

Servisná robotika pre domácnosti

Duchoň František · Elektrotechnika

18.11.2011



Podľa štatistík z roku 1995 je v Nemecku 40 miliónov domácností, ktoré menia každých 6 až 8 rokov vysávač. Ak by len 15% z týchto vysávačov bolo nahradených robotickým vysávačom, predstavuje to trh jeden milión robotických vysávačov za rok. Z tohto pohľadu servisná robotika pre domácnosti bude zohrávať dôležitú úlohu v každodennom

živote.

Servisné roboty v domácnosti môžu plniť rôzne úlohy. Medzi najzaujímavejšie možno zaradiť vysávanie domu, čistenie kuchyne a kúpeľne, nakladanie a vykladanie umývačky riadov alebo práčky, leštenie topánok, žehlenie, triedenie bielizne apod. Robotika v domácnosti sa začína uplatňovať na trhu, aj keď len veľmi pomaly. Dôvodom sú často vysoké ceny a zatiaľ nedostatočná výkonnosť takýchto servisných robotov. Medzi aktuálne dostupné servisné roboty určené pre domácnosť možno zaradiť:

- Čistiace roboty
- Robotické kosačky
- Inteligentné spotrebiče

Čistiace roboty

Vo všeobecnosti je úlohou čistiacich robotov vyčistiť pracovný priestor, v ktorom sa nachádzajú rôzne prekážky. Práve pracovný priestor je limitujúcim faktorom použitia čistiacich robotov. Ak má robot vyčistiť bazén, ide o nenáročný priestor, v ktorom sa nevyskytujú prekážky a jeho tvar je pravidelný. Ak má robot vyčistiť veľkú napr. letiskovú halu, ide o náročný priestor, v ktorom sa vyskytuje mnoho prekážok, priestor je dynamický. Navyše, jeden robot nedokáže pokryť celý tento priestor. Vyčistenie takéhoto rozsiahleho priestoru nie je len otázkou zapnutia a vypnutia robotov, ale aj komplexného riadenia viacerých čistiacich robotov.

Tieto roboty nemôžu používať len jednoduché snímače na lokalizáciu a navigáciu ako napríklad pri čistení bazénov, ale takpovediac potrebujú komplexnú 3D mapu celého priestoru. Iným faktorom vyplývajúcom z pracovného priestoru je typ povrchu, po ktorom sa čistiaci robot pohybuje. Je rozdiel ak má robot vyčistiť koberec a ak má vyčistiť drevenú alebo kamennú podlahu. Koberec si vyžaduje čistenie pomocou vysávača, zatiaľ čo pevné podlahy je potrebné poumývať. Medzi faktory vplývajúce na voľbu čistiaceho servisného robota patrí:

- obmedzenie pracovného priestoru (uzavretý, otvorený)
- komplexnosť pracovného priestoru (s prekážkami, bez prekážok, rovný, široký, statický, dynamický)
- mierka pracovného priestoru (malý, stredný, veľký)
- rozmer (2D, 3D)
- štruktúra a orientácie povrchu (rovný, nerovný, horizontálny, vertikálny, šikmý)
- čistiace nároky

Medzi základné úlohy, ktoré je potrebné riešiť pri návrhu domácich, ale aj profesionálnych čistiacich robotov patria:

- absolútna lokalizácia
- pokrytie neznámeho priestoru, ktorý môže obsahovať dynamické prekážky
- rozsah senzorického systému pre robustné obchádzanie prekážok
- zotavenie sa z poruchových stavov
- bezpečnosť
- rozhranie a interakcie robot-človek
- koordinácia multirobotického systému
- napájanie

Znalosť absolútnej polohy je pre činnosť čistiaceho robota, ktorý potrebuje pokryť tisícky štvorcových metrov plochy, nevyhnutná. Čistiaci robot musí poznať svoju polohu v každom mieste pracovného priestoru s rozumnou presnosťou, ktorá nezávisí od dĺžky prejdenej dráhy. Robot, ktorý nevie kde sa nachádza, nemôže vykonávať svoju činnosť spoľahlivo. Existuje niekoľko riešení absolútnej lokalizácie čistiacich servisných robotov. Medzi základné patrí použitie pasívnych umelých alebo prirodzených značiek prostredia alebo použitie aktívnych vysieláčov. Obe riešenia sa používajú pri aplikáciách, pri ktorých je nutné vedieť polohu robota s vysokou presnosťou.

