

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-509034

(P2022-509034A)

(43)公表日 令和4年1月20日(2022.1.20)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 5/232(2006.01)	H 0 4 N 5/232 2 9 0	5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00 (2006.01)	G 0 6 T 5/00 7 0 5	5 C 1 2 2
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	G 0 6 T 7/00 3 5 0 C	5 L 0 9 6
G 0 3 B 15/00 (2021.01)	G 0 3 B 15/00 V	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-524348(P2021-524348)	(71)出願人	521106348
(86)(22)出願日	令和1年11月6日(2019.11.6)		スペクトル オプティクス インコーポ レイテッド
(85)翻訳文提出日	令和3年7月7日(2021.7.7)		カナダ国 ブイ6ゼット 1エス4, ブ リティッシュ・コロンビア州, パンク ーバー, ホーンビー ストリート 2 0 8 0 - 7 7 7
(86)国際出願番号	PCT/IB2019/059550	(74)代理人	100067736
(87)国際公開番号	WO2020/095233		弁理士 小池 晃
(87)国際公開日	令和2年5月14日(2020.5.14)	(74)代理人	100192212
(31)優先権主張番号	62/756,917		弁理士 河野 貴明
(32)優先日	平成30年11月7日(2018.11.7)	(74)代理人	100200001
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 北原 明彦
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(72)発明者	ゴードン, ケビン カナダ国 ブイ6ゼット 1エス4, ブ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ニューラルネットワークを使用した輝点除去

(57)【要約】

撮像方法は、画像内の輝点を特定することを含む。トレーニングされたノイズ除去処理を介して、輝点領域において画像詳細を回復するために、ニューラルネットワークが使用される。画像の後処理は、輝点領域において回復された画像詳細の画像パラメータを画像の他の領域とマッチさせるために行われる。

【選択図】 図 1

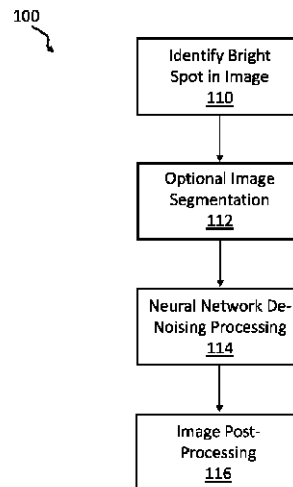


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像方法であって、
 画像内の光源グレア、光源反射、光学的なアーチファクトの少なくとも1つを原因とする輝点を特定するステップと、
 輝点領域において画像詳細を回復するために、完全畳み込みニューラルネットワークベースのノイズ除去を使用するステップと、
 を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

さらに、前記完全畳み込みニューラルネットワークベースのノイズ除去を必要とする前記画像のサイズを減少するための画像分割を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 3】

前記画像詳細のインフィルは、前記輝点領域にローカルな領域とマッチされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記完全畳み込みニューラルネットワークは、任意のサイズの画像入力によりトレーニングされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記画像は静止画像であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記画像はHDR画像であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。 20

【請求項 7】

前記画像はビデオ画像であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記画像は車両関連用途に使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記画像は製品撮影に使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記画像は人物撮影に使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

撮像方法であって、
 少なくとも1つの画像内の光源グレア、光源反射、光学的なアーチファクトの少なくとも1つを原因とする輝点を特定するステップと、
 輝点領域において画像詳細を回復するために、合成輝点画像シミュレーションを使用してトレーニングされたニューラルネットワークベースのノイズ除去を実行するステップと、
 を含むことを特徴とする方法。 30

【請求項 12】

さらに、前記ニューラルネットワークベースのノイズ除去を必要とする前記画像のサイズを減少するための画像分割を含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記画像詳細のインフィルは、前記輝点領域にローカルな領域とマッチされることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。 40

【請求項 14】

前記ニューラルネットワークは、任意のサイズの画像入力によりトレーニングされることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記画像は静止画像であることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 16】

撮像方法であって、
 センサ特有のプロファイリングデータを受信するステップと、 50

画像内の光源グレア、光源反射、光学的なアーチファクトの少なくとも1つを原因とする輝点を特定するステップと、
輝点領域において画像詳細を回復するために、ニューラルネットワークベースのノイズ除去及び前記センサ特有のプロファイリングデータを使用するステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項17】

さらに、前記ニューラルネットワークベースのノイズ除去を必要とする前記画像のサイズを減少するための画像分割を含むことを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記画像詳細のインフィルは、前記輝点領域にローカルな領域とマッチされることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項19】

前記ニューラルネットワークは、任意のサイズの画像入力によりトレーニングされることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項20】

前記画像は静止画像であることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願への相互参照

本出願は、2018年11月7日に提出された米国仮特許出願第62/756,917号に対する優先権を主張するものであり、この文献は、全ての目的において全体が参照により本明細書に援用される。

【0002】

本開示は、畳み込みニューラルネットワークを使用して画像から輝点を除去するシステムに関する。特に、拡大された輝点又は点光源輝点、反射、レンズフレア及びグレアを減少させる方法に関する。

【背景技術】

【0003】

画像視野中又はその周辺の太陽又は他の明るい光源からの反射により画像詳細やコントラストが減少し、画像がぼやけ、広範囲にゴーストが発生し、画質が影響を受けることがある。日中のグレアは、反射物体の近くの画像詳細を減少させる鏡面又はガラス表面の反射が原因であることが多い。夜間の写真撮影は、街路灯又は他の点光源の周辺のグレアの影響を受けやすく、人物撮影でさえ眼鏡や服の反射の影響を受けることがある。自動又は半自動の車両により得られる連続する画像又はビデオ画像も、画像詳細が“グレア中に失われる”こととなる標識からの反射又は近づく車両からのヘッドライトに影響を受けることがある。

