

HMI Elemente und Konzept für Motorrad Assistenzsysteme

J.P. Frederik Diederichs, Harald Widloither, Marco Fontana, Giacomo Bencini, Niccolò Baldanzini, Sara Granelli, Stella Nikolaou und Roberto Montanari

Schlüsselwörter: Motorrad, PTW, SAFERIDER, HMI Elemente, haptisches HMI

Zusammenfassung

Das EU Projekt SAFERIDER hat zum Ziel die Sicherheit von Motorradfahrern zu erhöhen. Dafür werden aktive Sicherheits- und Informationsassistenzsysteme für Motorräder entwickelt, sogenannte Advanced Rider Assistant Systems (ARAS) und On-Bike Information Systems (OBIS). Die Akzeptanz dieser Assistenzsysteme wird weitestgehend von einer guten Benutzerschnittstelle abhängen, weshalb diese in SAFERIDER besonders im Fokus liegt. Die Entwicklung der Human Maschine Interface (HMI) Elemente folgt einem achtstufigen Prozess, wobei im Moment an den Stufen fünf und sechs gearbeitet wird. In SAFERIDER werden besonders haptische HMI Elemente entwickelt, die von visuellen Anzeigen für wenig dringliche Ausgaben und von akustischen Signalen begleitet werden, welche die Wahrnehmung der haptischen Reize unterstützen sollen. Dadurch ergibt sich eine organisch wirkende und multimodale Benutzerschnittstelle für die SAFERIDER Assistenzsysteme.

Abstract

In order to realize higher security for PTW riders SAFERIDER intends to introduce active safety and information systems in form of Advanced Rider Assistant Systems (ARAS) and On-Bike Information Systems (OBIS) for a wide spectrum of Motorcycles. The acceptance of those ARAS and OBIS will highly depend on the user interface; hence in the SAFERIDER project the Human Machine Interface (HMI) is in special focus. The SAFERIDER approach follows a methodology based on 8 development phases and will now enter phase 5 and 6 of the process. Based on the assumption that visual information is inappropriate for PTW riders the SAFERIDER HMI will be based mainly on haptic HMI elements which are presented in this paper and which will be accompanied by visual and acoustic stimuli in order to achieve a multimodal and organic information message that is able to gain riders acceptance.

Forschungsansatz und Ziel des Projekts SAFERIDER

Seit mehr als einem Jahrzehnt fördert die Europäische Kommission die PKW Sicherheit durch Projekte zur Untersuchungen von ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) und IVIS (Intelligent Vehicle Information Systems). Für Motorräder hängt diese Forschung jedoch dem eigentlichen Stand der Technik hinterher. Während für PKW in den letzten Jahren auch große Fortschritte im HMI Design erzielt wurden, wurde auch dieses Gebiet bei Motorrädern eher vernachlässigt. In SAFERIDER wird deshalb konsequent an der Implementierung innovativer, aus dem PKW Bereich bekannter, ARAS (Advanced Rider Assistance Systems) und OBIS (On-Bike Information Systems) geforscht. SAFERIDER ist ein 3 jähriges Projekt, das im Januar 2008 startete und im 7. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission mit 3,5 Millionen Euro gefördert wird. Das SAFERIDER Konsortium besteht aus 20 Partnern aus Industrie, Forschungsinstituten und Universitäten aus ganz Europa. Ziel ist es das Potenzial von ARAS und OBIS im Bereich Motorräder, Roller und Scooter zu erforschen und ein hierfür passendes HMI Konzept sowie neue HMI Elemente zu entwickeln. Letztere stellt dieser Beitrag in den Mittelpunkt. Unter www.saferider-eu.org (SAFERIDER Consortium, 2009) bietet die SAFERIDER Homepage weitere Information zum Projekt.

