

Työkoneet kohti autonomista toimintakykyä

12.4.2024

SeAMKin Autonomiset ajoneuvot -tutkimushankkeen benchmark-kierroksella tutustutaan muiden suomalaisten korkeakoulujen koulutus- ja TKI-työhön automaatio- ja autonomiateemassa. 11.1.2024 oli vuorossa Tampereen yliopisto ja sen Autonomous Mobile Machine (AMMG) tutkimusryhmä, joka on osa Innovatiivisen hydrauliikan ja automatiikan (IHA) (IHA – Innovative Hydraulics and Automation | Tampere Universities (tuni.fi)) kokonaisuutta. TUNIssa on tehty mobiilirobottien ja työkoneiden autonomisoitumiskehitykseen liittyvää tutkimusta ja kehitystyötä jo 2000-luvun alkupuolelta saakka (Autonomous off-road machines | IHA – Innovative Hydraulics and Automation | Tampere Universities (tuni.fi)) ja työ on ajan myötä jakautunut useaan eri tutkimusryhmään ja niiden yhteenliittymään, valtakunnallisen SIX-yhteistyön osana toimivaan Platform for excellence on mobile machines (Platform of Excellence in Mobile Work Machines | Tampere universities (tuni.fi)). Ensimmäinen etäohjattava pyöräkuormaaja rakennettiin jo vuonna 2003, autonomiseen lavan käsittelyyn kykenevä pienoiskuormaaja 2012 ja automaattista kuormausta tekevä kokonaisuus vuoden 2018 tienoilla. Oleellinen havainto onkin, että autonomiseen toimintaan kykeneviä työkoneita on kehitetty pitkän ajan kuluessa askel kerrallaan – ja kuten muissakin benchmark-kohteissamme, liikkeelle on lähdetty etäohjauksen mahdollistavista alustoista.



Jukka Yrjänäinen esittelee Mobiilihydrauliikan laboratorion kalustoa. Etualalla autonomiseen toimintaan varusteltu Avant-pienoiskuormaaja jota on hyödynnetty tutkimusalustana jo vuodesta 2012 (kuva: Tommi Ylimäki).



Autonomous Mobile Machine Group -tutkimusryhmän uudempaa kalustoa on vasta varusteltavana oleva sähkökäyttöinen Volvo L25 kuormaaja (kuva: Tommi Ylimäki).

”ROS2 on hyvä kehikko, mutta monimutkaiset asiat ovat silti monimutkaisia”

AMMG tutkimusryhmän vetäjä, professori Resa Ghabcheloo ja projektipäällikkö Jukka Yrjänäinen esittelivät ryhmän toimintaa ja hankkeita. Ryhmä tekee raskaiden itsenäisten työkoneiden robotiikkaan liittyvää tutkimusta, ja siihen kuuluu parisenkymmentä henkeä maisteri- ja jatkotutkinto-opiskelijoista tutkimusassistentteihin ja post-doc tutkijoihin. Ryhmän rahoitus tulee pääosin EU:n Horizon2020-hankkeista, Suomen Akatemialta, Business Finlandilta sekä yritysten maksamista jatkotutkintorahoituksista, joita oli vierailuhetkellä käynnissä 8 tohtoriopiskelijan verran. Ryhmän tutkimus- ja kehityskäytössä on monipuolista työkonekalustoa kuten M12 kuormaaja, Avant-pienoiskuormain tai uudemmasta päästä vasta rakenteilla oleva sähköinen Volvo L25 electric. Ryhmä hyödyntää 4000m^2 testialuetta useiden laboratorioiden ohella.

Eräs mobiilirobotiikan keskeisiä tekijöitä on kyky havaita koneen ympäristöä automaattisesti ja tehdä ohjauspäätöksiä tämän havaintodatan pohjalta. Esimerkiksi kuormalavan automaattinen poimiminen vaatii kykyä paikantaa lava tarkasti koneen koordinaatistossa, mikä edellyttää lavan tunnistusta ja sen asennon määrittämistä. Ryhmän eräs painopistealue onkin ollut tällaisen kyvykkyyden kehittämisessä. Laitetasolla

