

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7103530号  
(P7103530)

(45)発行日 令和4年7月20日(2022.7.20)

(24)登録日 令和4年7月11日(2022.7.11)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 T	7/00 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	Z	
G 0 6 T	1/20 (2006.01)	G 0 6 T	1/20	A	

請求項の数 10 (全16頁)

(21)出願番号	特願2021-550948(P2021-550948)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和1年10月7日(2019.10.7)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/039453	(72)発明者	逸身 勇人 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/070215	(72)発明者	岩井 孝法 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(72)発明者	バイエ フロリアン 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
審査請求日	令和4年3月16日(2022.3.16)	(72)発明者	篠原 悠介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 映像分析方法、映像分析システム及び情報処理装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

エッジ側で入力画像フレームを分析する第1画像分析ステップと、  
前記第1画像分析ステップの分析結果の評価値と、前記入力画像フレームをクラウドサーバで分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定ステップと、  
前記相違値に基づいて、前記入力画像フレームを前記クラウドサーバに送信するか否かを判定するフィルタリングステップと  
を含む、映像分析方法。

## 【請求項2】

前記判定を行うための相違値の閾値を、動的に変更する閾値変更ステップを更に含む、請求項1に記載の映像分析方法。

## 【請求項3】

前記閾値変更ステップでは、現在時刻を取得し、前記現在時刻における相違値の分布に応じて、前記閾値を変更する、請求項2に記載の映像分析方法。

## 【請求項4】

前記閾値変更ステップでは、使用可能帯域を取得し、  
前記取得された使用可能帯域での所定時間あたりの送信可能な画像数と、直近の所定時間における一連の推定相違値に応じて、前記閾値を変更する、請求項2に記載の映像分析方法。

**【請求項 5】**

前記フィルタリングステップは、前記入力画像フレームの全体を、前記クラウドサーバに送信するか否かを判定する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の映像分析方法。

**【請求項 6】**

前記フィルタリングステップで、前記クラウドサーバに送ると判断した入力画像フレームの全体を前記クラウドサーバに送信し、前記クラウドサーバに送ると判断しなかった入力画像フレームについては、前回送信したフレームをコピーして前記クラウドサーバに送信するステップを更に含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の映像分析方法。

**【請求項 7】**

エッジ側に配置され、入力画像フレームを分析する第 1 画像分析手段と、  
ネットワークを介してクラウドサーバに配置された、前記第 1 画像分析手段より高精度な第 2 画像分析手段と、  
前記エッジ側に配置され、前記第 1 画像分析手段の分析結果の評価値と、前記入力画像フレームを前記第 2 画像分析手段で分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定手段と、  
前記エッジ側に配置され、前記相違値推定手段により推定された相違値に基づいて、入力画像フレームを、前記ネットワークを介して前記クラウドサーバの前記第 2 画像分析手段に送信するか否かを判定するフィルタ手段と、  
を備える、映像分析システム。

10

**【請求項 8】**

前記判定を行うための相違値の閾値を、所定の条件に応じて動的に変更する閾値変更手段を更に備える、請求項 7 に記載の映像分析システム。

20

**【請求項 9】**

前記閾値変更手段は、現在時刻を取得し、前記取得された現在時刻における相違値の分布に応じて、前記閾値を変更する、請求項 8 に記載の映像分析システム。

**【請求項 10】**

エッジ側で入力画像フレームを分析する第 1 画像分析手段と、  
前記第 1 画像分析手段の分析結果の評価値と、前記入力画像フレームをクラウドサーバで分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定手段と、  
前記相違値に基づいて、前記入力画像フレームを前記クラウドサーバに送信するか否かを判定するフィルタ手段と、  
を備える、情報処理装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、映像分析方法、映像分析システム及び情報処理装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

カメラで撮影された映像分析を、計算リソースが潤沢なクラウドサーバで行う技術が普及している。しかし、撮影映像を、クラウドサーバにネットワークを介して配信するので、帯域制約により、フルレートでの映像を送れず、画質を落とす必要がある。結果的に、クラウドサーバでの映像分析の精度が向上しない。

40

**【0003】**

そこで、カメラと有線で接続されたエッジ側に配置されるサーバでの映像分析と、クラウドサーバでの映像分析を組み合わせた技術が注目されている。ところが、映像分析をエッジとクラウドで分散して実行する場合、状況に応じて、どの映像フレームをクラウド側に送れば良いかの判別が難しい。

**【0004】**

特許文献 1 には、エッジ側監視端末で人物の顔を含む領域を、切り出し画像として抽出し

50

、一定の信頼度のある切り出し画像をサーバに送信する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】国際公開第2013/118491号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の方法では、計算リソースが潤沢でないエッジ側の監視端末は、切り出し画像を適切に抽出することができない。結果的に、クラウドサーバは、不十分な精度で切り出し画像を受信することになり、クラウドサーバ側での映像分析の精度を向上させることはできない。

10

【0007】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、クラウドサーバとエッジでの映像分析精度を向上させた映像分析方法、映像分析システム及び情報処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の第1の態様にかかる映像分析方法は、エッジ側で入力画像フレームを分析する第1画像分析ステップと、

20

前記第1画像分析ステップの分析結果の評価値と、前記入力画像フレームをクラウドサーバで分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定ステップと、

前記相違値に基づいて、前記入力画像フレームを前記クラウドサーバに送信するか否かを判定するフィルタリングステップと、を含む。

【0009】

本開示の第2の態様にかかる映像分析システムは、エッジ側に配置され、入力画像フレームを分析する第1画像分析手段と、

ネットワークを介してクラウドサーバに配置された、前記第1画像分析手段より高精度な第2画像分析手段と、

30

前記エッジ側に配置され、前記第1画像分析手段の分析結果の評価値と、前記入力画像フレームを前記第2画像分析手段で分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定手段と、

前記エッジ側に配置され、前記相違値推定手段により推定された相違値に基づいて、入力画像フレームを、前記ネットワークを介して前記クラウドサーバの前記第2画像分析手段に送信するか否かを判定するフィルタ手段と、を備える。

