

# **Neue Eingabetechnologien für Mobilgeräte und Smartwatches**

Prüfer: Prof. Dr. Detlef Küpper

Einreichungsdatum: 18. Januar 2017

# Kurzfassung

Allgemeine Informationen zum Inhalt dieser Ausarbeitung und kurze Beleuchtung der untersuchten Eingabemöglichkeiten

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>1 Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>2</b>
<b>3 Eingabetechnologien</b>	<b>3</b>
3.1 Virtuelle Touchpads . . . . .	3
3.1.1 Kompassbasiertes Vorgehen . . . . .	3
3.1.2 Elektrizitätsbasiertes Vorgehen . . . . .	4
3.1.3 Sonarbasiertes Vorgehen . . . . .	5
3.1.4 Körperpotentialbasiertes Verfahren . . . . .	6
3.2 Dreidimensionales Finger-Tracking . . . . .	7
3.3 Gestenerkennung in der Luft . . . . .	7
3.4 Interaktion mit Smart Objects . . . . .	7
3.4.1 neu Experiment basiert auf einen generative Ansatz mit semantischen Interaktionsbeschreibungen . . . . .	7
3.5 Optimierung von Tastatureingaben . . . . .	9
<b>4 Ausblick</b>	<b>10</b>

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# 1 Motivation

- Aufzeigen von Grenzen und Problemen bei der Bedienung mobiler Geräte
- Kurze Beschreibung der im Folgenden behandelten Ideen, um diese Grenzen einzureißen

## 2 Grundlagen

- Begriffserläuterungen
- Beschreibung von in der Ausarbeitung verwendeten (Fach-)Begriffen

# 3 Eingabetechnologien

Kurze Beschreibung, worum es in diesem Kapitel geht

## 3.1 Virtuelle Touchpads

Tagtäglich verwenden wir die Displays unserer Mobilgeräte zur Eingabe verschiedenster Daten - sei es zur Steuerung von Anwendungen, zur Eingabe eines Textes mithilfe einer virtuellen Tastatur oder zur Verfassung handschriftlicher Notizen. Oftmals ist es wenig komfortabel, all dies mit einem klein-dimensionierten Smartphone oder gar einer Smartwatch durchzuführen, daher stellt sich insbesondere eine Frage in den Vordergrund: „Inwiefern ist es möglich, die Eingabefläche eines mobilen Geräts virtuell zu erweitern und dadurch die User-Experience zu optimieren?“

Dieses Kapitel widmet sich der Beantwortung dieser Frage, indem verschiedene Ansätze und Technologien zur Realisierung der erweiterten Eingabe betrachtet werden.

### 3.1.1 Kompassbasiertes Vorgehen

Der Artikel *Input Techniques to the Surface around a Smartphone using a Magnet Attached on a Stylus* (AST16) behandelt die Verwendung eines magnetischen Touchpens (Stylus) zur radialen Erweiterung der Eingabefläche eines Smartphones. Dabei dient eine beliebige, nicht-magnetische Oberfläche als virtuelles Touchpad. Innerhalb eines Radius von etwa 14 cm können Eingaben mithilfe des magnetischen Stylus vom Kompass-Sensor eines Smartphones registriert und in zweidimensionale Koordinaten transformiert werden. Damit die Positionserkennung zuverlässig funktioniert, muss der Nutzer den Touchpen so halten, dass der Magnet senkrecht und mit dem Nordpol zur nicht-magnetischen Oberfläche ausgerichtet ist.

#### Prinzip

Durch den Magneten wird ein künstliches Magnetfeld erschaffen, das vom Kompasssensor des Smartphones erkannt wird. Anhand der Abweichungen vom Erdmagnetfeld kann das Smartphone dann unter Berücksichtigung der Länge des Magneten die Koordinaten des Touchpens ermitteln.



## Bewertung

Aufgrund der geringen durchschnittlichen Positionsabweichung (acht Millimeter) sowie der hohen Erfassungsfrequenz (50 Koordinaten pro Sekunde) kann die Technologie durchaus als alltagstauglich bezeichnet werden und in Echtzeitanwendungen zum Einsatz kommen.

Darüber hinaus ist es nicht erforderlich, das Smartphone aufzurüsten, da der erforderliche Magnetsensor in allen modernen Smartphones bereits integriert ist - lediglich ein magnetischer Touchpen zur Eingabe ist erforderlich.

Problematisch hingegen ist die Erkennung, zu welchem Zeitpunkt tatsächlich geschrieben wird. Hierbei schafft eine modifizierte Version des Stylus, bei der ein Elektromagnet zum Einsatz kommt, Abhilfe. Bei dieser Variante wird der Magnet mithilfe eines Schalters an der Unterseite des Stifts immer dann eingeschaltet, wenn er die Oberfläche berührt.

