



ROBOTIVÖISTLUS AMEERIKA MOODI

Urban Challenge võistluse võitja Boss võistkonnast Tartan Racing. Finišilippu näitab DARPA direktor Anthony Tether.

JUHAN ERNITS

2007. aasta sügisel korraldati Victorville'i külje all, ühes mahajäetud California lennuväebaasis, kolmas USA Kaitseministeeriumi Teadusagentuuri sponsoreeritud robotivõistlus DARPA Grand Challenge, kus robotiteks olid elusuuruses autod. Sõidukitele anti ülesanne liigelda linnakeskkonnas ilma juhita. Autodel tuli külastada ette antud kohti, peatuda autoparklas, sulanduda liiklusvoogu ja arvestada ristmikel teiste autode, teetähiste ja liiklusmärkidega. Jalakäijatega polnud veel vaja arvestada.

2004. aastal, kui oli esimene DARPA (*Defence Advanced Research Projects Agency* ehk USA Kaitseministeeriumi Teadusagentuur) Grand Challenge üritus, pidid autod sõitma mööda kõrbe Los Angelesest Las Vegasesse ehk läbima üle kaheksaja kilomeetri mööda teid ja maastikku. Esimese võistluse parim robot jõudis stardist kümme kilomeetri kaugusele. Kuna auhind, miljon dollarit, jäi välja andmata, otsustati 2005. aastal korraldada teine katse sarnase ülesandega ja topelt auhinnarahaga. Siis läkski paremini ja ülesandega tuli toime viis autot, neli neist ette nähtud kümne tunniga. 2007. aastal toimus Grand Challenge ürituste seerias kolmas ettevõtmine nimega Urban Challenge ehk "linnaväljakutse".

TIHE SÕEL

Urban Challenge finaali eelnes ülimalt põhjalik ettevalmistus. Esiteks oli läiki-

ma loodud Bill Clintoni ajal suletud endise sõjaväebaasi linnak. Kõik teeservad, kus oli võimalik sattuda kontakti pealtvaatajatega, olid palistatud betoonäärise ja traataiaga. Lisaks võistluses osalenud robotitele liikus linnakus ka sadakond juhiga autot, mis olid spetsiaalselt selle ürituse tarbeks varustatud turva- puuri, raadiote ja positsioneerimisseadmetega.

Enne finaali võistlust toimus ka põhjalik kvalifikatsioon, kus 35 võistkonna seast valiti välja masinad, mis said nõutavate ülesannetega hakkama ja mille plekk jäi kvalifikatsiooni lõpuks sirgeks. Sõel oli tihe, sest kvalifikatsioonis langes teiste hulgas välja ka näiteks võistkonna Gray auto, mille juhtimissüsteem sõltus liiga suuresti GPS-st, kuid ühel kvalifikatsioonipäeval oli GPS-signaaliga probleem. 2005. aasta üritusel oli juhtum, kus võistkond Galtechi mikrobuss Alice sat-

tus kümme kilomeetri kaugusel stardist GPS-signaali segava kõrgepingeliini lähedale ja rammis orientatsiooni kaotuse tõttu tee betonaäärise.

FINAALVÕISTLUS

Urban Challenge lõppvõistlusele pääsesid üheteistkümne võistkonna robotid. Need lasti väikeste vaheaegadega üksteise järel rajale, kus juba liikus sadakond juhtidega autot. Robotautod pidid lisaks juhtidega autodele toime tulema ka teiste robotitega, mida kvalifikatsioonis ei testitud.

Neli autot eemaldati rajalt, kuna nad tegid avarii või kohtunikud pidasid nende tegevust liiga ohtlikuks. Üheks drastilisemaks eemaldamist põhjustanud näiteks oli võistkond Oskoshi veoauto soov pikali puksida üht parkla kõrval asunud kaubanduskeskuse sissepääsu katust toetanud tugisammast. Võistkonna UCF



FOTOD: JUHAN ERNITS

Stanfordi võistkonna esindaja eemaldamas DARPA hädapiduri karpi Juniori "serveriruumist". Vasakul üleval on näha roboti "ajude" liidestus auto CAN siiniga. All on GPS seadmed ning paremal arvutivõrgu kommutaator ning kaks arvutit.