ryhmän työstämissä koneissa on hyödynnetty mm. syvyyskameroita, 3d-lidareita, kamerapohjaisia odometrejä ja satelliittipohjaista tarkkuuspaikannusta – sekä näiden tuottaman datan yhdistämistä tilannekuvan luomiseksi. Toisaalta näkökulma on ollut mobiilirobotiikan toiminnallisen turvallisuuden edellyttämässä ohjelmisto- ja laitearkkitehtuurisuunnittelussa ja koneoppimisen sekä neuroverkkojen hyödyntämisessä robottien ohjauksessa: ulkotiloissa toimivan työkoneen tulee olla sisätiloissa ja kontrolloiduissa ympäristöissä toimivia robotteja paremmin tietoinen lähialueensa tilanteesta ja kyetä tekemään muutoksia suunnitelmiin itse. Lisäksi keskeinen ulottuvuus on simuloinnin hyödyntäminen tutkimus- ja kehitystyössä: esimerkiksi kehitettäviä datankäsittelyalgoritmeja voidaan kokeilla turvallisesti ja suhteellisen resurssitehokkaasti simuloimalla kokonaisia koneita ja niiden toimintaympäristöjä ennen fyysisten koneiden kanssa tehtävää työtä.

Ryhmä on tutkinut ja vienyt eteenpäin ROS2 (Robotic Operating System) väliohjelmiston hyödyntämismahdollisuuksia sekä tutkimus- että kaupallisessa tuotekehitystyössä. Esimerkiksi Peams-projektin (PEAMS – unique collaboration in action | Rocla AGV (rocla-agv.com)) myötä myös suomalainen työkoneteollisuus on hiljalleen alkanut perehtymään ROS2:n mahdollisuuksiin tuotekehitystyön nopeuttajana. Yrjänäisen tietojen mukaan ROS2:ta ei ole vielä toistaiseksi juurikaan käytetty suomalaisten yritysten lopputuotteissa mutta merkittävä havainto on, että ROS2 tarjoaa valmiin ja monipuolisen mallin eri järjestelmäkomponenttien keskinäiseen integrointiin ja ”pakottaa” tekemään arkkitehtuurista rajapintapohjaisen. Monet valmistajat tarjoavat jo ROS2-yhteensopivia moduuleja ja yleensäkin ROS2:n etuna on modulaarisen ajattelun mahdollistama komponenttien uudelleenkäytettävyys. Lisäksi ekosysteemissä valmiina simulaatio- ja visualisointityökaluja ja tietyt aihepiirin kannalta hyödylliset tietomallit nopeuttavat yhteensopivien ohjelmistojen rakentamista. Avoimen lähdekoodin projektina ROS2:lla on varsin laaja käyttäjäyhteisö (ROS: Welcome to the ROS Community), jonka tuottamat lähdekoodit ja dokumentaatiot ovat vapaasti saatavilla. Toisaalta, Jukka Yrjänäisen kokemuksen mukaan, lopulta koko robotin ohjelmistopinossa ROS ei välttämättä sovellu kuin tiettyyn keskikerrokseen – ”monimutkaiset asiat ovat monimutkaisia myös ROS2:n kanssa”. Mobiilirobotiikka on luonteeltaan poikkileikkaava tieteenala, joka vaatii asiantuntemusta muun ohella myös ohjelmistotuotannosta. Yrjänäisen näkemys on, että opetuksessa pitäisi olla enemmän painotusta ohjelmistotuotannon suuntaan: vaikka yrityksissä on töissä koodareita, ne eivät välttämättä organisaatiokulttuuriltaan osaa sujuvasti tuottaa ohjelmistoja.

