

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第3区分

【発行日】平成18年11月16日(2006.11.16)

【公開番号】特開2005-310169(P2005-310169A)

【公開日】平成17年11月4日(2005.11.4)

【年通号数】公開・登録公報2005-043

【出願番号】特願2005-125695(P2005-125695)

【国際特許分類】

G 06 F 3/041 (2006.01)

G 06 F 3/042 (2006.01)

【F I】

G 06 F 3/03 3 8 0 Q

G 06 F 3/03 3 3 0 Z

【手続補正書】

【提出日】平成18年9月28日(2006.9.28)

【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】

表面上のシンボルのパターンでデータをエンコードする方法であって、

エンコードされた前記データを表す2進数の順序付きシーケンスを複数のシーケンシャルウィンドウに分割することであって、前記シーケンシャルウィンドウのそれぞれは、デジットの前記順序付きシーケンスの部分シーケンスを含む、分割することと、

各シーケンシャルウィンドウに含まれる前記部分シーケンスを一連のデジットに変換することであって、

各シーケンシャルウィンドウに含まれる前記部分シーケンスを10進数として表すこと、

前記10進数に数学関数を適用することであって、所定の数を前記10進数の値で累乗したものを用いることを含む、前記10進数に数学関数を適用することと、

前記数学関数を適用された前記10進数を2進表現に変換することとを含み、

前記2進表現が前記一連のデジットを示す、変換することと、

前記表面上の複数の表面ウィンドウ内でシンボルを配置することであって、各表面ウィンドウはそれぞれ、前記シーケンシャルウィンドウの1つに対応し、各表面ウィンドウ内の前記シンボルの位置は、前記変換された一連のデジットの1つに基づき、前記表面ウィンドウ内の前記シンボルの位置は、前記エンコードされたデータを示す、配置することとを備えることを特徴とする方法。

【請求項2】

前記エンコードされたデータは、前記表面上の一意の位置を示し、その結果、各表面ウィンドウ内の前記シンボルの位置は、前記表面上の前記一意の位置を示すことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

デジットの前記順序付きシーケンスの前記分割は、デジットの前記順序付きシーケンスを複数のオーバーラップしない等しいサイズのシーケンシャルウィンドウに分割することを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記所定の数は 2 であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 10 進数の前記変換は、前記数学関数を適用された前記 10 進数を所定の長さを有する 2 進表現に変換することを含み、前記表面上の前記表面ウィンドウ内で前記シンボルを配置する前記配置することは、前記 2 進表現の前記長さ内での選択された 2 進数タイプの位置を判定することと、前記選択された 2 進数タイプの前記判定された位置に基づいて前記表面ウィンドウ内で前記シンボルを配置することとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記選択された 2 進数タイプは「1」であることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記表面の幾何形状の関数としてデジットの前記順序付きシーケンスを配置することをさらに備え、デジットの前記順序付きシーケンスを分割する前記分割することは、前記表面の前記幾何形状に基づいてデジットの前記順序付きシーケンスを前記複数のシーケンシャルウィンドウに分割することを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記表面の前記幾何形状は長方形であり、デジットの前記順序付きシーケンスを配置する前記配置することは、長方形配列としてデジットの前記順序付きシーケンスを配置することを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

デジットの前記順序付きシーケンスは、所定の長さの各部分シーケンスのデジットの前記順序付きシーケンス内の位置が曖昧さなしに決定されるようになる特性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

1 つまたは複数のコンピュータ読み取り可能な媒体が請求項 1 に記載の方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

表面上のシンボルのパターンでデータをエンコードするシステムであって、

エンコードされた前記データを表す 2 進数の順序付きシーケンスを複数のシーケンシャルウィンドウに分離するコンピュータ実行可能命令であって、前記シーケンシャルウィンドウのそれぞれは、デジットの前記順序付きシーケンスの部分シーケンスを含む、コンピュータ実行可能命令と、

各シーケンシャルウィンドウに含まれる前記部分シーケンスを一連のデジットに変換するコンピュータ実行可能命令であって、

各シーケンシャルウィンドウに含まれる前記部分シーケンスを 10 進数として表すコンピュータ実行可能命令と、

前記 10 進数に数学関数を適用するコンピュータ実行可能命令であって、所定の数を前記 10 進数の値で累乗したものを用いるコンピュータ実行可能命令を含む、前記数学関数を適用する前記コンピュータ実行可能命令と、

前記数学関数を適用された前記 10 進数を 2 進表現に変えるコンピュータ実行可能命令とを含み、

前記 2 進表現が、前記一連のデジットを構成する、各シーケンシャルウィンドウに含まれる前記部分シーケンスを変換する前記コンピュータ実行可能命令と

を実行するように構成されたプロセッサと、

前記表面上の複数の表面ウィンドウ内でシンボルを配置する手段であって、各表面ウィンドウはそれぞれ、前記シーケンシャルウィンドウの 1 つに対応し、各表面ウィンドウ内の前記シンボルの位置は、前記変換された一連のデジットの 1 つに基づき、前記表面ウィンドウ内の前記シンボルの位置は、前記エンコードされたデータを示す、配置する手段とを備えることを特徴とするシステム。

【請求項 12】

前記エンコードされたデータは、前記表面上の一意の位置を示し、その結果、各表面ウインドウ内の前記シンボルの位置は、前記表面上の前記一意の位置を示すことを特徴とする請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

前記所定の数は2であることを特徴とする請求項11に記載のシステム。

【請求項14】

前記2進表現は、所定の長さを有し、前記シンボルは、前記2進表現の前記長さ内での選択された2進数タイプの位置を判定し、前記選択された2進数タイプの前記判定された位置に基づいて前記表面ウインドウ内で前記シンボルを置くことによって、各表面ウインドウ内で配置されることを特徴とする請求項11に記載のシステム。

【請求項15】

前記選択された2進数タイプは「1」であることを特徴とする請求項14に記載のシステム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】光学デバイスおよび準備された表面に関するコーディングされたパターン

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、表面のエンコードされた情報を判定するために表面と相互作用する光学デバイスに関する。具体的に言うと、本発明の実施形態は、ウインドウに分割されるデジットの順序付きシーケンスに基づいたシンボルであって、エンコードされた情報を示すシンボルを含むところのパターンを有する表面に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータユーザは、パーソナルコンピュータと対話する形としてのマウスまたはキーボードの使用に慣れている。マウスまたはキーボードを介する情報の入力は、多数の長所を提供するが、ほとんどのユーザは、手書き文書（たとえば紙またはホワイトボード上の）の作成によってある種の機能を実行し続ける。電子文書に対する手書き文書の長所の一部に、その可読性および可搬性が含まれる。他の長所に、手書き文書の保管が簡単であることが含まれる。しかし、手書き文書作成に関する問題の1つが、手書き文書を電子形式に変換する必要があることである。これは、最初のユーザまたは別のユーザが、文書に書かれた情報をパーソナルコンピュータに手作業で入力することを必要とする。いくつかの場合に、ユーザは、手書き文書をスキャンし、これによって新しい電子文書を作成する。これらの複数のステップが、オリジナル文書とその文書の電子形式の間の相互作用を、繰り返しベースで扱うことを困難にする。さらに、スキャンされたイメージは、しばしば、変更不能である。これによって、ユーザが、電子形式の情報を変更することが難しくなる。

【0003】

同様の問題が、既存文書に対する注釈の作成にも存在する。手書き注釈を電子形式に変換する時に、頻繁に、ユーザが、注釈を手作業でパーソナルコンピュータに入力するか、注釈をスキャンすることが必要になる。スキャンされたイメージは、しばしば変更不能なので、注釈を既存文書のオリジナル情報から分離することは困難である。したがって、手書き情報を電子形式に変換する改善された方法が必要である。

