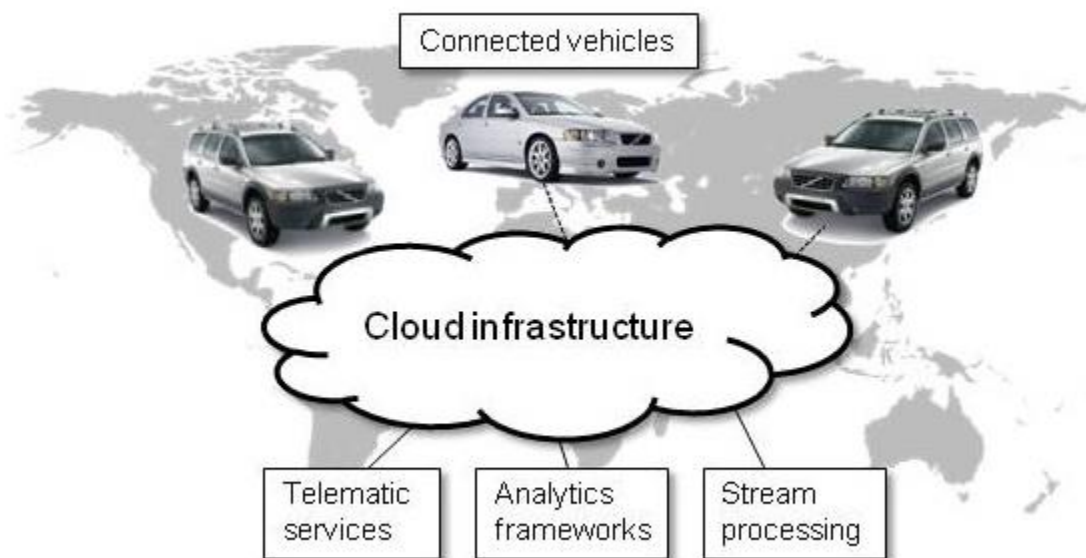


Slutrapport BAuD - Big Automotive Data



Mats Gjertz, Mathias Johanson
2015-03-03
Delprogram: Fordonsutveckling

Innehåll

1. Sammanfattning.....	4
2. Bakgrund	5
3. Syfte.....	6
4. Genomförande.....	6
Arbetspaket 1: Projektledning.....	7
Arbetspaket 2: Användningsfall och behovsanalys	7
Arbetspaket 3: Utveckling av tekniskt ramverk för skalbar insamling och analys	7
Arbetspaket 4: Analysmetoder och analysverktyg.....	7
Arbetspaket 5: Fallstudier och förbättring av utvecklingsprocessen.....	7
Arbetspaket 6: Vetenskaplig handledning och resultatspridning	8
5. Resultat	8
Integrerad och automatiserad analys av data från uppkopplade testfordon	8
Hantering av strömmande data från uppkopplade fordon	11
Effektivisering av utvecklingsprocessen på Volvo PV	11
5.1 Bidrag till FFI-mål	12
Bidrag till uppfyllande av målen inom transport-, energi- och miljöpolitiken.....	12
Industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige 12	
Medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige.....	12
Genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder	13
Leda till industriell teknik- och kompetensutveckling.....	13
Bidra till tryggad sysselsättning, tillväxt och stärkt FoU-verksamhet	13
Stödja forsknings- och innovationsmiljöer	13
Verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar.....	13
6. Spridning och publicering.....	14
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	14
6.2 Publikationer	14



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	14
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	15

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

För att lyckas på den alltmer konkurrensutsatta konsumentfordonsmarknaden måste biltillverkare vara mycket lyhörda för kundbehov och marknadstrender och samtidigt kunna möta klimatutmaningen. Ett sätt att uppnå detta är att främja *kunskapsdriven produktutveckling* genom *storskalig insamling och analys av data från fordon i drift*, för att fånga kundernas behov och för att samla mätdata och statistiskt underlag.

Den tekniska utmaningen avseende hantering av dramtiskt ökande datamängder kallas ibland för "Big Data". I detta projekt, som vi valt att kalla "Big Automotive Data", har fokus varit på att möta utmaningen när det gäller att samla in, hantera och analysera stora datamängder från fordon (speciellt personbilar) som uppstår som följd av ökade behov av data som stöd för kunskapsdriven produktutveckling.

