

P R O J E K T A R B E I T

zum Thema:

Entwicklung eines Server-Client Systems zur Darstellung
PDF-basierter Präsentationen

von

René Beckmann
Sascha Brexeler
Diana Castano
Tim Hebbeler
Jens Helge Micke

Betreuender Dozent

Dr. Wolfgang Theimer

Beginn:

13.04.2016

Abgabe:

20.07.2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Projekt und Organisation	2
2.1	Das Projekt	2
2.1.1	Anwendungsfälle	2
2.2	Die Organisation	4
3	Hardware	7
4	Latex Beispiel	8
4.1	Unter einem Chapter kommt eine Section	8
4.1.1	Unter einer Section eine Subsection	8
5	Client	10
5.1	Grafische Benutzeroberfläche (GUI)	10
5.2	Kommunikation	15
5.3	Software	15
5.4	Navigation	15
5.4.1	Beschleunigungssensor	15
5.5	Features	17

5.6	Erweiterungspotential	17
6	PDF Renderer	19
7	Gestensteuerung	21
7.1	Auslesen von Videoframes aus einer Kamera	21
7.1.1	Verbesserungen	22
7.2	Handerkennungsalgorithmus	22
7.3	Entwicklung des Algorithmus	25
7.4	Verbesserungen	25
8	server	26
8.1	Zweck und Aufgaben des Servers	26
8.2	Das Konzept	26
8.2.1	Kommunikationsprotokoll	27
8.3	Mögliche Verbesserungen	28
9	Zusammenfassung und Ausblick	29
	Literaturverzeichnis	30

Abbildungsverzeichnis

2.1	Anwendungsfälle	5
4.1	Ladeschlusserkennungen, Harding Battery Handbook[1]	9
5.1	v.l.n.r.: Startbildschirm, Über die App, Hilfemenü	10
5.2	Menü	11
5.3	v.l.n.r.: Rollenwahl, Voreinstellungen des Sprecher vor und nach Registrierung .	11
5.4	File-Dialog	12
5.5	v.l.n.r.: Voreinstellungen des Zuhörers, PdfAnsicht und Drawer	13
5.6	Symbolleiste	14
5.7	v.l.n.r.: Gestensteuerung, Kippsteuerung und Klatschsteuerung	14
6.1	Struktur und Aufbau des PDF-Renderer	20
7.1	Differenzberechnung zwischen aktuellem und vorherigen Grauwertbild	23
7.2	Berechnung des Histogramms über die Spalten eines Differenzbildes	23
7.3	Histogramme der Differenzbilder mit Schwerpunkt	24

Kapitel 1

Einleitung¹

Im Rahmen der Veranstaltung „Embedded-Multimedia“ der Ruhr-Universität Bochum galt es ein Projekt mit dem Schwerpunkt „eingebettete Multimediasysteme“ zu realisieren. Hierzu wurde jeder Projektgruppe ein „Raspberry Pi 3“ als Entwicklungsplattform ausgehändigt und nötige Kenntnisse zur Entwicklung eingebetteter Systeme und der QT-Entwicklungsumgebung vermittelt. Ziel dieses Berichtes ist die Dokumentation der Projektarbeit der Gruppe 5, bestehend aus René Beckmann, Sascha Brexeler, Diana Castano, Tim Hebbeler und Jens Helge Micke. Als Projekt wurde die Entwicklung eines Server-Client Systems zur Darstellung PDF-basierter Präsentationen gewählt. Der ausgehändigte „Raspberry Pi 3“ dient hierbei als Server, privat vorhandene Endgeräte mit den Betriebssystemen Android, Gnu/Linux und Windows als Klienten. In den folgenden Kapiteln werden die Organisation der Gruppe, die Definition der Anwendungsfälle und deren Umsetzung sowie dabei entstehende Probleme und deren Lösungen besprochen.

¹Jens Helge Micke

Kapitel 2

Projekt und Organisation¹

Inhalt dieses Kapitels ist die Vorstellung des Projektes und die Organisation der Gruppe 5.

2.1 Das Projekt

Die Entwicklung eines Server-Client Systems zur Darstellung PDF-basierter Präsentationen kristallisierte sich nach der Abwägung anderer Projektmöglichkeiten² heraus. Auch, dass der ausgehändigte „Raspberry Pi 3“ als Server und, in Verbindung mit einer HDMI-fähigen Anzeige, als Primäranzeige dienen soll ergab sich als natürliche Rahmenbedingung.

2.1.1 Anwendungsfälle

Bevor es an die Verteilung von Aufgaben innerhalb des Projektes ging wurden die entsprechenden Anwendungsfälle erarbeitet. Während der Realisierung wurden diese an die derzeitige Situation angepasst und nötigenfalls Erweitert.

¹Jens Helge Micke

²Besprochene Alternativen: Ein kooperatives Jump 'n Run Spiel, Medienserver

1.0	Präsentere Mehrere Personen wollen eine Präsentation halten
1.1	Präsentereinwahl Präsentere wählt sich in das System ein
1.2 VORRAUSSETZUNG	PräsentationHochladen Präsentere lädt Präsentation hoch 1.1 Präsentereinwahl
1.3 VORRAUSSETZUNG	PräsentationAnzeigen Die Präsentation wird angezeigt 1.2 PräsentationHochladen
1.4 BEFEHLE VORRAUSSETZUNG BESCHRÄNKUNG BESCHRÄNKT	Navigation Präsentere navigiert Präsentation vor, zurück 1.3 PräsentationAnzeigen Anfang/Ende der Präsentation 2.2 PräsentationAnzeigen
1.4.1 BEFEHLE	NavigationSchaltflächen Benutzeroberfläche stellt NavigationSchaltflächen bereit wie 1.3
1.4.2 BEFEHLE BESCHRÄNKUNG	NavigationBeschleunigungssensor Navigation durch Kippbewegungen zurück, vor Orientierung des Geräts
1.4.3 BEFEHLE	NavigationMikrofon Navigation durch Klopfzeichen 1x Klopfen = vor 2x Klopfen = zurück
1.4.5 BEFEHLE	NavigationKamera Kamera erkennt Gesten zur Navigation Bewegung nach links = zurück Bewegung nach rechts = vor
1.5	Menue Navigationsmöglichkeiten 1.4.x x>1 an/abschalten Die Präsentation kann beendet werden. Eine neue Präsentation kann gestartet werden.

2.0	Publikum Mehrere Personen wollen eine Präsentation verfolgen
2.1	PublikumEinwahl Publikumsperson wählt sich in das System ein
2.2 VORRAUSSETZUNG	PräsentationAnzeigen Die Präsentation wird angezeigt 1.3 PräsentationHochladen 2.1 PublikumEinwahl
2.3 VORRAUSSETZUNG	PräsentationSpeichern Die Präsentation wird gespeichert 1.3 PräsentationHochladen 2.1 PublikumEinwahl
2.4 VORRAUSSETZUNG	Verlassen Die Publikumsperson verlässt die Präsentation 2.1 PublikumEinwahl
2.5	Menue Ein Menue erlaubt die Anwendungsfälle 2.1 - 2.4
3.0	DienstAnforderungen
3.1	Benutzer/Rechteverwaltung Mehrere Präseneter Mehrere passwörgeschützte Publikumspersonen
3.2	Datenverwaltung Sortierung und Verwaltung von Präsentationen
3.3	Klientenschnittstelle Muss derzeitige Seite der Präsentation verteilen.
3.4	Klientenverteilung Muss aktuellste Version des Klienten verteilen

2.2 Die Organisation

Aus den Anwendungsfällen in Kapitel 2.1.1 Seite 2 ff. bzw. Bild 2.1 Seite 5 ließen sich erste Hauptverantwortlichkeiten der Gruppenmitglieder ableiten und verteilen.

