Adrian Sonpanya

Bachelorarbeit 2018

Adrian Sonpanya

Bachelorarbeit
Sommersemester 2018

Einbindung eines Bedienkonzeptes im prototypischen Fahrzeugmodell durch die Virtual Reality-Brille

In Kooperation mit

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Hochschule Augsburg
Faktultät für Gestaltung & Informatik
Interaktive Medien

Von der Hochschule betreut durch

Erstprüfer Prof. Jens Müller
Zweitprüfer Prof. Ludwig John

Von der Firma betreut durch

Sebastian Reher

Sperrvermerk

Die vorliegende Abschlussarbeit enthält zum Teil Informationen, die nicht für die Öffentlichkeit bestimmt sind.
Alle Rechte an der Abschlussarbeit, einschließlich der Verbreitung auf elektronischen Medien, liegen bei der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG. Abweichend hiervon darf der Inhalt der Abschlussarbeit während einer Sperrzeit von 5 Jahren ab dem Abgabedatum nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG an Dritte weitergegeben werden. Nach Ablauf der Sperrzeit ist diese Genehmigung nicht mehr erforderlich.
Die vorliegende Abschlussarbeit ist zur Vorlage zur Anerkennung der Prüfungsleistung freigegeben.

Weissach, den

Abteilungsleiter

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht.
Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlich oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Weissach, den

Adrian Sonpanya

Abstract

Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit war es, einen Lösungsansatz für die Signalübertragung zwischen dem Touchscreen des prototypischen Fahrzeugmodelles und einer virtuellen Fahrzeugszene zu finden. Eingebunden in eine Virtual Reality-Brille soll die digitale Szenerie interaktiv erlebt werden. Realisiert wurde die Thesis in Kooperation mit dem Automobilhersteller Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG.

Basis der Bachelorarbeit war die Erweiterung eines Fahrersitzmodells mit einem Touchscreen. Über einen Webserver erfolgt die Signalübertragung des Touchscreens, wodurch Eingabebefehle in die virtuelle Szenerie des Fahrzeugmodells übertragen werden. Durch eine Virtual Reality-Brille wird die digitale Kulisse mittels ein konzeptionelles Bedienfeld an der Mittelkonsole virtuell erlebbar.

Resultat ist ein visuell-interaktiver Exkurs zwischen einem physischen Modell und der digitalen Darstellung in der virtuellen Realität zur agilen Validierung eines Bedienkonzepts im Fahrzeuginterieur.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Motivation
Kooperation mit der Porsche AG
Zielsetzung
Virtuelle Realität
Thematisierung in den Medien

Interfacedesign

Konzept
Das Interface des Porsche Mission E
Infotainmentsystem
Entwicklungsprozess
Festlegung des Interfaces

Technische Umsetzung

Beschreibung des Projektaufbaus
Entwicklungstools
Programmierung des Interfaces
Signalübertragung in die virtuelle Realität
Prozessdokumentation

Schlussbetrachtung

Ergebnis
Fazit
Ausblick

Quellenverzeichnis

13
15
17
19
21

27
29
31
33
35

39
41
47
49
51

55
57
59

63

Einleitung

Abb.1

Motivation

Der Studiengang Interaktive Medien vereint die akademischen Fachrichtungen der Angewandten Informatik und der Gestaltung. Vermittelt werden design- und medienspezifische Kompetenzen des technologischen Fortschritts in den Bereichen Softwareentwicklung, Interaktion und Design. Designkonzepte der 2D-/ 3D-Grafik und Softwareentwicklung werden praxisnah unterrichtet, um eine solide Basis in allen Fachbereichen zu gewährleisten. Im Rahmen des Praxissemesters wird das Erlernte im ökonomischen, betrieblichen Umfeld angewandt.
Mein persönlicher Antrieb zur Erarbeitung und Umsetzung der Bachelorarbeit liegt in meinem Interesse rundum die Themenbereiche „Virtual Reality“, Softwareentwicklung und neue Technologien. Durch den Einblick in die technologischen Standards der Fahrzeugentwicklung bei der Porsche AG während meiner Praktikums- und Werkstudentenzeit konnte im Anschluss daran hier auch meine Abschlussarbeit verwirklicht werden. Das Untersuchungsinteresse baut auf das fachspezifische Wissen des Studiengangs Interaktive Medien auf und ermöglicht eine Integration der Thematik in die zukunftsorientierte Automobilentwicklung. Die Fachbereiche für virtuelle Darstellung, Hard- und Softwarekommunikation, als auch User-Experience können auf den erarbeiteten Lösungsansatz zurückgreifen. Zusätzlich war sowohl die flexible Reproduktion und Erweiterung während der Vorentwicklungszeit, als auch die Schaffung eines effizienten Prozess im Unternehmen, das erstrebte Ziel der Bachelorarbeit.

HS Augsburg

An der staatlichen „Hochschule Augsburg für Angewandte Wissenschaften“ wird ein breites Spektrum an Bachelorstudiengängen angeboten. In der Fakultät für Gestaltung wird Kommunikationsdesign und Interaktive Medien unterrichtet.

