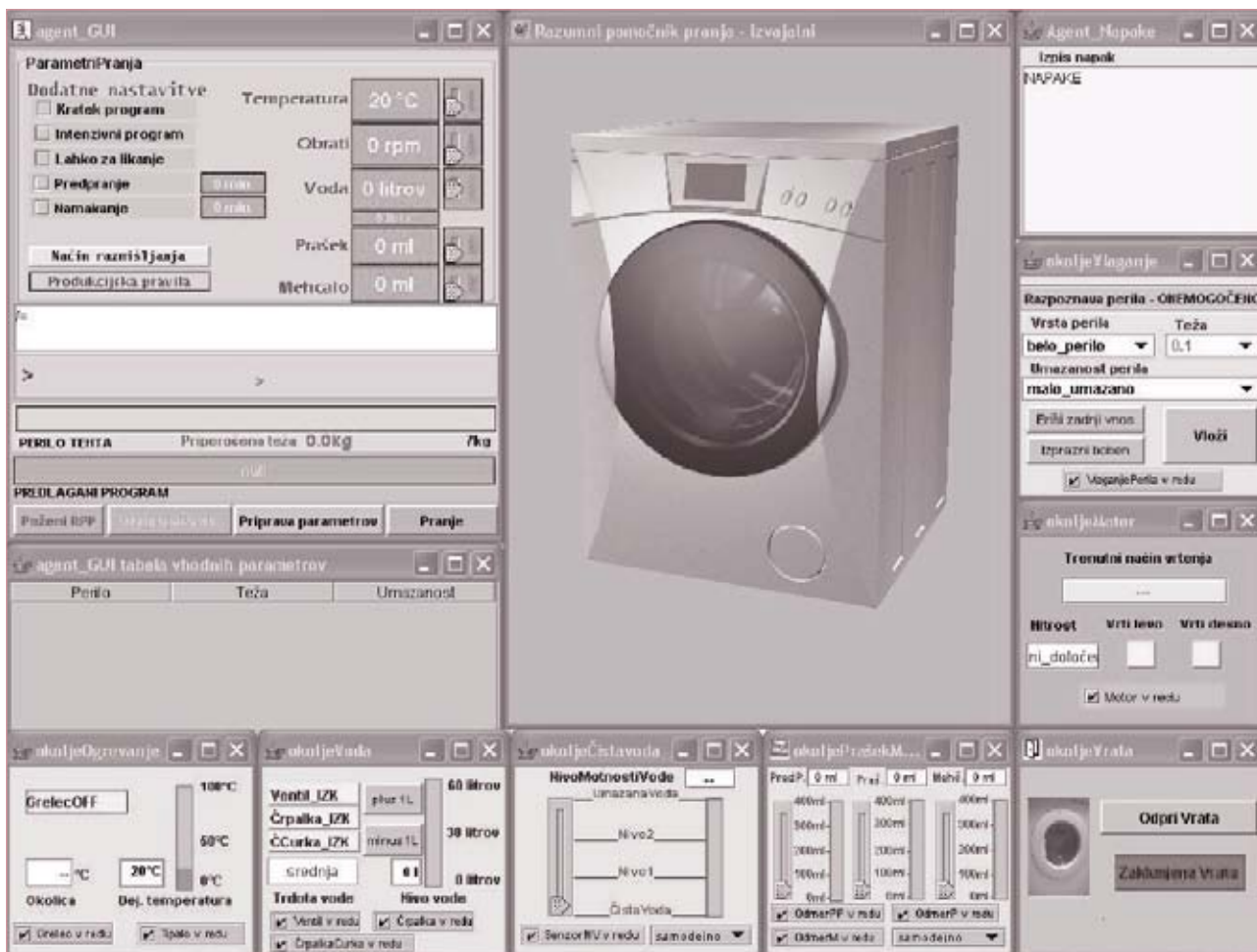
Rezultati kažejo, da lahko že z današnjo strojno in programsko opremo realiziramo takšen sistem