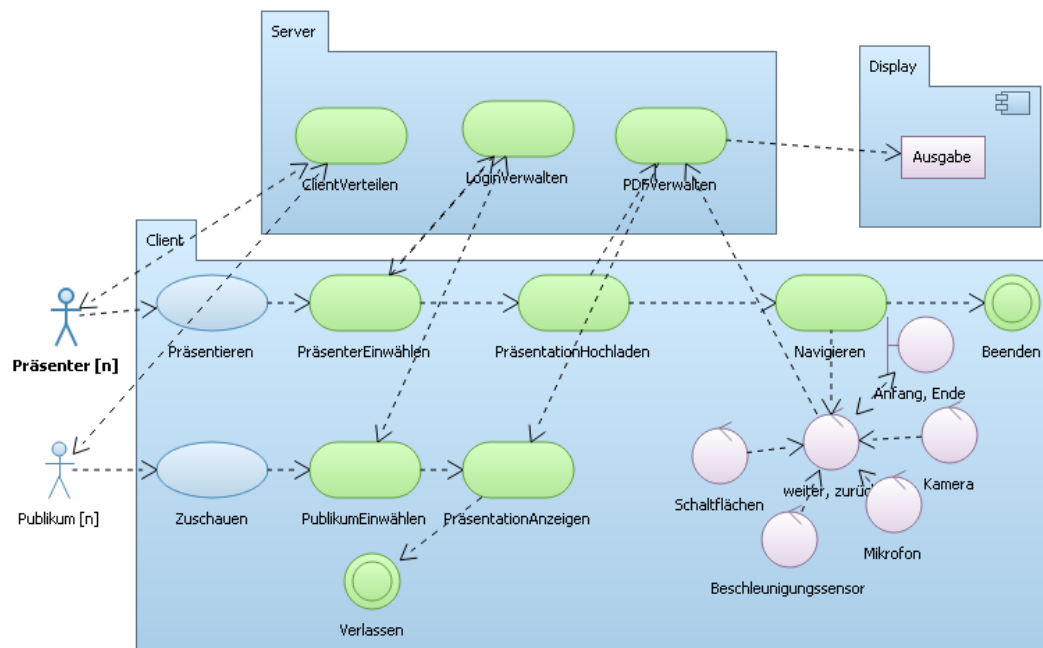


Abbildung 2.1: Anwendungsfälle

Server	Entwicklung des Servers
Klient	Benutzeroberfläche und Serveranbindung
Navigation	Navigationsmöglichkeiten Berührungsschaltflächen, Kamera, Beschleunigungssensor, Mikrofon
Raspberry Pi	Integration auf der Hardware Klientenverteilung
Dokumentation	Projektdokumentation
PDF-Renderer	Bereitstellen des PDF-Renderers
René Beckmann	Server Klient Serveranbindung
Sascha Brexeler	Klient Benutzeroberfläche Navigation Berührungsschaltflächen
Diana Castano	Navigation Mikrofon
Tim Hebbeler	PDF-Renderer Navigation Kamera
Jens Helge Micke	Raspberry Pi Navigation Beschleunigungssensor Dokumentation

GitHub.com³ wurde als Versionsverwaltungsplattform genutzt.

Absprachen geschahen über regelmäßige Treffen und Gruppenchat.

Die zu bearbeitenden Projektteile wurden in kleinen Modulen entwickelt, getestet und nachein-

³<https://github.com/BeckmaR/EmbeddedMultimediaSS2016>

ander zusammengefügt.

Zu diesem Zweck traf sich die Gruppe zusätzlich zur Heimarbeit zu mehreren Test- und Programmierwochenenden bei denen die Gruppenmitglieder sich gegenseitig halfen und die bearbeiteten Problemlösungen testeten.

Kapitel 3

Hardware¹

Dieses Kapitel behandelt die Eingesetzte Hardware und deren Konfiguration.

¹Jens Helge Mücke

Kapitel 4

Latex Beispiel

Über das `chapter` Steuerzeichen werden Überschriften generiert.

Über das `label` Steuerzeichen können Referenzmarken geschaffen werden die über (siehe Kap. 4 S. 8) referenziert werden können. Dazu muss jedoch das Dokument zwei Mal berechnet werden.

4.1 Unter einem Chapter kommt eine Section

Eine Section wird numeriert und taucht im Inhaltsverzeichnis auf.

4.1.1 Unter einer Section eine Subsection

Eine SubSection wird numeriert und taucht im Inhaltsverzeichnis auf.

4.1.1.1 Unter einer Subsection eine SubSubSection

Eine SubSubSection wird numeriert und taucht in diesem Falle nicht im Inhaltsverzeichnis auf.

Ein Paragraph

Ein Paragraph erhält keine Nummerierung, dafür eine fette Überschrift und wird nicht im Inhaltsverzeichnis aufgezählt.

Fußnote¹ mit grenzeinhaltender Mathematik. Einfache Elemente kann man auch so: V_{high} einbinden. oder als numerierte Equation

$$|A| = \sqrt{\frac{(1 - \omega^2 R_1 C_1 R_2 C_2)^2 + (\omega(R_1 C_1 + R_2 C_2))^2}{((1 - \omega^2 R_1 C_1 R_2 C_2)^2 + (\omega(R_1 C_1 + R_2 C_2))^2)^2}} \quad (4.1)$$

Zitiere Eric C. Darcy[2] aus der Bibliothek.

¹Innenwiderstand $20m\Omega \rightarrow \frac{1.35V - 0.85V}{20m\Omega} = 25A$ Ladestrom

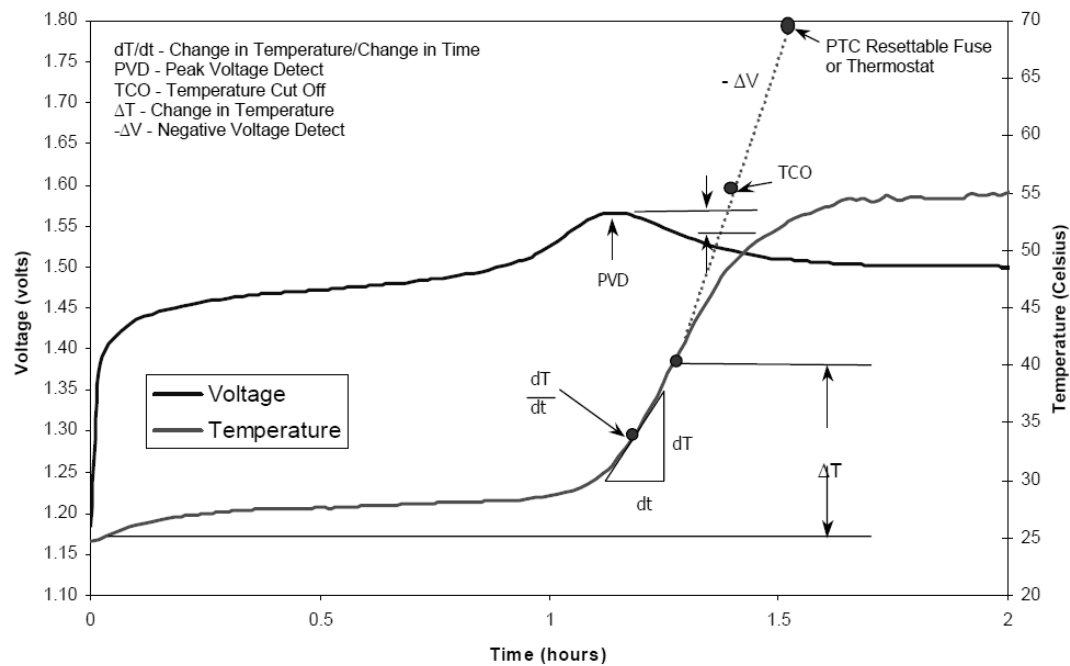


Abbildung 4.1: Ladeschlusserkennungen, Harding Battery Handbook[1]

So kann Code eingefügt werden.

Listing 4.1: Kommentierter Start der PWM

```

/*! \brief Starts the PWM
 *
 * To make sure that the PWM behaves correctly after a Compare Bit Change the PWM is started and reset with a software trigger
 */
static void vStartPwm( void )
{
    tc_start( &AVR32_TC0, PWM_CHANNEL );
    tc_software_trigger( &AVR32_TC0, PWM_CHANNEL );
}

```

Kapitel 5

Client

5.1 Grafische Benutzeroberfläche (GUI)

Die Gestaltung dieser GUI bezweckt eine leicht verständliche intuitiv bedienbare Oberfläche mit zielführender Benutzerführung und Hilfestellungen. Die GUI ist für Geräte mit Android als Betriebssystem entwickelt, aber theoretisch nach dem kompilieren mit eventuell erforderlichen kleinen Anpassung auch auf andere Plattformen/Geräten ähnlich abgebildet und verwendbar. Erfolgreich getestet ist die App allerdings derzeit nur für Android (4.3 + 4.4) und Windows.

