

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-532441

(P2004-532441A)

(43) 公表日 平成16年10月21日(2004. 10. 21)

(51) Int. Cl.⁷G06T 1/00
G06F 3/033

F I

G06T 1/00 3 1 5
G06F 3/033 3 5 0 G

テーマコード (参考)

5 B 0 5 7
5 B 0 8 7

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2002-561766 (P2002-561766)
 (86) (22) 出願日 平成14年1月29日 (2002. 1. 29)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年7月31日 (2003. 7. 31)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/002697
 (87) 国際公開番号 W02002/061672
 (87) 国際公開日 平成14年8月8日 (2002. 8. 8)
 (31) 優先権主張番号 09/775, 394
 (32) 優先日 平成13年1月31日 (2001. 1. 31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 398038580
 ヒューレット・パッカード・カンパニー
 HEWLETT-PACKARD COM
 PANY
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
 ト ハノーバー・ストリート 3000
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100096769
 弁理士 有原 幸一
 (74) 代理人 100107319
 弁理士 松島 鉄男

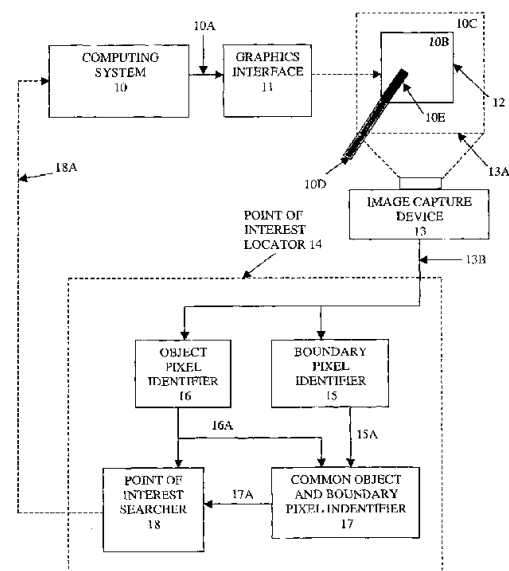
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置によって取り込まれたコンピュータ制御可能な表示の前にある物体の所定点を抽出するためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

画像取り込み装置によって取り込まれるコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別するシステムおよび方法は、画像取り込み装置(13)の取り込みエリア(10C)内の表示エリア(10B)の画像を取り込む(20)ことによって実施される。表示エリア内の物体と、取り込みエリア内の表示エリアの周囲境界と、に対応する、取り込みデータ内の画素が識別される(21、22)。物体画素および周囲境界画素の共通のサブセットに対応する画素が識別および格納される(23)。探索は、共通の画素および物体画素を用いて実施され、取り込みエリア内の表示エリアにおける物体の所定点に対応する画素を決定する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像取り込み装置によって取り込まれるコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別する方法であって、
前記表示エリアの画像を取り込んで、画素のアレイを含む取り込みデータを得ること（20）と、
前記取り込みデータ内の前記物体に対応する画素を識別すること（22）と、
前記取り込みデータ内の前記表示エリアの周囲境界に対応する画素を識別すること（21）と、
前記物体画素および前記周囲境界画素に共通の画素のサブセットを識別および格納すること（23）と、
前記共通画素および前記物体画素を用いて探索し、前記所定点に対応する画素を識別すること（24）と、
を含む方法。 10

【請求項 2】

前記探索することが、幅優先探索を用いて実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記探索することが、ダイナミックプログラミング探索アルゴリズムを用いて実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

各取り込み画像内の前記表示エリアの前の前記物体の所定点の位置を検出するように、リアルタイム画像プレゼンテーションにおいて複数の画像を取り込むことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。 20

【請求項 5】

前記表示エリアを制御するための前記コンピュータに、前記所定点の画素の位置を提供することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記表示エリアが投影スクリーンである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記画像取り込み装置が、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、アナログスチルカメラ、およびアナログビデオカメラのうちの 1 つである、請求項 1 に記載の方法。 30

【請求項 8】

コンピュータ制御ディスプレイの前にある物体の所定点を識別するシステムであって、
前記取り込みエリア内で前記表示エリアの画像を取り込み、画素のアレイを含む取り込みデータを得るための画像取り込み装置（13）と、
前記物体に対応する、前記取り込みデータ内の画素を識別する手段（16）と、
前記表示エリアの周囲境界に対応する、前記取り込みデータ内の画素を識別する手段（15）と、
前記物体画素および前記境界画素に共通の画素のサブセットを識別および格納する手段（17）と、
前記共通画素および前記物体画素を用いて探索を行い、前記所定点に対応する画素を識別するための手段（18）と、
を備えたシステム。 40

【請求項 9】

前記探索する手段が、幅優先探索アルゴリズムである、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記探索する手段が、ダイナミックプログラミング探索アルゴリズムである、請求項 8 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンピュータ制御可能な表示システムに関し、特に、ユーザと、コンピュータ制御される表示画像との対話に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータ制御投影システムは、一般に、画像データを生成するためのコンピュータシステムおよびその画像データを投影スクリーンに投影するためのプロジェクタを有する。通常、コンピュータ制御投影システムは、プレゼンタが、コンピュータシステムを用いて作成されたプレゼンテーションをより大きなスクリーンに投影し、一人より多くのビューアがそのプレゼンテーションを容易に見ることができるようになるために用いられる。大抵の場合、プレゼンタは、投影画像上の注目すべきエリアを指、レーザポインタまたは他のポインティング装置で指すことによって投影画像と対話する。

10

【0003】

このタイプのシステムにおける問題は、ユーザが投影画像を任意に変更したい場合に、マウス、キーボードまたはリモートデバイスなどの入力装置を用いてコンピュータシステム（投影画像ではない）と対話しなければならないことである。例えば、装置は、大抵の場合、赤外線信号を介してコンピュータシステムを遠隔制御し、プレゼンテーションにおける次のスライドを表示するためにプレゼンタによって用いられる。しかし、これは、プレゼンテーションのビューアの注意をそらす可能性がある。なぜなら、プレゼンタは、ビューアおよび投影されたプレゼンテーションともはや対話せず、その代わりに、コンピュータシステムと対話しているからである。大抵の場合、この対話は、プレゼンテーションにおいて著しい中断を引き起こし得る。

20

【0004】

したがって、コンピュータのみとの対話という問題を克服するために上記のシステムの変形形態が開発されており、それによってプレゼンタは、投影画像と直接対話することができるため、プレゼンタは視聴者とより良く対話することができる。このシステムでは、コンピュータシステムは、画像プロジェクタで投影スクリーン上に投影される画像データ（例えば、プレゼンテーションスライド）を生成する。システムはまた、投影画像を取り込むためにデジタルカメラなどのデジタル画像取り込み装置を有する。取り込まれた投影画像データは、コンピューティングシステムに再び送信され、スクリーンの前の任意の物体（たとえば、ポインティング装置）の位置を決定するために用いられる。次に、コンピュータシステムは、ポインティング装置の決定された位置に応じて制御され得る。例えば、本願の譲受人に譲渡された米国特許第5,138,304号では、光ビームは、スクリーンに投影され、カメラで検出される。光ビームの位置を決定するために、投影画像の取り込まれた画像データおよび元の画像データは、比較され、ポインタ位置が決定される。次に、コンピュータは、ポインタ位置にビデオ画像内のカーソルを位置決めするか、ポインタ位置に回答して投影画像を変更するようになされる。

30

【0005】

ユーザ対話式コンピュータ制御表示または投影システムを実施するために、まず、取り込み画像データ内の表示または投影画像の位置を識別し、表示または投影画像に対応する取り込みデータを分析して画像の前にある物体を識別し、その位置を検出することが必要である。次に、物体位置検出情報は、物体の位置に回答するためにコンピュータシステムによって用いられ、プレゼンタによって所望されるように表示または投影画像を変更する。

40

【0006】

このタイプのシステムでは、システムがさらに物体の所定点を識別し、その位置を検出することができることも望まれる。例えば、ポインタの所定点は、ポインタの先端またはプレゼンタの指の先端であり得る。したがって、プレゼンタは、表示画像内の特定の位置を正確に指し、システムに所定点の特定の位置に従って回答させる。

【0007】

50

従来、ディスプレイの前にある物体の所定点の識別および位置の検出は、徹底的な数学的操作を必要とする取り込み画像データの詳細な画像分析を行うことによって成し遂げられていた。

