



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University



Uwe Kloos, Natividad Martínez, Gabriela Tullius (Hrsg.)

Informatics Inside **connect(IT);**

Informatik-Konferenz an der Hochschule Reutlingen
9. Mai 2018



Impressum

Anschrift:

Hochschule Reutlingen / Reutlingen University
Fakultät Informatik
Human-Centered Computing
Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen

Telefon: +49 7121 / 271-4002

Telefax: +49 7121 / 271-4042

E-Mail: infoinside@reutlingen-university.de

Internet: <http://infoinside.reutlingen-university.de>

Organisationskomitee:

Prof. Dr. Gabriela Tullius, Hochschule Reutlingen

Prof. Dr. Natividad Martínez, Hochschule Reutlingen

Prof. Dr. Uwe Kloos, Hochschule Reutlingen

Benjamin Batt
Claudiu Bräuer
Sinem Cicek Celik
Emanuel Geiger
Frauke Griebble
Peter Grupp
Pia Laubacher
Öznur Öner
Katharina Pavic
Ngoc Linh Phan
Claudia Ryniak
Josia Scheytt
Christian Steinmann
Clemens Weißenberg
Vanessa Willenbrock
Steffen Wittig

Copyright: © Hochschule Reutlingen, Reutlingen 2018

Herstellung und Verlag: Hochschule Reutlingen

ISBN: 9 -83000-586453



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

Inhaltsverzeichnis

Longpaper

Josia Scheytt

Segmentierung von Polypen in Koloskopie-Bilddaten - ein Potentialanalyse von Deep-Learning-Methoden..... 1

Benjamin Weinert

Untersuchung der Möglichkeiten und Risiken von Implantate11

Peter Grupp

Untersuchung der Anforderungen an ein System zur Unterstützung der Reproduzierbarkeit von Ultraschalluntersu..... 21

Öznur Öner

Digitalisierung im klinischen Umfeld zur Förderung der personalisierten Medizin am Universitätsklinikum Tübingen am Fallbeispiel der molekularen Diagnostik mithilfe der MTB-Plattform 31

Sinem Cicek Celik

Kulturwandel von ITIL zu DevOps im Unternehmen..... 41

Christian Steinmann

IT-Sicherheit in Unternehmen - State of the Art, Gefahren und Trends..... 51

Steffen Wittig

Social Crowd Simulation zur Belebung virtueller Welten 61

Janis Uttenweiler

Identifizierung einer geeigneten Prototypingmethode für die multimodale Navigation mit dem E-Bike..... 71

Maic Schellig

Konzeption zur Detektion von sich öffnenden Fahrzeugtüren 81

David Leisten

Konzept einer Motion-Capture basierten Simulationsumgebung zur Untersuchung von Interaktionen zwischen Passanten und autonomen Fahrzeugen..... 91

Entwicklung eines Prototypingkonzepts für die multimodale Navigation mit dem E-Bike

Janis Uttenweiler
Hochschule Reutlingen
Janis.Uttenweiler@student.
Reutlingen-University.DE

Abstract

Die Navigation mit dem E-Bike soll eine positive Nutzerfahrung sein. Deshalb wurde im Zuge dieser Arbeit im Rahmen von Bosch E-Bike Systems ein multimodales smart User Interface (MSUI) entwickelt. Das Konzept umfasst visuelle Turn-by-Turn Signale, taktile Vibrationssignale im Lenker und eine auditive Sprachausgabe. Ziel der Arbeit ist ein Prototyp, der sich für die Evaluation von Nutzerbedürfnissen in Bezug auf verschiedene multimodale Rückmeldemöglichkeiten eignet.