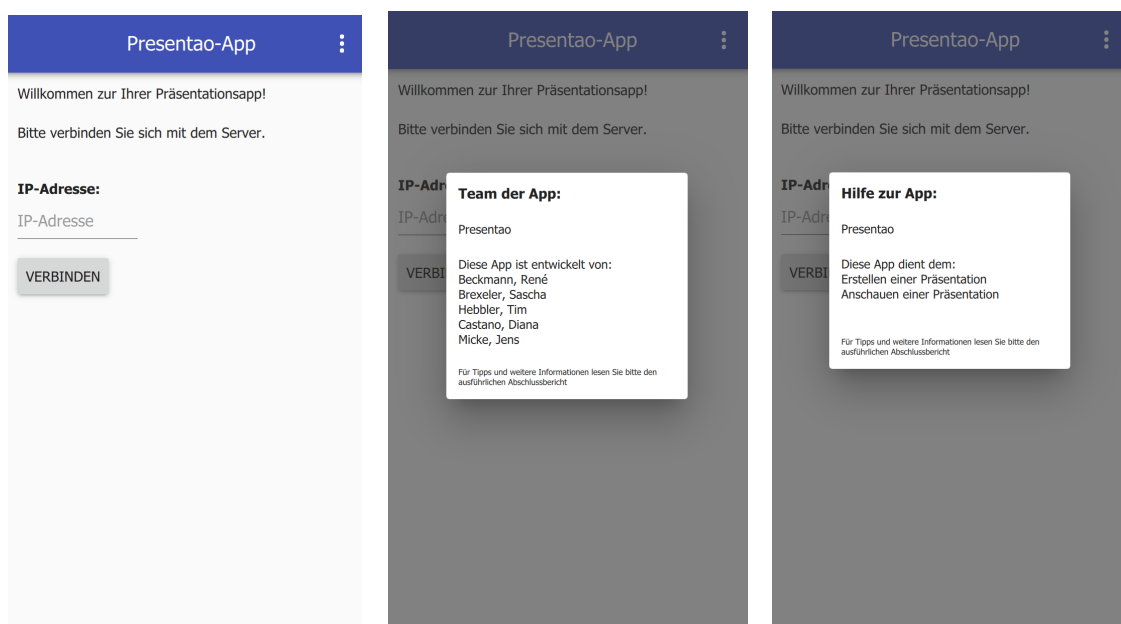


Abbildung 5.1: v.l.n.r.: Startbildschirm, Über die App, Hilfenmenü

Start der App

Von dem Startbildschirm aus besteht die Möglichkeit ein Menü (siehe Abbildung 5.2) durch klicken auf den aus drei Punkten bestehenden Menü-Button (siehe Abbildung 5.1) aufzurufen. In diesem lassen sich zwei Pop-Ups zur Hilfe und zum Team aufrufen (siehe Abbildung 5.1).

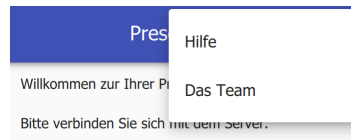


Abbildung 5.2: Menü

Verbindungsaufbau

Des Weiteren kann der Benutzer nach Eingabe einer der gültigen IP-Adresse eine Verbindung zum Server als Zuhörer aufbauen. Die Eingabe der IP-Adresse erfolgt, wie in der üblichen Notation, mit Punkttrennung und eine Portangabe ist nicht nötig, da diese in Client und Server fest einprogrammiert ist.

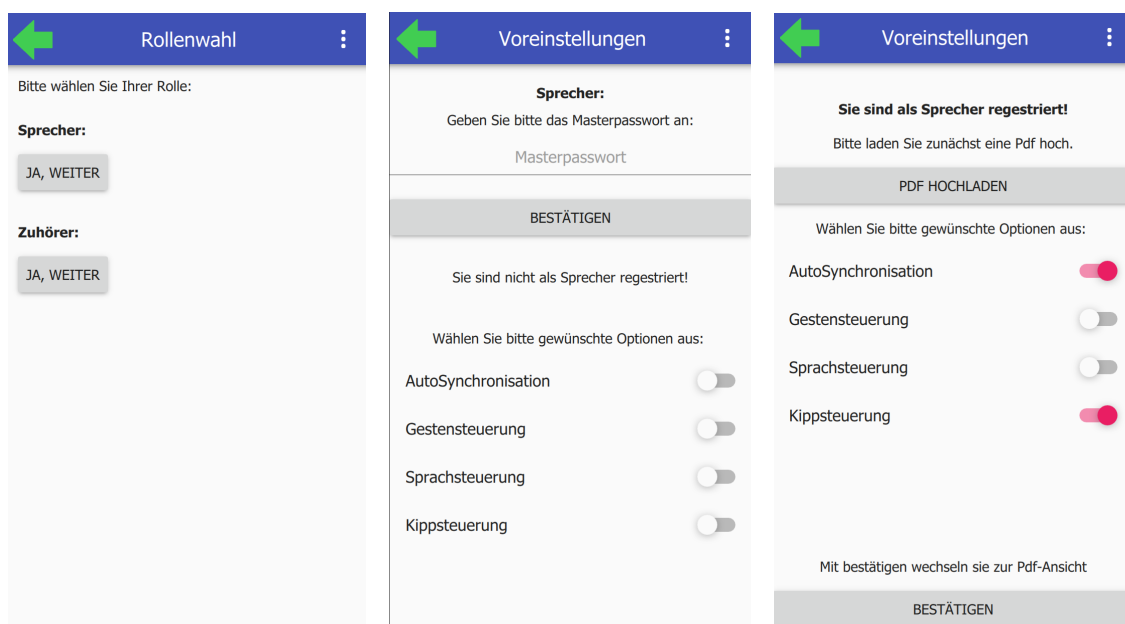


Abbildung 5.3: v.l.n.r.: Rollenwahl, Voreinstellungen des Sprecher vor und nach Registrierung

Auswählen der eigenen Rolle

Nach erfolgreichen Verbindungsaufbau wechselt die Ansicht in zur Rollenauswahl. Ein Label zeigt diese Position mittig der oberen Leiste (Toolbar) an (siehe Abbildung 5.3). In dieser Toolbar befindet sich nun zusätzlich ein grüner Pfeil nach links, um zur vorherigen Ansicht zu wechseln. Die Rollenwahl ist wiederholbar und somit korrigierbar, aber unumgänglich implementiert, da weitere Einstellung und Möglichkeiten auf dieser Entscheidung aufbauen.

Voreinstellungen als Sprecher

Der Sprecher muss sich zunächst als solcher bei dem Server registrieren. Dazu ist eine Passwortabfrage eingerichtet. Das sog. Masterpasswort ist "mpw12345". Wenn die Eingabe fehlerhaft erfolgte, erscheint zusätzlich unter dem Textfeld zur Passwordeingabe (siehe Abbildung 5.3) in Dickschrift der Hinweis: "Bitte überprüfen Sie Ihre Passwordeingabe". Sobald die Eingabe richtig und bestätigt ist, kann der Benutzer eine Pdf-hochgeladen. Dazu muss der Nutzer eine Pdf-Datei über den File-Dialog (siehe Abbildung 5.4) suchen und auswählen. Eine Erfolgreiche Auswahl sendet die Datei an den Server, der diese direkt an über den Projektor auf Seite 0 ausgibt. Bevor der Sprecher mit Bestätigen zur Pdf-Ansicht wechselt, sieht dieser noch eine Liste (ListView) mit einige Optionen aus denen er gewünschte über Schiebeschalter (SwitchDelegates) auswählen kann. Mit dem grünen Pfeil wechselt die Ansicht diesmal zurück zur Rollenwahl.