umazanost perila, vrsto programa, ki ga predlaga, predlagane parametre in sporočila o tem, kar se v danem trenutku dogaja v Agentu_RPP. Agent_GUI sporoča uporabniku tudi razvrstitev in ureditev vhodnih parametrov in perila. Uporabnik lahko naknadno spremeni predlagane parametre, vendar v dovoljenih okvirih. Poleg opisanega menija imamo še vrsto menijev, ki pa pripadajo Agentu_Okolje. Ta agent simulira fizično okolje pralnega stroja: točenje vode v in iz bobna, segrevanje vode, meritve čistosti vode, odmerjanje praška in mehčala, varno zapiranje in zaklepanje vrat, vrtenje bobna in vlaganje perila. V tega agenta smo vgradili zmožnosti, ki so v skladu s temi osnovnimi opravili Agentu_Okolje.

Dinamična večagentna zgradba VPP nam omogoča, da bomo lahko v prihodnosti izboljšali izvajalne lastnosti sistema kar z zamenjavo agentov in njihovih sposobnosti, na primer sposobnosti za obdelavo slik in govora in s tem vizualnega in zvočnega nadzora nad okoljem, torej uporabnikom, perilom, vodo in drugimi dejavniki okolja VPP. Posebnega agenta, ki smo ga v simulator vgradili zato, da simulira okolje, lahko zamenjamo z realnim fizičnim okoljem pralnega stroja. Na ta način lahko z enostavnim posegom v večagentnega pomočnika pranja pridemo do realnega pralnega stroja, ki ima večagentno zgradbo in vgrajene inteligentne strukture. Dejansko smo ta preizkus tudi opravili in krmilili obstoječi pralni stroj PG5 s tem simulatorjem.

S pomočjo simulatorja smo, preizkušali kakšno računalniško moč in komunikacijske zmogljivosti potrebujemo za izvedbo takšnega sistema, predvsem pa smo preizkušali sposobnosti sklepanja, razmišljanja in linearni regresijski model učenja. Rezultati kažejo, da lahko že z današnjo strojno in programsko opremo realiziramo takšen sistem. Predvsem pa so zanimivi rezultati uporabe postopkov učenja, ki jih tu na kratko povzemamo.

Slika 2: Grafično uporabniško okolje VPP



Sposobnosti sklepanja, razmišljanja in učenja, ki jih premore Agent_RPP smo preizkusili s pomočjo simulacije agenta za učenje, kateremu smo posredovali zbrane statistične podatke o rezultatih sto različnih pranj različne vrste, teže in umazanosti perila. Agent_RPP ima vgrajeno zmožnost, da si beleži podatke o vsakem postopku pranja in uporabnikovi oceni uspešnosti opravljenega pranja. Vsi ti podatki so zabeleženi v obliki XML-datoteke, ki se posodobi po vsakem uspešno opravljenem pranju.

Simulirali smo sto pranj različnih vrst, teže in umazanosti perila. Rezultate pranj so ocenili štiri ločeni ocenjevalci, ki so presodili, kakšne učinke bi lahko sprožili parametri, uporabljeni pri določeni simulaciji. Agent_RPP je ocene zabeležil v XML-datoteko kot zgodovino pranj. Na ta način smo dobili podatke za sto različnih pranj. Ker so bile ocene zbrane s simulacijo, so lahko nenatančne oziroma nerealne. Ker pa so ocene prispevali štiri ocenjevalci, vsak za del simulacij, predvidevamo, da smo dobili realnejše podatke in kasneje realnejše rezultate učenja.

