

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6872533号  
(P6872533)

(45) 発行日 令和3年5月19日(2021.5.19)

(24) 登録日 令和3年4月21日(2021.4.21)

(51) Int.Cl.

H04N 19/597 (2014.01)  
H04N 19/593 (2014.01)

F 1

H04N 19/597  
H04N 19/593

請求項の数 15 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2018-513479 (P2018-513479)  
 (86) (22) 出願日 平成28年9月14日 (2016.9.14)  
 (65) 公表番号 特表2018-533273 (P2018-533273A)  
 (43) 公表日 平成30年11月8日 (2018.11.8)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2016/071717  
 (87) 國際公開番号 WO2017/046176  
 (87) 國際公開日 平成29年3月23日 (2017.3.23)  
 審査請求日 令和1年8月21日 (2019.8.21)  
 (31) 優先権主張番号 15306409.2  
 (32) 優先日 平成27年9月14日 (2015.9.14)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 518338149  
インターデジタル ヴイシー ホールディ  
ングス, インコーポレイテッド  
アメリカ合衆国, デラウェア州 1980  
9, ウィルミントン, ベルビュー パーク  
ウェイ 200, スイート 300  
(74) 代理人 100079108  
弁理士 稲葉 良幸  
(74) 代理人 100109346  
弁理士 大貫 敏史  
(74) 代理人 100117189  
弁理士 江口 昭彦  
(74) 代理人 100134120  
弁理士 内藤 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ライトフィールドベース画像を符号化および復号する方法および装置、および対応するコンピュータプログラム製品

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

シーンに関連するライトフィールドデータから取得したビューマトリックスに属するビューや少なくとも1つのピクセルブロックを予測する方法であって、

前記方法はプロセッサにより実施され、前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して：

- 前記ビューマトリックスから、前記少なくとも1つの予測ピクセルが属する第1及び第2のエピポーラ平面画像 (EPI) を取得することであって、前記第1及び第2のエピポーラ平面画像が、水平エピポーラ平面画像及び垂直エピポーラ平面画像に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像のセットに対応する、取得することと、

- 単一方向予測モードのセットのうち、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの第1のセットから、第1の単一方向予測モードを決定することと、

- 単一方向予測モードのセットのうち、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの第2のセットから、第2の単一方向予測モードを決定することと、

- 前記第1の単一方向予測モードを用いて、前記少なくとも1つの予測ピクセルの第1の予測値を外挿することと、

- 前記第2の単一方向予測モードを用いて、前記少なくとも1つの予測ピクセルの第2の予測値を外挿することと、

10

20

前記第1の予測値及び前記第2の予測値の平均に対応する、前記少なくとも1つの予測ピクセルの第3の予測値を決定することと、を含む、方法。

**【請求項2】**

前記第1の单一方向予測モードを決定すること、又は前記第2の单一方向予測モードを決定することは、前記ピクセルブロックの前記少なくとも1つの予測ピクセルに対して、

- 異なるフィルタリング動作を、前記单一方向予測モードのセットの各单一方向予測モードに関連付けることと、

- 各フィルタリング動作を、前記第1の单一方向予測モードの決定についての、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成したピクセルの前記第1のセットと、前記第2の单一方向予測モードの決定についての、

10

前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成したピクセルの前記第2のセットの少なくとも1つに適用し、各单一方向予測モードのエネルギーレベルを取得することであって、前記フィルタリング動作は、前記第1の

エピポーラ平面画像又は前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの輝度を分析することを含む、適用することと、

- 各单一方向予測モードに対して得られるエネルギーレベルの最小値の空間的傾きを有する单一方向予測モードに対応する前記第1の单一方向予測モードと、前記第2の单一方向予測モードの少なくとも1つを選択することとを含む、

請求項1に記載の方法。

20

**【請求項3】**

前記ピクセルブロックに、予測ピクセルの少なくとも1つのグループを設けることであって、前記グループは、同じラインの、同じ列の、または前記ピクセルブロックのラインまたは列に対して角方向を示す少なくとも2つのピクセルのセットの少なくとも2つのピクセルを含む、設けることとを含み、

前記第1の单一方向予測モードと、前記第2の单一方向予測モードの少なくとも1つを決定することは、

- 異なるフィルタリング動作を、前記单一方向予測モードのセットの各单一方向予測モードに関連付けることと、

- ピクセルグループの少なくとも1つの予測ピクセルに対して、各フィルタリング動作を、前記第1の单一方向予測モードの決定についての、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの前記第1のセットと、前記第2の单一方向予測モードの決定についての、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成したピクセルの前記第2のセットの少なくとも1つに適用し、各单一方向予測モードのエネルギーレベルを取得することと、

30

- 前記ピクセルグループに属するすべての予測ピクセルに同じ单一方向予測モードを選択することであって、前記同じ单一方向予測モードは、前記ピクセルグループの前記少なくとも1つの予測ピクセルに対して得られたエネルギーレベルの最小値の空間的傾きを有する单一方向予測モードに対応する、選択すること、を含む、

40

請求項1に記載の方法。

**【請求項4】**

1つの予測ピクセルが属する少なくとも2つのエピポーラ平面画像(EP1)が、水平エピポーラ平面画像(EP1)及び垂直エピポーラ平面画像(EP1)に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像(EP1)のセットに対応する場合、

前記第1の单一方向予測モードと前記第2の单一方向予測モードの少なくとも1つを決定することは、前記水平エピポーラ平面画像(EP1)について、及び前記垂直エピポーラ平面画像について、又は異なる角度方向のエピポーラ平面画像(EP1)について実行され、前記第1の单一方向予測モードと前記第2の单一方向予測モードの少なくとも1つは、エネルギーレベルが各エピポーラ平面画像に対して得られるエネルギーレベルの最小

50

値の空間的傾きを有する单一方向予測モードに対応する、

請求項 2 または 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

異なるフィルタリング動作を、单一方向予測モードのセットの各单一方向予測モードに関連付けることは、各異なるフィルタリング動作について、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの前記第1のセットと、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成したピクセルの前記第2のセットの少なくとも1つに、作用点を配置することを含む、

請求項 2 乃至 4 いずれか一項に記載の方法。

10

**【請求項 6】**

前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの前記第1のセットと、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成したピクセルの前記第2のセットの少なくとも1つのうち、再構成されたピクセルの前記第1のセットの少なくとも1つの再構成ピクセルもビューに属し、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する場合、又は、再構成されたピクセルの前記第2のセットの少なくとも1つの再構成ピクセルもビューに属し、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する場合、

单一方向予測モードのうちの1つは、外挿方向が、前記第1のエピポーラ平面画像と、前記ビューとの両方に属する、前記第1のセットの前記少なくとも1つの再構成ピクセルから、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルへの方向であり、又は、外挿方向が、前記第2のエピポーラ平面画像と、前記ビューとの両方に属する、前記第2のセットの前記少なくとも1つの再構成ピクセルから、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルへの方向である、单一方向予測モードに対応する、

20

請求項 1 乃至 5 いずれか一項に記載の方法。

**【請求項 7】**

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを符号化する方法であって、

30

- 請求項 1 乃至 6 いずれか一項に記載の予測する方法により、前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを取得することと、
- 前記少なくとも1つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定することと、
- シーンに関連するライトフィールドデータから得られる前記ビューマトリックスに属する前記ビューの前記少なくとも1つのピクセルブロックを符号化することであって、前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化することとを含む、

方法。

**【請求項 8】**

さらに、

40

- シーンに関連するライトフィールドデータから得たビューマトリックスを表す信号に、符号化された残差誤差を挿入することと、
- ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を前記信号に挿入することとを含む、

請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを表す信号を復号する方法であって、

- 前記信号から、前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号することと、
- 請求項 1 乃至 6 いずれか一項に記載の予測する方法により、前記少なくとも1つのピ

50

クセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを取得することと、

- 前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも1つのピクセルブロックを再構成することとを含む、

方法。

【請求項 10】

前記信号から、前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を取り出すことであって、前記予測は前記情報を考慮している、ことをさらに含む、

請求項9に記載の方法。

【請求項 11】

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューオの少なくとも1つのピクセルブロックを符号化する装置であって、プロセッサを有し、該プロセッサは：

- 前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを取得するように構成され、前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測するように構成されたプロセッサは、前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して：

- 前記ビューマトリックスから、前記少なくとも1つの予測ピクセルが属する第1及び第2のエピポーラ平面画像（EPI）を取得することであって、水平エピポーラ平面画像及び垂直エピポーラ平面画像に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像のセットに対応する前記第1及び第2のエピポーラ平面画像を取得し、

- 単一方向予測モードのセットのうち、前記第1のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの第1のセットから、第1の单一方向予測モードを決定し、

- 单一方向予測モードのセットのうち、前記第2のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの第2のセットから、第2の单一方向予測モードを決定し、

- 前記第1の单一方向予測モードを用いて、前記少なくとも1つの予測ピクセルの第1の予測値を外挿し、

- 前記第2の单一方向予測モードを用いて、前記少なくとも1つの予測ピクセルの第2の予測値を外挿し、

- 前記第1の予測値及び前記第2の予測値の平均に対応する、前記少なくとも1つの予測ピクセルの第3の予測値を外挿し、

- 前記少なくとも1つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定し、

- 前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化する、ように構成された、

装置。

【請求項 12】

前記プロセッサは、さらに、

前記シーンに関連するライトフィールドデータから得た前記ビューマトリックスを表す信号に、前記符号化された残差誤差を挿入し、

前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を前記信号に挿入する、ように構成された、

請求項11に記載の符号化する装置。

【請求項 13】

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューオの少なくとも1つのピクセルブロックを表す信号を復号する装置であって、プロセッサを有し、該プロセッサは：

- 前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号し、
- 前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを

10

20

30

40

50

取得するように構成され、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを予測するように構成されたプロセッサは、前記ピクセルブロックの少なくとも 1 つの予測ピクセルに対して：

- 前記ビューマトリックスから、前記少なくとも 1 つの予測ピクセルが属する第 1 及び第 2 のエピポーラ平面画像 (EPI) を取得することであって、水平エピポーラ平面画像及び垂直エピポーラ平面画像に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像のセットに対応する前記第 1 及び第 2 のエピポーラ平面画像を取得し、

- 単一方向予測モードのセットのうち、前記第 1 のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの第 1 のセットから、第 1 の単一方向予測モードを決定し、

- 単一方向予測モードのセットのうち、前記第 2 のエピポーラ平面画像中の前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの第 2 のセットから、第 2 の単一方向予測モードを決定し、

- 前記第 1 の単一方向予測モードを用いて、前記少なくとも 1 つの予測ピクセルの第 1 の予測値を外挿し、

- 前記第 2 の単一方向予測モードを用いて、前記少なくとも 1 つの予測ピクセルの第 2 の予測値を外挿し、

- 前記第 1 の予測値及び前記第 2 の予測値の平均に対応する、前記少なくとも 1 つの予測ピクセルの第 3 の予測値を決定し、

- 前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを再構成する、ように構成された、装置。

#### 【請求項 14】

前記プロセッサは、さらに、前記信号から、前記ピクセルブロック中の少なくとも 1 つの予測ピクセルグループを表す情報を取り出すように構成され、前記予測は前記情報を考慮している、

請求項 13 に記載の復号する装置。

#### 【請求項 15】

通信ネットワークからダウンロード可能であり、及び / 又はコンピュータにより読み取り可能な媒体上に記録され、及び / 又はプロセッサにより実行可能であり、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の方法を実装するプログラムコード命令を含むコンピュータプログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本開示は、ライトフィールドイメージング、およびライトフィールドデータを取得および処理する技術に関する。より詳細には、本開示は、概して、ライトフィールドベース画像を符号化および復号する方法および装置に関し、画像またはビデオの符号化 / 復号の分野において用途がある。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

このセクションは、以下に説明して特許請求する本開示の様々な態様に関連する様々な態様の技術を読者に紹介することを意図するものである。この説明は、本発明の様々な態様の理解を容易にする背景情報を読者に提供する役に立つはずである。従って、言うまでもなく、これらの記載は上記を考慮して読むべきであり、先行技術として認める (admissions of prior art) ものではない。

