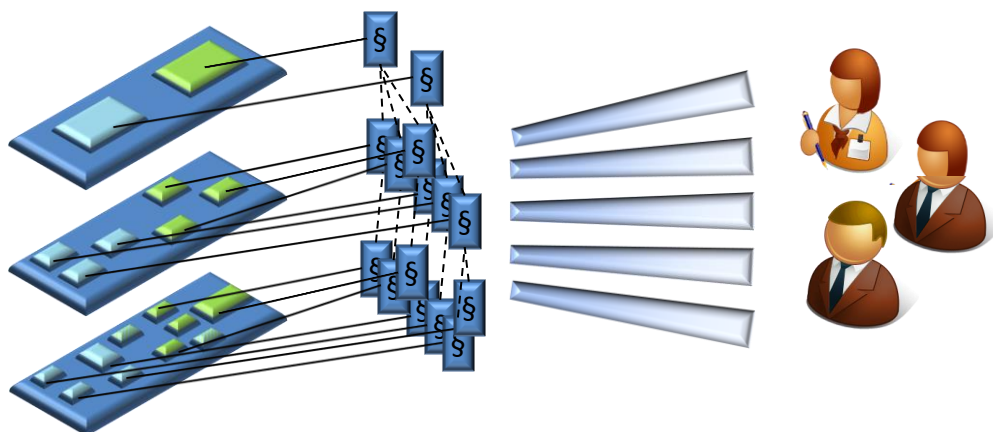


Synligare utveckling av inbyggda fordonssystem - visualiserad kravhantering och samverkan



Författare: Henrik Lönn

Datum: 2016-06-20

Delprogram: Fordonsutveckling

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	4
2 Executive summary.....	5
3 Bakgrund.....	6
3.1 Ökad komplexitet och kritiskhet	6
3.2 Kravhantering.....	6
3.3 Potential för Effektivare Informationshantering	6
3.4 Existerande angreppsätt och visioner	7
4 Syfte, frågeställningar och metod.....	9
5 Mål	10
5.1 Förväntade resultat	10
6 Resultat och måluppfyllelse	12
7 Spridning och publicering	13
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	13
7.2 Publikationer.....	14
8 Slutsatser och fortsatt forskning	15
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	16

1 Sammanfattning

Projekt Synligare har tagit fram metoder och verktyg för att effektivisera samarbetet mellan fordonstillverkare och leverantör och därigenom ge långsiktig förmåga att utveckla komplexa inbyggda programvarusystem för fordon.

Komplexiteten i fordonsprogramvara ökar för framtida gröna, säkra och uppkopplade fordon. Detta kan hindra konkurrenskraftigt snabb, effektiv och korrekt produktutveckling. Programvarans stora inflytande på fordonets säkerhets-, miljö- och kvalitetsegenskaper gör att krav relaterade till dessa egenskaper måste representeras och spåras på ett adekvat sätt.

Projekt Synligare har syftat till att överbygga komplexitet inom kravhantering genom förbättrad visualisering, analys och utbyte av krav i kombination med konstruktionsinformation. Fokus har varit på den viktiga interaktionen mellan fordonstillverkare och leverantörer, och på mötandet av säkerhetsstandarderna ISO26262. Projektet har tillämpat en helhetssyn på krav och konstruktionsinformation för att göra det möjligt att analysera och förstå komplexa samband som annars upptäcks som problem i integrationsfasen.

Projektets innovation har bestått i

- Identifiering av en representation för systembeskrivningar med fokus på kravinformation och dess koppling till systemkomponenter.
- Identifiering av relevanta vyer, nyckeltal och analyser till stöd för nedbrytning, realisering och uppföljning av krav.
- Implementering av experimentella verktygskedjor för validering av framtagna koncept.
- Validering av metodik i ett tänkt samarbete mellan fordonstillverkare och leverantör

Ett virtuellt exemplarsystem, bestående av en adaptiv farthållare med kamerabaserad identifiering av trafikmärken har använts för att validera projektets lösningar.

Slutsatsen är att projektets resultat är relevanta för utvecklingen av energieffektiva och trafiksäkra fordon.

2 Executive summary

The Synligare project has developed methods and tools to make collaborative development of automotive embedded systems more efficient. The background is that automotive system specifications are generally written in the form of requirements expressed in natural language. This leads to problems as the system complexity increases as vehicles become more green, safe and connected. The requirement specification becomes difficult to understand, leading to ineffective software development and the introduction of faults as well as difficulties concerning system verification. This affects the competitive strength of the industry due to the influence of software on safety, environmental and quality properties.