Agentu za učenje smo torej posredovali zbrano zgodovino 100 pranj. Ker so podatki zbrani v XML-datoteki, je lahko zunanji agent vsebino obdelal in rezultate opremil s simboličnimi XML-oznaki, ki so jih vsebovali že vhodni podatki. Pri analizi je bil uporabljen linearni regresijski model iz orodja Weka, ki uporablja Akaikeov kriterijski model. Sicer pa je odprtokodno orodje Weka na razpolago na svetovnem spletu. Tako smo dobili regresijski model z linearnimi odvisnostmi parametrov pranja od podatkov o polnitvah perila, in sicer za temperaturo pranja, obrate ožemanja, količino praška, količino mehčala, hitrost mencanja, čas vklopa mencanja, čas izklopa mencanja, čas namakanja, čas predpranja in količino vode. Ti parametri so odvisni od naslednjih vhodnih podatkov: vrste, teže in umazanosti perila. Izračunane regresijske modele podajamo spodaj:

1. Parametri pranja za belo perilo

$$\text{temperaturaPranja} = 4.171 * \text{količinaPerila} + 16.8199 * \text{umazanostPerila}(\text{malo_umazano, normalno_umazano_in_madeži, zelo_umazano_in_madeži, zelo_umazano}) + 22.3405 * \text{umazanostPerila}(\text{normalno_umazano_in_madeži, zelo_umazano_in_madeži, zelo_umazano}) + 34.9741$$
2. Hitrost ožemanja za belo perilo:

$$\text{hitrostOžemanja} = 99.3176 * \text{količinaPerila} + 295.7939 * \text{umazanostPerila}(\text{malo_umazano, normalno_umazano_in_madeži, normalno_umazano, zelo_umazano}) + 703.4118$$
3. Hitrost mencanja za belo perilo

$$\text{hitrostMencanja} = 5 * \text{umazanostPerila}(\text{normalno_umazano_in_madeži, zelo_umazano_in_madeži, zelo_umazano, normalno_umazano}) + 5 * \text{umazanostPerila}(\text{zelo_umazano_in_madeži, zelo_umazano, normalno_umazano}) + 2.5 * \text{umazanostPerila}(\text{normalno_umazano}) + 50$$
4. Količina vode za belo perilo

$$\text{količinaVode} = 1.4826 * \text{količinaPerila} + 4.4156 * \text{umazanostPerila}(\text{malo_umazano, normalno_umazano_in_madeži, normalno_umazano, zelo_umazano}) + 6.1018 * \text{umazanostPerila}(\text{zelo_umazano}) + 32.5869$$

Prikazani regresijski model beremo takole: določeno veličino izračunamo s seštevanjem veličin na desni strani izraza. Veličine na desni strani upoštevamo v odvisnosti od pogojev, ki nastopajo. Če je kateri koli pogoj, zapisan na desni strani v oklepaju, resničen, se izraz upošteva, sicer pa ne. Takole lahko zapišemo posebni primer. Predpostavimo 5 kg zelo umazanega belega perila, potem lahko po zgoraj opisanem regresijskem modelu zaokroženo na dve decimalki izračunamo:

$$\text{temperaturaPranja} = 4.17 \cdot 5 + 16.82 + 22.33 + 34.97 = 94.97 \text{ } ^\circ\text{C}$$

V primeru, da naložimo samo 3 kg perila, bo izračunana temperatura

Potrebne so nadaljnje raziskave novih postopkov razmišljanja in sklepanja, planiranja in učenja, tako da bi poiskali najoptimalnejše algoritme, primerne za uporabo v okolju razumnih hišnih pomočnikov

Preučiti bi bilo treba še druge večagentne tehnologije za uporabo v okolju večagentne inteligentne hiše in večagentnih pomočnikov

86.63 in če je perilo malo umazano, potem bo izračunana temperatura dosegla vrednost 64.29 °C.

Opisane regresijske funkcije, ki jih generira agent za učenje, lahko vgradimo kot novo znanje v bazo znanja Agent_a_RPP, ki se na ta način posodablja in uči novih postopkov pranja.

5. Nadaljnje delo

Raziskava, opisana v doktorski disertaciji, odpira množico novih izzivov in vprašanj. Simulator smo sicer priključili na realni pralni stroj, ki je deloval korektno, vendar bi morali še dodatno preučiti dejanske odzive in učinke pranja ter učenje novih postopkov v realnem okolju.

