

Konenäkö kaatumisen ehkäisyssä

Visa Tolvanen

Opinnäytetyö

Joulukuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Hyvinvointiteknologian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Tolvanen, Visa	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2018
	Sivumäärä 31	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Konenäkö kaatumisen ehkäisyssä		
Tutkinto-ohjelma Hyvinvointiteknologian tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Siistonen, Matti & Rantapuska, Seppo		
Toimeksiantaja(t) Procemex Oy Ltd		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja, Procemex Oy, on markkinajohtaja konenäköön perustuvissa laadunvalvontajärjestelmissä paperi-, paino- ja selluteollisuudessa ja on aikeissa laajentaa liiketoimintaa terveydenhuollon toimialalle tuomalla konenäköosaamista sairaaloihin ja vanhuspalveluihin. Tämän seurauksena Espoon uuteen sairaalaan asennettiin uusi Verso Vision -järjestelmä, jonka avuksi opinnäytetyö tehtiin.</p> <p>Työn tavoitteena oli tutkia konenäön hyödyntämisen mahdollisuuksia ja kannattavuutta valvoa ja ennaltaehkäistä kaatumisia sairaaloissa ja vanhuspalveluissa. Työssä tutkittiin Suomessa aiheutuvia kaatumisia ja niistä aiheutuvia kustannuksia sekä kerättiin tietoa valmiina olevista teknologiaratkaisuista, joita pystytään myös käyttämään kaatumisen ehkäisemiseksi. Sen lisäksi tutustuttiin tarkoin konenäköön perustuvaan Verso Vision -järjestelmään sekä sen käyttöön ja toimintaperiaatteeseen.</p> <p>Tutkimusvaiheessa tuli selville, että yksittäinen kaatuminen maksaa Suomelle 6000 euroa. Koska kaatumisia on vuosittain noin 390 000, kustantavat ne Suomelle noin 2,4 miljardia euroa vuodessa. Tästä huolimatta vertailussa kävi ilmi, että käytössä olevia teknologiaratkaisuja, joita käytetään kaatumisten ehkäisemiseksi sairaaloissa ja vanhuspalveluissa on vain muutama.</p> <p>Tarve menetelmälle, jolla saadaan kaatumisia vähennettyä terveyskeskuksissa, on kova. Konenäköön pohjautuvalla järjestelmällä on ehdottomasti mahdollisuuksia, koska se erottuu muista huomaamattomuudellaan ja helppokäyttöisyydellään. Kyseisen järjestelmän potentiaali on suuri, koska konenäkö ja tietokoneen tekoäly kehittyvät kovaa vauhtia. Sen lisäksi siihen voidaan tulevaisuudessa liittää esimerkiksi data-analyysiä ja ääntä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Konenäkö, ihmisen kaatuminen, kaatumisen ehkäisy		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Tolvanen, Visa	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 31	Permission for web publication: x
Title of publication Machine vision in preventing falls		
Degree programme Degree programme in wellness technology		
Supervisor(s) Siistonen, Matti & Rantapuska, Seppo		
Assigned by Procemex Oy Ltd		
Abstract <p>The assignor, Procemex Oy, is the market leader in machine vision-based quality control systems in paper, print and pulp industry and intends to expand its business to the healthcare industry by bringing machine vision expertise to hospitals and elderly care. As a result, a new Verso Vision system was installed in the new hospital in Espoo. Thesis was made to help the new system.</p> <p>The aim of the thesis was to study the possibilities and profitability of machine vision in monitoring and preventing falls in hospitals and elderly care. The work was done by examining the falls in Finland and the costs that were caused by them as well as gathering information about existing technological solutions that can also be used to prevent falls. In addition, machine vision based Verso Vision system, its use and its operating principle were carefully studied.</p> <p>In the research stage, it was found out that a single fall costs Finland 6000 euros. As there are around 390 000 annual falls in Finland, their cost adds up 2,4 billion euros per year. Nonetheless, the comparison showed that there are only a few technological solutions to prevent falls in hospitals and in elderly care.</p> <p>The need for a method to reduce falls in health center is urgent. The machine vision-based system is definitely a possibility because it separates from the other methods with its ease of use and ability to not be in the way. The potential of this system is big because the machine vision and the artificial intelligence of the computer are developing at fast pace. In addition, data analysis and sound can be added to the system in the future.</p>		
Keywords/tags (subjects) Machine vision, human fall, preventing fall		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
1.1	Procemex Oy Ltd	4
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet.....	4
2	Konenäkö	5
2.1	Konenäön määritelmä	5
2.2	Konenäön osat.....	7
2.3	Konenäköjärjestelmän vaiheet.....	8
3	Kaatumiset	9
3.1	Kaatumisen määritelmä	9
3.2	Kaatumisen syyt	10
3.2.1	Kaatumisen vaaratekijät	10
3.2.2	Sisäiset vaaratekijät	11
3.2.3	Ulkoiset vaaratekijät	14
3.2.4	Kaatumiset sairaaloissa	15
3.3	Kaatumisen seuraukset	16
3.4	Kaatumisen kustannukset Suomessa	19
4	Teknologiat kaatumisen ehkäisyyn	19
4.1	Lattiahälyttimet	20
4.2	Vuodehälyttimet.....	21
4.3	Turvarannekkeet	22
4.4	Muita menetelmiä	22
5	Verso Vision kaatumisen ehkäisyssä	22
5.1	Käyttö	22
5.2	Toimintaperiaate	24

6	Vertailu	26
7	Tulokset ja pohdinta	28
	Lähteet	30

Kuviot

	Kuvio 1. Asennon säätelyjärjestelmän eri osien vuorovaikutus	12
	Kuvio 2. Kaatumisten osuus tapaturmaisista kuolemista	16
	Kuvio 3. Lonkkamurtumapotilaat vuoden päästä	17
	Kuvio 4. Luumurtuman vaikuttavat tekijät	18
	Kuvio 5. Elsi älylattia.....	20
	Kuvio 6. Vuodeanturi.....	21
	Kuvio 7. Videokamera huoneen kulmassa	23
	Kuvio 8. Verso Vision käyttöliittymä	23
	Kuvio 9. Yksittäisen huoneen asetukset.....	24
	Kuvio 10. Kameran näkymä potilashuoneesta.....	25
	Kuvio 11. Kameran näkymä ja analysoitava kuva	25

Taulukot

	Taulukko 1. Koneäään vahvuudet.....	6
	Taulukko 2. Kaatumisen ulkoiset vaaratekijät	14

Lyhenteet & määritelmät

CCD	-	Charge Coupled Device
CMOS	-	Complementary Metal Oxide Semiconductor
Fotoni	-	Sähkömagneettisen vuorovaikutuksen välittäjähiukkanen
Ligamentti	-	Sidekudos, joka (tavallisesti) yhdistää kaksi luuta
Drop attack	-	Aivojen ohimenevä paikalliseen verenpuutteeseen liittyvä tila, oireena potilaan yhtäkkiäinen lypsähtäminen maahan (ilman kouristuksia)

1 Johdanto

1.1 Procemex Oy Ltd

Opinnäytetyön toimeksi antaja, Procemex Oy, on vuonna 2000 perustettu yhtiö, joka on yksi konenäön edelläkävijöistä. Procemex Oy:n pääkonttori sijaitsee Jyskässä ja toinen toimipiste Tampereella. Suomen lisäksi Procemexilla on isompia toimipisteitä Saksassa ja USA:ssa sekä useampia pienempiä toimipisteitä ympäri maailmaa. Procemex tuottaa ja toimittaa kamerapohjaisia laadunvalvontajärjestelmiä paperi- ja painokoneille jokapuolelle maailmaa. Vientituotteina Procemexilla on WIS ja WMS-paperiradan valvontajärjestelmät, jotka rakentuvat Procemexin Flex kameran ympärille. Järjestelmien tarkoituksena on valvoa paperi- ja painokoneita tuotantotilanteessa, jotta laatu pysyisi hyvänä ja mahdolliset vikatilanteet saatiin paikannettua. (Procemex Oy n.d.)

Procemex Oy:llä on tällä hetkellä ajatuksena yrittää laajentaa liiketoimintaansa hyvinvointialalle. Yrityksessä pohditaan konenäön soveltamista sairaaloissa sekä vanhushpalveluissa ja niitä varten on tehtävä erilaisia tutkimuksia konseptien kannattavuudesta. Näiden asioiden seurauksena syntyi aihe tähän opinnäytetyöhön.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön päämääräisenä tavoitteena oli tutkia konenäön mahdollisuuksia ja kannattavuutta ennaltaehkäistä kaatumisia sairaaloissa. Tarkastelussa oli lähinnä iäkkäiden ihmisten kaatumiset, mutta myös muut tapaturmat pyrittiin huomioimaan. Tutkimusta ajatellen oli myös tarpeellista perehtyä kaatumistapaturmiin sairaaloissa ja tätä varten vastattiin seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat kaatumisen riskitekijät?
- Mitkä ovat kaatumisen seuraukset henkilölle?
- Mitkä ovat kaatumisen kustannukset?