Pre čistiace roboty vo vonkajšom prostredí je možné použiť lokalizáciu pomocou senzorových sietí alebo RFID technológie. Väčšina bežne dostupných domácich čistiacich robotov pracuje bez absolútnej lokalizácie. Preto sa tieto roboty nepohybujú plánovane. Ich pohyb v prostredí je náhodný, v podstate sa pohybujú princípom “naraz a odraz sa” alebo vopred naprogramovaným pohybom. Pokrytie pracovného priestoru takýmto náhodným pohybom je však nedokonalé.

Samotné pokrytie celého pracovného priestoru čistiacim robotom je v podstate geometrický problém. Existuje niekoľko riešení, ktoré však fungujú v 2D simulačných prostrediach, nie však v reálnom 3D priestore. Väčšina dostupných domácich čistiacich robotov nepoužíva systematické pokrytie pracovného priestoru. Ako už bolo uvedené, ich pohyb je náhodný. Napriek neoptimálnosti a zvýšeným nákladom je toto riešenie prijateľné pre väčšinu zákazníkov. Pre profesionálne čistiace roboty je takéto riešenie neakceptovateľné. Profesionálne čistiace roboty majú takmer 100% pokrytie pracovného priestoru a nepohybujú sa náhodne.

Komplexné vnímanie priestoru okolo čistiaceho robota je pre robot dôležité z hľadiska bezpečnosti, bezkolízneho pohybu a skúmania neznámych častí prostredia. Pre pokrytie pracovného priestoru robotom je dôležité, aby robot vnímal každú známú aj

neznámu prekážku v prostredí. V akademickej oblasti je riešenie tohto problému zrejmé (napr. použitie laserových diaľkometerov alebo stereokamier). Kľúčovou otázkou zostáva nasadenie takýchto riešení do každodenných podmienok zahrňajúce zmenu svetelných podmienok, povrchov a iných nepriaznivých podmienok. Toto však platí najmä pre profesionálne čistiace roboty. Domáce čistiace roboty nepoužívajú takmer žiadne snímače. Pre zariadenie, ktorého cena sa musí pohybovať do 300 EUR je snímač, ktorý stojí 20 EUR príliš drahý. Takže pridávanie ďalších snímačov za účelom zvýšenia inteligencie čistiaceho robota nemusí byť dobrým riešením.

Každý technický systém je náchylný na poruchy. Preto aj čistiace roboty potrebujú mechanizmy, ktoré im umožnia zotaviť sa z možných alebo opakovaných porúch, alebo im umožnia dosiahnuť stavy, ktoré sú zabezpečené proti poruchám. Častou poruchou čistiacich robotov je uviaznutie medzi prekážkami. Riadiaci systém musí byť schopný rozpoznať takéto stavy a nastaviť únikovú stratégiu. Iným zdrojom porúch sú chybné merania snímačov. Robot by mal byť schopný detegovať funkčnosť snímačov a v prípade poruchy snímača by ho mal vedieť vypnúť. Schopnosť zotaviť sa z porúch je vo všeobecnosti požadovaná od každého robota. Pre komerčne dostupné roboty je táto vlastnosť nielen vyžadovanou, ale má aj dôležitý ekonomický aspekt. Každá porucha, z ktorej sa robot nevie zotaviť, núti zákazníka volať servis.

