



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Masterprojektbericht

Sebastian Gregor

Emotional Tent

Sebastian Gregor

Emotional Tent

Projektbericht eingereicht im Rahmen des Masterstudiums
im Studiengang Informatik
am Studiendepartment Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuende Professoren: Prof. Dr. Klemke und Prof. Dr. v. Luck

Abgegeben am 30. März 2009

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
1 Einleitung	5
1.1 Motivation	5
1.2 Ziel und Aufbau	5
2 Projektbeschreibung	7
3 Arduino in interaktiven Kunstprojekten	11
3.1 Anforderungen bei interaktiven Kunstprojekten	11
3.2 Eingesetzte Arduino Hardware	12
3.3 Umsetzbarkeit der Anforderungen mittels Arduino	13
4 Fazit	17
Literaturverzeichnis	18
Bildnachweise	20

Abbildungsverzeichnis

2.1	Schematischer Aufbau der Ausstellung	7
2.2	Blick in die Ausstellung vom little Vintagegarten aus	9
3.1	Arduino Duemilanove	13
3.2	Sparkfun Wee und USB - Adapter	13
3.3	Arduino Demilanove mit Motor Control Shield	15

1 Einleitung

1.1 Motivation

Diese Arbeit entstand im Rahmen einer Kooperation zwischen Studenten des Design Departments und Informatikstudenten der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Während dieses Projektes wurde versucht, innerhalb eines begrenzten Zeitraumes von einem Semester, eine Idee für ein interaktives Kunstprojekt zu entwickeln und dieses umzusetzen.

Die Zusammenarbeit von Künstlern und Ingenieuren hat eine lange Historie. Die erste Kunstaussstellung in der Computer eine tragende Rolle spielten war im Januar 1965 die Computergrafik-Ausstellung von Georg Nees an der Universität Stuttgart. In ihren Bemühungen neue Exponate und Ausstellungen zu kreieren setzen Künstler Technologie ein. Oftmals wird hierbei Technologie in einem ganz anderen Zusammenhang als ihr ursprünglicher Zweck eingesetzt. Durch neue Herangehensweisen und Ideen bei der Interaktion mit der eingesetzten Technologie entstehen wiederum neue Ansätze zum Umgang und eine veränderte Sicht auf die eingesetzte Technik. Bei der Kreation von neuen Exponaten sind Künstler auf die Zusammenarbeit mit Informatikern oder Ingenieuren angewiesen. Turner u. a. sehen in [17] die Rolle des Technologen bei dieser Zusammenarbeit im Schaffen und Erweitern von Umgebungen, die es dem Künstler ermöglichen seine Ideen auszudrücken.

1.2 Ziel und Aufbau

Ziel dieser Arbeit ist die entstandene Kunstinstallation vorzustellen, sowie den Einsatz und die aufgetretenen Probleme bei der Verwendung der Arduino-Plattform zu analysieren. Nach dieser Einleitung wird im zweiten Kapitel das Masterprojekt, sowie die entstandene Installation im Detail vorgestellt. Im anschließenden dritten Kapitel werden die Anforderungen die ein interaktives Kunstprojekt an die Hardware- und Softwarekomponenten stellt beschrieben. Zum Abschluss des zweiten Kapitels werden, nach einer Vorstellung der eingesetzten Arduino-Systeme, die im Projekt gemachten Erfahrungen und Aufgetretenen Probleme dargestellt. Auf diese Weise wird die Umsetzbarkeit der beschriebenen Anforderungen mittels

der Arduino-Plattform analysiert und der Einsatz der Plattform in interaktiven Kunstinstallation evaluiert. Den Abschluss bildet ein kurzes Fazit.

2 Projektbeschreibung

„Is it possible to design an organism that communicates through different senses, and in such a way, that the viewer becomes the designer as well as part of the object?“ [10]

Wie man aus dem Motto von der Internetseite des Projektes [10] entnehmen kann, war das Ziel eine Art Organismus zu schaffen, der mit den Besuchern der Ausstellung interagiert. Auf diese Weise soll der Besucher ein Teil des Organismus werden, wodurch er das Verhalten der Lebensform mitgestalten kann. Im Kontext dieser Idee entstanden acht Teilprojekte. Die in diesen Teilprojekten erstellten Exponate wurden innerhalb und um eine Gruppe von drei zeltartigen Konstruktionen platziert (Abbildung 2.2) und auf diese Weise zu einer Installation verbunden. In Abbildung 2.1 ist ein schematischer Aufbau des Projektes zu sehen. Die drei Parabeln stellen die Zeltkonstruktionen dar. Anhand der Beschriftung kann man die Platzierung der im Anschluss beschriebenen Teilprojekte innerhalb der Ausstellung erkennen.