Advanced Rider Assistant Systems und On-Bike Information Systems

Das SAFERIDER Konsortium sieht es als seine Aufgabe aus dem Automotive Bereich bekannte Assistenzsysteme in Motorräder zu implementieren und zu prüfen, welche Potenziale diese Systeme im Motorrad haben, bzw. wie diese Systeme angepasst werden müssen. Für das Forschungsfeld Motorrad schlägt das Konsortium deshalb eine neue Terminologie vor:

Aus ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) wird ARAS (Advanced Rider Assistant Systems) und aus IVIS (Intelligent Vehicle Information Systems) wird OBIS (On-Bike Information Systems). In SAFERIDER werden vier ARAS und vier OBIS entwickelt und implementiert:

SAFERIDER ARAS:

- Höchstgeschwindigkeitsbegrenzung
- Kurven Warnung
- Kollisionswarnung
- Kreuzungsassistent

SAFERIDER OBIS:

- eCall
- Telediagnose Services
- Navigation
- Wetter, Verkehrs- und Gefahrenpunkte

Für die Mensch-Maschine Schnittstelle auf dem Motorrad und speziell für die zu implementierenden ARAS und OBIS werden eine Reihe von HMI Elementen entwickelt, die im folgenden Kapitel vorgestellt werden.

HMI Entwicklung

Das SAFERIDER Konsortium legt großen Wert auf die Mensch-Maschine Schnittstellengestaltung für die ARAS und OBIS. Die größten Herausforderungen werden im Bereich der intuitiven Verständlichkeit und in der Akzeptanz durch Motorradfahrer vermutet. Neben einer guten Funktion der Assistenzsysteme spielt die Mensch-Maschine Schnittstelle hierbei eine entscheidende Rolle. Die Entwicklung der Mensch-Maschine Schnittstelle folgt einem iterativen Prozess (Abrams, 2004) bei dem mehrfach externe Motorradexperten und durchschnittliche Motorradfahrer in Entscheidungen und Verbesserungen mit einbezogen werden.

Methode

41. **DEFINITION** von HMI Elementen: Basierend auf einer Analyse der Projektressourcen, Erfahrungen der Projektpartner und einer standardisierten Umfrage bei erfahrener projektexternen Motorradexperten werden diejenigen HMI Elemente definiert die im ersten Projektjahr entwickelt werden sollen.
42. **ENTWICKLUNG**: Die HMI Elemente werden prototypisch entwickelt und in einen Mock-Up eingebaut der erste Tests bezüglich Akzeptanz und Empfinden der Rückmeldung ermöglicht.
43. **Erster OPTIMIERUNGSSCHRITT**: Erste Tests werden im Mock-Up Versuch durchgeführt um die beste Art und Charakteristik der Rückmeldungen zu erkunden. Mock-Ups können in Laboraufbauten und Motorradsimulatoren realisiert werden. Hierbei werden Selbsttest und Tests mit wenigen erfahrenen Motorradfahrern durchgeführt.
44. **ZUORDNUNG** und **KONZEPT** für Warnungen: Die HMI Elemente werden einem Assistenzsystem zugeordnet. Diese Zuordnung basiert auf einer intuitiven Bewertung, welche Art und Charakteristik der Rückmeldung zu welchem Assistenzsystem passt. Eine Revidierung der Zuordnung bleibt offen für spätere Entwicklungsschritte. Dieses vorläufige Konzept legt auch fest, welche Kombination von HMI Elementen im Zusammenspiel erfolgversprechend erscheinen.

45. Zweiter OPTIMIERUNGSSCHRITT: Die Art und Charakteristik der Rückmeldung wird in einem zweiten Schritt angepasst und optimal auf das Assistenzsystem und die Fahrsituation abgestimmt. Hierzu werden Motorradsimulatoren und eingeschränkt auch Straßentests eingesetzt.
46. ENTWICKLUNG VISUELLER und AKUSTISCHER Komponenten: Zur Unterstützung der haptischen Rückmeldungen werden visuelle Informationen generiert für komplexe, nicht zeitkritische Informationen. Akustische Signale werden als Begleitkomponente für die haptischen und visuellen Rückmeldungen entwickelt. Die akustischen Komponenten sollen die Wahrnehmung und Interpretation der visuellen und haptischen Rückmeldungen unterstützen und optimal auf diese abgestimmt werden.
47. INTEGRATION: Die HMI Elemente werden zusammen mit den Assistenzsystemen in Motorräder integriert.
48. Finale TESTS: Finale Tests und Demonstrationen der Assistenzsysteme mit den entsprechenden HMI Elementen werden durchgeführt.