##### 【0003】

従来の画像キャプチャ装置は、3 次元シーンを 2 次元センサ上にレンダリングする。動作中、従来のキャプチャ装置は、装置内の光センサ (または光検出器) に到達する光の量を表す 2 次元 (2 - D) 画像をキャプチャする。しかし、この 2 - D 画像は、光センサに

10

20

30

40

50

到達する光線の方向分布に関する情報（これはライトフィールドと呼ばれ得る）を含まない。例えば、深度は撮像中に失われる。したがって、従来のキャプチャ装置は、シーンからの光分布に関する情報の大部分を記憶していない。

#### 【0004】

ライトフィールドキャプチャ装置（「ライトフィールドデータ取得装置」とも呼ばれる）は、そのシーンの様々な視点から光をキャプチャすることによって、シーンの4次元（4D）ライトフィールドを測定するように設計されている。このように、これらの装置は、光センサと交差する各光ビームに沿って進む光の量を測定することにより、後処理によって新たなイメージングアプリケーションを提供するための追加の光学情報（光束の方向分布に関する情報）をキャプチャすることができる。ライトフィールドキャプチャ装置によって取得される情報は、ライトフィールドデータと呼ばれる。ライトフィールドキャプチャ装置は、本明細書において、ライトフィールドデータをキャプチャすることができる任意の装置として定義される。ライトフィールドキャプチャ装置にはいくつかの種類がある：

- 特許文献1に記載されているように、イメージセンサと主レンズとの間に配置されたマイクロレンズアレイを使用するプレノプティック装置；
- カメラアレイ、ここですべてのカメラは単一の共有画像センサ上にイメージングする。

#### 【0005】

ライトフィールドデータは、従来のハンドヘルドカメラの使用によって異なる視点から撮影されたシーンの一連の2D画像から、コンピュータ生成画像（CGI）を用いてシミュレートすることもできる。

#### 【0006】

ライトフィールドデータ処理は、シーンのリフォーカスされた画像を生成すること、シーンの遠近図を生成すること、シーンの深度マップを生成すること、拡張被写界深度（EDOF）画像を生成すること、立体画像を生成すること、および／またはこれらの任意の組み合わせを含むが、特に限定されない。

#### 【0007】

本開示は、より詳しくは、非特許文献1によって開示された図1に示されるようなプレノプティック装置（plenoptic device）によってキャプチャされるライトフィールドベース画像にフォーカスする。

#### 【0008】

このようなプレノプティック装置は、主レンズ（11）、マイクロレンズアレイ（12）、及びフォトセンサ（13）よりなる。より詳しくは、主レンズは被写体をマイクロレンズアレイ上に（またはその近くに）フォーカスする。マイクロレンズアレイ（12）は、収束光線を分離して、マイクロレンズアレイの背後にあるフォトセンサ上の画像にする。

#### 【0009】

マイクロイメージは、非特許文献2に開示されており、図2に示すように、マイクロレンズアレイ（12）の考慮されるマイクロレンズの後ろの光センサ上に形成されたイメージ（14）である。左側の画像は生データに対応し、右側の画像は特にカモメの頭部を表すマイクロ画像の細部に対応する。マイクロ画像の解像度および数は、センサに対するマイクロレンズのサイズに依存する。より正確には、マイクロイメージの解像度は、デバイスおよびアプリケーションによって大きく異なる（2×2ピクセルから約100×100ピクセルまで）。

#### 【0010】

次に、すべてのマイクロ画像から、サブアーチャ画像が再構成される。このような再構成は、すべての微小画像からコロケートされたピクセル（collocated pixels）を収集することからなる。マイクロレンズの数が多いほど、サブアーチャ画像の分解能は高くなる。より正確には、図3に示すように、1つのマイクロレンズが光セ

10

20

30

40

50

ンサ(15)の $N \times N$ ピクセルに重なることを考慮すると、ビューの $N \times N$ マトリックス(17)が得られるのは、 $i$ 番目のビューが全ての $L \times L$ 個の $i$ 番目のピクセルであって、 $L \times L$ マイクロレンズを含むマイクロレンズアレイ(16)の各マイクロレンズが重なり合うものを含むことを考慮することによる。ここで「 $\times$ 」は乗算演算子である。

#### 【0011】

より正確には、図3において、 $L = 8$ および $N = 4$ であり、第1のビュー300は、考えられるマイクロレンズアレイの64マイクロレンズの各マイクロレンズによってカバーされる16個のピクセルのうちの第1のものを含む。

#### 【0012】

サブアバーチャ画像再構成には、モザイク除去が必要であった。未処理のプレノブティック材料からのビューのマトリックスを回復する技術は、非特許文献3に開示されたものなどが、現在開発中である。

#### 【0013】

プレノブティック装置とは反対に、Pelican Imaging(登録商標)カメラなどのカメラアレイ装置は、ビューのマトリックスを直接的に(モザイク解除せずに)提供する。

#### 【0014】

このようなライトフィールドベース画像を符号化する従来技術の方法は、標準的な画像またはビデオコーデック(JPEG、JPEG-2000、MPEG4 Part 10 AVC、HEVCなど)を使用することにある。しかしながら、そのような標準的なコーデックは、ライトフィールドイメージング(別名、プレノブティックデータ)の特異性を考慮に入れることができない。ライトフィールドは、あらゆる方向の、空間内のあらゆる点における光の量(「放射輝度」)を記録している。

#### 【0015】

実際に、従来の標準画像またはビデオコーデック(JPEG、JPEG-2000、MPEG4 Part 10 AVC、HEVCなど)を適用すると、従来のイメージングフォーマットとなる。

#### 【0016】

しかし、これらの豊富なデータ源によって提供される多くの新しいライトフィールドイメージング機能には、コンテンツを、それが捕らえられた後に操作する機能がある。これらの操作には、さまざまな目的があり、特に芸術的、タスクベースおよび犯罪捜査(forensic)がある。例えば、ユーザは、リアルタイムで、焦点、焦点深度、立体視のベースライン、および視点を変更することが可能である。このようなメディアの相互作用および経験は、ライトフィールドベースの画像を符号化/復号化するために従来の標準的な画像またはビデオコーデックを使用することによって得られるだろう従来のイメージングフォーマットでは利用できない。

#### 【0017】

したがって、従来技術のこれらの欠点を示さないライトフィールドベース画像を符号化/復号化する技術を提供することが望ましい。特に、ライトフィールドベース画像から得られた復号画像の関心対象のより細かいレンダリングを可能にするような技術を提供することが望ましいであろう。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0018】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0222633号明細書

#### 【非特許文献】

#### 【0019】

【非特許文献1】R. Ng, et al.著「Light field photography with a hand-held plenoptic camera」(Stanford University Computer Science 10

Technical Report CSTR 2005-02, no. 11 (April 2005))

【非特許文献2】<http://www.tgeorgiev.net/>

【非特許文献3】N. Sabater et al.著「Light field demultiplexing and disparity estimation」(International Conference on Complementary Problems ICCP 2014)

【発明の概要】

【0020】

以下は、読者に本開示の幾つかの態様に関する基本的な理解を提供するために開示の簡略化された概要を提示する。この要約は本開示の包括的な概要ではない。本開示の重要な又は必須の要素を特定することは意図していない。以下の概要は、より詳細な説明に対する前書きとして、簡単な形式で、単に本開示の幾つかの態様を提示するものである。 10

【0021】

この開示は、シーンに関連するライトフィールドデータから得られたビューのマトリックスに属するビューのピクセルの少なくとも1つのブロックを予測する方法で、従来技術の欠点の少なくとも1つを解決するものである。

【0022】

かかる方法はプロセッサにより実施され、前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して： 20

- 前記ビューマトリックスから、前記少なくとも1つの予測ピクセルが属する少なくとも1つのエピポーラ平面画像（EPI）を取得することと、
- 単方向予測モードのセットのうち、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、少なくとも1つの最適な単方向予測モードを決定することと、
- 前記少なくとも1つの最適な単方向予測モードを用いて、前記少なくとも1つの予測ピクセルの予測値を外挿することとを含む。

【0023】

本開示は、概して、シーンに関連するライトフィールドデータから取得したビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを予測する、新規の発明的な方法に依存する。実際、本開示は、エピポーラ平面画像内の線形構造の特性の利益を享受する。 30

【0024】

より正確には、B. Goldluecke et al.著「The Variational Structure of Disparity and Regularization of 4D Light Fields」(pp 1003-1010 2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition)に記載されているように、水平（あるいは垂直）エピポーラ平面画像は、2D画像であり、前記ビューマトリックスのビューのライン（あるいは列）に沿ったビューマトリックスのすべての画像を交互にスタックすることにより構成され、スタックされた各ビューの同じラインに沿った（あるいは、スタックされた各ビューの同じ列に沿った）、得られたスタックを通るカットに対応する。 40

【0025】

対応するEPIを得るために、水平または垂直とは異なる別の向きを使用することができることに留意されたい。

【0026】

換言すると、本開示によると、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像（EPI）は、水平または垂直のエピポーラ平面画像に対して所定の角方向を有する、水平エピポーラ平面画像（EPI）、垂直エピポーラ平面画像（EPI）（前記角度方向は所定されてもいなくてもよい）であり得る。 50

## 【0027】

前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、単方向予測モード（所定のものであってもなくてもよい）から少なくとも1つの最適な単方向予測モードを決定することにより、ビュー間相関を正しく、すなわちピクセル（またはピクセルブロックより小さいピクセルグループ）の解像度で、利用することができる。これは、H.264標準の1つなどの先行技術の予測方法によっては可能ではない。

## 【0028】

結果として、エピポーラ平面画像に基づく本開示の予測方法により、予測モードを提供することができ、その予測モードは、ビューマトリックスを提供するプレノプティックイメージング（plenoptic imaging）の特異性に関してより最適である。

## 【0029】

留意点として、B. Goldlueckeは、「The Variational Structure of Disparity and Regularization of 4D Light Fields」において、符号化／復号プロセス中にピクセルの予測を最適化するためにエピポーラ平面画像を用いることを開示も示唆もしておらず、エピポーラ平面画像を用いて、エピポーラ平面画像空間におけるベクトル場における微分制約（differential constraints）を求め、ライトフィールドの4D光線空間におけるより一般的なベクトル値関数の制約に関する一貫した視差フィールドを可能にしている。

## 【0030】

エピポーラ平面画像の使用により、シーンの4次元（4D）ライトフィールドの特性を利用できる。その構成は、そのシーンの様々な視点からの光を表すビューのスタックに基づくからである。視点とは、すなわち、水平エピポーラ平面画像のビューマトリックスの同じラインの視点、または垂直エピポーラ平面画像のビューマトリックスの同じ列（column）の視点、または前記ビューマトリックスのラインまたは列に対応してある角度方向を有する、前記ビューマトリックスの同じビューのセットの視点である。

## 【0031】

本開示の第1の実施形態によると、前記最適な単方向予測モードを決定することは、前記ピクセルブロックの前記少なくとも1つの予測ピクセルに対して、

- 異なるフィルタリング動作を、前記単方向予測モードのセットの各単方向予測モードに関連付けることと、
- 各フィルタリング動作を、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像の、前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する前に再構成されたピクセルのセットに適用して、各単方向予測モードのエネルギーレベルを求ることと、
- エネルギーレベルが、各単方向予測モードに対して得られるエネルギーレベルの最小値の、または最大値のアーギュメントである、単方向予測モードに対応する前記最適な単方向予測モードを選択することとを含む。

## 【0032】

言い換えると、各単方向予測モードは、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、前記少なくとも1つの予測ピクセルの予測値の外挿方向に関連する。

## 【0033】

実際、ライトフィールドは、光線空間で定義され、リッチ構造（そのエピポーラ平面画像において見えるようになる）におけるシーンジオメトリデータを暗黙的に表す。よって、エピポーラ平面画像は方向的構造を示す。

## 【0034】

本開示によると、選択される最適な単方向予測モードは、単方向予測モードであって、考慮されるピクセルブロックの予測ピクセルに用いられる、考慮されるエピポーラ平面画像の方向的構造に対して最も適合したものに対応する。