Abb.2

Kooperation mit der Porsche AG

Durch die Kooperation mit der Abteilung des Virtual Designs im Entwicklungszentrum Weissach (*Abk. EZW; s. Anm.*) wurde eine Hard- und Softwarelösung für eine Signalübertragung der Nutzereingaben am prototypischen Fahrzeugmodell erarbeitet. Dabei soll die digitale Darstellung des Fahrzeugs mit Hilfe einer Virtual Reality-Brille in der virtuellen Umgebung betrachtet werden können.
Ein wichtiger Aspekt dieser Methodenentwicklung war die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit zwischen Virtual Design und der Abteilung des HMI (*Human Machine Interaction*). Hierbei konnte auf bestehende Technologien zurückgegriffen werden, um eine homogene, prozessorientierte Entwicklung anzustreben. Für zukunftsnahe Projekte im Bereich Bedienkonzepte im Interieur eines Fahrzeugs in der virtuellen Realität soll hiermit eine Grundlage geschaffen werden, um frühe Entwicklungen von Interfacedesign und Interfacebedienung behänd und dynamisch auszuwerten.

EZW
Das Entwicklungszentrum Weissach vereint die Komponenten der frühen Fahrzeugentwicklung. Hier befinden sich unter anderem das Design-Studio, der Windkanal und der Konzeptbau.

GESTURE CONTROL
LIKE
PAUSE
REPEAT
MY PLAYLIST
1 Dream Of Your Time
Marc Johnson Featuring Bruno Jupiter
2 Midnight Story
Jerome Pierre
3 Phantom Blue
UNN - This is It
4 Dance With Me
Green Lemon
5 Song Of Yesterday
Ivone Key
Tonight's The Night
20°C
20°C
R20

Abb.3

Zielsetzung

Ziel des Projektes war es, ein konzeptionelles Interface für die Mittelkonsole zu gestalten. Das Bedienfeld wird sowohl an einem physischen Modell, als auch in der digitalen Umgebung erlebbar gemacht. Hier für wird ein ein Lösungsansatz für eine Signalübertrag erprobt, um die Verknüpfung zwischen reeller Interaktion am Fahrzeugmodell und virtueller Darstellung zu ermöglichen.

Virtual Reality

The computer-generated simulation of a three-dimensional image or environment that can be interacted with in a seemingly real or physical way by a person using special electronic equipment, such as a helmet with a screen inside or gloves fitted with sensors.

Q.1

Virtuelle Realität

Die virtuelle Realität (*engl. virtual reality; Abk. VR*) suggeriert eine Wirklichkeit in einer computergenerierten Umgebung. In Echtzeit, also zum Laufzeit des Programms, wird die virtuelle Umgebung interaktiv erlebbar gemacht.
Das Eintauchen (*die Immersion, s. Anm.*) in eine virtuelle Realität wird für den Nutzer glaubwürdiger, wenn das Erlebnis auditiv, visuell und haptisch der Wirklichkeit nahekommt. Dafür kommen Hardwaresysteme zum Einsatz, die eine Darstellung der virtuellen Umgebung und eine direkte Interaktion des Nutzers ermöglichen. Die Interaktivität zwischen Nutzer und virtueller Umgebung stellt für die Entwicklung eine große Herausforderung dar. Denn um die Glaubwürdigkeit einer physisch nicht-existenten Szene zu erhöhen, muss die Interaktion sowohl in der Wirklichkeit, als auch in der virtuellen Realität für den Nutzer schlüssig sein.

Immersion
In Zusammenhang mit der virtuellen Realität versteht man unter Immersion (lat. immersio „Eintauchen", „Einbetten") das Empfinden in der digitalen Umgebung physisch zu existieren.

Q.2

Abb.4

Abb.5

Thematisierung in den Medien

Im Sciencefiction-Genre ist die simulierte, *erweiterte* (*s. Anm.*) oder virtuelle Realität eine wiederkehrende Thematik. In diesem Kapitel gehe ich auf die Filme „The Matrix“ (1999)[Q.3], „Minority Report (2002)[Q.4] und „Ready Player One“ (2018)[Q.5] ein. Anhand dieser Filme wird beleuchtet wie die Interaktion zwischen einer Realität und der computergenerierten Wirklichkeit thematisiert wird.
In „The Matrix“ wird der Protagonist aus einer simulierten, digitalen Wirklichkeit gerissen, um eine Rebellion anzuführen. Denn im Bewusstsein jedes Menschen wurde nach der Geburt ein Programm verankert, welches eine Realität vortäuscht in der dort das physische Ich zu existieren scheint. Jedoch gibt es hier keine Interaktionen des reellen Ichs, denn der tatsächliche Körper befindet sich in einem Schlafzustand. Im Sciencefiction Thriller „Minority Report“ gestikuliert ein Agent mit seinen Händen an einer Displaywand, welches die Bedienoberfläche eines Computers darstellt, um Beweise in einer Datenbank aufzurufen. Mit Hilfe spezieller Handschuhe, welche das Steuergerät der Person sind, lässt sich das Interface bedienen. Eine spezifische Gestik führt eine bestimmte Funktion aus, wodurch die Inhalte sich dynamisch auf dem Display verändern. Die Darstellungen und Interaktionen des Nutzers finden zeitgleich statt, also im Hier und Jetzt. Die Umgebung wird mit gewünschten Informationen visuell erweitert und durch eine direkte Mensch-Computer-Interaktion bedient. Dies wird als *augmented reality* bezeichnet.