Project results from Synligare gives long term ability to develop software by structuring and visualizing information and thus bridge complexity. A full view of requirements and design enables analysis of relationships that would otherwise be detected late as faults. Structure enables automation, which will make software safer through cheaper evaluation of various design choices. Structure and improved understanding of requirements will ease collaboration between OEM and Tier-1. The project has

- Identified EAST-ADL with AUTOSAR as a modelling approach for systems description
- Identified and specified relevant views to assist various aspects of collaborative development of embedded systems
- Identified and specified relevant metrics and analyses to assess the emerging product and track development progress.
- Developed experimental and commercial tool chains to validate the identified concepts and provide engineering support.
- Validated the proposed methodology in typical collaboration scenario between OEM and Tier-1.
- Applied the proposed tools and concepts on an automotive application, advanced speed limiter.

Five goals were set out in the beginning of the project, which were considered fulfilled in the validation report:

1. Identify 5 metrics for characterizing and follow up of software development
More than 5 metrics were identified, designed and prototyped
2. Identify 5 relevant views to provide overview to a complex set of requirements.
More than 5 views were identified, designed and prototyped
3. Increase predictability regarding safety, quality and performance.
Representation and analysis capabilities for safety and performance have been designed and prototyped.
4. Minimized misunderstandings in the communication of requirements information.
Combined representation of requirements and system components as well as relevant view and comparison support reduce the misconceptions to a minimum.
5. 10% time reduction for development and test
Project results contribute to higher engineering efficiency, and these are expected to meet and exceed the 10% goal.

Project results have been summarized in 5 document deliverables and also provided as prototype tools, free to download and try.

Project results have been communicated in several public presentations and seminars two of which were organized by the project consortium. In addition, company internal activities have taken place.

4 papers have been written and accepted for publication, meeting the publication goal of 4 papers.

3 Bakgrund

En betydande del av fordonsindustrins innovation bygger på inbyggda system med avancerad programvara. Det finns höga förväntningar på fortsatt ökad funktionalitet i kombination med krav på korta ledtider, hög kvalitet och bibehållen säkerhet.

Nedanstående stycken kommer från projektansökan men är fortfarande aktuella som bakgrund till projektresultaten.

3.1 Ökad komplexitet och kritiskhet

Ett antal faktorer samverkar och gör att programvara för fordon ofta blir komplex:

- Begränsade resurser för beräkning, kommunikation och lagring av data.
- Komponenter i distribuerade system utgör kritiska delar av flera funktioner.
- Programvarusystem interagerar med varandra.
- Det inbyggda systemet blir mer säkerhets- och kvalitetskritiskt.
- Programvarusystem realiserar säkerhetskritiska funktioner
- Programvara är inblandad i en majoritet av fordonsfunktionerna

Ökad komplexitet betyder att utveckling, implementation, integration och verifiering av programvara tar längre tid och följaktligen kostar mer. Dess stora påverkan på kvalitet och säkerhet gör att misstag i utvecklingsarbetet måste undvikas genom förbättrade metoder.

3.2 Kravhantering

En stor del av utvecklingsarbetet och samverkan mellan fordonstillverkare och leverantör baseras på krav. Dessa ligger till grund för avtal och varje krav(ändring) representerar en ökande kostnad, ju längre utvecklingsarbetet fortskrider. Kravhantering är samtidigt komplex:

- Målbilden gröna, säkra och anslutna fordon, tillsammans med ökade förväntningar från en konkurrensutsatt fordonsmarknad, leder till en uppsjö av krav från intressenter och standarder (ISO 26262) rörande funktionalitet, mekatronik, prestanda, funktionssäkerhet, återanvändbarhet, osv. Man kan räkna med att inkonsekvens uppstår bland kraven.
- Kravgranskning utförs för att hantera inkonsekvens och felaktigheter i kraven, i dagsläget en manuell aktivitet. Kravgranskning hittar typiskt ett flertal felaktiga krav.
- Återanvändning och anpassning av programvarukomponenter, såsom i produktfamiljer, leder till gemensamma och specifika krav vars distinktion måste underhållas.
- Produktkomplexiteten skymmer sikten så att man inte ser sambanden mellan kraven på grund av informationsvolymen.

Nuvarande praxis är att krav och specifikationer definieras i naturligt språk, och ibland på ostrukturerade sätt. Sådana krav kan vara tvetydiga och försvåra verifiering. Därför är många kravrelaterade aktiviteter svåra att automatisera och förblir manuella.

