

Interaktive Oberflächen

Student: Xiaoping Yin

Betreuer: Marc Langheinrich

Abstrakt

Dieser Bericht geht um eine Seminararbeit zum Thema Smarte Objekte und smarte Umgebungen. Wir werden einen kurzen Einblick in Interaktiven Oberflächen Technologie werfen. Zuerst betrachten wir die Herausforderungen beim Entwurf der Interaktiven Oberflächen und anschliessend stelle ich drei aktuelle Projekte vor, die von verschiedenen Aspekten aus sehr interessant sind. Ebenfalls möchte ich auf schon existierende Produkte hinweisen und deren Vor- sowie Nachteile aufzeigen. Zum Schluss mache ich noch einen Ausblick.

Motivation

Die interaktiven Oberflächen werden bereits in unserem heutigen Leben vielseitig eingesetzt. Aber sie haben immer noch einen langen Weg vor sich, sich perfekt in der zukünftigen smarten Umgebung zu integrieren.

Herausforderungen

Bei der Umsetzung der Interaktiven Oberfläche sind folgende Punkte zu beachten:

- **Korrektheit**
Das zurückgelieferte Ergebnis muss immer zuverlässig sein, sowohl unter optimalen als auch unter kritischen Bedingungen.
- **Effizienz**
Da wir hier ein „interaktives“ System implementieren, erwartet man eine möglichst kleine Verzögerung.
- **Rückstandstoleranz**
Die Gegenstände die sich auf der Oberfläche befinden, sollen die normale Operationen nicht behindern bzw. stören.
- **Hardwarerobustheit**
Die Hardware soll so robust gestattet sein, dass das System, neben den zusätzlichen Eigenschaften, auch als normalen Alltagsgegenstand benutzt werden kann.
- **„Come As They Are“**
Die Benutzern können direkt die Oberfläche anwenden ohne sowohl sich vorkonfigurieren zu lassen als auch zusätzliche Eingabengeräte verwenden zu müssen.
- **Einfach Und Günstig Herstellbar**
Damit das System im Alltag eingesetzt werden kann.

Projektvorstellung

Im folgenden Kapitel werde ich einigen Forschungsprojekte vorstellen. Zu erst zwei Projekte, die mit verschiedenen Ideen die Interaktion umgesetzt haben, das DiamondTouch von Mitsubishi Electric Research Laboratories im Artikel [1] und das "Visual Tracking Of Bare Fingers" System, das in [2] vorgestellt wurde. Und danach werden wir noch ein interessantes Projekt UbiTable anschauen, das ebenfalls von der Mitsubishi Gruppe entwickelt wurde. UbiTable ist ein konkretes Anwendungs-Beispiel, welches auf einem Interaktiven Oberflächen System basiert.

DiamondTouch: Ein Multiuser Multitouch Technologie

DiamondTouch wird im Haus Mitsubishi Electric Research Laboratories entwickelt. Die Idee des Systems ist es von mehreren Benutzern gleichzeitig durch mehrfache Fingerberührungen bedient werden zu können, und parallel unterscheiden kann, welche Bewegung bzw. Berührung von welchem Benutzer getätigt wird.

Um die Bewegung der Fingers zu ermitteln sind eingebettete Antennen auf der Tischfläche integriert, die voneinander isoliert sind. Jedes Antennenstück bedeckt einen Bereich der Tischfläche. Ein Transmitter wird an dem Tisch angeschlossen und speist in jeder Antenne ein eindeutiges Signal ein. Der Benutzer setzt sich während der Interaktion in einem Stuhl, der mit einem Empfänger ausgerüstet ist. Wenn der Benutzer mit dem Finger die Tischfläche berührt, fließt das Signal durch den Benutzer bzw. den Stuhl zum Empfänger, damit der

