

Basale Multitouch-Interaktion: Entwicklung gestenbasierter Interfaces unter Berücksichtigung kooperativer Interaktionen

Norbert Harder, Robert Glorius

Abstrakt: Multitouch wird vor allem durch die gleichzeitige Interaktion mehrerer Benutzer an einem System ausgezeichnet. Die Multi-Nutzer-Fähigkeit erfordert neue Interaktionsmechanismen zur Entwicklung gestenbasierter Interfaces. Anhand der Konzeption und Entwicklung eines spielebasierten Konzepts werden kooperative Möglichkeiten der Interaktion dargestellt. Neben methodischen Aspekten wie der parallelen Arbeit sowie der Abhängigkeiten der Gesten untereinander, werden auch softwaretechnologische Anforderungen aufgezeigt. Abschließend wird der Mehrwert von kooperativen Multitouch-Interaktionen im Rahmen einer Evaluation belegt.

1 Einleitung

Computerbasierte Systeme sind heutzutage in fast allen Bereichen zu finden. Die Interaktion zwischen Mensch und Computer erfolgt seit der Einführung der grafischen Benutzungsoberflächen im wesentlichen durch klassische Ein- und Ausgabegeräte wie Maus, Tastatur und Bildschirm. Die Bedienung erfolgt hierbei indirekt über die relative Positionsbewegung der Maus, die auf dem Monitor als Cursor abgebildet wird. Mit der Entwicklung von berührungsempfindlichen Displays ändert sich das vorangegangene Konzept, so dass eine direkte Interaktion von Objekten mit Hilfe der Finger ermöglicht wird. Neben Singletouch-Displays, die auf eine Berührung beschränkt sind, bieten Multitouch-Displays die Möglichkeit mehrere Berührungspunkte zu verarbeiten. Aufgrund dieser Eigenschaft der Multitouch-Systeme ändert sich das Interaktionsspektrum maßgebend, so dass parallele Eingaben in Form von mehreren Fingern, Händen oder Gegenständen getätigt werden können, was auch die Interaktion mehrerer Nutzer auf einer Benutzungsoberfläche ermöglicht.

1.1 Motivation

Im Rahmen dieser Studienarbeit stand die Aufgabenstellung im Raum, eine Multitouch-Applikation unter den Gesichtspunkten der Kooperation zu entwickeln. Ziel ist es hierbei auf eine spielerische Art und Weise eine gemeinsame Interaktion an einem Multitouch-Tisch kennen zu lernen. Neben der Konzeption und Umsetzung der Anwendung an sich, steht die Verwendung sowie die Kombination von Gesten im Vordergrund. Dies äußert sich indem Aspekte wie paralleles Arbeiten, verschiedene Moderationsformen sowie gegenseitige Abhängigkeiten theoretisch aufgeführt werden sollen.

Weitere Motivationen äußern sich in der Erforschung von kooperativen Verhalten, dass heißt Interaktionen die gemeinsam zeitlich gebunden oder ungebunden durchgeführt werden können. Exemplarisch sollen hierfür kombinatorische Gesten beschrieben, praktisch umgesetzt sowie getestet und anschließend untersucht werden. Neben dem Gesten-Aspekt sollen auch wesentliche Hard- und Software-Komponenten kurz vorgestellt werden, so dass ein nachvollziehbares Resümee zur Umsetzung vorhanden ist.

Weiterhin werden Probleme und Lösungsstrategien im Bezug auf kooperatives Arbeiten erläutert. Hierbei sind vorab Aktionen wie "gemeinsames Greifen nach einem Objekt" oder "zeitgleiches Zeichnen von Gesten" zu nennen.

2 Kooperation

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Definitionen und Zusammenhänge zum Thema Kooperation dargestellt, um wesentliche Informationen für die weitere Arbeit zu veranschaulichen.

2.1 Definition

Die Kooperation, abgeleitet vom lateinischen cooperatio, ist das Zusammenwirken von Handlungen zweier oder mehrerer Lebewesen, Personen oder Systeme [Axelrod 84]. Sind zur Kooperation bei allen Beteiligten Arbeitsanstrengungen erforderlich, so wird dies als Zusammenarbeit oder Kollaboration bezeichnet.

Im Allgemeinen führt die Kooperation für beteiligte Personen zu einem Nutzen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass einige Kooperationspartner mehr Vorteile aus der Kooperation erhalten. Betrachtet man die Kooperation im Sinne einer Systembildung, so bedeutet dies, dass sich mehrere Personen für eine gewisse Dauer zu einem gemeinsamen System zusammenfügen. Die einzelnen Beteiligten, die sogenannten Kooperationspartner, erwarten innerhalb des Systems ein der Kooperation entsprechendes Verhalten.

Grundsätzlich wird die Art der Kooperation nach zwei Prinzipien unterschieden: Zum einen in die synergetischen Kooperation, bei der Neues geschaffen wird, welches durch einen Einzelnen nicht möglich ist. Zum anderen steht die additive Kooperation, bei der Prozesse durch die Kooperationspartner zusammengefasst werden, so dass eine Optimierung der Abläufe stattfindet.

2.2 Paralleles Arbeiten

Grundlegend wird eine Kooperation durch Interaktionen verschiedener Kooperationspartner definiert, welche parallel ablaufen können. Verschiedene Interaktionen können hierbei zeitgleich durch unterschiedliche Akteure durchgeführt werden.

Eine Klassifikation der Interaktionen wird von [Schwabe et. al. 01] erläutert, wobei hier von einer sozialen Interaktion gesprochen wird, wenn sich menschliche Handlungen intentional gegenseitig beeinflussen. Hierbei beschreibt das Wort intentional, dass die Handlungen einer Bedeutung unterliegen, welche bei den Beteiligten eine Wirkung erzielt. Allgemein ist davon auszugehen, dass nicht jede Interaktion als eine Kooperation zu verstehen ist, da konkurrierende Interaktionen nicht mit den wechselseitigen Interessen der Akteure übereinstimmen. Die dabei auftretenden Teilhandlungen des Interaktionsgeschehens können zwar in einem Konflikt zueinander stehen, jedoch ist davon auszugehen, dass das Endergebnis auf ein gemeinsames Interesse aller Kooperationspartner konvergiert. Demzufolge gibt es ein gemeinsames direktes Ziel, welches mittels kooperativer Arbeitsschritte angestrebt wird.

Die sogenannte Explizite Koordination beinhaltet hierbei einen gemeinsamen Plan, der die Art der Zusammenarbeit regelt und somit die Abfolge von Arbeitsschritten festlegt. Im Allgemeinen können im Gegensatz zur Expliziten Koordination auch einfache Kooperationsvorgänge stattfinden, die ohne große Absprachen der Akteure durchgeführt werden.

Betrachtet man den psychischen Hintergrund, so muss zwischen den Kooperationsteilnehmern ein Vertrauensverhältnis vorliegen. Dies bedeutet, dass sich die Akteure darauf verlassen können, dass die Interaktionen der anderen Teilnehmer mit dem gemeinsamen Interesse vereinbar sind. Hierbei kann der Fall auftreten, dass zwangsweise zusammengestellte Kooperationspartner aufgrund von fehlendem Vertrauen untereinander egoistisch interagieren und somit eine ineffiziente Zusammenarbeit entsteht.

Eine andere Sichtweise auf paralleles Arbeiten bezieht sich auf die Awareness, welche von [Dourish et.al. 92] definiert wurde:

"Awareness is an understanding of the activities of others, which provides a context for your own activities."
[Dourish et.al. 92]

Unter dem Begriff Awareness ist die Gruppen- beziehungsweise die Prozesswahrnehmung zu verstehen, so dass den Kooperationsteilnehmern bewusst ist, welche Aktivitäten der Kommunikationspartner ausgeführt wurden und in welchem Zustand sich der Kommunikationsprozess befindet. Das Ziel besteht darin Missverständnisse, Abstimmungsprobleme sowie Synchronisationsprobleme zu vermeiden. Die Gruppenwahrnehmung besteht dabei aus der Präsenz der Teilnehmer und dem Zustand der virtuellen Umgebung. Die Prozesswahrnehmung hingegen beruht auf den Kenntnissen über die Aktivitäten im Bezug auf eine gemeinsame Aufgabe beziehungsweise Objekte.

Im Allgemeinen bezieht sich die Awareness auf die Optimierung der parallelen Arbeit, wenn allen Teilnehmern die genannten Wahrnehmungsaspekte bekannt sind. Die Abstimmung, welche kooperativen Arbeiten schrittweise durchgeführt werden, können somit besser unter den Kooperationspartnern umgesetzt werden.