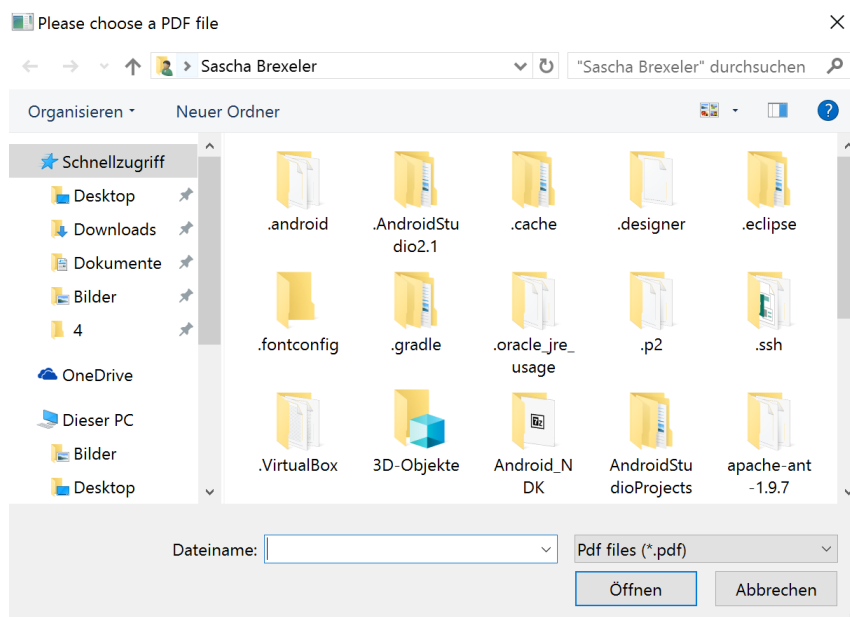


Abbildung 5.4: File-Dialog

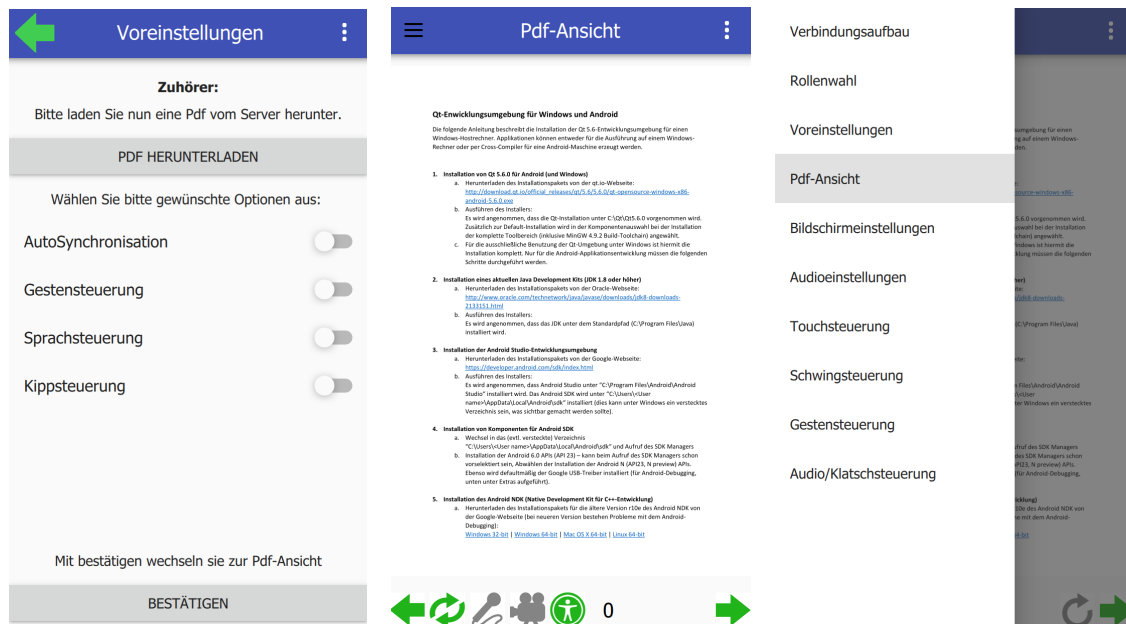


Abbildung 5.5: v.l.n.r.: Voreinstellungen des Zuhörers, PdfAnsicht und Drawer

Voreinstellungen als Zuhörer

Als Zuhörer sind die Voreinstellungen ähnlich, jedoch entfällt die Passworteingabe und Herunterladen einer Pdf-Datei ersetzt den Vorgang des Hochladens (siehe Abbildung 5.5). Hierbei erfolgt (ohne eine Auswahlmöglichkeit) das Herunterladen der zuletzt auf dem Server geladenen Datei.

Pdf-Ansicht

Bestätigen der Voreinstellungen des Sprechers oder Zuhörers bedingt einen Kontextwechsel zur Pdf-Ansicht (siehe Abbildung 5.5).

Drawer

Ab der Pdf-Ansicht ist der grüne Pfeil oben links durch einen weiteren aus drei waagerechten Strichen bestehenden Menü-Button ersetzt. Dieser Button öffnet eine vertikale Leiste (Drawer) am linken Bildschirmrand, welche ein ListView beinhaltet, dass schnelle Navigation zu allen bisherigen Ansichten und Weiteren ermöglicht (siehe Abbildung 5.5). Durch Wischen am vom linken Bildschirmrand nach rechts lässt sich dieser ebenfalls einblenden. Die Navigation über das ListView im Drawer ist nur möglich solange man nicht zu vorherigen Ansichten wechselt.

Symbolleiste

Die Pdf-Ansicht beinhaltet ein Symbolleiste (siehe Abbildung 5.6) als Reihe von Icons am unteren Bildschirmrand. Mit ihr ist durch die Pfeile außen ein Blättern in der Pdf möglich. Intuitiv blättert der linke Pfeil zurück, der Rechte vor. Die anderen Buttons dienen dem aktivieren/deaktivieren von Bedienoptionen. Grün signalisiert hierbei aktiviert und grau deaktiviert. Das Mikrophon steht für die Audiosteuerung, das Kamerasymbol für Gestensteuerung und das Männchen mit den ausgestreckten Armen und Beinen im Kreis für die Kippsteuerung. Neben

diesem Symbol steht die Seitennummer der angezeigten Seite.

Die ineinander greifenden Pfeile signalisieren bei grün, dass die Autosynchronisation aktiv ist. Sobald diese nicht aktiv ist, erscheint ein weiterer Pfeil geschlungen im Uhrzeigersinn in grau auf der Symbolleiste links neben dem Pfeil. Die Funktion ist das manuelle Aktualisieren der Seitenzahl. Ein Sprecher sendet mit dem Refresh-Button die Seitenzahl, die auf seinem Device aktuell ist zum Server, und dieser leitet sie an die Zuhörer-Clients weiter. Ist als Sprecher Autosynchronisation aktiviert, geschieht die bei jedem Blättern automatisch. Zuhörer können über Refresh die aktuelle Seite manuell anfragen oder mit Autosynchronisation alle 2 Sekunden zu der aktuellen Seite zurück springen. Wenn der Sprecher Blättert, erhalten die Zuhörer jedoch in jedem Fall die aktuelle Seite.



Abbildung 5.6: Symbolleiste

Informationen zur Benutzung

Da das bisherige Hilfe-Pop-Up nur recht allgemeine Informationen enthält sowie für weitere Hilfestellung auf diese eventuell nicht zur Hand liegenden Dokumentation verweist, kann sich der Benutzer über den Drawer zu einer Erklärung der Bedienmöglichkeiten navigieren. Diese Möglichkeit soll einen möglichst einfachen Einstieg ohne viel ausprobieren sicherstellen und Anwendungsfehler verhindern. Um einen mit dieser Anwendung vertrauten Anwender nicht nach jedem Start durch diese Informationen zu führen, ist das Aufrufen optional (siehe Abbildung 5.6).

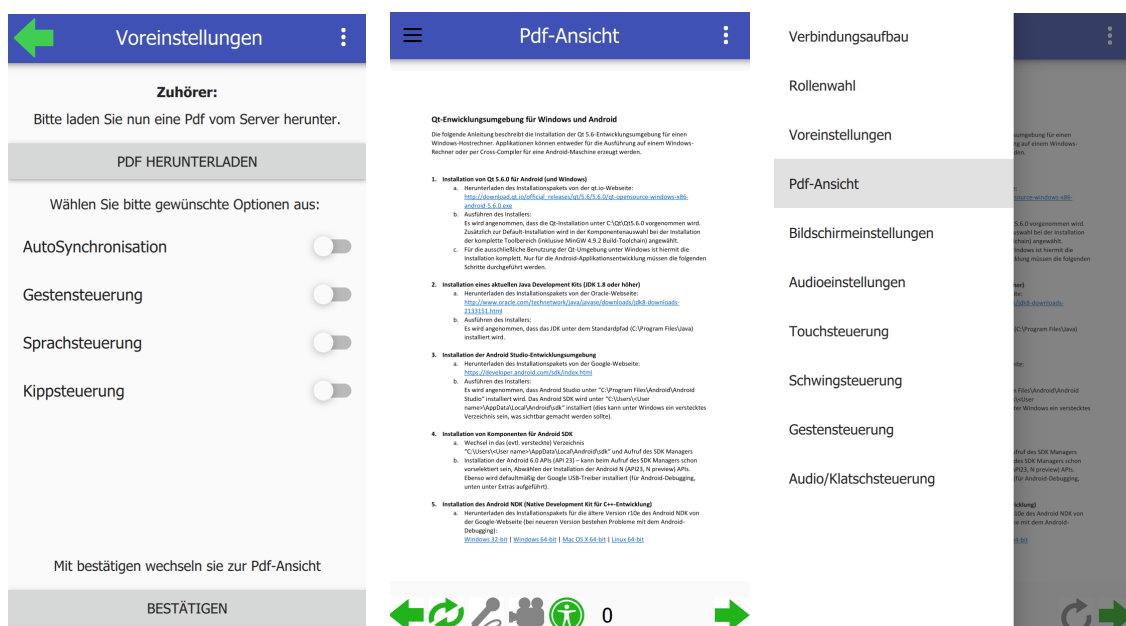


Abbildung 5.7: v.l.n.r.: Gestensteuerung, Kippsteuerung und Klatschsteuerung

5.2 Kommunikation

Die Kommunikation des Clients mit dem Server ist in

5.3 Software

Die Software finden Sie in Git.

Konzept

Das Softwarekonzept dient der Umsetzung des Bedienkonzepts mit "Qt-Creator" programmiert in C++ und Qml. Der Qt-Creator ist dafür wegen der Plattformunabhängigkeit ausgewählt.