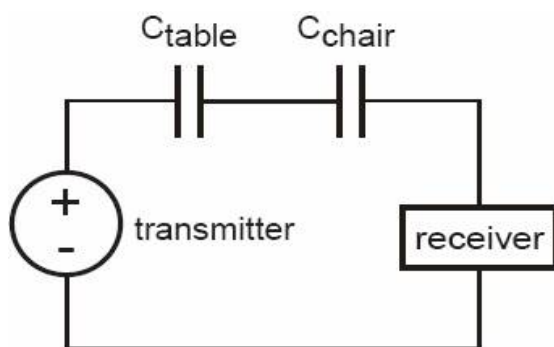


Fig 2. Grundsätzlich gesehen schliesst der Benutzer den Stromkreislauf

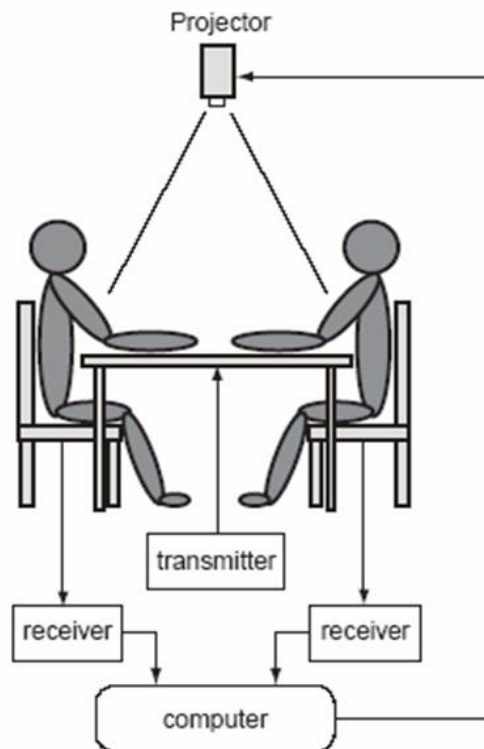


Fig 1. DiamondTouch funktioniert durch Übertragung des Signals von eingebetteter Antenne am Tisch zum Empfänger in die Stuhl.

Empfänger feststellen kann, an welcher Stelle der Benutzer den Tisch berührt hat.



Fig 3. DiamondTouch im Einsatz

Das Testergebnis zeigt, dass das System sehr stabile Resultate liefert, d.h das System konnte immer richtig erkennen, wo und von wem die Tischfläche berührt wurde. Gegenstände, die sich zusätzlich auf dem Tisch befinden, stören die Interaktion nicht, da das System gut zwischen Fingern und anderen Objekten unterscheiden kann. Die Verzögerung zwischen der Bewegung des Benutzers und der Reaktion des Systems ist sehr klein. Die Tischfläche ist robust, bei dem Demo-Test war trotz darauf verschüttetem Wasser fehlerfrei weiter

funktioniert. Aber das System hat auch einen bedeutenden Nachteil, nämlich der Benutzer muss während der Interaktion ständig auf dem Stuhl sitzen, damit der Empfänger das Signal empfangen kann. Es schränkt die Flexibilität des Benutzers ein.

Visual Tracking of Bare Fingers: Vision-Based Finger Tracking

Hier ist ein zweites Beispielprojekt, welches das Problem Fingerspurhaltung löst. Wie wir vorher gesehen haben, das DiamondTouch liefert sehr stabile Resultate in einer sehr kurzen Reaktionszeit, aber die komplexe Ausstattung (mit Antennen ausgerüstete Tischfläche, Empfänger im Stuhl) schränkt die Flexibilität des Systems sehr ein. Das System hier ist hingegen sehr mobil. Es benötigt eigentlich nur ein Laptop, eine normale digitale Videokamera und ein Projektor. Man kann es gut bei sich tragen und es kann für viele mobile Anwendungen eingesetzt werden.

