

Peltotyökoneiden yhdistäminen Internetiin OPC UA:n avulla

Ilkka Seilonen, Timo Oksanen

Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan ja automaation laitos, PL 15500, 00076 AALTO

Puh. (09) 47001, etunimi.sukunimi@aalto.fi, <http://eea.aalto.fi/>

AVAINSANAT ISO 11783, käytettävyyden arviointi

TIIVISTELMÄ

OPC Unified Architecture (lyh. UA) on OPC Foundationin laatima, erityisesti automaation ja tietojärjestelmien väliseen viestintään tarkoitettu standardi. Tämän artikkelin tarkoitus on selvittää OPC UA:n käyttötapoja ja teknisiä reunaehtoja peltotyökoneiden yhdistämisessä Internetiin. OPC UA:n käytettävyys peltotyökoneissa ei ole itsestään selvää, koska ne ovat automaatiolaitteina luonteeltaan erilaisia kuin teollisuuden laitteet ja myös niiden käyttötapa on erilainen. OPC UA:n käytettävyyttä arvioitiin tilanteessa, jossa on käytössä traktori, siihen liitetty peltotyökone ja ISO 11783 -standardin mukainen väylä näiden välillä sekä 3G-yhteys traktorista Internetiin. Traktorin yhteydessä toimii OPC UA -palvelinsovellus, jonka tehtävänä on välittää tietoja peltotyökoneesta ISO 11783 -väylältä Internetiin OPC UA -asiakkaille. Tärkein johtopäätös työn prusteella on se, että vaikuttaisi olevan teknisesti mahdollista yhdistää ISO 11783 -standardia noudattavat peltotyökoneet Internetiin niin että viestintä ainakin laitteelta Internetiin voidaan ottaa käyttöön automaattisesti.

1 JOHDANTO

Automaatiolaitteiden aikaisempaa laajempi yhdistäminen Internetiin on saavuttanut suurta huomiota mm. teollinen Internet -ajatuksen myötä. Tutkimus- ja kehityshankkeissa onkin kehitetty ja kokeiltu useita erilaisia viestintätapoja tätä tarkoitusta varten. Suunniteltaessa erilaisten laitteiden yhdistämistä Internetiin on syytä ottaa huomioon laitteiden erilaiset käyttötavat ja myös huomata laitteiden erilaiset tekniset reunaehdot. Erilaisten laitteiden suuren variaation vuoksi on syytä harkita, minkälainen viestintäteknikka on sopiva kunkin nimenomaisen laitteen yhdistämiseksi Internetiin. Tämän artikkelin tarkoitus on selvittää, kuinka OPC Unified Architecture (lyh. UA) sopisi peltotyökoneiden yhdistämisessä Internetiin ottaen huomioon juuri tällaisille koneille ominaiset käyttötavat ja tekniset reunaehdot.

2 OPC UNIFIED ARCHITECTURE

OPC Unified Architecture (lyh. UA) on OPC Foundationin laatima, erityisesti automaation ja tietojärjestelmien väliseen viestintään tarkoitettu standardi [4]. OPC UA perustuu asiakas-palvelin -arkkitehtuuriin, jossa asiakas kutsuu palvelimen palveluja istuntojen puitteissa. Erityisen hyvin OPC UA sopii automaation seuranta- ja ohjaussovelluksiin, mutta käyttö muihin tarkoituksiin ei toki ole poissuljettua. OPC UA -palvelimen tiedot

esitetään standardissa määriteltyä nimiavaruutta noudattavan, laajennettavissa olevan informaatiomallin avulla /5/. Yhtenäisen nimiavaruuden määrittelemistä automaation tiedoille voi pitää yhtenä OPC UA:n merkittävistä ominaisuuksista. Muita merkittäviä ominaisuuksia ovat mm. palvelupohjainen ohjelmistoarkkitehtuuri, tietoturva ja riippumattomuus käyttöjärjestelmästä.

