

# Aufmerksamkeitssteuerung durch Haptische Schnittstellen in Überwachungstätigkeiten

Leon Huck\*

Karlsruher Institut für Technologie

ToDo

**Zusammenfassung.** ToDo

Forschungsfrage: Wo werden Haptische Schnittstellen bereits heute zur Aufmerksamkeitssteuerung, bei Beobachtungsaufgaben, eingesetzt und wie könnte man diese Bereiche erweitern?

Um diese Frage beantworten zu können muss ich zuerst:

Klären, was Haptische Schnittstellen sind. Welche Möglichkeiten zur Entwicklung und Anpassung es gibt. Welche Probleme sie gemeinsam haben. Wie Aufmerksamkeit, zumindest auf einem Abstrakten Niveau, zustande kommt. Wieso eine Beeinflussung durch haptische Schnittstellen sinnvoll ist. Welche Probleme auftreten?

Was mit Überwachungstätigkeit gemeint ist. Welche besonderen Aspekte zu berücksichtigen sind.

Anhand dieses Rahmens kann ich dann sinnvolle Bereiche auswählen und zusammenführen.

---

\* Unter der Betreuung von: Erik Pescara

# Inhaltsverzeichnis

Aufmerksamkeitssteuerung durch Haptische Schnittstellen in Überwachungstätigkeiten .....	1
<i>Leon Huck</i>	
1  Einleitung .....	3
2  Die Thematischen Teilgebiete .....	3
2.1  Aufmerksamkeitssteuerung .....	3
2.2  Überwachungsaufgaben .....	4
2.3  Haptische Schnittstellen .....	4
3  Anwendungen .....	6
3.1  Sinneswiederherstellung .....	6
3.2  Zwischenmenschliche Kommunikation .....	7
3.3  Leistungssteigerung .....	7
3.4  Erweiterung des Wahrnehmungsspektrums .....	8
3.5  Zuverlässigkeit Erzeugung .....	8
4  Zusammenfassung und Ausblick .....	9
5  Anhang .....	10
5.1  Glossar .....	11
5.2  Selbständigkeitserklärung .....	11

## 1 Einleitung

1. Um welchen Themenbereich handelt es sich? Seit der Einführung von Geräten, wie Handies, sind Aufmerksamkeitshinweise durch Vibrationen im Alltag angekommen.

2. Warum ist es relevant, sich mit diesem Themenbereich zu befassen? Doch bieten Vibrationen auch außerhalb von einem einfachen Alarmsystem eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Informationsübermittlung (vgl. [1]). In dieser Arbeit soll ein Teilbereich der Haptischen Schnittstellen herausgenommen und der Fortschritt in diesem Feld beschrieben werden.

4. Wie wurden die vorhandenen Erkenntnisse gewonnen? Um dieses Ziel zu erreichen werden die Definitionen Aufmerksamkeitssteuerung und Überwachungsaufgaben eingeführt um anschließend deren Schnittmenge zu betrachten. Dabei werden die Teilbereiche anhand von konkreten Anwendungen erarbeitet und die allgemeinen Erkenntnisse herausgezogen.

5. Welche Fragen sind bislang offen geblieben?

6. Welche dieser offenen Fragen ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung?

7. Wie werden die neuen Erkenntnisse gewonnen?

8. Welche neuen Erkenntnisse sollen gewonnen werden? 9. Wie sind die neuen Erkenntnisse im Zusammenhang mit den bereits vorhandenen Erkenntnissen einzuschätzen? 10. Welche Rahmenbedingungen müssen beachtet werden? 11. Wie ist die Arbeit angelegt?