auto Knight Rider parkis ennast ninapidi ühe individuaalmaja seinaga vastu ja jäigi sinna kuni võistluse lõpuni. Samas täitsid kuus autot kõik etteantud ülesanded ja jõudsid õnnelikult finišisse. Võitja tuvastamiseks ei piisanud siiski ainult ülesannete täitmiseks kulunud aja mõõtmisest, vaid žürii hindas ka selle ohutust ja täpsust. Kuna kogu võistluse vältel sõitis iga roboti taga kaameraga auto ja taevast lendas kaameraga varustatud lennumasin, siis oli žüriil võimalik kriitilisi olukordi video vahendusel hiljem üle vaadata ja otsustada, kas lisada mõnele autole trahviminuteid või mitte. Keerulisi situatsioone oli mitmeid. Näiteks leidis võistlusel aset väiksem robotite avari, kui Cornell'i Ülikooli Chevy Tahoe Skynet käivitati pärast lühikest ohutusseisakut vahetult enne seda, kui Massachusettsi Tehnoloogiainstituudi (MIT) Land Rover Talos temast mööda sõitis.

Tulemuseks pörkasid autod esimesi nunki pidi kokku, kuid hästi õrnalt, sest jälgimisautodest vajutati kohe hädapidurit. Pärast olukorra lahendamist jätkasid mõlemad robotid võistlust. Kõikidesse autodesse oli sisse ehitatud DARPA laenatud karbiga kaugjuhitav hädapidurdussüsteem, mille aktiveerimisel sai seisata valitud või kõik autod korraga. See oli ka ainus kaugjuhtimise võimalus, ülejäänud otsused pidid robotautod tegema ise lähtuvalt ülesandest ja ümbritsevatest tingimustest.

TULEMUSED

Linnakeskkonnas üle 80 kilomeetri läbimisel pea kuue tunni pikkuseks kujunenud võistluse võitjaks osutus Carnegie Melloni Ülikooli võistkonna Tartan Racing auto Boss, mis oli ehitatud Chevy Tahoe linnamaasturist. Teise koha pälvis Stanfordi Ülikooli juhtimisel loodud

Volkswagen Passatil põhinev Junior. Stanfordi võistkond oli 2005. aasta võistluse võitja, kuid seekord oli Junior tuntavalt ettevaatlikuma sõidumaneeriga kui Boss. Kolmas koht läks Virginia Polütehnilise Instituudi võistkonna Victor Tango Ford Escapel põhinevale robotile Odin ja neljanda koha pälvis MIT Talos.

AUTO JUHTIMINE

Praktiliselt kõik robotautod olid varustatud laserkaugusandurite, kaamerate, radarite ja GPS-seadmetega. Väga paljudel edukamatest, sealhulgas Bossil, Junioril ja Talosel, oli peal ka lidar, mis näeb välja nagu plekstil vilkur. See pöörlev topsik sisaldab kuutkümmet nelja laserit, mis optika ja kavala tarkvara vahendusel suudavad anda kolmemõõtmelise pildi auto ümbruses paiknevatest objektidest. Andur piidleb igal pöördel kuutkümmet nelja erineval kõrgusel paiknevat kujutletavat joont ja võimaldab tagasipeegeldunud signaali abil tuvastada objektid 360 kraadi raadiuses. Kohapeal demonstreeriti ka tarkvara, mis võimaldas tuvastada nii möödakäijaid, traattara kui ka lipumasti, rääkimata suurematest objektidest.

Näiteks Bossi juhtimissüsteem sisaldab üle poole miljoni koodirea jagu programmi, mis toimetab objektide tuvastust, planeerib marsruuti ning annab autole korraldusi, et liikluses hakkama saada ja sihtkohta jõuda.

Moodsate autode puhul ei ole automaatujuhtimise ühendamine autoga enam väga keeruline ülesanne, sest enamus tegevusi, nagu gaas ja käiguvahetus ning mõnel puhul ka pidur, saab autole selgeks teha autosisese arvutivõrgu ehk Car Area Network (CAN) siini kaudu. Loomulikult tuleb siinkohal kasuks koostöö autotootjaga, sest CAN siinil kasutatavad kõrgema taseme protokollid on autotootjati erinevad ja enamasti mitteavalikud.

