

Interaction Methods for Fully-Enclosed Virtual Reality Spaces

A Dissertation

Presented to the

Graduate Faculty of the

University of Louisiana at Lafayette

In Partial Fulfillment of the

Requirements for the Degree

Doctor of Philosophy

Malcolm Hutson

Spring 2010

© Malcolm Hutson

2010

All Rights Reserved

Interaction Methods for Fully-Enclosed Virtual Reality Spaces

Malcolm Hutson

APPROVED:

---

Erwin Schrödinger, Chair  
Professor of Physics

---

Albert Einstein  
Adjunct Professor of Math

---

C. E. Palmer  
Dean of the Graduate School

## Dedication

Dedicated to my wife Shirley.

## Epigraph

If A is success in life,  
then A equals x plus y plus z.

Work is x; y is play;  
and z is keeping your mouth shut.

—Albert Einstein, *Observer*, Jan. 15, 1950

## Acknowledgments

I wish to thank the multitudes of people who helped me. Time would fail me to tell of . . . I Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed volutpat vulputate dolor, eget dictum est gravida a. Sed sed est ligula, in volutpat eros. Morbi id diam libero, non egestas nunc. Ut leo odio, convallis vel sollicitudin eu, sodales dignissim lacus. Etiam quam mi, aliquam ac vulputate at, rhoncus eleifend ipsum. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Cras dolor libero, semper vel interdum sed, varius id tortor. Morbi fermentum erat et risus rhoncus volutpat. Mauris cursus, tortor et tincidunt commodo, justo turpis commodo eros, a blandit ante leo eget urna. Vivamus varius ipsum non diam varius sit amet rutrum elit dignissim. Aenean est lacus, sagittis quis lobortis sit amet, consequat non massa. Quisque iaculis lacinia consectetur. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris sit amet turpis eget quam pellentesque fermentum. Sed porttitor massa lacinia est sagittis varius. Nulla facilisi. Sed molestie porta tellus. Nunc neque velit, sollicitudin nec molestie quis, cursus sed ligula. Morbi at feugiat quam. Aenean tincidunt facilisis nisl in mollis.

Donec congue, ligula ut lobortis ullamcorper, magna nibh mollis nulla, a dictum nisi est a tortor. Vivamus sit amet quam vel risus ornare consequat. Praesent eu massa non metus sollicitudin euismod. Pellentesque ligula ante, interdum at bibendum sed, bibendum quis felis. In quis eleifend mauris. Etiam ornare volutpat ligula, quis ullamcorper libero sollicitudin vitae. Mauris vel felis ut metus lacinia iaculis. Suspendisse dapibus, elit sit amet vestibulum egestas, diam arcu facilisis quam, nec suscipit neque urna non quam. Integer varius, quam sit amet fringilla faucibus, orci dui placerat augue, a imperdiet odio diam placerat eros. Etiam a lorem at felis rutrum faucibus vel eu dui. Aenean cursus cursus cursus. Cras vitae neque et felis aliquam suscipit.

Etiam nec nunc quis lacus rhoncus commodo eu quis velit. Nunc eleifend odio vel

lacus convallis posuere. Ut sed luctus lorem. Sed gravida feugiat varius. Mauris massa dui, mollis non lacinia id, ultrices ut lacus. Curabitur fringilla pellentesque ipsum sed molestie. Suspendisse et placerat neque. Proin tempus mauris quis dolor scelerisque pulvinar. Quisque ac posuere nisi. Phasellus quis velit elementum libero consectetur pellentesque ut quis neque. Nunc fermentum tempus lectus, nec posuere quam viverra vel. Mauris velit mi, rhoncus tincidunt cursus vel, rhoncus quis metus. Nullam eu viverra dui. Sed interdum porttitor malesuada. Proin nec condimentum lacus. Donec congue purus sit amet nisi molestie nec condimentum lorem adipiscing. Duis sagittis, est ut luctus convallis, arcu mauris aliquet dui, sit amet porttitor orci ipsum at neque. Donec non leo ac velit aliquet vestibulum.

