



Puppenspiel

Ein Wechselspiel zwischen
virtueller Puppe und Spieler

Puppenspiel

Ein Wechselspiel zwischen virtueller Puppe und Spieler

Paul Kirsten
Masterabschlussarbeit



Multimedia Design
Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle
Wintersemester 2014/15

Mentor: Prof. Bernd Hanisch

Inhaltsverzeichnis

1. Konzept

Masterthesis	8
Theoretische Facharbeit	10
Forschungsprojekte zu digitalem Puppenspiel	12
Recherche	14

2. Gestaltung

Lebendigkeitsfaktoren einer Puppe	18
Module und Verbinder	20
Dynamische Materialität	24

3. Interaktion

Spielmechaniken realer Puppen	30
Unity3D und Physik	32
Markertracking	34
Qualcomm Vuforia	36
Spielkreuze und Marker	38

4. Puppenkiste 2.0

Technischer Aufbau	44
Bühnen-Modus	46
Figuren-Modus	48
Fazit und Ausblick	52

Konzept



Abb. 1 Szene aus dem Animationsfilm „Ratatouille“

Masterthesis

Puppenspiel – Ein Wechselspiel zwischen virtueller Puppe und Spieler

In meiner theoretischen Facharbeit habe ich mich bereits mit den Techniken des traditionellen Puppenspiels und ihrer Verwendung in der digitalen Animation beschäftigt. Das Puppenspiel ist eine der ältesten Methoden, um phantasievolle Geschichten ohne große Worte erzähl- und erlebbar zu machen. Gerade die Spielart der Handpuppe bietet eine direkte Verbindung zum Spieler, was schnell die Immersion eines lebendigen und beseelten Gefährten erzeugen kann.

Ich möchte mich auf technischer Seite auf die Spielbarkeit einer virtuellen Puppe mittels Bewegungserkennung und Übertragung in eine Echtzeitumgebung beschäftigen. Der Schwerpunkt meiner Arbeit wird hier das damit verbundene Interaktionsdesign sein. Experimentell werde ich mich aber zu Beginn des Mastersemesters auch mit den unterschiedlichen Spiel- und Verhaltensformen von Puppen auseinandersetzen, um ein gutes Verhältnis von Lebendigkeit der Puppe und Lern-

kurve des Spielers zu finden. Marionetten oder Stabpuppen lassen sich beispielsweise mit nur wenigen Verknüpfungspunkten spielen und erzeugen den lebendigen Eindruck vor allem durch das physikalische Verhalten von Gliedern.

Solche halbautomatischen Prinzipien, welche aus der Bewegung des Spieler resultieren und sich von diesem nur indirekt steuern lassen, sollen ein interessantes Wechselspiel zwischen Puppe und Spieler in meiner Anwendung herstellen. Die Puppe soll von Beginn an lebendig sein und einen eigenen „Willen“ haben. Zum Beispiel könnte der Spieler nur direkt die Arme der Puppe steuern und muss sie somit zu einem Ziel ziehen, während der Rest der Puppe vielleicht ganz woanders hinlaufen möchte.

Denkbar sind auch Szenarien, wo mehrere Spieler eine Puppe zusammen steuern können.



Abb. 2 Jim Henson spielt Kermit, den Frosch

Theoretische Facharbeit

Traditionelles Puppenspiel
in der digitalen Animation



Abb. 3 Fernsteuerung einer Puppe

Im Sommersemester 2014 habe ich mich in meiner theoretischen Facharbeit mit der Frage beschäftigt, ob sich Techniken des traditionellen Puppenspiels in die digitale Animation übertragen lassen, um intuitive Interaktionsumgebungen bereitzustellen.

Ich kam zu dem Ergebnis, dass die Fähigkeit des Menschen, natürliche Bewegungen mit seinen Händen nachzuahmen und sie auf ein abstrahiertes Modell wie eine Puppe spielerisch

zu übertragen, der Schlüssel zu einem intuitiven Workflow innerhalb digitaler Systeme ist. Die Echtzeitbedienung einer Puppe ist hierbei entscheidend, um sich im wechselseitigen Spiel von Animator und Puppe schrittweise einer gewünschten Bewegung anzunähern.

Dieser Kerngedanke von einer spielerischen Echtzeiteingabe und der Übertragung auf ein abstrahiertes, lebendiges Modell sollte in meine weitere Masterarbeit einfließen.

Forschungsprojekte zu digitalem Puppenspiel

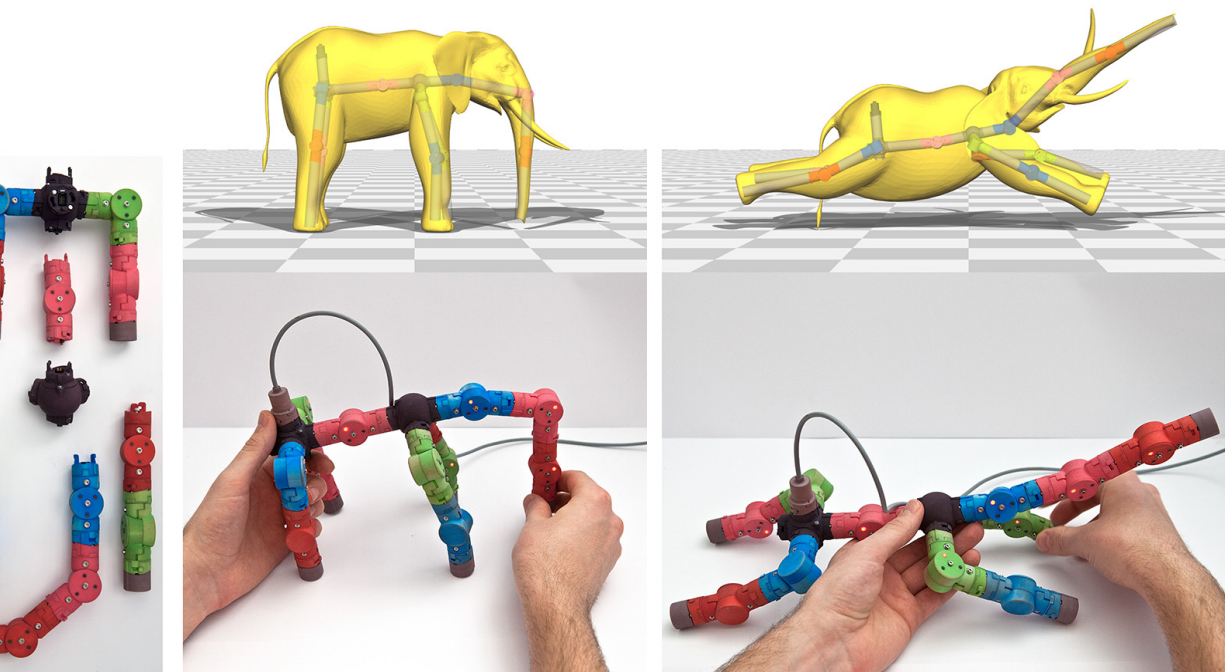


Abb. 4 Animation eines Elefanten mit modularem Eingabesystem

A Tangible and Modular Input Device for Character Articulation

ETH Zürich, vorgestellt zur SIGGRAPH 2014

Dieses Forschungsprojekt beschäftigt sich mit einem modular aufgebauten Eingabegerät für die Steuerung von 3D-Charakteren.

Klassische 2D-Eingabegeräte wie Maus oder Tastatur können meist nur durch komplexe 2D-Interfaces und automatische Prozesse wie inverser Kinematik mit den vielfältigen Freiheitsgraden und Bewegungen von 3D-Charakteren umgehen.

Die hier vorgestellten elektromechanischen Module können zu komplexen Skeletten zusammengebaut werden, deren Struktur auf ein virtuelles Skelett in Echtzeit übertragen wird. Die Zuweisung und Größe der Knochen kann dann in der dazugehörigen Softwareschnittstelle semiautomatisch nachträglich an die Figur angepasst werden.

In meinen Augen ist dies ein spannender Controller mit neuartigem Interaktionskonzept, welcher den Aufbau einer digitalen Figur spürbar macht. Er scheint gut geeignet zu sein, um beispielsweise das Posieren oder Animieren von 3D-Charakteren intuitiver zu ermöglichen.

Virtual Puppetry

Forschungsprojekt GameHUB in Belgien, 2011

Die Idee des Projektes ist es, Kindern zwischen 8-10 Jahren die Grundprinzipien des Puppenspiels in Form eines Computerspiels näher zu bringen. Drei digitale Marionettentypen mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden stehen dabei zur Auswahl. Die Marionetten können zudem in ihrem Aussehen in einem Puppeneeditor selbst gestaltet werden.

Wesentlich ist hier die Eingabe über ein tatsächliches Spielkreuz, welche durch Biege- und Abstandssensoren über einem Arduino die Bewegungen des Kontrollers übernimmt.

Mithilfe von kleinen Rätseln soll der Spieler die Grundbewegungen und unterschiedlichen Materialeigenschaften der Marionette erlernen. Die virtuellen Puppen sind komplett in Unity3D physikalisch simuliert und könnten einen neuen Umgang mit Charakteren in Spielen bieten.



Abb. 6 Demolevel der Holzmarionette

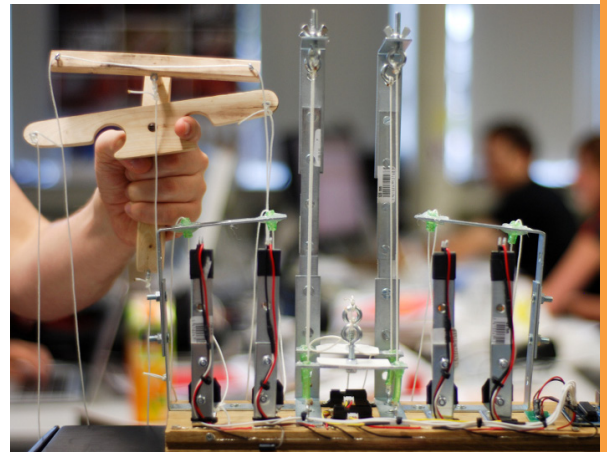


Abb. 5 Spielkreuz und Arduino

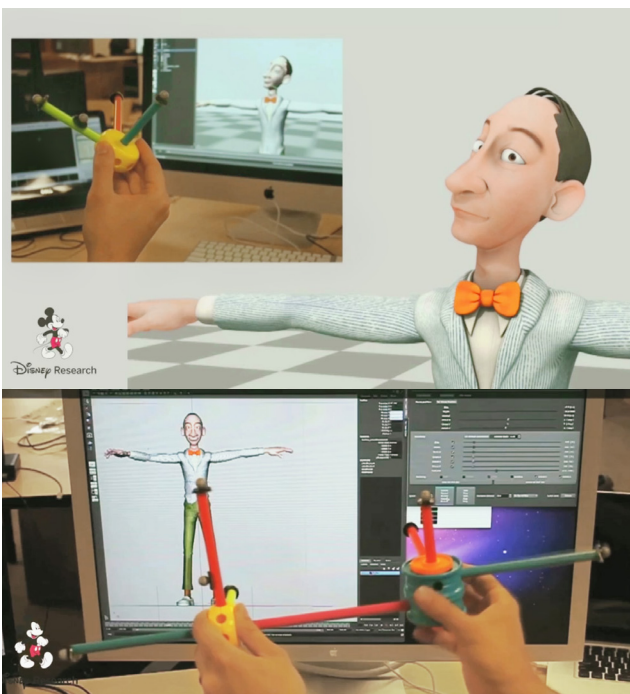
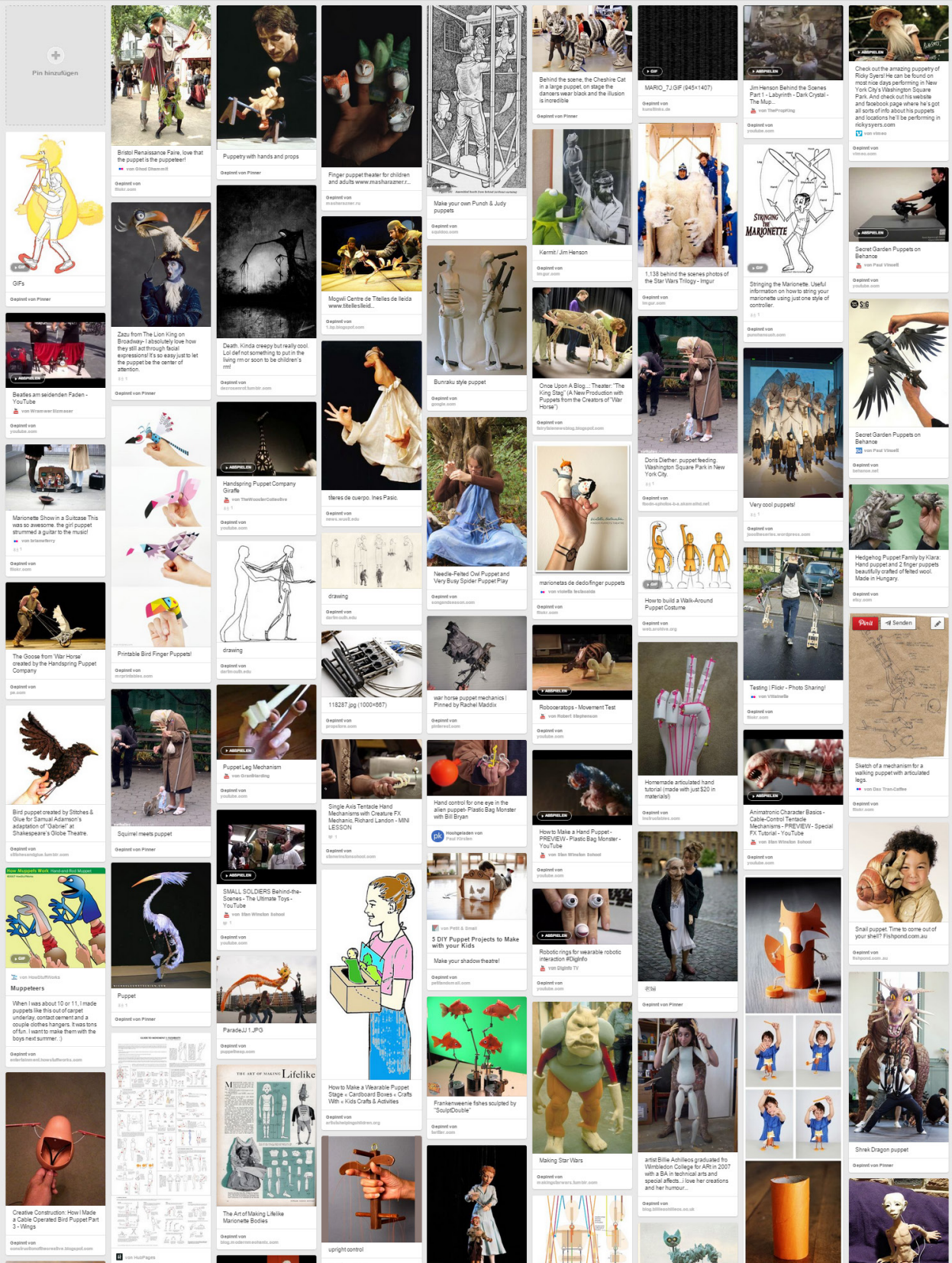