【 0 0 0 8 】

したがって、リアルタイム動作中に実施されるのに十分簡単なユーザ対話式コンピュータ制御表示システムにおいて、表示または投影画像の前にある物体の所定点の位置を検出する技法が求められている。

【 発明の開示 】

【 0 0 0 9 】

画像取り込み装置によって取り込まれたコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別するシステムおよび方法が記載される。このシステムおよび方法によると、取り込み表示エリアまで延在する物体の所定点は、境界までの取り込み表示エリアデータの隣接画素の最短経路を有する、表示エリアの周辺境界から最も遠くにある物体の点である。

【 0 0 1 0 】

本方法の 1 つの実施形態は、表示エリアの画像を取り込んで、取り込みデータを得ることと、取り込みデータ内の物体に対応する、取り込みデータ内の画素を識別することと、取り込みデータ内の表示エリアの周囲境界に対応する、取り込みデータ内の画素を識別することと、物体画素および周囲境界画素に共通の画素のサブセットを識別および格納することと、次に、共通画素および物体画素を用いて探索を行い、物体の所定点に対応する画素の位置を検出することと、によって実行される。1 つの実施形態では、探索は、幅優先探索アルゴリズムを用いて実施される。

【 0 0 1 1 】

画像取り込み装置によって取り込まれるコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別するためのシステムの 1 つの実施形態は、画像データに応答して、表示エリア内に少なくとも 1 つの画像を表示するためのコンピューティングシステムと、取り込みエリア内の表示エリアを含む画像データを取り込むための画像取り込み装置と、表示エリアにおける物体に対応する、取り込みデータにおける画素を識別する手段と、表示エリアの周囲境界に対応する、取り込みデータ内の画素を識別するための手段と、物体画素および境界画素に共通な画素のサブセットを識別および格納するための手段と、表示エリア内の物体の所定点に対応する画素を決定するための共通画素および物体画素を探索するための手段とを有する。1 つの実施形態では、探索するための手段は、ソフトウェア、ハードウェア、またはソフトウェアとハードウェアとの組み合わせの 1 つにおいて実施可能な幅優先探索アルゴリズムを含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的、特徴、および利点は、以下の詳細な説明を考慮することにより、当業者に明白となる。

【 0 0 1 3 】

発明の詳細な説明

画像取り込み装置によって取り込まれるコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別するシステムおよび方法。システムおよび方法によると、取り込み表示エリアまで延在する物体の所定点は、境界までの隣接画素の最短経路を有する、表示エリアの周囲境界からの距離が最も遠い物体の点である。このように所定点を定義することにより、物体の所定点を見つけるための簡単で低度の計算探索アルゴリズムを用いることが容易になり、リアルタイム表示プレゼンテーションに適用可能なシステムおよび方法を提供することができる。

【 0 0 1 4 】

画像データ 10 A を生成するためのコンピューティングシステム 10 および画像データ 10 A に対応する画像 10 B を表示エリア 12 に表示するためのグラフィカルインターフェース 11 を含む物体の所定点を識別するシステムの 1 つの実施形態が、ブロック図 (図 1

10

20

30

40

50

）に示される。グラフィカルインターフェースは、コンピューティングシステムの一部であるか、またはコンピューティングシステムの外部にある別個の素子であり得ることを理解されたい。システムはさらに、表示画像 10 B を取り込むための関連の画像取り込みエリア 13 A を有する画像取り込み装置 13 を有する。取り込み画像はまた、表示画像 10 B の外側にある物体または領域の画像 10 C を含む。取り込み画像はまた、表示エリア 12 の前の画像取り込みエリア 13 A 内に位置する物体 10 D を含み得る。取り込み画像は、デジタル画像データ 13 B に変換され、所定点ロケータ 14 に送信される。所定点ロケータ 14 は、境界画素識別手段 15、物体画素識別手段 16、共通の物体および境界画素識別手段 17、および所定点サーチャ 18 を含む。

【0015】

境界画素識別手段 15 は、取り込み画像データ 13 B を受信し、表示エリア 12 の周囲境界に対応するデータ 13 B 内の画素のサブセット 15 A を識別する。本発明の 1 つの実施形態によると、周囲境界画素は、本明細書において参考のために援用した米国特許出願第 09 / 774 , 452 号に記載されるシステムおよび方法を用いて決定される。この技法によると、表示エリアの周囲境界は、複数の表示および取り込み画像に対応する画像データから建設的および破壊的フィードバックデータを引き出すことによって識別される。1 つの実施形態では、境界画素識別手段 15 は、リアルタイムプレゼンテーションの使用前に図 1 に示されるシステムを較正している間に用いられる。

【0016】

物体画素識別手段 16 は、取り込み画像データ 13 B を受信し、表示エリア 12 の前景に位置する物体の一部分 10 E (物体 10 D の暗くなった部分) に対応する、データ 13 B における画素のサブセット 16 A を識別する。本発明の 1 つの実施形態によると、物体画素は、本明細書に参考のために援用した米国特許出願第 09 / 775 , 032 号に記載されるシステムおよび方法を用いて決定される。この技法によると、物体画素は、まず、システムを較正し、表示エリアと、画像取り込み装置の取り込みエリアにおける取り込み表示エリアとの間の座標位置マッピング関数および輝度マッピング関数を得ることによって識別される。一旦較正されると、a) マッピング関数を用いて表示エリア画像データを変換し、予想される取り込み表示エリアデータを得ること、b) 表示エリア画像を取り込み、実際に取り込まれた表示エリアデータを得ること、および c) 予想データと実際のデータとを比較し、取り込みエリア内の表示エリアの前にある物体の位置を決定して、物体に

【0017】

共通の物体および境界画素識別手段 17 は、物体および境界画素 (すなわち、サブセット 15 A および 16 A) の両方に共通の画素のサブセット 17 A を識別する。この識別が行われる 1 つの方法は、物体画素のサブセット 16 A を境界画素のサブセット 15 A と画素毎に比較することである。一旦サブセット 17 A が識別されると、それは、先入れ / 先出し格納エリア (FIFO) (図示せず) に格納される。FIFO は、所定点サーチャ 18、コンピューティングシステム 10 の一部、または外部メモリユニットのうちの 1 つにおける格納エリアであり得ることを理解されたい。

【0018】

所定点サーチャ 18 は、格納された画素のサブセット 17 A および物体画素のサブセット 16 A を用いて探索を行い、物体の所定点に対応する物体画素値を決定する。1 つの実施形態では、サーチャ 18 は、格納されたサブセット 17 A を用いて物体画素のサブセット 16 A を探索するための幅優先探索ユニットを含む。所定点位置検出情報 18 A は、コンピューティングシステム 10 に送信され、ユーザ対話式コンピュータ制御表示システムにおいて用いられる。

【0019】

本実施形態では、コンピューティングシステム 10 は、少なくとも中央処理ユニット (CPU) およびデジタルデータ (例えば、画像データ) を格納するためのメモリを有し、

10

20

30

40

50

少なくとも3つのレベルのグレイスケール画像を生成する能力を有する。表示エリアは、グラフィカルインターフェースによって駆動されるコンピュータモニタか、または投影スクリーン上のエリアもしくは投影エリア（例えば、壁）であり得る。画像が投影を用いて表示される場合、システムは、グラフィカルインターフェースから提供される画像データに応答する画像プロジェクタ（図1に図示せず）を含む。

【0020】

1つの実施形態では、画像取り込み装置は、既知の時間遅延内で表示エリア12に表示される画像10Bの少なくともすべてを取り込むように構成されたデジタルスチルまたはビデオカメラである。画像が、カメラの取り込みエリア内でセンサに入射する光の強度を検出するセンサのアレイを用いてデジタルカメラによって取り込まれることは、デジタル画像取り込みの分野において既知である。次に、光強度信号は、取り込み画像に対応するデジタル画像データに変換される。このように、取り込み画像データ13Bは、取り込み画像に対応するデジタル画像データである。他の実施形態では、画像取り込み装置は、アナログスチルまたはビデオカメラであり、取り込みアナログ画像データは、取り込みデジタル画像データ13Bに変換される。