Projektets ansats har varit att utforma ett tekniskt ramverk för flexibel och kraftfull datainsamling och därtill kopplad skalbar automatiserad analys. Nya analysmetoder har utvecklats, integrerats i ramverket och utvärderats inom ramen för skarpa utvecklingsprojekt på Volvo Personvagnar.

De deltagande parterna i projektet har varit Volvo Personvagnar, Alkit Communications AB, Uppsala universitet och Luleå tekniska universitet.

Sammanfattningsvis har resultaten av BAuD-projektet varit följande:

- Analys- och visualiseringsmekanismer för tidsseriedata från uppkopplade fordon har utvecklats, med fokus på behov avseende batteriutveckling för hybridbilar
- Insamlings- och analysmekanismer baserade på strömmande data har utvecklats, med fokus på utveckling avseende nya funktioner för aktiv säkerhet
- Användarstudier har genomförts, med återkoppling till utvecklingen, för de två fallstudierna inom projektet (batteriutveckling och aktiv säkerhet)
- Förslag till effektiviserad utvecklingsprocess på Volvo Personvagnar har tagits fram
- En kurs i databasteknik med fokus på NoSQL-lösningar har arrangerats inom projektet av Uppsala universitet, med deltagande från samtliga projektparter
- Vetenskapliga resultat har producerats och publicerats
- Ett examensarbete har genomförts på Luleå tekniska universitet
- Ett uppföljningsprojekt, BAuD II, har sökts och beviljats inom FFI-programmet

2. Bakgrund

De tekniska möjligheterna att mäta och samla in data från fordon i drift har under de senaste åren förbättrats dramatiskt. På Volvo Personvagnar är sedan en tid större delen av provvagnsflottan uppkopplad via telematiktjänster, som möjliggör nedladdning av mätuppdrag till provvagnar och uppladdning av data från dem, utan att kräva fysisk åtkomst till provobjektet. Detta, tillsammans med allt bättre utbyggda mobildatanätverk, leder till att datamängden som samlas in från testfordonen ökar dramatiskt. I en nära förestående framtid kommer även kundbilar att vara uppkopplade i större utsträckning. Detta ger framtida möjligheter att samla in data även från dessa bilar.

Den data som samlas in från provvagnar och kundvagnar utnyttjas inom produktutvecklingen för att förbättra produkterna. När data finns tillgängligt kan man ta ingenjörbeslut utifrån faktisk kunskap istället för antaganden och subjektiva bedömningar. Vi kallar detta för *kunskapsdriven produktutveckling*.

När volymen av data som samlas in ökar måste de system som används för insamling och analys av data vara skalbart uppbyggda för att effektivt kunna hantera de stora datamängderna. Arbetsätt avseende mätning och analys av data måste också anpassas för att på bästa sätt dra nytta av de möjligheter som storskalig insamling och analys medför.

I BAuD-projektet har vi studerat vilka tekniska och användningsmässiga mekanismer som behöver utvecklas för att de system som idag används för insamling och analys av data från fordon på Volvo Personvagnar ska kunna skalas upp till betydligt större volymer än idag.

Som en illustration av behovet av mekanismer för storskalig hantering av data visas i Figur 1 hur den data som har samlats in i fallstudier under BAuD-projektets löptid har växt. Som synes har datamängden mer än fördubblats och takten fortsätter att öka.



Figur 1: Ökning av datavolymer från uppkopplade fordon under de senaste 12 månaderna

3. Syfte

Projektets huvudsakliga syfte har varit att utveckla teknik och metoder för att via storskalig insamling och analys av data från fordon förbättra möjligheterna till kunskapsdriven produktutveckling inom fordonssegmentet. En viktig del i detta har varit att bygga kunskap om teknikläget avseende hantering av stora datamängder ("Big Data") och att positionera de deltagande projektparterna inom detta områdes tillämpningsgren för fordonsutveckling.

