



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

FFI Informationssystemarkitektur för liner – LISA



Redigerad av Thomas Lundholm (Kungliga Tekniska högskolan)
Bidrag från Bengt Lennartson (Chalmers tekniska högskola),
Charlotta Johnsson (Lunds universitet, Lunds tekniska högskola),
Kristofer Bengtsson (Chalmers tekniska högskola)
Alfred Theorin (Lunds universitet, Lunds tekniska högskola)

2014-12-30

Delprogram: Hållbar produktion

Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	5
3. Syfte.....	5
4. Genomförande.....	6
5. Resultat	7
5.1 Bidrag till FFI-mål	7
6. Spridning och publicering.....	12
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	12
6.2 Publikationer	12
7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	13
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	14

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1. Sammanfattning

Framtidens hållbara konkurrenskraftiga produktion måste vara produktiv och flexibel samt miljövänlig och säker för personalen. Det finns idag få systemlösningar som hjälper produktionsledning med en sammanhållen informationsmodell och en modulär systemarkitektur som underlättar datainsamling om produkter och processer i hela anläggningen.

En dold resurs i tillverkningsindustrin är data. Undersökningar uppskattar att 85% av data och information fortfarande är ostrukturerade, 42% av alla transaktioner (dvs sända och ta emot information) fortfarande sker på papper. Företagsledare i tillverkningsindustrin hävdar att "vi måste göra ett bättre jobb att samla in och förstå information snabbt för att fatta bra affärsbeslut".

Projektet FFI Informationssystemarkitektur för liner – LISA var organiserat i sju arbetspaket:

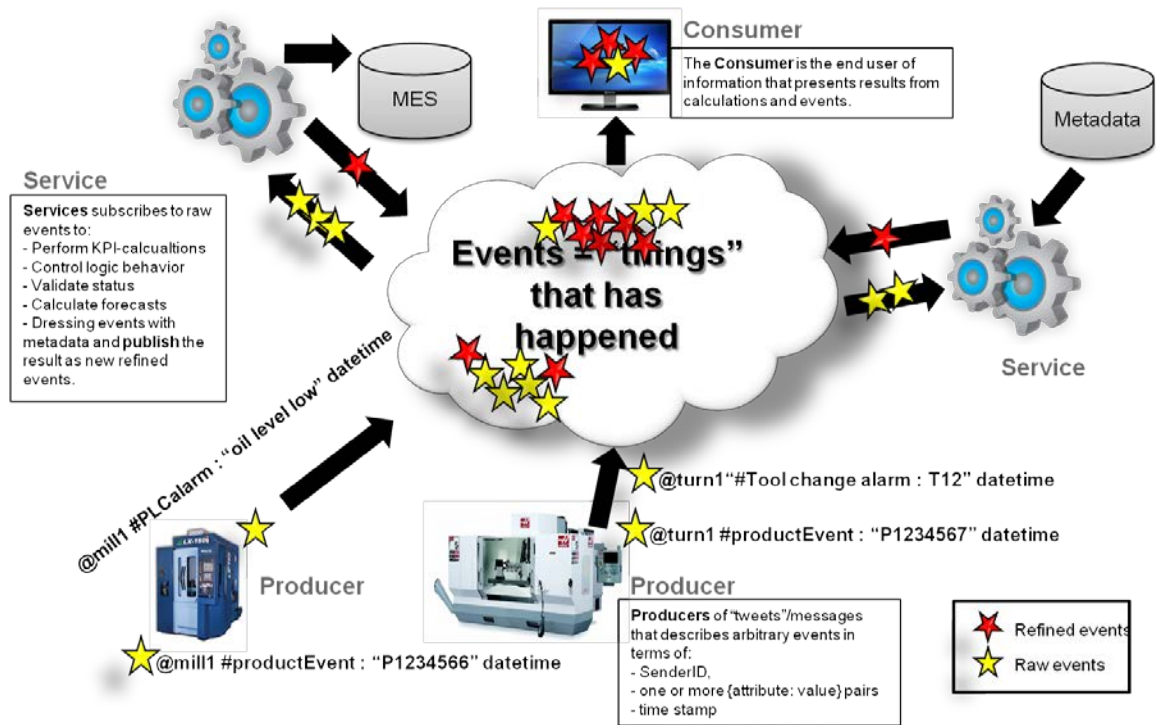
- WP1 Project coordination and result dissemination
- WP2 Formulate requirements on LISA
- WP3 Relevant standards and components for LISA
- WP4 Development of international standards supporting LISA
- WP5 Adapt relevant functions and activities for LISA
- WP6 Final definition of LISA
- WP7 Demonstrators.