10

【0021】

1つの実施形態では、画像10Bは、ユーザのコンピュータ生成スライドプレゼンテーションにおける複数のスライドに対応する。

【0022】

所定点ロケータ14の機能のすべてまたは一部は、コンピューティングシステムによって実施され得ることを理解されたい。この結果、所定点ロケータ14のすべてまたは一部は、コンピューティングシステムの外部に図示されているが、コンピューティングシステム内で実施され得る。

20

【0023】

所定点ロケータ14は、ソフトウェア実施態様、ハードウェア実施態様、またはソフトウェア実施態様とハードウェア実施態様との任意の組み合わせで実施され得る。

【0024】

図2は、画像取り込み装置によって取り込まれる表示エリアの前景にある物体の所定点を識別するための方法の実施形態を示し、図3は、図2に示されるプロセスに関連する画像を例示する。図3を参照すると、取り込みエリア30は、表示エリア31を含む。表示エリア31は、コンピューティングシステム10によって生成される画像データ10Aにより表示される画像を含む。取り込みエリアおよび表示エリアには、所定点32を有する物体33が延在している。まず、画像が取り込まれる（ブロック20）。図3は、表示エリア31に表示される画像と、取り込みエリア30に延在する物体の一部分33Aと、表示エリアの外側であるが取り込みエリア内である領域と、に対応するデータを含む取り込み画像データ34を示す。

30

【0025】

次に、表示エリアの周囲境界のそれぞれに対応する（ブロック21）および表示エリアの前景にある物体に対応する（ブロック22）、取り込み画像データ内の画素のサブセットが識別される。図3は、物体画素のサブセット36および境界画素のサブセット35を示す。次に、物体および周囲境界画素値サブセットに共通の画素のサブセット（37、図3）が決定され、FIFOに格納される（ブロック23）。次に、共通画素のサブセットおよび物体画素のサブセットは、物体画素を探索するために用いられ、ディスプレイの前景における物体の所定点が見出される（ブロック24）。

40

【0026】

本発明のシステムおよび方法の1つの実施形態によると、共通画素と、物体画素のサブセットとは、ソフトウェア、ハードウェア、またはソフトウェアとハードウェアとの任意の組み合わせの1つにおいて実施され得る幅優先探索アルゴリズムを用いて探索される。幅優先探索アルゴリズムは、グラフを探索するために用いられる既知のアルゴリズムである。図4は、幅優先探索アルゴリズムを取り込み表示エリアに対応する画素のアレイに適用

50

する例を示す。アレイは、表示エリアの前景にある物体に対応する画素（すなわち、B 1、B 2、B 3、1 ~ 9）、および表示エリアの周囲境界に対応する画素（x、B 1、B 2、B 3で記される画素）を含む。図5は、図4に示される画素に対する幅優先探索を実施するためのプロセスを示し、図6は、図5に示される方法を実施する際に形成される図4に示すアレイに対応する例示的なF I F Oを示す。

【0027】

まず、共通の物体および周囲境界画素（すなわち、B 1、B 2、B 3）がF I F Oに格納される（ブロック50）。F I F Oに格納された各画素には、インジケータ $N = 1$ が割り当てられる（ブロック51）。ここで、 N は、表示エリアの周囲境界までの画素の距離インジケータに対応する。したがって、F I F Oにおける第1、第2および第3のエントリであるB 1、B 2およびB 3（図6）には、 $N = 1$ が割り当てられる。画素10および11は、図4に示されるアレイにおける物体画素として誤って現れるノイズに対応することに留意されたい。しかし、これらの画素は、境界画素ではなく、境界画素に対して垂直または水平方向に隣接していないため、F I F Oには格納されず、図5に示されるプロセスに対して影響を与えない。

【0028】

F I F Oにおける第1の画素エントリB 1から開始し（ブロック52）、これに隣接する他の物体画素があるかどうかを決定する（ブロック53）。ここで、隣接画素は、検討対象の画素エントリに対して垂直または水平方向に隣接する画素として定義される。図4から理解できるように、B 1に隣接する唯一の画素はB 2である。各隣接画素は、F I F Oにすでに格納されているかどうかを決定するためにチェックされる（ブロック54）。B 2はF I F Oにすでに格納されているため、次の画素エントリが処理される（ブロック55および56）。ブロック53 ~ 55に記載されるプロセスは、第2のF I F OエントリB 2に対して実施される。図4から理解できるように、B 1、B 3および画素1は、画素B 2に隣接している。次に、F I F Oに格納されていない検討対象の画素エントリ（ p ）に隣接する各画素（ a_p ）については、F I F Oに格納し、 $N_{(a_p)} = N_{(p)} + 1$ が割り当てられる（ブロック53 ~ 55）。画素1はF I F Oに格納されていない唯一の隣接画素であるため、格納され、 $N_{pixel1} = N_{B2} + 1 = 1 + 1 = 2$ が割り当てられる。F I F Oに格納されている所与の画素が、隣接の画素を有さない場合、次の画素エントリに進む（ブロック57）。図6に示されるF I F Oを形成しながら、図5に示される物体画素の残りの処理を続行する。

【0029】

・第3エントリ、B 3は、B 2および画素2に隣接している。画素B 2は、F I F Oにすでに格納されており、画素2がF I F Oに格納されて、 $N_{pixel2} = N_{B3} + 1 = 1 + 1 = 2$ が割り当てられる。

・第4エントリ、画素1は、B 2および画素2に隣接している。共にF I F Oにすでに格納されており、次のエントリに進む。

・第5エントリ、画素2は、B 3、画素1、3および4に隣接している。画素B 3および1はすでに格納されているため、画素3および4が、F I F Oに格納され、それぞれ、 $N_{pixel3} = N_{pixel4} = N_{pixel2} + 1 = 2 + 1 = 3$ が割り当てられる。

・第6エントリ、画素3は、画素2および5に隣接している。画素2は、すでに格納されているため、画素5が、F I F Oに格納され、 $N_{pixel5} = N_{pixel3} + 1 = 3 + 1 = 4$ が割り当てられる。

・第7エントリ、画素4は、画素2および5に隣接している。画素2および5は共に格納されているため、次のエントリに進む。

・第8エントリ、画素5は、画素3、4および6に隣接している。画素3および4は共にすでに格納されているため、画素6が、F I F Oに格納され、 $N_{pixel6} = N_{pixel5} + 1 = 4 + 1 = 5$ が割り当てられる。

・第9エントリ、画素6は、画素5、7および8に隣接している。画素5はすでに格納されているため、画素7および8が、F I F Oに格納され、 $N_{pixel7} = N_{pixel8} = N_{pixel6}$

10

20

30

40

50

+ 1 = 5 + 1 = 6 が割り当てられる。

・第 10 エントリ、画素 7 は、画素 6 および 9 に隣接している。画素 6 はすでに格納されているため、画素 9 が、FIFO に格納され、 $N_{pixel9} = N_{pixel7} + 1 = 6 + 1 = 7$ が割り当てられる。

・第 11 エントリ、画素 8 は、画素 6 および 9 に隣接している。画素 6 および 9 は、すでに格納されているため、次の画素に進む。

・第 12 エントリ、画素 9 は、画素 7 および 8 に隣接している。画素 7 および 8 は、すでに格納されており、これ以上の画素エントリはない。

【0030】

最も大きい N を有する画素（すなわち、画素 9）は、所定点に対応する画素である（ブロック 58）。 10

【0031】

幅優先探索アルゴリズムは、ダイナミックプログラミング探索アルゴリズムの簡単なバージョンであり、画素隣接性および画素距離の定義が様々である他のダイナミックプログラミング探索アルゴリズムなどの、物体の所定点の位置を検出するための他の探索アルゴリズムを用いてもよいことを理解されたい。

【0032】

図 1 から図 6 に示されるシステムおよび方法によると、表示画素の前にある非静的物体の移動および位置が常に決定されることにも留意されたい。したがって、表示スクリーンの周囲境界に対応する画素のサブセットが一旦決定されても、物体に対応する画素のサブセ 20
ットは、リアルタイムプレゼンテーション中に物体の移動および位置を検出するために連続して決定される。例えば、画像取り込み装置 13 は、連続して表示エリアを取り込むことができ、新しく取り込まれた各画像に対応する画像データは、異なる時間間隔で物体画素のサブセットの位置を検出するために用いられる（図 2、ブロック 22）。この結果、各時間間隔における物体画素の所定点が決定され得る。幅優先探索アルゴリズムは、計算上簡単な探索技法であるため、所定点の決定は、リアルタイムで実施され得る。

