

DIY - Tangible Objekte für kapazitive Displays

Valentina Burjan, Kirstin Kohler, Emylie Pereira

Fakultät für Informatik, Hochschule Mannheim

Zusammenfassung

Obwohl auf dem Gebiet der „tangiblen Systeme“ seit nun fast 20 Jahren zahlreiche Anwendungsbeispiele beschrieben worden sind, wird kommerzielle Hardware bestehend aus interaktiven Oberflächen und tangiblen Objekten nur von wenigen Herstellern angeboten und ist sehr kostspielig. Wir haben nach einer Möglichkeit gesucht, tangible Objekte auf beliebigen multitouch-fähigen kapazitiven Displays zu verwenden. Mit der vorliegenden Arbeit beschreiben wir, wie man aus einem Mikrocontroller und einigen wenigen Bauteilen solch ein tangibles Objekt selbst bauen kann. Die Objekterkennung wird durch verschiedene Metallstifte vermittelt, über deren Anordnung ein Muster von Touch-Punkten codiert werden kann. Das Objekt kann über eine drahtlose Schnittstelle programmiert werden und auf diese Weise durch Aktivierung bzw. Deaktivierung der Metallstifte unterschiedliche Codes erzeugen. Dies erlaubt die Unterscheidung verschiedener baugleicher tangibler Objekte in konkurrierender Nutzung.

1 Einleitung

Bereits seit den späten 90er Jahren werden Tangible User Interfaces (TUI) erforscht und entwickelt (Ishii & Ullmer, 1997), sodass heute ein weitreichendes Verständnis über Anwendungsmöglichkeiten für verschiedene Domänen existiert. Diese reichen von Geoinformationssystemen über Lernsysteme für Kinder bis hin zu Anwendungen in Museen. Ein wesentlicher Vorteil dieser Systeme liegt in der physikalischen Repräsentation von Daten und Datenmanipulatoren durch sogenannte tangible Objekte (engl. Tangibles) und deren Verwendung in „Embodied Interactions“. Weil der Begriff TUI sehr weit gefasst ist, beschränkt sich der Fokus des vorliegenden Papers auf die Teilmenge der TUIs, die aus einem Screen und einem oder mehreren tangiblen Objekte besteht.

Veröffentlicht durch die Gesellschaft für Informatik e.V. 2016 in
B. Weyers, A. Dittmar (Hrsg.):
Mensch und Computer 2016 – Workshopbeiträge, 4. - 7. September 2016, Aachen.
Copyright © 2016 bei den Autoren.
<http://dx.doi.org/10.18420/muc2016-ws10-0006>

Für solche Systeme gibt es heute sowohl kommerzielle Hardware, wie bspw. den Microsoft Pixelsense¹ oder MultiTaction², sowie zahlreiche Anleitungen zur Realisierung von Hardwaresystemen zur Objekterkennung. So repräsentiert der CapacitiveMarker (Ikeda & Tsukada, 2015) einen Zwei-in-Eins-Prototyp: den klassischen 2D-Tag-Ansatz für kapazitive Displays in Kombination mit der kamerabasierten Erkennung über visuelle Marker. Bei solchen Systemen erfolgt die Objekterkennung in Bezug auf Lage und Identität kamerabasiert durch Marker, die im System vorgegebene IDs repräsentieren.

Sowohl der Pixelsense als auch der MultiTaction sind teuer und proprietär. So läuft der Pixelsense beispielsweise nur mit Windows 7 und der Support von Samsung ist offiziell eingestellt, wodurch die Entwicklung auf diesem System große Projektrisiken birgt. Ein weiterer Nachteil kamerabasierter Systeme besteht in ihrer Störanfälligkeit durch Umgebungslicht. Außerdem haben sie das Problem, dass die bildbasierte Objekterkennung Verzögerungen in der Reaktion erzeugt, die bei Endnutzern, die seit Jahren kapazitive Displays mit sehr kurzen Reaktionszeiten gewohnt sind, zu einem unbefriedigenden Nutzererleben führen.

Gleichzeitig wird das Angebot multitouch-fähiger, großer, kapazitiver Displays stetig größer und die Geräte billiger. Dies legt nahe, tangible Objekte auf multitouch-fähigen, kapazitiven Displays zu verwenden und sich damit unabhängig von proprietären Systemen zu machen sowie die Nachteile kamerabasierter Objekterkennung zu umgehen. Im Rahmen des Forschungsprojektes Phy2Di beschäftigen wir uns mit der Schnittstelle zwischen analoger und digitaler Welt und haben uns dieser Herausforderung angenommen mit dem Ziel, tangible Objekte einer größeren Masse an Anwendern verfügbar machen zu können.

