

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-67429
(P2019-67429A)

(43) 公開日 平成31年4月25日(2019.4.25)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G06F 3/01 (2006.01)		G06F 3/01	560	5E555
G06F 3/041 (2006.01)		G06F 3/041	640	

審査請求 有 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2018-221097 (P2018-221097)	(71) 出願人	500390995 イマージョン コーポレーション IMMERSION CORPORATION
(22) 出願日	平成30年11月27日 (2018.11.27)		
(62) 分割の表示	特願2014-89731 (P2014-89731) の分割		
原出願日	平成26年4月24日 (2014.4.24)		
(31) 優先権主張番号	61/816,605	(74) 代理人	100083806 弁理士 三好 秀和
(32) 優先日	平成25年4月26日 (2013.4.26)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100095500 弁理士 伊藤 正和
(31) 優先権主張番号	61/922,536	(74) 代理人	100111235 弁理士 原 裕子
(32) 優先日	平成25年12月31日 (2013.12.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	14/222,518		
(32) 優先日	平成26年3月21日 (2014.3.21)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触覚使用可能な可変表面のためのシステム及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 多くの場合、触覚フィードバックは、機械的な振動又は摩擦係数の知覚の変化の形態をとるが、可撓性ディスプレイに対する追加の効果を提供する。

【解決手段】 システム100は、第1の触覚信号を受信して、可変表面に第1の触覚効果を出力するように構成される第1の触覚出力装置及び第2の触覚信号を受信して、可変表面に第2の触覚効果を出力するように構成される第2の触覚出力装置を含む。システムは、第1の触覚出力装置及び第2の触覚出力装置に結合され、イベントを決定し、イベントに少なくとも部分的に基づいて第1の触覚効果及び第2の触覚効果を決定し、第1の触覚効果に関係付けられる第1の触覚信号を第1の触覚出力装置に送信し、第2の触覚効果に関係付けられる第2の触覚信号を第2の触覚出力装置に送信するように構成されるプロセッサを更に含む。

【選択図】 図1

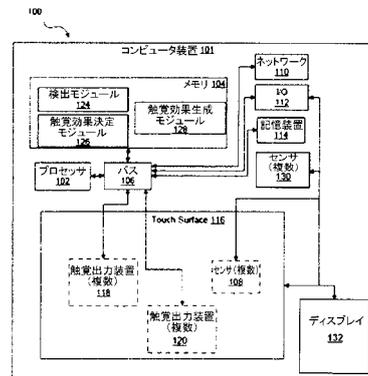


Figure 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の触覚信号を受信して、可変表面に第 1 の触覚効果を出力するように構成される第 1 の触覚出力装置と、

第 2 の触覚信号を受信して、前記可変表面に第 2 の触覚効果を出力するように構成される第 2 の触覚出力装置と、

前記第 1 の触覚出力装置及び前記第 2 の触覚出力装置に結合されるプロセッサであって

、
イベントを決定すること、

前記イベントに少なくとも部分的に基づいて前記第 1 の触覚効果を決定すること、

前記イベントに少なくとも部分的に基づいて前記第 2 の触覚効果を決定すること、

前記第 1 の触覚効果に関係付けられる第 1 の触覚信号を前記第 1 の触覚出力装置に送信すること、及び

前記第 2 の触覚効果に関係付けられる第 2 の触覚信号を前記第 2 の触覚出力装置に送信すること

を行わせるように構成されるプロセッサと

を備える、システム。

10

【請求項 2】

前記可変表面がディスプレイを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記ディスプレイは、丸め可能ディスプレイ、折り畳み可能ディスプレイ、又は折り曲げ可能電子ペーパーを含む、請求項 2 に記載のシステム。

20

【請求項 4】

前記第 1 の触覚出力装置は静電装置を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 の触覚効果は、振動、前記可変表面の摩擦係数の知覚可能な変化、又はシミュレートされるテクスチャを含む、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記静電装置は、前記可変表面内に組み込まれる、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記第 2 の触覚効果は、前記可変表面の形状を変形させることを含む、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 8】

前記第 2 の触覚出力装置は、スマートゲル、変形アクチュエータ、回転／線形アクチュエータ、ソレノイド、電気活性ポリマアクチュエータ、表面再構成可能な触覚基板、磁性レオロジー流体若しくは電気レオロジー流体、マクロファイバーコンポジット、空気又は流体ポケット、共振機械要素、圧電性材料、微小電気機械要素若しくはポンプ、熱流体ポケット、又は可変多孔性膜を含む、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記プロセッサは、前記可変表面の屈曲の程度を決定するように更に構成される、請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 10】

前記プロセッサは、前記可変表面の屈曲の程度、表面接触領域の大きさ、又は検出されたユーザ相互作用の位置の少なくとも 1 つに基づいて、前記第 1 の触覚効果、前記第 2 の触覚効果又は両方を変更するように更に構成される、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記プロセッサは、

環境特性又は生体情報を検出するように構成されるセンサからセンサ信号を受信して、前記環境特性又は生体情報に関係付けられる前記センサ信号を送信し、

前記センサ信号に基づいて、前記第 1 の触覚効果、前記第 2 の触覚効果、又は両方を変

50

更するようにより構成され、

前記環境特性は湿度、温度又は周辺光の量の1つ以上を含み、前記生体情報は心拍、呼吸速度、体温又はバイオリズムの1つ以上を含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項12】

前記プロセッサは複合触覚効果を決定するようにより構成され、前記第1及び第2の触覚効果は、結合されると前記複合触覚効果を出力するようにより構成される、請求項1に記載のシステム。

【請求項13】

前記複合触覚効果は、前記可変表面の表面における波を含む、請求項12に記載のシステム。

10

【請求項14】

前記イベントを決定することは、前記可変表面とのユーザ相互作用を検出するようにより構成されるセンサからセンサ信号を受信することを含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項15】

イベントを決定するステップと、

前記イベントに少なくとも部分的に基づいて第1の触覚効果を決定するステップと、

前記イベントに少なくとも部分的に基づいて第2の触覚効果を決定するステップと、

前記第1の触覚効果に関係付けられる第1の触覚信号を第1の触覚出力装置に送信するステップであって、前記第1の触覚出力装置は前記第1の触覚信号を受信して可変表面に前記第1の触覚効果を出力するようにより構成されるステップと、

20

前記第2の触覚効果に関係付けられる第2の触覚信号を第2の触覚出力装置に送信するステップであって、前記第2の触覚出力装置は前記第2の触覚信号を受信して前記可変表面に前記第2の触覚効果を出力するようにより構成されるステップと

を含む、方法。

【請求項16】

前記第2の触覚効果は、前記可変表面の形状を変形させることを含む、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

複合触覚効果を決定するステップを更を含み、前記第1及び第2の触覚効果は、結合されると前記複合触覚効果を出力するようにより構成される、請求項15に記載の方法。

30

【請求項18】

プロセッサによって実行されると、前記プロセッサに

イベントを決定すること、

前記イベントに少なくとも部分的に基づいて第1の触覚効果を決定すること、

前記イベントに少なくとも部分的に基づいて第2の触覚効果を決定すること、

前記第1の触覚効果に関係付けられる第1の触覚信号を第1の触覚出力装置に送信するステップであって、前記第1の触覚出力装置は前記第1の触覚信号を受信して可変表面に前記第1の触覚効果を出力するようにより構成されること、

前記第2の触覚効果に関係付けられる第2の触覚信号を第2の触覚出力装置に送信するステップであって、前記第2の触覚出力装置は前記第2の触覚信号を受信して前記可変表面に前記第2の触覚効果を出力するようにより構成されること

40

を行わせるようにより構成されるプログラムコードを含む、一時的でないコンピュータ可読媒体。

【請求項19】

プロセッサによって実行されると、前記プロセッサに前記可変表面の屈曲の度合いを決定させるようにより構成されるプログラムコードを更を含む、請求項18に記載の一時的でないコンピュータ可読媒体。

【請求項20】

プロセッサによって実行されると、複合触覚効果を決定するようにより構成されるプログラムコードを更を含み、前記第1及び第2の触覚効果は、結合されると前記複合触覚効

50

果を出力するように構成される、請求項 18 に記載の一時的でないコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ユーザインターフェース装置の分野に関する。より詳細には、本発明は、触覚フィードバックを有する可変ユーザインターフェース装置に関する。

【0002】

(関連出願への相互参照)

本出願は、2013年12月31日付けで提出され、“System and Method for a Haptically-Enabled Deformable Surface”と題された米国仮特許出願第61/922,536号、及び2013年4月26日に提出され、“Haptic Augmentation of Continuous Interactions with Bendable Displays”と題された米国仮特許出願第61/816605号への優先権を主張し、これらの全体は参照により本明細書に組み込まれる。

10

【背景技術】

【0003】

コンピュータベースのシステムがより普及してきており、人間がこうしたシステムと相互作用するインターフェースの品質がますます重要になってきている。直感的且つ相互作用可能な特性のため人気があるインターフェースはタッチスクリーンディスプレイである。タッチスクリーンディスプレイを介して、ユーザの指でタッチスクリーンの領域に接触することによりユーザは様々なタスクを実行することができる。より直感的且つ向上したユーザ体験を生み出すために、デザイナーは多くの場合、物理相互作用のユーザ体験を利用する。これは、一般には、視覚、聴覚及び/又は触覚フィードバックを通して物理世界との相互作用の一部の態様を再現することによって行われる。多くの場合、触覚フィードバックは、機械的な振動又は摩擦係数の知覚の変化の形態をとる。こうした種類の相互作用は、一般的であり、タッチスクリーン装置には特に強力である。最近、可撓性のあるタッチスクリーンディスプレイが開発されている。こうした可撓性タッチスクリーンディスプレイは、折り曲げ、折り畳み、及び/又は丸めることができる。従って、こうした可撓性ディスプレイに対する追加の効果が要求されている。

20

30

【発明の概要】

【0004】

本開示の実施形態は、触覚使用可能な可変表面を備える装置を含む。一実施形態では、本開示のシステムは、第1の触覚信号を受信して、可変表面に第1の触覚効果を出力するように構成される第1の触覚出力装置、及び第2の触覚信号を受信して、可変表面に第2の触覚効果を出力するように構成される第2の触覚出力装置を含んでもよい。システムは、第1の触覚出力装置及び第2の触覚出力装置に結合されるプロセッサであって、イベントを決定し、イベントに少なくとも部分的に基づいて第1の触覚効果及び第2の触覚効果を決定し、第1の触覚効果に関係付けられる第1の触覚信号を第1の触覚出力装置に送信し、第2の触覚効果に関係付けられる第2の触覚信号を第2の触覚出力装置に送信するように構成されるプロセッサを更に含んでもよい。

40

【0005】

別の実施形態では、本開示の方法は、イベントを決定するステップと、イベントに少なくとも部分的に基づいて第1の触覚効果を決定するステップと、イベントに少なくとも部分的に基づいて第2の触覚効果を決定するステップとを含んでもよい。また、方法は、第1の触覚効果に関係付けられる第1の触覚信号を第1の触覚出力装置に送信するステップであって、第1の触覚出力装置は第1の触覚信号を受信して可変表面に第1の触覚効果を出力するように構成されるステップを含んでもよい。更に、方法は、第2の触覚効果に関係付けられる第2の触覚信号を第2の触覚出力装置に送信するステップであって、第2の

50

触覚出力装置は第2の触覚信号を受信して可変表面に第2の触覚効果を出力するように構成されるステップを含んでもよい。更に別の実施形態は、このような方法を実行するためのコンピュータ可読媒体を含む。

【0006】

この例示の実施形態は、本主題の限界を限定又は定義するためではなく、その理解を支援するための例示を提供するために言及される。更なる実施形態は、詳細な説明において検討され、そこでは追加の説明が提供される。本明細書を吟味することによって、及び/又は請求項に記載の主題の1つ以上の実施形態を実施することによって、様々な実施形態によってもたらされる利点が更に理解され得る。

【図面の簡単な説明】

10

【0007】

本明細書の以下の部分には完全且つ実施可能な開示がより詳細に説明される。本明細書は以下の添付の図面を参照する。

【図1】一実施形態による触覚使用可能な可変表面のためのシステムを示すブロック図である。

【図2】触覚使用可能な可変表面のためのシステムの一実施形態を示す。

【図3】触覚使用可能な可変表面のためのシステムの別の実施形態を示す。

【図4A】触覚使用可能な可変表面のためのシステムの別の実施形態を示す。

【図4B】触覚使用可能な可変表面のためのシステムの更に別の実施形態を示す。

20

【図4C】触覚使用可能な可変表面のためのシステムの更に別の実施形態を示す。

【図5】触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の一実施形態を示す。

【図6】触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の別の実施形態を示す。

【図7】一実施形態による触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用を示す。

【図8】触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の別の実施形態を示す。

【図9】一実施形態による可変表面における触覚フィードバックのための方法を示す流れ図である。

【図10】触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の一実施形態を示す。

【図11】触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の別の実施形態を示す。

【図12A】一実施形態による触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用を示す。

【図12B】触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の実施形態の別のビューを示す。

30

【発明を実施するための形態】

【0008】

次に、多様な及び代替的な例示の実施形態並びに添付の図面を詳細に参照する。各例示は、限定としてではなく、説明目的で提供される。修正及び変更が行われ得ることは、当業者には明らかであろう。例えば、一実施形態の一部として例示され又は記載された特徴は、更なる実施形態をもたらすために別の実施形態において使用されてもよい。従って、本開示は、添付の請求項及び均等物の範囲に入る修正及び変形を含むことが意図されている。

【0009】

40

(触覚使用可能な可変表面の例示)

本開示の1つの例示的な実施形態は、可変タッチスクリーンディスプレイと共に構成されるコンピュータ装置を備える。例えば、コンピュータ装置は、スマートフォン、タブレット、ラップトップコンピュータ、ポケット管理帳、又は携帯型ミュージックプレーヤであってもよい。更に、コンピュータ装置及び/又はタッチスクリーンディスプレイは、屈曲可能、折り畳み可能、折り曲げ可能、ねじり可能、伸縮可能、及び/又は丸め可能、それ以外の場合、変形可能であってもよい。

【0010】

例示的な実施形態では、コンピュータ装置は、コンピュータ装置及びタッチスクリーンディスプレイと共に、ユーザ相互作用等のイベントを検出し、イベントに関係付けられる

50

1つ以上のセンサ信号をコンピュータ装置におけるプロセッサに提供するためのセンサを含む。こうしたイベントは、相互作用、例えば、仮想キーボードをタイプすること又は仮想コントロールを操作することによってタッチスクリーンディスプレイと相互作用することを含んでもよい。プロセッサは、プロセッサ（例えば、アプリケーション、オペレーティングシステム、又は他のソフトウェア）によって実行されるソフトウェアに関連付けられる決定を行うために、こうした相互作用に関係付けられるセンサ信号を利用する。

【0011】

例示的な実施形態では、コンピュータ装置は、ユーザに触覚フィードバックを提供するための2つの触覚出力装置を備える。例示的な実施形態では、第1の触覚出力装置は、静電摩擦（ESF）触覚効果を提供するように構成される。第2の触覚出力装置は、表面、例えば、タッチスクリーンディスプレイの表面を変形させるように構成される。

10

【0012】

例示的な実施形態では、コンピュータ装置とのユーザ相互作用に基づいて、コンピュータ装置は、複合触覚効果を決定してもよい。複合触覚効果は、集散的に単一の触覚効果としてユーザに知覚され得る多数の触覚効果を含む。複合触覚効果に基づいて、コンピュータ装置は、第1及び第2の触覚フィードバック信号を生成する。コンピュータ装置は、第1及び第2の触覚フィードバック信号をそれぞれ第1及び第2の触覚出力装置に送信する。第1及び第2の触覚出力装置は、複合触覚効果を集散的にユーザに出力する。

