

Praxissemesterbericht

Patrick Lautsch

29. März 2015



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Beschreibung des eigenen Arbeitsplatzes	4
2.1	Neurologischen Klinik am Knappschaftskrankenhaus Bottrop .	4
2.2	Hochschule Ruhr-West	5
2.3	Beteiligte Personen	5
3	Ziele der durchzuführenden Aufgaben	6
3.1	Hintergrund	6
3.2	Projektziel	7
3.3	Teilprojekt 1	7
3.4	Teilprojekt 2	8
4	Ergebnisse der Arbeiten	10
4.1	Einleitung	10
4.2	Allgemeine Beschreibung des entwickelten Systems	10
4.3	Beschreibung der Hardware	10
4.3.1	Kinect for Windows v2-Sensor	10
4.3.2	ThinkPad X1 Carbon	12
4.4	Beschreibung der Software	13
4.4.1	Kinect for Windows SDK 2.0 / C#-WPF	13
4.5	Software zur Analyse von Gangdaten	13
4.5.1	MATLAB	13
4.6	Beschreibung des Systems zur Aufnahme von Gangdaten	14
4.6.1	Bedingungen der durchgeführten Aufnahme	14
4.6.2	Laufstrecke	14
4.6.3	Software	15
4.7	Ganganalyse (in Matlab)	16
4.7.1	Schrittlänge	16
4.7.2	Schrittgeschwindigkeit	17
4.7.3	Körperschwerpunkt	18
4.7.4	Zuverlässigkeit der aufgenommenen und berechneten Daten	19

1 Einleitung

Das im Folgenden beschriebene Projekt wurde von mir, Patrick Lautsch, für das Knappschafts Krankenhaus Bottrop umgesetzt, wobei die praktische Tätigkeit an der Hochschule Ruhr-West stattfand. Ich bin Student der Angewandten Informatik (Bachelor of Science) an der Hochschule Ruhr-West. Die Umsetzung des Projekts fand innerhalb von 20 Wochen im Rahmen meines Studien-integrierten Praxissemesters statt.

In diesem Projekt wurde bzw. wird versucht ein einfaches, schnelles und kostengünstiges IT-System zu entwickeln, welches aus der Analyse des Ganges eines Patienten ermittelt, ob dieser parkinsonspezifische Bewegungsstörungen aufweist. Derzeit gibt es keine technischen Hilfsmittel, welche auf Basis einer Ganganalyse, das Erkennen von neurologisch-bedingten Krankheiten ermöglicht.

Die Grundidee des Projektes ist es, sowohl die Gangdaten von Patienten mit Parkinson als auch von Personen mit einem normalen Gangverhalten zu sammeln. Nach dem diese Gangdaten erfasst worden sind, soll mit der Hilfe dieser Daten ein selbstlernendes Computerprogramm lernen, aus zukünftigen Gangdaten abzuleiten, ob ein Patient parkinsonspezifische Bewegungsstörungen aufweist. Dieses IT-System soll u.a. für ein einfaches und schnelles Screening verwendet werden, um zu ermitteln, ob für einen Patienten eine erhöhte Sturzgefahr besteht.

2 Beschreibung des eigenen Arbeitsplatzes

Die Umsetzung des Projekts fand in der Neurologischen Klinik des Knappschaftskrankenhaus Bottrop, an der Hochschule Ruhr-West und im Home-Office statt. Welche Tätigkeiten mit welchen Mitteln an welchen Orten durchgeführt wurden, wird in späteren Kapiteln noch ausführlich behandelt werden. Im Folgenden werden die Neurologische Klinik und die Hochschule Ruhr-West inklusive der Beteiligten Personen *kurz* vorgestellt.

2.1 Neurologischen Klinik am Knappschafts Krankenhaus Bottrop

Das Knappschafts Krankenhaus Bottrop ist ein Akutkrankenhaus der Regelversorgung mit neun Fachkliniken und verfügt über 346 Planbetten zuzüglich 12 Betten für teilstationäre Dialyse. Es beschäftigt ca. 900 Mitarbeiter und ist ein akademisches Lehrkrankenhaus für die Universität Duisburg-Essen. Zum 1. Mai 2014 hat das Krankenhaus einen Rechtsformwechsel vollzogen und firmiert nun als Knappschafts Krankenhaus Bottrop GmbH.

Eine der neun Fachkliniken ist die Neurologische Klinik, welche an diesem Projekt beteiligt war und ist. Auf der eigenen Internetpräsenz wird die Neurologische Klinik wie folgt beschrieben.