HMI Elemente

Das SAFERIDER HMI Konzept (SAFERIDER Deliverable 5.1) sieht vor, dass die Hauptinformationen über haptische HMI Elemente an den Fahrer gegeben werden sollen. Dies ist damit begründet, dass die visuelle Aufmerksamkeit des Motorradfahrers weitgehend durch die Fahraufgabe gebunden ist. Das Potenzial haptischer Informationsvermittlung wurde in zahlreichen Studien nachgewiesen (z.B.: Gunther, 2001; Veen & Erp, 2001; Hale & Stanney, 2004; Jones & Sarter, 2008). Zu den haptischen Warnungen werden akustische Begleitsignale eingesetzt, die die haptische Informationswahrnehmung bestmöglich unterstützen ohne störend oder überraschend zu wirken.

Haptisch Aktiver Griff

Beim haptisch aktiven Griff wird eine Konstruktion verwendet, die im Innenraum des Lenkers sitzt und Teile der Oberfläche des Griffs punktuell nach Außen drückt (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Haptisch Aktiver Griff.

Der haptische Griff wurde sowohl mit also auch ohne Handschuhe getestet und die Größe, Position, Frequenz und Hub der bewegten Elemente wurde so optimiert, dass die Bewegung einerseits unter beiden Bedingungen wahrnehmbar und andererseits noch komfortabel ist. In einer aktuellen Studie wurde der haptische Griff auf einem statischen Lenker Mock-Up verbaut. Acht Teilnehmer bewerteten die haptische Rückmeldung mit Handschuhen in Bezug auf Wahrnehmbarkeit und wie angenehm vs. ermüdend das Feedback wirkte. Als Unabhängige Variablen wurde der Griff mit den Frequenzen 1,0Hz, 1,5 Hz und 2,0Hz sowie mit einer Dauer von 3 oder 5 Sekunden getestet. Je höher die Frequenz und je länger die Dauer war, desto stärker wurde die Wahrnehmbarkeit bewertet. Das Feedback wird jedoch mit ansteigender Frequenz und Dauer als ermüdender bezeichnet. Bei häufigem Einsatz dieses HMI Elements, beispielsweise für Höchstgeschwindigkeitwarnungen sollten also geringe Frequenzen mit kurzer Dauer verwendet werden, während seltene aber dringliche Warnungen beispielsweise

für überhöhte Geschwindigkeit in bekannten Gefahrenpunkten mit höherer Frequenz und längerer Dauer dargeboten werden sollten.

Force Feedback Gasgriff

Analog zum Force Feedback Gaspedal welches im PKW Einzug hält (bspw. Continental AFFP, 2008), wird für Motorräder ein Force Feedback Gasgriff entwickelt. Über einen kleinen Elektromotor kann die Rückstellkraft des Gasgriffs beliebig verstärkt werden. Dadurch lassen sich sowohl ein Weiterdrehen des Griffs erschweren, als auch kurze Rucke im Griff realisieren sowie eine konstante, linear oder quadratisch ansteigende Verstärkung in der Rückstellkraft erreichen. Die Rückmeldung wird je nach Charakteristik einerseits durch die haptische Wahrnehmung in der Hand erreicht, kann aber andererseits auch durch eine resultierende Veränderung der Motorleistung und damit abnehmender Beschleunigung erreicht werden. Bei der momentan realisierten Konstruktion wird analog zur Griffbewegung auch die Gaszufuhr geregelt. Die Konstruktion des Elektromotors schließt aus, dass eine künstliche Beschleunigung des Motorrads erzeugt wird.