【0013】

例示的な実施形態では、コンピュータ装置は、本を読むための読書アプリケーションを含む。読書アプリケーションは、ユーザ相互作用に基づいて触覚効果を決定及び出力するように構成される。例えば、例示的な実施形態では、ユーザが本のページを変えるためにタッチスクリーンディスプレイを横切って指をスワイプさせると、コンピュータ装置は複合触覚効果を出力する。例えば、複合触覚効果は、本のページをめくる感覚をシミュレートしてもよい。複合触覚効果は、ページがめくられるときに本のページに形成される波の感覚をシミュレートしてもよい。

20

【0014】

複合触覚効果は、多くのやり方で生成されてもよい。例えば、一部の実施形態では、本のページに形成された波の感覚をシミュレートするために、コンピュータ装置は、ユーザの指とタッチスクリーンディスプレイとの間で知覚される摩擦係数を増加するように構成される第1の触覚効果を出力してもよい。また、コンピュータ装置は、タッチスクリーンディスプレイの表面の剛性を減少させるように構成される第2の触覚効果を出力してもよい。

30

【0015】

コンピュータ装置と相互作用すると、ユーザは、複合触覚効果を知覚することができてもよい。例えば、上記の実施形態では、ユーザがタッチスクリーンディスプレイを横切って指を移動させると、増加した摩擦係数及び減少した表面剛性の組み合わせによってディスプレイ表面材料がユーザの指の前方に蓄積してもよい。材料のこの蓄積はユーザの指と共に移動する波又は隆起を形成してもよく、現実世界の本との相互作用におけるページめくりをシミュレートする。

40

【0016】

更に以下に詳細に検討されるように、タッチスクリーンディスプレイを変形させること及び摩擦係数を変化させることを含む触覚効果は、ユーザに情報を提供するために様々なやり方で使用され得る。更に、コンピュータ装置は、ディスプレイを変形させること又は摩擦係数を変化させることに加えて又は代わりに触覚効果（例えば、振動）を出力してもよい。同様に、コンピュータ装置は、装置の別の表面、例えば、コンピュータ装置の表面等のディスプレイ以外の表面、又はディスプレイとは別のタッチ面において触覚効果を出力してもよい。

【0017】

上記の例示的な実施形態の記載は、単に例示として提供される。本発明の他の様々な実

50

施形態が本明細書に記載されており、このような実施形態の変形は当業者により理解されるであろう。本明細書を吟味することによって、及び/又は請求項に記載の主題の1つ以上の実施形態を実施することによって、様々な実施形態によってもたらされる利点が更に理解され得る。

【0018】

(可変表面において使用可能な触覚フィードバックのための例示的なシステム)

図1は、一実施形態による触覚使用可能な可変表面のためのシステム100を示すブロック図である。この例示では、システム100は、バス106を介して他のハードウェアとインターフェース接続されるプロセッサ102を有するコンピュータ装置101を含む。コンピュータ装置101は、例えば、スマートフォン、タブレット、Eリーダー、又は携帯型ゲーム装置を含んでもよい。

10

【0019】

RAM、ROM又はEEPROM等の任意の適切な有形の(及び一時的でない)コンピュータ可読媒体を含み得るメモリ104が、コンピュータ装置101の動作を構成するプログラム要素を具現化してもよい。この例示では、コンピュータ装置101は、1つ以上のネットワークインターフェース装置110、入力/出力(I/O)インターフェース要素112、及び追加の記憶装置114を更に備える。

【0020】

ネットワーク装置110は、ネットワーク接続を容易にする1つ以上の任意の構成要素を表し得る。限定されないが、例示には、Ethernet(登録商標)、USB、IEEE1394等の有線インターフェース、及び/又はIEEE802.11、Bluetooth(登録商標)等の無線インターフェース、又は携帯電話ネットワークにアクセスするための無線インターフェース(例えば、CDMA、GSM(登録商標)、UMTS又は他の移動通信ネットワーク)が含まれる。

20

【0021】

I/O構成要素112は、1つ以上のディスプレイ132、キーボード、マウス、スピーカ、マイクロホン、ボタン、及び/又はデータの入力又は出力に使用される他のハードウェア等の装置への接続を容易にするために使用されてもよい。記憶装置114は、読み取り専用メモリ、フラッシュメモリ、強誘電性RAM(F-RAM)、磁気、光学、又は装置101に含まれ若しくはプロセッサ102に結合される他の記憶媒体等の不揮発性記憶装置を表す。

30

【0022】

システム100は、プロセッサ102と通信する触覚出力装置118及び120を更に含む。触覚出力装置118及び120は、ユーザによって感知され得る触覚効果を出力するように構成される。一部の実施形態では、触覚出力装置118は、例えば、テクスチャをシミュレートすること、振動をシミュレートすること、又は触覚信号に応じてタッチ面で知覚される摩擦係数を修正することを含む触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置118は、超音波アクチュエータを含んでもよい。超音波アクチュエータは、所定の超音波周波数、例えば、20kHzで振動して、タッチ面116の表面において知覚される係数を増加又は減少してもよい。更に、超音波アクチュエータは、圧電材料を含んでもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置118は、タッチ面116及び/又はコンピュータ装置101の筐体の一部であってもよい。

40

【0023】

一部の実施形態では、触覚出力装置118は、静電気引力を使用して、例えば、静電表面アクチュエータを使用することによって、ESF触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置118は、導電層及び絶縁層を含んでもよい。導電層は、任意の半導体又は銅、アルミニウム、金又は銀等の他の導電性材料を含んでもよい。絶縁層は、任意の絶縁性材料、例えば、ガラス、プラスチック、又はポリマを含んでもよい。一部の実施形態では、プロセッサ102は、導電層に電気信号を加えることによって静電アクチュエータを動作させてもよい。電気信号はAC信号であってもよい。一部の実施形態で

50

は、高電圧増幅器がAC信号を生成してもよい。AC電圧を導電層に加えることは、導電層とタッチ面116に近接する又は接触するオブジェクト（例えば、ユーザの指又はスタイラス）との間の容量結合を生成してもよい。一部の実施形態では、容量結合は、タッチ面116の表面における摩擦係数、振動又はテクスチャをシミュレートしてもよい。例えば、一実施形態では、タッチ面116の表面は円滑であるが、容量結合はタッチ面116の表面に近接する又は接触するオブジェクト（及び導電層）間に引力を生み出してもよい。一部の実施形態では、オブジェクトと導電層との間の引力レベルの変化は、ユーザによって知覚される触覚効果を変化させることができる。

【0024】

一部の実施形態では、触覚出力装置120は、変形触覚効果を出力するように構成される変形装置を含んでもよい。一部の実施形態では、変形触覚効果は、タッチ面の表面を変形させること（例えば、タッチ面116の表面の一部を隆起又は降下させること）を含んでもよい。一部の実施形態では、変形触覚効果は、コンピュータ装置101及び/又はタッチ面116の形状を折り曲げ、折り畳み、ねじり、屈曲させ、形状変化させ、それ以外の場合、変形させることを含んでもよい。即ち、変形触覚効果は、コンピュータ装置101及び/又はタッチ面116に力を加えて、それを折り曲げ、折り畳み、丸め、ねじり、屈曲し、形状変化し、それ以外の場合、変形することを引き起こしてもよい。一部の実施形態では、変形触覚効果は、コンピュータ装置101及び/又はタッチ面116が折り曲げられ、折り畳まれ、丸められ、ねじられ、屈曲され、形状変化され、それ以外の場合、変形されることを妨げ又は抵抗することを含んでもよい。

【0025】

一部の実施形態では、触覚出力装置120は、流体、例えば、スマートゲル（smart gel）を含んでもよい。スマートゲルは、1つ又は複数の刺激（例えば、電解、磁界、温度、紫外線、振動、又はpH変化）に応じて変化する機械又は構造的な特性を有する流体を含む。例えば、刺激に応じて、スマートゲルは、剛性、容量、透明性、及び/又は色を変化させてもよい。一部の実施形態では、剛性は、変形に対するタッチ面116の抵抗を含んでもよい。一部の実施形態では、1つ以上のワイヤがスマートゲルに組み込まれ又は結合されてもよい。電流がワイヤを流れるので、熱が放射されて、スマートゲルを拡張又は収縮させることで、触覚出力装置120を変形させる。更に、一部の実施形態では、触覚出力装置120は、レオロジー流体（例えば、磁性流体又は電気流体）を含んでもよい。レオロジー流体は、液体（例えば、油又は水）中に懸濁している金属粒子（例えば、鉄粒子）を含んでもよい。電界又は磁界に応じて、液体中の分子の秩序が再編成されてもよく、それにより液体の全体的な制動及び/又は粘度を変更して、触覚出力装置120を変形させてもよい。

【0026】

一部の実施形態では、触覚出力装置120は、機械変形装置を含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚出力装置120は、変形要素を回転させるアームに結合されるアクチュエータを含んでもよい。変形要素は、例えば、楕円形、星形、又は波形形状を含んでもよい。変形要素は、所定の回転角度でタッチ面116を動かす、それ以外では動かさないように構成されてもよい。アクチュエータは、圧電アクチュエータ、回転/線形アクチュエータ、ソレノイド、電気活性ポリマアクチュエータ、MFC（macro fiber composite）アクチュエータ、形状記憶合金（SMA）アクチュエータ、及び/又は他のアクチュエータを含んでもよい。アクチュエータが変形要素を回転させると、変形要素は触覚出力装置120の表面を動かすことにより変形を引き起こしてもよい。このような実施形態では、変形要素は、タッチ面116が平坦になる位置で開始してもよい。プロセッサ102から信号を受信することに応じて、アクチュエータは変形要素を回転させてもよい。一部の実施形態では、変形要素を回転させることによって、タッチ面116の1つ以上の部分が持ち上げられ又は下げられてもよい。一部の実施形態では、変形は、元の位置に戻るよう変形要素を回転させるようにプロセッサ102がアクチュエータに信号を送るまで、この回転した状態で維持されてもよい。

【0027】

更に、触覚出力装置120を变形させるために他の技術又は方法が用いられ得る。例えば、一部の実施形態は、表面再構成可能な触覚基板（限定されないが、例えば、繊維、ナノチューブ、電気活性ポリマ、圧電要素、又は形状記憶合金を含む）からの接触に基づいて、その表面を变形させ又はそのテクスチャを变化させるように構成される可撓性表面層を含んでもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置は、例えば、变形機構、空気若しくは流体ポケット、材料の局部变形、共振機械要素、圧電性材料、微小電気機械システム（“MEMS”）要素、熱流体ポケット、MEMSポンプ、可変多孔性膜（variable porosity membranes）、又は層流変調で、1つ以上の表面特徴を持ち上げる又は下げることによって变形させられてもよい。

10

【0028】

一部の実施形態では、触覚出力装置120は、タッチ面116及び/又はコンピュータ装置101の筐体の一部であってもよい。他の実施形態では、触覚出力装置120は、タッチ面116及び/又はコンピュータ装置101を覆う可撓性筐体の内側に格納されてもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置120は、コンピュータ装置101及び/又はタッチセンサ面116の背後に（例えば、タッチセンサ面116の背面に）配置される可撓性層を含んでもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置120は、折り畳み可能コンピュータ装置101における1つ以上のヒンジ上に配置されてもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚出力装置120は、スマートゲル又はレオロジー流体を含み、折り畳み可能ディスプレイにおけるヒンジ上に配置されてもよい。触覚出力装置120を作動させると（例えば、電界又は電流を用いて）、レオロジー又はスマートゲルはその特性を变化させてもよい。一部の実施形態では、レオロジー流体又はスマートゲルの特性を变化させることは、コンピュータ装置101及び/又はタッチセンサ面116が折り畳まれ、折り曲げられ、又は屈曲されることを引き起こしてもよい。他の実施形態では、レオロジー流体又はスマートゲルの特性（例えば、硬質性又は不撓性）を变化させることは、コンピュータ装置101及び/又はタッチセンサ面116が折り畳まれ、折り曲げられ、又は屈曲されることを妨げ又は抵抗してもよい。

20

【0029】

一部の実施形態では、コンピュータ装置101は、追加の触覚出力装置を含んでもよい。例えば、コンピュータ装置101は、圧電アクチュエータ、電気モータ、電磁アクチュエータ、音声コイル、形状記憶合金、電気活性ポリマ、ソレノイド、ERM又は線形共振アクチュエータ（LRA）の1つ以上を含んでもよい。更に、一部の触覚効果は、コンピュータ装置101の筐体に結合されるアクチュエータを利用してよい。また、一部の触覚効果は、順番に及び/又は同時に同じ又は異なる種類の多数のアクチュエータを使用してもよい。

30

【0030】

例えば、一実施形態では、触覚出力装置118は、複合触覚効果を出力するために触覚出力装置120と呼応して使用されてもよい。例えば、一実施形態では、コンピュータ装置101は、タッチ面116において小波効果を生成するように構成される複合触覚効果を出力してもよい。一実施形態では、触覚出力装置118はタッチ面116の表面で摩擦係数を増加させるが、触覚出力装置120はタッチ面116の表面で剛性を減少させる。組み合わせられると、ユーザがタッチ面116に沿って指を動かすときに、小波が形成されてもよい。

40

【0031】

別の例示として、一部の実施形態では、コンピュータ装置101は、タッチ面116の表面でユーザにゴムボタンを知覚させるように構成される複合触覚効果を出力してもよい。一実施形態では、触覚出力装置118はタッチ面116の表面でゴムテクスチャをシミュレートする触覚効果を出力するが、触覚出力装置120はボタンの端部をシミュレートするようにタッチ面116の表面を变形させる（例えば、表面の一部を持ち上げる）。組み合わせられた触覚効果は、タッチ面116の表面においてユーザにゴムボタンを知覚させ

50

てもよい。一部の実施形態では、ゴムボタンのテクスチャ及び形状が、1つ以上の触覚効果を介して調節されてもよい。他の実施形態では、コンピュータ装置101は、タッチ面116が円滑であるとユーザに知覚させるように構成される複合触覚効果を出力してもよい。一実施形態では、触覚出力装置118はタッチ面116の表面で摩擦係数を減少させるが、触覚出力装置120はタッチ面116の表面で剛性を増加させる。組み合わせられた触覚効果は、タッチ面116が硬質(solid)で円滑な表面であるとユーザに知覚させてもよい。こうした例示で記載された複合触覚効果は2つの別個の触覚効果を含むが、複合触覚効果は任意の数の別個の触覚効果を含んでもよいことが理解されるべきである。例えば、一部の実施形態では、複合触覚効果は、表面変形、擬似テクスチャ、及び振動を含んでもよい。

10

【0032】

更に、システム100は、この例示では、コンピュータ装置101に統合されるタッチ面116を備える。タッチ面116は、ユーザの触覚入力を感じるように構成される任意の表面を表す(例えば、タッチパッド)。1つ以上のセンサ108は、物体がタッチ面116に接触する場合に接触領域における接触を検出して、プロセッサ102によって使用される適切なデータを提供するように構成される。センサの任意の適切な数、種類、又は配置が使用され得る。例えば、抵抗性及び/又は容量性センサがタッチ面116に組み込まれてもよい。一部の実施形態では、センサ108は、タッチの位置、ユーザとタッチ面116との間の接触表面積、及び圧力等の他の情報を決定するために使用されてもよい。別の例示として、タッチ位置を決定するために、タッチ面116のビューを備える光学センサが使用されてもよい。