Aliquam erat volutpat. Etiam elit eros, fermentum non dapibus non, consectetur at urna. Praesent sit amet nisl ligula, nec ullamcorper turpis. Etiam gravida, magna nec sodales sollicitudin, nunc nunc tempus justo, vel rutrum velit nibh eget velit. In facilisis cursus sem in ornare. Proin sit amet fermentum elit. Integer dolor nunc, porta quis egestas eu, scelerisque ut lorem. Nunc sed diam risus. Morbi condimentum venenatis nisl eu interdum. Phasellus a ipsum mi. Donec eget sapien leo, quis viverra dui. Nunc volutpat enim in dui consectetur nec facilisis ante lobortis. Mauris erat diam, condimentum quis tincidunt quis, pulvinar viverra dolor. Aliquam nec convallis urna. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Ut vitae nisi vitae nunc dictum porttitor sed eget lorem. Fusce eget odio sem, quis rhoncus nisl. Proin ut erat in ipsum ultricies auctor.

## Table of Contents

<b>Dedication</b> .....	iv
<b>Epigraph</b> .....	v
<b>Acknowledgments</b> .....	vi
<b>List of Tables</b> .....	xi
<b>List of Figures</b> .....	xii
<b>Chapter 1. Introduction</b> .....	1
1.1 Motivation .....	1
1.2 Research Goals .....	3
1.3 Challenges is a Very Long Section Title Very Long Section Title That Will Wrap Around.....	3
1.3.1 Challenges Subsection.....	3
1.3.2 Challenges Subsection 2.....	3
1.4 Problem Statement .....	3
1.5 Research Issues .....	3
1.6 Contributions and Results .....	3
1.7 Dissertation Overview .....	3
<b>Chapter 2. Background is a Very Long Chapter Title That Will Wrap Around, It's so Long That It's Still Going And Going</b> .....	4
2.1 Fully-Enclosed Virtual Reality Spaces.....	4
2.2 Head and Wand Tracking.....	6
2.3 Manipulation Devices.....	6
<b>Chapter 3. Related Work is also a Very Long Chapter Title That Will Wrap Around</b> .....	7
3.1 Existing Tracking Technologies .....	7
3.2 Existing Interaction Technologies .....	7
3.3 Existing Technologies in Other Environments.....	7
<b>Chapter 4. Research Overview</b> .....	8
4.1 Research Methodology.....	8
4.2 Architecture Overview.....	8
<b>Chapter 5. JanusVF</b> .....	9
5.1 Abstract.....	9
5.2 Introduction.....	10



5.3	Previous Work .....	10
5.4	Hardware .....	10
5.5	Software.....	10
5.6	Testing.....	10
5.7	Discussion.....	10
<b>Chapter 6. Infrared Patterns from Projector.....</b>		<b>11</b>
6.1	Abstract .....	11
6.2	Introduction.....	11
6.3	Previous Work .....	11
6.4	Hardware .....	11
6.5	Software.....	11
6.6	Testing.....	11
6.7	Discussion.....	11
<b>Chapter 7. Wii Remote with LEDs at the Corners.....</b>		<b>12</b>
7.1	Abstract .....	12
7.2	Introduction.....	12
7.3	Previous Work .....	12
7.4	Hardware .....	12
7.5	Software.....	12
7.6	Testing.....	12
7.7	Discussion.....	12
<b>Chapter 8. Marker-Based Hand Tracking.....</b>		<b>13</b>
8.1	Abstract .....	13
8.2	Introduction.....	13
8.3	Previous Work .....	13
8.4	Hardware .....	13
8.5	Software.....	13
8.6	Testing.....	13
8.7	Discussion.....	13
<b>Chapter 9. Automatic Hand-held Interfaces.....</b>		<b>14</b>
9.1	Abstract .....	14
9.2	Introduction.....	14
9.3	Previous Work .....	14
9.4	Hardware .....	14
9.5	Software.....	14
9.6	Testing.....	14
9.7	Discussion.....	14
<b>Chapter 10. Conclusions and Future Work is also a Very Long Chapter Title That Will Wrap Around.....</b>		<b>15</b>