10

20

30

40

50

## 【0035】

第2の実施形態では、本開示の予測方法は、さらに、前記ピクセルブロックに、予測ピクセルの少なくとも1つのグループを設けることであって、前記グループは、同じラインの、同じ列の、または前記ピクセルブロックのラインまたは列に対して角方向を示す少なくとも2つのピクセルのセットの少なくとも2つのピクセルを含む、設けることを含み、前記最適な単方向予測モードを決定することは、

- 異なるフィルタリング動作を、前記単方向予測モードのセットの各単方向予測モードに関連付けることと、

- 前記ピクセルグループの少なくとも1つの予測ピクセルに対して、各フィルタリング動作を、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットに適用することと、

- 前記ピクセルグループに属するすべての予測ピクセルに同じ最適な単方向予測モードを選択することであって、前記最適な単方向予測モードはエネルギーレベルが、最小値、又は最大値、前記ピクセルグループの前記少なくとも1つの予測ピクセルに対して得られたエネルギーレベルのアギュメントである。

## 【0036】

かかる一実施形態によれば、実施される選択はロバストである。理由は、単一の最適な単方向予測モードが、前記グループに属するすべての予測ピクセルに対して求まり、かかる最適な単方向予測モードは、各単方向予測モードに対して、及び前記ピクセルグループの少なくとも1つの予測ピクセルに対して求められる最小エネルギーレベルのアギュメント(argument)である、エネルギーレベルを表す。

## 【0037】

言うまでもなく、潜在的コンターに直交する方向で計算された傾きで、最大傾きに基づくアプローチも可能である。

## 【0038】

言い換えると、選択は、前述の実施形態を考慮したものよりも、求めたエネルギーレベルをより考慮して行われる。ここで、最適な単方向予測モードの選択は、最適な単方向予測モードが、予測ピクセルごとに求められ、前記ピクセルグループに属するすべての予測ピクセルに対してではないように行われる。

## 【0039】

前述の2つの実施形態の第1の変形例によれば、1つの予測ピクセルが属する少なくとも2つのエピポーラ平面画像(EP1)が、水平エピポーラ平面画像(EP1)及び垂直エピポーラ平面画像(EP1)に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像(EP1)のセットに対応する場合、前記最適な単方向予測モードを決定することは、前記水平エピポーラ平面画像(EP1)について、及び前記垂直エピポーラ平面画像について、又は異なる角度方向のエピポーラ平面画像(EP1)について実行され、前記最適な単方向予測モードは、エネルギーレベルが各エピポーラ平面画像に対して得られるエネルギーレベルの最小値のアギュメントである単方向予測モードに対応する。

## 【0040】

前述の2つの実施形態の第2の変形例によれば、1つの予測ピクセルが属する少なくとも2つのエピポーラ平面画像(EP1)が、水平エピポーラ平面画像(EP1)及び垂直エピポーラ平面画像(EP1)に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像(EP1)のセットに対応する場合、最適な単方向予測モードは、各エピポーラ平面画像に対して決定され、前記予測ピクセルの前記予測値は、各エピポーラ平面画像に対して決定される前記最適な単方向予測モードを用いて、それぞれ得られた少なくとも2つの値の平均に対応する。

## 【0041】

前述の実施形態の他の態様によれば、異なるフィルタリング動作を、単方向予測モードのセットの各単方向予測モードに関連付けることは、各異なるフィルタリング動作について、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中前記予測ピクセルに隣接する、前に再構

10

20

30

40

50

成されたピクセルのセットに、作用点を配置することを含む。

【0042】

かかる一態様は、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像の前記予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットに、各フィルタリング動作を適用して、各単方向予測モードのエネルギーレベルを取得するステップの精度を改善する。

【0043】

前述の実施形態の他の態様によると、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットのうち、少なくとも1つの再構成ピクセルも前記ビューに属し、前記予測ピクセルに隣接する場合、単方向予測モードのうちの1つは、外挿方向が、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像と、前記ビューとの両方に属する、前記少なくとも再構成ピクセルから、前記予測ピクセルへの方向である、単方向予測モードに対応する。

【0044】

本発明は、概して、シーンに関連するライトフィールドデータから取得したビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを符号化する方法にも関する。

【0045】

かかる方法はプロセッサにより実施され、：

- 上記の通り、予測方法により前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測ピクセルブロックを求ることと、
- 前記少なくとも1つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定することと、
- 前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化することとを含む。

前記符号化の間に実施される予測は、もちろん、前述した本開示の異なる実施形態または変形例による予測方法のさまざまな特徴を有してもよい。

【0046】

前記符号化方法の一態様によれば、前記符号化方法はさらに、

- 前記シーンに関連するライトフィールドデータから得た前記ビューマトリックスを表す信号に、符号化された残差誤差を挿入するステップと、
- 前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を前記信号に挿入するステップとを含む。

【0047】

本開示の他の態様は、前記シーンに関連するライトフィールドデータから得られたビューマトリックスの少なくとも1つのピクセルブロックを示す信号に關し、前記信号は、上記の符号化方法により求まり、前記ピクセルブロック内の少なくとも1つの予測ピクセルグループを示す情報が前記信号に挿入される。

【0048】

本開示の他の態様は、上記の信号を担う記録媒体に関する。

【0049】

本開示の他の態様は、シーンに関連するライトフィールドデータから取得したビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを表す信号を復号する方法にも関する。

かかる方法はプロセッサにより実施され、：

- 前記信号から、前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号することと、
- 上記の通り、予測方法により前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測ピクセルブロックを求ることと、
- 前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも1つのピクセルブロックを再構成することとを含む。

【0050】

かかる復号方法は、上記の符号化方法に従って符号化された信号を復号するのに特に適

10

20

30

40

50

している。

【0051】

このように、同じ予測ステップの実行は、予測残差（信号で送信される）を予測に任意的に負荷することにより、所与のピクセルブロックを再構成するように、符号化時に実行されるように行われる。

【0052】

前記復号方法の態様において、前記信号から、前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を取り出すことができ、前記予測は前記情報を考慮している。

【0053】

本開示の他の態様は、シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを符号化する装置に関し、該装置はプロセッサを有し、該プロセッサは：

- 前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを求めるモジュールであって、前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して：

o 前記ビューマトリックスから、前記予測ピクセルが属する少なくとも1つのエピポーラ平面画像（EPI）を求めるエンティティと、

o 单方向予測モードのセットのうち、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、少なくとも1つの最適な单方向予測モードを決定するエンティティと、

o 前記少なくとも1つの最適な单方向予測モードを用いて、前記予測ピクセルの予測値を外挿する点ティティと、

- 前記少なくとも1つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定するモジュールと、

- 前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化するモジュールとを有する、かかる符号化装置は、上記の通り、符号化方法を実装するように特に適合されている。

【0054】

本開示の他の態様は、シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも1つのピクセルブロックを表す信号を復号する装置に関し、該装置はプロセッサを有し、該プロセッサは：

- 前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号するモジュールとを有する、  
- 前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを求めるモジュールであって、前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して：

o 前記ビューマトリックスから、前記予測ピクセルが属する少なくとも1つのエピポーラ平面画像（EPI）を求めるエンティティと、

o 单方向予測モードのセットのうち、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、少なくとも1つの最適な单方向予測モードを決定するエンティティと、

o 前記少なくとも1つの最適な单方向予測モードを用いて、前記予測ピクセルの予測値を外挿するエンティティと、

- 前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも1つのピクセルブロックを再構成するモジュールとを含む。

【0055】

かかる復号装置は、上記の通り、復号方法を実装するように特に適合されている。

【0056】

本開示は、上記の方法を実装するように構成されたプロセッサを有する装置に関する。

【0057】

その他の態様によれば、本開示は、このプログラムがコンピュータ上で実行されるとき

10

20

30

40

50

に上記方法のステップを実行するためのプログラムコード命令を含むコンピュータプログラム製品と、プロセッサに少なくとも上記の方法のステップを実行させるための命令を記憶したプロセッサ読み取り可能媒体と、前記プログラムがコンピューティングデバイス上で実行されたときに、前記方法のステップを実行するためのプログラムコードの命令を運ぶ非一時的記憶媒体とに関する。

【0058】

本開示の特定の性質、ならびに本開示の他の目的、利点、特徴および使用は、添付の図面と併せた以下の実施形態の説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0059】

図中、本開示の実施形態を例示する。

【図1】先行技術に関する既に示した、プレノプティクカメラを示す概念図である。

【図2】先行技術に関する既に示した、プレノプティクカメラで撮った写真の一例を示す図である。

【図3】先行技術との関連で既に提示して、それぞれカメラセンサ(15)、マイクロレンズアレイ(16)およびビューのマトリックス(17)を示す。

【図4】ビューのマトリックスから得られたエピポーラ平面画像の構築を示す図である。

【図5】本開示による予測方法の主要ステップを示す概略図である。

【図6a】本開示の2つの実施形態による最適単方向予測モードの決定のサブステップを示す概略図である。

【図6b】本開示の2つの実施形態による最適単方向予測モードの決定のサブステップを示す概略図である。

【図7a】所与のビューにおいて予測するピクセルの予測近傍を示し、次に、考慮するエピポーラ平面画像において予測するピクセルの予測近傍を示す。

【図7b】所与のビューにおいて予測するピクセルの予測近傍を示し、次に、考慮するエピポーラ平面画像において予測するピクセルの予測近傍を示す。

【図8】所定の単方向予測モードのセットの一例を示す図である。

【図9】図8の所定の単方向予測モードのセットにそれぞれ関連するフィルタリング動作の一例を示す図である。

【図10】図9の1回のフィルタリング動作の適用点の位置を示す図である。

【図11】本開示による符号化方法のステップを示す概略図である。

【図12】本開示による復号方法のステップを示す概略図である。

【図13】本開示の一実施形態による装置のアーキテクチャの例を示す図である。類似または同一の要素は、同じ参照番号で参照される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0060】

<一般的原理>

本開示は、ビューのマトリックスのエピポーラ平面画像(EPI)表現に基づいて新しいタイプの予測を実施するビューのマトリックスの画像を符号化(または復号)するための新しい技術を提案する。

【0061】

より正確には、現在のピクセルに隣接するエピポーラ平面画像(EPI)の因果的に再構成されたピクセルから、予測してエンコードするために、一方向性の予測モードの中の最良の方向が見つけられ、次に前記現在のピクセルの予測値を外挿して、予測及び符号化する。

【0062】

したがって、本開示で提案されたアプローチは、エピポーラ平面画像(EPI)内部の線形構造の特定の特性に対処することができ、その結果、シーンの4次元(4D)ライトフィールドの特性を利用するのに適している。

【0063】

10

20

30

40

50

以下、本開示の実施形態を示した添付図面を参照して、本開示をより詳しく説明する。しかし、本開示は、多数の代替的な形式で実施でき、ここに開示した実施形態に限定されると解釈してはならない。したがって、本開示はいろいろな一部変更や代替的形体をとりうるが、具体的な実施形態を図面中で例として示し、以下に詳細に説明する。しかし、言うまでもなく、開示した具体的な形式に本開示を限定する意図ではなく、逆に、本開示は請求項で定められた開示の精神と範囲に入るすべての修正、代替物、構成、及び等価物をカバーする。

#### 【0064】

ここで用いる用語は、具体的な実施形態を説明することを目的としており、本開示の限定を意図したものではない。ここで、冠詞「a」、「a n」、及び「t h e」は、明らかに文脈に反しない限り、複数の場合も含む。さらに、言うまでもなく、「有する」、「含む」との用語は、本明細書で用いるとき、記載した特徴、整数、ステップ、動作、要素及び／又はコンポーネントがあることを示し、その他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、コンポーネント及び／またはこれらのグループがあることを排除するものではない。さらに、ある要素は、他の要素に「応答する (r e s p o n s i v e )」または「接続されている (c o n n e c t e d )」というとき、その要素に直接的に応答しまたは接続されてもよいし、媒介する要素があってもよい。対照的に、ある要素が他の要素に「直接応答する (d i r e c t l y r e s p o n s i v e )」または「直接接続される (d i r e c t l y c o n n e c t e d )」と言うとき、媒介する要素はない。本明細書で使用される場合、「および／または」という用語は、関連する列挙された項目の1つまたは複数の任意のおよびすべての組み合わせを含み、「／」と省略することがある。