20

【0033】

他の実施形態では、センサ108は、LED検出器を含んでもよい。例えば、一実施形態では、タッチ面116は、ディスプレイ132の側部に取り付けられるLED指検出器を含む。一部の実施形態では、プロセッサ102は単一のセンサ108と通信し、他の実施形態では、プロセッサ102は複数のセンサ108、例えば、第1のタッチ面及び第2のタッチ面と通信する。センサ108は、1つ以上のタッチ面116とのユーザ相互作用(例えば、ジェスチャ、タッチ、及び/又はタッチ面116の折り曲げ、屈曲、伸縮、折り畳み、ねじり又は丸め)を検出し、ユーザ相互作用に基づいて、プロセッサ102に信号を送信するように構成される。一部の実施形態では、センサ108は、ユーザ相互作用の複数の態様を検出するように構成されてもよい。例えば、センサ108は、ユーザ相互作用の速さ、方向及び圧力を検出して、この情報をインターフェース信号に組み込んでよい。

30

【0034】

システム100の特定の実施形態によっては、タッチセンサ面116がディスプレイ132を含んでもよく、又は含まなくてもよい(それ以外の場合、ディスプレイ132に対応してもよく、又は対応しなくてもよい)。一部の実施形態は、図2に示されるようにタッチセンサ面116及びディスプレイ132を組み合わせるタッチ可能ディスプレイを含んでもよい。一部の実施形態では、可撓性のタッチセンサ面116がディスプレイ132を覆ってもよい(それ以外の場合、ディスプレイ132に対応してもよい)。このような実施形態では、タッチ面116は、ディスプレイ132の外部又は実際のディスプレイ132の構成要素上の1つ以上の材料層に対応してもよい。更に、一部の実施形態では、ディスプレイ132は「可撓性ディスプレイ(flexible display)」であってもよい。可撓性ディスプレイ132は、回転可能、折り畳み可能、伸縮可能、ねじり可能、それ以外の場合、効果に基づく表面変形可能の1つ以上であってもよい。例えば、可撓性ディスプレイ132は、折り曲げ可能電子ペーパーを含んでもよい。一部の実施形態では、ディスプレイ132は、恒久的に一致したディスプレイであってもよい。一部の実施形態では、恒久的に一致したディスプレイは、湾曲した表面及び平坦な表面を備えてもよい。一部の実施形態では、湾曲した及び/又は平坦な表面は変形することができない。

40

50

【 0 0 3 5 】

図 1 に戻ると、図示の実施形態において、コンピュータ装置 1 0 1 は 1 つ以上の追加のセンサ 1 3 0 を備える。1 つ以上のセンサ 1 3 0 は、プロセッサ 1 0 2 にセンサ信号を送信するように構成される。一部の実施形態では、センサ 1 3 0 は、環境特性（例えば、周辺光の量、湿度、気圧、温度、環境雑音）、コンピュータ装置 1 1 6 の移動（例えば、傾き）、及び/又はコンピュータ装置 1 0 1 の変形（例えば、折り曲げ、屈曲、伸縮、折り畳み、ねじり、又は丸め）を検出してもよい。一部の実施形態では、センサ 1 3 0 は、カメラ、温度センサ、湿度センサ、ソナー装置、深さセンサ、加速度計、若しくはジャイロスコープ、容量性若しくは抵抗性センサ、圧力センサ、歪みゲージ、又は力センサを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、センサ 1 3 0 は、ユーザとコンピュータ装置 1 0 1 及び/又はタッチ面 1 1 6 との間の接触表面積を決定するための容量性センサを含んでもよい。更に、一部の実施形態では、センサ 1 3 0 は、生体情報を受信して、生体情報をバイオセンサデータに少なくとも部分的に基づいて対応するセンサ信号に変換するように構成されるバイオセンサを含んでもよい。一部の実施形態では、生体情報は、例えば、人の心拍、呼吸速度、体温、又はバイオリズムを含んでもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 1 0 1 は、センサ 1 3 0 からの信号に部分的に基づいて触覚効果を決定及び出力してもよい。任意の適切な数、種類、又は配置のセンサ 1 3 0 が使用され得る。センサ 1 3 0 は図 1 ではコンピュータ装置 1 0 1 の内部に描かれているが、一部の実施形態では、1 つ以上のセンサ 1 3 0 がコンピュータ装置 1 0 1 の外部に（例えば、データをセンサ 1 3 0 からコンピュータ装置 1 0 1 に送信するように構成される、又はユーザの体、衣服、又はそれ以外の場所に取り付けられる別の装置に）あってもよい。

10

20

【 0 0 3 6 】

メモリ 1 0 4 に関しては、プログラム構成要素 1 2 4、1 2 6 及び 1 2 8 は、触覚使用可能な可変表面を与えるために一部の実施形態では、装置がどのように構成され得るかを示すように描かれている。この例示では、検出モジュール 1 2 4 が、タッチの位置を決定するためにセンサ 1 0 8 を介してタッチ面 1 1 6 を監視するようにプロセッサ 1 0 2 を構成する。例えば、モジュール 1 2 4 は、タッチの存在又は不存在を追跡して、タッチが存在する場合、場所、経路、速度、加速度、圧力及び/又は経時的なタッチの他の特性を追跡するためにセンサ 1 0 8 をサンプリングしてもよい。検出モジュール 1 2 4 はメモリ 1 0 4 内のプログラム構成要素として図 1 に描かれているが、一部の実施形態では、検出モジュール 1 2 4 は、タッチの位置を検出又は決定するためにセンサ 1 0 8 を介してタッチ面 1 1 6 を監視するように構成されるハードウェアを含んでもよい。一部の実施形態では、このようなハードウェアは、アナログからデジタルへの変換器、プロセッサ、マイクロコントローラ、比較器、増幅器、トランジスタ、及び他のアナログ又はデジタル回路を含んでもよい。

30

【 0 0 3 7 】

触覚効果決定モジュール 1 2 6 は、生成すべき触覚効果を決定するためのタッチ特性に関するデータを分析するプログラム構成要素を表す。特に、触覚効果決定モジュール 1 2 6 は、タッチセンサ面 1 1 6 との相互作用に基づいて、出力すべき触覚効果を決定するコード、及び効果を出力するために提供すべき 1 つ以上の触覚効果を選択するコードを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、タッチ面 1 1 6 の一部又は全部の領域が、グラフィカルユーザインターフェースにマッピングされてもよい。触覚効果決定モジュール 1 2 6 は、タッチ面 1 1 6 の表面における特徴の存在をシミュレートするためにタッチの場所に基いて異なる触覚効果を選択してもよい。一部の実施形態では、こうした特徴は、インターフェース上の特徴の可視表現に対応してもよい。しかしながら、触覚効果は、対応要素がインターフェースに表示されなくても、タッチ面 1 1 6 又はディスプレイ 1 3 2 を介して与えられてもよい（例えば、インターフェースの境界が横断される場合に、境界が表示されていなくても、触覚効果が与えられてもよい）。

40

【 0 0 3 8 】

更に、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 1 2 6 は、タッチ面 1 1 6 又はデ

50

ディスプレイの屈曲、折り曲げ、ねじり、又は伸縮の程度に基づいて、タッチ面 116 の表面に出力する触覚効果を決定するコードを含んでもよい。触覚効果決定モジュール 126 は、効果をシミュレートするために提供する 1 つ以上の触覚効果を選択するコードを更にも含んでもよい。例えば、触覚効果決定モジュール 126 は、タッチ面 116 又はディスプレイの屈曲の量に基づいて触覚効果を選択してもよい。例えば、一実施形態では、ユーザが 20 度より多くコンピュータ装置を屈曲させると、モジュール 126 は、タッチ面 116 を変形させるように構成される触覚効果を出力する。一部の実施形態では、このタッチ面 116 の変形は、タッチ面 116 が 20 度より多く屈曲されているという確認をユーザに提供してもよい。

【0039】

一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 126 は、タッチ面 116 と接触しているユーザの指の量（例えば、指とタッチ面 116 との間の接触の表面積）に基づいて出力する触覚効果を決定するコードを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 126 は、タッチ面 116 の表面と接触しているユーザの指の量に基づいて異なる触覚効果を選択してもよい。一実施形態では、ユーザがコンピュータ装置を屈曲させると、ユーザの皮膚のより小さな領域がタッチ面 116 の表面と接触してもよい。ユーザの指とタッチ面 116 との間の接触領域の減少は、ユーザがより強度の小さな触覚効果を知覚することをもたらしてもよい。例えば、接触の減少は、一定割合の触覚効果のみを、例えば、知覚される摩擦係数を増加させることを目的とした触覚効果をユーザに知覚させてもよい。触覚効果決定モジュール 126 は、表面の接触のこの減少を検出又は決定し、これに応じて、この変化を補償するための触覚効果を出力してもよい。例えば、触覚効果決定モジュールは、接触領域の減少を補償するためにより強い触覚効果を決定してもよい。従って、ユーザによって知覚される摩擦係数は、コンピュータ装置 101 の屈曲以前と同じに維持される。

【0040】

一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 126 は、タッチ面 116 上の異なる場所で出力される異なる触覚効果を決定するコードを含んでもよい。一部の実施形態では、異なる触覚効果 116 は、ユーザにより一貫した触覚体験を提供するように構成されてもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザの接触は、2 本以上の指でタッチ面 116 に接触してもよい。このような実施形態では、タッチ面 116 及び / 又はコンピュータ装置 101 の変形、ユーザの指とタッチ面 116 との間の異なる接触表面積、及び / 又は他の要因が、2 箇所以上のタッチの場所間で一貫性のない触覚効果をユーザに知覚させてもよい。例えば、ユーザは、触覚効果が第 2 のタッチ面 116 の場所で出力するよりも強く第 1 のタッチ面 116 の場所で触覚効果が出力されるのを知覚してもよい。一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 126 は、複数のタッチ面 116 の場所の間で一貫した体験をユーザに知覚させるように構成される 1 つ以上の触覚効果を決定してもよい。例えば、触覚効果決定モジュール 126 は、第 1 のタッチ場所で減少した大きさを有する第 1 の触覚効果、及び第 2 のタッチ場所で増加した大きさを有する第 2 の触覚効果を決定してもよい。

【0041】

一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 126 は、ユーザ（例えば、ユーザの指）がタッチ面 116 及び / 又はコンピュータ装置 101 に対して加える圧力の量に基づいて出力する触覚効果を決定するコードを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール 126 は、タッチ面 116 の表面にユーザが加える圧力の量に基づいて異なる触覚効果を選択してもよい。一部の実施形態では、タッチ面 116 にユーザが加える圧力の量は、ユーザによって知覚される触覚効果の強度に影響を与える。例えば、一部の実施形態では、圧力の減少は、ユーザに弱い触覚効果を知覚させてもよい。触覚効果決定モジュール 126 は、圧力のこの減少を検出又は決定し、これに応じて、この変化を補償するための触覚効果を出力してもよい。例えば、触覚効果決定モジュールは、圧力の減少を補償するためにより強い触覚効果を決定してもよい。従って、ユーザによって知

10

20

30

40

50

覚される触覚効果は、圧力の減少以前と同じに維持される。

【0042】

他の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、センサ130からの信号（例えば、湿度、温度、周辺光の量、加速度計測定値、又はジャイロスコープ測定値）に基づいて、タッチ面116に出力する触覚効果を決定するコードを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、周辺光の量に基づいて触覚効果を決定してもよい。このような実施形態では、周辺光が減少すると、触覚効果決定モジュール126は、タッチ面116を変形させ又はタッチ面116上で知覚される摩擦係数を変化させるように構成される触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、温度に基づいて触覚効果を決定してもよい（例えば、温度が減少すると、触覚効果決定モジュール126はユーザがタッチ面116の表面で摩擦係数の減少を知覚する触覚効果を決定してもよい）。

10

【0043】

一部の実施形態では、環境条件（例えば、湿度、温度、圧力、環境振動/雑音、又は周辺光の量）がタッチ面116の物理特性（例えば、その弾性又は形状）に影響を与えてもよい。タッチ面116の物理特性の変化は、ユーザによって知覚される触覚効果に影響を与えてもよい。触覚効果決定モジュール126は、こうした物理特性の変化に対抗するように構成される触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、これはより一貫した触覚体験をユーザに提供してもよい。例えば、一部の実施形態では、温度が減少すると、タッチ面116の弾性が減少することにより、タッチ面116がより硬くなってもよい。これに応じて、触覚効果決定モジュール126は、タッチ面116の表面の弾性を増加させるように構成される触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、増加した弾性は、より一貫した触覚体験をユーザに提供してもよい。別の例示として、一部の実施形態では、環境の湿度又は振動が増加すると、タッチ面116の表面が変形してもよい。これに応じて、触覚効果決定モジュール126は、タッチ面116の変形に抵抗するように構成される触覚効果を決定してもよい。更に、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、タッチ面116を折り畳み、折り曲げ、屈曲させ、それ以外の場合、変形させて実質的に元の純粋な構成に戻すように構成される触覚効果を決定してもよい。

20

【0044】

一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、触覚出力装置120によって出力される触覚効果に基づいて触覚出力装置118によって出力される触覚効果を決定するコードを含んでもよい。同様に、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、触覚出力装置118によって出力される触覚効果に基づいて触覚出力装置120によって出力される触覚効果を決定するコードを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、触覚出力装置118によって出力される知覚される摩擦係数の減少を含む第1の触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、第1の触覚効果に基づいて、触覚効果決定モジュール126は、タッチ面116の表面張力の増加を含む第2の触覚効果を決定してもよい。知覚される摩擦係数の減少及び表面張力の増加の組み合わせは、ユーザにユーザ相互作用（例えば、スライドジェスチャ）をより簡単に入力させてもよい。

30

40

【0045】

触覚効果決定モジュール126はメモリ104内のプログラム構成要素として図1には描かれているが、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、生成する1つ以上の触覚効果を決定するように構成されるハードウェアを含んでもよい。一部の実施形態では、このようなハードウェアは、アナログからデジタルへの変換器、プロセッサ、マイクロコントローラ、比較器、増幅器、トランジスタ、及び他のアナログ又はデジタル回路を含んでもよい。

【0046】

触覚効果生成モジュール128は、選択された触覚効果を生成するためにプロセッサ102に触覚信号を生成させて触覚出力装置118及び120に送信させるプログラミング

50

を表す。例えば、触覚効果生成モジュール 128 は、所望の効果を生成するために、記憶された波形又はコマンドにアクセスして、触覚出力装置 118 及び 120 に送信してもよい。一部の実施形態では、触覚効果生成モジュール 128 は、触覚信号を決定するためのアルゴリズムを含んでもよい。更に、一部の実施形態では、触覚効果生成モジュール 128 は、触覚効果に対する目標座標（例えば、タッチ面 116 又はディスプレイ上の場所に対する座標）を決定するためのアルゴリズムを含んでもよい。

【0047】

触覚効果生成モジュール 128 はメモリ 104 内のプログラム構成要素として図 1 に描かれているが、一部の実施形態では、触覚効果生成モジュール 128 は、生成する 1 つ以上の触覚効果を決定するように構成されるハードウェアを含んでもよい。一部の実施形態では、このようなハードウェアは、アナログからデジタルへの変換器、プロセッサ、マイクロコントローラ、比較器、増幅器、トランジスタ、及び他のアナログ又はデジタル回路を含んでもよい。

