

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

METOHMI Slutrapport



Projektnamn

“Metod- och verktygsutveckling för HMI - METOHMI_C”, Dnr 2009-04835

“Metod- och verktygsutveckling för HMI-METOHMI-C-Bas-Tillägg”, Dnr 2010-01196

Författare Claes Edgren, Volvo Car Corporation

Datum 140131

Delprogram Fordonsutveckling

Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Bakgrund	3
3. Syfte.....	4
4. Genomförande	4
5. Resultat	6
5.1 Bidrag till FFI-mål	15
6. Spridning och publicering	17
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	17
6.2 Publikationer	17
7. Slutsatser och fortsatt forskning	18
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	20

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

Projektet METOHMI har som en del i ramprogrammet EFESOS bedrivit forskning av förargränssnitt i personbilar av industriparterna Volvo Cars, Semcon samt av forskningsparterna Chalmers Tekniska Högskola, Viktoria Swedish ICT, Luleå Tekniska Universitet, Linköpings Universitet och Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI). Projektet har följt den ursprungliga planen och avslutades den 31/12 2013. De viktigaste effekterna av projektet har varit:

- Etablering av ett forskningspartnerskap mellan industrin och akademien
- Stöd till doktorandforskning
- Forskning och demonstratorer av HMI-koncept för personalisering och multimodala gränssnitt
- HMI-koncept för energieffektiv planering och körning av hybridbil

Resultatet från projektet utgör en bra grund för både fortsatt forskning inom FFI-programmet och för produktutveckling av personbilar.

2. Bakgrund

METOHMI (Metod- och verktygsutveckling för HMI) var ett forskningsprojekt inom ramen för FFI (Fordonsstrategisk Forskning och Innovation), ett partnerskap mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. METOHMI var en del av FFI-programmet Fordonsutveckling, sponsrat av VINNOVA. Projektet METOHMI exekverades tillsammans med andra FFI forskningsprojekt (DRIVI och USI) med fokus på HMI i paraplyprojektet EFESOS (Environmental Friendly efficient Enjoyable and Safety Optimized Systems). Av totalt åtta forskningspartner i EFESOS var följande sju aktiva i METOHMI:

- Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)
- Luleå Tekniska Universitet (LTU)
- Semcon AB
- Chalmers Tekniska Högskola
- Linköpings Tekniska Högskola
- Viktoriainstitutet
- Volvo Car Corporation (VCC)

Denna rapport täcker enbart de publika resultaten. Det finns också en separat icke-publik teknisk rapport (detaljerad slutrapport) som beskriver projektets upplägg och resultat på en tämligen detaljerad nivå.

Denna rapport omfattar både huvudprojektet "Metod- och verktygsutveckling för HMI - METOHMI_C, Dnr 2009-04835" och tilläggsprojektet "Metod- och verktygsutveckling för HMI-METOHMI-C-Bas-Tillägg, Dnr 2010-01196" vilka administrerades som ett enda projekt.

3. Syfte

METOHMI syftade till att utveckla metoder och verktyg som kan tillämpas för att underlätta utformning av aktiva säkerhetssystem, förarinformationssystem och system för kommunikation- och underhållning på ett sådant sätt att slutprodukten upplevs som säker, miljövänlig och attraktiv. Detta med hänsyn taget till förarnas mentala och fysiska begränsningar för att uppnå ett så optimalt resultat som möjligt. Metoderna och verktygen som utvecklats kan användas som en "verktygslåda" för funktioner utvecklade inom EFESOS och generellt för fortsatt bilutveckling. Dessa metoder kommer att bidra till utvecklingen av konkurrenskraftiga attraktiva, säkra och miljövänliga bilar, vilket bidrar till att stärka Sveriges ställning på den internationella bilmärknaden. Effektiva metoder för verifiering av HMI tidigt i utvecklingsprocessen bidrar till den svenska Nollvisionen och till miljömålet att reducera CO2 utsläpp genom att förbättra förarstödsystem som underlättar och uppmuntrar till miljövänlig körning.

Syftet var:

- Metodik för HMI-utvärdering under utvecklingsprocessen, dvs. forskning, projektens tidiga faser samt konstruktionsverifiering i syfte att uppnå säker, attraktiv och miljövänlig körning.
- Konstruktionsriktlinjer och mätbara mål för förarprestanda, användbarhet, kundtillfredsställelse och grön körning.
- En komplett uppsättning simuleringsmetoder (både HMI-simulering och körsimulering) för utveckling av HMI.
- Införande av ett holistiskt angreppssätt för HMI-utveckling och -utvärdering
- En "verktygslåda" för utveckling av innovativt HMI.