Tyypillinen OPC UA:n sovelluskohde on tähän asti ollut teollisten tuotantoprosessien seuranta. Lisäksi mm. automaatiolaitteiden kunnonvalvontaa ja automaatio-sovellusten konfigurointia on kaavailtu sopiviksi sovelluskohteiksi /2/. Myös muut sovellusalueet kuten rakennusautomaatio ja älykkäät sähköverkot voisivat hyötyä OPC UA:n tarjoamista mahdollisuuksista /3, 1/. OPC UA -palvelinsovelluksia onkin raportoitu kehitetyksi useisiin erilaisiin laiteympäristöihin /6/. Sovellusalasta riippumatta OPC UA ei kuitenkaan ole ainoa mahdollinen viestintäteknikka automaatiolaitteiden yhdistämiseksi Internetiin, vaan ainakin joissakin tilanteissa muut Internetin viestintäteknikat esim. REST voivat olla sopivampia vaihtoehtoja. Jonkinlainen rajakäynti ja työnjako OPC UA:n ja muiden viestintätapojen välillä voi olla mahdollista tulevaisuudessa.

Laadittaessa OPC UA-sovelluksia eri toimialoille on mahdollista hyödyntää OPC UA:n informaatiomallin laajennettavuutta. Standardissa on määritelty toimialariippumaton informaatiomalli, jonka avulla voi esittää suureiden hetkellisarvoja, mittauksia ja hälytyksiä. Näitä täydentämään on laadittu ja suunnitteilla useita nimenomaan erilaisille toimialoille tarkoitettuja informaatiomalleja (Taulukko 1). Yksi merkittävä toimialakohtainen informaatiomalli on erilaisten automaatiolaitteiden tietojen esittämiseen tarkoitettu OPC UA for Devices, joka on pohjana useille muille erilaisille laitteille tarkoitetuille malleille /8/. Käytännön sovelluksissa toimialakohtaisia malleja voi hyödyntää sopivaksi katsomallaan tavalla ja myös täydentää yritys-kohtaisilla malleilla.

Taulukko 1. OPC UA:n informaatiomalleja eri toimialoille.

Nimi	Toimiala	Tilanne
Devices	Laitteet ja laiteverkot	Julkaistu, versio 1.0.1
Analyzer Devices	Analysaattorit	Julkaistu, versio 1.1
IEC 61131-3	Ohjelmoitavat logiikat	Julkaistu, versio 1.0
FDI	Toimilaitteet	Julkaistu, versio 1.0
MTConnect	NC-koneet	Julkaisukandidaatti
BACnet	Rakennusautomaatio	Alustava versio 0.14
ISA-95	MES	Julkaistu, versio 1.0
CIM	Sähköverkot	Tutkimusjulkaisu
IEC 61850	Sähköverkot	Tutkimusjulkaisu

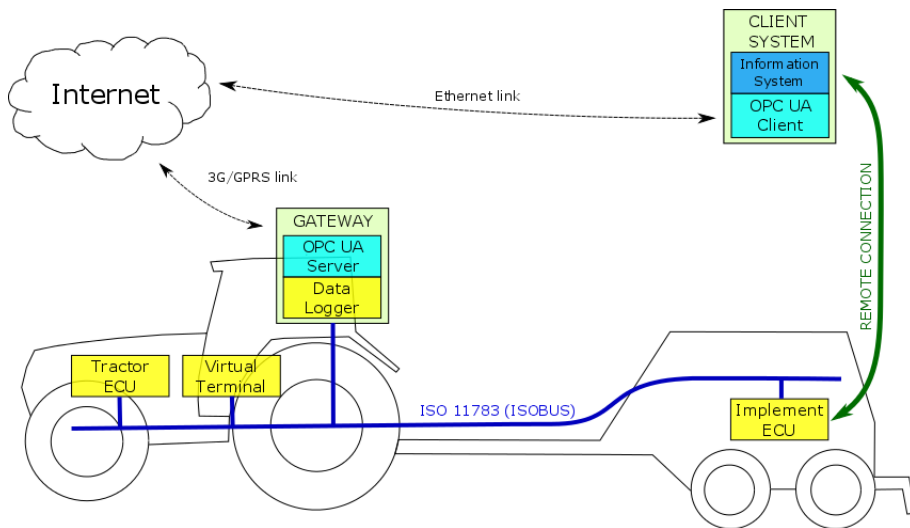
3 PELTOTYÖKONEET

OPC UA:n käytettävyys peltotyökoneissa ei ole itsestään selvää, koska ne ovat automaatiolaitteina luonteeltaan erilaisia kuin teollisuuden laitteet ja myös niiden käyttötapa on erilainen. Peltotyökoneet ovat luonnollisesti luonteeltaan liikkuvia, joten viestitä niiden kanssa edellyttää langatonta tiedonsiirtoa. Liikkuvuuden lisäksi peltotyökoneille on ominaista modulaarisuus, eli traktori ja siihen liitettävät työkoneet ovat eri valmistajien tuotteita. Tähän väliin on kehitetty ISO 11783 -standardi, joka mahdollistaa traktorin ja työkoneen välisen viestinnän /7/. Tämä väyläpohjainen viestintäprotokolla perustuu fyysisesti CAN-väylään.