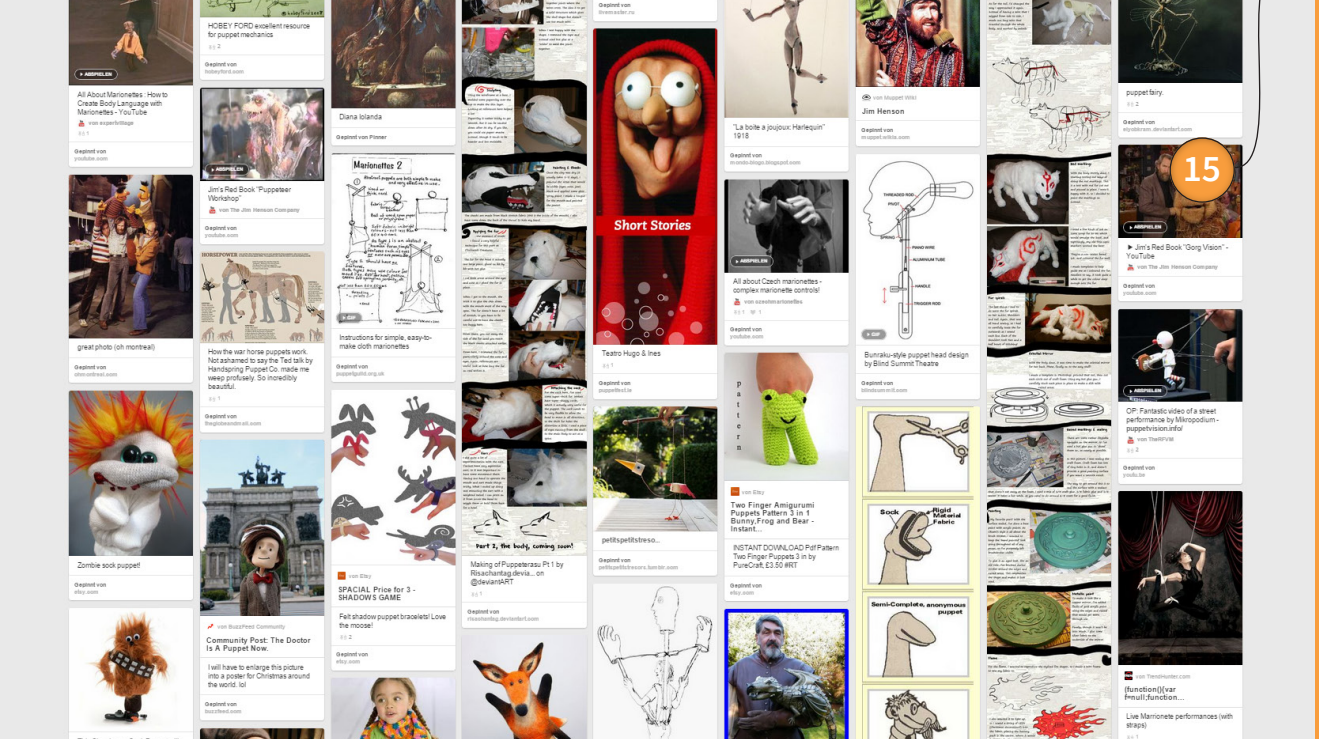
Abb. 7 Puppenspiel in Autodesk Maya

Expressing Animated Performances through Puppeteering

Disney Research, 2013

Mittels reflektierender Marker können in diesem Projekt Module zur Animation von digitalen Charakteren genutzt werden. Ein Modul sendet seine Daten an den gewählten Teil der Figur in 3D-Software wie Autodesk Maya. Mehrere Module können verbunden werden und in ihrem digitalen Freiheitsgrad beschränkt werden. Das Ziel des Projektes ist es, die Produktion von Vorschau-Animationen zu beschleunigen.



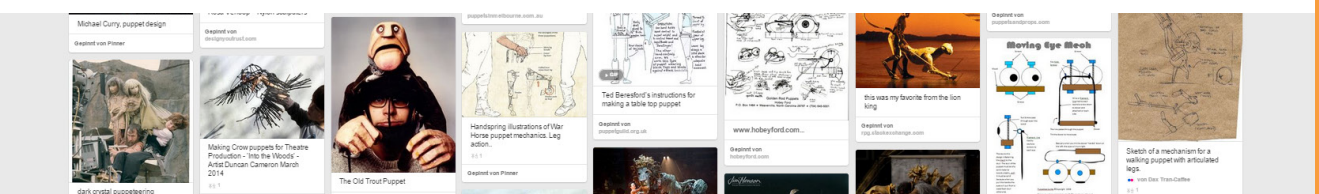


Recherche

Um einen Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten des Puppenspiels zu bekommen, kam neben der vorherigen Untersuchung in meiner Facharbeit vor allem die Online-Plattform Pinterest zum Einsatz. Das Konzept hier entspricht einer klassischen Pinnwand mit Notizen – erweitert durch die Möglichkeiten des Internets mit Verlinkungen von Bildern und Videos. Ich habe eine öffentliche Pinnwand „Puppets and Puppeteers“ angelegt, welche den Fokus auf Puppensteuerung, Mechaniken und die Beziehung von Puppen und Puppenspieler hat. Wird ein neuer Pin beispielsweise mit dem Bild eines Marionetten-Spielkreuzes

angelegt, durchforstet Pinterest seine Datenbank und empfiehlt mir Pinnwände anderer Nutzer mit ähnlichem Inhalt. Dadurch werden Sammlungen zu selbstgemachten Kinder-Handpuppen, klassischen Marionetten oder Animatronics aus dem Filmbereich sichtbar. So können Nutzer diesen Pinnwänden folgen und Teile davon für ihre speziellen Themenbereiche sammeln.

In meinen Augen wird somit erst ein wirklich umfassender und aktueller Überblick zum Puppenspiel auf aller Welt erfahrbar, wie ihn nur eine Online-Community bieten kann.



Gestaltung

Lebendigkeitsfaktoren einer Puppe

Ein Schwerpunkt meiner Masterarbeit ist die Gestaltung einer lebendigen Puppe, welche das Wechselspiel zwischen ihr und dem Puppenspieler fördern soll. Der Spieler sollte nicht das Gefühl bekommen, nur ein digitales Stück Holz zu bewegen. Ich habe daher bei meiner

Recherche drei für mich entscheidende Faktoren herauskristallisiert, welche dem an sich leblosen Gegenstand einer Puppe die Illusion von Leben verleihen.



Abb. 8 Wooden Marionettes



Abb. 9 Roger Tittle's Creatures

Erscheinungsbild

Der Eindruck von Bewegung entsteht bereits in der Gestaltung der statischen Form eines Gegenstandes. So kann bereits durch die Kontur eine Puppe eher plump und schwerfällig oder geschmeidig und agil wirken. Auch die Wahl

von Materialien und deren Verbindungen, welche wir aus der Erfahrung selbst kennen, unterstützen den Charakter der Puppe. So können wir uns bereits vorstellen, wie diese Puppe sich womöglich bewegen und verhalten wird.

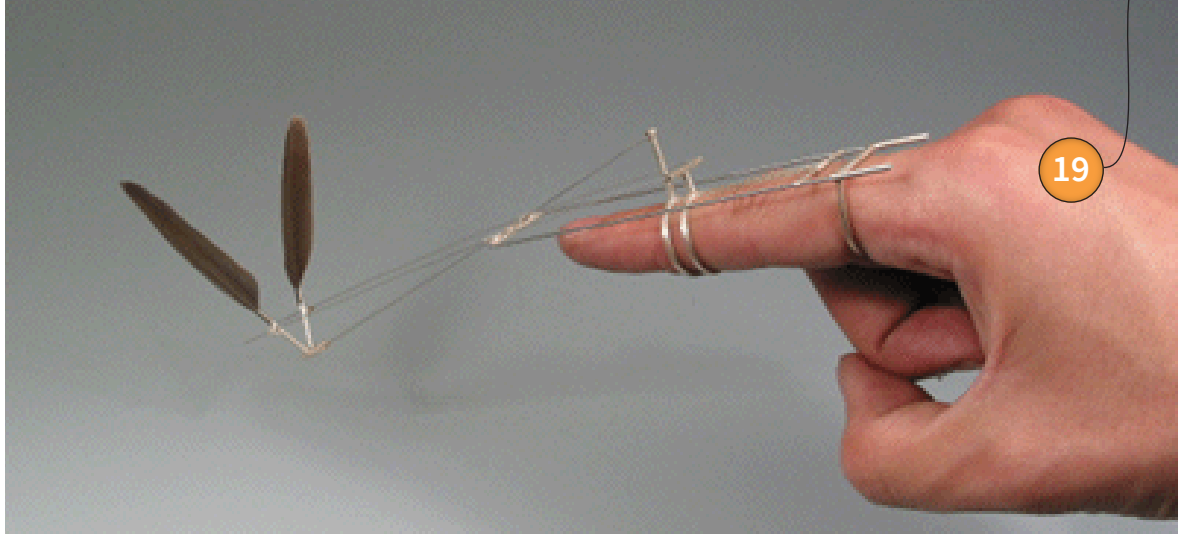


Abb. 10 Ring which controls flapping wings

Spielbarkeit

Die Spielbarkeit sollte auf den jeweiligen Charakter und seine wesentlichen Funktionen abgestimmt sein. Eine Marionette in der Hauptrolle beherrscht komplexere Bewegungen, als ein Schmetterling im Hintergrund, der nur

besonders weich mit den Flügeln schlagen soll. Die Reduktion der direkt steuerbaren Parameter erhöht hier die Freiheit und Leichtigkeit im Spiel. Wichtig für digitale Puppen ist zudem das Echtzeitfeedback der Spielbewegungen.

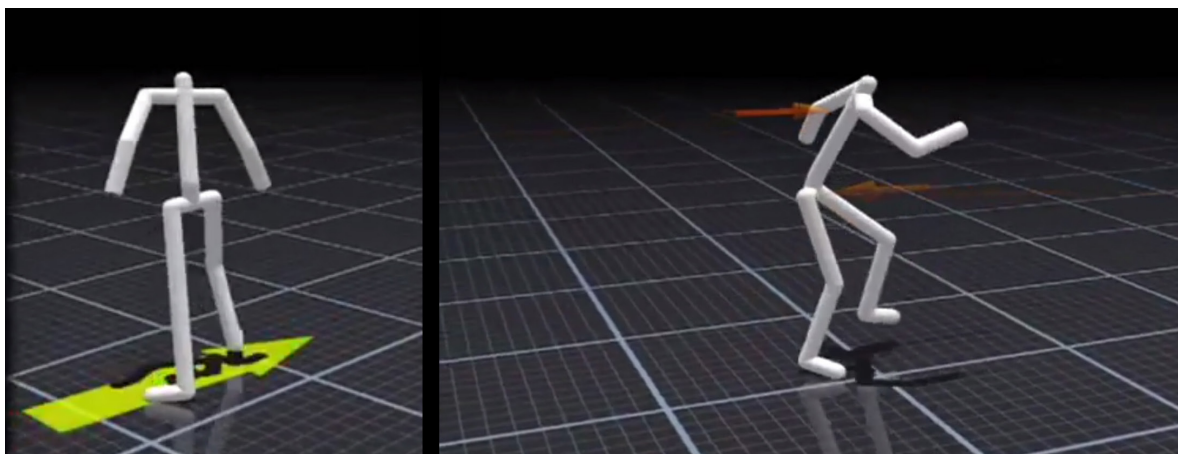
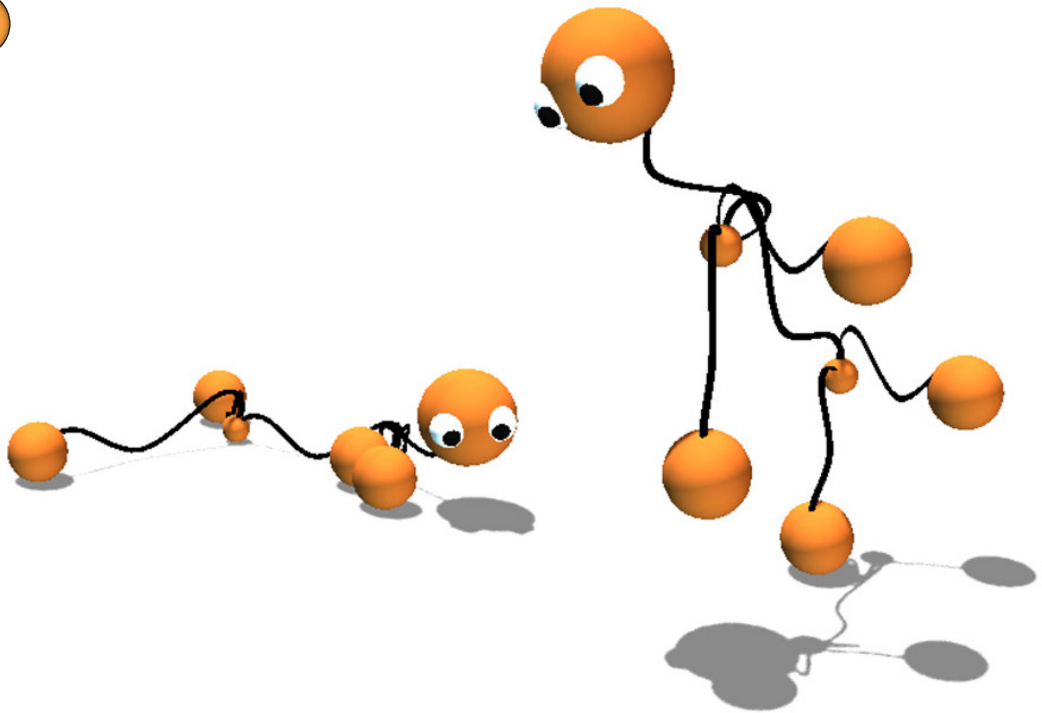


Abb. 11 interaktive Animation durch Motion Fields

Automatismen

Unter Automatismen verstehe ich Bewegungen der Puppe, welche auf die Interaktion des Spielers folgen. Dazu zählen physikalische Effekte wie schwingende Puppenglieder an Fäden oder lange Stoffe und Haare. Im Puppenspiel exis-

tieren auch Mechanismen und Automaten, welche auf einfache Spielbewegungen komplexere Bewegungen folgen lassen. Animationen und intelligente Skelettsysteme in Computerspielen erhöhen so auch die Lebendigkeit der Figur.



Module und Verbinder

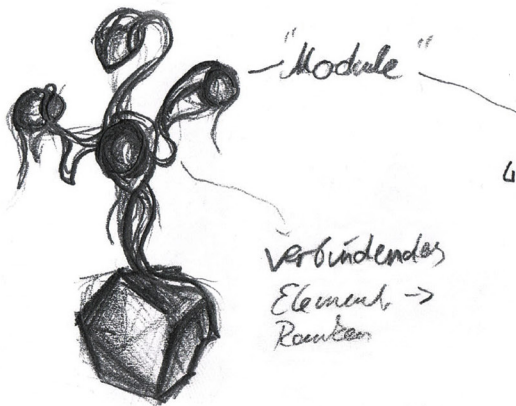
In der Gestaltung habe ich mich mit der Frage beschäftigt, was den sichtbaren Teil einer Puppe generell ausmacht. Puppen können den unterschiedlichsten Wesen nachempfunden sein - ob Menschen oder Tiere, naturgetreu oder abstrahiert. Ich habe meine Puppen zu einem Prinzip reduziert, welches das Grundgerüst für den Aufbau verschiedener Figuren bildet und neuen Freiraum in der Gestaltung ihrer äußeren Form schafft.

