

Unfolding Space

Text-Package in English

This package contains text material about the „Unfolding Space“ project by Jakob Kilian. Everything is released under CC-BY 4.0. You are therefore free to share and adapt the material in accordance with the terms of the license (attribution).

More information on the project and the used license:

unfolding.space.jakobkilian.de

Feel free to contact me, if you have any question:

mail@jakobkilian.de

Unfolding Space

Text-Paket auf Deutsch

Dies ist ein Paket mit verschiedenem Textmaterial über das „Unfolding Space“ Projekt von Jakob Kilian. Die Texte stehen wie die gesamte Arbeit unter CC-BY 4.0 Lizenz. Unter Beachtung der Lizenzbedingungen (Namensnennung) können Texte und Abschnitte also gerne verändert und geteilt werden.

Mehr Information zum Projekt und zur verwendeten Lizenz unter:

unfolding.space.jakobkilian.de

Solltest Du Fragen an mich haben, schreibe mir gerne unter:

mail@jakobkilian.de

Short Description

The ›Unfolding Space‹ Prototype enables the user to see with the hand: A 3D generated picture from a depth camera is haptically projected on the back of the hand by using vibration patterns. The location of a vibration depicts an object's relative position in space, the strength of the vibration represents its distance. Blind or blindfolded users can interactively explore their surroundings with this new depth sense, locate and avoid obstacles and subsequently even orient themselves in unfamiliar environments.

The theoretical background of this project is called Sensory Substitution. A phenomenon by which the function of one missing or faulty sensory modality is replaced (substituted) by stimulating another one – in this case the tactile modality.

At the beginning of the substitution process, this new stimulation has to be actively interpreted by analysing the tactile stimulus. But after some training the new visual-like Input becomes implicit and gets processed subconsciously. Users begin to see the space in front of them.

These scientific findings exist for over 50 years, but even today there are almost no blind people using this substitution processes to handle the absence of their visual system. This is the primary reason why I tried to keep the production costs at a minimum level (they are now below 500 €) and also why I decided to publish the code and the materials under an Open Source license in order to inspire other designers, developers or commercial providers to work within this field.

Aspects

What it does

The ›Unfolding Space‹ glove aims to enable the blind to haptically experience their surroundings through vibration, so that they can detect obstacles and orient themselves in space in order to better cope with their daily activities.

My Inspiration

Many studies already proved that it is possible to replace the function of one missing or faulty sensory modality by stimulating another one. These scientific efforts – labelled as ›Sensory Substitution‹ – started more than 50 years ago, but even today there are almost no blind people using substitution processes to handle the absence of their visual system. All attempts to develop a device for the broad market failed.

I kept the production costs at a minimum level

and decided to publish the code and the materials under an Open Source license in order to inspire other designers, developers and commercial providers to work within this field.

How it works

A 3D generated picture from a depth camera is haptically projected on the back of the hand by using vibration patterns. The location of a vibration depicts an object's relative position in space, the strength of the vibration represents its distance. Blind or blindfolded users can interactively explore their surroundings with this new depth sense, locate and avoid obstacles and subsequently orientate and navigate better in unfamiliar environments.

The brain is capable of learning and interpreting the new visual input due to its high plasticity. At

the beginning of the substitution process, the vibrations have to be actively interpreted by analysing the tactile stimulus. But after some training the new visual-like Input becomes implicit and gets processed subconsciously. Users begin to SEE the space in front of them.

Design Process

As mentioned in the Inspiration Text many projects failed on a practical implementation. An analysis revealed that despite the elaborate technology used by them, design and usability issues were often not taken into place.

Therefore I followed an open and iterative rapid-prototyping approach to quickly work out strengths and potentials and to identify limitations of the hardware and algorithms. On this account I already could test the general setup of the final prototype and avoid impasses on a very early stage (see figure 5). Even though my theoretical work about Sensory Substitution had already predicted many aspects, it was this process of prototyping that lead me to a functioning device that quick.

I always tried to keep open as many variables as possible to be able to constantly adjust parts of the hardware and the code to the findings of the field tests. The positioning of sensor and stimulator on the back of the hand is one major change I would like to cite: Whereas most of the Sensory Substitution devices position them on the head or the trunk, which has a very limited freedom of movement, I chose the hand as it can not just move but also rotate in three axes. This gives the user a high level of interaction possibilities which improve the interpretation of the stimulus.

How is it different?

In general, devices for Sensory Substitution are very technology oriented and often don't observe design and usability aspects. At the same time their high costs hinder a broad acceptance and can create social problems, as only a few people would be able to afford them. My prototype meets both: it has been developed from an interaction design perspective and it is cheap. The glove is easy to use and to learn, creates a convenient user experience and is equipped with a sophisticated appearance. At the same time its production costs are far below 500 \$ and due to its Open Source publication everyone can basically rebuild the device.