Projektparter var:

- Kungliga Tekniska högskolan, KTH
- Chalmers tekniska högskola, Chalmers
- Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, LTH
- Scania
- Volvo Car Corporation.

LISA har levererat och validerat en modern flexibel och skalbar händelsestyrd arkitektur för insamling och fusion av data från olika automatiska produktionskällor med upplösning som sträcker sig ner till enskilda givare. Detta ger i princip möjlighet kombinera och tolka data i olika lager i tillverkande företags ICT-infrastruktur, oberoende av begränsningar i fördefinierad styrlogik. Även om LISA också preliminärt har undersökt omvandlingen av data till meningsfull information och därtill relaterad visualisering, ligger en fullständig industriell tillämpning utanför omfattningen projektet.

Den utvecklade LISA-demonstratorn kallas den "twittrande fabriken".



Figur 1 LISAs twittrande fabrik.

2. Bakgrund

En dold resurs i tillverkningsindustrin är data. Undersökningar uppskattar att 85% av data och information fortfarande är ostrukturerade, 42% av alla transaktioner (dvs sända och ta emot information) fortfarande sker på papper. Företagsledare i tillverkningsindustrin hävdar att "vi måste göra ett bättre jobb att samla in och förstå information snabbt för att fatta bra affärsbeslut".

Framtida konkurrenskraftiga industriella produktionssystem behöver använda de data som finns tillgängliga på ett mycket mer genomarbetat sätt än vad som sker idag. Data bör omvandlas till information som kan användas för att fatta beslut. Dessutom måste framtida hållbara konkurrenskraftiga produktion vara produktiv och flexibel samt miljövänlig och säker för personalen. För att uppnå detta behövs förbättrad styrning, optimering och mänsklig interaktion av tillverkningsprocesser. Dessutom behövs ett effektivt IT-systemstöd för minskat spill av material, kapital, energi och media. Den gemensamma nämnaren är det ökade behovet av strategisk datahantering. En förutsättning för strategisk datahantering är en standardiserat generell informationssystemarkitektur – vilken i princip saknas i bilindustrin idag.

3. Syfte

Det generella målet för projektet vara att utveckla en informationssystemarkitektur för liner – LISA, som skulle kunna användas i fordonsproduktion En systemarkitektur kan sägas vara:

- en formell beskrivning av ett system och dess mjuk- och hårdvarukomponenter
- relationer och generella gränssnitt mellan de olika komponenterna
- funktioner och aktiviteter utförda av de inblandade komponenterna
- principer och vägledningar för konstruktion och utveckling av dessa komponenter
- data transformerade till information för beslutsfattande rörande relevant systemkomponenter under hela livscyklar.

4. Genomförande

Projektet FFI Informationssystemarkitektur för liner – LISA var organiserat i sju arbetspaket:

- WP1 Project coordination and result dissemination
- WP2 Formulate requirements on LISA
- WP3 Relevant standards and components for LISA
- WP4 Development of international standards supporting LISA
- WP5 Adapt relevant functions and activities for LISA
- WP6 Final definition of LISA
- WP7 Demonstrators.

WP1 Project coordination and result dissemination

WP2 Requirements on LISA

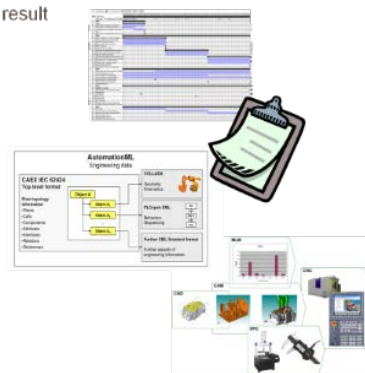
WP3 Relevant standards and components for LISA

WP4 Development of international standards supporting LISA

WP5 Adapt relevant functions and activities for LISA

WP6 Final definition of LISA

WP7 Physical demonstrators



Figur 2 LISAs arbetspaket.