Peltotyökoneiden käytön erityispiirre on se, että niitä käytetään nimenomaan traktorin yhteydessä ja niitä vaihdetaan usein. Tästä seuraa tarve ns. plug-and-play -tyyliseen laitteiden yhteensopivuuteen; eli peltotyökoneen ja traktorin laitteiden on toimittava yhteen heti niiden yhdistämisen jälkeen. Peltotyökoneiden käyttöä voidaan seurata sekä käytönaikaisesti että eräpohjaisesti käytön jälkeen. Lisäksi on olemassa ainakin jonkinasteinen tarve koneiden kunnonvalvontaan ja vikadiagnostiikkaan. Sekä koneiden käytön että kunnan seuranta voitaisiin kehittää Internetiä hyödyntämällä. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole olemassa avoimiin standardeihin perustuvaa viestintämenetelmää tiedon välittämiseksi joustavasti ISO 11783 -väylältä Internetiin.

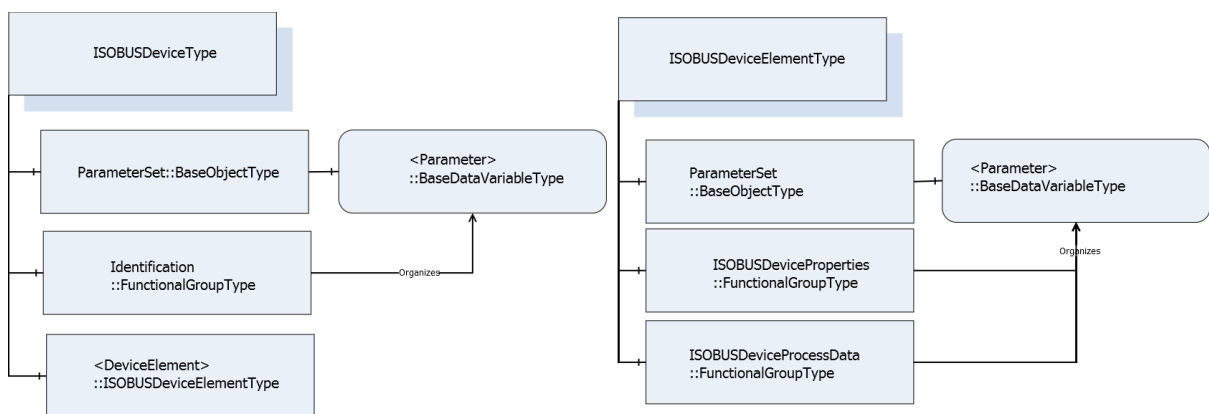
4 KOEJÄRJESTELMÄ

OPC UA:n käytettävyyden arvioimiseksi laadittiin koejärjestelmä, jossa on traktori, siihen liitetty peltotyökone ja ISO 11783 -standardin mukainen väylä näiden välillä sekä 3G-yhteys traktorista Internetiin (Kuva 1). Traktorin Internet-yhteys on tarkoitettu paitsi maanviljelijöiden myös muiden mahdollisten käyttäjien kuten koneiden toimittajien tarpeita varten. Kaikista tarkastelluista viestintätilanteista OPC UA:n käytölle sopivimmiksi arvioitiin koneiden toiminnan käytönaikainen seuranta sekä kunnonvalvonta ja diagnostiikka. Erityisesti näiden arvioitiin sopivan OPC UA:n istuntoihin perustuvaan viestintätapaan. Myös ns. täsmäviljelyn mukaisten viljelytoimenpiteiden suorittamisessa tarvittava viestintä arvioitiin mahdolliseksi OPC UA:n avulla. Tosin tässä tilanteessa OPC UA:n hyödyllisyys muihin viestintätapoihin verrattuna ei ollut yhtä selkeä. Useille eri viestintätilanteille yhteisinä vaatimuksia tunnistettiin tarve rajoittaa tiedonsiirron määrää ja viestinnän mahdollisimman yksinkertainen käyttöönotto.