Die Neurologische Klinik behandelt jährlich etwa 2000 Patienten auf einer 45-Betten-Station einschließlich Stroke Unit und interdisziplinärer Intensivstation. Es gibt Ein-, Zwei- und Dreibettzimmer, die großzügig eingerichtet sind und über eigene Nasszellen verfügen. Der Einzugsbereich der Klinik umfasst neben Bottrop und Kirchhellen auch die angrenzenden Städte Essen, Gelsenkirchen, Oberhausen, Dorsten und Gladbeck.

Dazu gehören z. B.: Schlaganfälle und andere Gefäßkrankungen des Gehirns; Geschwülste und Entzündungen des Gehirns, der Hirnhäute und des Rückenmarks; akute Querschnittslähmungen; Bandscheibenvorfälle; Parkinsonkrankheit; Multiple Sklerose; Kopfschmerzen und andere Schmerzsyndrome; Epilepsie und andere Erkrankungen der peripheren Nervenbahnen und der Muskulatur.

(Knappschafts Krankenhaus Bottrop GmbH, 2015)

2.2 Hochschule Ruhr-West

Die Hochschule Ruhr-West beschreibt sich auf ihrer Internetpräsenz wie folgt:

Die Hochschule Ruhr West (HRW) ist eine junge staatliche Hochschule mit hohen Qualitätsstandards. Sie hat ihre Standorte in den Städten Mülheim an der Ruhr und Bottrop. Unsere Schwerpunkte liegen in den Bereichen Informatik, Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Naturwissenschaften und Wirtschaft. (Hochschule Ruhr-West, 2015)

2.3 Beteiligte Personen

Name	Position	Email	Telefon
Patrick Lautsch	Student der Angewandten Informatik (B.Sc.) an der Hochschule Ruhr-West	patrick.lautsch@stud.hs-ruhrwest.de	+49 (2041) 569179 +49 (178) 1440128
Dr. med. Reinhold Dux	Chèfarzt der Neurologischen Klinik und des Reha- Zentrums Prosper am Knappschaftskrankenhaus Bottrop	reinhold.dux@kk-bottrop.de	+49 (2041) 15 - 1700
Dr. med. Giovanni Calandro	Oberarzt an der Neurologischen Klinik am Knappschaftskrankenhaus Bottrop	giovanni.calandro@kk-bottrop.de	+49 (2041) 15 - 5730
Prof. Dr. Oliver Koch	Professor am Institut für Informatik an der Hochschule Ruhr-West	oliver.koch@hs-ruhrwest.de	+49 (208) 88254 809

3 Ziele der durchzuführenden Aufgaben

3.1 Hintergrund

In Nordrhein-Westfalen sind die Krankenhäuser aufgefordert worden, ab 2015 alle Krankenhauspatienten ab dem 75. Lebensjahr einem Screening zu unterwerfen (Schlingensiepen, 2013).

In einem bestimmten Screening soll z. B. festgestellt werden, ob ein Patient eine erhöhte Sturzgefahr aufweist. Bisher wurde dies durch einen Fragenkatalog bestimmt, der durch den Patienten beantwortet wurde.

Die Ursache für eine erhöhte Sturzgefahr lässt sich aber auch in einigen neurologischen Erkrankungen finden, da diese häufig zu einem gestörten Gangverhalten des Patienten führen. So verändert die Krankheit Morbus Parkinson u.a. die Schrittlänge, die Schrittgeschwindigkeit und die Kontrolle des Körperschwerpunkts eines Patienten.

Allerdings lässt sich derzeit, auf Basis der zuvor genannten Daten, kein eindeutiges System beschreiben oder gar aufstellen, welches eine halbwegs zuverlässige Diagnose der Krankheit Morbus Parkinson ermöglichen würde. Die Problematik liegt darin, dass die zuvor genannten Daten sich gegenseitig beeinflussen und jeweils in unterschiedlich gewichteten Relationen zueinanderstehen. Ein Arzt, welcher häufig mit Parkinson Patienten arbeitet, erkennt am Gangverhalten eines Patienten das mögliche Vorliegen bzw. nicht Vorliegen dieses Krankheitsbildes eher intuitiv auf Basis seiner gesammelten Erfahrungen. Ein weiteres Problem besteht in der zuverlässigen Erfassung der Daten. Dies wäre z. B. durch das Motion Capture System der Firma Xsens Technologies¹ möglich. Hierzu würde ein Patient einen speziellen Anzug anlegen, dieser würde dann bei dem Zurücklegen einer vordefinierten Laufstrecke die benötigten Daten aufzeichnen. Dennoch ist das System für ein Screening eher ungeeignet, da alleine das korrekte Anlegen und das spätere Ablegen des Motion Capture Anzuges bereits mindestens 30 Minuten veranschlagen würde, was der Zielgruppe 75+ nicht zugemutet werden sollte. Zum anderen kostet bereits ein Anzug inklusive Software ca. 50.000,00 €.