Schlüsselwörter

Multimodalität, E-Bike, HMI, UI, Prototyping, Usability, UCD Prozess, Ubiquitous Computing, Makro-HCI

1. Einleitung

Bosch E-Bike Systems sucht nach einer Alternative für die Kartennavigation mit dem

E-Bike, um den Komfort und die Sicherheit der Nutzer zu erhöhen. Der Ansatz dieser Arbeit ist ein Prototypingkonzept bestehend aus visueller, taktiler und auditiver Rückmeldung bei der Navigation. Denn durch multimodale Ausgaben erhofft man sich eine höhere Bedieneffizienz, mehr Intuitivität und eine bessere Aufgabenunterstützung [26]. Das Ergebnis soll für UX-Tests geeignet sein, um die Fragestellung - ob und welche multimodale Kombinationen die Bedürfnisse der Nutzer erfüllen – zu beantworten.

Ziel des Prototypingkonzepts ist demzufolge, die Bedürfnisse der Nutzer zu untersuchen und zu erfüllen. Deshalb basiert die Entwicklung einer geeigneten Prototypingmethode auf dem Ansatz der User Experience (UX) [6]. Es werden nutzerzentrierte Anforderungen an den Prototyp gestellt. Diese Anforderungen ermöglichen die Evaluation des Prototypaufbaus (Low- oder High-Fidelity-Prototyp).

Das ausgearbeitete Konzept für die Entwicklung des MSUI bietet die Basis für die genannten UX-Tests, um verschiedene Rückmeldekombinationen zu evaluieren.

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. Gabriela Tullius
Hochschule Reutlingen
Gabriela.Tullius@reutlingen-
University.de
Betreuer Firma: M. Sc. Veronika Hubl
Bosch E-Bike Systems
Veronika.Hubl@de.bosch.com

Informatics Inside 2018
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
09. Mai 2018, Hochschule Reutlingen
Copyright 2018 Janis Uttenweiler

2. Stand der Technik

Wie in der *Einleitung* beschrieben steht die UX bei der Erarbeitung des multimodalen Prototypkonzepts im Mittelpunkt. Deshalb behandelt dieses Kapitel die Abgrenzung der Begriffe UX und Usability-Engineering. Der damit verbundene User Centered Design Prozess dient in diesem Zusammenhang der Einordnung, der in dieser Arbeit relevanten Phase des Prototyping. Die sich anschließenden verwandten Arbeiten aus den Bereichen Navigation und Prototyping dienen später der Entwicklung des Konzepts (siehe *Analyse*).

Abgrenzung Usability und UX

Usability-Engineering hat sich zum Ziel gesetzt eine hohe Benutzerfreundlichkeit bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen zu erreichen [18]. Benutzungsschnittstelle wird in der DIN EN ISO 9241-110 (2006) definiert als, „alle Bestandteile eines interaktiven Systems (Software oder Hardware), die Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellen, die für den Benutzer notwendig sind, um eine bestimmte Arbeitsaufgabe mit dem interaktiven System zu erledigen“ [4]. Das zentrale Vorgehen im Usability-Engineering wird als „User Centered Design“ bezeichnet [1]. Dieser Prozess umfasst die Phasen: Analysieren, Gestalten, Prototyping und Evaluieren.

Die UX geht in der Zielsetzung über die Usability hinaus. Hassenzahl et al. beschreibt UX mit drei Charakteristiken: Ganzheitlich, Subjektiv und Positiv [6]. Jetter et al. beschreibt dies mit einem vereinfachten Modell. Sie zeigen, dass zusätzlich zur Funktionalität und Usability die hedonische Qualität eines Produkts betrachtet werden muss [15].



Abbildung 1 - A simplified model of user experience for practical application [6]

Stapelkamp sieht in UX nicht nur Zufriedenheit, sondern geht darauf ein, dass durch die Betrachtung der hedonischen Ebene, Freude und Leidenschaft für das Produkt entstehen sollen [22].

Verwandte Arbeiten

Der nächste Abschnitt zeigt eine Zusammenfassung verschiedener Navigationskonzepte und deren unterschiedliche Rückmeldemöglichkeiten auf dem Fahrrad oder E-Bike. Der Fokus liegt dabei auf der Ideengenerierung und Umsetzung der Prototypen.