Specifically on the construction, there are only a few papers suggesting 3D depth images for Sensory Substitution at all and none of them attracted great attention or made it to a final product. Also the positioning on the back of the hand is rare, what makes the combination of input and output hardware absolutely unique.

Future Plans

The work has only just started and the device was planned as a prove-of-concept: it proved that it is possible to develop a Sensory Substitution device on a low budget level that is implemented in a sophisticated and aesthetical design. The glove not only hides the technical device itself and therefore reduces social stigmatization. Interacting with it can be done in a sublime body posture.

But there is a lot more to do: with the prototype there is a tool of communication which makes it possible to approach the blind and figure out potentials and problems of the device in cooperation.

Kurzbeschreibung

›Unfolding Space‹ ermöglicht es, mit der Hand sehen zu können. Dazu projiziert der Prototyp dreidimensionale Bildinformationen, die von einer Tiefenkamera generiert wurden, als Vibrationsmuster auf den Handrücken. Der Ort einer Vibration stellt die relative Lage eines Objektes im Raum dar, die Stärke der Vibration repräsentiert deren Entfernung. Blinde Nutzer*innen oder Personen mit verbundenen Augen können mit diesem neuen Tiefensinn ihre Umwelt interaktiv erfahren, Hindernisse erkennen und sich nach und nach auch in fremden Umgebungen orientieren und zurechtfinden.

Das theoretische Rückgrat des Projekts bildet die Sensorische Substitution. Ein Phänomen, bei dem die Funktion einer fehlenden oder defekten Sinnesmodalität durch Stimulation einer anderen – in diesem Fall der taktilen – ersetzt (substituiert) wird. Zu Beginn des Substitutionsprozesses müssen diese neuen Stimulationen noch bewusst und

aktiv analysiert und interpretiert werden. Doch mit ein wenig Training kann diese visuell-ähnliche Information schließlich implizit verstanden und unterbewusst verarbeitet werden. Die Nutzer*innen beginnen dann den Raum vor ihnen zu *sehen*.

Für die Wissenschaft ist das Phänomen keineswegs neu: Schon seit über 50 Jahren wird es intensiv erforscht. Dennoch macht es sich auch heute nahezu keine Person zur Kompensation ihrer Sehschwäche zunutze. Aus diesem Grund lag ein besonderes Augenmerk darauf, die Produktionskosten eines solchen Devices so niedrig wie möglich zu halten (sie belaufen sich nun auf unter 500 €), den Code und das Arbeitsmaterial unter Open Source Lizenz zu veröffentlichen und so andere Designer*innen, Entwickler*innen und kommerzielle Institutionen zur Arbeit an diesem Thema zu inspirieren.

Aspekte

Worum geht es?

Der ›Unfolding Space‹ Handschuh ermöglicht blinden Menschen, ihre Umwelt über Vibrationen haptisch zu erfahren, wodurch sie Hindernisse erkennen, sich leichter im Raum orientieren und ihren Alltag dadurch besser bestreiten können.

Meine Inspiration

Viele Studien konnten bereits nachweisen, dass es möglich ist, die Funktion einer defekten Sinnesmodalität durch Stimulation einer anderen zu ersetzen. Diese wissenschaftlichen Bemühungen werden unter dem Begriff der ›Sensorischen Substitution‹ zusammengefasst und reichen über

50 Jahre zurück. Dennoch macht sich dieses Phänomen auch heute nahezu keine Person zur Kompensation ihrer Sehschwäche zunutze. Auch alle Versuche das Konzept als Produkt umzusetzen, hatten auf dem Markt keinen Erfolg.

Aus diesem Grund lag ein besonderes Augenmerk darauf, die Produktionskosten eines solchen Devices so niedrig wie möglich zu halten (sie belaufen sich nun auf unter 500 €), den Code und das Arbeitsmaterial unter Open Source Lizenz zu veröffentlichen und so andere Designer*innen, Entwickler*innen und kommerzielle Institutionen zur Arbeit an diesem Thema zu inspirieren.

So funktioniert es

Der Prototyp projiziert dreidimensionale Bilder, die von einer Tiefenkamera generiert wurden, als Vibrationsmuster auf den Handrücken. Der Ort einer Vibration stellt die relative Lage eines Objektes im Raum dar, die Stärke der Vibration repräsentiert deren Entfernung. Blinde Nutzer*innen oder Personen mit verbundenen Augen können mit diesem neuen Tiefensinn ihre Umwelt interaktiv erfahren, Hindernisse erkennen und sich nach und nach auch in fremden Umgebungen orientieren und zurechtfinden.