Erweiterte Realität

In einer „erweiterten Realität“ (engl. augmented reality; Abk. AR) werden computergenerierte Inhalte durch bestimmte Hardwaresysteme dargestellt, die in visueller Form mittels Einblendung in die tatsächliche Wahrnehmung eingefügt werden.

Q.6

The Sunday Globe
GAMES UNVEILS THE OASIS
SINCE 2031
MORE THEN
20 MILLION
VR HEADSETS
SOLD

Abb.6

Thematisierung in den Medien

Im Spielfilm „Ready Player One“ führt die Überbevölkerung und der daraus resultierende Platzmangel in Städten zum Flucht in eine virtuelle Realität. Durch ein Hardwaresystem bestehend aus VirtualReality-Brille, Handschuhe und Bewegungssensor wird jede Handlung der Person direkt in die digitale Welt übertragen. Die dargestellte, digitale Realität bietet eine idealisierte Wirklichkeit an, in der jeder Anwender seinen Wünschen und Vorlieben nachgehen kann, um dem Alltag zu entfliehen. Durch den Avatar, einer digitalen Spielfigur des eigenen Ichs, wird die virtuelle Realität erlebt.
In der Literatur und in Filmen werden nicht-reelle Wirklichkeiten in unterschiedlicher Auffassung dargestellt. Dabei spielt die fiktionale Technik, das Hardwaresystem, mit deren Hilfe in die virtuelle Realität eingetaucht wird, eine bedeutende Rolle. Oft stellt es eine zukunftsnahe Möglichkeit dar oder gar eine Technik, die bereits in der Gegenwart vorhanden ist, um die virtuelle Umgebung interaktiv erlebbar zu machen.

Interfacedesign

GESTURE CONTROL
LIKE
PAUSE
REPEAT
MY PLAYLIST
1 Dream Of Your Time
Marc Johnson Featuring Bruno Jupiter
2 Midnight Story
Jerome Pierre
3 Phantom Blue
UNN - This Is It
4 Dance With Me
Green Lemon
5 Song Of Yesterday
Ivone Key
Tonight's The Night
20°C
20°C

Abb.7

Konzeption

In der virtuellen Fahrzeugszene des *Porsche Mission E* (*s. Anm.*) soll das Interface an der Mittelkonsole interaktiv erlebbar dargestellt werden. Eine konzeptionelle Menüführung veranschaulicht die Interaktivität zwischen physichem Modell und digitaler Umgebung des Interieur. Die einzelnen Menüpunkte des Interfaces werden durch Icons abgebildet. Das Farbschema orientiert sich dabei am bestehenden Design des *Porsche Mission E* Interfaces.

Porsche Mission E
Das Konzeptfahrzeug ist der erste, vollelektrische Sportwagen von Porsche, der erstmals 2015 auf der Frankfurter Motor Show enthüllt wurde.

Q.7

Home-Icon
Funktion-Icons
Indikator
Selektor
Navigationsbereich
Untermenü
Hauptbereich
LIKE
PAUSE
REPEAT
MY PLAYLIST
1 Dream Of Your Time
Marc Johnson Featuring Bruno Jupiter
2 Midnight Story
Jerome Pierre
3 Phantom Blue
UNN - This is it
4 Dance With Me
Green Lemon
5 Song Of Yesterday
Ivone Key
Tonight's The Night
20°C
23°C

Abb.8

Das Interface des Porsche Mission E

Während der Konzeptionsphase wurde untersucht, welche Markmale das vorhandene Interface hat. Aufgegliedert lässt sich das Interface des Konzeptfahrzeugs in drei Abschnitte (*Navigationsbereich, Untermenü, Hauptbereich*) unterteilen. In Form von Icons mit Beschreibung werden Funktionen des Untermenüs dargestellt. Im Screenshot sind es die Icons für den Musikplayer mit den Funktionen für *Pause*, *Repeat* und *Like*. Der Hauptbereich zeigt Inhalte der jeweiligen Menüpunkte an. Ein farblicher Indikator untermalt den Titel des Hauptbereiches.
Um die aktuelle Auswahl im Hauptbereich hervorzuheben zeigt ein Selektor an, welches Objekt der Nutzer gerade ausgewählt hat (*hier: aktuelles Lied*).

Abb.9

Abb.10

Abb.11

Infotainmentsystem

Das Infotainmentsystem eines Fahrzeuges ist eine komplexe Software, welche unterschiedliche Funktionen wie beispielsweise Navigation, Freisprechanlage, Unterhaltungs- und Assistenzfunktionen ausführt. In der Mittelkonsole installiert ist eine Nutzung sowohl durch den Fahrer, als auch den Beifahrer möglich. Demnach enthält ein Infotainmentsystem zusätzliche Funktionen, die über die fahrdaten-bezogenen Anzeigen eines Kombiinstrumentes hinausgehen. Dies stellt hohe Voraussetzungen an die Bedienbarkeit eines Interfaces und schließlich muss, auch während des Fahrens, die Orientierung innerhalb der Menüpunkte gewährleistet werden. Deshalb sollen zur Veranschaulichung aussagekräftige Icons verwendet werden und muss die Anordnung der einzelnen Punkte für den Nutzer schlüssig sein.
Neben der Übersichtlichkeit wird bei der Interface-Entwicklung, insbesondere für Unternehmen, auch die Corporate Identity beachtet. Farbgebung, Formsprache und Schriftart müssen das Selbstbild der Firma widerspiegeln und dabei reduziert und klar anmutend, sich auf das Wesentliche richten.