3.3 Potential för Effektivare Informationshantering

Korrekta och lättförståeliga krav är grunden för att effektivt kunna utveckla programvara och fatta korrekta beslut. Därför måste kravspecifikationer som kommuniceras mellan fordonstillverkare och leverantörer hålla hög kvalitet med attribut som till exempel status, version och spårbarhet inom kravspecifikationen och produktstrukturen. Detta minskar risken för felaktiga krav, underlättar granskning och underlättar konsekvensanalys vid en ändring. Just kommunikation av kravdokument är typiskt problematiskt, speciellt med avseende på versionshantering av kommunicerade kravdokument. Vidare bör kraven skrivas i en notation som stöder systematiska och automatiserade aktiviteter, såsom specificering och verifiering. Ingenjörerna kan utveckla säkrare system, om automatisering gör att verifieringstiden kortas så att designalternativ lättare kan utvärderas. Adekvata metoder, verktyg och språk måste göras förståeliga för våra ingenjörer och integreras med nuvarande metoder och processer.

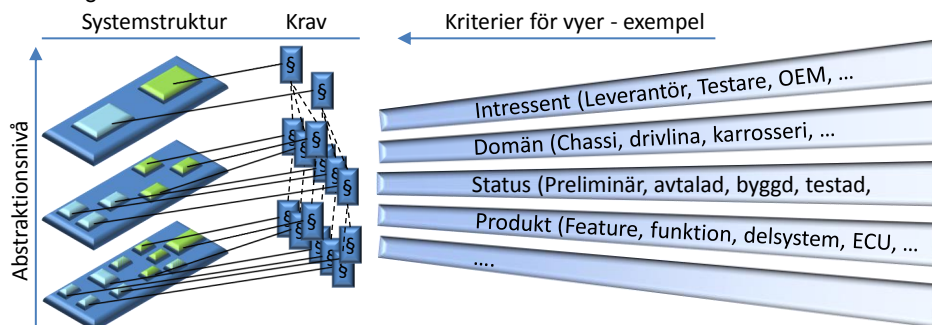
Det finns viktiga fördelar med att systematisera och automatisera kravhanteringen:

- Effektivare kommunikation av krav
- Tidigare upptäckt av krav- och konstruktionsfel
- Minskad tid och kostnad för testning och certifiering
- Förbättrad dokumentation

- Överensstämmelse med rekommendationer i standarden ISO 26262
- När kravinformation strukturerats kan den användas för beslutsstöd. Man kan tänka sig att specificera kostnad och attribut för timing, pålitlighet och beteende, och detta blir basen för att fatta beslut.
- Integration av information i en modell istället för ett flertal överlappande modeller, möjliggör kombinerade analyser av attribut.

Att strukturera kravinformation från olika håll, skriven i olika notationer med olika terminologier, är utmanande. Det finns tekniker för att automatiskt strukturera data, till exempel mönstermatchning och indexering så som sker i sökmotorer på Internet. När informationen väl är korrekt strukturerad finns stora möjligheter för automatisk behandling. Till exempel, det finns algoritmer för att skapa grafer bestående av noder (kan i det här sammanhanget vara individuella krav eller systemkomponenter) och relationer mellan noderna och ordna dessa grafer så att noder inte överlappar och på så vis visualiseras informationens struktur. Dessa tekniker och algoritmer har inte tidigare applicerats i tillgängliga verktyg och de kan inte appliceras rakt av, då dessa tekniker och algoritmer inte klarar av alla situationer, speciellt om indata är skrivet på naturligt språk. Det finns potential att utnyttja sådana tekniker och algoritmer till att ge överblick över komplexa kravmängder, men vidare forskning och utveckling behövs för att hitta fungerande lösningar. Figur 1 visar exempel på kravens relation till produkten, och hur de kan organiseras i vyer.

I nuläget kommer det alltför många verktyg som till viss del tillhandahåller överblick och stöd för förståelse i form av vyer (sammanställningar av relevant information, för en roll eller aktivitet), mätetal (parametrar av värde för uppföljning) och visualiseringar (grafer, diagram, färgläggningar). Men verktyg för olika delar av utvecklingsprocessen, eller i olika organisationer, följer inte samma koncept för vyer, mätetal och visualisering. Existerande lösningar är inte mogna för att kunna utnyttjas fullt ut. En trend är att använda modeller som ersättning för eller komplement till textuella dokument. Det är i dagsläget inte realistiskt att uttrycka all kravinformation med modeller, då krav samlas in från flera olika håll, med olika notationer och terminologier.