Projekttiden var 2011-10-01 – 2014-09-30.

5. Resultat

5.1 Bidrag till FFI-mål

Effektiv beredning, idrifttagning och verifiering av automatiserad utrustning.

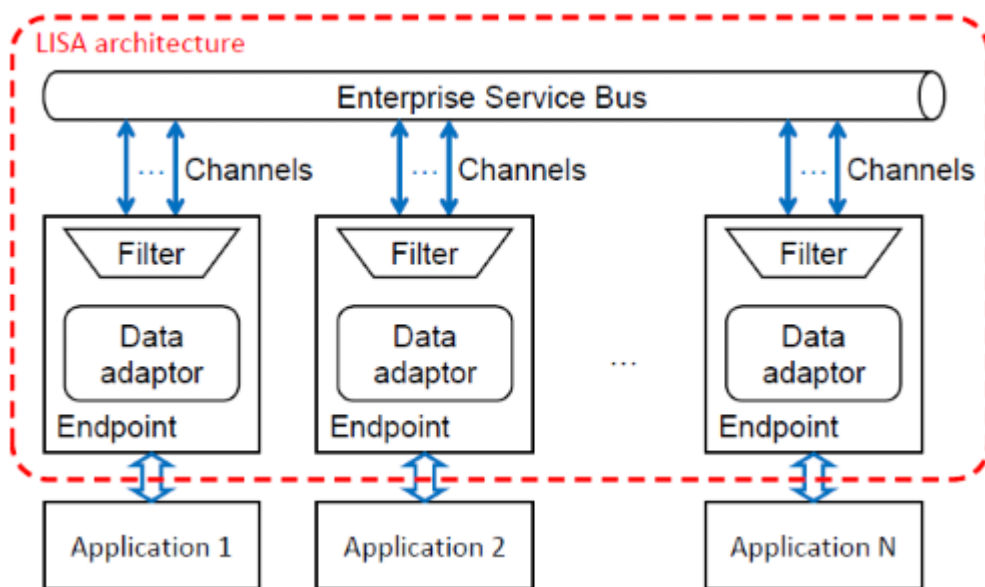
Mål:

Verktyg och system som kortar ledtider och ger snabbare produktionsupprampning samtidigt som automationslösningarna optimeras genom bättre möjligheter till jämförelser och utvärderingar.

Önskade mål och effekter:

Automationslösningar som på kortare tid och med mindre resurser har nått en högre genomarbetsgrad och är mer ändamålsenliga.