Die meisten aktuellen Mensch-Computer Interaktionen wurden durch so genannte ausgerüstete Oberflächen (In Englisch: Equipped Surfaces) realisiert. Gute Beispiele sind mit Gewichtssensor wie in [3], SmartSkin[4] mit Berührungssensor, und wie in

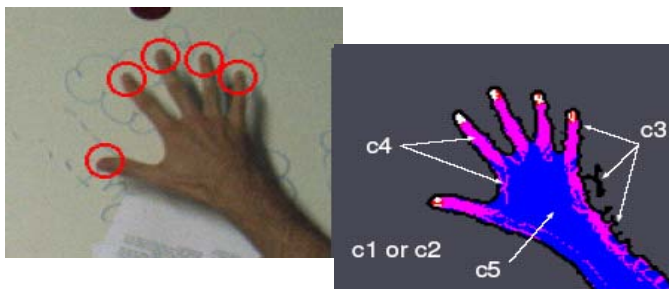


Fig 4. Aus dem Diagramm die Position der Fingerspitzen feststellen

DiamondTouch[1] vorgestellt, mit Antennen. Im Gegensatz zu den soeben genannten Beispielen, wird in diesem Fall eine Visionsbasierte Methode eingesetzt. Das Hauptziel dieser Methode ist mit der Hilfe einer digitalen Kamera der Position bzw. den Bewegungen der Fingerspitzen zu folgen. Das System übernimmt das aktuelle

Frame von der Kamera und versucht mittels verschiedenen Formenfilter Algorithmen das Frame zu bearbeiten bzw. zu optimieren, damit die Position der Fingerspitzen festgestellt werden kann. Im Wesentlichen geschieht dies in vier Schritten:

1. Mittels IDS¹ ein graustufiges Unterschieddiagramm erstellen (Englisch: grayscale difference maps);

¹ IDS: Image Differencing Segmentation

2. Mittels automatischen Thresholdings das Resultat in einem binären Diagramm konvergieren;
3. Mit Form Filter die Fingerspitzenposition extrahieren;
4. High-Level Ereignis erzeugen und zur Anwendungsebene weiterleiten.

Wir werden hier nicht mehr genau auf das eingehen, weitere Details über die Methode findet man in [2].

Das Testergebnis zeigt, dass das System auch sehr zuverlässige Resultate liefert, allerdings mit der Voraussetzung, dass nicht mehrere Benutzer gleichzeitig an dem System arbeiten, da das System diese nicht voneinander unterscheiden kann. Die Reaktion unter der Testbedingung liefert im Schnitt mit einer 80ms Verzögerung aus, es ist gegenüber dem Testergebnis beim Diamond viel langsamer. Normalerweise ist eine Verzögerung innerhalb 50ms für den Menschen bei einer Interaktion nicht störend, und in diesem Fall ist die Zeit immer noch akzeptabel. Weitere Schwächen der visionsbasierten Methode sind die grosse Abhängigkeit von Lichtbedingungen und das Benötigen einer Sichtlinie zwischen der Kamera und den Fingern. Aber der Vorschlag zeigt wegen seiner Flexibilität weitere interessante Möglichkeiten auf.

Wir haben bisher zwei verschiedene Methoden gesehen, wie man das Problem der Fingerspurhaltung löst. Nun betrachten wir ein weiteres Projekt. Es ist eine Anwendung, die auf der Schnittstelle, mittels vorher vorgestellter Methode, basiert.

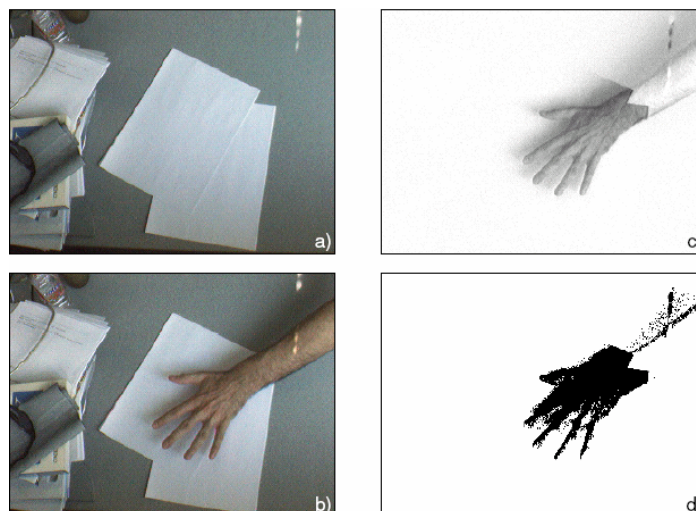


Fig 5. Hier zeigt wesentlich wie IDS aus dem aktuellen Frame mittels dem Form Filter die Hand bzw. die Fingerspitzen extrahiert.