【0004】

画像におけるグレアを減少させるために、様々なコンピュータ処理技術が応用されている。例えば、標準的なデジタル撮像又は写真技術により可能なダイナミックレンジよりも幅広い輝度のダイナミックレンジを再生する為にハイダイナミックレンジ(HDR: High Dynamic Range)撮像を使用することができる。この技術は、典型的にはそれぞれが異なる露出時間を有する複数の低ダイナミックレンジ画像を併合することにより、長い露出時間により生じる光飽和輝点を減少させる効果がある。

【0005】

後処理を使用してグレアを含む画像を改善するために、他の試みもなされてきた。例えば、ヒューレット・パカード社による米国特許出願公開第2005/0129324号には、デジタルカメラによって撮像された画像中のグレア又は他の光学的なアーチファクトによる一部又は全部が不鮮明であるかそうでないにしても好ましくない画像の一部を修復することが記載されている。上記文献に記載の実施形態では、アーチファクトを含むシー

10

20

30

40

50

ンの欠陥部分が除去され、同じシーンの対応する欠陥のない部分（即ち、アーチファクトが無い部分）と置き換えて、グレアのない望ましい画像を生成する。

【0006】

代替的に、グレアを減少させるための専門のセンサマスクやハードウェアを使用することができる。例えば、三菱電機研究所による米国特許第7780364号には、レンズと、ピンホールマスクが近接して配置されたセンサと、を有するカメラが記載されている。マスクは、グレアを容易に識別可能なピクセルに局所集中させ、フィルタを介してグレアが減少した出力画像を生成する。

【0007】

いくつかの実施形態において、畳み込みニューラルネットワークは、グレアを減少する撮像システムの一部とすることができる。例えば、シーイング・マシーンズ社による米国特許出願公開第2018/0039846号には、グレア情報を考慮しないことを学習し、その代わりに、グレアがない画像部分に焦点をあてることのできる画像処理装置が開示されている。使用されるランドマーク点の識別を必要としない畳み込みニューラルネットワークは、オフライントレーニングデータ及び画像に直接由来する瞳の開口度合等の情報を使用する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、上記課題を解決する方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

撮像方法は、画像内の輝点を特定することを含む。トレーニングされたノイズ除去処理を介して輝点領域における画像詳細を回復するためにニューラルネットワークが使用される。輝点は、光源グレア、光源反射、光学的なアーチファクトの少なくとも1つを原因とするものである。画像の後処理は、輝点領域において回復された画像詳細の画像パラメータを画像の他の領域とマッチさせるために行われる。任意のサイズの入力画像を受け入れる能力を有する完全畳み込みニューラルネットワークを使用することができる。

【0010】

1つの実施形態において、撮像方法はセンサ特有のプロファイリングデータを受信することを含む。光源グレア、光源反射、光学的なアーチファクトの少なくとも1つを原因とする輝点は、画像内で特定される。ニューラルネットワークベースのノイズ除去及びセンサ特有のプロファイリングデータが、輝点領域における画像詳細を回復するために使用される。

30

【0011】

いくつかの実施形態において、ニューラルネットワークベースのノイズ除去を必要とする画像のサイズを減少するために、画像分割を使用することができる。他の実施形態において、回復された画像詳細のパラメータは、画像全体又は輝点領域にローカルな領域の何れかとマッチされる。

【0012】

用途は、静止画像、製品撮影、人物撮影、車両関連撮像を含む。画像は、HDR画像又は動画であってもよい。

40

【0013】

本開示の非限定的及び非包括的な実施形態は、以下の図を参照して説明され、これらの図において、同一の参照符号は、特段の指定がない限り、全ての図を通して同一の部分を示す。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】画像中のグレアを減少させるための方法を示す図である。

【図2】ニューラルネットワーク処理を示す図である。

50

【図3】完全畳み込みニューラルネットワークの実施形態を示す図である。

【図4】合成グレア修正後の典型的な画像を示す図である。

【図5】カメラセンサ処理手順の実施形態を示す図である。

【図6】制御、撮像、及び表示サブシステムを有するシステムを示す図である。

【図7】ニューラルネットワークのトレーニング手順の1つの実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

輝点、グレア及びノイズにより失われた画像詳細の改善は、画質のかなりの改善につながる。輝点は、一の光源から入力される光子が他の光源からの光子の正しい露光に悪影響を及ぼす画像の領域と考えることができる。撮影された光子ノイズは光子の発生源の強度の平方根に比例するため、輝点は周囲の特徴の信号を「覆う」ことができる撮影された光子ノイズの局所領域を生成する。ノイズの寄与に加え、輝点は、ピクセル光子計数をかなり増加させることができ、又は、センサの領域を完全に飽和状態にすることができる。

10

【0016】

いくつかの理由により、輝点のない画像を取得することは不可能もしくは望ましくないかもしれない。以下に記載された実施形態は、これらの輝点の存在下で所望の光源からの潜在的な信号を回復又は再生することができる方法及びシステムを提供する。有利なことに、センサの操作エンベロープは増加し、画質は改善する。

