

Automaattisen etäkunnonvalvonnan menetelmät

– Voitaisiinko kokeeksi rikkoa yksi teidän, tällainen miljoona euroa maksanut laitteenne, jotta saadaan testisignaalia neuroverkon opetukseen?

Näin saattaa kysyä automaattista kunnonvalvontaa tarjoava perinteinen toimittaja. Tässä kirjoituksessa pureudutaan vaihtoehtoihin laitteiden kokeeksi rikkomiselle sekä esitellään muitakin nopeasti kehittyvän automaattisen etäkunnonvalvonnan ratkaisuja.

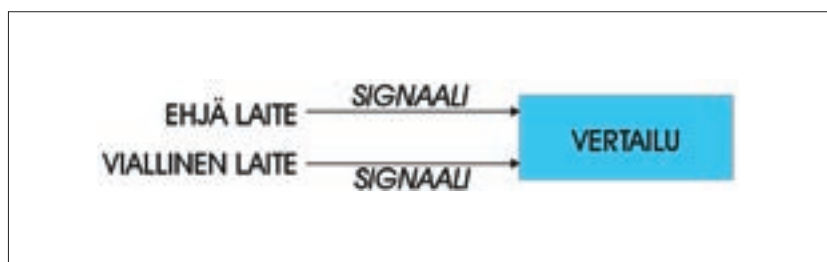


Matti E. J. Saarikallio

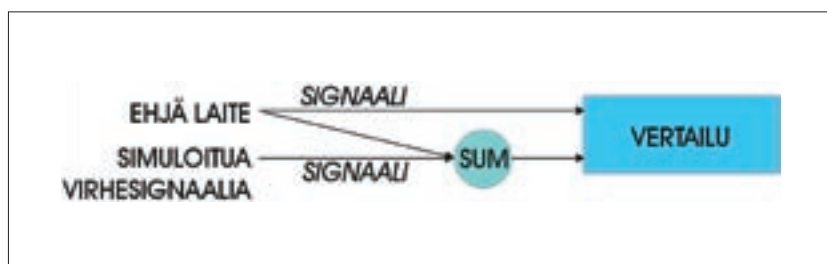
diplomi-insinööri
Image Soft Oy
info@imagesoft.fi

Automaattinen etäkunnonvalvonta ja kunnonvalvonta yleensä ovat kasvattaneet merkittävyyttään, koska niillä pystytään minimoimaan käyttökatoja ja optimoimaan huoltoa. Jatkossa on nähtävissä, että perinteisen kunnonvalvonnan lisäksi merkitystään lisäävät nimenomaan automaattinen ja etänä tapahtuva kunnonvalvonta.

Vaikka meillä on 15 vuoden asiantuntemus erilaisista mitatun signaalin käsittelyyn perustuvista ohjelmisto- ja kokonaisratkaisuksista, niin vasta viime vuosina on kuitenkin saavutettu tietokoneiden prosessoritehon kasvun ja fyysisen koon pienenemisen myötä tilanne, jossa on mahdollista kehittää huokeita, älykkäitä antureita. Tällaisessa älykkäässä anturissa on valvonnan äly viety lähelle mitattavaa kohdetta, mikä avaa uu-



Kuva 1. Ideaalitilanne.



Kuva 2. Käytännön toteutus.

denlaisia käyttökohteita ja mahdollistaa hyvin monenlaisia sovelluksia. Tässä artikkelissa esitellään etäkunnonvalvonnan menetelmiä, joita on tutkittu ja kehitetty automaattiseen etäkunnonvalvontaan.

Miksi tarvitaan automaattista etäkunnonvalvontaa?

Automaattinen etäkunnonvalvonta älykäs anturia käyttäen soveltuu eri paikkoihin monista eri syistä. Kun nyt aja-

tellaan näitä syitä, niin tämä etä-alkuliite etäkunnonvalvonnassa tarkoittaa, että turhien huoltokäyntien määrä vähenee, koska saadaan tietoa kaukaisista kohteista. Lisäksi, jos pystytään hiekkain saamaan ennakoivaa tietoa vikaantumisesta, voivat vahingot jäädä paljon pienemmiksi ja tuotannon keskeytykset voidaan rajoittaa. Myös reagointi nopeutuu alustavan tiedon vaikutuksesta.

Nykyisin valvottavissa kohteissa käydään paljon turhaan – varmuuden vuok-

si. Kun tämä saadaan poistettua etäkunnonvalvonnan avulla, voidaan resursseja kohdentaa paremmin ja aikaa jää enemmän keskittyä oikeisiin ongelmiin.