Figur 1. Krav kan betraktas ur en rad perspektiv centrala för en korrekt förståelse av produkten

3.4 Existerande angreppssätt och visioner

Steg i rätt riktning när det gäller att strukturera kravinformation och representera en systembeskrivning inkluderar arkitekturbeskrivningsspråket EAST-ADL i kombination med AUTOSAR. EAST-ADL tillhandahåller en ontologi för fordonselektronik och fordonssystemprogramvara, vilket gör beskrivna arkitekturer entydiga, konsistenta och utbytbara. EAST-ADL knyter flera olika sorters information (däribland krav) till produktens arkitektur på fyra nivåer, nämligen fordonsnivå, analysnivå, designnivå och implementationsnivå. På implementationsnivå utgörs EAST-ADL-modellen av AUTOSAR-element. AB Volvo sköter idag delvis sin kravhantering med modellbaserade verktyg. Strukturen är baserad på en tidig version av EAST-ADL. Då modellen behandlar krav på en viss abstraktionsnivå lika adresseras kravkomplexiteten bara delvis. Vidare så kan man bara dra full nytta av EAST-ADL för att underlätta kommunikation med leverantörer om det sprids till en majoritet av dessa. Lösningar som underlättar samverkan mellan fordonstillverkare och leverantör är därför viktiga. En komponent är användandet av modeller i informationsutbytet, vilka inkluderar både krav och konstruktion. Synergier förväntas med andra projekt som pågår inom AB Volvo som fokuserar på processutveckling och förbättrad systembeskrivning. Autoliv sköter sin kravhantering med Enterprise Architect (EA) och DOORS. Erfarenheter visar att kravhantering snabbt blir mycket komplex, då de flesta produkter behöver anpassas till olika kunder. Man har stora produktfamiljer, med både gemensamma och specifika krav. Andra aspekter, såsom riktlinjer för funktionssäkerhet, design, kvalitet, osv, leder till krav som kommer från många olika håll, från olika

notationer och terminologier. Komplexiteten blir påtaglig. Autoliv har påbörjat ett arbete med att ta fram roll-specifika vyer för att ge överblick över kraven och för att underlätta projektplanering och uppföljning. Nu vill man inom Autoliv gå vidare och ta fram fler lösningar för att överbrygga komplexitet i kravhanteringen, genom att strukturera och visualisera informationen. Lösningarna behöver passa befintlig utvecklingsmetodik.

Arccore utvecklar och säljer både en AUTOSAR-plattform och en tillhörande utvecklingsmiljö, Arctic studio. Inom AUTOSAR anser Arccore sig i dag vara etablerade med sina kommersiella plattformar och verktyg. För att komma ett steg längre i utvecklingsprocessen där man kan spåra krav från fordonstillverkare ner till implementation hos leverantör har Arccore börjat undersöka möjligheterna att integrera EAST-ADL-beskrivningar tillsammans med AUTOSAR. Visionen är att ta ytterligare steg och automatiskt koppla krav från kravmodellen direkt ner till implementationen i AUTOSAR. Genom en sådan automatisering så minskar risken för feltolkningar av det ursprungliga kravet från fordonstillverkaren.

Systemite utvecklar och säljer en plattform för generell produktdatahantering inom utvecklingsprocessen, SystemWeaver. Huvudidén bakom SystemWeaver är att knyta information till det utvecklade inbyggda systemets struktur. Systemite har med SystemWeaver deltagit i flera industri- och forskningsprojekt under de senaste tio åren. Specifikt har företaget erfarenhet av datautbyte mellan fordonstillverkare och leverantör baserat på XML-filer och olika verktygsspecifika format, och en kundanpassad verktygskedja finns i drift: Grafiska vyer baserade på status och spårbarhet i arkitekturmodellen medger visualisering och summering av statusen på olika nivåer (krav-nivå, komponent-nivå, feature-nivå, systemnivå etc). En begränsning är att den utgör ännu en special-lösning för leverantörerna mot en enstaka kund. En annan är den manuella och felbenägna editeringen av XML-filer, och hanteringen av ändringar. Den aktuella implementationen gav dock många insikter som kommer detta projekt till del. Det visar också på att det finns ett konkret behov av lösningar för effektiv samverkan. Framöver är ambitionen att den befintliga lösningen förfinas och standardiseras för att bli generellt användbar.

Semcon är en ingenjörbyrå som hjälper fordonstillverkare och leverantörer med bland annat utveckling, kravhantering, och funktionell säkerhet. Därför behöver Semcon kontinuerligt samla och sprida kunskande om utvecklingsmetoder och verktyg. Semcon i Linköping bygger för tillfället upp ett internt kompetenscenter inom säkerhetskritiska system. Nu vill Semcon ta fram lösningar för att underlätta kravhantering, speciellt i relation till funktionssäkerhet.