【0010】

本開示の第3の態様にかかる情報処理装置は、エッジ側で入力画像フレームを分析する第1画像分析手段と、

40

前記第1画像分析手段の分析結果の評価値と、前記入力画像フレームをクラウドサーバで分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定手段と、

前記相違値に基づいて、前記入力画像フレームを前記クラウドサーバに送信するか否かを判定するフィルタ手段と、を備える。

【発明の効果】

【0011】

本開示により、クラウドサーバとエッジでの映像分析精度を向上させた映像分析方法、映

50

像分析システム及び情報処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施の形態 1 にかかる映像分析システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】情報処理装置 1 0 0 , 2 0 0 のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 3】実施の形態 1 にかかる映像分析方法を説明するフローチャートである。

【図 4】実施の形態 2 にかかる相違値推定部の学習方法を説明する図である。

【図 5】実施の形態 2 にかかる相違値推定部の学習方法を説明するフローチャートである。

【図 6】実施の形態 2 にかかる映像分析システムの構成を示すブロック図である。

【図 7】実施の形態 2 にかかる映像分析システムにおけるエッジ側の動作を示すフローチャートである。

10

【図 8】実施の形態 2 にかかる映像分析システムにおけるクラウド側の動作を示すフローチャートである。

【図 9 A】時系列に沿って送られる映像の一連のフレームを説明する図である。

【図 9 B】時系列に沿って送られる映像の一連のフレームを説明する図である。

【図 9 C】時系列に沿って送られる映像の一連のフレームを説明する図である。

【図 1 0】実施の形態 2 にかかる閾値の動的な設定方法を説明するフローチャートである。

【図 1 1】実施の形態 2 にかかる他の閾値の動的な設定方法を説明するフローチャートである。

【図 1 2】時間帯毎の異なる相違値の分布を示すグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

(実施の形態 1)

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 を参照して、映像分析システムの構成を説明する。

【 0 0 1 4 】

本映像分析システムでは、高精度モデルで分析を実施したほうが精度が良くなるフレームを優先してクラウドサーバに送信し、その他のフレームはエッジ側の軽量モデルの結果を信頼するものである。これにより、映像フレームをクラウドサーバに帯域制約のあるネットワークを介して配信することに伴うフレーム落ちやブロックノイズの発生を抑制する。

30

【 0 0 1 5 】

映像分析システム 1 は、カメラ 1 1 0 と、カメラ 1 1 0 からの映像を入力し画像を分析する、エッジ側に配置された情報処理装置 1 0 0 (Edge deviceとも呼ばれる)と、情報処理装置 1 0 0 とネットワークを介して接続されたクラウドサーバ側に配置される、映像分析のための情報処理装置 2 0 0 と、を備える。

【 0 0 1 6 】

カメラ 1 1 0 は、C C D (Charge Coupled Device) 又は C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子から映像を入力し、入力した映像を情報処理装置 1 0 0 の第 1 画像分析部 1 0 3 に出力する。

【 0 0 1 7 】

40

情報処理装置 1 0 0 は、第 1 画像分析部 1 0 3 と、フィルタ部 1 0 4 と、相違値推定部 1 0 5 と、を備える。

【 0 0 1 8 】

第 1 画像分析部 1 0 3 は、カメラ 1 1 0 からの映像に対して、映像分析プログラム A (軽量モデル又は低精度モデルとも呼ばれる)を用いて画像分析を行う。また、情報処理装置 2 0 0 は、映像分析プログラム A よりも高精度な画像分析が可能な映像分析プログラム B (高精度モデルとも呼ばれる)を備えた第 2 画像分析部 2 0 9 を有する。なお、高精度又は軽量モデルの例としては、ディープニューラルネットワークモデル、及びその他の統計的モデルを挙げることができる。

【 0 0 1 9 】

50

本実施の形態の特徴部分の一つである、エッジ側の相違値推定部 105 は、入力画像をクラウドサーバの高精度モデルで分析した場合の結果を予測して、どれくらい分析精度の向上を期待できるかを示す相違値を推定することにある。すなわち、相違値が大きいほど、クラウドサーバでの画像分析を行ったほうが分析精度を向上させることができる。具体的には、相違値推定部 105 は、第 1 画像分析部 103 の分析結果に基づき、入力画像に対する分析結果の評価値を算出する。さらに、相違値推定部 105 は、事前に学習した学習済みモデル（詳細は後述する）を用いて、入力画像を第 2 画像分析部 209 で分析した場合の評価値を算出することで、第 1 画像分析部 103 の分析結果の評価値と第 2 画像分析部 209 で分析した場合の評価値との相違値を推定する。なお、ここでいう評価値とは、入力画像フレーム全体に対する分析精度（信頼度とも呼ばれる）を数値化したものである。

10

【0020】

フィルタ部 104 は、相違値推定部 105 により推定された相違値に基づき、入力画像フレームを、クラウドサーバ側の第 2 画像分析部 209 に送信するか否かを判定する。

【0021】

以上説明した本実施の形態により、クラウドサーバとエッジでの映像分析の精度を向上させた映像分析システムを提供することができる。

【0022】

図 2 は、情報処理装置 100、200 のハードウェア構成例を示すブロック図である。図 2 に示すように、本実施形態の情報処理装置 100、200 は、CPU (Central Processing Unit) 201、RAM (Random access memory) 202、ROM (Read Only Memory) 203 などを有するコンピュータである。CPU 201 は、RAM 202、ROM 203、または、ハードディスク 204 に格納されたソフトウェアに従い演算および制御を行う。RAM 202 は、CPU 201 が各種処理を実行する際の一時記憶領域として使用される。ハードディスク 204 には、オペレーティングシステム (OS) や、後述の登録プログラムなどが記憶される。ディスプレイ 205 は、液晶ディスプレイとグラフィックコントローラとから構成され、ディスプレイ 205 には、画像やアイコンなどのオブジェクト、および、GUI などが表示される。入力部 206 は、ユーザが端末装置 200 に各種指示を与えるための装置であり、例えばマウスやキーボードによって構成される。I/F (インターフェース) 部 207 は、IEEE 802.11a などの規格に対応した無線 LAN 通信や有線 LAN 通信を制御することができ、TCP/IP などのプロトコルに基づき同一通信ネットワークおよびインターネットを介して外部機器と通信する。システムバス 208 は、CPU 201、RAM 202、ROM 203、および、ハードディスク 204 などとのデータのやり取りを制御する。

