

Langaton mittaus avuksi



Suksen luisto hallintaan

Tekesin Ubicom-ohjelmaan kuuluvassa HILU-projektissa luodaan kokonaisvaltainen langaton hiihdontutkimus ja -kehitysympäristö Vuokattiin. Hanke yhdistää sekä teknisen että liikuntatieteellisen osaamisen.

Tavoitteena on kerätä monipuolisesti tietoa suksen luisto-ominaisuuksien, hiihdon tekniikan sekä hiihtovälineiden tutkimiseen ja kehittämiseen.

Langattomuus avuksi

Hankkeen pohjana käytetään suksenliikutuslaitetta, jota voidaan käyttää luotettavasti ja toistettavasti suksen luisto-ominaisuuksien tutkimiseen. Lisäksi käytetään ladun alla reaktiivoimia mittaavia voimalevyjä sekä langattomat reaaliaikaiset mittaukset mahdollistavaa tiedonkeruuta.

Suksen ja lumen rajapintaan on kehitteillä menetelmä luistoon vaikuttavan veden määrän mittaamiseksi. Lisäksi hankkeessa kehitetään hiihtäjän ja välineiden voimien sekä liikelojen mittaamiseen tarkoitettu langaton mittauslaite.

Tähän mobiilimittaukseen käytettävä langaton rajapinta toteutetaan 2,4 gigahertsin ISM-taajuuskaistalla toimivalla Nanotronin Chirp Spread Spectrum -radiolla.

Kehittyneet anturitekniikka ja vähävirtaiset lyhyen kantaman radiot takaavat pitkäkestoiset langattomat mittaukset. Lisäksi langattomalla menetelmällä dataa voidaan kerätä keskitetysti ja reaaliaikaisesti, mikä mahdollistaa välittömän analysoinnin. Mobiilimittauksissa käytetään 3D-kiih-

Nykyisin hiihdon tekniikkaa ja suksen luistoa määritetään epäsuorin menetelmin ajanoton ja liukumatkan tai subjektiivisen arvion perusteella. Suksen ja lumen rajapinnan uudet mittausmenetelmät ja langattomin anturein toteutetut ratkaisut tarjoavat monipuolisia mahdollisuuksia hiihdontutkimukselle.



tyvyysantureita ja vastusvenymäliuskoja. Kiihtyvyyssantureilla on mahdollista määrittää muun muassa kulmanopeuksia ja kallistuskulmia, lineaarisia kiihtyvyyksiä ja nopeuksia, kontakteja tai törmäyksiä sekä toistuvien liikkeiden taajuuksia.

Hiihtovälineistä eli sauvoista ja suksista tai jopa hiihtäjistä mitattavien liikelojen avulla on tarkoitus päästä käsiksi mahdollisiin tekniikkavirheisiin ja liike-

rajoitteisiin. Erityisesti hiihdon potku- ja työntövaiheessa esiintyvät asentovirheet vaikuttavat eteenpäin suuntautuvan voiman suuruuteen.

Vastusvenymäliuskoilla päästään puolestaan muodonmuutoksen kautta käsiksi kappaleeseen kohdistuviin voimiin.

Vesi vanhin voitehista

Oulun yliopiston Mittalaitelaboratorion (MILA) tehtävänä projektissa on testata ja kehittää mittausmenetelmää, jolla voidaan nykyisiä paremmin arvioida suksen luistoa erilaisissa lumioloissa.

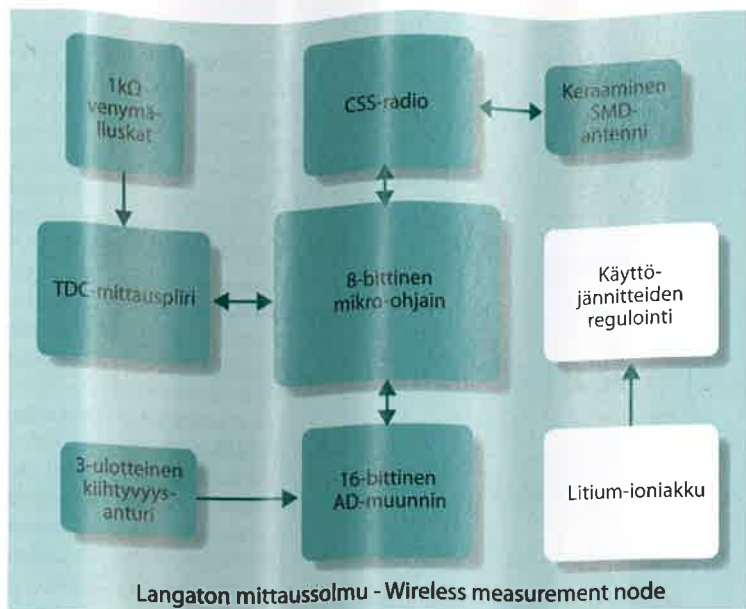
Aiempien tutkimusten mukaan suksen pohjan ja lumen rajapintaan muodostuu muutaman nanometrin tai muutamien kymmenien nanometriä paksuinen vesikerros. MILAssa on keskitytty haarukoimaan mittausmenetelmää, jolla pystyttäisiin mittaamaan suksen pohjalle mahdollisesti syntyvän vesikerroksen ominaisuuksia.