09:30 AM
TUESDAY 20|03|18
21° CELSIUS

NAVIGATION
HOME
MEDIA
BATTERY
J1
WEATHER
487 km
09 : 30 am
15°

Entwicklungsprozess

Bereits in der Konzeptionsphase ergab sich die Erkenntnis, dass ein Interface in einem Fahrzeug folgende Ansprüche erfüllen muss:

I Übersichtlichkeit
II Prägnante Texte
III Lesbarkeit
IV Corporate Identity

Um die „Nutzungsabsicht“ des Interfaces und dessen „Funktion zu beschreiben“ ist es unzureichend „nur eine geeignete äußere Form zu gestalten“. Zur Informationsübermittung soll so wenig Text wie nötig verwendet werden, um eine Überladung durch die Schrift zu minimieren. Als „wichtige Elemente des Informationsdesigns“ sollten „Icons und Symbole“ für die Hauptmenüpunkte und deren Unterpunkte entworfen werden (Stapelkamp 2007: S.378).[L.1]
Während des Entwicklungsprozess habe ich zwei unterschiedliche Ansätze eines Interfaces entworfen. Der rechte Screenshot zeigt die Gestaltung einer textbasierten Menüführung. Durch textuelle Beschreibung wird der Nutzer durch das Menü geführt. Im linken Screenshot werden Menüpunkte durch Icons repräsentiert. Die einzelnen Punkte sollen ohne Beschreibung auskommen und ausschließlich visuell durch ihre Form das Hauptmenü darstellen.

Tuesday
03. 07. 2018
11 : 16 : 10
18.5 °C
32 min to Home
via Leonberg
467 km left until battery is used up
Banana Pancakes - Jack Johnson
Adrian's phone is connected
20°C
23°C

Festlegung des Interfaces

Das finale Interface bietet drei Hauptmenüpunkte zur Auswahl. Farblich unterlegt ein Indikator den selektierten Menüpunkt. Durch die „hierarchische Verknüpfung“ entsteht eine „Baumstruktur“ der Menüführung. Eine übergeordnete „Themenbreite“ (*Navigation, Home, Entertainment*) wird horizontal anlegt, wodurch die „Thementiefe“ sich vertikal öffnet, sobald ein Hauptpunkt ausgewählt ist. Dies unterstützt die Übersichtlichkeit des Interfaces, denn detaillierte Angaben und zusätzliche Funktionen werden hier erst ersichtlich (Stapelkamp 2007: S. 187).[L.2]
Im Untermenü werden vier Möglichkeiten zur Auswahl präsentiert. Auch hier dienen Icons der Verständigung. Der Nutzer soll assoziativ die dargestellten Icons mit einer Thematik verbinden, wie beispielsweise etwa die Verknüpfung des eigenen Handys mit dem Auto durch ein Handy-Icon. Eine prägnante Beschreibung gibt Aufschluss darüber, welche Zustände momentan (wessen Handy verbunden ist; welches Lied gerade läuft) die einzelnen Untermenüs haben.

Technische Umsetzung

Schematische Abbildung des Projektaufbaus

virtuelles Modell in VRED

Webserver

Aufbau der Sitzkiste

Abb.12,13

Abb.14, 15, 16, 17

Beschreibung des Projektaufbaus

Die Aufgabe bestand darin, eine Methode zu entwickeln um das Eingabesignal eines Touchscreens in die virtuelle Fahrzeugszene von VRED zu übertragen. Für die inhaltliche Darstellung in VRED wird die HTC Vive Virtual Reality-Brille unterstützend verwendet, um die digitale Umgebung zu präsentieren. An die Sitzkiste ist der Touchscreen auf Höhe der Mittelkonsole befestigt. Der Touchscreen erwartet eine Eingabe per Fingerdruck zur Steuerung der Menüpunkte *Home, Navigation* und *Entertainment*. Das Raspberry Pi leitet jeden Eingabebefehl des Displays an den Webserver weiter. Dieser ordnet die Befehle ein und sendet daraufhin die Eingabe an die jeweilige Funktion des Interfaces. Die dynamischen Veränderungen des Interfaces sind in der virtuellen Szene zu sehen. Die Interaktion am Display an der Sitzkiste wirken sich auf das digitale Modell aus.

Bestehende Systeme

Erweiterungen

Hardware

Mock-up

Leap Motion

HTC Vive

Touchscreen

Raspberry Pi

Software

Adobe CC

Autodesk VRED

Leap Motion Plugin

Sublime Text

MQTT Broker

Google Chrome

Abb.18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

Entwicklungstools

Bei der Erarbeitung der Bachelorthesis in Kooperation mit der Porsche AG konnte auf Technologien des Unternehmens zurückgegriffen werden. Im Vorfeld wurde sichergestellt, welche Hard- und Software für die Bearbeitung der Thesis benötigt werden bzw. welche bereits zur Verfügung stehen. Von wesentlicher Bedeutung war dabei die Überlegung, das vorhandene System um die Hardwarekomponenten sinnvoll zu erweitern, welche für die Thesis von Relevanz waren. Ein Großteil der vorhandenen Systeme, wie etwa die HTC Vive oder das Mock-Up, sind feste Bestandteile der VirtualDesign-Abteilung. Somit konnte der Focus vorzeitig auf die Beschaffung der noch erforderlichen Hardware gelegt werden. Ferner war es erforderlich zu untersuchen, mit welcher Software das Vorhaben sich in der gegenbenen Zeit umsetzen ließe.