20

30

【0023】

図 3 を参照して、実施の形態 1 にかかる映像分析方法を説明する。

実施の形態 1 にかかる映像分析方法は、エッジ側で入力画像フレームを分析する (ステップ S11) と、第 1 画像分析ステップでの分析結果の評価値と、前記入力画像フレームを、クラウドサーバで分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定ステップ (ステップ S12) と、相違値に基づいて、入力画像フレームをクラウドサーバに送信するか否かを判定するフィルタリングステップ (ステップ S13) と、を含む。

40

【0024】

本実施の形態により、クラウドサーバとエッジでの映像分析の精度を向上させた映像分析方法を提供することができる。

【0025】

(実施の形態 2)

次に、図 4 ~ 図 12 を用いて、実施の形態 2 にかかる映像分析方法および映像分析システムを説明する。

本実施の形態にかかる映像分析方法は、本映像分析システムを稼働する前事前に実施する学習方法と、その学習済みモデルを用いた映像分析方法を含む。

50

## 【 0 0 2 6 】

まず図 4 及び図 5 を参照して、相違値推定部の学習方法を説明する。

カメラ等で撮影した画像は、クラウドサーバ側で高精度モデルを実行可能な第 2 画像分析部 2 0 9 に入力される（ステップ S 1）。第 2 画像分析部 2 0 9 は、入力された画像を分析し、その分析結果から評価値を算出する（ステップ S 2）。カメラ等で撮影した画像は、エッジ側の軽量モデル（低精度モデル）を実行可能な第 1 画像分析部 1 0 3 に入力される（ステップ S 3）。第 1 画像分析部 1 0 3 は、入力された画像を分析し、その評価値を算出する（ステップ S 4）。このように並行して算出された、第 2 画像分析部 2 0 9 の分析結果の評価値と、第 1 画像分析部 1 0 3 の分析結果の評価値との差が算出される（ステップ S 5）。相違値推定部 1 0 5 は、算出した差と、入力画像と、を学習する（ステップ S 6）。

10

## 【 0 0 2 7 】

なお、評価値とは、入力画像フレーム全体に対する分析精度（信頼度とも呼ばれる）を数値化したものである。入力画像フレーム全体とは、入力画像フレーム内の一部（例えば、人物の顔を含む領域）を切り出していない、入力画像フレームそのものを意味する。

## 【 0 0 2 8 】

評価値の差は、絶対差を使用してもよいし、あるいは、相対差を使用してもよい。例えば、入力画像 1 に対する第 1 画像分析部 1 0 3 による分析結果の評価値は 9 5 % であり、入力画像 1 に対する第 2 画像分析部 2 0 9 の分析結果の評価値は 9 7 % である場合、絶対差は  $0.97 - 0.95 = 0.02$  となり、相対差は、 $(0.97 - 0.95) / 0.95$  となる。

20

## 【 0 0 2 9 】

次に、入力画像 2 に対する第 1 画像分析部 1 0 3 による分析結果の評価値は 4 5 % であり、入力画像 1 に対する第 2 画像分析部 2 0 9 の分析結果の評価値は 4 7 % である場合、絶対差は  $0.47 - 0.45 = 0.02$  となり、相対差は、 $(0.47 - 0.45) / 0.45$  となる。

## 【 0 0 3 0 】

つまり、入力画像 1 と入力画像 2 では、これらの絶対差は同じになるが、これらの相対差は、入力画像 2 のほうが入力画像 1 よりも大きくなる。これにより、相対差の大きい入力画像 2 を優先的にクラウドサーバ側に送るべきと判定することができる。

30

## 【 0 0 3 1 】

また、詳細は後述するが、時間帯（例えば、昼間と夜間）毎に低精度モデルおよび高性能モデルでの画像の分析精度は異なり、推定される相違値も異なるので、時間帯毎に相違値の分布を学習しておくことが好ましい。

## 【 0 0 3 2 】

このように事前に作成された学習済みモデルは、情報処理装置 1 0 0 の記憶部（図 2 ではハードディスク 2 0 4）、又は情報処理装置 1 0 0 とネットワークを介して接続された外部記憶部に記憶される。なお、相違値推定部の機械学習に使用したモデルの例としては、ディープニューラルネットワークモデル、及びその他の統計的モデルを挙げることができる。

40

## 【 0 0 3 3 】

上記説明した学習段階は、映像分析方法を実施する前（映像分析システムとして動作させる前）に、実施しておく。

## 【 0 0 3 4 】

次に、図 6 ~ 図 9 を参照して、学習済みモデルを用いた映像分析方法を説明する。

図 6 は、実施の形態 2 にかかる映像分析システムの構成を示すブロック図である。図 5 では、実施の形態 1 と同一の構成要素は、図 1 と同一の符号を付し、適宜説明を省略する。図 7 は本実施の形態にかかる映像分析システムにおけるエッジ側の情報処理装置 1 0 0 の動作を示すフローチャートである。図 8 は本実施の形態にかかる映像分析システムにおけるクラウド側の情報処理装置 2 0 0 の動作を示すフローチャートである。図 9 A ~ 図 9 C