【0004】

表面にエンコードされたパターンを分析して、表面での光学デバイスの位置を判定する方法およびシステムが開発された。しかし、一部の既存パターンは、効率的なインク使用

を有しない。すなわち、既存の方法およびシステムは、しばしば、表面にパターンを組み込むために大量のインクまたは他の手段を必要とする。さらに、一部の既存の方法およびシステムは、パターンを使ってエンコードされた表面上で、機能を実行する（たとえば、表面に書き込む）時に、効果的にユーザがそのようなパターンによって気をそらされないようにするのに十分に視覚的に滑らかなパターンを提供しない。また、既存の方法およびシステムは、可変情報密度を有するパターンを提供できない。したがって、既存の方法およびシステムは、通常、エンコードが望まれるデータによるインク密度のスケーリングができない。さらに、既存のパターンの一部は、製造、デコード、および／またはさまざまなペイロードデータの効果的なエンコードが簡単でない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、シンボルのパターンでデータを効率的にエンコードし、シンボルのパターンをデコードして、パターンに対応するデータを判定する解決策が、1つまたは複数の上記および他の短所に対処するのに望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態は、とりわけ、紙またはコンピュータディスプレイなどの表面でシンボルのパターンをエンコードし、デコードするシステムおよび方法を提供することによって、従来技術の1つまたは複数の欠陥を克服する。シンボルのパターンは、位置データ、マルチメディア（たとえば、オーディオ、ビデオ、イメージなど）、セキュリティアプリケーション、バイオメトリックス（biometrics）、識別管理、他のバルクデータ、または他のデータへのリンクなどのエンコードされたデータを表すことができる。一実施形態で、本発明は、表面に関する位置を一意に識別する。本発明の1つまたは複数の実施形態によれば、ディジタルペンまたはスタイラスなどの光学デバイスが、表面にエンコードされた位置データに対応するシンボルを検出することによって、準備された表面での絶対位置を有利に追跡する。本発明の1つまたは複数の他の実施形態では、レーザプリンタまたはインクジェットプリンタなどの印刷プロセスによって組み込まれたパターンによって位置データを示すシンボルを使って表面がエンコードされる。光学デバイスのセンサは、シンボルを検出し、シンボルのパターンが表すデータをデコードすることができる。さらに、本明細書で説明する本発明の実施形態の特徴は、経済的に実行可能であり、商業的に実用的であり、現在使用可能な技法より簡単に実施される。

【0007】

短く説明すると、本発明の諸態様を使用する方法は、表面のシンボルのパターンでデータをエンコードする。この方法には、エンコードされたデータを表すデジットの順序付きシーケンスを複数のシーケンシャルウィンドウに分割することが含まれる。シーケンシャルウィンドウのそれぞれに、デジットの順序付きシーケンスの部分シーケンスが含まれる。この方法には、各シーケンシャルウィンドウに含まれる部分シーケンスを一連のデジットに変換することも含まれる。この方法には、さらに、表面の複数の表面ウィンドウ内でシンボルを配置することが含まれる。各表面ウィンドウは、シーケンシャルウィンドウの1つに対応する。各表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、変換された一連のデジットの1つに基づく。また、表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、エンコードされたデータを表す。

【0008】

本発明のもう1つの実施形態では、本発明の諸態様を実施する方法が、表面のシンボルのパターンをデコードして、そのパターンに対応するデータを判定する。パターンは、表面の複数のウィンドウに分割される。この方法には、表面のシンボルを検出して、そのパターンを判定することが含まれる。この方法には、判定されたパターンのウィンドウ境界を判定することも含まれる。ウィンドウ境界は、少なくとも1つのウィンドウを定義する。各定義されたウィンドウに、それに関連する少なくとも1つの検出されたシンボルが含

まれる。この方法には、さらに、関連するウィンドウ内で検出されたシンボルの位置を判定することが含まれる。検出されたシンボルの関連するウィンドウ内での判定された位置は、そのパターンに対応するデータを示す。

【0009】

本発明のもう1つの実施形態では、本発明の諸態様を実施する物品に、表面と表面上のパターンが含まれる。パターンは、表面上のシンボルを有する。各シンボルは、エンコードされたデータを表すデジットの順序付きシーケンスに基づく表面上の位置を有し、複数のウィンドウに分割される。各ウィンドウに、少なくとも1つのシンボルが含まれる。ウィンドウ内のシンボルの位置は、エンコードされたデータを示す。

【0010】

本発明のもう1つの実施形態では、本発明の諸態様を使用するシステムが、表面上のシンボルのパターンでデータをエンコードするように適合される。このシステムに、エンコードされたデータを表すデジットの順序付きシーケンスを複数のシーケンシャルウィンドウに分離するコンピュータ実行可能命令を実行するように構成されたプロセッサが含まれる。シーケンシャルウィンドウのそれぞれに、デジットの順序付きシーケンスの部分シーケンスが含まれる。プロセッサは、各シーケンシャルウィンドウに含まれる部分シーケンスを一連のデジットに変換するコンピュータ実行可能命令を実行するようにも構成される。このシステムには、表面の複数の表面ウィンドウ内のシンボルを配置する手段も含まれる。各表面ウィンドウは、シーケンシャルウィンドウの1つに対応する。各表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、変換された一連のデジットの1つに基づく。表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、エンコードされたデータを示す。

【0011】

本発明のもう1つの実施形態では、本発明の諸態様を使用するシステムが、パターンに対応するデータを判定するために表面上のシンボルのパターンをデコードするように適合される。パターンは、表面上の複数のウィンドウに分割される。このシステムに、パターンを判定するために表面上のシンボルを検出するセンサが含まれる。このシステムに、判定されたパターンのウィンドウ境界を判定するコンピュータ実行可能命令を実行するように構成されたプロセッサも含まれる。ウィンドウ境界によって、少なくとも1つのウィンドウが定義される。各定義されたウィンドウは、それに関連する少なくとも1つの検出されたシンボルを含む。プロセッサは、パターンに対応するデータを判定するために、関連するウィンドウ内の検出されたシンボルの位置を識別するコンピュータ実行可能命令を実行するようにも構成される。

【0012】

表面上のシンボルのパターンをエンコードし、デコードする方法を実行するコンピュータ実行可能命令を有するコンピュータ読み取り可能な媒体が、本発明のさらなる態様を実施する。

【0013】

その代わりに、本発明の実施形態に、さまざまな他の方法および装置を含めることができる。

【0014】

他の特徴は、一部は明白であり、一部は下で指摘する。

【0015】

対応する符号は、すべての図面を通じて対応する部分を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

例示的光学デバイス

本発明の実施形態は、表面にエンコードされた情報を判定するために、表面と相互作用する光学デバイス（たとえば、光学イメージングセンサまたは光学読み取りデバイス）に関する。本発明の一実施形態で、光学デバイスは、マルチファンクションペンまたはマルチファンクションスタイルスとして実施することができる。本発明の態様に、ディスプレ

イフォーム (display form) 内にシンボルのパターンを置くことも含まれる。シンボルのパターンは、位置データ、マルチメディア（たとえば、オーディオ、ビデオ、イメージなど）、セキュリティアプリケーション、バイオメトリックス、識別管理、他のバルクデータ、または他のデータへのリンクなどのエンコードされたデータを表すことができる。一実施形態で、ディスプレイフォームは、印刷された紙（または他の物理媒体）または、別のイメージもしくはイメージのセットに関するシンボルのエンコードされたパターンを投影するか含むディスプレイである。たとえば、シンボルのエンコードされたパターンを、紙の上の物理的イメージ、別の表示されたイメージの上または下にあるイメージ、あるいはディスプレイスクリーンと組み合わされるかその上にある（光学デバイスによって検出されるイメージをディスプレイスクリーン上で突き止められるように）物理的にエンコードされたパターン（たとえば、変更不能なパターン）として表すことができる。