Module bilden die Grundbausteine. Sie können zum Beispiel als Kopf, Rumpf oder Gliedmaßen einer Puppe fungieren. Sie sind Träger unterschiedlichster Materialien und können somit die äußere Erscheinung komplett verändern. Die Module erhalten physikalische Eigenschaften, sodass sie von Kräften wie Schwerkraft beeinflusst werden und wiederum selbst Kräfte ausüben können. Außerdem haben sie als Verknüpfungsstellen zum Puppenspieler die wichtigste, interaktive Funktion.

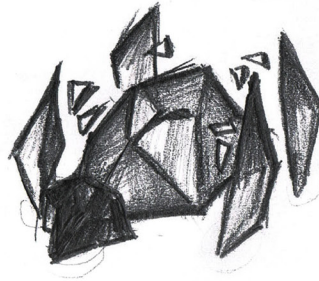
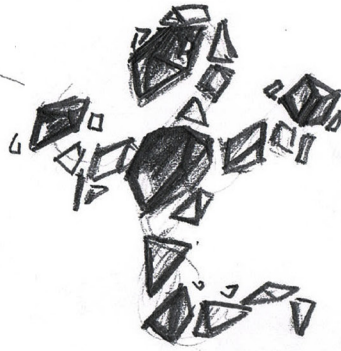
Ob ein Modul als Kopf oder Rumpf wahrgenommen wird, hängt ohne typische, äußere Merkmale ganz von seiner Anordnung und Bewegung in Bezug auf andere Module ab.

Verbinder unterstützen diese Beziehung visuell und lassen so ein Modul mit mehreren Verbindungen zu einem Rumpf werden, während ein Modul darüber zu einem Kopf wird. Sie stellen auch die physikalische Verknüpfung her, wobei hier die Elastizität frei definierbar ist. Anders als bei Aufbau tatsächlicher Puppen ist man im virtuellen Raum nicht an physikalische Grenzen gebunden, obwohl sich die Nachahmung anbietet, um zum Beispiel eine abstrakte Gestalt mit bekannter, natürlicher Bewegung zu verbinden.

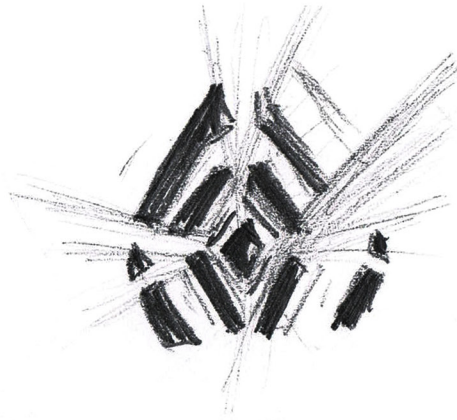
Mit diesem Prinzip lässt sich in meinen Augen der Begriff der Puppe sehr frei interpretieren und bietet durch seine digitale Wandlungsfähigkeit eine eigene Form der Spielweise und des Erlebens der Puppe.



Verbindendes
Element →
Rauten



Kraftfelder

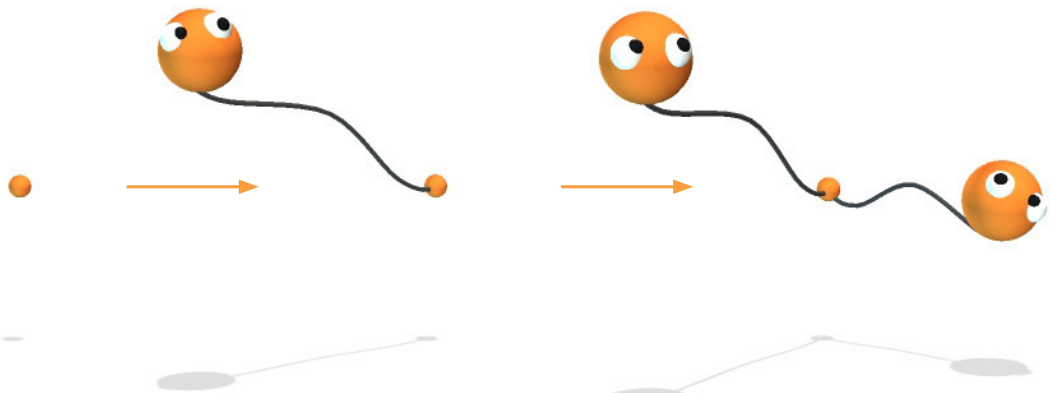
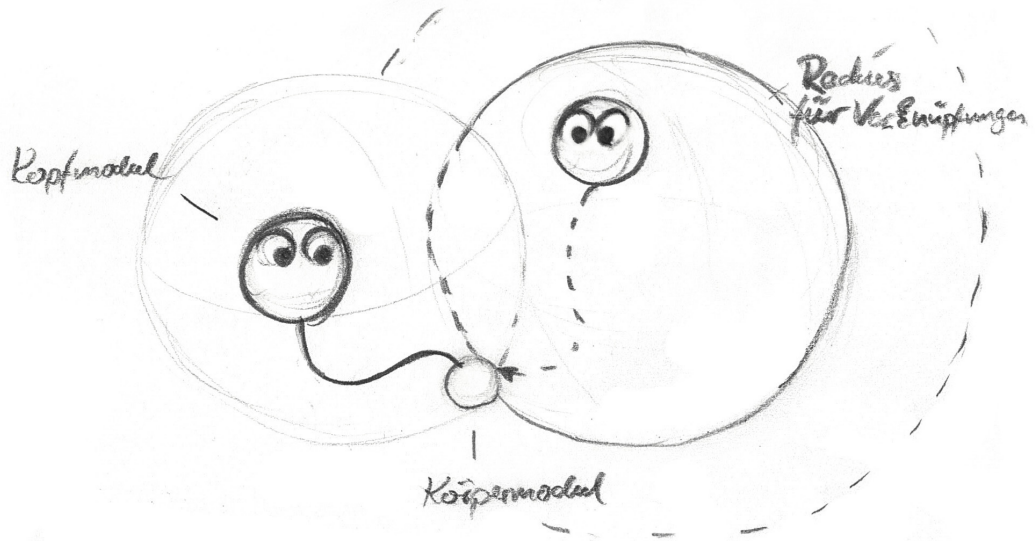


belebendes Modell
→ anziehende
Kräfte
→ gestaltgebend

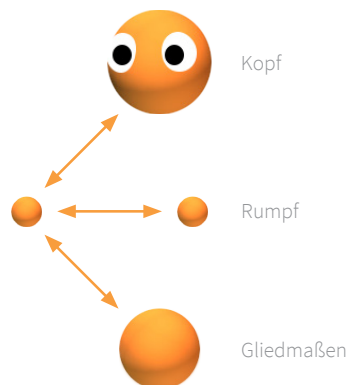


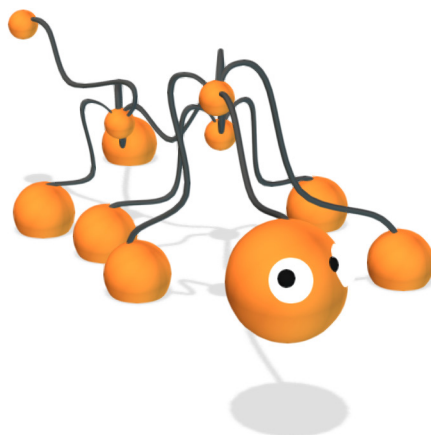
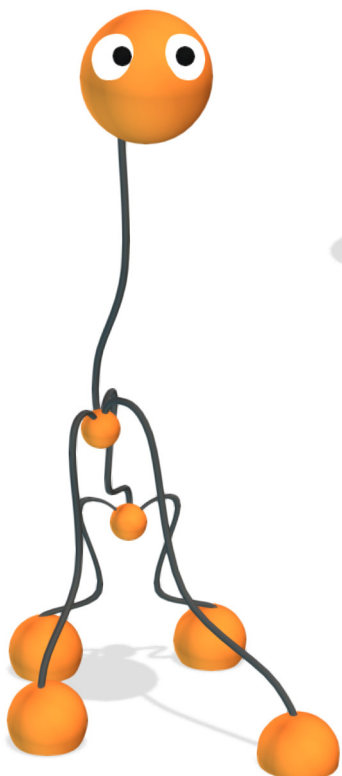
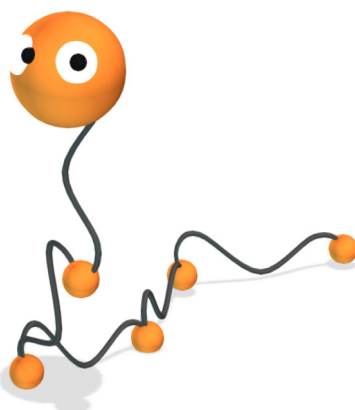
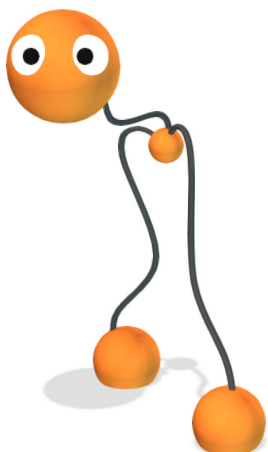
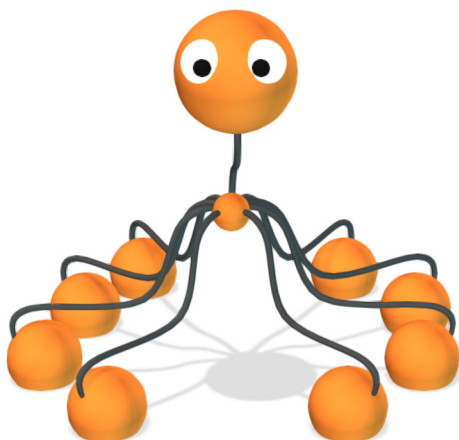
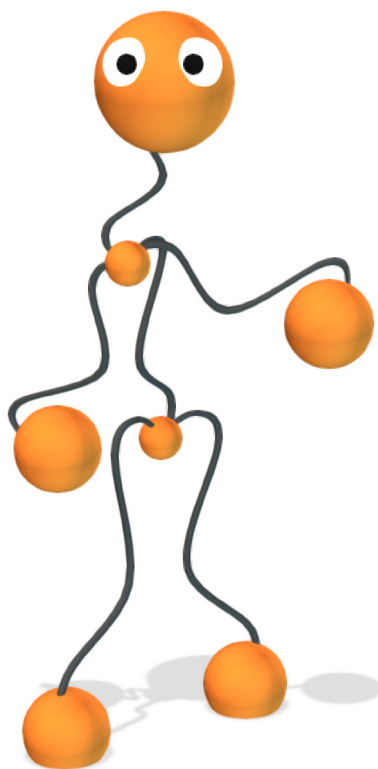
Verdichtung

Auflösung



Das Grundprinzip im Aufbau der Puppe erleichterte mir auch die Umsetzung in Unity3D. So habe ich prototypisch 3 Module angelegt (Kopf; Rumpf, Gliedmaßen), welche untereinander eine sichtbare Verbindung erzeugen, wenn sie kompatibel sind. Die Module sind bewusst als Kugeln gewählt, damit Verbindungen in alle Richtungen möglich. Im Konzept entstand hier auch die Idee von Modulen, die sich passende Gegenstücke im Verknüpfungsradius automatisch suchen und verbinden.





Dynamische Materialität

Erste Erfahrungen mit zur Laufzeit dynamisch erzeugten Oberflächen und Materialien sammelte ich bereits 2013 in meiner Bachelorarbeit „Metaworlds“. Hier kam ein Metaballsystem zum Einsatz, welches eine flüssigkeitsartige Oberfläche über Volumen im 3D Raum erzeugen konnte. Diese Fläche konnte dann als Untergrund für verschiedenste Elementen wie Bäumen oder Kristallen fungieren, um so flexible Weltensysteme zu generieren.

Während des Semesterprojektes „Capture Motion“ im Jahr 2014 experimentierte ich zu Beginn erneut mit dieser Technik, über bewegte Volumen im 3D Raum eine flexible Hülle zu spannen. Ich nutzte Motion Capture Aufnahmen von menschlichen Bewegungen, welche mit Kinectkameras selbst aufgezeichnet wurden. Sie entstanden in der Kompaktwoche zu verschiedenen Motion Capture Verfahren und für das gemeinsame Projekt „Dinnertime“ mit Felix Herbst und Christian Freitag. Diese Animationen konnten dann auf ein humanoides

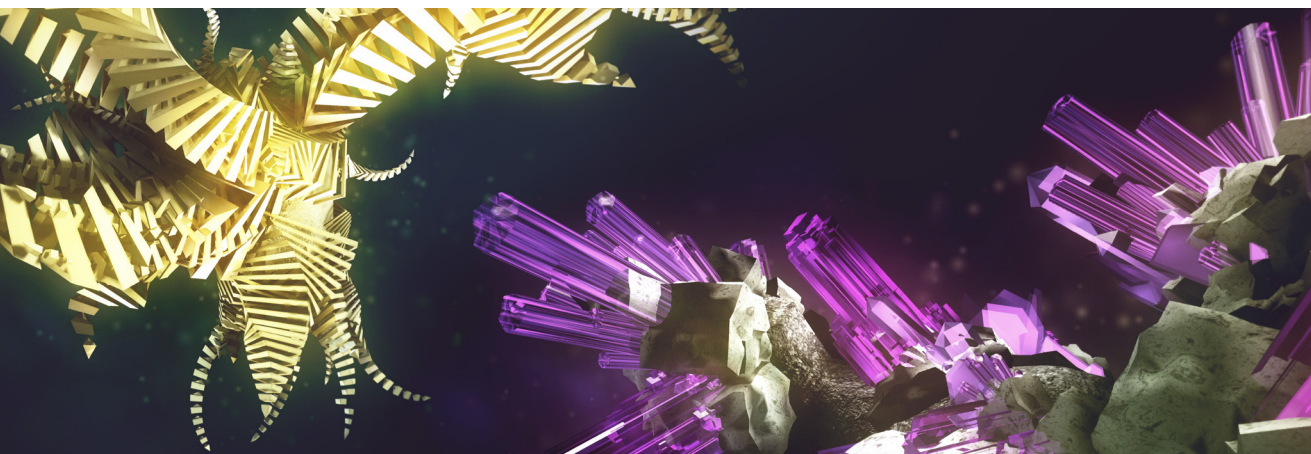
Bonesystem übertragen werden und dienten als Grundlage für das Metaballsystem.

Interessant war hier zu beobachten, wie sehr sich der Charakter der aufgezeichneten Person verändern ließ, wenn bei gleichbleibender Bewegung das Volumen und die Materialität wechselten. So konnte ich in 3ds Max dank des stapelbaren Komponentensystems über die Metaballs weitere Modifier anwenden. Beispielsweise konnte ich die Polygonanzahl reduzieren oder erhöhen, um kristalline oder weiche Oberflächen zu schaffen. Auch das nachträgliche „Aufblasen“ oder Zusammenziehen der Vertices erzeugte eine sehr dicke oder besonders dünne Figur. Mittels des grafikartenbeschleunigten Viewports konnte ich diese Manipulationen in Echtzeit vornehmen und bei laufender Animation betrachten.

