

Fakultät Informatik
Institut für Angewandte Informatik
Professur für Mensch-Computer Interaktion

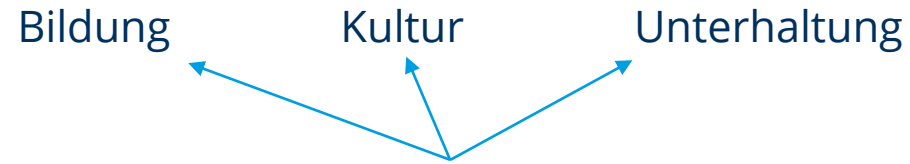
Unterstützung der Orientierung bei blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen im Kontext einer Museumstour

Verteidigung der Masterarbeit

Elizaveta Ragozina

06.08.19

Motivation



§ GG
Behinderungsgleichstellungsgesetz
Behinderungskonvention UNO

Museum für alle

Recht auf kulturelle Teilhabe

SKD Projekt für Alte Meister



Gebäude + Exponate + Touren

Herausforderung: Orientierung



Ziel

Herausarbeitung eines gebrauchstauglichen mobilen Mechanismus für die Orientierungsunterstützung blinder und hochgradig sehbehinderter Menschen in einem Museumsgebäude im Szenario einer Museumstour

Verwandte Arbeiten

Orientierung blinder und sehbehinderter Menschen

[Ung00]

Problem: Kognitive Karte bilden

Allozentrisch: taktile Karte

Übersichtswissen



Einschränkungen: längere Zeit zur Zielsuche, Weniger Details abbildbar, Braille-Beschriftungen brauchen Platz →

Erweiterung um Interaktivität

Taktile Overlays [Bro+15, MLG06, Wan+09]

Egozentrisch: Navigationssysteme

Routenwissen



Positionserkennung zur Zielführung, Warnung vor Fehlern, Gefahren [RHM04, Jai14]

Ansatz	Art der Positionierung	Genauigkeit	Zuverlässigkeit	Aufwand für Systembetreiber
visuelle Marker	aktiv	abh. von Markergröße	hoch	gering
GPS	passiv	<10 m	gering	gering
Kamera (Computer Vision)	passiv	<6 m	hoch	hoch
Magnetfeld	passiv	<1	mittel	hoch
WiFi	passiv	RSS: 2-4 m ToF: 2-3 m AOA: <1 m	mittel	hoch
Bluetooth Low Energy	passiv	1 per 30 qm: <2,6 m 1 per 100 qm: <4,8 m	hoch	gering

Bluetooth-Beacons: kostengünstig und effizient

Problem: Touch-Screen erzeugt Barrieren

Standard: Screenreader (TalkBack, VoiceOver, [Van96])

Accessibility of Touch

- Audiofeedback
 - Sprache (Screenreader)
 - nicht-verbale Geräusche (Screenreader)
 - Sonifikation [BK13]
- Taktiler Feedback
 - Overlays [Kin12, KMW13]
 - Vibrationen [Bre+07, Jin+14]

Accessibility by Touch

- Richtlinien, Handlungsempfehlungen zur Gestaltung
- Nicht-visuelle Tastatureingaben [Lyo+04, Sou+12]
- Nicht-visuelle Spracheingaben (Siri, Cortana, Alexa, [Zho+14]) → Erhöhung der Effizienz und Fehlerrate
- Nicht-visuelle Sensoreingaben (Positionserkennung, [LDT09])

Anforderungen



Kontextanalyse:

- Gebäude
 - Verletzung der logischen Nummerierung
- Raum
 - Durchgangsräume ohne zugängliche Raumbeschriftungen
 - Gefahren (Sicherheitsleine, hängende Exponate)
- Orientierungsunterstützung
 - Nicht zugängliche Karten

Funktionale Anforderungen

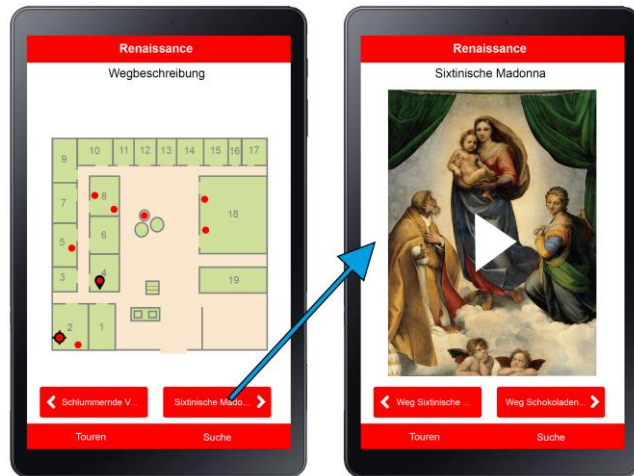
- G1: Die Anwendung soll eine für Screenreader zugängliche Liste der Touren mit Informationen (Tourname, Tourbeschreibung, Anzahl der Exponate, ungefähre Tourdauer, ungefähre Ablaufdistanz) zur Wahl für den Nutzer bereitstellen.
- G2: Die Anwendung soll es dem Nutzer ermöglichen, die gewählte Tour jederzeit abzubrechen. Die Abbrechfunktion für jede Tour soll für den Screenreader zugänglich sein.
- G3: Die Anwendung soll es dem Nutzer ermöglichen, während einer Tour die Exponatinformationen (Exponatnummer im Museum, Exponatname, Exponatbeschreibung) zu einzelnen Exponaten und festgelegter Tour-Reihenfolge in einer zugänglichen Form zu erhalten.