【0033】

このように、画像取り込み装置によって取り込まれる表示エリアの前景における物体の所定点を見出すための簡略化されたリアルタイムシステムおよび方法について記載した。

【0034】

上記の説明では、本発明を完全に理解してもらうために多くの具体的な詳細を提示した。しかし、当業者には、これらの具体的な詳細は、本発明を実行するために用いられる必要はないことが明らかであろう。その他、本発明を不必要に不明瞭にするのを避けるため、既知の画像処理技法については詳細に記載していない。 30

【0035】

さらに、本発明の要素を特定の実施形態に関連して記載したが、本発明は、様々な他の方法で実施され得ることが理解される。この結果、例示として図示され記載される特定の実施形態は、限定するものとして見なされることを決して意図しないことが理解されるであろう。これらの実施形態の詳細を参照することは、本発明の本質と見なされる特徴のみを記載する特許請求項の範囲を限定することを意図するものではない。 40

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】本発明による画像取り込み装置によって取り込まれるコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別するためのシステムの第 1 の実施形態を示す図である。

【図 2】本発明による画像取り込み装置によって取り込まれるコンピュータ制御表示エリアの前にある物体の所定点を識別する方法の第 1 の実施形態を示す図である。

【図 3】本発明のシステムおよび方法に従った画素の識別を示す図である。

【図 4】表示エリアの周囲境界および表示エリア内の物体を含む取り込み表示エリアを示す画素のアレイを示す図である。

【図 5】図 4 に示す画素に対して幅優先探索を実施するための流れ図である。 50

【図 6】図 4 に示すアレイに対して幅優先探索アルゴリズムを実施するとき形成される例示的な F I F O を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 7 】

10 : コンピューティングシステム

10B: 画像データ10Aに対応する画像

10C: 表示エリア10Bの外側にある物体または領域の画像

1 0 D : 物体

1 1 : グラフィカルインターフェース

1 2 : 表示エリア

1 3 : 画像取り込み装置

1 3 A : 画像取り込みエリア

14: 所定点口ケ一タ

1 5 : 境界画素識別手段

1 6 : 物体画素識別手段

17: 共通の物体および境界画素識別手段

18 : 所定点サーチャ

10

【 圖 1 】

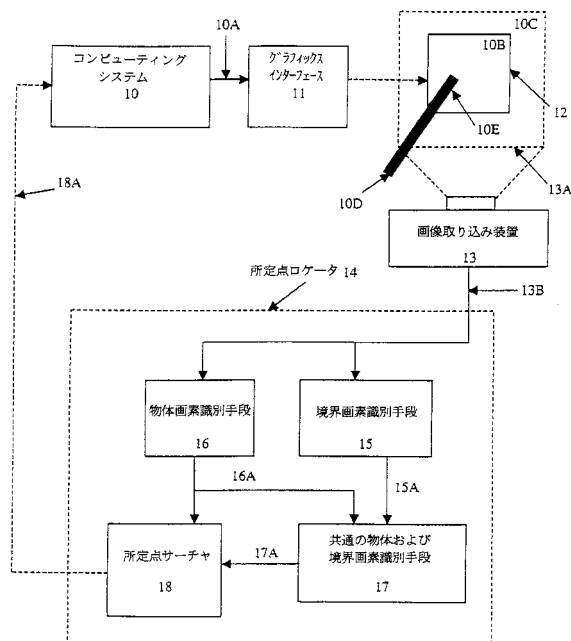


FIG. 1

【圖 2】

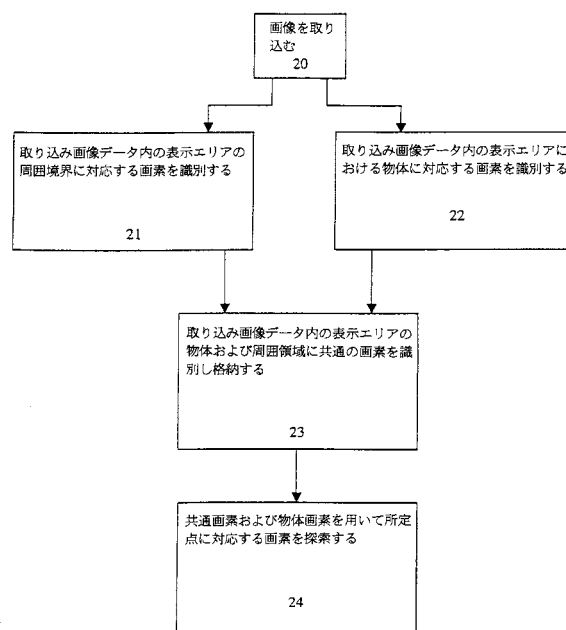


FIG. 2

【図 3】

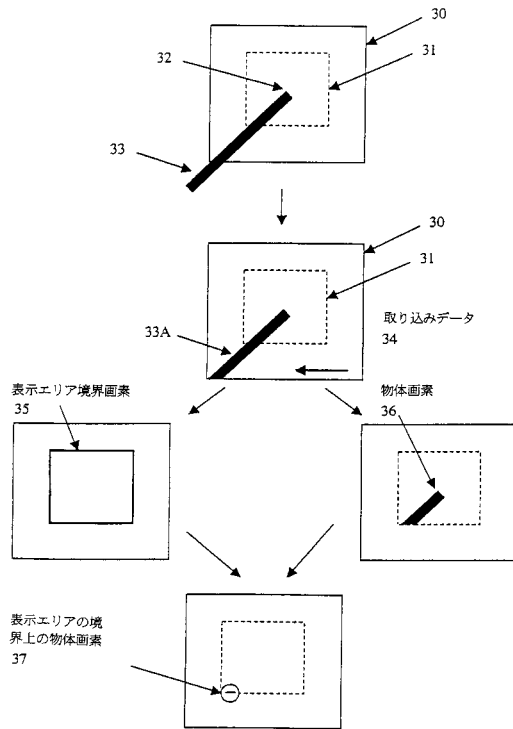


FIG. 3

【図 4】

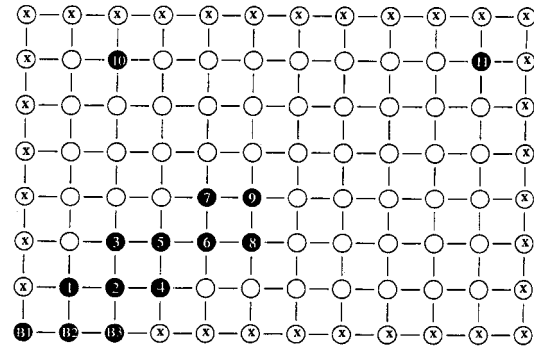


FIG. 4

【図 5】

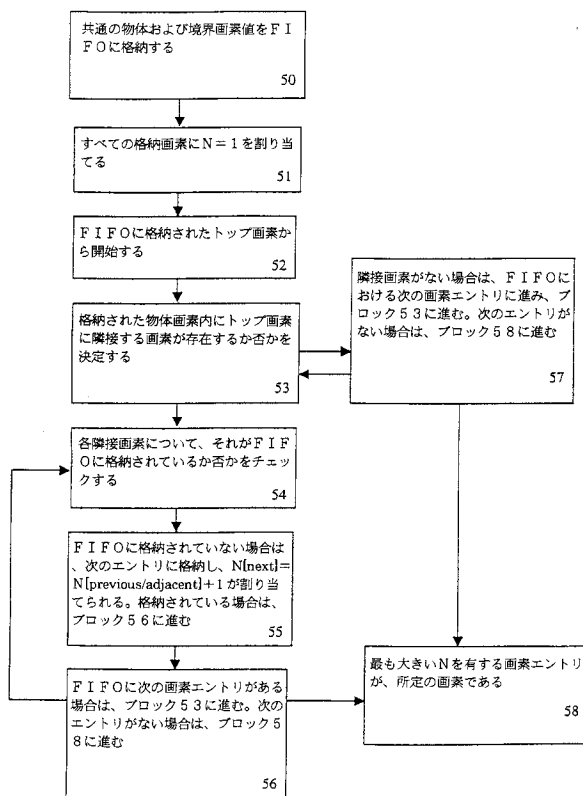


FIG. 5

【図 6】

エントリ	画素	N
1	B1	1
2	B2	1
3	B3	1
4	1	2
5	2	2
6	3	3
7	4	3
8	5	4
9	6	5
10	7	6
11	8	6
12	9	7

