Verschwimmende Grenzen zwischen Körpern, Bits und Atomen: von Clearboard zu Tangible Bits

Hiroshi Ishii

Am Meeresufer

Wo Land und Meer aufeinandertreffen, bilden sie eine Grenze. Es ist eine Grenzlinie, die unentwegt in Bewegung ist und ihre Form verändert. Dabei handelt es sich nicht einfach nur um eine Linie in der Landschaft, sondern auch um eine kritische biologische Zone. Jeder Wechsel der Gezeiten bringt für die Bewohner dieser Zwischenzone tiefgreifende Veränderungen ihrer Umgebung mit sich. Wenn die Tiere dieser Zone vom Wasser freigegeben werden, müssen sie der Hitze und Trockenheit standhalten, wenn sie überflutet werden, dem ununterbrochenen Anrollen der Wellen trotzen. Das Leben an dieser Grenze ist schwierig, zugleich aber ist sie auch ein fruchtbarer Lebensraum für viele Lebens- und Verhaltensformen [Ten 87].

Die digitale Küste

Wo Bits und Atome aufeinandertreffen, entsteht eine andere Art Uferlinie. An dieser Uferlinie zwischen physischem Raum und Cyberspace leben wir heute. Das pausenlose Anrollen von Bitwellen verzerrt unsere Art der Raumwahrnehmung und stellt die Grenzen unseres materiellen Körpers in Frage. Das Leben an dieser Grenze ist schwierig, denn auch wenn wir in die Welt digitaler Informationen eingetaucht sind, bleibt unser Körper in der physischen Welt zurück. Zugleich aber stellt diese Grenze eine überaus interessante Herausforderung für Mediendesigner dar, die Kluft zwischen der Welt der Bits und der Welt der Atome zu überbrücken. Grenzen werden häufig als etwas Trennendes empfunden, man muß sie aber als "Schnittstellen" verstehen, die den Austausch zwischen benachbarten Welten aktiv fördern. Um eben solche Formen des Schnittstellendesigns wird es im folgenden gehen.

Als Beispiel für Entwürfe, die die Grenzen zwischen unseren Körpern, dem Cyberspace und dem physischen Raum verschwimmen lassen, werde ich zwei Mediendesign-Projekte vorstellen: Clearboard [1991-94] an den NTT Human Interface Laboratories und Tangible Bits [1996-jetzt] am MIT Media Laboratory.

Das Ziel dieser Projekte ist es, über die derzeit vorherrschenden "talking head" und "painted bits"-Modelle hinauszugehen, indem die Informationen nicht auf den Computer beschränkt bleiben, sondern in die von unseren Körpern bewohnten Räume projiziert werden. Ich werde unseren Konstruktionsansatz aus der Perspektive der HCI [Human-Computer Interaction]- und CSCW [Computer-Supported Cooperative Work]-Forschung präsentieren.

Verzerrung von Hybridräumen

Die Medientechnologie erweitert den Raum, in dem wir leben und in dem wir mit anderen interagieren — oft jedoch auf abrupte und willkürliche Art und Weise. Diese "Hybridräume" können Verzerrungen und mangelnde Kontinuität aufweisen, so daß unsere Körper häufig die Orientierung verlieren. Es sind keine nahtlosen Räume mehr.

Videotelefone schaffen einen interpersonellen Kommunkationsraum, der durch die Sichtbarkeit von Gestik und Gesichtsausdruck physisch abwesender Personen ein Gefühl der Telepräsenz oder Co-Präsenz bewahrt. Die Verzerrungen des Hybridraumes machen es jedoch

schwierig, die verschiedenen nonverbalen Zeichen für eine natürliche und reibungslose Kommunikation mit körperlich nicht anwesenden Kollegen zu verwenden.

Eine Beschränkung gegenwärtiger Medien für die Zusammenarbeit mehrerer Benutzer liegt in der Ad-hoc-Konfiguration des gemeinsamen Arbeitsplatzes. Üblicherweise besteht dieser aus Groupware, die in einem Bildschirmfenster neben einem kleineren zweiten mit einem "talking head" läuft. Das kommt dem Betrachten eines räumlich fragmentierten kubistischen Bildes gleich. Auf diesen gemeinsamen elektronischen Arbeitplätzen sind die kleinen Mauszeiger vollständig vom Körper abgetrennt und die Kontinuität zwischen dem Bild der abwesenden Person und der gemeinsamen Arbeitsfläche ist eingeschränkt.

