

Literaturverzeichnis

- [1] DGT: *DGT Bluetooth Wenge*. <https://www.topschach.de/bluetooth-wenge-eboard-figuren-p-3842.html>. Version: 28.03.2020
- [2] DGT: *DTG Smart Board*. <https://www.topschach.de/smart-board-p-3835.html>. Version: 28.03.2020
- [3] INC., SquareOff: *Grand Kingdom Set*. <https://squareoffnow.com/product/gks>. Version: 28.03.2020
- [4] INC., SquareOff: *Kingdom Set*. <https://squareoffnow.com/product/kds>. Version: 28.03.2020
- [5] YOUSIFNIMAT: *Chess Robot*. <https://www.instructables.com/Chess-Robot/>. Version: 28.03.2020

FH Aachen

Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik

Studiengang Informatik

Bachelorarbeit

**Integration eines eingebetteten Systems in eine Cloud-Infrastruktur
am Beispiel eines autonomen Spielfelds**

vorgelegt von

Marcel Werner Heinrich Friedrich Ochsendorf

Matrikel-Nr. **3120232**

Referent:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Dey

Korreferent:

Prof. Dr. Andreas Claßen

Datum:

25. Mai 2021

1 Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Aachen, den 25.05.2021 _____

2 Abstract

Die Kurzfassung gibt auf ein bis zwei Seiten die wesentlichen Inhalte und Ergebnisse der Abschlussarbeit wieder.

Sie gliedert sich inhaltlich in

- das behandelte Gebiet,
- das Ziel der Arbeit,
- die Untersuchungsmethode,
- die Ergebnisse und
- die Schlussfolgerungen.

Die Kurzfassung enthält keine Schlussfolgerungen oder Bewertungen, die über die Inhalte der Kapitel der Arbeit hinausgehen.

Alle Aussagen der Kurzfassung finden sich in ausführlicher Form in der Arbeit wieder. Die Kurzfassung erhält keine Kapitelnummer.

Inhalt

Literaturverzeichnis	1
1 Erklärung	i
2 Abstract	ii
0.3 Einleitung	1
0.3.1 Motivation	1
0.3.2 Zielsetzung	1
0.3.3 Aufbau der Arbeit	2
0.4 Analyse bestehender Systeme	2
0.4.1 Existierende Systeme im Vergleich	2
0.4.2 Zielgruppe	6
0.4.3 User Experience	6
0.5 Grundlagen	6
0.5.1 Anforderungsanalyse	6
0.5.2 Machbarkeitsanalyse	6
0.5.3 Technologien im Makerspace	6
0.6 Vineaque sanguine metuenti cuiquam Alcyone fixus	6
0.6.1 Aesculeae domus vincemur et Veneris adsuetus lapsus	6
0.6.2 Lydia caelo recenti haerebat lacerum ratae at	7
0.6.3 Image with Caption	8
Literaturverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	12
.1 Anhang	13

0.3 Einleitung

0.3.1 Motivation

- Beginn: Er zieht die Aufmerksamkeit des Lesers durch die Schilderung des Ereignisses auf sich, das zu dem Problem geführt hat.
- Hintergrundinformationen (Herstellung des Kontexts): Gehe tiefer auf das Ereignis ein, indem du mehr Informationen über es vermittelst und dabei auch den Rahmen deiner Forschung skizzierst.
- Brücke zur Problemstellung: Erläutere, inwiefern es sich hierbei um ein Problem handelt, und schlage somit die Brücke zur Problemstellung, die deiner Untersuchung zu Grunde liegt.

0.3.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Schach-Tisch zu konstruieren und programmieren, welcher in der Lage ist Schachfiguren autonom zu bewegen. Der Schwerpunkt liegt dabei insbesondere auf der Programmierung des eingebetteten Systems. Dieses besteht zum einem aus der Positionserkennung und Steuerung der Hardwarekomponenten (Schachfiguren) und zum anderen aus der Kommunikation zwischen dem Tisch selbst und einem in einer Cloud befindlichen Server.