10

【0048】

図 3 は、触覚使用可能な可変表面のためのシステムの別の実施形態を示す。この例示では、タッチ面 316 は、ディスプレイ 322 を覆わない。コンピュータ装置 301 は、コンピュータシステム 320 に含まれるディスプレイ 322 に設けられるグラフィカルユーザインターフェースにマッピングされ得るタッチ面 316 を含む。コンピュータシステム 320 は、コンピュータ装置 301 に通信可能に結合される。コンピュータ装置 301 は、マウス、トラックパッド、又は他の装置を含んでもよいが、コンピュータシステム 320 は、ラップトップコンピュータ、セットトップボックス（例えば、DVD プレーヤ、DVR、ケーブルテレビボックス）、又は別のコンピュータシステムを含んでもよい。

20

【0049】

一部の実施形態では、タッチ面 316 及びディスプレイ 322 は、ディスプレイ 322 備えるラップトップコンピュータにおけるタッチ可能トラックパッド等の同じ装置に配置されてもよい。ディスプレイと統合されるか否かに関わらず、本明細書の例示における平面的なタッチ面の描写は、限定することを意図していない。他の実施形態は、触覚効果を与えるように更に構成される湾曲した又は不規則なタッチ可能面を含んでもよい。

【0050】

図 4 A は、触覚使用可能な可変表面のためのシステムの別の実施形態を示す。変形可能なコンピュータ装置 401 は、タッチ面及びディスプレイを組み合わせた変形可能なタッチ可能ディスプレイ 416 を含む。コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 は、屈曲可能であり、折り曲げ可能であり、折り畳み可能であり、ねじり可能であり、伸縮可能であり、又は丸め可能であってもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、多機能コントローラ、例えば、キオスクで使用されるコントローラ、アラームシステム、サーモスタット、又は他の種類のコンピュータ装置を含んでもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、スマートフォン、タブレット、又は他の種類のコンピュータを含んでもよい。

30

【0051】

コンピュータシステム 400 は、1 つ以上の触覚出力装置を更に含む。少なくとも 1 つの触覚出力装置が、ESF 触覚効果、例えば、テクスチャ又は振動をシミュレートする触覚効果、又はタッチ可能ディスプレイ 416 の表面で知覚される摩擦係数を変化させる触覚効果を出力するように構成される。更に、一部の実施形態では、コンピュータ装置 400 は、変形触覚効果を出力するように構成される触覚出力装置を含んでもよい。

40

【0052】

一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、イベントに応じて触覚効果を出力してもよい。本明細書で使用されるイベントは、関連する触覚効果を含む可能性があるコンピュータ装置 401 の操作の間に発生する任意の相互作用、アクション、衝突、又は他のイベントである。一部の実施形態では、イベントは、ユーザ入力（例えば、実際の又は仮想のボタンとの相互作用、ジョイスティックを操作すること、タッチ面と相互作用するこ

50

と、コンピュータ装置 401 を傾け又は方向付けること、又はコンピュータ装置 101 を折り曲げ、折り畳み、ねじり、伸縮させ、又は屈曲させること）、システム状態（例えば、バッテリー低下、メモリ低下、又はシステムが着呼を受信するのに基づいて生成される通知等のシステム通知）、送信データ、受信データ、又はプログラムイベントを含んでもよい（例えば、プログラムがゲームであれば、プログラムイベントは爆発、衝突又はゲームオブジェクト間の相互作用、又は新たなレベルに進むことを含んでもよい）。

【0053】

例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、図 4 B に示されるように 1 つ以上の仮想オブジェクト（例えば、仮想メニュー、リスト、スライダ、ノブ、ボタン、又は他のインターフェース）を出力してもよい。図 4 B に示される実施形態では、仮想オブジェクト 418 は、“BUMPY” という単語を有するボタンを含む。ユーザがタッチ可能ディスプレイ 416 を介して 1 つ以上の仮想オブジェクト 418 と相互作用すると、1 つ以上の触覚出力装置が触覚効果（例えば、シミュレートされる凹凸のあるテクスチャ）を出力してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置は、仮想オブジェクト 418 の端部に対応する隆起、境界又は他の障害物をユーザに知覚させるように構成される 1 つ以上の触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、仮想オブジェクト 418 は、ウィジェットに関係付けられるシステムを制御するように構成されるウィジェットを含んでもよい。例えば、一実施形態では、ウィジェットは、温度調節システムの温度設定を制御するように構成される仮想ノブを含んでもよい。従って、仮想ノブと相互作用することによって、ユーザは温度設定を調節することが可能であってもよい。

10

20

【0054】

一部の実施形態では、多数の触覚出力装置が、順番に又は同時に触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、ユーザが単一の複合効果として多数の触覚効果を知覚するように多数の触覚効果を決定してもよい。複合触覚効果は、図 8 に関連して更に詳細に検討される。

【0055】

図 4 C は、触覚使用可能な可変表面のためのシステムの更に別の実施形態を示す。変形可能なコンピュータ装置 401 は、タッチ面及びディスプレイを組み合わせた変形可能なタッチ可能ディスプレイ 416 を含む。この例示では、コンピュータ装置 401 は、アプリケーション、例えば、写真集アプリケーションを実行している。アプリケーションは、タッチ可能ディスプレイ 416 を介して仮想オブジェクト 418（例えば、犬の写真）を出力している。

30

【0056】

一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、イベントに基づいてコンピュータ装置 401 及び / 又はタッチセンサ面 416 を屈曲させ、折り曲げ、折り畳み、ねじり、伸縮させ、又は丸めるように構成される 1 つ以上の触覚効果を出力してもよい。例えば、図 4 C に示される例示では、コンピュータ装置 401 は、コンピュータ装置 401 を半分に折り畳ませるように構成される触覚効果を出力し、その結果、コンピュータ装置 401 の後ろの半分がコンピュータ装置 401 に対するスタンドとして作用して、安置面からコンピュータ装置 401 を持ち上げる。一部の実施形態では、このような構成によって、ユーザがアプリケーションデータ（例えば、写真）とより容易に相互作用し又は知覚することができてもよい。

40

【0057】

更に、一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 は、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 の形状を変更するように構成される触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 は、イベントの発生、例えば、写真集アプリケーションの実行に応じて形状を変化させてもよい。例えば、一部の実施形態では、写真集アプリケーションが実行されると、コンピュータ装置 401 は、コンピュータ装置 401 の形状を写真フレームに変化させるように構成される触覚効果を出力しても

50

よい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 の形状を変化させることは、より現実的なユーザインターフェース体験をユーザに提供してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 は、ユーザ入力を可能にし又は容易にするために形状を変化させてもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、ユーザが（例えば、ゲームアプリケーションのために）より簡単に入力を提供することができるように、タッチ可能ディスプレイ 416 の形状を（例えば、ゲームコントローラに）変化させるように構成される触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 は、ユーザに表示される情報に基づいて（例えば、情報のコンテンツ）、又は情報を表示するために形状を変化させてもよい（例えば、その形状を通じてユーザに情報を表示してもよい）。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、タッチ可能ディスプレイ 416 に表示される情報を最適化するためにタッチ可能ディスプレイ 416 の形状を変化させるように構成される触覚効果を出力してもよい。

10

20

30

40

50

【0058】

一部の実施形態では、ユーザは、コンピュータ装置 416 を屈曲させ、折り曲げ、折り畳み、伸縮させ、又はねじることで、所定の構成にすることもできてよい。一実施形態では、コンピュータ装置 416 は、その構成を維持するように構成される 1 つ以上の触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 をユーザの体の形状に一致させるためにコンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 を変形してもよい（例えば、ユーザはユーザの手首の周囲にコンピュータ装置 401 を折り曲げてよい）。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、ユーザが装置を屈曲させ、折り曲げ又は折り畳むこと、又は他のイベントに応じて 1 つ以上の触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 は、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 における屈曲又は折り曲げを（例えば、更なる屈曲又は変形を妨げることによって）維持する又は保持するように構成される 1 つ以上の触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 401 及び / 又はタッチ可能ディスプレイ 416 の屈曲又は折り曲げを維持することで、ユーザが、装着可能装置として（例えば、指輪、腕時計、ブレスレット、アンクレット、ヘッドバンド、又はスリーブとして）使用される形状にコンピュータ装置 401 を適合させることもできてよい。

【0059】

図 5 は、触覚使用可能な可変表面 502 とのユーザ相互作用の一実施形態を示す。一部の実施形態では、ユーザは、タッチ面 502 を屈曲させ又は折り曲げてよい。例えば、ユーザは、平坦でない表面にコンピュータ装置を置くためにタッチ面 502 を屈曲させてもよい。別の例示として、ユーザは、コンピュータ装置を屈曲させることがゲームの一部を含む場合等に、データを入力するためにタッチ面 502 を屈曲させてもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置は、触覚効果の一部としてタッチ面 502 において屈曲又は折り曲げを引き起こしてもよい。

【0060】

この例示では、タッチ面 502 は、ユーザの指 501 の大部分がタッチ面 502 と接触するように屈曲される。一部の実施形態では、コンピュータ装置は、コンピュータ装置及び / 又はタッチ面 502 の屈曲、折り曲げ、ねじり、伸縮、又は折り畳みに応じて触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、触覚効果は、ESF 効果、振動及び / 又は変形を含んでもよい。

【0061】

例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置は、折り曲げ、折り畳み、又は屈曲を検出してもよい。これに応じて、一部の実施形態では、コンピュータ装置は、より一貫した触覚体験をユーザに提供するように構成される触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、タッチ面 502 と接触している皮膚の表面積の量が、ESF 触覚効果

のユーザの知覚を変化させてもよい。ユーザの指501のより多くの表面積がタッチ面502と接触すると、ユーザは、より強い触覚効果を感じてもよい。反対に、ユーザの指501のより少ない表面積がタッチ面502と接触すると、ユーザは、より弱い触覚効果を感じてもよい。従って、一部の実施形態では、屈曲を検出すると、コンピュータ装置は、ユーザの指501の比較的多くの量がタッチ面502と接触していることを決定してもよい。これに応じて、コンピュータ装置は、ユーザとタッチ面502との間の容量結合を減少させるように構成される触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、これによって、ユーザがより一定のESF触覚効果を知覚することがもたらされてもよい。

【0062】

図6は、触覚使用可能な可変表面602とのユーザ相互作用の一実施形態を示す。この例示では、コンピュータ装置は、ESF触覚効果を出力している。更に、この例示では、タッチ面602は、図5に示される例示よりもユーザの指601のより少ない表面積がタッチ面602と接触するように屈曲される。一部の実施形態では、コンピュータ装置は、コンピュータ装置及び/又はタッチ面502の屈曲、折り曲げ、ねじり、伸縮、又は折り畳みに応じて触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、触覚効果は、ESF効果、振動及び/又は変形を含んでもよい。

10

【0063】

例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置は、折り曲げ、折り畳み、又は屈曲を検出してもよい。これに応じて、一部の実施形態では、コンピュータ装置は、より一貫した触覚体験をユーザに提供するように構成される触覚効果を出力してもよい。例えば、上記のように、ユーザの指601のより少ない表面積がタッチ面602と接触すると、ESF触覚効果が一定の強度で出力されとしても、ユーザは、より弱いESF触覚効果を感じてもよい。従って、一部の実施形態では、屈曲を検出すると、コンピュータ装置は、ユーザの指601の比較的少ない量がタッチ面602と接触していることを決定してもよい。これに応じて、コンピュータ装置は、ユーザとタッチ面602との間の容量結合を増加させるように構成される触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、これによって、ユーザがより一定のESF触覚効果を知覚することがもたらされてもよい。

20

【0064】

一部の実施形態では、ユーザ入力は、コンピュータ装置及び/又はタッチ面602を折り畳み、ねじり、折り曲げ、伸縮させ、それ以外の場合、変形させることを含んでもよい。例えば、コンピュータ装置は、ユーザ入力にコンピュータ装置を折り畳むこと(例えば、連絡先リストを下にスクロールするためにコンピュータ装置の角を折り畳むこと)を含むアプリケーション(例えば、連絡先アプリケーション)を含んでもよい。一部の実施形態では、ユーザがコンピュータ装置を折り畳むと、コンピュータ装置は、1つ以上の触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果は、(例えば、ユーザが連絡先リストの最後に到達した場合)ユーザがコンピュータ装置及び/又はタッチ面602を折り曲げ又は屈曲させるのに抵抗するように構成される変形を含んでもよい。一部の実施形態では、触覚効果は、(例えば、ユーザが連絡先リストの先頭にいる場合)ユーザがコンピュータ装置を折り畳むのを支援するように構成される変形を含んでもよい。他の実施形態では、触覚効果は、機械的戻り止め又は振動を含んでもよい。一部の実施形態では、戻り止め又は振動は、ユーザに情報(例えば、ユーザが好みの連絡先を通過してスクロールしたばかりであること、ユーザが連絡先の新規サブセットをスクロールしていること、コンピュータ装置がユーザの入力を受信したこと、又はユーザ相互作用が完了していること)を通知してもよい。

30

40

【0065】

一部の実施形態では、コンピュータ装置は、コンピュータ装置の操作(例えば、コンピュータ装置の屈曲、折り曲げ、ねじり、伸縮、又は折り畳みの量)に基づいて決定される触覚効果を出力してもよい。例えば、ユーザが第1の範囲内、例えば10度から20度の間でコンピュータ装置を折り畳む場合、コンピュータ装置は、第1の触覚効果(例えば、ユーザがコンピュータ装置を更に折り畳むのを支援するように構成される変形)を出力し

50

てもよい。ユーザが第2の範囲内、例えば20度から30度の間でコンピュータ装置を折り曲げる場合、コンピュータ装置は、第2の触覚効果を出力してもよい（例えば、コンピュータ装置の曲げ量に比例してタッチ面702の表面で知覚される摩擦係数を変調する）。更に、一部の実施形態では、触覚効果は、第1の範囲と第2の範囲との間の遷移に関係付けられてもよい。即ち、ユーザがコンピュータ装置を約20度曲げると、コンピュータ装置は触覚効果（例えば、振動）を出力してもよい。一部の実施形態では、遷移触覚効果は、折り曲げが2つの範囲の間で遷移したことをユーザに通知してもよい。

【0066】

図7は、一実施形態による触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用を示す。一部の実施形態では、タッチ面702は、スマートフォン、ラップトップ、タブレット、Eリーダー、又は他の電子装置等のコンピュータ装置の表面を含んでもよい。一部の実施形態では、ユーザは、タッチ面702を屈曲させ又は折り曲げてもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、プログラムにデータを入力するため（例えば、仮想ブックのページをめくるため、写真を拡大又は縮小するため、又はウェブページをスクロールするため）にタッチ面702を折り曲げ又は折り畳んでもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置は、タッチ面702の表面を屈曲、折り曲げ又は変形するように構成される触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、この触覚効果は、タッチ面とのユーザ相互作用（例えば、タッチ面702の折り畳み又は折り曲げ）に反対又は支援してもよい。

【0067】

一部の実施形態では、コンピュータ装置は、ユーザ相互作用に基づいて1つ以上の触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、ユーザ相互作用は、過去、現在、又は予想される将来の相互作用を含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、タッチ面702の表面を横断して指をスライドすることによって絵を描くことができる描画プログラムを実行してもよい。これに応じて、コンピュータ装置は、例えば、ガラスをシミュレートするように構成される複合触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果は、ユーザによって知覚される摩擦係数を減少させるように構成される第1の触覚効果を含んでもよい。更に、複合触覚効果は、タッチ面702の剛性を増加させるように構成される第2の触覚効果を含んでもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果は、ユーザの指がより容易にスライドし得る円滑で硬質の表面（例えば、ガラス状の表面）を生成してもよい。