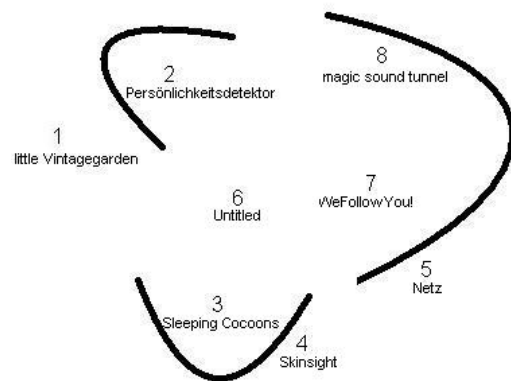


Abbildung 2.1: Schematischer Aufbau der Ausstellung

- (1) **little Vintagegarten** Die Idee dieses Teilprojektes war es eine Art Landschaft entstehen zu lassen. In dieser sollten die Bewegungen der Besucher hörbar gemacht und durch Bewegungen visualisiert werden. Zu diesem Zweck wurde eine Kamera in den little Vintagegarten integriert. Wurden Bewegungen innerhalb bestimmter Regionen des Kamerabildes erkannt, so wurden über ein System von Lautsprechern Tonsequenzen abgespielt. Um Bewegung im „little Vintagegarten“ zu erzeugen, wurden Servomotoren eingebaut, an denen bewegliche Elemente befestigt wurden. Die Servomotoren wurden von einem Arduino (siehe 3.2) in zufälligen Zeitintervallen angesteuert und dadurch die Elemente in Bewegung versetzt.
- (2) **Persönlichkeitsdetektor** Hinter dem Persönlichkeitsdetektor steckt die Idee, dass der Organismus auch über die Sinne Schmecken und Riechen mit den Besuchern interagieren kann. Dazu sollen je nach Gefühlen und Empfindungen der Besucher einer von

vier unterschiedlichen Düften versprüht oder ein Bonbon aus einer Auswahl von vier unterschiedlichen Geschmacksrichtungen an den Besucher ausgegeben werden. Zur Ermittlung der Emotionen wird der Neural Impulse Actuator (NIA) der Firma OCZ [16] verwendet. Dieses Gerät wird als Kopfband am Körper des Besuchers befestigt und erlaubt es Alpha- und Beta-Gehirnwellen, sowie Muskel- und Augenbewegung zu erfassen. Aus den ermittelten Daten wird versucht auf die Emotionen des Trägers des NIA zu schließen. Der NIA wird per USB¹ an einen PC angeschlossen. Von diesem PC aus wird über einen, ebenfalls über USB angeschlossenen, Arduino verschiedene Servomotoren angesteuert mit deren Hilfe die Sprühvorrichtungen für die Düfte und eine Maschine zum Auswurf von Bonbons kontrolliert werden.

(3) Sleeping Cocoons In diesem Teilprojekt ist eine Brutkammer für den Nachwuchs des Organismus entstanden. Für die Brutkammer wurden sieben Cocoons erstellt, die von der Decke eines der Zelte hängen. Initial befinden sich die Cocoons einer Art Schlafzustand. Sobald ein Besucher sich nähert erwachen sie und reagieren in unterschiedlicher Weise auf den Besucher. Als Interaktionen dienen sowohl Geräusche, Licht, als auch Bewegung. Zur Erzeugung des Lichtes wurden alle Cocoons mit RGB-LED Streifen versehen. Diese konnten über einen Arduino und eine Treiberplatine [3] vom PC aus angesteuert werden. Um Bewegungen zu erzeugen, wurden drei der Cocoons im inneren mit Servomotoren ausgestattet. Diese erzeugten Kontraktionen der Außenhaut der Cocoons in der Art und Weise, als würden die Cocoons atmen. Ein weiterer Cocoon wurde an einer Winde befestigt, mit der er sich bei Annäherung von der Decke hinab lassen sollte. Desweiteren wurde an der Außenseite des Cocoons ein Gitter aus dünnem Draht eingelassen. Dieser Draht diente einem kapazitiven Abstandssensor als Messfläche. Über eine USB - Verbindung zum PC konnte so eine Annäherung eines Besuchers erkannt werden. Mittels dieser Daten sollte die Winde des Cocoons von dem PC aus aktiviert werden und der Cocoon sollte sich fluchtartig nach oben ziehen. Um Geräusche zu erzeugen, wurde ein letzter Cocoon mit einem Lautsprecher ausgestattet. Dieser gab leise Geräusch, ähnlich eines Flüsterns, von sich.