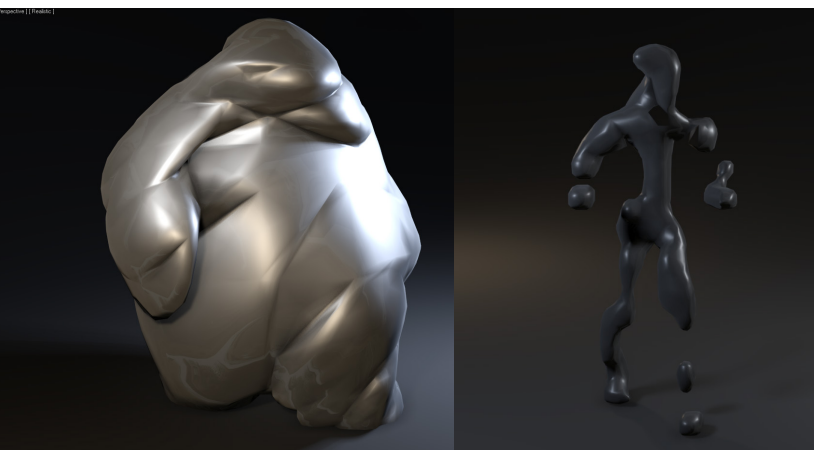
Die Erkenntnisse dieser Studien sollen nun in der Gestaltung meiner modular aufgebauten Puppen weiterverwendet werden.

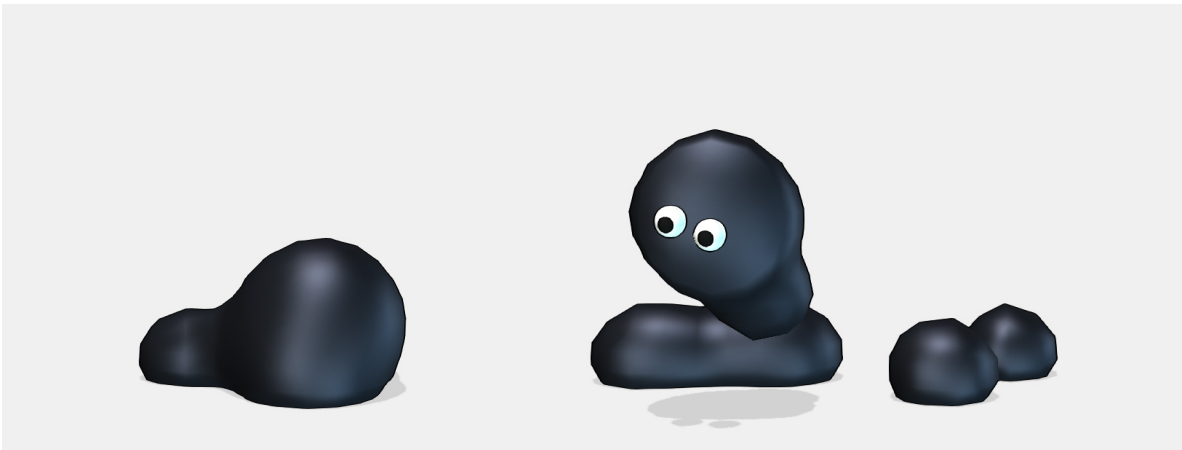
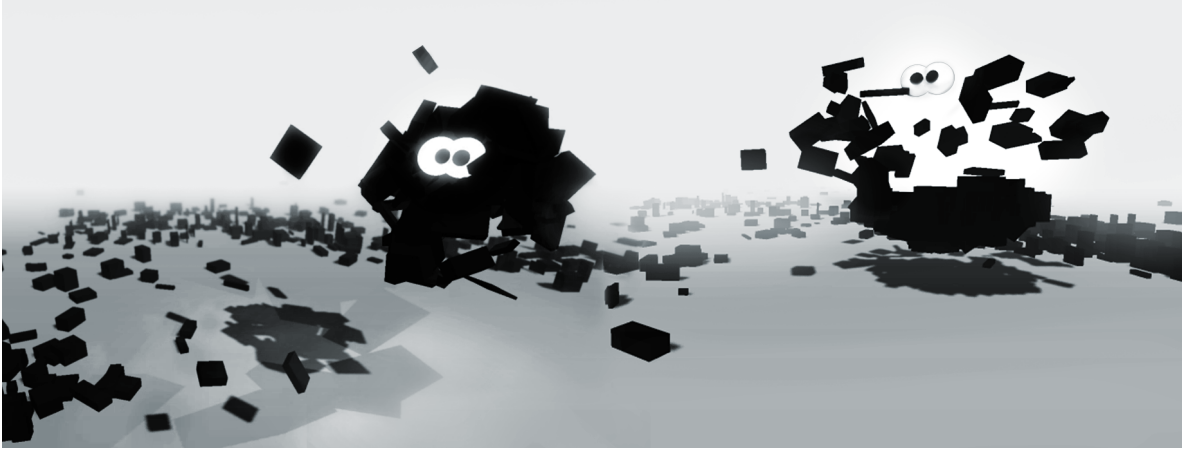


Motion Capture Animationen und Metaballs mit Modifiern in 3ds Max, 2014



Metaworlds, Bachelorprojekt 2013 mit Christian Freitag

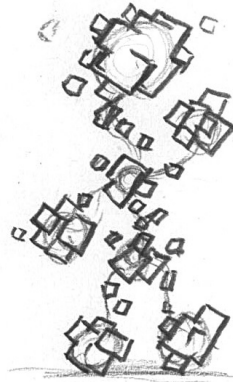




Scatter Material

Diese Materialität ist vergleichbar mit einem Magnet. Ein Kraftfeld um jedes Modul zieht Teilchen in seinem Wirkungsbereich an und lässt sie in stetigen Bahnen um sich wandern. Die Gestalt dieser Puppe befindet sich im ständigen Wandel. Erst durch Verdichtung wird sie sichtbar und kann sich sogleich durch eine rasche Bewegung wieder auflösen.

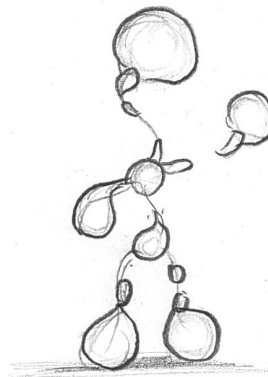
Diese digitale Puppe ähnelt einer Energieform, welche erst durch die Bewegung des Spielers und ihren Einfluss auf die Umgebung wahrnehmbar wird.



Fluid Material

Ein Metaballsystem spannt eine flüssige Oberfläche über alle Module. Befinden sich diese nah genug zueinander, entsteht eine zusammenhängende Gestalt. Bei zu großem Abstand teilt sich die Flüssigkeit wieder in einzelne Tropfen auf. Das Material kann sich sowohl über bekannte Formen wie das einer menschlichen Gestalt erstrecken als auch komplett neue Lebensformen bilden.

Das Modulsystem unterstützt hier die kreativen Definitionsmöglichkeiten einer Puppe.



Fur Material

Die Haarsimulation bedient sich einer bekannten Materialität von Puppen wie den Muppets. Das weiche und bewegte Fell unterstützt meiner Meinung nach die Akzeptanz dieser digitalen Puppen als etwas Lebendiges, da diese Materialität gerade in Echtzeitanwendungen noch immer nicht sehr verbreitet ist.

Dank der Hilfe von Felix Herbst reagieren die Haare auf physikalische Kräfte in Unity3D, wodurch gerade lange Haare die Bewegungen des Spielers betonen.



Interaktion

Spielmechaniken realer Puppen

Bei meiner Recherche habe ich mich auf die unterschiedlichen Mechaniken und Spieltechniken von Puppen konzentriert, welche die mitunter komplexen Bewegungen erst möglich machen. Jede Puppe ist dabei im Aufbau an ihren Charakter und an die Spielbedürfnisse des Puppenspielers angepasst.

Eine klassische Marionette besitzt 9 Fäden für Arme, Beine, Kopf, Schultern und Hüfte. Sie erhält zusätzliche Lebendigkeit durch Folgebewegungen der Puppenglieder an den Fäden, jedoch hat der Spieler nur indirekt Einfluss auf die exakte Position der Puppenglieder. Direkt gespielte Puppen wie Hand- oder Stock-

puppen folgen dabei direkt der Handbewegung. Deshalb werden auch Kombinationen beim Puppenbau verwendet, welche die Vorteile aus direkter und indirekter Steuerung vereinen.

Die Bewegungsfreiheit von Puppen in einer Live-Aufführung ist meist jedoch durch die Sichtbarkeit von ihrer physischen Verbindung zum Spieler eingeschränkt, wenn die Puppe ihr magisches Eigenleben behalten soll. Puppenspieler arbeiten daher zum Beispiel mit dunkler Kleidung vor schwarzem Hintergrund oder versteckt über der sichtbaren Bühne.

Im Film oder digitalen Raum dagegen lässt sich diese spielerische Einschränkung aufheben.

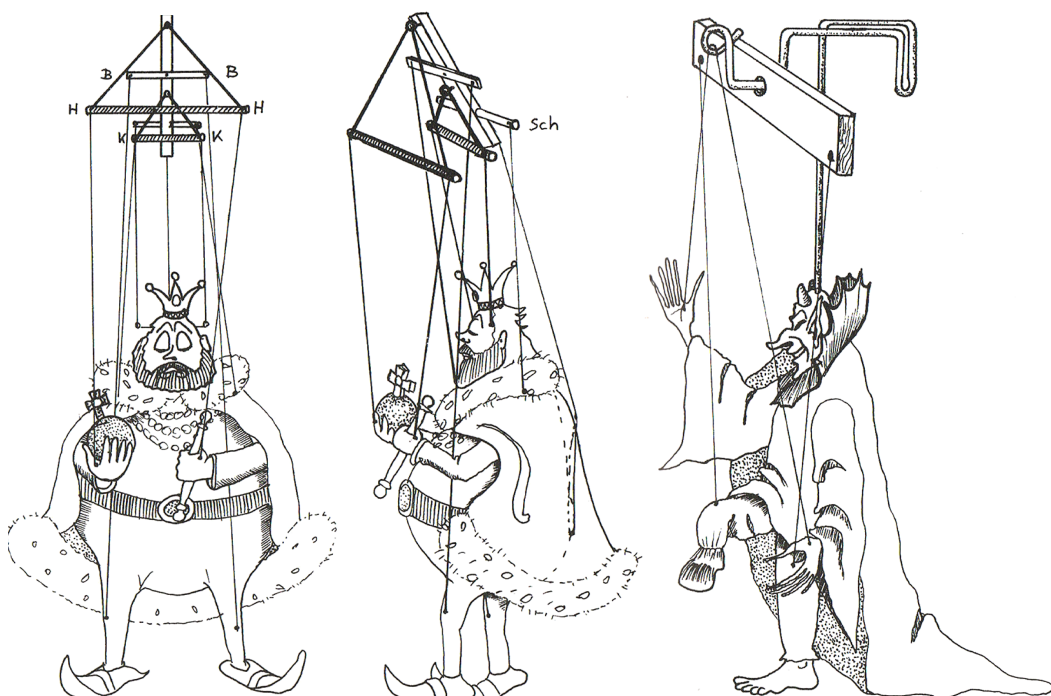


Abb. 12 Zeichnungen von Marionettentypen

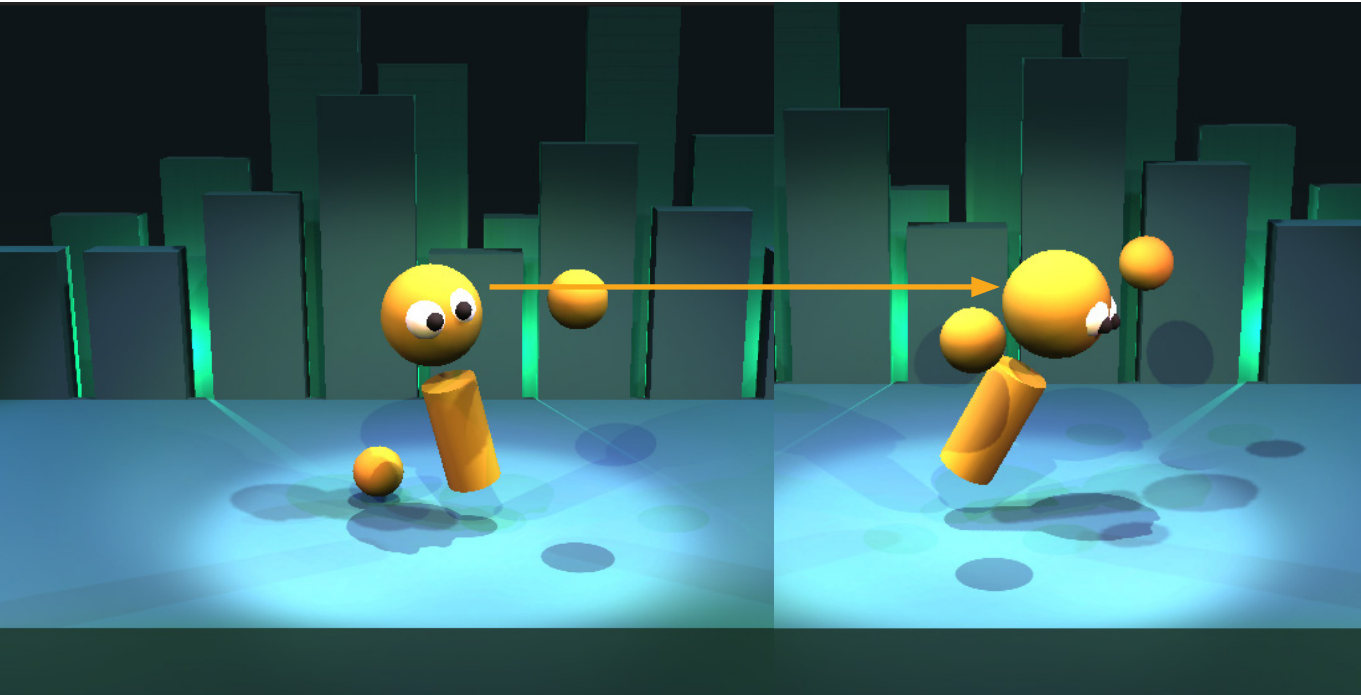


Abb. 13 Poemes Visuals - Jordi Bertrán Company

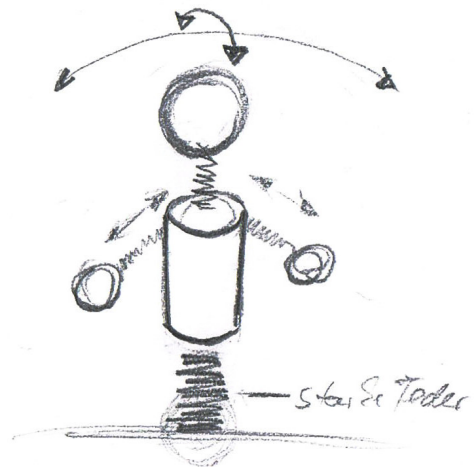


Abb. 14 Gans aus dem Puppenspiel „War Horse“

Unity3D und Physik



Als Echtzeitumgebung für die Darstellung der interaktiven Puppen habe ich mich für Unity3D entschieden. Während meines Studiums konnte ich gute Erfahrungen mit der integrierten Physik-Engine machen. Sie bietet eine schnelle Simulation von Kräften, physikalischen Körpern und Materialien sowie eine Vielzahl an sogenannten „Joints“. Diese simulieren Verbindungen zwischen Körpern wie Scharniere, mechanische Federn oder Fäden, welche mir beim Aufbau und Kontrolle der Puppen helfen.