Fig. 6

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
8 August 2002 (08.08.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/061672 A2(51) International Patent Classification: **G06K 11/00**

(74) Agent: HEMINGER, Susan, E.; Hewlett-Packard Company, Legal Department, IP Section, P. O. Box 272499, Ft. Collins, CO 80527-2400 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/02697

(22) International Filing Date: 29 January 2002 (29.01.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

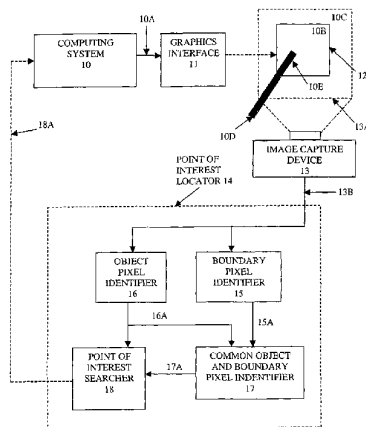
(30) Priority Data:
09/775,394 31 January 2001 (31.01.2001) US(71) Applicant: **HEWLETT-PACKARD COMPANY**
[US/US]: 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94303-1881 (US).(72) Inventor: **LIN, J-Jong**; 325 King's Mountain Boulevard, Woodside, CA 94062 (US).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GR, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KI, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR EXTRACTING A POINT OF INTEREST OF AN OBJECT IN FRONT OF A COMPUTER CONTROLLABLE DISPLAY CAPTURED BY AN IMAGING DEVICE



(57) Abstract: A system and method of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device is performed by capturing an image (20) of the display area (10B) within the capture area (10C) of the image capture device (13). Pixels within the captured data are identified (21, 22) that correspond to the object within the display area and to the peripheral boundary of the display area within the capture area. Pixels are identified and stored (23) that correspond to the common subset of the object pixels and the peripheral boundary pixels. A search is performed (24) using the common pixels and the object pixels to determine a pixel corresponding to the point of interest of the object in the display area within the capture area.

WO 02/061672 A2

WO 02/061672 A2**Published:**

— without international search report and to be republished
upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 02/061672

PCT/US02/02697

- 1 -

**SYSTEM AND METHOD FOR EXTRACTING A POINT OF INTEREST OF AN OBJECT
IN FRONT OF A COMPUTER CONTROLLABLE DISPLAY CAPTURED BY AN
IMAGING DEVICE**

5 **FIELD OF THE INVENTION**

The present invention relates to a computer controllable display system and in particular to the interaction of a user with a computer controlled displayed image.

BACKGROUND OF THE INVENTION

10 Computer controlled projection systems generally include a computer system for generating image data and a projector for projecting the image data onto a projection screen. Typically, the computer controlled projection system is used to allow a presenter to project presentations that were created with the computer system onto a larger screen so that more than one viewer can easily see the presentation. Often, the presenter interacts with the projected image by pointing to notable areas
15 on the projected image with his/her finger, laser pointer, or some other pointing device or instrument.

The problem with this type of system is that if a user wants to cause any change to the projected image he/she must interact with the *computer system* (not the *projected image*) using an input device such as a mouse, keyboard or remote device. For instance, a device is often employed
20 by a presenter to remotely control the computer system via infrared signals to display the next slide in a presentation. However, this can be distracting to the viewers of the presentation since the presenter is no longer interacting with them and the projected presentation and, instead, is interacting with the computer system. Often, this interaction can lead to significant interruptions in the presentation.

25 Hence, a variation of the above system has been developed to overcome the computer-only interaction problem to allow the presenter to directly interact with the projected image and thus give the presenter better interaction with the audience. In this system, the computer generates image data (e.g. presentation slides) to be projected onto a projection screen with an image projector. The system also includes a digital image capture device such as a digital camera for capturing the

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 2 -

projected image. The captured projected image data is transmitted back to the computing system and is used to determine the location of any objects (e.g., pointing device) in front of the screen. The computer system may then be controlled dependent on the determined location of the pointing device. For instance, in U.S. Patent No. 5,138,304 assigned to the assignee of the subject
5 application, a light beam is projected onto the screen and is detected by a camera. To determine the position of the light beam, the captured image data of the projected image and the original image data are compared to determine the pointer position. The computer is then caused to position a cursor in the video image at the pointer position or is caused to modify the projected image data in response to the pointer position.

10 In order to implement a user interactive, computer controlled display or projection system, it is necessary to first identify the location of the displayed or projected image within the captured image data and then analyze the captured data corresponding to the displayed or projected image to identify and locate objects in front of the image. The object location information can then be used by the computer system to respond to the location of the objects to modify the displayed or projected
15 image as desired by the presenter.

In this type of system, it is also desirable for the system to additionally be able to identify and locate the point of interest of the object. For instance, the point of interest of the pointer would be the tip of a pointer or the tip of a presenter's finger. Hence, the presenter can then accurately point to a specific location within the displayed image so as to cause the system to respond dependent on
20 that specific location of the point of interest.

Previously, the identification and location of the point of interest of an object in front of the display has been achieved by performing a detailed image analysis of the captured image data requiring exhaustive mathematical manipulations.

Hence, what is needed is a technique of locating the point of interest of an object located in
25 front of a displayed or projected image in a user interactive, computer controlled display system simple enough to be performed during real-time operation.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 3 -

SUMMARY OF THE INVENTION

A system and method of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device is described. In accordance with the system and method, the point of interest of an object that extends into the captured display area is the point of the object that is the furthest distance from the peripheral boundary of the display area that has the shortest path of adjacent pixels of the captured display area data to the boundary.

One embodiment of the method is performed by capturing an image of the display area to obtain captured data, identifying pixels within the captured data that correspond to the object within the captured data, identifying pixels within the captured data that correspond to the peripheral boundary of the display area within the captured data, identifying and storing a subset of pixels common to the object pixels and the peripheral boundary pixels, and then performing a search using the common pixels and the object pixels to locate a pixel corresponding to the point of interest of the object. In one embodiment, the search is performed using a breadth-first search algorithm.

One embodiment of the system for identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device includes a computing system for displaying at least one image in a display area in response to image data, an image capture device for capturing image data including the display area within a capture area, means for identifying pixels in the captured data corresponding to the object in the display area, means for identifying pixels in the captured data corresponding to the peripheral boundary of the display area, means for identifying and storing the subset of pixels common to the object pixels and the boundary pixels, and means for searching the common pixels and the object pixels to determine a pixel corresponding to the point of interest of the object in the display area. In one embodiment, the means for searching comprises a breadth-first searching algorithm implementable in one of software, hardware, or a combination of software and hardware.

25

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 4 -

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The objects, features, and advantages of the present invention will be apparent to one skilled in the art, in view of the following detailed descriptions in which:

5 **Fig. 1** illustrates a first embodiment of the system for identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device in accordance with the present invention;

Fig. 2 illustrates a first embodiment of the method of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device in accordance with the present invention;

10 **Fig. 3** illustrates identifying pixels in accordance with the system and method of the present invention;

Fig. 4 shows an array of pixels representing the captured display area including the peripheral boundary of the display area and the object within the display area; and

Fig. 5 illustrates a flow diagram for performing a breadth-first search on the pixels shown in
15 **Fig. 4**; and

Fig. 6 illustrates an exemplary FIFO created when performing a breadth-first searching algorithm on the array shown in **Fig. 4**.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 5 -

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

A system and method of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device. In accordance with the system and method, the point of interest of an object that extends into the captured display area is the point of the object that is the furthest distance from the peripheral boundary of the display area that has the shortest path of adjacent pixels to the boundary. Defining the point of interest in this manner facilitates the use of a simple, low computational searching algorithm for locating the point of interest of the object, thereby providing a system and method applicable to real-time display presentations.