【0017】

輝点関連ノイズに加え、全ての画像検出システム及びセンサは、通常動作中に生成される多少の関連ノイズを有する。低光環境（例えば、低環境ルクス、高速シャッタ、又は小さい開口）又は高光環境（例えば、高環境ルクス、低速シャッタ、又は大きい開口）においてよく見られるようなノイズ環境において、このノイズはデジタル化信号の主要部分となる。残念ながら、多くの従来及び最新のコンピュータによる画像認識アルゴリズム（例えば、物体又は顔識別、視覚的走行距離計測法（visual odometry）、視覚的同時位置決め地図作成（visual SLAM）、又は画像安定化）は、高ノイズ環境において機能しないことがある。画像ノイズを減少し、画像詳細を回復するアルゴリズム及びシステムは、通常機能しない環境においてもこれらのアルゴリズムが機能することを可能にする必要がある。

20

【0018】

ノイズの減少は、機械知能ベースの画像処理に役立つことができる。最新の学習ベースのアルゴリズムは、トレーニングされたこれらのデータ配信セットにおいて非常によく機能する。機械学習アルゴリズムがこの配信外のデータを提示された場合、又は敵対的な例を使用した場合、これらのアルゴリズムの正確性、速度、及び他の性能評価尺度が損なわれる。画像又はデータセット内の画像センサノイズを大幅に減少出来る場合、画像又はデータセットを処理する学習アルゴリズムの性能劣化はより少なくなる。

30

【0019】

ノイズに関する他の問題は、ノイズが結果として、ほぼ圧縮不可能な高エントロピー情報になることである。このことは、ノイズ環境又は状態で撮像された画像において、このシステム又はセンサ記憶媒体の圧縮比が大幅に減少されることを意味する。圧縮ファイルサイズは通常、通常動作条件下で取得された同等の信号と比べてより大きなサイズに結果としてなる。

40

【0020】

ノイズを減少し、画像精度を改善し、輝点の高光条件により失われた画像詳細の回復を提供し、圧縮比を改善する為に、ニューラルネットワークを使用し、潜在的信号を回復することができる。要するに、ここに開示されているシステム及びニューラルネットワークにより前処理された媒体は、画像品質が改善され、より大きな範囲で圧縮され、その結果、より小さなファイルサイズとなり、記憶領域又は帯域幅利用を減少することができる。有利なことに、正しく露出された画像でさえもこの前処理ステップから利益を得ることができる。

【0021】

50

図 1 に図示されているように、カメラ撮像能力を改善するシステム及び方法 100 は先ず、画像の 1 以上の輝点を特定すること（ステップ 110）に依存する。任意の第 2 のステップにおいて、画像は、更なる処理に利用される輝点の周辺領域に、分割することができる。第 3 のステップにおいて、この画像（又は輝点及び周辺領域）は、ノイズ除去及びそれに続く輝点の減少を提供するニューラルネットワーク又は他の機械知能システムを使用して処理される。最後に、ピクセル強度、色合い又は他の画像特性のバランスを保つために、画像後処理を行い、残りの画像と最良にマッチすることを保証する。

【0022】

輝点の特定は、輝度、サイズ又は複数の放射状又は線状の特徴の組合せに基づく。複数の輝点が画像において特定され、次いで輝点の削減や除去のために処理される。いくつかの実施形態において、複数の輝点を有する複数の画像は入力として使用することができる。他の実施形態において、異なる露出時間、異なる偏光フィルタ、異なる波長を有する異なる画像を入力として使用することができる。いくつかの実施形態において、輝点を同時に特定及び減少させるために、ニューラルネットワークは共同でトレーニングすることができる。このことは、輝点を特定する適切に構築された目的関数を含むネットワーク出力（「ネットワークヘッド」）を有するネットワークアーキテクチャを構築することにより達成することができる。このように共同でトレーニングすることで、複数のタスクに亘ってネットワークパラメータを償却することにより輝点を除去するタスクとともに全体の演算を減少させる相乗効果が発揮される。

10

【0023】

画像分割は、必要な画像処理時間を減少させることができる任意の特徴である。例えば、画像全体を処理する代わりに、輝点の半径の 2 倍の周辺領域のみを処理することができる。代替的に、輝点を中心とする様々な大きさの矩形の境界ボックスを使用することができる。

20

【0024】

合成輝点画像シミュレーションを含むグラウンドトゥルス画像を用いてトレーニングすることにより、ニューラルネットワークのノイズ除去を達成することができる。合成輝点は、様々なシミュレートされた又は自然なレンズフレア、グレア、スターバースト又は他の適切な特徴によってピクセルオーバーレイを輝かせることにより生成される。いくつかの実施形態において、合成輝点を生成するために、ニューラルネットワークを使用することができる。このような輝点シミュレーションは、レンズフレア、グレア、太陽、近づいてくるヘッドライト、及びフラッシュライトの特徴を有する画像を含む種々の構成を有することができる。シミュレートされた輝点を有する画像をトレーニングした後、ニューラルネットワークのノイズ除去処理は、グラウンドトゥルス画像に対して試験可能な画像を生成することができる。代替的に又は合成輝点シミュレーションに加え、輝点は 2 つの対照的なデータセット（輝点を含まないもの、多くの輝点を含むもの）を提供することにより除去することが可能である。ニューラルネットワークは、輝点及び「輝点が無い」画像を構成する一般的な特性を学習する必要があり、次いで輝点が無いデータセットの例により近くなるように模倣して輝点を除去することを学習する。

30

【0025】

画像後処理は、画像中の輝点領域を類似特徴に置き換えることを許容する特徴のマッチングを含む。他の実施形態において、ピクセルランダム化又はオーバーレイにより放射状スパイクのような一定の輝点の特徴が特定され最小化される。