Clearboard und die Konstruktion von nahtlosen Räumen

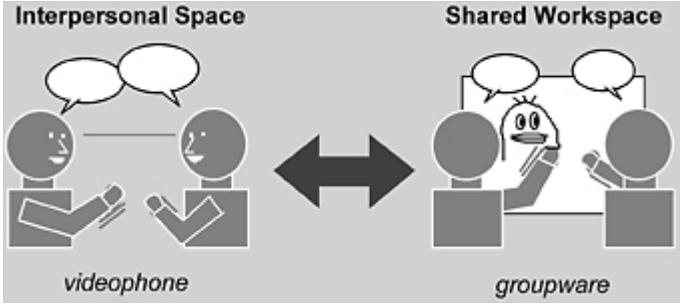

Abb. 1 Nahtlose Integration von interpersonellem Kommunikationsraum und gemeinsam genutzten Arbeitsbereich.
© Hiroshi Ishii, Boston, Mass.

Clearboard wurde in Zusammenarbeit mit Minoru Kobayashi am NTT entworfen, um auch auf Distanz eine nahtlose Integration von gemeinsam genutztem Arbeitsbereich und interpersonellem Kommunikationsraum zu verwirklichen [Abb. 1]. Eines der Ziele von Clearboard war, zwei Benutzer durch den Einsatz von vertrauten alltäglichen Zeichen wie Gestik, Kopfbewegungen, Augenkontakt und Blickrichtung des Partners problemlos zwischen dem interpersonellen Kommunkationsraum und der gemeinsamen Arbeitsfläche wechseln zu lassen. Als Schlüsselmetapher benutzt Clearboard eine große durchsichtige Glasplatte, durch die man hindurchspricht und die auch zum Zeichnen dient [Ishii, Kobayashi und Grudin 93].

Abb. 2 ClearBoard-1 in Verwendung
© Hiroshi Ishii, Boston, Mass.

Abb. 2 zeigt Clearboard-1, den ersten Prototyp für Fernkooperation. Zwei Benutzer besprechen eine Fahrtroute, indem sie einen Plan direkt auf die Bildschirmoberfläche

zeichnen. Durch die spiegelverkehrte Wiedergabe der Videobilder können sich auf dem Plan beide gleich orientieren. Die Partner können jeden Text und jede Graphik in der richtigen Ausrichtung lesen.

Es hat sich gezeigt, daß die Benutzer mit ihrer Aufmerksamkeit mühelos zwischen dieser Aufgabe und dem Gesicht des Partners wechseln konnten. Sie konnten den Gesichtsausdruck ihres Partners lesen, Augenkontakt herstellen und den Umstand nutzen, daß sie die Blickrichtung des Partners mitbekamen. Die Fähigkeit, die Blickrichtung des Partners und damit das Ziel seiner Aufmerksamkeit zu verfolgen, nennen wir "Blickbewußtsein".

Von Clearboard zu Tangible Bits

Clearboard geht nicht nur über die herkömmliche Schreibtisch-Metapher und die fensterbasierte graphische Benutzeroberfläche hinaus, sondern läßt auch die Imitation physischer Nähe ["Dasein"] hinter sich, die lange Zeit das unumstrittene Ziel der Kommunikationstechnologie war. Mit Clearboard bewegen wir uns in Richtung "jenseits des Daseins" [Hollan 92]. Außerdem entwickelt Clearboard die Wand von einem passiven Medium der Trennung zu einem dynamischen Medium der Zusammenarbeit weiter, das auseinanderliegende reale und virtuelle Räume integriert. Inspiriert durch Clearboard entstand die Vision von einem neuen architektonischen Raum, in dem sämtliche Raumelemente wie Wände, Decken, Arbeitsflächen, Fenster und Türen zu "interaktiven Oberflächen" werden, mit deren Hilfe die Menschen mit anderen realen und virtuellen Umgebungen kommunizieren können [Ishii, Kobayashi und Arita 94].

Tangible Bits ist ein Schritt zur Umsetzung dieser Vision, in die gleichzeitig zwei neue Schlüsselideen einfließen. Erstens geht es uns darum, interaktive Oberflächen in Verbindung mit greifbaren physischen Objekten einzusetzen, die zur physischen Darstellung und Manipulation digitaler Informationen dienen. Zweitens möchten wir die interaktiven Oberflächen mit sogenannten Ambient Media koppeln, wobei Licht, Geräusche, Luftströmungen und sogar Wasserbewegungen in der Umgebung Informationen übermittelt werden, die an der Peripherie des menschlichen Bewußtseins liegen.