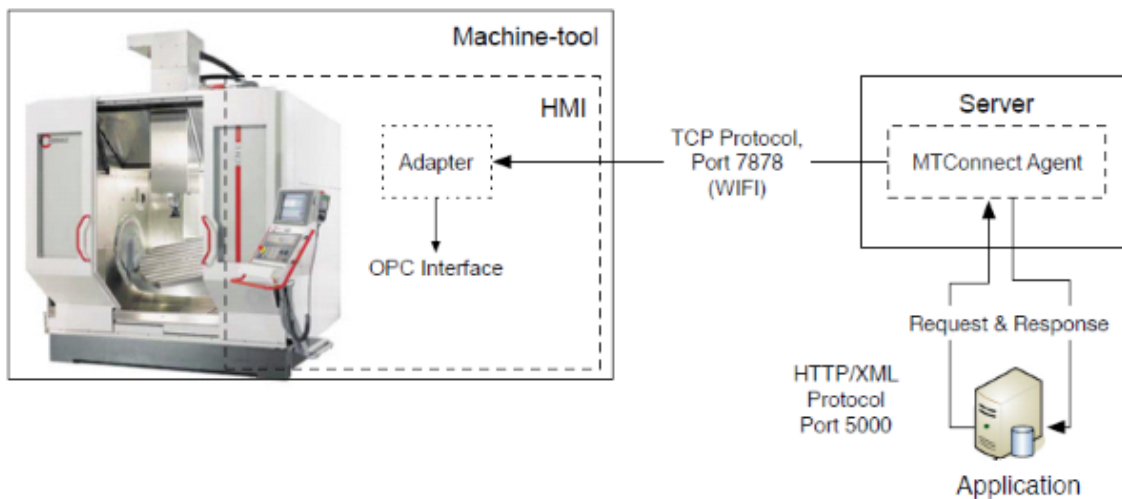
LISA är en händelsestyrd arkitektur som ger lös koppling mellan applikationer och enheter, samt en flexibel meddelandestruktur för integration. De centrala delarna av LISA är meddelandebussen, LISAs meddelandeformat samt kommunikations- och tjänstslutpunkter (endpoints). De möjliggör skapande och omvandling av händelser till användbar information på ett löst kopplade sätt. När en händelse inträffar, till exempel när en maskin ändrar tillstånd, skickas en LISA-händelse med information om ändringen. Det är viktigt med ett standardiserat, strukturerat, och generellt koncept för att beskriva och implementera löst kopplade mjukvaruapplikationer som är heterogena, disparata, och som distribueras och körs självständigt. LISA använder en enterprise service bus (ESB), en komponent som tar hand om förmedling av meddelanden mellan distribuerade applikationer.



Figur 3 Översikt av LISAs kommunikationsarkitektur.

Många enheter har begränsad kapacitet och information och de kommunicerar med olika enhetsspecifika protokoll och gränssnitt, till exempel OPC eller RS-232. Att ersätta all produktionsutrustning med nya enheter som alla stöder samma specifika protokoll och gränssnitt är omöjligt. Istället har mångfalden av enheter accepterats. I LISA är enheter integrerade med kommunikationsslutpunkter. En kommunikationsslutpunkt är en adapter mellan en enhet och ESB. Enheters händelsedata omvandlas till LISAs meddelandeformat och publiceras på ESB-kanaler. Likaså filtrerar kommunikationsslutpunkter händelser och konverterare och kommunicerar händelsedata till enheten. Om en enhet ändras eller ersätts behöver endast motsvarande kommunikationsslutpunkt uppdateras.

Ett exempel på en slutpunkt som utvecklades i LISA-projektet är MTConnect-slutpunkten för kommunikation med en CNC-fleroperationsmaskin.



Figur 4 Demo av MTConnect i KTH XPRES-lab.

Hållbara system för automatiserad tillverkning.

Mål:

Energieffektiva och flexibla tillverkningssystem som är återanvändbara genom modulindelad och programmerbar utrustning.

Önskade mål och effekter:

Förmåga att hantera en ökad variation i volymer och antal produktvarianter utan ökade kostnader.

Automationsutrustningar med minskat totalt energibehov.

Produktändringar med kort ledtid genom programmering snarare än hårdvaruändringar.

Mål för LISA-projektet var att utreda och anpassa relevanta standarder och komponenter för LISA samt att vara med i utvecklingen av nya internationella standarder som stödde utformningen av LISA. Standarder ger harmoniserad terminologi med målet att förbättra kommunikationen. Därmed undviks olika termer för samma sak eller samma term för olika. Standarder erbjuder också begrepp för att underlätta utformning och drift av industriella tillverkningssystem. Medlemmar av LISA-teamet har aktivt deltagit i utvecklingen av nya internationella standarder för att garantera att fordonstillverkarens perspektiv har beaktats. De standarder som utvecklades var:

- IEC 62264, Enterprise-control system integration (international version of ISA95)
- ISO 22400, Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management (in ISO TC 184/SC 5/WG 9)
- ISO 20140, Evaluation of energy efficiency and other factors of environmental influence for manufacturing system (in in ISO TC 184/SC 5/WG 10).

Användarvänlig man- maskinkommunikation och adaptiva styrsystem för automatiserad tillverkning.

