

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年10月4日(04.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/180750 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 3/04 (2006.01) G06N 99/00 (2010.01)

阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/010954

(74) 代理人: 徳田 佳昭, 外 (TOKUDA Yoshiaki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).

(22) 国際出願日: 2018年3月20日(20.03.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
62/478,738 2017年3月30日(30.03.2017) US

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, KG, 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, NI, 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.

(71) 出願人: パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーション オブ アメリカ (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) [US/US]; 90503 カリフォルニア州トーランス, スイート 2 0 0, マリナー アベニュー 2 0 0 0 0 California (US).

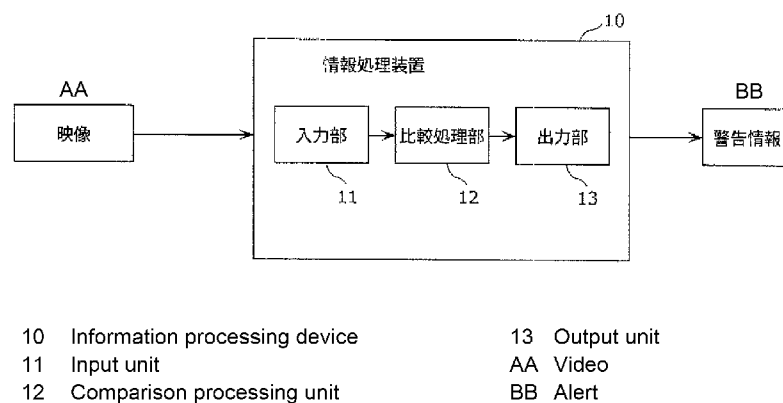
(72) 発明者: キム ミン ヤン (KIM Min Young). 築澤 宗太郎 (TSUKIZAWA Sotaro); 〒5718501 大

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE AND INFORMATION PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 情報処理装置および情報処理方法

【図1】



(57) **Abstract:** An information processing device is equipped with: an input unit 11 for inputting first data, which is one item of data constituting time series data, into a neural network; a comparison processing unit for comparing first predicted data, which is predicted data at a first period of time after the first data in the neural network, and second data, which constitutes time series data and is second data at the first period of time after the first data; and an output unit for outputting information indicating an alert when the result of the comparison by the comparison processing unit is that the difference between the second data and the first predicted data is greater than a threshold value.

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：ニューラルネットワークに、時系列データを構成する一のデータである第1データを入力する入力部11と、ニューラルネットワークに第1データから第1時間後のデータを予測させた第1予測データと、時系列データを構成する第2データであって第1データから第1時間後の第2データとを比較する比較処理部と、比較処理部が比較した結果、第2データと第1予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力する出力部とを備える。

明 細 書

発明の名称： 情報処理装置および情報処理方法

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置および情報処理方法に関し、特にニューラルネットワークを用いた情報処理装置および情報処理方法に関する。

背景技術

[0002] 神経科学の分野において、脳は継続的に感覚刺激を予測しているといったプレディクティブ・コーディング (Predictive Coding) という概念がある。

[0003] 近年、この概念に由来する人工のニューラルネットワークについての研究がなされている（例えば非特許文献1）。

[0004] 非特許文献1では、DeepPredictive Coding Network（以下、Pred Netと称する）と名づけられた、教師なしで映像予測を学習することができる人工のニューラルネットワークが提案されている。非特許文献1によれば、学習済みのPred Netは、映像を構成する一つのフレームの画像を受け取ると、次に来るフレームの画像を予測して生成することができる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：W. Lotter, G. Kreiman, and D. Cox, “Deep predictive coding networks for video prediction and unsupervised learning,” CoRR abs/1605.08104 (2016).

発明の概要

[0006] 本開示の一形態に係る情報処理装置は、ニューラルネットワークに、時系列データを構成する一のデータである第1データを入力する入力部と、前記ニューラルネットワークに前記第1データから第1時間後のデータを予測させた第1予測データと、前記時系列データを構成する第2データであって前記第1データから前記第1時間後の第2データとを比較する比較処理部と、前記比較処理部が比較した結果、前記第2データと前記第1予測データとの

誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力する出力部とを備える。

[0007] なお、これらの全般的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータで読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

発明の効果

[0008] 本開示の情報処理装置等によれば、ニューラルネットワークを用いてリスク状況を予測することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施の形態における情報処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図2]図2は、図1に示す比較処理部の詳細構成の一例を示すブロック図である。

[図3A]図3Aは、Pred Netのネットワークモデルの構造と情報の流れとを示す図である。

[図3B]図3Bは、Pred Netを構成する1層分のモジュール構造を示す図である。

[図4]図4は、実施の形態におけるニューラルネットワークの予測結果の一例を示す図である。

[図5]図5は、実施の形態におけるニューラルネットワークの予測結果の別の一例を示す図である。

[図6]図6は、実施の形態における比較部の比較処理の一例を説明するための図である。

[図7]図7は、実施の形態の比較処理部が比較処理結果として出力する誤差の一例を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態の比較処理部が比較処理結果として出力する誤差の一例を示す図である。

[図9]図 9 は、実施の形態の比較処理部が比較処理結果として出力する誤差の一例を示す図である。

[図10]図 10 は、実施の形態の比較処理部が比較処理結果として出力する誤差の一例を示す図である。

[図11]図 11 は、実施の形態における情報処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] (本発明の基礎となった知見)

非特許文献 1 では、Pred Netが教師なしで学習でき、かつ、入力された画像から直接次のフレームの画像を予測できることを開示しているに過ぎない。つまり、Pred Netを、どのように応用するのかについては開示されていない。

[0011] ところで、Pred Netのようなニューラルネットワークは、現在のフレームなどの実際のデータから次のフレームなどの将来のデータを予測できることから、例えば自動運転および監視システムなどの様々な分野においてリスク状況の予測に適用できる可能性があると考えられる。

[0012] そこで、本開示は、上述の事情を鑑みてなされたもので、ニューラルネットワークを用いてリスク状況を予測することができる情報処理装置および情報処理方法を提供する。