#### 【0065】

言うまでもなく、第1、第2などの用語は、ここでは様々な要素を説明するために使用されるが、これらの要素はこれらの用語によって限定されるべきではない。これらの用語は、ある要素を別の要素と区別するためにのみ使用される。本開示の教示から逸脱することなく、例えば、第1の要素を第2の要素と呼んでもよく、同様に、第2の要素を第1の要素と呼んでもよい。

#### 【0066】

幾つかの図には、主要な通信方向を示す矢印を通信バス上に含むが、言うまでもなく、通信は図示した矢印とは反対の方向に行われてもよい。

#### 【0067】

幾つかの実施形態をブロック図と動作フローチャートを参照して説明するが、各ブロックは回路素子、モジュール、またはコードの一部を表す。コードの一部は、指定された論理機能を実装する一以上の実行可能命令を含む。また、他の実施形態では、ブロック内に記されている機能が、記載された順序から外れることがあることにも留意されたい。例えば、順次的に示された2つのブロックは、その機能に応じて、実際には、実質的に同時に実行してもよく、逆の順序で実行してもよい。

#### 【0068】

本明細書において「一実施形態」とは、その実施形態に関して説明する具体的な機能、構造、特徴などが本開示の少なくとも1つの実施形態に含まれ得ることを意味している。本明細書ではいろいろな箇所で「一実施形態とは」または「一実施形態によれば」と記載するが、必ずしも同じ実施形態を指すものではなく、別の、または代替的な実施形態は、必ずしも他の実施形態と互いに排他的なものではない。

#### 【0069】

特許請求の範囲に示す参照符号は例示であり、請求項の範囲を限定するものではない。明示的には説明していないが、本実施形態及び変形は任意の組み合わせやサブコンビネーションで利用できる。

#### 【0070】

この開示は、ビューのマトリックスのビューのピクセルのブロックを符号化／復号するため記載されているが、ビューのマトリックスのシーケンスの符号化／復号（プリオブ

10

20

30

40

50

ティック・ビデオ)に拡張される。かかるシーケンスに属するビューの各マトリックスの各ビューは、以下に説明するように順次符号化/復号されるからである。

【0071】

<予測方法>

図5は、本開示による予測方法(50)の主なステップを示す概略図であり、前記方法は、予測モジュールによって実行される。

【0072】

本開示によれば、シーンに関連するライトフィールドデータから得られたビューのマトリックス(17)に属するビューのピクセルの少なくとも1つのブロック(170)を、図3に示すように予測する方法(50)は、プロセッサにより実施され、第1に、前記ピクセルブロックの予測する少なくとも1つのピクセルについて、取得するエンティティを用いることにより、予測する前記少なくとも1つのピクセルに関連する少なくとも1つのエピポーラ平面画像(EPI)を取得するステップ(51)を含む。予測する少なくとも1つのピクセルは、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像(EPI)に属する。

10

【0073】

前記取得するステップ(51)は、図4に示され、B. Goldluecke et al.著「The Variational Structure of Disparity and Regularization of 4D Light Fields」(pp 1003-1010 2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition)に開示されている。

20

【0074】

ビューのマトリックス(17)は、カメラの焦点が2D平面内にあるシーン(4000)の画像の集合としての4Dライトフィールドを表す。

【0075】

エピポーラ平面画像の取得(51)は、互いに重ね合ったビューポイントのライン(40)に沿って、すべての画像をスタックすることである。すなわち、ライン(40)の第1の画像(41)は、矢印(410)によって表されるように、スタックの最上部にあり、ライン(40)の最後の画像(42)は、矢印(420)により表されるように、スタック(400)の下にある。次に、このスタック(400)を通る切断(401)が、各ビューの同じライン(43)に沿って実行される。このようなカットは、水平エピポーラ平面画像(EPI)である。

30

【0076】

言い換えると、行と列のそれぞれのインデックスv、uのB×Dビュー(図4のB=D=5)からなるビューのマトリックスと、行と列のそれぞれのインデックスt、sのサイズL×Cピクセルの各ビューを考えると、サイズD×C、v=0, ..., B-1の水平EPI  $E^{v,t}_h$ は、図4に示すように、すべてのv番目のサブイメージのt番目の行をスタックすることにより実現される。言い換えれば、エピポーラ平面画像は、(ライン(40)に対応するv座標を固定して)ビューのマトリックス(17)の(u, v)平面のラインにそって、すべてのビューからのビューライン(ビューライン(43)に対応するt座標を固定して)を重ね合わせて構築された2D画像である。

40

【0077】

同様に、サイズL×B、u=0, ..., D-1の垂直EPI  $E^{u,s}_v$ は、すべてのu番目のサブ画像のs番目の列を積み重ねることによって実現される。

【0078】

対応するEPIを得るために、水平または垂直とは異なる別の向きを使用することができることに留意されたい。

【0079】

このように、提案された開示は、少なくとも1つのエピポーラ平面画像において、所定のビューのマトリックスの予測するピクセルの考慮されたピクセルブロックの少なくとも

50

1つの予測するピクセルを提供する。

【0080】

前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像(EP1)は、水平または垂直のエピポーラ平面画像に対して所定の角方向を有する、水平エピポーラ平面画像(EP1)、垂直エピポーラ平面画像(EP1)、またはエピポーラ平面画像(EP1)であり得る。

考慮中の予測ピクセル(pixel to predict)は、水平エピポーラ平面画像(EP1)および垂直エピポーラ平面画像(EP1)に対応する、少なくとも2つのエピポーラ平面画像(EP1)に属することができ、または異なる角方向のエピポーラ平面画像(EP1)のセットに属することができる。

【0081】

10

考慮される予測ピクセルのために、少なくとも1つのエピポーラ平面画像が取得されると(51)、所定の単方向予測モードのセットと、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像(54)における前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、少なくとも1つの最適な単方向予測モードの決定が、決定のためのエンティティを用いて、実行される。

【0082】

前記決定(52)の2つの実施形態を、図6aおよび図6bにそれぞれ示す。

【0083】

20

より詳細には、図6aに示す第1の実施形態によれば、Nピクセルを含む前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して、最適な一方向予測モードの選択(63)が、M個の所定の単方向予測モードのセットにおいて実行される。

【0084】

特に、本開示によれば、そのような選択の実行は、前記考慮される予測ピクセルが属する少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の、前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する以前に再構築されたピクセルのセット(6001)を考慮に入れて行われる。

【0085】

所与のビューにおける、及び考慮されるエピポーラ平面画像のみの少なくとも1つの予測ピクセル(pixel to predict)の予測近傍を、図7aおよび図7bにそれぞれ示した。

【0086】

30

例えば、図7aは、図4に示されているように、ビューのマトリックスの(17)のビューのライン(40)の最後のビュー(42)を表している。

【0087】

特に、 $L = 6$ (6ライン)および $C = 13$ (13カラム)のサイズ $L \times C$ ピクセルの前記ビュー(42)において、ピクセルブロック(70)を考える。このようなブロック(70)は、例えば、前記ビュー(42)の予め再構成されたピクセルである、三角形で表されるピクセル(71)によって囲まれている。

【0088】

さらに、有利には、本開示によれば、予測ピクセルのブロック(70)のピクセル(701)は、水平エピポーラ平面画像内のピクセル(7000)によって囲まれ、これは、黒点により表された、予め再構成されたピクセルである。そのようなエピポーラ平面画像は、シーンの4次元(4D)ライトフィールドの特性を利用することを可能にする。

40

【0089】

エピポーラ平面画像の取得(51)に関して先に説明したように、異なる水平(あるいは垂直)画像が、考慮されるビューの各ライン(あるいは列)について得られる。すなわち、考慮されるブロック70の上のラインに位置するピクセル702は、水平エピポーラ面画像hEP10に属し、考慮されるブロック70の最終ラインに位置するピクセル701は、水平エピポーラ面画像hEP13に属する。

【0090】

本発明の第1の変形によれば、前記ピクセルブロック(70)に属する各ピクセルに対

50

して、予測値の外挿は、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の、前記予測ピクセルに隣接する前の再構成ピクセルのセットから決定された、少なくとも1つの最適単方向予測モードを用いて行われる。したがって、この第1の変形例によれば、ピクセルブロック(70)のすべての予測ピクセル(pixel to predict)は、エピポーラ平面画像に対応する次元で予測される。

【0091】

第2の変形例によれば、予測値の外挿は、前記ピクセルブロック(70)に属するピクセルの第1の部分のみについての前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の、考慮される予測ピクセル(pixel to predict)に隣接する以前に再構成されたピクセルのセットから決定される少なくとも1つの最適単方向予測モードを用いて行われる。

10

【0092】

前記ピクセルブロック(70)に属するピクセルの前記第1の部分に対して、エピポーラ平面画像を用いて、予測値が得られると、前記予測値を用いて、予測値がまだ得られていない、前記ピクセルブロック(70)に属する他のピクセル部分を予測する。

【0093】

予測値がまだ得られていない、前記ピクセルブロック(70)に属する他のピクセル部分の予測は、例えば、H.264標準のイントラ予測モードから得られる古典的予測モード(このイントラ予測モードに対応するサイド情報がデコーダに送信される必要があるが)を用いて、またはより簡単に、(サイド情報はより少なくてよく、その理由は、予測ピクセルの一部がエピポーラ平面画像を用いて再構成されると、空間的補間を実行しなければならないことを、デコーダはデフォルトで知っているからである)空間的補間を用いて行われる。

20

【0094】

より正確には、空間的補間により、予測ピクセル(pixel to predict)の予測値は、例えば、直接的にまたは非直接的に隣接する二以上のピクセルの値の平均または加重に対応し、前記隣接ピクセルはすでに再構成されている(71)か、または前記第1の部分に属し、すでに予測値に関連付けられている。

【0095】

例えば、水平(あるいは垂直)空間的補間により、予測ピクセルの予測値は、例えば、二以上のピクセルの値の平均または加重に対応し、すでに予測値に関連付けられ、またはそれに水平に(あるいは垂直に)直接隣接して、すでに再構成されている。

30

【0096】

この場合、空間的補間が実行され、予測値が、前記ピクセルブロック(70)に直接隣接する予測ピクセル(例えば、前記ブロック(70)の真下にある予測ピクセルのラインの予測ピクセル)に対しても得られ、これは、エピポーラ平面画像を用いて、続く空間的補間中に、前記ブロック(70)の予測ピクセルが、すでに予測値に関連付けられた、またはすでに再構成され、空間的補間を実行する必要があるピクセルに隣接する。

【0097】

このように、この第2の変形例では、ピクセルブロック(70)の予測ピクセルの一部が、エピポーラ平面画像に対応する次元で最初に予測され、ピクセルの他の部分は、エピポーラ平面画像を用いずに、ビュー内で実行される空間的補間を用いて予測される。

40

【0098】

例えば、この第2の変形例では、考慮される予測ピクセルブロックについて、2つのピクセルに1つの予測値の取得は、エピポーラ平面画像から決定される単方向予測モードを用いて行われる。

【0099】

このように、ピクセルブロック(70)の2つのピクセルに1つは、まだ予測されていない。これらの残った予測ピクセルについて、エピポーラ平面画像を用いた予測値の外挿は、考慮されるビューの再構成されたピクセルのセット(71)と、予測値がエピポーラ

50

平面画像を用いてまだ得られていない、前記ピクセルブロック(70)のピクセルとを用いて行われる水平空間的補間の使用により置き換え得る。

【0100】

前記ピクセルブロック(70)の残っている予測ピクセルの幾つかに対して、予測値が得られないことがある。この場合、予測値が得られていない残りのピクセルのうちのピクセルを、前記ブロック(70)の残りの予測ピクセルを予測する後続の反復で用い、この場合、垂直補間などを用いる。図7bは、水平エピポーラ平面画像hEPI3中の前に再構成されたピクセル(7000)により囲まれた、考慮されるブロック70の最後のラインの予測ピクセル701のみを表す。前述の通り、かかる前に再構成されたピクセル(7000)のうち、幾つかの再構成されるピクセル71(三角形で示す)は、予測ピクセル701と同じライン中の同じビューに属する。図から分かる通り、予測ピクセル701に隣接する、前に再構成されたピクセルのセット(7000)は、現在の予測ピクセルの左と上のゾーンに対応する。