4. Genomförande

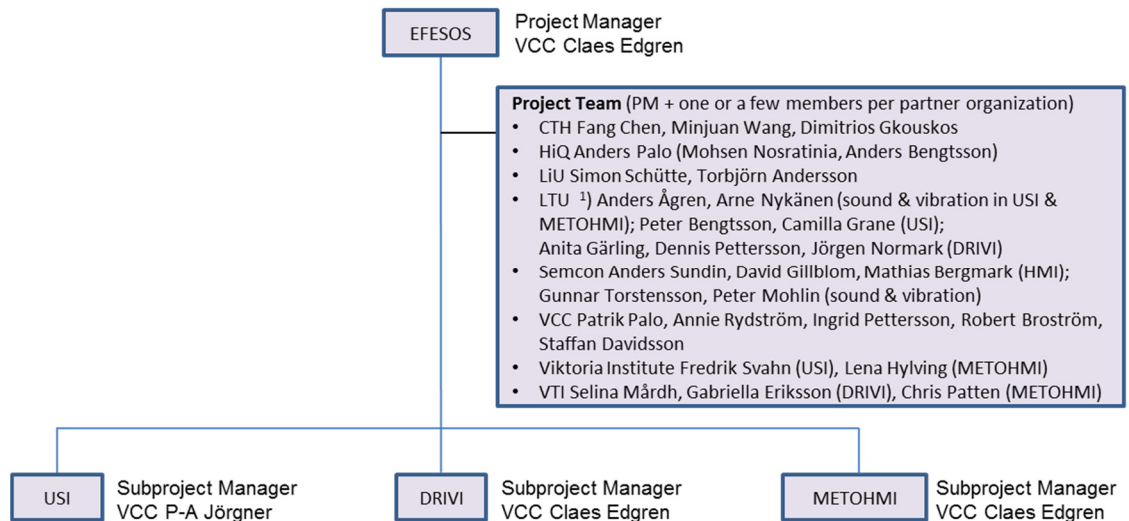
Efter beslutet från FFI att starta projektet i december 2009 kom projektaktiviteterna igång kort därefter. Sedan dess har projektet pågått utan nämnvärda avvikelser från planen. Ett tillägg till den ursprungliga omfattningen av projektet i form av ett tillkommande projekt benämnt "METOHMI C-bas Tillägg" ansöktes och godkändes av VINNOVA.

Tilläggsprojektet behandlas som en integrerad del i huvudprojektet i denna rapport. Arbets sättet i fråga om mötesstruktur och rapportering följde den generella strukturen inom EFESOS. Nedan finns en översikt av strukturen för projektmöten och rapportering.

METOHMI projektorganisation var en del av EFESOS projektorganisation. Projektledare för alla tre delprojekt inom EFESOS var till en början Patrik Palo, sedan Per-Anders Jörgner och slutligen Claes Edgren, samtliga från VCC.

Ledningsgruppen för EFESOS 2013 var:

- Urban Kristiansson, VCC, ordförande
- Claes Edgren, projektledare, VCC
- Patrik Palo, VCC
- Patrik Sahlsten, HiQ
- Anders Sundin, Semcon
- Håkan Alm, LTU
- Per-Åke Olsson, Viktoriainstitutet
- Ola Henfridsson, Chalmers
- Simon Schütte, LiU
- Jan Andersson, VTI



Möten:

- Månadsmöten med minst en representant för varje arbetspaket och projektpart.
- Arbetsmöten, ”workshops” vid behov, t ex vid start av ett arbetspaket eller projektuppgift, för problemlösning samt för spridning av resultat och kunskap.
- Interna konferenser, två per år, samt deltagande i utvalda externa konferenser.

Rapportering:

- Månadsrapporter från ansvariga för de olika arbetspaketen, vilka granskades och följdes upp vid månadsmötena.
- Statusrapporter med avseende på ekonomi och projektläge från varje projektpart till projektledaren varje kvartal.
- Rapporter varje kvartal som följer upp doktorandernas utveckling, t ex publikationer och deltagande på konferenser, från deras handledare inom akademien.

- Projektstatus och ekonomisk rapportering till FFI via VINNOVAs web-portal, två gånger om året.

5. Resultat

Denna del av rapporten finns enbart tillgänglig på engelska. Det beror på att all forskningsrapportering, såväl internt som publikationer enbart funnits på engelska. Några forskare saknar också kunskaper i svenska, och många begrepp som används inom området saknar vedertagen svensk nomenklatur.

The project consisted of six work packages (WPs), which are described below.

WP 1: HMI process and requirements

Task 1	Offering completeness by affective engineering	LiU, VCC
Task 2	Enjoyment and Safety	CTH, VCC

WP1 Task 1

Traditional product development mostly starts with the definition of a product specification list. Those specifications are usually technical and based on customers' demands. To customers, cars however, do not only fulfill functional needs, but increasingly also intangible needs such as image value and status.

The aim of Work Package 1 Task 1 was to develop, test and apply a method for affective evaluation of car interior and in this way offering an affective completeness of driver experience.

The task was broken down into three sub-tasks with one delivery each. Firstly, a tool-kit was developed for prioritization of infotainment and HMI information. Traditionally In-drive information is presented on LCD displays and manipulated by menus using keys or knobs. This area is well described in HMI literature; a number of tools were found and documented. However, currently the area is undergoing a paradigm shift towards touch screen displays. Hence task 1.1 was enhanced with a study in LiU's car simulator where drivers were asked to perform actions on touch screens as well as conventional displays. It was found that the drivers' behavior is much different with touch based screens. Since they do not deliver tactile feedback the accuracy is lower, which in turn means that the attention on the driving task is reduced. As a side effect it was found that the rapid visual change between the road (simulator screen) and the touch screen frequently leads to simulator sickness.

The second task was to develop a tool kit for affective engineering evaluations of vehicle interior. There are several instruments in existence measuring those needs, but few being able to connect them to physical properties and even less which can generate product specifications based on customers' affective needs. Kansei Engineering is a method

which can measure and quantify user feelings and give concrete suggestions for future product specifications. A step-by-step procedure for carrying out such studies was added. In the final part an analysis was done on the importance of affective evaluations in car-industry. Different methods were compared theoretically and presented according their usefulness in car-interior applications.