Vibrationen im Sitz

Traditionell nimmt der Fahrer eines Motorrads viele Informationen über die Maschine und den Straßenzustand über den Kontakt zum Motorradsitz wahr. Dieses sogenannte „Popometer“ ist damit die wichtigste und intuitivste Informationsquelle auf dem Motorrad. Es ist daher naheliegend hierauf Einfluss zu nehmen. In SAFERIDER werden starke Vibrationsmotoren im Sitz verbaut. Dabei werden je nach Motorradtyp, Bereifung und Einsatzort unterschiedlich starke Vibrationsmotoren verwendet. Die Frequenz der künstlich erzeugten Vibration wird so ausgelegt, dass sie durch die normalen Vibrationen nicht maskiert wird.

Vibrationen im Handschuh

Als haptisches HMI Element, welches nicht fest im Motorrad, sondern als „Assesoir“ in die Kleidung integriert wird, wird in SAFERIDER ein Motorradhandschuh entwickelt, der im Handgelenkbereich mit vier Vibrationsmotoren ausgestattet ist. Durch die fixierte Handposition am Motorradlenker ist es möglich, diese Vibrationsmotoren an den spezifischen Stellen „oben, unten, rechts und links“ zu platzieren (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Vibrationen im Handschuh.

Im Handschuh ist zusätzlich ein Batteriepack integriert sowie eine Bluetooth Schnittstelle. Erste Selbsttests haben bereits ergeben, dass ein sequenzielles Aktivieren der Vibrationsmotoren oben – unten intuitiv eine Bewegung stimuliert, die zu einem Gas wegnehmen führt, während eine sequenzielle Kombination des unteren und dann des oberen Vibrationsmotors ein Gas geben stimuliert. Die Vibrationsmotoren rechts und links sind gut als laterale Stimuli wahrnehmbar. Studien von Heuten (2008), Regenbrecht (2005) und Sergi (2008) lassen darauf schließen, dass diese Art von Information für Navigationshinweise geeignet ist.

Visuelle Anzeigen

Die SAFERIDER Motorräder werden mit einem großen, kontrastreichen Zusatzdisplay ausgestattet auf dem jedes ARAS und OBIS einen festen Platz zugeordnet bekommt. Das obere Drittel des Displays ist für die ARAS reserviert. Jedes ARAS wird durch ein Icon repräsentiert, welches drei farblich gekennzeichnete Stadien beinhaltet: Blau hinterlegt: ARAS ist aktiviert, Orange hinterlegt: ARAS Warnstufe 1, Rot hinterlegt: ARAS Warnstufe 2. Die OBIS sind in den unteren zwei Dritteln angeordnet. Das Navigationsmodul nimmt den meisten Platz für eine Kartendarstellung ein. Links davon werden Routeninformationen angezeigt und darunter aktuelle Informationen zu Staus oder Gefahrenpunkten auf der Strecke. Im rechten Bereich ist Raum für Telediagnostische Informationen über den Motorradzustand (bspw. fallender Öl-druck, überhitzte Bremsen, empfohlene Servicedienstleistungen etc) und Wetterinformationen. Unten rechts kann die eCall Funktion manuell ausgelöst werden. Wird der SOS Button gedrückt erscheint ein Dialog im Telediagnostik-Fenster der den Fahrer mit einer Notrufzentrale verbindet. Der derzeitige Design-Stand ist in Abb. 3 dargestellt.



Abb. 3: Visuelle Anzeigen.

Akustische Begleiter

Das SAFERIDER HMI Konzept sieht vor, haptische Warnungen mit akustischen Begleitsignalen zu unterstützen. Diese Begleitsignale werden optimal auf die haptischen Reize abgestimmt um in Kombination mit den haptischen Reizen konsistente und organische Rückmeldungen zu bilden. Dabei erfüllen die akustischen Begleiter zwei Aufgaben. Zum einen wird über Earcons Aufmerksamkeit erregt und die Dringlichkeit der Warnung kodiert. Zum anderen wird über eine akustische Nachbildung der haptischen Charakteristik durch Audicons die Wahrnehmung der haptischen Rückmeldung erleichtert. Durch die hohen Umgebungsgeräusche und das Tragen des Helmes kann ein Motorradfahrer die akustische Komponente einer haptisch spürbaren Vibration nicht mehr wahrnehmen. Die akustische Komponente der haptischen Rückmeldung wird aus diesem Grund künstlich erzeugt und über die Lautsprecher im Helm ausgegeben. Ziel ist es einerseits die Wahrnehmung der haptischen Rückmeldung zu erleichtern und zu verbessern und andererseits die Intensität der haptischen Rückmeldung bei gleicher Erkennbarkeit zu verringern um eine höhere Akzeptanz des haptischen Feedbacks zu erreichen.

