



HALLITUKSEN
KÄRKIHANKE

KIRA-digi

Pesu ja Maalausrobotti prototyypin kenttätestaus työn loppuraportti

10.2.2018



Smart Travel Oy
Rastasniityntie 14 A
02620 Espoo
+358 40 8246458
www.wallrobotic.com
mikko.j.valtonen@gmail.com

Sisällysluettelo

Johtopäätökset ja yteenveto	3
Kira-digi projektissa kehitetty ratkaisu	4
Poikkeamat hankehakemukseen	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Tulokset	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Haasteet ja kehittämistarpeet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
Window washing cost and value analysis	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

Johtopäätökset ja yteenveto

Ikkunanpesu on yksi merkittävä kiinteistöjen ylläpitokulu. Noin 1% kiinteistön kuluista menee ikkunanpesuun. Globaali ikkunanpesu markkinan arvo on tutkimusten mukaan noin 10 miljardia dollaria vuosittain. Ikkunanpesu on erittäin kallista koska:

- (1) Ihmisten pääsyn järjestäminen korkealle ulkoseinälle on kallista
- (2) Ihmisen terveyden ja hengen turvaaminen korkealle ulkoseinälle on kallista
- (3) Se on hidasta ja Ihmistyö on kallista

Smart Travel Oy:n kehittämä Wall-R ikkunanpesu robotin tavoite on automatisoida ikkunanpesu. Wall-R innovaatio tavoite on mahdollistaa kiinteistöautomaatio, joka ei vaadi lainkaan kiinteistön muutoksia. Innovaatio sisältää helpon lennossa tehtävän asennuksen ja laitteen joka sopii kaikille suorille seinille riippumatta seinän koista, ikkunoiden koosta tai ikkunautojen muodosta.

Kira-digi tukeman Pesu- ja maalaus robotin prototyypin kenttä testaukse hankkeen tavoite oli vauhdittaa hitaasti kehittyneen ikkunanpesu toimialan toimintatapojen muutosta. Rahoitus mahdollisti robotisoidun ikkunanpesun testaamisen ja kokeilun.

Kokeilussa korostui esineiden Internet (IoT) –näkökulma: Innovatiivinen Wall-R laite kerää dataa jota voidaan hyödyntää ikkunanpesu palvelussa uudella tavalla.

Pesu ja Maalausrobotti prototyypin kenttätestaus - projektilla oli kaksi tavoitetta. Ensimmäinen tavoite oli vastata kysymykseen säästääkö ikkunanpesurobotti 80 % kuluista verrattuna nykyisiin perusmenetelmiin. Tämän kysymykseen vastaaminen tehtiin kokeilemalla robotti innovaatiota käytännössä. Kokeilussa havaittiin että prototyyppi ei ole valmis ja se ei vielä säästä rahaa kenttä käytössä. Prototyypistä puuttuu luotettava automaatio tai helppokäyttöinen manuaalinen ohjaus, jotta merkittäviin kulussäästöön voidaan päästä. Myös epäluotettava virtalähde ja muut pikkuviat korjata jotta laitteella saavutettaisiin yhtään säästöä perinteisiin menetelmiin verrattuna.






Toinen projektin tavoite on vastata kysymykseen mitä teolliseen internetiin perustuvaa jatkokehitystä ja toiminnallisuuksia nyt käytössä olevaan robottiin tulisi kehittää, jotta se tuottaisi enemmän arvoa asiakkaalle. Tähän kysymykseen vastattiin analysoimalla kenttätestien tulokset ja vertaamalla niitä prototyypistä puuttuvien toiminnallisuuksien kustannusarvioon. Tuloksena saatiin alla oleva kustannus/hyöty optimoitu lista

- Datan kerääminen aktuaattorista ja enkoodereista palvelimelle
- Kiihtyvyyssanturin lisääminen harjaan ja datan kerääminen palvelimelle
- Joystick ohjaus ja kamera
- Laitteen painon laskeminen alle 25kg:n jotta sitä voidaan siirtää kentällä yhden operaattorin toimesta





Ongelmat saatiin esiin ja diagonaalisen konseptin toiminta saatiin todistettua, mikä oli merkittävä edistysaskel ikkunan pesun automaatiolle.


Kira-digi projektissa kehitetty ratkaisu

Kira-digi kokeilussa jouduimme ratkaisemaan useita ongelmia. Ongelmia ei olisi havaittu jos emme olisi saaneet rahoitusta käytännön kokeiluun. Alla oleva taulukko listaa havaitut ongelmat ja niihin kehitetyt ratkaisut dokumentointia valokuvineen ja video linkkeineen.