(4) Skinsight Im Projekt Skinsight wurde eine pulsierende Oberfläche für den Organismus erzeugt. Dazu wurde, ähnlich dem little Vintagegarden, eine Kamera auf einen Ständer etwas außerhalb des Organismus platziert. Wurde eine Bewegung in dem Bildbereich der Kamera erkannt, sind mit Hilfe des Quartz Composers [1] und eines Beamers kleine Partikel auf die Außenhaut des Organismus projiziert worden. Die Partikel, kleine durch Adobe Flash erzeugte Grafiken, bewegten sich dann über das projizierte Bild und wieder zurück zu ihrem Ursprungspunkt.

(5) Netz Das Netz soll das Gedächtnis des Organismus darstellen. Im Zuge des Projektes entstand ein Netz aus unterschiedlichen Materialien, in dem Monitore und lumi-

¹USB: Abkürzung für Universal Serial Bus, einem seriellen Bussystem



Abbildung 2.2: Blick in die Ausstellung vom little Vintagegarden aus

neszierende Fasern eingearbeitet wurden. Jeder der Monitore verfügte desweiteren über einen Infrarot - Abstandssensor, sowie ein DVD - Player und war mit einem von drei Arduino und Wee (siehe Kapitel 3.2) verbunden. Während der Ausstellung wurden abstrakte Bilder und Filme als Symbolisierung der Erinnerungen des Organismus abgespielt. Die Arduinos werteten laufend die Daten der Abstandssensoren aus und steuerte die DVD - Player. Sobald ein Besucher sich dem Netz bis auf eine bestimmte Entfernung näherte und dies über die Abstandssensoren erkannt wurde, wurde die Darstellung der Bilder und Filme gestoppt.

- (6) **Untitled** Innerhalb des Organismus lebt ein kleiner parasitärer Organismus. Nach dieser Idee wurde im Teilprojekt Untitled ein verkleideter, teilautonomer Lego Mindstorm NXT - Roboter [8] entworfen. Die eigentlich Idee des Projektes war es, mittels eines Indoor - Posotionierungssystems und einer Bluetooth²-Verbindung den Roboter für einen gewissen Zeitraum Besuchern der Ausstellung folgen zu lassen. Aufgrund der geringen Reichweite von Bluetooth wurde im Laufe des Projektes jedoch von diesem Ziel abgewichen und stattdessen ein automates Ausweichen des Roboters implementiert.
- (7) **WeFollowYou!** Beim Teilprojekt WeFollowYou! sollten Mikroorganismen, die in dem Organismus leben, sichtbar gemacht werden. Zu diesem Zweck wurde ein Beamer oberhalb des größten Zelttes installiert. Diese Beamer projizierte die Mikroorganismen auf

²Bluetooth: Funkprotokoll nach IEEE 802.15.1

den Boden des Zelttes. Bei den Mikroorganismen handelte es sich um durch ein Processing [13] Programm erzeugte Animationen. Das Verhalten und die Bewegungen dieser Animationen zueinander wurde mit Hilfe von Softwareagenten modelliert. Dabei wurden mehr unterschiedliche Klassen von Organismen entwickelt, die untereinander und den Besucher interagieren sollten. Die Position des Besuchers sollte anhand eines Indoor - Positionierungs Systems ermittelt werden. Sobald ein Besucher in die Projektionsfläche des Beamers getreten wäre, wäre dieser Teil der Interaktion zwischen den Agenten werden. Während der Installation wurde diese Funktion Aufgrund des Ausfalls des Indoor Positionierungssystems jedoch verworfen.

- (8) magic sound tunnel** Die Idee des magic sound tunnel war es, den Besucher in eine verzauberte Welt zu entführen. Die Bewegung der Besucher haben dabei einen direkten Einfluss auf die Umgebung. Zur Realisierung dieser Idee wurde ein Tunnel entworfen, durch den der Besucher sich bewegen sollte. Dieser Tunnel wurde mit Stoff verkleidet und innerhalb des Tunnels wurden verschiedene Stoffe quer durch den Raum gespannt. Berührt ein Besucher den Stoff, so erzeugt dieser über ein Mikrofon, welches an den Stoffen befestigt ist, ein Geräusch. Dieses wird verzerrt und über Lautsprecher dargestellt. In der Tunnelinnenseite wurden desweiteren RGB - LED als eine Art Ader eingearbeitet. Über das bereits erwähnte Indoor - Positionierungssystem sollte die Position der Besucher innerhalb des Tunnels ermittelt werden. Diese Daten sollten durch einen PC ausgewertet und ein Muster von Farbverläufen sollte generiert werden. Diese Funktion wurde jedoch während des Aufbaus verworfen und stattdessen wurde ein zufälliger wabernder Farbverlauf erzeugt. Die so generierten Farbdaten wurden an einen über USB verbundenen Arduino gesendet. Dieser steuerte mit Hilfe von Treibermodulen die Farbdarstellungen durch die RGB - LEDs.