[0013] 本開示の一形態に係る情報処理装置は、ニューラルネットワークに、時系列データを構成する一のデータである第 1 データを入力する入力部と、前記ニューラルネットワークに前記第 1 データから第 1 時間後のデータを予測させた第 1 予測データと、前記時系列データを構成する第 2 データであって前記第 1 データから前記第 1 時間後の第 2 データとを比較する比較処理部と、前記比較処理部が比較した結果、前記第 2 データと前記第 1 予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力する出力部とを備える。

[0014] これにより、ニューラルネットワークを用いてリスク状況を予測すること

ができる。

[0015] ここで、例えば、前記時系列データは、映像データであり、前記第1データ、前記第1予測データおよび前記第2データは、画像データである。

[0016] また、例えば、前記比較処理部は、前記ニューラルネットワークに、前記第1予測データに加えて、前記第1データから第2時間後であって前記第1時間後からさらに前記第1時間後の第2時間後のデータを予測させた第2予測データと、前記時系列データを構成する第3データであって前記第1データから前記第2時間後の第3データとを比較し、前記出力部は、前記比較処理部が比較した結果、前記第2データと前記第1予測データとの誤差および前記第3データと前記第2予測データとの誤差の平均が閾値より大きい場合、前記情報を出力するとしてもよい。

[0017] ここで、例えば、前記ニューラルネットワークは、リカレントニューラルネットワークを含む。

[0018] また、例えば、前記ニューラルネットワークは、1以上の畳み込みLSTM (Long-Short-Term-Memory) と、1以上の畳み込み層とを有し、前記1以上の畳み込みLSTMは、前記リカレントニューラルネットワークである。

[0019] また、例えば、前記ニューラルネットワークは、Pred Net (Deep Predictive Coding Network) であり、前記リカレントニューラルネットワークは、前記Pred Netを構成する畳み込みLSTM (Long-Short-Term-Memory) である。

[0020] また、本開示の一形態に係る情報処理方法は、ニューラルネットワークを用いてコンピュータが行う情報処理方法であって、前記ニューラルネットワークに、時系列データを構成する一のデータである第1データを入力する入力ステップと、前記ニューラルネットワークに前記第1データから第1時間後のデータを予測させた第1予測データと、前記時系列データを構成する第2データであって前記第1データから前記第1時間後の第2データとを比較する比較処理ステップと、前記比較処理ステップにおいて比較された結果、前記第2データと前記第1予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警

告を示す情報を入力する出力ステップとを含む。

[0021] 以下で説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、構成要素、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また全ての実施の形態において、各々の内容を組み合わせることもできる。

[0022] (実施の形態)

以下では、図面を参照しながら、実施の形態における情報処理装置 10 の情報処理方法等の説明を行う。

[0023] [情報処理装置 10 の構成]

図 1 は、本実施の形態における情報処理装置 10 の構成の一例を示すブロック図である。図 2 は、図 1 に示す比較処理部 12 の詳細構成の一例を示すブロック図である。

[0024] 情報処理装置 10 は、ニューラルネットワークを用いたコンピュータ等で実現され、図 1 に示すように、入力部 11 と比較処理部 12 と出力部 13 とで構成されている。情報処理装置 10 は、入力されている映像から予期されない状況が発生したときに警告情報を入力する。比較処理部 12 は図 2 に示すように、ニューラルネットワーク 121 と、比較部 122 とを備える。

[0025] <入力部 11>

入力部 11 は、ニューラルネットワーク 121 に、時系列データを構成する一のデータである第 1 データを入力する。より具体的には、入力部 11 は、まず時系列データを構成する第 1 データを比較処理部 12 に入力し、続いて映像データを構成する第 2 データを比較処理部 12 に入力する。ここで、時系列データは、時系列に連続したデータであって傾向のあるデータである。例えば、時系列データは、時系列に連続する画像により構成される映像であってもよいし、時系列に連続する二人の会話の内容であってもよいし、時系列に連続する所定の場所の音であってもよい。第 2 データは、第 1 データ

と時間的に連続し、第1データに続くデータである。より具体的には、第2データは、時系列データを構成し、第1データから第1時間後のデータである。また、第1時間は、時系列データを構成する連続する2つ以上のデータの時間間隔であり、例えば1秒以内の間隔である。

[0026] 以下では、時系列データは映像データであり、第1データおよび第2データは画像データであるとして説明する。すなわち、本実施の形態では、入力部11は、まず時系列データを構成する第1データを現在フレームとして比較処理部12に入力し、続いて、映像データを構成する第2データを現在フレームとして比較処理部12に入力する。

[0027] <比較処理部12>

比較処理部12は、ニューラルネットワーク121に第1データから第1時間後のデータを予測させた第1予測データと、時系列データを構成する第2データであって第1データから第1時間後の第2データとを比較する。より具体的には、比較処理部12は、上述したが、図2に示すように、ニューラルネットワーク121と、比較部122とを備える。なお、本実施の形態では、第1データおよび第2データが画像データであるので、第1予測データも画像データとなる。

[0028] <<ニューラルネットワーク121>>

ニューラルネットワーク121は、入力された第1データから第1時間後のデータである第1予測データを予測する。以下、ニューラルネットワーク121は、リカレントニューラルネットワークを含むとして説明するが、これに限らない。時系列データを扱えるニューラルネットワークであればよい。具体的には、ニューラルネットワーク121は、リカレントニューラルネットワークを含む学習済みのニューラルネットワークであり、現在フレームが入力されると、現在フレームから第1時間後のフレームである予測フレームを予測する。なお、ニューラルネットワーク121は、教師なしで学習でき、正解ラベルが付与された訓練データを必要としないので、訓練データに用いるデータのサイズが制限されないという利点をもつ。

[0029] より詳細には、例えば、ニューラルネットワーク 1 2 1 は、1 以上の畳み込み層と、1 以上の畳み込み L S T M (Long-Short-Term-Memory) とを有してもよい。この場合、1 以上の畳み込み L S T M は、上述したリカレントニューラルネットワークに該当する。ここで、L S T M は、長期の時系列データを学習することができるモデルであり、リカレントニューラルネットワークの一種である。畳み込み L S T M は、L S T M の結合を全結合から畳み込みに変更したものである。換言すると、畳み込み L S T M は、重みと状態変数との内積を畳み込みに変更した L S T M である。