¹<http://www.xsens.de/ueber-xsens/industrielle-anwendungen/motion-capture.php> (2014)

3.2 Projektziel

Ziel des Projektes ist der Entwurf und die Entwicklung eines IT-Systems, welches es ermöglichen soll, parkinsonspezifische Bewegungsstörungen auf Basis einer Ganganalyse zu erkennen.

Das Projekt lässt sich zunächst in zwei Teilprojekten beschreiben und unterteilen:

1. Entwurf und Entwicklung eines Systems, welches eine zuverlässige Erfassung der Schrittlänge, der Schrittgeschwindigkeit und des Körperschwerpunktes über der Zeit ermöglicht.
2. Entwurf und Entwicklung eines Systems, welches auf Basis der in Teilprojekt (1) erfassten Daten eine Aussage treffen kann, ob parkinsonspezifische Bewegungsstörungen vorliegen.

3.3 Teilprojekt 1

Um die zuverlässige Erfassung der Schrittlänge, der Schrittgeschwindigkeit und des Körperschwerpunktes über der Zeit beim Zurücklegen einer vorher definierten Laufstrecke zu bestimmen, soll ein kamera- und infrarotgestütztes IT-System zu Einsatz kommen.

Das Produkt Kinect for Windows² der Firma Microsoft ist ein System, welches dazu gedacht ist mithilfe eines Tiefensensors (infrarot), eines 3D-Mikrofons und einer Farbkamera neue intuitive Mensch-Maschine Anwendungen zu ermöglichen. Die Daten, die durch die Sensoren der Kinect aufgenommen werden, können anschließend durch IT-Systeme verarbeitet und/oder angezeigt werden.



Abbildung 1: Kinect for Windows

²<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/> (2014)

Eine bereits existierende Anwendung für die Kinect ist die Erstellung eines virtuellen Skeletts. Hierbei wird eine Person, die sich vor die Kinect positioniert, auf einem Bildschirm, durch die Verbindung einzelner Körpersegmente, in Echtzeit dargestellt.



Abbildung 2: Person wird von der Kinect in Echtzeit als virtuelles Skelett dargestellt.

Mithilfe einer ähnlichen Applikation lassen sich die benötigten Daten (Schrittlänge, Schrittgeschwindigkeit und Körperschwerpunkt) berechnen.

Die erste Aufgabe besteht nun darin, eine Applikation zu schreiben, welche die benötigten Daten berechnet. Anschließend muss untersucht werden, wie realitätsgetreu die Daten sind und welche Rahmenbedingungen geben sein müssen.

Ist das Ergebnis nicht ausreichend, muss das System daraufhin optimiert werden. Dies ist bspw. durch das Verwenden und Zusammenschließen mehrerer Kinect möglich, die gemeinsam eine höhere Genauigkeit ermöglichen.

3.4 Teilprojekt 2

Im Abschnitt Hintergrund wurde näher erläutert, dass kein statisches System oder mathematisches Modell existiert, welches, aufbauend auf den Daten aus Teilprojekt 1, parkinsonspezifische Bewegungsstörungen erkennen könnte, obwohl die Krankheit das Gangverhalten eindeutig stört.

Problemstellungen, die sich nicht exakt mathematisch beschreiben lassen, können in der Informatik durch *selbstlernende Systeme* wie künstliche neuronale Netze³ gelöst werden.

Bedingungen für ein solches künstliches neuronales Netz sind sogenannte *Trainingsdaten*. Bei diesen Trainingsdaten beschreibt ein *Lehrer* die Aus-

³http://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstliches_neuronales_Netz (2014)

gangssituation und das hierzu gewünschte Ergebnis. Die Aufgabe des künstlichen neuronalen Netzes ist es nun, ein Muster aus den vorhandenen Trainingsdaten zu abstrahieren, mit dem Ziel, zukünftig bei völlig neuen Ausgangssituationen das Ergebnis eigenständig vorhersagen zu können.

Aufgabe in diesem Teilprojekt, ist es zunächst die Trainingsdaten mit entsprechenden ProbandInnen zu erheben. Dies geschieht mithilfe des in Teilprojekt 1 entwickelten IT-Systems. Als ProbandInnen sind sowohl an Parkinson erkrankte, wie auch nicht an Parkinson erkrankte, Personen auszuwählen.