2.3 Gegenseitige Abhängigkeiten

Um eine abgestimmte Interaktion innerhalb eines kooperativen Systems zu gewährleisten, müssen die Arbeitsschritte der sich am System befindlichen Personen, der Akteure, koordiniert werden [Schwabe et. al. 01]. Dahingehend trägt die Gestaltung der Abhängigkeiten zwischen Zielen, Aktivitäten und Akteuren zum Kooperationsprozess bei. Um eine zielgerichtete Koordination umzusetzen, sind grundlegende Fragen im Bezug auf die Kooperationspartner zu klären:

- *Vorbedingungen:* Welche Voraussetzungen werden vom System sowie den Akteuren verlangt, damit andere Akteure ihre Tätigkeiten erfolgreich durchführen können?
- *logische Abhängigkeiten:* Welche Abhängigkeiten sind vorhanden, wie können zielorientierte Tätigkeiten parallel umgesetzt werden, welche bauen aufeinander auf?
- *Intentionen:* Was bewirkt die Ausführung einer Tätigkeit, wozu dient sie?
- *Akteure:* Welche Akteure sind beteiligt und in welche Verhältnis stehen sie zueinander?
- *Ressourcen:* Welche Ressourcen werden gemeinsam genutzt, wie wird der Zugriff auf diese geregelt?
- *Aufteilung:* Wie werden die Aktivitäten über verschiedene Orte verteilt?

Basierend auf den vorangegangenen Fragen kann ein wesentlicher Teil der Abhängigkeiten benannt werden. Desweiteren können gegenseitigen Abhängigkeiten durch die Festlegung von Aspekten wie Ort, Zeit, Thema und Teilnehmer zusätzlich koordiniert werden.

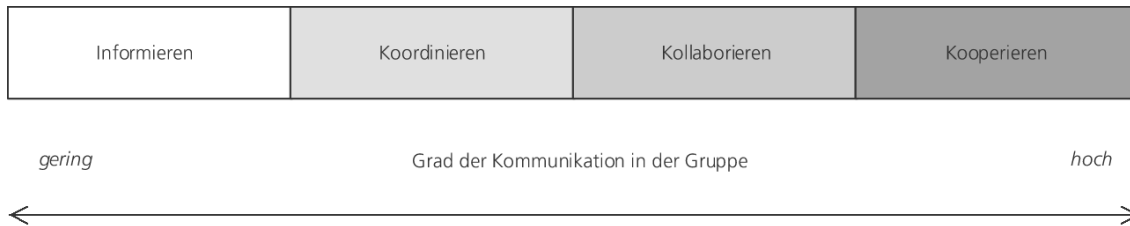


Abb. 1.: Kategorisierung der Kommunikation

Um eine zielgerichtete Interaktion der Teilnehmer zu gewährleisten, spielt die Kommunikation der Teilnehmer untereinander hierbei eine wesentliche Rolle. Abhängig vom Grad des Informationsflusses zwischen den Akteuren, wie in Abbildung 1 ersichtlich, wird die gegenseitige Interaktion beeinflusst [Borghoff et. al. 98]. Die Unterstützung des kooperativen Verhaltens wird hierbei durch eine hohe Kommunikationsaktivität gefördert.

2.4 Möglichkeiten der Moderation

Im Rahmen der kooperativen Arbeit wird die Rechnergestützte Gruppenarbeit als Computer Supported Cooperative Work bezeichnet. Die CSCW beschäftigt sich mit der Rolle des Rechners, seinen Funktionen und Auswirkungen bei der Unterstützung kooperativer Arbeiten. Nach [Borghoff et. al. 98] bietet die CSCW im Allgemeinen mehrere Formen der computerbasierten Unterstützung:

- *schlichtend*: Das System hat das Ziel verschiedene Meinungen und Vorschläge in Einklang zu bringen, so dass aus kontroversen Richtungen die beste Lösung getroffen werden kann.
- *ordnend*: Es werden Funktionen zur Verfügung gestellt, die es den Gruppenteilnehmern erlauben Informationen zu strukturieren.
- *motivierend*: Das System bietet eine kreative Umgebung für die Generierung von Ideen und Vorschlägen.
- *kontrollierend*: Es wird die Einhaltung von Regeln erzwungen, so dass für einen ordnungsgemäßen, harmonischen Ablauf der Gruppenarbeit gesorgt ist.

Neben den theoretischen Unterstützungsformen kann man die Moderation als eine Form der Gruppenkommunikation betrachten [Götz 08]. Hierbei wird die Moderationsmethode in die drei Komponenten, der Vereinbarung einer Geisteshaltung (Philosophie), dem Einsatz methodischer Schritte (Software) und der Verwendung von Arbeits- und Hilfsmittel (Hardware) gegliedert. Funktional dient dies als Kommunikationsmittel zum Finden von Problemlösungen, Treffen von Entscheidungen und Planen von Aktivitäten.

Im Bezug auf einen Multitouch-Tisch kann die Moderation in Form von Text-, Grafik-, oder Video-basierten Hilfestellungen durch das System ablaufen. Weitere Moderationsformen können desweiteren über die direkte Kommunikation der Kooperationsteilnehmer geschehen, indem ein Akteur die Rolle des Moderators einnimmt. Hierbei wird die Rolle über ein konkretes greifbares Objekt, dem Personal User Key (PUK), einer Person zugeordnet, so dass dieser erweiterte Rechte und Funktionen innerhalb der Anwendung zugeordnet werden. Alle anderen Kooperationsteilnehmer unterliegen in diesen Fall den Anweisungen des Moderators, wodurch die Interaktionsmöglichkeiten der untergeordneten Personen eingeschränkt werden. Der moderierende Akteur erhält demzufolge eine erweiterte Entscheidungsfreiheit sowie die Steuerung des Interaktionsgeschehens. Die Interaktionen, welche vom Moderator ausgehen, beeinflussen somit das Geschehen innerhalb der Anwendung.

Grundlegend muss bei der Verfügbarkeit eines Personal User Keys die Möglichkeit bestehen das die Rolle des Moderators unter den einzelnen Kooperationsteilnehmern nach gegenseitiger Absprache untereinander getauscht werden kann. Der Moderator hat somit nur solange diesen Status inne, bis er den PUK vom Tisch entfernt oder einem anderen Akteur übergibt, so dass dieser dann dessen Position einnehmen kann.

Praktische Beispiele zu dieser Moderationsform sind in der Ausarbeitung "Developing Multi-touch Software through Creative Destruction" [Franke et. al. 10] anhand der Projekte "Tangible Design Helper" und "Surface Reader" zu sehen.

3 Verwandte Arbeiten

Zur Entwicklung gestenbasierter Interfaces im Rahmen eines kooperativen Spiels müssen die unterschiedlichen Herausforderungen dieser Anwendungen erkannt werden. Anhand der kurzen Vorstellung beispielhafter Systeme sowie verschiedener Multitouch-Spiele werden Prinzipien, Abläufe und Interaktionscharakteristiken in diesem Abschnitt näher erläutert.

3.1 Kooperative Zusammenarbeit

Ein technischer Ansatz, wie man die Multi-Nutzer-Interaktion an einen Multitouch-System verbessern kann, wurde von Forschern der Iowa State University [Dohse et. al. 08] umgesetzt. Ziel des Projektes war der Aufbau eines Multitouch-Displays auf Basis der Technologien FTIR (Frustrated Total Internal Reflection), eine Methode um Berührungen zu erfassen, in Kombination mit einem Verfahren zur Hand- sowie der Personenerkennung. Desweiteren lagen die Forschungsschwerpunkte bei der Gestaltung kooperativer Gesten zur Erleichterung der Teamarbeit sowie der allgemeinen Bewertung von Multitouch-Interaktionen.

Das Resultat der Studie zeigte die Verbesserung der Zusammenarbeit aufgrund der robusteren Verarbeitung der Berührungen, welche auf die Kombination der beiden Eingabetechnologien zurückzuführen ist. Zum einen führt dies dazu, dass unbeabsichtigte Handlungen der Benutzer gefiltert werden können, wodurch versehentliche gegenseitige Störungen innerhalb der Interaktionsbereiche der Nutzer keine Auswirkungen haben. Zum anderen lassen sich aufgrund der Zuordnung, der von den Nutzern ausgeführten Interaktionen, die Zuweisung von verschiedenen Rollen an die Benutzer realisieren.

Im Rahmen einer Studie des Helsinki Institute for Information Technology [Peltonen et. al. 08] wurde ein Multitouch-Display innerhalb eines Einkaufszentrums installiert. Mithilfe der CityWall sollte ermittelt werden, wie die Menschen der städtischen Umgebung auf den Touchscreen reagieren und wie Sie damit interagieren. Die Software der CityWall bestand dabei aus einem Flickr-Foto-Browser welcher durch mehrere Personen gleichzeitig bedient werden kann. Wie der Titel der Ausarbeitung "It's Mine, Don't Touch!" bereits offenbart, beinhaltet die Studie einen Abschnitt bei dem es um die Beobachtungen der Interaktionen geht, wie zum Beispiel dem parallelen Öffnen unterschiedlicher Bilder oder der gemeinsamen Absprache um ein bestimmtes Foto zu vergrößern. Neben den kooperativen Situationen wurden aber auch Probleme, die bei der gemeinsamen Betrachtung der Fotos auftraten, beschrieben. Beispielsweise gab es die Situation, in der ein Foto auf die gesamte Display-Ausdehnung skaliert wurde, so dass Betrachter anderer Bilder diese nicht mehr sehen konnten.