3 Arduino in interaktiven Kunstprojekten

Wie bereits im vorhergehendem Kapitel beschrieben, wurde bei den Teilprojekten „little Vintagegarden“, „Sleeping Cocoons“, „Persönlichkeitsdetektor“, „Netz“ und „magic sound tunnel“ die Physical Computing Plattform Arduino eingesetzt. Der Autor war bei den „Sleeping Cocoons“, „little Vintagegarden“ und „magic sound tunnel“ direkt bei der Umsetzung und der Programmierung der Arduinos beteiligt. Auf Grundlage der dabei gemachten Erfahrung wird in diesem Kapitel auf die Einsatzmöglichkeit der Arduino - Plattform in Kunstprojekten eingegangen. Zu diesem Zweck wird im ersten Teil des Kapitels die Anforderungen eines interaktiven Kunstprojektes an die Hard- und Software aufgezeigt. Im zweiten Abschnitt des Kapitels wird dann, ausgehend von den Erfahrungen aus den Einsatz der Arduino - Plattform während des Projektes, diese Plattform im Hinblick auf den Einsatz in interaktiven Kunstprojekten evaluiert.

3.1 Anforderungen bei interaktiven Kunstprojekten

Interaktive Kunstprojekte haben ähnlich industriellen und kommerziellen Projekten in der Informatik hohe Anforderungen an die Hard- und Software. Martin Sukale nennt in [14] und [15] folgende Anforderungen an die Hardware in interaktiven Kunstprojekten:

Flexibilität der Hardware meint in diesem Zusammenhang, die Hardware so einsetzen zu können, dass der künstlerische Entwurf ohne Limitierungen durch die Hardware umgesetzt werden kann.

Wiederverwendbarkeit der Komponenten nach dem Ende einer Ausstellung und die Einsatzmöglichkeit für andere Projekte ist vor allem aus Kostengründen ein wichtiger Aspekt.

Skalierbarkeit der Hardware ist wichtig um bereits umgesetzte Konzepte in neuen Ausstellungen durch künstlerische Komponenten erweitern zu können. Es soll außerdem möglich sein kurzfristig beliebige Komponenten hinzuzufügen oder zu entfernen. Dazu gehört auch, dass genügend Rechenkapazität zur Verfügung steht, um die gewünschten Dinge umsetzen zu können.

Stabilität und Zuverlässigkeit ist eine essentielle Anforderung während des Aufbaus und des Betriebs einer interaktiven Kunstaussstellung.

Bedienbarkeit Künstler oder Aufsichtspersonal haben oftmals wenig oder keinerlei Erfahrung im Umgang mit den verwendeten elektronischen Komponenten. Aus diesem Grund sollte die Bedienung so intuitiv wie möglich sein.

Wartungsfreiheit Während der Ausstellung stellt ein eventuelles Eingreifen der Techniker aufgrund eines technischen Ausfalls oder einer Rekalibrierung der Hardware eine Störung dar und ist sowohl Zeit-, als auch Kostenintensiv. Deswegen sollte die eingesetzte Technik möglichst wartungsfrei funktionieren.

Autonomie Die verwendete Hardware sollte ohne das Eingreifen von außen funktionsfähig sein. Dazu gehört auch die Möglichkeit der Inbetriebnahme der Komponenten, ohne dass ein Techniker vor Ort sein muss.

Kosteneffizienz Um eine kreative Idee unabhängig von der Größe des Budget umsetzen zu können, ist Kosteneffizienz ein wichtiger Faktor bei der eingesetzten Hardware.

Energieeffizienz Um bei der Wahl des Ausstellungsortes nicht auf das Vorhandensein von Drehstromanschlüssen angewiesen zu sein oder einzelne Komponenten auch mit Batterien betreiben zu können, ist die Energieeffizienz ein wichtiges Kriterium.

Geräuschentwicklung Eine Voraussetzung um Hardwarekomponenten in einer Kunstaussstellung integrieren zu können, ohne dass die Komponenten wahrgenommen werden, ist ein geringer Geräuschpegel.

