Contents

Acknowledgements vii

1 Introduction 1

1.1. Human–computer Interaction and Virtual Reality . . . . . . . . . 2

1.1.1 The Influence of VR Technology on HCI . . . . . . . . . . 2

1.1.2 Spatial Computing of VR . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.1.3 The Development of VR Technology . . . . . . . . . . . . 2

1.2. Virtual Reality and Haptic . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.2.1 Multisensory and Synesthesia . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.2.2 The Necessity of Haptic Technology . . . . . . . . . . . . . 2

1.2.3 Development and Application of Haptic Technology . . . . 2

1.3. Haptic and Automation . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.3.1 Telexistence and Artificial Intelligence . . . . . . . . . . . 2

1.3.2 The Sense of Agency . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.3.3 Haptic and AI . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.4. Research Objectives . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.4.1 Explanation of Terms . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.4.2 Feasibility Assessment . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.4.3 Theoretical Model . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

1.5. Structure . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2

2 Related Works 3

2.1. PA Model . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.1.1 Actuation . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.1.2 Physicality . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.2. Research Objectives . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.2.1 Object . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.2.2 User . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.2.3 Force Generation . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.2.4 Innovative Interaction . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.3. Manifestation Form . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.3.1 Grounded . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.3.2 Ungrounded . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.4. Self-motion TP . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.4.1 Temp . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.5. AI driving TP . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

2.5.1 Temp . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4

3 Conceptual Design 5

3.1. Prototype Version 1 -Katana . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.1.1 Pilot Test 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.2. Prototype Version 2 -zShape . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.2.1 Pilot Test 2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.3. Drone Research Project . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.3.1 Finding and Implication . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.4. Prototype Version 3 -1dof . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.4.1 Preliminary User Test 1 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.5. Prototype Version 4 -2dof . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

3.5.1 Preliminary User Test 2 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

4 Proof of Concept 6

4.1. Usability Measurement . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6

4.2. Experiments . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6

4.2.1 Experiment 1: Haptic Testing . . . . . . . . . . . . . . . . 6

4.2.2 Experiment 2: The Sense of Driving Agency . . . . . . . . 6

5 Discussion 7

6 Conclusion 8

References 9