Mål:

Automationssystem som kan konfigureras och hanteras utan krav på expertkompetens.

Önskade mål och effekter:

Klara av högre grad av produktändringar med enbart egen personal

Utrustning som kräver lägre grad av förkunskaper.

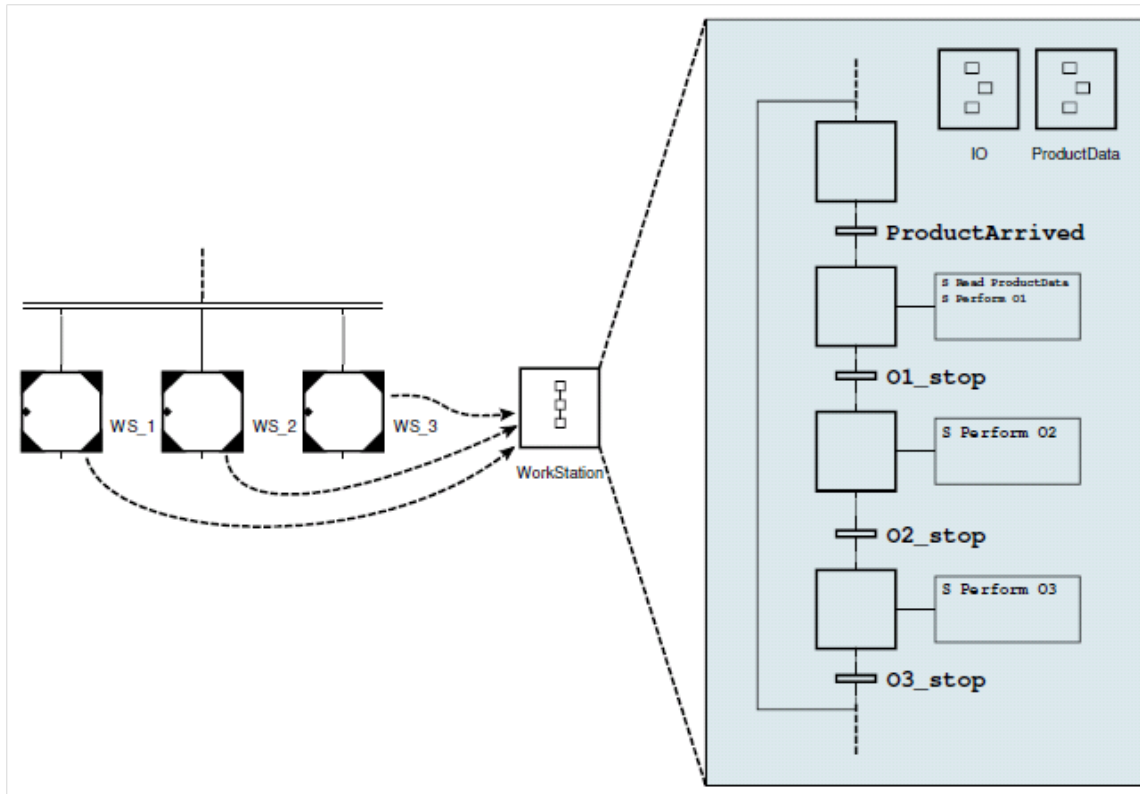
Användarinterface som är standardiserade och som därmed kan användas i olika automationslösningar.

Standardiserade och modulariserade informationssystem som kan utvecklas över tid och enkelt ändras för att tillgodose förändrade krav i produktionssystemet.

Ny funktionalitet för produktionsplanering och -underhåll utifrån formella metoder och optimering samt för sekventiell styrning i tidigare utvecklade öppen källkodsverktyg (Chalmers Sequence Planner och LTHs JGrafchart) demonstrerades genom gränssnittskoppling med LISA.

Styrning med LISA utvärderades i ett system som består av en verklig PLC ansluten till

ett fysiskt system, en CNC-maskin och ett ordersystem, varje del ansluten via en kommunikationsslutpunkt. CNC-maskinen var ansluten via MTConnect, PLC-systemet via OPC, JGrafchart var anslutet via SocketIO, och ordersystemet var en attrapp. I OPC-slutpunkten, genererade alla skrivbara variabler en händelse när de ändrades, vilket säkerställde kvittenser för skrivförfrågningar.