Ein weiterer interessanter Aspekt des Papers besteht in der Tatsache, dass die Lernfähigkeit der einzelnen Benutzer beschrieben wurde. Hierbei ist die Situation zu nennen, dass einzelne Personen mit dem System mit Hilfe von Gesten interagierten und dabei nicht mit dem System vertraute Personen beeinflussten, so dass diese die verwendeten Gesten abschauten und ebenfalls erfolgreich einsetzten um die Bilder zu betrachten.

3.2 Multitouch-basierte Spiele

Im Zuge der Verbreitung von multitouch-basierten Endgeräten, wie zum Beispiel dem iPhone oder dem iPad, sind eine Reihe von multitouch-fähigen Spielen im Umlauf.

Exemplarisch soll "Touchgrind" [Illusion Labs 10] als eine Anwendung für beide Geräte vorgestellt werden. Mit Hilfe von zwei Fingern wird ein virtuelles Skateboard über einen Hindernis-Parkour geleitet (Abbildung 2). Per Bewegungs- und Rotations-Gesten kann das Board gesteuert werden. Mittels Tab- und Double-Tab-Interaktionen sind zum Beispiel Figuren wie Saltos möglich. Weiterhin besteht die Möglichkeit mit zwei Spielern zu interagieren, was durch ein zweigeteiltes Spielfeld ermöglicht wird. Ein weiteres Spiel für die selben Endgeräte ist "Towers of War" [touchArcade 09], welches für einen Spieler konzipiert ist. Der Spielablauf beruht darauf das feindliche Kreaturen auf festen Routen mit taktischen Elementen abgewehrt werden müssen. Die Erzeugung von Abwehrtürmen wird mit Hilfe einer Steuerkonsole realisiert, auf der man Turmarten auswählen und platzieren kann. Die Verbesserungsmöglichkeiten der Türme wurden per Berührungen auf der Selbigen mittel eines Ringmenüs integriert.



Abb. 2.: Touchgrind Steuerung

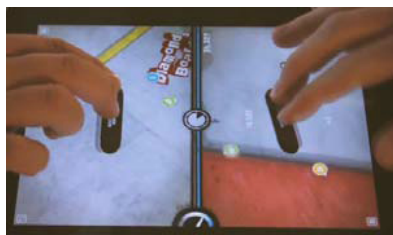


Abb. 3.: Touchgrind Mehrspieler

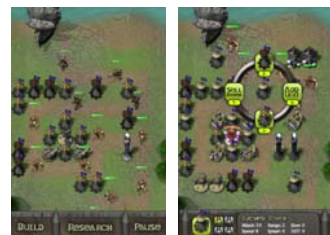


Abb. 4,5.: Towers of War

Eine Anwendung für nicht-mobile Endgeräte, wie zum Beispiel dem Microsoft Surface, wird aktuell an der Carnegie Mellon University in Pittsburgh/Pennsylvania entwickelt. Das Spiel "SurfaceShapes" [SurfaceShapes 10], welches an "Dungeons & Dragons"-Rollenspiele anlehnt ist, nutzt vor allem physische Eingabegeräte zur Interaktion, wie es auf den Abbildungen 6,7 und 8 erkennbar ist. Das Ziel dieses Entwicklungsprojektes besteht darin, Abläufe innerhalb des Rollenspiels zu untersuchen, so dass beispielsweise Wege gefunden werden wie Charaktere in ihrem digitalen Umfeldes interagieren können. Desweiteren werden Interaktionsformen untersucht, wie Aufforderungen des Systems an die Spieler gelöst werden können, um ausführbare Interaktionen darzustellen. Hierbei spielen sowohl visuelle als auch akustische Hinweise eine Rolle.



Abb. 6.: SurfaceShapes Figuren



Abb. 7.: SurfaceShapes Registration

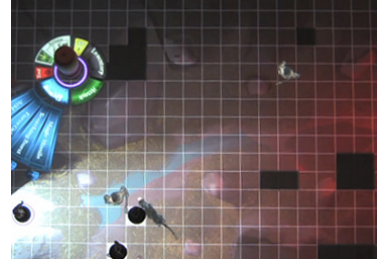


Abb. 8.: SurfaceShapes Spielfeld

Die Diplomarbeit "Java Settlers" von Miao Wang [Wang 08] zeigt einen Ansatz, wie ein klassisches Brettspiel auf eine Multitouch-Plattform transferiert werden kann (Abbildung 9). Im Vordergrund der Adaption des Spiels "Die Siedler von Catan" stand die Umsetzung einer intelligenten agentenbasierten Spiellogik. Ähnlich dem Originalspiel, wie es in Abbildung 10 ersichtlich wird, können bis zu vier Personen am Spiel teilnehmen, wobei Defizite in der Spieleranzahl mittels Computergegner ausgeglichen werden. Die Interaktionshandlungen der einzelnen Personen finden rundenbasiert statt, sodass der Einsatz von kooperativen Elementen nur geringfügig unterstützt wird. Innerhalb von Aktionen, beispielsweise dem *Warenaustausch*, treten die Eingaben abhängig von den Interaktionsbereichen der Spieler mittels einfachen Singletouch-Gesten auf.

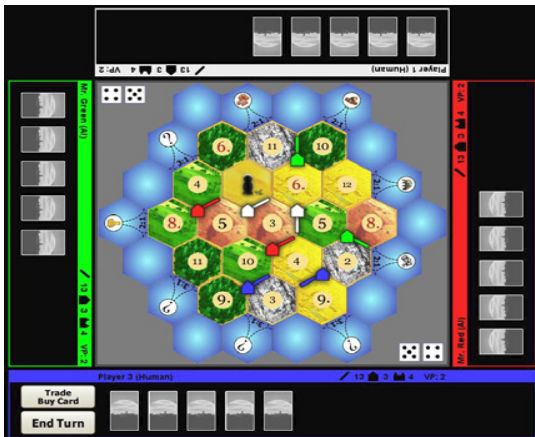


Abb. 9.: JavaSettlers - Spielaufbau

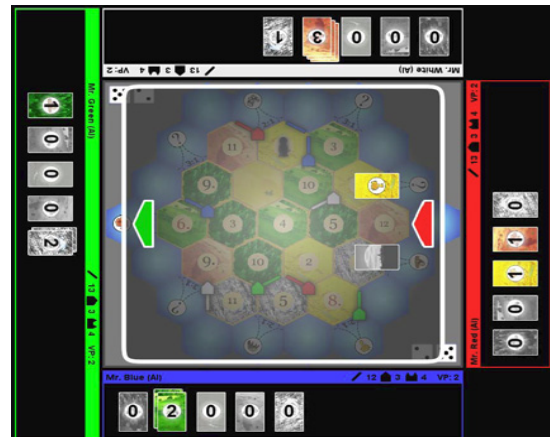


Abb. 10.: Java Settlers - Interaktion Warenaustausch

Praktische Arbeiten, der im vorigen Abschnitt erläuterten Studie der Iowa State University [Dohse et. al. 08], lieferten zwei touch-basierte Anwendungen [Touchtable 08].

Zum einen ist das Spiel "Multitouch Tower Defense" zu nennen, bei dem zwei Spieler gegeneinander antreten. Das Prinzip beruht darauf das jeder Spieler Türme errichten kann um feindliche Elemente des Gegners zu bekämpfen. Die Erstellung der feindlichen Elemente geschieht durch einfache Berührungen des Displays, was in Abbildung 11 dargestellt ist. Sieger des Spiels ist Person, welche als erstes mehr feindliche Elemente zum Gegner befördert hat (Abbildung 12).

Zum anderen wurde das mathematische Spiel "Multitouch Game of Life" [Streeter 07] umgesetzt, welches auf John Horton Conways "Spiel des Lebens" [Horten 70] basiert. Im Vordergrund steht eine populäre Umsetzung der Automaten-Theorie, ein System aus zweidimensionalen Automaten, welche mittels Touch-basierten Steuerungen Zustandsänderungen hervorrufen. Aufgrund des Raster-basierten Aufbaus des Spielfeldes besteht die Möglichkeit mit mehreren Spielern Zustandsänderungen zu beeinflussen, da pro Feld nur eine Interaktion zur selben Zeit stattfinden kann (Abbildung 13).