Im Anschluss an die Erhebung der Trainingsdaten wird ein künstliches neuronales Netz als Computerprogramm entworfen und anhand der Trainingsdaten trainiert.

Im Anschluss muss die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems untersucht und getestet werden. Hierfür ist erneut die Hilfe von ProbandInnen nötig, für die die gleichen Parameter gelten wie für die Erhebung der Trainingsdaten, allerdings darf es sich hierbei *nicht* um die gleichen Personen handeln wie bei der Erhebung der Trainingsdaten. Dies ist zwingend notwendig, um in einem Test zu gewährleisten, dass das künstliche neuronale Netz auch tatsächlich das gewünschte Muster abstrahiert und nicht bloß die Trainingsdaten auswendig gelernt hat.

4 Ergebnisse der Arbeiten

4.1 Einleitung

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten repräsentieren den *akutellen Stand des Projekts*. Sowohl verworfene Arbeiten als auch noch in Zukunft durchzuführende Tätigkeiten sind nicht beschrieben.

Die Fortsetzung des Projekts findet im Rahmen meiner Abschlussarbeit (Bachelor of Science) im direkten Anschluss statt.

4.2 Allgemeine Beschreibung des entwickelten Systems

Die zentrale Rolle im entwickelten System spielt die Kinect for Windows 2 der Firma Microsoft. Ein Gerät, welches Bild-, Infrarot- und Audiosensoren in sich vereint. Microsoft bietet für die Kinect eine Programmierschnittstelle an, über welche auf die Sensoren zugegriffen werden kann. Eine besondere Fähigkeit der Programmierschnittstelle ist das sogenannte *Bodytracking*. Hierbei wird u.a. ein Skelett, bestehend aus 25 Körperpunkten (engl. 'Joints'), erstellt. Beispiele für diese Joints sind 'RightFoot', 'LeftHand' und 'Head'.

Diese 25 Körperpunkte bilden die Datenbasis des Systems zur Ganganalyse. Ein Proband läuft eine vorher definierte Laufstrecke im Sichtfeld der Kinect. Diese erstellt die zuvor erwähnten Körperpunkte, welche über die Kinect-Benutzerschnittstelle kontinuierlich von einer selbst entwickelten Software ausgelesen und aufgezeichnet werden. Mithilfe von hierfür geschriebenen Matlab-Skripten, können die aufgezeichneten Körperpunkte über der Zeit betrachtet und analysiert werden. Auf diese Weise ist es z. B. möglich den rechten und linken Fuß mittels eines Weg-Zeit-Diagramms, eines Geschwindigkeit-Zeit-Diagramms und eines Beschleunigung-Zeit-Diagramms zu betrachten und zu vergleichen.

4.3 Beschreibung der Hardware

4.3.1 Kinect for Windows v2-Sensor

Der Kinect for Windows v2-Sensor ist eine Weiterentwicklung des Kinect for Windows v1-Sensors und speziell für kommerzielle Anwendungen gedacht.

Die Kinect verfügt sowohl über eine Farb-Kamera, einen Infrarot-Sensor als auch über mehrere Audiosensoren.



Abbildung 3: Kinect for Windows v2

Die Farbkamera besitzt eine Auflösung von 1080p und eine Bildwiederholungsrate von 30 Hz.

Der Infrarotsensor erzeugt eine sogenannte *Point Cloud*. Hunderte von kleinen Laserpunkten werden hierfür über den gesamten Raum emittiert. Treffen diese auf ein Hindernis, z. B. eine Person, so wird der Laserpunkt zurückreflektiert. Auf Basis der zurückreflektierten Laserpunkte und der Farbkamera wird auf diese Weise ein Tiefenbild erzeugt, welches eine Auflösung von 512x424 Pixel und eine Bildwiederholungsrate von 30 Hz besitzt.

Die folgende Abbildung soll diesen Prozess veranschaulichen:



Abbildung 4: Infrarot-, Tiefen- und Farbbild aufgenommen mit der Kinect for Windows v2

4.3.2 ThinkPad X1 Carbon

Das Notebook ThinkPad X1 Carbon der Firma Lenovo wird zur Kommunikation mit der Kinect verwendet. Auf ihm läuft die Software, welche die Körperdaten von der Kinect ausliest, abspeichert und analysiert.