Das wohl größte Defizit dieser Technologie ist der geringe Erfassungsradius, der die Eingabefläche des Smartphones zwar um ein mehrfaches übertrifft, für einige Anwendungen aber dennoch zu gering sein dürfte.

### 3.1.2 Elektrizitätsbasiertes Vorgehen

*SkinTrack* (ZZLH16) basiert im Gegensatz zum im vorherigen Kapitel beschriebenen kompassbasierten Vorgehen auf Elektrizität und macht sich die Eigenschaft der elektrischen Leitfähigkeit des menschlichen Körpers zunutze. Dieses Detail lässt bereits darauf schließen, dass das Verfahren vor allem in Verbindung mit einer Smartwatch geeignet ist, da diese direkt an der Haut des Trägers anliegt und dementsprechend die elektrischen Impulse des Körpers messen kann. Dabei dient prinzipiell der gesamte Arm (inklusive Hand) als zweidimensionale Eingabefläche für die Smartwatch.

## Prinzip

Zur Positionserkennung werden hochfrequente, elektromagnetische Wellen von einem am Zeigefinger getragenen Ring ausgestoßen und von mehreren Elektroden (Sensoren) empfangen, die an der Unterseite der Smartwatch des Trägers angebracht sind. Durch die Berechnung der Phasendifferenz zwischen zwei Elektroden mithilfe von Phasendetektoren kann nun die Entfernung des Fingers zur Smartwatch berechnet werden. Um zweidimensionale Koordinaten zu erhalten, sind zwei Elektrodenpaare erforderlich (links/rechts angeordnete Elektroden für die X-Koordinate und oben/unten angeordnete Elektroden für die Y-Koordinate). Das berechnete Ergebnis kann nun mittels Bluetooth in Echtzeit an die Smartwatch gesendet werden.

Da jeder menschliche Körper unterschiedlich beschaffen ist, variiert die Genauigkeit der Positionsbestimmung stark - für zuverlässige Ergebnisse ist eine einmalige Kalibrierung daher unabdingbar. Diese Kalibrierung wird durch das Trainieren eines Klassifikators, einer sog. *Support Vector Machine* erreicht.

## Bewertung

*SkinTrack* kann mit der im vorherigen Kapitel beleuchteten Methode mithalten, da mit dieser Technologie eine hohe Präzision sowie Echtzeitfähigkeit erreicht wird. Neben der direkten Erkennung des Fingers auf der Haut ist auch die Positionsbestimmung durch dünne Kleidungsschichten möglich. Darüber hinaus ist die virtuelle Eingabefläche sehr viel höher als bei Kompass-basierten Verfahren.

Nichtsdestotrotz ist diese Technologie eher für Smartwatches ausgelegt und für Smartphones zunächst eher ungeeignet (außer auf leitfähigem Untergrund). Außerdem ist zusätzliche Hardware sowohl für den Aktuator (Ring) als auch für die Sensorik (Elektroden) erforderlich. Das täglich erforderliche Aufladen des Ring-Akkus könnte die User-Experience ebenfalls negativ beeinträchtigen.

### 3.1.3 Sonarbasiertes Vorgehen

Auch *FingerIO* (NITG16) dient zur Erweiterung der Eingabefläche eines mobilen Endgeräts, nutzt im Gegensatz zu den zuvor genannten Methoden jedoch in ein Smartphone integrierte Lautsprecher und Mikrofone zur Detektion von Fingerbewegungen. Dabei macht es sich die Eigenschaft zunutze, dass Schall von Objekten reflektiert und als Echo zurückgeworfen wird. Das Smartphone fungiert also prinzipiell als aktives Sonarsystem, das die Entfernung zu einem Objekt und unter Verwendung von zwei Mikrofonen auch die zweidimensionale Position eines Objekts identifizieren kann.

## Prinzip

Der Lautsprecher des Smartphones sendet bestimmte, hochfrequente Sequenzen aus, die von Objekten reflektiert werden. Für eine möglichst hohe Qualität der Ergebnisse wird hierfür ein orthogonales Frequenzmultiplexverfahren (OFDM) verwendet. Die im Smartphone integrierten Mikrofone erkennen das durch den Finger erzeugte Echo und können anhand der Zeit, die für die zurückgelegte Strecke benötigt wird, die Entfernung des Fingers zum Gerät ermitteln.