Derzeit ist die Interaktion zwischen Mensch und Cyberspace größtenteils auf graphische User-Interfaces [GUIs] auf Desktop- oder Laptopgeräten beschränkt. Die Interaktion mit diesen GUIs ist von der gewöhnlichen physischen Umgebung, in der wir leben und kommunizieren, getrennt.

Wir haben eine Reihe von Skills und Arbeitstechniken zur Informationsverabeitung durch haptische Interaktion mit physischen Objekten und mit Hilfe peripherer Sinne entwickelt. Im derzeitigen HCI-Design werden die meisten dieser Techniken aufgrund der mangelnden Vielfalt an Input/Output-Medien und einer übermäßigen Betonung des graphischen Outputs auf Kosten des Inputs aus der realen Welt vernachlässigt.

Die wichtigsten Ideen von Tangible Bits

Der Einsatzbereich von Komputationsprozessen verschiebt sich gegenwärtig in zwei Richtungen weg vom Schreibtisch: auf unsere Haut/unseren Körper und in die physische Umgebung, in der wir leben. Der Wechsel zum Körper wird markiert durch die jüngsten Entwicklungen auf dem neuen Gebiet der "tragbaren Computer" [Mann 96]. Wir konzentrieren uns auf den zweiten Weg: die Integration von Computererweiterungen in unsere materielle Umgebung. Unser Ziel ist, die natürlichen materiellen Gegebenheiten zu

nutzen und so zu einer verbesserten Lesbarkeit und Nahtlosigkeit der Interaktion zwischen Mensch und digitaler Information zu gelangen.

Tangible Bits stellt den Versuch dar, die Kluft zwischen Cyberspace und unserer natürlichen Umgebung durch das Greifbarmachen digitaler Informationen [Bits] zu überbrücken. Wir beschäftigen uns mit der Entwicklung von Möglichkeiten, Bits von unserer physischen Umgebung aus zugänglich zu machen. Unsere Schlüsselkonzepte sind:

* Interaktive Oberflächen: Transformation aller Oberflächen eines Raumes [Wände, Arbeitsflächen, Decken, Türen, Fenster] in aktive Schnittstellen zwischen materieller und virtueller Welt;

* Koppelung von Bits und Atomen: Alltägliche greifbare Gegenstände [z. B. Karten, Bücher, Modelle] werden nahtlos mit der dazugehörigen digitalen Information gekoppelt;

* Ambient Media: Die Verwendung von Raumzuständen wie Geräusch, Licht, Luftströmungen und Wasserbewegungen als Hintergrundschnittstellen mit dem Cyberspace an der Peripherie der menschlichen Wahrnehmung [Ishii und Ullmer 97].

Letztendlich suchen wir nach Möglichkeiten, jeden Zustand, den Materie in unseren alltäglichen Räumen einnehmen kann — nicht nur feste Materie, sondern auch Flüssigkeiten und Gase — in Schnittstellen zwischen Mensch und digitaler Information zu verwandeln. Wir forschen nach Mitteln, sowohl die Qualität als auch die Bandbreite der Interaktion zwischen Mensch und digitaler Information zu verbessern, indem wir

* die Benutzer durch die Koppelung von Bits mit greifbaren Objekten in die Lage versetzen, Vordergrund-Bits "zu ergreifen und zu manipulieren";

* den Benutzern mit Hilfe von Ambient Media in einem erweiterten Raum die Möglichkeit geben, sich der Hintergrund-Bits der Peripherie bewußt zu werden.

Die derzeitige HCI-Forschung konzentriert sich in erster Linie auf Vordergrundaktivitäten und vernachlässigt den Hintergrund. Unbewußt nehmen Menschen jedoch vielfältige "Peripherie"-Informationen auf, um die sie sich nicht explizit kümmern. Wird etwas Ungewöhnliches bemerkt, rückt es sofort ins Zentrum ihrer Aufmerksamkeit.

Durch Ambient Media und greifbare Gegenstände den reibungslosen Wechsel der Aufmerksamkeit des Benutzers zwischen Vordergrund und Hintergrund zu ermöglichen, ist eine der größten Herausforderungen für Tangible Bits [Abb. 3].

