

Veijo Hänninen

Reaalimaailmaa tunnustellen

Nanoteknologia ja anturit

Veijo Hänninen

Reaalimaailmaan tunnustellen

Nanoteknologia ja anturit

© 2016 Veijo Hänninen

Kustantaja:

BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Valmistaja:

BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa

ISBN 978-952-339-406-3

Sisällysluettelo

REAALIMAAILMAA TUNNUSTELLEN 7

Nanoteknologia ja anturit 7

Anturi 8

Anturi vai sensori 9

Mikropiirien kehitysvauhdista 10

ATOMEISTA RAKENTAEN 11

Grafeeni ja anturit 12

Solujen tasolle 14

Ultraherkkiä antureita 15

BIOLOGISET ANTURIT 16

Anturi hien analysointiin 17

Kehon sisäinen anturi 17

Elimistöön sulavia antureita 18

Sydän sykkii mikrosirulla 19

ELEKTRONISET NENÄT JA KIELET 20

Viinin maistajat 20

Kone haistaa paremmin kuin oikea nenä?
21

Nanotekninen koiran nenä 22

Hengitysilman mittauksia CMOS-
tekniikalla 23

KONETEKNIikka JA NIIDEN AISTIT 25

Pehmeitä venymäliuskoja 25

Pienempiä omavoimaisia antureita 26

Lämpötilan mittauksia nanorakenteista 27

Edullisia energiateknisiä antureita 28

MAGNEETTIKENTTIEN ANTUREITA 29

Lämpötilamittauksia timantin avulla 29

Solujen sisäisiä mittauksia 30

MIKRO- JA NANOPALKIT 31

Tarkkoja kaasumittauksia mikropalkeilla
31

Nanopalkit 33

OPTISET ANTURIT 34

Herkkiä optisia ilmaisimia 35

Ei savua ilman tulta 35

LASER 37

Monipuolinen laser 37

Kemikaalien sormenjäljet 38

Laserien käyttö monipuolistuu 38

Viruksen kokoisia lasereita 39

Plasmoniikka 39	Edullisia orgaanisia antureita 55
Nestemäinen nanolaser 40	Anturimustetta kuulakärkikynästä 56
Terahertsitaajuuksilla tutkiminen 41	Anturitaidetta lyijykynällä ja toimistopaperilla 57
Spiraalinen lasersäde 41	TRICORDER 58
Metapinta mullistaa polarimetrit 42	http://tricorder.xprize.org 58
Pienen tehonkäytön polaritoni-laser 43	Kohdetta koskematta 59
Spaseri hiilen avulla 44	TIEDETTÄ 61
Laserkeilausta mikromitoilla 45	Elektroneja laskien 61
Laser tieteen palveluksessa 46	Nanopalkki ja kvantti-ihme 62
NANOTEKNIKKAA 47	Kvanttimaailman pieni värähtelyanturi 62
Antureita hiiliinanoputkista 47	Monitoimisia spintronisia älyantureita 64
Infrapuna-anturi hiiliinanoputkista 48	Herkkä magneettinen ilmaisu puhtaalla spinvirralla 65
KAKSIULOTTEISET MATERIAALIT 49	Ennätyskylmiä elektroneja 66
Molybdeenidisulfidi ja fetit anturina 49	Vähän isompi kosteusanturi 67
Atomisen ohuita kaasu- ja kemia-antureita 51	
Nanolangoista 52	
Proteiinien ja kemikaalien tunnistus 52	
EDULLISET JA PRINTATTAVAT 53	
Tulostettava ja joustava kuumeanturi 53	
Painotekniikalla rikkivetyanturi 54	
Parempia typioksidiantureita 54	

REAALIMAILMAA TUNNUSTELLEN

Nanoteknologia ja anturit

Kun tietotekniikkaa hyödynnetään jo tehokkaasti monella tasolla, sitä haluttaisiin käyttää myös yhä enemmän reaailmaailman ilmiöitä seuraamaan.

Uusin tämän suunnan ilmiöitä on Internet of Things eli esineiden internetin käsite, jossa erilaisia laitteita haluttaisiin seuralla internetin kautta. Jotta jonkin laitteen seuraamisessa olisi jotain mieltä, täytyy sieltä olla haettavissa tai itsenäisesti lähetettävissä jotain informaatiota. Tämä taas tarkoittaa, että kyseinen laite kerää ympäristöstään jotain informaation arvoista. Tähän taas tarvitaan antureita.

Kaikki tämä tarkoittaa, että tarvitaan yhä laajemmin erilaisia antureita ja niiden sovittamista tietotekniikan maailmaan.

Erilaisia antureita on käytetty teollisuudessa jo satakunta vuotta. Siellä anturit muodostavat niin sanotun säätösilukan ensimmäisen osan joka jatkuu edelleen sopivalla mekaanisella tai sähköis-elektronisella välityspiirillä sekä täydentyy lopuksi toimilaitteella itsenäisesti toimivaksi säätösilmuksiksi.

Toisaalta antureita käytetään vain selkeään informaation keruuseen, josta kertynyttä dataa käytetään sitten vaikkapa sääennusteen laatimiseen. Tämän tyyppiseen laajaan kerättyyn informaatioidatan käsittelyyn juuri tietotekniikka tarjoaa parhaan avun.

Suurin osa antureita seuraa meidän reaalisen maailman ilmiöitä eli ne toimivat analogisesti. Siten anturien ja digitaalisen tietotekniikan väliin tarvitaan analogia-digitaali muuntimia (ADC). Se muuntaa analogisen signaalin biteiksi, joita tietotekniikka osaa hyödyntää. Toiseen suuntaan dataa muokattaessa tarvitaan puolestaan digitaali-analogia muuntimia (DAC).