Das Resultat ist die Transformation der Fingerbewegung auf einer beliebigen Fläche in ein zweidimensionales Koordinatensystem. Aufgrund der Eigenschaft, dass sich Schall durch die Luft ausbreitet, ist es noch nicht einmal erforderlich, dass sich der Finger auf derselben Oberfläche wie das Mobilgerät befinden muss (die Kommunikation erfolgt über die Luft).

## Bewertung

*FingerIO* bietet eine große virtuelle Eingabefläche, die den Touchscreen eines Smartphones um bis zu  $0,5m^2$  erweitert. Der entscheidende Vorteil hierbei ist, dass die Bedienung nicht an eine Oberfläche gebunden ist, da die Kommunikation auch über die Luft erfolgen kann. Die präzisen Erkennung von Fingerbewegungen ist dabei nicht nur direkt, sondern auch durch Kleidungsschichten oder andere durchlässige

Objekte zwischen Finger und Mobilgerät möglich. Da diese Technologie komplett mithilfe der internen Hardware eines Smartphones realisierbar ist, ist keinerlei zusätzliche Hardware vonnöten. Lediglich die Akkulaufzeit wird vermindert.

Da *FingerIO* auf Schallwellen basiert, können hochfrequente Töne die Genauigkeit der Erkennung beeinflussen und die Benutzbarkeit entsprechend einschränken. In lauten Umgebungen bleibt die Anwendung dennoch vollständig benutzbar, da sämtliche hörbare Geräusche deutlich unterhalb des Frequenzbereichs liegen, mit dem *FingerIO* arbeitet.

### 3.1.4 Körperpotentialbasiertes Verfahren

Einen etwas anderen Weg bestreiten die Entwickler von *Botential* (MPUZ15), das zwar ähnlich wie bei *SkinTrack* (vgl. Kapitel 3.1.2) die elektrischen Eigenschaften des menschlichen Körpers nutzt, jedoch nicht die Leitfähigkeit, sondern das Ruhepotential verschiedener Körperregionen zur Erfassung von Benutzereingaben verwendet.

Da jede Körperregion eine individuelle elektrische und immer gleichbleibende Signatur hat, kann das Berühren einer zuvor kalibrierten Körperregion mit einem speziellen Sensor eindeutig zugeordnet und in eine eingestellte Aktion umgesetzt werden. Prinzipiell dient also der gesamte Körper als Eingabefläche, allerdings nicht als zweidimensionales Feld wie bei den zuvor angesprochenen Methoden.

#### Prinzip

Mithilfe eines Elektromyografie-Sensors (EMG) können Ruhepotential und Muskelaktivitäten verschiedener Körperregionen erfasst werden. Zur Kalibrierung einer beliebigen Körperregion werden die Aktivitäten dieser Region mithilfe des EMG-Sensors aufgezeichnet. Beim anschließenden Berühren mit dem Sensor kann die gemessene Signatur mit der zuvor aufgezeichneten Signatur abgeglichen werden. Bei einer Übereinstimmung wird die zuvor an die Körperregion zugewiesene Aktion (z.B. Ablehnen oder Annehmen eines Anrufs) per Bluetooth an das gekoppelte Mobilgerät übermittelt.

#### Bewertung

Die korrekte Erkennung einer zuvor kalibrierten Körperregion ist sehr zuverlässig, selbst bei geringem Abstand zwischen mehreren kalibrierten Regionen ist eine eindeutige Bestimmung möglich. Darüber hinaus wird Hovering mit bis zu vier Zentimetern Abstand unterstützt, wodurch eine Anwendung auch durch Kleidungsschichten möglich ist.

Nachteil dieses Verfahrens ist die Erforderlichkeit eines Microcontrollers mit EMG-Sensor und Bluetooth-Modul. Aufgrund der geringe Größe des Controllers ist eine Integration in gewöhnliche Alltagsgegenstände oder Accessoires (z.B. Armbänder oder Halsketten) jedoch problemlos möglich.

## 3.2 Dreidimensionales Finger-Tracking

Inhalte des Kapitels „Dreidimensionales Finger-Tracking“

Referenzen:

- **SymmetriSense**: (YHR<sup>+</sup>16)
- **Finexus**: (CPK16)
- **MarkAirs**: (GSJFC16)

## 3.3 Gestenerkennung in der Luft

Inhalte des Kapitels „Gestenerkennung in der Luft“

Referenzen:

- **Cuenesics**: (WBVM14)
- **AirAuth**: (AK14)