## 2 Die Thematischen Teilgebiete

Diese Arbeit erkundet die Schnittmenge der drei Teilgebiete Aufmerksamkeitssteuerung, haptische Schnittstellen und Beobachtungsaufgaben. Jedes dieser Teilgebiete enthält viele Informationen, die den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Was nicht in dieser Arbeit zu finden ist sind die Schnittmengen von nur zwei dieser Gebiete. Es wird keine Aufmerksamkeitssteuerung in einer Beobachtungsaufgabe behandelt, die nicht durch eine haptische Schnittstelle erreicht wird. Im Folgenden soll eine Einführung und Abgrenzung der Teilgebiete erfolgen.

### 2.1 Aufmerksamkeitssteuerung

Aufmerksamkeit ist ein weitläufiges Feld, das es für den Zweck dieser Arbeit zu konkretisieren gilt. Daniel Kahneman [2] beschreibt unterschiedliche Eigenschaften der Aufmerksamkeit, von denen die Selektierende Eigenschaft die wichtigste, für diese Arbeit, ist. Die Aufmerksamkeit wird in dieser Arbeit als menschliche Ressource aufgefasst, deren Verteilung es zu steuern gilt. Somit werden beispielsweise die Bereiche „Äsperkte der Intensität“ [2] und „Erregung“ [2] ignoriert.

Eine Steuerung wird immer dann erreicht, wenn ein Stimulus verwendet wird, der die Aufmerksamkeit, eines Menschen, zu der gewünschten Information leitet. Diese Aufmerksamkeitssteuerung kann über jeden Sinn erfolgen. Beispiele

wären das Ansprechen eines Menschen mit dem Namen und das Einblenden eines Warnsymbols im Auto. Vorweggreifend soll hier auch eine Anwendung, wie die Handyvibration nicht unerwähnt bleiben.

## 2.2 Überwachungsaufgaben

Überwachungsaufgaben fordern von dem Aufgaben-Ausführer, dass er über einen längeren Zeitraum Informationen aufnimmt und überwacht. Überwachen heißt dabei, dass der Aufgaben-Ausführer möglichst schnell auf Veränderungen reagieren kann. Ein Beispiel hierfür wäre ein Sicherheitsbeauftragter, der Überwachungsmonitore überprüft. Angenommen die Überwachung findet Nachts statt. Auszeichnendes Merkmal der Überwachungsaufgabe ist, in diesem Fall, dass der Großteil der Zeit der Großteil der Informationen unverändert bleibt. Im Gegensatz dazu steht die Überwachung bei Tag. Hier sind potentiell viele Veränderungen erkennbar, jedoch ist nur ein kleiner Teil für die Überwachungsaufgabe wichtig [?]. Dieses Beispiel zeigt, dass eine Differenzierung von Überwachungsaufgaben nötig ist um diese vereinfachen oder ermöglichen zu können.

Als allgemeine Ziele von allen Geräten, die Überwachungsaufgaben unterstützen lassen sich festhalten:

- Die Aufmerksamkeit des Aufgaben-Ausführers soll auf, für die Erfüllung der Aufgabe, relevante Informationen geleitet werden, ohne dass es zu einer Ermüdung kommt.
- Es soll ermöglicht oder vereinfacht werden die Informationen in relevant und irrelevant zu unterteilen.

## 2.3 Haptische Schnittstellen

Der Mensch verfügt über einen Tastsinn. Um Informationen über diesen Sinn übertragen zu können, werden haptische Schnittstellen verwendet.

Die für den Tastsinn verantwortlichen Nervenzellen können auf unterschiedliche Arten stimuliert werden. Dementsprechend gibt es unterschiedliche haptische Aktuatoren, die zu Informationsübertragung verwendet werden können. Dabei ist eine Unterscheidung zwischen Aktuatoren zu treffen. Die Kommunikation kann entweder über mechanische Bewegung oder elektrische Impulse erfolgen. Darüber hinaus lassen sich weitere Charakteristiken erkennen:

Für beiden Aktuatoren-Typen vergleichbar sind folgende Charakteristiken:

- Position auf der Haut
- Berührungsfläche
- Dauer

Für die Kommunikation über Vibrationen[3]:

- Frequenz
- Amplitude/Intensität
- Dauer

Für die Kommunikation über elektrische Impulse[4, S. 4]:

- Strom
- Spannung
- Material
- Feuchtigkeit

In beiden Fällen ist auch die Kombination der einzelnen Faktoren ausschlaggebend, wie effektiv die Kommunikation stattfindet. Dabei stellt jede Ausprägung dieser Kombinationen ein Aktivierungsmuster da. Diese Aktivierungsmuster werden von Menschen nicht nur mit unterschiedlichen Informationen, sondern auch mit subjektiven Emotionen belegt[5].