Činnosť čistiaceho robota musí byť zabezpečená aj z hľadiska bezpečnosti. Podľa technických noriem musí mať každý čistiaci robot v smere pohybu umiestnený nárazník. Domáce čistiace roboty majú nízku váhu a malý výkon, takže pre svoje okolie nepredstavujú veľké nebezpečenstvo. Preto sú bezpečnostné požiadavky pre domáce čistiace roboty menšie ako pre tie profesionálne. Napriek tomu domáce čistiace roboty spĺňajú niektoré bezpečnostné kritéria ako sú napríklad už spomenuté nárazníky v smere pohybu, snímače na zabránenie pádu z výšky, prevráteniu alebo odneseniu.

Čistiace roboty sú často obsluhované osobami bez technického vzdelania, takže rozhranie medzi robotom a obsluhou musí pokrývať požiadavky a očakávania takejto obsluhy. Ak by ovládanie čistiaceho robota vyžadovalo nejaký technický kurz, jeho použitie a akceptácia by bola obmedzená. Pre používateľa s vyššími technickými schopnosťami by rozhranie malo ponúknuť pokročilé schopnosti, napr. pokročilé riadenie alebo programovanie robota. Rozhranie by malo byť intuitívne a zrejmé. Plne autonómny robot v podstate potrebuje len vypínač a bezpečnostné tlačidlo, kým teleoperátorsky riadený robot si vyžaduje sofistikované vzdialené riadenie s odpovedajúcim grafickým používateľským rozhraním.

Jeden robot nedokáže vyčistiť rozmerný priestor z hľadiska napájania, čistiacich prostriedkov alebo z časového hľadiska. Pre čistenie rozmerných priestorov je preto potrebné použiť systém pozostávajúci z viacerých čistiacich robotov. Pri takomto čistiacom systéme je potrebné riešiť otázky plánovania a koordinácie medzi robotmi. Na tento účel slúži centrálné riadenie, ktoré môže mať rôzne stupne automatizácie. Centrálné riadenie s vysokým stupňom automatizácie dekomponuje čistiace úlohy a čistiaci priestor na menšie časti, pričom ku každej časti prideli robotu alebo skupinu robotov. Takéto centrálné riadenie musí kontrolovať správne vykonanie úloh, k čomu sa využíva monitorovanie robotov na rôznych úrovniach. Monitorovanie je dôležité aj v prípadoch, ak niektorý z robotov má poruchu apod. Centrálné riadenie s nízkym stupňom automatizácie je v podstate stanovisko s teleoperátorským riadením, kde

kontrolu robotov vykonáva človek.

Centrálne riadenie predstavuje aj prepojenie medzi robotmi a inými automatizovanými komponentmi v pracovnom prostredí. Príkladom môže byť riadenie výťahov alebo otváranie dverí, čo umožní robotom dosiahnuť odpovedajúce pracovné priestory. Problémom, ktorý môže nastať pri riadení viacerých robotov, je použitie aktívnych snímačov a ich vzájomné interferencie. Medzi takéto snímače patria snímače merajúce vzdialenosti k prekážkam (napr. laserový dialkomer, ultrazvukové dialkomery apod.). Ak v pracovnom priestore existujú viaceré roboty používajúce rovnaký typ snímača, môže dôjsť ku generovaniu chybných meraní. Dôvodom je prijatie vyslaného signálu zo snímača iného robota. V konečnom dôsledku to môže spôsobiť chybnú lokalizáciu a navigáciu robota. Riešením je synchronizácia senzorických systémov robotov alebo unikátny identifikátor vyslaných signálov (napr. modulácia).