## 3.4 Interaktion mit Smart Objects

„Interaktion mit Smart Objects“

Anhaltende Fortschritte bei der Miniaturisierung von Mikroelektronik und Sensorik sowie bei Kommunikationstechnologien ermöglichen die Einbettung von vernetzten Kleinstcomputern in Alltagsgegenstände. Solche sogenannten *SSmart Things* sind Geräte, die mit einer virtuellen Präsenz im Internet der Dinge gepaart sind. Sie können miteinander und mit Menschen kommunizieren, ihre Umwelt durch Sensoren wahrnehmen, autonom Entscheidungen treffen und auf die Welt mittels ihrer Aktoren einwirken. Wenn dies im Sinne der menschlichen Benutzer geschieht, agieren vernetzte, schlaue Dinge wie eine unsichtbare Hintergrundassistent, die unser Leben angenehmer, unterhaltsamer und auch sicherer machen kann. Um mit solchen Smart Objects umgehen zu können, werden neuartige Benutzerschnittstellen benötigt und In diesem Kapitel werden wir eine davon präsentieren.

### 3.4.1 neu Experiment basiert auf einen generative Ansatz mit semantischen Interaktionsbeschreibungen

Der Artikel *User interfaces for smart things – A generative approach with semantic interaction descriptions* (AST16) behandelt die Verwendung eine neu generative Verfahren um Intuitive Widget zu erstellen sodass es möglich ist , intuitiverweise mit Smart -Objekte in einer definierte Umgebung (Smart-Home zum Beispiel ) kommunizieren zu können .

## **Ziel**

Das Ziel dieser Artikel beziehungsweise diese Arbeit ist es, zu untersuchen, wie menschliche Benutzer dabei unterstützt werden können, sich in Umgebungen zurechtzufinden, die hunderte schlauer Dinge enthalten. In solchen smarten Umgebungen ist es für Benutzer insbesondere schwierig, jene Geräte, die sie gerade benötigen, effizient aufzufinden und intuitiv auszuwählen, und mit ihnen in geeigneter Weise zu interagieren. Zudem soll es Benutzern ermöglicht werden, Geräte in derartigen Umgebungen so zu konfigurieren, dass sie in kooperativer Weise Aufgaben erledigen können, welche für ein einzelnes schlaues Ding zu komplex sind.

## **Konzeptbeschreibung**

Wie bereits erwähnt Um dem automatischen Erzeugung der Benutzerschnittstellen für intelligente Objekte zu ermöglichen, haben diese Wissenschaftler eine neue Protokolle in Form einer User Interface Description Language (UIDL) entwickelt und die Interaktionsgeräte (zum Beispiel Fernbedienungen oder Smartphone) verwenden die Informationen, die durch diesen neuen Ansatz, um eine geeignete konkrete Schnittstelle auf dem Smartphone Bildschirm der Benutzer bereitzustellen

Auf Basis dieser semantischen Metadaten, welche die Funktionalität von einzelnen Smart Objekt charakterisieren, wird hier so ein System vorgestellt, welches ermitteln kann, welche Aufgaben Geräte in schlauen Umgebungen gemeinsam erledigen können. Hierfür gibt der Benutzer lediglich den erwünschten Zielzustand seiner Umgebung an, und das entwickelte System findet mithilfe dieser semantischen Methode Reasoners selbst heraus, ob und wie dieser Zustand erreicht werden kann. Hierfür stellen letztere Metadaten zur Verfügung, welche die automatische Erzeugung von Nutzungsschnittstellen auf tragbaren Geräten wie Smartphones, Tablets und Smartglases ermöglichen. Indem schlaue Dinge ihre Interaktionssemantik auf hoher Ebene beschreiben, anstatt nur schnittstellenspezifische Informationen bereitzustellen, ermöglicht das Konzept nicht nur die automatische Erzeugung von grafischen Widgets, sondern gleichzeitig auch gestenbasierte Interaktion sowie Sprachsteuerung.

Bevor allerdings eine Nutzungsschnittstelle geladen werden kann, um mit einem intelligenten Objekt in einer definierten Umgebung zu interagieren, muss dieser vom Benutzer ausgewählt werden. Hierfür werden aktuelle Technologien aus der optischen Bilderkennung verwendet, um die Interaktion mit einem Gerät zu initiieren und die möglichen Benutzer müssen mit diesem Ansatz lediglich mit der Kamera ihres Smartphone oder Tablet auf das Smart-Gerät zielen.

## **Bewertung**

Mithilfe der in dieser Artikel entwickelten Technologien können beispielsweise Automatisierungsszenarien zu Hause und in Fabrikumgebungen umgesetzt werden. Dort sollen sich in Zukunft einzelne Geräte oder ganze Fertigungsanlagen automatisch abstimmen und schnell anpassen, um den Produktionsprozess effizienter zu gestalten, insbesondere bei kleinen Losgrößen.