【0068】

別の例示として、一部の実施形態では、ユーザはテキスト入力プログラムを実行してもよく、これによりタッチ面702上に出力される仮想キーボードと相互作用することによってテキストを入力する。一部の実施形態では、コンピュータ装置は、仮想キーボードのキー上でテクスチャ（例えば、プラスチック）をシミュレートするように構成される触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、触覚効果は、ユーザに対してテキスト入力をより直感的にしてもよい。更に、一部の実施形態では、コンピュータ装置は複合触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果はキーボードをシミュレートするように構成されてもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果は、タッチ面702を硬化するように構成される第1の触覚効果を含んでもよい。一部の実施形態では、タッチ面702の硬化は、ユーザに対してテキスト入力をより容易にしてもよい。コンピュータ装置は、タッチ面702を変形して実質的に平坦な形状にするように構成される第2の触覚効果を更に出力してもよい。一部の実施形態では、実質的に平坦な形状へのタッチ面702の変形は、ユーザに対してテキスト入力をより容易にしてもよい。更に、コンピュータ装置は、仮想キーボードのキー上でテクスチャ（例えば、ゴム）をシミュレートするように構成される第3の触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果は、ユーザに対してテキスト入力をより容易にしてもよい。

【0069】

図8は、触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の別の実施形態を示す。図8に示される実施形態では、多数の触覚出力装置が触覚効果（例えば、ユーザによって知覚され

10

20

30

40

50

る摩擦係数の増加、及びタッチ面 802 の弾性の減少) を出力する。こうした触覚効果は、複合触覚効果を生成するように構成される。図 8 に示される実施形態では、この複合触覚効果は、タッチ面 802 における隆起又は小波を含む。結果として、図 8 に示されるように、ユーザがタッチ面 802 を横断して指 801 a - c を動かすと、小波又は隆起が形成されてもよい。一部の実施形態では、この小波又は隆起は、ユーザの指の前方に形成されるタッチ面 802 の蓄積される材料を含む。一部の実施形態では、このような複合効果は、タッチ面 802 で様々な特徴をシミュレートするために使用されてもよい。

【0070】

一部の実施形態では、コンピュータ装置は、可変タッチ面 802 を有する E リーダを含んでもよい。一部の実施形態では、ユーザは、読書アプリケーションを介して E リーダで本を読んでいてもよい。E リーダは、読書アプリケーションに関係付けられる触覚効果を生じてもよい。例えば、ユーザは、本のページを変えるためにタッチ面 802 の左側からタッチ面 802 の右側に指 801 a - c をスワイプしてもよい。これに応じて、一部の実施形態では、コンピュータ装置は 1 つ以上の触覚効果を生じてもよい。一部の実施形態では、触覚効果は、ページがめくられると本のページに形成される波の感覚をシミュレートするように構成される複合触覚効果を含んでもよい。例えば、1 つの触覚出力装置が、ユーザの指 801 a - c とタッチ面 802 との間で知覚される摩擦係数を増加させるように構成される E S F 触覚効果を生じてもよい。別の触覚出力装置が、タッチ面 802 の表面の剛性を増加させるように構成される触覚効果を生じてもよい。ユーザがタッチ面 802 の左側からタッチ面 802 の右側に指 801 a - c を移動させると、E S F 触覚効果によってユーザは追加の摩擦を感じてもよい。追加の摩擦は、可変タッチ面 802 の材料を動いているユーザの指 801 a - c の前方に蓄積させて、タッチ面 802 に波又は隆起を形成してもよい。この波又は隆起は、ページめくり、例えば、文庫本のページの感覚をシミュレートしてもよい。

【0071】

一部の実施形態では、ユーザがコンピュータ装置と相互作用する(例えば、指 801 a - c に沿って小波又は隆起を押す)と、コンピュータ装置は、複合触覚効果の特徴を変化させてもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置は、結合されると複合触覚効果を作り出す 1 つ以上の個々の触覚効果の特徴を変調することによって複合触覚効果の特徴を変化させてもよい。例えば、ユーザが指 801 a - c に沿って小波又は隆起を押すと、コンピュータ装置は、タッチ面 802 の弾性を変調してもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果の特徴を変化させることによって、ユーザは新しい又は異なる複合触覚効果を知覚してもよい。

【0072】

他の実施形態では、コンピュータ装置は、タッチ面 802 を変形させて、ジェスチャが利用可能であることの確認をユーザに提供するために E S F 触覚効果を生じてもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザがタッチ面 802 の表面を横切って指を動かすと、ユーザはタッチ面 802 の表面におけるボタン、スライダ又は他の入力装置を横切ってもよい。ユーザの指 801 a - c が入力装置を横切ると、コンピュータ装置は、指 801 a - c が入力場所を横切ったことをユーザに知らせるために 1 つ以上の触覚効果を生じてもよい。例えば、一実施形態では、ユーザの指 801 a - c が仮想ボタンの上を移動すると、コンピュータ装置は、テクスチャを生成するために摩擦係数を増加させてタッチ面 802 を変形させるように構成される複合触覚効果を生じる。一部の実施形態では、複合触覚効果は、ユーザにボタンの存在を気付かせてもよい。別の実施形態では、ユーザの指 801 a - c がスライダの上を移動すると、コンピュータ装置は、摩擦係数を増加させてタッチ面 802 の表面の剛性を減少させるように構成される複合触覚効果を生じてもよい。一部の実施形態では、複合触覚効果は、ユーザにスライダの存在を気付かせてもよい。

【0073】

(可変表面において使用可能な触覚フィードバックのための例示的なシステム)

図9は、一実施形態による可変表面における触覚フィードバックのための方法を示す流れ図である。一部の実施形態では、図9のステップは、例えば、汎用コンピュータ、移動装置又はサーバにおけるプロセッサによって実行されるプログラムコードで実装されてもよい。一部の実施形態では、こうしたステップは一群のプロセッサによって実装されてもよい。一部の実施形態では、図9に示される1つ以上のステップは省略され又は異なる順番で行われてもよい。同様に、一部の実施形態では、図9に示されない追加のステップが実行されてもよい。以下のステップは図1に示されたシステムに関して記載された構成要素を参照して記載される。

【0074】

方法900は、プロセッサ102がイベントを決定すると、ステップ902で開始する。一部の実施形態では、イベントは、例えば、タッチ面116又はコンピュータ装置101との相互作用、又はプログラムイベント（例えば、ソフトウェアの実行）を含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、入力するためにコンピュータ装置101の角を折り畳んでもよい。これに応じて、プロセッサ102は、イベントが発生したことを決定してもよい。

10

【0075】

プロセッサ102がイベントに少なくとも部分的に基づいて第1の触覚効果を決定すると、方法900は継続する(904)。一部の実施形態では、第1の触覚効果は、触覚出力装置118によって出力されるように構成される効果を含んでもよい。触覚出力装置118は、静電界を使用してテクスチャ若しくは振動をシミュレートする又はタッチ面116において知覚される摩擦係数を変化させるように構成される1つ以上の静電アクチュエータを含んでもよい。プロセッサ102は、第1の触覚出力装置118に出力する第1の触覚効果を決定するために触覚効果決定モジュール126に含まれるプログラミングを利用してもよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、ルックアップテーブルを含んでもよい。このような実施形態では、特定のユーザ入力が特定の触覚効果に関係付けられてもよい。例えば、一実施形態では、装置上の仮想キーボードで“friction”という単語をタイピングするのに応じて、触覚効果決定モジュール126は、触覚出力装置118がタッチ面116において摩擦係数を増加させる触覚効果を関連付ける。

20

【0076】

一部の実施形態では、ルックアップテーブルは、ユーザインターフェースの特徴及び複数の利用可能な触覚効果に関係付けられるデータを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、ルックアップテーブルは、仮想ボタン上でユーザの指をスライドさせること等のユーザインターフェースとのユーザ相互作用、及び複数の利用可能な触覚効果に関係付けられるデータを含んでもよい。例えば、このような実施形態では、ユーザが仮想ボタン上で指をスライドさせることに応じて、プロセッサ102はルックアップテーブルを調べてもよい。ルックアップテーブルに基づいて、プロセッサ102は第1の触覚出力装置118によって出力される第1の触覚効果を決定してもよく、タッチ面116における摩擦係数が増加する。一部の実施形態では、複数の利用可能な触覚効果は複数のテクスチャを含んでもよい。例えば、複数のテクスチャは、砂、ガラス、氷、ゴム、水、又は任意の他の利用可能なテクスチャの1つ以上を含んでもよい。例えば、一実施形態では、特定のテクスチャ、例えば、ガラスのテクスチャがボタンに関係付けられてもよい。このような実施形態では、プロセッサ102は、ルックアップテーブルを調べて、タッチ面116の表面で知覚される摩擦係数がガラスのボタンの感覚を生成するために減少する触覚効果を決定してもよい。

30

40

【0077】

一部の実施形態では、第1の触覚効果は、ゲーム内のキャラクターが横断している仮想地形に関係付けられてもよい。例えば、一実施形態では、第1の触覚効果は、ビデオゲーム内のキャラクターが歩行している砂に関係付けられる。このような実施形態では、プロセッサ102は、タッチ面116の表面で知覚される摩擦係数が砂の感覚を生成するために増

50

加する第1の触覚効果を決定してもよい。

【0078】

一部の実施形態では、プロセッサ102は、タッチ面116が屈曲され、ねじられ、伸縮され、又は折り畳まれるかどうか又はそれがどれくらいに基づいて第1の触覚効果を決定してもよい。例えば、このような実施形態では、タッチ面116が50%より多く屈曲されると、プロセッサ102は、タッチ面116で知覚される摩擦係数を50%増加させる第1の触覚効果を決定する。別の実施形態では、タッチ面116が50%より多く屈曲されると、プロセッサ102は、振動を含む第1の触覚効果を決定する。

【0079】

一実施形態では、プロセッサ102は、第1の触覚効果を決定するためにユーザ入力からのデータをアルゴリズムに適用してもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、ゲームの一部として数字を入力してもよい。これに応じて、プロセッサ102は第1の触覚効果を決定し、第1の触覚出力装置118がユーザが入力した数字の大きさに反比例する量でタッチ面116の表面において知覚される摩擦係数を増加させる。

【0080】

更に、一部の実施形態では、ユーザは「触覚プロファイル」を有してもよく、ユーザは、特定のイベントに関係付けられることを希望する触覚効果の「プロファイル」を決定してメモリ104に保存することができる。例えば、一実施形態では、ユーザは、どの触覚効果をユーザインターフェース上のボタンに関係付けられることを希望するかをオプションのリストから選択することができる。一部の実施形態では、リストは、例えば、高摩擦係数、低摩擦係数、摩擦係数のパターン変化等の触覚効果、又は凹凸がある、弾力がある、若しくは円滑であるテクスチャ等を含んでもよい。このような実施形態では、プロセッサ102は、どの第1の触覚効果を生成すべきかを決定するためにユーザの触覚プロファイルを調べてもよい。例えば、ユーザの触覚プロファイルがボタンとの相互作用を例えば円滑なテクスチャと関連付ける場合、ユーザがボタン上に指を配置することに応じて、プロセッサ102は、タッチ面116の表面でユーザが低摩擦係数を知覚する第1の触覚効果を決定してもよい。

【0081】

他の実施形態では、プロセッサ102は、現在の表面変形又はタッチ面116の表面で現在知覚される摩擦係数に基づいて第1の触覚効果を決定してもよい。例えば、一部の実施形態では、プロセッサ102は、ユーザによって知覚可能な第1の触覚効果を高摩擦係数と決定してもよい。更に、一部の実施形態では、プロセッサ102は、タッチ面116の表面が（例えば、表面変形によって）既に凹凸のあるテクスチャを含み得ると決定してもよい。従って、プロセッサ102は、第1の触覚効果が知覚される摩擦係数の増加を含む必要がないことを決定してもよい。これは、タッチ面116における隆起が所望の第1の触覚効果を達成するために十分な表面摩擦を加えるからであってもよい。

【0082】

プロセッサ102がイベントに少なくとも部分的に基づいて第2の触覚効果を決定すると、方法900は継続する(906)。一部の実施形態では、第2の触覚効果は、触覚出力装置120によって出力されるように構成される触覚効果を含んでもよい。触覚出力装置120は、1つ以上のスマートゲル又はタッチ面116を変形するように構成される変形アクチュエータを含んでもよい。プロセッサ102は、第2の触覚出力装置120に出力する第2の触覚効果を決定するために触覚効果決定モジュール126に含まれるプログラミングを利用してよい。例えば、一部の実施形態では、触覚効果決定モジュール126は、ルックアップテーブルを含んでもよい。このような実施形態では、特定のユーザ入力特定の触覚効果に関係付けられてもよい。例えば、一実施形態では、装置上の仮想キーボードで“up”という単語をタイピングすることに応じて、触覚効果決定モジュール126は、触覚出力装置120がタッチ面116の表面を隆起させる触覚効果を関連付ける。

【0083】

一部の実施形態では、ルックアップテーブルは、ユーザインターフェースの特徴及び複数の利用可能な触覚効果に関係付けられるデータを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、ルックアップテーブルは、仮想ボタン上でユーザの指をスライドさせること等のユーザインターフェースとのユーザ相互作用、及び複数の利用可能な触覚効果に関係付けられるデータを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザが仮想ボタン上で指をスライドさせることに応じて、プロセッサ102はルックアップテーブルを調べてもよい。ルックアップテーブルに基づいて、プロセッサ102はタッチ面116がボタンの境界をシミュレートするように隆起される第2の触覚出力装置120によって出力される第2の触覚効果を決定してもよい。

【0084】

10

一部の実施形態では、第2の触覚効果は、ゲーム内のキャラクタが横断している仮想地形に関係付けられてもよい。例えば、一実施形態では、第2の触覚効果は、ビデオゲーム内のキャラクタが歩行している岩に関係付けられる。このような実施形態では、プロセッサ102は、岩の感覚を生成するために第2の触覚出力装置がタッチ面116の表面を上昇及び下降させる第2の触覚効果を決定してもよい。

【0085】

一部の実施形態では、プロセッサ102は、タッチ面116が屈曲され、ねじられ、伸縮され、又は折り畳まれるかどうか又はそれがどれくらいかに基づいて第2の触覚効果を決定してもよい。例えば、一部の実施形態では、タッチ面116が50%より多く屈曲されると、プロセッサ102は、タッチ面116における隆起の大きさを元の大きさの50%増加させる触覚効果を生成する。一部の実施形態では、タッチ面116が50%より多く屈曲されると、プロセッサ102は、振動を含む第1の触覚効果を生成する。

20

【0086】

一実施形態では、プロセッサ102は、第2の触覚効果を決定するためにユーザ入力からのデータをアルゴリズムに適用してもよい。例えば、このような実施形態では、ユーザは、ゲームの一部として数字を入力してもよい。これに応じて、プロセッサ102は第2の触覚効果を決定し、第2の触覚出力装置120がユーザが入力した数字の大きさに比例する量のミリメートルでタッチ面116の表面を隆起させる。