4 Syfte, frågeställningar och metod

Projektets syfte har varit att ta fram lösningar för att underlätta kravhantering, överbygga kravkomplexitet och kommunicera krav. Strukturerade informationsmodeller ska ge överblick och förståelse i vyer, mätetal och visualiseringar. En central aspekt är samverkan OEM och Tier-1 i enlighet med ISO 26262. För att överbygga komplexitet i kravhantering är strategin att identifiera en representation för systembeskrivningar med fokus på den kravinformation som kommuniceras i samverkan mellan OEM och Tier-1 och dess koppling till systemkomponenter. Denna representation är tänkt att underlätta kommunikation av krav i samverkan mellan OEMer och Tier-1or, samt stödja verktyg som utifrån data strukturerad enligt representationen genererar vyer, mätetal och visualiseringar. Dessa vyer och mätetal ska stödja arbete med funktionell säkerhet genom att vara baserade på krav från ISO 26262. Verktogsprototyper med stöd för beslut och återanvändning, samt nedbrytning, realisering och uppföljning av krav ska tas fram.

Konceptuellt ingår projektets lösningar i ett scenario enligt Figur 2.



Figur 2. Scenario som illustrerar projektets koncept

Ett virtuellt exempelsystem, advanced speed limiter har använts som exempel på en komplex kravmängd och för att demonstrera de lösningar som projektet tar fram. Exempelsystemet är valt så att AB Volvo bidrar med systemkonceptet och Autoliv bidrar med en systemkomponent. Detta ger ett realistiskt scenario för samverkan mellan OEM och Tier-1. Exempelsystemet är tänkt att säkerställa att de framtagna lösningarna går att applicera på utveckling av gröna och säkra fordon.

5 Mål

Projektets mål har varit att genom strukturering och visualisering av kravinformation överbygga komplexitet i utveckling av fordonsprogramvara. Detta möjliggör konkurrenskraftigt snabb, effektiv och korrekt programvaruutveckling för gröna och säkra fordon, samt förenklar samverkan mellan fordonsleverantörer och fordonstillverkare. Figur 3 illustrerar hur effektivt informationsutbyte utgör basen för detta.

Förväntade mätbara, kvalitativa och kvantitativa resultat

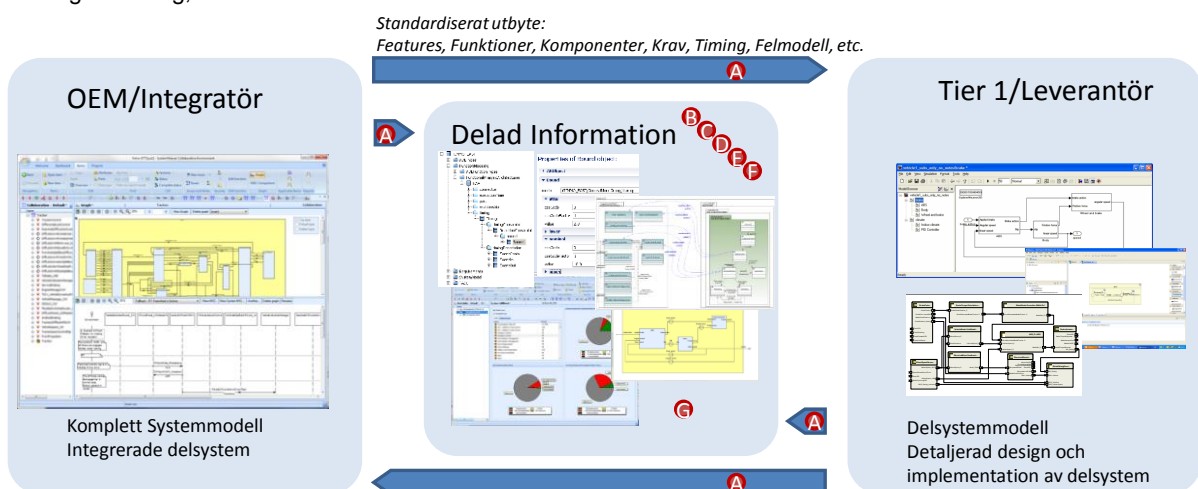
- Identifiera 5 nyckeltal för karaktärisering och uppföljning av programvaruutveckling (mätbart)
- Identifiera 5 relevanta vyer för att ge översikt över en komplex kravmängd och relaterade aktiviteter (mätbart)
- Öka förutsägbarheten avseende säkerhet, kvalitet och prestanda. (kval./ kvant.)
- Minimerat antal missförstånd i kommunikation av kravinformation. (kval./ kvant.)
- Minskad tid för utveckling och verifiering med 10%. (kvant.)