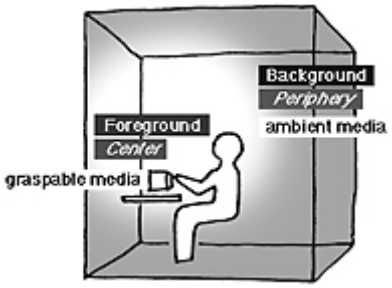

Abb. 3 Zentrum und Peripherie der Aufmerksamkeit innerhalb des physischen Raumes
© Hiroshi Ishii, Boston, Mass.

Um die Idee von Tangible Bits zu illustrieren und umzusetzen, hat unsere Gruppe verschiedene Plattformen, darunter metaDESK, ambientROOM [Ishii und Ullmer 97], inTouch [Brave und Dahley 97, siehe Seite 282] und Triangles [Orth und Gorbet 97, siehe Seite 284] entworfen.

metaDESK [Ishii und Ullmer 97]

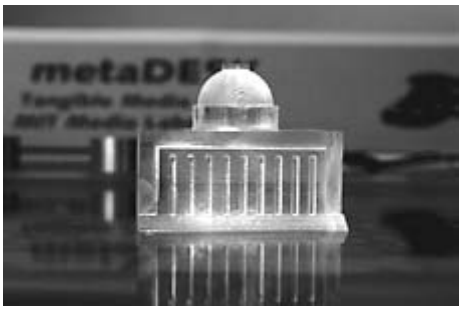

Abb. 4 Phicon [Physical Icon] der MIT-Kuppel auf dem metaDESK: Bits-Container von MIT
© Hiroshi Ishii, Boston, Mass.

Die Oberfläche von metaDESK bildet ein Gateway zwischen digitalem und physischem Raum, wobei physische Icons ["phicons"] als Container und Hebel für das physische Manipulieren digitaler Daten dienen. Als physische Schnittstellenelemente verwendet metaDESK zudem Vorrichtungen wie die aktive Linse, ein am Arm montiertes LCD-Display, und die passive Linse, eine mobile "Linse" aus Glasfiberbündeln mit Rückprojektion. Die erste Prototypanwendung von metaDESK ist Tangible Geospace, wo Benutzer physisch mit 2D- und 3D-Bildern vom MIT-Campus interagieren können [Abb. 4].

ambientROOM [Ishii und Ullmer 97]

ambientROOM ist eine Plattform, die die Verwendung von Ambient Media zur Übermittlung von Informationen erkundet, die sich an der Peripherie der menschlichen Wahrnehmung befinden. Durch die Anzeige der Umgebungsfaktoren wie Licht, Schatten, Geräuschkulisse, Luftströmungen und Wasserbewegung vermag der Raum Umweltinformationen über Wetter, Verkehr oder sogar das Treiben Ihres Kindes vermitteln.

inTouch [Brave und Dahley 97]

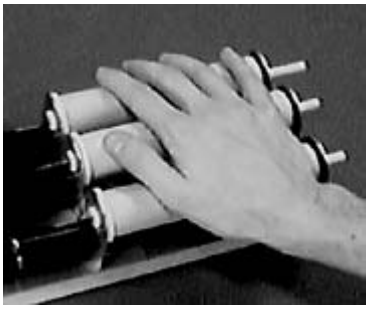

Abb. 5 inTouch in Verwendung
© Hiroshi Ishii, Boston, Mass.

inTouch erforscht neue Formen interpersoneller Telekommunikation unter Verwendung des Tastsinns. Der Prototyp besteht aus zwei Vorrichtungen, die jeweils aus drei in eine Unterlage

eingebetteten zylindrischen Rollen bestehen [Abb. 5]. Dreht ein Benutzer eine oder alle dieser Rollen, wird diese Bewegung von einer möglicherweise weit entfernten Partnervorrichtung exakt nachgeahmt. Durch die beiderseitige Manipulation eines "gemeinsam genutzten" physischen Gegenstandes können die Benutzer also die Interaktion einer abwesenden Person fühlen.

Triangles [Orth und Gorbet 97]

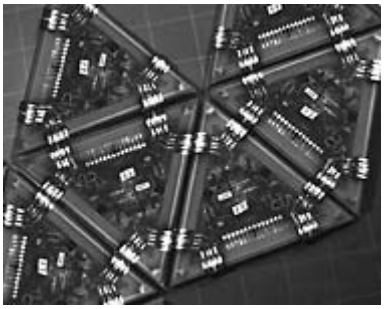

Abb. 6 Triangles physisch und digital verbunden
© Hiroshi Ishii, Boston, Mass.

