



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 017 250.5**
(22) Anmeldetag: **15.04.2011**
(43) Offenlegungstag: **12.07.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.12.2022**

(51) Int Cl.: **G06F 3/041 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
12/986,991 **07.01.2011** **US**

(73) Patentinhaber:
Maxim Integrated Products, Inc., San Jose, Calif., US

(74) Vertreter:
Patentanwälte Canzler & Bergmeier Partnerschaft mbB, 85055 Ingolstadt, DE

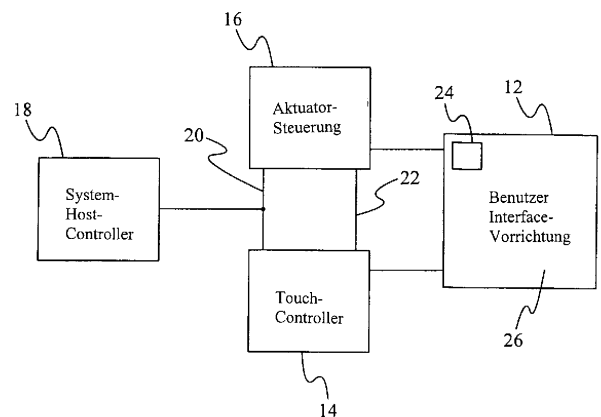
(72) Erfinder:
Ali, Yassir, Sunnyvale, Calif, US; DeCanne, Bart, Sunnyvale, Calif., US; Blankenship, Timothy Lance, Austin, Tex., US; Nickson, Paul, Newtown, GB

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US **2010 / 0 156 818** **A1**

(54) Bezeichnung: **Berührungs-Feedbacksystem, haptisches Feedbacksystem und Verfahren zum Bereitstellen eines haptischen Feedbacks**

(57) Hauptanspruch: Berührungs-Feedbacksystem, umfassend;
ein Benutzer-Berührungsinterface, das eine Interfaceoberfläche und ein mit der Interfaceoberfläche gekoppeltes Treiberelement (24) beinhaltet, wobei die Interfaceoberfläche konfiguriert ist, um ein Berührungseignis zu erfassen und erfasste Daten ansprechend auf das festgestellte Berührungseignis zu übertragen;
einen Touch-Controller (14), der mit dem Benutzer-Berührungsinterface gekoppelt ist, um die erfassten Daten zu erhalten und um ein Auslösesignal zu erzeugen und auszugeben, ansprechend auf die erfassten Daten, wobei das Auslösesignal eine Bit-Folge umfasst, die eine haptische Rückmeldung anzeigt;
einen Übertragungsweg, der den Touch-Controller (14) mit einem Treiberelement-Controller koppelt, und wobei der Treiberelement-Controller mit dem Touch-Controller (14) und der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei der Treiberelement-Controller konfiguriert ist, um das Auslösesignal von dem Touch-Controller (14) über den Übertragungsweg zu erhalten und ein Treibersignal auszuwählen und um das Treibersignal an das Treiberelement (24) ansprechend auf das erhaltene Auslösesignal auszugeben, wobei der Touch-Controller (14) ein Register oder ein Flag enthält, um die Erzeugung von haptischen Auslösesignalen freizugeben oder zu sperren und der Touch-Controller (14) die erfassten Daten in digitale Informationen umwandelt;
und umfassend einen System-Host-Controller (18), der mit

dem Touch-Controller (14) gekoppelt ist, um die digitalen Informationen zu erhalten, wobei weiterhin der System-Host-Controller (18) kein Steuersignal erzeugt und an den Treiberelement-Controller ansprechend auf die digitalen Informationen ausgibt.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG:**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Touchpanels oder Touchscreens. Mehr im Einzelnen bezieht sich die vorliegende Erfindung auf das Gebiet von Touchpanels oder Touchscreens, die ein haptisches Feedback bereitstellen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG:

[0002] Bei zahlreichen elektrischen Geräten sind Anzeigen vom Touchscreen-Typ eingebaut. Ein Touchscreen ist eine Anzeige, die das Vorhandensein, den Ort und optional den Druck einer Berührung innerhalb des Anzeigebereichs erfasst, im Allgemeinen durch einen Finger, eine Hand, einen Stift oder eine andere Zeigevorrichtung. Der Touchscreen ermöglicht es einem Benutzer, mit dem Anzeigemodul direkt in Interaktion zu treten, ohne dass eine zwischengeschaltete Vorrichtung benötigt wird, anstatt indirekt über eine Maus, ein Touchpad oder eine mechanische Keyboard-Anordnung. Touchscreens können in Computer oder als Terminals für Netzzugangszwecke implementiert sein. Touchscreens werden gegenwärtig in Point-of-Sale-Systemen angebracht, in Geldautomaten (automated teller machines, ATMs), Mobiltelefonen, persönlichen digitalen Assistenten (PDAs), tragbaren Spielkonsolen, Satellitennavigationsvorrichtungen und Informationsanwendungen.

[0003] Es gibt eine Anzahl von Arten von Touchscreen-Technologien. Ein resistives Touchscreen-Panel ist aus mehreren Schichten zusammengesetzt, einschließlich zwei dünner metallischer, elektrisch leitender Schichten, die durch einen dünnen Zwischenraum getrennt sind. Wenn ein Gegenstand das Touchscreen-Panel berührt, werden die Schichten an einem bestimmten Punkt verbunden. Ansprechend auf den Kontakt des Gegenstands wirkt das Panel elektrisch ähnlich wie zwei Spannungsteiler mit verbundenen Ausgängen. Dies bewirkt eine Veränderung in dem elektrischen Strom, die als ein Berührungsereignis registriert wird und zur Verarbeitung an den Controller geleitet wird. Ein kapazitives Touchscreen-Panel ist beschichtet, teilweise beschichtet oder gemustert mit einem Material, das einen kontinuierlichen elektrischen Strom über einen Touchsensor hinwegleitet. Der Touchsensor besitzt ein präzise gesteuertes Feld von gespeicherten Elektronen in horizontalen und vertikalen Achsen, um eine Kapazität zu erzielen. Der menschliche Körper ist ebenfalls eine elektrische Vorrichtung, die gespeicherte Elektronen aufweist und daher eine Kapazität besitzt. Wenn eine Bezugskapazität des Touchsensors durch ein anderes Kapazitätsfeld wie etwa einen Finger verändert wird, messen elektronische Schaltkreise, die an jeder Ecke des Panels

angeordnet sind, die sich daraus ergebende Verzerrung in der Bezugskapazität. Die gemessenen Informationen, die sich auf das Berührungsereignis beziehen, werden an den Controller zur mathematischen Verarbeitung geschickt. Kapazitive Sensoren können entweder mit einem bloßen Finger oder mit einer leitenden Vorrichtung, die von einer bloßen Hand gehalten wird, berührt werden. Kapazitive Sensoren arbeiten auch auf Annäherungsbasis und müssen nicht unmittelbar berührt werden, um ausgelöst zu werden. In den meisten Fällen tritt ein unmittelbarer Kontakt mit einer leitenden metallischen Oberfläche nicht auf, und der leitende Sensor ist vom Körper des Benutzers durch eine isolierende Glas- oder Kunststoffschicht getrennt. Vorrichtungen mit kapazitiven Buttons, die von einem Finger zu berühren sind, können häufig dadurch ausgelöst werden, dass eine Handfläche nahe der Oberfläche, ohne diese zu berühren, darüber hinweg- bzw. hin- und herbewegt wird.

[0004] Andere Arten von Touchscreen-Technologien sind etwa die Oberflächen-Akustikwellentechnologie, bei der Ultraschallwellen eingesetzt werden, Infrarot-Touchscreen-Panels, Dehnungsmessstreifen-Panels, die mit Federn gekoppelt sind, optische Bildgebung, dispersive Signaltechnologie und interne Totalreflektion.

[0005] Haptische Technologie bezieht sich auf eine Technologie, bei der eine Schnittstelle zum Benutzer über den Tastsinn hergestellt wird, indem Kräfte, Vibrationen und/oder Bewegungen auf den Benutzer einwirken. Entweder wird die gesamte Vorrichtung in Vibration versetzt, wie etwa im Stillmodus bei einem Mobiltelefon, oder nur die Berührungsoberfläche wird in Vibration versetzt, wie etwa bei einem haptischen Touchscreen. Ein haptisches oder taktiles Feedback erzeugt eine Bestätigung einer Berührung eines Buttons oder eines Drucks auf ein Touchscreen-Steuerpanel, oder eine Bestätigung einer vorgenommenen Aktion.

[0006] Ein haptisches Feedback wird herkömmlicherweise dadurch erzeugt, dass ein oder mehrere Wandler an dem Touchscreen befestigt werden, und dass das gesamte Panel oder Teile davon durch Verwendung des einen oder der mehreren Wandler in Vibration versetzt wird. Bei manchen Anwendungen wird ein lokalisiertes haptisches Feedback bereitgestellt, wobei lediglich der Teil des Panels, der tatsächlich berührt wird, vibriert, indem Mehrphasenaktuatoren eingesetzt werden und stehende Wellenmuster auf dem Panel erhalten werden. Ein Wandler wandelt ein elektrisches Signal in mechanische Energie um. Piezoelektrische Aktuatoren werden manchmal als Wandler eingesetzt. Die piezoelektrischen Aktuatoren vibrieren, wenn sie durch ein elektrisches Signal angeregt werden.

[0007] In der US 2010 / 0 156 818 A1 werden Verfahren und Systeme zum Verarbeiten von Berührungseingaben offenbart. Die Offenbarung umfasst in einer Hinsicht das Lesen von Daten von einer Multi-Touch-Erfassungsvorrichtung, wie etwa einem Multi-Touch-Touchscreen, wobei die Daten eine Berührungseingabe in Bezug auf die Multi-Touch-Erfassungsvorrichtung betreffen, und das Identifizieren mindestens einer Multi-Touch-Geste basierend auf den Daten von der Multi-Touch-Erfassungsvorrichtung sowie das Bereitstellen einer geeigneten Multi-Haptik-Antwort. In den Figuren sind verschiedene Möglichkeiten des Aufbaus von Touchscreens beschrieben.