10.1	Challenges Addressed.....	15
10.2	Research Issues Handled.....	15
10.3	Outcomes .....	15
10.3.1	Impact .....	15
10.3.2	Limitations.....	15
10.4	Future Research.....	15
10.5	Final Thoughts.....	15
<b>Appendices .....</b>		<b>16</b>
<b>Bibliography.....</b>		<b>17</b>
<b>Abstract .....</b>		<b>19</b>
<b>Biographical Sketch.....</b>		<b>20</b>

## List of Tables

Table 2.1	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis.....	4
Table 5.1	Curabitur sapien enim, elementum sit amet mollis sed, convallis ac enim. Nulla nunc tortor, semper eu volutpat sit amet, mattis in Eros.....	9

## List of Figures

Figure 1.1	This is the first image.....	2
Figure 1.2	This is the second image. Curabitur sapien enim, elementum sit amet.....	2

# Chapter 1

## Introduction

### 1.1 Motivation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

Phasellus ante risus, porta quis pharetra ut, venenatis at neque. Duis porttitor convallis dui, ornare lobortis justo congue eu. Sed lacinia consectetur velit id posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Etiam viverra venenatis placerat. Nunc non quam arcu, ac gravida nibh. Duis dignissim ligula eget nisl imperdiet pretium. Quisque non quam tellus. Maecenas ante nisl, sollicitudin ut tincidunt sed, euismod et sem. Proin hendrerit, nibh in sodales ultricies, enim purus varius neque, at mattis diam mauris eget justo. Maecenas tristique ligula ut nunc iaculis tincidunt. Nullam ut justo placerat nulla vehicula rutrum. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

In consectetur consectetur pharetra. Vivamus luctus nisl quam, vitae egestas tortor. Nam turpis dui, dignissim iaculis faucibus fringilla, laoreet eu leo. In libero metus, ullamcorper quis ullamcorper et, porttitor vitae dolor. Sed eget faucibus odio. In nec diam vel quam malesuada blandit vel at velit. Nulla nec lorem enim, ut



Figure 1.1: This is the first image

imperdiet nibh. In mi lorem, cursus eget blandit ut, luctus et dui. Duis dui felis, porttitor eu rhoncus in, rhoncus sit amet lacus. Cras vel erat lacus, id malesuada magna. Sed non augue sed lectus ullamcorper eleifend. Cras nec odio purus, quis convallis elit. Ut condimentum aliquet dolor in sodales. Phasellus id nisi purus. Vestibulum ante ante, lobortis non semper vel, adipiscing ac risus. Ut placerat nibh eget nisl mollis ut auctor massa accumsan. Nullam tempor, dui non malesuada luctus, nisl augue dapibus ante, vel pharetra nisl turpis a tellus. Duis molestie scelerisque blandit. Pellentesque nec rhoncus lectus.



Figure 1.2: This is the second image. Curabitur sapien enim, elementum sit amet.

Curabitur sapien enim, elementum sit amet mollis sed, convallis ac enim. Nulla nunc tortor, semper eu volutpat sit amet, mattis in eros. Quisque turpis risus, tincidunt nec euismod eu, aliquet vitae massa. Ut gravida est a sem volutpat a auctor lorem dapibus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Phasellus nec erat id erat convallis cursus. Cras vitae fermentum tortor. Vivamus sit amet laoreet nisi. Duis eu ipsum nec nunc blandit dictum. Integer mollis suscipit justo, eget viverra eros feugiat vitae. Aliquam erat volutpat. Donec non lectus lacus. Donec pulvinar eleifend risus, fringilla consectetur felis dictum sed. Nam rhoncus lacinia odio, id sollicitudin diam placerat quis. Integer quis feugiat quam. Morbi id neque sapien. Morbi massa arcu, semper sit amet molestie eget, condimentum at nisl. Vestibulum eget nulla nisl, eget scelerisque velit. Aenean volutpat mollis lectus, vitae dapibus elit scelerisque nec.