UbiTable: Eine von Angesicht zu Angesicht Zusammenarbeit auf horizontaler Oberfläche

Bei einem kleinen geschäftlichen Treffen setzt man sich einander gegenüber an den Tisch und tauscht untereinander Informationen aus. Diese Situation trifft man im Alltagsleben sehr häufig an. Man hat klassischerweise eine private Sicht für sich selbst, wie zum Beispiel ein Stapel Dokumente vor sich. Wenn man dem Gesprächspartner was zeigen möchte nimmt man das entsprechende Dokument hervor und zeigt es dem Partner. Je nachdem wird das Dokument auf dem Tisch bearbeitet, wieder zurück in den Stapel bzw. der privaten Sicht des Gesprächsführers oder zur

privaten Sicht des Gesprächspartners, d.h der Gesprächspartner würde das Dokument behalten, gelegt. Heutzutage werden Dokumente immer mehr in elektrischem Format anstatt auf Papier bearbeitet und Geschäftsleute sind auch häufiger mit den elektrischen Dokumenten in eigenen Laptops oder PDAs unterwegs. So stellt es eine neue Möglichkeit dar, dass die Gesprächspartner die Dokumente in elektrischen Formaten gegenseitig umtauschen oder zusammen bearbeiten können. Die bisherigen Ausrüstungen haben den Nachteil, dass sie nur für eine persönliche Sicht des Benutzers geeignet sind.

Im [5] hat es ein Projekt vorgestellt, das sogenannte UbiTable. Es stellt genau diesen Fall dar, dass zwei oder mehrere Personen an einem Tisch sitzen, hat jeder sein Laptop als die private Sicht vor sich selbst hat. Die Laptops werden am Tisch, dem UbiTable angeschlossen, die Interaktion findet auf dem Tisch statt. Ein Projektor, der über dem Tisch eingerichtet ist, stellt dann auf dem Tisch einen gemeinsamen Arbeitsbereich dar. Hier wird eine auf der DiamondTouch Technologie entwickelte Benutzerschnittstelle DiamondSpin[6] eingesetzt. Wie wir bereits kennen gelernt haben, das DiamondTouch ist ein Multiuser Multitouch Technologie, das bedeutet das System kann genau feststellen welche Benutzer wo die Tischfläche berührt hat. Dank der DiamondTouch Technologie kann man gut definieren, wer und wo auf dem Tisch welche Zugriffe hat.



Fig 6. Ein klassisches geschäftliches Treffen vs. ein Treffen mit elektrischen Dokumenten am UbiTable

UbiTable hat die gesamte Anzeigenflächen in drei Kategorien gestuft: Der private Bereich, nämlich auf dem Bildschirm des Laptops bzw. PDAs, der persönliche Bereich und der öffentliche Bereich, die sich auf der Tischfläche befinden. Die letzten zwei unterscheiden sich in den Zugriffsrechten, im persönlichen Bereich kann der Gesprächspartner das Dokument lesen, aber besitzt keinerlei Kopien- oder Bearbeitenszugriffe. Wenn der Dokumentbesitzer das Dokument von sich fernhaelt bzw. zur anderen Person hinüber schiebt, dreht es sich in die Richtung des Gesprächspartners und damit ändert der Zugriff der anderen Person, so dass er das Dokument bearbeiten oder zu sich nehmen kann.

Bereitstehende Produkten

Der Begriff Interaktive Oberfläche ist eigentlich nicht sehr jung. Es gibt bereits seit mehr als zehn Jahren solche Produkte auf dem Markt.