Steuerung Feder

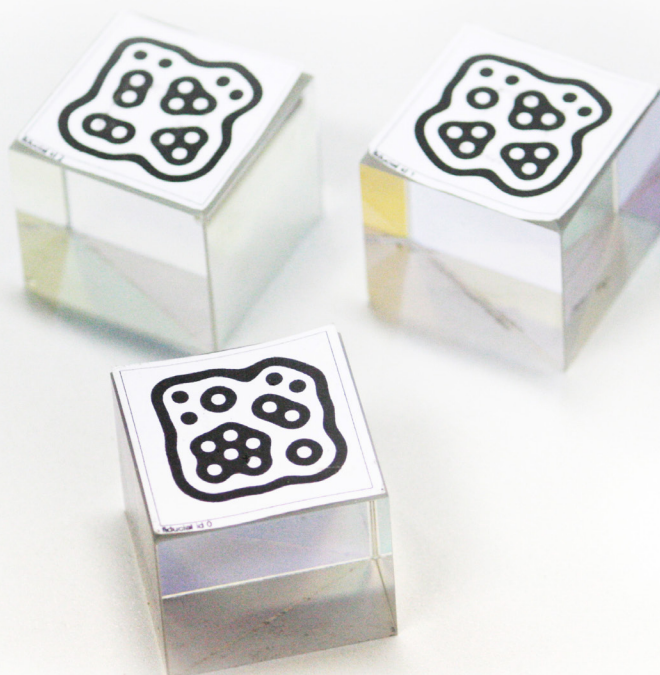
- direkt festen Körpern
- automatisch nach
kosten

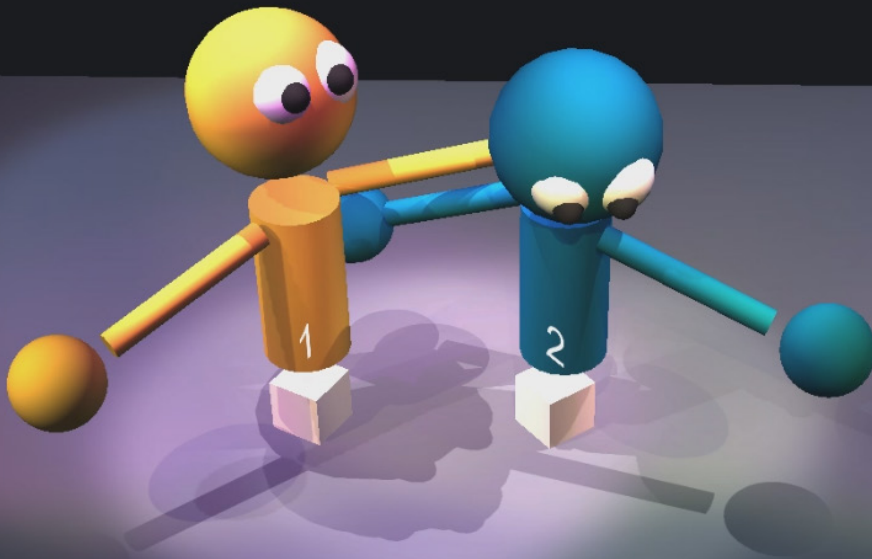
Markertracking

Im Studium und besonders während meines Bachelorprojektes habe ich mich mit verschiedensten Eingabemethoden wie Sensoren in Smart Devices, MIDI-Kontrollern, Kinect oder Leap Motion beschäftigt. Für die Steuerung der Puppen in diesem Projekt war mir wichtig, dass die Erfassung von mehreren Punkten im Raum mit Position und Drehung erfolgt. Zudem wollte ich die Form des Kontrollers und die Anordnung der Messpunkte selbst bestimmen können, um mich mehr den auf die jeweiligen Puppen angepassten Spielkreuze anzunähern. Eine sehr vielseitige Eingabemethode ist das Tracking mittels bildbasierten Sensoren wie

Webcams. Je nach softwareseitiger Verarbeitung des Bildes können so zum Beispiel Farben, Formen, Muster und deren Position im Verhältnis zur Kamera ermittelt werden.

Das Tracking von Markern ermöglicht das Erfassen von eindeutigen Mustern in einem Kamerabild und ist eine bereits sehr etablierte Technik, vor allem im Bereich Augmented Reality. In der Kompaktwoche zum Semesterprojekt „Spektakel Digital“ 2014 habe ich zusammen mit Felix Herbst unter anderem die Verwendung von Markertracking in Unity3D unterrichtet.

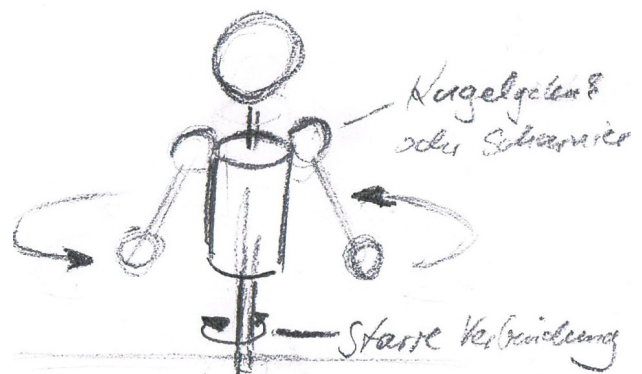




Für die ersten Tests nutzte ich Fiducial-Marker mit der „reactIVision engine“, welche sonst vor allem in Multitouch-Tables mit Tracking von physischen Objekten zum Einsatz kommen. Ich habe einige Marker ausgedruckt und auf schweren Glaswürfeln angebracht. Eine Webcam habe ich dann in 30 cm Abstand über den Würfeln auf einem Tisch befestigt.

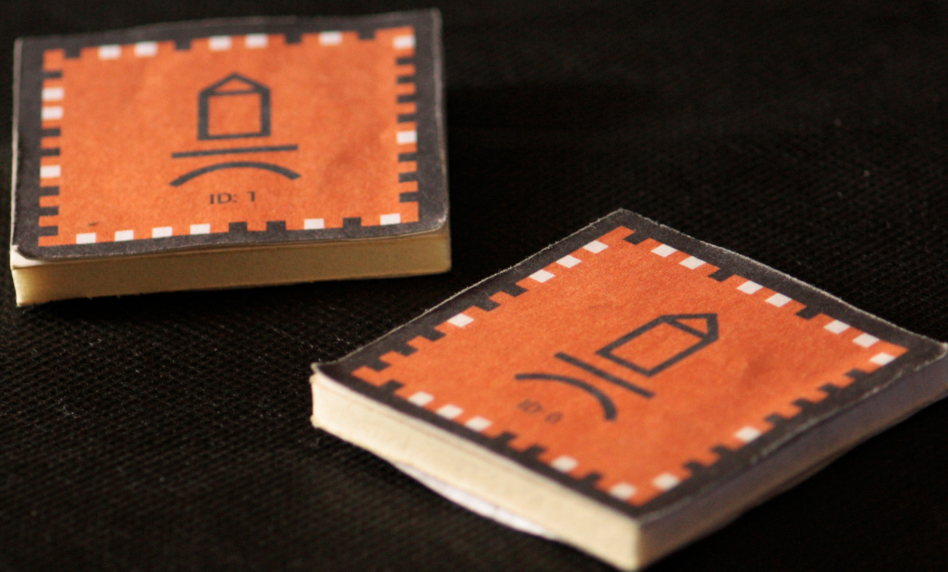
Als einfaches Puppenbeispiel für Unity kamen sogenannte Schlenkerpuppen zum Einsatz, die durch Drehung um die vertikale Achse mit den Armen schlenkern und eine überraschend lebhaft anmutung bei simpler Steuerung zeigen. Die Bilderkennung dieser Marker war sehr robust, gerade auch bei schnellen Drehungen. Jeder Würfel erzeugte eine Puppe, sodass ein witziger Tanz zwischen zwei Puppen möglich wurde, welche durch das Andrehen der glatten Würfel eine natürliche, physische Rotation nach Unity übertrug.

Leider wurde die Position nur in der 2D-Ebene ausgegeben, sodass kein 3D-Tracking erfolgte.



Schlenkerpuppe

- dreht am Torso
- Arme automatisch



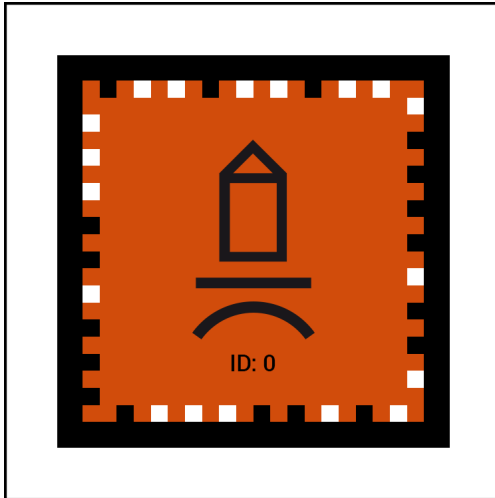
Qualcomm Vuforia

Vuforia ist aktuell eine der beliebtesten Augmented-Reality-Plattformen für Mobilsysteme. Es unterstützt das Tracking von bildbasierten Markern, klassischen Fiducial-Markern, Live-Tracking von Oberflächen (Smart Terrain) und vieles mehr. Vor allem hat mich während der letzten Jahre immer wieder die schnelle Objekterkennung und Tracking-Qualität im Vergleich zu anderen Markersystemen überzeugt. Das Vuforia-SDK ist für Unity3D verfügbar und hat einen Desktopmodus, welcher die Position und Drehung der Marker im Raum erkennt. Bildmarker können selbst erstellt werden, müssen aber einen hohen, einzigartigen Detailgrad

aufweisen. Um nun zwei Marker für Puppenarme zu erstellen, müssten die unterschiedlichen Bilder eine gleich gute Tracking-Qualität haben. Da dies auf mindestens 5-12 cm breiten Markern untergebracht werden sollte, erschien mir diese Form sehr aufwändig für meinen modularen Ansatz.

Neben den für Vuforia typischen Bildmarkern können auch Framemarkers, eine spezielle Form von Fiducial-Markern, eingesetzt werden. Insgesamt gibt es 512 eindeutige Marker, welche durch ein Binärmuster im Rand definiert sind. Die Erkennung ist schnell und ermöglicht den Einsatz von allen 512 Markern gleichzeitig.

Framemarker

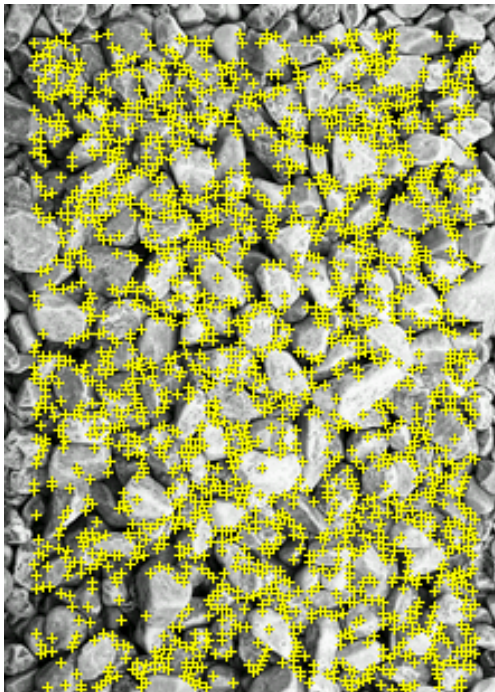


Der weißer Rand muss für eine zuverlässige Erkennung guten Kontrast zum schwarzen Rahmen bieten (doppelte Breite, keine Grafik).

Der innere Bereich wird nicht vom Vuforia SDK ausgewertet und kann grafisch frei gestaltet werden. Die Farbe muss nur sich nur gut von Weiß und Schwarz des Musters abheben.

Empfohlene Größe für den Ausdruck: 3-10 cm und eine matte, nicht spiegelnde Oberfläche.

Bildmarker



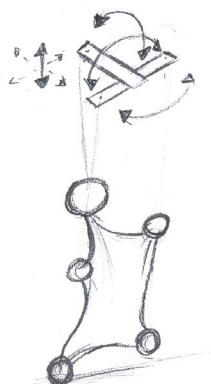
Bilder von natürlichen Strukturen sind am besten geeignet (Kies, Gruppen von Menschen, Collagen) welche in allen Drehungen im Raum ein unverwechselbares Muster besitzen.

Künstlich erzeugte Strukturen wie Gitter oder organische, zu runde Formen haben von diesen eindeutigen Bilddetails zu wenig für das Tracking.

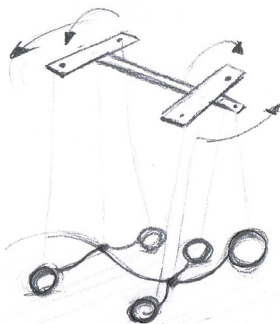
Ein hoher Kontrast und gute Ausleuchtung des Motives erhöht die Tracking-Qualität.

Die ausgedruckten Marker sollten eben sein und sich nicht verformen. Man kann sie zum Beispiel auf Karton aufziehen.

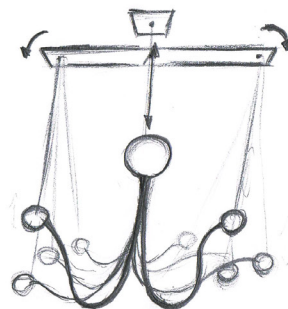
Abb. 15 Image Target Example - Stones



Stoffmarionette - 2 Arme



Marionette - 4 Beine



Marionette - 8+ Beine
→ Kopf getrennt von Gliedmaßen

Spielkreuze und Marker

Ein modulares System zur Erkennung von Positionen im Raum habe ich in dem Markersystem von Vuforia gefunden. Der nächste Schritt ist die sinnvolle Anordnung und Kombination der Marker zu einem handlichen Eingabegerät.

Spielkreuze im Puppenspiel dienen vor allem der Handhabung von Marionetten. Sie fassen die mit der Puppe verbundenen Fäden in einem handlichen Kontroller zusammen und ermöglichen somit erst das Spiel von komplexen Marionetten. Interessant ist hier die Verknüpfung von zusammengehörigen Fäden zu logischen Gruppen.