【0101】

水平エピポーラ平面画像hEPI3中の予測ピクセル701のかかる環境に関して、本開示では、エピポーラ平面画像の特定の方向特性を利用する新しい単方向予測モードを用いる。

【0102】

所定の単方向予測モードのセットの一例を図8に示す。エピポーラ平面画像の前に再構成されたピクセルを用いる他の例を容易に求めることもできる。図から分かるように、これらすべての単方向予測モードによれば、予測方向は、大きな点により表されるエピポーラ平面画像中の前に再構成されたピクセルから、予測ピクセルへの矢印により示される。

【0103】

単方向予測モードのかかる例は、H.264標準のイントラ4×4予測により開示されたものと同様であると考えられるが、留意すべき点として、本開示によれば、かかるモードは、エピポーラ平面画像の前に再構成されたピクセルを用いて定められ、これにより、シーンの4次元(4D)ライトフィールドの特性を利用することが可能である。

【0104】

そうではなく、H.264標準のイントラ4×4予測により用いられる単方向予測モードは、符号化する画像の、前に再構成されたピクセルを用いて確定されるが、これは、シーンの4次元(4D)ライトフィールド全体の利益を得ることはできない。

【0105】

特に、図から分かるように、図8のモード8は、H.264標準のイントラ4×4予測のモード8とは大きく異なる。その理由は、矢印がエピポーラ平面画像の前に再構成されたピクセル(大きい点で示す)から予測ピクセルまでであり、「水平左下」であり、H.264標準のイントラ4×4予測のモード8に対応する矢印は、エピポーラ平面画像の前に再構成されたピクセルから始まらず、「水平上向き」だからである。

【0106】

また、図から分かるように、H.264のイントラ4×4予測のモード2は、本開示による予測には受け入れられていない(すなわち、DCモード2は本開示により実施されない。本開示の予測は4Dライトフィールドの場合に実行される。

本開示の一態様では、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像の少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセット(7000)において、少なくとも1つの再構成されたピクセルは、図7bに三角形で示したピクセル701のように、前記ビューに属し、前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する。所定の単方向予測モードの1つは、外挿方向が、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像と前記ビューとの両方に属する前記少なくとも1つの再構成ピクセルから、前記少なくとも1つの予測ピクセルへの方向である単方向予測モードに対応する。かかるモードを図8のモード1により例示する。

【0107】

10

20

30

40

50

図 6 a に示すように、決定 (52) の第 1 の実施形態に関して、かかる決定 (52) は、異なるフィルタリング動作 (F\_0j) を、所定の単方向予測モードの前記セットの各単方向予測モードに関連付けることを含む。

【0108】

かかる異なるフィルタリング動作を、例えば、図 9 に示す。より正確には、図 9 の例によると、かかるフィルタリング動作はマトリックスまたはマスクであり、それぞれ図 8 の所定の単方向予測モードのセットのうちの 1 つの単方向予測モードに対応している。

【0109】

例えば、マスク D0 において、図 8 の垂直モード 0 の矢印の始点は「-1」で示され、その矢印の先端は「1」で示される。

10

【0110】

マスクの他の多くの例を用いることができ、例えば、垂直モード、すなわちエピポーラ平面画像中の垂直センターを示すため、次のマスク D0 を使用できる：

【0111】

【数 1】

$$D_0 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

20

かかる例は、エピポーラ平面画像中の垂直センターをハイライトし、加重を用いて、考慮される予測ピクセルの真上に隣接するものの加重を強調する。3 × 3 マトリックスとはサイズが異なる他のマスクを用いて、少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、より以前の再構成ピクセルを考慮できる。

【0112】

任意的に、精度を向上するため、かかるフィルタリング動作 (610) はエピポーラ平面画像に適切に配置され、垂直矢印は、図 10 に示すように、考慮される予測ピクセル p (0, 0) の真上にあるようにされる。

【0113】

30

より正確には、図 10 に示すように、EPI ラインの第 1 の予測ピクセル p (0, 0) に対してチェックする異なる方向の (図 9 で例として提案された) 置み込みマスクの対応する中心位置は、次の通りである：

$$\begin{aligned} D_0 \text{ on } C_0 &= p(0, -2) \\ D_1 \text{ on } C_1 &= p(-2, 0) \\ D_3 \text{ on } C_3 &= p(2, -2) \\ D_4 \text{ on } C_4 &= p(-2, -2) \\ D_5 \text{ on } C_5 &= p(-1, -2) \\ D_6 \text{ on } C_6 &= p(-3, -2) \\ D_7 \text{ on } C_7 &= p(1, -2) \\ D_8 \text{ on } C_8 &= p(3, -2) \end{aligned}$$

40

異なるフィルタリング動作が各単方向予測モードに関連付けられ (61)、任意的に適切に配置 (610) されると、各フィルタリング動作 (すなわち、マスク) は、少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像の少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセット 700 に適用され (62)、各単方向予測モードに関連するエネルギーレベルを取得する。

【0114】

かかるエネルギーレベルは、各単方向予測モードに関連する各方向 (すなわち、矢印) の空間的傾きに対応する。

【0115】

50

空間的傾きのエネルギーレベルを計算するステップは、図9の2Dマスクの少なくとも1つの予測ピクセル(701)に接続する、前に再構成されたピクセルに対して、近傍を動き回るウィンドウとして用いられる畳み込みとして、実行される。

【0116】

予測ピクセル(図10のp(0,0)、ここで2つのウィンドウのみが点線で示されている)の近傍の8つのフィルタされたバージョンが生成され、次の式により計算される方向エネルギーレベルE0ないしE8が決定される:

【0117】

【数2】

10

$$E_d = \sum_{(k,l) \in N_d} |(Y * D_d)(k,l)| = \sum_{(k,l) \in N_d} \sum_{a=-m}^m \sum_{o=-n}^n |Y(k+a, l+o) \cdot D_d(a, o)|$$

ここで、Ndは同じ畳み込みマスクDdの中心の一のセットであり、各畳み込みマスクDdに対して、補間する、ピクセルp(0,0)のフィルタされた近傍を確定する。この近傍は、例えば、図10に示すように、1つの位置(k,1)のみを中心とし、畳み込みマスクD8は1つの位置C8 = p(3, -2)を中心とする。あるいは、Ndは、二以上の位置を含んでも良く、すなわち、畳み込みマスクD8は、C8\_1 = p(3, -2)に配置されても、C8\_2 = p(4, -2)に配置されてもよい。Ndが二以上の位置を含む場合、Edは、前記セットの位置の数Ndで割ることにより、規格化されるべきである。

(k, 1)は、セットNdに属する中心の座標に対応する、

Yは輝度値である、

dは、異なる予測方向に対応するインデックスである、

- \*は畳み込み演算である、

(a, o)は、畳み込みマスクDdの各計数の座標に対応する。図9において、かかるマスクDdは3×3 = 9個の係数を含む、

2n+1と2m+1は、畳み込みマスクDdのサイズに対応する(すなわち、図9と図10の3×3フィルタの例では、m = n = 1)。

| . |は、選択された標準演算(selected standard operator)に対応し、

【0118】

【数3】

20

30

$$E_d = \sum_{(k,l) \in N_d} ((Y * D_d)(k,l))^2$$

のように、二乗も可能である。

Ddは、EPI空間方向dにより定まるPrewittタイプ畳み込みマスクに対応し、この例を図9に示した。この例では、Ndは1つだけの中心位置を含む。

40

【0119】

言い換えると、前記少なくとも1つの予測ピクセルp(0,0)に隣接する、前に再構成されたピクセルの前記セット(7000)に対する、各フィルタリング動作の適用(62)は、前記少なくとも1つの予測ピクセルが属するエピポーラ平面画像中の考慮されるピクセルの近傍エリアにある近傍信号を分析することを含む。

【0120】

例えば、方向d = 0の場合、すなわち、現在ピクセルp(0,0)に隣接するピクセルC0(0, -2)を中心とする図8のモード0に対応する図9のマスクD0を用いると、すなわち、ラインk = -2、列l = 0を用いると(座標0, 0は、予測ピクセル701p(0, 0)に対応する)、エネルギーレベルE0の計算値は、ピクセル(0, -1)の輝

50

度引くピクセル ( 0 , - 3 ) の輝度である。

【 0 1 2 1 】

$$E_0 = Y(0, -1) - Y(0, -3)$$

実際、選択されたマスク  $D_0$  に関して、2つの係数のみがゼロではない。

【 0 1 2 2 】

畳み込みマスク  $D_d$  に関連する前記セット  $N_d$  の各位置について計算された値のセットは、エネルギー  $E_d$  を与える。図 10 の場合、前記セット  $N_d$  は 1 つのみの中心位置を含み、それゆえ、 $m = n = 1$  でありサイズ  $(2n + 1) \times (2m + 1) = 9$  のマスク  $D_0$  には、すべての係数がゼロでなければ、9回の和となる。

【 0 1 2 3 】

図 9 の例によれば、 $N_d$  が 1 つの中心  $C_0$  を有し、 $D_0(0, -1) = 1$  かつ  $D_0(0, 1) = -1$  である場合を考えると、2つの係数のみがゼロではない。

(M 個の予測モード、例えば、図 8 では  $M = 8$  ) のうちインデックス  $j$  の) 各単方向予測モードのエネルギーレベルが得られると (62)、最適な単方向予測モードを選択する。

【 0 1 2 4 】

かかる選択 (63) は、エネルギーレベルがより低い空間方向を有する方向を検出することを含み、かかるエネルギーレベルは、上記の通り、潜在的コンター (potential contours) に共線的 (collinear manner) に計算される。

【 0 1 2 5 】

換言すると、エネルギーレベルが、各単方向予測モードに対して得られるエネルギーレベルの最小値のアーギュメント  $d_{opt} = \arg \min d \{ E_d \}$  である、単方向予測モードに対応する前記最適な単方向予測モードを選択することとを含む。

【 0 1 2 6 】

ここで、 $d = 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  である (前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセット (7000) のうち、少なくとも 1 つの再構成ピクセルも前記ビューに属し、前記予測ピクセルに隣接する場合、1 である)。

【 0 1 2 7 】

実際、エピポーラ平面画像の少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接するコンターが垂直コンターである場合、ピクセル (0, -1) の輝度とピクセル (0, -3) の輝度とは近く、エネルギー  $E_0$  は非常に小さくなる。

【 0 1 2 8 】

言うまでもなく、潜在的コンターに直交する方向で計算された傾きで、最大傾きに基づくアプローチも可能である。

【 0 1 2 9 】

図 6 a の第 1 の実施形態に関して、(前記ピクセルブロックの  $N$  ピクセルのうちのインデックス  $i$  の) 少なくとも 1 つの予測ピクセルに対して、最適な一方向予測モードの選択 (63) が、M 個の所定の単方向予測モードのセットにおいて実行される。

【 0 1 3 0 】

図 6 b により示す第 2 の実施形態によると、本開示の予測方法は、さらに、ピクセルブロック  $B_{Pi} \times$  の予測ピクセル  $G_{Pi} \times$  の少なくとも 1 つのグループを設けることを含み、前記ピクセルグループ  $G_{Pi} \times$  は、同じラインの、同じ列の、又は前記ピクセルブロックのラインまたは列に対して所定の角度方向を示す少なくとも 2 つのピクセルのセットの、少なくとも 2 つのピクセル  $P_g$  を含む。

【 0 1 3 1 】

以下、前記ピクセルグループ  $G_{Pi} \times$  は  $G$  個のピクセルを含むものとする。例えば、このようなピクセル群  $G_{Pi} \times$  は、図 7 b に示すように同じ線の 4 つの予測ピクセル  $P_{g701}$  に対応することができる。