Vyčistenie pracovného priestoru nie je možné vyriešiť len zvolením vhodného algoritmu. Takáto činnosť si vyžaduje pohyb s dlhou celkovou dráhou, čo zvyšuje nároky na napájací systém robota. Väčšinou pracovné priestory čistiacich robotov nedovoľujú použitie sieťového kábla, preto je napájanie čistiacich robotov riešené batériami. Veľkosť a hmotnosť batérií je obmedzená. Typický domáci čistiaci robot vydrží vykonávať svoju činnosť zhruba 30 až 60 minút na jedno nabitie, tzv. pracovný cyklus. Profesionálne čistiace roboty využívajú autobatérie, čo však zvyšuje celkovú hmotnosť robota a nároky na bezpečnosť takéhoto zariadenia. Iným faktorom zťažujúcim napájanie robota je samotná čistiaca technológia. Väčšina domácich robotických vysávačov nemá technológiu vysávania na takej úrovni ako klasické vysávače. Ak by takúto technológiu použili, zväčšili by sa nároky na napájanie takéhoto robota a zmenšil by sa jeho pracovný cyklus.

Výskum v oblasti čistiacich robotov sa prakticky zastavil po nasadení takýchto robotov do praxe a je zriedka vidieť vedecké tímy zaoberajúce sa práve čistiacími robotmi. Z tohto dôvodu sa v praxi uplatňujú najmä komerčne nasadené roboty na čistenie podlahy, bazénov a okien. Medzi najznámejšie roboty čistiace podlahu patrí:

- Trilobite od firmy Electrolux (mílnik v domácej servisnej robotike, nasadený v roku 2001, oproti iným používa ultrazvukový senzorický systém a vytvára mapu prostredia)



Obr. 1 Trilobyte 2.0.

- RoboCleaner od firmy Kärcher (náhodný pohyb, pri dokovaní automaticky vyprázdňuje zásobník s nečistotami, čo predlžuje pracovný cyklus robota)
- Orazia od firmy Zuchetti (náhodný pohyb, má päť módov čistenia, pričom používa aj saponát na čistenie podlahy)
- Friendly Vac od firmy Friendly Robotics (dobrý sací výkon, diaľkomerné snímače k prekážkam, dokáže si vymerať rozmery miestnosti obchádzaním po okraji miestnosti, výška 33 cm neumožňuje vysávanie pod nábytkom, nabíjanie je manuálne)
- Roomba a Scooba od firmy iRobot (najpredávanejšie čistiace roboty - najmä kvôli cene, závesný diferenčne riadený podvozok, čistiace ústrojenstvo je citlivé na vláknové nečistoty, tri typy pohybov: popri stene, na pevno naprogramovaný špirálovitý pohyb a náhodný pohyb)



Obr. 2 Roomba 560.

- eVac Robotic Vacuum od firmy The Sharper Image (tradičný sací motor, podobné riadenie ako pri Roomba a Scooba od iRobot)
- CleanMate od firmy Metapo (päť predprogramovaných typov pohybov, ak mu dochádza energia, má svetelný senzor, na základe ktorého sa snaží dostať na svetlé miesta - výhoda ak je pod nábytkom, obsahuje aj ultrafialovú trubicu poskytujúcu odhmyzovanie)
- Zoombot od firmy Black&Decker (cena len okolo 100 USD, otáznny výkon - zanecháva nečistoty a pohyb je pomalý, podobné riadenie ako pri Roomba a Scooba od iRobot)

- RoboMop od RoboMop International (atypický robot - rotujúca guľa s vlastným pohonom, ktorá tlačí čistiaci rám, čistenie sa vykonáva na elektrostatický blok, náhodný pohyb, cena 30 EUR)



Obr. 3 Robot RoboMop.

- Ottoro od Hanool Robotics (drahý, používa dve digitálne kamery, ako jediný čistiaci robot odhaduje pozíciu robota vzhľadom na nabíjajúcu základňu s presnosťou 3cm, 12 párov ultrazvukových snímačov, systematické plánovanie vysávania, trojkolesový synchronný podvozok)



Obr. 4 Robot Ottoro.