One embodiment of the system of identifying a point of interest of an object is shown in a block diagram (Fig. 1) including a computing system 10 for generating image data 10A and a graphical interface 11 for causing images 10B corresponding to the image data 10A to be displayed in display area 12. It should be understood that the graphical interface may be a portion of the computing system or may be a distinct element external to the computing system. The system further includes an image capture device 13 having an associated image capture area 13A for capturing displayed images 10B. The captured images also include images 10C of objects or regions that are outside of the display area 10B. The captured images can also include objects 10D that are positioned within the image capture area 13A in front of the display area 12. The captured images are converted into digital image data 13B and are transmitted to an Point of Interest locator 14. Point of Interest locator 14 includes a Boundary Pixel Identifier 15, an Object Pixel Identifier 16, a Common Object and Boundary Pixel Identifier 17, and a Point of Interest Searcher 18.

The Boundary Pixel Identifier 15 receives captured image data 13B and identifies the subset of pixels 15A in data 13B corresponding to the peripheral boundary of the display area 12. According to one embodiment of the present invention, peripheral boundary pixels are determined using the system and method as described in U.S. Application No.: 09/774,452 incorporated herein by reference. In accordance with this technique, the peripheral boundary of the display area is identified by deriving constructive and destructive feedback data from image data corresponding to a plurality of displayed and captured images. In one embodiment, Boundary Pixel Identifier 15 is used during the calibration of the system shown in Fig. 1 prior to real-time presentation use.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 6 -

The Object Pixel Identifier 16 receives captured image data 13B and identifies the subset of pixels 16A in data 13B corresponding to the portion of the object 10E (darkened portion of object 10D) that is positioned in the foreground of the display area 12. According to one embodiment of the present invention, object pixels are determined using the system and method as described in U.S. Application No.: 09/775,032 incorporated herein by reference. In accordance with this technique, the object pixels are identified by initially calibrating the system to obtain a coordinate location mapping function and an intensity mapping function between the display area and the captured display area in the capture area of an image capture device. Once calibrated, objects can be located during real-time system operation by a) converting display area image data using the mapping functions to obtain expected captured display area data, b) capturing the display area image to obtain actual captured display area data, and c) comparing the expected and actual data to determine the location of objects in front of the display area in the capture area, thereby identifying pixels in the captured image data 13B corresponding to the objects.

The Common Object and Boundary Pixel Identifier 17 identifies a subset of pixels 17A that is common to both of the object and boundary pixels (i.e., subsets 15A and 16A). One manner in which this identification is performed is by comparing the subset of object pixels 15A to the subset of boundary pixels 16A on a pixel-by-pixel basis. Once subset 17 is identified it is stored in a First In/First Out storage area (FIFO), not shown. It should be understood that the FIFO can be a storage area in one of the Point of Interest Searcher 18, a portion of the computing system 10, or an external memory unit.

The Point of Interest Searcher 18 searches using the stored subset of pixels 17A and the subset of object pixels 16A to determine the object pixel value corresponding to the point of interest of the object. In one embodiment, the Searcher 18 includes a breadth-first search unit for searching the subset of object pixels 16A using the stored subset 17A. The point of interest location information 18A can be transmitted to the computing system 10 for use in the user interactive, computer controlled display system.

In this embodiment, the computing system 10 includes at least a central processing unit (CPU) and a memory for storing digital data (e.g., image data) and has the capability of generating at least three levels of grayscale images. The display area can be a computer monitor driven by the graphical interface or can be an area on a projection screen or projection area (e.g., a wall). In the

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 7 -

case in which images are displayed using projection, the system includes an image projector (not shown in Fig. 1) that is responsive to image data provided from the graphical interface.

In one embodiment, the image capture device is a digital still or video camera arranged so as to capture at least all of the images 10B displayed in the display area 12 within a known time delay.

5 It is well known in the field of digital image capture that an image is captured by a digital camera using an array of sensors that detect the intensity of the light impinging on the sensors within the capture area of the camera. The light intensity signals are then converted into digital image data corresponding to the captured image. Hence, the captured image data 13B is digital image data corresponding to the captured image. In another embodiment the image capture device is an analog
10 still or video camera and captured analog image data is converted into captured digital image data 13B.

In one embodiment, the images 10B correspond to a plurality of slides in a user's computer generated slide presentation.

15 It should be understood that all or a portion of the functions of the Point of Interest locator 14 can be performed by the computing system. Consequently, although it is shown external to the computing system, all or portions of the Point of Interest locator 14 may be implemented within the computing system.

It should be further understood that the Point of Interest locator 14 can be implemented in a software implementation, hardware implementation, or any combination of software and hardware
20 implementations.

Fig. 2 shows an embodiment of the method for identifying the point of interest of an object located in the foreground of a display area captured by an image capture device and Fig. 3 illustrates images relating to the process shown in Fig. 2. Referring to Fig. 3, a capture area 30 includes a display area 31. The display area 31 includes an image that is displayed according to the image data
25 10A generated by the computing system 10. Extending into the capture area and into the display area is an object 33 having a point of interest 32. Initially, an image is captured (block 20). Fig. 3 shows the captured image data 34 that includes data corresponding to the image being displayed in the display area 31, the portion of the object 33A extending into the capture area 30, and regions outside of the display area but within the capture area.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 8 -

Subsets of pixels within the captured image data are then identified that correspond to each of the peripheral boundary of the display area (block 21) and the object in the foreground of the display area (block 22). Fig. 3 shows the subset of object pixels 36 and the subset of boundary pixels 35. The subset of pixels (37, Fig. 3) common to both the object and peripheral boundary
5 pixel value subsets are then determined and are stored in a FIFO (block 23). The subset of common pixels and the subset of object pixels are then used to search the object pixels to find the point of interest of the object in the foreground of the display (block 24).

According to one embodiment of the system and method of the present invention, the common pixels and the subset of object pixels are searched using a breadth-first search algorithm
10 which can be implemented in one of software, hardware, or a combination of software and hardware. A breadth-first search algorithm is a well known algorithm used for searching a graph. Fig. 4 shows an example of applying a breadth-first search algorithm to an array of pixels corresponding to a captured display area. The array includes pixels corresponding to an object in the foreground of the display area (i.e., B1, B2, B3, 1-9) and pixels corresponding to the peripheral boundary of the
15 display area (pixels marked with an x, B1, B2, B3. Fig. 5 shows the process for performing a breadth-first search on the pixels shown in Fig. 4, and Fig. 6 shows an exemplary FIFO corresponding to the array shown in Fig. 4 created when performing the method shown in Fig 5.

Initially, common object and peripheral boundary pixels (i.e., B1, B2, B3) are stored in a FIFO (block 50). Each pixel stored in the FIFO is assigned an indicator N=1 (block 51) where N
20 corresponds to a distance indicator of the pixel to the peripheral boundary of the display area. Hence, the first, second, and third entries in the FIFO (Fig. 6), B1, B2, and B3 are assigned N=1. It should be noted that *pixels 10 and 11* correspond to noise that erroneously appear as object pixels in the array shown in Fig. 4. However, since these pixels are not boundary pixels and are not adjacent in the vertical or horizontal direction to any boundary pixels, they are not stored in the FIFO and
25 have no impact on the process shown in Fig. 5.

Starting at the first pixel entry in the FIFO (block 52), B1, determine if there are any other object pixels adjacent to it (block 53) where an adjacent pixel is defined as a pixel that is immediately adjacent in the vertical or horizontal direction to the pixel entry of interest. As can be seen in Fig. 4, the only adjacent pixel to B1 is B2. Each adjacent pixel is checked to determine if it
30 is already stored in the FIFO (block 54). Since B2 is already stored in the FIFO, the next pixel entry