40

【0026】

広範囲の静止画又は動画カメラが、本発明のシステム及び方法 100 の使用により利益を得ることができる。カメラの種類は、限定されないが、静止画又は動画撮影能力を有する従来のデジタル一眼レフ（DSLR）カメラ、スマートフォン、タブレットのカメラ又はノートパソコンのカメラ、専用ビデオカメラ、ウェブカメラ、又は防犯カメラを含むことができる。いくつかの実施形態において、赤外線カメラ、熱探知カメラ、ミリ波撮像システム、X 線又は他の放射線撮像装置等の専門のカメラを使用することもできる。実施形態

50

は、赤外線、紫外線、又は他の波長を検出可能なセンサを有し、ハイパースペクトル画像処理を可能にするカメラを含むことができる。

【0027】

カメラは、独立型、携帯用、又は固定システムであることができる。通常、カメラは、プロセッサ、メモリ、画像センサ、通信インタフェース、カメラ光学アクチュエータシステム、及びメモリストレージを含む。プロセッサは、カメラ光学センサシステムの動作等のカメラ全体の動作及び利用可能な通信インタフェースを制御する。カメラ光学センサシステムは、画像センサにより撮像された画像の露出制御等のカメラの動作を制御する。カメラ光学センサシステムは、固定レンズシステム又は調節可能なレンズシステム（例えば、ズーム及び自動フォーカス機能）を含むことができる。カメラは、取り外し可能なメモリカード、有線USB、又は無線データ転送システム等のメモリストレージシステムに対応している。

10

【0028】

いくつかの実施形態において、ニューラルネットワーク処理は、専用ニューラルネットワーク処理システム、ノートパソコン、パソコン、サーバ、又はクラウドを含む遠隔計算資源へ画像データを転送した後に実施することができる。他の実施形態において、ニューラルネットワーク処理は、最適化ソフトウェア、ニューラル処理チップ、又は専用のフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）システムを使用して、カメラ内で実施することができる。

【0029】

いくつかの実施形態において、ニューラルネットワーク処理の結果は、物体認識、パターン認識、顔識別、画像安定化、ロボット又は車両走行距離計測及び位置決め、又はトラッキング又はターゲティングアプリケーションの為に開発されたものを含む他の機械学習又はニューラルネットワークシステムへの入力として使用することができる。有利なことに、そのようなニューラルネットワーク処理された画像正規化は、例えば、高ノイズ環境におけるコンピュータによる画像認識アルゴリズムの欠陥を減少し、ノイズに関連する特徴信頼度の減少により通常は欠陥が発生する環境においてもこれらのアルゴリズムが機能することを可能にすることができる。通常、この環境は、限定はされないが、低光環境、霧がかかった、ほこりっぽい、又は霞んだ環境、又はフラッシュ又はまぶしい光にさらされた環境を含むことができる。要するに、画像センサノイズがニューラルネットワーク処理により除去され、それにより、その後の学習アルゴリズムの性能劣化が減少される。

20

30

【0030】

特定の実施形態において、複数の画像センサは、上記ニューラルネットワーク処理と組み合わせ共同して機能することができ、より広い動作及び検出エンベロップを可能にし、例えば、異なる光感度を有するセンサが協働してハイダイナミックレンジ画像を提供する。他の実施形態において、分離したニューラルネットワーク処理ノードを有する一連の光学又はアルゴリズム撮像システムを連結させることができる。さらに他の実施形態において、ニューラルネットワークシステムのトレーニングは、特定の撮像装置に関連する埋め込みコンポーネントとして動作する撮像システム全体から分離することができる。

【0031】

完全畳み込みニューラルネットワーク、回帰ネットワーク、敵対的生成ネットワーク、又はディープ畳み込みネットワークを含む様々な型のニューラルネットワークを使用することができる。畳み込みニューラルネットワークは、ここに記載の画像処理アプリケーションにおいて特に有用である。図2から分かるように、畳み込みニューラルネットワーク200は、単一の露出不足のRGB画像210を入力として受信することができる。RAW方式が好ましいが、若干の品質低下を伴う圧縮JPG画像を使用することもできる。画像は、従来のピクセル動作により前処理されることもでき、又は、好ましくは最小限の修正をしてトレーニングされた畳み込みニューラルネットワーク200内に送られる。

40

【0032】

処理は、1以上の畳み込み層212、プーリング層214、完全接続層216を通して進

50

行し、改善された画像のRGB出力216で終わる。動作中、1以上の畳み込み層は、RGB入りに畳み込み動作を行い、その結果を次の層に送信する。畳み込み後、ローカル又はグローバルプーリング層は、出力を次の層における単一又は少数のノードに組み合わせることができる。繰り返し畳み込み、又は一対の畳み込み/プーリングが可能である。

【0033】

特定のユーティリティのニューラルネットワークの1つの実施形態は、完全畳み込みニューラルネットワークである。完全畳み込みニューラルネットワークは、複数の畳み込み層から成り、通常ネットワークの端部にある完全接続層を有していない。有利なことに、完全畳み込みニューラルネットワークは、画像サイズが独立しており、トレーニング又は輝点画像修正の為に任意のサイズの画像を受け入れることができる。完全畳み込みニューラルネットワーク300の例は、図3に図示されている。データは、2つの3x3畳み込み(パディング無しの畳み込み)の繰り返し適用を含む縮小パス上で処理され、それぞれランプ関数(rectified linear unit)(ReLU関数)及びダウンサンプリングの為にストライド2を含む2x2最大プーリング動作が続く。各ダウンサンプリング工程において、特徴チャンネルの数が倍増する。拡張パスの全ての工程は、特徴マップのアップサンプリングから成り、特徴チャンネルの数を半減する2x2畳み込み(逆畳み込み(up-convolution))が続き、それに応じてトリミングされた2つの3x3畳み込みを含む縮小パスからの特徴マップとの連結(concatenation)を提供し、それぞれReLU関数が続く。特徴マップのトリミングは、全ての畳み込みにおける縁ピクセルの損失を補償する。最終層には、1x1畳み込みが使用され、64成分の特徴ベクトルのそれぞれを所望の数のクラスにマッピングする。上記のネットワークは23個の畳み込み層を有するが、他の実施形態においては、より多くの又はより少ない畳み込み層を使用することもできる。トレーニングは、確率的勾配降下法を使用した対応するセグメンテーションマップにより、入力画像を処理することを含む。