Format und optische Integrierbarkeit Die Komponenten müssen sich nahtlos in den Kontext der Ausstellung integrieren lassen ohne dass man sie zwangsläufig wahr nimmt.

3.2 Eingesetzte Arduino Hardware

Während des Projektes kam die Physical Computing Plattform Arduino zum Einsatz. Es handelt sich beim Arduino um eine Open - Source Hardwareplattform mit einer integrierten Open - Source Entwicklungsumgebung [11]. Als Hardware kommen bei Arduino 8 Bit- Mikroprozessorsysteme zum Einsatz. Beim Projektbeginn existierte eine Vielzahl unterschiedlicher Arduino - kompatibler Hardware. In dem Projekt und der anschließenden Ausstellung wurden zwei unterschiedliche Typen der Arduino-Plattform verwendet. Zum größten Teil wurde der Arduino Demilanove (s. Abbildung 3.1) eingesetzt. Hierbei handelt es sich um 5,5 x 7,5 cm große Platine mit einem ATmega168 [5] oder ATmega328 [6] als Mikrokontroller.

Der Mikrokontroller wird im 16 MHz Takt betrieben und besitzt 16 digitale Ein- und Ausgabe-, sowie 6 analoge Eingabekontakte, die an die Ränder der Platine geführt wurden. Die Platine kann zum Programmieren des Mikrokontrollers und zur Kommunikation mit dem Mikrokontroller während der Laufzeit per USB an einen PC angeschlossen werden. Die USB - Verbindung dient als Spannungsversorgung. Darüber hinaus ist es möglich eine bis zu 20 Volt starke externe Spannungsversorgung anzuschließen. Der Mikrokontroller benötigt eine Arbeitsspannung von 5 Volt, welche auch, neben einer zusätzlichen 3,3 Volt Spannung, über einen Kontakt am Rand der Platine zur Verfügung steht.

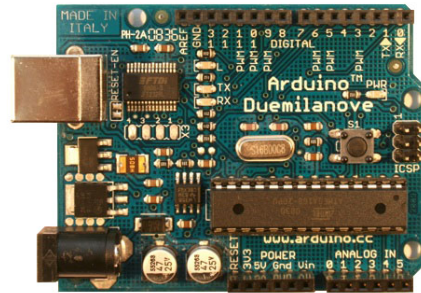


Abbildung 3.1: Arduino Duemilanove

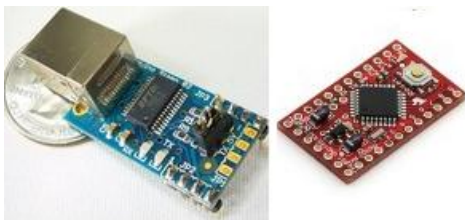


Abbildung 3.2: Sparkfun Wee und USB - Adapter

Neben dem Demilanove kamen im Teilprojekt Netz auch drei Sparkfun Wee (s. Abbildung 3.2 rechte Seite) zum Einsatz. Die Wee ist eine 1,8 x 3 cm große Arduino kompatible Platine, die mit einem ATmega168 mit 8 MHz Systemtakt betrieben wird. Die Platine stellt einen minimalen Ansatz einer Arduino - Plattform dar. Sie verfügt über keine USB - Verbindung weshalb für die Programmierung oder Kommunikation zwischen Mikrokontroller und PC ein extra

USB - Adapter (s. Abbildung 3.2 linke Seite) zum Einsatz kommt. Als Stromversorgung benötigt die Platine eine externe 5 - 12V Sannungsquelle.

3.3 Umsetzbarkeit der Anforderungen mittels Arduino

In diesem Kapitel werden die Umsetzbarkeit der Anforderungen mit der Arduino - Plattform betrachtet. Hierbei wird vor allem auf die während der Projektphase gemachten Erfahrungen eingegangen.

Flexibilität und Erweiterbarkeit Die Flexibilität der Arduino-Plattform wird durch ihre limitierte Anzahl an IO-Ports und Rechenkapazität beschränkt. Die limitierte Portanzahl führt dazu, dass bei einer Verwendung von einer großen Anzahl von Sensoren mehr als ein Arduino verwendet werden muss. Ist es nötig die Arduinos mit einer USB-Verbindung an einen Rechner anzuschließen, so muss entweder ein USB-Hub oder eine dementsprechend große Anzahl von Leitungen gelegt werden. Auf der anderen Seite führt die begrenzte Rechenkapazität dazu, dass kompliziertere Berechnungen

auf dem PC ausgeführt werden müssen.