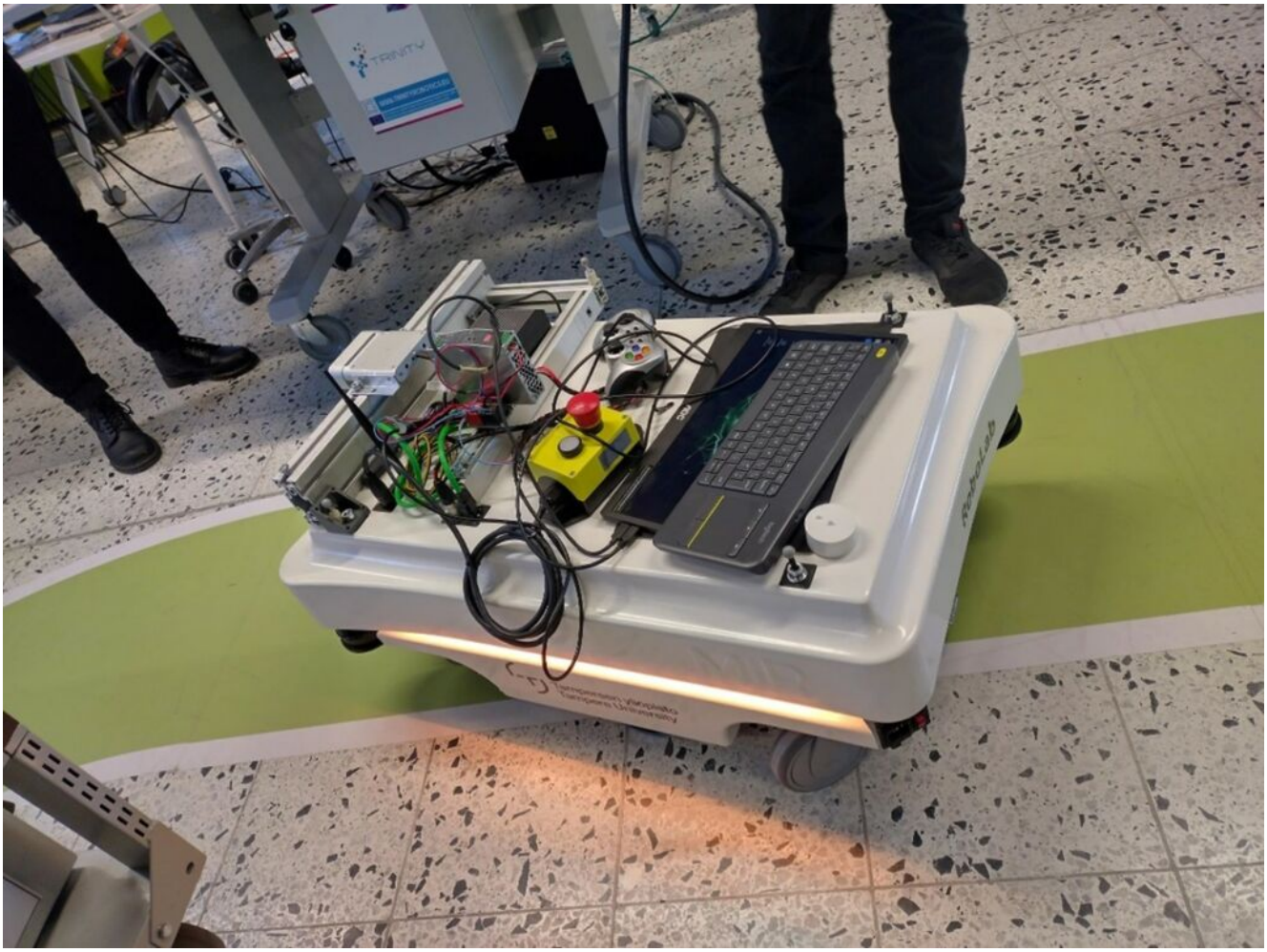
Robolab tarjoaa tilat kokeilla itse

Vierailimme myös Robolabissa (RoboLabTampere | Tampere Universities (tuni.fi)), jossa opiskelijat voivat varsin vapaasti toteuttaa opiskeluihin ja TKI-työhön liittyviä robotiikan projekteja. Laboratoriossa on käytettävissä merkittävä määrä erilaisia teollisuus- ja mobiilirobotteja, sensoreita ja tiedonsiirto- ja käsittelykoneita. Yrjänäisen mukaan opiskelijaprojekteissa on hyödynnetty paljon TurtleBot-nimistä opetus- ja tuotekehitysalustaa (TurtleBot), joskin nykyään laitteita rakennellaan enemmän itse. Opiskelijoiden näkökulmasta valmiit alustat mahdollistavat nopeamman etenemisen jonkin tietyn ongelman (esimerkiksi navigointialgoritmin kehittäminen) pariin, toisaalta omalla suunnittelulla voidaan tehdä laitteita, jotka osuvat juuri tiettyyn tutkimustarpeeseen. Oleellista on, että toiminnallinen turvallisuus tulee huomioida kaikissa tilanteissa. Täyskokoiset työkoneet ovat luonnostaan pieniä robotteja vakuuttavampia laitteita sekä opetus-

