

Vorwort

”Haptik”, ist im Gegensatz zur ”Optik” oder ”Akustik” ein für die Mehrheit der Anwender von Produkten noch nicht bekannter Begriff. Als ”haptisch” wird alles bezeichnet, was sich auf den Berührungssinn/Tastsinn bezieht. Haptisch ist also mehr als die pure mechanische Interaktion, sondern umfasst auch thermische und schmerz-sensitive (nozizeptiv) Wahrnehmung. ”Haptisch” ist alles und alles ist ”haptisch”. Nur durch ”Haptik” kann der Mensch die ”Grenzen seines physischen Seins” begreifen, denn der Tastsinn macht es uns möglich, zu erkennen, wo ”ich” als Körper beginne und ende. Der Tastsinn ist hier deutlich leistungsfähiger als die Augen, sowohl in der Auflösung als auch im abgedeckten Raumwinkel: Wir realisieren in der Hitze eines Basketballspiels durch eine Berührung am Rücken sofort, dass aus dieser Richtung ein Gegner versucht uns anzugreifen. Wir bemerken die Intensität des Kontaktes, die Bewegungsrichtungen durch Scherung unserer Haut oder einen Luftstrom an Körperbehaarung. Und all dies, ohne dass wir ihn oder sie sehen.

”Haptische Systeme”¹ gliedern sich in wenigstens zwei Klassen. Da gibt es die zeitinvarianten Systeme (die Tasten meiner Tastatur), die bei Betätigung einen im Wesentlichen immer gleichen haptischen Eindruck vermitteln. Hierzu zählen auch Oberflächen z.B. die Holzmaserung, aus der mein Tisch besteht. Derartige haptische Oberflächen werden gerne als ”haptische Textur” bezeichnet. Weiterhin gibt es aktive rekonfigurierbare Systeme, die in Abhängigkeit z.B. von einer Menüauswahl ihre haptischen Eigenschaften ganz oder teilweise verändern. Außerdem gibt es Kombinationen und hybride Formen beider Systeme, die in Beispielen in den entsprechenden Kapiteln diskutiert werden. Der Schwerpunkt dieses Buches liegt allerdings auf den technischen Entwurfskriterien für aktive rekonfigurierbare Systeme, welche die haptische Kopplung im Sinne einer vor allem mechanischen Interak-

¹ In der Technik gibt es drei Begriffe, die häufig verwendet werden und deren Definition nicht eindeutig ist: Gerät, Komponente und System. Systeme sind je nach Aufgabenstellung des Entwicklers entweder Gerät oder Komponente. Ein Motor ist eine Komponente eines Fahrzeugs, für den Entwickler des Motors ist es aber ein Gerät, das sich teilweise aus Komponenten (Zündkerzen, Kolben, Klopfensensoren, ...) zusammen setzt. Liest man nun technische Texte ist es manchmal hilfreich, alle drei Begriffe mit dem Wort ”Ding” zu ersetzen. Wenn auch nicht ganz ernst zu nehmen, so gewinnen die Inhalte in der Regel an Verständlichkeit.

tion ermöglichen. Thermische und nozizeptive Wahrnehmung werden entsprechend ihrer Bedeutung eingeordnet, aber nicht tiefergehend diskutiert, ebenso die passiven haptischen Systemen.

Die Tatsache, dass Sie dieses Buch gekauft haben, zeigt Ihr Interesse und Verständnis für die Problematik rund um das Thema "Haptik". Vielleicht haben Sie schon einmal den Entwurf eines technischen Systems versucht, das den haptischen Sinn täuschen soll, und waren mehr oder weniger erfolgreich bei dem Design des mechanischen Entwurfs und der Wahl der Aktoren. Vielleicht planen Sie auch nur ein entsprechendes Vorhaben im Rahmen Ihres Studiums oder als kommerzielles, industrielles Produkt mit dem Ziel, Bedienung zu vereinfachen oder neuartige Bedienkonzepte zu ermöglichen. Derartige Ansätze gibt es viele. Einige der ersten aktiven haptischen Systeme wurden in Flugzeugen eingesetzt, um durch Vibrationen am Steuerknüppel kritische Situationen kenntlich zu machen. Das am weitesten verbreitete haptische System ist mit Sicherheit der Vibrationsalarm an Mobiltelefonen, der auch ohne Sicht- oder Hörkontakt die Information über den Empfang einer Nachricht vermittelt - und dabei sogar im übermittelten Signal die Art der Nachricht, SMS oder Telefonat, kodiert. Komplexere haptische kommerzielle Systeme sind im Bereich der Automobilindustrie durch rekonfigurierbare Drehsteller als zentrales Bedienelement komplexerer Oberklassefahrzeuge zu finden. Weiterhin gibt es seit kurzem Bestrebungen auch außerhalb von speziellen Navigations- und Modellierungsaufgaben im Computergrafikbereich mehrdimensionale haptische Interaktion für Computerspieler zugänglich zu machen.