Die technischen Besonderheiten des Notebooks sind an dieser Stelle vernachlässigbar, da jedes Computersystem, welches in der Lage ist den Datenstrom der Kinect in Echtzeit zu verarbeiten, eingesetzt werden könnte. Die einzige Einschränkung besteht darin, dass als Betriebssystem Windows 8 oder höher eingesetzt werden müsste, da Microsoft nur Treiber und Programmierschnittstellen ab Windows 8 bereitstellt.

4.4 Beschreibung der Software

4.4.1 Kinect for Windows SDK 2.0 / C#-WPF

Das Kinect for Windows SDK 2.0⁴ stellt Software-Tools und die APIs bereit, welche zur Steuerung und Kommunikation der Kinect verwendet werden können.

Zu den Funktionalitäten des SDKs 2.0 gehören u.a. Lean tracking, Face tracking und Body tracking. Wobei nur Letzteres in diesem Projekt genutzt wurde.

Das Kinect for Windows SDK 2.0 wurde von Microsoft entwickelt und unterstützt die Programmiersprachen C++, C# und Visual Basic. Die Entscheidung fiel auf C#, da diese eine wesentliche schnellere Entwicklungszeit als C++ ermöglicht⁵ und dennoch, in Verbindung mit der Windows Presentation Foundation⁶, eine echte Hardwarebeschleunigung ermöglicht.

Das Body tracking stellt Personen, welche von der Kinect erkannt werden, als ein Skelett dar, bestehend aus 25 Körperpunkten, im weiteren Verlauf ‘Joints’ genannt.

Die Kinect erstellt insgesamt 30 Frames pro Sekunde. Jeder dieser Frames enthält Informationen darüber, an welcher *Position* im Raum ein jeder Joint zur Zeit der Erstellung des Frames ist, welche Orientierung dieser hat usw. Des Weiteren wird jeder Frame mit allgemeinen Daten versehen, allem voran eines *Zeitstempels*.

4.5 Software zur Analyse von Gangdaten

4.5.1 MATLAB

Matlab (Eigenschreibweise: MATLAB) ist eine kommerzielle Software des Unternehmens The MathWorks, Inc. zur Lösung mathematischer Probleme und zur grafischen Darstellung der Ergebnisse. Matlab ist primär für numerische Berechnungen mithilfe von Matrizen ausgelegt, woher sich auch der

⁴<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn799271.aspx> (2015)

⁵Aussage basiert auf eigenen Erfahrungen

⁶<https://msdn.microsoft.com/de-de/library/ms754130%28v=vs.110%29.aspx> (2015)

Name ableitet: MATrix LABoratory.⁷

Anzumerken ist hier, dass der Einsatz von Matlab nur während der Entwicklungsphase geplant ist. Matlab ermöglicht es auf einfache Weise Diagramme zu erstellen und beherrscht eine Pseudocode ähnliche Skriptsprache. Für das Endprodukt ist eine eigene Software zu entwickeln, welche Gangaufnahme und Analyse in einer GUI vereint.

4.6 Beschreibung des Systems zur Aufnahme von Gangdaten

4.6.1 Bedingungen der durchgeführten Aufnahme

Die Aufnahme der Gangdaten fand in der Turnhalle des Reha-Zentrums Bottrop statt. Die Beleuchtung bestand (fast) ausschließlich aus künstlichem Licht, da dies erfahrungsgemäß zu einer Erhöhung der Qualität der von Kinect produzierten Daten führt.

Die einzelnen Probanden wurden gebeten, eine vorher definierte Laufstrecke insgesamt drei Mal zu durchlaufen. Zuvor wurden diese allerdings gebeten ihr Alter, Gewicht und Größe auf freiwilliger Basis anzugeben.

4.6.2 Laufstrecke

Die Laufstrecke stellt den Teil der Aufnahme der Gangdaten dar, welcher von der Kinect for Windows v2 zuverlässig erfasst werden kann. Diese bemisst ca. 4,0m.

Um die Gangaufnahme möglichst zügig durchführen zu können, wurde darauf verzichtet, das Aufnahmeprogramm bei jedem Durchlauf eines Probanden neuzustarten. Damit allerdings die Probanden keine für die Analyse irrelevanten Daten bei der Rückkehr zum Start der Laufstrecke erzeugen, wurden diese gebeten, in einem Kreis um das Sichtfeld der Kinect zum Start zurückzukehren. Veranschaulicht wird dies auf der nachfolgenden Grafik.