Osana opinnäytetyön tavoitetta oli kartoittaa jo olemassa olevia tuotteita ja toimipisteitä, joita käytetään kaatumisten ennaltaehkäisyyn. Näitä tarkasteltaessa pyrittiin

ottamaan huomioon kaikkein yleisimmät ja varteenotettavimmat asiat, joilla kaatumisia ehkäistään, kun taas harvemmin käytetyt ja akateemisella tasolla olevat ennaltaehkäisijät jätettiin huomioimatta.

Opinnäytetyössä tutustuttiin Espoon sairaalassa olevaan uuteen, konenäköön pohjautuvaan, Verso Vision -järjestelmään ja sen käyttöön. Lopuksi vertailtiin konenäköä olemassa oleviin tapoihin ennaltaehkäistä kaatumisia sairaaloissa. Asioita, joihin vertailussa pyrittiin kiinnittämään huomiota, olivat seuraavat:

- Toimivuus ja joustavuus erilaisissa tiloissa
- Kustannustehokkuus
- Käyttöönotto ja käytettävyys
- Luotettavuus

Vertailua tehdessä tuli ottaa huomioon, että vertailua pystyi tekemään osaksi vain hypoteettisella tasolla, koska konenäön toiminnasta todenmukaisessa ympäristössä ei vielä ole tarpeeksi näyttöä.

2 Konenäkö

2.1 Konenäön määritelmä

Konenäkö (Machine vision) on tunnistustekniikka, joka on herättänyt yhä enemmän ja enemmän kiinnostusta kasvavien sovelluskohteiden ansiosta ja kyvystä tehdä automaattisia systeemeistä, jotka ennen vaativat ihmisen vuorovaikutusta toimiakseen. (Trevathan & Vernon 2006, 114)

Konenäkö-järjestelmän on pystyttävä toteuttamaan seuraavat toimenpiteet:

- Muodostamaan kuva ja muuttamaan se sopiviksi elektronisiksi signaaleiksi
- Muuttamaan signaalit muotoon, joita tietokone pystyy käsittelemään
- Analysoimaan ja mittaamaan tiettyjä piirteitä ja ominaisuuksia signaaleista, joita kuva muodostaa
- Kääntämään saatu tieto siten, että sitä pystytään käyttämään päätöksien tekemiseen

(Rufe & Philip 2013, 457-458)

Konenäkö teknologia käyttää kuvantamisjärjestelmää ja tietokonetta kuvan analysointiin ja päätöksien tekemiseen analyysiin perustuen. Konenäköä voidaan soveltaa kahteen eri pääkäyttötarkoitukseen, joita ovat tarkastus ja ohjaus. Tarkastuksessa optiikka ja kuvantamisjärjestelmä antavat tarkan ja selkeän kuvan prosessointiyksikölle, joka pystyy erottelemaan läpi menevät objektit niistä kohteista, jotka eivät täytä kriteereitä. Ohjaukseen perustuvassa sovelluksessa monimutkainen optiikka ja ohjelmisto pystyvät suoraan vaikuttamaan tapahtumaan. (Gupta ym. 2017, 429-432)

Taulukossa 1 on listattu konenäön ominaisuuksia, jotka voidaan luokitella sen vahvuuksiksi. Konenäkö järjestelmät ovat myös joustavia ja monipuolisia, sekä mukautuvampia kuin optiset tai mekaaniset sensorit. Muutoksien tekeminen järjestelmiin onnistuu useimmiten vain pienillä ohjelmisto muutoksilla. (Gupta ym. 2017, 431-432)

Taulukko 1. Konenäön vahvuudet (Gupta ym. 2017, 431-432)

Tarkkuus	Riippuen järjestelmästä, konenäöllä voidaan tarkastella tarvittavia mittoja suhteessa 1:1000 tai jopa tarkemmin. Mittaukset eivät vaadi kosketusta, joten osat eivät voi vahingoittua.
Johdonmukaisuus	Useita konenäkö-järjestelmiä voidaan muokata tuottamaan samanlaiset tulokset ja koska järjestelmät eivät ole alttiita väsymykselle, niin toiminnassa ei ole vaihtelevuutta.
Kustannustehokkuus	Konenäköjärjestelmien käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat alhaiset sekä tietokoneiden hintojen jatkuva lasku lisää huomattavasti järjestelmien kustannustehokkuutta.
Joustavuus	Konenäkö-järjestelmän ohjelmistoa on helppo päivittää käyttötarkoituksen muuttuessa ja lisäksi kohteet, joita järjestelmällä voidaan mitata ovat todella laajalta alalta.

2.2 Konenäön osat

Konenäköjärjestelmä koostuu seuraavista osista:

- Optinen anturi
- Kamera ja linssi
- Valaistus
- Frame grabber-liitännäkortti tietokoneeseen
- Tietokone-ohjelmisto kuvien prosessointiin
- Laitteisto tai verkkoyhteys tulosten raportoimiseksi

(Gupta ym. 2017, 431)

Optinen anturi:

Optinen anturi määrittää milloin haluttu kohde on siinä paikassa missä siitä halutaan ottaa kuva. Kameran kyky kaapata oikein valaistua kuva riippuu anturin lisäksi myös linssistä ja yhdessä nämä määrittävät tarkasteltavan kuvan laadun. Anturit käyttävät CCD- tai CMOS-teknologiaa muuttaakseen valon fotonit sähkösignaaleiksi. Optisen anturin on myös määrä varmistaa oikea resoluutio kuvaushetkellä. Suuremmalla resoluutiolla saadaan tarkemmat mittaukset. Vaadittuun tarkkuuteen vaikuttavat osan koon lisäksi myös tarkastustoleranssit ja muut parametrit. (Introduction to machine vision 2016, 15)

Kamera ja linssi:

Linssi ottaa kuvan ja lähettää sen kameran sisällä sijaitsevaan kuva-anturiin. Konenäköjärjestelmissä voidaan käyttää vaihdettavia sekä kiinteitä linsejä. Vaihdettavat linssit ovat tyypillisesti kiinni C- tai CS-kiinnikkeillä. Kiinteä linssi osana itsenäistä laajennusyhdistelmää käyttää useimmiten automaattitarkennusta, joka voi olla mekaanisesti säädettävissä tai nestelinssi, joka osaa tarkentaa osiin automaattisesti. (Introduction to machine vision 2016, 15)

Valaistus:

Valaistus on tärkeä osa järjestelmää, koska konenäkö luo kuvia analysoimalla heijastettua valoa, eikä kohdetta itseään. Valaistustekniikkoja on useita ja käyttämällä tiettyä tekniikkaa voidaan tehostaa tai heikentää haluttuja ominaisuuksia ja esimerkiksi

valaista hämärän alueen yksityiskohtia mittojen ottamiseksi. (Introduction to machine vision 2016, 13)

Framegrabber:

Framegrabber on tietokoneen liitäntäkortti, joka ottaa kuvan kameran, muuttaa sen digitaaliseen muotoon ja tallentaa sen tietokoneen muistiin, jossa se on ohjelmiston tarkasteltavissa. Nykyiset konenäköjärjestelmät sisältävät useimmiten digitaalikameran laitteet, joten kyseistä liitäntäkorttia harvemmin enää tarvitaan. (Gupta ym. 2017, 431)

Tietokone-ohjelmisto

Tietokone-ohjelmiston tehtävänä on prosessoida digitaalisia kuvia. Se voi tapahtua ulkoisella tietokoneella, johon tieto on siirretty tai sisäisesti itsenäisessä konenäköjärjestelmässä. Prosessointi koostuu useammasta vaiheesta, joihin perehdytään tarkemmin seuraavassa luvussa. (Introduction to machine vision 2016, 16)

Laitteisto tai verkkoyhteys tulosten raportoimiseksi:

Konenäköjärjestelmät käyttävät usein valmiita komponentteja, joten nämä osat täytyy koordinoita ja liittää muihin osiin. Tämä voidaan suorittaa erillisellä I/O-signaalilla tai sarjaliitännän kautta lähetetylle laitteelle, joka kirjaa tietoa tai käyttää sitä. (Introduction to machine vision 2016, 16)

2.3 Konenäköjärjestelmän vaiheet

Kuvan hankkiminen:

Anturi antaa käskyn kameralle ottaa kuvan. Tässä vaiheessa on otettava huomioon valaistus ja millaista kuvaa halutaan. Erilaiset kamerat ja optiikka vaikuttavat kuvan tarkkuuteen. Kamera taltioi kohteesta heijastuvan valon. Optinen järjestelmä kokoaa kuvan, joka lähetetään ja tallennetaan digitaalimuodossa tietokoneelle. Analogiselle kameralle tarvitsee tähän vaiheeseen framegrabber -liitäntäkortin. (Gupta ym. 2017, 430-431; Introduction to Machine Vision. 2016)

Kuvankäsittely:

Kun kuva on otettu, seuraa tietokoneella kuvankäsittely. Kuvankäsittelyssä tietokoneohjelmisto etsii kuvasta haluttuja ominaisuuksia käyttäen hyväkseen erilaisia algoritmeja. Ohjelmisto korostaa piirteitä ja ominaisuuksia, jotka ovat tärkeitä tunnistuksen kannalta ja heikentää muita. (Gupta ym. 2017, 430-431)

Ominaisuuksien tunnistus:

Korostuksen jälkeen ohjelmisto jakaa kuvan kohdealueeseen ja taustaan sekä alkaa tunnistamaan kuvasta kriittisiä ominaisuuksia. Kriittiset ominaisuudet tunnistettuaan ohjelmisto analysoi ne ja lähettää tiedot ohjausjärjestelmään. (Gupta ym. 2017, 430-431)

Päätös:

Kun ohjausjärjestelmä saa tiedot, niin hän tekee päätöksen. Päätöksen tehtyään se lähettää ohjeistuksen siihen liittyen järjestelmän muille laitteille. (Gupta ym. 2017, 430-431)

3 Kaatumiset

3.1 Kaatumisen määritelmä

Yksi keskeisistä ongelmista kaatumista tutkittaessa on kaatumisen määrittäminen selkeästi niin, että kliinikot ymmärtävät milloin kyseessä on kaatuminen ja milloin siitä pitää raportoida. Yksi mahdollisuus on määritellä kaatuminen seuraavalla tavalla:

"Kaatuminen on epätavallinen tapahtuma, jossa potilas joutuu tahattomasti lattialle makaamaan" (Morris and Isaacs, 1980)

Silti määritelmä jättää hieman arvailun varaan tietyissä tapauksissa. Potilas voidaan esimerkiksi saada kiinni putoamishetkellä tai hän voi itse saada tukea kaiteesta. Kyseiset tapaukset voidaan luokitella kaatumisiksi, mutta niitä ei aina välttämättä raportoida sellaisina. Kaatuminen voi olla myös hankala todeta, jos potilas löydetään

lattialta, mutta hän ei osaa kertoa, että kuinka on joutunut sinne. Pienet lapset kaatuvat varhaisessa kehityksen vaiheessa, kun opettelevat kävelemään, joten heidän kaatumisensa ei usein ole syy raportoida asiasta. Viimeinen arveluttava tapaus on potilaiden kaatuminen silloin, kun se ei ole heidän oma vikansa. Jos potilas esimerkiksi pudotetaan, niin tulisi se raportoida erikseen vahinkotapauksena eikä kaatumisena. Kaatumisia tapahtuu kaikissa terveydenhuollon laitoksissa ja niistä raportointi ja ymmärtäminen on erityisen tärkeää, koska kerran kaatunut potilas on altis kaatumaan toisenkin kerran samoissa olosuhteissa. (Morse 2008, 6-7)

3.2 Kaatumisen syyt

3.2.1 Kaatumisen vaaratekijät

Kaatumisten vaaratekijät voidaan luokitella kahteen eri luokkaan: sisäisiin ja ulkoisiin vaaratekijöihin. Iäkkäiden ihmisten kaatumisten taustalla on molempia ja kaatumisten ennaltaehkäisyn kannalta on hyvä ymmärtää kaikki altistavat vaaratekijät. Sisäiset vaaratekijät kuuluvat henkilön omiin ominaisuuksiin kuten heikentyneeseen liikkumiskykyyn tai sairauksiin. Ulkoiseksi vaaratekijöiksi puolestaan lasketaan kaikki, jotka liittyvät fyysiseen ympäristöön. Henkilöiden iän on huomattu vaikuttavan vaaratekijöihin. Ulkoiset vaaratekijät ovat keskeisiä alle 80-vuotiaiden kotona asuvien keskuudessa, kun taas sisäiset tekijät ovat keskeisessä roolissa yli 80-vuotiailla ja laitoksissa asuvilla henkilöillä. Kaatumisten ennaltaehkäisemiseksi on tärkeä panna merkille, että kaatumiset eivät useimmiten johdu yksittäisestä sisäisestä tai ulkoisesta vaaratekijästä, vaan ne ovat molempien tekijöiden vuorovaikutuksen aiheuttamia tapahtumia. (Mänty ym. 2006, 5)

Yleisimmät kaatumisen vaaratekijät iäkkäillä henkilöillä:

- Aiemmat kaatumiset
- Heikentynyt liikkumiskyky
- Heikentynyt lihasvoima ja tasapaino
- Sairaudet
- Lääkitys

- Heikentynyt näkö
- Kaatumisen pelko
- Liikkumisapuvälineen käyttö
- Inaktiivisuus

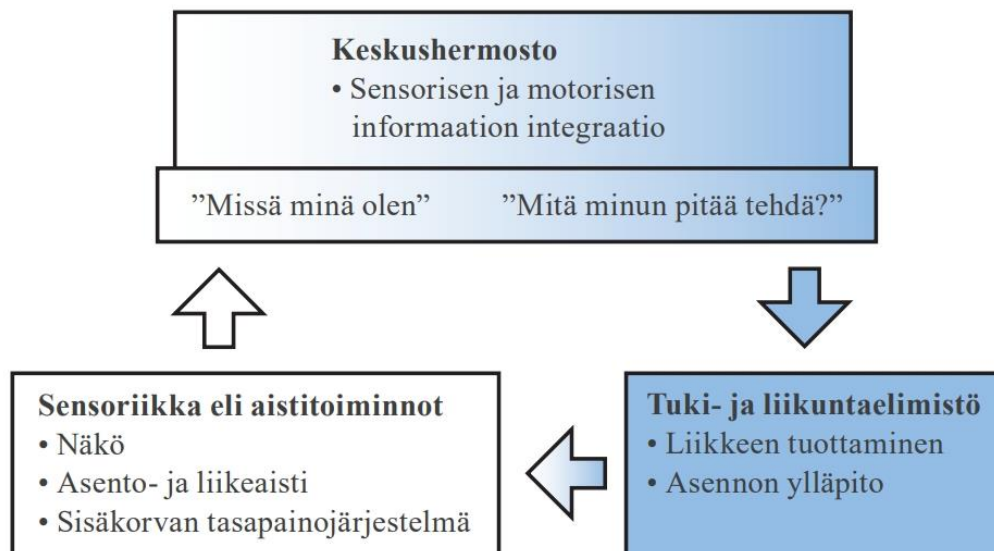
(Mänty ym. 2006, 5)

3.2.2 Sisäiset vaaratekijät

Ikääntyminen itsessään ei lisää kaatumisriskiä vaan kaatumisille altistavia sisäisiä riskitekijöitä ovat sen aiheuttamat muutokset esimerkiksi lihasten toiminnassa ja tasapainossa. Sisäisiksi vaaratekijöiksi lasketaan myös monet sairaudet ja lääkitykset. Nämä tekijät heikentävät iäkkään henkilön liikkumiskykyä altistaen hänet kaatumiselle. Kaiken kaikkiaan sisäisiä vaaratekijöitä ovat heikentynyt tasapaino, asento- ja liikeaisti, näkö, keskushermosto, lihasvoima, huono ravitsemus ja nestetasapaino, sairaudet, lääkitys sekä alkoholi. (Mänty ym. 2006, 5)

Tasapaino:

Ihmisen tasapainon säätelyyn osallistuvat aistitoiminnot, keskushermosto sekä tuki- ja liikuntaelimistö. Kuvio 1 havainnollistaa näiden keskenäisen vuorovaikutuksen. Keskushermosto valikoi aistitun asennon perusteella kuhunkin tilanteeseen tarvittavat korjausliikkeet, jotka tuotetaan tuki- ja liikuntaelimistön avulla. Vanheneminen aiheuttaa säätelyjärjestelmän kaikissa osissa muutoksia, jotka heikentävät pystyasennon hallintaa. (Mänty ym. 2006, 5)



Kuvio 1. Asennon säätelyjärjestelmän eri osien vuorovaikutus (Mänty ym. 2006, 5)

Asento- ja liikeaisti:

Nivelissä, jänteissä, ligamenteissa, lihaksissa ja iholla on aistinsoluja eli reseptoreita, joiden tarkoituksena on aistia muun muassa lihasten jännitystä, venytystä ja supistumista, ihon painetta, lämpötilaa, kipua sekä nivelten asentoja. Vanhenemisen myötä aistinsolujen toiminta heikkenee, jolloin niiden tuottama tieto asennon muutoksista tai alustan vaihtelusta muuttuu epätarkaksi. (Mänty ym. 2006, 6)

Näkö:

Ikääntymisen myötä näkökykyyn ilmeneviä muutoksia ovat esimerkiksi näön tarkkuuden aleneminen, silmän valonherkkyyden huononeminen, kontrastien erotuskyvyn heikkeneminen, silmän mukautumiskyvyn hidastuminen, syvyyserojen havaitsemisen heikentyminen ja näkökentän muutokset. Lisäksi erilaiset silmäsairaudet voivat heikentää näkökykyä entisestään. Näön ongelmat ovat iäkkäillä yleisiä, vaikkakin sen merkitys on kasvavassa roolissa tasapainonsäätelyssä, koska sillä pyritään kompensoimaan muiden aistien heikkenemistä. (Mänty ym. 2006, 6)

Keskushermosto:

Keskushermosto vertaa, valikoi ja yhdistää eri aistikanavista tulevaa tietoa kehon asennon aistimiseksi ja tarvittavien motoristen liikkeiden valitsemiseksi. Keskusher-

moston toiminta hidastuu ikääntyessä, joka taas vaikeuttaa aistien ja lihasten aktiivoinnin yhdistävää toimintaa. Reaktioaika eli aika, joka kuluu ärsykkeestä liikkeen alkamiseen, hidastuu noin 25% ikävuosien 20 ja 60 välillä. (Mänty ym. 2006, 6-7)