[0008] Ein haptisches Feedbacksystem umfasst eine Feedbackschaltung, die mit einer berührungsempfindlichen Oberfläche gekoppelt ist, beispielsweise mit einem Touchscreen, zum Erfassen der Stelle(n), die berührt wird bzw. werden, Verarbeiten der erfassten Berührung und Bereitstellen eines haptischen Feedbacks an die berührungsempfindliche Oberfläche, als Antwort auf die Verarbeitung. **Fig. 1** erläutert ein herkömmliches haptisches Feedbacksystem mit einem Touchscreen 2, einem kapazitivem Touchscreen-Controller 4, einem System-Hostcontroller 8, und einer haptischen Aktuatorsteuerung. Der System-Hostcontroller 8, der kapazitive Touchscreen-Controller 4 und die haptische Aktuatorsteuerung 6 sind über ein serielles Businterface 10 gekoppelt. Der Touchscreen 2 ist ein kapazitiver Touchscreen, der einen oder mehrere Sensoren aufweist, um zu erfassen, wenn der Touchscreen berührt wird.

[0009] Die rohen erfassten Daten werden von den Sensoren an den kapazitiven Touchscreen-Controller 4 übermittelt. Die erfassten Daten werden durch den Touchscreen-Controller 4 in digitale Informationen umgewandelt und zur Verarbeitung an den System-Hostcontroller 8 geleitet. Der System-Hostcontroller 8 verarbeitet die umgewandelten erfassten Daten dementsprechend, welcher Punkt oder Gegenstand auf dem Touchscreen 2 ausgewählt worden ist, was durch die berührte Position auf dem Touchscreen 2 und durch die Information, die auf dem Touchscreen 2 angezeigt wird, wenn die Berührung erfolgt, festgelegt wird. Beispielsweise wird eine bestimmte Anwendung oder durchzuführende Aktion ausgewählt, und der System-Hostcontroller 8 verarbeitet diese Auswahl. Der System-Hostcontroller 8 entscheidet, ob ein Signal an die haptische Aktuatorsteuerung 6 als Teil dieser Verarbeitung ausgegeben werden soll oder nicht, was seinerseits einen Aktuator des Touchscreens 2 signalisiert. Der Aktuator versetzt den Touchscreen in Vibration. Der Aktuator ist ein beliebiges elektromechanisches System, das elektrische Energie in mechanische Energie umwandelt. In manchen Anwendungen kann der Touchscreen 2 auch ein oder mehrere krafterfassende Ele-

mente aufweisen, um einen Druck zu erfassen, der auf den Touchscreen aufgebracht wird. Die Druckdaten können anstelle oder zusätzlich zu den erfassten Positionsdaten verwendet werden, um das Signal zu erzeugen, das an die haptische Aktuatorsteuerung 6 geliefert wird.

[0010] Der System-Hostcontroller 8 bringt eine Latenz mit sich, die die haptische Antwort, die von dem Benutzer erfasst wird, verzögert. Der System-Hostcontroller kann bereits damit beschäftigt sein, andere Verarbeitungsaufgaben auszuführen, zusätzlich zu der Ausführung von Verarbeitungsaufgaben, die mit dem auf dem Touchscreen ausgewählten Menüpunkt verbunden sind, der den Bedarf nach einer haptischen Antwort ausgelöst hatte. Der Tastsinn reagiert sehr gut oder schnell. Wenn der Touchscreen berührt wird und eine Vibration (haptische Rückmeldung) nicht innerhalb einer relativ kurzen Zeitdauer, z. B. 30 Millisekunden, gefühlt wird, schließt der Benutzer daraus häufig, dass die ursprüngliche Berührung von dem Touchscreen nicht erfasst worden ist, und es erfolgt ein weiterer Versuch, häufig durch festeres Drücken. Solche Verzögerungen sind für den Benutzer ärgerlich. Die Latenz der herkömmlichen haptischen Feedback-Architektur reicht von einigen wenigen Millisekunden, wenn der System-Hostcontroller frei ist und eine speziell angepasste haptik-spezifische Software zu dem Betriebssystem des System-Hostcontrollers hinzugefügt worden ist, bis zu 100 Millisekunden oder mehr, wenn der System-Hostcontroller ausgelastet ist, wenn die digitalen Informationen erhalten werden. Standardmäßige Betriebssysteme unterstützen ein haptisches Feedback nicht, wobei eine solche Funktionalität eine spezielle Zugabe darstellt. Aufgabe der Erfindung ist es die beschriebenen Nachteile zu vermeiden. Die Aufgabe wird gelöst durch ein Berührungs-Feedbacksystem, ein haptisches Feedbacksystem und ein Verfahren zum Bereitstellen eines haptischen Feedbacks mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Ein haptisches Feedback-System umfasst eine Benutzerinterfacevorrichtung wie etwa einen Touchscreen, der ein Touchpanel und ein oder mehrere haptische Treiberelemente aufweist, die mit dem Touchpanel gekoppelt sind, einen Touch-Controller und eine Aktuatorsteuerung. Der Touchcontroller erhält erfasste Daten, die ein Berührungseignisse anzeigen, von dem Touchpanel, und erzeugt und sendet ansprechend darauf ein haptisches Auslösesignal an eine Aktuatorsteuerung. Die Erzeugung und Übertragung des haptischen Auslösesignals übergeht einen etwaigen System-Hostcontroller. In manchen Ausführungsformen koppelt ein speziell vorgesehener Signalweg den Touch-Controller und die Aktuatorsteuerung, über den das haptische Aus-

lösesignal übertragen wird. In anderen Ausführungsformen wird das haptische Auslösesignal von dem Touch-Controller über ein serielles Businterface an die Aktuatorsteuerung übertragen. Ansprechend auf das erhaltene haptische Auslösesignal implementiert die Aktuatorsteuerung ein geeignetes Treibersignal in Form einer haptischen Wellenform an das oder die haptischen Treiberelemente des Touchscreens.

[0012] Unter einem Aspekt wird ein Berührungs-Feedbacksystem offenbart, das ein Benutzer-Berührungsinterface umfasst, das eine Interfaceoberfläche und ein mit der Interfaceoberfläche gekoppeltes Treiberelement beinhaltet, wobei die Interfaceoberfläche konfiguriert ist, um ein Berührungsereignis zu erfassen und erfasste Daten ansprechend auf das festgestellte Berührungsereignis zu übertragen; einen Touch-Controller, der mit dem Benutzer-Berührungsinterface gekoppelt ist, um die erfassten Daten zu erhalten und um ein Auslösesignal zu erzeugen und auszugeben, ansprechend auf die erfassten Daten; einen Übertragungsweg, der den Touch-Controller mit einem Treiberelement-Controller koppelt; wobei der Treiberelement-Controller mit dem Touch-Controller und der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei der Treiberelement-Controller konfiguriert ist, um das Auslösesignal von dem Touch-Controller über den Übertragungsweg zu erhalten und um ein Treibersignal an das Treiberelement ansprechend auf das erhaltene Auslösesignal auszugeben. Der Touch-Controller wandelt die erfassten Daten in digitale Informationen um. Das Berührungs-Feedbacksystem umfasst auch einen System-Hostcontroller, der mit dem Touch-Controller gekoppelt ist, um die digitalen Informationen zu erhalten, wobei der System-Hostcontroller konfiguriert ist, um eine Verarbeitung auf Systemebene auszuführen, entsprechend den digitalen Informationen, wobei weiterhin der System-Hostcontroller kein Steuersignal erzeugt und an den Treiberelement-Controller ansprechend auf die digitalen Informationen ausgibt. Das Treiberelement kann ein haptischer Aktuator oder ein Lautsprecher sein. Eine Latenz zwischen der Erfassung des Berührungsereignisses und der Betätigung des Treiberelements ist gleich oder kleiner als 30 Millisekunden.

[0013] Unter einem anderen Aspekt wird ein weiteres haptisches Feedbacksystem offenbart. Das haptische Feedbacksystem umfasst ein Benutzer-Berührungsinterface mit einer Interfaceoberfläche und einem haptischen Aktuator, der mit der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei die Interfaceoberfläche konfiguriert ist, um ein Berührungsereignis zu erfassen und um erfasste Daten ansprechend auf das erfasste Berührungsereignis zu übertragen; einen Touch-Controller, der mit dem Benutzer-Berührungsinterface gekoppelt ist, um die erfassten Daten zu erhalten und ein haptisches Signal zu erzeugen und auszugeben, ansprechend auf die erfassten

Daten; einen Übertragungsweg, der den Touch-Controller mit einer haptischen Aktuatorsteuerung koppelt; wobei die haptische Aktuatorsteuerung mit dem Touch-Controller und der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei die haptische Aktuatorsteuerung konfiguriert ist, um das haptische Signal über den Übertragungsweg von dem Touch-Controller zu erhalten und um eine haptische Wellenform ansprechend auf das erhaltene haptische Signal an den haptischen Aktuator auszugeben. Das Benutzer-Berührungsinterface kann ein Touchscreen sein, und der Touch-Controller kann ein Touchscreen-Controller sein. Der Touchscreen kann ein kapazitiver Touchscreen oder ein resistiver Touchscreen sein. Die Interfaceoberfläche kann eine Anzeigefläche, ein oder mehrere Druckknöpfe oder ein oder mehrere kapazitive Buttons sein. Der Übertragungsweg kann eine Einzelleitungsverbindung, eine Mehrfachleitungsverbindung oder ein serielles Businterface sein. Der Übertragungsweg kann eine direkte Verbindung zwischen dem Touch-Controller und der haptischen Aktuatorsteuerung sein.