Taktile Navigation

Zargamy et al. realisierten eine Smartwatch mit OpenStreetMap Kartenmaterial [29]. Für Richtungswechsel und Wechsel von Verkehrsmittel setzen sie Vibrationspulse ein. Der einsekündige Vibrationspuls signalisiert Rechtsabbiegen, drei aufeinanderfolgende 200 ms Vibrationspulse das Linksabbiegen. Sonstige Benachrichtigungen werden mit zwei 600 ms Vibrationspuls-pulse angezeigt.

Poppinga et al. entwickelten in einer weiteren Arbeit ein sogenannten Tacticycle (siehe Abbildung 2), einen taktilen Lenker, um Touristen in ihrer Orientierung bei Fahrradtouren zu unterstützen [19]. Das System navigiert den Fahrer durch taktile links- und rechts Signale am Lenker.

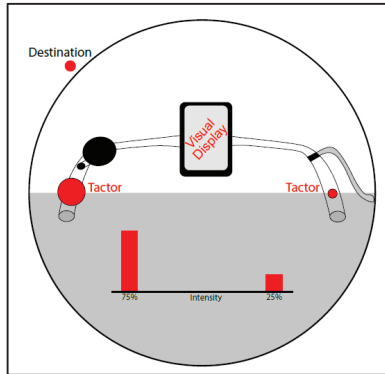


Abbildung 2 - Tacticycle – A tactile display for supporting tourists on a bicycle trip [19]

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das Startup Smrtgrips (siehe Abbildung 3), die mit taktilen Signalen durch integrierte Stangen im Lenker eine Navigation auf dem Fahrrad zur Verfügung stellen [7].



Abbildung 3 - smrtGrips, Eyesfree navigation [7]

In einer Studie von Steltenphol et al. wurde ein taktiler Gürtel, genannt Vibrobelt (siehe Abbildung 4), als Rückmeldung für die Navigation eingesetzt und mit einer visuellen Kartennavigation verglichen [23]. Die Studie zeigte, dass die Probanden zwar weniger vom Straßenverkehr abgelenkt waren, jedoch

mehr Signale falsch interpretierten als bei der Navigation mit der visuellen Karte.

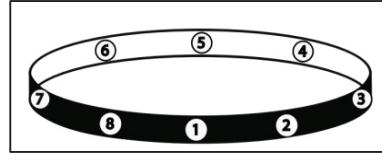


Abbildung 4 - Vibrobelt: tactile navigation support for cyclists [23]

Visuelle Navigation

Willroth untersuchte in einer Simulator Studie Navigationskonzepte, bei der durch LEDs Richtungsinformationen dargestellt werden (siehe Abbildung 5) [25].



Abbildung 5 - Alternatives Navigationskonzept für die Richtungsanweisung durch LEDs auf dem Fahrrad: Simulator Studie [23]

Auditive Navigation

Für auditive Navigation hat das Unternehmen Coros einen sogenannten Smart Cycling Helmet vorgestellt, der durch Sprachsteuerung den Fahrer navigiert [13].

Mit einem weiteren Konzept für die auditive Navigation, mit der „Weltweit erste[n]

Freisprecheinrichtung für Fahrrad oder E-Bike“ wirbt das Unternehmen CESACruise (siehe Abbildung 6) [9].



Abbildung 6 - „Weltweit erste Freisprecheinrichtung für Fahrrad oder E-Bike“ [9]

de Waard et al. haben in ihrer Studie einen Prototyp mit vier Rückmeldemöglichkeiten auf dem Fahrrad betrachtet [3]: (1) Eine Papierkarte, (2) eine bewegte Karte, die auf einem Smartphone auf Basis von Google Maps visualisiert wurde, (3) auditive Routenempfehlungen mit Kopfhörern und Lautsprechern und (4) ein eigenständiges System mit flashing lights. Die Studie zeigte, dass visuelle oder auditive Turn-by-Turn Hinweise für ein besseres Verständnis bei räumlicher Orientierung sorgt, als nur die Mapnavigation.

Die verwandten Arbeiten im Stand der Technik zeigten unterschiedliche Navigationskonzepte mit visueller, auditiver oder taktiler Rückmeldung. Diese Arbeiten und Erkenntnisse werden nun in der Analyse verwendet.