Abb. 11,12.: MT Tower Defense

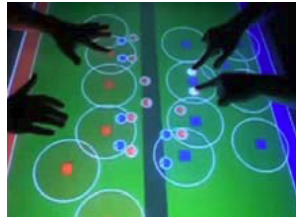


Abb. 13.: Game of Life

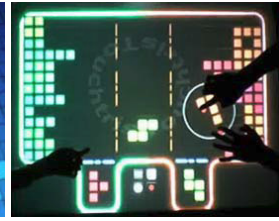


Abb. 14.: TouchTris

Eine Multitouch-Implementierung des Spiele-Klassikers Tetris wurde an der TU Wien im Projekt "TouchTris" [TouchTris 10] umgesetzt. Zwei Spieler haben die Aufgabe verschiedene Bausteine ihrer Farbe mittels Drehungen in Reihen anzuordnen, um diese zu entfernen. Die Interaktion wird mittels Zwei-Finger-Gesten zum Rotieren und Dragging-Gesten zur Verschieben der Objekte umgesetzt. Die Platzierung der Bausteine erfolgt sequentiell, sodass ein Objekt nach dem anderen eingefügt werden muss. Nachdem Platzieren eines Objektes erscheint das nächste Bauteil innerhalb eines privaten Bereichs des Nutzers. Der kooperative Teil des Spiels schließt an diesem Punkt an, so dass Bausteine erscheinen können, welche nicht die eigene Farbe, sondern der Gegner-Farbe zugehörig sind (Abbildung 14). In diesem Falle ist ein Austausch der Elemente zum Mitspieler erforderlich, um das Spiel fortzusetzen. Verlierer ist derjenige, welcher als ersten seinen Bereich mit Steinen zugebaut hat.

4 Konzept

Auf Grundlage eines klassischen Spiele-Konzeptes, soll in diesem Abschnitt eine multitouch-basierte interaktive Anwendung für zwei Spieler vorgestellt werden.

4.1 Spielprinzip

Das zugrunde liegende Thema für die im Rahmen dieser Arbeit erstellte Anwendung bildet das Tower Defense Konzept. Das klassische Prinzip des Echtzeit-Strategiespiels beruht auf der Aufgabe der Spieler auf einer Karte verschiedene Arten von Verteidigungsanlagen zu errichten, die anschließend mehrere Gruppen von unterschiedlichen Gegnern daran hindern sollen, die Karte zu durchqueren. Die Verteidigungsanlagen, auch bezeichnet als "Towers", treten hierbei in Form von Wach- oder Geschütztürmen auf. Die Gegner, die sogenannten "Creeps", steigern im Allgemeinen nach jedem Ansturm, auch als "Level" bezeichnet, ihre Stärke.

4.2 Idee

Auf Basis des erläuterten Spielprinzips liegt nun die Idee vor, mittels geeigneter Multitouch-Eingaben den Spielverlauf maßgebend zu steuern. Hierbei soll mittels geeigneter Gesten, welche im Kapitel 6 vorgestellt werden, die Möglichkeit geschaffen werden Türme zu errichten. Durch die Trennung der Benutzeroberfläche in zwei, den Benutzern zugeordneten Interaktionsflächen, soll die kooperative Zusammenarbeit der Spieler bezweckt werden. Sieg oder Niederlage hängen hierbei stark von der Kooperation der Spieler untereinander ab. Der Mehrwert der Anwendung soll vor allem durch die zielgerichtete Absprache zwischen den Spielern, um gemeinsame Interaktionen durchführen zu können, ausgemacht werden.

4.3 Aufbau

Das Spiel ist grundsätzlich für zwei Personen gedacht, welche sich an den Längsseiten, des in Abschnitt 5 beschriebenen Multitouch-Tisches, befinden. Den Spielern ist hierbei jeweils eine bestimmte Farbe zugeordnet, mit der sie interagieren und alle ihnen zugeordneten Spielelemente (Abbildung 17) erkennen können. Die Farben der Spieler sind hierbei Blau und Grün.

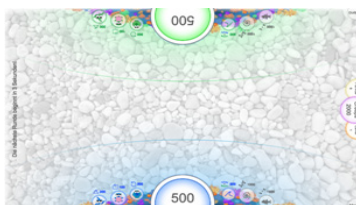


Abb. 15.: Spielfeld

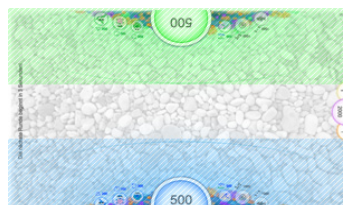


Abb. 16.: Interaktionsbereiche



Abb. 17.: farbige Spielelemente

Das Spielfeld, wie in Abbildungen 15 und 16 erkennbar, ist in drei Interaktionsbereiche gegliedert. In der Mitte befindet sich der globale Interaktionsbereich beider Spieler, an den Längsseiten des Tisches jeweils die personenzugewandte Interaktionsfläche.



Abb. 18.: benutzerspezifische Geldanzeige mit Gesten-Übersicht

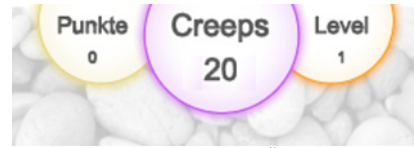


Abb. 19.: Informations-Übersicht

Wie in Abbildung 18 erkennbar ist, hat jeder Spieler eine eigene Übersicht, welche aus der großen Geldanzeige sowie sechs kleinen Kreisen besteht. Die Geldanzeige vermittelt dem Spieler wie viel Geld diesem zur Verfügung steht, um Türme zu erschaffen. Die kleinen Kreise symbolisieren hierbei jeweils einen Turm, der durch ein Bild, eine Geste sowie einen Preis gekennzeichnet ist. Abhängig vom verfügbaren Geld der Spieler erscheinen die Symbole in der dementsprechenden Farbe des Spielers. Tritt der Fall auf, dass nicht genügend Geld im Bezug zum Preis des Turms vorhanden ist, werden diese Icons grau dargestellt.

Auf der rechten Seite ausgehend vom blauen Spieler befindet sich die Informationsübersicht (Abbildung 19). In diesem Bereich werden alle spielrelevanten Informationen eingeblendet. Dazu zählen das aktuelle Level, die gemeinsame Punktzahl sowie die Anzahl der "Creeps", die das Spielfeld noch passieren dürfen.

4.4 Elemente

Wie schon im vorherigen Unterabschnitt erwähnt, gibt es eine Geldanzeige. Um diese zu erhöhen können Geldmünzen (Abbildung 20) per Drag n Drop eingesammelt werden. Hierbei spielt jedoch die Farbe eine Rolle, so dass blaue Münzen nur auf dem blauen Interaktionsbereich abgelegt werden können und bei grünen Münzen dies umgekehrt der Fall ist. Die Verfügbarkeit der Münzen hingegen ist begrenzt, was bedeutet, dass neue Münzen zeitgesteuert auf dem Spielfeld auftauchen und auch nur einen bestimmten Zeitraum darauf verweilen.



Abb. 20.: Geldmünzen

Ein Gruppe von Elementen des Spiels sind die Türme. Sie existieren in den Farben der Spieler (Abbildung 21). Zur Erstellung der Tower müssen Tower-spezifische Gesten gezeichnet werden, welche innerhalb der Gesten-Übersicht erkennbar sind. Nach dem Zeichnen der Geste erscheint der neue Tower auf dem Spielfeld. Durch eine einfache Drag-Geste kann der Turm anschließend an eine gewünschte Position des Spielfeldes verschoben werden. Mit einer doppelten Tab-Geste auf den Turm kann dieser dann fixiert werden. Möchte man den erstellten Turm nicht verwenden, so darf dieser nicht fixiert werden, er verschwindet nach einer gewissen Zeit wieder von der Oberfläche. Nach dem Festsetzen kann man sich die Reichweite des Turms, durch einen einfachen Berührung auf diesen, anzeigen lassen.

Insgesamt gibt es drei Arten von Türmen mit unterschiedlichen Schadensmodellen, wenn sich Creeps in ihrer Reichweite befinden. Der "Kugelfisch" ist ein Turm, welcher die Gegner abbremst und ihnen einen leichten Schaden zufügt, wenn sie sich in dessen Nähe befinden. Die "Schildkröte" hingegen ist ein Turm, welcher zu einer Zeit nur einem Creep schaden kann, in dem er auf diesen zeitgesteuert schießt. Der "Tintenfisch" visiert ebenfalls, wie die "Schildkröte", einen Creep an und schadet diesem.

Desweiteren werden die Turmart in drei verschiedene Stärkegrade unterteilt, welche durch Drag n Drop mit Münzen erhöht werden können. Unterschiede der Stärke liegen hierbei in der Reichweite, der automatischen Schusskraft sowie der Stärke der Türme.

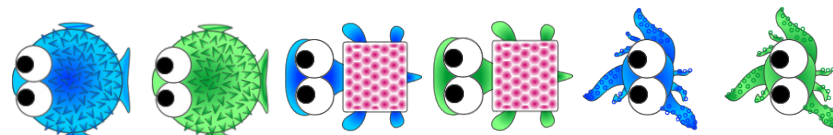


Abb. 21.: Tower "Kugelfisch", "Schildkröte", "Tintenfisch"

Ein andere Elementgruppe sind die Creeps, welche in den Farben grün, blau und gelb vorhanden sind (Abbildung 22). Die gelben Creeps können von allen Turmartent beeinflusst werden. Blaue und Grüne hingegen nur von entsprechend gleichgefärbten Türmen. Wie schon im Abschnitt des Spielprinzips erwähnt wurden, bewegen sich die Creeps levelgesteuert. Desweiteren orientieren sich die "Piranjas" an unterschiedlichen Routen, abhängig vom aktiven Level.