Das Gehirn ist aufgrund seiner immensen Plastizität in der Lage, den neuen visuellen Input zu erlernen und zu interpretieren. Zu Beginn des Substitutionsprozesses müssen diese neuen Stimulationen noch bewusst und aktiv analysiert und interpretiert werden. Doch mit ein wenig Training kann diese visuell-ähnliche Information schließlich implizit verstanden und unterbewusst verarbeitet werden. Die Nutzer*innen beginnen dann den Raum vor ihnen zu *sehen*.

Design Prozess

Viele Projekte aus dem Bereich der Sensorischen Substitution sind bereits an einer praktischen Umsetzung gescheitert. Eine Analyse vergangener Versuche zeigte, dass – trotz extrem hoher technischer Raffinesse – Design- und Nutzbarkeitsaspekte oft keine große Rolle spielten. Ich verfolgte deshalb einen offenen und praktisch angelegten Designprozess: durch Methoden des Interaction Designs und des Rapid Prototypings wurden früh Funktionsmodelle gebaut, die in der Praxis intensiv auf bestimmte Kriterien hin getestet werden konnten. Dadurch konnten sowohl Stärken und Potentiale als auch Schwächen von Hardware, Aufbau und Algorithmen ausfindig gemacht werden. Neben der Tatsache, dass viele Gestaltungsaspekte bereits durch den theoretischen Teil meiner Bachelorarbeit vorhergesagt werden konnten, brachte mich dieser offene Designprozess schon sehr früh zu funktionstüchtigen Prototypen.

Währenddessen habe ich stets versucht, so viele Variablen wie möglich offen zu halten, um die Erkenntnisse der praktischen Versuchsreihen jederzeit in die Hard- und Software einfließen lassen zu können. An dieser Stelle soll die Positionierung von Sensor und Stimulator auf dem Handrücken als beispielhaftes Ergebnis dieses Prozesses aufgezeigt werden: Während die meisten Devices zur Sensorischen Substitution an der Stirn oder dem Rumpf befestigt sind und somit in ihrer Bewegungsfreiheit sehr begrenzt sind, wählte ich als Ort die Hand, die sich nicht nur auf allen drei Achsen des Raumes bewegen sondern auch drehen kann. Dies gibt Nutzer*innen eine große Vielfalt an Interaktionsmöglichkeiten, welche die Interpretation des neuen Stimulus erheblich erleichtert.

Was macht das Projekt einzigartig?

Die meisten Devices zur Sensorischen Substitution sind eher technisch orientiert und vernachlässigen Design- und Nutzbarkeitsaspekte. Gleichzeitig verhindern hohe Anschaffungskosten eine breite Akzeptanz und führen dazu, dass sich die Devices nur wenige Menschen leisten können. Mein Prototyp begegnet beiden Problematiken: Er wurde aus der Perspektive des Interaktions-Designs heraus entwickelt und ist günstig. Der Handschuh besitzt eine ansprechende Erscheinung, erzeugt eine angenehme Nutzungserfahrung und der Umgang mit ihm ist unkompliziert und schnell erlernbar. Gleichzeitig liegen die Herstellungskosten unter 500€ und könnten, wie in der Arbeit erörtert, noch weiter gesenkt werden. Da das Projekt Open Source veröffentlicht wurde, ist es zudem möglich, selbst den Prototypen selbst nachzubauen. Zum Aufbau bleibt weiterhin zu sagen, dass bisher nur sehr wenige und zudem junge wissenschaftliche Veröffentlichungen 3D Tiefenbilder für Sensorische Substitution zu Rate gezogen haben. Keine von Ihnen stieß auf große Resonanz oder brachte es zu einem fertigen Produkt. Auch die Positionierung auf dem Handrücken wurde von wenigen

so gewählt, wodurch die Hardware Kombination neuartig und einzigartig ist.

Zukünftige Pläne

Die eigentliche Arbeit hat gerade erst begonnen: Das Projekt sollte als Proof-of-Concept dienen und zeigen, dass es möglich ist, ein Low Budget Device zur Sensorischen Substitution zu entwickeln und zu gestalten, das Ästhetik- und Usabilityfaktoren gerecht wird. Der Handschuh versteckt durch seine Bauweise nicht nur die technische Kompo-

nente selbst und hilft dadurch soziale Stigma zu reduzieren. Er kann selbst zu einem interessanten Wearable werden, das in erhabener Körperhaltung benutzt werden kann.

Es gibt allerdings noch viel zu tun. Mit dem Bau des ersten Prototypen liegt nun ein Kommunikations-Werkzeug bereit, mit dem es möglich ist, direkt mit Blinden zusammenzuarbeiten, Potentiale und Probleme des Aufbaus herauszuarbeiten und in zukünftige Prototypen einfließen zu lassen.