【 0 1 3 2 】

10

20

30

40

50

図6bの第2の実施形態は、図6aの第1の実施形態と、選択ステップ(6300)が異なる。実際、第2の実施形態によれば、前記ピクセルグループに属するすべての予測ピクセルに同じ最適な单方向予測モードを選択し(6300)、前記最適な单方向予測モードはエネルギーレベルが、最小値、前記ピクセルグループの前記少なくとも1つの予測ピクセルに対して得られたエネルギーレベルのアーギュメントである。

#### 【0133】

言い換えると、この第2の実施形態では、 $M \times G$ エネルギーレベルを考慮に入れて、前記ピクセルグループ  $G \_ P_i \times$  に属する全てのピクセルについて最適な单方向予測モードが選択され、一方、第1の実施形態では、 $M$ 個のエネルギーレベルを考慮して、予測ピクセル後とに最適单方向予測モードが選択される。

10

#### 【0134】

図6aと図6bに示すこれらの2つの実施形態の第1の変形例によれば、1つの予測ピクセルが属する少なくとも2つのエピポーラ平面画像(EPI)が、水平エピポーラ平面画像(EPI)及び垂直エピポーラ平面画像(EPI)に対応し、または異なる角度方向のエピポーラ平面画像(EPI)のセットに対応する場合、前記最適な单方向予測モードを決定することを、前記水平エピポーラ平面画像(EPI)及び前記垂直エピポーラ平面画像(EPI)に対して、または異なる角度方向のエピポーラ平面画像に対して実行する。前記最適な单方向予測モードは、エネルギーレベルが各エピポーラ平面画像に対して得られるエネルギーレベルの最小値のアーギュメントである、 $d_{opt}^0 = \arg \min_{d_0, d_1, \dots, d_9} \{E_{d_0, d_1, \dots, d_9}\}$ 、ここで  $d = 0, 3, 4, 5, 6, 7, 9$ かつ  $o =$  垂直または水平 EPI である、单方向予測モードに対応する。

20

#### 【0135】

同じ場合に、前記の2つの実施形態の第2の変形例によれば、最適な单方向予測モードが各エピポーラ平面画像に対して決定され、前記少なくとも1つの予測ピクセルの予測値は、各エピポーラ平面画像に対して決定される前記最適な单方向予測モードを用いてそれぞれ得られる少なくとも2つの予測値の平均に対応する。

#### 【0136】

少なくとも1つの最適な单方向予測モードが図6aと図6bに示した2つの実施形態のうちの1つにより決定されると、前記少なくとも1つの予測ピクセルの予測値が、前記少なくとも1つの最適な单方向予測モードを用いて外挿される(53)。前記外挿は、外挿エンティティにより実行される。

30

#### 【0137】

これらの外挿は次のように行われる(図8を参照)：

モード0(垂直)： $p(x, y) = p_0 = p(x, -1)$

モード1(水平)： $p(x, y) = p_1 = p(x - 1, y)$

モード3(斜め左下)： $p(x, y) = p_3 = (p(x, -1) + 2 * p(x + 1, -1) + p(x + 2, -1) + 2) >> 2$

モード4(斜め右下)： $p(x, y) = p_4 = (p(x - 2, -1) + 2 * p(x - 1, -1) + p(x, -1) + 2) >> 2$

モード5(垂直右)： $p(x, y) = p_5 = (p(x - 1, -1) + p(x, -1) + 1) >> 1$

40

モード6(水平右下)： $p(x, y) = p_6 = (p(x - 1, -1) + 2 * p(x - 2, -1) + p(x - 3, -1) + 2) >> 2$

モード7(垂直左)： $p(x, y) = p_7 = (p(x, -1) + p(x + 1, -1) + 1) >> 1$

モード8(水平左下)： $p(x, y) = p_8 = (p(x + 1, -1) + 2 * p(x + 2, -1) + p(x + 3, -1) + 2) >> 2$ 。

ここで、

「 $p(x, y)$ 」は、図7bの4つのピクセル701の各座標(0, 0)、(1, 0)、(2, 0)及び(3, 0)の、現在の予測ピクセルである。

50

「 \* 」は積の演算子である、  
 「 >> n 」は  $2^n$  による整数割り算である。

### 【 0 1 3 8 】

留意点として、本開示による予測方向は、図 8 に示した 8 つの方向に限定されない。疊み込みマスクを適合させ、それに応じた外挿の式を用いれば、他の方向を用いることも可能である。

第 1 の実施形態を考慮して、例えば、座標 ( 0 , 0 ) 、 ( 1 , 0 ) 、 ( 2 , 0 ) 及び ( 3 , 0 ) の各予測ピクセルに対して、モード 0 ( $d_{o_{p_t}} = 0$ ) 、 3 ( $d_{o_{p_t}} = 3$ ) 、 5 ( $d_{o_{p_t}} = 5$ ) 及び 8 ( $d_{o_{p_t}} = 8$ ) が選択される：

$$\begin{aligned} p(0, 0) &= p_0 = p(0, -1), & 10 \\ p(1, 0) &= p_3 = (p(1, -1) + 2 * p(2, -1) + p(3, -1) + 2) \\ >> 2 \\ p(2, 0) &= p_5 = (p(1, -1) + p(2, -1) + 1) >> 1, \text{ 及び} \\ p(3, 0) &= p_8 = (p(4, -1) + 2 * p(5, -1) + p(5, -1) + 2) \\ >> 2. \end{aligned}$$

### 【 0 1 3 9 】

第 2 の実施形態を考慮して、例えば、座標 ( 0 , 0 ) 、 ( 1 , 0 ) 、 ( 2 , 0 ) 及び ( 3 , 0 ) の 4 つの予測ピクセル (`pixels_to_predict`) に対してそれぞれ、モード 5 ( $d_{o_{p_t}} = 5$ ) が選択される。

$$\begin{aligned} p(0, 0) &= p_5 = (p(-1, -1) + p(0, -1) + 1) >> 1, & 20 \\ p(1, 0) &= p_5 = (p(0, -1) + p(1, -1) + 1) >> 1 \\ p(2, 0) &= p_5 = (p(1, -1) + p(2, -1) + 1) >> 1, \text{ 及び} \\ p(3, 0) &= p_5 = (p(2, -1) + p(3, -1) + 1) >> 1. \end{aligned}$$

#### < 符号化方法 >

上記の予測手法は、ビューエンコーダのマトリックスにより用い得る。実際、本開示は、ビューマトリックスの画像を符号化（それぞれを復号）する方法を提供することを目的とし、この目標のため、ビューマトリックスのエピポーラ平面画像（EPI）表現に基づく、上記に開示したような、新しいタイプの予測を用いる。

### 【 0 1 4 0 】

エピポーラ平面画像（EPI）に基づく新しいタイプの予測は、例えば、T. Wiegand et al. 著「Lagrange Multiplier Selection in Hybrid Video Coder Control」(pp 542 - 545 vol. 3 IEEE International Conference on Image processing 2001) に開示されたレート歪み最適化（Rate Distortion Optimization）基準を用いて、他の古典的なタイプの予測から自動的に選択される。

### 【 0 1 4 1 】

図 11 を参照して、一実施形態では、エンコーダは、シーンに関連するライトフィールドデータから得られたビューマトリックスに対して、次のステップを実施する：

- 上記の通り、予測方法により前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを予測して、予測ピクセルブロックを求めるステップ、
- 決定モジュールを用いて、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定するステップ、
- 符号化モジュールを用いて、前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化するステップ。

### 【 0 1 4 2 】

符号化（102）中、残差誤差が変換され、量子化され、最後にエントロピーコーディングされる。

任意的に（点線で示したように）、符号化方法はさらに、

- 前記シーンに関連するライトフィールドデータから得た前記ビューマトリックスを表

す信号に、符号化された残差誤差を挿入するステップと、

- 前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を前記信号に挿入するステップとを含む。

特に、かかるオプションは、予測方法の第2の実施形態を実行するときに、実施される。

前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を含む信号が得られる。

**【0143】**

＜復号方法＞

ここで図12を参照して、ビューマトリックスを復号するのに適したデコーダにおいて実施される復号の主なステップを説明する。

10

**【0144】**

デコーダは、例えば、上記の符号化方法に従って符号化されたビューマトリックスを表す信号を受信するものと仮定する。

**【0145】**

図12は、復号方法を示し、これにおいて、信号は任意的に（点線で示したように）、少なくとも1つの予測残差と、前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを示す情報を含む。

**【0146】**

よって、この実施形態では、本発明による復号方法は、

- 前記信号から、復号モジュールを用いて、前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号（111）することと、

20

- 予測モジュールを用いて、請求項1乃至8いずれか一項に記載の予測する方法により、前記少なくとも1つのピクセルブロックを予測（112）して、予測されたピクセルブロックを取得することと、

- 再構成モジュールを用いて、前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも1つのピクセルブロックを再構成（113）することと、

前記信号から、前記ピクセルブロック中の少なくとも1つの予測ピクセルグループを表す情報を取り出すことであって、前記予測は前記情報を考慮している、ことをさらに含む。

**【0147】**

30

復号（111）時、残差誤差は逆量子化され、符号化時に実行されたプロセスとは逆に逆変換される。

**【0148】**

＜予測モジュール、エンコーダ、及びデコーダの構成＞

図5、6a及び6b、11及び12において、モジュールは機能ユニットであり、これは区別可能な物理的ユニットに関するものであってもなくてもよい。例えば、これらのモジュールは全体を、またはその一部を、1つの部品や回路にまとめてよいし、またはソフトウェアの機能に貢献してもよい。逆に、幾つかのモジュールは、別の物理的実体により構成されいてもよい。本開示とコンパチブルな装置は、純粋なハードウェア、例えばASIC（Application Specific Integrated Circuit）、FPGA（Field-Programmable Gate Array）、またはVLSI（Very Large Scale Integration）などの専用ハードウェアを用いて、または装置に組み込まれた幾つかの集積電子コンポーネントを用いて、またはハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネントとの組み合わせを用いて、実装される。

40

**【0149】**

図13は、装置1300のアーキテクチャ例を表し、これは図1-10を参照して説明した予測方法、図11を参照して説明した符号化方法、または図12を参照して説明した復号方法を実装するように構成され得る。

装置1300は、データ及びアドレスバス1301によりリンクされた次のよそを含む：

50

- マイクロプロセッサ 1303 (または C P U )、これは例えば D S P ( すなわち D i g i t a l S i g n a l P r o c e s s o r ) である ;
- R O M ( すなわち R e a d O n l y M e m o r y ) 1302 ;
- R A M ( すなわち R a n d o m A c c e s s M e m o r y ) 1304 ;
- アプリケーションとの間でデータを送受信する I / O インターフェース 1305、及び
- バッテリ 1306 。

【 0150 】

一変形例では、電源 1306 は装置の外部にある。図 13 の各要素は、当業者には周知であり、これ以上は説明しない。上記のメモリの各々において、本明細書で用いる「レジスタ」との用語は、小容量 ( 数ビット ) の領域または非常に大きい領域 ( 例えば、プログラム全体または大量の受信または復号データ ) に対応し得る。R O M 1302 は少なくともプログラムとパラメータを含む。本開示による方法のアルゴリズムは、R O M 1302 に格納される。スイッチオンの時に、C P U 1303 は R A M にプログラムをアップロードし、対応する命令を実行する。

【 0151 】

R A M 1304 は、レジスタ中に、C P U 1303 により実行され、装置 1300 のスイッチオン後にアップロードされるプログラム、レジスタ中の入力データ、レジスタ中の方法の様々な状態にある中間データ、レジスタ中の本方法の実行のために用いるその他の変数を含む。

【 0152 】

ここで説明した実施形態は、方法またはプロセス、装置、またはソフトウェアプログラム、データストリーム、又は信号として実施できる。1つの形式の実施形態の場合で説明した ( 例えば、方法または装置としてのみ説明した ) 場合であっても、説明した機能の実施形態は他の形式 ( 例えば、プログラム ) でも実施できる。装置は例えば適切なハードウェア、ソフトウェア、及びファームウェアで実施可能である。上記の方法は、例えばプロセッサ等の装置で実施可能である。プロセッサとは、処理装置一般を指し、例えばコンピュータ、マイクロプロセッサ、集積回路、プログラマブル論理装置などを指す。プロセッサは、エンドユーザ間での情報通信を行う、コンピュータ、セルラー電話、ポータブル / パーソナル・デジタル・アシスタント ( P D A ) などの装置、及びその他の通信装置も含む。