Eine einfache, menschenähnliche Puppe kann so mit einem T-förmigen Spielkreuz und nur 3 Fäden umgesetzt werden. Fäden der Gliedmaßen werden paarweise an einer Strebe befestigt, um beispielsweise mit einer Drehung des Handgelenkes den linken Arm der Puppe abzusenken und gleichzeitig den anderen anzuheben. In der Mitte dieser Armstrebe ist wiederum eine zweite Strebe im 90° Winkel

angebracht, welche die Verbindung zum Kopf oder Oberkörper der Puppe herstellt. Die Puppenarme werden automatisch in Blickrichtung der Puppe ausgerichtet oder beim Heben und Senken des Spielkreuzes folgen alle Puppenglieder ebenfalls automatisch. Das entspricht dem natürlichen Verhalten eines Menschen und verleiht der Puppe erhöhte Glaubwürdigkeit und Lebendigkeit.

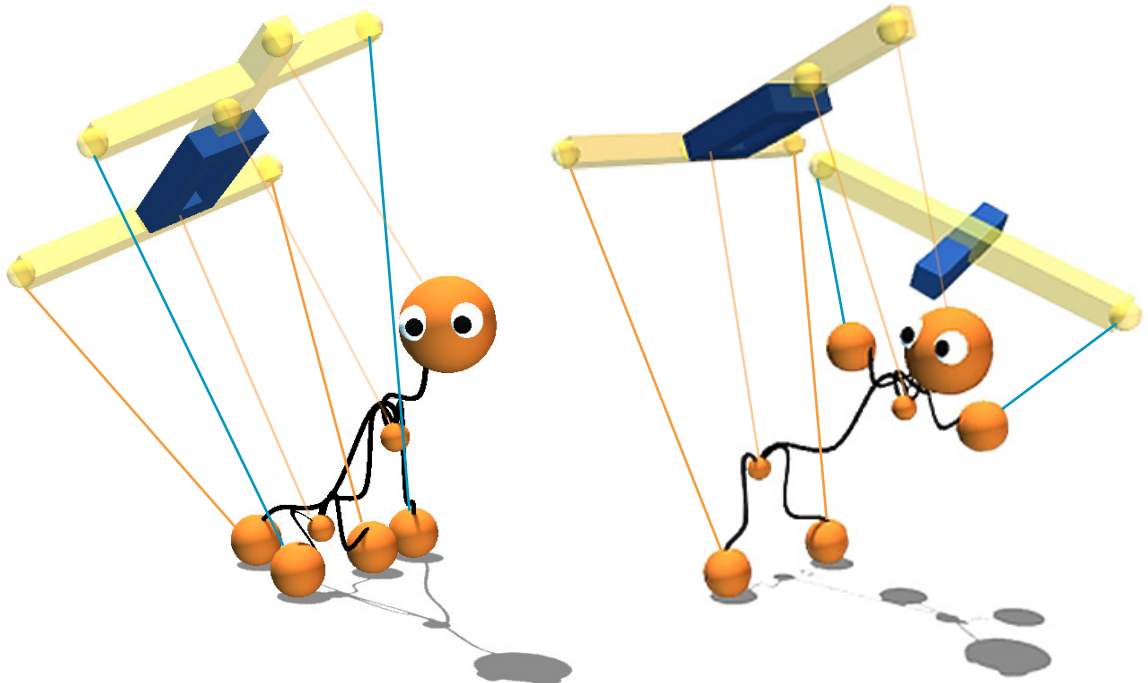
Zwei parallele Streben für jeweils ein Paar Gliedmaßen ergeben ein Spielkreuz, welches durch ein fließendes Drehen der Spielhand von links nach rechts den Gang eines Vierbeiners imitiern kann. Wichtig ist hier die flexible Verbindung der Beine innerhalb der Puppe und zum Spielkreuz, da so durch die Masseträgheit ein Vorderbein sich noch in der Vorwärtsbewegung befinden kann, während das Spielkreuz bereits in einer Gegenbewegung gespielt wird. Es beginnt ein Agieren und Reagieren des Spielers mit seiner Puppe, welches bei geschicktem Einsatz eine natürliche und fließende Animation der Puppe ermöglicht.

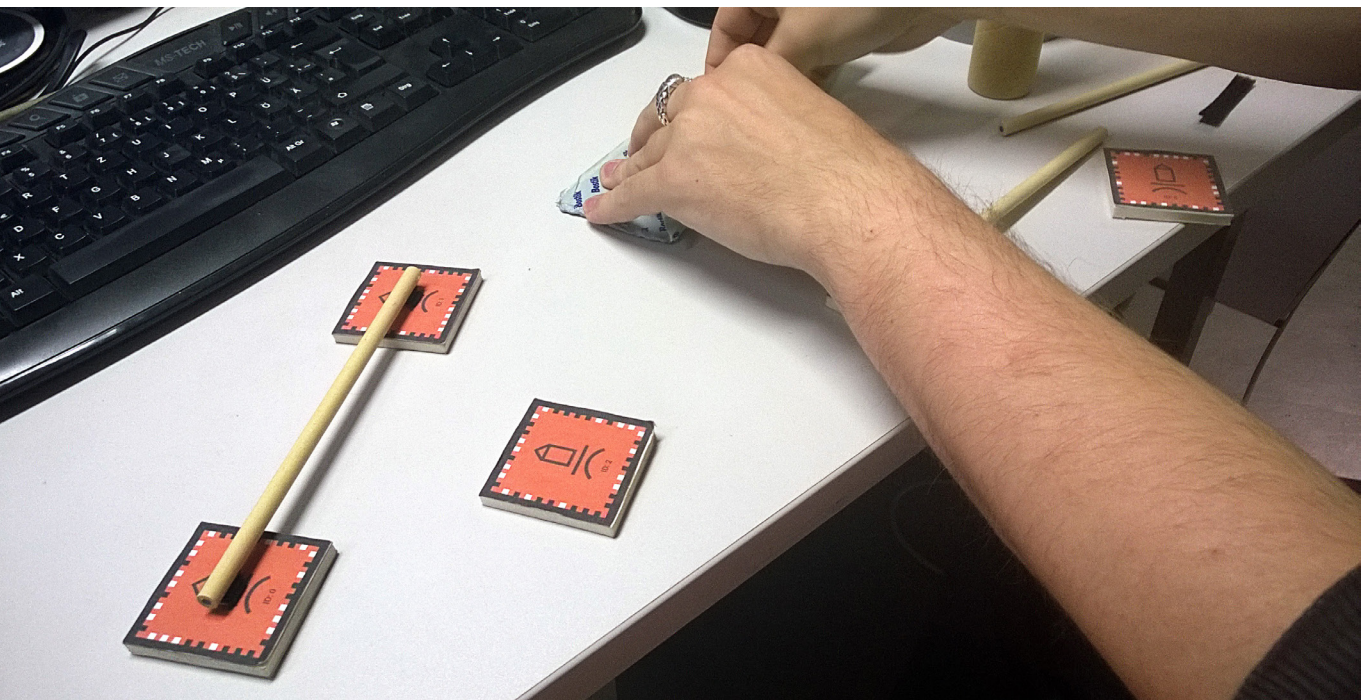
Die Erkenntnisse aus der Recherche in meiner Facharbeit zu Spielmechanismen und Spieltechniken von Puppen begann ich nun in der Echtzeitumgebung Unity3D auszutesten.

Für die Steuerung der unten dargestellten Puppe erstellte ich zuerst eine digitales Nachbildung eines Spielkreuzes. Zwei parallele Streben haben die außen die Verbindung zu den vier Gliedmaßen und in der Mitte zur Hüfte und zum Rumpf der Puppe. An der verlängerten Vorderseite des Spielkreuzes gibt es zudem noch eine Verbindung zum Kopf.

Die Marker dienen jetzt zur Echtzeitübertragung von Bewegung und Drehung meiner Hand im reellen Raum in den digitalen Raum der Puppe und deren Spielkreuz. Erste Tests ergaben schon zu Beginn eine ähnliche Spielbarkeit und Verhaltensweise meiner digitalen Puppe, wie ich sie zuvor bei einem Straßenkünstler erleben konnte.

Der Vorteil der digitalen Puppe liegt hier nun vor allem in der Freiheit der Materialität der Puppe und des Spielkreuzes selber. Es muss keine sichtbaren Verbindungen wie Fäden geben und auch der Umgang mit dem Spielkreuz wird nicht durch physikalische Befestigungen und Größen beschränkt. Der Marker mit der ID 0 steuert den T-förmigen hinteren Teil des Kreuzes, während der Marker 1 nur die Strebe für die Vordergliedmaßen beeinflusst. Ich kann somit die beiden Marker in die Hand nehmen und habe ein zusammenhängendes Spielkreuz für einen Vierbeiner oder ich nehme den Marker 1 in die zweite Hand und kann die Vorderarme einzeln kontrollieren.





Neben der Untersuchung des digitalen Spielkreuzes in Unity begann ich auch mit einfachen Verbindungen der physischen Marker zu experimentieren. Zwei Marker wurden mittels eines Holzstabes und etwas Klebegummi miteinander verbunden. Sie steuerten die Arme, während der dritte Marker weiterhin den T-förmigen, digitalen Teil des Spielkreuzes übernahm. Spannend finde ich diese Kombination, da so komplexe physische Spielkreuze digital nachgebildet werden können und mittels eines extra Markers mit den standardisierten Markern kombiniert werden können.

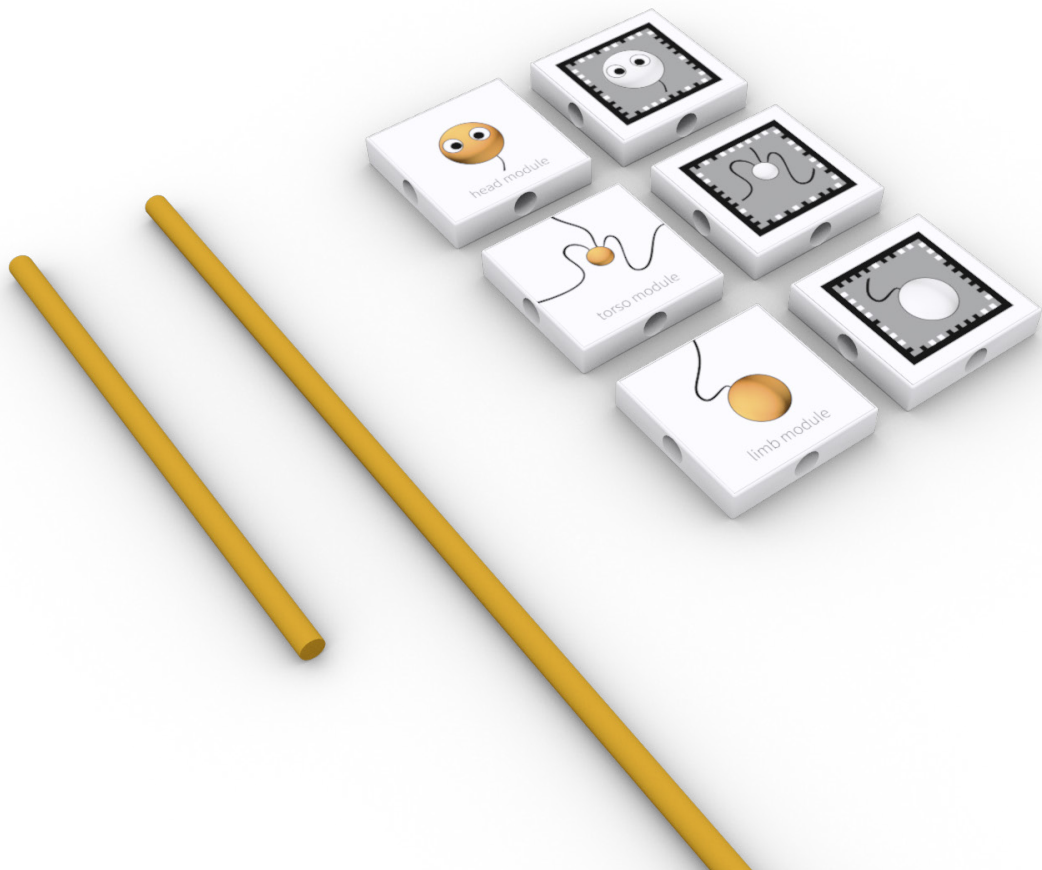
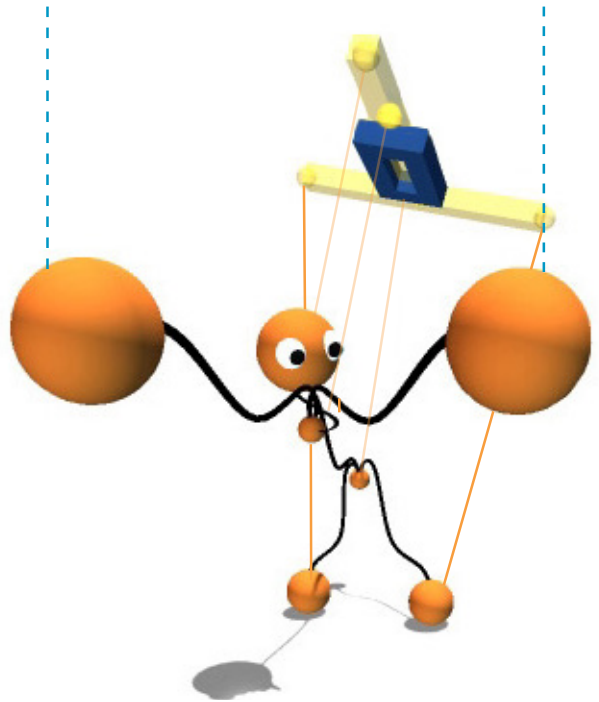
Die reale Verbindung ließ sich leichter für das Spiel einsetzen, da der Holzstab sich besser greifen ließ, als ein einzelner Marker. Vor allem kam hier wieder die zusätzliche Information meiner Handstellung und Ausrichtung des Stabes zum Tragen, sodass ich die Position der Puppenarme im digitalen Raum besser abschätzen konnte. Die physischen Träger der Marker sollten also ein wahrnehmbares Ge-

wicht haben und die Verbindungen eine gute Haptik bieten. Jedoch sind diese Spielkreuze vom tatsächlichen Gewicht einer Puppe befreit und können auch anders eingesetzt werden. Wenn beispielsweise die digitalen Fäden eher starren Draht entsprechen, können die Arme der Puppe durch ein einfaches Drehen der Marker nach vorn bewegt werden.

Eine Weiterentwicklung der physischen Marker habe ich auf Schaumstoff aufgezogen, welcher auf den allen schmalen vier Seiten durchgehende Bohrungen besitzt und so eine stabilere Verbindung ermöglicht, als die Variante mit Klebegummi. Der Schaumstoff lässt sich auch in verschiedenen Formen zu handlichen Kontrollern schneiden, welche dann wieder mit den Stäben und Markern kombiniert werden können.

Eine weitere spannende Interaktionsmöglichkeit innerhalb des digitalen Raumes ist das Fixieren der Puppe in der Luft. Ich habe dafür den Marker 1 schnell nach oben umgekehrt – er wird somit nicht mehr erkannt und das digitale Spielkreuz und die damit verbundenen Teile bleiben an der zuletzt erkannten Position im Raum.

Jetzt kann ich mit dem anderen Marker weiterhin den Rest der Puppe animieren und mit der verankerten Position der Arme spielen. Zum Beispiel kann die Puppe nun die Arme am Rand des Bildrahmens platzieren und dann heraus schauen. Ich bin überzeugt, dass sich aus dieser Interaktion spannende und neue Spielweisen für die Puppe ergeben. Zudem habe ich diese Geste des Marker-Umkehrens in meiner Anwendung der Puppenkiste verwendet und werde im Folgenden mehr darauf eingehen.