V okolju večagentne inteligentne hiše bi lahko preučili uporabo porazdeljene računalniške hišne strukture tako, da bi v to okolje integrirali večagentnega razumnega hišnega pomočnika. V posamezne stroje bi vgradili agente kot pomočnike, ki so manj zahtevni glede računalniške moči. Razumnega pomočnika kot nadzorni sistem pa bi dinamično integrirali v hišni sistem. Le-ta bi potem sam poiskal najboljšo namestitvev in opravil zahtevnejše procese razmišljanja, planiranja, učenja in posodabljanja podatkovne baze. Ta vidik novih raziskav je zanimiv tudi za področje okoljske inteligence in povsod prisotnih računalnikov ali agentov, ker bi se porazdeljena računalniška hišna infrastruktura uporabljala na najoptimalnejši način, stroji kot hišni pomočniki pa bi lahko obsegali enostavno strojno opremo. Integrirani bi bili v okolje inteligentne hiše in bi kljub svoji enostavni strojni opremi z vgrajenimi agenti-pomočniki tvorili sposobno in inteligentno napravo, ki bi uporabljala porazdeljeno hišno računalniško strukturo.

Potrebne so nadaljnje raziskave novih postopkov razmišljanja in sklepanja, planiranja in učenja, tako da bi poiskali najoptimalnejše algoritme, primerne za uporabo v okolju razumnih hišnih pomočnikov. Treba je raziskati še možnosti za izvedbo drugih primerkov razumnih hišnih pomočnikov, kot so hladilno-zamrzovalne naprave, naprave za kuhanje in pečenje ter naprave za ostala opravila v hiši.

Večagentni hišni pomočnik ima vgrajenega posebnega agenta za pridobivanje znanja iz oddaljene baze znanja. V ta namen bi bilo treba raziskati postavitev globalnega omrežja s porazdeljenimi razumnimi hišnimi pomočniki, na primer z razumnimi pomočniki pranja, nameščenimi pri različnih uporabnikih, a povezanimi s skupnim agentom ter globalno bazo znanja. V tej bazi znanja bi se zbirale izkušnje vseh porazdeljenih razumnih pomočnikov pranja, izvajali bi se postopki učenja in vsak agent iz tega omrežja bi si lahko iz skupne baze posodabljal svojo bazo znanja in pravila sklepanja. Na ta način bi lahko postavili za gospodinjske stroje, izvedene v obliki razumnih hišnih pomočnikov, popolnoma nov način posodabljanja na daljavo.

Preučiti bi bilo treba še druge večagentne tehnologije za uporabo v okolju večagentne inteligentne hiše in večagentnih pomočnikov, predvsem orodij za vgrajene sisteme in mobilne naprave, kot sta dlančnik in mobilni telefon. Dlančnik ali mobilni telefon sta potencialni vhodno-izhodni napravi za vodenje dialoga med uporabnikom in strojem v naravnem jeziku oziroma s pomočjo slik in govora.

Preučiti bi bilo treba vidike samodejnega razpoznavanja in razvrščanja perila s pomočjo računalniškega vida. Na ta način bi lahko bistveno razširili sposobnosti agenta za vlaganje in razpoznavanje perila. Razumni pomočnik pranja bi dobil dovolj informacij o vloženem perilu in bi se na osnovi teh informacij odločal o načinu pranja, seveda v dogovoru z uporabnikom. Poleg tega bi lahko raziskali še možnosti vključevanja računalniškega vida in govora v agenta za dialog z uporabnikom in na

Tehnologije, rešitve in modeli, ki smo jih raziskali in razvili v okviru doktorske disertacije, predstavljajo novost v pristopu načrtovanja inteligentnih hišnih naprav, predvsem naprav bele tehnike

osnovi teh tehnologij raziskali in razvili dialog med uporabnikom in strojem v naravnem jeziku.