【 0153 】

符号化またはエンコーダの具体的な実施形態によると、前記ビューマトリックス ( m a t r i x o f v i e w s ) はソースから取得される。例えば、情報源は次を含むセットに属する :

- ローカルメモリ ( 1302 または 1304 ) であって、例えばビデオメモリまたは R A M ( すなわちランダムアクセスメモリ )、フラッシュメモリ、R O M ( すなわちリードオンリーメモリ )、ハードディスク ;
- ストレージインターフェースであって、例えば大容量記憶装置、R A M、フラッシュメモリ、R O M、光ディスク、または磁気支持体とのインターフェース ;
- 通信インターフェース ( 1305 ) であって、例えば有線インターフェース ( 例えば、バスインターフェース、広域ネットワークインターフェース、ローカルエリアネットワークインターフェース ) または無線インターフェース ( 例えば、I E E E 802.11 インターフェースまたは B l u e t o o t h ( 登録商標 ) インターフェース )、及び
- 撮像回路 ( 例えば、C C D ( すなわち C h a r g e - C o u p l e d D e v i c e ) または C M O S ( すなわち C o m p l e m e n t a r y M e t a l - O x i d e - S e m i c o n d u c t o r ) などのセンサ ) 。

【 0154 】

復号またはデコーダの様々な実施形態によると、復号されたビューマトリックスは送り先に送信され、具体的には次のものを含むセットに属する送り先に送信される :

10

20

30

40

50

- ローカルメモリ (1302または1304) であって、例えばビデオメモリまたはRAM (すなわちランダムアクセスメモリ)、フラッシュメモリ、ROM (すなわちリードオンリーメモリ)、ハードディスク；
- ストレージインターフェースであって、例えば大容量記憶装置、RAM、フラッシュメモリ、ROM、光ディスク、または磁気支持体とのインターフェース；
- 通信インターフェース (1305) であって、例えば有線インターフェース (例えば、バスインターフェース、広域ネットワークインターフェース、ローカルエリアネットワークインターフェース) または無線インターフェース (例えば、IEEE802.11イントーフェースまたはBlueooth (登録商標) インターフェース)、及び
- ディスプレイ。

10

#### 【0155】

符号化またはエンコーダの異なる実施形態によると、エンコーダにより配信されるビットストリームは送り先に送信される。一例として、ビットストリームは、ビデオメモリ (1304) またはRAM (1304)、ハードディスク (1302) などのローカルまたはリモートメモリに格納される。変形例では、ビットストリームは、例えば、大規模記憶、フラッシュメモリ、ROM、光ディスクまたは磁気サポートとのインターフェースなどのストレージインターフェースに送信され、ポイントツーポイントリンク、通信バス、ポイントツーマルチポイントリンクまたはブロードキャストネットワークなどの通信インターフェース (1305) を解して送信される。

#### 【0156】

20

復号またはデコーダの様々な実施形態によると、ビットストリームはソースから取得される。典型的には、ビットストリームは、ビデオメモリ (1304)、RAM (1304)、ROM (1302)、フラッシュメモリ (1302) またはハードディスク (1302) などのローカルメモリから読み出される。変形例では、ビットストリームは、ストレージインターフェースから受信され、例えば大容量記憶装置、RAM、ROM、フラッシュメモリ、光ディスクまたは磁気支持体とのインターフェースから受信され、および／または通信インターフェース (1305) から受信され、例えばポイントツーポイントリンク、バス、ポイント・ツー・マルチポイント・リンク、またはブロードキャストネットワークとのインターフェースから受信される。

#### 【0157】

30

ここに説明した様々なプロセスと特徴の実施形態は、異なるいろいろな装置やアプリケーションで実施できる。かかる装置の例には、エンコーダ、デコーダ、デコーダからの出力を処理するポストプロセッサ、エンコーダに入力を供給するプリプロセッサ、ビデオコーダ、ビデオデコーダ、ビデオコーデック、ウェブサーバ、セットトップボックス、ラップトップ、パーソナルコンピュータ、セルラー電話、PDA、ピクチャまたはビデオを処理するその他の任意の装置、またはその他の通信装置が含まれる。言うまでもなく、上記の機器は可動なものであってもよいし、移動体に組み込まれていてもよい。

#### 【0158】

さらに、これらの方法は、プロセッサによって実行される命令によって実施されてもよく、そのような命令 (および／または実装によって生成されたデータ値) は、コンピュータ可読記憶媒体に格納されてもよい。コンピュータ読み取り可能記憶媒体は、一以上のコンピュータ読み取り可能媒体に化体され、その上に化体され、コンピュータにより実行可能なコンピュータ読み取り可能プログラムコードを有するコンピュータ読み取り可能プログラム製品の形式を取ることができる。本願のコンピュータ読み取り可能記憶媒体は、情報をその中に記憶する本来的機能、及びそれから情報の読み出しをする本来的機能を与えた、非一時的記憶媒体である。コンピュータ読み取り可能記憶媒体は、例えば、電子的、磁気的、光学的、電磁気的、赤外線、又は半導体のシステム、装置、又は装置、又はそれらの任意の好適な組み合わせである。言うまでもなく、次のリストは、本原理を適用できるコンピュータ読み取り可能記憶媒体のよりぐらいた的な例を提供するものであるが、当業者には明らかなように、単なる例示であり網羅的なものではない：ポータブルコン

40

50

ピュータディスクケット；ハードディスク；リードオンリーメモリ（ROM）；消去可能プログラマブルリードオンリーメモリ（EPROMまたはフラッシュメモリ）；ポータブルコンパクトディスクリードオンリーメモリ（CD-ROM）；光学的記憶装置；磁気記憶装置；又はそれらの任意の好適な組み合わせ。

【0159】

上記の命令は、プロセッサ読み取り可能媒体上に化体されたアプリケーションプログラムであってもよい。

【0160】

命令は、例えば、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であってもよい。命令は、例えば、オペレーティングシステム、アプリケーション、又はこれらの組み合わせに見いだすことができる。それゆえ、プロセッサは、プロセスを実行するように構成されたデバイス、及びプロセスを実行する命令を記憶したプロセッサ読み取り可能媒体（記憶デバイスなど）を含むデバイスの両方として特徴付けられる。さらに、プロセッサ読み取り可能媒体は、命令に加えて、又は命令の替わりに、実施形態により生成されたデータ値を記憶することができる。

10

【0161】

当業者には言うまでもないが、実施形態は、例えば記憶または送信され得る情報を担うようフォーマットされた種々の信号を生成することもできる。情報には、例えば、方法を実行する命令や、説明した実施形態により生成されるデータが含まれ得る。例えば、信号は、データとして、説明した実施形態のシンタックスを書き込み又は読み出しする規則を担うようにフォーマットされてもよいし、又はデータとして、説明した実施形態により書き込まれた実際のシンタックス値を担うようにフォーマットされてもよい。かかる信号は、（例えば、無線周波数のスペクトルを用いた）電磁波やベースバンド信号などとしてフォーマットし得る。フォーマット化には、例えば、データストリームの符号化、符号化したデータストリームによるキャリアの変調が含まれる。信号が担う情報は例えばアナログ情報やデジタル情報であってもよい。知られているように、信号は様々な異なる有線リンクまたは無線リンクで送信できる。信号はプロセッサ読み取り可能媒体に記憶してもよい。

20

【0162】

実施形態を説明した。しかし、言うまでもなく様々な修正を行うことができる。例えば、別の実施形態の要素を組み合わせ、補充し、修正し、または削除して、他の実施形態を形成してもよい。また、当業者には言うまでもないが、開示した構成やプロセスを他の構成やプロセスで置き換えてもよく、その結果の実施形態が少なくとも実質的に同じ機能を果たし、少なくとも実質的に同じように、開示した実施形態と実質的に同じ結果を達成する。したがって、本願ではこれらの実施形態及びその他の実施形態を想定している。

30

（付記1）

シーンに関連するライトフィールドデータから取得したビューマトリックスに属するピューの少なくとも1つのピクセルブロックを予測する方法であって、

前記方法はプロセッサにより実施され、前記ピクセルブロックの少なくとも1つの予測ピクセルに対して：

40

- 前記ビューマトリックスから、前記少なくとも1つの予測ピクセルが属する少なくとも1つのエピポーラ平面画像（EPI）を取得することと、
- 単一方向予測モードのセットのうち、前記少なくとも1つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも1つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、少なくとも1つの最適な単一方向予測モードを決定することと、
- 前記少なくとも1つの最適な単一方向予測モードを用いて、前記少なくとも1つの予測ピクセルの予測値を外挿することとを含む、方法。

（付記2）

前記最適な単一方向予測モードを決定することは、前記ピクセルブロックの前記少なくとも1つの予測ピクセルに対して、

50

- 異なるフィルタリング動作を、前記单一方向予測モードのセットの各单一方向予測モードに関連付けることと、
- 各フィルタリング動作を、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成したピクセルのセットに適用し、各单一方向予測モードのエネルギーレベルを取得することであって、前記フィルタリング動作は、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルの輝度を分析することを含む、適用することと、
- エネルギーレベルが、各单一方向予測モードに対して得られるエネルギーレベルの最小値の、または最大値のアーギュメントである、单一方向予測モードに対応する前記最適な单一方向予測モードを選択することとを含む、

10

付記 1 に記載の方法。

(付記 3 )

前記ピクセルブロックに、予測ピクセルの少なくとも 1 つのグループを設けることであって、前記グループは、同じラインの、同じ列の、または前記ピクセルブロックのラインまたは列に対して角方向を示す少なくとも 2 つのピクセルのセットの少なくとも 2 つのピクセルを含む、設けることとを含み、

前記最適な单一方向予測モードを決定することは、

- 異なるフィルタリング動作を、前記单一方向予測モードのセットの各单一方向予測モードに関連付けることと、
- ピクセルグループの少なくとも 1 つの予測ピクセルに対して、各フィルタリング動作を、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットに適用することと、
- 前記ピクセルグループに属するすべての予測ピクセルに同じ最適な单一方向予測モードを選択することであって、前記最適な单一方向予測モードはエネルギーレベルが、最小値、又は最大値、前記ピクセルグループの前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに対して得られたエネルギーレベルのアーギュメントである、

20

付記 1 に記載の方法。

(付記 4 )

1 つの予測ピクセルが属する少なくとも 2 つのエピポーラ平面画像 (EPI) が、水平エピポーラ平面画像 (EPI) 及び垂直エピポーラ平面画像 (EPI) に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像 (EPI) のセットに対応する場合、

30

前記最適な单一方向予測モードを決定することは、前記水平エピポーラ平面画像 (EPI) について、及び前記垂直エピポーラ平面画像について、又は異なる角度方向のエピポーラ平面画像 (EPI) について実行され、前記最適な单一方向予測モードは、エネルギーレベルが各エピポーラ平面画像に対して得られるエネルギーレベルの最小値のアーギュメントである单一方向予測モードに対応する、

付記 2 または 3 に記載の方法。

(付記 5 )

1 つの予測ピクセルが属する少なくとも 2 つのエピポーラ平面画像 (EPI) が、水平エピポーラ平面画像 (EPI) 及び垂直エピポーラ平面画像 (EPI) に、または異なる角度方向エピポーラ平面画像 (EPI) のセットに対応する場合、

40

最適な单一方向予測モードは、各エピポーラ平面画像に対して決定され、前記予測ピクセルの予測値は、各エピポーラ平面画像に対して決定される前記最適な单一方向予測モードを用いて、それぞれ得られた少なくとも 2 つの値の平均に対応する、

付記 2 または 3 に記載の方法。

(付記 6 )