Eräs erityispiirre nimenomaan älykkäissä sensorissa on sen muisti. Sen lisäksi, että se hälyttää vioista, se voidaan virittää keräämään historiatietoa. Tällöin sitä voidaan käyttää mustan laatikon tavoin myös jälkianalyyseissä. Tällainen tieto on usein esimerkiksi laitteiden tuotekehityksessä arvokasta.

Mekaanisen laitteen synnyttämät signaalit

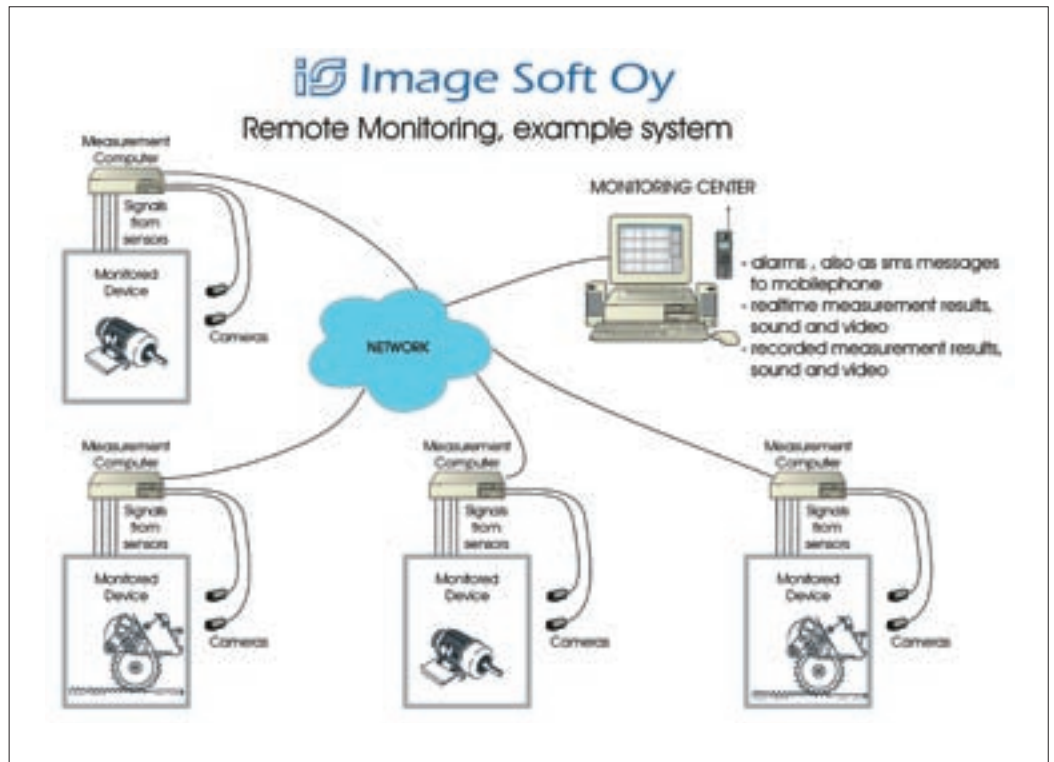
Nyt, kun on todettu etäkunnonvalvonnan tarve ja hyödyllisyys, voidaan kysyä, millaista signaalia tyypillinen mekaaninen laite lähettää? Useimmiten hyödyllisimmät signaalit ovat värinä, ääni, lämpötila, paine, momentti, videokuva ja tietysti myös laitteen sisäiset erityisparametrit, kuten kierrosnopeus tai käynnissäoloaika.

Näistä ääni on yllättävän vähän yleisemmässä käytössä, vaikka siitä on usein kohtuullisen helppoa saada vikaantumistietoa. Ehkäpä ongelmana on sen käsittelyn vaikeus, joka ei monille analyysoijille ole ollut helppoa.

Mielenkiintoinen ilmiö, johon käytännön työssä usein törmää on, että tiettyjen laitteiden kanssa vuosia työskennelleet ihmiset pystyvät korvakuulolta sanomaan, että nyt laite kuulostaa vääärältä. Tällaisen tunteen mallintaminen tietokoneella on aikaisemmin ollut haastavaa, mutta kehittyneillä algoritmeilla ja prosessoritehon nousua ollaan päästy lähemmäksi ihmisen kykyä vian erottelussa.

Näkökulmamme on sellainen, että ei ole niin hirveän tärkeää, millä anturilla data kerätään, vaan useita antureita (kuten videokamerat, mikrofonit, värinäanturit, ym.) yhdistelemällä voidaan päästä parhaaseen tulokseen.