Mittels der Programmierung werden diverse Technologien von verschiedenen Einzelsystemen zu einem Gesamtprodukt zusammengesetzt. Zu diesen Einzelsystemen gehören:

- Programmierung der Motorsteuerung, HMI (zB. Qt oder simple Buttons), NFC Tagerkennung
- Programmierung eines Wrappers für die Kommunikation mit der Cloud (AWS)
- Statesmaschine und Implementierung der Spielflusssteuerung
- Backend mit Datenbankbindung zwischen Server und Embedded-System
- Verwendung eines CI/CD Systems zum automatisierten bauen der Linux-Images für das Embedded-System

0.3.3 Aufbau der Arbeit

- theoretische Grundlagen
- gegebene Randbedingungen
- beleuchtung existierender ansätze && festlegung zu erwartener Features
- Kaptiel x erstellung einzelner software unf hardwarekomponenten
- Kapitel x+1 zusammenführung in die DK HW
- Kaptiel x+2 fehleranaöyse der DK Hardware
- Kaptiel x+3 ansätze zur verbesserung und modifikation der Hardware auf reproduzierbarkeit und kosteneffektivität
- Kaptiel x+4 test und fazit
- demonstration und validierung der funktionsfähigkeit

0.4 Analyse bestehender Systeme

0.4.1 Existierende Systeme im Vergleich

Kommerzielle Produkte

- zwei hersteller wirklich autonomer schachtische; für tunieren werden dgt schachbretter für livestreams und recordinge verwendet.

Tabelle 0.1: Auflistung kommerzieller autonomer Schachtsche

	Square Off - Kingdom [4]	Square Off - Grand Kingdom [3]	DGT Smart Board [2]	DGT Bluetooth Wenge [1]
Erkennung Schfigurstellung	nein (Manuell per Ausgangsposition)	nein (Manuell per Ausgangsposition)	ja (Resonanzspule)	ja (Radio- Frequency Identificati- on (rfid))
Tischabmessungen (LxBxH)	486mm x 486mm x 75mm	671mm x 486mm x 75mm	540mm x 540mm x 20mm	540mm x 540mm x 20mm
Konnektivität	Bluetooth Low Energy (BLE)	BLE	Universal Serial Bus (USB) / Seriell	Bluetooth 2.0
Automatisches Bewegen der Figuren	ja	ja	nein	nein
Spiel Livestream	ja	ja	ja	ja
Cloud anbindung (online Spiele)	ja (über Mobiltelefon + App)	ja (über Mobiltelefon + App)	ja (über PC + App)	ja (über PC + App)
Parkposition für ausgeschiede- ne Figuren	nein	ja	nein	nein
Stand-Alone Funktionalität	nein (Mobiltelefon erforderlich)	nein (Mobiltelefon erforderlich)	nein (PC erforderlich)	nein (PC erforderlich)
Besonderheiten	Akku für 30 Spiele	Akku für 15 Spiele	-	-

Open-Source Projekte

Bei allen Open-Source Projekten wurden die Features anhand der Beschreibung und der aktuellen Software extrahiert. Besonders bei work-in-progress Projekten können sich die Features noch verändern und so weitere Funktionalitäten hinzugefügt werden.

Desweiteren gibt es unzählige derartige Projekte, in der Tabelle wurde nur diese aufgelistet welche sich von anderen Projekten in mindestens einem Feature unterscheiden.

Auch existieren weitere abwandlungen von autonomen Schachbrettern, bei welchem die Figuren von oberhalb des Spielbretts gegriffen bzw bewegt werden. In einigen Projekten wird dies mittels eines Roboterarms [5] oder eines modifizierten 3D-Druckers realisiert, diese wurden hier nicht berücksichtigt.

Tabelle 0.2: Auflistung von Open-Source Schachtisch Projekten

	Automated Chess Board (Michael Guerero)	Automated Chess Board (Akash Ravichandran)	DIY Super Smart Chessboard
Erkennung Schfigurstellung	nein (Manuell per Ausgangsposition)	ja (Kamera / OpenCV)	nein
Tischabmessungen (LxBxH)	keine Angabe	keine Angabe	450mm x 300mm x 50mm
Konnektivität	USB	Ethernet	Wireless Local Area Network (wlan)
Automatisches Bewegen der Figuren	ja	ja	nein
Spiel Livestream	nein	nein	nein
Cloud anbindung (online Spiele)	nein	nein	ja
Parkposition für ausgeschiedene Figuren	nein	nein	nein
Stand-Alone Funktionalität	nein (PC erforderlich)	ja	ja