Abb. 22.: Creeps "Piranja"

Neben den normalen Towers und Creeps wird das Spiel durch den Einsatz von Spezialaktionen ausgezeichnet, welche durch kooperative gleichzeitig ausgeführte Gesten beider Spieler erzeugt werden. Die erste Spezialgeste ist der "Strudel" (Abbildung 23), welcher alle Creeps in der Spielfeldmitte verschlingt. Die nächste Geste, die "Welle" (Abbildung 24), bewegt sich hierbei einmal über das Spielfeld und erzeugt bei allen Creeps einen Schaden von 50 Prozent. Die letzte Spezialgeste, der "Hai" (Abbildung 25), bewegt sich auf einer zufälligen Linie des Spielfeldes, so dass alle dort befindlichen Creeps gefressen werden.

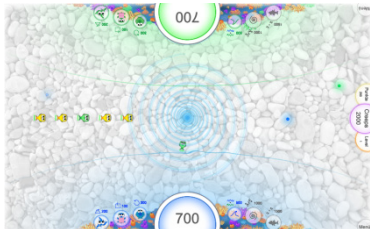


Abb. 23.: Spezialgeste "Strudel"

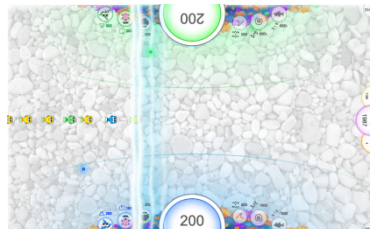


Abb. 24.: Spezialgeste "Welle"



Abb. 25.: Spezialgeste "Hai"

4.5 Menü

Die Steuerung bevor und während des Spiels wird über sich drehende, in Form eines Kugelfisches gestaltete Buttons realisiert. Unterhalb der Bilder befindet sich hierbei jeweils eine Beschriftung zur Navigation innerhalb des Spiels. Der Aufbau sowie die Anordnung Kugelfische ist aufgrund der unterschiedlichen Blickwinkel der sich gegenüberstehenden Spieler dementsprechend gewählt, so dass diese aus allen Perspektiven lesbar sind. Die Interaktion über die Kugelfische wird durch ein Berührungen auf diese ausgelöst.



Abb. 26.: Menu-Icons

Im gesamten Spiel befinden sich in den Ecken der Benutzeroberfläche Buttons zum ein- und ausblenden der Menüs. Befindet man sich innerhalb eines aktiven Spiels, so fungieren die Schaltflächen als Pause-Funktion, welche das Spiel anhalten beziehungsweise zu einem späteren Zeitpunkt wieder fortsetzen lassen.

5 Umsetzung

In diesem Abschnitt werden die zu verwendeten Technologien und Systeme kurz vorgestellt, um darzustellen welche Anforderungen im Rahmen der Umsetzung zu beachten waren.

Im Bereich der Hardware wurde von der Fakultät Informatik der TU Dresden der ImpressX xdesk sowie der Microsoft Surface zu Verfügung gestellt. Aufgrund der Entscheidung die Anwendung mit der plattformunabhängigen Programmiersprache JAVA in Kombination mit dem MT4j-Framework umzusetzen, ist der Entschluss gefallen auf dem xdesk zu entwickeln, da dieser das offene und plattformunabhängige UIO-Protokoll, im Abschnitt 5.2 näher erläutert, direkt unterstützt.

5.1 Multitouch-Tisch xDesk

In Zusammenarbeit der Firma Impressx [Impressx 09] mit Epson wurde im August 2009 der Multitouch-Tisch xdesk veröffentlicht.

"Der Tisch bildet den Mittelpunkt von interaktiven Informationsstationen. Die Oberfläche reagiert auf jede Berührung und Bewegungen eines oder mehrerer Finger. Wie auf einem realen Tisch lassen sich so digitale Objekte wie beispielsweise Bilder oder Broschüren hin- und herschieben, umblättern, drehen, verkleinern oder vergrößern und auch einfach aus dem Bild entfernen. Auch der Ausdruck eines Dokumentes oder die Kopie auf einen externen Datenträger ist optional möglich. Dank Multitouch-Oberfläche können sogar mehrere Benutzern gleichzeitig den Tisch nutzen." [Impressx 09]

Der elektronische Informationstisch verfügt über eine 52-Zoll Multitouch-Oberfläche [openPR 09]. Der Steuerrechner innerhalb des Tisches ist mit einem 2,4 GHz Core-2-Duo-Prozessor, einem Gigabyte Speicher und einer ATI Radeon 4850HD Grafikkarte ausgestattet. Zur Projektion der Bildausgabe ist ein Epson-Beamer integriert, welcher innerhalb des Tisches ein Bild mit der Auflösung von 1280 mal 800 Bildpunkten und einer Helligkeit von 4500 Lumen auf die entspiegelte Glasplatte, die als Arbeitsfläche den Tisch abdeckt, projiziert. Mittels Infraroptik (FTIR) werden über zwei Kameras Berührungen auf der Oberfläche registriert und interpretiert. Die Übermittlung der Signale wird mittels TUIO-Protokolls auf Betriebssystem-Ebene durchgeführt.

5.2 TUIO-Protokoll

Das Tangible User Interface Objects-Protokoll [TUIO 05] ist ein Austauschprotokoll für Multitouch-Daten. Es wurde 2005 im Rahmen des ReactIVision-Projektes [Kaltenbrunner 05] entwickelt und baut auf dem Open Sound Control-Format [Wright 02] auf. Das OSC ist ein netzwerkbasierendes, nachrichtenbasiertes Protokoll, welches ursprünglich entwickelt wurde, um den Datenaustausch und die Kommunikation zwischen Computern mit elektronischen Musikinstrumenten, wie Synthesizern, zu realisieren.

Die Arbeitsweise des Protokolls beruht auf Textnachrichten, welche Auskunft über die derzeitigen erkannten und verfolgten Objekte geben. In der ersten Spezifikation TUIO 1.0 [Kaltenbrunner et. al. 05], welche ursprünglich nur für den ReactTable-Tisch vorgesehen war, wurde lediglich zweidimensionales Tracking unterstützt. Mit der Spezifikation 1.1 wurden Erweiterungen in Form von mehrdimensionalen Tracking-Informationen, Blob-Geometrie-Einträgen sowie Source-Einträgen zur Identifikation verschiedener Eingabequellen umgesetzt. Mit der Fertigstellung von TUIO 2.0 [Kaltenbrunner 06] im Januar 2010, wurden die Multitouch-Funktionen dahingehend verbessert, dass Beschreibungen für markierte und unmarkierte physische Objekte bereitgestellt werden, sowie Timing- und Druckinformationen ausgelesen werden können. Desweiteren werden Codierungen in Form von RFID-Tags oder Data-Matrix-Codes unterstützt.

Neben den erwähnten Basiskomponenten hat TUIO den Vorteil, dass viel frei verfügbare Software rund um das Protokoll existiert. Die Einteilung geschieht hierbei in verschiedene Gruppen [Barnkow 10]: Tracker, Clients, Input- und Output-Bridges sowie Simulatoren.

Hierbei sind Tracker Programme, die Objekte verfolgen und TUIO-Nachrichten generieren, welche von den Clients entgegengenommen werden und dekodiert werden. Client-Implementierungen liegen hierbei in verschiedenen Programmiersprachen wie zum Beispiel Java, C++, C# oder Flash vor. Die Output-Bridges erlauben es Touch-Informationen von nicht-TUIO-fähigen Geräten in das TUIO-Protokoll zu übersetzen, so dass zum Beispiel auf dem Microsoft Surface TUIO-Anwendungen betrieben werden können. Die sogenannten Input-Bridges können hingegen Touch-Informationen von TUIO auf Betriebssystemereignisse abbilden, um beispielsweise nicht-TUIO-fähige Anwendungen zu unterstützen. Die letzte Software-Gruppe, die Simulatoren, erlauben es TUIO-Ereignisse aus nicht multitouch-fähiger Hardware zu generieren, so dass beispielsweise mehrere Mäuse als Eingabegeräte auf TUIO-Objekte abbilden werden können.

5.3 Framework MT4j

Das Framework MT4j [MT4j 06], Multitouch für Java, ist ein Open Source Framework zur schnellen Entwicklung visueller Benutzeroberflächen mit besonderem Fokus auf die Unterstützung von Multitouch-Eingabegeräten. Das Einsatzgebiet des plattformunabhängigen JAVA-Frameworks bezieht sich auf 2D, 3D oder Pseudo-3D Anwendungen.