Nicht-funktionale Anforderungen

- N1: Gute Gebrauchstauglichkeit: Ist das System zu umständlich, bringt es mehr Aufwand als Hilfe und der Benutzer wird es nicht nutzen wollen.
- N2: Angemessene Ergonomie des Produktdesigns: Die bei der Lösung für den Endnutzer vorgesehene Hardware soll leicht zu transportieren sein (Tragbarkeit). Zudem soll das System den Nutzer möglichst nicht in der Nutzung seiner Hände und seines Gehörs einschränken.
- N3: Kosten für eine andere Anforderungen erfüllende Anwendung sollen sowohl für das Museum als auch für den Nutzer möglichst gering sein.

- O1: Die Anwendung soll die Information über die Lage des Nutzers der Tour im Gebäude in einer zugänglichen Form bereitstellen (resultiert aus 3.2.1, 3.2.2, 3.2.4, 3.2.4).
- O2: Die Anwendung soll die Information über die Lage der Zielexponats der Tour im Gebäude in der Reihenfolge der Tour in einer zugänglichen Form bereitstellen (resultiert aus 3.2.1, 3.2.2, 3.2.4, 3.2.4).
- O3: Die Anwendung soll einen Überblick über das Gebäude bzw. einzelne Etagen des Gebäudes als Karte in einer zugänglichen Form bereitstellen (resultiert aus 3.2.3, 3.2.4).
- O4: Die Anwendung soll eine effiziente Suche der Ziele auf der Karte unterstützen (resultiert aus 3.2.1, 3.2.4).
- O5: Die Anwendung soll die Information zur Route zwischen Exponaten in einer zugänglichen Form bereitstellen (resultiert aus 3.2.1, 3.2.2, 3.2.4).
- O6: Die Anwendung soll die Information zu Gefahren rechtzeitig mitteilen (resultiert aus 3.2.1, 3.2.4).

Konzeption



Trennung der Ansichten

- Szenario-angepasster Wechsel der Ansichten

Modellierung des Tourablaufs



Ansicht zur Orientierungsunterstützung auf Abruf

- Orientierungsunterstützung sekundär
- Geführte Touren



Kombinierte Ansicht

- Weniger Taps nötig
- Möglichkeit, Information zu Exponat während der Navigation anzuhören
- Festes Layout

Konzeption

Unterstützung der Orientierung mit der Karte



Wie räumliche Informationen der Karte zugänglich machen?

Informationsdesign: Taktiles Overlay

- Variante 1: taktile Karten-Schicht (Papier, Plastik mit induktiven Leitern)
- Variante 2: Umriss des Gebäudes

+ hohe Vertrautheit

+ Integration im Interface der Anwendung

+ Herstellungsautomatisierung

- Abbildbare Informationsmenge

- Mehr Tour-spezifische Information pro Overlay:
mehr Overlays nötig

Konzeption

Unterstützung der Orientierung mit der Karte



Interaktionsdesign

- Finger über die Karte bewegen → auditive Ausgabe:
 - Raumnummer
 - Funktionale Flächen der Karte
 - Exponatnamen, -nummern
- Redundante Information angeben?
 - + mehr Kontexteinordnung
 - - Zeitaufwand
- Erweiterte Informationausgabe mit Double-Tap

Konzeption

Unterstützung der Orientierung auf der Karte



Wie Performance der sequentiellen Kartensuche verbessern?

Native Ansätze

- Gebäude: logische Raumnummerierung
- Richtlinien für taktile Karten
- Karte:
 - Begrenzt durch Bildschirmgröße →
 - Möglichst viel Platz auf dem Interface einnehmen
 - Anfangsposition egozentrisch: von unten nach oben

Konzeption

Unterstützung der Orientierung auf der Karte

Wie Performance der sequentiellen Kartensuche verbessern?