- RoboKing V-R4000 od firmy LG (riadenie pomocou 32bitového DSP, obsahuje gyroskop, 7 infračervených snímačov vzdialenosti, 4 módy čistenia, kamera umožňujúca riadenie robota cez internet, riadenie hlasom)
- Iclebo od firmy Yujin Robotics (podobný Roomba, 7 infračervených snímačov vzdialenosti, 3 čistiace filtre)

Medzi najznámejšie roboty čistiace bazény patrí:

- Aquabot od firmy Aquq Products (dva motory, filtruje vodu, dokáže sa pohybovať po vodorovných stenách, napájací kábel, 2 módy čistenia)



Obr. 5 Aquabot robot.

- TigerShark Pool Cleaner od firmy Aquavac (podobný Aquabotu, údajne dokáže vnímať tvar bazéna)



Obr. 6 Robot TigerShark.

- Dolphin Diagnostic od firmy Maytronics (pre domácnosti kópia TigerShark, profesionálny čistiaci robot Dolphin stojí až 5000USD)

Roboty čistiace okná nemajú príliš veľké uplatnenie na trhu, pretože domácnosti nečistia okná tak často ako podlahy. Navyše, roboty čistiace okná sa musia zaoberať pôsobením gravitácie, čo značne zdražuje takéto systémy. Takéto roboty často obsahujú prídavné mechanizmy, ktoré vytvárajú dostatočnú adhéziu silu schopnú udržať robot na vertikálnej stene. Ďalším problémom je, že takéto roboty sa potrebujú pohybovať vo vertikálnom, ale aj v horizontálnom smere.

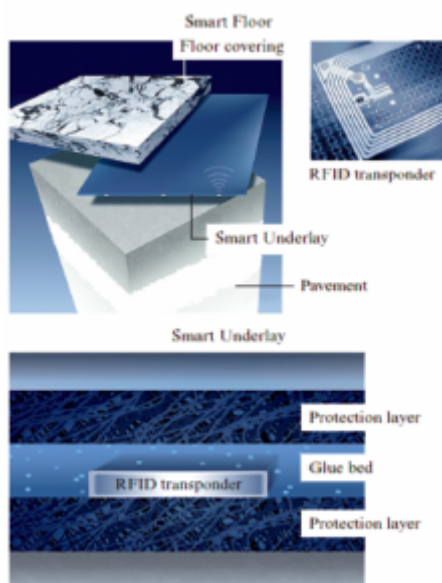
Kvôli všetkým spomenutým dôvodom musia byť malé, ľahké, mať nízke energetické nároky a musia zvládnuť aj čistenie. Väčšina robotov čistiacich okná používajú špeciálne pohybové mechanizmy vybavené pasívnymi alebo aktívnymi prísavkami. Pasívne prísavky aktívne nevytvárajú vákuum pod prísavkou. Pohybové mechanizmy s pasívnymi prísavkami majú menšiu energetickú náročnosť, sú ľahšie a menšie. Avšak

po nejakej dobe stratia adhéziu. Preto sa používajú len zriedkavo. Medzi najznámejšie roboty čistiace okná patrí:

- RACCON od firmy Fraunhofer IPA/Procter&Gamble (pasívne prísavky so systémom na zvýšenie adhézie)
- QUIRL od firmy Fraunhofer (vylepšená verzia RACOON, prototyp)

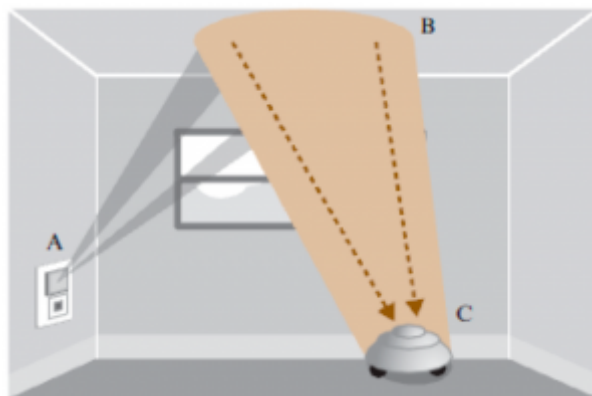
Medzi aktuálne riešené problémy čistiacich servisných robotov patrí vnímanie priestoru vo všetkých rozmeroch, absolútna lokalizácia a napájanie robotov. Vnímanie priestoru čistiacim robotom umožňuje robotu naplánovať efektívny spôsob práce. Napriek tomu, že zlepšenie senzorického vybavenia robota zväčšuje jeho rozmery a najmä cenu, vznikajú prvé rozmerovo malé snímače schopné zaznamenávať priestor vo všetkých troch súradniciach. Tieto snímače sú v súčasnosti drahé, ale predpokladá sa zníženie ich cien pri sériovom nasadení až na úroveň drahších webkamier.