Figur 5 Styrning med LISA med användning av JGraphchart utvecklat på LTH.

Resultat som kan generaliseras till annan tillverkande industri

Stor möda lades på att utveckla den gemensamma twittrande fabriksdemonstratorn på Chalmers och KTH.

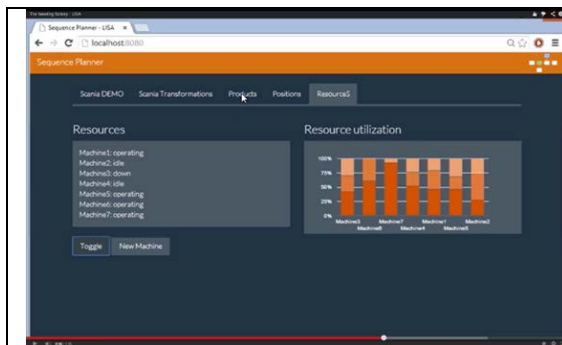
På Chalmers ligger fokus på sekvensstyrning av automatiska monteringsoperationer och på KTH på övervakning av och beslutsstöd för maskinbearbetningsoperationer.



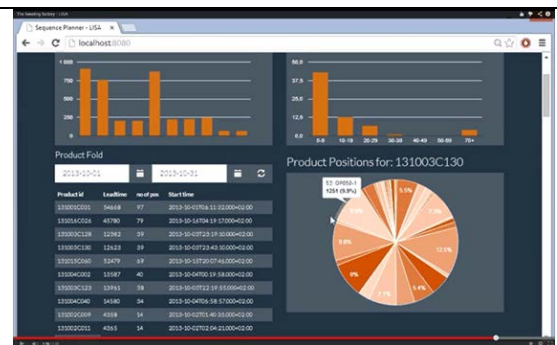
Figur 6 Medlemmar av LISA-teamet arbetar med demonstratorn i Chalmers PS lab.

Volvo Car Corporation använder LISA i sin nya monteringsfabrik i Torslanda.

På Scania i Södertälje har en motorblockslinje modellerats baserat på ISA 95 resursmodeller och attribut med UML för KPI-utvärdering i en LISA-miljö. Verkliga produktionshändelser från Scania användes också för att mata LISAs twittrande fabriksdemonstrator med data.



Figur 7 KPI-er för maskintillgänglighet i realtid.



Figur 8 KPI-er för produktledtid (överst) och tid tillbringad i varje position för en enskild produkt (nederst) i realtid.

LISA har utvecklats med målet att vara industriellt användbar. Den bygger till stor del på internationella standarder och etablerade lösningar "på hyllan", till exempel, ActiveMQ. Den har visat sig vara användbar för diskret tillverkning, till exempel inom fordonsindustrin, där processer körs asynkront och produktflödet är icke-linjär. En viktigt syfte med LISA är att det ska vara användbart för vilken enhet och tillämpning som helst. För att visa på interoperabilitet, har olika industriella utrustningar och programvara använts i demonstratorn. Medverkan av flera industriella partners gav värdefulla synpunkter på tillämpligheten av forskningen och tillät utvärdering av arkitekturen. Som ett resultat är LISA en händelsebaserad tjänsteorienterad arkitektur som erbjuder flexibilitet och skalbarhet både för styrning av lågnivåapplikationer och aggregering av information på högre nivå, till exempel KPI:er.

Resultaten av LISA-projektet är utan tvekan generaliserbara till andra tillverkningsindustrier.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Resultaten i form av LISA-demonstratorn har presenterats för de industriella parterna. I det föreslagna FFI LISA²-projekt som nämns nedan, är en anpassning till det tyska initiativet Industrie 4,0 planerat. Det är också möjligt att direkt etablera samarbetsaktiviteter med Industrie 4,0-organisationen och det förutsätts ge goda möjligheter för bredare resultatspridning, särskilt i fackmedia.

