



Technische Universität München

Fakultät für Maschinenwesen

Lehrstuhl für Ergonomie

**Suitability of Touch Gestures and Virtual Physics in Touchscreen User
Interfaces for Critical Tasks**

Dipl.-Ing. Jurek Breuninger

Vollständiger Abdruck der von der
Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität München
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

Prüfer der Dissertation: 1. Prof. Dr. phil. Klaus Bengler
2. Prof. Dr. Heinrich Hußmann

Die Dissertation wurde am 13.11.2019 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Maschinenwesen am 28.05.2020 angenommen.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Forschungsarbeit war es zu untersuchen, ob moderne Touchscreen-Interaktionskonzepte, die auf Consumer-Electronic-Geräten wie Smartphones etabliert sind, für zeit- und sicherheitskritische Anwendungsfälle wie Maschinensteuerung und Medizingeräte geeignet sind. Mehrere gebräuchliche Interaktionskonzepte mit und ohne Touch-Gesten und virtueller Physik wurden experimentell auf ihre Effizienz, Fehlerrate und Nutzerzufriedenheit bei der Aufgabenlösung untersucht. Basierend auf den Resultaten werden Empfehlungen für das Scrollen in Listen und das horizontale Navigieren in mehrseitigen Software-Dialogen ausgesprochen.

Der Text gibt eine Übersicht der speziellen Eigenschaften von Touchscreen-Mensch-Maschine-Schnittstellen und der Unterschiede zu zeigerbasierten Eingabegeräten. Er beschreibt den aktuellen Stand des Touchscreen-Interaktionsdesigns, v.a. die Besonderheiten moderner Touch-Interaktion, nämlich Touch-Gesten und virtuelle Physik. Die größten Herausforderungen für Touchscreen-Interaktionsdesign sind Feedforward, Feedback, Größe der interaktiven Elemente, Kompatibilität, Effekte virtueller Physik und Interferenz. Basierend auf einem einfachen qualitativen Modell der Einflussfaktoren beim Touchscreen-Interaktionsdesign sollten die folgenden Hypothesen zu Effizienz und Sicherheit moderner Touchscreen-Interaktion überprüft werden: Touch-Gesten führen zu langsamerer Aufgabenerfüllung, höherer Fehlerrate, aber besserer Nutzerbewertung. Beim Scrollen führt virtuelle Trägheit zu schnellerer Aufgabenerfüllung, aber auch zu mehr Über-das-Ziel-Hinausschießen und höherer Fehlerrate. Seitenweises Blättern führt zu schnellerer Aufgabenerfüllung und geringerer Fehlerrate als kontinuierliche Inhalte. Um dies zu überprüfen, wurden mehrere Experimente durchgeführt, die Interaktionskonzepte häufiger Aufgaben vergleichen: Menüs, Funktionswähler, Zahleneingabe, Listen-Scrollen und horizontaler Ansichtswechsel. Der Einfluss des Interaktionsdesigns auf Eingabegeschwindigkeit, Fehlerrate und Nutzerbewertung wird für Listen-Scrollen und horizontalen Ansichtswechsel deutlich gezeigt. Eine mit Wischgesten gesteuerte Liste mit virtueller Trägheit und Alphabetleiste ist die beste Wahl für das Scrollen von Listen aller Längen. Um horizontal durch Ansichten zu navigieren, sind Tabs die geeignetste Wahl für kritische Aufgaben. Touch-Gesten können zu höherer Fehlerrate führen, aber vernünftig gestaltete Konzepte mit Touch-Gesten können dennoch für kritische Aufgaben geeignet sein. Die Nutzerbewertung von Touch-Interaktionskonzepten korreliert stark mit der Eingabegeschwindigkeit. Fehler scheinen keinen Einfluss darauf zu haben.

Abstract

The goal of this research was to examine if modern touchscreen interaction concepts that are established on consumer electronic devices like smartphones can be used in time-critical and safety-critical use cases like for machine control or healthcare appliances. Several prevalent interaction concepts with and without touch gestures and virtual physics were tested experimentally in common use cases to assess their efficiency, error rate and user satisfaction during task completion. Based on the results, design recommendations for list scrolling and horizontal dialog navigation are given.

The text gives an overview of the special characteristics of touchscreen human-machine interfaces and their differences to pointer-based input devices. It describes the state of the art of user interface design for touchscreens, particularly the interaction concepts that distinguish modern touchscreen interaction with tablets and smartphones from older interaction concepts, namely touch gestures and virtual physics. Due to the use of these interaction concepts and the special characteristics of touchscreens, the main challenges of user interface design for touchscreen are feedforward, feedback, size of interactive elements, compatibility, effects of virtual physics, and interference. Based on a simple qualitative model of influence factors in touchscreen interaction design, the following hypotheses concerning the efficiency and safety of modern touchscreen interaction are to be tested: Touch gestures lead to slower task completion, higher error rate, but better user rating. For scrolling tasks, virtual inertia leads to faster task completion, but more overshooting and higher error rate. Paged content leads to faster task completion and lower error rate than continuous content. To test the hypotheses, several experiments were conducted that compare interaction concepts in common tasks: Menus, function selectors, numerical input, list scrolling, and horizontal content change. For list scrolling and horizontal content change, the influence of interaction design on input speed, error rate, and user rating is clearly shown. A list that can be moved with a swiping gesture and that has virtual inertia and an alphabetic index bar is the best choice for scrolling lists of all lengths. To navigate through horizontal content, tabs are the most suitable choice for critical tasks. The use of touch gestures can lead to higher error rates, but reasonably designed concepts with touch gestures can still be suitable for critical tasks. The user ratings of touch interaction concepts correlate strongly with the input speed. Errors and overshoots seem to have no impact.

Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.