50

は、時系列に沿って送られる映像の一連のフレームを説明する図である。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態にかかるエッジ側の情報処理装置 1 0 0 には、閾値変更部 1 0 1 が追加されている。閾値変更部 1 0 1 は、所定の条件に応じて閾値を動的に変更する（詳細は後述する）。また、本実施の形態にかかるエッジ側の情報処理装置 1 0 0 には、フィルタ部 1 0 4 に接続されたエンコーダ 1 0 6 が追加されている。さらに、エンコーダ 1 0 6 とネットワーク 1 2 0 を介してクラウド側の情報処理装置 2 0 0 には、デコーダ 2 1 0 が追加されている。エンコーダ 1 0 6 は、送信するフレームのみ H . 2 6 4 や H . 2 6 5 などの映像エンコーディングによりエンコーディングして送信する。なお、エンコーダ 1 0 6 は、送信部とも呼ばれ得る。また、図 6 に示す情報処理装置 1 0 0 は、カメラ 1 1 0 を含まない構成としたが、カメラ 1 1 0 を含んでもよい。

10

【 0 0 3 6 】

ここで、エッジ側からクラウドサーバ側に送信するフレームが一定でない場合、エッジ側にあるフレーム数とクラウドサーバ側にあるフレーム数が異なるものとなるため、エッジ側とクラウドサーバ側とで時間のずれが発生することとなる。そのため、エッジ側の時間とクラウドサーバでの時間を一致させるようにフレームレートを一定にするため、エンコーダ 1 0 6 は、送信しないフレームについては、前回送信したフレームと同一のフレームを送る。

【 0 0 3 7 】

デコーダ 2 1 0 は、受信した映像をデコードし、フレームに分割する。さらに、デコーダ 2 1 0 は、前段のフレームとの差分を計算し、差分が無い場合は、エンコーダ 1 0 6 でコピーされたフレームであると判断し、破棄する。

20

【 0 0 3 8 】

図 7 のフローチャートを参照して、エッジ側の情報処理装置 1 0 0 の動作を説明する。まず、図 6 に示すように、カメラ 1 1 0 で撮影した映像を複数のフレームに分割した画像フレームが、軽量モデルを搭載した第 1 画像分析部 1 0 3 に入力される（図 7 のステップ S 1 0 1 ）と、軽量モデルによる画像分析が行われる（ステップ S 1 0 2 ）。次に、前述したように、相違値推定部 1 0 5 は、学習済みモデルを用いて、この入力画像に対して、第 1 画像分析部 1 0 3 による分析結果の評価値と、クラウドサーバ側に送った場合に高性能モデルでの分析で得られるであろう分析結果の評価値との差（相対差）を推定する（ステップ S 1 0 3 ）。次に、フィルタ部 1 0 4 が相違値と比較して、入力画像をクラウドサーバ側に送るか否かを決定するための閾値を設定する（ステップ S 1 0 4 ）。閾値の設定方法の詳細については、後述する。

30

【 0 0 3 9 】

フィルタ部 1 0 4 は、推定された相違値と、閾値を比較する（ステップ S 1 0 5 ）。相違値が閾値以上の場合は（ステップ S 1 0 5 で Y ）、エンコーダ 1 0 6 は、画像をエンコードしてクラウドサーバ側の第 2 画像分析部 2 0 9 に送信する（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 4 0 】

一方、推定された相違値が閾値未満の場合は（ステップ S 1 0 5 で N ）、エンコーダ 1 0 6 は、前回送信した画像をコピーして、クラウドサーバ側の第 2 画像分析部 2 0 9 に送信する（ステップ S 1 0 6 ）。ここで、図 9 を参照して、時系列に沿って送られる映像の一連のフレームを説明する。図 9 A に示すように、時系列に沿って送られる映像の一連のフレームのうち、時刻  $t_1$ 、 $t_3$ 、 $t_4$  では、フレームの相違値が閾値未満であると判定されるため、そのフレームは、クラウドサーバに送信されない（図 9 A では、送信されないフレームは破線で示す）。このため、フレームレートが動的に変動する（フレームが飛び飛びになる）こととなり、エンコーダおよびデコーダが実施できない場合がある。そのため、図 9 B に示すように、送信しないと判断されたフレームについては、前回送信したフレームをコピーしエンコーディングして送信するようにする。すなわち、 $t_1$  では、 $t_0$  でのフレームをコピーして送信し、 $t_3$ 、 $t_4$  では、 $t_2$  でのフレームをコピーしてエンコーディングして送信する。こうして、図 9 C に示すように前回送信したフレームと、コ

40

50

ピーしたフレームとの差分情報は0になる。結果的に、エンコード後のトラフィック量は、ほぼ0(一定)となる。

#### 【0041】

次に、図8のフローチャートを参照して、クラウド側の情報処理装置200の動作を説明する。

情報処理装置200のデコーダ210は、情報処理装置100のエンコーダ106でエンコーディングされた画像を受信する(ステップS201)。デコーダ210は、受信した映像をデコードし、時系列の複数のフレームに分割する。図9Cに示すように、画像フレームと前回の画像フレームとの差分が0より大きいと判定する場合は(ステップS202でY)、そのフレームをクラウドサーバ側の第2画像分析部209に送信する。なお、フレーム差分は、MSE(Mean Squared Error)を想定しているが、Hashを用いてもよい。第2画像分析部209は、受信した画像に対して、高精度モデルでの画像分析を実行する(ステップS203)。

10

#### 【0042】

一方、図9Cに示すように、画像フレームと前回の画像フレームとの差分が0である(すなわち、当該フレームは、前回送信したフレームのコピーが送信されたもの)と判定される場合は(ステップS202でN)、デコーダ210は、そのフレームを破棄する(すなわち、そのフレームは第2画像分析部209で分析されない)。このように、フレームが飛び飛びとなった場合でも、エッジ側で前回送信したフレームのコピーを挿入してクラウドサーバに送信し、クラウドサーバ側でフレーム間の差分を算出することで、どれがコピーされたフレームかを認識でき、フレーム毎に分析が必要か否かを判断することができる。

20

#### 【0043】

次に、図10を参照して、閾値変更部101による閾値の動的な設定方法を説明する。この閾値の設定方法は、複数のフレームをマイクロバッチ処理し、エッジ側からクラウド側にフレームを送信するために使用可能な帯域(以降、使用可能帯域と記載することもある)に応じて、相違値が大きいフレームを優先して送るように、閾値を動的に設定するものである。これにより、使用可能帯域の変動により、ブロックノイズやフレーム落ちが発生するという問題を抑制し得る。