Termoelementtimittauksissa on käytetty optisia termopareja määrittämään ladun pintalämpötilaa ennen ja jälkeen suksen ylikulun. Saatua mittaustuloksia on lisäksi varmistettu perinteisin lanka-termoparimittauksin, koska mitattavan pinnan laatu vaikuttaa optisten termoparien tuloksiin. Aluksi epäiltiin, että suksen kulkiessa ladulla lumen pinnan laatu saattaisi oleellisesti muuttua.

Optiset ja lanka-termoparit antoivat kuitenkin hyvin samansuuntaisia tuloksia, joten oleellisia pintamuutoksia ladulla

Hiihtäjän reaktiivoimien mittaamiseen perinteisellä hiihtotavalla käytetään 20 metrin pituisia voimalevyjärjestelmää.

Skier's reaction forces in classic style can be measured with a 20 m long force plate system.



Wireless snow-ski measurements

■ In Skiing and Snow Research project HILU a comprehensive skiing research environment will be implemented in Vuokatti ski tunnel.

Applicable methods for studying the interface between snow and ski are being developed. Optical and microwave sensors are the most prominent ones. Reaction forces can be measured from under the skiing track as well as from a ski-moving device.

3D force measurements directly from skis will be streamlined for better mobility. Wireless infrastructure will collect measurement data from wireless body sensors and other measurement devices.

Research will be carried out in collaboration between Centre for Wireless Communications (University of Oulu), Measurement and Sensor Laboratory (University of Oulu), Department of Biology of Physical Activity (University of Jyväskylä) and VTT Technical Research Centre of Finland.

Contact person for the project is Juha Isoaho (juha.isoaho@ee.oulu.fi)

ei näyttänyt tapahtuvan. Tyypillisesti lämpötilan nousu 4–6 metrin sekuntinopeudella ja 70–120 kilogramman kuormalla oli 1–2 astetta.

Nämä mittaukset eivät kuitenkaan antaneet tietoa mahdollisesta vesikerroksesta. Kerroksen määrittämiseksi on suunnitella optiikkaan perustuva anturi, joka asennetaan suksen pohjaan. Anturille lasketaan parametreja ja sitä rakennetaan parhaillaan.

Mikroaaltoresonaattoria taas voidaan käyttää lumen vesipitoisuuden ja tiheyden määrittämiseen. Sopivalla mikroaaltoanturoroinnilla saatetaan saada käyttökelpoista tietoa lumen ja suksen pohjan vuorovaihtokutuksesta ja mahdollisesta vesikerroksen syntyemisestä.

Kolmiulotteisia voimamittauksia

Tarvittavat voimamittaukset tekee Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitos. Voima-antureilla mitataan hiihtäjän alustaan kohdistamia pysty- ja vaakasuuntaisia voimia.

Aiemmin anturien koko ja massa ovat olleet rajoittavia tekijöitä voimien mittaamiseksi suksista. Yksi tärkeä tavoite onkin kehittää anturointia entistä paremmaksi. Tarkoituksena on löytää käyttökelpoinen tekniikka kolmiulotteisten voimien mittaamiseksi suksen siteestä.

Mittausten ensimmäisessä vaiheessa keskitytään voimien mittaamiseen perinteisen hiihdon aikana, mutta jatkossa tarkoituksena on päästä käsiksi myös vapaan hiihtotyylin voimiin. Tiedonsiirto on tarkoitettu hoitaa sekä langallisesti että langattomasti.

Mittaussolmun tavoitteena on havainnoida muun muassa suksen luist ominaisuuksia lumiolojen (kuten kosteuden ja rakenteen) muuttuessa sekä analysoida hiihtäjän tekniikkavirheitä hiihdon aikana. Pidemmän aikavälin tavoite on kerätä mittaustietoa jopa maastossa.

Venymäliuska- ja kiihtyvyyssanturimittauksiin tarkoitettu langattoman mittaussolmun lohko-kaavio.