Kokeilu/Ratkaisu	Kokeilun tulos	Dokumentaatio
Koe #1. Kokeillaan robotin ripustamista katolle puusta rakennetussa tuella	Erittäin työläs pystyttää ja epäluotettava 	https://drive.google.com/open?id=0B_Ah-KLtL2I9MzlaSxNHTFN4SDA https://drive.google.com/open?id=0B_Ah-KLtL2I9TnJoUE5IdjRnVUU
Koe #2. Kokeillaan robotin ripustamista katolle metallista rakennetuilla pukeilla, joissa kiinnityspiste on räystäs tason yläpuolella katvealueen minimoiseksi.	Pukit pomppaavat ulos robotin noustessa yläkuolokohtaan 	
Koe #3. Kokeillaan robotin ripustamista katolle metallista rakennetuilla pukeilla joissa kiinnityspiste on räystäs tason alapuolella.	Robotin kiinnikkeet toimivat hyvin 	https://drive.google.com/open?id=0BwB-lfOVZfWhTVdfVVJMX21mRk1ndkVnVm5jZTI1ZnBDdUY4 https://drive.google.com/open?id=0BwB-lfOVZfWhajJDUHhaeHRic0tEUE0wV1lnSU90QXJmcDR3
Koe #4. Kokeillaan parveke kiinnikkeitä		https://drive.google.com/open?id=0BwB-lfOVZfWhajJDUHhaeHRic0tEUE0wV1lnSU90QXJmcDR3
Koe #5. Kokeillaan painepesuria pesulaitteena. Painepesuri on helppo asentaa laitteeseen ja se ei vaadi kontaktia seinän eikä ikkunan kanssa Kuumen veden käyttöä, pesuaineen käyttöä tai huuhteluaineen käyttö ei paranna tulosta riittävästi. Kokeilimme myös painepesurin keihään liikuttamista sivusuunnassa.	Painepesuri ei sovi ikkunan pesuun. Painepesuri tuottaa huonoa ikkunanpesu laatua, ikkunan pesu painepesurilla on erittäin hidasta. 	Pesu Nopeus 0,2m2/min. huono laatu. https://drive.google.com/open?id=0BwB-lfOVZfWhUZZOUx5TE1kVTh4SIRVeVRRVkw2UGp3cnYw https://drive.google.com/file/d/0B_Ah-KLtL2I9bIxs2tpdjNSa1E/view?usp=sharing

--	--	--

Kokeilu/Ratkaisu	Kokeilun tulos	Dokumentaatio
Koe #6. Pyörivän harhan kokeilu 25cm pitkällä robotti kädellä matalalla seinällä	Harja on suunniteltu ikkunanpesuun ja toimii erinomaisesti myös robotti kädessä 	Npeus 2m ² /min. Erinomainen laatu. Ei vaadi liuotinta. https://youtu.be/QIzJlGO1-wc
Koe #7. Pyörivän harjan kokeilu 25cm pitkällä robottikädellä 30 metriä korkealla seinällä	Harjan pyöriminen aiheuttaa impulsseja jotka johtavat harjan irtoamiseen ikkunasta ja pitkiin “kuu pomppuihin” 	
Koe #8. Pyörivän harjan kokeilu 120cm pitkällä robotti kädellä 30 metriä korkealla seinällä	Pitkä robottikäsi johtaa laitteen kallisteluun. Vaijerit ja ohjauspyörät vaurioituvat epäedullisesta kulmasta. 	
Koe #9. Pyörivän harjan kokeilu vastapainolla varustetulla 120cm pitkällä robotti kädellä korkealla seinällä	Vastavoima ei ole vieläkaan tarpeeksi suuri Harjan pyöriminen aiheuttaa impulsseja, jotka johtavat harjan irtoamiseen ikkunasta ja pitkiin “kuu pomppuihi” 	https://drive.google.com/open?id=0BwB-lfOVZfWhLS1RQ2pGZE5WdWhTdTJxREFGc0FySUVWbFIJ
Koe #10. Pyörivän harjan kokeilu vastapainolla varustetulla 120cm pitkällä robotti kädellä ja potkurilla	Harja on suunniteltu ikkunanpesuun ja toimii erinomaisesti myös robotti kädessä nyt kun laite tuottaa 20N horisontaalisen voiman ikkunaa kohti	https://drive.google.com/open?id=0BwB-lfOVZfWhZUpLZVZEQmRaWUV4TjZUWXBJWTVWQ2JHQVhJ https://drive.google.com/open?id=0B_Ah-

		KLtL219TkpuOEIxRF9POFU
--	---	--

Kokeilun tulokset ja jatkokehitys tarpeet

Edellisessä kappaleessa on listattu arvokkaita testi havaintoja ja niiden perusteella tehtyjä muutoksia prototyypin. Prototyypin muutosten avulla saimme kehitettyä laitteen, jolla voi oikeasti pestä ikkunoita korkeissain rakennuksissa aina 70 korjeuteen saakka. Laitetta kokeiltiin Clarion Hotel lentokentällä ja Agan entisessä pääkonttori rakennuksessa ja Rastasniityntie 14 A omakotitalossa onnistuneesti. Kokeilussa havaittiin että toimiva prototyyppi ei vielä säästä rahaa kenttä käytössä. Prototyypistä puuttuu luotettava automaatio tai helppokäyttöinen manuaalinen ohjaus. Prototyypin käyttöliittymä oli rakennettu puhelimen verkkoselaimen. Koska joystick ohjainta ei ollut niin laitteen etäohjaus oli verkkoselaimen avulla hankalaa. Etäohjaus oli epätarkkaa, koska koska korkealla ylhäällä liikkuvan laitteen tarkan sijainnin havainnointi oli vaikeaa.