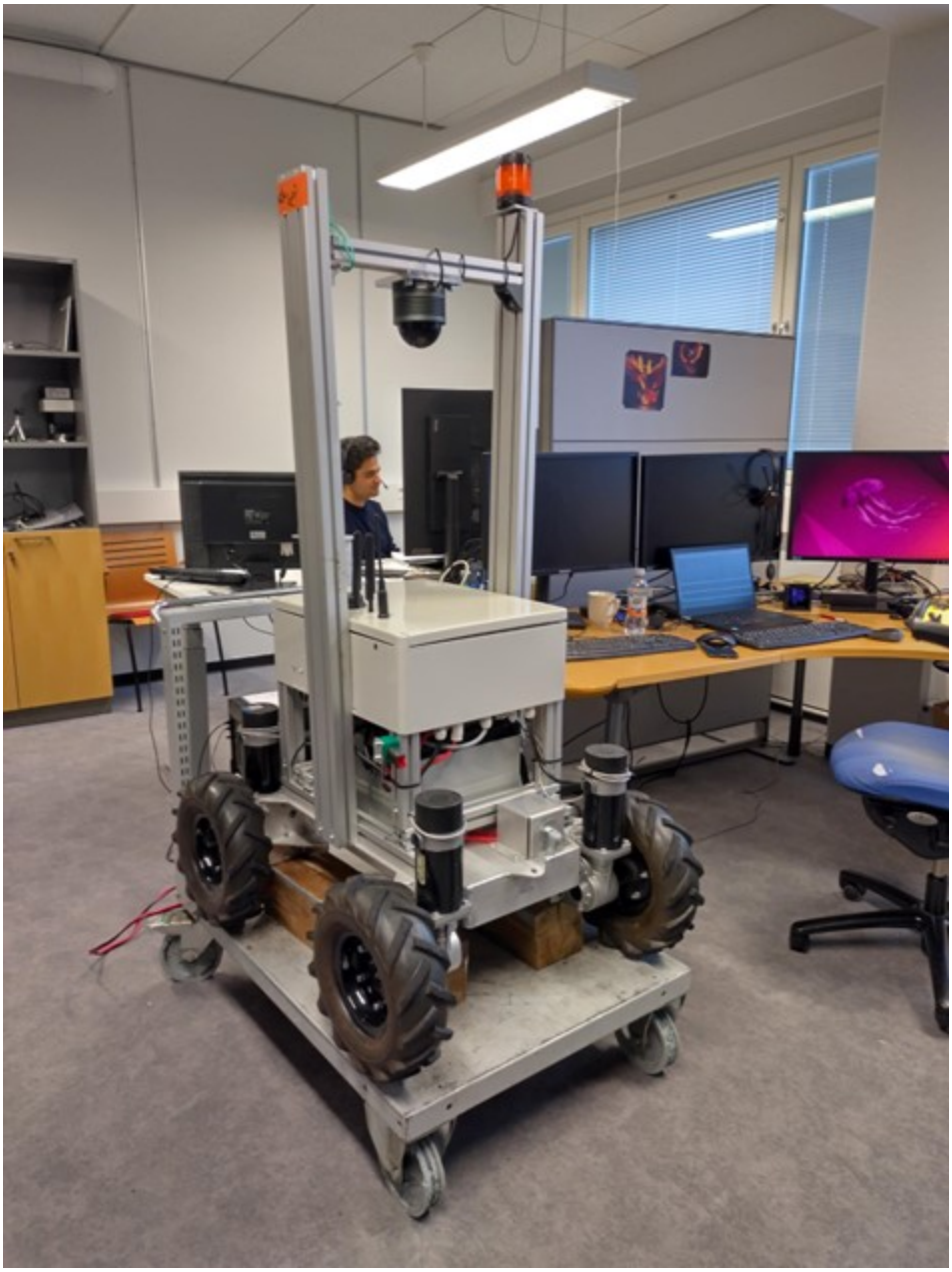
että TKI-käytössä, mutta turvallisuusvaatimukset ja koneen käytännön käsittelyä koskevat haasteet kasvavat koneen koon myötä nopeasti. TUNIn opiskelijakäytössä olevissa laitteissa turvallisuutta varmennetaan esimerkiksi teollisuustasoisilla sallintakytkimillä siten, että robotin liikkeet edellyttävät operaattorin aktiivista osallistumista tilanteeseen. Turvallista työskentelyä varmennetaan myös vaatimuksella vähintään kahden henkilön läsnäolosta laboratorioissa. Toiminnallinen turvallisuus onkin teema, joka tulee nostaa opetuksen osaksi teknisempien ohjelmointi-, algoritmi-, sensori- ja mekaniikka-aiheiden oheen.



Robolabissa opiskelijakäytössä oleva RC-auton rungolle rakennettu mobiilirobottialusta (kuva: Tommi Ylimäki).



Robolabin MiR100 mobiilirobotti opiskelijaprojektissa asennetulla autonomiavarustuksella (kuva: Tommi Ylimäki).



Opiskelijaprojektien käytössä oleva itse kehitetty, nelivetoinen ulkotilarobotti (kuva: Tommi Ylimäki).

Tommi Ylimäki
SeAMK

Kirjoittaja toimii TKI-painotteisena lehtorina SeAMKissa. Hän vetää Autonomiset ajoneuvot -selvityshanketta.

-