Phasellus in lorem in lectus egestas tincidunt. Pellentesque consectetur magna eget tellus pellentesque eleifend. Curabitur eget nulla ac mi laoreet eleifend. Nullam blandit nunc eget quam posuere mollis. Sed dignissim erat feugiat sem sollicitudin pellentesque hendrerit eros tincidunt. Donec velit sem, volutpat at consectetur at, rutrum sit amet tellus. Mauris augue odio, gravida sit amet suscipit ac, scelerisque in erat. Donec sit amet tellus ante, quis pretium ante. Integer et lacus sed leo ultrices mollis. Praesent scelerisque gravida tempus

## **1.2 Research Goals**

## **1.3 Challenges is a Very Long Section Title Very Long Section Title That Will Wrap Around**

### **1.3.1 Challenges Subsection**

### **1.3.2 Challenges Subsection 2**

## **1.4 Problem Statement**

## **1.5 Research Issues**

## **1.6 Contributions and Results**

## **1.7 Dissertation Overview**

Chapter 2

Background is a Very Long Chapter Title That Will Wrap Around, It's so Long That It's Still Going And Going

2.1 Fully-Enclosed Virtual Reality Spaces

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

Table 2.1: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis.

Angle (deg)	Delta (mm RMS)		
	Original	Offset	Quadtree
90	0.488	0.465	0.477
45	4.932	5.180	0.882
30	8.148	8.051	2.452
15	20.327	19.258	5.233

Phasellus ante risus, porta quis pharetra ut, venenatis at neque. Duis porttitor convallis dui, ornare lobortis justo congue eu. Sed lacinia consectetur velit id posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Etiam viverra venenatis placerat. Nunc non quam arcu, ac gravida nibh. Duis dignissim ligula eget nisl imperdiet pretium. Quisque non quam tellus. Maecenas ante nisl, sollicitudin ut tincidunt sed, euismod et sem. Proin hendrerit, nibh in sodales ultricies,



enim purus varius neque, at mattis diam mauris eget justo. Maecenas tristique ligula ut nunc iaculis tincidunt. Nullam ut justo placerat nulla vehicula rutrum. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

In consectetur consectetur pharetra. Vivamus luctus nisl quam, vitae egestas tortor. Nam turpis dui, dignissim iaculis faucibus fringilla, laoreet eu leo. In libero metus, ullamcorper quis ullamcorper et, porttitor vitae dolor. Sed eget faucibus odio. In nec diam vel quam malesuada blandit vel at velit. Nulla nec lorem enim, ut imperdiet nibh. In mi lorem, cursus eget blandit ut, luctus et dui. Duis dui felis, porttitor eu rhoncus in, rhoncus sit amet lacus. Cras vel erat lacus, id malesuada magna. Sed non augue sed lectus ullamcorper eleifend. Cras nec odio purus, quis convallis elit. Ut condimentum aliquet dolor in sodales. Phasellus id nisi purus. Vestibulum ante ante, lobortis non semper vel, adipiscing ac risus. Ut placerat nibh eget nisl mollis ut auctor massa accumsan. Nullam tempor, dui non malesuada luctus, nisl augue dapibus ante, vel pharetra nisl turpis a tellus. Duis molestie scelerisque blandit. Pellentesque nec rhoncus lectus.