WP1 Task 2

In-car systems offer an astounding array of functions that are meant to improve the experience of using a car in a multitude of ways. While most in-car systems development focuses primarily on safety, there has been very little work on exploring the experience of interacting with a vehicle from a car user perspective. User experience is much more than just safety, and in this fact lie immense opportunities for improving automobiles. In order to develop vehicles that support positive interactions the industry must obtain a meaningful understanding of the needs, desires and wishes of car users. The vehicle user need dimensions are a first, crucial step towards shifting perspectives from a technology-first approach, towards the creation vehicles that support human needs in an essential way and thus facilitate positive user experiences.

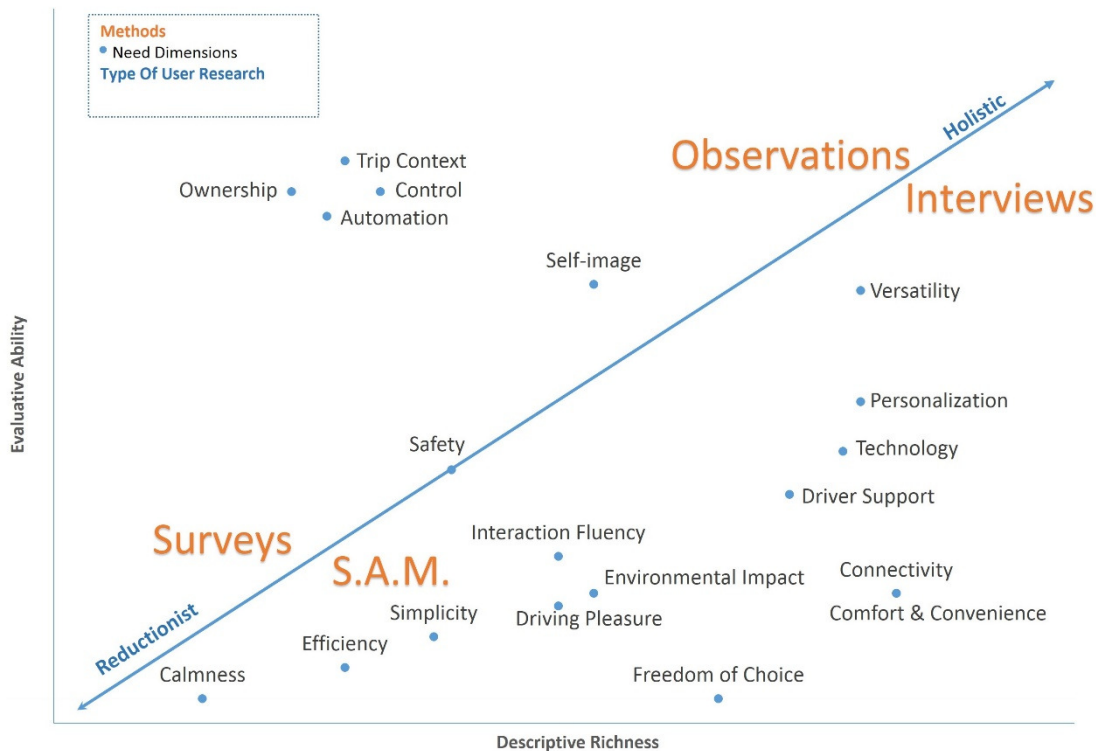


Figure 1: The Need Dimensions and their use in User Research

The figure above displays the vehicle user need dimensions along with their positioning respectively to two important characteristics: their evaluative ability, and their descriptive

richness. Each user need dimension has two data points; the first one is the dimension's evaluative ability. Dimensions with a low percentage of evaluative ability contain constructs that do not express a semantically clear preferable state and have a higher place on the vertical axis, whereas dimensions with a high percentage of evaluative constructs have a lower place on the vertical axis. Thus, dimensions with a low evaluative ability are placed on the top part of the graph. A low evaluative ability reflects that the dimension does not have an obvious preferable pole and should be researched using holistic, ethnographic methods that can capture fine nuances and details that may give a deeper insight into the participant's wishes.

Each dimension also has a descriptive richness percentage, which reflects the diversity of constructs within that dimension. A descriptively rich dimension may reflect diverse values, is placed on the right side of the graph, and should be explored using holistic, ethnographic methods. Correspondingly, a need dimensions with a low percentage of descriptive richness is more homogenous and can be explored using reductionist user research approaches such as Likert scales or closed answer questionnaires. Figure 1 can be of great value when determining the user research approach that is most suitable to explore a certain dimension. For more details regarding the need dimensions, see Gkouskos, Normark & Lundgren (2013) published in the international journal of design.

WP 2: Evaluation methodology

Task 1	Generic methods and tools for the evaluation of active safety systems	VTI, CTH, VCC
Task 2	Generic methods for the evaluation of infotainment systems and services	VTI, VCC, Semcon
Task 3	Generic methods for the evaluation of environmental impact - DRIVI and USI	VTI, VCC
Task 4	Modelling driver performance	VTI, VCC
Task 5	Customer centric evaluation of in-vehicle information systems	Semcon

VTI, Semcon, VCC, CTH have worked together in this horizontal MetoHMI work package that was in part designated to support the vertical subprojects (USI and DRIVI) within EFESOS. WP2 has focused on evaluation methodology.

The twenty-one deliverables in MetoHMI WP2 are a combination of practical approaches for testing and evaluation, compendiums of methods employed in the two main sub-projects DRIVI and USI, and tools for choosing appropriate methods. The different reports reflect different aspects of an evaluation that may include planning, or tailoring of the test methodology or metrics for optimizing the development process.