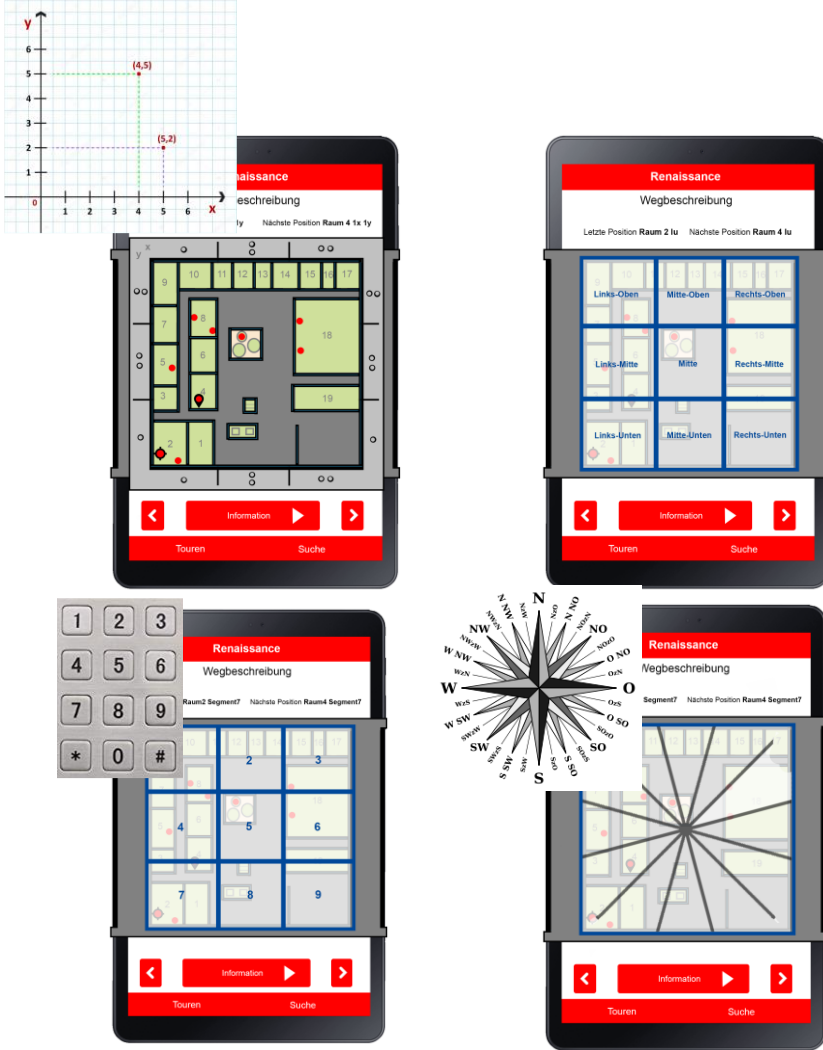
Unterstützung der Routenbestimmung

- Hervorhebung relevanter Informationen
- Ausgangsposition (Position des vorherigen Exponats)
- Aktuelle Position → Positionserkennung / Raumbeschriftungen im Gebäude nötig
- Zielposition

- Positionsangaben durch Raumnummer



Konzeption



Unterstützung der Orientierung auf der Karte

Wie Performance der sequentiellen Kartensuche verbessern?

Einsatz der Referenzsysteme

- Alltagsmetaphern
 - Kartesische Koordinaten
 - Angaben über Richtungswörter
 - Zifferntastatur
 - Kompassrose

Konzeption

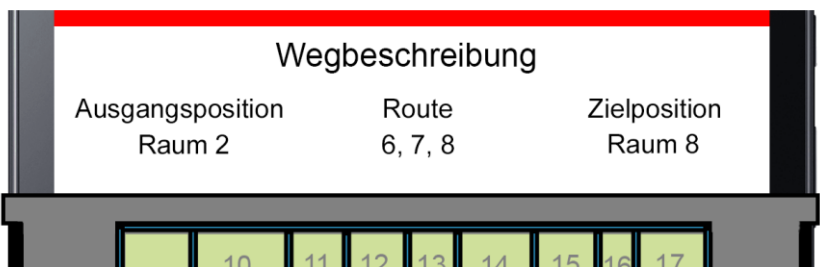
Erweitere Unterstützung während der Wegfindung



a)



b)



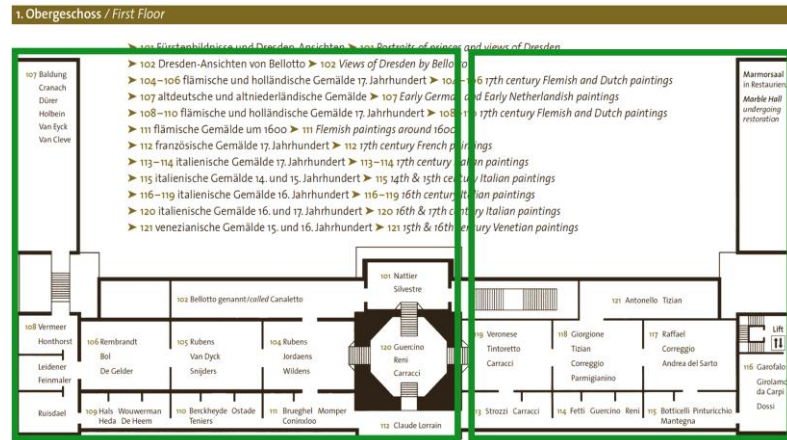
c)

Wie Routenbestimmung vereinfachen?

- a) Einordnung der aktuellen Position in Route
- b) Routenabweichung angeben
- c) Verbliebende Route angeben

+ Auditive Warnung vor Gefahren, Fehlern

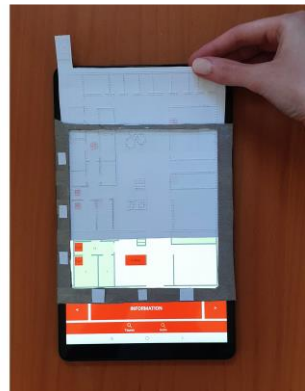
→ Genaue Positionserkennung nötig



Gebrauchstauglichkeit durch Ergonomie des Konzeptes?