Triangles besteht aus einem Bausatz identischer, flacher, plastischer Dreiecke, die sowohl physisch als auch digital miteinander verbunden werden können, um damit bestimmte digitale Ereignisse auszulösen. Es handelt sich um ein einfaches, aber ausdrucksstarkes Mittel der physischen Interaktion mit digitaler Information [Abb. 6]. Das Triangle-Projekt ist ein erster Schritt in Richtung eines umfassenderen Ziels — der Entwicklung von "Objekten mit doppelter Identität", d. h. von Gegenständen, die durch ihre physische Konstruktion die Struktur und die Beziehungen von digitaler Information greifbar machen können.

Resümée

Wo Land und Meer aufeinandertreffen, haben zahllose Lebewesen verschiedenste kreative Möglichkeiten entwickelt, um inmitten der Turbulenzen und pausenlosen Veränderungen dieser beiden miteinander konkurrierenden Welten gedeihen zu können. An der Grenzlinie zwischen dem Meer aus Bits und dem festen Boden der greifbaren Welt sehen wir uns mit einer ähnlichen Herausforderung konfrontiert: unsere doppelte Staatsbürgerschaft in der digitalen und materiellen Welt, in der Welt der Bits und der Atome, in Einklang zu bringen.

Zur Zeit bilden das Land der Atome und das Meer der Bits zwei getrennte Welten. Die materielle Welt liegt in einem Schlaf, es fehlt ihr großteils an digitalem Inhalt. Unsere Fenster zum Cyberspace bleiben auf "painted bits" beschränkt, die uns aus Myriaden von rechteckigen Bildschirmen zugespielt werden und auf begrenzte Schnittstellen limitiert sind, die unsere Sinne verarmen und unser ästhetisches Empfindungsvermögen unausgeschöpft lassen.

Ich habe hier meine Vision von Clearboard und Tangible Bits präsentiert, in der physische Oberflächen, greifbare Objekte und Ambient Media in nahtlose Schnittstellen zwischen Körper, Bits und Atomen umgewandelt werden können. Ich lade Sie ein, gemeinsam mit mir an den Strand zurückzukehren und sich an Meer, Sand, und Luft, an Atomen und Bits, nun vereint zu einem einheitlichen Ganzen, zu erfreuen.

Brave, S. and Dahley, A., MiLOs [Multi-Locational Objects], Ars Electronica Festival 97, Linz 1997

Buxton, W., Living in Augmented Reality: Ubiquitous Media and Reactive Environments, Video-Mediated Communication, Lawrence Erlbaum Associates, 1997, pp. 363-384

Hollan, J. and Stornetta, S., Beyond Being There, in: Proceedings of CHI '92, ACM, New York, 1992

Ishii, H. and Ullmer, B., Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms,in: Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems [CHI '97], ACM, Atlanta, March 1997

Ishii, H., Kobayashi, M. and Arita, K., Iterative Design of Seamless Collaboration Media, in: Communications of the ACM [CACM], Special Issue on Internet Technology, ACM, Vol. 37, No. 8, August 1994

Ishii, H., Kobayashi, M. and Grudin, J., Integration of Interpersonal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments, in: ACM Transactions on Information Systems [TOIS], ACM, Vol. 11, No. 4, October 1993, pp. 349-375

Mann, S. Smart Clothing: Wearable Multimedia Computing and "Personal Imaging" to Restore the Technological Balance between People and Their Environments, in: Proceedings of ACM MULTIMEDIA '96, November 1996, 163-174

Orth, M. and Gorbet, M., Triangles and the Digital Veil, Ars Electronica Festival 97, Linz 1997

Norman Ten, Living on the Edge, in: Exploratorium Quarterly, Vol. 11, Issue 3, Fall 1987

Weiser, M., The Computer for the Twenty-First Century, in: Scientific American, September 1991, pp. 94-104

I thank Prof. William at the University of Toronto for countless discussions about skill-based design and foreground & background issues, through which many of the ideas in this paper were developed and shaped [Buxton 97]. Thanks are also due to Mark Weiser for his inspiring Ubiquitous Computing work [Weiser 91].
I thank TTT [Things That Think], a new consortium at the MIT Media Lab, for its ongoing support of the Tangible Bits project.
I also would like to acknowledge the contribution of many hardworking graduate and undergraduate students at MIT for work on the realization of Tangible Bits ideas. In particular, we thank graduate students Brygg Ullmer, Scott Brave, Andrew Dahley, and Matt Gorbet.