[0014] Das haptische Signal kann ein haptisches Auslösesignal sein. Die haptische Aktuatorsteuerung kann einen Speicher enthalten, der konfiguriert ist, um eine Vielzahl von haptischen Wellenformen zu speichern, um den haptischen Aktuator anzusteuern, wobei weiterhin das haptische Auslösesignal eine haptische Wellenformidentifikation umfassen kann, die von der haptischen Aktuatorsteuerung verwendet wird, um eine aus der Vielzahl von gespeicherten haptischen Wellenformen auszuwählen, um sie an den haptischen Aktuator auszugeben. Das haptische Feedbacksystem kann außerdem ein haptisches Wellenformlager aufweisen, das mit der haptischen Aktuatorsteuerung gekoppelt ist, wobei das haptische Wellenformlager konfiguriert sein kann, um eine Vielzahl von haptischen Wellenformen zu speichern, um den haptischen Aktuator anzusteuern, wobei weiterhin das haptische Auslösesignal eine haptische Wellenformidentifikation aufweisen kann, die von der haptischen Aktuatorsteuerung verwendet wird, um eine aus der Vielzahl von gespeicherten haptischen Wellenformen auszuwählen, um sie an den haptischen Aktuator auszugeben. Das haptische Signal kann eine haptische Niederspannungswellenform sein, wobei weiterhin die haptische Aktuatorsteuerung konfiguriert sein kann, die haptische Niederspannungswellenform bei Empfang auf eine haptische Hochspannungswellenform zu verstärken, die ausreicht, um den haptischen Aktuator zu betätigen. Der Touch-Controller wandelt die erfassten Daten in digitale Informationen um. Das haptische Feedbacksystem kann auch einen System-Hostcontroller umfassen, der mit dem Touch-Controller gekoppelt ist, um die digitalen Informationen zu erhalten, wobei der System-Hostcontroller konfiguriert sein kann, um eine Verarbeitung auf Systemebene auszuführen, entsprechend den digitalen

Informationen, wobei weiterhin der System-Host-controller kein haptikbezogenes Signal ansprechend auf die digitalen Informationen erzeugt und an die haptische Aktuatorsteuerung ausgibt. Die erfassten Daten können Daten zu Berührungskordinaten oder Druckdaten sein. Das haptische Feedbacksystem kann weiterhin ein serielles Businterface aufweisen, das mit dem Touch-Controller, der haptischen Aktuatorsteuerung und dem System-Hostcontroller gekoppelt ist. Das serielle Businterface kann von dem Übertragungsweg unabhängig und getrennt sein, oder das serielle Businterface kann der Übertragungsweg sein, wobei das haptische Signal durch den Touch-Controller an die haptische Aktuatorsteuerung adressiert ist. Eine Latenz zwischen einer Erfassung des Berührungsereignisses und einer Aktivierung des haptischen Aktuators ist gleich oder kleiner als 30 Millisekunden. Der Touch-Controller kann ein von der haptischen Aktuatorsteuerung getrennt gepackter integrierter Schaltungschip sein. Der Touch-Controller kann ein erster integrierter Schaltungschip sein, und die haptische Aktuatorsteuerung kann ein zweiter integrierter Schaltungschip sein, wobei der erste integrierte Schaltungschip und der zweite integrierte Schaltungschip in Form einer integrierten Mehrfachchip-Schaltungspackung integriert sein können. Der haptische Aktuator kann konfiguriert sein, um das Berührungsereignis zu erfassen.

[0015] Unter noch einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Bereitstellen eines haptischen Feedbacks offenbart. Das Verfahren umfasst das Erfassen eines Berührungsereignisses auf einer Interfaceoberfläche; Übertragen von erfassten Daten an einen Touch-Controller ansprechend auf das erfasste Berührungsereignis; Erzeugen eines haptischen Signals durch den Touch-Controller ansprechend auf die erfassten Daten; Ausgeben des haptischen Signals von dem Touch-Controller an eine haptische Aktuatorsteuerung über einen Übertragungsweg; Ausgeben einer haptischen Wellenform durch die haptische Aktuatorsteuerung an einen haptischen Aktuator, der mit der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, ansprechend auf das haptische Signal; und Betätigen des haptischen Aktuators entsprechend der haptischen Wellenform.

Figurenliste

[0016] Die beigefügten Zeichnungen, die in der vorliegenden Beschreibung enthalten sind und einen Teil davon bilden, erläutern Ausführungsformen des haptischen Feedbacksystems und dienen, zusammen mit der Beschreibung, dazu, die Grundlagen des haptischen Feedbacksystems zu erklären, beschränken allerdings die Erfindung nicht auf die offenbarten Beispiele.

Fig. 1 erläutert ein herkömmliches haptisches Feedbacksystem.

Fig. 2 erläutert ein funktionales Blockschaltbild eines haptischen Feedbacksystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 erläutert das haptische Feedbacksystem nach **Fig. 2**, wobei das haptische Auslösesignal von dem Touch-Controller zu der Aktuatorsteuerung über einen zugewiesenen Signalweg übertragen wird.

Fig. 4 erläutert das haptische Feedbacksystem nach **Fig. 2**, wobei das haptische Auslösesignal von dem Touch-Controller über einen nicht speziell zugewiesenen Signalweg an die Aktuatorsteuerung übertragen wird.

Fig. 5 erläutert ein funktionales Blockschaltbild eines haptischen Feedbacksystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0017] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind auf ein haptisches Feedbacksystem gerichtet. Ein Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet wird erkennen, dass die folgende detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung lediglich erläuternd ist und diese in keiner Weise beschränken soll. Andere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet in Kenntnis dieser Beschreibung ohne weiteres ersichtlich.

[0018] Nachfolgend wird im Detail Bezug genommen auf Implementierungen der vorliegenden Erfindung, wie sie in den beigefügten Zeichnungen erläutert ist. Gleiche Bezugszeichen werden in den Zeichnungen und in der folgenden detaillierten Beschreibung verwendet, um sich auf gleiche oder ähnliche Teile zu beziehen. Im Sinne der Klarheit werden nicht sämtliche Routinemaßnahmen und -merkmale der hier beschriebenen Implementierungen dargestellt und beschrieben. Es wird darauf verwiesen, dass bei der Entwicklung irgendeiner solchen tatsächlichen Implementierung zahlreiche implementierungsspezifische Entscheidungen getroffen werden müssen, um die speziellen Ziele des Entwicklers zu erreichen, wie etwa die Anpassung an anwendungs- und geschäftsbezogene Randbedingungen, und dass diese speziellen Ziele von einer Implementierung zu anderen und von einem Entwickler zum anderen unterschiedlich sein werden. Darüber hinaus sei darauf verwiesen, dass eine derartige Entwicklungsbemühung komplex und zeitaufwendig sein kann, dass sie aber dennoch eine Routinemaßnahme des Engineerings für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet ist, der Kenntnis dieser Beschreibung hat.

[0019] Obwohl das haptische Feedbacksystem in Verbindung mit den nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen erläutert wird, sei darauf verwiesen, dass diese nicht die Verfahren und Systeme dieser Ausführungsformen und Beispiele beschränken sollen. Im Gegenteil soll das haptische Feedbacksystem Alternativen, Modifikationen und Äquivalente abdecken, die innerhalb des Sinns und Bereichs des haptischen Feedbacksystems liegen, wie es durch die beigefügten Ansprüche festgelegt ist. Darüber hinaus werden in der nachfolgenden detaillierten Beschreibung zahlreiche spezielle Details offengelegt, um die Verfahren und Systeme möglichst vollständig zu beschreiben. Allerdings ist für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet klar, dass die Verfahren und Systeme ohne diese besonderen Details ausgeführt werden können.

[0020] In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung können einige Komponenten, Prozessschritte und/oder Datenstrukturen unter Verwendung von unterschiedlichen Arten von Verarbeitungssystemen implementiert werden, einschließlich Hardware, Software oder einer beliebigen Kombination davon. Außerdem wird ein Fachmann auf dem Gebiet erkennen, dass Vorrichtungen, die von ihrer Art her einen weniger allgemeinen Zweck haben, wie etwa fest verdrahtete Geräte, anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (ASICs) oder ähnliches, ebenso verwendet werden können, ohne den Sinn und Umfang der hier offenbarten erfinderischen Konzepte zu verlassen.

[0021] In manchen Ausführungsformen umfasst ein haptisches Feedbacksystem ein Steuerpanel, das sowohl mit einer Tastsinn-Eingabefunktionalität ausgestattet ist, wie etwa einem Touchscreen, als auch mit einer Funktionalität einer haptischen Rückmeldung, die ein taktiles Feedback an einen Benutzer erzeugt. Wie hier verwendet, wird auf ein solches Steuerpanel als Touchpanel Bezug genommen. Das Touchpanel kann ein leitendes Touchscreen-Panel sein, ein resistives Touchscreen-Panel, oder ein sonstiges herkömmliches berührungsempfindliches Interface. Die haptische Rückmeldung wird durch ein oder mehrere Treiberelemente oder Aktuatoren erzeugt, die eingesetzt werden, um die Oberfläche des Touchpanels in Vibration zu versetzen oder in sonstiger Weise physikalisch zu bewegen, um eine physikalische Bestätigung eines Auswahlereignisses oder Berührungereignisses auf dem Touchpanel zu erzeugen. Ein solches haptisches oder Vibrations-Feedback wird dadurch erzeugt, dass die Treiberelemente mit einem Treibersignal moduliert werden, das von einer Aktuatorsteuerung erzeugt wird. Das Treibersignal ist als eine grundlegende oder komplexe Wellenform konfiguriert, wie etwa als eine quadratische Welle oder Sinuswelle. Demzufolge wird auf das Treibersignal auch als eine haptische Wellenform Bezug genommen. In anderen Ausführungsfor-

men wird das haptische Feedbacksystem auf ein Gerät mit Benutzerinterface angewendet, das mit kapazitiven Buttons oder Knöpfen oder mit Druckknöpfen versehen ist, und wahlweise mit einer Anzeige. Das haptische Feedback wird verwendet, um einen oder mehrere der Buttons oder Knöpfe in Vibration zu versetzen, ansprechend darauf, dass einer der Buttons oder Knöpfe gedrückt wird. Obwohl das haptische Feedbacksystem nachfolgend anhand eines Touchscreen beschrieben wird, versteht es sich, dass das haptische Feedbacksystem allgemein auf andere Geräte mit einem Benutzerinterface mit Touch-Eingabe angewendet werden kann.