Im Hintergrund baut MT4j auf der erweiterbaren komponentenbasierten Szenengraph-Struktur des JAVA Swing-Frameworks auf. Neben vorgefertigten User-Interface-Komponenten wie Schaltflächen, Texten, Linien oder einer multitouch-fähigen Tastatur sind auch grafische Objekte wie Ellipsen, Rechtecke, Kugeln oder beliebiger Dreiecksnetze enthalten. Die Realisierung dreidimensionaler Strukturen kann hierbei über Software-beziehungsweise Hardware-basiertem Accelerated Graphics Rendering per OpenGL oder DirectX durchgeführt werden. Desweiteren werden Datenstrukturen wie SVG- (Vektorgrafiken) oder OBJ-Dateien (3D Objekte) unterstützt.

Die Integration der Touch-basierten Eingabegeräte kann entweder nativ über ein Multitouch-fähiges Betriebssystem, zum Beispiel Windows7, oder über das TUIO-Protokoll eingebunden werden. Die Architektur des Frameworks [Laufs et. al. 10] ist hierbei in vier Schichten aufgeteilt, wobei der letztgenannte Punkt zur untersten Schicht, dem "*Input Hardware Layer*" zuzuordnen ist. Desweiteren werden hier alle anderen hardwarebasierten Eingabegeräte wie zum Beispiel Maus oder Tastatur registriert. Die gesammelten Eingabe-Informationen werden in der zweiten Schicht, dem "*Input Hardware Abstraction Layer*", verarbeitet, zusammengefasst und als Eingabe-Events weitergegeben. In der dritten Schicht, dem "*Input Processing Layer*" werden die Eingabe-Events konkreten Komponenten zugeordnet und als Gesten-Events an den "*Presentation Layer*" übergeben, welcher anschließend die Benutzeroberfläche anhängig von den eingegeben Gesten beeinflusst.

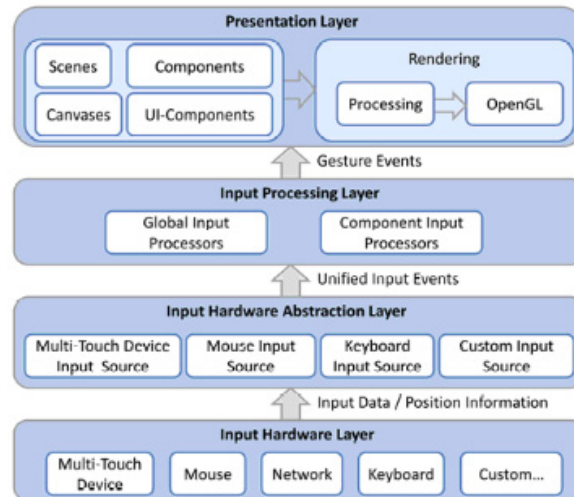


Abb. 27.: Architektur des MT4j Frameworks

5.4 Integration eigener Gesten

Neben vorgefertigten Gesten des Frameworks MT4j wird auch die Möglichkeit geboten eigene Multitouch-Gesten zu implementieren. Hierbei gibt es zwei spezielle Ansatzpunkte um neue Gesten umzusetzen. Zum einen kann man neue Prozessor-Klassen anlegen, zum anderen kann man die Komponenten-Funktionalität nutzen.

Setzt man bei den Prozessor-Klassen an, welche auf der Ebene des "*Input Hardware Abstraction Layer*" arbeiten, so kann man die Eingaben (Input-Sources) entgegennehmen und klassifizieren. Grundsätzlich wird bei dieser Stufe eine Zuordnung getroffen wie (DoubleTab, Bewegung), womit (Anzahl der Finger) und worauf (spezielles Objekt, Ebene) Eingaben durchgeführt wurden. Nach einer Eindeutigen Zuordnung auf Basis der Eingaben, werden anschließend Gesten-Events weitergegeben.

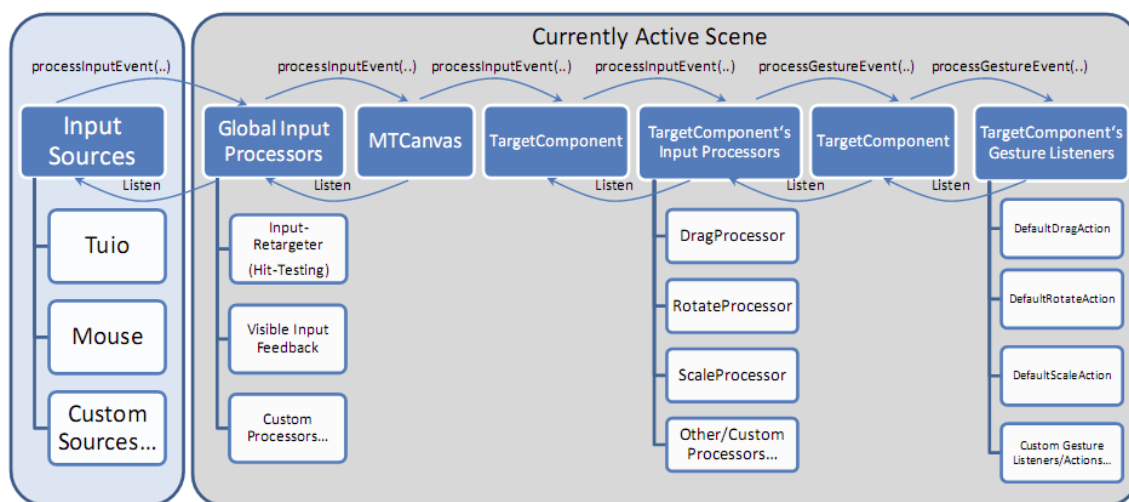


Abb. 28.: Eingabe-Event-Verarbeitung innerhalb des MT4j Frameworks

Der zweite Ansatzpunkt zur Integration eigener Gesten setzt, wie erwähnt, bei der Komponenten-Funktionalität an. An eine Komponente, beispielsweise eine Grafik, wird ein Input-Prozessor registriert (siehe Code-Beispiel). Anschließend wird ein Gesten-Ereignis-Listener mit dem Prozessor verknüpft, so dass sich die Funktionalität innerhalb des Listeners befindet. Innerhalb der Arbeitsweise besteht der Unterschied zum Prozessor darin, dass die Verarbeitung der Punkte nur stattfindet, wenn eindeutige Gestentypen der Prozessorklasse, zum Beispiel Gesten mit genau fünf Fingern, erkannt wurden. Folglich lassen sich hierbei nun Algorithmen zur weiterführenden praktischen Verwendung der klassifizierten Gestentypen auf Basis der Eingabe-Punkte umsetzen, was im nächsten Abschnitt näher erläutert wird.

```

1. component.registerInputProcessor (new DragProcessor (mtApplication));
2.
3. component.addGestureListener (DragProcessor.Klasse, new IGestureEventListener () {
4.     public boolean processGestureEvent (MTGestureEvent GE) {
5.         DragEvent de = ( DragEvent ) ge ;
6.         de.getTargetComponent () . translateGlobal ( de.getTranslationVect () ) ;
7.         return false ;
8.     }
9. });

```

Abb. 29: Quellcode - Registrierung und Realisierung eines Listeners zur Gestenverarbeitung

Um eine Unterscheidung zu treffen ob Gesten von mehreren Nutzern gemeinsam durchgeführt werden, so ist im Bereich der Prozessor-Klassen anzusetzen. Hierbei kann zum einen über den Interaktionsbereich oder zum anderen über die Anzahl der verwendeten Finger eine Zuordnung getroffen werden. Betrachtet man die Variante des Interaktionsbereiches, so entstehen bei klar definierten Gebieten eindeutige Nutzer-Klassifikationen. Erlaubt man gemeinsame Interaktionsbereiche mehrere Nutzer, so erschwert dies die eindeutige Nutzer-Zuordnung. Bei der Untersuchung der Anzahl von Fingern, sowie der Gruppierung und dem Bewegungsverhalten dieser, können des Weiteren auch Nutzer-Klassifikationen durchgeführt werden. Beispielsweise sind Gesten denkbar, die mit mehr als 10 Fingern umgesetzt werden können, sodass eine einzelne Person allein diese nur in Kooperation mit einer zweiten Person ausführen kann. Zur Erkennung ist wiederum eine eigens implementierte Prozessor-Klasse notwendig.

5.5 Erweiterung der Gestenerkennung mit dem 1\$ Recognizer

Im Rahmen einer Studie der University of Washington wurde eine Sammlung von Algorithmen zur Gestenerkennung erfasst [Wobbrock et. al. 07]. Die Grundlage des 1\$ Recognizer bildet hierbei ein Eingabe-Ereignis mit einem Set von Punkten sowie einer Reihe vergleichbarer Gesten-Templates.

Anhand der charakteristischen Aufteilung der Punkte wird über einen einfachen 4-stufigen Algorithmus (Resample, RotateToZero, ScaleToSquare, TranslateToOrigin) das ähnlichste Gesten-Template ermittelt. In der ersten Stufe "Resample the Point Path" wird der Ausgangspunkte-Pfad auf eine festgelegte Punkteanzahl N angepasst. Im nächsten Schritt "Rotate Once Based on the Indicative Angle" wird das Muster anhand des Winkels zwischen dem Startpunkt und dem Zentrum des Punkte-Sets gedreht, so dass der Winkel minimiert wird.