【0017】

本発明の一実施形態で、光学デバイスは、紙に書くインクペンとして実施される。本発明のもう1つの実施形態で、光学デバイスは、コンピュータディスプレイの表面に書き込むスタイラスとして実施される。ある時間期間にわたって表面上での光学デバイスの位置を繰り返して検出することによって、システムは、表面の書き込みに関する光学デバイスの移動および位置を追跡することができる。したがって、この移動は、「デジタルインク」を表すことができる。

【0018】

図1Aに、本発明の一実施形態による、カメラ104または他の検出器を有するペン102として実施された例示的光学デバイスを示す。ペン102に、インクだけを含むか含まないものとすることができますのペン先106が含まれる。カメラ104は、表面110の位置108からのイメージを検出し、キャプチャする。ペン102に、さらに、破線の箱112によって表されるように、追加のセンサおよび／またはプロセッサを含めることができる。これらのセンサおよび／またはプロセッサ112に、検出されたイメージに関する情報を別のペン102および／またはパーソナルコンピュータ、携帯情報端末（PDA）、電話機などの別のデバイスに（たとえばBlueoothまたは他の無線プロトコルを介して）送信する能力が含まれる。ペン102が、センサおよび／またはプロセッサ112を含まない場合に、ペン102は、検出されたイメージに関する情報を、ワイヤを介して（すなわち、無線送信器なし）、別のペン102および／またはパーソナルコンピュータに送信することができる。

【0019】

図1Bに、本発明の一実施形態によるカメラ104によって見られる例示的イメージの構成を示す。この図示のイメージでは、カメラ104の視野が、 32×32 ピクセルである（N = 32）。したがって、図1Bは、長さ32ピクセル、幅32ピクセルの視野を示す。Nのサイズは、所望のイメージ分解能の度合に基づいて指定される。また、カメラ104の視野が、図1Bでは例示のために正方形として示されているが、視野に、他の形状も含めることができる。

【0020】

カメラ104からペン102への入力は、イメージフレームのシーケンス {1i}、I = 1、2、…、Aと定義され、ここで、イメージフレーム1iは、サンプリング時刻tiにペン102によって検出される。サンプリングレートは、表面にエンコードされたシンボルのパターンのサイズを含む複数の要因に基づいて、固定または可変とすることができます。検出されるイメージフレームのサイズは、シンボルのエンコードされたパターンのサイズおよび所望の検出精度の度合などの要因に応じて、大きくまたは小さくすることができます。また、カ梅ライメージサイズは、検出されるシンボルのエンコードされたパターンのサイズに基づいて決定することができる。

【0021】

カメラ104によって検出されるイメージは、処理システムによって直接に使用するこ

とができる、あるいは、事前フィルタリングプロセス (pre-filtering process) を受けることができる。この事前フィルタリングプロセスは、ペン102内でまたはペン102の外で(たとえば、パーソナルコンピュータ内で)行うことができる。

【0022】

図1Bのイメージサイズは、 32×32 ピクセルである。各エンコーディング単位サイズが 3×3 ピクセルである場合に、検出されるエンコードされた単位の個数は、約100個である。エンコーディング単位サイズが 5×5 ピクセルの場合に、検出されるエンコードされた単位の個数は、約36個である。

【0023】

図1Aには、位置108からのシンボルのパターンのイメージ116がそこに形成される像平面114も示されている。レンズ118が、表面110のシンボルのパターンから受け取られる光を集光する。レンズ118は、単一レンズまたは複数部分レンズ系 (multi-part lens system) とすることができるが、図を単純にするために、この図では単一レンズとして図示されている。画像キャプチャセンサ122が、イメージ116を検出し、キャプチャする。本発明の一実施形態で、画像キャプチャセンサ122は、イメージ116を検出するのに十分に大きい。代替案では、画像キャプチャセンサ122が、位置126でのペン先106のイメージ124をキャプチャするのに十分な大きさである。参照のために、位置126のイメージ124を仮想ペン先と呼ぶ。画像キャプチャセンサ122に関する仮想ペン先位置が、ペン先106、レンズ118、および画像キャプチャセンサ122の間の一定の関係のゆえに固定されていることに留意されたい。仮想ペン先の位置 ($L_{virtual-pen tip}$ によって表される) から実際のペン先の位置 ($L_{pen tip}$ によって表される) への変換に基づいて、検出されたイメージ116に関する実際のペン先の位置を判定することができる。

【0024】

次の変換 $F_{s \rightarrow p}$ によって、カメラによって検出されたイメージが、表面上の実際のイメージに変換される。

$$L_{surface} = F_{s \rightarrow p}(L_{sensor})$$

【0025】

表面で書く時に、ペン先と表面が、同一平面にある。したがって、仮想ペン先から実際のペン先への変換も、 $F_{s \rightarrow p}$ になる。

$$L_{pen tip} = F_{s \rightarrow p}(L_{virtual-pen tip})$$

【0026】

変換 $F_{s \rightarrow p}$ を、透視変換と称する。したがって、 $F_{s \rightarrow p}$ は、

【0027】

【数1】

$$F'_{s \rightarrow p} = \begin{bmatrix} s_x \cos\theta, & s_y \sin\theta, & 0 \\ -s_x \sin\theta, & s_y \cos\theta, & 0 \\ 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

【0028】

として推定される。この式では、 s_x が、位置108で検出されたパターンの回転 (rotation) であり、 s_x および s_y は、検出されたパターンの2つの回転方位 (rotational orientation) のスケールである。さらに、 $F'_{s \rightarrow p}$ は、検出されたイメージを表面上の対応する背景イメージと突き合わせることによって、 $F_{s \rightarrow p}$ にリファイン (refine) される。すなわち、より正確な透視行列 $F_{s \rightarrow p}$ (8パラメータ) が、再帰法と称する最適化アルゴリズムの一種によって得られる。再帰法では、行列 $F'_{s \rightarrow p}$ を初期値として扱う。 $F_{s \rightarrow p}$ は、SとPの間の変換を $F'_{s \rightarrow p}$ より正確に記述する。

【0029】

較正によって仮想ペン先の位置を判定するために、ユーザは、表面上の既知の位置 $L_{p_{entip}}$ にペン先 106 を置く。次に、ユーザは、ペン 102 を傾け、カメラ 104 が異なるペンポーズ (pen poses) で一連のイメージを検出できるようにする。検出されたイメージごとに、変換 F_{s_p} が受け取られる。この変換から、仮想ペン先 106 の位置 (すなわち $L_{virtual-pentip}$) を得ることができる。

$$L_{virtual-pentip} = F_{ps}(L_{pentip})$$

また、

$$F_{ps} = [F_{sp}]^{-1}$$

である。

【0030】

イメージから受け取られる $L_{virtual-pentip}$ の平均をとることによって、仮想ペン先 106 の正確な位置 (すなわち $L_{virtual-pentip}$) を判定することができる。

【0031】

仮想ペン先 106 の位置がわかったので、検出されたイメージから変換 F_{sp} を得ることができる。次いで、この情報が、実際のペン先 106 の位置 (すなわち L_{pentip}) を判定するのに使用される。

$$L_{pentip} = F_{sp}(L_{virtual-pentip})$$

【0032】

パターンのエンコード

表面のシンボルのパターンとしてエンコードされるデータは、2進数 {0, 1} のシーケンスなど、デジット (digits) のシーケンスとして表現することができる。さまざまな種類のビットストリームを、このデジットのシーケンスとして使用することができる。たとえば、デジットのランダムシーケンスまたは擬似ランダムシーケンスを使用することができる。このランダムシーケンスまたは擬似ランダムシーケンスは、幅 m のウィンドウ (たとえばシーケンシャルウィンドウ) が、シーケンス S_m に沿ってスライドされる場合に、 $2^m - 1$ 個の非 0 の m -タブルのそれぞれが 1 回見られるという特性を有する。言い換えると、デジットのシーケンスは、所定の長さの部分シーケンスのデジットのシーケンス内の位置が曖昧さなしに決定されるという特性を有する。本発明の一実施形態で、シンボルのパターンとしてエンコードされるデータは、表面の幾何形状 (geometry) を使用する形で表面に分布する。たとえば、デジットのシーケンスを、長方形表面でのエンコードのために長方形の行列または配列として配置することができる。図 2 に、本発明の実施形態によるデジットの例示的な長方形の配列 / 行列を示す。