Struktur

Zustandssteuerung

Die Realisierung der Grafische Oberflächen entsprechend bisheriger Einstellungen ist über Zustände einer Variablen `appState` realisiert, die sich die aktuellen Einstellungen bzw. den Ort merkt und entsprechend Informationen mittels der Objekteigenschaft `visible` ein oder ausblendet.

Elemente

Einbindung der erweiterten Bedienmöglichkeiten

Details

Lektionen

5.4 Navigation

5.4.1 Beschleunigungssensor¹

Nach Anwendungsfall 1.4.2 (siehe Seite 2 ff) galt es Blättern durch das Auswerten in den Endgeräten verbauter Beschleunigungssensoren zu ermöglichen.

¹Jens Helge Micke

5.4.1.1 Anforderungen

Zur Auswertung des Beschleunigungssensors müssen dessen Daten ausgelesen werden können. Relativ zur momentanen Endgerätsorientierung soll das Kippen nach Rechts oder Links erkannt und als Vor- oder Zurück-Blättern interpretiert werden.

Kleinstbewegungen gilt es zu ignorieren.

Mehrfachauslösungen sind zu minimieren.

5.4.1.2 Umsetzung

An dieser Stelle werden kurz die Ansätze der Beschleunigungssensorsteuerung skizziert.

Die Implementierung ist im Quellcode `app_gui/pages/PdfSteuerung.qml` nachzulesen.

Auslesen des Beschleunigungssensors

Nach Integration von `QtSensors` kann der Sensortyp `Accelerator` genutzt und eingestellt werden. Unter den Einstellungen können der Sensor aktiviert, die Datenrate² eingestellt und das Verhalten bei einem Sensorveränderungsereignis definiert werden.

Die Sensorwerte der X-, Y- und Z-Achse sind über `.reading.x`, `.reading.y`, `.reading.z` auszulesen.

Endgerätsorientierung

Zur Erkennung der derzeitigen Endgerätsorientierung stellt Qt `QtQuick.Window` bereit. Durch die Definition einer Updatemaske können die Wechsel zwischen den Orientierungen 1: Portrait, 2: Landscape, 4: Inverted Portrait und 8: Inverted Landscape erkannt und über `Screen.Orientation` ausgelesen werden.

Kleinstbewegungen

Kleinstbewegungen werden am einfachsten über eine definierte Mindestauslenkung des Beschleunigungssensors ignoriert.

Mehrfachauslösung

Um Mehrfachauslösungen vorzubeugen und die Beschränkung der nicht immer einstellbaren Datenrate zu umgehen kann mit `QtQuick` ein Zeitgeber definiert werden der das Blättern nur alle 500ms zulässt.

5.4.1.3 Alternativen

Technisch aufwendigere Alternativen sind denkbar, für den Umfang der Projektarbeit und mit Blick auf die Rechenleistung der Endgeräte jedoch nicht unbedingt Zielführend.

An dieser Stelle seien einige Möglichkeiten motiviert.

²Nicht von allen Beschleunigungssensoren unterstützt.

Kleinstbewegungen

Kleinstbewegungen und die Eigenschwingung des Endgerätes könnten auch über eine Spektralanalyse des Sensorsignals ignoriert werden.

Mehrfachauslösung

Der Besprochene Mehrfachauslöseschutz könnte auch Global eingesetzt werden.

5.5 Features

- Blättern in einer Pdf ohne dass ein Update auf dem Server erfolgt

INOF ans TEAM: Diese Section ist noch nicht fertig

5.6 Erweiterungspotential

Einige zusätzliche Funktionalitäten könnten, den Wert der Applikation für Zuhörer und Sprecher steigern.

INOF ans TEAM: Diese Section lade ich später hoch

INOF ans TEAM: Wenn Ihr die Zuverlässigkeit der Gestensteuerung, Kippsteuerung, Audiosteuerung oder die Sicherheit der Kommunikation noch verbessern wollt, könnt ihr ja wie Tim es in euren Abschnitt einfügen. Hier geht es nur um Erweiterungen der allgemeinen möglichen Funktionalität der Clientapp wie Publikumsfragen oder sowas. Erweiterungen für den Sprecher:

Erweiterungen für den Zuhörer:

- Einstellen der Zeit die vergehen soll bis sich die Applikation synchronisiert

So kann Code eingefügt werden.

Listing 5.1: Kommentierter Start der PWM

```
/*! \brief Starts the PWM
 *
 * To make sure that the PWM behaves correctly after a Compare Bit Change the PWM is started and reset with a software trigger.
 */
static void vStartPwm( void )
{
    tc_start( &AVR32_TC0, PWM_CHANNEL );
    tc_software_trigger( &AVR32_TC0, PWM_CHANNEL );
}
```

Kapitel 6

PDF Renderer

Kapitel erstellt von Tim Hebbeler

Der PDF-Renderer wurde als separate C++-Klasse entwickelt und ist in die Android App und den Server eingebunden.

Im Laufe der Entwicklung wurden die Bibliotheken Poppler und MuPDF untersucht. Das Projekt Poppler ist eine unter der GPL stehende Bibliothek und basiert auf Xpdf. Poppler bietet schon ein Qt-Binding, doch leider liegt der Fokus auf unixartige Betriebssysteme und nicht auf der Plattformunabhängigkeit¹. Die PDF Darstellung wird aber auf verschiedenen Plattform, wie Android, dem Raspberry Pi und Windows benötigt, deshalb konnte Poppler nicht verwendet werden. Die Wahl fiel deshalb auf MuPdf von der Firma Artifex Software, Inc., welches unter der AGPLv3 steht. Diese Bibliothek bieten kein Qt-Bindung, doch existiert ein von einer Privatperson initiiertes Projekt mupdf-qt, welches Grundfunktionalitäten mit Qt bietet. Hierbei war ein vergleichsweise einfache Cross-/Kompilierung für die verschiedenen Plattformen möglich.

Die GUI-Oberfläche wurde mit Hilfe von QML erstellt, deshalb ist ein Transfer der PDF-Daten von C++ nach QML nötig. Der Slot OpenPDF() öffnet ein betreffendes PDF Dokument. Die Funktion QQuickImageProvider bietet die Möglichkeit Bilder in C++ zu berechnen und in einem QML Image anzuzeigen. Dabei liegt die Steuerung der Berechnung in QML. Der QML Thread ruft in C++ eine Funktion 'requestImage()' auf und fragt ein QImage an, welches dann dargestellt wird. Da die Kontrolle bei dem QML-Element liegt, müssen alle Parameter wie die Seitenanzahl über QString Parameter übergeben werden. Wenn die Funktion über QML aufgerufen wird, wird als erstes die Seitenanzahl berechnet. Mit Hilfe dieser berechnet die MuPdf Lib ein Bild von der gewünschten PDF-Seite. Dabei wird das Bild von seiner Auflösung so berechnet, dass es optimal der angefragten Dimension entspricht. So wird sichergestellt, dass einerseits keine unscharfen Effekte zu sehen sind und andererseits die Berechnungszeit minimiert wird. Die PDF Renderer Klasse ist unter folgendem Link zu finden. Das mupdf-qt Projekt liegt als Submodule in dem Git Verzeichnis². In diesem ist das wirkliche MuPDF Projekt als Submodule eingebunden. Von

¹<https://de.wikipedia.org/wiki/Poppler>

²<https://github.com/BeckmaR/EmbeddedMultimediaSS2016/tree/master/thirdparty>

beiden Projekten wurden über GitHub Forks angelegt um Veränderungen in den Makefiles des MuPDF Projektes durchführen zu können und um in diesen crosskompilierte Bibliotheken für die verschiedenen Plattformen unterzubringen. Als Verbesserungsmöglichkeiten für den PDF Renderer könnte man die MuPDF Lib gegen einen neueren Stand austauschen. Bis jetzt sind keine Fehler in der Verwendeten aufgefallen, doch kann es vorkommen das Dateien mit neueren PDF-Versionen ggf. nicht fehlerfrei dargestellt werden können.