Curabitur sapien enim, elementum sit amet mollis sed, convallis ac enim. Nulla nunc tortor, semper eu volutpat sit amet, mattis in eros. Quisque turpis risus, tincidunt nec euismod eu, aliquet vitae massa. Ut gravida est a sem volutpat a auctor lorem dapibus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Phasellus nec erat id erat convallis cursus. Cras vitae fermentum tortor. Vivamus sit amet laoreet nisi. Duis eu ipsum nec nunc blandit dictum. Integer mollis suscipit justo, eget viverra eros feugiat vitae. Aliquam erat volutpat. Donec non lectus lacus. Donec pulvinar eleifend risus, fringilla consectetur felis dictum sed. Nam rhoncus lacinia odio, id sollicitudin diam placerat quis. Integer quis feugiat quam. Morbi id neque sapien. Morbi massa arcu, semper sit amet molestie eget, condimentum at nisl. Vestibulum eget nulla nisl, eget scelerisque velit. Aenean volutpat mollis lectus, vitae dapibus elit scelerisque nec.

Phasellus in lorem in lectus egestas tincidunt. Pellentesque consectetur magna eget tellus pellentesque eleifend. Curabitur eget nulla ac mi laoreet eleifend. Nullam

blandit nunc eget quam posuere mollis. Sed dignissim erat feugiat sem sollicitudin  
pellentesque hendrerit eros tincidunt. Donec velit sem, volutpat at consectetur at,  
rutrum sit amet tellus. Mauris augue odio, gravida sit amet suscipit ac, scelerisque in  
erat. Donec sit amet tellus ante, quis pretium ante. Integer et lacus sed leo ultrices  
mollis. Praesent scelerisque gravida tempus

## **2.2 Head and Wand Tracking**

## **2.3 Manipulation Devices**

## Chapter 3

Related Work is also a Very Long Chapter Title That Will Wrap Around

- 3.1 Existing Tracking Technologies
- 3.2 Existing Interaction Technologies
- 3.3 Existing Technologies in Other Environments

## Chapter 4

### Research Overview

#### 4.1 Research Methodology

#### 4.2 Architecture Overview

Chapter 5

JanusVF

5.1 Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

Table 5.1: Curabitur sapien enim, elementum sit amet mollis sed, convallis ac enim. Nulla nunc tortor, semper eu volutpat sit amet, mattis in Eros.

	Delta (cm RMS)
Original	2.446
Offset	2.163
Quadtree	1.108

Phasellus ante risus, porta quis pharetra ut, venenatis at neque. Duis porttitor convallis dui, ornare lobortis justo congue eu. Sed lacinia consectetur velit id posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Etiam viverra venenatis placerat. Nunc non quam arcu, ac gravida nibh. Duis dignissim ligula eget nisl imperdiet pretium. Quisque non quam tellus. Maecenas ante nisl, sollicitudin ut tincidunt sed, euismod et sem. Proin hendrerit, nibh in sodales ultricies, enim purus varius neque, at mattis diam mauris eget justo. Maecenas tristique ligula ut

nunc iaculis tincidunt. Nullam ut justo placerat nulla vehicula rutrum. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

## **5.2 Introduction**

## **5.3 Previous Work**

## **5.4 Hardware**

## **5.5 Software**

## **5.6 Testing**

## **5.7 Discussion**

## Chapter 6

### Infrared Patterns from Projector

#### 6.1 Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

#### 6.2 Introduction

#### 6.3 Previous Work

#### 6.4 Hardware

#### 6.5 Software

#### 6.6 Testing

#### 6.7 Discussion

## Chapter 7

### Wii Remote with LEDs at the Corners

#### 7.1 Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

Phasellus ante risus, porta quis pharetra ut, venenatis at neque. Duis porttitor convallis dui, ornare lobortis justo congue eu. Sed lacinia consectetur velit id posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Etiam viverra venenatis placerat. Nunc non quam arcu, ac gravida nibh. Duis dignissim ligula eget nisl imperdiet pretium. Quisque non quam tellus. Maecenas ante nisl, sollicitudin ut tincidunt sed, euismod et sem. Proin hendrerit, nibh in sodales ultricies, enim purus varius neque, at mattis diam mauris eget justo. Maecenas tristique ligula ut nunc iaculis tincidunt. Nullam ut justo placerat nulla vehicula rutrum. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