【0033】

図 2 に示された長方形の配列 / 行列は、行で、列で、斜めに、または任意の他の定型的な順序付けに従って配置することができる。たとえば、図 2 の配列 / 行列は、左から右に進んだ後に下に進む場合に、以下のビットストリームによって形成することができる。

0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
0	1	1	0	0										

【0034】

図 2 の配列 / 行列は、上から下に進んだ後に右に進む場合に、次のビットストリームによって形成することができる。

0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
0	0	0	1	0														

【0035】

もう 1 つの例で、図 2 の配列 / 行列は、ビットストリームが斜めに順序付けられ、ラップされる場合に、次のビットストリームによって形成することができる。

0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	1	0															

【0036】

デジットのシーケンスを長方形の配列／行列に配置する代わりに、シーケンスを、密にパックされた円または他の平面充てん関数（plane-filling function）として配置することもできる。デジットのシーケンスが、長方形の配列／行列として表面に分布する場合に、このシーケンスを、行および列の順序付きシーケンスとみなすことができる。本発明の一実施形態は、表面のシンボルのパターンとしてデジットの長方形の配列／行列をエンコードし、デコードする方法に関する。しかし、本発明の実施形態は、他の平面充てん関数として配置されたデジットに適用可能である。

【0037】

本発明の一実施形態によれば、 n を k によって割り切れる（すなわち $n \bmod k = 0$ である）場合に、長さ n のデジットの行を、長さ k （イメージキャプチャシステムのサイズおよび分解能に基づいて変更可能である）の m 個のオーバーラップしないシーケンシャルウィンドウ（Window）に分割することができる。したがって、特定の長方形の配列／行列（または他の平面充てん関数）のデジットの例示的な行：

```
1 0 0 1   1 0 0 0   1 1 0 1   1 1 1 1   1 0 1 0   0 0 1 0   0 0 0 1   0 1 1  
0 0 1 0 1
```

について、 $k = 3$ かつ $m = 12$ の場合に、オーバーラップしないシーケンシャルウィンドウは

```
1 0 0 | 1 1 0 | 0 0 1 | 1 0 1 | 1 1 1 | 1 1 0 | 1 0 0 | 0 1 0 | 0 0 0 | 1 0  
1 | 1 0 0 | 1 0 1
```

になる。これを図3Aに示す。

【0038】

X が、長さ k の m 個のオーバーラップしないシーケンシャルウィンドウの集合であるものとする。すなわち、 $X = (x_0, x_1, \dots, x_{m-1})$ である。したがって、上で示したデジットの例示的な行について、次の集合 X が形成される。

```
(1 0 0, 1 1 0, 0 0 1, 1 0 1, 1 1 1, 1 1 0, 1 0 0, 0 1 0, 0 0 0, 1  
0 1, 1 0 0, 1 0 1)
```

これは、10進数などの別の記数法で、

```
(4, 6, 1, 5, 7, 6, 4, 2, 0, 5, 4, 5)
```

になる。

【0039】

Y が、 m 個の値 $(y_0, y_1, \dots, y_{m-1})$ の集合であり、 $y_i = 2^{\times i}$ 、 $0 \leq i < m$ であり、 x_i が、集合 X の i 番目の要素であるものとする。したがって、次の集合 Y が、上で示した集合 X について形成される。

```
(2^4, 2^6, 2^1, 2^5, 2^7, 2^6, 2^4, 2^2, 2^0, 2^5, 2^4, 2^5)
```

これは、2進数などの別の記数法で、

```
(0 0 0 1 0 0 0 0, 0 1 0 0 0 0 0 0, 0 0 0 0 0 0 1 0, 0 0 1 0 0 0 0 0, 1  
0 0 0 0 0 0 0, 0 1 0 0 0 0 0 0, 0 0 0 1 0 0 0 0, 0 0 0 0 0 1 0 0, 0 0 0 0 0  
0 0 1, 0 0 1 0 0 0 0 0, 0 0 0 1 0 0 0 0, 0 0 1 0 0 0 0 0)
```

になる。

【0040】

本発明の一実施形態で、 Y 集合（たとえば2進数の形）が、パターンを形成するために、表面の1つまたは複数の表面ウィンドウ（Window）内でシンボル（またはピクセル）の $1 \times (2^k m)$ 配列／行列として視覚的に表される。上で示した例示的な Y 集合に対応するシンボルの例示的な配列／行列を、図3Aに示す。具体的に言うと、ドットなどのシンボルが、表面の m 個のオーバーラップしない表面ウィンドウのそれぞれの中に配置される。各シンボルは、表面のそれに関連する表面ウィンドウ内で、 Y 集合の各要素内の選択されたデジットタイプの位置に基づいて位置決めされる。したがって、2進形式の Y 集合について、各シンボルは、それに関連する表面ウィンドウ内で、 Y 集合の各要素内の2進数「1」の位置に基づいて位置決めされる。たとえば、デジット「1」は、上で示した Y 集合の要素0 0 0 1 0 0 0 内で左から4番目の位置に位置する。したがって、

シンボルは、関連する表面ウィンドウ内で、左から4番目の位置に位置するように配置される。したがって、シンボルのこのパターンに、オーバーラップしない等しいサイズの表面ウィンドウを確立するための1つまたは複数の「仮想」ウィンドウ境界が含まれることに留意されたい。表面の関連する表面ウィンドウ内の複数のシンボルの位置（たとえば、2つの隣接する表面ウィンドウ内の2つのシンボルの位置）は、表面上の一意の位置などのデータを示す。したがって、表面のシンボルのパターン全体が、表面に関する複数の位置をエンコードする。さらに、任意の色を使用して各シンボルを表すことができることを理解されたい。また、シンボルは、任意の種類の形状とすることができます。本発明の実施形態では、シンボルの色および形状が、イメージキャプチャシステムによって区別される、表面の背景とのコントラストをもたらす。

【0041】

図3Bに、特定の長方形の配列／行列の行のオリジナルシーケンスを表すべクトルのシーケンスによって形成されたシンボルの例示的パターンを示す。図3Cに、さらに、図3Bより高い情報内容またはエントロピを有するベクトルのシーケンスによって形成されたシンボルのもう1つの例示的パターンを示す。図3Cの箱302内のパターンは、図3Bに示されたシンボルのパターンに対応するが、より低い解像度を有する。図3Cからわかるように、シンボルのパターンとしてエンコードされたデータが、高い情報内容またはエントロピを有する場合に、表面上のシンボルのパターンは、知覚可能な構造を有しておらず、人間の観察者には背景ノイズに見える。黒のシンボル（またはピクセル）が、白い表面背景に対して使用される場合に、背景の平均色強度は、12.5%であり、これは、観察者には適度に読みやすい。本発明の一実施形態では、エンコーディング密度に比例するコストを犠牲に、表面のシンボルの連続する行の間にスペースを追加することによって、表面背景を明るくすることができる。イメージ処理がより堅牢でなくなることを犠牲にして、シンボルのサイズを減らして、表面背景に対するパターンコントラストを下げるこもできる。