【0087】

更に、一部の実施形態では、ユーザは「触覚プロファイル」を有してもよく、ユーザは、特定のイベントに関係付けられることを希望する触覚効果の「プロファイル」を決定してメモリ104に保存することができる。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、どの触覚効果をユーザインターフェース上のボタンに関係付けられることを希望するかをオプションのリストから選択することができる。一部の実施形態では、リストは、例えば、凹凸、円滑、又は波状等の触覚効果を含んでもよい。このような実施形態では、プロセッサ102は、どの第2の触覚効果を生成すべきかを決定するためにユーザの触覚プロファイルを調べてもよい。例えば、ユーザの触覚プロファイルがボタンとの相互作用を例えば凹凸のあるテクスチャと関連付ける場合、ユーザがボタン上に指を配置することに応じて、プロセッサ102は、タッチ面116の表面でユーザが隆起を知覚する第2の触覚効果を生成してもよい。

30

40

【0088】

他の実施形態では、プロセッサ102は、第1の触覚効果に基づいて第2の触覚効果を決定してもよい。例えば、第1の触覚効果が高摩擦係数を含む場合、プロセッサ102は、複合的な小波の触覚効果を生成するために第2の触覚効果が低い表面剛性を含むことを決定してもよい。同様に、プロセッサ102は、現在の表面変形又はタッチ面116の表面で知覚される摩擦係数に基づいて第2の触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、例えば、プロセッサ102は、タッチ面116の表面が既に隆起を含むように変形されているので、第2の触覚効果が何も変更する必要がなく、第2の触覚効果を決定する必要がないことを決定してもよい。

【0089】

50

一部の実施形態では、プロセッサ102は、触覚出力装置120の特徴に基づいて第2の触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、触覚出力装置120は、スマートゲル及び熱を放射するための導体を含む。このような実施形態では、プロセッサ102は、第2の触覚効果の決定を、スマートゲルの種類、導体の種類、生成される効果、及び特定の効果を出力するためにどのくらいの熱を生成する必要があるかの1つ以上を基礎としてもよい。他の実施形態では、触覚出力装置120は、変形要素を回転させるアームに結合される変形アクチュエータを含んでもよい。このような実施形態では、プロセッサ102は、第2の触覚効果の決定を、変形アクチュエータの種類、変形要素の場所、生成される効果、及び特定の効果を出力するために変形要素どれくらい回転されなければならないかの1つ以上を基礎としてもよい。

10

【0090】

一部の実施形態では、プロセッサ102は、第1の触覚効果及び第2の触覚効果を含む複合触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、プロセッサ102は、イベントに応じて複合触覚効果を決定してもよい。決定された複合触覚効果に基づいて、プロセッサ102は、組み合わせると複合触覚効果の知覚を生成する第1の触覚効果及び第2の触覚効果を決定してもよい。例えば、一実施形態では、ユーザが仮想ボタン上で指をスライドさせることに応じて、プロセッサ102は、例えば、ゴムボタンのテクスチャを含む複合触覚効果を決定する。このような実施形態では、複合触覚効果に基づいて、プロセッサ102は、組み合わせると複合触覚効果、ゴムボタンの感覚を生成する、ゴムテクスチャ等の第1の触覚効果、及びボタンの境界等の第2の触覚効果を決定する。別の例示として、ユーザが道の仮想画像上で指をスライドさせることに応じて、プロセッサ102は、例えば、凹凸のあるテクスチャを含む複合触覚効果を決定する。このような実施形態では、複合触覚効果に基づいて、プロセッサ102は、組み合わせると複合触覚効果、凹凸のある道の感覚を生成する、凹凸のあるテクスチャ等の第1の触覚効果、及び振動等の第2の触覚効果を決定する。

20

【0091】

プロセッサ102が可変表面の屈曲度を決定すると、方法900は継続する。一部の実施形態では、プロセッサ102は、タッチ面116又はコンピュータ装置101が屈曲し、ねじられ、伸縮され、又は折り畳まれるかどうか又はそれがどれくらいかを決定してもよい。

30

【0092】

プロセッサ102が屈曲度、表面接触領域の大きさ、又は検出されたユーザ相互作用の位置の少なくとも1つに基づいて、第1の触覚効果、第2の触覚効果又はその両方を変更すると、方法900は継続する。例えば、一部の実施形態では、プロセッサ102は、知覚される摩擦係数の増加を含む第1の触覚効果を決定してもよい。更に、一部の実施形態では、プロセッサ102は、タッチ面116が屈曲され、ねじられ、伸縮され、又は折り畳まれるかどうか又はそれがどれくらいに基づいて第1の触覚効果を変更してもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置101及び/又はタッチ面116を屈曲させ又は折り曲げることに応じて、プロセッサ102は、知覚される摩擦係数の増加からシミュレートされるテクスチャに第1の触覚効果を変更してもよい。他の実施形態では、ユーザの指とタッチ面116との間で減少される接触表面積に応じて、プロセッサ102は、第1の触覚効果の振幅を増加させてもよい。一部の実施形態では、第1の触覚効果の振幅の増加は、ユーザによって知覚される触覚効果の強度についてユーザの指とタッチ面116との間で減少される接触表面積の効果に対抗してもよい。

40

【0093】

プロセッサ102が環境特性又は生体情報を検出するように構成されるセンサ130から信号を受信すると、方法900は継続する(912)。センサ130は、プロセッサ102にセンサ信号を送信するように構成される。一部の実施形態では、環境特性は、湿度、温度、又は周辺光の量の1つ以上を含んでもよい。一部の実施形態では、生体情報は、例えば、心拍、呼吸速度、体温、又はバイオリズムの1つ以上を含んでもよい。

50

【 0 0 9 4 】

プロセッサ 1 0 2 がセンサ 1 3 0 からの信号に基づいて第 1 の触覚効果、第 2 の触覚効果又は両方を変更すると、方法 9 0 0 は継続する。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、コンピュータ装置 1 0 1 と相互作用していてもよい。一部の実施形態では、ユーザがコンピュータ装置 1 0 1 と相互作用すると、センサ 1 3 0 は、ユーザの心拍を検出してもよい。センサ 1 3 0 は、ユーザの心拍に関係付けられるセンサ信号をプロセッサ 1 0 2 に送信する。プロセッサ 1 0 2 は、センサ信号に基づいて、第 1 の触覚効果、第 2 の触覚効果、又は両方を変更してもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザは、フィジカルフィットネスビデオゲームしてもよい。ゲーム内の前腕運動の一部として、ユーザは、コンピュータ装置 1 0 1 を素早く上下に屈曲する必要があってもよい。センサ 1 3 0 は、ユーザの心拍及び / 又は呼吸速度を検出して、心拍及び / 又は呼吸速度に関係付けられるセンサ信号をプロセッサ 1 0 2 に送信してもよい。一部の実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、ユーザがコンピュータ装置 1 0 1 を屈曲するのに抵抗するように構成される第 2 の触覚効果を出力してもよい。更に、一部の実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、ユーザの心拍及び / 又は呼吸速度に基づいて第 2 の触覚効果を介して出力される抵抗量を変更（例えば、減少）してもよい。

10

【 0 0 9 5 】

プロセッサ 1 0 2 が触覚効果を出力する第 1 の触覚出力装置に第 1 の触覚効果に関係付けられる第 1 の触覚信号を送信すると、方法 9 0 0 は継続する（ 9 1 6 ）。一部の実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、メモリ 1 0 4 内に記憶されて特定の触覚効果に関係付けられる駆動信号にアクセスしてもよい。一部の実施形態では、信号は、効果に関係付けられる記憶済みアルゴリズム及び入力パラメータにアクセスすることによって生成されてもよい。例えば、一部の実施形態では、アルゴリズムは、振幅及び周波数パラメータに基づいて駆動信号を生成するのに使用されるデータを出力してもよい。別の例として、触覚信号は、アクチュエータによって復号するためにアクチュエータに送信されるデータを含んでもよい。例えば、アクチュエータ自体が、振幅及び周波数等のパラメータを特定するコマンドに応答してもよい。

20

【 0 0 9 6 】

プロセッサ 1 0 2 が第 2 の触覚効果を出力する第 2 の触覚出力装置に第 2 の触覚効果に関係付けられる第 2 の触覚信号を送信すると、方法 9 0 0 は継続する（ 9 1 8 ）。一部の実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、メモリ 1 0 4 内に記憶されて特定の触覚効果に関係付けられる駆動信号にアクセスしてもよい。一部の実施形態では、信号は、効果に関係付けられる記憶済みアルゴリズム及び入力パラメータにアクセスすることによって生成されてもよい。例えば、一部の実施形態では、アルゴリズムは、振幅及び周波数パラメータに基づいて駆動信号を生成するのに使用されるデータを出力してもよい。別の例として、触覚信号は、アクチュエータによって復号するためにアクチュエータに送信されるデータを含んでもよい。例えば、アクチュエータ自体が、振幅及び周波数等のパラメータを特定するコマンドに応答してもよい。

30

【 0 0 9 7 】

一部の実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、第 1 の触覚効果及び第 2 の触覚効果を含む複合触覚効果を決定してもよい。このような実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、第 2 の触覚効果に関係付けられる第 2 の触覚信号を触覚出力装置 1 2 0 に送信することによって複合触覚効果を生成してもよい。例えば、プロセッサ 1 0 2 は、タッチ面 1 1 6 の表面に波を含む複合触覚効果を決定してもよい。複合触覚効果を生成するために、プロセッサ 1 0 2 は、タッチ面 1 1 6 の表面の剛性を減少させることを含む第 2 の触覚効果を決定してもよい。一部の実施形態では、プロセッサ 1 0 2 は、第 2 の触覚効果を出力する第 2 の触覚出力装置 1 2 0 に第 2 の触覚効果に関係付けられる第 2 の触覚信号を送信してもよい。このような実施形態では、ユーザは、タッチ面 1 1 6 の表面で減少した張力を知覚してもよい。タッチ面 1 1 6 の表面で摩擦係数を増加させる第 1 の触覚効果と組み合わせると、減少した剛性は、可変タッチ面 1 1 6 の材料がユーザの動いている指の前方に蓄積して

40

50

、タッチ面 116 に波を形成してもよい。

【0098】

(可変表面における触覚フィードバックを使用可能にするためのシステムの追加の実施形態)

図10は、触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の一実施形態を示す。この例示では、コンピュータ装置1000は、Eリーダ又はタブレットを含む。コンピュータ装置1000は、アプリケーション(例えば、読書アプリケーション)を含む。一部の実施形態では、コンピュータ装置1000は、装置及び/又はアプリケーションの操作に関係付けられる触覚効果を出力してもよい。例えば、ユーザがディスプレイ表面1002の右側からディスプレイ表面1002の左側に指1004をスワイプさせると(例えば、読書アプリケーションによって出力される本のページを変えるために)、コンピュータ装置1000は触覚効果を出力してもよい。例えば、コンピュータ装置1000は、紙の本のページをめくる感覚をシミュレートする触覚効果を出力してもよい。このような実施形態では、コンピュータ装置1000は、ページがめくられると本のページに形成される波の感覚をシミュレートするように構成される1つ以上の触覚効果を出力してもよい。

10

20

30

40

50

【0099】

一部の実施形態では、コンピュータ装置1000は、現実空間におけるオブジェクトの特徴に基づく特徴を有する1つ以上の触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置1000は、元の本が印刷される紙の種類(例えば、紙の粗さ、テクスチャ、剛性、又は弾性)に基づいて触覚効果の特徴を変化させてもよい。例えば、元の本が羊皮紙に印刷されていた場合、羊皮紙はより硬質なので、コンピュータ装置1000は、形成された波が重要でない触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、羊皮紙に形成された波をシミュレートするために、コンピュータ装置1000は、ユーザの指1004とディスプレイ表面1002との間で知覚される摩擦係数を増加させるように構成される第1の触覚効果を出力し、又は羊皮紙のそれをシミュレートするように構成されるテクスチャを出力してもよい。コンピュータ装置は、羊皮紙のテクスチャを更にシミュレートするためにディスプレイ表面1002の剛性を減少させるように構成される第2の触覚効果を更に出力してもよい。ユーザがディスプレイ表面1002の右側からディスプレイ表面1002の左側に指1004を動かすと、変形可能なディスプレイ表面1002の材料の少量がユーザの動いている指1004の前方に蓄積するので小さな波又は隆起が形成される。一部の実施形態では、これは、羊皮紙のページめくり、例えば、文庫本の羊皮紙のページの感覚をシミュレートしてもよい。

【0100】

別の実施形態では、コンピュータ装置1000は、コンピュータ印刷紙のそれに似たテクスチャをシミュレートするように構成される触覚効果を出力するように構成されてもよい。例えば、一部の実施形態では、プロセッサ1000は、知覚される摩擦係数を変化させるように構成される第1の触覚効果を出力してもよい。また、コンピュータ装置1000は、ディスプレイ表面1002の剛性を減少させるように構成される第2の触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、ユーザがディスプレイ表面1002の右側からディスプレイ表面1002の左側に指1004を動かすと、変形可能なディスプレイ表面1002の材料がユーザの動いている指1004の前方に蓄積し得るので波又は隆起が形成されてもよい。一部の実施形態では、これは、コンピュータプリンタ紙に印刷されたページがめくられる感覚をシミュレートしてもよい。一部の実施形態では、プリンタ紙と羊皮紙のテクスチャの相違のため、羊皮紙のテクスチャをシミュレートすることに関して上記の実施形態よりも波又は隆起が大きくてよい。

【0101】

図11は、触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用の別の実施形態を示す。この例示では、コンピュータ装置1106は、タッチスクリーンディスプレイを有するスマートフォンを含む。ディスプレイ表面1100に仮想キーボード1102が示される。一部の実施形態では、ユーザは、仮想キーボード1102を介してテキストメッセージのための

テキストを入力することを望んでもよい。一部の実施形態では、仮想キーボード 1102 は「スワイプ」が使用可能にされていてもよく、ユーザは単語の最初の文字から最後の文字に仮想キーボードに沿って指をスライドさせることによって単語を入力することができ、単語の間のみ指を持ち上げてよい。

【0102】

一部の実施形態では、コンピュータ装置 1106 は、コンピュータ装置 1106 及び/又はディスプレイ表面 1100 とのユーザ相互作用にตอบสนองして1つ以上の触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザが仮想キーボード 1102 の文字に沿って指 1104 を動かすと、コンピュータ装置 1106 は、3つの触覚効果を含む複合触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、第1の触覚効果は、各キーと相互作用する感覚（例えば、単一のキー上で指が擦れること）をシミュレートするように構成される E S F 触覚効果を含んでもよい。第2の触覚効果は、キーの端部をシミュレートするように構成される変形ベースの触覚効果を含んでもよい。第3の触覚効果は、ユーザがキーと相互作用するとキーが押されることをシミュレートするように構成される変形ベースの触覚効果を含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、複合触覚効果は金属ボタンを含んでもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 1106 は、金属のテクスチャをシミュレートするように構成される E S F ベースの第1の触覚効果を出力してもよい。コンピュータ装置 1106 は、ボタン間の遷移をシミュレートするために変形ベースの第2の触覚効果を出力してもよい。更に、コンピュータ装置 1106 は、ボタン間の遷移をシミュレートするために変形ベースの第2の触覚効果を出力してもよい。結合されると、ユーザは、ディスプレイ表面 1100 上で指 1104 をスワイプさせるときに金属ボタンを知覚してもよい。