Sitzkiste (Mock-Up)
Das protypische Modell eines Fahrersitzes wurde vom Modellbau des Design Studios gebaut und ist fester Bestandteil der VirtualDesign-Abteilung in Kombination mit der HTC Vive für ein realitätsnahes Erlebnis in einer digitalen Fahrzeugszene. Das Mock-Up besteht aus einem original Porsche Sitz und einem Porsche Lenkrad. Der Aufbau ist auf einer rollbaren Bodenplatte konstruiert, damit das Setup nicht ortsgebunden ist.

HTC Vive
Die HTC Vive ist ein Head-Mounted Display, das eine Auflösung von 1080 x 1200 Pixel pro Auge bietet, während die Bildwiederholrate bei 90Hz liegt.
Die VirtualReality-Brille ermöglicht ein 360°-Grad-Raumerlebnis in der virtuellen Realität und eine freie Bewegung innerhalb des Tracking-Raumes. Durch die Infrarot-Laser-Säulen, das Lighthouse-System, wird der Tracking-Raum manuell festgelegt. Mit den Controllern werden die Eingaben des Anwenders verarbeitet.

Leap Motion
Die PC Hardware Leap Motion ist ein USB-betriebener Sensor-Controller, der Hand und Fingergestiken erkennt. Die Hand des Benutzers wird durch eine Infrarotkamera verfolgt und in Echtzeit digital rekonstruiert. Die Koordinaten jedes Fingers und der Handgelenke können so für andere Software abgegriffen werden, um eine direkte Interaktion durch die Hände zu ermöglichen.

Touchscreen

Das 7 Zoll-Display ist ein kapazitiver Touchscreen mit einer Auflösung von 1024 x 600 Pixel und wird durch eine geringe Stromversorgung über MiniUSB mit einem Raspberry Pi betrieben. Der Touchscreen bietet ein HDMI-Anschluss, wobei die Signalübertragung der Touchfunktion ebenfalls über MiniUSB erfolgt.

Raspberry Pi 3 Model: B

Das Raspberry Pi ist ein Minicomputer bzw. ein Einplatinencomputer, welcher mit eigenem Betriebssystem und wichtiger Hardware-Anschlüsse eines herkömmlichen PC ausgestattet ist. Des Weiteren erlauben Bluetooth und wireless LAN des Raspberry Pi 3 eine kabellose Konnektivität in jeder gewünschten Hardware-umgebung.

Autodesk VRED

VRED ist eine 3D-Visualisierungssoftware zum Aufbereiten, Texturieren, Animieren und Betrachten eines CAD-Modells. In Echtzeit können Materialien, Ausleuchtung oder Umgebung geändert werden, um das 3D-Modell wirkungsvoll darzustellen. Ein Kernaspekt von VRED ist zudem die Möglichkeit, die aufbereitete Szenerie vorberechnen, also rendern, zu lassen. Dies erhöht den Realismusgrad der generierten Bilder und bietet den Designern die Chance das jeweilige Modell fotorealistisch zu begutachten.

Google Chrome

In unterschiedlichen Webbrowsern, jedoch speziell mit Google Chrome, konnte das programmierte Interface kompiliert werden. Die Fehleranalyse, das Styling und Layouten ließen sich trivial testen. So konnte das Programmierte sofort beurteilt werden.

Adobe Creative Cloud

Für die 2D-grafische Gestaltung wurde auf die gängigen Softwareprodukte der Adobe Creative Cloud zurückgegriffen. Grafiken für das Interface wurden in Illustrator entworfen und die Konzepte in Photoshop veranschaulicht. Die Gestaltung der vorliegenden Bachelorarbeit wurde in Indesign umgesetzt.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport)
Die Kommunikation zwischen Eingabesignal auf dem Touchscreen und Ausführung in der virtuellen Szene läuft über ein offenes Nachrichtenprotokoll für M2M-Kommunikation. Über ein MQTT-Webserver bzw. einen MQTT-Broker werden die vordefinierten Funktionen eines Signalsenders (Publisher) an den Signalempfänger (Client) gesendet. Der Client ordnet das erhaltene Signal ein und sendet den Befehl für die weitere Verarbeitung weiter.