Medzi aktuálne nasadzované systémy absolútnej lokalizácie čistiacich robotov patrí rozšírenie pracovného priestoru o veľké množstvo umelých značiek a majákov. Príkladom takéhoto systému je systém inteligentnej podlahy pozostávajúcej z inteligentnej podložky. Takáto podložka obsahuje integrované RFID vysielače usporiadané v pravidelnej mriežke.



Obr. 7 Návrh inteligentnej podlahy obsahujúcej inteligentnú podložku pod povrchom podlahy.

Takýto systém je však stále drahý. Iným riešením je využitie podobnej lokalizácie akú používali starí námorníci. Príkladom je systém NorthStar, ktorý pozostáva z viacerých infračervených vysielačov umiestnených na vopred známych pozíciách. Každý takýto vysielač vysiela unikátny vzor na strop miestnosti. Detektor pozostávajúci z vizuálneho systému je umiestnený na robote. Tento detektor je schopný pomocou triangulácie odhadnúť polohu robota vzhľadom na polohu vzorky vysielačnej na strop.



Obr. 8 Princíp systému NorthStar. A - infračervený vysielač, B - vzorka, C - robot s detekčným systémom.

Napájanie čistiacich robotov patrí medzi kľúčové výskumy v tejto oblasti. Je zrejmé, že robot, ktorý sa potrebuje každú hodinu nabíjať je na profesionálne čistenie nepoužiteľný. Veľkým príslubom v tejto oblasti sú palivové články. Existujú čistiace roboty napájané z takýchto palivových článkov, ktoré dokážu pracovať 24 hodín denne celý jeden týždeň bez potrebného dobíjania.

Robotické kosačky

Prvé robotické kosačky boli nasadené už v roku 1995, čo dokazuje, že požiadavky na výkon takýchto zariadení nie sú také vysoké ako pri čistiacich robotoch. Napriek tomu sú až na malé detaily (kosenie, spôsob riadenia) tieto systémy podobné čistiacim robotom. Väčšina robotických kosačiek má diferenčne riadený podvozok, používajú senzorické vybavenie podobné čistiacim robotom a aj ich stratégie riadenia sú podobné. Avšak ich nasadený počet v praxi je oveľa menší ako pri čistiacich robotoch, pretože väčšina populácie žije vo veľkých aglomeráciách.

Robotické kosačky sa pohybujú vo vonkajšom prostredí. Preto sa na ohraničenie ich pracovného priestoru používajú virtuálne múry. Virtuálne múry pozostávajú väčšinou z drôtov zakopaných v zemi. Tieto drôty vysielať elektromagnetické pole, ktoré je robot schopný vnímať. Kvôli bezpečnostným rizikám každá robotická kosačka obsahuje snímač, ktorý deteguje zdvihnutie kosačky. Ak je kosačka zdvihnutá, okamžite zastaví technológiu kosenia.

Medzi najznámejšie robotické kosačky patria:

- AutoMower od firmy Husqvarna/Electrolux (výhoda nízkeho kosenia - nie je potrebné zbierať pokosenú trávu, nemá žiadne snímače vzdialenosti a na lokalizáciu, náhodný pohyb so štandardnou výškou kosenia, na ohraničenie priestoru používa virtuálne múry)



Obr. 9 Robot AutoMower.