There were five main research areas in WP2. The first area discussed methods enabling evaluation of new driver support HMIs with the main focus on safety. The second area discussed methods enabling evaluation of innovative information and entertainment systems and services. The third area discussed methods enabling evaluation of new eco-driving supports. The fourth area discussed driver modelling by predicting driver

performance and drivers' usage of support systems. The fifth area discussed ways of evaluating Customer Willingness to Pay (CWTP).

WP2 provides a test environment guide for researchers and design engineers. There are many considerations and decisions that require careful consideration when attempting to evaluate a driver's interaction with an advanced system. These considerations must attempt to balance requirements of cost-efficiency and validity (internal and external) in the product development process. In conclusion, the overriding recommendation for the researcher or the design engineer is that he or she should follow a scientific approach whenever possible.

WP 3: Test environments

Task 1	Review and value of test environments	VTI, CTH, VCC
Task 2	Virtual proving ground	VTI, VCC, Semcon

VTI, Semcon and CTH have worked together in this horizontal MetoHMI work package that was in part designated to support the vertical subprojects (USI and DRIVI) within EFESOS. WP3 has focused on test environments.

The seven deliverables in METOHMI WP3 can be likened to chapter in evaluation manual or hand book. The different reports reflect different aspects of an evaluation that may include planning, or tailoring of the test environment for optimizing the development process.

The methods used in METOHMI WP3 have predominately comprised literature searches as well as apply expertise from senior human factors researchers. The methodological focus was based on statistical and scientific research methods when studying human behaviour. It was important that the methodological focus was on human behaviour in particular because these methods are particularly responsive to variance in behaviour-data.

This work package also aims at investigating test environments available for evaluation of in-car devices and HMI. The considered test environments are lab, virtual (video, computer, simulator) and real traffic (naturalistic, FOT) environments. The work includes finding synergies between and complementary usage of the different environments, i.e. how they can benefit from and contribute to each other. The work package collected and coordinated methods produced in EFESOS.

WP3 provides a test environment guide for researchers and design engineers. There are many considerations and decisions that require careful consideration when attempting to evaluate a driver's interaction with and advanced system. These considerations must attempt to balance requirements of cost-efficiency and validity (internal and external) in the product development process.

WP 4: User Involvement

Task 1	Open Innovation Strategy	Viktoria
Task 2	Review of established HMI design	Viktoria
Task 3	Open HMI design	Viktoria

Digital innovation is an activity that involves the creation of new combinations of digital and physical components to produce novel products. Such innovation is becoming progressively important for VCC to enhance the functionality and capabilities of their produced cars. However, the study shows that it is difficult for an established firm, like VCC with plenty of dominant design, to accomplish digital innovation.

Features of digital technology such as programmability and reproducibility stimulate to create new ways of innovating cars. In this regard, digital innovation shapes established processes and product designs. However, the processes aligning the tasks required to realize an innovation and its product design also influence digital innovation via its manifestation of VCC's dominant design. Also, it is not enough to focus on technological solutions, but to as much look at organizational implications of implementing new technology; what processes are needed to develop the digitized car, what external resources can and should be used, how do the marketing logics change etc.

The analysis highlights the need to develop a layered digital architecture and a coupled organizational structure in order to reap the benefits of flexibility associated with digital innovation, open innovation and thereby possibilities for user involvement. However, it also highlights the challenges VCC are experiencing in the development of this architecture, particularly the necessary cross-organizational structures that needs to be established. This is obvious when the protocols that unambiguously define the interfaces between the layers are being developed.

In sum, VCC has difficulties in implementing possibilities for user involvement. Some foundational changes have to be established to develop progressive strategies for digital and open innovation and enable possibilities for successful user involvement. For one, recognition of the influence dominant design has on digitalization and secondly, improved understandings of a layered architecture along with its organizational implications are necessary.

WP 5: Methodology for audio design of information, entertainment, warning and feedback

Task 1	Develop methodology to design information and warning sounds and vibrations functioning inside a vehicle in operation	LTU, CTH, LiU, Semcon
Task 2	Develop methodology for subjective-affective evaluation of audio and vibration quality	LTU, CTH, LiU, Semcon
Task 3	Develop methodology for brand sound and vibration design	LTU, CTH, LiU, Semcon

Task 1: Develop methodology to design information and warning sounds and vibrations functioning inside a vehicle in operation, and Task 3: Develop methodology for brand sound and vibration design.

Industrial design covers the design of products taking all senses into account. In addition, design for creation and preservation of brand identity is often central throughout the product design process. However, most literature on product design has focused on vision and visual design and there is a lack of tools for handling product sounds and vibrations in the design process. Buxton (2007) identified sketching as one of the most central tools in industrial design, and Schon and Wiggins (1992) defined the design work as a seeing-moving-seeing process. Designer uses a sketch to see a problem, then tries a solution by suggesting a new sketch (moving) and finally evaluates the solution by visual inspection (seeing). The same process is utilized by a composer or sound designer when working with music or sounds, hearing-moving-hearing, and should be utilized when designing vibration signals, feeling-moving-feeling. Today, few dedicated tools for sound design exist. Commonly tools for music composition and production are used. These tools allow the composer/designer to interact with the media in a hearing-moving-hearing way. However, such tools are more complicated than a pen and a paper. This is especially apparent in phases of product design which involve non-experts in sound design, e.g. decision makers and jury groups.