Sublime Text
Die Programmierung des Interfaces fand in Sublime Text statt. In dem Texteditor lassen sich mehrere Dateien in Tabs öffnen, dies vereinfachte das Editieren unterschiedlicher Quellcodedateien. Durch eine Übersicht-Ansicht kann agil durch die Datei navigiert werden, wodurch sich das Bearbeiten von großen Codeseiten vereinfacht.

index_html | main_03_demo_alternative.js | style_03_demo.css

```javascript
function startmain(whichpage){

    switch(whichpage) {

        case "home":
        deleteListElement();
        deleteAudioElements()
        createMenuIconSelection("img", "img_homebut_selection", "images/interface_home_button_selection.png", "HOMEBUTTONSELECTION")
        menuPoint("home");

        break;

        case "entertainment":
        playhead.style.width = 40 + "px";
        timetrackerskin.style.width = 800 + "px";
        deleteListElement();
        createMenuIconSelection("img", "img_entertainbut_selection", "images/interface_entertainment_button_selection.png", "ENTERTAINBUTTONSELECTION")
        createAudioIcon("img", "img_play_button", "play", "images/interface_button_play.png", "PLAYBUTTON")
        createAudioIcon("img", "img_forward_button", "forward", "images/interface_button_forward.png", "FORWARDBUTTON")
        createAudioIcon("img", "img_backward_button", "backward", "images/interface_button_backward.png", "BACKWARDBUTTON")
        menuPoint("entertainment");

        break;

        case "navi":
        deleteListElement();
        deleteAudioElements()
        createMenuIconSelection("img", "img_navibut_selection", "images/interface_navi_button_selection.png", "NAVIBUTTONSELECTION")
        menuPoint("navi");
```

Programmierung des Interfaces

Das Interface ist eine dynamische, webbasierte Internetseite, welches mit den gängigen Internetbrowsern ausgeführt werden kann. Es ist in *HTML* (*s. Anm.*) geschrieben, die Steuerungslogik des Interfaces konnte mit Javascript umgesetzt werden. Für die visuelle Gestaltung wurde ein separates *CSS-Dokument* Q.8 angelegt. Je komplexer und umfangreicher ein Programm mit der Zeit jedoch wird, desto unübersichtlicher kann es werden. Daher ist es unabdinglich Projekte so aufzubauen, dass man die Datenstruktur, Logik und Gestaltung in unterschiedlichen Dokumente auslagert. Alle drei Dateien sind voneinander abhängig und werden in der Programmstruktur miteinander verknüpft.

Der Kern des Interfaces ist eine javascript-basierte *‚switch-case'* Q.9-Anweisung. Jedem Menüpunkt (*Home, Entertainment, Navigation*) des Interfaces wird ein *‚case'*, also ein Fall, zu gewiesen. Je nachdem, welcher Fall eintrifft bzw. Menüpunkt gerade ausgewählt wurde, führt die *‚switch-case'*-Fallunterscheidung die dazugehörigen Funktionen des Menüs aus.

Dadurch ist das Menü flexibel programmiert und ermöglicht ein Erweitern zusätzlicher Menüpunkte. Außerdem wird am Anfang des Dokuments sofort ersichtlich, welche Menüpunkte im Programm existieren und welche Funktionen aufgerufen werden.

HTML

Die Datenstruktur eines webbrowser-basierten Dokuments wird in HTML (Hypertext Markup Language) angelegt. Grafiken, Texte und andere Inhalte werden dort abgelegt und können über die Programmiersprache Javascript aufgerufen und gesteuert werden.

Q.10

Weiterleitung des Signals
Kommunikation zwischen Client und Publisher
publish #touch
MQTT
publish #touch
Webserver
Client
virtual environment
VRED
Touchscreen
subscribe #touch
Raspberry Pi
Publisher

Signalübertragung in die virtuelle Realität

Der Touchscreen ist über MiniUSB am Raspberry Pi verwunden. Das Eingabesignal des Displays wird, je nach Aufbau des Raspberry Pi, entweder über eine Wlan oder LAN-Verbindung an den Webserver gesendet. Der MQTT-Broker evaluiert das erhaltene Signal und gibt den Befehl an die virtuelle Szene weiter. In der virtuellen Szene, welches das Interface in einer digitalen Fahrzeugumgebung darstellt, wird die Eingabe, zum Beispiel ein Klicken auf ein Menü-Icon, verarbeitet.
Ein Feature von Autodesk VRED ist die Einbindung einer HTML-Seite.
Dadurch können Interfaces, die in HTML geschrieben wurden, in die virtuelle Szenerie eingebunden werden. Diese Funktion stellt einen wichtigen Prozess in der Vorentwicklung dar, denn dadurch lassen sich Interaktionen und Bedienkonzepte eines Infotainmentsystem digital im Fahrzeug testen.

Der Kommunikationskreislauf zwischen Raspberry Pi und MQTT-Broker kann als eigenständige Einheit betrachtet werden. Unabhängig an welche Umgebung der Webserver die Eingaben weiterleitet, ist die bestehende Kommunikation zwischen Client (Signalempfänger) und Publisher (Signalsender) ein geschlossenes System.[Q.11]

HTC

GESTURE CONTROL
Wednesday 09.04.2018
16:18:37
53.0°C
20°C
23°C

Prozessdokumentation

Während der technischen Umsetzung wurden die einzelnen Elemente des Projektes unabhängig voneinander bearbeitet. Die Programmierung des Interfaces zog sich über die gesamte Bearbeitungszeit hindurch, da kleine Veränderungen und Verfeinerungen nötig waren.
Nachdem das Eingabesignal über den Raspberry Pi an dem Webserver und danach in die virtuelle Szene weitergeleitet werden konnte, war ein wesentlicher Teil des Projektes vollendet. Somit war sichergestellt, dass die angewandte Methodik mit der Hard- und Softwareumgebung funktionsfähig war.