【0042】

パターンのデコード

図3Bおよび3Cに示されたシンボルのパターンは、人間の観察者にはランダムに見えるが、デコードシステムは、それがランダムなプロセスによって生成されたのではないことを知っている。シンボルのパターンが、上のプロセスで $k = 3$ および $m = 6$ を用いてエンコードされた場合に、表面のシンボルの各行を、サイズ 2^k の m 個のオーバーラップしない表面ウィンドウに分割することができる。たとえば、Y集合が、2進数の形であり、 m 個のオーバーラップしない表面ウィンドウのそれぞれに、1つの着色されたシンボル（またはピクセル）が含まれる。というのは、 2^n の形の2進数が、「1」の値を有する1つのデジットを有し、残りのデジットが「0」の値を有するからである。役に立つ例に、表面で 2^k 位置より近くに見つかる2つの着色されたシンボルが含まれる。この場合に、共有される表面ウィンドウ境界が、図4Aに示されているように、表面上のシンボルの間の比較的少数の可能な位置にある。しかし、単一の表面ウィンドウ境界は、2つのシンボルが互いに 2^k を超える位置だけ離れている場合であっても、2つの着色されたシンボルの間にある可能性がある。さらに、表面の各連続する潜在的な表面ウィンドウは、図4Bに示されているように、表面の他の潜在的な表面ウィンドウ境界の可能な範囲または位置を制限する傾向がある。図4Bでは、山括弧<>の中のスペースが、潜在的な表面ウィンドウ境界の可能な範囲を表し、記号|が、確立された表面ウィンドウ境界を表す。

【0043】

表面のシンボルの連続する行が検出される時に、表面の潜在的な表面ウィンドウ境界の可能な位置は、少数の選択肢に収束する。表面で十分な行数のシンボルが与えられれば、表面の表面ウィンドウ境界の位置の一意の選択肢が、図4Cに示されているように現れる。

【0044】

図4Dに、表面で少なくとも1つの一意の表面ウィンドウ境界が判定される場合に、シ

ンボルのパターンによって表されるデータ値をデコードできることを示す。具体的に言うと、関連する表面ウィンドウ内の少なくとも1つのシンボルの位置がわかった後に、 2^k の長さを有する数の列（たとえば2進数の列）を判定することができる。この数の列は、関連する表面ウィンドウ内のシンボルの位置に対応する位置に置かれた1つの選択されたデジットタイプ（たとえば、2進数「1」）を有し、残りのデジットは、別のデジットタイプ（たとえば、2進数「0」）を有する。この判定された数の列に基づいて、表面でシンボルのパターンをエンコードするのに使用されたデジットのオリジナルの順序付きシーケンスの部分シーケンスを、上で説明したエンコード処理を逆転することによって判定することができる。一例で、0 0 0 0 0 0 1 0という判定された数の列について、y値（Y集合内の）は、 2^1 になる。したがって、X集合が10進数の形である場合に、対応するx値は1になる。このx値を2進数の形などの別の記数法に変換することによって、0 0 1などの部分シーケンスを判定することができる。表面上の他の確立された表面ウィンドウについてこの処理を繰り返すことによって、シンボルのパターンをデコードして、デジットのオリジナルの順序付きシーケンス（たとえば、長方形の配列／行列として配置された）を判定することができる。

【0045】

ある種の情況で、シンボルのパターンを用いてエンコードされた表面のある区域について、表面ウィンドウ境界が曖昧になる場合がある。この場合に、表面でシンボルのパターンとしてエンコードされたデータの既知の意味に基づいて、表面ウィンドウ境界の曖昧さをなくすることができます。たとえば、シンボルのパターンが、表面の複数の絶対位置を表す場合に、シンボルのパターンの隣接してデコードされる値は、表面の隣接する位置を表す。デコードされた値が、隣接する位置を表さない場合に、潜在的な表面ウィンドウ境界の少なくとも1つが、おそらく誤っており、この潜在的な表面ウィンドウ境界の次の可能な位置を評価することができる。この処理は、潜在的な表面ウィンドウ境界の正しい位置が見つかるまで繰り返すことができる。その代わりに、光学デバイスの最近の軌跡のヒストリを、メモリエリアに保管することができる。表面でのシンボルのパターンが、直接のランダムなデコードを可能にするが、ペンまたはスタイルスなどの光学デバイスの多くの応用例が、表面でのデバイスの最近の位置のヒストリを与えられて光学デバイスのありそうな現在位置を予測するのに使用できる特有の動きを有する。

【0046】

他の情況で、光学デバイスが、表面の長方形の軸に整列していない場合がある（たとえば、ユーザが、表面に注釈を書くためにデバイスを使用する時）。ユーザは、表面の座標軸に関してデバイスが回転するように光学デバイスを持つことができる。この状況は、マスク機能として表面のシンボルの連続する行の間の連続的なスペースを使用することによって補償することができる。表面の所与の位置のシンボルのパターンのサンプリングされたイメージを、スペースマスクにデータをエンコードしたシンボルがなくなるまで、サンプリングされたイメージの中心の回りに回転することができる。その後、サンプリングされたイメージは、デコード処理が表面のシンボルのパターンをデコードするのに正しい角度アライメントになる。

【0047】

図4Eに、本発明の一実施形態による検出されたイメージ部分の回転を示す。イメージキャプチャシステムによって検出されたイメージ402を分析して、その回転方位を判定することができ、したがって、デコードシステムが、イメージ402によって実際に表されるデータを解釈することができる。図4Eからわかるように、イメージ402のいくつかのマスク機能（たとえば、破線の矢印によって表される）に、データをエンコードするシンボルが含まれる（たとえば、破線の矢印403がいくつかのシンボルにオーバーラップする）。したがって、イメージ402が、イメージ402を回転する角度 θ を判定するために分析され、その結果、マスク機能に、データをエンコードするシンボルが含まれなくなる。イメージ402を角度 θ だけ回転した後に、イメージ404が確立され、このイメージ404は、正しい角度方位にあり、表面の軸に整列されている。

【 0 0 4 8 】

本発明の一実施形態によれば、この方位調整を行った後に、イメージ 4 0 4 が、出力され、シンボルのパターンを作成するのに使用されたデジットのオリジナルシーケンスと相關される。相關 (correlation) は、さまざまな形で実行することができる。たとえば、回復された部分シーケンスをデジットのオリジナルシーケンス内の他の部分シーケンスと比較する、再帰的手法によってこれを実行することができる。さらに、回復された部分シーケンスとデジットのオリジナルシーケンスの間で、たとえばこの 2 つのシーケンスの間のハミング距離を使用することによって、統計分析を実行することができる。さまざまな手法を使用して、デジットのオリジナルシーケンス内の回復された部分シーケンスの位置を判定できることを理解されたい。

【 0 0 4 9 】**位置判定**

図 5 に、本発明の一実施形態による、光学デバイスの位置を判定する例示的な処理を示す。入力は、光学デバイスによって検出されたイメージであり、出力は、イメージ全体と比較した、検出されたイメージの位置座標とすることができます。また、出力に、検出されたイメージの回転角度を含めることができます。

【 0 0 5 0 】

5 0 2 で、イメージを検出し、光学デバイスのセンサ（たとえばカメラ）から受け取る。受け取ったイメージを、5 0 4 で任意選択として前処理して、検出されたイメージの回転角度 を検出する試みなどで、シンボル（またはピクセル）と表面の間のコントラストを調整することができます。

【 0 0 5 1 】

5 0 6 で、受け取ったイメージを分析して、このイメージによって表されるデジットのシーケンスを判定する。具体的に言うと、表面の各「仮想」表面ウィンドウの既知の長さに基づいて、表面で多くとも既知の長さだけ離れて位置する 2 つのシンボルの間に位置する潜在的な表面ウィンドウ境界を判定することができます。この潜在的な表面ウィンドウ境界に基づいて、受け取ったイメージの第 1 方向に沿った他の潜在的な表面ウィンドウ境界を、増分式に識別することができます。さらに、受け取ったイメージの第 2 方向に沿った表面ウィンドウ境界を、増分式に確立することができます。表面ウィンドウ境界を確立した後に、数の列を、表面の確立された表面ウィンドウ内のシンボルの位置の関数として判定することができます。この数の列をデコードして、表面でシンボルのパターンをエンコードするに使用されたデジットのオリジナルの順序付きシーケンスの部分シーケンスを入手することができます。