Wireless node for measuring with resistance strain gauges and accelerometers.

Linkkipankki

Prossessorin 11/2009 linkkipankkiosista löytyvät linkit HILU-hankkeen toteuttajien ja yhteistyökumppanien kotisivuille sekä Vuokatin urheiluyliopiston hiihtotunnelia käsitteleville sivuille.

Tiedot talteen langattomasti

Oulun yliopiston CWC-yksikön rakentama langaton tiedonkeruujärjestelmä koostuu tukiasemista, kytkimistä ja palvelinkoneesta.

Tukiasemat ja kytkimet on kiinnitetty hiihtopotken sisäkattoon ja ne liittyvät toisiinsa PoE-kaapeloinnin (Power over Ethernet), joissa data ja tarvittava käyttöjännite kulkevat kumpikin samassa kaapelissa.

Langattomana rajapintana on käytetty IEEE 802.15.4 -standardin (Zigbee) mukaista 2,4 gigahertsin taajuudella toimivaa radiota.

Vaativien mittaustarpeiden vuoksi hiihtopotken tukiasemia korvataan suorituskykyisemmällä ARM-pohjaisilla laitteilla. Näin käyttöön saadaan kaksi uutta radiorajapintaa.

CSS-radiota käytetään vähävirtaisissa mobiilimittauksissa vastaanottamaan mittaustietoa. Muista lähteistä kuten suksenliikutuslaitteelta voidaan vastaanottaa tietoa WLAN-yhteyden avulla.

Tukiasemat välittävät mittaustietoa Ethernet-verkkoa pitkin palvelimelle tallennettavaksi tarkempaa analysointia ja graafista esitystä varten. Luonnollisesti palvelimelle on pääsy myös netin kautta, mikä mahdollistaa etäanalysoinnin.

Mittaussolmuja välineisiin

Liikkuvia mittauksia varten hiihtovälineisiin on asennettu kylmiin oloihin suunnitellut langattomat mittaussolmut.

Tämä VTT:n toteuttama järjestelmä sisältää neljä erillistä mittaussolmua, joista kaksi on kiinni suksissa ja kaksi sauvoissa.

Kukin solmu mittaa neljää venymäliuskaa sekä kiihtyvyyttä kolmessa suunnassa. Kahdensadan hertsin näytetaajuudella mittaustietoa syntyy yhdestä solmusta noin 25 kilobit sekuntivauhdilla.

Tieto siirretään tukiasemille vapaan ISM-

radiokaistan kautta. Radiot käyttävät CSS-tekniikkaa ohjelmistopohjaisen TDMA-protokollan (Time Division Multiple Access) mukaisesti.

Yksi solmuista on isäntäsolmu, joka synkronoi lähetyksien avulla renkisolmujen mittaukset sekä hoitaa koko järjestelmän TDMA-protokollan. Synkronointi mahdollistaa eri mittaussolmuilta kerätyn datan esittämisen samalla aikajanelä.

Mittaussolmuja on mahdollista säätää radioteitse mittausten lomassa.

Venymäliuskoja käytetään yhden kilohinin liuskoja, joiden avulla saavutetaan pieni virrankulutus yhdessä TDC-pohjaisen (Time-to-Digital Converter) mittaussolmun kanssa. Ratkaisulla päästään 24-bittistä AD-muunninta vastaavaan tarkkuuteen.

Kiihtyvyyssanturia luetaan 16-bittisen AD-muuntimen kautta. Kahdeksanbittinen mikro-ohjain komentaa koko järjestelmää ja liittyy oheispiireihin SPI-väylän avulla.

Protovaiheessa yhden mittaussolmun tehonkulutus on mittaustilassa keskimäärin 100 milliwattia. Tämä vastaa 950 milliampeeritunnin litium-ioniakulla vajaan kahden vuorokauden jatkuvaa mittaustietoa.

Taustat

Kirjoittajat: Pauli Mikkonen CWC, Timo Julku MILA, Anni Hakkarainen Jyväskylän yliopisto sekä Tero Peippola ja Jari Rehu, VTT

Yhteystiedot: Juha Isoaho, juha.isoaho@ee.oulu.fi

Tutkimusprojekti: Hiihto- ja lumitutkimusympäristö (HILU)

Yhteistyössä: Oulun yliopiston CWC-yksikkö ja Mittalaitelaboratorio, Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitos, VTT, Atomic Austria GmbH, Peltonen Ski Oy, Redox Oy, Snowpolis Oy, University of Salzburg ja Vuokatin urheiluyliopisto.

Tekes-ohjelma: Ubicom