Manuaalisen ohjauksen siirtäminen ergonomiseen ohjaimen liittäminen laitteeseen ja kameran liittäminen ja kameran kuvan jakaminen ohjaajalle ovat välttämättömiä edellytyksiä ja ammattikäytön esteitä.

Testeissä havaittiin että ikkunan tunnistus ei toimi luotettavasti ja robotin ei osaa luotettavasti pestä ikkunoita autonomisesti. Automaation kehittäminen luotettavaksi on välttämätön edellytys 80 % kulu säästöjen saavuttamiseksi.

Projektin tavoite on vastata kysymykseen mitä teolliseen internetiin perustuvaa jatkokehitystä ja toiminnallisuuksia nyt käytössä olevaan robottiin tulisi kehittää, jotta se tuottaisi enemmän arvoa asiakkaalle.

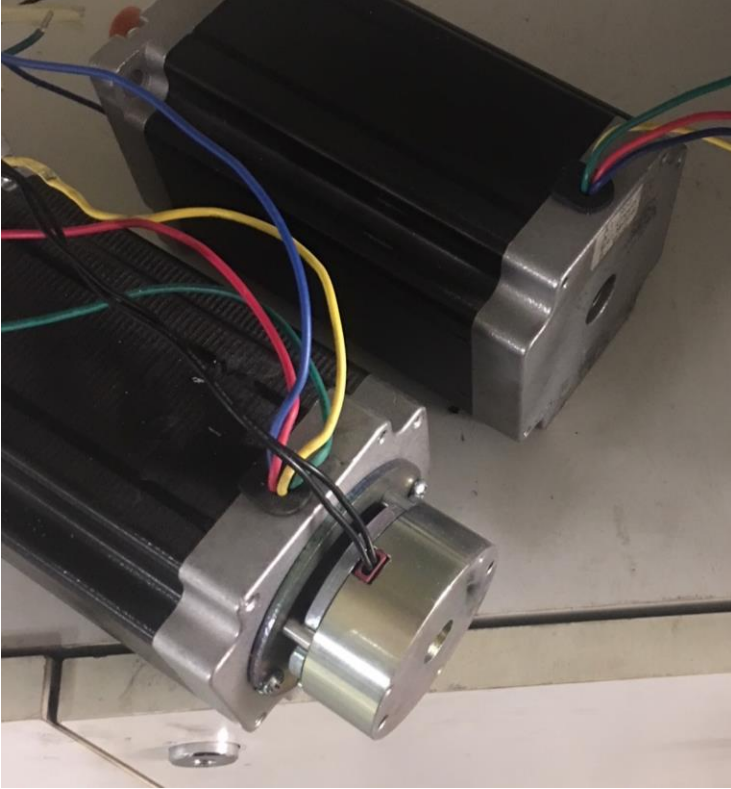
- Datan kerääminen aktuaattorista ja enkoodereista palvelimelle
- Kiihtyvyyssanturin lisääminen harjaan ja datan kerääminen palvelimelle

Ensisijainen hyöty datan keräämisestä on tuotekehityksen ja laadunvalvonnan tuki. Virhelokien keskitetty tallentaminen säästää valtavasti aikaa koska tällöin tuotekehitys ei joudu toistamaan vikatilanteita vian esiin saamiseksi.

Hankehakemuksen mukaisesti ikkunanpesun automatisoitavuuden tulos annetaan seuraavana avainmittarin (KPI) arvona: Kuinka monta prosenttia robotti säästää rahaa perinteisiin ikkunanpesu menetelmiin verrattuna. Alku oletus on että robotti menetelmän käyttö säästää rahaa 80 % tavanomaisiin ikkunanpesu menetelmiin verrattuna. **Havaitsimme että nyt testattu laite säästää rahaa 0 % koska se ei ole vielä valmis. Konseptio on täysin toimiva ja laitteessa on pikkuvikojen korjaamisen jälkeen ja toimivan automaation kehittämisen jälkeen 100 % todennäköisyydellä kyky säästää rahaa 80 %.**

Poikkeamat hankehakemukseen

Hankehakemuksessa kuvattiin tavoitteiltaan selkeä ja konkreettinen pesu- ja maalaus robotin kokeilu. Hyväksytyt poikkeukset hakemukseen oli aikataulu lykkääminen. Aikataulua jouduttiin siirtämään koska ennen kokeilua havaittiin että magneettijarru ei yksin riitä robotin pitämisen vakaana ja robottiin jouduttiin rakentamaan mekaaniset jarru alla olevan kuvan mukaisesti.



Käytännön kokeilutyö ei poikennut hankehakemuksesta. Kokeilussa havaittiin ongelmia ja käytimme paljon aikaa ongelmien ratkaisuun. **Ongelmat saatiin esiin, ongelmat saatiin pääosin ratkaistua ja konseptin toiminta saatiin todistettua, mikä oli merkittävä edistysaskel ikkunan pesun automaatiolle.**