Kuva 1. Koejärjestelmä

Viestinnän teknisten reunaehtojen arvioimiseksi laadittiin kokeellinen traktorin yhteydessä toimiva OPC UA -palvelinsovellus, jonka tehtävänä on välittää tietoja peltotyökoneesta ISO 11783 -väylältä Internetiin OPC UA -asiakkaille. Koska kyseessä oli nimenomaan palvelinsovellus, laadittiin sille myös käyttötarkoitukseen soveltuva informaatiomalli (Kuva 2). Laadittu malli oli OPC Foundationin aikaisemmin laatiman OPC UA for Devices -mallin täydennetty versio, jolle tekijät antoivat nimen OPC UA for ISO 11783 Devices. Tämän mallin tarkoituksena oli pystyä tarvittaessa esittämään kaikki se tieto, mikä tarkastelluissa viestintätilanteissa on tarpeen välittää peltotyökoneesta ISO 11783 -väylän kautta Internetiin. Mallin hyöty on tiedon esitystavan yhtenäistäminen. Mallin käyttäjät saavat kaikkien ISO 11783 -väylää käyttävien laitteiden tiedot samalla tavalla jäsennehtynä peltotyökoneesta riippumatta.



Kuva 2. OPC UA for ISO 11783 Devices –informaatiomalli /9/.

OPC UA for ISO 11783 Devices -informaatiomallin käyttämiseksi oli tarpeen laatia kuvaus mallin ja ISO 11783 -väylän käyttämän esitystavan välillä. OPC UA -palvelinsovellukseen suunniteltiin toiminto, joka tulkitsee peltotyökoneen käyttöönoton yhteydessä ISO 11783 -väylälle lähettämän laitteen viestinnän määrittelevän

tietorakenteen. ISO 11783 -standardissa tämä on DDOP (Device Description Object Pool), joka sisältää prosessimuuttujat ja tietorakenteen. DDOP:n tulkinta voidaan tehdä tallettamalla palvelimelle lista standardinmukaisista DDOP:n osista ns. Device Description Elementeistä (DDE) ja määrittelemällä näille sopiva paikka OPC UA -informaatiomallissa. Kun informaatiomallia laadittaessa on otettu huomioon lähtötietona oleva standardin määrittelemä DDOP, säilyy tarvittava kuvaus näiden välillä kohtuullisen yksinkertaisena. Menetelmän seurauksena on, että standardoitujen DDE:ien päivittyessä myös palvelimen lista tulisi päivittää.

5 TULOKSET

Esitettyä OPC UA:ta hyödyntävää viestintätapaa arvioitiin suorittamalla koejärjestelmällä pienimuotoisia kokeita. Viestinnän toimivuutta arvioitiin toisaalta sen suhteen, kuinka yksinkertaista sen käyttöönotto oli, ja toisaalta kuinka hyvin viestinnälle asetetut rajoitukset pystyttiin täyttämään. Käyttöönoton yksinkertaisuuden arvioimiseksi kokeiltiin koejärjestelmän peltotyökoneen (Junkkari Maestro 4000 kylvölannoitin) DDOP:n tulkitsemista automaattisesti palvelinsovelluksessa. Koe suoritettiin ensin laboratoriossa ja sitten oikeassa toimintaympäristössä. Ainakin näiden kokeiden perusteella ISO 11783 -standardia noudattava laite voidaan yhdistää automaattisesti OPC UA -viestintään ainakin laitteilta Internetiin päin suuntautuvan tiedonsiirron osalta.

Viestinnän vasteaikoja ja määrää testattiin koejärjestelmän avulla oikeassa toimintaympäristössä. Kokeessa neljätoista koejärjestelmän työkoneen lähettämää prosessimuuttujaa luettiin 3G-yhteyden kautta. Viestinnästä mitattiin sekä viive että siirretyn tiedon määrä. Viestinnän viiveen keskiarvo oli kokeessa hiukan alle 100 ms, mitä voi pitää seurantarokituksen hyvänä tuloksena. Siirretyn tiedon määrää arvioitiin erilaisilla näytteenottotaajuuksilla. Tiedonsiirto määrää voi pitää kohtuullisena. Kokeen tuloksia on esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Arvioita kuukausittaisesta mittausdatan maksimimäärästä erilaisilla näytteenottotaajuuksilla (8 h/pv, 20 pv/kk) /9/.