10

20

【0034】

更に他の実施形態において、複数のニューラルネットワークを使用することができる。例えば、合成輝点を追加するようにトレーニングされた1つのネットワーク及び輝点を除去するようにトレーニングされた敵対的ネットワークを有する敵対的生成ニューラルネットワークを使用することができる。

【0035】

上記の方法及びシステムは、以下の多くのアプリケーションに様々な利益を提供することができる。

30

【0036】

静止画像改善

従来の写真を改善することができ、又は、輝点を含む一定の領域を改善のために選択することができる。他の輝点の特徴は美的な目的のために残される。

【0037】

HDR画像改善

輝点処理及びニューラルネットワークのノイズ除去は、短露出画像及び長露出画像の組合せ前又は後の何れかに行うことができる。

40

【0038】

ビデオ画像改善

ビデオストリームにおける後続の画像のノイズ除去にニューラルネットワークを誘導するために、選択された画像の修正を使用することができる。

【0039】

車両画像処理

処理時間を減少させ、車両のヘッドライトによるグレアにより失われた情報(例えば標識の文字)を準リアルタイムで回復することができるように、画像分割を使用することができる。他の例として、輝点を除去することにより、車両の撮像システムのシーン分類及び物体検出を改善することができる。

50

【 0 0 4 0 】

モバイルデバイス処理

明るい又はハイグレア状況において顔認識及びデバイスのアンロックを改善することができる。

【 0 0 4 1 】

医療画像

体腔内の能動的な照明を有する外科的撮像及び / 又は遠隔操作による外科手術は、輝点除去により改善することができる。

【 0 0 4 2 】

図 4 には、合成グレア修正後の典型的な画像 4 0 0 が図示されている。画像 4 0 2 は、元画像である。画像 4 0 4 は、1 以上の追加された合成輝点を有する。明らかなように、様々な種類の輝点のサイズ及び放射状の特徴が示されている。画像 4 0 6 は、ニューラルネットワークのノイズ除去処理により修正されている。

10

【 0 0 4 3 】

輝点又はグレア特徴の修正は、画像データのアナログ又はデジタル側面を改善するためにニューラルネットワークを使用する一般的な撮像パイプラインの一部として行うことができる。例えば、図 5 には、画像データを改善する為の撮像パイプライン 5 0 0 の 1 つの実施形態が図示されている。画像のアナログ処理に影響を与える要因は、現場照明 5 0 2、光路及び開口 5 0 4、及び画像センサ 5 0 6 の特徴を含む。これらの要因の多くは、自動的に調整することができ、又は、後に続くニューラルネットワーク処理の有効性を改善する要因を好むように調整することができる。例えば、フラッシュ又は他の現場照明は、強度又は期間を増加することができ、又は、リダイレクトすることができる。フィルタは光路から除去され、開口はより広く開き、シャッタ速度は減少することができる。画像センサの効率又は増幅は、ISO 選択により調製することができる。

20

【 0 0 4 4 】

1 つの実施形態において、低光画像は、アナログ - デジタル変換前に、これらのアナログ要因の 1 つ以上を増加することにより撮像されることができる。輝点、グレア、ノイズ又は他の不必要なアーチファクトは、アナログ - デジタル変換 5 0 8 及びバイヤから得られたデータ構造、RGB、RAW、TIFF、JPG 等の適切なデータ構造 5 1 0 への変換後に続くニューラルネットワーク処理 5 1 2 により除去することができる。例えば、バイヤから得られたデータ構造は、結果として得られる寸法が空間的に半減し、深さが 4 倍になるように、色チャンネル深さをスタックするように定義されることができる。

30

【 0 0 4 5 】

画像信号プロセッサ 5 1 4 を使用した画像信号処理は、追加のデジタルスケーリング、トーンマッピング、ピクセル補正、デモザイク、ヘイズ除去等を含むことができる。いくつかの実施形態において、ニューラルネットワーク処理は、画像信号プロセッサ 5 1 4 上で実行することができ、他の実施形態においては、分離した処理コンポーネントを使用することもできる。処理された画像は、他の任意の適切な中間又は最終使用 5 1 8 に、記憶され、転送され、表示され、分類され、符号化され、又は提供されることができる。

【 0 0 4 6 】

図 6 には、一般的なアナログ及びデジタル画像処理とともに輝点又はグレア除去に適したニューラルネットワークをトレーニングするシステム 6 0 0 が図示されている。撮像システム 6 0 4 及び表示システム 6 0 6 にそれぞれの制御信号を送信可能な制御及びストレージモジュール 6 0 2 が設けられている。撮像システム 6 0 4 は、制御及びストレージモジュール 6 0 2 に処理された画像データを供給することができ、その上、表示システム 6 0 6 からプロファイリングデータを受信することもできる。

40

【 0 0 4 7 】

教師あり又は半教師ありのニューラルネットワークのトレーニングは、高品質のトレーニングデータを必要とする。そのようなデータを得る為に、システム 6 0 0 は、自動撮像システムプロファイリングを提供する。制御及びストレージモジュール 6 0 2 は、表示シス