Abb. 30.: Schritt 1 - Ausdünnen der Punkte

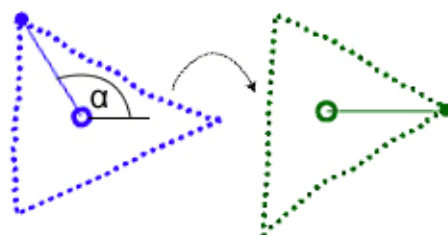


Abb. 31.: Schritt 2 - Minimieren des Winkels

Anschließend folgt der dritten Schritt "Scale and Translate". Das Punkte-Set wird hierbei an einem Referenz-Quadrat skaliert, so dass nachfolgend eine Translation zum Zentrum durchgeführt werden kann. Im letzten Schritt "Find the Optimal Angle for the Best Score" werden die Distanzen der korrespondierenden Vergleichspunkte ermittelt und daraus für jedes Template eine Bewertungsfunktion berechnet. Auf Grundlage der einzelnen Template-Bewertungen wird nach einem Vergleich das Template mit der besten Bewertung ausgegeben.

Auf Basis dieser Algorithmen wurden im Rahmen der Publikation zuerst freie Implementierungen in JavaScript und C# veröffentlicht. Anschließend folgten weitere Umsetzungen in anderen Programmiersprachen, so dass von Alex Olwal eine Version in Java [Olwal 07] zur freien Verfügung publiziert wurde.

Ausgehend von der letztgenannten Implementierung des 1\$ Recognizers wurden die Java-Klassen innerhalb dieses Multitouch-Projektes integriert. Es folgten Anpassungen im Bereich der mehrstufigen Algorithmen, wodurch die multiplen Gestenzüge gleichzeitig verarbeitet werden können.

6 Gesten

Anschließend an das Kapitel 5 sollen die verwendeten Gesten in diesem Kapitel kurz aufgezeigt werden. Vor allem die kooperativen Funktionen werden hier detailliert aufgeschlüsselt.

6.1 grundlegende Gesten

Einfache Gesten die innerhalb des Programmes Verwendung finden, sind Drag'n'Drop-, Tab- und Double-Tab-Gesten. Weitere Gestentypen knüpfen an die Implementierung des 1\$ Recognizers an, wobei hier die Kreis-, Dreieck- und Vierecks-Geste zu nennen sind (Abbildung 32, 33 und 34). Nach der Ausführung dieser drei Gesten erscheinen anschließend die äquivalenten Türme auf der Benutzungsoberfläche.



Abb. 32.: Kreis = Kugelfisch



Abb. 33.: Dreieck = Tintenfisch



Abb. 34.: Viereck = Schildkröte

6.2 kooperative Gesten

Im Gegensatz zu einfachen Gesten, die nur durch einen Benutzer ausgelöst werden, können kooperative Gesten nur durch gegenseitige Absprache der Spieler und gleichzeitiges Zeichnen der Gesten erzeugt werden. Die Gestentypen wurden hierbei anhand passender Muster gewählt, so dass beim Zeichnen von zwei ZickZack-Gesten (Abbildung 35), die in Abschnitt 4.4 beschriebene Spezialgeste "Welle" ausgelöst wird. Desweiteren kann die "Strudel"-Interaktion mithilfe von zwei PigTail-Gesten (Abbildung 26) sowie die "Hai"-Animation durch zwei Caret-Gesten (Abbildung 37) initiiert werden.



Abb. 35.: ZickZack = Welle

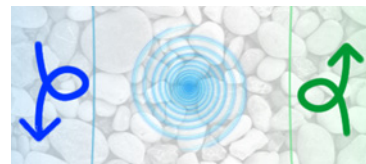


Abb. 36.: PigTail = Strudel



Abb. 37.: Caret = Hai

7 Diskussion

Im Rahmen dieses Abschnittes sollen die Vor- und Nachteile des Einsatzes von kooperativen Gesten diskutiert werden. Als Grundlage dienen hierbei die Ergebnisse einer Evaluation, die mit sechs Gruppen a zwei Personen durchgeführt wurde.

Der Ablauf der Evaluation bestand aus einem spielerischen Test der Probanden mit der Anwendung. Innerhalb des Test wurde den Probanden die Möglichkeit gegeben sich kurz in das Spiel einzuarbeiten, um anschließend circa zehn Minuten zu spielen. Nachdem die Spielphase abgeschlossen war, wurden die Probanden gebeten einen Fragebogen zum Thema Multitouch zu beantworten. Inhaltlich zielte der Bogen vor allem auf die Ermittlung von Erkenntnissen in den Kategorien Bedienung, Kooperation und Spielbalance ab.

Im Bereich der Bedienung, wurden Feststellungen zur Charakterisierung der Benutzer ermittelt. Hierbei lassen sich drei Profile nennen: Personen ohne Multitouch-Erfahrungen, Personen mit Multitouch-Erfahrungen und Personen mit xDesk-Erfahrungen. Des Weiteren wurde klar, dass nach der Einarbeitungsphase 75 Prozent der Probanden problemlos mit allen vorgegebenen Gesten umgehen konnten.

Betrachtet man den kooperativen Teil der Umfrage, so ist festzustellen, dass bei allen Probanden kooperatives Handeln zu erkennen war. Insgesamt schätzen die Probanden die Kommunikation untereinander als "gut" ein. In Fällen wo nur eine geringfügige Kommunikation und egoistisches Handeln zu erkennen war, wurde in den Fragebögen der selbständige Erfolg als höher eingeschätzt. Die Probanden, welche mehr Wert auf die

Gruppenarbeit legten, erzielten im Durchschnitt höhere Level sowie Punktzahlen. Des Weiteren war zu beobachten, dass innerhalb der Anfangslevel die kooperativen Gesten nur selten ausgeführt wurden, im Gegensatz dazu in den höheren Leveln die gemeinschaftlichen Gesten öfter zur Verwendung kamen.

Die Auswertung in der Kategorie Spielbalance lässt darauf schließen, dass alle Probanden grundlegend mit dem angestrebten Spielkonzept umgehen konnten. Die Angaben zum Spielspaß wurden von allen Testern als positiv bewertet. Des Weiteren konnten aufgrund von Erkenntnissen zum Schwierigkeitsgrad, sowie den taktischen Vorgehensweisen, die spielbasierten Rahmenbedingungen angepasst werden. Dazu zählen vor allem die Kosten für das Ausführen der Gesten, der Wert der Münzen, das verfügbare Startgeld sowie die Stärke von Creeps und Towers.

Diskussionswürdige Probleme, die aus den Ergebnissen der Evaluation sichtbar werden, beziehen sich auf die kooperativen Elemente. Innerhalb des Interaktionsgeschehens sind Anwendungsfälle aufgetreten, bei denen die Probanden sich zwar auf eine kooperative Geste einigten, die Ausführung aber aufgrund von fehlerhaften Gesten-Ausübungen fehlgeschlagen ist. Daraufhin wurden die Gesten mehrfach neu gezeichnet, bis es zum gewünschten Resultat kam, was jedoch die Frustration der Probanden untereinander steigerte.

Weitere Konfliktsituationen, die während des Spielverlaufs auftraten, basierten auf kooperativen Interaktionen. Ein Problem bestand darin, dass die Probanden beim sammeln der Münzen zur gleichen Zeit mit demselben Objekt interagieren wollten. Bei den Reaktionen der Spieler konnten zwei Lösungsstrategien beobachtet werden. Zum einen einigten die Probanden sich darauf die Interaktionen zu trennen, was dazu führte, dass einer der Personen Geld sammelte und der Mitspieler zeitgleich Türme zeichnete. Zum anderen wurde die Strategie genutzt, bei der es zu der Einigung kam, dass jede Person nur Münzen in der entsprechenden Spielerfarbe einsammeln durfte.

In einer anderen Situation, dem zeitgleichen Zeichnen von Gesten, trat das Problem auf, dass die Spieler nur geringfügige Absprachen untereinander durchführten. Der genaue Zeitpunkt, wann eine bestimmte Geste ausgeführt werden soll, wurde hierbei des Öfteren nicht direkt bestimmt. Folglich kam es zu zeitlichen Differenzen, so dass die Gesten nicht das gewünschte Resultat erzeugten oder einfach nicht erkannt wurden. Eine Lösungsmöglichkeit hierfür wurde innerhalb der Anwendung durch Vergrößerung der Zeitspanne zwischen der Geste des ersten Spielers sowie der äquivalenten Geste des zweiten Spielers gelöst.

8 Zusammenfassung

Zusammenfassend ist hervorzuheben, dass kooperative Interaktionselemente die Usability von Multitouch-Applikationen erhöhen. Im Detail werden hierbei besonders die Grundprinzipien der Gebrauchstauglichkeit gestärkt: die Effektivität, die Effizienz und die Zufriedenheit.