[0022] Das haptische Feedbacksystem weist einen Touch-Controller auf, der erfasste Daten von dem Touchpanel erhält, und als Antwort darauf ein haptisches Signal erzeugt und an die Aktuatorsteuerung sendet. In manchen Ausführungsformen ist das haptische Signal ein haptisches Auslösesignal. In anderen Ausführungsformen ist das haptische Signal eine eigentliche haptische Wellenform. Die Erzeugung und Übertragung des haptischen Signals geht an einem etwaigen System-Hostcontroller vorbei. In manchen Ausführungsformen ist eine besonders vorgesehene Übertragungsleitung zwischen dem Touch-Controller und der Aktuatorsteuerung vorhanden, über die das haptische Signal übertragen wird. In anderen Ausführungsformen wird das haptische Signal von dem Touch-Controller über ein serielles Businterface an die Aktuatorsteuerung übertragen. Ansprechend auf das erhaltene haptische Signal implementiert die Aktuatorsteuerung ein geeignetes Treibersignal an das eine oder die mehreren Treiberelemente des Touchscreens. Eine Latenz zwischen einem Berührungereignis, das von dem Touchscreen erfasst wird, und einer entsprechenden haptischen Rückmeldung an den Benutzer wird dadurch reduziert, dass die Beteiligung des System-Hostcontrollers eliminiert wird. Da keine Beteiligung des System-Hostcontrollers bei der Erzeugung des haptischen Feedbacks besteht, werden keine Veränderungen im Betriebsstapel des Host-Betriebssystems nötig.

[0023] Fig. 2 erläutert ein funktionales Blockschaltbild eines haptischen Feedbacksystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das haptische Feedbacksystem enthält eine Benutzerinterface-Vorrichtung 12, einen Touch-Controller 14, eine Aktuatorsteuerung 16 und einen System-Hostcontroller 18. In manchen Ausführungsformen ist der Touch-Controller 14 ein von der Aktuatorsteuerung 16 getrennter, integrierter Schaltungschip. In manchen Ausführungsformen sind der integrierte Schaltungschip des Touch-Controllers und der integrierte Schaltungschip der Aktuatorsteuerung getrennt gepackt. In anderen Ausführungsformen sind der integrierte Schaltungschip des Touch-Controllers und der integrierte Schal-

tungschip der Aktuatorsteuerung in Form einer integrierten Schaltungspackung mit mehreren Chips integriert. In manchen Ausführungsformen ist die Benutzeroberfläche-Vorrichtung 12 ein kapazitives Touchscreen-Panel, das ein Touchpanel 26 und ein oder mehrere Treiber-elemente 24 umfasst, die mit dem Touchpanel 26 gekoppelt sind. In diesem Falle arbeitet der Touch-Controller 14 als ein Touchscreen-Controller. Das Touchpanel 26 ist konfiguriert, um ein Berührungseignis oder mehrere gleichzeitige Berührungseignisse zu erfassen, was eine Benutzerauswahl bedeutet. Ein Berührungseignis wird entweder durch direkten Kontakt auf dem Touchpanel oder durch einen nahezu erfolgenden Kontakt registriert, wie im Stand der Technik bekannt ist. Bei dem Touchpanel kann es sich um ein leitendes Touchscreen-Panel, ein resistives Touchscreen-Panel oder um eine sonstige bekannte Art von Panel handeln, das dazu verwendet werden kann, ein Berührungseignis zu erfassen.

[0024] Die Benutzeroberfläche-Vorrichtung 12 sendet die durch das Touchpanel 26 erfassten Daten an den Touch-Controller 14. Der Touch-Controller 14 wandelt die erfassten Rohdaten in digitale Informationen um. In manchen Ausführungsformen stellen die digitalen Informationen die Anzahl von Berührungseignissen und die Position eines jeden Berührungseignisses auf dem Touchpanel dar. Andere Informationen können auch dargestellt sein, wobei das Berührungseignis beispielsweise eine wischende Bewegung über mehrere Punkte auf dem Touchpanel sein kann, die Richtung der Wischbewegung und die Entfernung der Wischbewegung. Eine Wischbewegung kann beispielsweise für eine Scrollbewegung zum Ablaufenlassen eines aktuell angezeigten Bilds oder einer Seite repräsentativ sein, oder zum Wechseln zu einem anderen Bild oder einer anderen Seite in einer Abfolge wie etwa einer Diashow. In manchen Ausführungsformen ist die Benutzeroberfläche-Vorrichtung 12 konfiguriert, um den aktuellen Druck zu erfassen, der auf das Touchpanel 26 ausgeübt wird. In diesem Fall umfassen die erfassten Daten den erfassten Druck, und die digitalen Informationen, die aus den erfassten Daten gewandelt sind, umfassen eine Metrik, die proportional zu dem erfassten Druck ist. Im Allgemeinen können die digitalen Informationen, ohne darauf beschränkt zu sein, Daten zu Berührungskoordinationen und/oder Druckdaten umfassen. Es versteht sich, dass weitere Informationen durch die digitalen Informationen repräsentiert sein können, wie im Stand der Technik bekannt ist.

[0025] Der Touch-Controller 14 verarbeitet die digitalen Informationen, um zu bestimmen, ob eine haptische Rückmeldung veranlasst werden soll. In manchen Ausführungsformen ist der Touch-Controller 14 mit einem Haptik-Aktivieren/Deaktivieren-Flag konfiguriert. Im deaktivierten Zustand wird eine haptische

Rückmeldung nicht ausgelöst, wenn ein Berührungseignis erfasst wird, unabhängig von der Art der digitalen Informationen, die dem Berührungseignis entsprechen. Im aktivierten Zustand verarbeitet der Touch-Controller 14 die digitalen Informationen und bestimmt, ob eine haptische Rückmeldung erzeugt werden soll. In manchen Ausführungsformen wird eine haptische Rückmeldung als zweckmäßig festgelegt, entsprechend dem, was gegenwärtig auf dem Touchpanel 26 angezeigt wird, der Position des Berührungseignisses auf dem Touchpanel 26, der Art des Berührungseignisses, wie etwa eine einzelne Berührung oder eine Wischbewegung, und/oder der Anzahl von Berührungseignissen, wie etwa ein einzelnes Berührungseignis oder mehrere oder mehrfache Berührungseignisse. In anderen Ausführungsformen wird eine haptische Rückmeldung für jegliches Berührungseignis erzeugt, unabhängig von der aktuellen Anzeige, der Position des Berührungseignisses, der Art des Berührungseignisses oder der Anzahl von Berührungseignissen. In manchen Ausführungsformen ist jede erzeugte haptische Rückmeldung vom gleichen Typ, beispielsweise eine Einzelimpuls-Vibration, unabhängig von der aktuellen Anzeige, der Position des Berührungseignisses, des Typs des Berührungseignisses oder der Anzahl von Berührungseignissen. In anderen Ausführungsformen können unterschiedliche Arten von haptischen Rückmeldungen auf der Grundlage der aktuellen Anzeige, der Position des Berührungseignisses, des Typs des Berührungseignisses und/oder der Anzahl von Berührungseignissen ausgewählt werden. Es versteht sich, dass weitere Kriterien eingesetzt werden können, um zu bestimmen, ob eine haptische Rückmeldung erzeugt werden soll, und zur Bestimmung des Typs der zu erzeugenden haptischen Rückmeldung.

[0026] Wenn der Touch-Controller 14 bestimmt, dass eine haptische Rückmeldung ausgelöst werden soll, dann erzeugt der Touch-Controller 14 ein haptisches Auslösesignal. In solchen Konfigurationen, bei denen das haptische Feedbacksystem ausgelegt ist, um mehrere unterschiedliche Arten von haptischen Rückmeldungen bereitzustellen, legt der Touch-Controller 14 auch die Art der zu erzeugenden haptischen Rückmeldung fest, die mit dem haptischen Auslösesignal übertragen wird. Im Allgemeinen können eine Anzahl von N unterschiedlichen Arten von haptischen Antworten zugewiesen werden. In manchen Ausführungsformen sind 16 unterschiedliche Arten von haptischen Rückmeldungen verfügbar, und der Touch-Controller 14 wählt eine der verfügbaren Arten aus, wie sie durch eine 4-Bit-Folge innerhalb des haptischen Auslösesignals angezeigt ist. In manchen Ausführungsformen stellt jede Art einer haptischen Rückmeldung eine spezielle haptische Wellenform oder eine Kombination von speziellen haptischen Wellenformen dar, und

das haptische Auslösesignal enthält eine Wellenformidentifikation (ID), die für eine oder eine Kombination der haptischen Wellenformen repräsentativ ist. Der Touch-Controller 14 sendet das haptische Auslösesignal an die Aktuatorsteuerung 16. In dem Fall, wenn lediglich eine einzige haptische Rückmeldung für alle haptische Rückmeldungen verwendet wird, kann das haptische Auslösesignal lediglich ein einzelnes Aktivierungs/Deaktivierungs-Bit oder Freigabe/Sperrbit enthalten, um eine haptische Rückmeldung entweder einzuleiten oder nicht einzuleiten. In manchen Ausführungsformen wird die Einzel-bit-Aktivierung/Deaktivierung auch als eine Wellenform-ID betrachtet, in dem Sinne, dass die Aktivierung der haptischen Rückmeldung dazu führt, dass eine standardmäßige haptische Wellenform verwendet wird.