[0030] また、例えば、ニューラルネットワーク 1 2 1 は、上述した非特許文献 1 で開示される Pred Net であってもよい。この場合、Pred Net を構成する畳み込み L S T M は、上述したリカレントニューラルネットワークに該当する。以下では、本実施の形態のニューラルネットワーク 1 2 1 が Pred Net であるとして説明する。

[0031] 以下、Pred Net の構造等について簡単に説明する。

[0032] 図 3 A は、Pred Net のネットワークモデルの構造と情報の流れとを示す図である。図 3 B は、Pred Net を構成する 1 層分のモジュール構造 1 2 1 M を示す図である。

[0033] Pred Net は、畳み込みと L S T M とが組み合わされて構成されている。より具体的には、Pred Net は、図 3 A に示すように、図 3 B に示すモジュール構造 1 2 1 M がスタックされた階層構造からなる。Pred Net は、従来のディープニューラルネットワークとは異なり、すべての層で予測を行う。

[0034] 図 3 B に示すモジュール構造 1 2 1 M において、conv は畳み込み層を示し、pool はプーリング層を示し、conv L S T M は畳み込み L S T M を示す。conv L S T M は、予測を行うモジュールである。また、下段の Target は、入力された画像の特徴量を Error に出力し、上段の Prediction は、conv L S T M により予測された画像の特徴量を Error に出力する。Error は、入力された画像の特徴量と予測された画像の特徴量との差を、conv L S T M とモジュール外部とに

出力する。例えば0層目のErrorは、当該差を0層目のconv LSTMと1層目の下段のTargetとに出力する。換言すると、Errorは、conv LSTMが予測できなかった部分の特徴を次の層に伝播する。

[0035] 図4は、本実施の形態におけるニューラルネットワーク121の予測結果の一例を示す図である。本実施の形態におけるニューラルネットワーク121は、上述したようにPred Netである。そして、図4に示すニューラルネットワーク121は、現在フレームとして、時系列に連続する実際の画像データである第1画像 50_t 、第1画像 50_{t+1} 、 $\dots$ 、第1画像 50_{t+9} が順に入力され、1つの予測画像データを順に予測する。図4に示す例では、本実施の形態におけるニューラルネットワーク121は、順に入力される実際の画像データから、順に予測画像データである第1予測画像 60_{t+1} 、 $\dots$ 、第1予測画像 60_{t+9} を予測する。ここで、例えば画像 50_{t+1} と予測画像 60_{t+1} とは同時刻($t+1$)の画像データである。また、予測画像 60_{t+1} は、ニューラルネットワーク121が画像 50_t から予測した画像データである。

[0036] 図4に示される画像の上下すなわち第1予測画像 60_{t+1} 、 $\dots$ 、第1予測画像 60_{t+9} と第1画像 50_{t+1} 、 $\dots$ 、第1画像 50_{t+9} とを比較すると、第1予測画像 60_{t+1} 、 $\dots$ 、第1予測画像 60_{t+9} はぼけているものの、両者には高い類似性があるのがわかる。また、第1予測画像 60_{t+1} 、 $\dots$ 、第1予測画像 60_{t+9} の間にも高い類似性があるのがわかる。

[0037] このように、ニューラルネットワーク121が予測する予測フレームは、予測フレームより時間的前に予測した予測フレームとも高い相関がある。つまり、ニューラルネットワーク121に入力される映像のシーンが大幅に変化しない場合、予測される将来のフレームは、入力された映像の現在フレームおよび将来のフレームから時間的に少し前の予測フレームと同様になる。これは、運転者が高速道路で運転する場合、運転者が毎秒期待する場面は、運転者が直前に経験した場面とあまり変わらないことであり、実際そうであ

ることが多いからである。このため、ニューラルネットワーク 121 は、現在フレームおよび将来のフレームから時間的に少し前の予測フレームから、容易に精度よく将来のフレームを予測することができる。

[0038] なお、ニューラルネットワーク 121 は、入力された 1 つの第 1 データから 1 つの第 2 データを予測するとして説明したが、それに限らない。ニューラルネットワーク 121 は、入力された 1 つの第 1 データから時間的に連続する第 1 データ後の 2 つのデータを予測するとしてもよい。より具体的には、ニューラルネットワーク 121 は、入力された第 1 データから第 1 時間後のデータである第 1 予測データと、当該第 1 データから第 2 時間後であって第 1 時間後からさらに第 1 時間後の第 2 時間後のデータである第 2 予測データとを予測してもよい。さらに、ニューラルネットワーク 121 は、入力された 1 つの第 1 データから時間的に連続する第 1 データ後の 3 つ以上のデータを予測してもよい。この場合、時間的に後に予測するデータほどぼけたデータとなる。

[0039] 図 5 は、本実施の形態におけるニューラルネットワーク 121 の予測結果の別の一例を示す図である。本実施の形態におけるニューラルネットワーク 121 は上述したように Pred Net である。そして、図 5 に示すニューラルネットワーク 121 は、実際の画像データである現在フレームとして、時系列に連続する第 1 画像 F_{t-1} 、第 1 画像 F_t 、第 1 画像 F_{t+1} 、 $\dots$ 、第 1 画像 F_{t+k} が順に入力され、3 以上の予測画像データを順に予測する。図 5 に示す例では、ニューラルネットワーク 121 は、1 つの実際の画像データから、それぞれ 5 つの予測画像データを含む第 1 予測画像 $P_5(t)$ 、第 1 予測画像 $P_5(t+1)$ 、 $\dots$ 、第 1 予測画像 $P_5(t+k)$ 、第 1 予測画像 $P_5(t+k+1)$ を予測する。

[0040] ≪比較部 122≫

比較部 122 は、ニューラルネットワーク 121 が出力した第 1 予測データと、時系列データを構成する第 2 データであって第 1 データから第 1 時間後の第 2 データとを比較する。例えば、比較部 122 は、第 2 データと第 1