Geht man vom ersten Prinzip aus, so lässt sich eine erhöhte Effektivität aufgrund der zunehmenden Zusammenarbeit der Interaktionspartner untereinander auf Basis deren Auswirkungen durch die gemeinsame Interaktion am System belegen. Dieser Zusammenhang lässt sich beispielsweise anhand des Spiels erklären, da gemeinsam eine wesentlich höhere Punkte- und Level-Anzahl zu erreichen ist. Im Gegensatz hierzu ist jedoch ein einzelner Spieler aufgrund von Interaktionseinschränkungen nicht in der Lage, die kooperativen Spezialgesten durchzuführen, so dass dessen Effektivität in diesem Fall eingeschränkt ist.

Zur Effizienz, dem Verhältnis zwischen der erbrachten Leistung und der Größe des Aufwandes, ist zu sagen, dass diese ebenfalls durch das Zusammenspielen der Interaktionspartner gesteigert wird. Dieser Aspekt wird dadurch belegt, dass einzelne Handlungen parallel vollzogen werden können und demzufolge auch die erbrachte Leistung innerhalb eines Zeitabschnittes ansteigt. Ein Beispiel hierfür ist ein Szenario, bei dem ein Spieler für das Sammeln der Münzen zuständig ist, der andere Spieler hingegen zur selben Zeit Türme erbaut.

Der letzte Aspekt der Gebrauchstauglichkeit, die Zufriedenheit, wird insofern die Kooperationspartner miteinander harmonisieren, verbessert. Durch Absprachen die von den Akteuren getroffen werden, sind gemeinsame Ziele schneller erreichbar. Falls die Akteure gegeneinander arbeiten oder nicht wie verabredet interagieren, können Konkurrenz- und Konfliktsituationen unter ihnen entstehen. Das nicht-kooperative Handeln, welches dem eigentlichen Konzept entgegenwirkt, kann zur Folge haben, dass die Zufriedenheit und der Spaß am Spiel sinkt.

9 Ausblick und Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass die Verwendung von kooperativen Elementen innerhalb von Multitouch-Anwendungen im Wesentlichen eine Bereicherung ist. Aufgrund der Tatsache, dass meist mehrere Personen an einem solchen System interagieren, lassen sich Teamwork-spezifische Interaktionen in Zukunft durchaus in neue Anwendungskonzepte integrieren. Im Bezug auf die erwähnten Moderationsformen, welche im Rahmen der Umsetzung nur durch die kontrollierende Unterstützung des Systems integriert wurden, sind in Zukunft weiterführende Arbeiten denkbar. Als abschließendes Fazit lässt sich sagen, dass die Usability von multitouch-fähigen Systemen durch den Einsatz von kooperativen Interaktionsformen erhöht werden kann.

10 Literatur

- [Axelrod 84] Axelrod, R.: The Evolution of Cooperation, Basic Books, New York, 1984
- [Barnkow 10] Barnkow, L.: Eine Multitouch fähige Küchentheke Im Kontext des Living Place Hamburg, Fakultät Technik und Informatik, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Hamburg, 2010
- [Borghoff et. al. 98] Borghoff, U. M.; Schlichter, J. H.: Rechnergestützte Gruppenarbeit - Eine Einführung in verteilte Anwendungen, pp.110- 114, Springer Verlag, 1998, 2.Auflage
- [Dohse et. al. 08] Dohse, K. C.; Dohse, T.; Still, J. D.; Parkhurst, D. J.: Enhancing Multi-user Interaction with Multi-touch Tabletop Displays Using Hand Tracking, achi, pp.297- 302, First International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, 2008
- [Dourish et.al. 92] Dourish, P.; Bellotti, V.: Awareness and Coordination in Shared Workspaces, pp. 107-114, 1992 Conference on Computer-Supported Cooperative Work, Toronto, Canada, 1992
- [Franke et. al. 10] Franke, I. S.; Kammer, D.; Groh, R.; Happ, S.; Steinhaut, J.; Schönefeld, F.: Developing Multi-touch Software through Creative Destruction, 2010 Committee of Interaktive Kulturen conference, Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Professur Mediengestaltung, T-Systems Multimedia Solutions GmbH, 2010
- [Götz 08] Götz, P. H.: Moderation, Webseite 2008, <http://www.fh-friedberg.de/users/goetz/moderat/inhalt.htm>, Stand 01.07.2010
- [Horten 70] Horten, J.: Conways Game of Life, Webseite 1970, http://de.wikipedia.org/wiki/Conways_Spiel_des_Lebens, Stand 26.05.2010
- [Illusion Labs 10] Illusion Labs, Webseite 2008, <http://www.touchgrind.com>, Stand 05.05.2010
- [Impressx 09] Impressx GmbH Austria, xdesk Surface Computing, Webseite 2009, <http://www.impressx.com>, Stand 05.05.2010
- [Kaltenbrunner 05] Kaltenbrunner, M.: reacTIVision A Computer-Vision Framework for Table-based tangible Interaction, Music Technology Group, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, 2005
- [Kaltenbrunner et. al. 05] Kaltenbrunner, M.; Bovermann, T.; Bencina, R.; Costanza, E.: TUIO A Protocol for Table-Top Tangible User Interfaces, Music Technology Group, IUA, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Neuroinformatics Group, Faculty of Technology, Bielefeld University, Liminal Devices Group, Medialab Europe, Dublin, 2005
- [Kaltenbrunner 06] Kaltenbrunner, M.: tangible interaction frameworks TUIO2.0, Webseite 2009, <http://modin.yuri.at/blog/?p=204>, Stand 05.05.2010
- [Laufs et. al. 10] Laufs, U.; Ruff, C.; Zibuschka, J.: MT4j_A Cross-platform Multi-touch Development Framework, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, 2010
- [MT4j 06] MT4j, Multitouch for Java, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Webseite 2010, <http://www.mt4j.org>, Stand 05.05.2010
- [Olwal 07] Olwal, A.: \$1 Gesture Recognizer in Java, School of Computer Science and Communication, The Royal Institute of Technology, Stockholm, Webseite 2007, <http://www.csc.kth.se/~alx>, Stand 05.05.2010
- [openPR 09] openPR, xdesk - Entdecke eine neue Dimension, Webseite 2009, <http://www.openpr.de/news/364029/xdesk-jetzt-mit-Windows-7-Entdecke-eine-neue-Dimension.html>, Stand 05.05.2010

- [Peltonen et. al. 08] Peltonen, P.; Kurvinen, E.; Salovaara, A.; Jacucci, G.; Ilmonen, T.; Evans, J.; Oulasvirta, A.; Saarikko, P.: It's mine, don't touch!: interactions at a large multitouch display in a city centre. CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Helsinki University of Technology and University of Helsinki, Finland, 2008
- [Schwabe et. al. 01] Schwabe, G.; Streitz, N.; Unland, R.: CSCW-Kompendium: Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten, pp.15- 26, Berlin, Springer, 2001
- [SurfaceShapes 10] SurfaceShapes, Carnegie Mellon University of Pittsburgh/Pennsylvania, Webseite 2010, <http://www.etc.cmu.edu/projects/surfacescapes>, Stand: 25.05.2010
- [Streeter 07] Streeter, T.: Webseite 2007, <http://www.tylerstreeter.net/#MultitouchGameOfLife>, Stand 26.05.2010
- [touchArcade 09] Conniption Entertainment, Towers of War, Webseite 2009, <http://toucharcade.com/2009/06/25/exclusive-towers-of-war-sneak-peek>, Stand 18.05.2010
- [Touchtable 08] Dohse, K. C.; Dohse, T.; Still, J. D.; Parkhurst, D. J.: Poject Touchtable, Iowa State University, Webseite 2008, <http://www.vrac.iastate.edu/uav/touchtable>, Stand 26.05.2010
- [TouchTris 10] TouchTris, Technische Universität Wien, Wien, Webseite 2010, <http://www.youtube.com/watch?v=JLz7Zbpt9ro>, Stand 18.05.2010
- [TUIO 05] TUIO, Webseite 2005, <http://www.tuio.org>, Stand 25.04.2010
- [Wang 08] Wang, M.: Java Settlers - Intelligente agentenbasierte Spielsysteme für intuitive Multi-Touch-Umgebungen, Diplomarbeit, Institut für Informatik, Freie Universität Berlin, Berlin, 2008
- [Wobbrock et. al. 07] Wobbrock, J. O.; Wilson, A. D.; Li, Y.: Gestures without Libraries, Toolkits or Training - A \$1 Recognizer for User Interface Prototypes, The Information School, University of Washington, Microsoft Research, Computer Science & Engineering, University of Washington, 2007
- [Wright 02] Wright, M.: Open Sound Control, UC Berkeley Center for New Music and Audio Technology, Webseite 2002, <http://opensoundcontrol.org>, Stand 05.05.2010