För att uppnå detta syftar projektet till att

- Leverera en representation för systembeskrivningar med fokus på kravinformation och dess koppling till systemkomponenter.
- Identifiera relevanta vyer och analyser till stöd för nedbrytning, realisering och uppföljning av krav i en modellbaserad kontext.
- Implementera experimentella verktygskedjor för validering av framtagna koncept.
- Validera metodik i ett tänkt OEM-Tier-1-samarbete.

Resultaten ska vara relevanta för utveckling av gröna och säkra fordon, vilket kommer att säkerställas genom att i projektet arbeta med ett realistiskt exempelsystem, i enlighet med ISO 26262.

Projektets kvalitativa och kvantitativa mål kommer att följas upp med olika heuristik. Förutsägbarhet kan uppskattas i graden av explicit representation och spårbarhet av information. Antalet missförstånd i kommunikation av krav mellan OEM och Tier-1 kan uppskattas med antalet iterationer som krävs för granskning, kommentarer och rättelser.



Figur 3. Delad information gör OEM-Tier-1 samarbetet effektivare: A) Förbättrad kommunikation, B) Vyer, C) Nyckeltal, D) Beslutsstöd, E) Ändringshantering, F) Status, G) Experimentella verktyg

5.1 Förväntade resultat

Projektets konkreta leveranser är fem rapporter som beskriver projektresultat:

- L1.1 Rapport som beskriver relevanta nyckeltal, arbetsprodukter och tillhörande vyer
- L2.1 Rapport som beskriver modelleringskoncept och metoder
- L3.1 Rapport som beskriver verktygslösningar
- L3.2 Verktygsprototyper
- L4.1 Rapport som beskriver validatorsystem och valideringsresultat

Utöver detta kommer exempel och artiklar att göras tillgängliga:

- En verktygskedja som till TRL6 möjliggör utbyte, visualisering, spårbarhet och uppföljning av krav i en realistisk samverkan OEM-Tier-1.
- Exempel på systembeskrivningar inklusive krav.
- Projektet kommer publicera fyra artiklar som belyser koncept och verktyg för modellbaserad kravhantering med fokus på samverkan OEM-Tier-1.
- Ny kunskap som bidrar till vetenskapens rön inom automatisk strukturering och visualisering av tidigare ostrukturerad information, med avseende på kravinformation.

Projektparterna och exempelsystemet utgör tillsammans ett realistiskt scenario som spänner över alla aktörer som typiskt finns i skarpa utvecklingsprojekt och det finns potential för att projektet kan leda till framtida skarpa projekt med samma eller liknande konstellation.

Hos projektparterna finns forskningserfarenhet och intresse för vidare forskningsprojekt. Därför förväntas Projekt Synligare bidra till att en framstående forskningsmiljö växer fram. Projektet stärker parternas forskningsinitiativ och forskningssamarbeten, genom att projektet är av forskningskaraktär. Projektet bidrar till att nyttiggöra och resultat från tidigare forskningsinitiativ där parterna har varit inblandade, genom att se EAST-ADL och AUTOSAR som fasta punkter i arbetet med att strukturera information för att hantera komplexa kravbilder. På så sätt utgör projektparterna en miljö för innovation och samverkan.

6 Resultat och måluppfyllelse

Projekt Synligare bidrar till programmet Fordonsutveckling, och specifikt Klimat & Miljö samt Säkerhet på flera sätt

1. Ny teknologi som stärker den strategiskt viktiga hanteringen av krav och systemmodellering ger ny forsknings- och innovationskapacitet.
2. Synligare representerar en ny konstellation av strategiskt viktiga partners, vilka individuellt har starka internationella nätverk i industrin. Likaså finns starka nationella och internationella akademiska nätverk, som indirekt kommer involveras i projektet.
3. Projektet kommer ta fram verktyg och koncept som är attraktiva grundstenar för fortsatt forskning och utveckling. Parternas erfarenhet av och stora kontaktytor mot nationella och internationella forskare gör det möjligt att omsätta detta i internationell forsknings- och innovationsverksamhet och i nya projekt inom EU:s ramprogram.
4. Synligare har två små/medelstora verktygstillverkare i konsortiet, vilket är en grund för fortsatt exploatering av resultaten och bred spridning inom branschen.
5. Projektets partner har en stark akademisk förankring och kan genom pågående samarbeten med universiteten (Chalmers, HH, KTH, LiU, MdH) sprida och skapa samarbeten kring projektresultaten. Resultaten kommer till övervägande del vara publika, vilket ytterligare förbättrar förutsättningarna för samarbete.
6. Konsortiet består av 5 kompletterande parter med goda förutsättningar för fortsatta samarbeten. Stimulanseffekt kan ses på så vis att finansiering från FFI Fordonsutveckling till projektet leder till att projektparterna kan satsa ytterligare på forskning och långsiktigt strategisk utveckling.