ÜRITUSE MÕTE

2007. aasta Urban Challenge peaaühinaks oli kaks miljonit dollarit, nagu ka 2005. aastal, kuid lisaks sai teine koht ühe miljoni ja kolmas pool miljonit. Olgu öeldud, et DARPA kulutas ürituse korraldamise peale 21 miljonit dollarit ehk tublisti üle kaheksa miljoni krooni. Võib küsida, et milleks kulutada ainuüksi ühe robotivõistluse peale summasid, mis ületavad võrdluseks näiteks Eesti Teadusfondi kogu aastaeelarve üle kahe korra. Loomulikult on kõnealuses kontekstis oluline militaarne rakendus, sest näiteks kütuseveoki juhtimine sõja-



Teise koha võitnud robot Junior võistkonnast Stanford Racing finišis.



Bossi, Juniori ja Talose katusel paiknenud lidari sisemine vaade.

koldes ei ole ühegi alalhoidliku inimese unelmate töö. Sõdurite elude säästmine on DARPA ametlik põhjendus võistluse vajalikkusest, kuid sama argumenti kasutati ammu enne DARPA loomist ka näiteks hiljem põhiliselt halva PR-i tõttu kasutusest maha võetud kleepuva ja ülikuuma leegiga napalmi väljatöötamisel. Siiski, nagu ka DARPA-s välja töötatud

ARPAnetist välja kasvanud internetil on ka Grand Challenge üritustega tugeva tõuke saanud robotautode tehnoloogial olulise tähtsusega mõistlik kasutus.

Pole vist raske ette kujutada olukorda, et ostukeskuse parklas pole kohta. Kui jätta kõrvale küsimus, milleks ostukeskuse minna, siis miks ei võiks autol lasta endale ise parkimiskoht leida, et

pärast juhi kutse peale uuesti välja ilmutada. Ja miks ei võiks auto, nagu vanasti tubli hobune, juhti õhtul kõrtsist turvaliselt koju viia ilma teisi liiklejaid ja juhi juhtimisõigust ega rahakotti ohtu seadmata?

Kindlasti on Urban Challenge üritusega tehtud suur samm edasi aktiivse avariienetuse tehnoloogia suunas ja selline võistluslik vorm aitab nii ülikoolide kui ka ettevõtete võistkondadel motivatsiooni hoida ja ülesandele keskenduda. Kuna seekordsel võistlusel anti näiteks stoppmärkide asukohad ette koordinaatidega, siis edaspidiseks jääb siltide ja liiklusmärkide tuvastus, toimetulek erinevate ilmastikuoludega, arvestamine jalakäijatega jpm. Järgmise Grand Challenge ürituse kohta seekord siiski veel veksleid välja ei käidud. ■

ROBOTEX 2007

Novembri viimasel päeval 2007 peeti ka Tallinna Tehnikaülikoolis järjekordne robotivõistlus Robotex. Sel korral oli ülesandeks võistlusväljakul kõie leidmine ja seda mööda üles ronimine. Võistlusel osales kokku 18 võistkonda Tartu Ülikoolist, IT Kolledžist, Tallinna Tehnikaülikoolist, Playtechist, Hugo Treffneri Gümnaasiumist ja Nõo Gümnaasiumist. Ülesandega tuli toime 13 robotit. Eelvoorus sai iga robot oma oskusi näidata kahe katsega. Kuna päris mitme roboti sooritusid langesid ühe sekundi sisse, tuli korraldada poolfinaal, et valida välja neli paremat, kes pääsesid finaali. Esimese-teise koha otsustamiseks läks omakorda vaja lisakatsed.

Esikoha pälvits Tallinna Tehnikaülikooli robot Viplala. Teise koha sai IT Kolledži robot Diablo. Kolmandale kohale tuli Tartu Ülikooli robot Team Helina ja Püha Vaim 4000. Parima gümnaasiumivõistkonnana märgiti ära Nõo Gümnaasiumi ja Tartu Ülikooli ühisvõistkonda, kelle robotid Osaleja ja Proovija said vastavalt 4. ja 5. koha.

Robotexi korraldasid Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Ülikool ja IT Kolledž. Lisainfo ja Robotex 2008 ülesanne <http://www.robotex.ee>.

AUTORIST

JUHAN ERNITS (1974) on õppinud Tallinna Tehnikaülikoolis arvutiteadust, tehnikateaduste doktor. Töötab teadurina Tallinna Tehnikaülikooli arvutiteaduse instituudis ja TTÜ Küberneetika Instituudis. Praeguseks uurimistemaatikaks on tarkvaramahukate süsteemide, sh robotite mudelipõhine testimine.