Ein Zusammenschluss von mehreren haptischen Aktuatoren führt zu einer größeren Anzahl von Einstellungsmöglichkeiten. Diese ermöglichen das Übertragen von komplexeren Informationen im Vergleich zu einem haptischen Aktuator. Eine Alternative Einsatzmöglichkeit ist zu der Erhöhung der Redundanz bei der Informationsübertragung. Dabei senden die haptischen Aktuatoren, beispielsweise, alle das selbe Übertragungsmuster. Das zu erreichende Ziel ist hierbei dem Menschen, der haptische Aktuator auf der Haut trägt, die Aufnahme der Information zu erleichtern. Diese Anwendung ist gerade in kritischen Situationen, wie sie etwa in militärischen Einsätzen zu finden sind, hilfreich[6]. Nikolic et al. [6] beschreibt, wie haptische Aktoren Piloten bei der Überwachung von Flugzeugdaten unterstützen kann. Je nach Einsatzbereich können zusätzliche Einschränkungen gelten. In dem bereits angesprochenen Militärbeispiel ist eine Verwendung von Aktoren, die an dem Finger angebracht sind, nicht sinnvoll. Eine Positionierung an den Fingern würde die Verwendung desselben einschränken.

Lösungen oft durch Vereinfachung der Datenübertragung. Also genaue Signale gegenüber komplexen, vermeintlich informationsreichen.

Auslagerung der komplexen Informationsaufnahme an andere Sinnesorgane. Verwende Haptik nur um Aufmerksamkeit zu gewinnen. So wie evolutionär entwickelt. [3]

### 3 Anwendungen

Nun stellt sich die Frage in welchen Ausprägungen diese Teilgebiete zusammengeführt werden können. Deshalb sollen im folgenden Anwendungen, die alle drei Teilgebiete umfassen beleuchtet werden.

#### 3.1 Sinneswiederherstellung

Menschliche Sinne können, von Geburt an oder im Laufe der Zeit, nicht, oder nur eingeschränkt, funktionsfähig sein. Um diesen Leistungsverlust ausgleichen zu können bedarf es technischer Hilfsmittel. Hierbei bietet die menschliche Haut eine Möglichkeit zur Aufnahme von Informationen, die typischerweise über andere Sinne aufgenommen werden würden.

**Sehvermögen** Fragen/Teilgebiete/Gliederungspunkte/Absätze: Nach dem Stand der Forschung ist das Auge das leistungsstärkste Sinnesorgan, gemessen an der übertragenen Datenmenge[7]. Dabei liegt die absolute Leistung ca. bei der eines Ethernet-Kabels mit 10 Mbit/s[7]. Der Sehsinn kann somit bereits aus technischen Gründen nicht vollständig über die Haut simuliert werden. Die für die Überwachung der Umwelt wichtigen Informationen lassen sich von den unwichtigen differenzieren.

**Lesen** Geschriebene Worte sind eine Darstellung der menschlichen Sprache. Im Fall der Einschränkung des Sehvermögens ist auch die Fähigkeit zu lesen beeinträchtigt.