【 0 0 5 2 】

5 0 8 で、入手した部分シーケンスを、デジットのオリジナルシーケンスと比較し、入手した部分シーケンスの、デジットのオリジナルシーケンス内の位置を判定する。この比較は、デジットのオリジナルシーケンスが、表面のシンボルのパターン（たとえば図 3 B に示されている）を作成するためにどのように順序付けられ、エンコードされたかをシステムが知っている時に用うことができる。5 0 8 で検出されたイメージの位置を判定した後に、5 1 0 で、光学デバイスの位置を判定することができます。

【 0 0 5 3 】**データストリームのエンコード**

図 6 に、2 進数の順序付きシーケンスなどのデジットの順序付きシーケンスをエンコードする例示的な処理を示す。6 0 2 で、デジットの順序付きシーケンスを、プロセッサによって定義するか受け取る。6 0 4 で、デジットの順序付きシーケンスを、シンボルのパターンとしてエンコードする。具体的に言うと、デジットの順序付きシーケンスを、1 つまたは複数のシーケンシャルウィンドウに分割し（たとえば表面の幾何学的形状に基づいて）、ここで、各シーケンシャルウィンドウには、デジットの順序付きシーケンスの部分シーケンスが含まれる。この部分シーケンスは、別の記数法に変換される（たとえば、8 進、10 進、16 進など）。たとえば、部分シーケンスを、10 進数として表すことができる。

きる。変換された部分シーケンスに数学関数を適用する。本発明の一実施形態では、部分シーケンスが10進数として表される場合に、数学関数に、10進数の値だけ所定の数（たとえば2）を累乗することが含まれる。次に、数学関数を適用された10進数を、所定の長さの2進数表現などの別の記数法に変換する。次に、2進数表現の長さの中での選択されたデジットタイプ（たとえば2進数の「1」）の位置に基づいて、表面の1つまたは複数の表面ウィンドウ内でシンボル（たとえば、ドットまたはピクセル）を配置する。表面の各表面ウィンドウが、シーケンシャルウィンドウの1つに対応する。したがって、表面の対応する表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、データ（たとえば表面の一意の位置）を示す。

【0054】

606で、プロセッサが、デジットの順序付きシーケンスから作成されたシンボルのパターンを含むイメージを出力する。次に、出力を、任意選択として608で紙などの媒体に印刷することができ、あるいは、任意選択として610でディスプレイに表示することができる。608で印刷される媒体に関連付けるために、出力イメージを、印刷され、別のイメージまたは文書内容の上に置かれ、またはその下に置かれるイメージとして、グラフィックの形でレンダリングし、プリンタ（たとえば、レーザプリンタまたはインクジェットプリンタ）に送ることができる。同様に、610で、出力イメージを、他の情報と組み合わせ、ディスプレイ用にレンダリングすることができる。他の内容との出力イメージのレンダリングされた形の関連付けの処理を、一般に、ウォーターマーキングと呼ぶことができる。たとえば、イメージを、ディスプレイ上でウォーターマークとして表示することができ、あるいは、ディスプレイ自体に組み込むことができる（たとえば、ディスプレイの形成処理中に、または人間には視覚的に透明であるが光学デバイスによって検出可能（たとえば、赤外線波長を介して）な層として後で付ける）。本発明の一実施形態で、プリンタおよびディスプレイ（または出力イメージをレンダリングする他の技法）は、表面の表面ウィンドウ内でシンボルを配置する手段を構成する。

【0055】

応用例

本明細書に記載のシンボルのパターンは、複数の形で使用することができる。本発明の一実施形態では、シンボルのパターンが、既存のイメージと組み合わされるイメージとして、または紙に印刷されるイメージとして、印刷された紙に組み込まれる。シンボルのパターンを表すイメージは、空白の紙に印刷することができ、あるいは、既に他の情報を含む紙（たとえばスプレッドシート）に印刷することができる。イメージに組み込み情報を追加する処理に、文書またはページのウォーターマーキングが含まれる。これに、さらに、イメージにウォーターマークを埋め込むこと、埋め込まれたウォーターマークを紙に印刷すること、ウォーターマークを別のイメージと組み合わせ、印刷すること、およびこれらのさまざまな組み合わせを含めることができる。たとえば、シンボルのパターンを、人間の読者による解釈のためのテキストおよびグラフィックスを含む紙の文書の背景に印刷することができる。しかし、このシンボルのパターンは、文書の可読性を劣化させず、少量のプリントインクを使用してプリンタによって作ることができる。

【0056】

本発明のもう1つの実施形態で、シンボルのパターンを表すイメージが、デバイスまたはシステムのディスプレイスクリーンの上に置かれる透明シートに組み込まれ、あるいは、保護フィルムを含む、ディスプレイと組み合わせて使用される表面に組み込まれる。一例で、シンボルのパターンが、液晶ディスプレイ（LCD）に埋め込まれる。LCDの各ピクセルピッチは、そのフレームを有し、LCD全体のピクセルのフレームが、グリッドを形成するためにつながれる。本発明の実施形態は、そのグリッドへのシンボルのパターンの追加を可能にする。たとえば、シンボルのパターンを含むフィルムを、グリッドに付けることができる。このフィルムは、可視光でシンボルのパターンを提供するように調整することができる。その代わりに、フィルムが、赤外線（IR）光を選択的に吸収するか、ある光波長の下で蛍光を発することができる。さらに、LCDを制御して、光を発する

が吸収し、ペンまたはカメラにシンボルのパターンを投影することができる。シンボルのパターンは、LCDのカバーガラスまたはカバー材料に適用することもできる。

【0057】

もう1つの例で、その上にシンボルのパターンをエンコードされ、800から900nmなどの固有のスペクトルを有するIR反射フィルムが、LCDグリッドに置かれる。IR発光ダイオード（IR LED）およびカメラ（IRフィルタを有することができる）を有する光学デバイスが、LCD表面を移動する時にIRイメージを検出する。この例では、LCDグリッド上でエンコードされたシンボルのパターンが、800から900nmなど、特定のIR光を反射する。したがって、IRイメージ内のシンボルのパターンは、フィルムの他の区域からは見分けられない。IRイメージを処理し、デコードして、光学デバイスの位置を判定することができる。IRフィルムは、表示されるイメージの遮られない透過を可能にする。

【0058】

シンボルのパターンのサイズは、レンズ設計パラメータおよび分解能要件に従って選択することができる。たとえば、カメラの0.213mm×0.213mmピクセルピッチおよび5mm×5mmレンズ視野を達成するために、パターンサイズに、2×2ピクセルをセットすることができる。

【0059】

シンボルのパターンを、ラップトップ機のディスプレイ、タブレット/スタイラスベース入力のコンピュータ、携帯情報端末、電話機、またはすべての他のデバイスに組み込むこともできる。

【0060】

シンボルのパターンのもう1つの応用例に、文書識別子を文書に関連付けることが含まれる。一般に、ユーザは、文書の題名または参照番号を文書に印刷することができる。本発明の一実施形態では、文書にエンコードされたシンボルのパターンが、文書の参照番号または他の情報（一般に文書識別子と称する）を表すことができる。ユーザは、文書上のシンボルのパターンを含むイメージを検出し、検出されたイメージをデコードして、シンボルのパターンによって表される文書識別子を入手し、文書に書かれた注釈を、入手した文書識別子に関連付けることができる。文書識別子は、コンピュータネットワークを介してアクセスされるものとすることができる、離れた位置にある文書へのリンクまたは参照とすることもできる。