Within METOHMI WP5 a tool for quick real time sketching by a product development team was developed and evaluated. This allowed a hearing-moving-hearing process utilized by the whole product design team, facilitating interaction and development of ideas and thoughts. Further, sketching of vibrations was studied using combinations of low frequency sound and shakers allowing designers to feel the signals during the design process.

Three case studies have been conducted in these two tasks:

1. Development of welcoming sounds/sound logotypes for a Volvo car.
2. Development of combined sound and vibration signals for turn instructions for a navigation system.
3. Development of sketching tools for combined sound and vibration signals.

Part of the project focused on identification of properties making synthetic 3D sounds work in a car compartment and assessment of performance of 3D signal sounds. Previous studies have shown that attention may in some cases be enhanced and distraction decreased by proper placement of sounds in space. In cases when loudspeakers cannot be placed in the desired positions, 3D sound reproduction can be achieved by binaural synthesis. The use of synthetic 3D sound is known to result in higher localization blur and front-back confusion rates than real life listening. Therefore, it is important to have methods for design and evaluation of this kind of sounds. In METOHMI Bhat & Lai (Bhat & Lai, 2013) developed a design and evaluation methodology that can be used to test the acceptance of 3D sounds in in-vehicle auditory information systems. Zedigh (Zedigh, 2013) studied how a unidirectional sound source movement along an orbit in the horizontal plane affected front – back confusion and localization errors. Both the conducted Master's thesis (Bhat & Lai, 2013) and Bachelor's thesis (Zedigh, 2013) have shown that sound source movement in the horizontal plane may reduce front-back

confusions, although the statistical significance of the results were not tested. Future studies could investigate the movement speed.

Lundkvist et al. (Lundkvist, Nykänen, & Johansson, 2011) developed and tested a crosstalk cancellation algorithm intended for use in car compartments in combination with sound signals specially designed for use in combination with the algorithms. Different loudspeaker positions were compared and the study resulted in recommendations on where loudspeakers should be placed in a car compartment in order to achieve good synthetic 3D sound.

Task 2: Develop methodology for subjective- affective evaluation of audio and vibration quality

A tool for subjective evaluation of sounds have been developed and applied to evaluate the sounds designed for an early warning system. By following the sound sketching method, several sounds were designed and evaluated by jury groups. The jury group evaluations provided valuable information which helped in improving the sound sketches. The emotional responses of designed sounds were evaluated using Self-Assessment Manikin (SAM) scales (Margaret M. Bradley and Peter J. Lang, 1994) and open discussions.

The SAM scale is an effective tool for measuring existing feeling states, relating them to other indices of emotional response, and assessing changes due to time, therapeutic intervention, or other processes affecting reactions to contextual stimuli. SAM ranges from a smiling, happy figure to a frowning, unhappy figure when representing the pleasure dimension, and ranges from an excited, wide-eyed figure to a relaxed, sleepy figure for the arousal dimension. Thus, the results can be mapped in a plot, which uses pleasantness as x - axis and arousal as y - axis. The results showed that by using the sound sketches method, the emotional responses to sounds had moved to the desired top right quadrant of SAM plot (arousal/pleasantness scale).

A study was conducted by Schütte (2013) to demonstrate the development of new sound characteristics using affective engineering methods (Kansei Engineering). Kansei Engineering is a proactive product development methodology, which translates customers' impressions, feelings and demands on existing products or concepts into design solutions and concrete design parameters. Psychological impressions intended for a future product are put into a Kansei Engineering System (KES), which in turn delivers the required product design parameters evoking the impression being aimed for. The Kansei Engineering method was applied to evaluate sound sketches designed for welcoming sounds in vehicles. The results showed that the Kansei Engineering is an appropriate method to obtain the emotional demands of customers and map different sound accordingly. The results also showed that sounds containing less elements are easier to rate by the listeners.

WP 6: VCC Advanced Engineering and Research

Task 1	Methodology of the HMI requirement process	VCC
Task 2	Collect needs and methodology results of USI, DRIVI and METOHMI	VCC
Task 3	Establish VCC Usability lab, evaluate and apply methods	VCC

The process of developing the laboratory was started in 2009. Extensive research was made, defining the usage of the laboratory, the requirements of facilities and equipment, investment alternatives and suitable suppliers. The investment was made in spring 2010, and the driving simulator was fully functional by September 2010. A number of departments within VCC were involved in the project to ensure quality of the facilities, cockpit build and integration of the driving simulator.

The laboratory contains several integrated systems. The two main parts are the driving simulator and the cockpit. They constitute terrains for driving scenarios and a fully functioning cockpit. Data is collected by data measurement units, for examples cameras and a three camera eye tracking system. All parts in the simulator set up can exchange information and in some cases control each other when needed.

The front vision consists of a 180 degree round screen, where the image is provided by 5 projectors. The resolution is 1900x1080 pixels. Rear vision is provided by three 12" TFT screens serving as rear view mirrors. Surround sound of road, wind and engine noise is provided by a 5.1 sound system. A low frequency speaker is installed under the driver seat for road vibration.

The simulator's API is possible to use to extract information from the driving simulator. If needed, data such as GPS position, distance to other objects etc can be extracted. Signals are also sent on a CAN interface to be able to communicate with production systems brought into the cockpit, such as an existing speedometer. Examples of CAN communication from the cockpit are accelerator, brake pedal, gear, steering wheel position, light and direction indicators. Examples of CAN communication to the cockpit are steering force, RPM and speed.

The driving simulator consists of 6 computers handling visual processes, and one main computer handling the driving scenarios, dynamics etc. The main computer is connected to a VCC storage disc for storing of large amounts of data.