⁷Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Matlab> (2015)

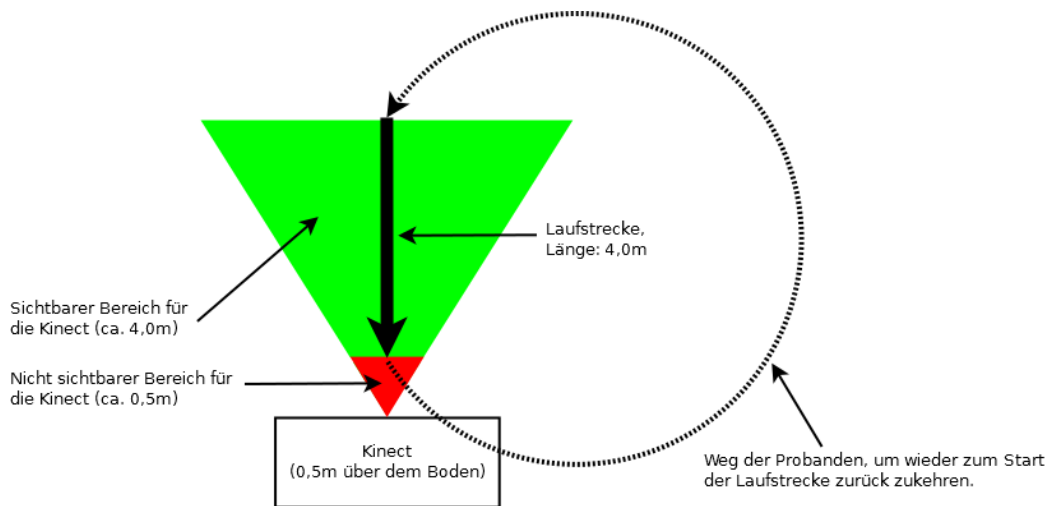


Abbildung 5: Laufstrecke und Randbedingungen

4.6.3 Software

Zu Beginn der Aufnahme fragt das Programm nach dem Namen der Aufnahme. Alle weiteren Daten der Aufnahme werden in einem Unterverzeichnis abgespeichert, welcher dem Namen der Aufnahme entspricht.

Die Software zur Aufnahme von Gangdaten speichert zwei Kategorien von Informationen: allgemeine Informationen über den Probanden und Frames. Alle werden ausschließlich in einem für Matlab verständlichen Format geschrieben und besitzen die Dateiendung '.m'.

Die Informationen über den aktuellen Probanden werden Schritt für Schritt von diesem im Programm eingegeben.⁸ Zu diesen Informationen zählen Alter, Gewicht, Größe und das Vorhandensein von Gangstörungen. Alle diese Informationen werden als Integerwerte gespeichert, d. h. Alter in Jahren, Gewicht in Kilogramm und Größe in Zentimetern. Die Besonderheit bildet hier die Gangstörung. Diese werden über bestimmte Zahlen definiert, wenn erstmalig eine Gangstörung aufgenommen wird. Gesunde Probanden werden durch den Wert '-1' repräsentiert.

Abgelegt werden diese Daten in der Datei 'record.m'. Im Folgenden ein Beispiel einer 'record.m'-Datei.

⁸Die Angabe von persönlichen Daten war während der Aufnahme stets optional.

```

1 recordName      = 'a4';
2 motionDysfunction = -1;
3 age            = 27;
4 weight        = 71;
5 height        = 180;

```

Abbildung 6: Beispiel einer record.m

Jeder aufgenommene Frame erhält eine Framenummer, welche um eins höher ist, als die seines direkten Vorgängers. Abgespeichert werden die Frames unter der Datei “frame_<FRAMENUMMER>.m”.

In dieser Datei wird der Zeitstempel, also wann der Frame aufgenommen wurde, und die Positionen der 25 Joints gespeichert. Wobei jede Position eines Joints aus einer X-, Y- und Z-Komponente besteht. Im Folgenden ein *Ausschnitt* einer aufgenommenen Framedatei:

```

1 timestamp=550611030;
2 joint_data = [-0.05579999 -0.0005311021 4.050884; -0.05971461 0.3253523 4.084304;

```

Abbildung 7: Beispiel einer Framedatei

4.7 Ganganalyse (in Matlab)

Die Analyse der Gangdaten richtet sich in erster Linie an die in Teilprojekt 1 definierten Ziele, d. h. die Berechnung der Schrittlänge, der Schrittgeschwindigkeit und des Körperschwerpunkts.