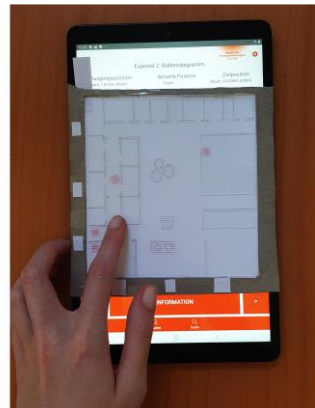
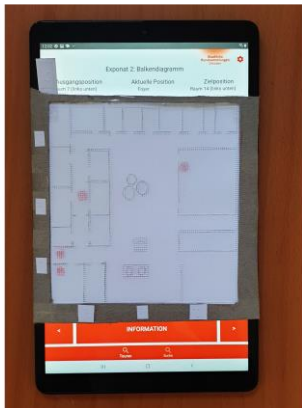
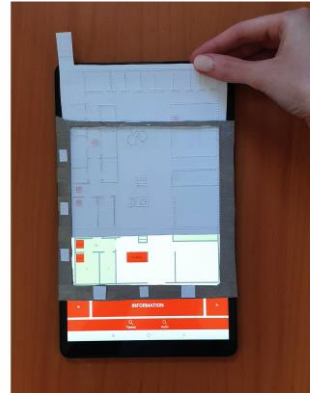
Zu große Karten:

- Segmentierung
- Richtlinien für minimale Objekt- und Liniengrößen
- → Ziel: Anzahl Overlay-Wechsel minimal



- Smartphone-Hülle
- Slot vorne für ein Overlay
- Slots hinten für mehrere Overlays
- Overlays mit nummerierten Labels
- Smartphone-Halskette

Umsetzung

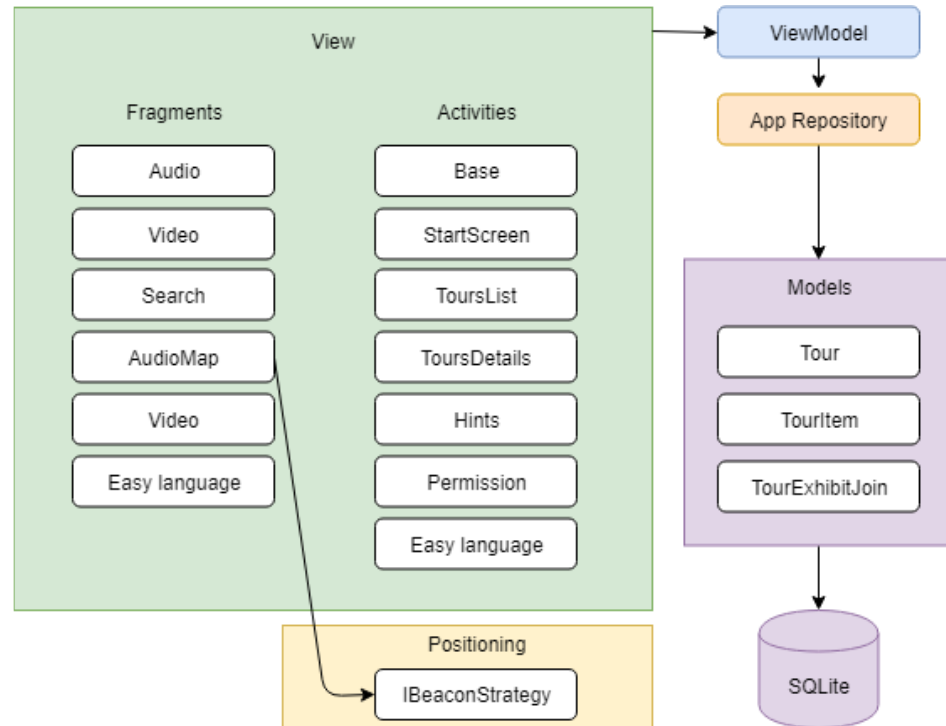


Funktionen:

- Tourauswahl
- Auswahl des Hinweises nach Referenzsystem
- Navigations zwischen Exponatansichten
- Karte mit Tourinformation
- Information zur aktuellen Position
- Audiodeskription zu Exponaten

+ Taktiles Overlay aus Papier & Overlay-Slot

Umsetzung



Architektur

- Separation of concerns, UI Ableitung vom Model
- DB: Tour, TourItem, TourExhibitJoin
- TourItem: Raum oder Exponat
- Positionserkennung: Gimbal Series 10 Beacons
 - BluetoothLeScanner
 - Distanzabschätzung nach Signalstärken

Ziele:

- *Präferenzen und Nutzen bei Verwendung der Referenzsysteme*
- *Gebrauchstauglichkeit des Prototyps*
- *Verbliebenes Wissen über die abgelaufene Route*
- *Schwachstellen des Konzeptes auffinden*