Vielleicht kommen Sie auch aus der beliebten und haptisch äußerst aktiven Seite der Medizin und insbesondere der Chirurgie. Für minimal-invasive chirurgische Eingriffe werden immer komplexere Laparoskope, länglich ausgedehnte mechanische Werkzeuge, mit denen durch natürliche oder künstlich geschaffene Körperöffnungen komplizierte Eingriffe vorgenommen werden, verwendet. Dies ist automatisch mit einem Verlust des direkten Kontakts des Chirurgen mit dem operierten Organ-/Gewebe verbunden. Eine seit Jahrzehnten beständige Motivation für den ersten Kontakt von Forschern und Entwicklern mit dem haptischen Sinn stellt der Wunsch dar, den Verlust des Tastsinns bei derartigen minimal-invasiven chirurgischen Eingriffen zu kompensieren, oder alternativ Trainingsmöglichkeiten für derartige Vorhaben zu schaffen. Wohl gemerkt, trotz aktueller, viel versprechender Entwicklungen im Bereich Telemanipulation oder Simulation ohne einen zufriedenstellenden kommerziellen Durchbruch.

Trotz oder gerade ob der Vielfalt dieser mit haptischen Systemen arbeitenden Industrie ist das Verständnis der "Haptik" und der damit direkt verknüpften Begriffe "taktil" und "kinästhetisch" mitnichten so eindeutig und unumstritten, wie es sein sollte. Wir, die Autoren, möchten Ihnen mit diesem Buch eine Hilfe anhand geben, sich im Bereich der Entwicklung haptischer Geräte zukünftig mit größerer Sicherheit zu bewegen. Diese Sicherheit wird aus der richtigen Einordnung und dem richtigen Umgang mit Begrifflichkeiten beginnen, wird über ein tiefergehendes Verständnis der Haptik und der vereinfachten Beschreibungsmöglichkeiten reichen und wird schließlich und endlich in konkreten Handlungsanweisungen und Empfehlungen beim Entwurf technischer, haptischer Systeme enden.

Neben dem Bestreben, konkrete und projektbezogene Hardwareentwicklung durchzuführen, gibt es noch einen weiteren Grund sich mit der haptischen Geräteentwicklung auseinander zu setzen. Es ist das ständige Bestreben, das Wissen zur haptischen Wahrnehmung zu erweitern. Diese Disziplin wird Psychophysik genannt. Dies ist eine "ungenau" nicht deterministische Wissenschaft, die Hypothesen aufstellt und diese an Experimenten systematisch überprüft. Diese Experimente bilden eine Schlüsselrolle und die Qualität der dabei berücksichtigten Parameter ist essentiell für die Güte der Aussage. Eine Art Nebenprodukt dieser Wissenschaft ist eine Vielfalt an Geräten und technischen Systemen. In der Tat nutzt die Psychophysik viele Kompetenzen aus unterschiedlichsten Disziplinen, um ihre Fragestellungen zu klären, so dass bedeutende Ingenieure und Wissenschaftler wie Frau Prof. WONG TAN sowie Hr. Prof. VINCENT HAYWARD für diese Klärung der psychophysikalischen Grundfragen auch die mit leistungsfähigsten haptischen Systeme entwickelt haben. Die Psychophysik ist hochdynamisch. Jedes Jahr werden neue Erkenntnisse in hunderten von Vorträgen auf Kongressen und in Zeitschriften veröffentlicht. Dieses Buch hat nicht den Anspruch, mit jedem Detail dieser psychophysikalischen Entwicklung schrittzuhalten, wobei es aber versucht, möglichst viele der Erkenntnisse mit in die Darstellung der haptischen Geräteentwicklung einfließen zu lassen. Vielmehr stammt dieses Buch von und richtet sich an Ingenieure der zuerst beschriebenen Disziplin haptischer Geräteentwicklung: dem Entwickler, sei es im konstruktiven Maschinenbau, hardwarenahen Elektrotechnik, der Regelungstechnik, Software-Entwicklung oder als Synergie mit Expertise in allen Disziplinen in der Mechatronik.