10

20

【0103】

一部の実施形態では、コンピュータ装置 1106 は、ユーザに情報を提供するために触覚効果を出力してもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 1106 は、ディスプレイ表面 1100 で知覚される摩擦係数を変化させ、及び/又は仮想キーボード 1102 における所定のキー、例えば、母音上でディスプレイ表面 1100 を変形（例えば、上昇又は下降）させてもよい。このような実施形態では、ユーザは、スクリーンを見ることなく指 1104 がキー、例えば、母音に触れていることを知覚することができてもよい。例えば、一部の実施形態では、コンピュータ装置 1106 は、ディスプレイ表面 1100 で知覚される摩擦係数を増加させ、及び母音上でディスプレイ表面 1100 を上昇させてもよい。ユーザが仮想キーボード 1102 と相互作用すると、ユーザは、母音上で、隆起、波、テクスチャ又は畝等の特徴を知覚してもよい。触覚効果がなければユーザはこれらを知覚しないであろう。一部の実施形態では、これは、ユーザの指が母音に触れていることをユーザに警告してもよい。

30

40

【0104】

図 12 は、一実施形態による触覚使用可能な可変表面とのユーザ相互作用を示す。一部の実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、プログラム又はゲームに関係付けられる1つ以上の触覚効果を出力してもよい。図 12 に示される実施形態では、ユーザは、仮想パチンコ 1202 に関係付けられるゲームをプレイしている。一部の実施形態では、ユーザが仮想パチンコ 1202 を引き締めると、コンピュータ装置 1200 は、1つ以上の触覚効果、例えば、張力の増加をシミュレートするように構成される触覚効果を出力してもよい。一実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、ディスプレイ表面 1206 における摩擦係数の知覚される増加を含む触覚効果、及びディスプレイ表面 1206 の表面が上昇される表面変形を出力する。一部の実施形態では、仮想パチンコ 1202 を引き締めるためにユーザがディスプレイ表面 1206 を横断して指を動かすと、コンピュータ装置 1200 は、知覚される摩擦係数を増加させ、且つディスプレイ表面 1206 の一部を上昇させて、図 12 B に示されるように隆起 1208 を形成する。ユーザの指 1204 が隆起 1208 を押すと、ユーザは増加した張力の感覚（即ち、移動に対する抵抗の増加）を知覚してもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、ユーザが隆起を更に

50

動かすことができないように、知覚される摩擦係数及び/又は隆起の剛性を増加してもよい。一部の実施形態では、ユーザが隆起 1208 を更に動かすことを防ぐことは、ユーザが最大張力レベルに到達したことをユーザに示してもよい。

【0105】

一部の実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、ユーザがコンピュータ装置 1200 と相互作用すると触覚効果の特徴を変化させてもよい。一部の実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、知覚される摩擦係数を減少させること又はディスプレイ表面 1206 の上昇した部分を降下させることによって張力の感覚を変化させてもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザが仮想パチンコ 1202 の張力を緩めるために仮想パチンコのフレームに向かって指を動かす場合、コンピュータ装置 1200 は、ディスプレイ表面 1206 で知覚される摩擦係数を減少させてもよい。減少した摩擦係数によって、ディスプレイ表面 1206 に形成された隆起 1208 の大きさが減少させられてもよい。ユーザは、隆起の大きさの減少を仮想パチンコ 1202 の張力の減少として知覚してもよい。

10

【0106】

別の例示として、一部の実施形態では、ユーザが仮想パチンコ 1202 の張力を緩めるために仮想パチンコのフレームに向かって指 1204 を動かすと、コンピュータ装置 1200 は、ディスプレイ表面 1206 の表面で表面剛性を増加させてもよい。増加した表面剛性によって、ディスプレイ表面 1206 に形成された隆起 1208 の大きさが減少させられてもよい。ユーザは、隆起の大きさの減少を仮想パチンコ 1202 の張力の減少として知覚してもよい。

20

【0107】

他の実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、仮想オブジェクトの特徴に基づいて触覚効果を出力してもよい。例えば、図 12 に示される実施形態では、コンピュータ装置 1200 は、仮想パチンコ 1202 内の仮想材料に基づいて知覚される摩擦係数又はディスプレイ表面 1206 の表面における変形を変化させてもよい。例えば、一実施形態では、仮想パチンコ 1202 の弾性材料は、仮想加硫天然ゴムを含む。一部の実施形態では、ユーザが仮想パチンコ 1202 と相互作用すると、コンピュータ装置 1200 は、仮想パチンコ 1202 の弾性材料が綿等の異なる仮想材料を含んでいた場合よりも大幅に高い知覚される張力を有する触覚効果を出力してもよい。同様に、コンピュータ装置 1200 は、仮想パチンコ 1202 のフレームの材料に基づいて触覚効果を変化させてもよい。例えば、一部の実施形態では、ユーザが仮想パチンコ 1202 と相互作用すると、コンピュータ装置 1200 は、仮想パチンコ 1202 のフレームが仮想木ではなく仮想金属で作られている場合、低い知覚される張力を有する触覚効果を出力してもよい。一部の実施形態では、これは、金属と木の柔軟性の差をシミュレートしてもよい。

30

【0108】

(触覚使用可能な可変表面の利点)

可変表面において触覚フィードバックを使用可能にするための数多くの利点がある。このようなシステムは、ユーザが装置を見なくても状態判断(例えば、装置の現在のモードの決定)を行うことを可能にしてもよい。従って、ユーザは、他のタスクに集中を維持することができてもよい。例えば、ユーザは、ディスプレイに焦点を合わせなくても、プログラムにおいて又はユーザインターフェースで利用可能な操作に関する判断を行うことができてもよい。同様に、触覚効果は、操作が利用可能である、完了している、又は所定レベルの重要度を有することの確認として機能してもよい。

40

【0109】

他の実施形態では、触覚使用可能な可変表面は、ユーザがソフトウェア及びユーザインターフェースをより効果的に使用することを可能にしてもよい。例えば、一部の実施形態では、変形ベースの触覚フィードバックは、ユーザが所定の機能を行うことに対して支援又は抵抗してもよい。例えば、一部の実施形態では、変形ベースの触覚フィードバックは、入力を提供するためにコンピュータ装置を折り曲げる又は折り畳む際にユーザを支援し、又はユーザがそのときに入力を提供することが許されない場合にコンピュータ装置を折

50

り曲げる又は折り畳むことに抵抗してもよい。

【0110】

触覚使用可能な可変表面は、より現実感のある又は没入間のあるユーザ体験を提供してもよい。例えば、一部の実施形態では、可変表面でゲームをプレイしているユーザは、ゲームイベントに関係付けられる触覚フィードバックを受信して、それによりゲームがより現実的且つ楽しめるものになってもよい。

【0111】

更に、一部の実施形態では、触覚使用可能な可変表面は、可変表面によって従来のスイッチを置換することができてもよい。これによって、可変表面は、多機能コントローラとして動作することができ、及び/又は過去に使用されていない場所で使用されることが出来てもよい。一部の実施形態では、多機能コントローラとして又は過去に使用されていない場所で可変表面を使用することは、費用を削減すると共にユーザ満足度を全体的に増加させてもよい。

【0112】

(概 論)

上記の方法、システム及び装置は例示である。様々な構成が、適宜、様々な手続き又は構成要素を省略、置換、又は追加してもよい。例えば、代替的な構成では、方法は記載されたものとは異なる順序で実行されてもよく、及び/又はステージが追加、省略及び/又は結合されてもよい。また、所定の構成に関して記載された機能は、様々な他の構成に結合されてもよい。構成の異なる態様及び要素が、同様に結合されてもよい。また、技術は進歩するものであり、そのため要素の多くは例示であり、本開示又は請求項の範囲を限定しない。

【0113】

例示的な構成(実装を含む)の十分な理解を与えるために説明の中で特定の詳細が与えられている。しかしながら、こうした構成は特定の詳細なしで実施されてもよい。例えば、周知の回路、工程、アルゴリズム、構造及び技術が、構成を不明確にするのを避けるために不要な詳細なしで示されている。この説明は、例示的な構成のみを提供するものであり、請求項の範囲、応用性又は構成を限定しない。むしろ、構成の上記説明は、当業者に記載された技術を実装するための実施可能な説明を提供するであろう。本開示の精神又は範囲から逸れることなく、要素の機能及び配置の様々な変更が行われてもよい。

【0114】

また、構成は、流れ図又はブロック図として描かれる処理として記載されてもよい。各々が連続した工程として操作を説明している場合があるが、こうした操作の多くは並列的又は同時に行われ得る。更に、操作の順序は並び替えられてもよい。工程は、図面に含まれない追加のステップを有してもよい。更に、方法の例示は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、又はこれらの任意の組み合わせによって実装されてもよい。ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア又はマイクロコードで実装される場合、必要なタスクを実行するためのプログラムコード又はコードセグメントは、記憶媒体等の一時的でないコンピュータ可読媒体に記憶されてもよい。プロセッサは、記載されたタスクを実行してもよい。

【0115】

複数の例示的な構成が記載されているが、本開示の精神から逸脱することなく、様々な修正、代替構造及び均等物が使用されてもよい。例えば、上記の要素は、より大きなシステムの構成要素であってもよく、他の規則が本発明のアプリケーションに優先し又はそれを修正してもよい。また、上記の要素が検討される前、間、又は後で多くのステップが行われてもよい。従って、先の記載は請求項の範囲を縛らない。

【0116】

本明細書における「適合される」又は「構成される」の使用は、追加のタスク又はステップを実行するように適合又は構成される装置を排除しない開放的且つ包括的な言語を意図している。更に、「基づいて」の使用は開放的且つ包括的であることが意図されており

10

20

30

40

50

、即ち、1つ以上の記載された条件又は値に「基づく」処理、ステップ、計算、又は他の動作が、実際には、記載されたものを超える追加の条件又は値に基づいてもよい。本明細書に含まれる表題、リスト、及び番号は、単に説明を容易にするためのものであって、限定することを意図していない。

【0117】

本主題の態様に従う実施形態は、デジタル電子回路、コンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又はこれらの組み合わせに実装され得る。一実施形態では、コンピュータは、1つ又は複数のプロセッサを備えてもよい。プロセッサは、プロセッサに結合されるRAM (random access memory) 等のコンピュータ可読媒体を備え、又はそれへのアクセスを有する。プロセッサは、センササンプリングルーチン、選択ルーチン、及び上述の方法を実行する他のルーチン等、メモリに記憶されたコンピュータ実行可能プログラム命令を実行する。

10

【0118】

このようなプロセッサは、マイクロプロセッサ、DSP (digital signal processor)、ASIC (application-specific integrated circuit)、FPGA (field programmable gate array)、及び状態機械を含む。このようなプロセッサは、PLC、PIC (programmable interrupt controller)、PLD (programmable logic device)、PROM (programmable read-only memory)、EPROM又はEEPROM (electronically programmable read-only memory)、又は他の類似の装置等のプログラム可能電子装置を更に備えてもよい。

20

【0119】

このようなプロセッサは、媒体、例えば、プロセッサによって実行されると、プロセッサによって遂行又は支援される本明細書に記載のステップをプロセッサに実行させることが出来る命令を記憶し得る有形のコンピュータ可読媒体を備え、又はこれと通信してもよい。コンピュータ可読媒体の実施形態は、限定されないが、プロセッサ、例えばウェブサーバのプロセッサにコンピュータ可読命令を提供することが出来る全ての電子、光学、磁気、又は他の記憶装置を備えてもよい。媒体の他の例は、限定されないが、フロッピー (登録商標) ディスク、CD-ROM、磁気ディスク、メモリチップ、ROM、RAM、ASIC、構成プロセッサ、全ての光学媒体、全ての磁気テープ若しくは他の磁気媒体、又はコンピュータプロセッサが読み取り可能な任意の他の媒体を含む。また、様々な他の装置は、ルータ、プライベート若しくはパブリックネットワーク、又は他の伝送装置等のコンピュータ可読媒体を含んでもよい。記載されたプロセッサ及び処理は、1つ以上の構造内であってもよく、1つ以上の構造を通じて分散されてもよい。プロセッサは、本明細書に記載の1つ以上の方法 (又は方法の一部) を実行するためのコードを備えてもよい。

30

【0120】

本主題はその特定の実施形態に関して詳細に記載されているが、上記のことを理解すると、このような実施形態の変形、変化、及び均等物を当業者であれば容易に生み出し得ることが理解されるであろう。従って、本開示は、限定ではなく例示を目的として提示されており、当業者には容易に明らかとなる本主題への修正、変更及び/又は追加を含むことを排除しないことが理解されるべきである。