#### 【0044】

具体的には、閾値変更部101はまず、定期的の使用可能帯域を取得する(ステップS301)。使用可能帯域は絶えず変動し得るので、例えば、1秒毎に使用可能帯域を取得してもよい。次に、取得した使用可能帯域での所定時間(例えば、単位時間)当たりの送信可能な画像数を算出する(ステップS302)。例えば、単位時間当たりの送信可能な画像数は3と算出される。次に、直近の所定時間(例えば、単位時間)における相違値を推定する(ステップS303)。例えば、直近の単位時間当たりのフレーム毎の相違値は[2.2, 1.1, 5.3, 3.0, 1.9, 2.6, 4.2, 3.5]と推定される。送信可能な画像数は3であるので、この推定された一連の相違値の分布から上位3番目である3.5を閾値として設定する(ステップS304)。これにより、クラウドサーバ側での画像分析で精度の向上が見込めない画像をクラウドサーバに送信しないことで、帯域制約のあるネットワークを用いても、不必要なブロックノイズやフレーム落ちの発生を抑制することができる。

30

40

#### 【0045】

続いて、図11及び図12を参照して、閾値変更部101による別の閾値の設定方法を説明する。

この閾値の設定方法は、現在時刻に応じて画像分析の精度が異なる(すなわち、時間帯ごとの相違値の分布が異なる)ので、現在時刻に応じた閾値を動的に設定するものである。すなわち、例えば、夜間では、対象物を認識しづらく、画像の分析精度も悪化するため、夜間に対応した相違値の分布を用いる必要がある。

#### 【0046】

閾値変更部101は、現在時刻(例えば、23:00)を取得する(ステップS401)

50

。次に、現在時刻に対応する相違値の分布を取得する（ステップS402）。現在時刻23:00に対応する相違値の分布曲線（図12において破線で示した22:00～5:00の分布曲線）を取得する。例えば、図12に示すように、分布の上位30%に対応する相違値を算出し、閾値として設定する（ステップS403）。なお、ここでは、基準値として上位30%と設定したが、これに限定されない。この基準値は、画像をクラウドサーバに送ることで精度向上が期待される任意の値に設定することができる。

#### 【0047】

このように、本実施の形態にかかるエッジ側の閾値変更部は、閾値を動的に変更でき、状況に応じて、どの映像フレームを、クラウドサーバに送るべきかを判断することができる。また、本実施の形態にかかる映像分析方法および映像分析システムによれば、帯域制約のあるネットワークを用いても、エッジとクラウドサーバで分散して、高精度な映像分析を実行することができる。

10

#### 【0048】

なお、以上説明した図3、図7及び図8並びに図10及び図11のフローチャートは、実行の具体的な順番を示しているが、実行の順番は描かれている形態と異なってもよい。例えば、2つ以上のステップの実行の順番は、示された順番に対して入れ替えられてもよい。また、図3、図7及び図8並びに図10及び図11の中で連続して示された2つ以上のステップは、同時に、または部分的に同時に実行されてもよい。さらに、いくつかの実施形態では、図3、図7及び図8並びに図10及び図11に示された1つまたは複数のステップがスキップまたは省略されてもよい。

20

#### 【0049】

上述の例において、プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、CD-ROM（Read Only Memory）、CD-R、CD-R/W、半導体メモリを含む。磁気記録媒体は、例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブであってもよい。半導体メモリは、例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（Random Access Memory）であってもよい。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

30

#### 【0050】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

#### 【0051】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

40

#### 【0052】

##### （付記1）

エッジ側で入力画像フレームを分析する第1画像分析ステップと、前記第1画像分析ステップの分析結果の評価値と、前記入力画像フレームをクラウドサーバで分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定ステップと、前記相違値に基づいて、前記入力画像フレームを前記クラウドサーバに送信するか否かを判定するフィルタリングステップと、を含む、映像分析方法。

50

( 付記 2 )

前記判定を行うための相違値の閾値を、動的に変更する閾値変更ステップを更に含む、付記 1 に記載の映像分析方法。

( 付記 3 )

前記閾値変更ステップでは、現在時刻を取得し、前記現在時刻における相違値の分布に応じて、前記閾値を変更する、付記 2 に記載の映像分析方法。

( 付記 4 )

前記閾値変更ステップでは、使用可能帯域を取得し、前記取得された使用可能帯域での所定時間あたりの送信可能な画像数と、直近の所定時間における一連の推定相違値に応じて、前記閾値を変更する、付記 2 に記載の映像分析方法。

( 付記 5 )

前記フィルタリングステップは、前記入力画像フレームの全体を、前記クラウドサーバに送信するか否かを判定する、付記 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の映像分析方法。

( 付記 6 )

前記フィルタリングステップで、前記クラウドサーバに送ると判断した入力画像フレームの全体を前記クラウドサーバに送信し、前記クラウドサーバに送ると判断しなかった入力画像フレームについては、前回送信したフレームをコピーして前記クラウドサーバに送信するステップを更に含む、付記 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の映像分析方法。

( 付記 7 )

エッジ側に配置され、入力画像フレームを分析する第 1 画像分析手段と、  
ネットワークを介してクラウドサーバに配置された、前記第 1 画像分析手段より高精度な第 2 画像分析手段と、  
前記エッジ側に配置され、前記第 1 画像分析手段の分析結果の評価値と、前記入力画像フレームを前記第 2 画像分析手段で分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定手段と、  
前記エッジ側に配置され、前記相違値推定手段により推定された相違値に基づいて、入力画像フレームを、前記ネットワークを介して前記クラウドサーバの前記第 2 画像分析手段に送信するか否かを判定するフィルタ手段と、  
を備える、映像分析システム。

( 付記 8 )

前記判定を行うための相違値の閾値を、所定の条件に応じて動的に変更する閾値変更手段を更に備える、付記 7 に記載の映像分析システム。

( 付記 9 )