Ett ytterligare syfte har varit att studera vilka möjligheter till utveckling av nya produkter och tjänster som uppstår som en sideeffekt av att man samlar in stora datamängder för produktutvecklingsbehoven. Man kan kalla detta för *datadriven innovation*. Exempel på nya möjligheter som uppstår kan vara synergier och utvecklingsmöjligheter avseende att utnyttja utvald data i samarbete med tredje part, eller att utveckla nya eftermarknads-tjänster integrerade i fordonen som utnyttjar den data som samlas in från fordonsflottan.

4. Genomförande

Arbetet har genomförts inom ramen för sex arbetspaket enligt följande:



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

Arbetspaket 1: Projektledning

Projektledning och koordinering av arbetet har utförts av Volvo Personvagnar med stöd från samtliga projektpartners.

Arbetspaket 2: Användningsfall och behovsanalys

Arbetet med att definiera användningsfall genomfördes via ett antal tidiga workshops arrangerade av Volvo PV med deltagande från samtliga projektparter och en stort antal intressenter av insamling och analys av data inom Volvo PV. Arbetet resulterade i ett trettiootal Use Case-beskrivningar, varav två valdes ut som fallstudier inom projektet. De två som valdes ut, batteriutveckling för hybridbilar, samt utveckling av aktiva säkerhetsmekanismer. valdes för sina stora och komplementära behov av insamling och analys av data.

Arbetspaket 3: Utveckling av tekniskt ramverk för skalbar insamling och analys

Detta arbete har huvudsakligen genomförts av Alkit Communications, som har utvecklat integrerade analys- och visualiseringsmekanismer för tidsseriedata från uppkopplade fordon, samt mekanismer för hantering av strömmande data.

Utvecklingen bygger på en systemarkitektur som också tagits fram inom projektet. De mjukvarukomponenter som utvecklats har integrerats med det telematikersystem som används av R&D på Volvo PV för insamling av data från provvagnar (WICE).

Arbetspaket 4: Analysmetoder och analysverktyg

Nya analysmetoder och verktyg har studerats och utvecklats inom projektet, huvudsakligen av Luleå tekniska universitet i samverkan med Volvo PV. Analysmetoderna har också varit vägledande för utvecklingen av det tekniska ramverket för analys inom arbetspaket 3.

Arbetspaket 5: Fallstudier och förbättring av utvecklingsprocessen

Två fallstudier har bedrivits kopplat till skarpa utvecklingsprojekt på Volvo PV. Det ena syftar till att förbättra utvecklingen av batterier för hybridbilar, via analysfunktioner integrerade med telematikersystemet WICE som används för insamling av data från hybridbilarna. Det andra syftar till att möjliggöra hantering av strömmande data från testfordon för en ny aktiv säkerhetsfunktion under utveckling på Volvo PV.

Parallellt med fallstudierna har arbete med utveckling och införande av nya arbetssätt baserad på storskalig insamling och analys av data från provvagnar bedrivits av Volvo PV.

Arbetspaket 6: Vetenskaplig handledning och resultatspridning

Detta arbetspaket har innefattat handledning av examensarbetare vid Luleå tekniska universitet, framtagande och genomförande av en kurs i databasteknik för storskalig hantering av data ("NoSQL"-mekanismer), samt publicering av vetenskapliga resultat (bland annat en artikel presenterad på IEEE Big Data i Washington, Oktober 2014).