Auf andere Seite optimale Bedingungen ( Indoor oder Outdoor Bedingungen wie zum Beispiel Licht Intensität oder Dunkelheitsrate in dem Raum, wo die Smart Objekte sich befindet ) müssen unbedingt erfüllt werden um eine korrekte Erfassung von dem Intelligenten Objekt durch Bildverarbeitung verfahren auszuführen. Infolgedessen ist die Korrekte Generierung von entsprechende Widget auf dem Smartphone Bildschirm mithilfe diese Model basierte Semantische Ansatz sehr Abhängig von der korrekte Extraktion von der Identität (Natur/Form) der Objekt, mit der Sie interagieren wollen.

### 3.5 Optimierung von Tastatureingaben

Inhalte des Kapitels „Optimierung von Tastatureingaben“

Referenzen:

- **One-Dimensional Handwriting:** (YSZ<sup>+</sup>16)
- **DualKey:** (GB16)
- **WatchWriter:** (GOZ16)

## 4 Ausblick

- Zusammenfassung der behandelten Themen
- Prognose, welche Technologien sich durchsetzen werden

# Literaturverzeichnis

- (AK14) AUMI, Md Tanvir I. ; KRATZ, Sven: AirAuth. In: *Human-Computer Interaction with Mobile Devices & Services (MobileHCI)* (2014), S. 309–318. <http://dx.doi.org/10.1145/2628363.2628388>. – DOI 10.1145/2628363.2628388
- (AST16) ABE, Tetsuya ; SHIZUKI, Buntarou ; TANAKA, Jiro: Input Techniques to the Surface around a Smartphone using a Magnet Attached on a Stylus. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 2395–2402. <http://dx.doi.org/10.1145/2851581.2892376>. – DOI 10.1145/2851581.2892376
- (CPK16) CHEN, Ke-Yu ; PATEL, Shwetak N. ; KELLER, Sean: Finexus. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 1504–1514. <http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858125>. – DOI 10.1145/2858036.2858125
- (GB16) GUPTA, Aakar ; BALAKRISHNAN, Ravin: DualKey. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 59–70. <http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858052>. – DOI 10.1145/2858036.2858052
- (GOZ16) GORDON, Mitchell ; OUYANG, Tom ; ZHAI, Shumin: WatchWriter. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 3817–3821. <http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858242>. – DOI 10.1145/2858036.2858242
- (GSJFC16) GARCIA-SANJUAN, Fernando ; JAEN, Javier ; FITZPATRICK, Geraldine ; CATALA, Alejandro: MarkAirs. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 2474–2481. <http://dx.doi.org/10.1145/2851581.2892486>. – DOI 10.1145/2851581.2892486
- (MPUZ15) MATTHIES, Denys J. C. ; PERRAULT, Simon T. ; URBAN, Bodo ; ZHAO, Shengdong: Botential. In: *Human-Computer Interaction with Mobile Devices & Services (MobileHCI)* (2015), S. 207–216. <http://dx.doi.org/10.1145/2785830.2785859>. – DOI 10.1145/2785830.2785859
- (NITG16) NANDAKUMAR, Rajalakshmi ; IYER, Vikram ; TAN, Desney ; GOLLAKOTA, Shyamnath: FingerIO. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 1515–1525. <http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858580>. – DOI 10.1145/2858036.2858580
- (WBVM14) WALTER, Robert ; BAILLY, Gilles ; VALKANOV, Nina ; MÜLLER, Jörg: Cuenesics. In: *Human-Computer Interaction with Mobile Devices &*



*Services (MobileHCI)* (2014), S. 299–308.

<http://dx.doi.org/10.1145/2628363.2628368>. – DOI  
10.1145/2628363.2628368

(YHR<sup>+</sup>16) Yoo, Chungkuk ; HWANG, Inseok ; ROZNER, Eric ; GU, Yu ; DICKERSON, Robert F.: SymmetriSense. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 5126–5137.

<http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858286>. – DOI  
10.1145/2858036.2858286

(YSZ<sup>+</sup>16) YU, Chun ; SUN, Ke ; ZHONG, Mingyuan ; LI, Xincheng ; ZHAO, Peijun ; SHI, Yuanchun: One-Dimensional Handwriting. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 71–82.

<http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858542>. – DOI  
10.1145/2858036.2858542

(ZZLH16) ZHANG, Yang ; ZHOU, Junhan ; LAPUT, Gierad ; HARRISON, Chris: SkinTrack. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)* (2016), S. 1491–1503.

<http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858082>. – DOI  
10.1145/2858036.2858082