*Optacon* Eine Lösung für diese Einschränkung wurde von Bliss et al. 1970 in Form des Optacon entwickelt (Zitiert nach:[3]). Dabei werden auf einer Anzeigefläche die Buchstaben in Form von Vibrationen dargestellt. Das identifizieren der Buchstaben übernimmt ein Scanner, der über geschriebene Worte bewegt werden kann. Mit diesem Gerät ist es möglich zwischen 50 und 100 Worten in der Minute zu lesen [3]. Bliss et al. [8] identifiziert in seiner Arbeit drei Testcharakteristiken, die einen Einblick in die Leistung eines "Direkt Übersetzers mit taktilem Ausgang"[8] bieten.

- Lesbarkeit

Die Lesbarkeit beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit, die gelesene Information von dem Benutzer, wie vorgesehen interpretiert wird. Für das Erreichen der Charakteristik muss es möglich sein Buchstaben zu unterscheiden. Auch ist die Erneuerungsrate, mit der das Gerät die Buchstaben neu zeichnet, von Bedeutung. Eine zu geringe Wiederholungsrate kann zu Missverständnissen führen.

- Lesegeschwindigkeit

- Lesbarer Ausschnitt

### 3.2 Zwischenmenschliche Kommunikation

1. Warum wird die Anwendung eingesetzt? Die Zwischenmenschliche Kommunikation ist ein komplexer Vorgang, bei dem zumeist viele Sinne beansprucht werden. Über den Hörsinn werden die Informationen aufgenommen, die in der gesprochenen Sprache zu finden sind. Der Sehsinn wird verwendet um Lippen zu lesen und somit ein besseres Verständnis zu erzeugen. Darüber hinaus kann über ihn die emotionale Lage des Gesprächspartners eingeschätzt werden und auf Gesten, wie ein Handschlag, reagiert werden. Jedoch gibt es auch Umgebungen, in denen diese Kommunikationswege unterbunden werden. Der Geräuschpegel kann zu hoch sein um Sprache zu verstehen. Das Licht kann zu dunkel sein um den anderen Menschen zu sehen, mit dem kommuniziert wird [1]. 2. Warum wurde sie entwickelt? Des weiteren können auch durch Unfälle, Alter oder Krankheiten die Augen und Ohren beeinträchtigt sein. Um die Fähigkeit der Zwischenmenschlichen Kommunikation zu erhalten sind Seh- und Hörhilfen verbreitete technische Werkzeuge. Eine weitere Alternative ist das Umverlagern der Kommunikation auf einen anderen Sinn[1]. 3. Welches Problem soll sie lösen? 4. Wo wird die Anwendung eingesetzt? 5. Wer hat sie entwickelt? Frank A. Geldard [1] beschreibt hierzu in seiner Arbeit die Entwicklung der Forschung, die versucht die zwischenmenschliche Kommunikation auf den Tastsinn zu verlagern. Zuerst wird beschrieben, wie die Haut dazu genutzt werden kann wie ein Ohr zu funktionieren. Dabei wird die Haut als Trommelfell verwendet. Dieser Ansatz liefert nach einer Einlernphase von 30h ein Vokabular von einigen einzelnen Worten[1]. Das Problem bei dieser Anwendung liegt in der Zuverlässigkeit. Bei einer Wiederkennungsrate von ca. 75

*Tactons* Die Idee, für die haptische Wahrnehmung spezialisierte Vibrationsmuster zu erstellen, wird von Stephen Brewster und Lorna M. Brown[9] behandelt. Ihr Vorschlag ist sogenannte Tactile Icons (Tactons) zu verwenden, die haptisch gut differenzierbar sind. Dabei orientieren sie sich an musik ähnlichen Mustern, die von den taktilen Akteuren dargestellt werden[9]. Der Unterschied zu der Darstellung von Buchstaben ist, dass die Tactons selbst eine Bedeutung haben und nicht in eine gesprochene Sprache übersetzt werden müssen um sie zu verstehen. Dadurch sollte eine bessere Antwortzeit bei dem Benutzer erreicht werden. 6. Welche wissenschaftlichen Grundlagen sind wichtig? 7. Welcher Hintergrund war gegeben? 8. Wie ist die Anwendung aufgebaut? 9. Was sind wichtige Charakteristiken 10. Was sind die Allgemeinen Erkenntnisse, die sich daraus festhalten lassen? 11. Was kann hier noch erweitert werden?