Wir präsentieren ein Konzept für ein tangibles Objekt, das auf kapazitiven Displays verwendet werden kann. Es simuliert Touch-Punkte mit Hilfe eines Mikrocontrollers, der einzelne Relais ansteuert. Damit ist es möglich, jedes kapazitive Display um Interaktionen mit tangiblen Objekten anzureichern und somit durch eine einfache Erweiterung reichhaltige Interaktionsmöglichkeiten zu schaffen, die über Single- oder Multi-Touches hinausgehen.

Unser tangibles Objekt lässt sich durch den Einkauf geeigneter Komponenten und Produktion in größerer Stückzahl mit Materialien für ca. 25 € herstellen. Die hier vorgestellte Variante besteht aus Bauteilen zum Preis von ca. 40€. Der Formfaktor kann durch eine „Behausung“ für den Mikrocontroller mittels 3D-Drucker auf den Kontext der Anwendung angepasst werden.

¹ Samsung. Abgerufen 01. Juni 2016, von <http://www.samsung.com/uk/business/business-products/smart-signage/professional-display/LH40SFWTGC/EN>

² MultiTaction. Abgerufen 01. Juni 2016, von <https://www.multitaction.com/>

2 Verwandte Arbeiten

Es gibt einige Arbeiten zu TUIs basierend auf kapazitiven Displays. Diese haben wir unserem Projekt zugrunde gelegt und die Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Folgenden herausgearbeitet.

Beispielsweise stellt das Projekt Sketch-a-TUI (Wiethoff, et al., 2012) eine Low-Cost-Methode zur Erstellung papierbasierter tangibler Prototypen vor, die auf kapazitiven Displays erkannt werden. Neben herkömmlicher Pappe wird ein Stift mit leitfähiger Tinte genutzt, durch den Touch-Punkte auf der Unterseite des Prototyps und Berührungsstellen für die Finger aufgezeichnet werden können. Über die Leitfähigkeit der Tinte wird in Kontakt mit den Fingern an den Berührungsstellen der Stromkreis über das kapazitive Display geschlossen.

(Voelker, et al., 2013) stellen Passive Untouched Capacitive Widgets (PUCs) vor: Steuerelemente, die sich die Funktionsweise kapazitiver Displays zu Nutze machen, um die Persistenz von Touch-Punkten sicher zu stellen, ohne einen eigenen Mikrocontroller zu benötigen. Diese tangiblen Objekte enthalten Kunststoffteile, die mit einer Indium-Zinnoxid-Folie (ITO) beschichtet sind. Diese Folie fungiert gleichermaßen als Touch-Punkt und Leitungsbrücke zwischen den Punkten. Die Berührungspunkte werden statisch angeordnet und repräsentieren, je nach Anzahl, verschiedene digitale Inhalte.

Mit tangiblen Objekten auf kapazitiven Displays beschäftigten sich auch Cherek et al. mit einem Konzept für persistente, kapazitive Objekte (PERCs) (Cherek, et al., 2015). PERCs erzeugen Touch-Punkte in passiver Weise, in dem sie eine elektrische Verbindung zu „Ground“ über die Berührung des Anwenders aufbauen. Sie sind in der Lage über einen Feldsensor zu erkennen, ob sie sich noch auf einem Display befinden oder nicht. Auf diese Weise kann PERCs dem Touch-Gerät seine Anwesenheit mitteilen, auch wenn der Anwender das tangible Objekt nicht mehr berührt und damit der Touch-Punkt verschwindet. Zur Kommunikation mit dem Touch-Gerät verfügen PERCs neben dem Mikrocontroller auch über eine Bluetooth-Schnittstelle.

(Yu, et al., 2011) stellen mit TUIC-hybrid ein System vor, das ebenfalls auf der Nutzung eines Mikrocontrollers basiert. Sie verfolgen mit TUIC einen hybriden Ansatz, bei dem die Generierung von Frequenzen mit räumlichen Markern kombiniert wird. Dabei wird ein Touch-Punkt via Frequenzen über einen bestimmten Zeitraum durch einen Mikrocontroller simuliert. Das Display erfasst eine Frequenz, die vom System zum Zwecke der Objekterkennung interpretiert wird. Zwei weitere daueraktive Punkte dienen zur Richtungsbestimmung des tangiblen Objektes. Die Objekterkennung unterliegt einer zeitlichen Verzögerung, die durch die Frequenzcodierung zu erklären ist.

Mit unserem Ansatz möchten wir einige der Nachteile der beschriebenen Ansätze ausräumen. Wir stellen ein passives Tangible vor, das seine Kapazität auch ohne Berührung durch den Nutzer stabil hält und damit „erkennbar“ bleibt. Dabei setzten wir wie Yu et al. mit TUIC einen mit WLAN verbundenen Mikrocontroller ein, verzichten jedoch auf eine Frequenzkodierung zur Objektidentifikation, um eine bessere Performance zu erzielen. Aller-

dings verwenden wir den Mikrocontroller zur dynamischen Objektzuweisung während der Laufzeit. Die Objekterkennung selbst erfolgt wie bei Wiethoff et al. auf der Simulation von Touch-Punkten.