Der haptische Sinn gewinnt zweifellos an Bedeutung. Dies spiegelt sich nicht nur in der Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen wieder, sondern ist vielmehr auch direktes Resultat der einfachen Tatsache, dass die Fernsinne Sehen und Hören im Alltag bereits mit synthetischen Informationen in nahezu perfekter Qualität versorgt werden. "Perfekte Qualität" nimmt je nach Fragestellung viele Bedeutungen in diesem Zusammenhang an. So kann eine möglichst realistische Wiedergabe des Sinnerlebnisses ein Ziel sein. Die Auflösung eines dreidimensionalen Monitors muss in farblicher Dynamik und räumlichen Abstand der Bildelemente unterhalb des Auflösungsverhaltens des Auges liegen. Klänge müssen im Raum ortbar sein, und dürfen schon lange nicht mehr durch Artefakte des Speicher- oder Übertragungsmediums - also Rauschen - überlagert werden. Eine andere "perfekte Qualität" kann es sein, Aufmerksamkeit zu erregen. Warnungen im Armaturenbrett des KFZ sind so ein optisches Beispiel, akustische Alarmer im Flugzeug ebenfalls. Auch hohe Unterscheidbarkeit bei gleichzeitig großer Tragweite kann von Bedeutung sein, man denke nur an die Lichtsignale zur Navigation auf dem Wasser. Beide Bereiche - Optik und Akustik - sind bereits seit wenigstens einem Jahrhundert Gegenstand intensiver Untersuchungen und das Ziel vieler Geräteentwicklungen. So weit, dass in vielen Fällen die Grenzen der Wahrnehmung der dargebotenen Informationen erreicht sind. Es ist also naheliegend, einen weiteren Sinneskanal des Menschen zur Informationsvermittlung zu nutzen. Eine andere Motivation liegt in der Simulation möglichst realistischer virtueller Umgebungen. Nachdem die graphische Darstellung sowie die

akustische Präsentation einen hohen Standard erreicht haben, richten sich die Interessen auf den Tastsinn als nächsten bedeutenden Sinn. Nur dieser Sinn macht Grenzen spürbar und ermöglicht eine Synergie aus Interaktion und Wahrnehmung. Als weiteren Bereich gibt es noch die Telemanipulations- oder Telepräsenzsysteme. Hier ist eine intuitive und unverzögerte Rückmeldung für den sicheren Umgang z.B. mit wertvollen oder gefährlichen Materialien unerlässlich. Mehr als genug Gründe um sich mit der Entwicklung haptischer Geräte zu beschäftigen, denn der Markt fordert es und Experten sind rar. Doch der Einstieg in die Thematik ist schwierig. Der Entwurf haptischer Systeme erfordert einen interdisziplinären Wissensschatz. Dazu gehören Grundlagen über die Eigenschaften haptischer Wahrnehmung, ihre Dynamik in Amplitude und Frequenz. Darüber hinaus ist es hilfreich einen Überblick über erfolgversprechende technische Ansätze zu haben, seien es hardwaretechnische Realisationen von Aktoren, Kinematiken oder ganzen Systemen bis hin zu den gängigen Softwarelösungen für deren Anbindung an Simulationssysteme. Innerhalb der Simulation wiederum ist ein Überblick über die Methoden haptischen Rendings hilfreich um die Kommunikation zwischen Hard- und Softwareingenieuren zu erleichtern. Die Autoren sehen ihren Auftrag erfüllt, wenn dieses Buch dazu beitragen kann, dass sich mehr Entwickler für den Bereich haptischer Geräteentwicklung begeistern lassen, und dadurch schneller bessere Systeme am Markt erscheinen.

Darmstadt, Juli 2008

Thorsten A. Kern

Entwicklung Haptischer Geräte

Ein Einstieg für Ingenieure

Kern, T.A. (Hrsg.)

2009, XXX, 486 S. 289 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-540-87643-4