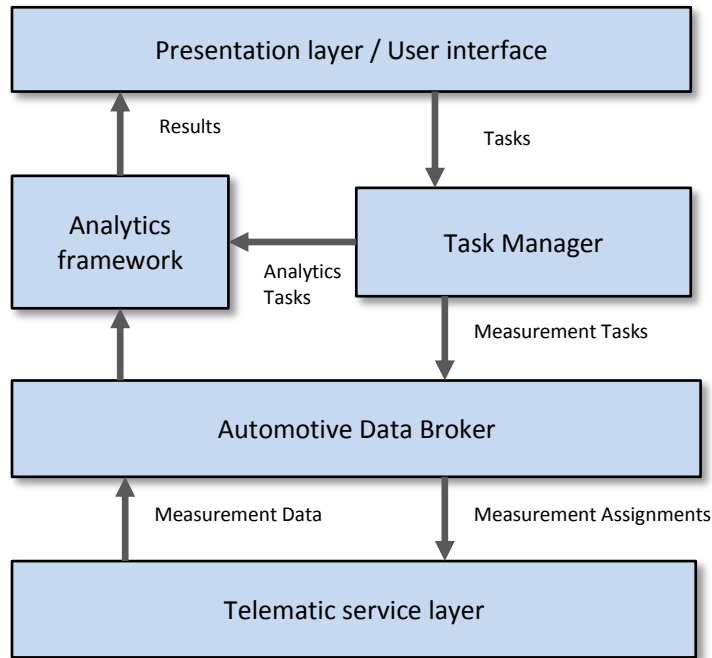
5. Resultat

Projektet har resulterat i nya tekniska systemlösningar, som utvecklats och testats inom projektet i två fallstudier kopplade till skarpa utvecklingsprojekt på Volvo PV. Projektet har också genererat nya analysmetoder och arbetssätt. Ett examensarbete har genomförts vid Luleå tekniska universitet och en kurs i databasteknik, med fokus på mekanismer för storskalig datahantering, har utvecklats och arrangerats av Uppsala universitet.

Resultaten beskrivs i mer detalj nedan.

Integrerad och automatiserad analys av data från uppkopplade testfordon

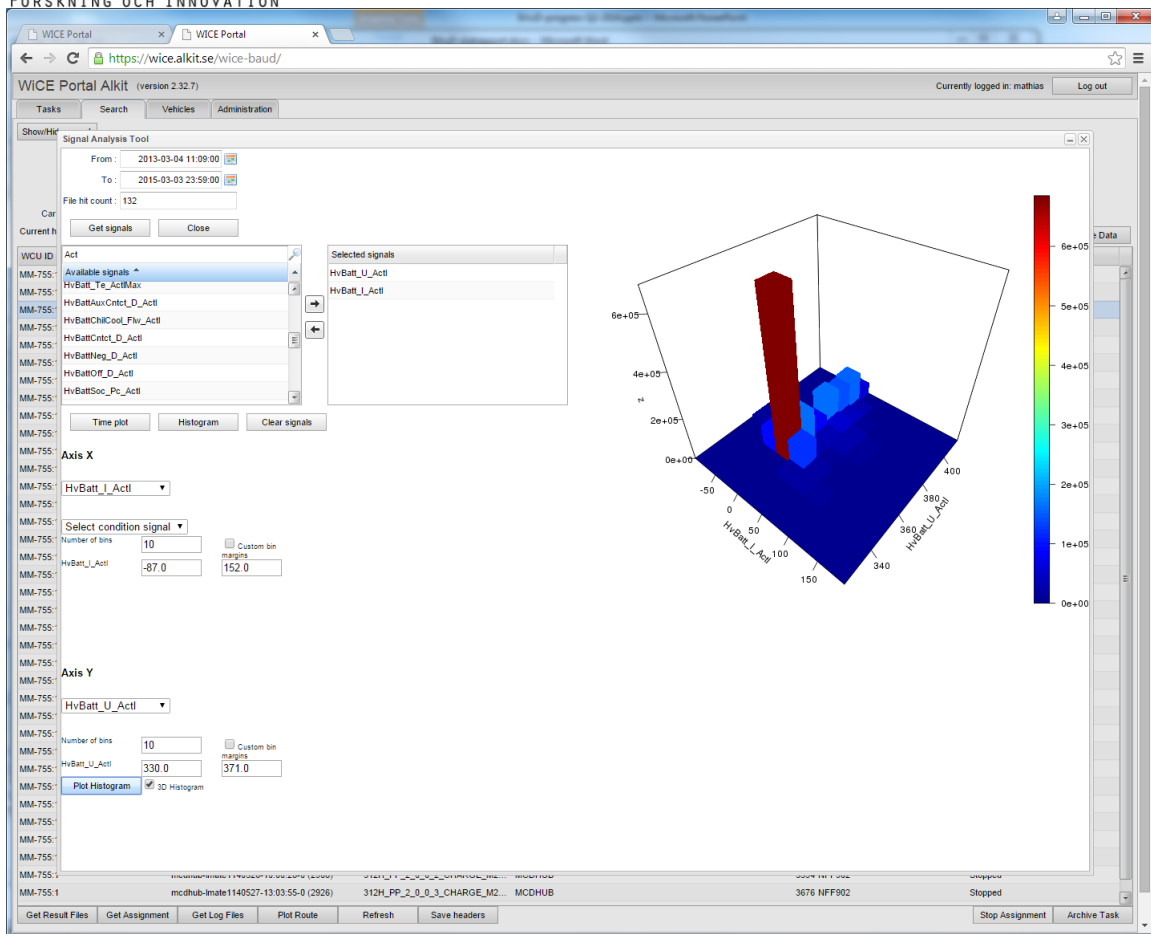
I projektet har ett tekniskt ramverk utvecklats som möjliggör storskalig analys av data från uppkopplade fordon. Detta ramverk har implementerats av Alkit och integrerats med telematiksystemet WICE som används av R&D på VCC. Ramverket bygger på en systemarkitektur som tagits fram inom projektet med syfte att kunna möta kraven på prestanda, skalbarhet, integrerbarhet i Volvos IT-infrastruktur, utbyggbarhet och användarvänlighet. En bild som visar arkitekturen på en hög nivå visas i Figur 2.