予測データとの誤差を比較してもよいし、第2データと第1予測データとの誤差が閾値より大きいかな否かを比較してもよい。

[0041] 本実施の形態では、比較部122は、ニューラルネットワーク121が出力した予測フレームと、時系列データを構成する現在フレームである第2画像データであって予測フレームを予測させるために入力した現在フレームである第1画像データから第1時間後の第2画像データとを比較する。具体的には、比較部122は、第2画像データと予測フレームとの誤差を比較してもよいし、当該誤差が予め定めた閾値より大きいかな否かを比較してもよい。

[0042] ここで、誤差が閾値より大きいかな否かの意味について説明する。

[0043] 上述したように、運転者が高速道路で運転する場合、運転者が毎秒期待する場面は、運転者が直前に経験した場面とあまり変わらないことであり、実際そうであると説明した。このような場合、誤差は閾値以下となる。一方で、運転者が高速道路で運転している場合に他人に起因する事故が発生したとき、運転者は事故が起こるとは想像もしていないことから、驚くことになる。このような場合、誤差は閾値より大きくなる。なぜなら、第2画像データには事故が起こったことを示されている一方で、予測画像データには事故が起こったことが示されていないので、その誤差は閾値より大きくなるからである。このように、近い将来のフレームは予測不可能であるものの、予測フレームと第2画像データとの誤差が閾値より大きい場合、直前の場面と大きく変わった場面として、予期されない状況である事故の発生の直前の兆候を示すことができることを意味する。比較部122は、時系列に連続して、予測フレームと第2画像データとを比較し、しかも映像の場合には時系列に連続する時間間隔は0.033秒以下（30fps以上）である。このように、比較処理部12は、誤差が閾値より大きいかな否かにより事故の発生の直前の兆候を判断でき、事故の発生を予測することができる。

[0044] なお、上記では、ニューラルネットワーク121は入力された1つの第1データから1つの第2データを予測することを前提として説明したが、それに限らない。ニューラルネットワーク121が、入力された1つの第1デー

タから時間的に連続する第1データ後の2つのデータを予測してもよい。この場合、比較部122は、ニューラルネットワーク121に、第1予測データに加えて、第1データから第2時間後であって第1時間後からさらに第1時間後の第2時間後のデータを予測させた第2予測データと、時系列データを構成する第3データであって第1データから第2時間後の第3データとを比較してもよい。より具体的には、比較部122は、第2データと第1予測データとの誤差および第3データと第2予測データとの誤差の平均を比較してもよいし、当該誤差の平均が閾値より大きい否かを比較してもよい。

[0045] 以下、比較部122が行う比較処理について、図5に示したニューラルネットワーク121の予測結果を用いて具体的に説明する。

[0046] 図6は、本実施の形態における比較部122の比較処理の一例を説明するための図である。図5と同様の要素には同一の符号を付しており、詳細な説明は省略する。

[0047] 図6に示す例では、比較部122は、ニューラルネットワーク121により予測された予測画像 $P_5(t)$ 、 $\dots$ 、予測画像 $P_5(t+k)$ における最初の2つの第1予測画像 $P_2(t)$ 、 $\dots$ 、第1予測画像 $P_2(t+k)$ を用いて比較処理を行っている。

[0048] より具体的には、まず、比較部122は、第1予測画像 $P_2(t)$ の最初の予測画像データと第2画像 F_t との誤差と、第1予測画像 $P_2(t)$ の最後の予測画像データと第2画像 F_{t+1} との誤差を算出する。そして、比較部122は、これらの誤差を平均する。次に、比較部122は、同様に、第1予測画像 $P_2(t+1)$ と第2画像 F_{t+1} および第2画像 F_{t+2} の誤差を算出する。そして、比較部122は、これらの誤差を平均する。なお、以降の比較処理も同様の説明を省略する。

[0049] ここで、例えば、比較部122は、(式1)に示す式により誤差 RE_{rr} を算出することで上記の比較処理を行う。なお、(式1)において、 n は使用される予測フレームの数を表し、図6に示す例では、 $n=2$ となる。また、 MSE は平均2乗誤差を表す。

[0050] [数1]

$$RErr(F_i) = \frac{\sum_{t=i-n+1}^i MSE(F_t, P_n(t))}{n} \quad \dots (1)$$

[0051] 比較部122が、(式1)に示す誤差RErrを算出することで比較処理を行い、算出した誤差RErrを出力するとする。この場合において、誤差と、予期されない状況であるリスク状況との相関関係について図7～図10を用いて説明する。

[0052] 図7～図10は、本実施の形態の比較処理部12が比較処理の結果として出力する誤差の一例を示す図である。図7～図10の縦軸には誤差を正規化した数値が示されており、この数値が大きいほど誤差が大きいことを示す。また、図7～図10に示される第2画像51_t、第2画像51_{t+1}、第2画像51_{t+2}、第2画像51_{t+3}は、第2画像データの一例であり、事故が途中で起こっている映像を構成する時系列に連続するフレームからサンプリングされたフレームを示す。

[0053] 図7には、第2画像51_tと、第2画像51_tよりも時間的に1つ前のフレームである第1画像から予測された予測画像との誤差RErrが示されている。同様に、図8には、第2画像51_{t+1}と、第2画像51_{t+1}よりも時間的に1つ前のフレームである第1画像から予測された予測画像との誤差RErrが示されている。図9には、第2画像51_{t+2}と、第2画像51_{t+2}よりも時間的に1つ前のフレームである第1画像から予測された予測画像との誤差RErrが示されている。図10には、第2画像51_{t+3}と、第2画像51_{t+3}よりも時間的に1つ前のフレームである第1画像から予測された予測画像との誤差RErrが示されている。

[0054] 図8の第2画像51_{t+1}に示されるように、前方のトラックがコントロールを失い、左右に滑り始めたときに、図7に示す誤差RErrと比較して、誤差RErrが劇的に増加しているのがわかる。そして、図10の第2画像51_{t+3}において前方のトラックが路肩に乗り上げ、実際の事故が発生した後には誤差RErr

rがフラットになっているのがわかる。これらにより、実際の事故が発生する直前に誤差RErrが劇的に増加することがわかる。したがって、実際の事故が発生する直前の誤差RErrが増加し始める時期を、閾値より大きいかな否かで判定することで、実際の事故が発生することを事故が発生する少し前に予測することが可能であることがわかる。