[0027] In manchen Anwendungen arbeitet der Touch-Controller 14 als ein intelligentes System. Beispielsweise bestimmt der Touch-Controller 14 Berührungsereignisse in N unterschiedlichen Bereichen des Touchpanels 26, und ansprechend auf ein Berührungsereignis, das in einem bestimmten Bereich auftritt, bestimmt die Intelligenz eine entsprechende Wellenform-ID, die innerhalb des haptischen Auslösesignals mitgesendet wird. Auf der Grundlage des erfassten Bereichs sendet der Touch-Controller 14 ein eindeutiges haptisches Auslösesignal an die Aktuatorsteuerung 16. In anderen Anwendungen arbeitet der Touch-Controller 14 als ein einfaches System, bei dem nicht bestimmt wird, wo das Berührungsereignis auf dem Touchpanel 26 aufgetreten ist, und wobei als Antwort auf ein Berührungsereignis ein einfaches haptisches Auslösesignal an die Aktuatorsteuerung gesendet wird. Ansprechend auf das einfache haptische Auslösesignal wird eine haptische Default-Wellenform verwendet. Als Beispiel, wenn ein angezeigtes Keyboard zum Eintippen einer Textnachricht verwendet wird, wird als Anzeige dafür, dass jeweils ein weiteres Textzeichen ausgewählt worden ist, lediglich eine einfache, haptische Default-Wellenform oder -Impuls benötigt, um das gesamte Touchpanel 26 zu vibrieren. In diesem vereinfachten Fall ist das haptische Auslösesignal das gleiche Signal, unabhängig davon, wo auf dem Touchpanel 26 die Berührung erfasst worden ist.

[0028] Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, sind der Touch-Controller 14, die Aktuatorsteuerung 16 und der System-Hostcontroller 18 über ein serielles Hostinterface 20 gekoppelt. Zusätzlich ist der Touch-Controller 14 mit der Aktuatorsteuerung 16 über ein Interface 22 gekoppelt. In manchen Ausführungsformen ist das Interface 22 ein Einzeldraht-Interface. In anderen Ausführungsformen ist das Interface 22 ein Mehrfachdraht-Interface. Jegliche erfassten Eingangssignale, die durch das Touchpanel 26 erfasst werden, werden an den Touch-Controller 14 als Rohdaten weitergeleitet, die von einem erfassten Signal

zu digitalen Informationen umgewandelt werden. Diese digitalen Informationen werden durch den Touch-Controller 14 verarbeitet, um das haptische Auslösesignal zu erzeugen. Der Touch-Controller 14 sendet auch die digitalen Informationen oder eine verarbeitete Version der digitalen Informationen an den System-Hostcontroller 18 zur Anwendungsverarbeitung, beispielsweise zu der Verarbeitung, die der Auswahl eines speziellen Anwendungsicons auf dem Touchpanel 26 zugeordnet ist. Der Touch-Controller 14 ist nicht konfiguriert, um Anwendungsverarbeitungen durchzuführen, die mit Anwendungen verbunden sind, die auf dem Touchpanel 26 angezeigt und ausgewählt werden. Der System-Hostcontroller 18 verarbeitet nicht die digitalen Informationen für eine haptische Rückmeldung. Das haptische Feedbacksystem umgeht den System-Hostcontroller 18, soweit eine haptische Rückmeldung betroffen ist. Stattdessen ist der Touch-Controller 14 konfiguriert, um eine Verarbeitung im Hinblick auf eine haptische Rückmeldung durchzuführen und um die Aktuatorsteuerung 16 unmittelbar mit Signalen zu versorgen. Vom Konzept her bilden der Touch-Controller 14 und die Aktuatorsteuerung 16 ein unabhängiges System gegenüber dem System-Hostcontroller 18 zum Bereitstellen der haptischen Funktionalität.

[0029] In manchen Ausführungsformen wird das haptische Auslösesignal von dem Touch-Controller 14 an die Aktuatorsteuerung 16 über einen besonders vorgesehenen Signalweg übertragen, wie etwa das Interface 22, wie in **Fig. 3** dargestellt ist. In manchen Ausführungsformen ist ein besonderes vorgesehenes Eingang/Ausgang(I/O)-Pin auf dem Touch-Controller 14 und der Aktuatorsteuerung 16 vorhanden, dessen einziger Zweck darin besteht, das haptische Auslösesignal zu senden und aufzunehmen. Das Interface 22 ist mit dem besonders vorgesehenen I/O-Pin auf dem Touch-Controller 14 und der Aktuatorsteuerung 16 gekoppelt.

[0030] In manchen Ausführungsformen arbeitet das serielle Businterface 20 als ein alternativer Signalweg für das haptische Auslösesignal, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, wodurch dem haptischen Feedbacksystem eine Redundanz hinzugefügt wird. In anderen Ausführungsformen ist das haptische Feedbacksystem ohne einen speziell vorgesehenen Signalweg zwischen dem Touch-Controller 14 und der Aktuatorsteuerung 16 konfiguriert, und stattdessen wird ein vorhandener, nicht besonders vorgesehener Signalweg, wie etwa das serielle Businterface 20, verwendet, um das haptische Auslösesignal von dem Touch-Controller 14 an die Aktuatorsteuerung 16 zu senden, wie in **Fig. 5** dargestellt ist. In dieser alternativen Ausführungsform wird der System-Hostcontroller 18 weiterhin umgangen, wenn das haptische Auslösesignal erzeugt und übertragen wird.

[0031] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** verarbeitet die Aktuatorsteuerung 16 das haptische Auslösesignal, das von dem Touch-Controller 14 erhalten wird. Die Wellenform-ID wird in dem haptischen Auslösesignal identifiziert, und die entsprechende haptische Wellenform wird durch die Aktuatorsteuerung 16 ausgewählt. Die Aktuatorsteuerung 16 sendet die ausgewählte haptische Wellenform an das Treibererelement 24. In manchen Ausführungsformen sind die auszuwählenden haptischen Wellenformen lokal innerhalb der Aktuatorsteuerung 16 gespeichert, etwa in einem lokalen Speicher oder RAM. In anderen Ausführungsformen werden die haptischen Wellenformen außerhalb des Chips der Aktuatorsteuerung 16 gespeichert, und ansprechend auf ein Auswahlsignal, das von der Aktuatorsteuerung 16 gesendet wird, wird die ausgewählte haptische Wellenform von dem außerhalb des Chips befindlichen Speicherort an das Treibererelement 24 gesendet, entweder über die Aktuatorsteuerung 16 oder unter Umgehung der Aktuatorsteuerung 16. In manchen Ausführungsformen werden die haptischen Wellenformen in Realzeit erzeugt, entweder innerhalb der Aktuatorsteuerung 16 oder außerhalb der Aktuatorsteuerung 16. Manchmal ist eine Aktuatorsteuerung innerhalb eines anderen IC eingebettet vorhanden, wie etwa einem Strommanagement-IC, oder allgemeiner in einem Mehrfachunktions-IC, wobei ein Block davon die Aktuatoren steuert.

[0032] Das eine oder die mehreren Treibererelemente 24 sind mit dem Touchpanel 26 gekoppelt. Jedes Treibererelement ist ein Wandler, der elektrische Signale in eine mechanische Bewegung umwandelt. In manchen Ausführungsformen ist jedes Treibererelement ein keramisches Treibererelement oder ein piezoelektrisches Treibererelement. In anderen Ausführungsformen ist jedes Treibererelement eine bewegte Spule und ein Magnet. Es versteht sich, dass alternative herkömmliche Wandler verwendet werden können, die elektrische Signale in eine mechanische Bewegung umwandeln. Eine haptische Wellenform wird als ein Treibersignal für das eine oder die mehreren Treibererelemente 24 empfangen, die ihrerseits bei einer Frequenz und einer Amplitude schwingen, die durch die haptische Wellenform vorgegeben sind. Eine Bewegung des einen oder der mehreren Treibererelemente 24 hat eine entsprechende Bewegung oder Vibration des Touchpanels 26 zur Folge.

[0033] Wie bereits oben angegeben, kann die Benutzerinterfacevorrichtung 12 konfiguriert sein, um einen tatsächlichen Druck zu erfassen, der auf das Touchpanel 26 aufgebracht wird. In manchen Ausführungsformen kann das eine oder die mehreren Treibererelemente 24 konfiguriert sein, um den Druck zu messen, der auf das Touchpanel 26 aufgebracht wird, durch Betrieb in der umgekehrten Richtung. Wenn beispielsweise ein Druck auf einen piezoelektrischen Wandler ausgeübt wird, hat die

mechanische Spannung eine Ladungsumverteilung in dem Material der Vorrichtung zur Folge, die als eine Spannung an den Anschlüssen erfasst werden kann. Mit einer geeigneten Signalkonditionierung kann diese Spannung als ein haptisches Auslösesignal zur Anregung des Wandlers verwendet werden. Im Allgemeinen kann jeglicher Wandler, der für eine Bewegung oder Kraft empfindlich ist, auf diese Weise verwendet werden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf elektromechanische Schwingungswandler. In anderen Ausführungsformen sind herkömmliche Druckerfassungselemente an dem Touchpanel 26 befestigt, um den aufgebrachten Druck zu messen. In manchen Ausführungsformen werden die gemessenen Druckdaten von der Benutzerinterfacevorrichtung 12 an die Aktuatorsteuerung 14 übertragen. Die Aktuatorsteuerung 14 wandelt die erhaltenen Druckdaten in einen proportionalen digitalen Code um, der an den System-Hostcontroller 18 und an den Touch-Controller 14 über das serielle Businterface 20 ausgegeben wird. In dieser Hinsicht werden die gemessenen Druckdaten auch als erfasste Daten betrachtet, die von dem Touch-Controller 14 erhalten werden, und die verwendet werden können, um die Erzeugung des haptischen Signals zu beeinflussen. In anderen Ausführungsformen werden die gemessenen Druckdaten unmittelbar an den Touch-Controller 14 übertragen.

[0034] Das haptische Feedbacksystem ist vorstehend anhand des haptischen Signals, das das haptische Auslösesignal ist, beschrieben worden. In anderen Ausführungsformen ist das haptische Signal, das durch den Touch-Controller 14 erzeugt wird und an die Aktuatorsteuerung 16 übertragen wird, eine eigentliche haptische Wellenform, anstelle des haptischen Auslösesignals. In diesem Falle ist das haptische Signal eine haptische Wellenform mit niedriger Spannung, die in ähnlicher Weise ausgewählt wird wie die vorstehend beschriebene Auswahl der haptischen Wellenform, mit der Ausnahme, dass die Auswahlfunktionalität durch den Touch-Controller 14 und nicht durch die Aktuatorsteuerung 16 ausgeführt wird. Die Aktuatorsteuerung 16 verstärkt die erhaltene haptische Wellenform mit niedriger Spannung auf eine entsprechende haptische Wellenform mit hoher Spannung, die einen ausreichend großen Spannungspegel aufweist, der von dem einen oder den mehreren Treibererelementen 24 benötigt wird.