40

【 図 1 】

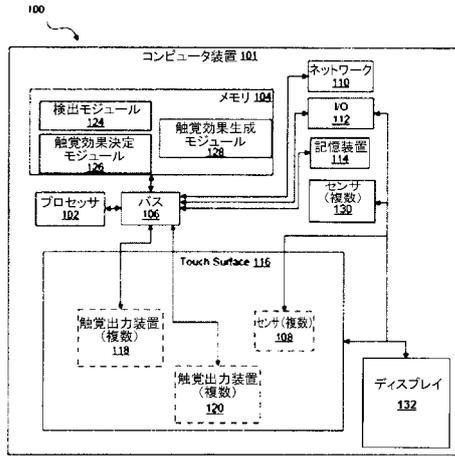


Figure 1

【 図 2 】



Figure 2

【 図 3 】

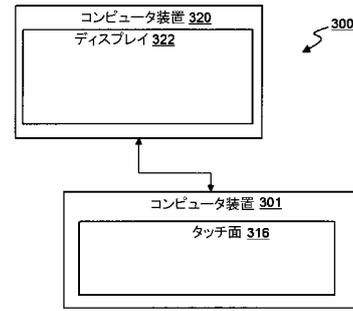


Figure 3

【 図 4 A 】

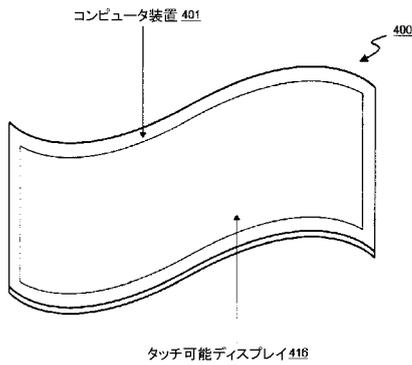


Figure 4A

【 図 4 B 】

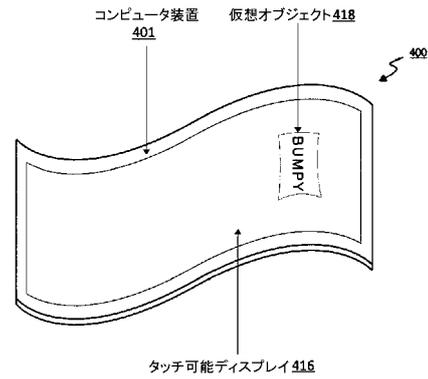


Figure 4B

【 図 4 C 】

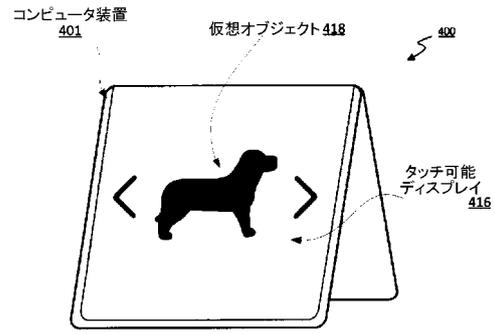


Figure 4C

【 図 5 】

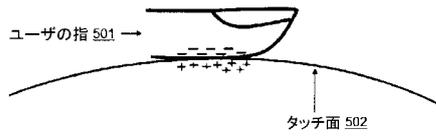


Figure 5

【 図 7 】

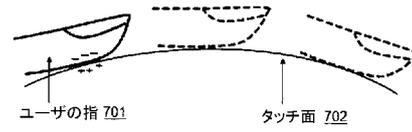


Figure 7

【 図 6 】

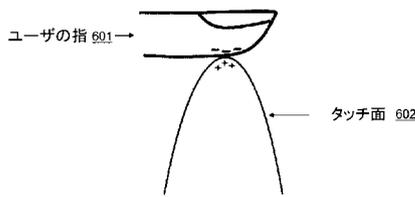


Figure 6

【 図 8 】

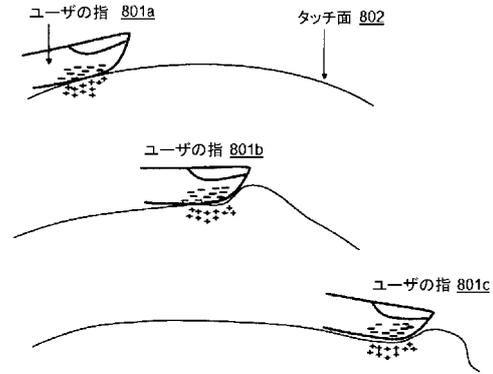


Figure 8

【 図 9 】

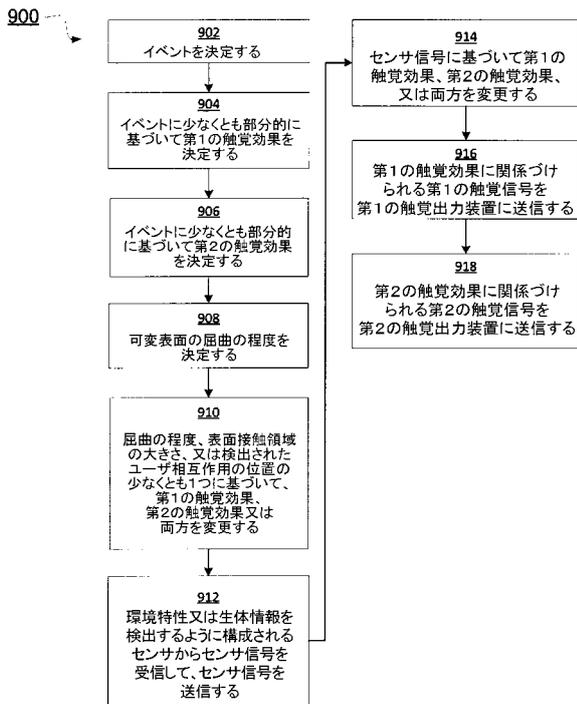


Figure 9

【 図 10 】

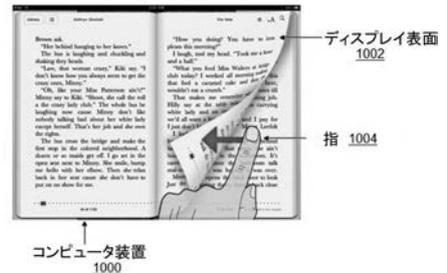


Figure 10

【 図 11 】

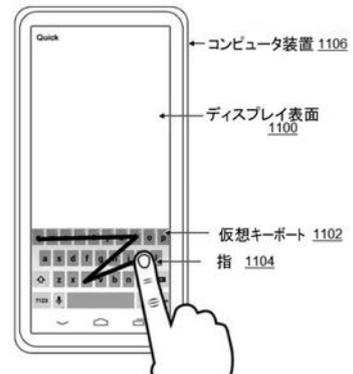


Figure 11

【図 1 2 A】

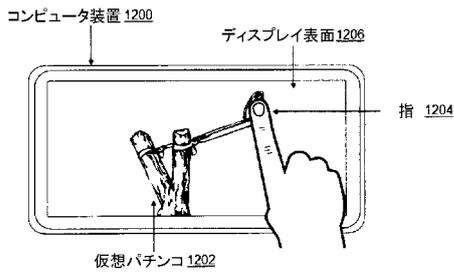


Figure 12A

【図 1 2 B】

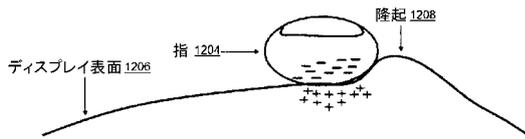


Figure 12B

【手続補正書】

【提出日】平成30年12月27日(2018.12.27)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可変表面と、

前記可変表面に結合され、前記可変表面において1つ以上の触覚効果を生成するように構成される1つ以上の触覚出力装置と、

前記可変表面に結合され、前記可変表面との1つ以上の接触の1つ以上の表面積を検出するように構成される1つ以上のセンサと、

前記触覚出力装置及び前記1つ以上のセンサに結合されるプロセッサと、

前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを含むメモリと

を備え、

前記プログラムコードは、

前記1つ以上のセンサを使用して前記可変表面との接触の表面積を検出すること、

前記接触の前記表面積に基づいて触覚効果の特徴を決定することであって、前記触覚効果の特徴は、前記接触の前記表面積に比例して決定されること、及び

前記1つ以上の触覚出力装置に前記特徴を有する触覚効果を生成させること

を前記プロセッサに行わせる、システム。

【請求項 2】

前記接触は第1の接触であり、前記表面積は第1の表面積であり、前記触覚効果は第1

の触覚効果であり、

前記メモリは、

前記1つ以上のセンサを使用して前記可変表面との第2の接触を検出することであって、前記第2の接触は前記第1の表面積よりも小さな第2の表面積を有すること、

前記第2の表面積に基づいて第2の触覚効果の特徴を決定することであって、前記第2の触覚効果の特徴は、前記第2の触覚効果の特徴が前記第1の触覚効果の特徴よりも大きくなるように、接触表面積と前記特徴との間の反比例関係を使用して決定されること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記可変表面の変形を検出するように構成されるセンサを更に備え、

前記メモリは、

前記センサを介して前記可変表面の第1の変形を検出すること、

前記可変表面の前記第1の変形を検出することに応じて、前記1つ以上のセンサを使用して前記可変表面との前記第1の接触が前記第1の表面積を有することを検出すること、

前記センサを介して前記可変表面の第2の変形を検出することであって、前記第2の変形は前記第1の変形とは異なること、及び

前記可変表面の前記第2の変形を検出することに応じて、前記1つ以上のセンサを使用して前記可変表面との前記第2の接触が前記第2の表面積を有することを検出すること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項2に記載のシステム。

【請求項4】

前記第1の接触及び前記第2の接触は、前記可変表面上の同じ場所に有る、請求項2に記載のシステム。

【請求項5】

前記第1の接触は前記可変表面上の第1の場所に有り、前記第2の接触は前記第1の場所とは異なる前記可変表面上の第2の場所に有り、

前記1つ以上の触覚出力装置の中の第1の触覚出力装置が、前記第1の場所において前記第1の触覚効果を生成するように構成され、

前記1つ以上の触覚出力装置の中の第2の触覚出力装置が、前記第2の場所において前記第2の触覚効果を生成するように構成され、前記第2の触覚出力装置は前記第1の触覚出力装置とは異なる、請求項2に記載のシステム。

【請求項6】

前記メモリは、

前記第1の接触及び前記第2の接触が前記可変表面上で同時に発生したことを検出し、それに応じて、前記第1の触覚出力装置及び前記第2の触覚出力装置に前記第2の触覚効果と同時に前記第1の触覚効果を生成させることであって、前記第1の触覚効果は第1の振幅を有し、前記第2の触覚効果は前記第1の振幅とは異なる第2の振幅を有すること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項5に記載のシステム。

【請求項7】

前記可変表面に結合される圧力センサを更に備え、

前記触覚効果は第1の触覚効果であり、

前記メモリは、

前記圧力センサを使用して前記可変表面に対する接触圧力の変化を検出すること、及び前記圧力センサによって検出される前記接触圧力の変化に反比例するように、第2の触覚効果の振幅を前記1つ以上の触覚出力装置に調節させること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項8】

環境条件を検出するように構成されるセンサを更に備え、
前記触覚効果は第 1 の触覚効果であり、
前記メモリは、
前記センサを使用して前記環境条件の変化を検出すること、
前記環境条件の変化を検出することに基づいて、前記可変表面の物理特性を調節するよ
うに構成される第 2 の触覚効果を決定すること、及び
前記 1 つ以上の触覚出力装置に前記第 2 の触覚効果を生成させること
を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコー
ドを更に含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

プロセッサによって、1 つ以上のセンサを使用して可変表面との接触の表面積を検出す
るステップと、
前記プロセッサによって、前記接触の前記表面積に基づいて触覚効果の特徴を決定する
ステップであって、前記触覚効果の特徴は前記接触の前記表面積に比例して決定されるス
テップと、
前記プロセッサによって、1 つ以上の触覚出力装置に前記特徴を有する触覚効果を生成
させるステップと
を含む、方法。

【請求項 10】

前記接触は第 1 の接触であり、前記表面積は第 1 の表面積であり、前記触覚効果は第 1
の触覚効果であり、
前記 1 つ以上のセンサを使用して前記可変表面との第 2 の接触を検出するステップであ
って、前記第 2 の接触は前記第 1 の表面積よりも小さな第 2 の表面積を有するステップと
、
前記第 2 の表面積に基づいて第 2 の触覚効果の特徴を決定するステップであって、前記
第 2 の触覚効果の特徴は、前記第 2 の触覚効果の特徴が前記第 1 の触覚効果の特徴よりも
大きくなるように、接触表面積と前記特徴との間の反比例関係を使用して決定されるステ
ップと
を更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記可変表面の変形を検出するように構成されるセンサを介して、前記可変表面の第 1
の変形を検出するステップと、
前記可変表面の前記第 1 の変形を検出することに応じて、前記 1 つ以上のセンサを使用
して前記可変表面との前記第 1 の接触が前記第 1 の表面積を有することを検出するステ
ップと、
前記センサを介して前記可変表面の第 2 の変形を検出するステップであって、前記第 2
の変形は前記第 1 の変形とは異なるステップと、
前記可変表面の前記第 2 の変形を検出することに応じて、前記 1 つ以上のセンサを使用
して前記可変表面との前記第 2 の接触が前記第 2 の表面積を有することを検出するステ
ップと
を更に含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 の接触及び前記第 2 の接触は、前記可変表面上の同じ場所に有る、請求項 10
に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 1 の接触は前記可変表面上の第 1 の場所に有り、前記第 2 の接触は前記第 1 の場
所とは異なる前記可変表面上の第 2 の場所に有り、
前記 1 つ以上の触覚出力装置の中の第 1 の触覚出力装置が、前記第 1 の場所において前
記第 1 の触覚効果を生成するように構成され、
前記 1 つ以上の触覚出力装置の中の第 2 の触覚出力装置が、前記第 2 の場所において前

記第 2 の触覚効果を生成するように構成され、前記第 2 の触覚出力装置は前記第 1 の触覚出力装置とは異なる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記第 1 の接触及び前記第 2 の接触が前記可変表面上で同時に発生したことを検出し、それに応じて、前記第 1 の触覚出力装置及び前記第 2 の触覚出力装置に前記第 2 の触覚効果と同時に前記第 1 の触覚効果を生成させるステップであって、前記第 1 の触覚効果は第 1 の振幅を有し、前記第 2 の触覚効果は前記第 1 の振幅とは異なる第 2 の振幅を有するステップ

を更に含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記触覚効果は第 1 の触覚効果であり、

前記可変表面に結合される圧力センサを使用して前記可変表面に対する接触圧力の変化を検出するステップと、

前記圧力センサによって検出される前記接触圧力の変化に反比例するように、第 2 の触覚効果の振幅を前記 1 つ以上の触覚出力装置に調節させるステップと

を更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 16】

前記触覚効果は第 1 の触覚効果であり、

センサを使用して環境条件の変化を検出するステップと、

前記環境条件の変化を検出することに基づいて、前記可変表面の物理特性を調節するように構成される第 2 の触覚効果を決定するステップと、

前記 1 つ以上の触覚出力装置に前記第 2 の触覚効果を生成させるステップと

を更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 17】

プロセッサによって実行可能なプログラムコードを含む非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記プログラムコードは、

1 つ以上のセンサを使用して可変表面との接触の表面積を検出すること、

前記接触の前記表面積に基づいて触覚効果の特徴を決定することであって、前記触覚効果の特徴は、前記接触の前記表面積に比例して決定されること、及び

1 つ以上の触覚出力装置に前記特徴を有する触覚効果を生成させること

を前記プロセッサに行わせる、非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 18】

前記接触は第 1 の接触であり、前記表面積は第 1 の表面積であり、前記触覚効果は第 1 の触覚効果であり、

前記 1 つ以上のセンサを使用して前記可変表面との第 2 の接触を検出することであって、前記第 2 の接触は前記第 1 の表面積よりも小さな第 2 の表面積を有すること、及び

前記第 2 の表面積に基づいて第 2 の触覚効果の特徴を決定することであって、前記第 2 の触覚効果の特徴は、前記第 2 の触覚効果の特徴が前記第 1 の触覚効果の特徴よりも大きくなるように、接触表面積と前記特徴との間の反比例関係を使用して決定されること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項 17 に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 19】

前記可変表面の変形を検出するように構成されるセンサを介して、前記可変表面の第 1 の変形を検出すること、

前記可変表面の前記第 1 の変形を検出することに応じて、前記 1 つ以上のセンサを使用して前記可変表面との前記第 1 の接触が前記第 1 の表面積を有することを検出すること、

前記センサを介して前記可変表面の第 2 の変形を検出することであって、前記第 2 の変形は前記第 1 の変形とは異なること、及び

前記可変表面の前記第 2 の変形を検出することに応じて、前記 1 つ以上のセンサを使用して前記可変表面との前記第 2 の接触が前記第 2 の表面積を有することを検出すること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項 18 に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 20】

前記触覚効果は第 1 の触覚効果であり、

前記可変表面に結合される圧力センサを使用して前記可変表面に対する接触圧力の変化を検出すること、及び

前記圧力センサによって検出される前記接触圧力の変化に反比例するように、第 2 の触覚効果の振幅を前記 1 つ以上の触覚出力装置に調節させること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項 17 に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 21】

前記触覚効果は第 1 の触覚効果であり、

センサを使用して環境条件の変化を検出すること、

前記環境条件の変化を検出することに基づいて、前記可変表面の物理特性を調節するように構成される第 2 の触覚効果を決定すること、及び

前記 1 つ以上の触覚出力装置に前記第 2 の触覚効果を生成させること

を前記プロセッサに行わせるように前記プロセッサによって実行可能なプログラムコードを更に含む、請求項 17 に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

フロントページの続き

- (72)発明者 クルス - エルナンデス、 ユアン マヌエル
カナダ国 エイチ3ズィー 1ティ-1 ケベック州 ウエスト モントリオール サン - カトリ
ーヌ 4 8 4 0
- (72)発明者 グラント、 ダニー
カナダ国 エイチ7エム 2エイ1 ケベック州 ラヴァル デ リュヌブール 1 7 8 4
- (72)発明者 レベスク、 ビンセント
カナダ国 エイチ2ジェイ 2アール1 ケベック州 モントリオール ベリ 4 3 7 0
- (72)発明者 モダレス、 アリ
アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォルニア州 サンノゼ リオ ロブレス 3 0

Fターム(参考) 5E555 AA08 BA03 BA04 BA17 BB03 BB04 BB17 BC07 BC19 BC20
BC21 CA10 CA12 CA22 CB10 CB16 CB33 CB40 CB42 CB45
CB69 CB81 CB82 CC03 CC19 DA24 DB11 DB20 DB22 DB37
DB54 DC06 DC18 DD06 EA05 FA00

【外国語明細書】
2019067429000001.pdf