[0055] <出力部13>

出力部13は、比較処理部12が比較した結果、第2データと第1予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力する。なお、出力部13は、警告情報として、光を発する、警告音などの音を出す、画像を表示する、警告灯など所定の物体を動かす、または、匂いなどによる五官の刺激を行ってもよく、警告を示す情報であればよい。

[0056] また、出力部13は、比較処理部12が(式1)で示される誤差の値を比較結果として出力する場合、第2データと第1予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力してもよい。

[0057] また、比較処理部12が第2データと第1予測データとの誤差および第3データと第2予測データとの誤差の平均の値を比較結果として出力してもよい。この場合、出力部13は、第2データと第1予測データとの誤差および第3データと第2予測データとの誤差の平均が閾値より大きいとき、警告を示す情報を出力してもよい。このように、予測データと実際のデータとの比較を複数の組で行うと、予期されない状況を精度よく予測できるので、警告を示す情報に対する頑健性が向上する。

[0058] このようにして、出力部13は、入力部11に入力された映像などの時系列データにおいて予期されない状況が発生したときに警告情報を出力することができる。

[0059] [情報処理装置10の動作]

上述のように構成された情報処理装置10の動作の一例について以下説明する。

[0060] 図11は、本実施の形態における情報処理装置10動作を説明するための

フローチャートである。

- [0061] まず、情報処理装置 10 のコンピュータは、ニューラルネットワーク 121 に、時系列データを構成する一のデータである第 1 データを入力する (S1)。本実施の形態では、情報処理装置 10 のコンピュータは、映像を構成する一のフレームである第 1 データを現在フレームとしてニューラルネットワーク 121 に入力する。ニューラルネットワーク 121 は、リカレントニューラルネットワークを含む。
- [0062] 次に、情報処理装置 10 のコンピュータは、ニューラルネットワーク 121 に第 1 データから第 1 時間後のデータを予測させた第 1 予測データと、時系列データを構成する第 2 データであって第 1 データから第 1 時間後の第 2 データとを比較する (S2)。本実施の形態では、情報処理装置 10 のコンピュータは、ニューラルネットワーク 121 である Pred Net に、当該現在フレームの時間的に 1 つ後のフレームを予測フレームとして予測させる。そして、情報処理装置 10 のコンピュータは、当該現在フレームの時間的に 1 つ後の実際のフレームである第 2 フレームと、予測フレームとの誤差を比較する。
- [0063] 次に、情報処理装置 10 のコンピュータは、比較結果として、第 2 データと第 1 予測データとの誤差が閾値より大きいかな否かを判定する (S3)。本実施の形態では、情報処理装置 10 のコンピュータは、第 2 フレームと予測フレームとの誤差が予め定められた閾値より大きいかな否かを判定する。
- [0064] ステップ S3 において、情報処理装置 10 のコンピュータは、第 2 データと第 1 予測データとの誤差が閾値より大きい場合 (S3 で Yes)、警告を示す情報を出力する (S4)。なお、ステップ S3 において、情報処理装置 10 のコンピュータは、算出された第 2 データと第 1 予測データとの誤差が閾値以下の場合 (S3 で No)、ステップ S1 に戻る。
- [0065] 本実施の形態では、情報処理装置 10 のコンピュータは、第 2 フレームと予測フレームとの誤差が閾値より大きい場合には、事故の発生の直前であるなど、予期されない状況が発生する旨を示す警告を出力する。

[0066] [効果等]

以上のように、本実施の形態の情報処理装置等は、教師なしで学習させた、リカレントニューラルネットワークを含むニューラルネットワークを用いることで、時系列データを構成する一のデータである第1データから、将来のデータを予測することができる。将来のデータである予測データは、時間的に少し前のデータと類似性が高いという性質がある。このため、本実施の形態の情報処理装置等は、ニューラルネットワークに予測させた将来のデータと、予測させた時刻の実際のデータとを比較することで、予測されない状態が発生した時を判定することができる。このように、本実施の形態の情報処理装置等は、予測されない状態が発生した時を判定することで、リスク状況を予測することができる。

[0067] ここで、予測されない状態とは、時系列データが車載カメラでの自動車の前方を撮影データである場合には、直前の場面と異なる状態であって例えば事故が発生する直前の状態である。また、時系列データが監視カメラによる所定の空間または人の流れの撮影データである場合、直前の空間または人の流れと異なる状態であって所定の空間への侵入または人の流れが変わったなどの異常な活動が示す犯罪、事件等が発生する直前の状態である。このように、予測されない状態を判定することは、リスク状況の予測に該当する。

[0068] なお、時系列データが時系列に連続する二人の会話データである場合、予測されない状態とは第三者が会話に加わったなど直前の状態と異なる状態であってもよい。また、時系列データが時系列に連続する所定の場所の音データである場合、予測されない状態とは悲鳴、怒号、うなり声が発生した時など直前の状態と異なる状態であってもよい。

[0069] 以上のように、本実施の形態の情報処理装置等によれば、ニューラルネットワークを用いてリスク状況を予測することができる。

[0070] そして、本実施の形態における情報処理装置は、例えば、先進運転支援システム (Advanced Driver Assistance System : ADAS) 、自動運転または監視システムなどの分野におけるリスク状況の予測に適用し得る。

[0071] さらに、本実施の形態における情報処理装置を監視システムに適用する場合には、予測されない状態が発生した時に警備員に警告を出力できるので、異常な活動を検出するためにセキュリティカメラを継続的に監視する、人が行う退屈な作業を軽減することができる。

[0072] (他の実施態様の可能性)

本開示は、上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、本明細書において記載した構成要素を任意に組み合わせて、また、構成要素のいくつかを除外して実現される別の実施の形態を本開示の実施の形態としてもよい。また、上記実施の形態に対して本開示の主旨、すなわち、請求の範囲に記載される文言が示す意味を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例も本開示に含まれる。