[0035] In manchen Ausführungsformen nimmt der System-Hostcontroller 18 eine Vorab-Aktivierung oder Vorab-Freigabe des Touchcontrollers 14 vor, um haptische Auslösesignale an die Aktuatorsteuerung 16 zu senden. Diese Freigabe kann von dem System-Hostcontroller 18 geändert werden, beispielsweise ansprechend auf einen Benutzer, der ein Merkmal mit gesperrter oder deaktivierter haptischer Rückmeldung auf dem Touchpanel 26 ausgewählt. Wenn dieses Sperr- oder Deaktivierungsmerk-

mal einer haptischen Rückmeldung zuerst ausgewählt wird, wird eine haptische Rückmeldung gespürt, da das haptische Merkmal schon freigegeben ist. Anschließend an die Auswahl des haptischen Speer-Merkmals verarbeitet der System-Hostcontroller 18 diese Anforderung und deaktiviert dadurch den Touch-Controller 14 bezüglich einer Aussendung von haptischen Auslösesignalen. Mit anderen Worten enthält der Touch-Controller 14 ein Register oder Flag, um die Erzeugung von haptischen Auslösesignalen freizugeben oder zu sperren. Dieses Register oder Flag steht unter der Kontrolle des System-Hostcontrollers 18.

[0036] Das Bereitstellen des haptischen Auslösesignals von dem Touchcontroller an die Aktuatorsteuerung führt zu einem haptischen Feedback mit konsistentem Timing, im Gegensatz zu einem inkonsistenten Feedback, wenn die Bereitstellung des haptischen Auslösesignals dem System-Hostcontroller überlassen wird. Das inkonsistente Feedback geht auf den inkonsistenten Status des System-Hostcontrollers zurück, der in manchen Fällen bereits aktiv ist, in anderen Fällen dagegen inaktiv ist. Die Latenz einer herkömmlichen haptischen Feedback-Architektur, wie etwa das System nach **Fig. 1**, liegt im Bereich zwischen einigen wenigen Millisekunden, wenn der System-Hostcontroller nicht ausgelastet ist, und eine angepasste Haptikspezifische Software zu dem Betriebssystem des Hostcontrollers hinzugefügt worden ist, bis zu 100 Millisekunden oder mehr, wenn der System-Hostcontroller ausgelastet ist, wenn das haptische Auslösesignal erhalten wird. Im Gegensatz dazu stellt das haptische Feedbacksystem nach der vorliegenden Erfindung eine haptische Rückmeldung mit konsistentem Timing bereit, da der Touch-Controller 14 die Verarbeitung der haptischen Rückmeldung vornimmt, und das haptische Auslösesignal von dem Touch-Controller 14 an die Aktuatorsteuerung 16 gesendet wird. Die Latenz des haptischen Feedbacksystems beträgt weniger als 30 Millisekunden, die typische Empfindlichkeit für eine menschliche Berührung. Bei einer beispielhaften Anwendung beträgt die Latenz des haptischen Feedbacksystems weniger als 10 Millisekunden.

[0037] Die vorliegende Erfindung ist im Hinblick auf spezieller Ausführungsformen beschrieben worden, die Details enthalten, um das Verständnis der Grundlagen von Aufbau und Wirkungsweise der Erfindung zu erleichtern. Solche Bezugnahmen auf spezielle Ausführungsformen und Details davon dienen hierin allerdings nicht dazu, den Umfang der beigefügten Ansprüche einzuschränken. Für einen Fachmann auf dem Gebiet ist offensichtlich, dass Modifikationen in den Ausführungsformen, die zur Erläuterung ausgewählt worden sind, vorgenommen werden können, ohne die Bedeutung und den Umfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Berührungs-Feedbacksystem, umfassend; ein Benutzer-Berührungsinterface, das eine Interfaceoberfläche und ein mit der Interfaceoberfläche gekoppeltes Treiberelement (24) beinhaltet, wobei die Interfaceoberfläche konfiguriert ist, um ein Berührungsereignis zu erfassen und erfasste Daten ansprechend auf das festgestellte Berührungsereignis zu übertragen; einen Touch-Controller (14), der mit dem Benutzer-Berührungsinterface gekoppelt ist, um die erfassten Daten zu erhalten und um ein Auslösesignal zu erzeugen und auszugeben, ansprechend auf die erfassten Daten, wobei das Auslösesignal eine Bit-Folge umfasst, die eine haptische Rückmeldung anzeigt; einen Übertragungsweg, der den Touch-Controller (14) mit einem Treiberelement-Controller koppelt, und wobei der Treiberelement-Controller mit dem Touch-Controller (14) und der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei der Treiberelement-Controller konfiguriert ist, um das Auslösesignal von dem Touch-Controller (14) über den Übertragungsweg zu erhalten und ein Treibersignal auszuwählen und um das Treibersignal an das Treiberelement (24) ansprechend auf das erhaltene Auslösesignal auszugeben, wobei der Touch-Controller (14) ein Register oder ein Flag enthält, um die Erzeugung von haptischen Auslösesignalen freizugeben oder zu sperren und der Touch-Controller (14) die erfassten Daten in digitale Informationen umwandelt; und umfassend einen System-Host-Controller (18), der mit dem Touch-Controller (14) gekoppelt ist, um die digitalen Informationen zu erhalten, wobei weiterhin der System-Host-Controller (18) kein Steuersignal erzeugt und an den Treiberelement-Controller ansprechend auf die digitalen Informationen ausgibt.
2. Berührungs-Feedbacksystem nach Anspruch 1, wobei der System-Host-Controller (18) konfiguriert ist, um eine Verarbeitung auf Systemebene auszuführen, entsprechend den digitalen Informationen.
3. Berührungs-Feedbacksystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Treiberelement (24) einen haptischen Aktuator oder einen Lautsprecher umfasst.
4. Berührungs-Feedbacksystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Latenz zwischen der Erfassung des Berührungsereignisses und der Betätigung des Treiberelements (24) gleich oder kleiner als 30 Millisekunden ist.
5. Haptisches Feedbacksystem, umfassend: ein Benutzer-Berührungsinterface mit einer Interfa-

ceoberfläche und einem haptischen Aktuator, der mit der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei die Interfaceoberfläche konfiguriert ist, um ein Berührungseignis zu erfassen und um erfasste Daten ansprechend auf das erfasste Berührungseignis zu übertragen;

einen Touch-Controller (14), der mit dem Benutzer-Berührungsinterface gekoppelt ist, um die erfassten Daten zu erhalten und ein haptisches Signal zu erzeugen und auszugeben, ansprechend auf die erfassten Daten, wobei das haptische Signal eine Bit-Folge umfasst, die eine haptische Rückmeldung anzeigt;

einen Übertragungsweg, der den Touch-Controller (14) mit einer haptischen Aktuatorsteuerung (16) koppelt;

wobei die haptische Aktuatorsteuerung (16) mit dem Touch-Controller (14) und der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, wobei die haptische Aktuatorsteuerung (16) konfiguriert ist, um das haptische Signal über den Übertragungsweg von dem Touch-Controller (14) zu erhalten und um eine haptische Wellenform auszuwählen und die ausgewählte haptische Wellenform ansprechend auf das erhaltene haptische Signal an den haptischen Aktuator auszugeben,

wobei der Touch-Controller (14) ein Register oder ein Flag enthält, um die Erzeugung von haptischen Auslösesignalen freizugeben oder zu sperren und der Touch-Controller (14) die erfassten Daten in digitale Informationen umwandelt;

weiterhin umfassend einen System-Host-Controller (18), der mit dem Touch-Controller (14) gekoppelt ist, um die digitalen Informationen zu erhalten, wobei der System-Host-Controller konfiguriert ist, um eine Verarbeitung auf Systemebene auszuführen, entsprechend den digitalen Informationen, wobei weiterhin der System-Host-Controller (18) kein haptikbezogenes Signal ansprechend auf die digitalen Informationen erzeugt und an die haptische Aktuatorsteuerung (16) ausgibt.

6. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Benutzer-Berührungsinterface ein Touchscreen ist und der Touch-Controller (14) ein Touchscreen-Controller ist.

7. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Touchscreen einen kapazitiven Touchscreen umfasst.

8. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Touchscreen einen resistiven Touchscreen umfasst.

9. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Interfaceoberfläche eine Anzeigebereich umfasst.

10. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Interfaceoberfläche einen oder mehrere Druckknöpfe umfasst.

11. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Interfaceoberfläche einen oder mehrere kapazitive Buttons umfasst.

12. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg eine Einzelleitungsverbindung umfasst.

13. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg eine Mehrfachleitungsverbindung umfasst.

14. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg ein serielles Businterface (20) umfasst.

15. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg eine direkte Verbindung zwischen dem Touch-Controller (14) und der haptischen Aktuatorsteuerung (16) umfasst.

16. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das haptische Signal ein haptisches Auslösesignal umfasst.

17. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die haptische Aktuatorsteuerung (16) einen Speicher enthält, der konfiguriert ist, um eine Vielzahl von haptischen Wellenformen zu speichern, um den haptischen Aktuator anzusteuern, wobei weiterhin das haptische Auslösesignal eine haptische Wellenformidentifikation umfasst, die von der haptischen Aktuatorsteuerung (16) verwendet wird, um eine aus der Vielzahl von gespeicherten haptischen Wellenformen auszuwählen, um sie an den haptischen Aktuator auszugeben.

18. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 16, weiter umfassend ein haptisches Wellenformlager, das mit der haptischen Aktuatorsteuerung (16) gekoppelt ist, wobei das haptische Wellenformlager konfiguriert ist, um eine Vielzahl von haptischen Wellenformen zu speichern, um den haptischen Aktuator anzusteuern, wobei weiterhin das haptische Auslösesignal eine haptische Wellenformidentifikation aufweisen kann, die von der haptischen Aktuatorsteuerung (16) verwendet wird, um eine aus der Vielzahl von gespeicherten haptischen Wellenformen auszuwählen, um sie an den haptischen Aktuator auszugeben.

19. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das haptische Signal eine haptische Wellenform niedriger Spannung umfasst, wobei weiterhin die haptische Aktuatorsteuerung (16) konfiguriert ist, um die haptische Wellenform niedriger Spannung bei Empfang auf eine haptische Wellenform hoher Spannung zu verstärken, die ausreicht, um den haptischen Aktuator zu betätigen.

20. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Daten Berührungskordinaten-Daten umfassen.

21. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Daten Druckdaten umfassen.

22. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, weiter umfassend ein serielles Businterface (20), das mit dem Touch-Controller (14), der haptischen Aktuatorsteuerung (16) und dem System-Host-Controller (18) gekoppelt ist.

23. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass serielle Businterface (20) unabhängig und getrennt von dem Übertragungsweg ist.

24. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das serielle Businterface (20) den Übertragungsweg umfasst, wobei weiterhin das haptische Signal durch den Touch-Controller (14) an die haptische Aktuatorsteuerung (16) adressiert ist.

25. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Latenz zwischen einer Erfassung des Berührungsereignisses und einer Aktivierung des haptischen Aktuators gleich oder kleiner als 30 Millisekunden ist.

26. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Touch-Controller (14) ein von der haptischen Aktuatorsteuerung (16) getrennt gepackter integrierter Schaltungschip ist.

27. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Touch-Controller (14) einen ersten integrierten Schaltungschip umfasst, und die haptische Aktuatorsteuerung einen zweiten integrierten Schaltungschip umfasst, wobei der erste integrierte Schaltungschip und der zweite integrierte Schaltungschip in Form einer integrierten Mehrfachchip-Schaltungspackung integriert sind.

28. Haptisches Feedbacksystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der haptische

Aktuator konfiguriert ist, um das Berührungsereignis zu erfassen.

29. Verfahren zum Bereitstellen eines haptischen Feedbacks, umfassend:

Erfassen eines Berührungsereignisses auf einer Interfaceoberfläche;

Übertragen von erfassten Daten an einen Touch-Controller (14) ansprechend auf das erfasste Berührungsereignis;

Erzeugen eines haptischen Signals durch den Touch-Controller (14) ansprechend auf die erfassten Daten, wobei das haptische Signal eine Bit-Folge umfasst, die eine haptische Antwort anzeigt;

Ausgeben des haptischen Signals von dem Touch-Controller (14) an eine haptische Aktuatorsteuerung (16) über einen Übertragungsweg;

Auswählen einer haptischen Wellenform aus einer Vielzahl von haptischen Wellenformen durch die haptische Aktuatorsteuerung (16), wobei jede haptische Wellenform der Vielzahl von haptischen Wellenformen einer unterschiedlichen haptischen Antwort entspricht;

Ausgeben der ausgewählten haptischen Wellenform durch die haptische Aktuatorsteuerung (16) an einen haptischen Aktuator, der mit der Interfaceoberfläche gekoppelt ist, ansprechend auf das haptische Signal;

Betätigen des haptischen Aktuators entsprechend der ausgewählten haptischen Wellenform, wobei der Touch-Controller (14) ein Register oder ein Flag enthält, um die Erzeugung von haptischen Auslösesignalen freizugeben oder zu sperren und die erfassten Daten durch den Touch-Controller (14) in digitale Informationen umgewandelt werden; die digitalen Informationen von dem Touch-Controller (14) an einen System-Host-Controller (18), der mit dem Touch-Controller (14) gekoppelt ist, übertragen werden, wobei der System-Host-Controller (18) eine Verarbeitung auf Systemebene durchführt, entsprechend den digitalen Informationen, wobei der System-Host-Controller (18) kein haptikbezogenes Signal erzeugt und an die haptische Aktuatorsteuerung (16) ansprechend auf die digitalen Informationen ausgibt.

30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg eine Einzelleitungsverbindung umfasst und dass das Verfahren ferner umfasst, dass das haptische Auslösesignal über die Einzelleitungsverbindung übertragen wird.

31. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg eine Mehrfachleitungsverbindung umfasst und dass das Verfahren weiter umfasst, dass das haptische Auslösesignal über die Mehrfachleitungsverbindung übertragen wird.

32. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Übertragungsweg ein serielles Businterface (20) umfasst, und dass das Verfahren weiter umfasst, dass das haptische Auslösesignal über das serielle Businterface (20) übertragen wird.

erfasst worden sind, an die haptische Aktuatorsteuerung (16) und von der haptischen Aktuatorsteuerung (16) an den Touch-Controller (14) umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

33. Verfahren nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erzeugen des haptischen Signals umfasst, dass das haptische Signal mit einer Adresse der haptischen Aktuatorsteuerung (16) adressiert wird.

34. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass das haptische Signal ein haptisches Auslösesignal umfasst.

35. Verfahren nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass das haptische Auslösesignal durch die haptische Aktuatorsteuerung (16) erhalten wird und eine haptische Wellenform ansprechend auf das erhaltene haptische Auslösesignal ausgewählt wird.

36. Verfahren nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vielzahl von haptischen Wellenformen gespeichert werden, und dass das Auswählen der haptischen Wellenform umfasst, dass eine aus der Vielzahl von haptischen Wellenformen entsprechend einer haptischen Wellenformidentifikation, die in dem haptischen Auslösesignal enthalten ist, umfasst.

37. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass das haptische Signal eine haptische Wellenform niedriger Spannung umfasst, wobei weiterhin die haptische Aktuatorsteuerung (16) konfiguriert ist, um die haptische Wellenform niedriger Spannung bei Empfang auf eine haptische Wellenform hoher Spannung zu verstärken, die ausreicht, um den haptischen Aktuator zu betätigen.

38. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Latenz zwischen einer Erfassung des Berührungseignisses und einer Betätigung des haptischen Aktuators gleich oder kleiner als 30 Millisekunden ist.

39. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Daten Berührungskoodinatendaten umfassen.

40. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfassten Daten Druckdaten umfassen.

41. Verfahren nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übertragen erfasster Daten an den Touch-Controller (14) ein Übertragen von Druckdaten, die auf der Interfaceoberfläche

Anhängende Zeichnungen

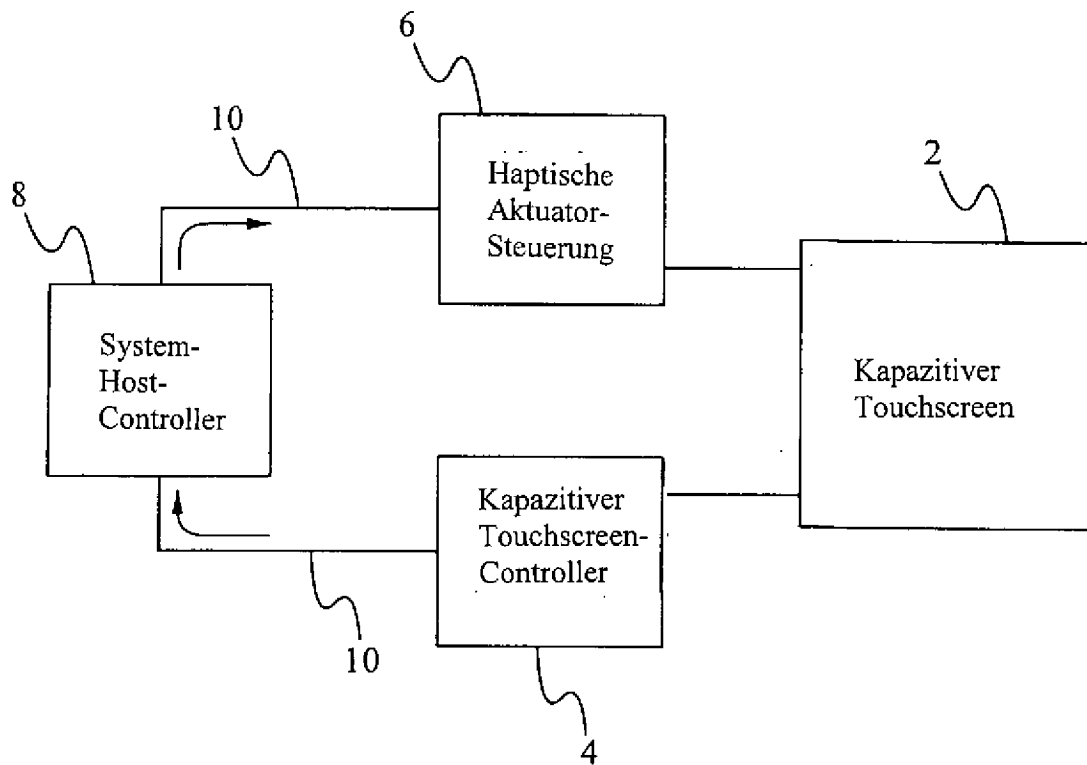


Fig. 1 (Stand der Technik)