Lihassoima:

Lihassoima on liikkumiskyvyn ja pystyasennon hallinnan perusedellytys. Lihasten voimantuotto-ominaisuudet ovat parhaimmillaan 20-30 vuoden iässä ja pysyvät melko muuttumana 50-vuotiaaksi asti, jos fyysinen aktiivisuus pysyy samana. Lihasten maksimivoima alkaa heikentymään 50. ikävuoden jälkeen noin yhden prosentin vuodessa. 65. ikävuoden jälkeen noin 1.5-2 prosenttia vuodessa. Maksimivoiman lisäksi heikkenee myös lihasten voimantuottoteho, joka heikkenee 10-30% maksimivoimaa enemmän. Lihasten suorituskvyn heikkeneminen iäkkäillä johtuu liikehermojen toiminnan heikkenemisestä ja lihasmassan vähenemisestä. Tasapainon hallintaa vaikeuttaa erityisesti lihasvoiman heikkeneminen alaraajoissa ja liikkumiskyvyssä aiheuttaa ongelmia voimantuottonopeuden hidastuminen. (Mänty ym. 2006, 7)

Sairaudet:

Pitkäaikaissairaudet heikentävät iäkkään henkilön terveydentilaa ja liikkumiskykyä, jonka seurauksena henkilöllä on suurempi kaatumisvaara. Kaatumisriskiä lisäävät sairauksista ja kroonisista tiloista erityisesti halvaukset, Parkinsonin tauti, virtsainkontinenssi, mielenterveyshäiriöt, diabetes ja nivelrikot. (Mänty ym. 2006, 8)

Ravitsemus ja nestetasapaino:

Riittävä ravitsemus ja nestetasapaino ovat perusedellytys toimintakyvylle ja näin ollen ne ovat merkittävässä roolissa myös kaatumisen ehkäisyssä. Ravitsemustilan tasapainoon vaikuttavat ikääntyneillä ravinnon määrän ja laadun lisäksi lääkitykset, sairaudet, heikentynyt ruokahalu, suun terveys ja ikääntymisen aiheuttamat muutokset elimistössä. Myös janontunteen aistiminen heikentyy ja nesteen määrä jää usein alhaiseksi. Ravitsemuksen puutteesta voi seurata sekavuutta, huomausta, väsymystä ja heikentynyt suorituskvyn. Länsimaissa 5-10% yli 65-vuotiaista on aliravittu. Sairaalaan joutuneista ikääntyneistä aliravittuja on 30-60% ja laitoksissa asuvilla 28-85%. Aliravitsemuksen ennaltaehkäisy on huomattavan paljon helpompaa kuin sen hoito, joten sen vaara on hyvä huomata ajoissa. (Mänty ym. 2006, 9)

Lääkkeet:

Lääkkeitä käyttävät lähes kaikki yli 75-vuotiaat henkilöt. Monilääkityksen käyttö on myös huomattavasti lisääntynyt viime vuosina ja mitä enemmän lääkkeitä on käytössä, niin sitä alttiimpi henkilö on niiden yhteis- ja haittavaikutuksille. Haittavaikutuksia, jotka lisäävät kaatumisvaaraa ovat esimerkiksi lääkkeiden väsyttävä vaikutus, suojarefleksien hidastuminen, näön sumentuminen, tasapainon ja liikkeen hallinnan heikkeneminen sekä matala verenpaine. (Mänty ym. 2006, 9)

Alkoholi:

Alkoholilla on useita negatiivisia vaikutuksia. Päihdyttävä vaikutus voi lisätä riskiä kaatumisille ja pitkäaikainen runsas alkoholin käyttö heikentää psyykkistä, fyysistä ja sosiaalista hyvinvointia. Alkoholilla on myös todennäköisesti haitallisia yhteisvaikutuksia lääkkeiden kanssa. (Mänty ym. 2006, 10)

3.2.3 Ulkoiset vaaratekijät

Ulkoiset vaaratekijät (katso taulukko 2) ovat asuin- ja muun lähiympäristön tekijöitä, jotka lisäävät kaatumisvaaraa. Noin 80 prosentilla iäkkäistä henkilöistä on kaatumisvaaraa lisääviä tekijöitä ympäristössään. Ulkoisiksi tekijöiksi lasketaan myös erilaiset vaihtelevat tilanetekijät kuten sääolosuhteet ja kiire. (Mänty ym. 2006, 11)

Taulukko 2. Kaatumisen ulkoiset vaaratekijät (Mänty ym. 2006, 12)

Kävelypinnat	Huonekalut
<ul style="list-style-type: none"> • Hiekoittamattomat jäiset tiet • Märkä ja / tai liukas lattia • Tavarat kulkuväylillä • Epätasainen alusta • Kynnykset • Mattojen reunat • Johdot ja kaapelit 	<ul style="list-style-type: none"> • Matalat ja / tai huterat tuolit • Käsi- ja selkänöjattomat tuolit • Sängyn väärä korkeus • Pyörälliset sängyt • Huterat pöydät • Liukkaat pöydänreunat • Korkeat kaapit / hyllyt

<p>Jalkineet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liukkaat tai paksut kengänpohjat • Sopimattomat tai suuret jalkineet • Korkeakorkoiset kengät • Aukinaiset kantaosat 	<p>Kylpyhuone ja WC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liukas lattia • Tukikahvojen puuttuminen • WC -istuimen väärä korkeus • Tilanpuute
<p>Portaat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kapeat ja ympäristöstä erottumattomat askelmat • Askelmien liukkaus • Tukikaiteiden puuttuminen 	<p>Valaistus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Heikko valaistus • Yövalojen puute • Äkkinäinen valaistuksen voimakkuuden muutos
<p>Apuvälineet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Väärin mitoitettu apuväline • Kävelykepin kulunut kumitulppa tai jääpiikki • Pyörätuolin / rollaattorin viallinen lukitusmekanismi • Kaksiteholasit 	

3.2.4 Kaatumiset sairaaloissa

Sairaaloissa tapahtuvista kaatumisista noin 14 prosenttia tapahtuvat jonkin vahingon vuoksi potilaille, joiden ei oleteta kaatuvan. Nämä vahingot ovat liukastumisia tai kompastumisia ja johtuvat useimmiten ulkoisista vaaratekijöistä. Sairaala ympäristössä tällaisia tekijöitä voivat olla muun muassa läikkynyt vesi tai virtsa lattialla tai kävelyyn tarkoitettun tuen juuttuminen kiinni johonkin. Tällaiseksi tapaukseksi lasketaan myös tapahtuma, jossa potilas kaatuu sängystä noustessaan ja sänky onkin odotettua korkeammalla tai tuki odotettua kauempana. (Morse 2008, 10)

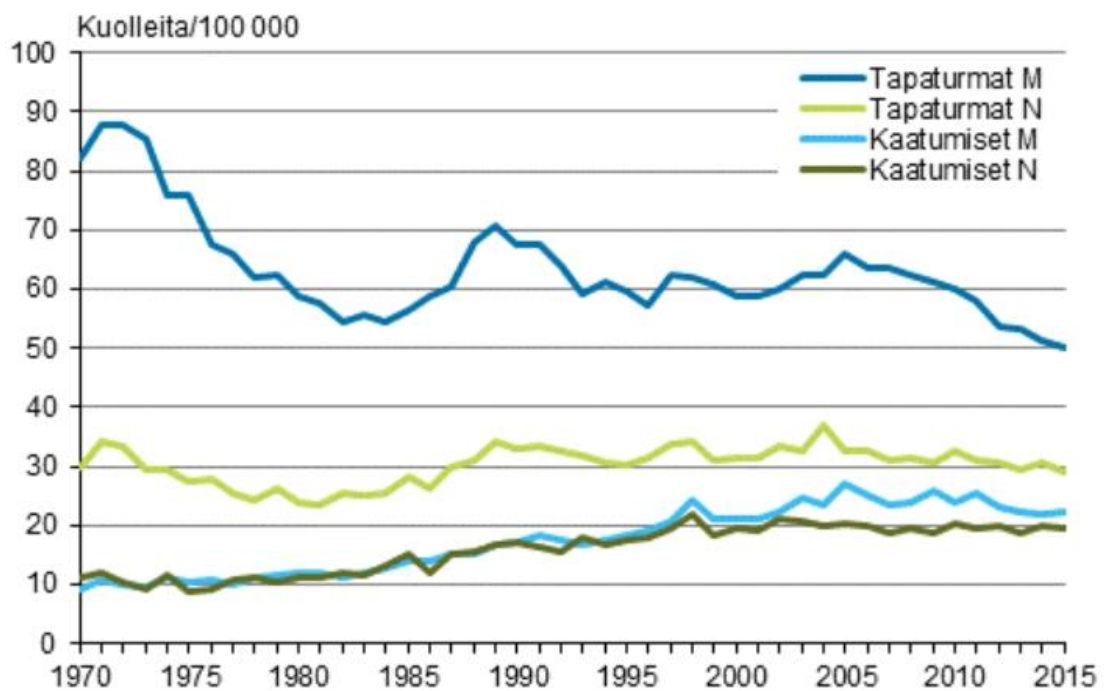
Noin 78 prosenttia sairaaloiden kaatumisista tapahtuvat potilaille, joiden voidaan olettaa kaatuvan. Nämä kaatumiset ovat seurausta sisäisistä vaaratekijöistä tai sisäisten ja ulkoisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Kaatumisen syy voi olla sama kuin vahingossa kaatuneilla potilailla, mutta yhteistä näissä tapauksissa on se, että potilaat

ovat huomattavan paljon alttiimpia kaatumiselle. Tähän voivat olla syynä muun muassa aikaisempi kaatumishistoria, heikentynyt liikuntakyky tai realistisen arvioinnin puute omasta kyvystä käydä WC-tiloissa ilman apua. (Morse 2008, 11)