Für die Flexibilität der Arduino-Plattform spricht ihre Erweiterbarkeit durch sog. Shields. Diese Shields sind für spezielle Aufgaben, wie z.B. das Steuern eines Motors oder das Anbinden eines Funkchips, entworfene Steckplatinen. Diese Platinen passen exakt auf einen Arduino Demilanove. Der Nachteil der Shields ist, dass nur ein Shield auf einen Arduino gesteckt werden kann und dort, je nach Art des Shields, eine mehr oder minder große Anzahl von IO-Ports belegt oder verdeckt (siehe Abbildung 3.3). Modular steckbare Shields könnten dieses Problem beheben, sind aber aufgrund der begrenzten Ressourcen eines Arduino und je nach Art des Shields nur schwer bis nicht zu implementieren.

Wiederverwendbarkeit Die Hardware der Arduino-Plattform ist aufgrund ihrer Steckverbindungen und dem daraus resultierenden unkomplizierten Auf- und Abbau komplett wiederverwendbar. Ebenso kann die für einen Arduino geschriebene Software (sog. Skette) bei einem zukünftigen Projekt wiederverwendet werden. Die Kompatibilität unter den verschiedenen Modellen der Arduino-Plattform ermöglicht es z.B. anstelle eines Arduino Demilanove die Wee einzusetzen. Dazu muss der Benutzer lediglich die entsprechenden Arduino Hardware in der Entwicklungsumgebung einstellen, neu kompilieren und auf die entsprechende Hardware laden.

Ein Nachteil von Arduino in Bezug auf Wiederverwendbarkeit ist ein fehlender eindeutiger Identifier für jeden Arduino. So ist es bei einer Installation, bei der mehreren Arduinos per USB an einen PC angeschlossen sind, festzustellen, welcher Arduino an welchen USB-Port angeschlossen ist. Werden die unterschiedlichen Arduinos von einem Programm auf dem PC gesteuert, so muss über ein manuelles Mapping festgelegt werden wo welcher Arduino angeschlossen ist. Dies führt dazu, dass bei einer Installation das Mapping bei jedem Neuaufbau wieder manuell vorgenommen werden muss.

Stabilität Das Projekt hat gezeigt, dass die Arduino-Plattform über eine längere Zeit nur bedingt stabil arbeitet. Während viele Arduinos ohne Problem während eines Ausstellungstages arbeiteten, stellten einige sporadisch ihre Funktion im laufenden Betrieb ein. Nach einem Reset des Arduinos arbeitete dieser jedoch ohne Probleme weiter. Während solche Phänomene zu großen Teilen nicht reproduzierbar waren, traten Probleme mit der Stabilität der USB-Verbindungen zwischen einem PC und einem Arduino, besonders bei einem großen Datenaufkommen, regelmäßig auf. Auffällig war in diesem Zusammenhang die von der Arduino Entwicklungsumgebung verwendete RXTX API. Diese in Java geschriebene Bibliothek zeichnet sich für die serielle Kommunikation verantwortlich. Während der Vorbereitung auf das Projekt wurde ein Vergleichstest auf einem Windows-PC durchgeführt. Eine große Anzahl von Daten wurde von einem C# Programm und einem Java Programm an einen Arduino gesandt. Sobald alle Daten übertragen waren, wurde vom Arduino Bestätigungspaket zurück gesendet. Von

dem Java Programm wurde eine Version mit RXTX API und eine Version mit der Java Communications 3.0 API erstellt. Dieser Versuch hat sowohl beim C# Programm, als auch beim Java Programm mit Communication 3.0 API eine bis zu zehnmal höher Geschwindigkeit beim Datentransfer und über längere Zeit stabilere Verbindungen gezeigt. Leider kann die Communication 3.0 API nicht mehr in die Arduino Entwicklungsumgebung integriert werden, da SUN diese nicht mehr weiterentwickelt und den Support eingestellt hat.

Nachteilig haben sich auch die Steckverbindungen zum Anschluß von Peripheriegeräten bemerkbar gemacht. Diese verfügen über kein Einrastfunktion, wodurch es leicht zu unbeabsichtigten Unterbrechungen der Kontakte kommen kann.