3. Analyse

Das Kapitel Analyse behandelt die Prototypingphase des User Centered Design Prozess (siehe *Stand der Technik*).

Für die Konzeptentwicklung ist die Fragestellung, die durch den Prototyp beantwortet werden soll, ausschlaggebend [17].

Ob sich ein Low- oder High-Fidelity-Prototyp eignet, kann von folgender

Fragestellung abgeleitet werden: Welche multimodale Kombination aus visueller, taktiler und auditiver Rückmeldung erfüllt die Bedürfnisse der Nutzer?

Linchuan et al. haben im Kontext des Ubiquitous Computing eine Studie durchgeführt, um zu evaluieren, wann ein Papier und wann ein interaktiver Prototyp für die Identifikation von Usability-Problemen geeignet ist [17]. Für einen interaktiven Prototyp wurde dabei die Wizard of Oz Methode eingesetzt [5]. Das Ergebnis zeigte, dass der interaktive Prototyp fast 50% mehr Usability-Probleme erkannte. Diese Studie spricht also für die Entwicklung des MSUI.

Die Fragestellung, die durch den Prototyp beantwortet werden soll, bezieht sich darüber hinaus nicht nur auf die Usability, sondern auch auf die UX der Nutzer. Wie in Kapitel *Stand der Technik* beschrieben, steht damit zusätzlich die Betrachtung der hedonischen Ebene der Nutzer im Fokus. Christoforakos et al. untersuchten deshalb wie „Erfolgreiches Prototyping im Ideenstatus der Produktentwicklung“ gewährleistet werden kann [2]. Für die „Valide Evaluation des gesamten Nutzungserlebnisses“ empfehlen sie einen funktionsfähigen interaktiven Prototyp.

Shneiderman empfiehlt in diesem Zusammenhang die Fragestellung in Makro- und Mikro HCI zu kategorisieren [21]. Soll die Fragestellung auf Basis etablierten Maßnahmen der menschlichen Erfahrung (Mikro HCI) beantwortet werden? Das könnte eine Simulator Studie wie bei der Studie von Willroth et al. bedeuten [25]. Oder sollen neue Möglichkeiten die darüber hinaus gehen (Makro HCI) untersucht werden?

Da die Bedürfnisse des Nutzers und damit das Nutzererlebnis bei der Beantwortung der Forschungsfrage im Vordergrund stehen, sollte das Nutzererlebnis möglichst nahe an der Realität sein. Christoforakos et al. zeigte, dass für eine valide Evaluation des gesamten Nutzererlebnisses eine hohe Erlebnisnähe entscheidend ist [2]. Da sich die

Forschungsfrage also in den Bereich des Makro HCI einordnen lässt, sollte der Prototyp für den realen Straßenverkehr geeignet sein.

Auf Basis dieser Ergebnisse können die Anforderungen für einen funktionsfähigen High-Fidelity-Prototypen aufgestellt werden.

Dazu müssen nach Richter et al. die Dimensionen des Prototyps identifiziert werden [20]. Die Dimensionen eines Prototyps sind nach Richter et al.: Funktionsumfang, Funktionstiefe, Darstellungstreue, Interaktivität, Datengehalt und die technische Reife.

Funktionsumfang

Der Prototyp soll visuelle, taktile und auditive Rückmeldung für die Navigation bieten (siehe *Einleitung*). Im nächsten Abschnitt wird deshalb untersucht, in welcher Form die visuelle, taktile und auditive Rückmeldung umgesetzt werden soll.

Da die zusätzliche Aufnahme visueller Informationen während der Fahrt, unweigerlich zur Ablenkung der eigentlichen Fahrzeugführungsaufgabe führen, wird dadurch die Sicherheit des Fahrers und die der beteiligten Verkehrsteilnehmer beeinflusst [28]. Deshalb untersuchte Willroth in einer Studie wie die visuelle Belastung durch Navigation mit LEDs reduziert werden kann [25]. Darüber hinaus wird im Zuge dieser Arbeit (siehe *Einleitung*) nach einer Alternative zur Kartennavigation gesucht. In diesem Konzept könnten die visuellen Signale also durch Turn-by-Turn Signale dargestellt werden.