6.2 Publikationer

Provost, J., Fasth, Å., Stahre, J., Lennartson, B., Fabian, M., 2012, Planning in assembly systems – a common modeling for products and resources, IEEE 17th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA 2012), Krakow, Poland.

Lundholm, T., Lieder, M, Rumpel, G., 2012, Resource efficiency assessment system, 19th CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE 2012), 23-25 May 2012, Berkeley, USA.

Ollinger L., Zuhlke, D., Theorin A., Johnsson C., 2013, A Reference Architecture for Service-oriented Control Procedures and its Implementation with SysML and Grafchart, Emerging Technology and Factory Automation (ETFA) conference, Cagliari, Italy, September 10-13 2013.

Lieder, M., 2014, Integrated evaluation of resource efficiency and cost effectiveness in production systems, Licentiate thesis, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, ISBN 978-91-7595-100-3.

Theorin, A., 2014, A Sequential Control Language for Industrial Automation, PhD thesis, Lund University, Lund, Sweden, ISBN 978-91-7623-110-4.

Inskickad:

Theorin, A., Bengtsson, K., Provost, J., Lieder, M., Johnsson, C. Lundholm, T., Lennartson, B. "An Event-Driven Manufacturing Information System Architecture", 2015 IFAC Symposium on Information Control in Manufacturing (INCOM 2015), invited session on "Towards Industry 4.0 – taking the next step in realizing cyber-physical productions systems", Ottawa, Canada, May 11-13, 2015.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Även om LISA också preliminärt har undersökt omvandlingen av data till meningsfull information och därtill relaterad visualisering, ligger en fullständig industriell tillämpning utanför omfattningen projektet och blev den huvudsakliga inspirationen för LISA²-ansökan. För att utnyttja LISAs nästan obegränsade möjlighet till flexibel insamling och kommunikation av data, kommer konsortiet att utveckla och implementera en rad tjänster, anpassade för specifika behov inom industrin. Dessa tjänster kommer att omfatta, men inte begränsas till:

- analys av produktionsprestanda, övervakning, optimering och visualisering
- enheter och MES-styrning
- snabb integration och konfigurering av automationskomponent.

I en första fas kommer LISA-plattformen implementeras i olika laboratorier och verkliga produktionsanläggningar inklusive verktygsmaskiner, industrirobotar, transferlinor och flera IT-infrastrukturer som används av de industriella partners. Detta kommer att skapa förutsättningar för fallspecifik definition av de tjänster som sedan kommer att utvecklas. De utvecklade tjänsterna bör:

- Uppfylla de internationella och industriella standarder som används inom fordonssektorn.
- Vara fristående. Gränssnitt endast mot de definierade källorna och visualiseringsåtkomstpunkter och med alla nödvändiga algoritmer och historiska databaser. Detta säkerställer att tjänsterna är allmängiltiga och tillåter överförbarhet och återanvändbarhet.
- Vara kombinerbara. Granularitetsnivån för tjänster, liksom omfattningen kan förbättras genom att aggregera enklare tjänster till komplexa (t ex. Σ maskinutnyttjande = linjeutnyttjande).

Slutligen, med tanke på mycket tillämpade inriktningen på initiativet, kommer LISA² producera en uppsättning demonstratorer, både inom industrin och den akademiska världen, för att validera den praktiska utförandet av de tjänster som produceras och kunskapsförbättring på vägen mot cyber-fysiska system för produktion som möjliggör snabb integration , omkonfigurering och skalbarhet av automatiska produktionsresurser. Resultaten förväntas vara av mycket stor betydelse för OEM såväl som för underleverantörer i Sverige när det gäller effektiv och ändamålsenlig informationshantering.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner



Figure 9 LISA partners

Projektparterna är uppräknade nedan.

- Akademiska: Kungliga Tekniska högskolan, Chalmers tekniska högskola och Lunds universitet, Lunds tekniska högskola
- Fordonsindustri: Scania och Volvo Car Corporation

Projektledare: Thomas Lundholm, Kungliga Tekniska högskolan,
tlun@kth.se, +4687906381