Loput noin kahdeksan prosenttia kaatumisista johtuvat sisäisistä vaaratekijöistä, mutta koituvat olosuhteista, joita ei voida ennustaa ennen ensimmäistä kaatumista. Tällainen tapaus voi olla esimerkiksi kohtaus, tajunnan menetys, "drop attack" tai patologinen murtuma. (Morse 2008, 11)

3.3 Kaatumisen seuraukset

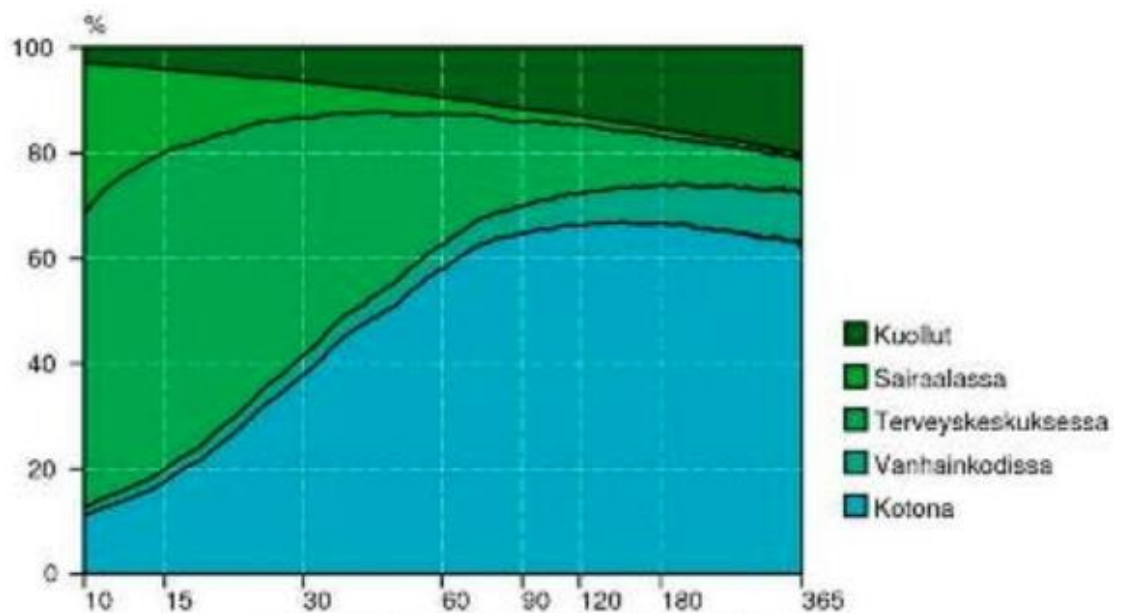
Kaatumistapaturmat ovat yleisin kuolemaan johtava tapaturma. Kuvio 2 näyttää, että vaikka tapaturmaiset kuolemat ovat olleet viime vuosina laskussa, niin kaatumisten määrä on ollut nousussa. Vuonna 2015 kaatumisista ja putoamisista aiheutuneita kuolemia oli 1100, joka oli noin puolet kaikista tapaturmaisista kuolemista ja noin kaksi prosenttia kaikista kuolemista. Ikä vaikuttaa kaatumisesta aiheutuvaan kuolemanriskiin ja erityisesti toistuvat kaatumiset ovat yhteydessä korkeampaan kuolleisuuteen. (Suomen virallinen tilasto, 2015)



Kuvio 2. Kaatumisten osuus tapaturmaisista kuolemista (Suomen virallinen tilasto, 2015)

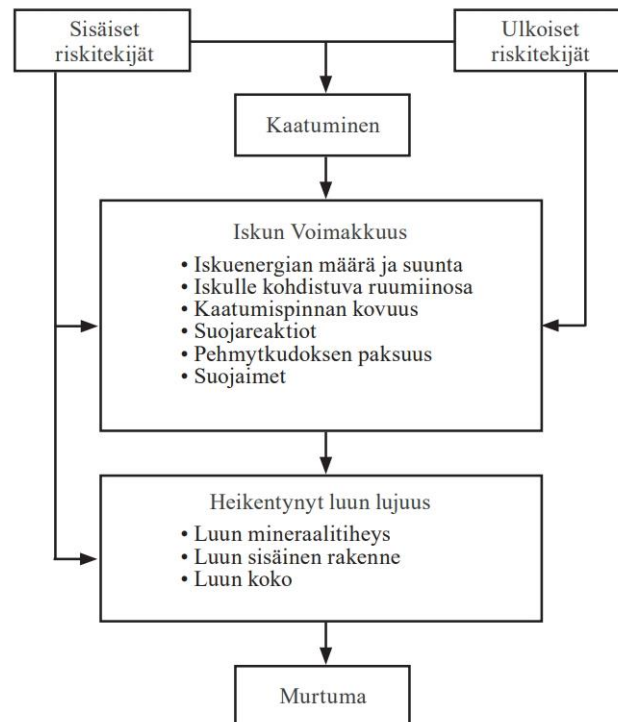
Myös suurin osa ikäihmisten sairaalahoitoa vaativista vammoista aiheutuvat kaatumisista. Yleisimpiä sairaalahoitoa vaativat kaatumisvammat iäkkäillä ovat murtumat, jotka kattavat 70 prosenttia kaikista vammoista. Pehmytkudosvammoja on seuraavaksi eniten kahdellatoista prosentilla. (2002) Noin 50% kaikista iäkkäiden kaatumisista johtaa erilaisiin pehmytkudosvammoihin, 5-10% muihin vakaviin vammoihin, kuten nivelten nyrjähdysiin tai päävammoihin ja noin 5% erilaisiin murtumiin. Lonkkamurtumiin johti 1-2% kaatumisista, mutta yli 90% lonkkamurtumista syntyy kaatumisesta. (Mänty ym. 2006, 3)

Vuonna 2008 lonkkamurtuman sai noin 7200 henkeä ja näistä ensimmäisiä lonkkamurtumia oli noin 6200. Noin viidennes murtumista tapahtuu pitkäaikaisessa laitoshoidossa olevalle väestölle ja merkittävä osa murtuman saaneista on iäkkäitä naisia. Lonkkamurtuman jälkeen useimmat eivät enää saavuta murtumaa edeltänyttä oma-toimisuutta. Kuvio 3 näyttää kuinka osa lonkkamurtuman kärsineistä joutuu pysyvästi laitoshoittoon ja noin viidennes kuolee vuoden sisällä. (Lonkkamurtuma, 2014)



Kuvio 3. Lonkkamurtumapotilaat vuoden päästä (Lonkkamurtuma, 2014)

Kaatumisen vakavuus riippuu monesta kaatumistilanteeseen liittyvästä muuttujasta, kuten kehon asennosta, iskulle kohdistuvasta ruumiinosasta, liikevoimasta ja iskun vaimennuksesta. Mahdollisen murtuman syntyyn vaikuttaa myös luun mineraalitiheys, luun koko ja sisäinen rakenne. Tuloksena on murtuma, kun isku ylittää luun kuormituskyvyn (katso kuvio 4). Luun rakenne voi alkaa heikentymään 35-vuoden ikäisenä, mutta merkittävä ero alkaa muodostumaan yli 50-vuotiaana. (Mänty ym. 2006, 3)



Kuvio 4. Luumurtuman vaikuttavat tekijät (Mänty ym. 2006, 3)

Kuolleisuuden ja vammojen lisäksi kaatumiset aiheuttavat myös kaatumisen pelkoa. Kertaalleen kaatuneista henkilöistä 30-90% pelkää kaatumista. Vastaava luku on 20 prosenttia pienempi ikääntyneillä henkilöillä, jotka eivät ole kaatuneet aikaisemmin. Pelko kaatumisesta on ongelma silloin, kun se alkaa rajoittaa iäkkään henkilön toimintoja. Pelko johtaa helposti noidankehään, jossa liikkumisen rajoittaminen ja vähentyneet sosiaaliset kontaktit heikentävät edelleen fyysistä ja henkistä toimintakykyä ja tätä kautta lisäävät kaatumisriskiä entisestään. Kaatumisen pelko voi kuitenkin olla tietyissä tapauksissa hyvä asia, jos se johtaa huolellisuuteen liikkumisessa. (Mänty ym. 2006, 3)

3.4 Kaatumisen kustannukset Suomessa

Kaatumisesta on tulossa iso terveysongelma. Suomessa joka kolmas yli 65-vuotias kaatuu vuosittain vähintään kerran. Enemmän kuin puolet yli 80-vuotiaista ja laitoksissa asuvista yli 65-vuotiaista kaatuu vähintään kerran vuodessa ja kerran kaatuneista puolet kaatuvat vähintään toisenkin kerran vuoden aikana. 80 prosenttia yli 65-vuotiaiden tapaturmista on seurausta kaatumisesta tai matalalta putoamisesta. (Kaatumistapaturmat, n.d.; Mänty ym. 2006, 1)

Kaatumisista aiheutuvat vammat saatetaan hoitaa yksin kotona mutta useimmiten ikääntyessä kaatumisesta aiheutuu vammoja, jotka vaativat käyntiä terveydenhoitajalla tai sairaalahoitoa. Näin ollen suuri osa terveyden- ja sairaanhoidon kustannuksista johtuvat iäkkäiden kaatumisista. (Pajala, S. 2012, 8) Vuosittain hakeutuu sairaalahoitoon 50 000 suomalaista (Näin paljon kaatuminen maksaa yhteiskunnalle, 2011).