### 3.3 Leistungssteigerung

Fragen/Teilgebiete/Gliederungspunkte/Absätze: Leistung ist nach der Physik Arbeit pro Zeit. Um eine Leistungssteigerung zu erreichen muss also entweder die geleistete Arbeit bei gleicher Zeit erhöht werden oder dementsprechend die Zeit kürzer werden, die für eine Aufgabe gefragt ist. Hier können haptische Aktuatoren unterstützend eingreifen.

### 3.4 Erweiterung des Wahrnehmungsspektrums

Fragen/Teilgebiete/Gliederungspunkte/Absätze: Das Wahrnehmungsspektrum des Menschen ist durch die ihm zur Verfügung stehenden Sinne begrenzt. Auch spielt die Verarbeitungsgeschwindigkeit dieser Informationen für die Gesamtwahrnehmung eine Rolle. Die evolutionäre Aufgabe der haptik ist auf kurzer Distanz (Berührung) Informationen über die Umwelt zu liefern. Dementsprechend ist es von der Natur nicht vorgesehen größere Distanzen haptisch zu erfassen. Jedoch sind Situationen denkbar, in denen eine Verlagerung der Umgebungsanalyse von den Augen, die die Hauptverantwortlichen hierfür sind, auf andere Sinnesorgane vorzunehmen. Dadurch werden andere Sinneskapazitäten freigeräumt.

*Haptische Navigationssysteme*

### 3.5 Zuverlässigkeit Erzeugung

Fragen/Teilgebiete/Gliederungspunkte/Absätze:



## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Fragen/Teilgebiete/Gliederungspunkte/Absätze:



## 5.1 Glossar

**Aktuator** Bauelement, welches elektrische Signale in andere physikalische Größen, wie beispielsweise Bewegung, umsetzt..

## 5.2 Selbständigkeitserklärung

## Literatur

1. Frank A. Geldard. Some neglected possibilities of communication. *Science*, 131(3413):1583–1588, 1960.
2. Daniel Kahneman. *Attention and effort*, volume 1063. Citeseer, 1973.
3. Lynette A. Jones and Nadine B. Sarter. Tactile displays: Guidance for their design and application. *Human Factors*, 50(1):90–111, 2008. PMID: 18354974.
4. K. A. Kaczmarek, J. G. Webster, P. Bach-y-Rita, and W. J. Tompkins. Electrotactile and vibrotactile displays for sensory substitution systems. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 38(1):1–16, Jan 1991.
5. M. A. Baumann, K. E. MacLean, T. W. Hazelton, and A. McKay. Emulating human attention-getting practices with wearable haptics. In *2010 IEEE Haptics Symposium*, pages 149–156, March 2010.
6. Mark I Nikolic, Aaron E Sklar, and Nadine B Sarter. Multisensory feedback in support of pilot-automation coordination: the case of uncommanded mode transitions. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 42, pages 239–243. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 1998.
7. Kristin Koch, Judith McLean, Ronen Segev, Michael A. Freed, I. I. Berry, Michael J., Vijay Balasubramanian, and Peter Sterling. How  $\text{jem}_i\text{much}_i/\text{em}_i$  the eye tells the brain. *Current Biology*, 16(14):1428–1434, June 2019.
8. J. C. Bliss, M. H. Katcher, C. H. Rogers, and R. P. Shepard. Optical-to-tactile image conversion for the blind. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11(1):58–65, March 1970.
9. Stephen Brewster and Lorna M. Brown. Tactons: Structured tactile messages for non-visual information display. In *Proceedings of the Fifth Conference on Australasian User Interface - Volume 28*, AUIC '04, pages 15–23, Darlinghurst, Australia, Australia, 2004. Australian Computer Society, Inc.