Schlussbetrachtung

Ergebnis

Die Virtuelle Realität hat sich als unverzichtbarer Bestandteil der Automobilentwicklung etabliert. Sie ermöglicht eine Validierung der Designstudien im 1:1 Maßstab und stellt eine kostengünstige Möglichkeit dar, Modelle bereits in der Konzeptphase realitätsnah zu betrachten und auszuwerten. Die bisherige Einbindung der Abteilungen Clay Modelling und Modellbau zu diesem frühen Zeitpunkt wird vorgegriffen, was zu einem Zeit- und Kostenersparnis bezüglich Material und Personal führen kann. Darüber hinaus entfällt die Standortgebundenheit des Hardwaresystems, wodurch dieses in jeder Räumlichkeit für Präsentationen in VR aufgebaut werden kann. Außerdem kann durch zusätzliche Erweiterungen der Hardware die Immersion erhöht werden, um eine digitale Umgebung möglichst plausibel zu gestalten.
Die Virtual Design-Abteilung bei Porsche deckt mit der Visualisierung der Fahrzeugmodelle einen wichtigen Teil der frühen Vorentwicklung ab. Zielsetzung der vorliegenden Bachelorarbeit war es, ein konzeptionelles Interface zu entwerfen, welches der Nutzer in einer virtuellen Realität interaktiv bedienen kann. Im Rahmen der Umsetzung wurde mittels Verwendung eines Webservers zur Signalübertragung von User-Inputs eine für die Abteilung neue Methode erprobt.

Durch die ergänzende Implementierung eines User-Interfaces im digitalen Fahrzeugmodell in VRED wird dem Anwender nun eine Interaktion zwischen dem physischen Modell und der virtuellen Szene ermöglicht. Der Einsatz von Hardwarekomponenten, wie dem Touchscreen am Mock-Up, stellt dank der Signalübertragung eine bedeutende Erweiterung für das Erleben des Automodells in der Virtuellen Realität dar. Denn mit der HTC Vive lassen sich nun Interfacekonzepte im frühen Stadium nicht nur begutachten, auch deren Bedienbarkeit kann ausprobiert werden.

Fazit

Die Verwendung einer Virtual Reality-Brille zur Begutachtung von User-Interfaces im Fahrzeug bringt dennoch Nachteile mit sich. Die verwendetet HTC Vive ist technisch nicht soweit ausgereift, dass Schriften und Texte flimmerfrei darstellt werden können, wodurch ab einer gewissen Distanz die Schrift deutlich unleserlich wird.
Um eine VR-Umgebung mit dem nötigen Hardwaresystem darzustellen, bedarf es leistungsstarke Rechner, deren Anschaffung und Instandhaltung ein zusätzlicher Kostenfaktor für die Abteilung sein kann.
Nicht zuletzt muss der Datenschutz zu jedem Zeitpunkt ausnahmslos gewährleistet sein. Bei der Signalübertragung der Eingabe und der damit verbundenen Weiterleitung der Funktion an VRED wurde ein Opensource MQTT-Broker verwendet. Da die Signale hier unverschlüsselt gesendet werden, sind sie für die Entwickler des Webservers zugänglich. Es gibt daher keine Kontrolle darüber, ob und wie der Datenaustausch des Projektes von Dritten verwertet wird.

Bezüglich der visuellen Qualität besteht eine Abhängigkeit von den Weiterentwicklungen der HTC Vive Hardwaresysteme durch den Hersteller. Werden technische Defizite, wie etwa die Auflösung des Displays, verbessert, könnte die visuelle Qualität in der Virtuellen Realität gesteigert werden.
Abteilingsintern oder in Zusammenarbeit mit der HMI-Abteilung könnte ein MQTT-Webserver entwickelt werden, um das Problem der Datensicherheit während der Signalübertragung zu lösen. Ein eigenes Kommunikationsnetzwerk der verschiedenen Hardwarekomponenten würde volle Kontrolle über Datenaustausch und Datenfluss bieten.
Bezüglich der Kosten stellt sich die Frage, ob der Mehrwert der angewandten Methode für die Abteilung von solcher Relevanz ist, dass in die Anschaffung und Wartung der dafür erforderlichen, technischen Geräte investiert wird.

Ausblick

Die entwickelte Methodik zur Signalübertragung eines Eingabegerätes in eine virtuellen Umgebung kann einen Grundstein für zukünftige Projekte in der Virtual Design – Abteilung legen. Zu den bisherigen Möglichkeiten bei der Verwendung von VR kommt hinzu, dass neben der Betrachtung nun auch eine zeitnahe Auswertung der Bedienbarkeit realisiert werden kann. Dadurch können während dieser Phase des Entwicklungsprozesses und ohne den Einbezug anderer Abteilungen bereits Entscheidungen getroffen werden. Anpassungen können innerhalb der Abteilung zeitnah umgesetzt werden.
Da die Kommunikation zwischen Eingabegerät und Webserver als einheitliches System konzipiert ist, lässt sich der Datenaustausch mit einer beliebigen Anzahl an Eingabesysteme, wie weitere Displays, Steuerungsknöpfe oder Regler, erweitern. Solche zusätzliche Ausbauten am bestehenden Mock-Up sind daher von besonderer Wichtigkeit, schließlich kann dadurch das Interieur eines Auto mit seiner Vielzahl unterschiedlicher Bedien- und Steuerungselemente realisiert werden.