Suurin osa kaatumisista Suomessa aiheutuu terveyskeskuksissa. Eräessä suomalaisessa keskussairaalassa ilmoitettiin vuonna 2013 kaatumisia 1,2 vuorokaudessa. Kaatuminen johti hoidon pitkittymiseen keskimäärin joka toinen päivä ja kerran kuussa siitä aiheutui vakava haitta. (Kaatumisia voidaan vähentää sairaaloissa ja laitoksissa, 2014)

Kaatumisen kokonaiskustannukset koostuvat muun muassa sairaanhoidon kustannuksista, sairauslomapäivistä ja hyvinvoinnin menetyksestä. Suomessa oli vuonna 2009 raportoitu 390 000 kaatumista. Keskimäärin yhden kaatumistapaturman kustannus on 6000 euroa, joten vuodessa kaatumiset maksavat noin 2,4 miljardia euroa. (Kaatumistapaturmat, n.d.; Näin paljon kaatuminen maksaa yhteiskunnalle, 2011)

Lonkkamurtuman kustannukset ovat keskimäärin 19 150 euroa per potilas. Tästä summasta noin 5000 euroa menee akuutin vaiheen hoitoon. Jos murtuman kokenut potilas ei pysty kaatumisen palaamaan kotiin, niin laitoshoidon maksaa 47 100 euroa per potilas. (Kaatumistapaturmat, n.d.)

4 Teknologiat kaatumisen ehkäisyyn

Tässä luvussa käsitellään yleisimpiä menetelmiä, joilla pyritään vähentämään kaatumisten määrää sairaaloissa ja vanhuspalveluissa. Luvussa on pyritty käsittelemään

vain korkean teknologian menetelmiä ja tuotteet kuten jarrusukat ja apukädensijat on jätetty huomioimatta.

4.1 Lattiahälyttimet

Elsi älylattia

MariCare Oy on ensimmäisenä yrityksenä kehittänyt anturilattiajärjestelmän terveydenhoitoon ja turvallisuusteollisuuden alalle ja tänä päivänä älylattiaa on asennettu yli 3000:een kohteeseen. (Maricare in brief, 2018)

Elsi älylattia on hoitohenkilökunnan työväline ja kaatumisen ilmaisin. Sitä voidaan käyttää erilaisiin kaatumiseen liittyviin tekijöihin, kuten sängystä nousemiseen, WC:ssä käymiseen tai huoneesta poistumiseen. Järjestelmä havainnoi asukkaan toimintaa ympärivuorokauden. (Maricare in brief, 2018)

Älylattian toiminta perustuu antureihin, jotka asennetaan lattian alle. Kuvio 5 näyttää kuinka anturit havaitsevat ihmisen asennon ja liikkeet lattian pinnassa. Toimintaperiaate on samanlainen kuin tablettien ja älypuhelimien kosketusnäytöissä. (How Elsi technology works, 2018)



Kuvio 5. Elsi älylattia (How Elsi technology works, 2018)

4.2 Vuodehälyttimet

Vuodehälyttimiä on muutamia erilaisia, mutta tyypillisesti toimintaperiaate on kaikissa näissä sama. Hälytys lähtee, kun joku yrittää lähteä sängystä, on jo lähtenyt sängystä tai ei palaa takaisin annettuna aikana. Vuodehälyttimien pääsääntöisenä tarkoituksena on yrittää ehkäistä putoamista ja vaeltelua. Erilaisia vuodehälyttimiä ovat patjan alusta hälytin, lanka hälytin ja passiivinen infrapuna hälytin. (Heerema, 2018)

Vuodeanturi

Vuodeanturi on matto, joka levitetään sängylle lakanan alle tai päälle (katso kuvio 6). Se reagoi muutoksiin puristuksessa ja painossa ja lähettää tarvittaessa hälytyksen, joka loppuu kun paino palaa ennalleen tai kun se lopetetaan manuaalisesti. (Heerema, 2018)



Kuvio 6. Vuodeanturi (Standard bad alarm sensor pad. n.d.)

Lankahälytin

Lankahälytin on lanka, joka kiinnitetään henkilön vaatteisiin. Langan toinen pää on kiinnitettyä laatikon muotoiseen yksikköön sängyn päässä. Kun henkilö lähtee sängystä, niin langan kiristyminen saa hälytyksen aikaiseksi. (Heerema, 2018)

Passiivinen infrapunahälytin

Passiivisessa infrapunahälyttimessä sängyn reunalle muodostetaan infrapunavalosta taso, jonka rikkoutuessa hälytys lähtee. (Heerema, 2018)

4.3 Turvarannekkeet

Turvarannekkeita ei varsinaisesti käytetä kaatumisen ehkäisemiseksi, mutta useimmissa hälytyksen saa aikaiseksi, kun henkilö poistuu sallitulta alueelta, mikä voi epäsuorasti ennaltaehkäistä kaatumista.

4.4 Muita menetelmiä

Kaatumisen ehkäisy voi olla mahdollista älylaseilla. Tällä hetkellä Ellcie Healthy -älylasit ehkäisevät torkahtamista, mutta tulevaisuudessa niiden on mahdollista aistia kaatumisia ja ehkäistä niitä. (Nguyen, n.d.)

Kinesis QTUG on liikkuvuuden ja kaatuvuuden riskiarviointi iäkkäälle henkilölle. Testi tehdään viidessä minuutissa käyttäen antureita henkilön jaloissa. Testin perusteella voidaan arvioida, että onko henkilöllä huomattavasti alentunut liikkuvuus ja onko hän jatkuvassa vaarassa kaatua. (Nguyen, n.d.)

5 Verso Vision kaatumisen ehkäisyssä

Tutkimuksen kohteena oleva Verso Vision järjestelmä on käytössä Espoon sairaalassa kaikissa 225 huoneessa. Tässä luvussa perehdytään sen käyttöön ja toimintaperiaatteeseen.

5.1 Käyttö

Verso Vision -järjestelmän tarkoituksena ensisijaisesti hälyttää ja pyrkiä ennakoimaan vaaratilanteita sairaaloissa ja vanhuspalveluissa ympäri vuorokauden. Tällöin potilas saa apua silloin kun tarvitsee ja hoitajaksot lyhenevät. Järjestelmän käyttö perustuu videokameran ottamaan kuvaan ja sen perusteella tietokoneen tekemiin päätöksiin. Kuvio 7:n mukaan videokamerat asennetaan huoneiden kulmiin aivan katon rajaan.

Videokameraksi kelpaa normaali RGB-kamera. IR-kamera on tarpeen silloin, kun halutaan valvoa potilasta myös yöaikaan.



Kuvio 7. Videokamera huoneen kulmassa

Järjestelmä on hoitajilla integroituna hoitajakutsujärjestelmään, joka heillä on kännykässään. Kuvio 8 näyttää käyttöliittymän, josta hoitajat pystyvät säätämään jokaisen huoneen asetuksia tarpeen mukaan.