Umgebung

- Gebäude: Fakultät Informatik
- Anpassung der Karte für Simulation des echten Museumskontextes
 - Veränderte Raumnummerierungen
 - Pseudo-Durchgangsräume
 - Exponate: taktile Abbildungen und 3D-Modelle

Probanden

- 4 vollständig blinde Probanden
- Alter: 27 – 57
- Nutzung eines Langstocks

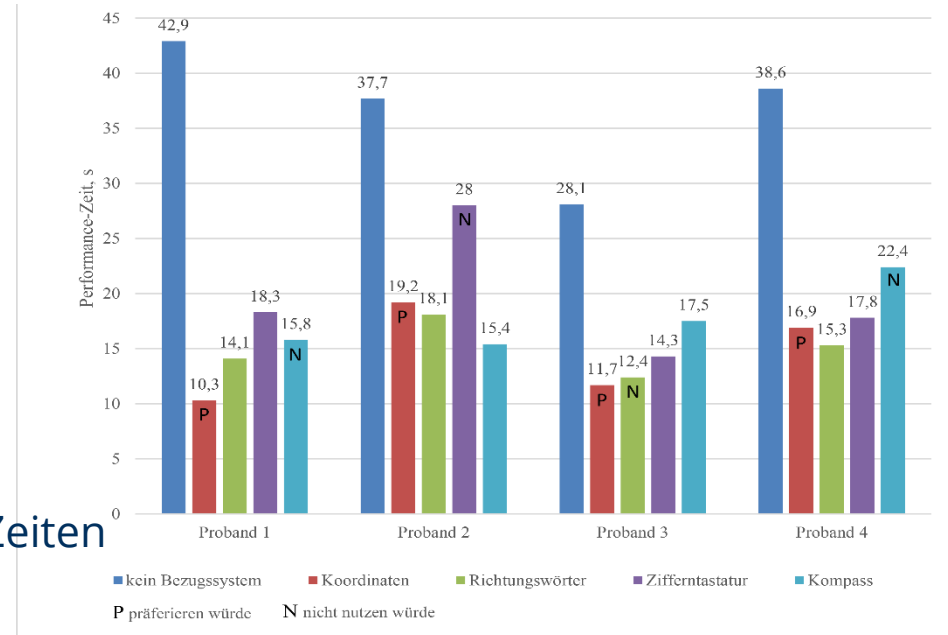
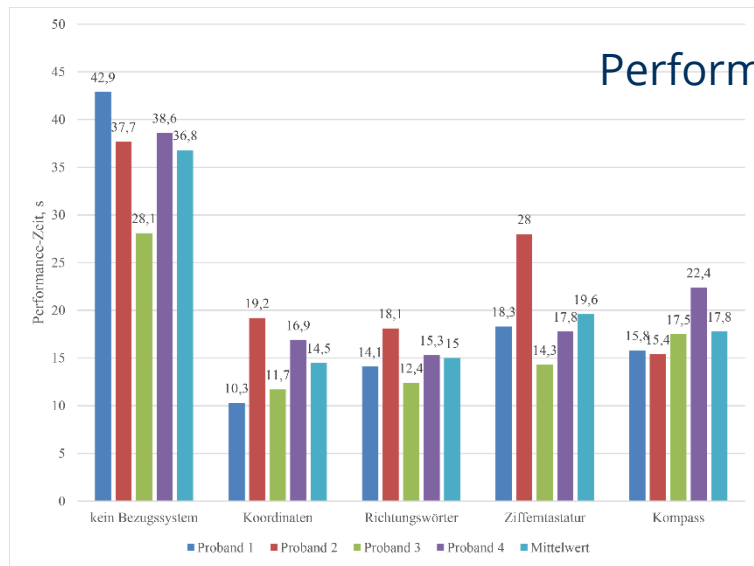
Pilot-Studie

Versuch 1: Unterstützung der Orientierung auf der Karte

Bringt Einsatz der Referenzsysteme Performance-Verbesserung?

Gibt es Präferenzen?

Test mit: kein RS, Koordinaten, Richtungswörter, Zifferntastatur, Kompass



- Mittlere Verbesserung der Performance:
 - Koordinaten: um 60,5%
 - Richtungswörter: um 59,3%
 - Zifferntastatur: um 46,7%
 - Kompass: um 51,6%
- Präferenz: Koordinatensystem

Pilot-Studie

Versuch 2: Unterstützung der Orientierung während der Tour

Wie effektiv und effizient ist die Anwendung im Vergleich zu einer rein taktilen Karte?