50

テム606に伝送される校正データ及び未加工のプロファイリングデータを含む。校正データは、限定されないが、解像度、焦点、又はダイナミックレンジを評価するターゲットを含んでもよい。未加工のプロファイリングデータは、限定されないが、高品質撮像システム（参照システム）により撮像された自然又は人工の現場、及び手順通り生成された現場（数学的に得られた）を含んでもよい。

【0048】

表示システム606の例は、高品質電子ディスプレイである。ディスプレイは、輝度を調節する、又は、中性フィルタ(neutral density filter)等の物理的フィルタ素子により増加することができる。代替ディスプレイシステムは、バックライト又はフロントライトの光源のいずれかと共に使用される高品質参照プリント又はフィルタ素子を含むことができる。いずれにせよ、表示システムの目的は、撮像システムに伝送される様々な画像、又は一連の画像を生成することである。

10

【0049】

プロファイリングされている撮像システムは、制御及びストレージコンピュータによりプログラムで制御され、表示システムの出力を撮像することができるように、プロファイリングシステムに統合される。開口、露出時間、及びアナログゲイン等のカメラパラメータは変更され、単一表示画像の複数の露出が得られる。結果として得られる露出は、制御及びストレージコンピュータに伝送され、トレーニングの目的で保持される。

【0050】

システム全体は、光子「ノイズフロア」がプロファイリング中に知られているような、制御された照明環境内に配置される。

20

【0051】

システム全体は、解像度限定要因が撮像システムとなるように設定される。このことは、限定されないが、撮像システムセンサピクセルピッチ、表示システムピクセル寸法、撮像システム焦点距離、撮像システム作動F値、センサピクセル数（縦横）、表示システムのピクセル数（縦横）を含むパラメータを考慮する数学的モデルにより達成される。要するに、個々のセンサ又はセンサモデルに正確に適合された高品質トレーニングデータを生成する為に、特定のセンサ、センサ型、又はセンサクラスをプロファイリングすることができる。

【0052】

図7には、1組の入力の為の所望の出力を生成し、上記のノイズ又は輝点画像データの撮像品質を改善することができるようにパラメータを操作することができるニューラルネットワークシステム700の1つの実施形態が図示されている。ネットワークのパラメータを操作する方法の1つは、「教師ありトレーニング」によるものである。教師ありトレーニングにおいて、オペレータは、一对のソース/ターゲット710及び702をネットワークに提供し、目的関数と組み合わせた場合、あるスキーム（逆伝搬）に従ってネットワークシステム700内のパラメータのいくらか又は全てを改良することができる。

30

【0053】

図7に図示されている実施形態において、プロファイリングシステム、数学的モデル及び公共利用可能なデータセット等の様々なソースからの高品質トレーニングデータ（一对のソース710及びターゲット702）は、ネットワークシステム700への入力の為に準備される。方法は、ターゲット704及びソース712のデータパッケージ化を含み、ラムダターゲット706及びソース714を処理する。

40

【0054】

データパッケージ化は、1つ又は多数のトレーニングデータサンプルを収集し、決定されたスキームに従って正規化し、テンソル内のネットワークへの入力の為にデータを整理する。トレーニングデータサンプルは、連続する又は一時的なデータを含んでもよい。

【0055】

ラムダ処理は、オペレータが、目的関数又はニューラルネットワークへの入力前のターゲットデータ又はソース入力を修正することを可能にする。このことは、データを増加し、

50

あるスキームに従ってテンソルを拒絶し、テンソルに合成ノイズ又は輝点を追加し、アライメント目的でデータに変形又はワープを実行し、又は画像データからデータラベルに変換する。

【0056】

トレーニングされたネットワーク716は、実際には複数の出力が見られるが、少なくとも1つの入力及び出力718を有し、それぞれが独自の目的関数を有し、相乗効果を有することができる。例えば、システムの総合目的は輝点を減少することであるが、輝点除去性能は、テンソル内の物体を分類することを目的とする「分類ヘッド」出力を通して改善することができる。ターゲット出力データ708、ソース出力データ718、及び目的関数720は共に、ネットワーク損失の最小化を定義しており、その値は追加のトレーニング又はデータセット処理により改善することができる。代替的に、又は追加で、いくつかの実施形態において、ニューラルネットワークは同時に輝点を特定し減少する為に共同でトレーニングされることができる。このことは、輝点を特定する適切に構築された目的関数を含むネットワーク出力（「ネットワークヘッド」）を有するネットワークアーキテクチャを構築することにより達成することができる。

10

【0057】

要するに、ここに記載されているカメラシステム及び方法は、ローカルに動作することができる、又は、サーバ、パソコン、ノートパソコン、タブレット、又はスマートフォン等の装置と相互作用するサブシステムに有線又は無線で接続する接続部を介して動作することができる。データ及び制御信号は、無線ネットワーク、パーソナルエリアネットワーク、セルラーネットワーク、インターネット、又はクラウド媒介データソースを含む様々な外部データソース間で受信、生成、又は転送することができる。また、ローカルデータのソース（例えば、ハードドライブ、ソリッドステートドライブ、フラッシュメモリ、又は、SRAM又はDRAM等のダイナミックメモリを含む他の任意の適切なメモリ）は、ユーザ指定の嗜好情報又はプロトコルのローカルデータストレージを可能にすることができる。1つの特定実施形態においては、多重通信システムを提供することができる。例えば、別個の4Gセルラー接続と同様に直接Wi-Fi接続（802.11b/g/n）を使用することもできる。