Die virtuelle Realität hat sich in kürzester Zeit zum technologischen Standard manifestiert und ich sehe deren rasante Entwicklung als wegweisend für die Zukunft unserer heutigen Gesellschaft. Wie in der Abteilung Virtual Design bei Porsche zu beobachten ist, wird die VR-Technologie in der Automobilentwicklung bereits bei einem großen Teil der Arbeitsprozesse eingesetzt.

Quellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abb.1 HS Augsburg Bau W
https://www.hs-augsburg.de/Wirtschaft.html

Abb.2 Porsche EZW
https://www.porsche.com/germany/sportandevents/motorsport/generalinformation/weissach/

Abb.3 Porsche Mission E Interior
https://files.porsche.com/microsite/mission-e/assets/images/content/conclusion/gallery/08-1920-1200.jpg

Abb.4 Plugged into the Matrix
https://bittenbythefantasybug.wordpress.com/2015/01/12/byte-me/

Abb.5 Minority Report Gesture-based Control
https://www.insider.co.uk/news/minority-report-tom-cruise-tv-11268147

Abb.6 Ready Player One Promotion
http://www.spiegel.de/netzwelt/web/ready-player-one-von-steven-spielberg-im-kino-rueckfall-in-die-achtziger-a-1198985.html

Abb.7 Porsche Mission E Dashboard
https://presse.porsche.de/prod/presse_pag/PressResources.nsf/WebResources?OpenView&level1id=1&level3ids=4320-205&FormTab=2&hl=modelle-missione-concept&level1tab=1&formtab=2

Abb.8 Porsche Mission E User-Interface generiert aus VRED

Abb.9 Tesla Model S Interior
https://www.tesla.com/de_DE/models

Abbildungsverzeichnis

Abb.10 Volvo CX60 Interior
https://www.volvocars.com/intl/cars/new-models/xc60

Abb.11 Audi Infotainmentsystem
https://www.audi.de/de/brand/de/kundenbereich/weitere-informationen/infotainment-und-kommunikation/audi-music-interface.html

Abb.12 Icon Stiring Wheel
https://www.kisspng.com/png-car-steering-wheel-computer-icons-auto-rickshaw-693328/

Abb.13 Icon HTML
https://www.freepik.com/free-icon/html-file-with-code-symbol_742687.htm

Abb.14 Icon HTC Vive
https://www.shutterstock.com/search/htc+vive?image_type=illustration

Abb.15 Icon Leap Motion
http://ignitetron.com/leap-motion/

Abb.16 Icon Touch Screen
https://www.kisspng.com/png-gps-navigation-systems-touchscreen-computer-icons-817884/

Abb.17 Icon Car Seat
http://chittagongit.com/icon/seat-icon-8.html

Abb.18 Icon Raspberry Pi
https://icons8.de/icon/62301/raspberry-pi

Abbildungsverzeichnis

Abb.19 Adobe CC- Icon erstellt aus dem offiziellen Logo
https://www.adobe.com/de/creativecloud.html

Abb.20 VRED- Icon erstellt aus dem offiziellen Logo
https://www.autodesk.de/products/vred/overview

Abb.21 Leap Motion- Icon erstellt aus dem offiziellen Logo
https://www.leapmotion.com/

Abb.22 Sublime Text- Icon erstellt aus dem offiziellen Logo
https://www.sublimetext.com/

Abb.23 Icon MQTT
https://mqtt-dashboard.de.aptoide.com/

Abb.24 Google Chrome- Icon erstellt aus dem offiziellen Logo
https://www.google.de/chrome/index.html

Quellenverweise

Q.1 virtual reality- definition
https://en.oxforddictionaries.com/definition/virtual_reality

Q.2 Immersion
http://filmlexikon.uni-kiel.de/index.php?action=lexikon&tag=det&id=942

Q.3 „The Matrix“ (Warner Bros. Pictures, 1999)
https://www.imdb.com/title/tt0133093/

Q.4 „Minority Report“ (20th Century Fox, 2002)
https://www.imdb.com/title/tt0181689/

Q.5 „Ready Player One“ (Warner Bros. Pictures, 2018)
https://www.imdb.com/title/tt1677720/

Q.6 Augmented Reality
http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA606245

Q.7 Porsche Mission E
https://www.porsche.com/germany/aboutporsche/christophorusmagazine/archive/374/articleoverview/article01/

Q.8 CSS Document
https://www.w3schools.com/html/html_css.asp

Q.9 Javascript Switch-Case
https://developer.mozilla.org/de/docs/Web/JavaScript/Reference/Statements/switch

Quellenverweise

Q.10 HTML- Tutorial
https://wiki.selfhtml.org/wiki/HTML/Tutorials/Einstieg

Q.11 Funktiosweise eines MQTT-Servers
https://inductiveautomation.com/what-is-mqtt

Literaturangaben

L.1 Visualisierung von Form und System
Stapelkamp, T.(2007). *Screen- und Interfacedesign.* Gestaltung und Usability für Hard- und Software.Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.

L.2 Orientierung gestalten, planen und strukturieren
Stapelkamp, T.(2007). *Screen- und Interfacedesign.* Gestaltung und Usability für Hard- und Software.Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.