Današnja strojna oprema, zasnovana z mikrokrmilniki vrste ARM9, bi lahko glede na rezultate testiranja omogočala izvedbo samostojnih krmilnih enot hišnih naprav, ki bi izvajale programsko opremo, zasnovano z večagentnimi hišnimi pomočniki. Še zanimivejša bi bila izvedba, ki bi izkoriščala večagentno zasnovo inteligentne hiše, kjer bi v hišno napravo vgradili enostavnejšo (in s tem cenejšo) mikroročunalniško strukturo, ki bi poganjala preprostejše agente-pomočnike, jedro sistema, tj. razumni pomočniki pranja in drugih opravil, pa bi kot nadzorni agent teklo na zmogljivejšem hišnem sistemu.

6. Zaključek

V okviru disertacije smo raziskali uporabo večagentnih sistemov na področju inteligentnih hišnih naprav in s posebno izvedbo večagentnega hišnega pomočnika, ki združuje večje število agentov pomočnikov in nadzornega agenta za vodenje takšne zgradbe. Takšna zgradba sestavlja računalniško povezljivo hišno napravo ali sistem, ki razumno izvaja določena hišna opravila in pomaga uporabniku. Inteligentne hišne naprave so med sabo povezane na posebni hišni računalnik – hišni strežnik. Na ta način sestavljajo sistem pametnega upravljanja doma ali hiše, ki je zasnovan na agentni tehnologiji. Sestavlja ga večje število agentov, ki so hierarhično urejeni in se dinamično nameščajo kjerkoli v takšni zgradbi – v računalniku ali na katerikoli napravi. Hierarhija sistema določa nadzornega agenta in običajno večje število podrejenih agentov, ki jih imenujemo tudi agenti-pomočniki. Nadzorni agent ima vgrajeno bazo znanja, ki se posodablja. Izvaja postopke dogovarjanja z uporabnikom o svojih storitvah, ki jih zanj opravlja, razmišlja in sklepa o najboljših možnih načinih opravljanja teh storitev, se uči novih postopkov in planira nove dogovorjene postopke za uporabnika. Nameščen je lahko na sposobnem hišnem računalniku. Agenti-pomočniki opravljajo enostavna in rutinska opravila ali procese, ki skupaj sestavljajo celotni ciljni proces naprave oziroma sistema. Predstavljajo pravzaprav napravo samo. Razvili smo simulator razumnega hišnega pomočnika, s katerim smo preverili postavljeno hipotezo in teze.

V doktorski disertaciji najdemo nekaj izvirnih znanstvenih prispevkov. Razvili smo novo metodo za predstavitev miselne zgradbe BDI-agenta, ki smo mu priredil metodo podrobnega načrtovanja agentov. Opredelili smo hierarhijo agentnih skupnosti, primernih za izvedbo razumnih hišnih pomočnikov, in sicer kot strukturo nadzornega agenta z nadzorovanimi agenti – agenti-delavci. Uvedli smo prilagojene algoritme sklepanja o novih primerkih ciljev ali delnih ciljev, ki temeljijo na splošno uporabljenih produkcijskih pravilih. Uporabili smo zasnovano planiranja in učenja novih postopkov za ciljne procese razumnega hišnega pomočnika, ki temelji na podatkovni bazi, organizirani v XML-formatu. Opredelili smo simulator večagentnega okolja z razumnimi hišnimi napravami kot poseben primer večagentnega hišnega pomočnika, tj. razumnega hišnega pomočnika pranja. Z njim smo preizkušali večagentno zgradbo, notranje komunikacijske procese, postopke sklepanja in razmišljanja, planiranja, učenja ter izpeljane in naučene nove procese pranja.

V okviru disertacije smo objavili večje število originalnih strokovnih in znanstvenih prispevkov v domačih in mednarodnih revijah ter na domačih in mednarodnih konferencah. Prijavili smo tudi patent pod nazivom 'Računalniško povezljivi večagentni inteligentni hišni pomočnik' s področja, ki smo ga raziskovali.