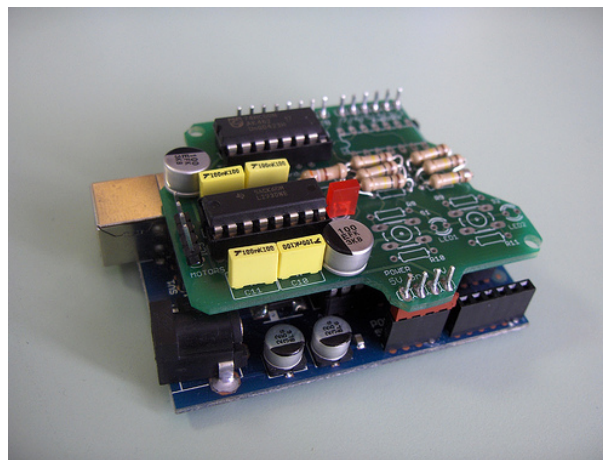


Abbildung 3.3: Arduino Demilanove mit Motor Control Shield

Wartungsfreiheit und Autonomie Nach dem Programmieren der Arduino-Hardware kann diese autonom ohne eine Verbindung zu einem PC arbeiten. Eine Einschränkung ist hier jedoch durch die oben bereits beschriebenen beschränkten Ressourcen gegeben, so dass bei komplizierten Berechnungen eine Verbindung zu einem PC nötig werden kann. Aufgrund der beschriebenen Stabilitätsprobleme ist eine Wartungsfreiheit ebenfalls nur bedingt gegeben.

Kosteneffizienz Die Hardware der Arduino-Plattform zeichnet sich durch geringe Anschaffungskosten aus. Die Standardhardware, der Arduino Demilanove, konnte zum Zeitpunkt der Erstellung der Arbeit für unter 25 Euro käuflich erworben werden. Zur Kosteneffizienz der Arduino-Plattform trägt ebenfalls bei, dass zur Programmierung eines Arduino keine Zusatzhardware in Form eines Programmieradapters notwendig ist.

Energieeffizienz Die Arduino-Plattform ist aufgrund des Aufbaus der Sketche wenig Energieeffizient. Ein Arduino-Sketch sieht zwei spezielle Funktionen vor, die den Ablauf

eines Programmes steuern. Eine Setup-Funktion wird einmalig beim Start eines Programmes aufgerufen und dient z.B. der Initialisierung der einzelnen IO-Ports. Die Loop-Funktion wird immer wieder in einer Endlosschleife aufgerufen. Dieser zwingend vorgegebene Aufbau sorgt dafür, dass der Mikrokontroller ständig arbeitet und so nicht in einen Stromsparmodus wechseln kann.

Geräuscentwicklung, Format und optische Integrierbarkeit Alle Hardwaremodelle der Arduino-Plattform benötigen keine aktive Kühlung und erzeugen damit auch keinerlei Geräusche. Desweiteren ist die Arduino-Hardware in unterschiedlichen Größen und Formen verfügbar (vgl. Kapitel 3.2). Es ist mit dem LilyPad [4] sogar eine vernähbare Variante verfügbar. Diese Vielfalt lässt sie ohne weiteres in eine Vielzahl von denkbaren Installationen problemlos integrieren. Eventuelle Probleme bei der Integrierbarkeit kann es bei der Verwendung von USB-Kabeln geben. Diese sind aufgrund ihrer Schirmung recht unflexibel und können laut Spezifikation nur bis zu fünf Meter Länge verwendet werden. Abhilfe können hier jedoch mit Funkmodulen ausgestattete Arduinos schaffen.

4 Fazit

Die Arbeit beschreibt das Masterprojekt „Emotional Tent“ mit seinen Unterprojekten. Bei der Realisierung wurde die Physical Computing Plattform Arduino eingesetzt. Ausgehend von den Erfahrungen bei der Umsetzung der Projektidee mit Hilfe von Arduino wurde die Verwendungsmöglichkeit der Plattform in interaktiven Kunstprojekten evaluiert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es in diesem zeitlich begrenzten Projekte gelungen ist viele der in Kapitel 3.1 dargestellten Anforderungen mit der Arduino-Plattform umzusetzen. Bei kurzzeitigen Projekten mit einer geringen Vorlaufzeit kommt die Fähigkeit mit dem Arduino in relativ kurzer Zeit Prototypen und Artefakte zu entwickeln voll zum tragen. Daneben wirken sich die Wiederverwendbarkeit und der schnelle Auf- und Abbau positiv auf die Kosten des Projektes aus.

Bei größeren Installationen kann es Aufgrund der begrenzten Leistungsfähigkeit der Mikrokontroller und der Stabilitätsproblemen zu Schwierigkeiten kommen. Vor allem die Stabilitätsprobleme können zu einem hohen Wartungsaufwand und damit hohen Kosten führen. Während sich diese bei kurzzeitigen Ausstellung noch vertreten lassen, empfiehlt es sich für länger laufende Ausstellungen eingene Hardwarebausteine zu entwickeln. Dies führt zwar zu einem höheren Entwicklungsaufwand und damit zu höheren Kosten, diese relativieren sich aber durch die geringeren Wartungskosten wieder. Trotz dieser Schwierigkeiten kann auch hier die Arduino-Plattform, bei der prototypischen Entwicklung und für Experimente im Vorfeld und bei der Konzeptionierung der Ausstellung, wertvolle Dienste leisten.