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 9 -

- is processed (blocks 55 and 56). The process as described in blocks 53-55 is performed on the second FIFO entry, B2. As can be seen in Fig. 4, B1, B3, and *pixel 1* are adjacent to pixel B2. Next, for each pixel (*ap*) adjacent to the pixel entry of interest (*p*) that is not stored in the FIFO, store in the FIFO and assign $N_{(ap)} = N_{(p)} + 1$ (blocks 53-55). Since *pixel 1* is the only adjacent pixel not stored in the FIFO, it is stored and assigned $N_{\text{pixel } 1} = N_{B2} + 1 = 1 + 1 = 2$. In the case in which a given pixel stored in the FIFO does not have any adjacent pixels, then go to the next pixel entry (block 57). Continuing processing the remainder of the object pixels as indicated in Fig. 5 while creating the FIFO shown in Fig. 6:
- third entry, B3, is adjacent to B2 and *pixel 2*. *Pixel* B2 is already stored in the FIFO, *pixel 2* is stored in the FIFO and assigned $N_{\text{pixel } 2} = N_{B3} + 1 = 1 + 1 = 2$;
 - fourth entry, *pixel 1*, is adjacent to B2 and *pixel 2*. Both are already stored in the FIFO, go to next entry;
 - fifth entry, *pixel 2*, is adjacent to B3, *pixel 1*, 3, and 4. *Pixels* B3 and 1 are already stored so *Pixels* 3 and 4 are stored in the FIFO and are each assigned $N_{\text{pixel } 3} = N_{\text{pixel } 2} + 1 = 2 + 1 = 3$;
 - sixth entry, *pixel 3*, is adjacent to *pixels* 2 and 5. *Pixel* 2 is already stored so *Pixel* 5 is stored in the FIFO and assigned $N_{\text{pixel } 5} = N_{\text{pixel } 3} + 1 = 3 + 1 = 4$;
 - seventh entry, *pixel 4*, is adjacent to *pixels* 2 and 5. Both of *Pixels* 2 and 5 are already stored so go to next entry;
 - eighth entry, *pixel 5*, is adjacent to *pixels* 3, 4, and 6. Both of *Pixels* 3 and 4 are already stored so *Pixel* 6 is stored in the FIFO and assigned $N_{\text{pixel } 6} = N_{\text{pixel } 5} + 1 = 4 + 1 = 5$;
 - ninth entry, *pixel 6*, is adjacent to *pixels* 5, 7, and 8. *Pixel* 5 is already stored so *Pixels* 7 and 8 are stored in the FIFO and assigned $N_{\text{pixel } 7} = N_{\text{pixel } 6} + 1 = 5 + 1 = 6$;
 - tenth entry, *pixel 7*, is adjacent to *pixels* 6 and 9. *Pixel* 6 is already stored so *Pixel* 9 is stored in the FIFO and assigned $N_{\text{pixel } 9} = N_{\text{pixel } 7} + 1 = 6 + 1 = 7$;
 - eleventh entry, *pixel 8*, is adjacent to *pixels* 6 and 9. *Pixels* 6 and 9 are already stored so go to next pixel; and
 - twelfth entry, *pixel 9*, is adjacent to *pixels* 7 and 8. *Pixels* 7 and 8 are already stored and there are no more pixel entries.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 10 -

The pixel with the greatest N , (i.e., *pixel 9*) is the pixel corresponding to the point of interest (block 58).

It should be understood that the breadth-first search algorithm is a simple version of dynamic programming search algorithms and that other search algorithms for locating the point of interest of an object as defined may be used such as other dynamic programming search algorithms with variations in definitions of pixel adjacency and pixel distance.

It should also be noted that in accordance with the system and method shown in Figs. 1-6, the movement and location of non-static objects positioned in front of the displayed image are constantly being determined. Hence, whereas the subset of the pixels corresponding to the peripheral boundary of the display screen is determined once, the subset of pixels corresponding to the object is determined on a continual basis so as to detect the movement and location of the object during a real-time presentation. For instance, image capture device 13 can be capturing the display area on a continual basis and the image data corresponding to each new captured image is used to locate the subset of object pixels (Fig. 2, block 22) at the different time intervals. Consequently, a point of interest of the object pixels at each time interval can be determined. Since the breadth-first searching algorithm is a computationally simple search technique, point of interest determination can be performed on a real-time basis.

Hence, a simplified, real-time system and method is described for finding the point of interest of an object in the foreground of a display area captured by an image captured device.

In the preceding description, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. It will be apparent, however, to one skilled in the art that these specific details need not be employed to practice the present invention. In other instances, well-known imaging techniques have not been described in detail in order to avoid unnecessarily obscuring the present invention.

In addition, although elements of the present invention have been described in conjunction with certain embodiments, it is appreciated that the invention can be implemented in a variety of other ways. Consequently, it is to be understood that the particular embodiments shown and described by way of illustration is in no way intended to be considered limiting. Reference to the details of these embodiments is not intended to limit the scope of the claims which themselves recited only those features regarded as essential to the invention.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 11 -

CLAIMS

I claim:

1. A method of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device comprising:
 - 5 capturing an image (20) of the display area to obtain captured data comprising an array of pixels;
 - identifying pixels corresponding to the object (22) within the captured data;
 - identifying pixels corresponding to a peripheral boundary (21) of the display area within the captured data;
 - 10 identifying and storing a subset of pixels (23) common to the object pixels and the peripheral boundary pixels;
 - searching using the common pixels and the object pixels (24) to identify a pixel corresponding to the point of interest.
2. The method as described in Claim 1 wherein searching is performed using breadth-first
15 searching.
3. The method as described in Claim 1 wherein searching is performed using dynamic programming search algorithms.
4. The method as described in Claim 1 further comprising capturing a plurality of images in a real-time image presentation so as to locate the point of interest of the object in front of
20 the display area within each captured image.
5. The method as described in Claim 1 further comprising providing the location of the point of interest pixel to the computer for controlling the display area.
6. The method as described in Claim 1 wherein the display area is a projection screen.

WO 02/061672
Attorney Docket No.: 10007848

PCT/US02/02697

- 12 -

7. The method as described in Claim 1 wherein the image capture device is one of a digital still camera, a digital video camera, an analog still camera, and an analog video camera.
8. A system of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display comprising:
 - 5 an image capture device (13) for capturing an image of the display area within the capture area to obtain captured data including an array of pixels;

means for identifying pixels (16) within the captured data corresponding to the object;

means for identifying pixels (15) within the captured data corresponding to a peripheral boundary of the display area;
 - 10 means for identifying and storing the subset of pixels (17) common to the object pixels and the boundary pixels;

means for searching (18) using the common pixels and the object pixels to identify a pixel corresponding to the point of interest.
9. The system as described in Claim 8 wherein the means for searching is a breadth-first search algorithm.
- 15 10. The system as described in Claim 8 wherein the means for searching is a dynamic programming search algorithm.