4.7.1 Schrittlänge

Der Algorithmus zur Erfassung der Schrittlänge betrachtet nur die aufgenommenen Daten des linken und rechten Fußes, welche sich *innerhalb* der Laufstrecke befinden. Die Daten beider Füße werden als Funktion betrachtet und die Punkte berechnet in denen sich beide schneiden. In der Realität sind dies die Punkte auf der Laufstrecke, bei denen sich beide Füße auf gleicher Tiefenposition befinden. Die Schrittlänge ergibt sich dann aus den Abständen dieser Schnittpunkte. Das folgende Diagramm veranschaulicht dies:

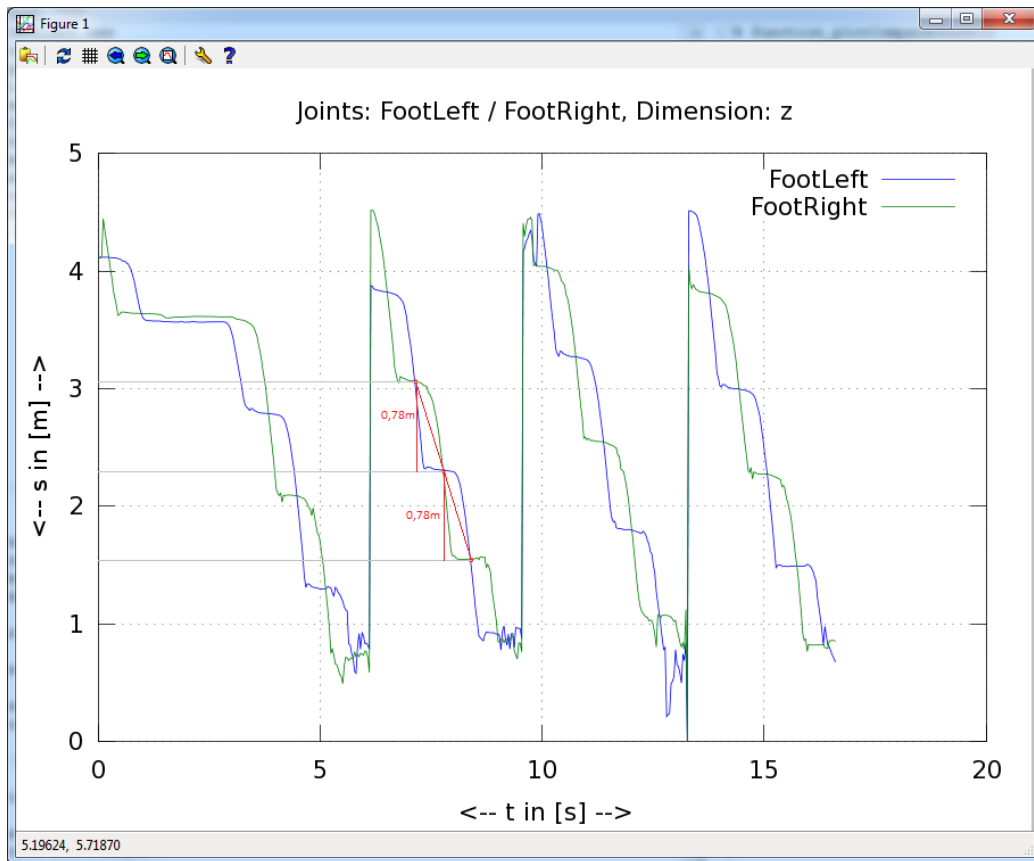


Abbildung 8: Berechnung der Schrittlänge durch die Länge der Schnittpunkte.

4.7.2 Schrittgeschwindigkeit

Um die Schrittgeschwindigkeit zu berechnen, wird die Schrittlänge über der Zeit betrachtet. Mathematisch ausgedrückt ist die Geschwindigkeit definiert als:

$$s = v * t \Leftrightarrow v = \frac{s}{t}$$

Das “s” ist in unserem Fall die Schrittlänge und “t” die Dauer der von “s”.