- RoboMower od firmy FriendlyRobotics (hmotnosť 22,5 kg, dotykové senzory okolo trupu, aj keď nepoužíva žiadne snímače pre navigáciu a lokalizáciu, na základe polohy virtuálneho múru plánuje svoju činnosť)



Obr. 10 Robot RoboMower.

- LawnBott od firmy Zucchetti (pracovný priestor vymedzený virtuálnym múrom alebo klasickým oplotením vyšším ako 10 cm, náhodný pohyb, snímač na výšku trávy - adaptívne kosenie, snímač vlhkosti - nekosí ak prší)



Obr. 11 LawnBott.

- RobotCut od firmy Brill (rovnomerný systém kosenia, optimalizovaná navigačný systém)

Inteligentné spotrebiče

Neexistuje žiadna presná definícia, čo to inteligentný spotrebič je. V súčasnosti sú inteligentné spotrebiče vnímané ako také spotrebiče, ktoré sú pripojené v sieti, teda sú schopné komunikovať s inými zariadeniami alebo ľuďmi. Takéto spotrebiče patria do oblasti automatizácie domácností a okolitej inteligencie. Medzi inteligentné spotrebiče patria aj vyššie spomínané čistiace roboty a robotické kosačky. Táto časť sa zaoberá menej zastúpenými skupinami domácej servisnej robotiky, medzi ktoré patria žehliace roboty, inteligentné chladničky a inteligentné šatníky.

Žehliace roboty príliš nevyhovujú definícii robota. Ide skôr o zariadenie automatizujúce žehliacu činnosť. Pri automatizácii takejto činnosti treba dbať na všetky detaily žehlenia, ktoré by riešil aj človek (napr. napnutie, nespálenie,

ochladenie apod.). Najznámejším žehliacim robotom je robot Dressman od firmy Siemens.



Obr. 12 Robot Dressman.

Inteligencia v aplikácii inteligentná chladnička znamená predovšetkým pripojenie do siete. Inteligentné chladničky majú pripojenie do siete Internet, prípadne na iné domáce spotrebiče (napr. televízor, rádio). Takéto chladničky poskytujú užívateľovi nielen inteligentné chladenie a uskladnenie potravín alebo zobrazenie stavu napr. na televízore, ale aj iné aplikácie ako sú kalendár, záznamník apod. Víziou výrobcov inteligentných chladničiek (LG, Siemens, Samsung, Electrolux) je chladnička, ktorá bude samostatne objednávať potraviny z obchodu. Takúto inteligenciu je technicky aj prakticky možné vyriešiť už teraz, avšak problémom je nedostatočná podpora takýchto služieb zo strany obchodníckeho segmentu.



Obr. 13 Inteligentná chladnička od firmy Electrolux.

Koncept inteligentných šatníkov nespočíva len v zaobchádzaní a udržovaní šatníka, ale aj vo výbere vhodného oblečenia na určené príležitosti. Napriek takejto fascinujúcej myšlienke je idea inteligentného šatníka v plienkach. Navyše, existujúce analýzy inteligentných šatníkov sa spoliehajú viac na informačné technológie ako na

automatizáciu. Štúdie inteligentných šatníkov navrhujú technológie, ktoré umožnia šatníku vedieť v každom momente, čo z neho bolo vybrané a čo do neho bolo vložené.

Nevýhodou je nutnosť naplniť databázu vecí, ktoré môže obsahovať a doplnenie oblečenia o RFID čipy. Avšak v prípade dobre navrhutej databázy, inteligentný šatník dokáže užívateľovi poradiť, čo si má obliecť v prípade nepriaznivého počasia, navrhnúť dokúpenie nejakej časti oblečenia, poradiť čo si zobrať na dovolenku do zvolenej destinácie, asistovať pri praní šiat apod. Aj keď sa zdá, že takáto aplikácia nemá s robotikou nič spoločné, štúdie počítajú s nasadením robotických rúk napríklad na balenie šiat do kufrov.