Inhalt

	Automated Chess Board (Michael Guerero)	Automated Chess Board (Akash Ravichandran)	DIY Super Smart Chessboard
Besonderheiten	-	Sprachsteuerung (Amazon Alexa)	Zuganzeige über LED Matrix
Licence	General Public License (GPL) 3+	GPL	-

0.4.2 Zielgruppe

0.4.3 User Experience

Software-Aufbau

Hardware-Aufbau

0.5 Grundlagen

0.5.1 Anforderungsanalyse

0.5.2 Machbarkeitsanalyse

0.5.3 Technologien im Makerspace

0.5.4

0.6 Vinaque sanguine metuenti cuiquam Alcyone fixus

0.6.1 Aesculeae domus vincemur et Veneris adsuetus lapsus

Lorem markdownum Letoia, et alios: figurae flectentem annis aliquid Peneosque ab esse, obstat gravitate. Obscura atque coniuge, per de coniunx, sibi **medias commentaque virgine** anima tamen comitemque petis, sed. In Amphion vestros hamos ire arceor mandere spicula, in licet aliquando.

```
1 public class Example implements LoremIpsum {
2     public static void main(String[] args) {
3         if(args.length < 2) {
4             System.out.println("Lorem ipsum dolor sit amet");
5         }
6     } // Obscura atque coniuge, per de coniunx
```

```
7 }
```

Listing: TEST

```
1 // Your First C++ Program
2
3 #include <iostream>
4
5 int main() {
6     std::cout << "Hello World!";
7     return 0;
8 }
9
10 }
```

Porrigitur et Pallas nuper longusque cratere habuisse sepulcro pectore fertur. Laudat ille auditi; vertitur iura tum nepotis causa; motus. Diva virtus! Acrota destruitis vos iubet quo et classis excessere Scyrumve spiro subitusque mente Pirithoi abstulit, lapides.

0.6.2 Lydia caelo recenti haerebat lacerum ratae at

Te concepit pollice fugit vias alumno **oras** quam potest rursus optat. Non evadere orbem equorum, spatiis, vel pede inter si.

1. De neque iura aquis
2. Frangitur gaudia mihi eo umor terrae quos
3. Recens diffudit ille tantum

$$p_{ij}(t) = \frac{\ell_j(t) - \ell_i(t)}{\sum_{k \in N_i(t)} \ell_k(t) - \ell_i(t)} \quad (0.1)$$

Tamen condeturque saxa Pallorque num et ferarum promittis inveni lilia iuvencae adessent arbor. Florente perque at condeturque saxa et ferarum promittis tendebat. Amos nisi obortas refugit me.

Et nepotes poterat, se qui. Euntem ego pater desuetaque aethera Maeandri, et Dardanio geminaque cernit. Lassaque poenas nec, manifesta πr^2 mirantia captivarum prohibebant scelerato gradus unusque dura.