【0061】

例示的オペレーティング環境

図7に、コンピュータ130の形の汎用コンピューティングデバイスの一例を示す。本発明の一実施形態で、コンピュータ130などのコンピュータは、ペン102または他の図に示され本明細書で説明したものなどの光学デバイスでの使用に適するものとすることができます。コンピュータ130は、1つまたは複数のプロセッサまたは処理ユニット132およびシステムメモリ134を有する。図示の実施形態では、システムバス136が、システムメモリ134を含むさまざまなシステムコンポーネントをプロセッサ132に結合する。バス136は、メモリバス、メモリコントローラ、周辺バス、AGP（accelerated graphics port）、およびさまざまなバスアーキテクチャのいずれかを使用するプロセッサバスまたはローカルバスを含む、任意の複数のタイプのバス構造のうちの1つまたは複数を表す。制限ではなく例として、そのようなアーキテクチャに、ISA（Industry Standard Architecture）バス、MCA（マイクロチャネルアーキテクチャ）バス、EISA（Enhanced ISA）バス、VESA（Video Electronics Standards Association）ローカルバス、およびメザニンバスとも称するPCI（Peripheral Component Interconnect）バスが含まれる。

【0062】

コンピュータ130は、通常は、少なくともいくつかの形のコンピュータ読み取り可能

な媒体を有する。揮発性媒体と不揮発性媒体、取外し可能媒体と固定媒体の両方を含むコンピュータ読み取り可能な媒体は、コンピュータ130によってアクセスできるすべての使用可能な媒体とすることができます。制限ではなく例として、コンピュータ読み取り可能な媒体に、コンピュータ記憶媒体と通信媒体が含まれる。コンピュータ記憶媒体に、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータなどの情報のストレージに関するすべての方法またはテクノロジで実施された、揮発性および不揮発性の、取外し可能および固定の媒体が含まれる。たとえば、コンピュータ記憶媒体に、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ、または他のメモリテクノロジ、CD-ROM、ディジタル多用途ディスク(DVD)、または他の光ディスクストレージ、磁気力セット、磁気テープ、磁気ディスクストレージ、または他の磁気ストレージデバイス、あるいは所望の情報を保管するのに使用でき、コンピュータ130によってアクセスできるすべての他の媒体が含まれる。通信媒体は、通常は、搬送波または他のトランスポートメカニズムなどの変調されたデータ信号内でコンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータを具現化し、すべての情報伝達媒体が含まれる。当業者は、変調されたデータ信号に精通しているが、変調されたデータ信号は、信号内で情報をエンコードする形でその特性の1つまたは複数を設定または変更される。有線ネットワークまたは直接配線接続などの有線媒体と、音響、RF、赤外線、および他の無線媒体などの無線媒体が、通信媒体の例である。上記のいずれかの組合せも、コンピュータ読み取り可能な媒体の範囲に含まれる。

【0063】

システムメモリ134に、取外し可能および/または固定の揮発性および/または不揮発性のメモリの形のコンピュータ記憶媒体が含まれる。図示の例では、システムメモリ134に、読み専用メモリ(ROM)138およびランダムアクセスメモリ(RAM)140が含まれる。スタートアップ中などにコンピュータ130内の要素の間での情報の転送を助ける基本ルーチンを含む基本入出力システム142(BIOS)が、通常はROM138に保管される。RAM140に、通常は、処理ユニット132によって即座にアクセス可能および/または処理ユニット132によって現在操作されつつあるデータおよび/またはプログラムモジュールが含まれる。制限ではなく例として、図7に、オペレーティングシステム144、アプリケーションプログラム146、他のプログラムモジュール148、およびプログラムデータ150を示す。

【0064】

コンピュータ130に、他の取外し可能/固定の揮発性/不揮発性のコンピュータ記憶媒体も含めることができる。たとえば、図7に、固定の不揮発性磁気媒体から読み取り、これに書き込むハードディスクドライブ154を示す。図7に、取外し可能不揮発性磁気ディスク158から読み取り、これに書き込む磁気ディスクドライブ156と、CD-ROMまたは他の光学メディアなどの取外し可能不揮発性光学ディスク162から読み取るかこれに書き込む光学ディスクドライブ160も示されている。例示的オペレーティング環境で使用できる他の取外し可能/固定、揮発性/不揮発性コンピュータ記憶媒体に、磁気テープカセット、フラッシュメモリカード、ディジタル多用途ディスク、ディジタルビデオテープ、ソリッドステートRAM、ソリッドステートROMなどが含まれるが、これに制限はされない。ハードディスクドライブ154、磁気ディスクドライブ156、および光学ディスクドライブ160は、通常は、インターフェース166などの不揮発性メモリインターフェースによってシステムバス136に接続される。

【0065】

上で述べ、図7に示したドライブまたは他のマスストレージデバイスおよびそれに関連するコンピュータ記憶媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、および他のデータのストレージをコンピュータ130に提供する。図7では、たとえば、ハードディスクドライブ154が、オペレーティングシステム170、アプリケーションプログラム172、他のプログラムモジュール174、およびプログラムデータ176を保管するものとして図示されている。これらのコンポーネントを、オペレーティング

システム 144、アプリケーションプログラム 146、他のプログラムモジュール 148、およびプログラムデータ 150 と同一のまたは異なるもののいずれかとすることができるに留意されたい。オペレーティングシステム 170、アプリケーションプログラム 172、他のプログラムモジュール 174、およびプログラムデータ 176 は、最低限でも異なるコピーであることを示すために異なる符号を与えられている。

【0066】

ユーザは、キーボード 180 およびポインティングデバイス 182（たとえば、マウス、トラックボール、ペン、またはタッチパッド）などの入力デバイスまたはユーザインターフェース選択デバイスを介して、コンピュータ 130 にコマンドおよび情報を入力することができる。他の入力デバイス（図示せず）に、マイクロホン、ジョイスティック、ゲームパッド、衛星パラボラアンテナ、スキヤナなどを含めることができる。上記および他の入力デバイスは、システムバス 136 に接続されたユーザ入力インターフェース 184 を介して処理ユニット 132 に接続されるが、パラレルポート、ゲームポート、または Universal Serial Bus (USB) などの他のインターフェースおよびバス構造によって接続することができる。モニタ 188 または他の種類のディスプレイデバイスも、ビデオインターフェース 190 などのインターフェースを介してシステムバス 136 に接続される。モニタ 188 の他に、コンピュータに、しばしば、プリンタおよびスピーカなど、出力周辺インターフェース（図示せず）を介して接続できる他の周辺出力デバイス（図示せず）が含まれる。

【0067】

コンピュータ 130 は、リモートコンピュータ 194 などの 1つまたは複数のリモートコンピュータへの論理接続を使用して、ネットワーク化された環境で動作することができる。リモートコンピュータ 194 は、パーソナルコンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワーク PC、ピアデバイス、または他の一般的なネットワークノードとすることができ、通常は、上でコンピュータ 130 に関して説明した要素の多くまたはすべてが含まれる。図 7 に示された論理接続に、ローカルエリアネットワーク (LAN) 196 および広域ネットワーク (WAN) 198 が含まれるが、他のネットワークも含めることができる。LAN 136 および / または WAN 138 は、有線ネットワーク、無線ネットワーク、その組合せなどとすることができます。そのようなネットワーキング環境は、オフィス、会社全体のコンピュータネットワーク、インターネット、およびグローバルコンピュータネットワーク（たとえば、インターネット）でありふれたものである。

【0068】

ローカルエリアネットワーキング環境で使用される時に、コンピュータ 130 は、ネットワークインターフェースまたはネットワークアダプタ 186 を介して LAN 196 に接続される。広域ネットワーキング環境で使用される時に、コンピュータ 130 に、通常は、インターネットなどの WAN 198 を介する通信を確立する、モデム 178 または他の手段が含まれる。モデム 178 は、内蔵または外付けとすることができますが、ユーザ入力インターフェース 184 または他の適当な手段を介してシステムバス 136 に接続される。ネットワーク化された環境では、コンピュータ 130 に関して図示されたプログラムモジュールまたはその一部を、リモートメモリストレージデバイス（図示せず）に保管することができます。制限ではなく例として、図 7 に、メモリデバイスに常駐するものとしてリモートアプリケーションプログラム 192 を示す。図示のネットワーク接続が例示的であり、コンピュータの間の通信リンクを確立する他の手段を使用できることを理解されたい。