7 Spridning och publicering

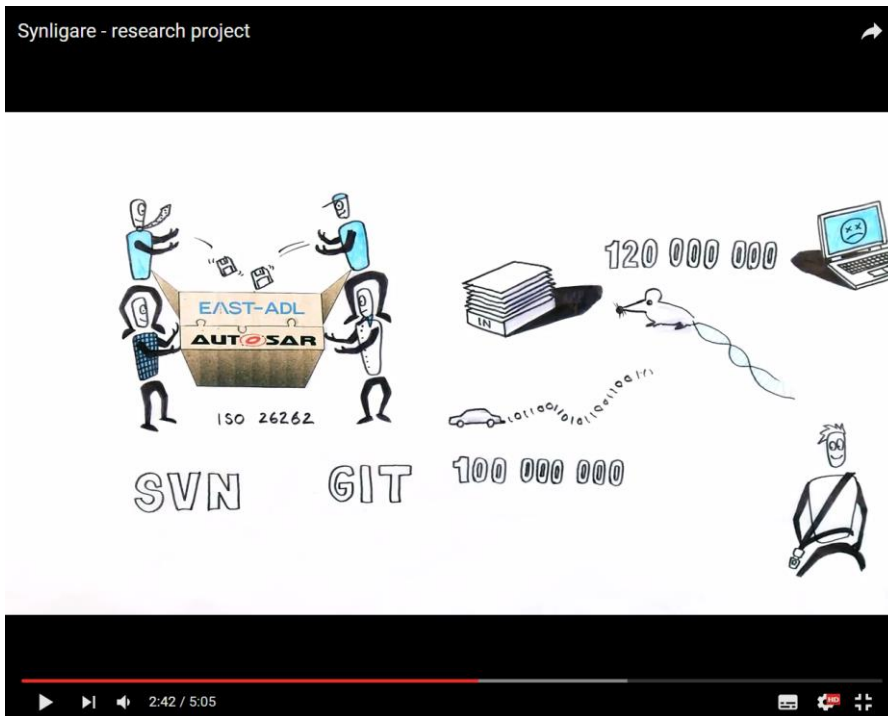
Projektresultaten har spridits i ett flertal projekt- och företagsinterna och externa presentationer och seminarier. Utöver dessa har 3 examensarbeten genomförts på Semcon och Volvo, vilket bidragit till resultatspridning och ingenjörsutbildning.

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Synligare har genom sina konceptbeskrivningar och prototypimplementationer visat hur man kan utnyttja ett standardiserat utbytesformat för att ta fram nyckeltal, analysresultat och vyer som beskriver konstruktionen.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Flera projekt-resultat är direkt relaterade till arkitekturbeskrivningsspråken EAST-ADL och AUTOSAR, och föras vidare i dessa kontext. Vissa projektresultat är knutna till Eclipse-projektet EATOP, varför de finns som open source leveranser som andra kan bygga vidare på.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Verktögsleverantörerna Systemite och Arccore använder flera av projektresultat i sina produkter Arctic Studio och SystemWeaver.
Introduceras på marknaden	X	Se ovan.
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut	-	

Presentationer:

- Johan Ekberg, Urban Ingelsson, Henrik Lönn, Magnus Skoog, Jan Söderberg: Seminar on Requirements Challenges and Opportunities, SARE Seminar, Göteborg, Maj 2013
- Henrik Lönn: Integrated Development Environments for Automotive Embedded Systems, Elektronik I Fordon, Göteborg, Maj 2014
- Henrik Lönn: Variant Management of Engineering Assets. Efficient Variant & Complexity Management Automotive and Aerospace/Defense, June 2014, Berlin, Germany"
- Henrik Lönn: Modelling Technologies for Automotive Embedded Systems, Invited Lecture, Model Driven Technologies Course, Software Engineering, Chalmers
- Henrik Lönn: "Synligare - Visualized Requirements Management and Collaboration", invited presentation, FP7 KARYON final workshop, Borås, December 2014.
- Synligare Overview and Preliminary Results, EAST-ADL Association Annual Meeting, Maj 2015
- Fuse Synligare Open Seminar, Göteborg, Maj 2015
- Magnus Skoog: Utmaning med kravhantering från ett underleverantörsperspektiv – praktikfall, NFI Konferens från Krav till System, Stockholm, Oktober 2015
- Henrik Lönn: Krav eller Modeller, Vad Gäller? NFI Konferens från Krav till System, Stockholm, Oktober 2015
- Fuse-HeavyRoad-Synligare Open Seminar, Göteborg, Maj 2016
- Synligare Overview and Preliminary Results, EAST-ADL Association Annual Meeting, Maj 2016
- Presentationsvideo, Synligare, www.synligare.eu