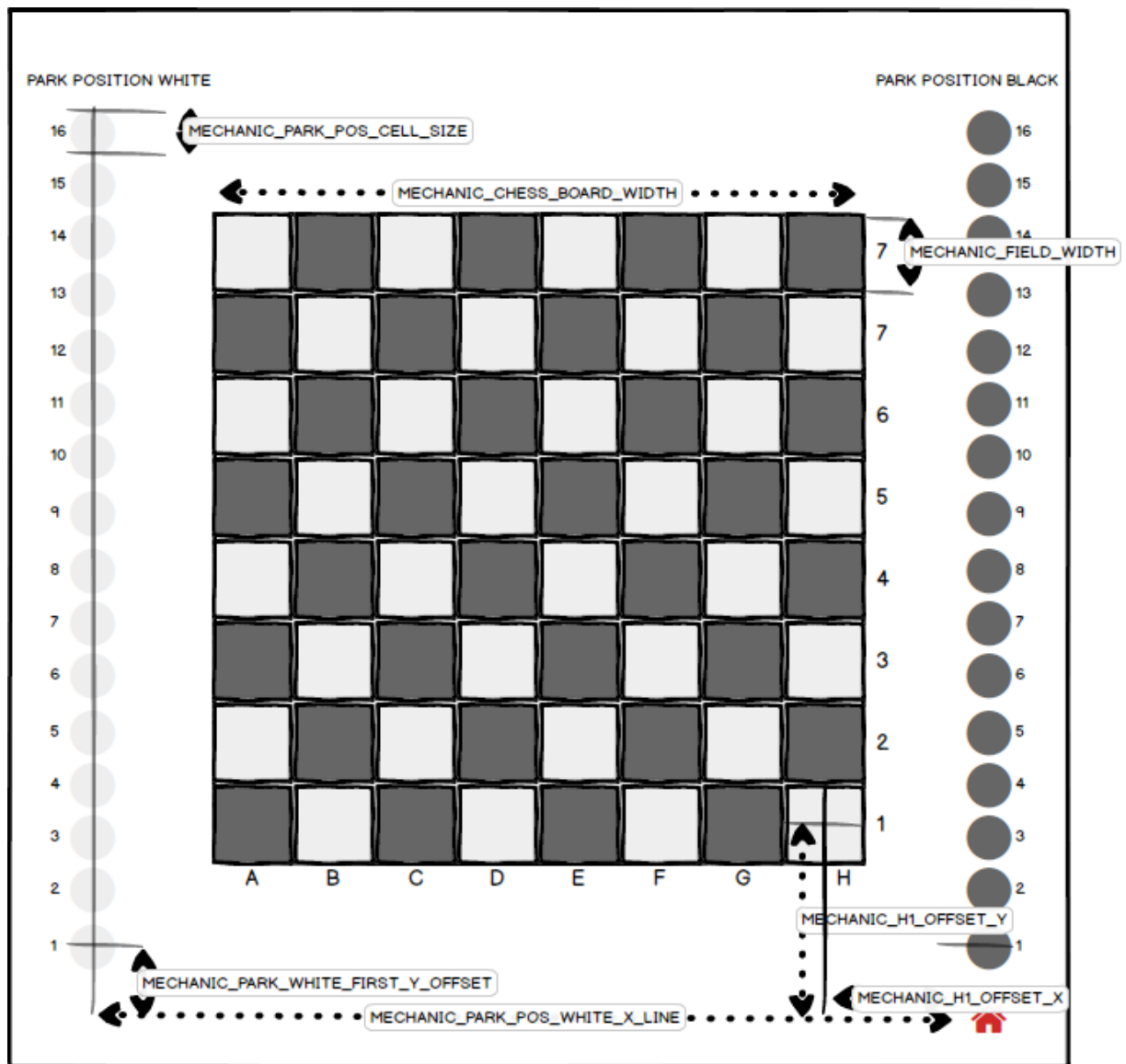


Bild 0-1: Kalibrierungsschema der Mechanik zeigt welche Abstände in der Konfiguration eingetragen werden müssen

- Permulcens flebile simul
- Iura tum nepotis causa motus diva virtus Acrota. Tamen condeturque saxa Pallorque num et ferarum promittis inveni lilia iuvencae adessent arbor. Florente perque at ire arcum.

0.6.3 Image with Caption

Literaturverzeichnis

- [1] DGT: *DGT Bluetooth Wenge*. <https://www.topschach.de/bluetooth-wenge-eboard-figuren-p-3842.html>. Version: 28.03.2020
- [2] DGT: *DTG Smart Board*. <https://www.topschach.de/smart-board-p-3835.html>. Version: 28.03.2020
- [3] INC., SquareOff: *Grand Kingdom Set*. <https://squareoffnow.com/product/gks>. Version: 28.03.2020
- [4] INC., SquareOff: *Kingdom Set*. <https://squareoffnow.com/product/kds>. Version: 28.03.2020
- [5] YOUSIFNIMAT: *Chess Robot*. <https://www.instructables.com/Chess-Robot/>. Version: 28.03.2020

Akronyme

BLE Bluetooth Low Energy. 3

GPL General Public License. 5

rfid Radio-Frequency Identification. 3

USB Universal Serial Bus. 3, 4

wlan Wireless Local Area Network. 4

Abbildungsverzeichnis

0-1	Kalibrierungsschema der Mechanik zeigt welche Abstände in der Konfiguration eingetragen werden müssen	8
-----	---	---

Tabellenverzeichnis

0.1	Auflistung kommerzieller autonomer Schachtische	3
0.2	Auflistung von Open-Source Schachtisch Projekten	4

.1 Anhang