Für die auditiven Signale könnten die visuellen Turn-by-Turn Signale als akustische Sprachausgabe realisiert werden.

Die taktilen Signale könnten an den Kontaktpunkten des Fahrers mit dem E-Bike, also an den Pedalen, am Lenker oder am Sattel angebracht werden. Alternativ könnte ein Gürtel mit taktilen Signalen wie bei der Studie von Steltenphol et al. verwendet

werden [23]. Poppinga et al. empfehlen jedoch auf ein externes User Interface zu verzichten und stattdessen Richtungssignale über den richtungsweisenden Lenker zu integrieren [19]. Auch das Startup smrtGrips bestätigt dies [7]. Für diese Arbeit sollten die taktilen Signale demnach durch den Lenker ausgegeben werden.

Funktionstiefe

Bei der Funktionstiefe stellt sich die Frage, wie die drei Kommunikationskanäle (taktiler, auditiver, visueller Kommunikationskanal) für den Nutzer erlebbar gemacht werden können.

Für die visuellen Turn-by-Turn Signale könnte wie bei der Studie von de Waard et al. (siehe *Verwandte Arbeiten*) auf bestehende Navigationsbibliotheken (Google Maps [8] oder OpenStreetMap [10]) zurückgegriffen und auf Basis von Android oder IOS implementiert werden. Eine weitere Möglichkeit wäre die Schnittstelle des Navigationssystems des Bosch Nyon Bordcomputers zu verwenden [12].

Für die taktile Rückmeldung am Lenker kann auf die Studie von Poppinga et al. (siehe *Verwandte Arbeiten*) zurückgegriffen werden. Es müssen also zwei taktile Aktoren im Lenker befestigt und über ein Arduino angesteuert werden. Die Vibrationspulse könnten unabhängig von den visuellen Turn-by-Turn Signalen mit der Wizard of Oz Methode ausgegeben werden. Da der Prototyp sich jedoch für UX-Tests im Straßenverkehr eignen soll, müsste der „Wizard“ die Signale während der Fahrt per Bluetooth oder Kabelverbindung betätigen. Das würde bei einer multimodalen Kombination (zum Beispiel visuelle Turn-by-Turn Signale in Kombination mit taktilen Signalen am Lenker) schwierig werden. Der „Wizard“ müsste zeitgleich zu den automatisch generierten visuellen Signalen die taktilen Signale betätigen. Das würde sehr wahrscheinlich die Erlebnissnähe einschränken. Deshalb sollte wie in der Studie von Poppinga et al. eine Bluetoothverbindung zwischen der

beschriebenen Navigationsapplikation und den taktilen Aktoren implementiert werden, um die Signale zeitgleich und einheitlich auszugeben.

Die auditive Sprachausgabe könnte über ein Headset mit der Wizard of Oz Methode realisiert werden. Jedoch läge das gleiche beschriebene Problem wie bei der visuellen Anzeige vor. Die Sprachausgabe könnte aber auch anders realisiert werden. Es könnte wie in der Studie von de Waard et al. über ein externes Navigationsgerät realisiert werden [3]. Noch eine Möglichkeit wäre, die auditive Sprachausgabe über die Bibliothek abzurufen, über die auch die visuelle Navigation realisiert wird. Damit wäre das Timing-Problem bei der Kombination der Rückmeldemöglichkeiten gelöst. Diese Möglichkeit sollte demnach in das Konzept aufgenommen werden.

Darstellungstreue

Eine Studie von Struckmeier zeigt, dass Nutzer bei visuell weniger ausgereiften Prototypen mehr dazu tendieren ihre subjektive Empfindungen und Meinungen zu äußern, als bei einem komplett ausgereiften Prototyp [24]. Das E-Bike an sich kann also sehr prototypisch aussehen, um dem Nutzer zu vermitteln: Es handelt sich hier um einen Prototyp, alle subjektiven Empfindungen dürfen und sollen geäußert werden. Die visuellen, taktilen und auditiven Signale hingegen sollten soweit ausgereift sein, dass es wirklich erlebbar für den Nutzer wird (siehe *Funktionsumfang*).