verso HOSPITAL Smart Vision for Healthcare

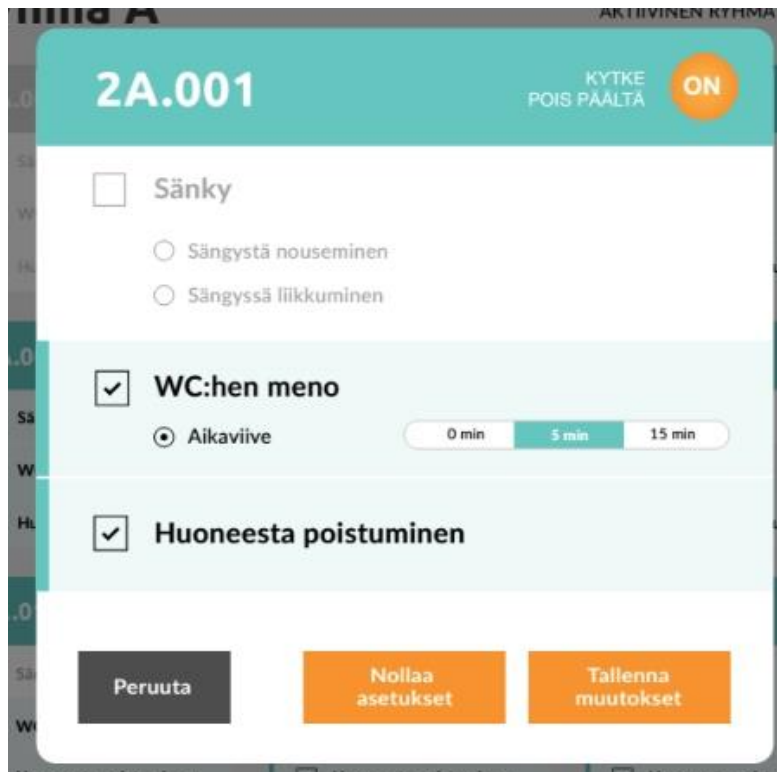
07:00 PÄIVÄVUORO

Osasto 2, pienryhmä A AKTIIVINEN RYHMÄ Osasto 2, pienryhmä A **VAIHDA**

2A.001	2A.002	2A.003	2A.004	2A.005
ON	OFF	ON	ON	OFF
<input type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky	<input checked="" type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky
<input type="checkbox"/> WC:hen meno	<input type="checkbox"/> WC:hen meno	<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input type="checkbox"/> WC:hen meno
<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen
2A.006	2A.007	2A.008	2A.009	2A.010
ON	ON	OFF	ON	ON
<input type="checkbox"/> Sänky	<input checked="" type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky
<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input type="checkbox"/> WC:hen meno	<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input type="checkbox"/> WC:hen meno
<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen
2A.011	2A.012	2A.013	2A.014	2A.015
OFF	ON	ON	ON	ON
<input type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky	<input checked="" type="checkbox"/> Sänky	<input type="checkbox"/> Sänky
<input type="checkbox"/> WC:hen meno	<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input type="checkbox"/> WC:hen meno	<input checked="" type="checkbox"/> WC:hen meno	<input type="checkbox"/> WC:hen meno
<input type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen	<input checked="" type="checkbox"/> Huoneesta poistuminen

Kuvio 8. Verso Vision käyttöliittymä

Kuvio 9 näyttää tarkemmin asetukset, joita huoneista pystyy muuttamaan. Näitä ovat sänkyhälytin, WC-tiloissa käynti ja huoneesta poistuminen. Sängystä noustessa hoitajien on mahdollisuus saada hälytys joko siinä vaiheessa, kun hän on jo kokonaan noussut tai siinä vaiheessa, kun hän on aikeissa nousta. WC-tiloihin menemisestä on mahdollisuus saada hälytys heti tai pienellä aikaviiveellä. Huoneesta on mahdollista kytkeä pois päältä kaikki vaihtoehdot, jolloin järjestelmä hälyttää pelkästään, jos joku on kaatunut huoneessa.



Kuvio 9. Yksittäisen huoneen asetukset

5.2 Toimintaperiaate

Verso Visionin toimintaperiaate perustuu konenäköön ja kuva-analyysiin. Tietokone analysoi videokameran ottamaa kuvaa reaaliajassa ja hälyttää, jos kriteerit täyttyvät. Kuvio 10 näyttää videokameran näkymän potilashuoneesta. Kuvaan on merkitty huoneen ovi ja WC-tilan ovi.



Kuvio 10. Kameran näkymä potilashuoneesta

Yksityisyys suojan turvaamiseksi kukaan ei ole näkemässä kuvaa. Analysoitavaksi kamera lähettää ainoastaan kuvaa, joka näkyy mustana. Kuvio 11 havainnollistaa, kuinka järjestelmä tunnistaa ihmisen kuvasta ja muodostaa sen ääriiviivat tietokoneelle analysoitavaksi. Järjestelmä keskittyy pelkästään ihmiseen, sen paikkaan, asentoon sekä liikkeeseen ja sivuuttaa kaikki muut. Järjestelmän analyysin kohteena on erityisesti ihmisen pään sijainti ja asento suhteessa muuhun vartaloon. Näitä tietoja verrataan ihmisen sijaintiin huoneessa, joten hälytystä ei esimerkiksi lähde, kun ihminen on makuulla sängyllä. Kun asetettujen parametrien kriteerit täyttyvät, niin järjestelmä kutsuu apua kyseiseen huoneeseen.



Kuvio 11. Kameran näkymä ja analysoitava kuva

Järjestelmä on aktiivisena aina kun huoneessa on yksi henkilö ja ainakin toistaiseksi sitä pystytään käyttämään vain yhden hengen huoneissa. Järjestelmä ei lähetä kaatumisesta hälytystä, vaikka toinen heistä kaatuisikin.

6 Vertailu

Konenäköjärjestelmän vertailu muihin kaatumisen ehkäisymenetelmiin perustui pääsääntöisesti omiin tietoihin ja kokemuksiin, mutta myös jossain määrin laitoksissa tehtyihin loppuraportteihin.

Lattiahälyttimet

Lattiahälyttimien eivät välttämättä sovellu koteihin hintavan asennuksen takia. Kona asuessa investoinnin hyöty voi jäädä lyhytaikaiseksi, jos henkilö joutuu jättämään kotinsa pian asennuksen jälkeen. (Ympäristöministeriö, 2017, 58-59)

Lattian alle laitettavan hälyttimen asennukseen menee enemmän aikaa ja rahaa verrattuna konenäköön perustuvaan järjestelmään, jonka asennus on nopea ja jonka vuoksi huoneessa ei tarvitse tehdä remonttia. Toimiakseen hyvin konenäköjärjestelmän kameran on oltava paikalla, josta sillä on suora näköyhteys koko huoneeseen ja se saattaa aiheuttaa muutoksia huonekalujen järjestelyssä tai, riippuen huoneen muodosta, estää järjestelmän kunnollista käyttöä. Lattiahälyttimissä vastaavaa ongelmaa ei ole.

Kummassakaan järjestelmässä tarkkailtavan henkilön ei tarvitse pukea päällensä mitään ja molemmat ovat lähes huomaamattomia henkilölle itselleen. Ongelmana molemmissa järjestelmissä on, ettei kumpikaan pysty erottelemaan useampaa henkilöä toisistaan järkevästi. Lisäksi lattiahälyttimissä on todettu olevan ongelmia, jos sille roiskuu vettä.

Molemmat järjestelmät pystyvät reagoimaan ihmisen liikkeelle lähtöön melko luotettavasti. Näytön vajauden mukaan on mahdoton sanoa, mutta lattiahälytin voi olla hieman varmempi sanomaan, kun henkilö on lähtenyt liikkeelle. Konenäköjärjestelmä pystyy tosin hälyttämään tilanteesta jo ennen kuin jalat osuvat maahan.

Vuodehälyttimet

Vuodehälyttimet voivat olla hyvinkin edullisia konenäköjärjestelmään verrattuna. Niillä pystytään kuitenkin valvomaan vain henkilöiden vuoteesta nousemista. Konenäköjärjestelmä pystyy seuraamaan sen lisäksi liikkumista huoneessa tai siitä poistumista.

Vuodehälyttimet tekevät turhia hälytyksiä, jos henkilö kääntyy sängyssä (Hyvintointialan Living Lab -hanke, n.d.).

Vuodeantureiden ongelmana on se, että ne on useimmiten kalibroitu tietyn painoisille ja kokoisille ihmisille. Tällöin ne saattavat aiheuttaa paljon vikahälytyksiä, jos tarkkailtava henkilö on huomattavan paljon pienempi tai suurempi, kuin mitä on oletettu. Konenäköjärjestelmän kanssa vastaavaa ongelmaa ei ole. Kehittyneimmissä vuodeantureissa on toimintoja, joilla pystytään mittaamaan henkilön unta ja sykettä.

Lankahälytin on tehokas tapa valvoa sängystä lähtemistä, mutta siinä on riskinsä. Levottomat dementikot saattavat kuristua lankaan ja Alzheimer-potilas voi helposti keksiä keinon, kuinka lanka irrotetaan vaatteista. (Heerema, 2018) Konenäköjärjestelmässä ei henkilöön laiteta kiinni mitään, joten vastaavaa ongelmaa ei ole.

Passiiviset infrapunahälyttimessä ovat tehokkaita, mutta saattavat aiheuttaa vääriä hälytyksiä esimerkiksi, kun jalka menee yli sängyn laidalta (Heerema, 2018). Yksi passiivinen infrapunahälytin valvoo sängyn yhtä reunaa, joten jos henkilö pystyy nousemaan ylös sängyn muilta reunoilta, niin vaatii se useamman hälyttimen.

Kaiken kaikkiaan vuodehälyttimet ovat edullinen tapa valvoa sängystä nousemista, mutta eivät sovi kaikille. Hälyttimet ovat aina konkreettisesti esillä tai kiinni henkilössä, joten hänen on helppo löytää keinot järjestelmän kiertämiseksi, jos hän ei halua tulla valvotuksi.

Turvarannekkeet

Merkittävä ero turvarannekkeissa ja konenäköjärjestelmässä on siinä, että turvarannekkeet ovat aina puettavia välineitä ja konenäköjärjestelmä on kiinni asutuksessa.