異なるフィルタリング動作を、单一方向予測モードのセットの各单一方向予測モードに関連付けることは、各異なるフィルタリング動作について、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中前記予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットに、作用点を配置することを含む、

50

付記 2 ないし 5 いずれか一に記載の方法。

(付記 7 )

前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットのうち、少なくとも 1 つの再構成ピクセルもビューに属し、前記予測ピクセルに隣接する場合、

单一方向予測モードのうちの 1 つは、外挿方向が、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像と、前記ビューとの両方に属する、前記少なくとも再構成ピクセルから、前記予測ピクセルへの方向である、单一方向予測モードに対応する、

付記 1 乃至 6 いずれか一に記載の方法。

(付記 8 )

10

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも 1 つのピクセルブロックを符号化する方法であって、

- 請求項 1 乃至 7 いずれか一項に記載の予測する方法により、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを取得することと、

- 前記少なくとも 1 つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定することと、

- 前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化することとを含む、方法。

(付記 9 )

20

さらに、

- シーンに関連するライトフィールドデータから得たビューマトリックスを表す信号に、符号化された残差誤差を挿入することと、

- ピクセルブロック中の少なくとも 1 つの予測ピクセルグループを表す情報を前記信号に挿入することとを含む、

付記 8 に記載の方法。

(付記 10 )

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも 1 つのピクセルブロックを表す信号を復号する方法であって、

- 前記信号から、前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号することと、

- 付記 1 乃至 7 いずれか一に記載の予測する方法により、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを取得することと、

- 前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを再構成することとを含む、

方法。

(付記 11 )

30

前記信号から、前記ピクセルブロック中の少なくとも 1 つの予測ピクセルグループを表す情報を取り出すことであって、前記予測は前記情報を考慮している、ことをさらに含む、

付記 10 に記載の方法。

(付記 12 )

40

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも 1 つのピクセルブロックを符号化する装置であって、プロセッサを有し、該プロセッサは：

- 前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを求めるモジュールであって、前記ピクセルブロックの少なくとも 1 つの予測ピクセルに対して：

○ 前記ビューマトリックスから、前記予測ピクセルが属する少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像 (EPI) を求めるエンティティと、

○ 単一方向予測モードのセットのうち、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから

50

、少なくとも 1 つの最適な单一方向予測モードを決定するエンティティと、

○ 前記少なくとも 1 つの最適な单一方向予測モードを用いて、前記予測ピクセルの予測値を外挿する点ティティと、

- 前記少なくとも 1 つのピクセルブロックと、予測されたピクセルブロックとの間の差分に対応する残差誤差を決定するモジュールと、

- 前記ピクセルブロックに関連する前記残差誤差を符号化するモジュールとを有する、装置。

(付記 13)

さらに、

- 前記シーンに関連するライトフィールドデータから得た前記ビューマトリックスを表す信号に、符号化された残差誤差を挿入するモジュールと、

- 前記ピクセルブロック中の少なくとも 1 つの予測ピクセルグループを表す情報を前記信号に挿入するモジュールとを含む、

付記 12 に記載の符号化する装置。

(付記 14)

シーンに関連するライトフィールドデータから得られるビューマトリックスに属するビューの少なくとも 1 つのピクセルブロックを表す信号を復号する装置であって、プロセッサを有し、該プロセッサは：

- 前記ピクセルブロックに関連する残差誤差を復号するモジュールとを有する、

- 前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを予測して、予測されたピクセルブロックを求めるモジュールであって、前記ピクセルブロックの少なくとも 1 つの予測ピクセルに対して：

○ 前記ビューマトリックスから、前記予測ピクセルが属する少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像 (EPI) を求めるエンティティと、

○ 単一方向予測モードのセットのうち、前記少なくとも 1 つのエピポーラ平面画像中の前記少なくとも 1 つの予測ピクセルに隣接する、前に再構成されたピクセルのセットから、少なくとも 1 つの最適な单一方向予測モードを決定するエンティティと、

○ 前記少なくとも 1 つの最適な单一方向予測モードを用いて、前記予測ピクセルの予測値を外挿する点ティティと、

- 前記残差誤差を、予測されたピクセルブロックに加算することにより、前記少なくとも 1 つのピクセルブロックを再構成するモジュールとを含む、

装置。

(付記 15)

前記信号から、前記ピクセルブロック中の少なくとも 1 つの予測ピクセルグループを表す情報を取り出すモジュールであって、前記予測は前記情報を考慮している、モジュールをさらに有する、

付記 14 に記載の復号する装置。

(付記 16)

通信ネットワークからダウンロード可能であり、及び / 又はコンピュータにより読み取り可能な媒体上に記録され、及び / 又はプロセッサにより実行可能であり、付記 1 ないし

7、または 8 - 9、または 10 - 11 いずれか一に記載の方法を実装するプログラムコード命令を含むコンピュータプログラム。

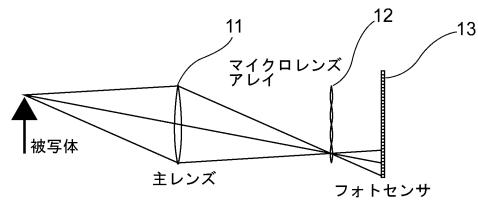
10

20

30

40

【図1】



【図2】

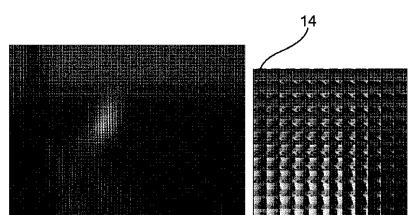
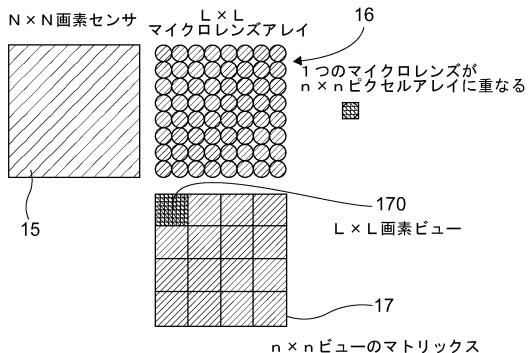


Fig. 2

【図3】



【図4】

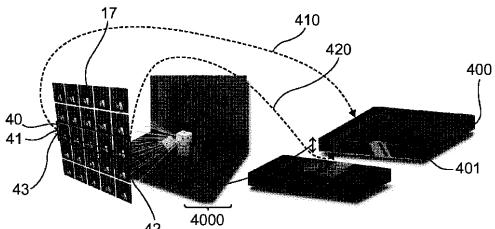


Fig. 4

【図5】

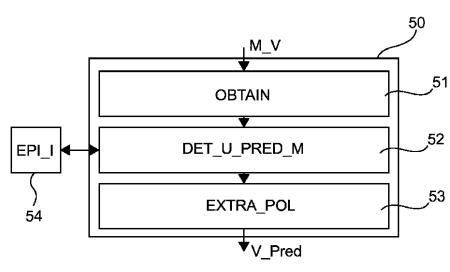


Fig. 5

【図6 a】

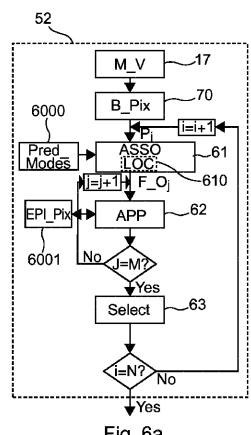


Fig. 6a

【図6 b】

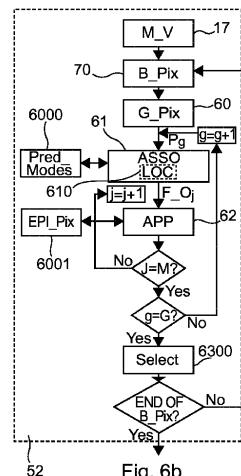
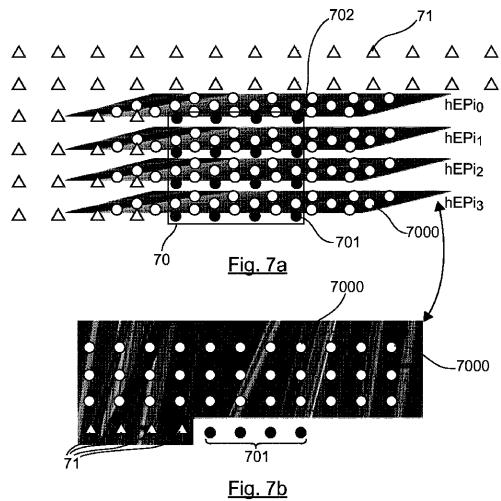
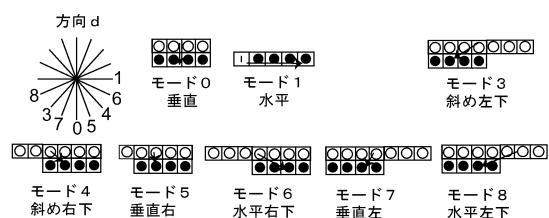


Fig. 6b

【図 7 a - 7 b】



【図 8】



【図 11】

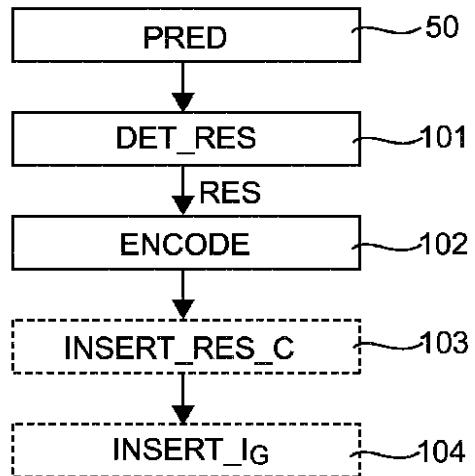


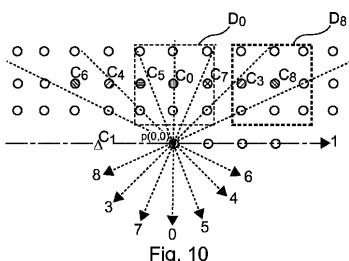
Fig. 11

【図 9】

$$\begin{aligned}
 D_0 &= \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} & D_1 &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & D_3 &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & D_4 &= \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 D_5 &= \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & D_6 &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & D_7 &= \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & D_8 &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Fig. 9

【図 10】



【図 12】

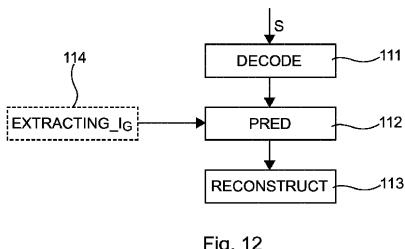


Fig. 12

【図 13】

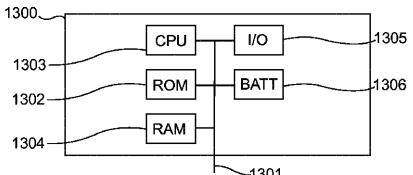


Fig. 13

---

フロントページの続き

(74)代理人 100108213

弁理士 阿部 豊隆

(72)発明者 トロ, ドミニク

フランス国 35576 セソン セヴィニエ セーエス 176 16 ザック・デ・シャン・  
プラン アヴニュ・デ・シャン・プラン 975 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 アラン, マルタン

フランス国 35576 セソン セヴィニエ セーエス 176 16 ザック・デ・シャン・  
プラン アヴニュ・デ・シャン・プラン 975 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 トゥルカン, メフメット

フランス国 35576 セソン セヴィニエ セーエス 176 16 ザック・デ・シャン・  
プラン アヴニュ・デ・シャン・プラン 975 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

(72)発明者 ギヨテル, フィリップ

フランス国 35576 セソン セヴィニエ セーエス 176 16 ザック・デ・シャン・  
プラン アヴニュ・デ・シャン・プラン 975 テクニカラー・アールアンドディー・フランス

審査官 鉢呂 健

(56)参考文献 国際公開第2007/026440 (WO, A1)

国際公開第2016/158403 (WO, A1)

米国特許第05703961 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 19/00 - 19/98

IEEE Xplore