Figur 4. Synligare presentationsvideo på YouTube (www.synligare.eu)

7.2 Publikationer

- Johan Ekberg, Urban Ingelsson, Henrik Lönn, Magnus Skoog, Jan Söderberg: Collaborative Development of Safety-Critical Automotive Systems: Exchange, Views and Metrics. SAFECOMP 2013 - Workshop ASCoMS (Architecting Safety in Collaborative Mobile Systems) of the 33rd International Conference on Computer Safety, Reliability and Security, Florens, Italy, 2014
- Sharvia, S., Papadopoulos, Y., Chen, D., Walker, M., Yuan, W., and Lonn, H., (2014) "Enhancing the EAST-ADL Error Model with HiP-HOPS Semantics", Athens: ATINER'S Conference Paper Series, No: COM2014-1111.
- Saimir Baci, Henrik Kaijser, Henrik Lonn, Matthias Tichy and Wenjing Yuan: Tool Assisted Model Based Multi Objective Analyses of Automotive Embedded Systems. In Proc. of the 6th International Workshop on Analysis Tools and Methodologies for Embedded and Real-time Systems, 2015, Lund, Sweden.
- Grischa Liebel, Andreea Olaru, Henrik Lonn, Henrik Kaijser, Sunith Rajendran, Urban Ingelsson and Richard Berntsson Svensson: Selection of System Model Elements for Allocation of Requirements. Proceedings of the Fourth International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, 2016.
- Synligare Project: Översiktsartikel



Figur 5. Översiktsartikel, Synligare.eu/documents

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Synligare har visat på hur man med gemensam systemrepresentation och därtill kopplade vyer och nyckeltal kan öka effektiviteten och korrektheten vid distribuerad utveckling av inbyggda fordonssystem. Detta arbete fortsätter i olika former, specifikt i 3 pågående FFI-projekt:

- Verispec arbetar med konsistens och korrekthet i krav och bygger vidare på Synligares modellerings- och verktygskoncept för att organisera och allokera krav till arkitektur.
- HeavyRoad adresserar simulering och integration av fordonssystem och förfinar modelleringsmönster, vyer och verktygsprototyper från Synligare.
- FUSE beaktar utmaningar kring funktionssäkerhet och elarkitektur för autonoma fordon, och tillämpar och vidareutvecklar Synligares tekniker och vyer för representationer av säkerhetskrav, inklusive deras relationer och allokeringar på arkitekturelement.

Flera av projektets verktyg finns för Eclipse-plattformen EATOP och är open source. Detta ger spridning till projektresultaten och möjligheter till fortsatt verktygsutveckling. Det faktum att vyer, måttal och analyser definierats på EAST-ADL som är en öppen standard ger på liknande sätt möjligheter till exploatering och vidareutveckling i nya sammanhang.

En viktig del i att få effektivitet i produktutvecklingen är att vyer, nyckeltal och analyser kan göras med så lite manuella steg som möjligt. Här finns ett fortsatt behov av forskning kring automatisk generering av diagram och annoteringar som ger ändamålsenlig återkoppling till olika intressenter. Specifikt blir detta kritiskt vid "continuous integration and delivery", dvs agil utveckling med korta iterationer och små inkrement i funktionstillväxt. Volvo deltar i forskningscentret Software Center vid Chalmers Tekniska högskola där dessa aspekter studeras, och resultaten från Synligare har även förmedlats i detta kontext.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

The Volvo logo consists of the word "VOLVO" in a bold, blue, sans-serif font.

Volvo Technology AB
Henrik Lönn



Autoliv
Bengt Arne Nyman

The ArcCore logo features the word "ARC" in a light blue font and "CORE" in a black font, both in a bold, sans-serif typeface.

ArcCore AB
Johan Ekberg

The Systemite logo features the word "SYSTEMITE" in a bold, italicized, red, sans-serif font.

Systemite AB
Jan Söderberg

The Semcon logo features the word "SEMCON" in a white, bold, sans-serif font, centered within a red rectangular background.

Semcon AB
Urban Ingelsson