前記閾値変更手段は、現在時刻を取得し、前記取得された現在時刻における相違値の分布に応じて、前記閾値を変更する、付記 8 に記載の映像分析システム。

( 付記 10 )

前記閾値変更手段は、使用帯域を取得し、前記取得された使用帯域での所定時間あたりの送信可能な画像数と、直近の所定時間における一連の推定相違値に応じて、前記閾値を変更する、付記 8 に記載の映像分析システム。

( 付記 11 )

前記フィルタ手段は、前記入力画像フレームの全体を、前記ネットワークを介して前記第 2 画像分析手段に送信するか否かを判定する、付記 7 ~ 10 のいずれか一項に記載の映像分析システム。

( 付記 12 )

前記フィルタ手段が前記第 2 画像分析手段に送ると判断した入力画像フレームの全体を、前記第 2 画像分析手段に送信するとともに、前記フィルタ手段が前記第 2 画像分析手段に送ると判断しなかった入力画像フレームについては、前回送信したフレームをコピーして、前記第 2 画像分析手段に送信する送信手段を更に備える、付記 7 ~ 11 のいずれか一項に記載の映像分析システム。

( 付記 13 )

10

20

30

40

50

エッジ側で入力画像フレームを分析する第 1 画像分析手段と、  
前記第 1 画像分析手段の分析結果の評価値と、前記入力画像フレームをクラウドサーバで  
分析した場合において予測される分析結果の評価値との相違値を推定する相違値推定手段  
と、

前記相違値に基づいて、前記入力画像フレームを前記クラウドサーバに送信するか否かを  
判定するフィルタ手段と、  
を備える、情報処理装置。

(付記 1 4)

前記判定を行うための相違値の閾値を、動的に変更する閾値変更手段を更に備える、付記  
1 3 に記載の情報処理装置。

10

(付記 1 5)

前記閾値変更手段は、現在時刻を取得し、前記現在時刻における相違値の分布に応じて、  
前記閾値を変更する、付記 1 4 に記載の情報処理装置。

(付記 1 6)

前記閾値変更手段は、使用可能帯域を取得し、  
前記取得された使用可能帯域での所定時間あたりの送信可能な画像数と、直近の所定時間  
における一連の推定相違値に応じて、前記閾値を変更する、付記 1 4 に記載の情報処理装  
置。

(付記 1 7)

前記フィルタ手段は、前記入力画像フレームの全体を、ネットワークを介して前記クラウ  
ドサーバに送信するか否かを判定する、付記 1 3 ~ 1 6 のいずれか一項に記載の情報処理  
装置。

20

(付記 1 8)

前記フィルタ手段により前記クラウドサーバに送ると判断された入力画像フレームの全体  
を前記クラウドサーバに送信し、前記フィルタ手段により前記クラウドサーバに送ると判  
断されなかった入力画像フレームについては、前回送信したフレームをコピーして前記ク  
ラウドサーバに送信する送信手段を更に含む、付記 1 3 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の情  
報処理装置。