Figur 2: Arkitektur för ramverket för storskalig insamling och analys av data

Genom att introducera ett arbetssätt där data som samlas in via telematiktjänster direkt kan analyseras och visualiseras, utan att man manuellt behöver exportera till andra system, kan produktutvecklingen effektiviseras. För att testa detta nya arbetssätt har ett användningsfall som avser batteriutveckling för hybridbilar valts ut. Ett antal analysfunktioner som batterigruppen har behov av har utvecklats i samarbete mellan Luleå tekniska universitet (LTU) och VCC och implementerats och integrerats av Alkit i WICE-portalen, som är användarens gränssnitt till telematiksystemet WICE. Detta möjliggör direkt online-analys av data från uppkopplade testfordon.

Figur 3 nedan visar ett exempel på hur det webbaserade gränssnittet för analys av data ser ut, som utvecklats i BAuD-projektet och integrerats i telematiksystemet WICE.



Figur 3: Skärmdump av användargränssnittet för det integrerade analysvirtyget som utvecklats i BAuD

Exemplet ovan visar ett 3D-histogram för signaler. Flera andra analysmöjligheter och visualiseringmekanismer har implementerats av Alkit baserat på ett flertal olika analyser (ca 50 stycken) som tagits fram av Volvo och LTU för att möta batterigruppens behov.

Uppskalningsmekanismer för insamling och analys av data

För att ramverket för analys och visualisering skall kunna hantera data som laddas upp från mycket stora flottor av bilar har en arkitekturlösning tagits fram baserad på Big Data-principer

Konceptet bygger på att ett så kallat *generiskt mätuppdrag* körs i datainsamlingsenheten på en stor mängd testfordon. Det generiska mätuppdraget mäter en stor mängd parametrar och signaler för många olika syften. Detta resulterar i mätdatafiler som laddas upp till en serverinfrastruktur. När en viss analys skall köras för en viss intressents behov måste de signaler som är relevanta för analysen filtreras ut ur mätdatafilerna och sedan appliceras den valda analysmekanismens algoritm och resultatet sammanställs och



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

visualiseras. Detta kan formuleras som en Map-Reduce-operation där filtreringen av signaler och analysfunktionen utgör Map-steget, och sammanställningen och visualiseringen utgör Reduce-steget. Genom att bygga BAuD-ramverket på en generell teknologi för att exekvera Map-Reduce parallelliserat i en klustermiljö (Spark), där data lagras i ett distribuerat filsystem på ett sätt som gör att parallelliseringen blir effektiv (HDFS) kan man uppnå en linjär skalbarhet när datamängden växer.

En plan för hur den existerande infrastrukturen som WICE-systemet är byggt på kan migreras till den arkitektur som utvecklats i BAuD-projektet har tagits fram och ett projekt på VCC för industrialisering av resultaten och integrering i Volvo PV:s IT-infrastruktur har inletts.