20

【0058】

遠隔サーバへの接続の実施形態は、クラウドコンピューティング環境内に実装することもできる。クラウドコンピューティングは、仮想化により迅速に設定して、最小限の経営努力又はサービスプロバイダの相互作用でリリースすることができ、適宜スケール変更することができる構成可能な計算資源（例えば、ネットワーク、サーバ、ストレージ、アプリケーション、及びサービス）の共有プールへのユビキタスで便利なオンデマンドネットワークアクセスを可能にするモデルとして定義することができる。クラウドモデルは、様々な特性（例えば、オンデマンドセルフサービス、ブロードネットワークアクセス、資源プーリング、迅速な弾性、計数サービス等）、サービスモデル（例えば、サービスとしてのソフトウェア(Software as a Service) (SaaS)、サービスとしてのプラットフォーム(Platform as a Service) (PaaS)、サービスとしてのインフラストラクチャ(Infrastructure as a Service) (IaaS)等）、及び展開モデル（例えば、プライベートクラウド、コミュニティクラウド、パブリッククラウド、ハイブリッドクラウド等）から成ることができる。

30

40

【0059】

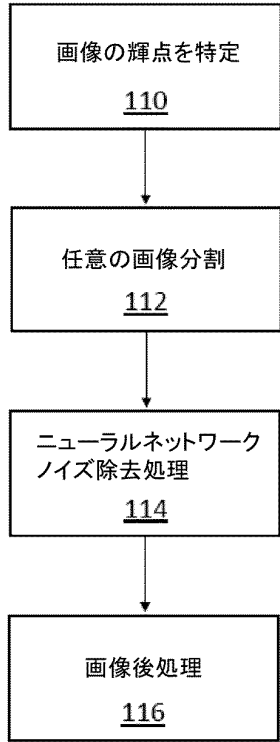
上記記載及び添付の図面に示されている教示の利益を得た当業者には、本発明の他の実施形態及び多くの変形が思い浮かぶだろう。したがって、本発明は開示されている特定の実施形態に限定されるものではなく、上記変形及び他の実施形態も本願の特許請求の範囲内に含まれることを意図している。本発明の他の実施形態は、ここに開示されている特定の要素/ステップ無しでも実施することができることも理解される。