Fig 7. Mögliche Einsätze der Interaktiven Oberflächen heutzutage

Die für uns meistbekannte Möglichkeit ist die Touchscreenlösung, welche bei kleiner Fläche sehr gut einsetzbar ist.

Die meisten für uns bekannt ist Touchscreenlösung, die bei keiner Fläche sehr gut einsetzbar ist. Es reagiert schnell auf die Aktion des Benutzers, und lässt sich immer günstiger produzieren. Es ist gut für kleine Geräte einsetzbar. Nachteil von Touchscreen sind, sie sind druckempfindlich und man kann es auf Grossflächen nicht einfach einrichten. Eine andere gross verbreitete Lösung ist mit ausgerüsteten Oberflächen, wie zum Beispiel mit magnetischen Felder auf der Oberfläche, oder mit druckempfindlichen Sensoren. Sie werden schon bereits in so genannten smarten Tafeln angewendet. Sie haben leider weniger darauf geachtet, dass es gleichzeitig von mehreren Benutzern bedient werden kann. Ausserdem ist der Preis noch sehr hoch.

Ausblick

Wir können uns gut vorstellen, dass in der Zukunft überall Interaktiven Oberflächen in verschiedenen Massen eingesetzt werden, sowohl zuhause oder im Büro, als auch unterwegs in Museen, auf der Strasse. Man wird ohne sich in das System zu konfigurieren ganz spontan mit der Umgebung interagieren und leicht Informationen holen.

Es könnte für spezielle Zwecke eingesetzt werden, wie zum Beispiel für behinderte Menschen oder für die Kinder, so damit ihr Leben erleichtern werden könnte.

Jede alleinstehende Technologie ist nutzlos. In der Kombination mit anderen Technologien werden die Interaktiven Oberflächen viel stärker. Als Projektoren und Videokameras sich immer kleiner bauen lassen, ist es möglich, dass man sie in Brillen integrieren könnte. Oder mit dem Sprachenerkennung kombinieren damit die Interaktion besser funktionieren würde.

Zusammenfassung

Wir haben hier die Technologie Interaktive Oberflächen vorgestellt. Von den technischen Aspekten her gesehen, kommen noch grosse Herausforderungen auf uns zu. Die aktuellen Forschungsprojekte zeigen, dass es mit verschiedenen Methoden realisiert werden kann. Wie ich gezeigt habe, gibt es bereits schon verschiedene Produkte, die aber weiterhin noch verbessert werden müssen.

Reference

- [1]: P. Dietz, D. Leigh
Diamondtouch: A multi-user touch technology.
Proceedings of UIST 2001, 2001
- [2]: Julien Letessier, Francois Berard
Visual tracking of bare fingers for interactive surfaces.
Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST 04), ACM Press, ISBN 1-58113-957-8, pp. 119--122, Santa Fe, NM, USA, 2004
- [3]: Albrecht Schmidt, Martin Strohbach, Kritof Van Laerhoven, Hans-Werner Gellersen
Ubiquitous interaction - Using surfaces in everyday environments as pointing devices.
In: N. Carbonell, C. Stephanidis (Eds.): Proceedings of the Seventh ERCIM Workshop "User Interfaces for All" (UI4ALL), Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2615, Springer Verlag, pp. 263-279, 2002
- [4]: Jun Rekimoto
Smartskin: An infrastructure for freehand manipulation on interactive surfaces.
Proceedings of SIG CHI 2002, 2002
- [5]: Shen, C.; Everitt, K.M.; Ryall, K.,
"UbiTable: Impromptu Face-to-Face Collaboration on Horizontal Interactive Surfaces ", *ACM International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp)*, October 2003
- [6]: Shen, C.; Vernier, F.D.; Forlines, C.; Ringel, M.,
"DiamondSpin: An Extensible Toolkit for Around-the-Table Interaction", *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, ISBN: 1-58113-702-8, pp. 167-174, April 2004