Literaturverzeichnis

- [1] APPLE COMPUTER, Inc.: *Working with Quartz Composer*. <http://developer.apple.com/graphicsimaging/quartz/quartzcomposer.html>. – (letztes Zugriffsdatum: 23.03.2009)
- [2] ARDUINO: *Arduino Homepage*. <http://www.arduino.cc>. – letztes Zugriffsdatum: 07.03.2009
- [3] BRILLDEA: *Brilldea LED Painter*. http://www.brilldea.com/product_LEDPainter.html. – (letztes Zugriffsdatum: 23.03.2009)
- [4] BUECHLEY, Leah ; ELUMEZE, Nwanua ; DODSON, Camille ; EISENBERG, Michael: Quilt Snaps: A Fabric Based Computational Construction Kit. In: *Proceedings of the 2005 IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, 2005
- [5] CORPORATION, Atmel: *ATmega168 Datenblatt*. http://atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8025.pdf. – (letztes Zugriffsdatum: 23.03.2009)
- [6] CORPORATION, Atmel: *ATmega328 Datenblatt*. http://atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8025.pdf. – (letztes Zugriffsdatum: 23.03.2009)
- [7] GREGOR, Sebastian: *Physical Interaction Design*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Seminararbeit, 2009
- [8] GROUP, The L.: *NXT Technology Overview*. <http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx>. – (letztes Zugriffsdatum: 23.03.2009)
- [9] MAMYKINA, Lena ; CANDY, Linda ; EDMONDS, Ernest: Collaborative creativity. In: *Commun. ACM* 45 (2002), Nr. 10, S. 96–99. <http://dx.doi.org/http://doi.acm.org/10.1145/570907.570940>. – DOI <http://doi.acm.org/10.1145/570907.570940>. – ISSN 0001–0782
- [10] MASTERPROJEKT: *Ambient Awareness - Homepage*. <http://ambientawareness.org/>. – (letztes Zugriffsdatum: 22.02.2009)

- [11] MELLIS, David A. ; BANZI, Massimo ; CUARTIELLES, David ; IGOE, Tom: *Arduino: An Open Electronics Prototyping Platform*, 2007
- [12] NETZ, Medien K.: *Experiments in Art and Technology*. <http://www.medienkunstnetz.de/kuenstler/eat/biografie/>. – (letztes Zugriffsdatum: 21.02.2009)
- [13] REAS, Casey ; FRY, Ben: *Processing: a programming handbook for visual designers and artists*. The MIT Press, 2007
- [14] SUKALE, Martin: *Computergestützte Kunstprojekte - Neuere technologische Entwicklungen*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Studienarbeit, 2008
- [15] SUKALE, Martin: *Konstruktion eines Netzwerkes eingebetteter Systeme für interaktives Design*, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Diplomarbeit, 2008
- [16] TECHNOLOGY, OCZ: *nia - Neural Impulse Actuator*. http://www.ocztechnology.com/products/ocz_peripherals/nia-neural_impulse_actuator. – (letztes Zugriffsdatum: 20.02.2009)
- [17] TURNER, Greg ; EDMONDS, Ernest: Towards a Supportive Technological Environment for Digital Art. In: *Proceedings of OzCHI2003*, 2003, S. 44–51
- [18] ZHANG, Yun ; CANDY, Linda: An in-depth case study of art-technology collaboration. In: *C&C '07: Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition*. New York, NY, USA : ACM, 2007. – ISBN 978–1–59593–712–4, S. 53–62

Bildnachweise

Abbildung 2.1:

Das Bild wurde vom Autor erstellt.

Abbildung 2.2:

<http://www.abknicker.de/>

(Zugriffsdatum: 25.02.2009)

Abbildung 3.1:

<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDuemilanove>

(Zugriffsdatum: 25.02.2009)

Abbildung 2.1:

https://www.watterott.com/bilder/produkte/gross/519_1.jpg

(Zugriffsdatum: 25.02.2009) und

<http://www.trossenrobotics.com/store/i/is.aspx?path=/images/Pimages/C-400-DEV-08165.jpg>

(Zugriffsdatum: 25.02.2009)

Abbildung 3.3:

<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShield>

(Zugriffsdatum: 25.02.2009)