Die visuellen Turn-by-Turn Signale könnten über ein Android- oder IOS-fähiges Gerät visualisiert werden oder über den Bordcomputer Nyon von Bosch E-Bike Systems. Nyon fällt mit einer Auflösung von (480 x 270 Pixel) jedoch sehr groß aus. Durch die Reduzierung der visuellen Informationen und auch aufgrund der Handlichkeit würde sich ein möglichst kleines Display eignen. Das Display des Nyon-Bordcomputer könnte dafür abgeklebt werden, sodass nur noch auf einem sehr kleinen Bildschirmbereich die Turn-by-Turn

Signale visualisiert werden. Mit einer Androidlösung gäbe es für ein kleines Display hingegen zwei Möglichkeiten: Die Android Applikation könnte auf ein Raspberry Pi installiert werden und das AZDelivery OLED Display [11] mit 1,3 Zoll angeschlossen werden. Alternativ könnte ein möglichst kleines Smartphone verwendet werden. Die Suche nach einem geeigneten Smartphone ergab das Jelly von Unihertz [14]. Das Jelly ist mit 2GB RAM, Android 7, Bluetooth, QuadCore 1.1GHz und GPS deutlich leistungsfähiger als ein Raspberry Pi. Der Bildschirm ist mit 2,45 Zoll jedoch etwas größer. Trotzdem eignet sich das Smartphone aufgrund dessen Leistungsfähigkeit besser als eine Raspberry Pi Lösung, da wie in *Funktionstiefe* beschrieben, das Gerät mit den taktilen Aktoren verbunden wird und Sprachausgabe abbilden soll.

Die Turn-by-Turn Signale sollten so programmiert werden, dass diese im Verlauf der Tests ausgetauscht werden können. Das heißt die Piktogramme für die unterschiedlichen Verkehrssituationen sollten nachgeladen werden können. Dadurch könnten Tests iterativ durchgeführt werden und die visuelle Darstellung kann iterativ weiterentwickelt werden.

Für die auditive Sprachausgabe könnte die in *Verwandte Arbeiten* vorgestellte Freisprecheinrichtung von CESACruise [9] verwendet werden oder der von Coros entwickelte Smart Cycling Helmet [13]. Der Smart Helmet wäre für einen Prototyp jedoch zu aufwändig, da dieser in verschiedenen Größen vorhanden sein müsste. Die CESACruise Freisprecheinrichtung ist leider nicht für ein 2,45 Zoll Smartphone geeignet (Minimum: 3 Zoll). Die auditive Sprachsignale müssten also wie in der Studie von de Waard et al. über Lautsprecher oder Headset ausgegeben werden.

Interaktivität

Wie in *Funktionstiefe* beschrieben muss die Navigationsfunktionalität inklusive der drei Rückmeldemöglichkeiten implementiert

sein, sodass der Nutzer in den geplanten UX-Tests auf die verschiedenen Signale reagieren kann. Darüber hinaus muss der Nutzer nicht mit dem System interagieren. Es sollte für den Versuchsleiter noch eine Option implementiert werden, dass dieser die Navigationsroute und die Kombinationen der Rückmeldemöglichkeiten einstellen kann.

Datengehalt

Wie in *Funktionstiefe* beschrieben werden wie in der Studie von de Waard et al. (siehe *Verwandte Arbeiten*) echte Daten auf Basis der gewählten Navigationsbibliothek verwendet, um eine möglichst hohe Erlebnissnähe zu schaffen.

Technische Reife

Da der Prototyp für eine Ideenevaluation verwendet werden soll, ist es an der Stelle des Projekts noch nicht entscheidend welche Zielplattformen verwendet werden. Es muss also eine möglichst praktikable Lösung gefunden werden, da gemäß dem UCD Prozess nicht zwingend ein Produkt folgen muss [27].

4. MSUI für die Navigation mit dem E-Bike

Das Resultat der Analyse ist ein Prototypkonzept für die multimodale Navigation mit dem E-Bike (siehe Abbildung 7).