[0073] また、本開示は、さらに、以下のような場合も含まれる。

[0074] (1) 上記の装置は、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクユニット、ディスプレイユニット、キーボード、マウスなどから構成されるコンピュータシステムである。前記RAMまたはハードディスクユニットには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、各装置は、その機能を達成する。ここでコンピュータプログラムは、所定の機能を達成するために、コンピュータに対する指令を示す命令コードが複数個組み合わされて構成されたものである。

[0075] (2) 上記の装置を構成する構成要素の一部または全部は、1個のシステムLSI (Large Scale Integration: 大規模集積回路) から構成されているとしてもよい。システムLSIは、複数の構成部を1個のチップ上に集積して製造された超多機能LSIであり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAMなどを含んで構成されるコンピュータシステムである。前記RAMには、コンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、システムLSIは、その機能を達成する。

- [0076] (3) 上記の装置を構成する構成要素の一部または全部は、各装置に脱着可能な I C カードまたは単体のモジュールから構成されているとしてもよい。前記 I C カードまたは前記モジュールは、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などから構成されるコンピュータシステムである。前記 I C カードまたは前記モジュールは、上記の超多機能 L S I を含むとしてもよい。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、前記 I C カードまたは前記モジュールは、その機能を達成する。この I C カードまたはこのモジュールは、耐タンパ性を有するとしてもよい。
- [0077] (4) また、本開示は、上記に示す方法であるとしてもよい。また、これらの方法をコンピュータにより実現するコンピュータプログラムであるとしてもよいし、前記コンピュータプログラムからなるデジタル信号であるとしてもよい。
- [0078] (5) また、本開示は、前記コンピュータプログラムまたは前記デジタル信号をコンピュータで読み取り可能な記録媒体、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、MO、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、BD (Blu-ray(登録商標) Disc)、半導体メモリなどに記録したものとしてもよい。また、これらの記録媒体に記録されている前記デジタル信号であるとしてもよい。
- [0079] また、本開示は、前記コンピュータプログラムまたは前記デジタル信号を、電気通信回線、無線または有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク、データ放送等を経由して伝送するものとしてもよい。
- [0080] また、本開示は、マイクロプロセッサとメモリを備えたコンピュータシステムであって、前記メモリは、上記コンピュータプログラムを記憶しており、前記マイクロプロセッサは、前記コンピュータプログラムにしたがって動作するとしてもよい。
- [0081] また、前記プログラムまたは前記デジタル信号を前記記録媒体に記録して移送することにより、または前記プログラムまたは前記デジタル信号を、前記ネットワーク等を経由して移送することにより、独立した他のコンピュー

タシステムにより実施するとしてもよい。

産業上の利用可能性

[0082] 本開示は、ニューラルネットワークを用いた情報処理装置および情報処理方法に利用でき、特にADAS、自動運転または監視システムなどの分野において、リスク状況を予測するための情報処理装置および情報処理方法に利用できる。

符号の説明

[0083] 1 0 情報処理装置
1 1 入力部
1 2 比較処理部
1 3 出力部
 $5 0_t, 5 0_{t+1}, 5 0_{t+9}$ 第1画像
 $5 1_t, 5 1_{t+1}, 5 1_{t+2}, 5 1_{t+3}$ 第1画像
 $6 0_t, 6 0_{t+1}, 6 0_{t+9}$ 第1予測画像
1 2 1 ニューラルネットワーク
1 2 2 比較部

請求の範囲

- [請求項1] ニューラルネットワークに、時系列データを構成する一のデータである第1データを入力する入力部と、
- 前記ニューラルネットワークに前記第1データから第1時間後のデータを予測させた第1予測データと、前記時系列データを構成する第2データであって前記第1データから前記第1時間後の第2データとを比較する比較処理部と、
- 前記比較処理部が比較した結果、前記第2データと前記第1予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力する出力部とを備える、
- 情報処理装置。
- [請求項2] 前記時系列データは、映像データであり、
- 前記第1データ、前記第1予測データおよび前記第2データは、画像データである、
- 請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記比較処理部は、前記ニューラルネットワークに、前記第1予測データに加えて、前記第1データから第2時間後であって前記第1時間後からさらに前記第1時間後の第2時間後のデータを予測させた第2予測データと、前記時系列データを構成する第3データであって前記第1データから前記第2時間後の第3データとを比較し、
- 前記出力部は、前記比較処理部が比較した結果、前記第2データと前記第1予測データとの誤差および前記第3データと前記第2予測データとの誤差の平均が閾値より大きい場合、前記情報を出力する、
- 請求項1または2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記ニューラルネットワークは、リカレントニューラルネットワークを含む、
- 請求項2または3に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記ニューラルネットワークは、

1 以上の畳み込み L S T M (Long-Short-Term-Memory) と、
1 以上の畳み込み層とを有し、
前記 1 以上の畳み込み L S T M は、前記リカレントニューラルネットワークである、
請求項 4 に記載の情報処理装置。

[請求項 6] 前記ニューラルネットワークは、Pred Net (Deep Predictive Coding Network) であり、

前記リカレントニューラルネットワークは、前記 Pred Net を構成する畳み込み L S T M (Long-Short-Term-Memory) である、

請求項 4 または 5 に記載の情報処理装置。

[請求項 7] ニューラルネットワークを用いてコンピュータが行う情報処理方法であって、

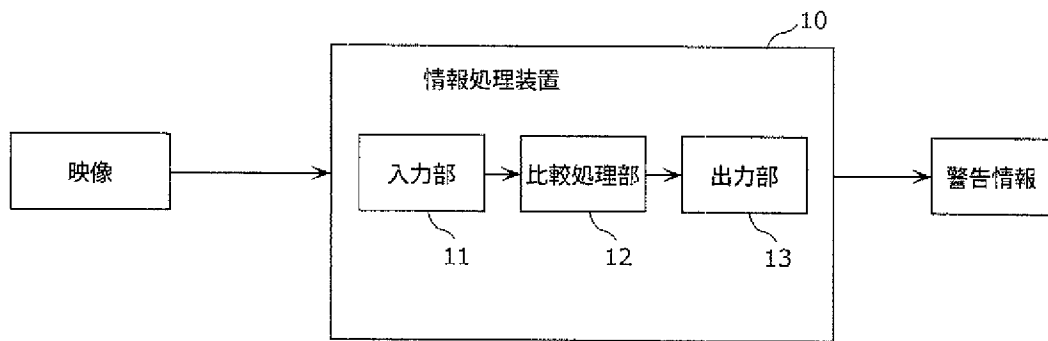
前記ニューラルネットワークに、時系列データを構成する一のデータである第 1 データを入力する入力ステップと、