Ekonomický aspekt servisnej robotiky pre domácnosť

Štatistiky ukazujú, že za 4 roky od nasadenia prvých servisných robotov pre domácnosť, bolo predaných vyše dva milióny kusov týchto robotov. Napriek tomuto vysokému číslu je hodnota trhu servisných robotov dvadsaťkrát menšia ako hodnota trhu s priemyselnými robotmi. Pomer domácností používajúce klasický vysávač k domácnostiam používajúcim čistiaci robot je v USA zhruba 1:40, celosvetovo sa tento pomer odhaduje na 1:400. Z týchto čísiel vyplýva, že servisné roboty pre domácnosť sú vnímané skôr ako vynález než ako domáci spotrebič. Napriek týmto všetkým faktom treba vnímať trh so servisnou robotikou pre domácnosť ako dynamicky sa rozvíjajúci s veľkými možnosťami potencionálneho rozvoja. Ak by len 2% z predaných klasických vysávačov boli robotické vysávače, pre trh servisnej robotiky by to znamenalo nárast o 800%.

Treba však spomenúť prečo sa tento rozvoj zatiaľ neudial. Robotické vysávače sú z hľadiska investície stále drahšie ako ľudská práca. Ak aj dokážu ponúknuť lacnejšie riešenie, zväčša nedokážu vykonať svoju prácu kvalitnejšie ako ľudia. Nasadenie takýchto robotov teda nie je len otázkou návrhu technológie, ale najmä požiadavkami trhu a zákazníkov.

Podakovanie

Článok vznikol vďaka podpore Programu na podporu mladých výskumníkov a v rámci projektu Riadenie servisného robota.

Literatúra

1. E. Prassler, A. Ritter, C. Schaeffer, P. Fiorini: A Short History of Cleaning Robots. In: Autonomous Robots, Volume 9, Number 3, 211-226, DOI: 10.1023/A:1008974515925.
2. J. Borenstein, H. R. Everett, L. Feng: "Where am I?" Sensors and methods for mobile robot positioning. Michigan: The University Of Michigan, 1996.
3. T. Kämpke, B. Kluge, E. Prassler, M. Strobel: Robot Position Estimation on a RFID-tagged Smart Floor. Dostupné na:
ftp://ftp.inrialpes.fr/pub/rev/PDF_FSR07/PDF_sans_autorisation/fsr_62.pdf
4. World Robotics: Statistics, Market Analysis, Forecasts, Case Studies and Profitability of Robot Investment. Int. Federation of Robotics (annual).
5. J.F. Engelberger: Robotics in Service. MIT Press, 1989, ISBN: 9780262050425.
6. R.D. Schraft, G. Smierer: Service robots: products, scenarios, visions. Natick, MA : A.K. Peters, c2000, ISBN: 1568811098

7. Z. Z. Bienn, H. E. Lee, J. H. Do: Intelligent interaction for human-friendly service robot in smart house environment. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, Vol. 1, No. 1 (January, 2008) pp. 77-93.
8. H. I. Christensen: Intelligent home appliances. In *Robotics Research*, R. A. Jarvis and A. Zelinsky, Eds., no. 6 in *Springer Tracts in Advanced Robotics (STAR)*. Springer Verlag, Heidelberg, DE, Jan. 2003, pp. 319-330.
9. F. Duchoň, L. Jurišica, M. Klúčik, A. Vitko,: Service Robots. In: *ATP Journal plus*, ISSN 1336-5010, č. 1 : Systémy automatického riadenia (2011), s. 53-56.
10. A. Vitko, M. Šavel, L. Jurišica: Multimodal Sensor Fusion and Fault Detection in Intelligent Robotics. In: *AT&P Journal Plus*, ISSN 1336-5010, č. 5 : Robotické systémy = Robotic Systems (2004), s. 11-18.

Spoluautormi článku sú Martin Dekan a Marian Klúčik.