Die visuellen Turn-by-Turn Anweisungen zeigt das Unihertz Jelly Smartphone am E-Bike Lenker an.

Die Lautsprecher oder Kopfhörer geben die auditiven Sprachbefehle aus und empfangen diese von dem Unihertz Jelly Smartphone über ein 3,5 mm Klinke Kabel.

Am Lenker sind rechts und links taktile Aktoren angebracht und per Bluetooth mit dem Unihertz Jelly Smartphone verbunden.

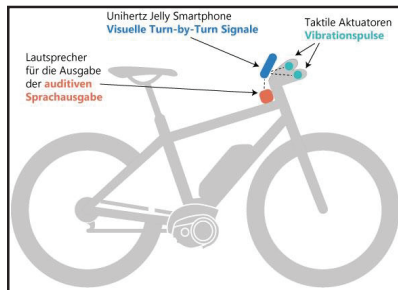


Abbildung 7 - MSUI für die Navigation mit dem E-Bike

In Abbildung 8 ist eine detaillierte Systemmodellierung nach dem Fundamental Modeling Concept von Knöpfel dargestellt [16].

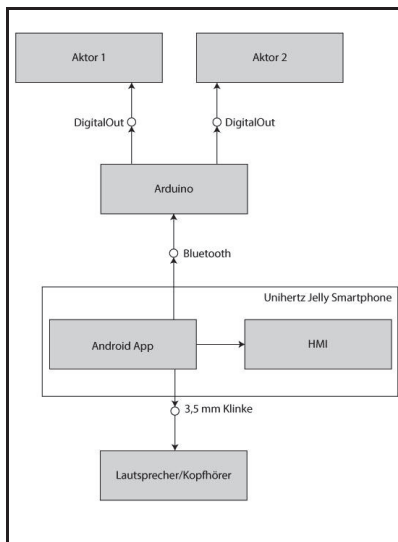


Abbildung 8 - Systemmodellierung des MSUI mit dem Fundamental Modeling Concept [16]

Es wird deutlich, dass die Android Applikation die verschiedenen Rückmeldesignale versendet. Die visuellen Signale werden an das Human Machine Interface (HMI) des Unihertz Jelly Smartphones gesendet. Die auditiven Signale

werden von dem Lautsprecher beziehungsweise den Kopfhörern über einen 3,5mm Klinke Anschluss empfangen. Die taktilen Signale sendet die Android Applikation über ein Arduino an die beiden Aktoren.

5. Schlussfolgerung

Das entwickelte MSUI Konzept besteht aus visuellen Turn-by-Turn Anweisungen, taktilen Vibrationssignalen am Lenker und einer auditiven Sprachausgabe. Der Prototyp eignet sich für UX-Tests in realer Umgebung und damit im Straßenverkehr. Die erlebnisnahe Gestaltung des Prototyps ermöglicht nun Makro-HCI Untersuchungen. Das Konzept eignet sich speziell für die Analyse der Fragestellung: Welche Kombination der drei Rückmeldemöglichkeiten erfüllen die Bedürfnisse der Nutzer am besten?

Darüber hinaus könnte eine Weiterentwicklung des Prototyps folgende Micro-HCI Fragestellungen im Rahmen einer Simulator Studie erforschen: Wie stark müssen die taktilen Signale sein? Welche Lautstärke und Detailgrad muss die Sprachausgabe für ein optimales Verständnis besitzen? Wie müssen die visuellen Informationen dargestellt werden?