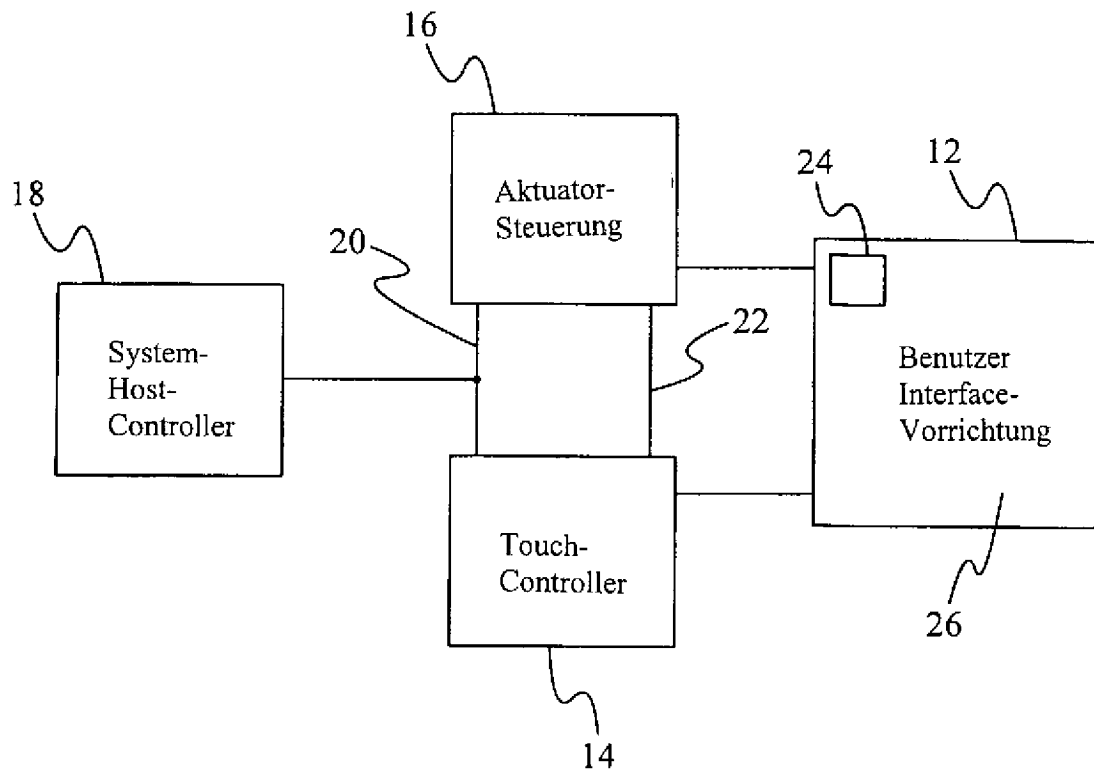


Fig. 2

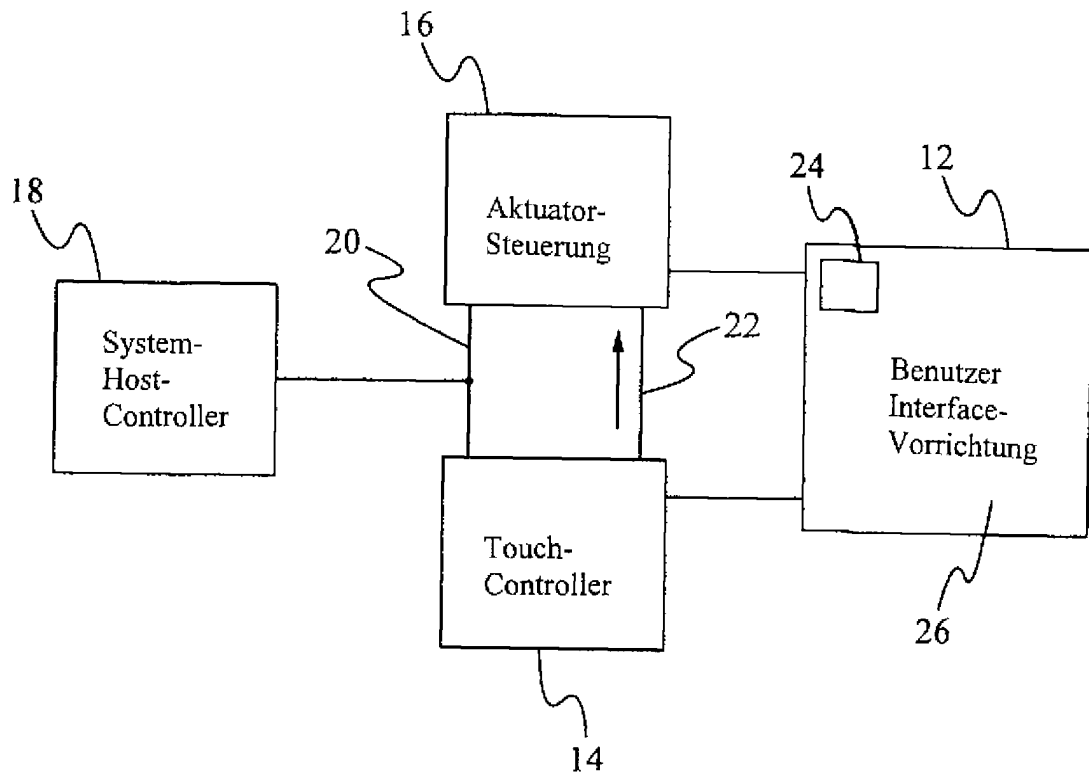


Fig. 3

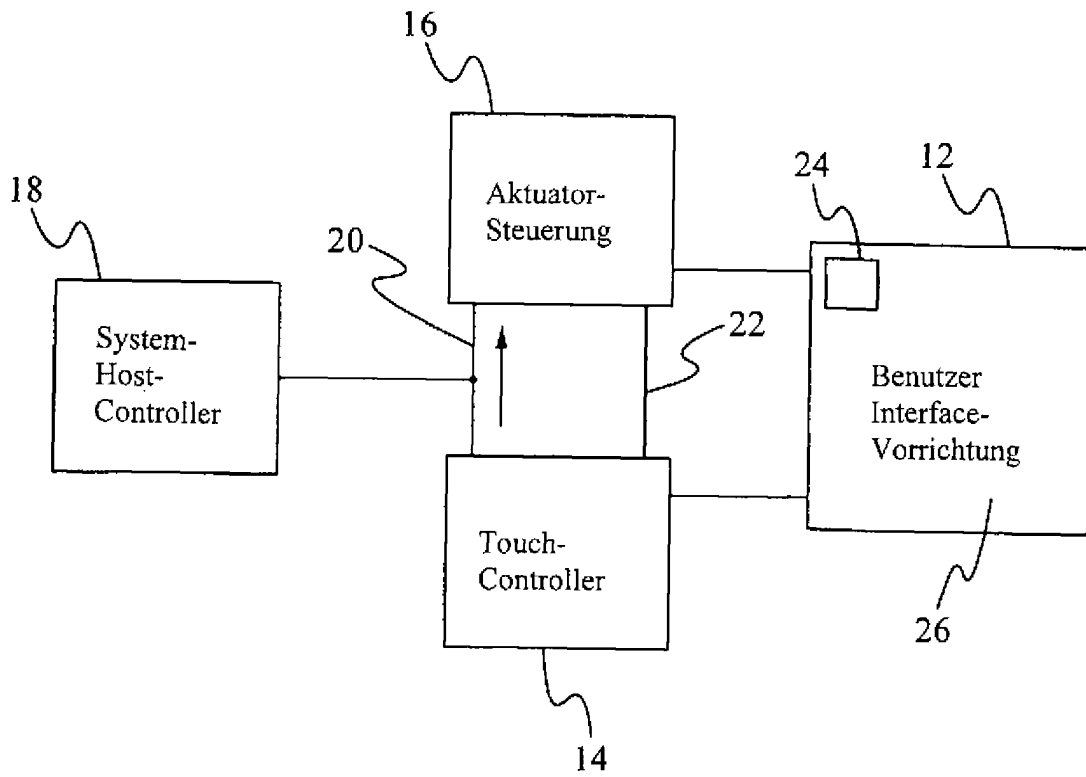


Fig. 4

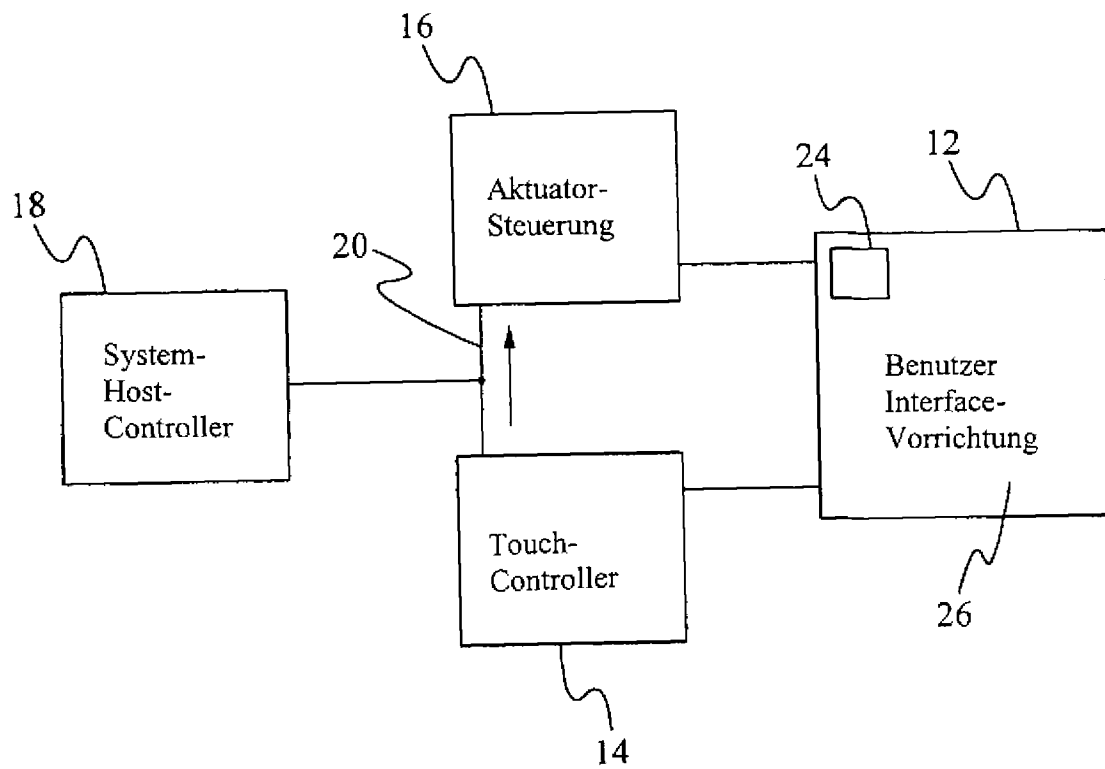


Fig. 5