Näytteenottotaajuus (ms)	Tiedon määrä (GB)
50	0,97
100	0,58
500	0,14
2000	0,08
5000	0,06
15000	0,05

6 YHTEENVETO

Laaditun koejärjestelmän ja sillä suoritettujen kokeiden perusteella on mahdollista tehdä joitakin alustavia johtopäätöksiä OPC UA -tekniikan soveltuvuudesta peltotyökoneiden yhdistämiseen Internetiin. Peltotyökoneiden teknisten reunaehtojen suhteen tärkein johtopäätös työn tässä vaiheessa on se, että vaikuttaisi olevan teknisesti

mahdollista yhdistää ISO 11783 -standardia noudattavat peltotyökoneet Internetiin niin, että viestintä ainakin laitteelta Internetiin voidaan ottaa käyttöön automaattisesti. Suoritetuissa kokeissa ei myöskään havaittu erityisiä ongelmia viestinnän määrän tai vasteaikojen suhteen. Peltotyökoneiden käyttötapojen suhteen oleellisin johtopäätös tässä vaiheessa on, että OPC UA:ssa käytettävä istuntoihin perustuva viestintä tapaa sopii hyvin ainakin koneiden käytönaikaiseen seurantaan.

Peltotyökoneiden yhdistäminen Internetiin OPC UA:n avulla on toki laajempi asia kuin tässä artikkelissa esitellyn työn puitteissa on selvitetty. Yksi jatkotutkimuksen kohde olisi selvittää, kuinka peltotyökoneista tulevan tiedon vastaanotto tietojärjestelmissä on syytä järjestää. Erityisesti olisi hyvä saada palautetta siitä, kuinka hyödyllinen laadittu informaatiomalli on asiakassovellusten kannalta. Toinen merkittävä kysymys on kuinka hyvin OPC UA toimisi muissa käyttötilanteissa kuin käytönaikaisessa seurannassa. Erityisesti olisi hyvä selvittää kuinka hyvin OPC UA sopii sellaisiin käyttötapoihin, joissa viestintä on luonteeltaan erä- tai tapahtumapohjaista. Lopuksi esitettyä toimintatapaa olisi hyvä kokeilla useampien erilaisten laitteiden kanssa ottaen mukaan myös joitakin standardin ulkopuoliset ominaisuuksia.

7 KIITOKSET

Tässä artikkelissa kuvattu työ on tehty osana CLAFIS-projektia, jota on rahoittanut Euroopan yhteisön tutkimuksen seitsemäs puiteohjelma (FP7/2007-2013) sopimuksen numero 604659 perusteella.

8 KIRJALLISUUSLUETTELO

1. Claassen, A., Rohjans, S., Lehnhoff, S. Application of the OPC UA for the Smart Grid. In: Proceedings of the 2nd IEEE PES International Conference and Exhibition of Innovative Smart Grid Technologies, ISGT Europe, Manchester, UK, 2011, pp. 1-8.
2. FDI Cooperation: FDI Technical Specification - Part 1: Overview, FDI-2021, Version 1.0, 2014.
3. Fernbach, A., Granzer, W., Kastner, W. Interoperability at the Management Level of Building Automation Systems: A Case Study for BACnet and OPC UA, Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA, Toulouse, France, 2011, pp. 1-8.
4. IEC: OPC Unified Architecture - Part 1: Overview and Concepts, IEC/TR 62541-1 ed1.0, 2010.
5. IEC: OPC Unified Architecture - Part 3: Address Space Model, IEC/TR 62541-3 ed1.0, 2010.
6. Imtiaz, J., Jasperneite, J.: Scalability of OPC-UA down to the chip level enables "Internet of Things", Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN, Bochum, Germany, 2013, pp. 500-505.
7. ISO: Tractors and machinery for agriculture and forestry -- Serial control and communications data network - Part 1: General standard for mobile data communication, ISO 11783-1, 2007.
8. OPC Foundation: OPC Unified Architecture for Devices Companion Specification, Release 1.01, 2013.
9. Piirainen, P: OPC UA Based Remote Access to Agricultural Field Machines, diplomityö, Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu, 2014.