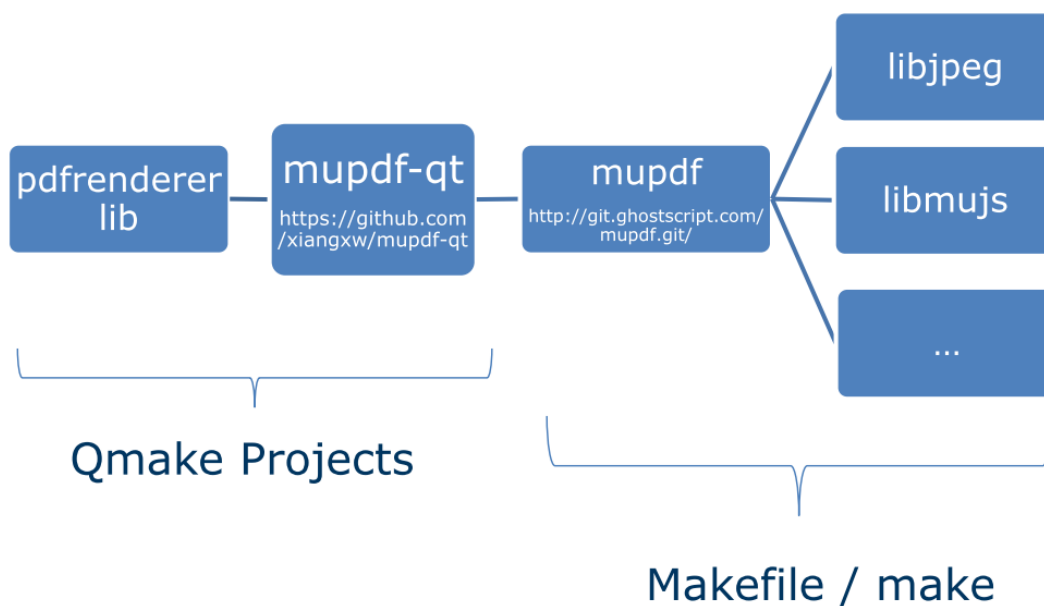


Abbildung 6.1: Struktur und Aufbau des PDF-Renderers

Kapitel 7

Gestensteuerung

Die Gestensteuerung hat die Aufgabe Handbewegungen über eine Smartphone-Kamera zu erkennen. Dabei werden zwei Richtungen erkannt und Signale zum vor- und zurückblättern von PDF-Seiten gesendet. Auf Grund der Vorlesung und Recherchen im Internet war schnell klar, dass OpenCV eine zweckmäßige Bibliothek darstellt. Als Qt Basis wurde die Version 5.7 und OpenCV in der Version 3.1 verwendet. Der Code für die Gestenerkennung befindet sich unter folgendem Link. Hierbei wurde eine C++ Klasse „handcontrol“ erstellt, welche in die App eingebunden ist.

7.1 Auslesen von Videoframes aus einer Kamera

Im Laufe des Projektes stellte sich heraus, dass die Einbindung der Kamera, auf den verschiedenen Plattformen Windows und Android, die größte Herausforderung darstellt. Die Windows Unterstützung wurde hauptsächlich ausgewählt, um den Algorithmus nicht umständlich auf einem Android Gerät jedes mal testen zu müssen. Die Implementierung auf der Windows-Plattform war relativ einfach, da OpenCV schon eine Funktion VideoCapture bietet, welche einzelne Videoframes aus einer Kamera auslesen kann und diese in einer Matrix abspeichert. Diese Methode funktionierte leider nicht auf einem Android-Gerät. Hinweise: nachfolgende Funktionsweisen beziehen sich auf den Entwicklungsstand vom 20.7.2016, ggf. sind schon Bugs behoben oder neue Möglichkeiten zur Kameraauswertung hinzugekommen. Vom Autor wurden unterschiedlichste Varianten zum Auslesen der Kamera über mehrere Stunden untersucht. Von Qt werden hauptsächlich zwei Möglichkeiten für das Auslesen eines VideoFrames angeboten. QAbstractVideoSurface definiert eine abstrakte C++ Klasse welche die Funktion present() beinhaltet, welcher die einzelnen Videoframes nacheinander übergeben werden. Ähnlich verhält es sich mit QVideoProbe wobei man hier die Verbindung über ein Connect() mit Signal und Slot hergestellt werden muss. Eine weitere Möglichkeit besteht seit Qt 5.5 darin, ein Video Filter¹ in QML zu verwenden und mit Hilfe der Klasse QAbstractVideoFilter die einzelnen Videoframes in C++ zu analysieren und ggf. wieder nach QML zu transformieren. Die C++ QCamera funktioniert nicht

¹<https://blog.qt.io/blog/2015/03/20/introducing-video-filters-in-qt-multimedia/>

auf Android-Geräten (1,2), sodass auf das in QML integrierte Camera Objekt zurückgegriffen wird. Bei der QAbstractVideoFiler Variante konnten die Videodaten in Android nicht in den CPU-Adressraum gemappt werden. Mit QVideoProbe war dies möglich. Hierbei wird aus QML das QCamera Objekt in C++ adressierbar gemacht und mit dem QVideoProbe verbunden. Seit Qt 5.6 existiert ein VideoOutput Objekt in QML welches das Auslesen und Anzeigen von Video-Frames steuert, sodass das hier angegebene Beispiel noch um ein VideoOutput Objekt ergänzt werden muss. Um keine größeren Unterschiede zwischen dem Algorithmus für die Windows- und der Androidversion zu haben, ist es wünschenswert beide Cameras über Qt auslesen zu lassen. Leider funktioniert der oben für Android vorgestellte Ansatz für Windows nicht. Hier ist ein Workaround mit einer C++ QCamera und dem QAbstractVideoSurface nötig, um ein QVideoFrame zu erhalten. Die neue Variante mit dem „Video Filter“ wurde auch untersucht, hat aber nur auf ein paar Androidgeräten funktioniert QTBUG-47934. Anscheinend gibt es dort noch Fehler in dem Qt-Framework. Unter folgendem Link gibt es eine Auflistung welche Funktionen in dem Qt-Multimedia-Framework-5.7 auf den verschiedenen Plattformen aktuell funktionieren.

7.1.1 Verbesserungen

Die mit Qt 5.5 eingeführten Video Filter scheinen ein gute Weg zu sein, um VideoFrames in Qt analysieren zu können. Leider ist aktuell die Implementierung nicht auf allen Androidgeräten funktional, sodass auf ein Workaround mit QVideoProbe zurückgegriffen werden musste. Diese Variante ist aber leider nicht optimal, da sie Verzögerungen zwischen dem Aufnehmen und dem Aufruf der Funktion present() enthält². Eine weitere Möglichkeit besteht, QML ShaderEffect mit OpenGL zu verwenden. Da die Android Kamera seine Videoframes auf der Grafikkarte in OpenGL Texture vorhält³, wäre es sinnvoll diese auch dort weiter zu verarbeiten. Das kann seit neuem mit Video Shader Objekten direkt in QML programmiert werden. Außerdem war es dem Autor über QML nicht möglich exakte Auflösungen und Frameraten einzustellen. Anscheinend ignoriert Qt gewisse Parameter auf verschiedenen Plattformen oder es stehen nicht alle Einstellung zur Verfügung. Jedenfalls sind diese nicht richtig dokumentiert. Ein Problem ist außerdem, dass es vorkommen kann das Frameraten von 30 fps auf 16 fps einbrechen oder kein reproduzierbares Verhalten zeigen. Dieser Punkt konnte innerhalb der Arbeit leider nicht geklärt werden. Eine andere Möglichkeit, welche nicht weiter verfolgt wurde, wäre über Qt mit den Qt Android Extras die Androidkamera über Java Code in die Qt Anwendung einzubetten, ggf. auch über das vorhandene OpenCV Java Binding.

7.2 Handerkennungsalgorithmus

Aus Qt liegen die QVideoFrames als RGB (Windows) und als YUV420 (Android) vor. Diese werden als erstes in Grauwertbilder umgewandelt. Bei dem Android QVideoFrame muss keine

²<https://blog.qt.io/blog/2015/03/20/introducing-video-filters-in-qt-multimedia/#comment-1195419>

³<https://blog.qt.io/blog/2015/03/20/introducing-video-filters-in-qt-multimedia/#comment-1195414>

pixelweise Konvertierung durchgeführt werden, sondern es wird nur der Luminanz Y Teil des Bildes genommen. Nachfolgend wird das Bild auf eine Größe von 640x480 reduziert um die weitere Verarbeitung zu beschleunigen. Anschließend wird das Differenzbild zwischen dem aktuellen und vorherigen Grauwertbild berechnet. Hierbei achtet OpenCV selbständig darauf, dass eine Sättigung im Zahlenbereich durchgeführt wird.