Hantering av strömmande data från uppkopplade fordon

Ett av användningsfallen i BAuD är kopplat till ett Volvo-internt projekt som heter RFE (Road Friction Estimation), som syftar till att utveckla nya aktiva säkerhetsfunktioner vilka kräver analys av data som kontinuerligt strömmas från uppkopplade fordon. För detta användningsfall har inom BAuD-projektet utvecklats en monitoreringsfunktion, varigenom information om väglagets beskaffenhet strömmas i realtid till en molntjänst, där data analyseras och används för att skicka varningar till bilar på vägsträckor vid halt väglag. Denna "kollaborativa halkvarning" är mycket intressant ur BAuD-projektets perspektiv eftersom den inte bara ställer krav på att systemet skall klara många uppkopplade bilar (hundratusentals eller miljontals på sikt), utan även har krav på realtidsbehandling av data.

Olika tekniker för att hantera strömmande data har studerats och testats för denna tillämpningssituation. Bland annat har Uppsala universitet bidragit med kompetens och lösningsprinciper avseende DSMS-teknologi (Data Stream Management Systems).

Effektivisering av utvecklingsprocessen på Volvo PV

Arbete pågår på Volvo PV med att införa det arbetssätt baserat på storskalig insamling och analys av data från uppkopplade fordon som utvecklats i BAuD-projektet i Volvos BRAVe-process. Detta innefattar både organisatoriska förändringar och införandet av ny teknologi som utvecklats inom BAuD-projektet och därtill kopplade projekt.

Examensarbete vid Luleå tekniska universitet

Ett examensarbete har genomförts vari ett mätuppdrag till Volvo V60 hybrid har tagits fram som primärt behandlar balanseringsfrågor för konditionering av bilen och laddning av batteriet. Arbetet har genererat rapporten "Mätuppdrag Volvo V60 Hybrid". De flesta frågeställningarna resulterar i genomförande av analyser som presenteras i form av histogram.

Kurs i NoSQL-databasteknik vid Uppsala universitet



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

En kurs arrangerades av Uppsala universitet databasgrupp under hösten 2014, där samtliga projektparter deltog. Kursen presenterade olika tekniker för storskalig datahantering enligt NoSQL-principer och hade också ett speciellt fokus på analys av strömmande data.

Kursen leddes av Professor Tore Risch och Dr. Kjell Orsborn.

5.1 Bidrag till FFI-mål

BAuD-projektet har bidragit till flera av de mål som är relevanta för delprogrammet fordonsutveckling enligt nedan.

Bidrag till uppfyllande av målen inom transport-, energi- och miljöpolitiken

Förbättrade metoder för att samla in stora mängder data från uppkopplade fordon förbättrar möjligheterna att studera och förbättra miljöpåverkan av fordonen som utvecklas. Utsläppen av växthusgaser kan mätas på hela fordonsflottor, och optimering av programvara för motorstyrning kan stödjas. Dessa data kan också bidra till utveckling av nya bränslesystem, el- och hybridsystem, som visats inom projektet. Insamlade kunddata kan även användas för att generera statistiskt underlag för att förbättra transporteffektiviteten.

Industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige

Sverige är en av de världsledande FoU-nationerna inom såväl fordonsutveckling som informations- och kommunikationsteknik. Detta projekt stärker denna position. Förmågan att göra storskalig insamling och analys av data från fordon över hela världen stödjer kunskapsbaserad produktion av fordon i Sverige, samtidigt som driftsdata görs tillgängliga från testbilsflottor från hela världen.

Medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige

Nyckeln till konkurrenskraft i framtiden är att vara lyhörd för marknadens behov och trender. Detta har varit ett av de viktigaste motiven för BAuD-projektet, och Sveriges ledande roll inom telematik och IT gör svensk industri konkurrenskraftig i detta avseende.



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

Genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder

Projektet är ett industridrivet forsknings- och utvecklingsprojekt, som utgår från industriella behov av förbättrad teknologi och metodik för storskalig insamling och analys av data. Resultaten kommer att implementeras i industrin (Volvo PV).

Leda till industriell teknik- och kompetensutveckling

Se ovan. Ny kunskap genereras både med avseende på den nya teknik och de verktyg som utvecklats, och även som en följd av att mer data görs tillgängliga vid utveckling av nästa generations produkter. Nya affärsmodeller och tjänster kommer också att möjliggöras utifrån dessa data.