Toisin kuin konenäköjärjestelmä, joka valvoo yhtä huonetta, turvarannekkeet ovat aina mukana ja niiden avulla pystytään helposti paikantamaan kaatunut tai kaatumisvaarassa oleva henkilö kodin ulkopuolellakin. Tämä asia yhdessä sen kanssa, että rannekkeella voi kutsua itselleen apua, tekevät turvarannekkeista suosittuja välineitä kaatumisten valvonnassa. Haittana rannekkeissa on se, että huonosti suunniteltu ranneke voi usein leimata käyttäjänsä avuntarvitsijaksi. Lisäksi käyttäjän on helppo hankkiutua siitä eroon, jos se ei miellytä häntä. Konenäköjärjestelmä on tähän verrattuna henkilölle huomaamaton.

Turvarannekkeiden mahdollisuutta hälyttää itselleen apua ei usein käytetä, vaikka siitä olisi maksettu. Ikääntyneet pyrkivät sen sijaan raahautumaan puhelimeen ja soittamaan omaisilleen. (Ympäristöministeriö, 2017, 59)

7 Tulokset ja pohdinta

Opinnäytetyön tuloksesta tulee selville, ettei mikään nykyisistä menetelmistä pysty ehkäisemään tai edes havaitsemaan kaatumisia täysin. Jokaisesta menetelmästä tuntuu löytyvän ainakin yksi heikko kohta, eikä konenäkökään ainakaan toistaiseksi ole poikkeus tähän. Monessa tapauksessa kaatumisen ehkäisyyn tekee helppoksi, jos tarkkailtava henkilö on yhteistyöhaluinen, mutta usein ihmiset haluavat olla itsenäisiä mieluummin, kuin hyväksyvät avun.

Yleisesti ottaen käytössä olevia teknologisia menetelmiä, joita käytetään sairaaloissa ja vanhushpalveluissa potilaiden kaatumisten ehkäisyyn, löytyi valitettavan ja ehkä jopa yllättävän vähän. Opinnäytetyötä aloittaessa oli toiveissa, että vertailukykyisiä teknologiaratkaisuja olisi ollut huomattavan paljon enemmän. Näin ollen vertailu-osuus jäi vähän pettymykseksi. Muutenkin konenäön vertailu muihin menetelmiin osoittautui hankalaksi useammastakin syystä.

Luotettavuuden vertailu oli hankalaa, koska muiden menetelmien tuloksista sairaalatai vanhushpalvelukäytössä ei löytynyt tarpeeksi luotettavia tilastoja, raportteja tai artikkeleita, joihin olisi voinut viitata. Sen lisäksi Espoon sairaalasta ei ole tullut vielä tarpeeksi näyttöjä sen suhteen, että tiedettäisiin, kuinka paljon kaatumisia konenäköön ja kuva-analyysiin perustuvalla järjestelmällä saadaan ehkäistyä.

Eri menetelmien hintavertailua vaikeutti se, että samoista menetelmistä oli monta eri tuotetta, joiden hinnat vaihtelivat huomattavan paljon useiden lisäominaisuuksien mukaan. Kaikille menetelmille yhteistä on kuitenkin se, että järkevästi toimiessaan ne säästäisivät huomattavan paljon rahaa kaatumisten aiheuttamissa kustannuksissa. Jos jollain menetelmällä pystytään estämään edes 10 prosenttia kaatumisista sairaalassa, jossa tapahtuu kaatuminen päivässä, säästetään kaatumiskustannuksissa vuodessa 219 000 euroa ottaen huomioon, että yksi kaatuminen maksaa keskimäärin 6000 euroa. Tästä voidaan helposti vetää se johtopäätös, että tarve tällaiselle teknologiaratkaisulle on erittäin kova.

Ihan hetkessä tällainen ratkaisu ei kuitenkaan synny ja on hyvä, että Espoon sairaala on ottanut järjestelmän hyvillä mielin. Vikahälytyksiä on ollut jonkun verran, vaikka niitä onkin saatu karsittua järjestelmän kehittyessä. Henkilökunta on kuitenkin ollut sitä mieltä, että järjestelmästä on ollut apua ja sitä on ollut helppo käyttää. Kaikki ovat myös yhtä mieltä siitä, että väärä hälytys on parempi kuin kaatuminen, josta ei hälytystä tule ollenkaan.

Jatkoa ajatellen Verso Vision -järjestelmän tulevaisuus näyttää valoisalta, koska kone-näkö ja tietokoneiden tekoäly kehittyvät kovaa vauhtia, joten ne kasvattavat samalla konenäköjärjestelmän potentiaalia ehkäistä useampia kaatumisia. Sen lisäksi lisää-mällä järjestelmään esimerkiksi ääntä tai data-analyysiä siitä voidaan saada vielä luotettavampi.

Lähteet

Gupta, A.K. Arora, S.K. Westcott, Jean Riescher. 2017. Industrial Automation and Robotics - 13.21 Machine Vision. Mercury Learning and Information. Viitattu 16.11.2018.

<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0119K484/industrial-automation/machine-vision>

Heerema, E. 2018. Bed alarms for home use. Verywellhealth. Viitattu 7.12.2018.

<https://www.verywellhealth.com/types-of-bed-alarms-98168>

How Elsi technology works. 2018 MariCare:n www-sivusto. Viitattu 5.12.2018.

<https://maricare.com/en/how-it-works/elsi-smart-floor>

Hyvinvointialan Living Lab -hanke. N.d. Hankkeen loppuraportti. Viitattu 7.12.2018.

http://www.prizz.fi/sites/default/files/asiakaskuvat/LivingLab/Hyvinvointialan_Living%20Lab_loppuraportti.pdf

Introduction to Machine Vision. 2016. Cognex. Viitattu 18.11.2018.

https://www.assemblymag.com/ext/resources/White_Papers/Sep16/Introduction-to-Machine-Vision.pdf

Lonkkamurtuma. 2014. Raportti Terveiden ja Hyvinvoinnin laitoksen www-sivuilla 23.5.2014. Viitattu 5.12.2018.

<https://thl.fi/fi/tutkimus-ja-kehittaminen/tutkimukset-ja-hankkeet/perfect/osahankkeet/lonkkamurtuma>

Kaatumisia voidaan vähentää sairaaloissa ja laitoksissa. 2014. Artikkelit lääkirilehden www-sivuilla. Viitattu 7.12.2018.

<http://www.potilaanlaakarilehti.fi/artikkelit/kaatumisia-voidaan-vahentaa-sairaaloissa-ja-laitoksissa/>

Kaatumistapaturmat. N.d. Punainen Risti. Viitattu 5.12.2018.

<https://rednet.punainenristi.fi/system/files/page/Kaatumistapaturmat.pdf>

Maricare in brief. 2018. MariCare:n www-sivusto. Viitattu 5.12.2018.

<https://maricare.com/en/company/maricare-in-brief>

Morse, J. M. 2008. Preventing Patient Falls: Second Edition. Viitattu 24.11.2018.

<https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.jamk.fi:2443/lib/jypoly-ebooks/reader.action?docID=423590>

Mänty, M., Hulkka, T., Sihvonen, S., Lounamaa, A. 2006. Iäkkäiden henkilöiden kaatumistapaturmat. Viitattu 25.11.2018.

<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/78142/2006b08.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nguyen, M. N.d. 2018 Fall Detection Devices. Wearable Technologies. Viitattu 7.12.2018.

<https://www.wearable-technologies.com/2016/11/fall-detection-bracelets/>

Näin paljon kaatuminen maksaa yhteiskunnalle. 2011. Artikkelit terve.fi -sivustolla. Viitattu 5.12.2018

<https://www.terve.fi/artikkelit/nain-paljon-kaatuminen-maksaa-yhteiskunnalle>

Pajala, S. 2012. Iäkkäiden kaatumisten ehkäisy. IKINÄ-opas. Viitattu 5.12.2018.

<http://www.ukkinstituutti.fi/filebank/1555-IKINa-opas.pdf>

Procemex Oy. N.d. Procemex Oy:n sivusto. Viitattu 16.11.2018.

<https://www.procemex.com/about-us/>

Rufe, Philip D. 2013. Fundamentals of Manufacturing (3rd Edition) - Bibliography. Society of Manufacturing Engineers (SME). Viitattu 16.11.2018.

<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00BKEYF9/fundamentals-manufacturing/automated--bibliography>

Suomen virallinen tilasto. 2015. Kaatuminen yleisin tapaturmakuoleman syy. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 5.12.2018.

http://www.stat.fi/til/ksyyt/2014/ksyyt_2014_2015-12-30_kat_005_fi.html

Trevathan, Vernon L. 2006. A Guide to the Automation Body of Knowledge (2nd Edition) - 8.4 Remote and Networked I/O. ISA. Viitattu 16.11.2018.

<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt004OJPR9/guide-automation-body/remote-networked-i-o>

Ympäristöministeriö. 2017. Älyteknologiaratkaisut ikääntyneiden kotona asumisen tukena. Viitattu 7.12.2018.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B25086D5F-BBB1-4581-B293-488E0E6C679A%7D/130235>