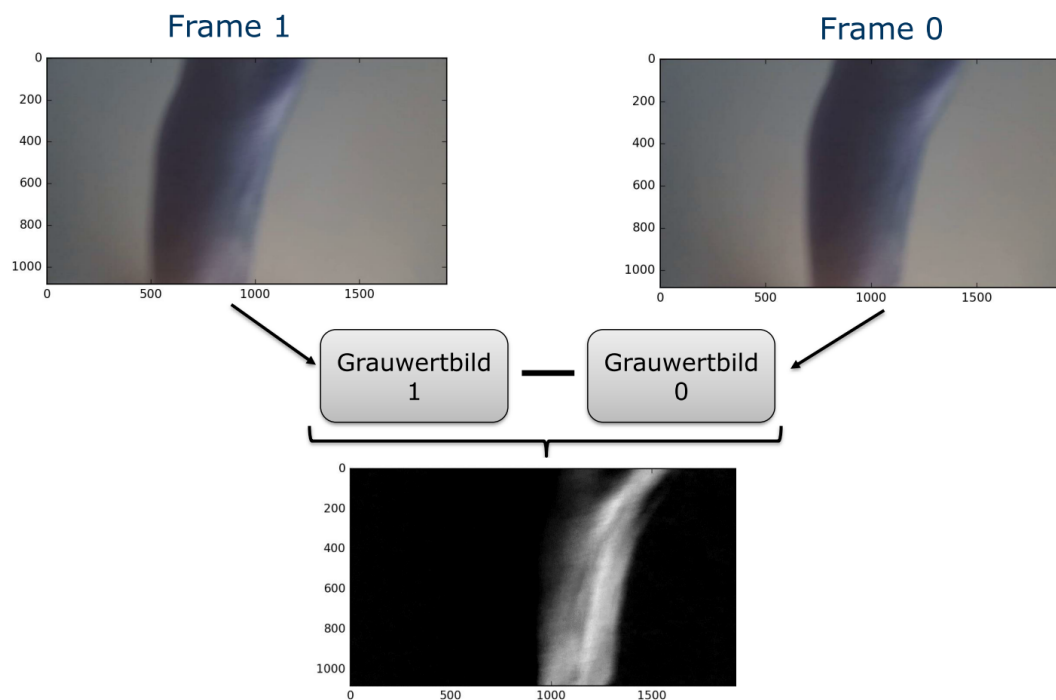


Abbildung 7.1: Differenzberechnung zwischen aktuellem und vorherigen Grauwertbild

Im nachfolgenden Schritt wird mit Hilfe der `reduce()` Funktion von OpenCV ein Mittelwert über alle Spalten gebildet. Man erhält einen Zeilenvektor, wobei jeder Eintrag den Mittelwert einer Spalte repräsentiert. Hierbei kann man schnell erkennen, wo sich in der Horizontalen die größten Änderungen ergeben. Das nennt der Autor Histogramm, da es die Häufigkeitsverteilung darstellt.

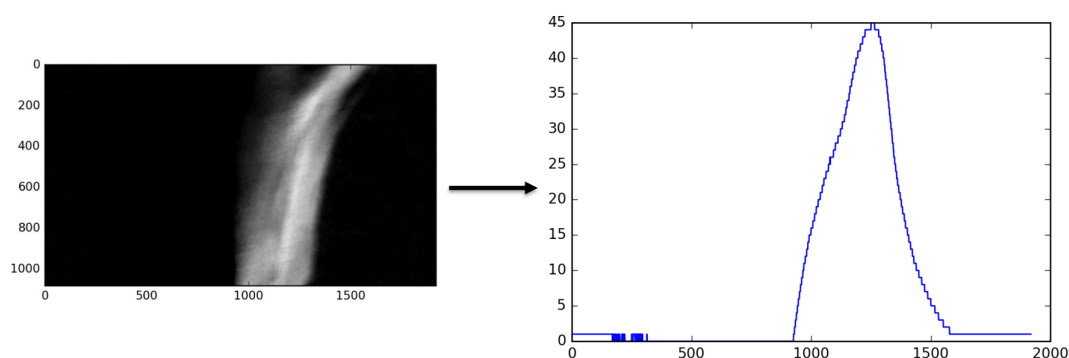


Abbildung 7.2: Berechnung des Histogramms über die Spalten eines Differenzbildes

Untersucht man die Verschiebung des Histogramms über die Horizontalen, kann man Handbewegungen erkennen. Hierbei wird als erstes der Schwerpunkt des Histogramms gebildet. Das geschieht mit Hilfe einer kumulierten Summe über alle Histogrammwerte. Würde man nur den

maximalen Wert des Histogramms betrachten, kann bei verrauschten Bildern eine zu große Abweichung auftreten. Vor dem Berechnen des Schwerpunktes wird noch ein konstanter Faktor subtrahiert, um den ggf. existierenden Rauschteppich zu entfernen. Zur weiteren Fehlerreduktion wurden im folgenden nur diese Schwerpunkte ausgewählt, welche auch mindestens einen gewissen maximalen Histogrammwert aufweisen. Der Wert kann im Sourcecode nachgelesen werden. Um auszuwerten, ob eine PDF vor- oder zurückgeblättert werden soll, untersucht der Algorithmus zeitlich aufeinanderfolgende Schwerpunkte von Histogrammen der Differenzbilder. Er sendet ein Signal, wenn ohne Unterbrechung der Schwerpunkt eine gewisse Zeit in eine der beiden Richtungen gewandert ist. Um den GUI-Thread nicht zu überlasten und um eine flüssige Bedienung der GUI sicher zu stellen, wurde der Algorithmus in ein QThread verschoben. Der so beschriebene Algorithmus benötigt mit 30 Frames pro Sekunde auf Windows ~7ms und auf Android ~10 ms. Somit ist die Echtzeitfähigkeit gegeben. Als Alternative zum dem Differenzbild wurde auch der in OpenCV implementierte Background Subtraction Algorithmus (BackgroundSubtractorMOG2) untersucht. Dieser schätzt den Hintergrund über gaußsche Mischungsverhältnisse mit Mittelwert und Kovarianzmatrix. Leider benötigt der Algorithmus viel Berechnungszeit (~14 Windows und ~30 ms Android) und kratzt somit bei Android Geräten an der Echtzeitfähigkeit. Außerdem würde eine solche Implementierung zu viel Energie des Akkus verbrauchen und wurde deshalb verworfen.

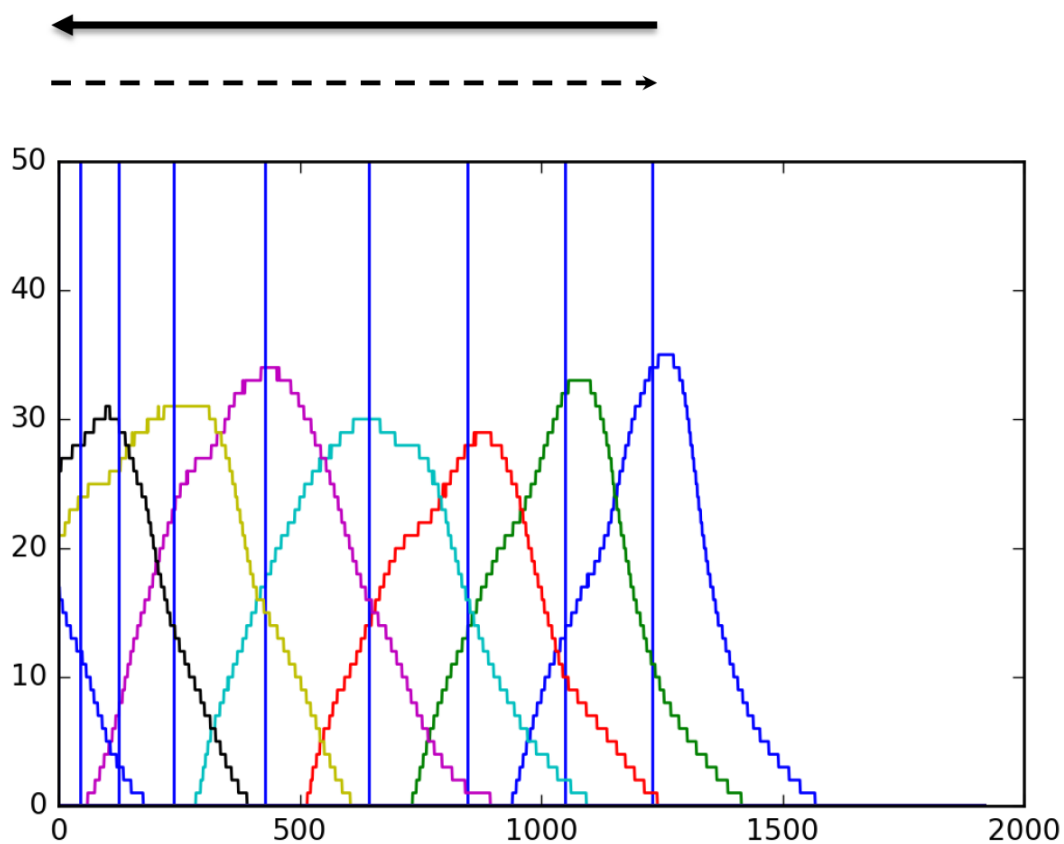


Abbildung 7.3: Histogramme der Differenzbilder mit Schwerpunkt

7.3 Entwicklung des Algorithmus

Der Algorithmus wurde als erstes in MATLAB mit aufgenommenen Videos entwickelt. Nachher wurde auf Python mit OpenCV Binding umgestellt, um einen besseren Vergleich mit der C++ Version zu gewährleisten. Als IDE für Python wurde Spyder mit dem Anaconda Framework verwendet. Um den Algorithmus separat von der App zu entwickeln wurde ein „test_handcontrol.pro“ Projekt erstellt, welches als eine Art Modultest fungiert. Zu finden in dem schon am Anfang des Kapitels genannten Verzeichnis in Github.