Bidra till tryggad sysselsättning, tillväxt och stärkt FoU-verksamhet

Utveckling av nya tjänster relaterat till uppkopplade fordon och analys av data från dessa är en expanderande affärsverksamhet som kommer att leda till nya sysselsättningsmöjligheter i Sverige, inom såväl fordonsindustrin som IKT-industrin. Detta leder till nya innovationer och tillväxt och ger upphov till ökade behov av forsknings- och utvecklingsaktiviteter.

Stödja forsknings- och innovationsmiljöer

Projektmedlemmarna har ett mångårigt forsknings-samarbete och stort nätverk för samverkan, både nationellt och internationellt, vilket har stärks av projektet. Projektet har lett till spin-off-resultat i form av nya projekt (e.g. BAuD II), projektansökningar och nya tekniklösningar och innovationer.

Verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar

De resultat som tagits fram i BAuD-projektet håller på att integreras med system som används på Volvo PV för produktutveckling och den kunskap som projektet genererat har påverkat existerande arbetssätt och metodik.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Kunskaps- och resultatspridning har bedrivits inom projektet både internt inom de i projektet ingående organisationerna, samt externt genom medverkan vid publika tillställningar, såsom konferenser och utställningar, samt genom publicering av vetenskapliga resultat.

Området Big Data har seglat upp som en av de stora tekniktrenderna de senaste åren. BAuD-projektet har bidragit till att placera projektets deltagande organisationer på kartan över innovativa FoI-företag inom denna domän. Projektet har etablerat begreppet ”Big Automotive Data” som ett viktigt område för fordonstillverkande företags framtida konkurrenskraft och innovationsförmåga.

6.2 Publikationer

Valda publikationer från projektet listas nedan:

- M. Johanson, S. Belenki, J. Jalminger, M. Fant, M. Gjertz, "Big Automotive Data - Leveraging large volumes of data for knowledge-driven product development", IEEE International Conference on Big Data, Washington DC, October 27-30, 2014.
- O. Rabelius ”Mätuppdrag Volvo V60 hybrid med avseende på kundbeteende”, Examensarbete för högskoleingenjörsexamen, Luleå tekniska universitet, Bilsystemteknik, 2014.
- M. Johanson, M. Gjertz, M. Fant, J. Dahl, G. Vestlund, J. Jalminger. ”BAuD: Use Case Description and Requirements”, BAuD project deliverable 2.1.

7. Slutsatser och fortsatt forskning





Den övergripande slutsatsen från projektet är att storskalig insamling och analys av data från fordon kommer att vara en mycket viktig faktor för konkurrenskraft på personbilsmarknaden i framtiden. Projektet har visat hur teknologi och metoder kan utvecklas till att hantera stora datamängder och att via nya analysmetoder omsätta insamlad data till kunskap i produktutvecklingen. Nya tjänster och innovationer möjliggörs också via de tekniska ramverk för insamling och analys av data som utvecklas.

Volvo PV och Alkit Communications AB kommer att bedriva fortsatt forskning och utveckling inom området via uppföljningsprojektet BAuD II, där också Chalmers

tekniska högskola och SICS kommer att ingå. De ny utmaningar som kommer att studeras inom detta projekt innefattar teknik för att samla in även subjektiva mätdata (dvs hur användaren av en bil upplever produkten) och att analysera även dessa data tillsammans med objektiva mätdata. Dessutom kommer en kunskapsdatabas att utvecklas, där resultat av analyser sparas och tillgängliggörs. Integritets- och datasäkerhetsaspekter kommer vidare att studeras. Även fortsatt kommer skalbarhetsfrågeställningar vara av stor vikt, i synnerhet som tekniken för uppkoppling och datainsamling i högre utsträckning kommer att integreras i produktionsbilar i framtiden.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner

De deltagande parterna i projektet, med kontaktpersoner, är som följer:

	Volvo Personvagnar	Mats Gjertz	mats.gjertz@volvocars.com
	Alkit Communications AB	Mathias Johanson	mathias@alkit.se
 UPPSALA UNIVERSITET	Uppsala universitet	Tore Risch	Tore.Risch@it.uu.se
 LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET	Luleå tekniska universitet	Ove Isaksson	Ove.isaksson@ltu.se