Anturi

Anturi on laite tai rakenne, joka tuottaa ihmisten ymmärtämiin mittayksiköihin muunnettua informaatiota jostain fyysisestä tai kemiallisesta ilmiöstä.

Teknisesti ne ulottuvat yksinkertaisista passiivista materiaaalipaloista aina monimutkaisiin konenäkö- ja tutkajärjestelmiin saakka. Ehkä kuvaavin esimerkki monipuolisesti anturitekniikkaa hyödyntävästä nykyjärjestelmästä on ilman kuljettaa liikkuvat autot.

Yksinkertaisista tutuin on ehkä elohopealämpömittari joka elohopean laajenemisen kautta kertoo lämpötilan. Samantapainen asia tapahtuu lämpösähköisessä elementissä jossa materiaalin resistanssi muuttuu lämpötilan mukaan.

Molemmissa tapauksissa on tunnettava tarkkaan kyseinen fysikaalinen ilmiö, jotta muutokset osataan ilmaista Celsius-asteina.

Lisäksi näissä passiivissa anturirakenteissa mittaukseen liittyvä energia otetaan mitattavasta kohteesta, mikä täytyy ottaa huomioon järjestelmää kehitettäessä ja mittaushetkeen sovitettaessa.

Toinen anturityyppi on mittauskohteen ulkopuolista energiaa hyödyntävä menetelmä. Esimerkiksi jonkin kemiallinen reaktio saadaan aikaan sähkövirralla ja näin aikaansaattua muutosta seurataan kolmannella elektrodilla.

Yksinkertaisinkin anturi tarvitsee tulostensa esittämiseen jonkinlaisen käsittelyjärjestelmän mutta esimerkiksi itsenäisesti liikkuvien alustojen anturijärjestelmät saattavat tuottaa jo niin paljon dataa, että ihan tavanomaiset prosessorijärjestelmät eivät kykene sitä kaikkea käsittelemään.

Näissä osa datankäsittelystä onkin siirretty itse anturilaitteistoon tehtäväksi ja silloin puhutaakin usein sensorijärjestelmistä. Esimerkiksi itsenäisen ajoneuvon tutkainjärjestelmä seuraa ja päättelee onko edessä mahdollisesti toinen auto, jalankulkija vai hirvi. Sitten varsinaiselle ohjausjärjestelmälle annetaan vain näitä vaihtoehtoja koskeva tieto, jonka perusteella se sitten tekee tarvittavat toimet.

Anturi vai sensori

Kansainvälisessä kielenkäytössä anturia tarkoitetaan sanoilla sensor ja muuntimia termillä transducers.

Suomessa sensorilla on tarkoitettu sota-aikana toimineita henkilöitä, jotka sensuroivat kirjeitä ja lehtiä. Siksi sensor – sana ei ole oikein iskostunut tänne vaikka esimerkiksi kaikki pohjoismaat ja saksalaiset käyttävät sensor –termiä. Tavallaan anturi tekee samaa hommaa kuin sensorikin eli päästää eteenpäin vain haluttua tietoa.

Mikropiirien kehitysvauhdista

Tietotekniikan viimeaikainen kehitys antaa kuvan siitä miten nopeasti mikropiiritekniikan mitoitus mahdollistaa tekniikan kehityksen.

Tunnetuin kuvaaja aiheesta on Mooren laki, joka ennusti mikropiirien transistorimäärän kaksinkertaistuvan noin kahden vuoden välein. Nyt meillä on kämmenelle sopivia älykännyköitä, joissa voi olla jopa 100 miljardia transistoria, joiden laskentateho ylittää sen mitä henkilökohtainen tietokone teki kymmenkunta vuotta sitten.

Tietotekniikan kehitys laskentatehon kannalta on ollut varsin suoraviivasta mutta sellaista ei voi saavuttaa sellaisenaan jonkin yksittäisen materiaalitekniikan laitteen suhteen.

Kuitenkin esimerkiksi Virginia Techin tutkijat ovat kehittäneet luottokortin kokoisen kaasukromatografialaitteen alustan, jolla voidaan analysoida haihtuvia yhdisteitä muutamassa sekunnissa.

Kromatografia on kemiallisten yhdisteiden tutkimiseen ja määrittelyyn käytetty menetelmä. Yleensä juuri kaasujen analysointiin liittyvät tutkimuslaitteet ovat eri komponenteista koottuja erittäin kookkaita laitteistoja.

Virginia Techin kehittämä mikropiiritasoinen kaasukromatografian mikropiirimoduuli on 1,5 x 3 senttimetrin kokoinen ja se vaatii valmistuksessa vain kahden maskin prosessin. Tavallinen mikropiiri vaatii yleensä kymmeniä ja tietokoneen prosessori jopa satoja prosessivaiheita. Tuotantokustannukset ovatkin yksi uutta anturiteknologiaa edistävä tekijä.

Kun tietotekniikkaa hyödynnetään jo tehokkaasti monella tasolla, sitä haluttaisiin käyttää myös yhä enemmän reaali­maailman ilmiöitä seuraamaan. Tähän tarvitaan entistä parempia antureita, joita nanoteknologia meil­le jo lupaa.

Tarjolle tulee monia terveyteen liittyviä mittauksia, jotka voidaan tehdä jo terveysasemalla. Viinitarhuri voi mennä tarhaansa mukanaan mittalaite, jolla selvittää rypäleiden kypsyyttä. Erikoisemmat mittausanturit selvittävät jopa millaisia bakteereita anturilla on?



BoDTM
BOOKS on DEMAND