#### 7.2 Introduction

#### 7.3 Previous Work

#### 7.4 Hardware

#### 7.5 Software

#### 7.6 Testing

#### 7.7 Discussion



## Chapter 8

### Marker-Based Hand Tracking

- 8.1 Abstract
- 8.2 Introduction
- 8.3 Previous Work
- 8.4 Hardware
- 8.5 Software
- 8.6 Testing
- 8.7 Discussion

## Chapter 9

### Automatic Hand-held Interfaces

#### 9.1 Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

Phasellus ante risus, porta quis pharetra ut, venenatis at neque. Duis porttitor convallis dui, ornare lobortis justo congue eu. Sed lacinia consectetur velit id posuere. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Etiam viverra venenatis placerat. Nunc non quam arcu, ac gravida nibh. Duis dignissim ligula eget nisl imperdiet pretium. Quisque non quam tellus. Maecenas ante nisl, sollicitudin ut tincidunt sed, euismod et sem. Proin hendrerit, nibh in sodales ultricies, enim purus varius neque, at mattis diam mauris eget justo. Maecenas tristique ligula ut nunc iaculis tincidunt. Nullam ut justo placerat nulla vehicula rutrum. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

#### 9.2 Introduction

#### 9.3 Previous Work

#### 9.4 Hardware

#### 9.5 Software

#### 9.6 Testing

#### 9.7 Discussion

## Chapter 10

Conclusions and Future Work is also a Very Long Chapter Title That Will  
Wrap Around

- 10.1 Challenges Addressed
- 10.2 Research Issues Handled
- 10.3 Outcomes
  - 10.3.1 Impact
  - 10.3.2 Limitations
- 10.4 Future Research
- 10.5 Final Thoughts

## Appendices

## Bibliography

- Anton Joseph Hampel, G. P. 1794. *Seule et Vraie Méthode pour Apprendre Facilement les Élémens des Premier et Second Cors...Composée par Hampel et Perfectionnée par Punto, son Élève*. Prix du Jour.
- Bacon, T. Cor solo by raoux, paris 1823. Online Image from Horn Planet.
- Bacon, T. Overtone series. Online Image from Horn Planet.
- Coar, B. 1952. *A Critical Study of Nineteenth Century Horn Virtuosi in France*. Illinois: Dr. Birchard Coar.
- Cooper, B. 2000. *Beethoven*. Oxford: Oxford University Press.
- Dauprat, L.-F. 1802. *Méthode pour la cor*. Birdalone Music, Bloomington, Indiana.
- Denora, T. 1995. *Beethoven and the Construction of Genius*. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press.
- Domnich, H. 1807. *Méthode de Premier et de Second Cor*. Adoptér.
- Duvernoy, F. 1802. *Méthode Pour le Cor*. A. Pares.
- Fitzpatrick, H. 1970. *The Horn and Horn-Playing: and the Austro-Bohemian Tradition from 1680 to 1830*. London: Oxford University Press.
- Fitzpatrick, H. and Hiebert, T. 2009. Heinrich domnich. website. <http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/07979>.
- Heartz, D. 1988. Leutgeb and the 1762 horn concertos of joseph and johann michael haydn. *Mozart-Jahrbuch 1987/88, Kassel: Bärenreiter*, 59–64.
- Hiebert, T. 1992. Virtuosity, experimentation, and innovation in horn writing from early 18th-century dresdin. *Historical Brass Society Journal iv*.
- Hiebert, T. 2009. Anton joseph hampel. website. <http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/12292>.
- Hill, D. 2001. *Collected Thoughts on Teaching and Learning, Creativity and Horn Performance*. Miami: Warner Brothers Publications.
- Humphries, J. 2000. *The Early Horn: A Practical Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Küstler, K. 1996. *Mozart: A Musical Biography*. Oxford: Oxford University Press.
- Ludwig van Beethoven. Sonata for Pianoforte and Horn, Op. 17. musical score. [http://lmslb.org/wiki/horn\\_sonata\\_op.17\\_\(beethoven,\\_Ludwig\\_van\)](http://lmslb.org/wiki/horn_sonata_op.17_(beethoven,_Ludwig_van)).
- Meucci, R. and Rocchetti, G. 2009. Horn. website. <http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/13353>.
- Morley-Pegge, R. 1960. *The French Horn: Some Notes on the Evolution of the Instrument and of its Technique*. London: Ernest Benn Limited.
- Morley-Pegge, R., Fitzpatrick, H., and Hiebert, T. 2009. Giovanni punto. website. <http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/22558>.