【 0 0 5 3 】

1 映像分析システム

30

1 0 0 情報処理装置

1 0 1 閾値変更部

1 0 3 第 1 画像分析部

1 0 4 フィルタ部

1 0 5 相違値推定部

1 0 6 エンコーダ

1 1 0 カメラ

1 2 0 ネットワーク

2 0 0 情報処理装置

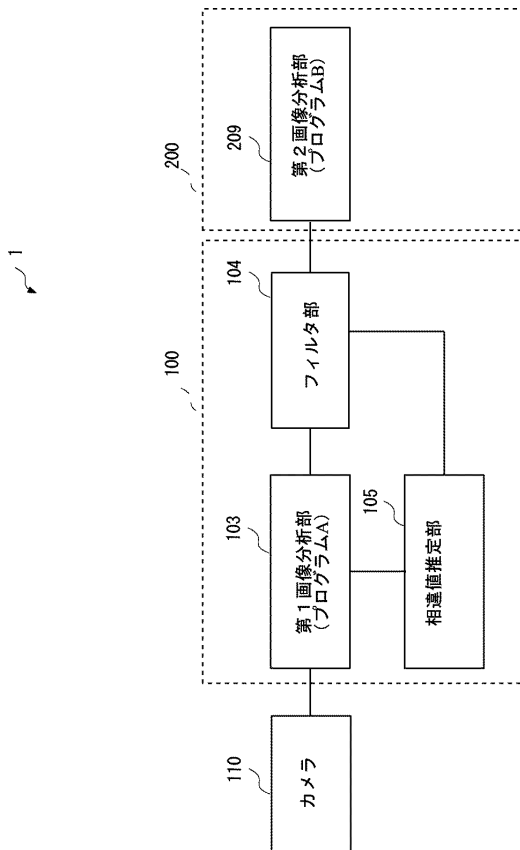
2 0 9 第 2 画像分析部

40

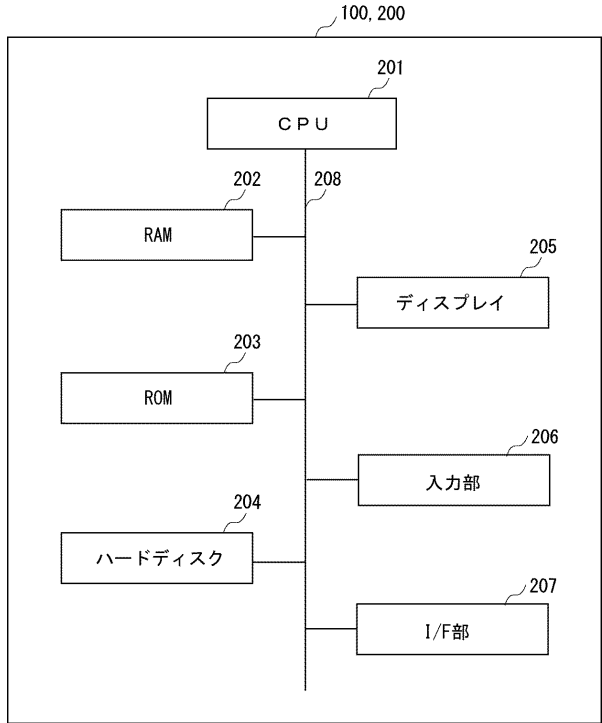
2 1 0 デコーダ

【図面】

【図 1】



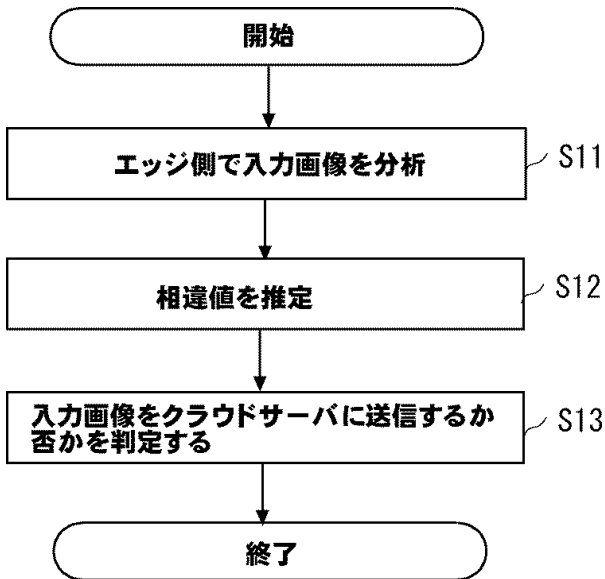
【図 2】



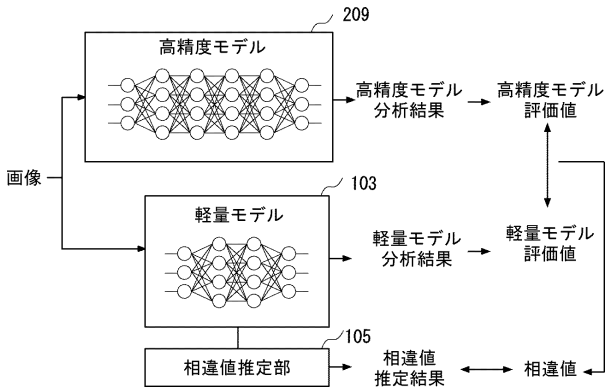
10

20

【図 3】



【図 4】

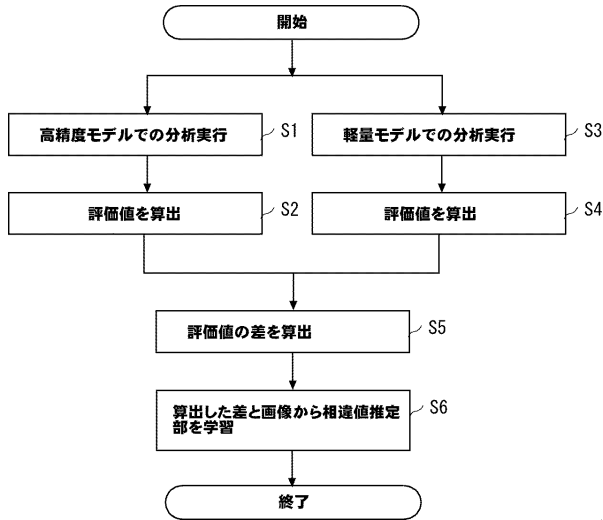


30

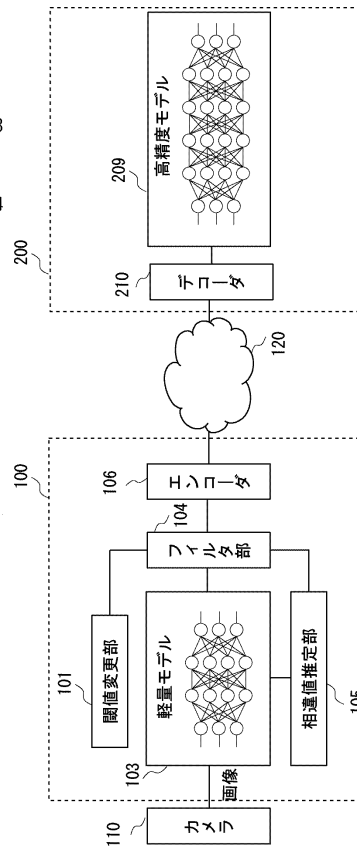
40

50

【図5】



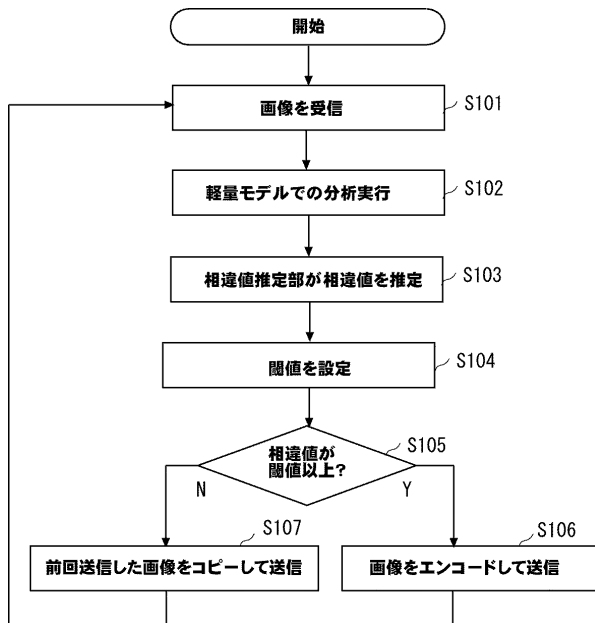
【図6】



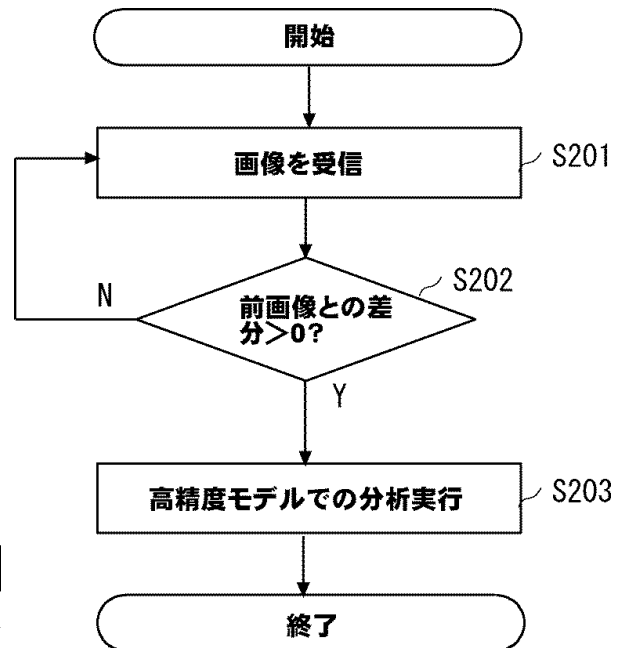