Entwicklungsstatus

Die technische Entwicklung der haptischen HMI Elemente ist abgeschlossen. Teilweise wurden erste Selbsttests und Tests mit Motorradfahrern auf einfachen Mock-Ups durchgeführt um die haptische Charakteristik in einem ersten Optimierungsschritt zu verbessern. Die Elemente wurden nun in einen Motorrad Fahrsimulator integriert. Die ersten Tests der Elemente im Zusammenspiel mit den Assistenzsystemen stehen unmittelbar bevor. Die Entwicklung der akustischen Begleitsignale findet parallel dazu statt. Eine erste Zuordnung der Elemente zu den Assistenzsystemen hat stattgefunden. Dabei wurde festgestellt, dass viele HMI Elemente jeweils für alle vier ARAS in Frage kommen. Es wurden daher 15 unterschiedliche Kombinationen und Charakteristiken definiert, die jeweils für zwei oder sogar drei ARAS getestet werden (SAFERIDER Deliverable 7.1). Die jeweils intuitivsten, akzeptabelsten und effektivsten Lösungen werden schließlich für die Implementierung in den Straßenmotorrädern vorgeschlagen.

Literatur

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., Preece, J. (2004). User-Centered Design. In: Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Continental, <http://www.continental.com>, (09. August 2009); http://www.conti-online.com/generator/www/com/en/continental/portal/themes/hidden/press_services/press_releases/conticompact/download/ms_pdf_2008_08_18_en.pdf
- Gunther, E.: Skinscape. (2001): A tool for composition in the tactile modality. Massachusetts Institute of Technology
- Hale, K.S., Stanney, K.M. (2004): Deriving Haptic Guidelines from Human Physiological, Psychophysical and Neurological Foundations. In: IEEE Computer Graphics and Applications, vol.24, Issue 2, pp. 33-39.
- Heuten, W., Henze, N., Boll, S., Pielot, M. (2008): Tactile wayfinder: a non-visual support system for wayfinding. In: Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-Computer interaction: Building Bridges, Lund, Sweden, October 20 - 22, 2008. NordiCHI '08, vol. 358. ACM, New York, NY, 172-181.
- Jones, L.A., Sarter, N.B. (2008): Tactile Displays: Guidance for their Design and Application. In: Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. February 2008. - 1 : Vol. 50. Cambirdge, MA.
- Regenbrecht, H., Hauber, J., Schoenfelder, R., Maegerlein, A. (2005): Virtual reality aided assembly with directional vibro-tactile feedback. In: Proceedings of the 3rd international Conference on Computer Graphics and interactive Techniques in Australasia and South East Asia (Dunedin, New Zealand, November 29 - December 02, 2005). GRAPHITE '05. ACM, New York, NY, 381-387.
- SAFERIDER Consortium, (2009), <http://www.saferider-eu.org>
- SAFERIDER Consortium, (2009), public Deliverable 5.1. <http://www.saferider-eu.org>
- SAFERIDER Consortium, (2009), public Deliverable 7.1. <http://www.saferider-eu.org>
- Sergi, F., Accoto, D., Campolo, D., Guglielmelli, E. (2008): Forearm orientation guidance with a vibrotactile feedback bracelet: On the directionality of tactile motor communication. Biomedical Robotics and Biomechatronics, 2008. BioRob 2008. 2nd IEEE RAS & EMBS International Conference on, vol., no., pp.433-438, 19-22 Oct.
- Veen, H.A.H.C. van, Erp, J.B.F. van (2001): Tactile Information Presentation in the Cockpit. Lecture Notes in Computer Science, vol. 2058, p. 174.