Menimo, da tehnologije, rešitve in modeli, ki smo jih raziskali in razvili v okviru doktorske disertacije, predstavljajo novost v pristopu načrtovanja inteligentnih (razumnih) hišnih naprav, predvsem naprav bele tehnike.

Predstavljajo perspektivno področje za nadaljnje raziskave in pa za razvoj uporabnih izvedb naprav nove vrste, ki bodo v perspektivi služile uporabniku na najboljši možni način.

Literatura

- [1] K. Steblovnik: Inteligentni dom Gorenje, Gorenje d.d., Rosus 2006.
- [2] Konrad Steblovnik: "New Technologies and Ergonomics in White Goods", V: PROCEEDINGS of the 2005 International appliance technical conference : 56th International Appliance Technical Conference & Exhibition: March 28-30, 2005 Ramada Plaza Hotel OHare Rosemont, Illinois U.S.A. Lexington, str. 84-95, 2004.
- [3] K. Steblovnik, D. Zazula: "Designing agent-based household appliances", V: Intelligent production machines and systems : 2nd I*PROMS Virtual Conference, 3-14 July 2006. Amsterdam; Oxford: Elsevier, 2006, str.171-178.
- [4] K. Steblovnik, J. Tasič, D. Zazula: "RAZUMNI HIŠNI POMOČNIK. Uporaba teorije o razumnih agentih za izvedbo inteligentne hišne naprave", Informacije MIDEM, Vol. 35/4, 2005.
- [5] K. Steblovnik: "New technologies for the friendly user interface in white goods", International Appliance Manufacturing, 2006.

Avtor:
Mitja Dobravc

Računalniško podprt razvoj izdelkov iz umetnih snovi

Povzetek specialistične naloge

Mitja Dobravc je v letošnjem letu uspešno zaključil specialistični študij na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za strojništvo. V svojem specialističnem delu, ki vam ga predstavljamo v nadaljevanju, je predstavil princip uporabe in izvedbe celotnega postopka računalniško podprtega razvoja novega gumba programatorja sušilnika perila SP-05. Svojo profesionalno pot nadaljuje v razvoju Programa kuhalnih aparatov.

1. Uvod

Računalniško podprt inženiring (angl. CAE – Computer Aided Engineering) je skupno ime za metode in postopke uporabe namenske računalniške opreme pri razvojnem inženirskem delu. Konstruiranje in oblikovanje izdelkov brez računalniške podpore, si je danes težko predstavljati. Zmogljiva strojna oprema in pripadajoča programska oprema, sta osnovno orodje vsakega konstrukterja in oblikovalca. Rezultat dela je računalniško izdelan 3D model izdelka, ki predstavlja osnovo za njegovo optimiranje in kasnejšo izdelavo.

Vse bolj razvita računalniška tehnologija in konkurenca na tržišču silita proizvajalce k nenehnemu razvoju izdelkov, ki morajo biti kakovostni, funkcionalni ter estetsko oblikovani, hkrati pa proizvedeni s čim manjšimi stroški.

1.1. Namen specialistične naloge

V specialistični nalogi je predstavljen princip uporabe in izvedbe celotnega postopka računalniško podprtega razvoja novega gumba programatorja sušilnika perila SP-05, od idejne zasnove do realizacije v proizvodnji. S pomočjo najrazličnejših pristopov in metod dela so prikazani in opisani postopki, od oblikovanja, konstruiranja gumba programatorja in pripadajočega orodja, optimiranja gumba, številna testiranja do proizvodnje v podjetju Gorenje d.d., Velenje.

Vse bolj razvita računalniška tehnologija in konkurenca na tržišču silita proizvajalce k nenehnemu razvoju izdelkov, ki morajo biti kakovostni, funkcionalni ter estetsko oblikovani, hkrati pa proizvedeni s čim manjšimi stroški

Predstavljen je princip uporabe in izvedbe celotnega postopka računalniško podprtega razvoja novega gumba programatorja sušilnika perila SP-05, od idejne zasnove do realizacije v proizvodnji