3 Tangible Objekte selbst erstellen

Im folgenden Kapitel stellen wir unseren DIY-Ansatz für tangible Objekte vor. Wir verwenden dazu einen Mikrocontroller und einige wenige Bauteile, wie Relais und Metallstifte. Zur Erkennung der Touch-Punkte wurde eine Anwendung für das Lenovo Horizon Tabletop entwickelt. Über eine drahtlose Schnittstelle kann das Tangible programmiert werden. Abbildung 1 (links) zeigt einen Überblick über den Gesamtaufbau.

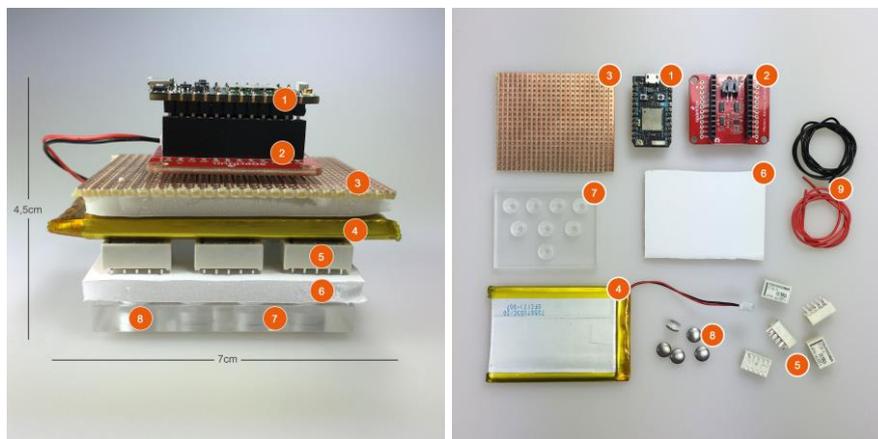


Abbildung 1: Links: Gesamtaufbau des tangiblen Objektes; Rechts: DIY-Baukasten (1 Particle Photon, 2 Photon Battery Shield, 3 Platine, 4 LiPo-Akku, 5 Relais, 6 Moosgummi o.ä., 7 Schablone, 8 Metallstifte, 9 Kabel)

Als Mikrocontroller verwenden wir den Photon von Particle³ mit integriertem WiFi-Chip sowie Stifteleisten für die Simulation der Touch-Punkte. Der Photon ist ein programmierbarer Mikrocontroller, der sich mit dem Netzwerk verbinden kann. In unserem Ansatz nutzen wir fünf Pins des Photons und verbinden diese jeweils mit einem Relais⁴. An den Relais wiederum sind kleine Metallstifte verlötet, die die Kontaktstellen zum kapazitiven Display bilden. Der Strom wird je nach Relais-Ansteuerung an die Metallstifte weitergeleitet, wodurch die Touch-Punkte simuliert werden. Um als Touch-Punkt identifiziert zu werden, sollten die Metallstifte einen Durchmesser von mindestens 5mm umfassen. Die Stifte werden in eine Schablone aus Kunststoff eingesetzt, die das Fundament des Tangibles bildet und

³ Particle Photon. Abgerufen 01. Juni 2016, von <https://www.particle.io/>

⁴ Relais sind kleine Schalter, die mit Hilfe eines Elektromagneten betätigt werden.

gleichzeitig als Isolator fungiert. Denkbar sind auch robuste Materialien wie Holz oder Plexiglas; wichtig ist nur, dass das Material nicht leitfähig ist.

Das tangible Objekt lässt sich mittels WiFi über ein Web-Interface ansprechen, sodass die einzelnen Touch-Punkte aktiviert bzw. deaktiviert werden können. Auf diese Weise erfolgt die Zuordnung einer ID zum tangiblen Objekt, welche die Grundlage der Objekterkennung bildet. Diese drahtlose und einfache Codierung kann auch genutzt werden, um das Objekt in einer laufenden Anwendung je nach Zustand des Systems mit unterschiedlichen Interaktionen zu versehen. Die Codierung zur Laufzeit liefert damit interessante neue Möglichkeiten, die in kamerabasierten TUIs mittels Markern nicht möglich sind.