10

20

【図7】



【図8】

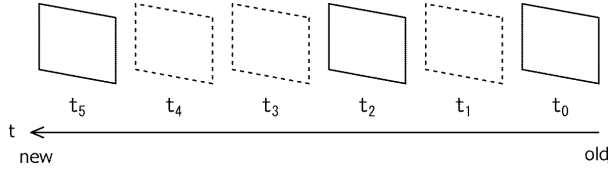


30

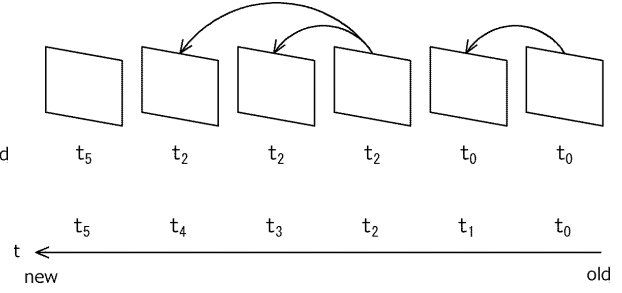
40

50

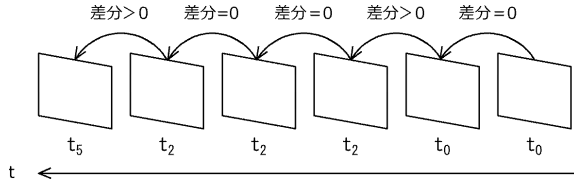
【図 9 A】



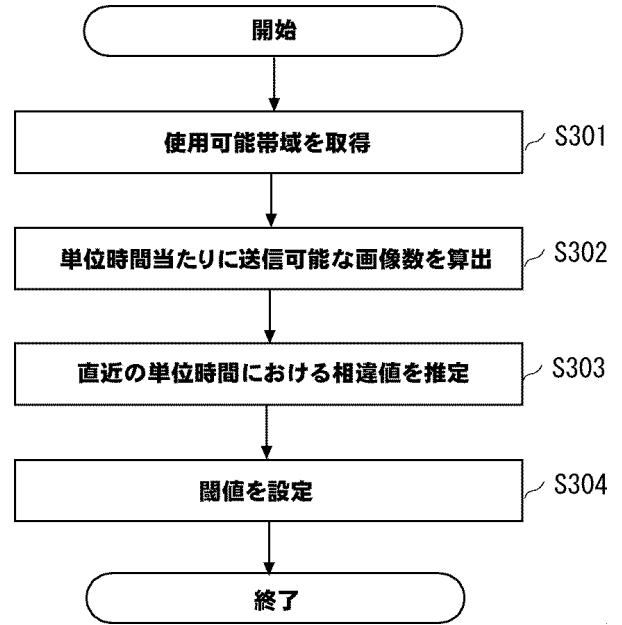
【図 9 B】



【図 9 C】



【図 1 0】



10

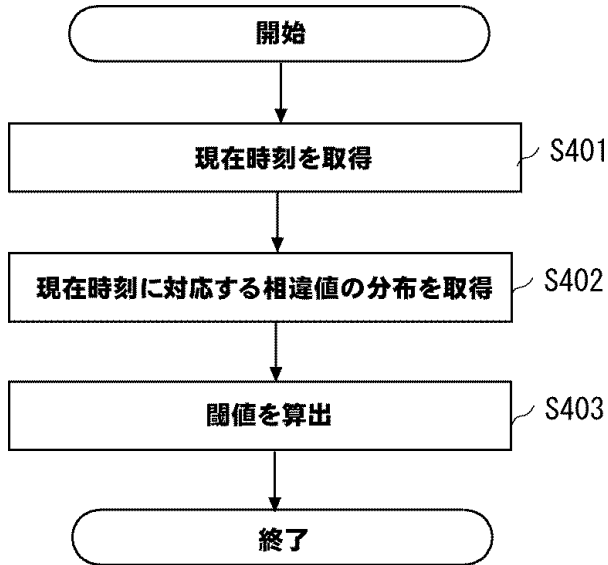
20

30

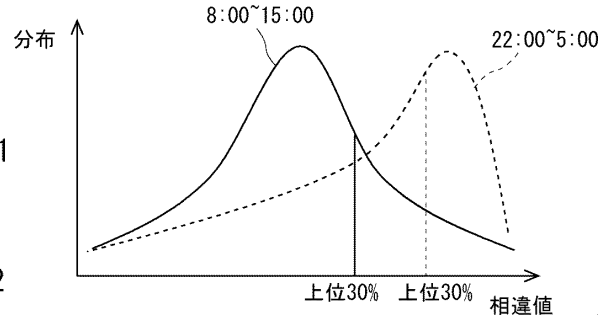
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

審査官 真木 健彦

(56)参考文献 国際公開第2017/038100(WO, A1)

特開2013-084130(JP, A)

特開2013-088477(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G06T 7/00

G06T 1/20

G06F 9/50