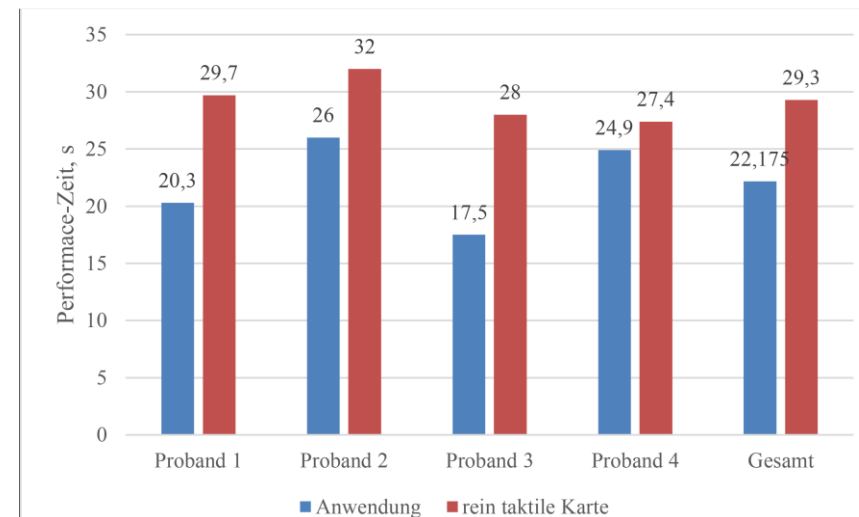
Welche Schwachstellen hat die Anwendung?

Teil der Tour mit der Anwendung, Teil mit Karte

Route zu Exponat 6: Aufzug als eigenständiges Ziel durch die Anwendung angegeben

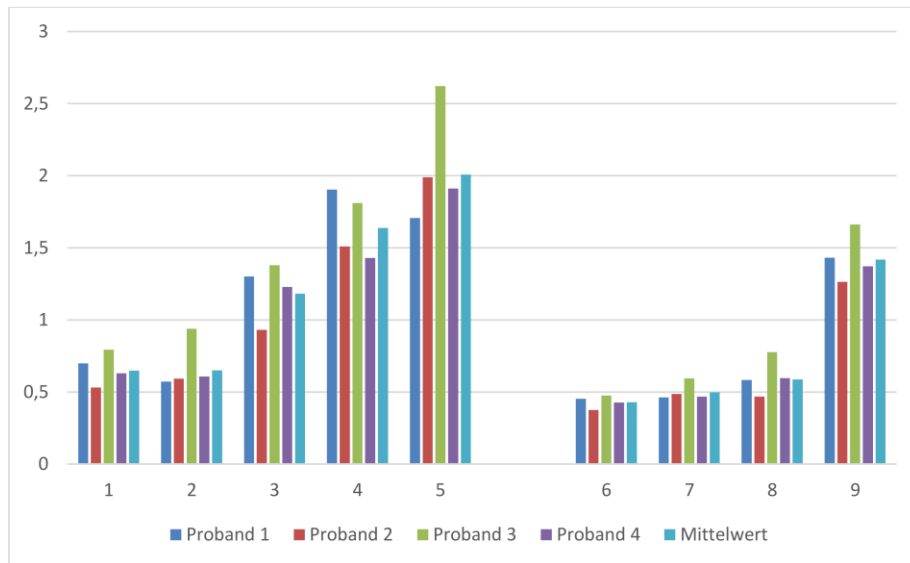
Anwendung: Wizard-Of-Oz für „Exponat erreicht“, Warnungen bei Richtungsfehlern

Mittlere Performance-Zeiten zur Zielsuche auf der Karte



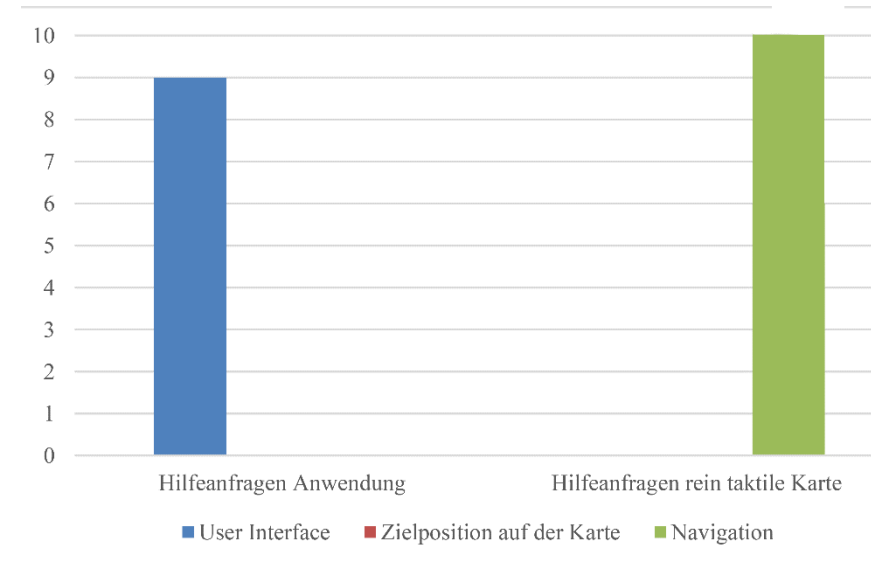
- Mittlere Verbesserung der Performance bei Anwendung: um 24,3 %

Mittlere Geschwindigkeiten zur Erfüllung der Aufgabe „Zielsuche“ (mm auf der Karte / s)



- Verbesserung der Geschwindigkeiten nach Einarbeitungszeit
- Geschwindigkeiten mit Anwendung höher