A flexible solution was of high priority when developing the lab, especially a plug-and-play solution for interchangeable HMI systems. Rapid integration of new hardware and software was an absolute requirement. The cockpit rig was constructed to integrate Adobe Flash simulations of interfaces as well as fully functioning pre-production systems (i.e. infotainment systems and driver information modules).



Examples of infotainment system installations

Due to the need of flexibility and rapid simulations, a fixed base driving simulator construction was preferred. The Norwegian company AutoSim was chosen because of the simulator's flexibility and ease of use. The company provides high quality visual driving terrains and a wide range of driving scenarios, with graphical user interfaces for easy scenario programming.





FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

The driving terrains range from city and suburb driving to highways and country roads. Both day and night conditions can be simulated, as well as different weather and road surface conditions. A large number of vehicles, bikes, animals and pedestrians can run simultaneously. The traffic can run autonomously if needed, following traffic lights and rules, or different scenarios that can be programmed to perform actions at specific conditions. These can for example be used for creating a potentially dangerous driving situation.

The simulator will serve as a complement to more advanced driver simulators like the VTI simulator IV. There, tests with higher demands of timing and fidelity will be performed.

5.1 Bidrag till FFI-mål

Volvo Cars: METOHMI har tillsammans med USI och DRIVI skapat förutsättningar för en kompetensuppbyggnad inom området HMI. Bidraget från VINNOVA har gjort det möjligt att anställa medarbetare aktiva inom forskning och innovation, och vars resultat nu delvis planläggs mot produktion och marknadsintroduktion. Vidare har METOHMI medverkat i att skapa en bra plattform för samarbete mellan akademi, forskningsinstitut, tjänsteleverantörer och Volvo Cars, vilket gagnar fortsatt forskning och innovation.

Viktoria Swedish ICT har i projektet METOHMI bidragit med insikt i hur organisationer måste anpassa sig för att kunna utnyttja digitaliseringens potential och möjligheter. Nödvändig kompetensutveckling för ökad innovationskraft inom HMI-området följer föreslagen omorganisering. Effekterna av Viktorias arbete kan framförallt ses i organisationsförändringar och kompetensutveckling anpassad efter den ökade digitaliseringen.

Linköping universitet: Många metoder inom affektiv produktutveckling såsom Kansei Engineering härstammar ifrån Japan. Även om Kansei Engineering har används där inom bilindustrin, krävdes en viss anpassning till Europeisk industri, både vad som gäller organisationsaspekter men även funktionen av metoden. För forskargruppen på LiU har det varit en viktig lärdom om hur denna anpassning snabbt och effektiv kan göras. Denna insikt kan även appliceras på andra delar inom bil- och angränsade sektorer.

Luleå tekniska universitet har i projektet bidragit med kunskap om hur perception av ljud påverkar människa-maskin-interaktion i bilar och hur man kan använda sig av metoder utvecklade inom formgivning och grafisk design för att ta fram multisensoriska användargränssnitt i bilar som både stärker varumärkesidentiteten och ökar trafiksäkerheten. Projektet har bidragit till att LTU har byggt vidare på sitt nätverk av samarbetspartners, både inom akademien och inom fordonsindustrin. Detta nätverk har varit en förutsättning för den vidareutveckling av metoder och verktyg för fordonsutveckling som skett inom projektet. Forskningen och metodutvecklingen har



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

skett i nära samarbete med flera av parterna i METOHMI. Projektet gett goda förutsättningar för fortsatt forskning inom området, i nära samverkan mellan akademi och industri, och har redan lett till att nya forskningsprojekt inom fordonsutveckling startats upp (bl.a. FFI-finansierade 3D Sound Design).

Chalmers: Genom deltagandet i projektet METOHMI, tillsammans med DRIVI och USI, har avdelningen för Interaktionsdesign på Chalmers fått möjligheten att samarbeta med industrin, olika forskningsinstitut och universitet. Vi har utvecklat förmågan att göra ytterligare framsteg, både metodmässigt och teoretiskt, i motsvarande forskningsområden i internationell toppklass samt bidra till hela designprocessen från kravanalys till utvecklings- och utvärderingsmetoder för interaktionsdesign. Det unika klimatet för forskningssamarbete erbjöd möjligheten att få ett industriperspektiv på forskningen inom utvecklingsmetodik och utvärdering, så att de inte bara har ett akademiskt värde utan även kan tillämpas praktiskt. Ett annat viktigt bidrag är att vi tillämpade ett multikulturellt synsätt med särskilt fokus på Kina. Vi hade ett djupt samarbete med två topp-rankade universitet, Tsinghua och Tongji i Kina. Detta samarbete kommer att öppna upp möjligheter i framtiden för fordonsforskning och för brett samarbete mellan våra och de kinesiska universitetens institutioner.

VTI: EFESOS och METOHMIs projekt mål fokuserade på att tillhandahålla utvärderingsmetoder för gröna, säkra och attraktiva egenskaper för teknologier i bilen. Genom att tillämpa ett vetenskapligt synsätt på utvärdering har tillförlitliga, repeterbara och verifierbara metoder kunnat formuleras. De föreskrivna utvärderingssynsätten adresserar de olika behov som kan uppkomma vid design av en HMI-lösning i ett utvecklingsprojekt. Utvärderingsmetodik skraddarsyddes i syfte att hjälpa forskaren eller ingenjören att finna en praktiskt användbar balans mellan utvärderingsbehov och kostnadseffektivitet.