Literaturverzeichnis

- [1] Burmester, Michael. "Usability und Design." Kompendium Medieninformatik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. 245-302.
- [2] Christoforakos, Lara, and Sarah Diefenbach. "Erfolgreiches Prototyping im Ideenstadium der Produktentwicklung." Mensch und Computer 2017-Usability Professionals (2017).
- [3] de Waard, Dick, et al. "Visual map and instruction-based bicycle navigation: a comparison of effects on behaviour." *Ergonomics* 60.9 (2017): 1283-1296.
- [4] DIN, ENISO. "9241, Teil 11: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten." Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit. Beuth, Berlin (1998).
- [5] Green, Paul. "The Wizard of Oz: a tool for rapid development of user interfaces. Final report." (1985).
- [6] Hassenzahl, Marc, et al. "Der User Experience (UX) auf der Spur: Zum Einsatz von www. attrakdiff.de." *Usability Professionals* (2008): 78-82.
- [7] <http://smrtgrips.com/> (Aufgerufen am 05.03.2018)
- [8] <https://developers.google.com/maps/?hl=de> (Aufgerufen am 05.03.18)
- [9] <https://pedelec-elektrofahrrad.de/zubehoer/cesacruise-weltweit-erste-freisprecheinrichtung-fuer-fahrrad-oder-E-Bike/114747/> (Aufgerufen am 05.03.2018)
- [10] https://wiki.openstreetmap.org/wiki/API_v0.6 (Aufgerufen am 05.03.18)
- [11] https://www.amazon.de/AZDelivery-TFT-Display-128x160-Pixeln-Display/dp/B078J78R45/ref=pd_sim_147_1?encoding=UTF8&refRID=YZ379SGRX9A75DA857VX&th=1 (Aufgerufen am 06.03.2018)
- [12] <https://www.bosch-E-Bike.com/de/produkte/nyon/> (Aufgerufen am 05.03.18)
- [13] <https://www.coros.com/omni.php> (Aufgerufen am 05.03.2018)
- [14] <https://www.unihertz.com/jelly.html> (Aufgerufen am 06.03.2018)

- [15] Jetter, C., & Gerken, J. (2006). A simplified model of user experience for practical application. The 2nd COST294-MAUSE International Open Workshop "user Experience - towards a Unified View.," 106–111.
- [16] Knöpfel, Andreas: FMC Quick Introduction, FMC Consortium, 2007, von: <http://www.fmcmodeling.org/download/quickintro/FMCQuickIntroduction.pdf> (Abgerufen am 07.03.2018)
- [17] Liu, Linchuan, and Peter Khooshabeh. "Paper or interactive?: a study of prototyping techniques for ubiquitous computing environments." CHI'03 extended abstracts on Human factors in computing systems. ACM, 2003.
- [18] Mayhew, Deborah J. "The Usability Engineering Lifecycle." (1999).
- [19] Poppinga, Benjamin, Martin Pielot, and Susanne Boll. "Tacticycle: a tactile display for supporting tourists on a bicycle trip." Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services. ACM, 2009.
- [20] Richter, Michael, and Markus D. Flückiger. "Usability und UX." Usability und UX kompakt. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2016. 7-19.
- [21] Shneiderman, Ben. "Claiming success, charting the future: micro-HCI and macro-HCI." interactions 18.5 (2011): 10-11.
- [22] Stapelkamp, Torsten. Interaction- und Interfacedesign: Web-, Game-, Produkt- und Servicedesign Usability und Interface als Corporate Identity. Springer-Verlag, 2010.
- [23] Steltenpohl, Haska, and Anders Bouwer. "Vibrobelt: tactile navigation support for cyclists." Proceedings of the 2013 international conference on Intelligent user interfaces. ACM, 2013.
- [24] Struckmeier, Andrea. "Warum „gutes Aussehen nicht immer von Vorteil ist." Tagungsband UP11 (2011).
- [25] Ulla G. Willrodt. "Alternative Navigationskonzepte für das Fahrrad: Simulatorstudie." (2018).
- [26] Vilimek, Roman. Gestaltungsaspekte multimodaler Interaktion im Fahrzeug. Ein Beitrag aus ingenieurpsychologischer Perspektive. 2008.
- [27] Vredenburg, Karel, et al. "A survey of user-centered design practice." Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. ACM, 2002.
- [28] Winner, Hermann, Stephan Hakuli, and Gabriele Wolf, eds. Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. Springer-Verlag, 2011.
- [29] Zargamy, Arash, et al. "Fußgängernavigation im urbanen Raum-Designvorschlag." Mensch & Computer. 2013.