PuppenKiste 2.0

Technischer Aufbau

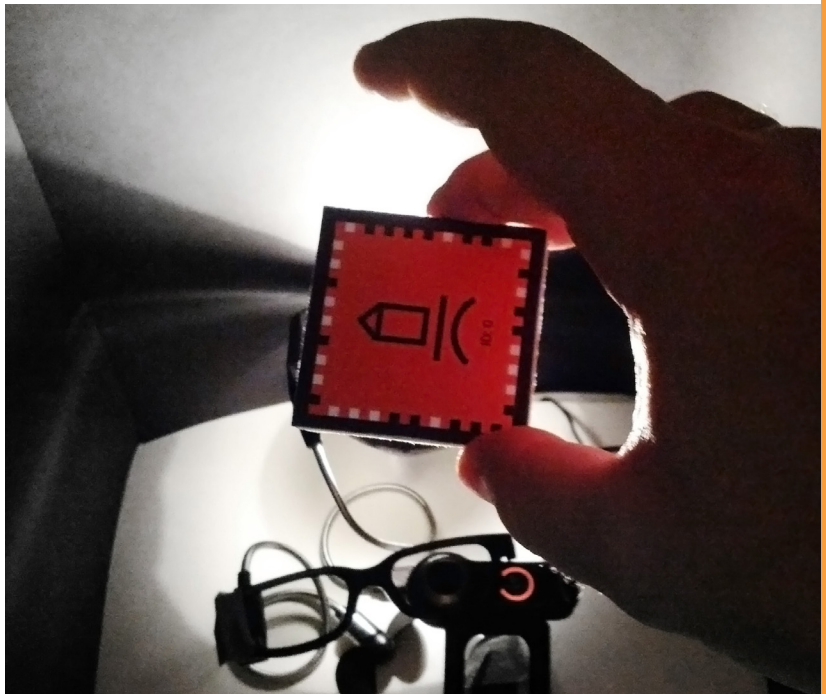
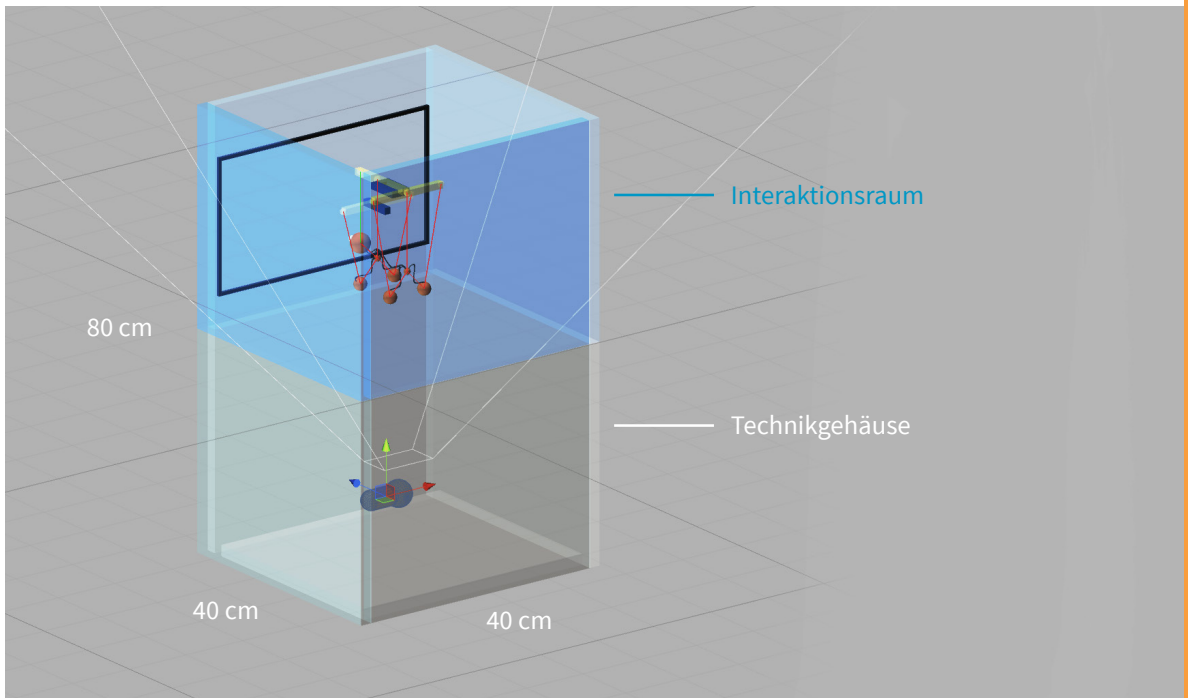
Der aktuelle Aufbau für die Markeingabe umfasst eine Webcam, eine Lichtquelle und ein quaderförmiges Gehäuse.

Die Logitech-Webcam Pro 9000 bietet eine gute Lichtempfindlichkeit und hohe Videoauflösung (2 MP) zur stabilen Erkennung der Marker durch das Vuforia-SDK. Somit konnte ich auch bei Druckgrößen der Marker von 3-10 cm bis zu 1,5 m über der Webcam agieren. Auch die Carl-Zeiss-Optik liefert einen sehr großen Bildbereich. Jedoch ergibt sich bei meiner gewählten Markergröße von 5 cm erst ab 30 cm Abstand über der Kamera ein sinnvoll bespielbarer Interaktionsraum.

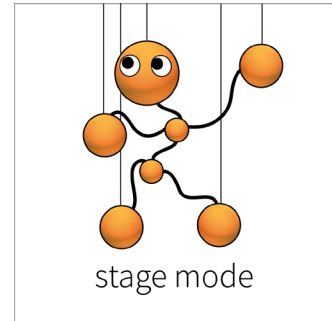
Ich habe deshalb für den Prototyp ein Gehäuse von 40 x 40 cm Grundfläche und 80 cm Höhe aufgebaut, welches je nach Unterkonstruktion bequem im Sitzen oder Stehen gespielt werden kann. Das Gehäuse bildet so neben den besser kontrollierbaren Lichtverhältnissen auch für den Puppenspieler eine gut sichtbare Abgrenzung des Interaktionsraumes.

Die Lichtquelle und die Kamera wurden jeweils mit einem Polarisationsfilter versehen, um Reflexionen auf den Markern noch zusätzlich zu minimieren.





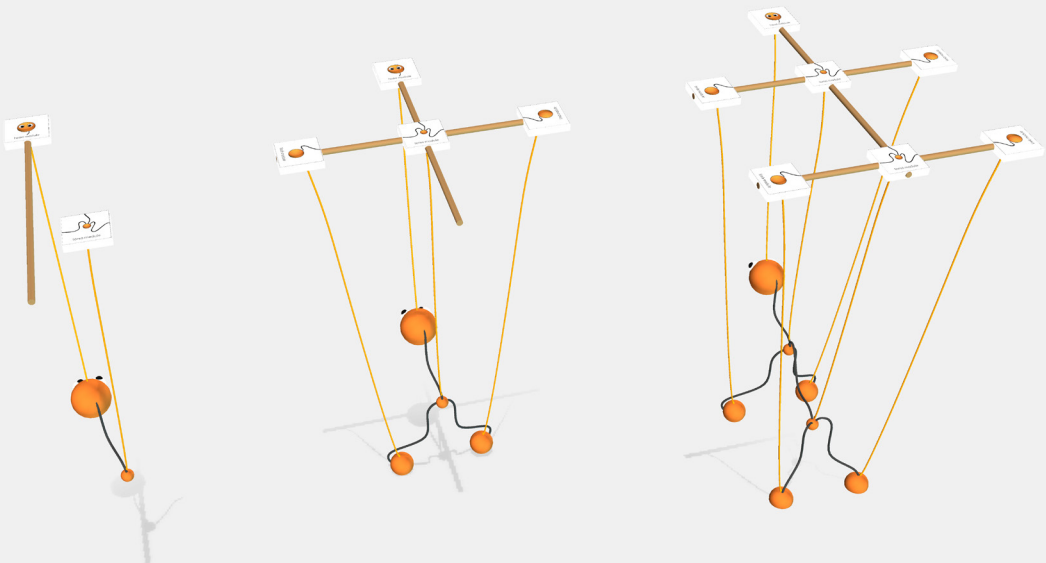
Bühnen-Modus

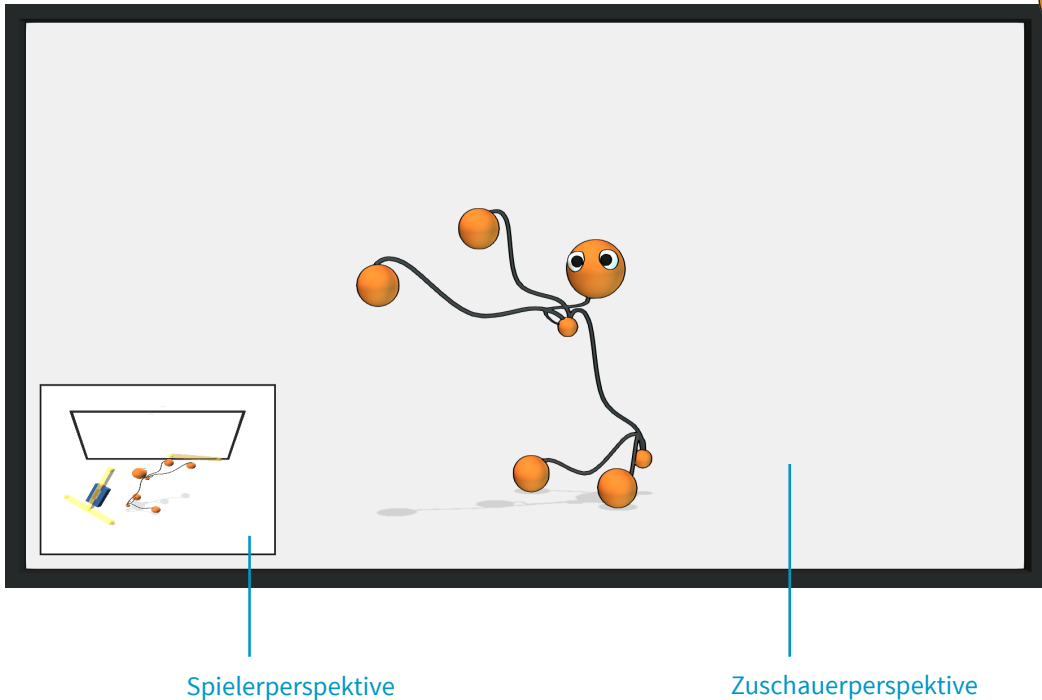


Die Puppen können im aktuellen Prototyp mit Markern gespielt werden. Ein vielseitig einsetzbarer Vierbeiner soll beispielhaft die Möglichkeiten dieser digitalen Puppen verdeutlichen. Hält man nur einen Kopf- und Rumpfmarker über die Kamera, erscheinen diese Module auf dem Bildschirm. Ergänzt man die Figur um zwei Gliedmaßen, erhält man bereits einen Zweibeiner, welcher einer beliebigen Vogelpuppe für Einsteiger ähnelt. Spätestens jetzt kann man auch die Kombinationen der Marker zur provisorischen Spielkreuzen austesten. Es stehen dazu eine Auswahl an Markern für Puppenmodule zur Verfügung, welche auf Schaum-

stoffträgern angebracht sind. Diese können auf allen vier Seiten mit Holzstäben untereinander verbunden werden.

Damit lassen sich einfache Verlängerungen für Kopfmarker erstellen oder ein Spielkreuz zur Steuerung des kompletten Vierbeiners. Im Spiel können hier auch die Vor- und Nachteile eines fest verbundenen oder aufgeteilten Spielkreuzes erprobt werden. Der Vierbeiner lässt sich mit der starren Variante einfacher bedienen, nimmt man aber ein Stab für zwei Arme aus dieser Gruppe, kann damit eine menschliche, aufrecht stehende Puppe gespielt werden.





Spielerperspektive

Zuschauerperspektive

Aus visuelle Ausgabe dient ein 24-Zoll Monitor auf Augenhöhe des Spielers, welcher über dem mit den Händen bespielten Interaktionsraum positioniert ist und auch dessen Größe aufgreift. Die Puppe und ihre Bewegungen erscheinen dann auch in einer diesem Raum entsprechenden Größe und erhöhen damit die visuelle Verbindung von Spielbewegung und Spieleffekt.

Die Steuerung in Richtung der Figur ist dabei ähnlich wie im Puppenspiel einfacher zu handhaben, d.h. die Blickrichtung des Spielers entspricht der Richtung der Puppe. Bei der Produktion der Fernsehserie „Muppets“ werden Kontrollmonitore zu Füßen oder auch in den Kostümen von Puppenspielern eingesetzt, damit diese das Gesamtbild aus Sicht des Zuschauers sehen und ihre Performance darauf abstimmen können. Die Position der Monitore wird durch Filmkameras bestimmt, während virtuelle Kameras eine freie Position des Spielers und seiner Kontrollen ermöglichen.

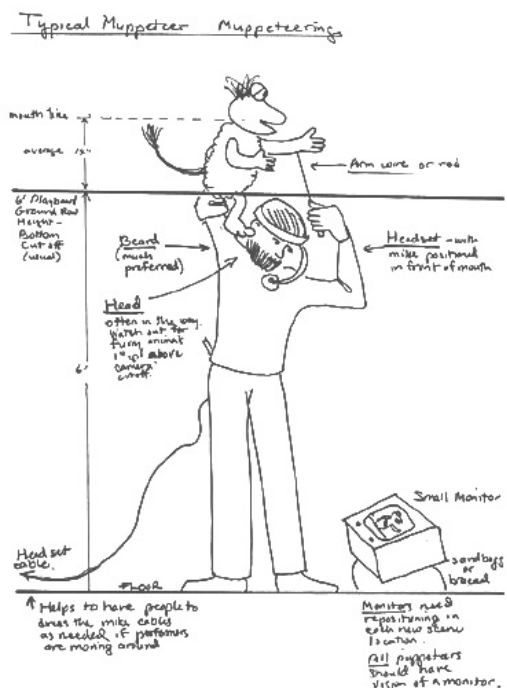
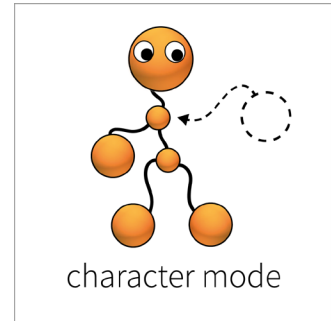


Abb. 16 Muppeteer mit Kontrollmonitor

Figuren-Modus



Konzeptuell habe ich einen Puppeneeditor angedacht, welcher das Erstellen der Puppen durch Marker-Module möglich macht und meine bisherigen, manuellen Verknüpfungen in Unity3D automatisieren soll.

Aktiviert wird der Modus mittels eines gesonderten Markers, welcher kurz über die Kamera gehalten wird. Danach können Marker mit Puppenbestandteilen im Interaktionsraum der Kamera frei positioniert werden. Jeder Marker ist mit zwei Seiten bedruckt: einer menschenlesbaren Oberseite und einer maschinenlesbaren Unterseite mit dem Markercode.