7.4 Verbesserungen

Die Verbesserungen zum Auslesen der Kamera wurden schon in einem separaten Abschnitt behandelt. Für den Algorithmus könnte man statt Grauwertbilder auch Bilder aus dem HSV Raum verwenden. Dort könnte man ggf. Helligkeitsveränderung besser abfangen. Außerdem kann es manchmal vorkommen, dass mehrfach Erkennung erfolgen, diese könnten durch einen Timer abgefangen werden. Eine Verschiebung der Berechnung zur Grafikkarte mittels OpenGL oder OpenCL, wie vorher schon erwähnt, könnte die CPU entlasten und ganz andere Möglichkeiten der Analyse des Frames bieten. Bei der Differenzbildung der Frames entstehen positive und negative Abweichungen, diese könnten in einem verbesserten Algorithmus separat berücksichtigt werden.

Kapitel 8

Der Server

8.1 Zweck und Aufgaben des Servers

Der Server stellt die Komponente dar, welche die diversen Endgeräte per Netzwerk miteinander verbindet und verwaltet. Hierbei ist im Folgenden von „Clients“ die Rede, wenn es um die Menge aller verbundenen Geräte geht. Der „Master“ stellt den Sprecher dar, welcher eine Präsentation hochladen darf sowie die aktuell angezeigte Seite ändern. Alle anderen Geräte haben lediglich eine Zuhörer-Funktion.

Er autorisiert den Sprecher, der sich mit dem gültigen Master-Passwort anmelden möchte, und erlaubt nach erfolgter Anmeldung das Hochladen einer Präsentation und Steuern der anzuzeigenden Seitenzahl. Die Präsentation wird gleichzeitig auch auf dem Desktop angezeigt, so dass der Server per Monitorkabel an ein Anzeigegerät - z.B. einen Beamer - angeschlossen werden kann um die Präsentation auszugeben. In diesem Projekt lief die Server-Software auf einem Raspberry Pi.

Per Netzwerk wird die Präsentation sowie die anzuzeigende Seitenzahl auf Anforderung an die Clients verteilt, so dass jeder Client die Präsentation synchron mitverfolgen kann.

Nachdem sich ein Master von dem Server getrennt hat, ist das Verbinden eines neuen Mastergerätes ohne Probleme möglich. Dies erlaubt es, nacheinander mehrere Sprecher eine Präsentation halten zu lassen, ohne dass die Server-Software neugestartet wird. Das gleichzeitige Verbinden mehrerer Sprecher ist hingegen nicht möglich, um Verwirrungen und komplizierte Rechteverwaltungen zu vermeiden.

8.2 Das Konzept

Die Implementierung der Netzwerkverbindung erfolgte auf Basis von Websockets. Dies ist ein auf TCP basierendes Protokoll, bei dem eine bidirektionale Datenverbindung möglich ist. Die Verbindung wird außerdem aufrecht erhalten - dies ermöglicht es, serverseitig die Verbindung zum Master separat abzuspeichern. So wird nicht bei jeder Aktion eine Authentifizierung benötigt. Außerdem könnte ein Server, der nicht-persistente Verbindungen verwendet, nicht die aktuelle

Seitenzahl an alle Clients broadcasten - er kennt seine Clients gar nicht, und jede Aktion wird von den Clients eingeleitet. Diese müssten beispielsweise alle x Sekunden den Server pollen, um die aktuelle Seitenzahl zu erfragen.

Diese Technik stellt also kein *Stateless Design* dar, sondern einen sehr simplen Zustandsautomaten.

8.2.1 Kommunikationsprotokoll

Mit Hilfe der Qt-Implementierung von Websockets, den `QWebSockets`, lassen sich Text- und Binärnachrichten versenden. Auf dieser Basis wurde ein sehr einfaches textbasiertes Protokoll für die Kommunikation zwischen Server und Client entwickelt. Die folgenden Befehle können vom Client an den Server gesendet werden, dieser antwortet dann an diesen oder alle Clients. Alle Kommandos folgen einem einheitlichen Format: Zwei Zeichen, gefolgt von einem Doppelpunkt und weiteren Zeichen beliebiger Länge (einschließlich Länge 0, also keine weiteren Zeichen). Die beiden Zeichen vor dem Doppelpunkt definieren, was getan werden soll, und die weiteren Zeichen stellen die „Payload“ dar, wie zum Beispiel weitere Argumente oder das Passwort bei dem Versuch sich als Master anzumelden.

- **RM - Register as Master.**

Payload Das korrekte Master-Passwort.

Fehlermeldungen BADPW bei falschem Passwort, MASTERISSET wenn es bereits einen Master gibt - per WebSocket an den Client gesendet

Erfolgsbestätigung ACK

Beispiele Korrekt: RM:mpw12345, nicht korrekt: RM:123

- **SP - Set Page.**

Payload Eine Seitenzahl, die sich in einen integer umwandeln lässt.

Fehlermeldungen BADPAGENUM bei ungültigen Seitenzahlen, die nicht zu einem integer gewandelt werden konnten, NOTALLOWED wenn der Sender nicht als Master registriert ist.

Erfolgsbestätigung Broadcast der Seitenzahl an alle (Weiterleitung)

Beispiele Korrekt: SP:3, nicht korrekt: SP:x

- **GP - Get Page.**

Payload Wird ignoriert, nichts notwendig.

Fehlermeldungen Wenn noch kein pdf verfügbar ist, wird die Default-Seitenzahl '-1' gesendet.

Erfolgsbestätigung Antwort mit PN:X, wobei X die Seitenzahl bezeichnet.

Beispiele Korrekt: GP: , oder auch korrekt: GP: x - Payload wird ignoriert

- DL - Download.

Payload Wird ignoriert.

Fehlermeldungen NOFILE, wenn keine Präsentation hochgeladen wurde.

Erfolgsbestätigung Der Inhalt der Datei wird per BinaryMessage an den Client geschickt.

Beispiele Korrekt: DL: ,

- UL - Up Load. Kann verwendet werden, um zu erfragen, ob ein Upload erlaubt ist.

Payload Wird ignoriert.

Fehlermeldungen NOTALLOWED wenn der Sender nicht als Master registriert ist.

Erfolgsbestätigung ACK

Beispiele Korrekt: DL:

- Die Präsentation hochladen. Dies ist kein Textkommando, sondern erfolgt direkt per BinaryMessage. Diese wird nur akzeptiert, wenn der Sender der aktuelle Master ist. In diesem Fall wird das enthaltene QByteArray direkt an den pdfrenderer weitergeleitet, welcher dieses dann in eine Datei schreibt und anzeigt.

Andere Kommandos werden generell mit BADCMD beantwortet.

8.3 Mögliche Verbesserungen

Der Server erledigt seine Aufgabe recht gut. Die Schnittstelle ist möglichst simpel gehalten und weist eine geringe Fehleranfälligkeit auf. Diverse Funktionen für die Sicherheit oder Annehmlichkeiten wären aber noch vorstellbar.

- Verschlüsselte Verbindung. Das Master-Passwort wird, wie alles andere auch, per Klartext übertragen. Während der Präsentation ist ein weiterer Master nicht erlaubt, danach könnte ein potentieller Angreifer sich aber anmelden.
- Broadcast des Servers. Der Server könnte in regelmäßigen Abständen per UDP-Broadcast auf sich aufmerksam machen. Dadurch könnten Clients sich automatisch verbinden, und das unelegante Eintippen der ip-Adresse im Client würde entfallen.
- Zuteilung einer ID zu einem Master. Mit dieser ID könnte ein Master sich nach einem Verbindungsabbruch neu verbinden und an der vorherigen Stelle weitermachen.

Kapitel 9

Zusammenfassung und Ausblick¹

Im Folgenden Kapitel wird die Anbindung des Beschleunigungssensors zur Seitennavigation erörtert.

¹Jens Helge Mücke

Literaturverzeichnis

- [1] *Harding Battery Handbook For Quest® Rechargeable Cells and Battery Packs*. January 2004
- [2] DARCY, Eric C.: *INVESTIGATION OF THE RESPONSE OF NIMH CELLS TO BURP CHARGING*, University of Houston, Diss., 1998