Arten der Hilfeanfragen



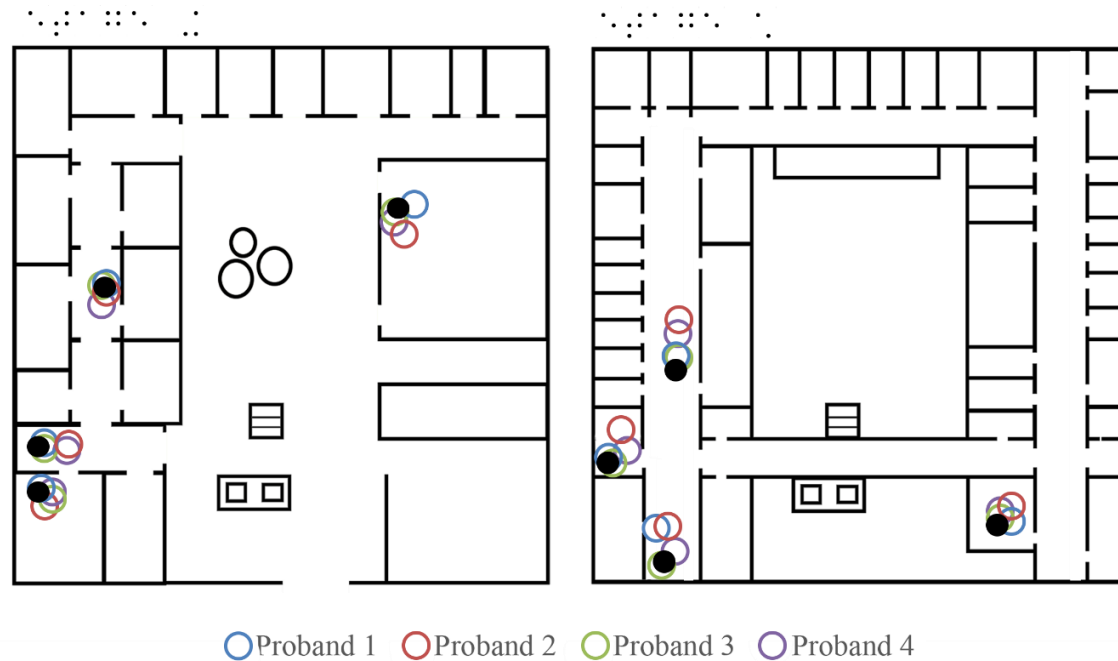
- Mehr Lernzeit für die Anwendung nötig
- Navigationshilfen sinnvoll

Pilot-Studie

Versuch 3: Reproduktion der Route

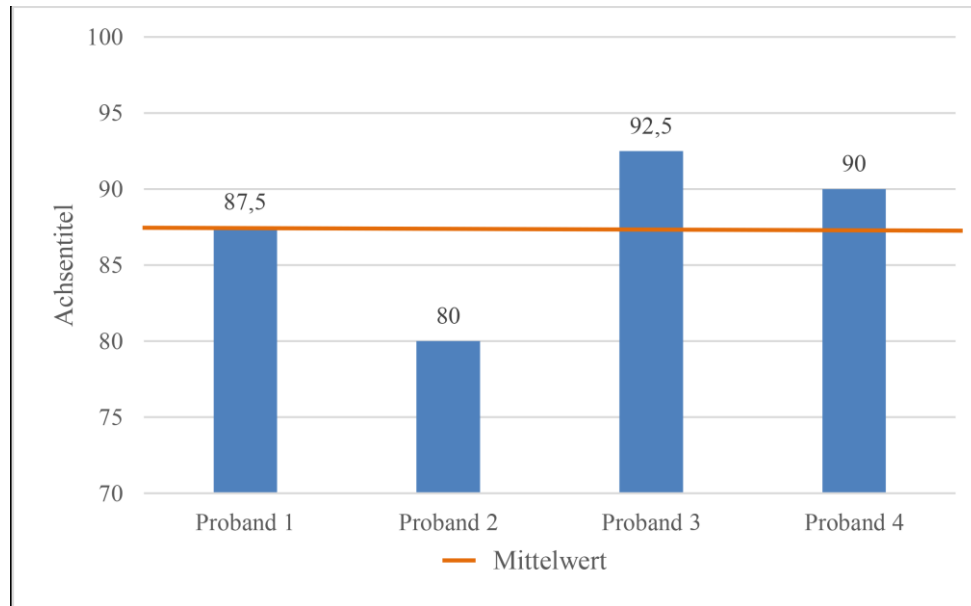
Wie viel Wissen über die Route bleibt nach der Tour?