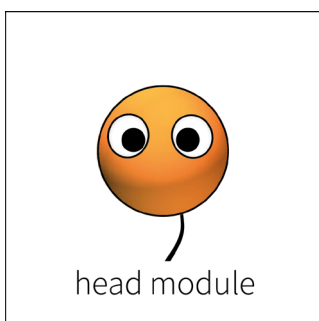
Möchte man dann die erreichte Position bestätigen, dreht man Marker schnell nach oben oder verdeckt die Unterseite. Die Anwendung speichert die zuletzt erkannte Position des Markers und das Puppenmodul bleibt somit im virtuellen Raum hängen.

Mit dieser Methode kann man nun weitere Teile der Puppe ergänzen. Da jedes Modul sich automatisch mit einem passenden Modul in Reich-

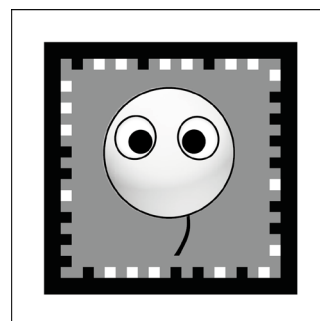
weite verbindet (Kopf zu Torso usw.), kann so ohne zusätzliches User-Interface eine Figur im Raum erstellt werden.

Zu untersuchen ist hier noch, ob ein Marker zur Drehung der virtuellen Kamera um die Puppe für einen besseren Raumeindruck notwendig ist, oder ob die bereits vorhandenen zwei Ansichten ausreichend sind.

Die Länge der digitalen Fäden zu den Puppenmodulen bestimmt die Kontrolle im Spiel. Eine kurze Distanz von Marker zu Modul ermöglicht eine direkte und schnelle Übertragung der Bewegungen des Spielers. Eine längere Distanz zu den Modulen hingegen lässt diese länger ausschlagen und pendeln, ähnlich eines sehr flexiblen Drahtes. Im Prototyp haben derzeit die Module eine von mir fest definierte Fadenlänge und Elastizität, später jedoch sollten diese Parameter auch vom Spieler einstellbar sein.



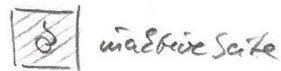
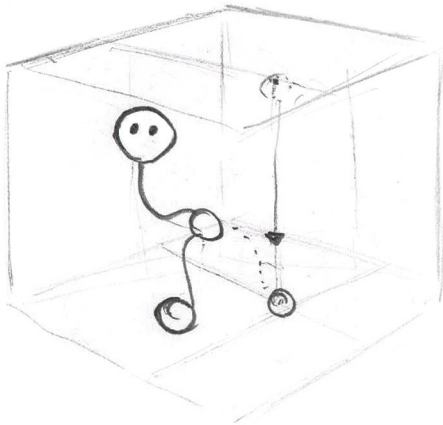
menschenlesbare Oberseite



maschinenlesbare Unterseite

Character Mode

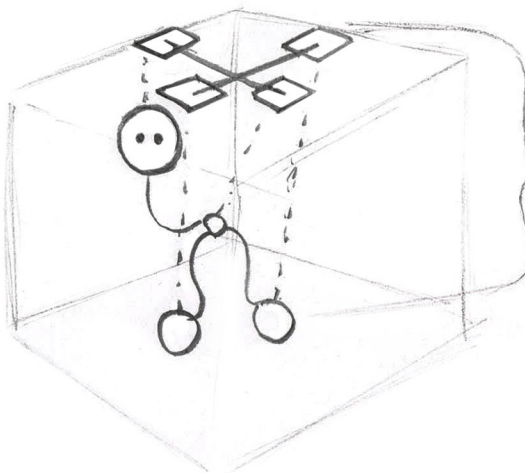
49



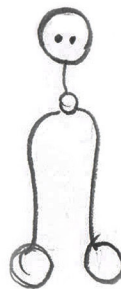
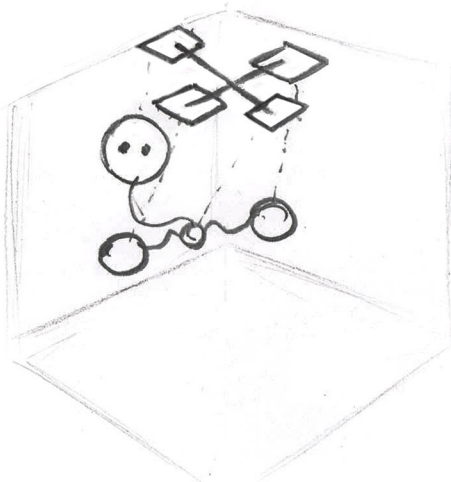
Puppenmodule im Raum platzieren

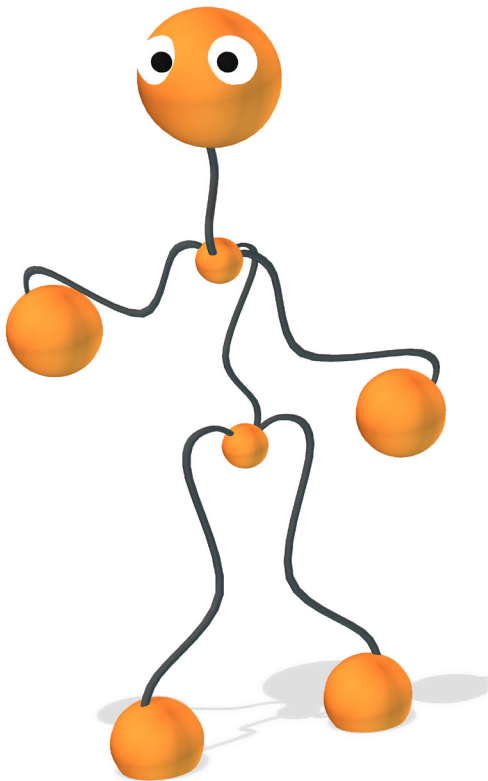
→ Marker verdecken / vermeiden

→ Modell bleibt in der "Luft hängen"



Abstand Marker
zu Puppenmodul
bestimmt Länge des
Spiefadens und die
Direkttheit der Kontrolle

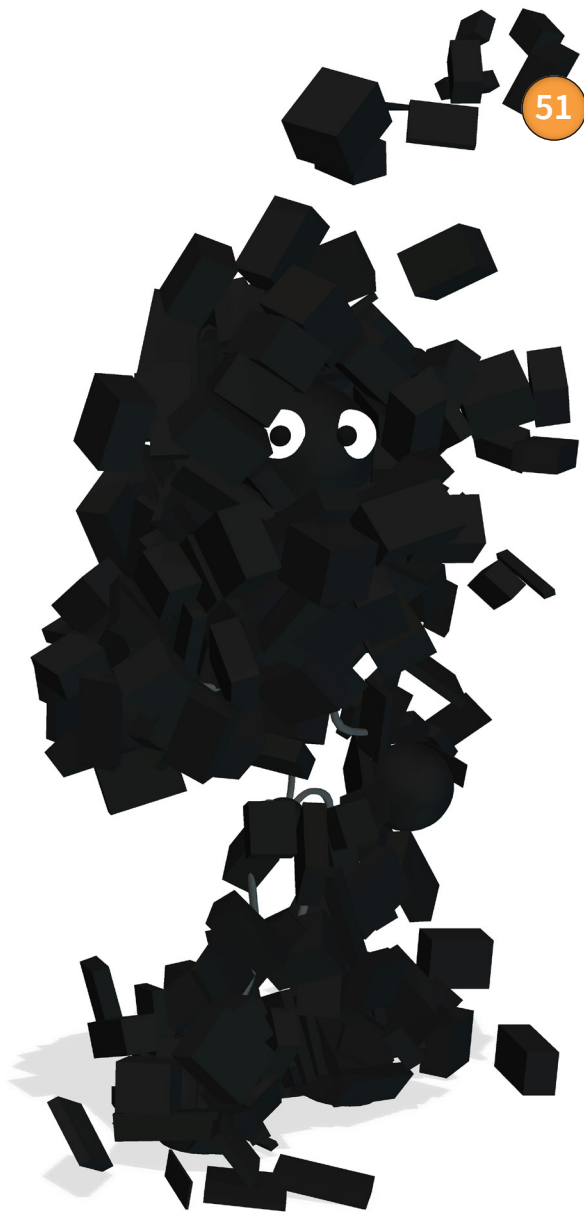
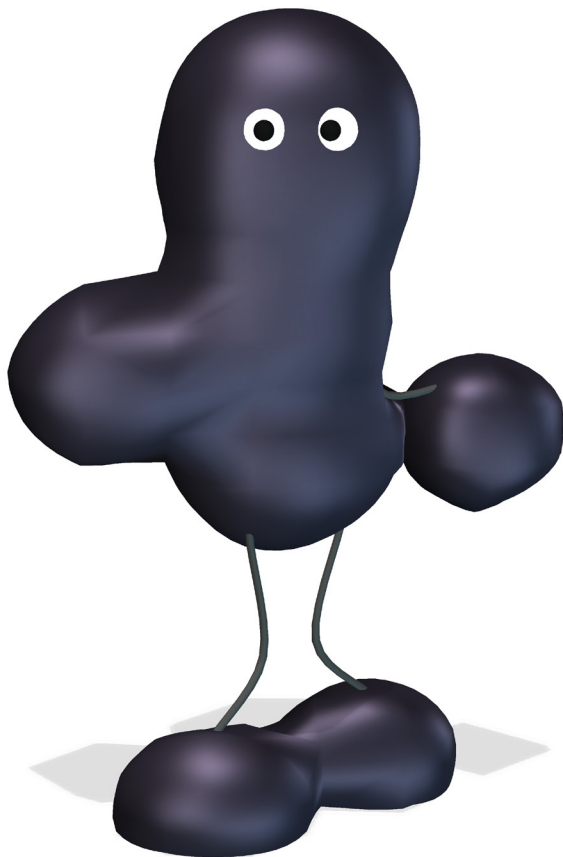




basic material



fur material



fluid material



scatter material

Fazit und Ausblick

Für mich war die Beschäftigung mit Markern während des Masterprojektes eine spannende Erfahrung und gute Ergänzung für mein Wissen um Schnittstellen und Eingabemöglichkeiten für digitale Anwendungen. Marker bieten durch einfaches Ausdrucken sehr bequeme und doch komplexe Interaktionsmöglichkeiten. Sie lassen sich an vielen greifbaren Objekten in unterschiedlichsten Größen anbringen.

Gerade in Verbindung mit der Entwicklung in einer Echtzeitumgebung entstand für mich eine spielerische Annäherung von physischem und virtuellem Raum.

Positiv war ebenfalls die Beschäftigung mit den Steuerungsvarianten im Puppenspiel, welche durch ihre bereits erprobte Anwendung bei mir viele neue Ideen zu Herangehensweisen und Denkmustern im Umgang mit 3D-Eingabegeräten ermöglicht haben.

Sehr viel Spass hatte ich allein schon in der Vielseitigkeit meiner Puppe, welche durch die Freiheit, vielerlei Gliedmaßen und Köpfe kombinieren zu können, immer wieder neue digita-

le Lebensformen hervorgebracht hat. Wichtig war für mich hier die Beibehaltung der abstrahierten Grundform in Modulen, welche mir kreativen Freiraum in der Gestaltung ließ und mich nicht sofort zur Nachbildung von bereits bekannten Holzmarionetten verführte.

Unterhaltsam ist auch das Wechselspiel mit den dynamischen und überraschenden Verhalten der Materialien, welche die schon vielseitige Grundform immer wieder neu definieren können.

Meiner Meinung nach lassen sich aus meinen bisherigen Experimenten im digitalen Puppenspiel neue und interessante Ausdruckmöglichkeiten für das klassische Puppentheater finden und könnten eine sinnvolle Ergänzung im Repertoire der Puppenspieler darstellen.

Vor allem aber denke ich, dass durch den modularen Ansatz im spielerischen Aufbau der Puppe und ihrer Interaktionsform ein kreativer Freiraum entsteht, welcher eine positive Beziehung zu digitalen Charakteren möglich macht.



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die dokumentierte Arbeit eigenständig angefertigt und Gruppenarbeiten als solche gekennzeichnet wurden. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Halle (Saale), den 19.01.2015

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'T. Köster', is written over a light yellow rectangular highlight.

Abbildungsverzeichnis

Alle externen Bildquellen sind als Abbildung mit Nummer gekennzeichnet. Von mir selbst erstellte Grafiken und Bilder sind nicht nummeriert und auch nicht in diesem Verzeichnis enthalten.

Abb. 1	Szene aus dem Animationsfilm „Rataouille“	8
	http://media.theiapolis.com/d4/hES/i1ZKB/k4/l206R/wZJ/alfredo-linguini-and-remy.jpg Stand 13.09.2014	
Abb. 2	Jim Henson spielt Kermit, den Frosch	10
	http://news.distractify.com/people/celebrities/behind-the-scenes-of-old-movies/?v=1 Stand 10.10.2014	
Abb. 3	Fernsteuerung einer Puppe	11
	http://www.nextlevel-conference.org/details/lasst_die_puppen_tanzen_an_der_berliner_schauspielschule_ern/#/ Stand 07.11.2014	
Abb. 4	Animation eines Elefanten mit modularem Eingabesystem	12
	ETH Zürich http://igl.ethz.ch/projects/character-articulation-input-device/ 2014	
Abb. 7	Puppenspiel in Autodesk Maya	13
	Disney Research http://www.disneyresearch.com/project/puppeteering/ Stand 16.12.2014	
Abb. 6	Demolevel der Holzmarionette	13
	GameHUB http://forum.unity3d.com/threads/virtual-puppetry.106680/ Stand 10.12.2014	
Abb. 5	Spielkreuz und Arduino	13
	GameHUB http://forum.unity3d.com/threads/virtual-puppetry.106680/ Stand 10.12.2014	
Abb. 8	Wooden Marionettes	18
	Juan Pablo http://www.flickr.com/photos/7801378@N06/2648849683/in/photostream Stand 20.09.2014	

Abb. 9	Roger Titley's Creatures	18
	http://creatures.co.za/assets/content-page.php?id=prodDet&A_ID=188 Stand 20.09.2014	
Abb. 10	Ring which controls flapping wings	19
	http://www.duknoyoon.com/Wings_e.html Stand 20.09.2014	
Abb. 11	Interaktive Animation durch Motion Fields	19
	https://www.youtube.com/watch?v=G_bLwfzYqF4 Stand 18.09.2014	
Abb. 12	Zeichnungen von Marionettentypen	30
	Jäger: "Marionetten selbstgemacht", Callwey Verlag, 1994, S.8-9	
Abb. 13	Poemes Visuals - Jordi Bertrán Company	31
	Jordi Bertrán Company https://www.youtube.com/watch?v=xgkDJgQkNHY Stand 16.09.2014	
Abb. 14	Gans aus dem Puppenspiel „War Horse“	31
	DIY Model, Sato Hisao http://ecx.images-amazon.com/images/I/71NcLlyMWL._SL1500_.jpg Stand 18.11.2014	
Abb. 15	Image Target Example - Stones	37
	Qualcomm Vuforia https://developer.vuforia.com/resources/dev-guide/image-targets Stand 18.11.2014	
Abb. 16	Muppeteer mit Kontrollmonitor	47
	http://muppet.wikia.com/wiki/Muppeteer Stand 26.11.2014	