Eräs mielenkiintoinen mahdollisuus on vanhojen laitteiden diagnostiikan muuttaminen etänä tehtäväksi käyttäen hyväksi halpoja kameroita. Älykkäiseen anturiin voidaan kytkeä kamera, jonka kuvaa analysoimalla voidaan muuntaa vaikkapa laitteen kyljessä olevien mittareiden osoittamia tietoja digitaaliseen muotoon. Tämä mah-



Kuva 3. Esimerkkijärjestelmän kaaviokuva.

dollistaa vanhojen investointien linkkaaren pidentämisen ja samalla uuden etäkunnonvalvontatekniikan käyttöönoton.

Miten signaaleja voidaan analysoida

Kun signaalit on saatu järjestelmään sisään, voidaan niiden käsittely tehdä joko etänä, jolloin tarvitaan nopeaa tietoliikenneyhteyttä, tai kuten älykkäissä anturissa paikallisesti, jolloin käsittely tehdään lähellä mitattavaa laitetta ja ainoastaan tulokset lähetetään etävalvontapisteeseen. Tällöin selvittää pienemällä siirrettävällä tietomäärällä ja voidaan toteuttaa etävalvontapiste esimerkiksi kännykkään.

Ohjelmiston laskennallisella tasolla signaaleja käsitellään erilaisilla algoritmeilla eli menetelmillä. Nämä menetelmät voidaan jakaa kahteen osaan:

- Käsittelymenetelmät ovat käytössä useimmiten datan esikäsittelyssä ja niillä voidaan muokata signaalia helpommin käsiteltävään muotoon.
- Detektointimenetelmät ovat se varsinainen äly, jolla voidaan tuoda automaattisuutta järjestelmään.

Käsittelypuolen algoritmeista kuuluisin on ehkä FFT, joka on nopea tapa laskea signaalin Fourier-muunnos eli aikata-

son signaali saadaan muunnettua taajuustasoon tarkastelua varten. Cepstrum-menetelmällä voidaan pienentää siirtotien aiheuttamaa häiriötä signaalissa, mikä perustuu yksinkertaisen siihen, että signaali muunnetaan taajuustasoon, jossa otetaan logaritmi ja muunnetaan takaisin aikatasoon.

Wavelet perustuu signaalin vertailemiseen skaalattuihin erimuotoisiin waveletteihin eli aallokkeisiin, ja sen suurin hyöty on transiienttien eli hetkellisten signaalien havaitsemisessa. ICA on mielenkiintoinen sokean lähteen erottelualgoritmi. Silmä pystytään erottamaan toisistaan kaksi signaalia, jotka ovat sekoittuneet toisiinsa. Tämähän on tyypillinen tilanne mekaanisissa laitteissa, joissa esimerkiksi eri komponenttien äänisignaali saattaa resonoida koko laitteen rungossa.

Detektointimenetelmistä olemme kaikkein innostuneimpia neuroverkoista, erityisesti MLP:stä eli monikerrosperseptronista sekä itsejärjestyvästä kartasta (SOM), joka voidaan ehkä lukea myös neurologian piiriin. Lisäksi ovat tietenkin perinteiset menetelmät, kuten tasomittaukset ja verhoikäyrät, ym.

SOM perustuu siihen, että laitteen tilasta saadaan muodostet-

tua kaksiulotteinen kartta. Tällä näkyy oikea toiminta tietyllä alueella, ja jos kartan alueet siirtyvät odotetusta on laite todennäköisesti vikaantunut tai vikaantumassa.

Monikerrosperseptroni on perinteinen ns. back-propagation-opetukseen perustuva menetelmä, joka simuloi radikaalisti yksinkertaistetulla tasolla matemaattisesti aivojen oppimista. Ongelmaksi muodostuu se, että jotta neuroverkko voi kertoa, että jotain on vikana, se pitää opettaa.

Ideaalitilannehan olisi sellainen, joka on esitetty **kuvas** 1. Siinä on muutaman miljoonan arvoinen laite ja siitä tallennetaan signaalia. Tämän jälkeen aiheutetaan tähän laitteeseen vika, pistetään vaikka hiekkaa rattaisiin tai vastaavaa ja tallennetaan rikkinäistä signaalia. Tällöin on erittäin helppoa opettaa neuroverkko tunnistamaan ero.

Ymmärrettävästi ihmiset eivät aina ole hirveän innostuneita näiden kalliiden laitteiden rikkomisesta, joten usein käytännössä vaihtoehtoksi jää vikatilanteen simulointi (**kuva 2**). Tällöin otetaan ehjän laitteen signaalia, sekoitetaan simuloitua vikasignaalia mahdollisimman erilaisista vikatilanteista. Tämän jälkeen voidaan käyttää simuloituja vikatilanteita detektorin opetuk-

nessa. Tämä rajoitus on olemassa vain uusien laitteiden kanssa. Kun valvonta on ollut käytössä pidempään, voidaan hyödyntää älykkään sensorin muis-tia ja opettaa sitä tarkemmaksi oikeista virhetilanteista tallenne-tulla signaalilla.