前記ニューラルネットワークに前記第 1 データから第 1 時間後のデータを予測させた第 1 予測データと、前記時系列データを構成する第 2 データであって前記第 1 データから前記第 1 時間後の第 2 データとを比較する比較処理ステップと、

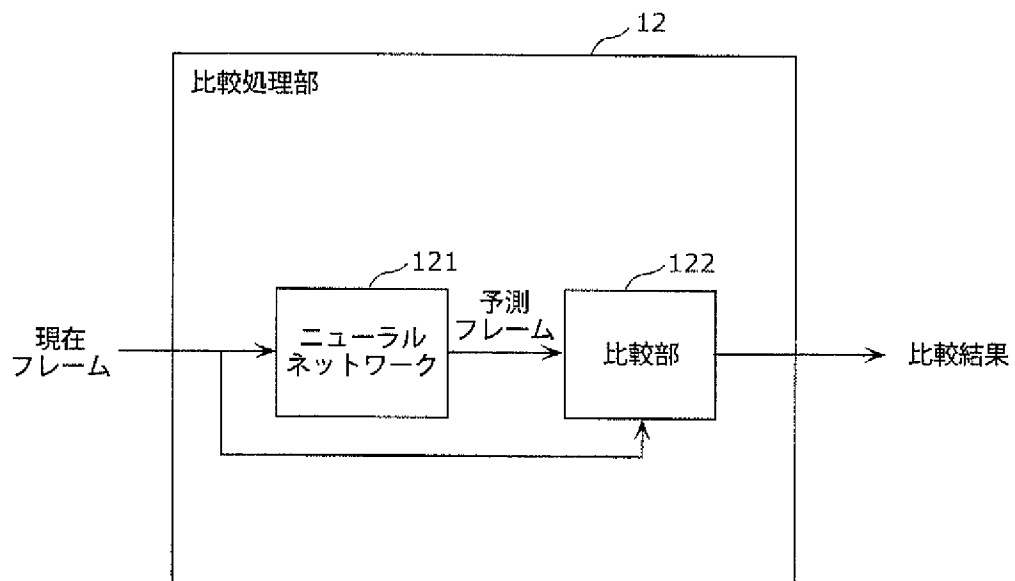
前記比較処理ステップにおいて比較された結果、前記第 2 データと前記第 1 予測データとの誤差が閾値より大きい場合に、警告を示す情報を出力する出力ステップとを含む、

情報処理方法。

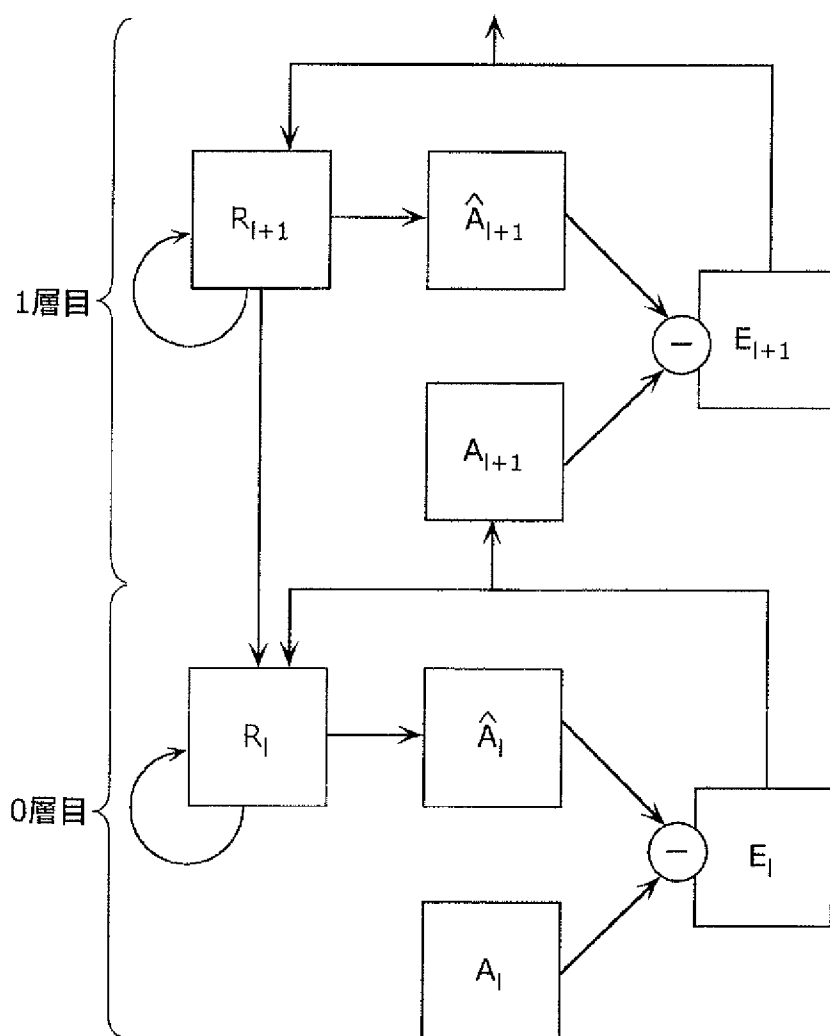
[図1]