【0069】

一般に、コンピュータ 130 のデータプロセッサは、異なる時にコンピュータのさまざまなコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に保管される命令によってプログラムされる。プログラムおよびオペレーティングシステムは、通常は、たとえばフロッピディスクまたは CD-ROM で配布される。それから、プログラムおよびオペレーティングシステムが、コンピュータの副メモリにインストールまたはロードされる。実行時に、プログラムお

およびオペレーティングシステムは、少なくとも部分的にコンピュータの主電子メモリにコードされる。本明細書に記載の発明の実施形態に、マイクロプロセッサまたは他のデータプロセッサと共に、下で説明するステップを実施する命令またはプログラムを含む時の、上記および他のさまざまなタイプのコンピュータ読み取り可能な記憶媒体が含まれる。本発明の一実施形態に、本明細書で説明する方法および技法に従ってプログラムされる時のコンピュータ自体も含まれる。

【0070】

例示のために、オペレーティングシステムなどのプログラムおよび他の実行可能プログラムコンポーネントを、本明細書では別個のブロックとして示す。しかし、そのようなプログラムおよびコンポーネントが、さまざまな時にコンピュータの異なるストレージコンポーネントに常駐し、コンピュータのデータプロセッサによって実行されることを理解されたい。

【0071】

コンピュータ130を含む例示的コンピューティングシステム環境について説明したが、本発明の一実施形態は、多数の他の汎用のまたは特殊目的のコンピューティングシステム環境またはコンピューティングシステム構成と共に動作する。コンピューティングシステム環境は、本発明の実施形態の使用の範囲または機能性に関する制限を提案することを意図されたものではない。さらに、コンピューティングシステム環境は、例示的オペレーティング環境に示されたコンポーネントのいずれかまたはその組合せに関する依存性または要件を有するものと解釈してはならない。本発明の実施形態と共に使用するのに適する可能性がある既知のコンピューティングシステム、コンピューティング環境、および/またはコンピューティング構成の例に、パーソナルコンピュータ、サーバコンピュータ、ハンドヘルドデバイス、ラップトップデバイス、ペン、マウス、キーボード、電話機、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースのシステム、セットトップボックス、プログラマブルな家庭用電化製品、携帯電話機、ネットワークPC、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、上記のシステムまたはデバイスのいずれかを含む分散コンピューティング環境などが含まれるが、これに制限はされない。

【0072】

本発明の実施形態を、プログラムモジュールなど、1つまたは複数のコンピュータまたは他のデバイスによって実行される、コンピュータ実行可能命令の一般的なコンテキストで説明することができる。一般に、プログラムモジュールには、特定のタスクを実行するか特定の抽象データ型を実施する、ルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、およびデータ構造が含まれるが、これに制限はされない。本発明の実施形態は、通信ネットワークを介してリンクされたりモート処理デバイスによってタスクが実行される分散コンピューティング環境でも実践することができる。分散コンピューティング環境では、プログラムモジュールを、メモリストレージデバイスを含むローカルおよびリモートの両方のコンピュータ記憶媒体に配置することができる。

【0073】

動作時に、コンピュータ130は、本明細書に記載のものなどのコンピュータ実行可能命令を実行して、表面のシンボルのパターンでデータをエンコードする。コンピュータ実行可能命令は、エンコードされたデータを表すデジットの順序付きシーケンスを複数のシーケンシャルウィンドウに分割するように適合される。シーケンシャルウィンドウのそれぞれに、デジットの順序付きシーケンスの部分シーケンスが含まれる。コンピュータ実行可能命令は、各シーケンシャルウィンドウに含まれる部分シーケンスを一連のデジットに変換するようにも適合される。コンピュータ実行可能命令は、さらに、表面の複数の表面ウィンドウ内でシンボルを配置するように適合される。各表面ウィンドウは、シーケンシャルウィンドウの1つに対応する。各表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、変換された一連のデジットの1つに基づく。表面ウィンドウ内のシンボルの位置は、エンコードされたデータを表す。

【0074】

コンピュータ 130 は、本明細書に記載のものなどのコンピュータ実行可能命令を実行し、表面のシンボルのパターンをデコードして、パターンに対応するデータを判定する。パターンは、表面の複数のウィンドウに分割される。コンピュータ実行可能命令は、そのパターンを判定するために表面のシンボルを検出するように適合される。コンピュータ実行可能命令は、判定されたパターンのウィンドウ境界を判定するようにも適合される。ウィンドウ境界は、少なくとも 1 つのウィンドウを定義する。各定義されたウィンドウに、それに関連する少なくとも 1 つの検出されたシンボルが含まれる。コンピュータ実行可能命令は、さらに、関連するウィンドウ内での検出されたシンボルの位置を判定するように適合される。検出されたシンボルの、関連するウィンドウ内の判定された位置は、そのパターンに対応するデータを示す。

【0075】

図示され、本明細書で説明された方法の実行の順序は、特に指定されない限り本質にかかわらない。すなわち、本発明人は、この方法の要素を、特に指定されない限り任意の順序で実行でき、この方法に、本明細書で開示したものより多数または少数の要素を含めることができることが意図されている。

【0076】

本発明またはその実施形態を導入する時に、冠詞「ある（1つの）」（“a”、“an”）、「該」および「前記」（“the”、“said”）は、1つまたは複数の要素があることを意味することが意図されている。語「備える」、「含む」（“comprising”、“including”）、および「有する」（“having”）は、包括的であり、リストされた要素以外の追加要素が存在し得ることを意味することが意図されている。

【0077】

上記に鑑みて、本発明の複数の目的が達成され、他の長所が達成されることがわかる。

【0078】

本発明の実施形態の範囲から逸脱せずに、上の構成および方法でさまざまな変更を行うことができるので、上の説明に含まれ、添付図面に図示されたもののすべてが例として解釈されること、および制限的な意味でないことが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1A】本発明の一実施形態による例示的光学デバイスを示すブロック図である。

【図 1B】本発明の一実施形態による光学デバイスによって検出される例示的イメージの構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の一実施形態による、長方形の配列 / 行列として配置された数の例示的シーケンスを示すブロック図である。

【図 3A】本発明の一実施形態による、数のシーケンスを表面上のシンボルのパターンにエンコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 3B】本発明の一実施形態による、数のシーケンスを表面上のシンボルのパターンにエンコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 3C】本発明の一実施形態による、数のシーケンスを表面上のシンボルのパターンにエンコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 4A】本発明の一実施形態による、表面上のシンボルのパターンをデコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 4B】本発明の一実施形態による、表面上のシンボルのパターンをデコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 4C】本発明の一実施形態による、表面上のシンボルのパターンをデコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 4D】本発明の一実施形態による、表面上のシンボルのパターンをデコードする例示的処理のステップを示す図である。

【図 4E】本発明の一実施形態による、表面上のシンボルのパターンをデコードする例示

的処理のステップを示す図である。

【図5】本発明の一実施形態による、検出されたイメージの位置を判定する処理フローを示す例示的な流れ図である。

【図6】本発明の一実施形態による、数の順序付きシーケンスをエンコードする処理フローを示す例示的な流れ図である。

【図7】本発明の実施形態を実施できる適切なコンピューティングシステム環境の例示的実施形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0080】

132	処理ユニット
134	システムメモリ
136	システムバス
138	ROM
140	RAM
142	BIOS
144	オペレーティングシステム
146	アプリケーションプログラム
148	他のプログラムモジュール
150	プログラムデータ
166	不揮発性メモリインターフェース
184	ユーザ入力インターフェース
186	ネットワークインターフェース
170	オペレーティングシステム
172	アプリケーションプログラム
174	他のプログラムモジュール
176	プログラムデータ
190	ビデオインターフェース
192	リモートアプリケーションプログラム
196	ローカルエリアネットワーク
198	広域ネットワーク