Da bereits ein Algorithmus zur Berechnung der Schrittlänge existiert, wird einzig und allein noch die Dauer des Schrittes benötigt. Das folgende Diagramm, basierend auf dem Diagramm zur Schrittlänge, veranschaulicht dies:

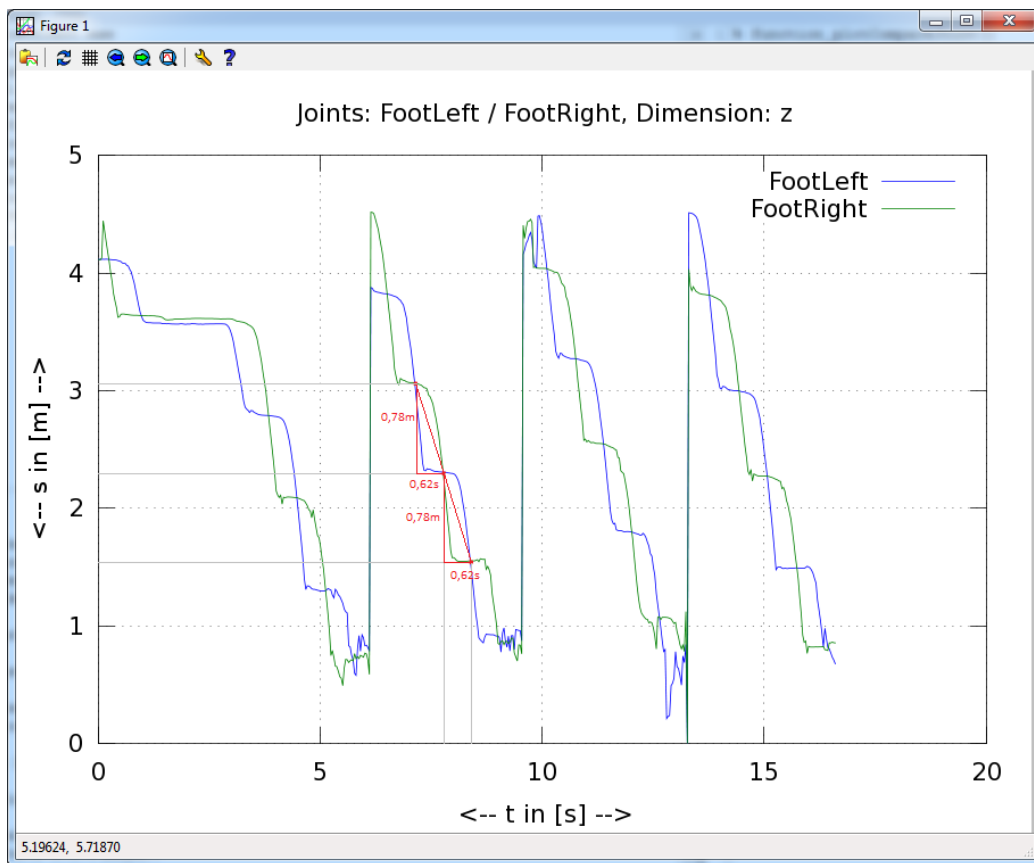


Abbildung 9: Berechnung der Schrittgeschwindigkeit

Aus dem bekannten Wert der Schrittlänge (0,78m) und der berechneten Dauer des jeweiligen Schrittes (in diesem Beispiel: 0,62s) ergibt sich eine Schrittgeschwindigkeit von:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0,78 \text{ m}}{0,62 \text{ s}} = 1,26 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4,54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

4.7.3 Körperschwerpunkt

Ein geeigneter Algorithmus zur Bestimmung des Körperschwerpunktes ließ sich, mit den aufgenommenen und berechneten Daten, nicht finden.⁹

⁹Stand: 28.03.2015

Im weiteren Verlauf des Projekts ist geplant, eine zusätzliche Hardware in das System zu integrieren, welche speziell für die Erfassung des Körperschwerpunkts konstruiert wurde.

4.7.4 Zuverlässigkeit der aufgenommenen und berechneten Daten

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Untersuchung bzgl. der Zuverlässigkeit der aufgenommenen und berechneten Daten noch nicht durchgeführt wurde.

Abbildungsverzeichnis

1	Kinect for Windows http://www.derivative.ca/ (2014)	7
2	Person wird von der Kinect in Echtzeit als virtuelles Skelett dargestellt. http://blogs.msdn.com (2014)	8
3	Kinect for Windows v2 http://dri2.img.digitalrivercontent.net/ (2015)	11
4	Infrarot-, Tiefen- und Farbbild aufgenommen mit der Kinect for Windows v2 http://www.microsoft.com/ (2015)	12
5	Laufstrecke und Randbedingungen <i>Patrick Lautsch</i> (2015)	15
6	Beispiel einer record.m <i>Patrick Lautsch</i> (2015)	16
7	Beispiel einer Framedatei <i>Patrick Lautsch</i> (2015)	16
8	Berechnung der Schrittlänge durch die Länge der Schnittpunkte. <i>Patrick Lautsch</i> (2015)	17
9	Berechnung der Schrittgeschwindigkeit. <i>Patrick Lautsch</i> (2015)	18