Johtopäätöksiä

Yhteenvetona voidaan tode-ta, että signaali ei käytännössä koskaan ole ideaalista. Neuro-verkon opetuksessa esikäsitelly (esim. piirteiden erotus) on olen-

naista. Tieto prosessin luontees-ta auttaa piirteiden erotukses-sa ja parantaa tarkkuutta. Rikki-näisestä laitteesta on vaikea saa-da signaalia, koska sitä on usein kallista tutkia. Hybridimenet-millä voidaan löytää enemmän kuin millään yksittäisellä mene-telmällä.

Oikean järjestelmän toiminta

Jos ajatellaan älykästä senso-ria ihan käytännössä, niin sen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat

modulaarisuus, hajautettavuus, toimintavarmuus, helppokäyt-töisyys, kohtuullinen hinta ja yhteensopivuus mittalaitteiden kanssa, mikä tarkoittaa myös sovitettavuutta olemassaole-viin järjestelmiin.

Käytännössä parhaita sovel-luskohteita ovat sellaiset, jois-sa laite on sijoitettu siten, et-tä sen lähelle on vaikea pääs-tä. Se saattaa myös sijaita kaukana tai olosuhteet voivat olla vaarallisia. Laitteet, joita tutki-taan tyypillisesti, ovat jatkuvasti käynnissä, ja niiden rikkoontu-

minen on kallista ja ongelmallista. Ihan sovellustasolla tällaisia voisivat olla esimerkiksi pyöri-vät antennit, voimalaitokset, isot moottorit, sahat, metallin työ-s-tökoneet ja jopa suuret ilmas-tointijärjestelmät.

Yhteenveto

Automaattisella etäkunnonval-vonnalla voidaan saada aikaan merkittäviäkin säästöjä. Kun etäkunnonvalvontaa katsotaan menetelmien näkökulmasta, ne voidaan jakaa käsittely- ja de-tektointimenetelmiin. Menetel-miä on useita, mutta paras tu-los saadaan käyttämällä eri men-etelmiä toisiaan tukemassa eli hybridiratkaisua. Käytännös-sä älykkään sensorin tulee olla modulaarinen, toimintavarma ja riittävän edullinen. Tällainen sensori soveltuu parhaiten kau-kaisiin, vaarallisiin tai jatkuvas-ti käyviin laitteisiin.

Lopuksi todettakoon, että älykkäät menetelmät yleistyvät kovaa vauhtia ja tulevat täyden-tämään olemassaolevia järjestel-miä. Kokemuksen mukaan usein on tärkeää ymmärtää myös ny-kyisten menetelmien arvo. Nyt ei olla syrjäyttämässä, vaan täy-dentämässä olemassaolevia jär-jestelmiä.

Kirjoitus perustuu osin julkai-suun: Saarikallio, M, Suomen Au-tomaatioseura ry:n SAS julkaisu-sarja nro 28. Automaatio 05 -se-minaari 247365. ss. 403-407. Suo-men Automaatioseura ry. Helsin-ki. ISBN 952-5183-23-8. ■



Messut ja kongressi
10. – 11.5.2006
Oulu

Teollisuuden suurtapahtuma Oulussa 10.–11.5.2006!

- Kunnossapidon tuottavuus
- Palvelut, laitteet, työvälineet
- Alihankinta
- Turvallisuus

Kunnossapito 2006 on merkittävin ammattitapahtuma, joka tarjoaa tehokkaan kohtaamispaikan valtakunnallisille, pohjoissuomalaisille ja Perämeren kaaren alueen yrityksille.

Messututkimustulokset vuodelta 2004 puhuvat puolestaan, 92% kävijöistä oli tyytyväisiä messuantiin.

Etsitkö uusia asiakkuuksia?
Tarvitsetko tehoa markkinointiin?

**Varmista näkyvyytesi ja varaa osastopaikkasi nyt.
Tervetuloa näytteilleasettajaksi!**

www.expomark.fi/kunnossapito

Lisätietoja:
Expomark Oy
projektipäällikkö Jutta Kainua-Heinänen, puh. (014) 339 0390
projektiikoordinaattori Tommi Kaukola, gsm 040 563 8695
etunimi.sukunimi@expomark.fi

Järjestäjä:



Yhteistyössä:
POHTO
Kunnossapitoyhdistys ry

Messut järjestää:
Expomark Oy, Puiستokatu 2 A, 40100 JYVASKYLÄ
Puh. (014) 339 0300, Fax (014) 339 0350
info@expomark.fi, www.expomark.fi