- Exponatpositionen in Reihenfolge der Tour auf der Karte markieren



- Route bei allen richtig reproduziert (1 Ausnahme)
- Geringe Abweichungen zu tatsächlichen Exponatpositionen
- Kein deutlicher Unterschied zw. Anwendung und Karte
- Indirekt: Übersichtswissen durch richtige Einordnung auf der Karte → für das Prüfen Einsatz wie [Mia14] nötig

System-Usability-Scale







- Gute bis sehr gute Gebrauchstauglichkeit

Offenes Interview

- Erfüllt die Anwendung das Ziel? –ja
- Würden Sie eine eigenständige Tour damit machen? –ja
- Wunsch nach stärkerem Einsatz egozentrischer Informationen
- Wunsch nach stärkerer Einbeziehung der ergonomischen Aspekte
- Verbesserungspotential bei Layout

Fazit

„Mechanismus für die Orientierungsunterstützung der Zielgruppe blinder und schwer sehbehinderter Menschen in einem Museumsgebäude im Szenario einer eigenständigen Museumstour herauszuarbeiten“

- Orientierungsunterstützung 
- Szenario-Anpassung 
- Mobile Lösung 
- Eigenständigkeit 

Ansatz hybrid → Übersichtswissen durch Karte, Routenwissen durch egozentrische Angaben eines Positionserkennungssystems

Ausblick:

- Layoutverbesserungen
- Umsetzung egozentrischer Hinweise
- Ausführliche Studie mit statistischer Signifikanz
- Design der auditiven Ausgaben
- Konzeptanpassung für sehbehinderte Menschen

- Praktische Anwendbarkeit bei SKD?
- **Mehr Maßnahmen zur Barrierefreiheit nötig!**

Fakultät Informatik
Institut für Angewandte Informatik
Professur für Mensch-Computer Interaktion

Unterstützung der Orientierung bei blinden
und hochgradig sehbehinderten Menschen
im Kontext einer Museumstour

Demonstration

Elizaveta Ragozina

06.08.19

Literatur

- [Ung00] Simon Ungar. „Cognitive mapping without Visual Experience“.
- [Bro+15] Anke M Brock, Philippe Truillet, Bernard Oriola, Delphine Picard und Christophe Jouffrais. „Interactivity improves usability of geographic maps for visually impaired people“.
- [MLG06] Joshua A Miele, Steven Landau und Deborah Gilden. „Talking TMAP:Automated generation of audio-tactile maps using Smith-Kettlewell’s TMAP software“.
- [Wan+09] Zheshen Wang, Baoxin Li, Terri Hedgpeth und Teresa Haven. „Instant tactile-audio map: enabling access to digital maps for people with visual impairment“.
- [RHM0] Lisa Ran, Sumi Helal und Steve Moore. „Drishti: an integrated indoor/
outdoor blind navigation system and service“.
- [Bor+13] Jens Bornschein, Denise Prescher, Michael Schmidt und Gerhard Weber. „Nicht-visuelle Interaktion auf berührempfindlichen Displays“.
- [Van96] Gregg C Vanderheiden. „Use of audio-haptic interface techniques to allow nonvisual access to touchscreen appliances“.
- [BK13] Michael Brock und Per Ola Kristensson. „Supporting blind navigation using depth sensing and sonification“.
- [Kin12] Robert Kincaid. „Tactile guides for touch screen controls“. *and Computers*.
- [KMW13] Shaun K Kane, Meredith Ringel Morris und Jacob O Wobbrock. „Touchplates: low-cost tactile overlays for visually impaired touch screen users“.
- [Bre+07] Stephen Brewster, Stephen Brewster, Faraz Chohan und Lorna Brown. „Tactile feedback for mobile interactions“.
- [Jin+14] Suhong Jin, Joe Mullenbach, Craig Shultz, J Edward Colgate und Anne Marie Piper. „OS-level surface haptics for touch-screen accessibility“
- [Lyo+04] Kent Lyons, Thad Starner, Daniel Plaisted et al. „Twiddler typing: onehanded chording text entry for mobile phones“.
- [Sou+12] Caleb Southern, James Clawson, Brian Frey, Gregory Abowd und Mario Romero. „An evaluation of BrailleTouch: mobile touchscreen text entry for the visually impaired“.
- [LDT09] Frank Chun Yat Li, David Dearman und Khai N Truong. „Virtual shelves: interactions with orientation aware devices“.

Bilder

<https://paris10.de/sites/paris10.de.com/files/Der%20H%C3%A4ftling.jpg>

<http://glad-to-meet-you.com/wp-content/uploads/2014/12/hermitage-eng-3-e1418290074868.jpg>

http://www.naturhistorischesmuseumnuernberg.de/bilder/dauerausstellung/bild_Museumsplan.jpg

https://coriniummuseum.org/wp-content/uploads/2018/12/floor_plan_map_version3-768x1129.jpg

<https://www.leopoldmuseum.org/media/image/c950x576/1043.jpg>

https://media.tourispo.com/images/ecu/entity/e_sight/ausflugziel_musee-du-louvre_n1288-129107-1_l.jpg

<https://paris10.de/sites/paris10.de.com/files/Der%20H%C3%A4ftling.jpg>

<https://www.newmuseum.org/calendar/view/213/opening-reception-chris-burden-extreme-measures>

<https://de.dreamstime.com/stockbilder-kartesisches-koordinatensystem-der-fl%C3%A4che-image32321504>

<https://www.sitp-checkin.de/funkt.htm>, aufgerufen am 01.05.19

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Kompass_de.svg, aufgerufen am 01.05.19

Pilot-Studie

Gliederung