WO 02/061672

PCT/US02/02697

1/6

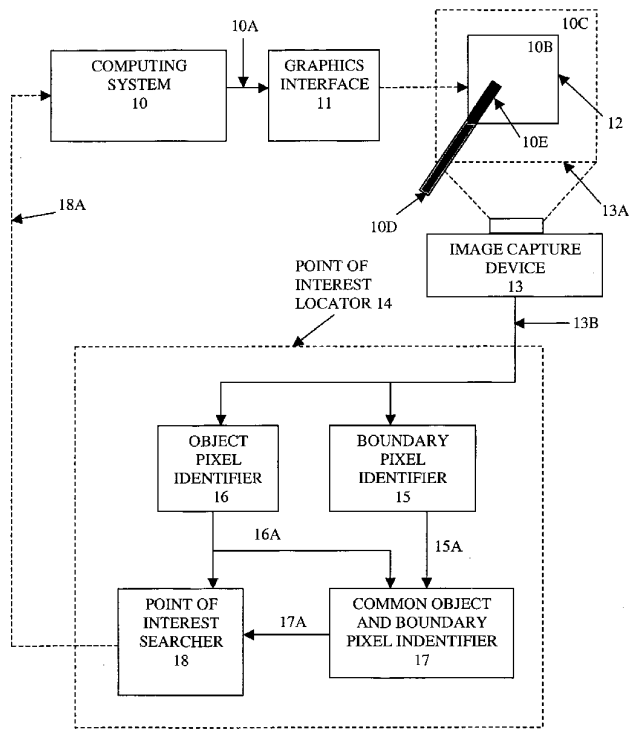


FIG. 1

WO 02/061672

PCT/US02/02697

2/6

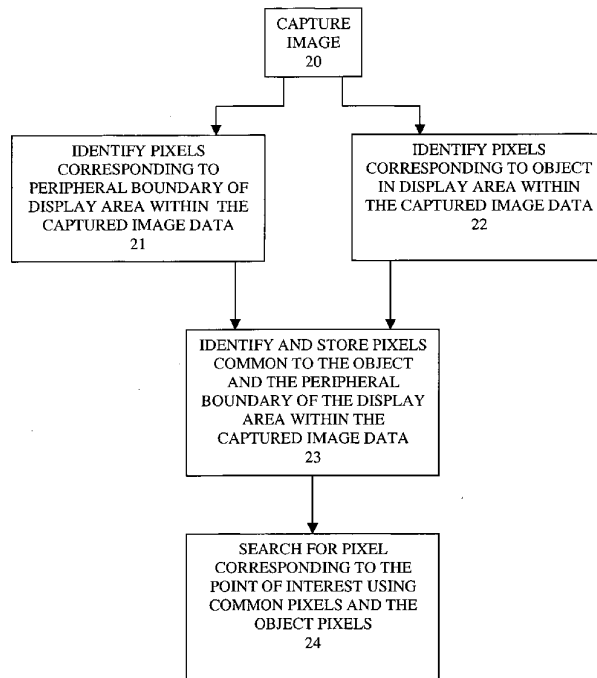


FIG. 2

WO 02/061672

PCT/US02/02697

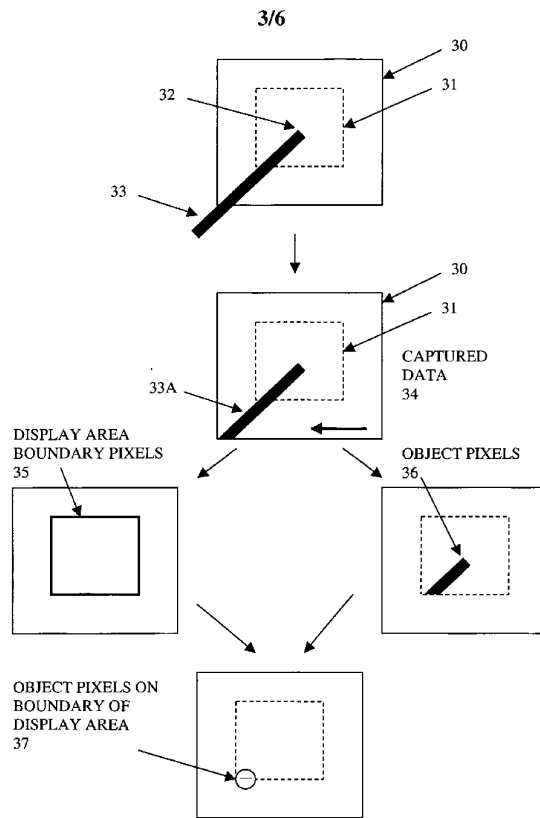


FIG. 3

WO 02/061672

PCT/US02/02697

4/6

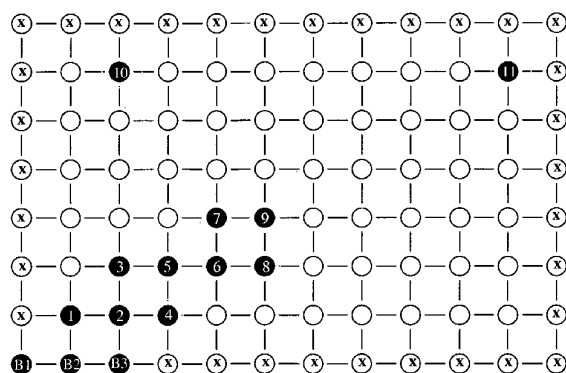


FIG. 4

WO 02/061672

PCT/US02/02697

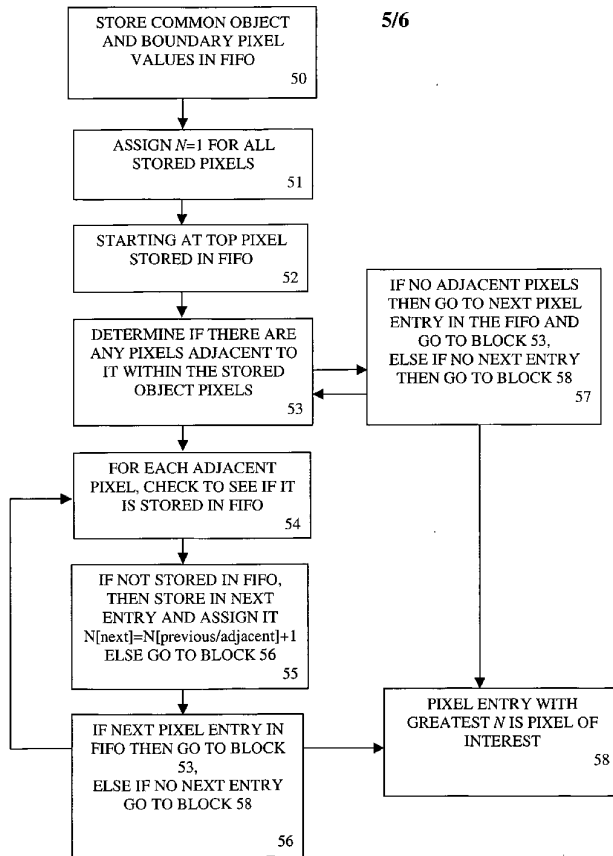


FIG. 5

WO 02/061672

PCT/US02/02697

6/6

ENTRY	PIXEL	N
1	B1	1
2	B2	1
3	B3	1
4	1	2
5	2	2
6	3	3
7	4	3
8	5	4
9	6	5
10	7	6
11	8	6
12	9	7

Fig. 6

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
8 August 2002 (08.08.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/061672 A3

(51) International Patent Classification:

G06K 11/08

(74) Agent: HEMINGER, Susan, E.; Hewlett-Packard Company, Legal Department, IP Section, P. O. Box 272499, Ft. Collins, CO 80527-2400 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/02697

(22) International Filing Date: 29 January 2002 (29.01.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

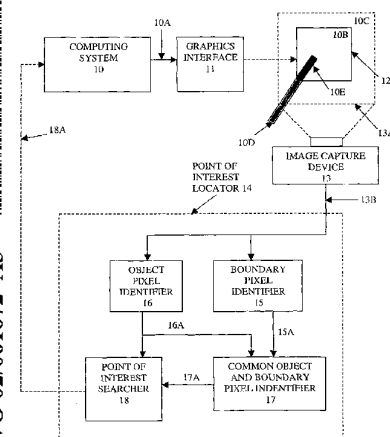
(30) Priority Data:
09/775,394 31 January 2001 (31.01.2001) US(71) Applicant: HEWLETT-PACKARD COMPANY
[US/US]; 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94303-1881 (US).

(72) Inventor: LIN, I-Jong; 325 King's Mountain Boulevard, Woodside, CA 94062 (US).

(81) Designated States (*national*): AT, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CH, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR EXTRACTING A POINT OF INTEREST OF AN OBJECT IN FRONT OF A COMPUTER CONTROLLABLE DISPLAY CAPTURED BY AN IMAGING DEVICE



(57) Abstract: A system and method of identifying a point of interest of an object located in front of a computer controlled display area captured by an image capture device is performed by capturing an image (20) of the display area (10B) within the capture area (10C) of the image capture device (12). Pixels within the captured data are identified (21, 22) that correspond to the object within the display area and to the peripheral boundary of the display area within the capture area. Pixels are identified and stored (23) that correspond to the common subset of the object pixels and the peripheral boundary pixels. A search is performed (24) using the common pixels and the object pixels to determine a pixel corresponding to the point of interest of the object in the display area within the capture area.

WO 02/061672 A3

WO 02/061672 A3

**Published:**

- with international search report
- before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(88) Date of publication of the international search report:

14 November 2002

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inventor's Application No. PCT/US 02/02697
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G06K11/08 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G06K Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 947 948 A (SEIKO EPSON CORP) 6 October 1999 (1999-10-06) paragraph '0113! - paragraph '0272!	1-10
A	CORMEN T. H.; LEISERSON C. E.; RIVEST R. L.: "Introduction to Algorithms" 1990, THE MIT PRESS, CAMBRIDGE, LONDON XP002212027 ISBN: 0-262-3141-8 page 301 -page 302 page 469 -page 471	2,3,9,10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *S* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 3 September 2002		Date of mailing of the international search report 23/09/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5016 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Schmidt, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 02/02697

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0947948	A	06-10-1999	EP 0947948 A2	06-10-1999
			JP 11345087 A	14-12-1999
			JP 11345086 A	14-12-1999
			JP 11345085 A	14-12-1999

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 リン, イ ジョン

アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 0 6 2 , ウッドサイド, キングズ・マウンテン・ブルヴァ
ード 3 2 5

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA13 CA16 CC03 CH08 CH11 DA02 DA07 DA16 DB03
DC16 DC36
5B087 AA02 CC09