Semcon: METOHMI utvecklade metoderna som tillämpades inom DRIVI och USI-projekten. Nya metoder för design och utvärdering av varnings- och informationsljud och vibrationer har utvecklats. Subjektiva responser av ljud som designats i syfte att ge en tidig varning har utvärderats. Kulturella skillnader togs i beaktande under designarbetet. METOHMI erbjöd en möjlighet att stärka och förbättra designmetodik för ljud och vibrationer. METOHMI skapade också en värdefull möjlighet för Semcon att samarbeta med akademien och forskningsinstitut med utveckling av HMI för bilar. Kunskaper från tidigare forskning vid universitet samt erfarenheter och praktiska kunskaper kunde kombineras i projektet, och detta samarbete främjar fortsatt forskning.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Kunskapsspridning har skett i skriftlig form genom doktorsavhandlingar, vetenskapliga artiklar, examensarbeten och tekniska rapporter. Vidare har kunskapsspridning skett genom projektmedlemmars deltagande i externa konferenser, symposier, seminarier och liknande. Internt i projektet har interna konferenser hållits två gånger per år för att sprida information och resultat till projektmedlemmar och deras organisationer.

6.2 Publikationer

2010:

1. Broström, R., Bengtsson, P. and Axelsson, J. (2010). Correlation between safety assessments in the driver-car interaction design process, Applied Ergonomics, Volume 42, Issue 4, Applied Ergonomics and Transportation Safety, pp. 575-582.

2011:

2. Broström, R., Rydström, A. and Bengtsson, P. (2011). Difference in Usability and Safety when using touch screen and rotary control while driving: A simulator study.
3. Lundkvist, A., Nykänen, A. & Johnsson, R. (2011). 3D-sound in car compartments based on loudspeaker reproduction using crosstalk cancellation. In proceedings of the 130th AES Convention, London, UK.
4. Andersson T., Warell A., Holmlid S., Ölvander J., Desirability in the development of In-Car Infotainment Systems, Interact 2011 - 13th IFIP TC13 Conference on Human-Computer Interaction, September 05-09, 2011, in Lisbon, Portugal.
5. Andersson T., Holmlid S., Warell A., Exploring the concept of Gist as a mean to find the Current Product Sign, Nordcode 2011 conference, September 28-30, 2011, in Roskilde, Denmark.

2012:

6. Svahn F., Henfridsson, O (2012) The Dual Regimes of Digital Innovation Management, HICSS-45, Hawaii, USA.
7. Gkouskos, D., Chen, F., 2012, The use of Affective Interaction Design in Car User Interfaces, The 18th World Congress on Ergonomics - IEA 2012, February 12-16, 2012, in Recife, Brazil.
8. Normark, C. J. & Gkouskos, D. (2012). Exploring user Needs in Automobiles. International Design Conference - Design 2012. Dubrovnik - Croatia, May 21 - 24, 2012.
9. Gkouskos, D.; Chen F. (2012). The challenge of evaluating pleasure-of-use in vehicle interfaces. NES 2012, Stockholm Saltsjöbaden, Sweden.

10. Svenson, O., Eriksson, G., Salo, I., & Peters, E. Judgments of mean speed and predictions of route choice. (2011). *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(6), 504-511.
11. Eriksson, G., & Svenson, O. (2012). Driving faster or slower? Biased judgements of fuel consumption at changing speeds. Accepted for presentation at the Applied Human Factors and Ergonomics 2012 - AHFE 2012, 1st International Conference on Human Factors in Transportation.
12. Svensson, J., Kleiven, S., Mohlin, P., Mannegren, M (2012). Designing multimodal stimuli for in-vehicle information systems. NES 2012 conference, Stockholm Saltsjöbaden, Sweden, August 2012.
13. Wang M., Yi Ci, Li, Chen, F (2012) How Can We Design 3D Auditory Interfaces Which Enhance Traffic Safety for Chinese Drivers? *AutomotiveUI 2012*, Portsmouth NH, October 17th – 19th 2012.
14. Hylving, Lena and Selander, Lisen, "Under the Guise of Openness: Exploring Digital Innovation in User Interface Design " (2012). *ECIS 2012 Proceedings*. Paper 37.

2013:

15. Eriksson, G., Svenson, O. & Eriksson, L. (2013) The time saving bias in static-cognitive and dynamic-driving judgements. In U. Ansorge, E. Kirchler, C. Lamm & H. Leder (Eds.) *55th TeaP Conference*, Vienna, Abstract, p.73.
16. Lundgren, S; Gkouskos, D (2013): Escaping The Obvious: Skewing Properties of Interaction. Conference paper. Presented in NORDES 2013
17. Hylving, L., Schultze, U. (2013) Evolving the Modular Layered Architecture in Digital Innovation: The Case of the Car's Instrument Cluster. Conference paper. Presented at ICIS 2013, Milan.
18. Nykänen, A., Zedigh, A., & Mohlin, P. (2013). Effects on localization performance from moving the sources in binaural reproductions. *Internoise 2013*, Innsbruck.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Volvo Cars: Projektet har gett VCC verktyg och metoder som vi nu tar för givna och som är fullt integrerade i produktutvecklingen, t ex HMI-simulatorens och mätmetoderna kopplade till den. Kontakterna mellan industri och akademi som uppbyggts inom ramen för EFESOS tillvaratas bl. a. i nya FFI-projekt och examensarbeten. Området Affektiv Produktutveckling utforskas vidare i ett dedikerat FFI-forskningsprojekt "Automotive User Experience", lett av VCC med projektparter från både akademien och industrin. Olika modaliteter för förare-bil interaktion som ingick som en del i EFESOS utvecklas nu vidare i specifika projekt, t ex "3D Sound Design" och det nyligen startade "AIMMIT".