50

【 図 面 】

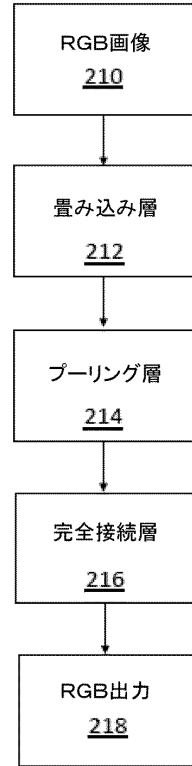
【 図 1 】

100



【 図 2 】

200

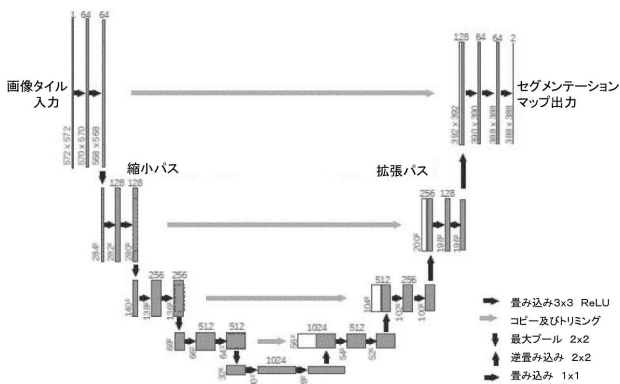


10

20

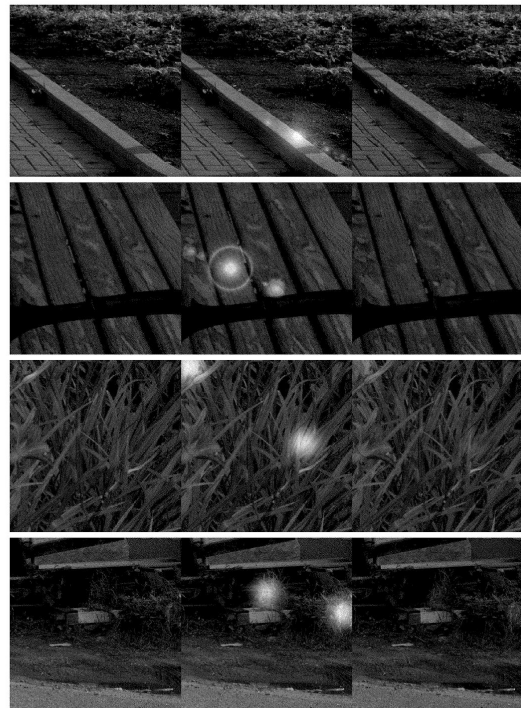
【 図 3 】

300



【 図 4 】

400



30

40

402

404

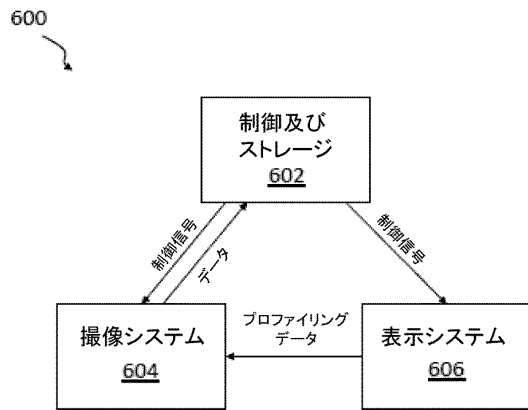
406

50

【 図 5 】



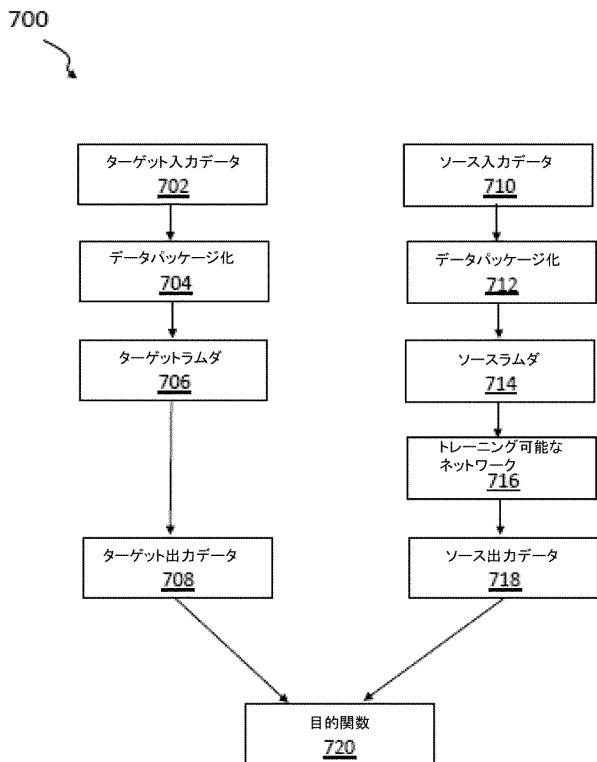
【 図 6 】



10

20

【 図 7 】



30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB2019/059550														
<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: <i>G06T 5/00</i> (2006.01), <i>G06T 1/40</i> (2006.01), <i>G06T 7/10</i> (2017.01)</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: <i>G06T 5/00</i> (2006.01), <i>G06T 1/40</i> (2006.01), <i>G06T 7/10</i> (2017.01)</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Databases searched: QuestelOrbit®, USPTO, Esp@cenet, PatentScope®, IEEE Xplore® Digital Library, Canadian Patent Database. Keywords: image, de-noise, bright, spot, glare, flare, convolutional, neural, network, high, dynamic, range, HDR, CNN, reflection, recover, detail, segmentation, camera, lens, capture, and related terms.</p>																
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>Eilertsen et al., "HDR image reconstruction from a single exposure using deep CNNs", ACM Transactions on Graphics, Vol. 36, No. 6, Article 178, Publication date: November 2017.</td> <td style="text-align: center;">1 to 20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>Ignatov et al., "DSLR-Quality Photos on Mobile Devices with Deep Convolutional Networks", Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2017, pages 3297-3305.</td> <td style="text-align: center;">1 to 20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>Gondara et al., "Medical image denoising using convolutional denoising autoencoders", IEEE 16th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), 2016, Pages 241-246.</td> <td style="text-align: center;">1 to 20</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	Eilertsen et al., "HDR image reconstruction from a single exposure using deep CNNs", ACM Transactions on Graphics, Vol. 36, No. 6, Article 178, Publication date: November 2017.	1 to 20	A	Ignatov et al., "DSLR-Quality Photos on Mobile Devices with Deep Convolutional Networks", Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2017, pages 3297-3305.	1 to 20	A	Gondara et al., "Medical image denoising using convolutional denoising autoencoders", IEEE 16th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), 2016, Pages 241-246.	1 to 20		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.														
X	Eilertsen et al., "HDR image reconstruction from a single exposure using deep CNNs", ACM Transactions on Graphics, Vol. 36, No. 6, Article 178, Publication date: November 2017.	1 to 20														
A	Ignatov et al., "DSLR-Quality Photos on Mobile Devices with Deep Convolutional Networks", Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2017, pages 3297-3305.	1 to 20														
A	Gondara et al., "Medical image denoising using convolutional denoising autoencoders", IEEE 16th International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), 2016, Pages 241-246.	1 to 20														
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">* Special categories of cited documents:</th> <th style="width: 50%;">"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"D" document cited by the applicant in the international application</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			* Special categories of cited documents:	"	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"D" document cited by the applicant in the international application	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	"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	
* Special categories of cited documents:	"															
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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															
"D" document cited by the applicant in the international application	"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															
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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															
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family															
"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																
<p>Date of the actual completion of the international search 12 February 2020 (12-02-2020)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 12 February 2020 (12-02-2020)</p>														
<p>Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 819-953-2476</p>		<p>Authorized officer Enji Al-Saber (819) 639-1843</p>														

10

20

30

40

50

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,K
G,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,N
I,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

リティッシュ・コロンビア州, バンクーバー, ホーンビー ストリート 2080-777

(72)発明者

ハンフリース, マーティン

カナダ国 ブイ6ゼット 1エス4, ブリティッシュ・コロンビア州, バンクーバー, ホーンビ
ー ストリート 2080-777

(72)発明者

ドージェラ, ダーシー

カナダ国 ブイ6ゼット 1エス4, ブリティッシュ・コロンビア州, バンクーバー, ホーンビ
ー ストリート 2080-777

(72)発明者

シャオ, イーファン

カナダ国 ブイ6ゼット 1エス4, ブリティッシュ・コロンビア州, バンクーバー, ホーンビ
ー ストリート 2080-777

F ターム (参考)

5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CE02 DA16 DB02 DB09
DC05 DC22 DC36 DC40
5C122 DA03 DA04 DA14 EA20 EA22 EA35 EA61 FH10 FH11 FH14
FH15 FH23 GC75 HA48 HB01 HB05
5L096 DA01 EA05 FA14 FA18 HA11 KA04 KA15 MA03