- Morley-Pegge, R., Fitzpatrick, H., and Snedeker, J. L. 2009a. Frédéric duvernoy. website. <http://http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/08436>.
- Morley-Pegge, R., Fitzpatrick, H., and Snedeker, J. L. 2009b. Louis françois dauprat. website. <http://http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/07251>.
- Morley-Pegge, R. and Hiebert, T. 2010. Joseph leutgeb. website. <http://www.oxfordmusiconline.com:80/subscriber/article/grove/music/16499>.
- Nettl, P. 1956. *Beethoven Encyclopedia*. New York: Philosophical Library.
- Otto, J. 1891. *Life of Mozart*. Vol. 2. London: Novello, Ewer.
- Parr-Scanlin, D. 2005. Beethoven as pianist: A view through the early chamber music.
- Pisarowitz, K. M. 1970. Mozarts schnorrer leutgeb; dessen primärbiographie. *Mitteilungen der Internationalen Stiftung Mozarteum* 3/4, 21–26.
- Riedinger, N. Jager und falkoniers. Online Image from Ridinger Handlung Niemeye.
- Smith, G. 2004-2007. Giovanni punto, johann wenzel stich, 1746-1803. website. [http://www.mozartforum.com/Contemporary%20Pages/Giovanni\\_Punto\\_Contemp.htm](http://www.mozartforum.com/Contemporary%20Pages/Giovanni_Punto_Contemp.htm).
- Solomon, M. 1995. *Mozart: A Documentary Biography*. Harper Collins.
- Solomon, M. 2001. *Beethoven*. London: Schirmer Trade Books.
- Steinburg, M. 1998. *The Concerto: A Listener's Guide*. Oxford: Oxford University Press.
- Unknown. Giovanni punto, 1782. Online Image from Wikipedia.
- Unknown. Inventionshorn and crooks. Online Image from Kunst Brass.
- Unknown. Inventionshorn crooks. Online Image from Horn Planet.
- Unknown. The trompe, 1604. Online Image from Oxford Music Online.

Hutson, Louis Malcolm III. Bachelor of Science, Tulane University, 2006; Master of Science, University of Louisiana at Lafayette, 2009; Doctor of Philosophy, University of Louisiana at Lafayette, Spring 2010

Major: Computer Science

Title of Dissertation: Interaction Methods for Fully-Enclosed Virtual Reality Spaces

Dissertation Director: Dr. Erwin Schrödinger

Pages in Dissertation: 32; Words in Abstract: 120

## ABSTRACT

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.

## Biographical Sketch

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis tristique nibh nec enim egestas lobortis. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Praesent vitae lorem a ante congue imperdiet. Aenean gravida lacus ac sem pharetra facilisis laoreet elit facilisis. Integer ullamcorper blandit lorem, at pharetra felis vestibulum a. Cras vitae elit non neque lacinia euismod eget ac orci. Ut nibh ligula, porttitor eget facilisis id, fringilla eu sapien. Vivamus in congue dui. Nunc lacus nunc, ornare eu vulputate quis, auctor id lacus. Ut luctus interdum ligula. Donec ac rhoncus urna. Ut suscipit nulla molestie libero pretium sed lacinia elit commodo. Nulla a neque eget odio consequat bibendum. Aliquam egestas sollicitudin eros at sollicitudin. Proin et ipsum at dolor molestie rutrum vitae et leo.