Viktoria Swedish ICT: Ökningen av den digitala infrastrukturen, både i bilen som utanför bilen, erbjuder möjligheter för icke-traditionella intressenter att bli involverade i utvecklingsprocessen för HMI. Teknologin och kunskapen finns för att involvera



FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

personer utanför VCC, till och med utanför bilindustrin som t ex enskilda konsumenter. Detta är dock begränsat av nuvarande processer inom utvecklingsorganisationen. Mer arbete och analys krävs för att övervinna de utmaningar som har sin grund i existerande och institutionaliserade utvecklingsprocesser.

Linköping University: Forskningsfältet av affektiv produktutveckling är ett växande fält både internationellt och lokalt. Svensk industri har blivit mer och mer medveten om frågeställningar och är mottaglig för de nya affektiva kundönskemålen. Det kan dock konstateras att det i många fall saknas beprövade metoder för att kunna utföra kopplingen mellan subjektiva kundönskemål och produktspecifikationer. Det som krävs i framtiden är vidare utveckling av metoder samt applikationen och validering av dessa.

Chalmers: Samarbete med industrin är alltid en av de viktigaste frågorna för Chalmers. Resultaten från forskningsprojekt bör inte enbart utmynna i ett akademiskt bidrag, utan även ge ett praktiskt användbart bidrag till industrin; detta projekt har uppnått båda målen. Vår ambition att fördjupa vår forskning inom området kommer sannolikt leda till nya projektansökningar mot nationella och internationella projekt. Ett exempel är det nya centret i Kina för trafiksäkerhetsforskning som etablerats som ett samarbete mellan VCC och Chalmers tillsammans med Tongjis universitet och RIOH. Vårt forskarteam på Chalmers är delaktiga, och vi har genomfört och avslutat ett första forskningsprojekt i detta centers regi.

Semcon: Samarbetet mellan universitet och industrin kombinerade kunskaper från tidigare forskning med mer praktisk kunskap och erfarenhet. Resultaten från METOHMI är tillämpliga i både industriell- och akademisk forskning. Projektet bidrog även till vidare utveckling av metodik för design av ljud avsett för infotainment-system i bilar, varningssystem och annan feedback till föraren vid användning av dessa system.

VTI: EFESOS och METOHMI-projekten har resulterat i metodbeskrivningar som har hjälpt doktorander och masterprogrammets examensarbetare på både en teoretisk och praktisk nivå. METOHMI har också möjliggjort ett nära arbete mellan VTI och industriparter med att utforska gränserna av olika utvärderingsmetoder och -tekniker. Det är viktigt att finna samband mellan den teoretisk/akademiska sidan av forskningen och den praktisk/industriella sidan av produktutveckling, vilket METOHMI har främjat. Vidare har METOHMI-projektet skapat en värdefull forskningsplattform där forskningsingenjörer kan arbeta tillsammans med forskare inom fysiologi. Forskningsmetodikerna skiljer sig stort vid t ex beteendeforskning av förare, vilket kräver att utvärderaren mäter skillnader i prestanda både *mellan* grupper och *inom* grupper (individuella skillnader). Den klassiska ingenjörsvetenskapen kan å andra sidan beräkna och prediktera beteendet hos mekaniska och elektriska system (som ju är oberoende av människan) med en fascinerande precision. METOHMI och EFESOS har varit till stor hjälp i utvecklingen av avancerade förarstödssystem med tillhörande användargränssnitt. En del av framtida fordonsforskning ligger inom utveckling av alltmer avancerade och autonoma bilar. Den helt autonoma bilen kräver givetvis inte någon som helst insats från "föraren" och kommer utan tvekan vara överlägsen dagens bilar i fråga om

bränsleeffektivitet, trafiksäkerhet och mobilitet. Full automation för samtliga fordon på våra vägar är möjlig först på mycket lång sikt, medan partiell automation väntas finnas tillgänglig på marknaden inom kort. Även högre grad av automation är inom räckhåll på några års sikt, åtminstone för en del av bilflottan. Utvecklingen av autonoma system pågår men har ännu inte nått en mognadsgrad där de helt kan befria föraren från ansvaret att framföra bilen. VTI förutspår att ju mer avancerade systemen för partiell och högre grad av automation blir, desto större blir behovet för mer sofistikerade HMI-lösningar för att hjälpa förarna att på ett säkert och återta kontrollen över körningen.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Claes Edgren, VCC	claes.edgren@volvocars.com	072-3716068	Project manager
Lena Hylving	lena.hylving@viktorias.se	0761-302188	Researcher
Per-Åke Olsson	per-ake.olsson@viktorias.se	0705-266752	CEO for Viktoria
Yidan Lai, Semcon	Yidan.Lai@semcon.com	0701603906	Researcher
Dimitrios Gkouskos, CTH	dimitrios.gkouskos@chalmers.se	0704079142	Researcher
Fang Chen, CTH	fang.chen@chalmers.se	031-7721076	Professor
Christopher Patten, VTI	christopher.patten@vti.se	0243-44 68 69	Senior Researcher
Simon Schütte, LiU	simon.schutte@liu.se	013281782	Professor
Jonas Klein, Semcon	jonas.klein@semcon.com	0739-403820	
Arne Nykänen	arne.nykanen@ltu.se	0920-492139	Professor