Zur Demonstration unseres Ansatzes haben wir eine Anwendung auf dem Lenovo Tabletop mit Objekterkennung implementiert. Diese enthält eine Funktion, um aktive Touch-Punkte zu erkennen und zu interpretieren. Technisch ist die Anzahl an simultanen Touch-Punkten auf dem Lenovo Tabletop auf maximal zehn begrenzt. Unser tangibles Objekt arbeitet mit acht Touch-Punkten: davon sind drei Touch-Punkte daueraktiv und fünf variabel. Die Fixpunkte sind zur Orientierung in einem rechten Winkel angeordnet, wodurch die variablen Berührungspunkte bestimmt werden können. Auf diese Weise lassen sich mit unserem tangiblen Objekt $2^5 = 32$ unterschiedliche Codes repräsentieren. Unser Tangible nimmt durch die kompakte Beschaffenheit des Photons und seiner Komponenten sowie durch die minimalistische Bauweise eine Größe von ungefähr 4,5x7x5 (HxBxT in cm) ein. Da die Metallstifte die natürliche Fingereingabe simulieren, verhält sich das Tangible im Vergleich zum TUIC-Ansatz besonders reaktiv.

4 Ausblick

Eine exemplarische Anwendung unseres Konzepts implementieren wir gegenwärtig in einem Demonstrator, der den Autokauf der Zukunft unterstützt und dabei nur virtuelle Autos im Store in unterschiedlichen immersiven Erlebnissen bereithält. In dem Szenario dieses Demonstrators bekommt der Kunde nach Abschluss seines Kaufvertrages ein 3D-gedrucktes Modell seines bestellten Autos vom Verkäufer ausgehändigt. Dieses versteckt in seinem Innenleben unser oben beschriebenes kapazitives Tangible (siehe Abb. 1 links). Zu Hause kann der Kunde dieses Tangible auf sein Tablet stellen und über eine entsprechende App des Automobilherstellers den aktuellen Produktionsstand seines Autos abfragen und die Wartezeit bis zur Lieferung überbrücken. Ist das Auto abholbereit, leuchten die Scheinwerfer des Autos, angesteuert durch den Mikrocontroller, auf.

Neben diesem sind weitere Anwendungsmöglichkeiten für unser tangibles Objekt denkbar. So kann der Kunde das Tangible als personalisiertes Auto im Concept Store während einer Autokonfiguration entlang mehrerer Stationen mitnehmen. Dadurch können verschiedene Ausstattungsdetails an unterschiedlichen Displays durchgeführt werden, und je nachdem zusätzliche physikalische Elemente beinhalten (bspw. farbige Blechstücke zur Farbauswahl). Das tangible Auto aktualisiert dem Kunden an den entsprechenden Displays seine personalisierte Konfiguration.

Unser Demonstrator ist soweit umgesetzt, dass das Tangible (derzeit noch ohne „verschönernde“ Hülle) vom Display erkannt wird. Eine Zuordnung der Objekt-ID des tangiblen Objektes über WLAN ist außerdem möglich. Die DIY-Anleitung zum Selbstbau werden wir in naher Zukunft über unsere Projekt-Webseite veröffentlichen. Dabei werden wir Interessenten mit einer Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Fertigstellung eines tangiblen Objektes führen. Zusätzlich werden wir die Library zur Objekterkennung auf Windows 8-basierten Geräten als Open-Source bereitstellen. Wir planen darüber hinaus einige Messungen durchzuführen, die die Performance unserer Lösung mit Kennzahlen unterlegen. Damit möchten wir die „Reaktivität“ unseres Konzepts mit Zahlen quantifizieren. Außerdem arbeiten wir daran das tangible Objekt weiter zu miniaturisieren und 3D-Modelle für entsprechende Projekthüllen zur Verfügung stellen.

Danksagung

Diese Arbeit entstand im Rahmen des Projektes Phy2Di, das durch das Karl-Steinbuch Forschungsprogramm unter der Federführung der MFG-Stiftung Baden-Württemberg gefördert wird.

Literaturverzeichnis

- Cherek, C., et al. (2015). PERCs Demo: Persistently Trackable Tangibles on Capacitive Multi-Touch Displays. In: *Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces*. ACM. S. 389-392.
- Ikeda, K. & Tsukada, K. (2015). CapacitiveMarker: Novel interaction method using visual marker integrated with conductive pattern. In: *Proceedings of the 6th Augmented Human International Conference*. ACM. S. 225-226.
- Ishii, H. & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In: *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*. ACM. S. 234-241.
- Voelker, S., et al. (2013). PUCs: Detecting transparent, passive untouched capacitive widgets on unmodified multi-touch displays. In: *Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*. ACM. S. 101-104.
- Wiethoff, A., et al. (2012). Sketch-a-TUI: low cost prototyping of tangible interactions using cardboard and conductive ink. In: *Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*. ACM. S. 309-312.
- Yu, N.-H., et al. (2011). TUIC: enabling tangible interaction on capacitive multi-touch displays. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM. S. 2995-3004.

Kontaktinformationen

Valentina Burjan, Prof. Kirstin Kohler
{v.burjan, k.kohler}@hs-mannheim.de
Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik, Institut für User Experience & Interaction Design