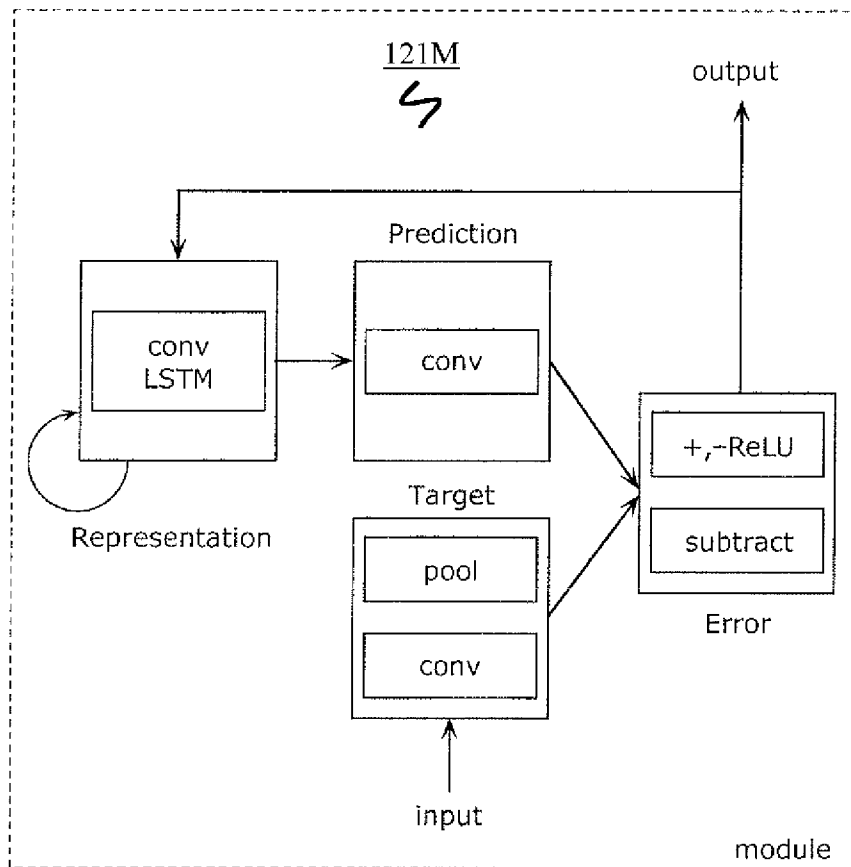
[図2]



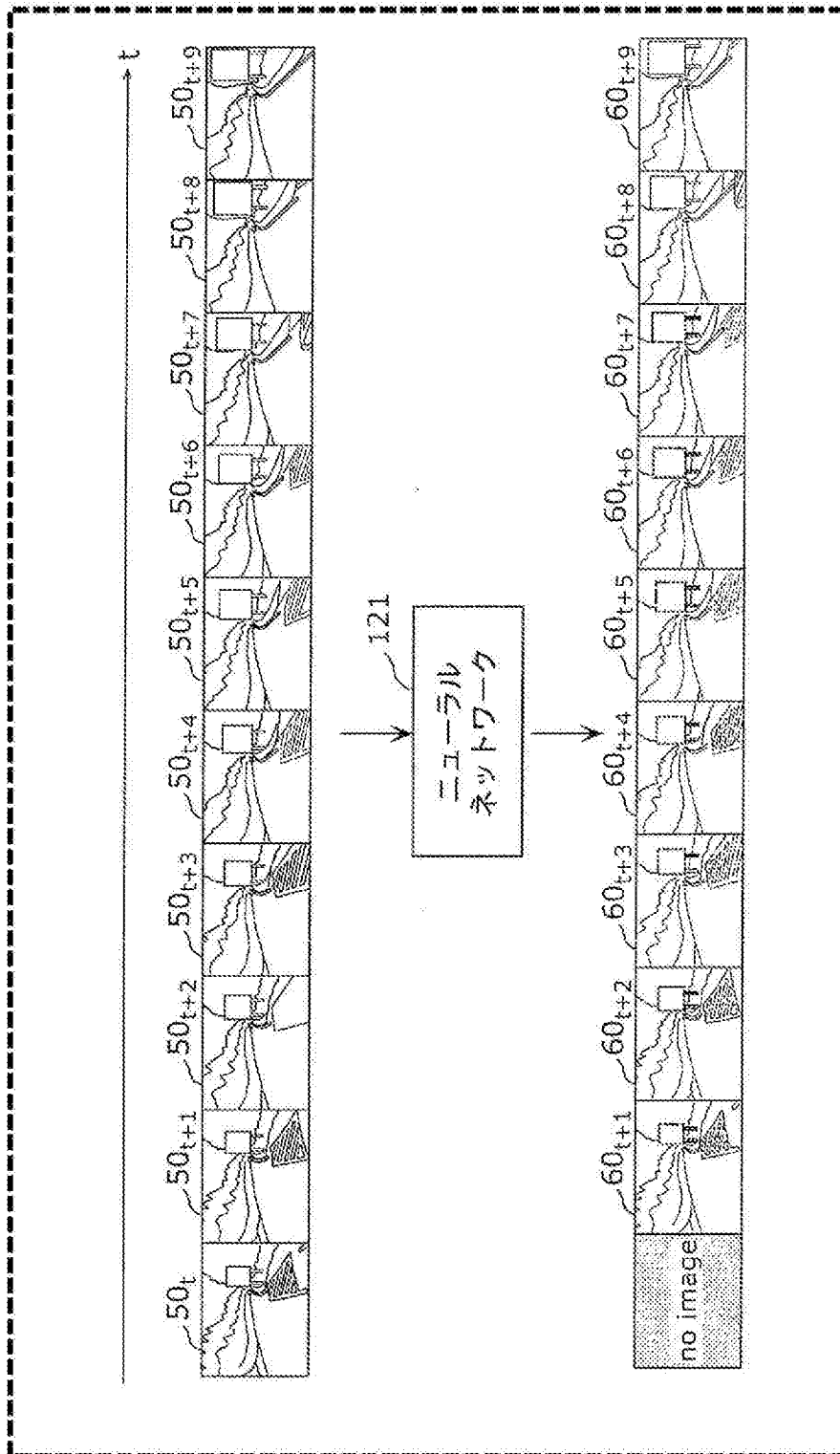
[図3A]



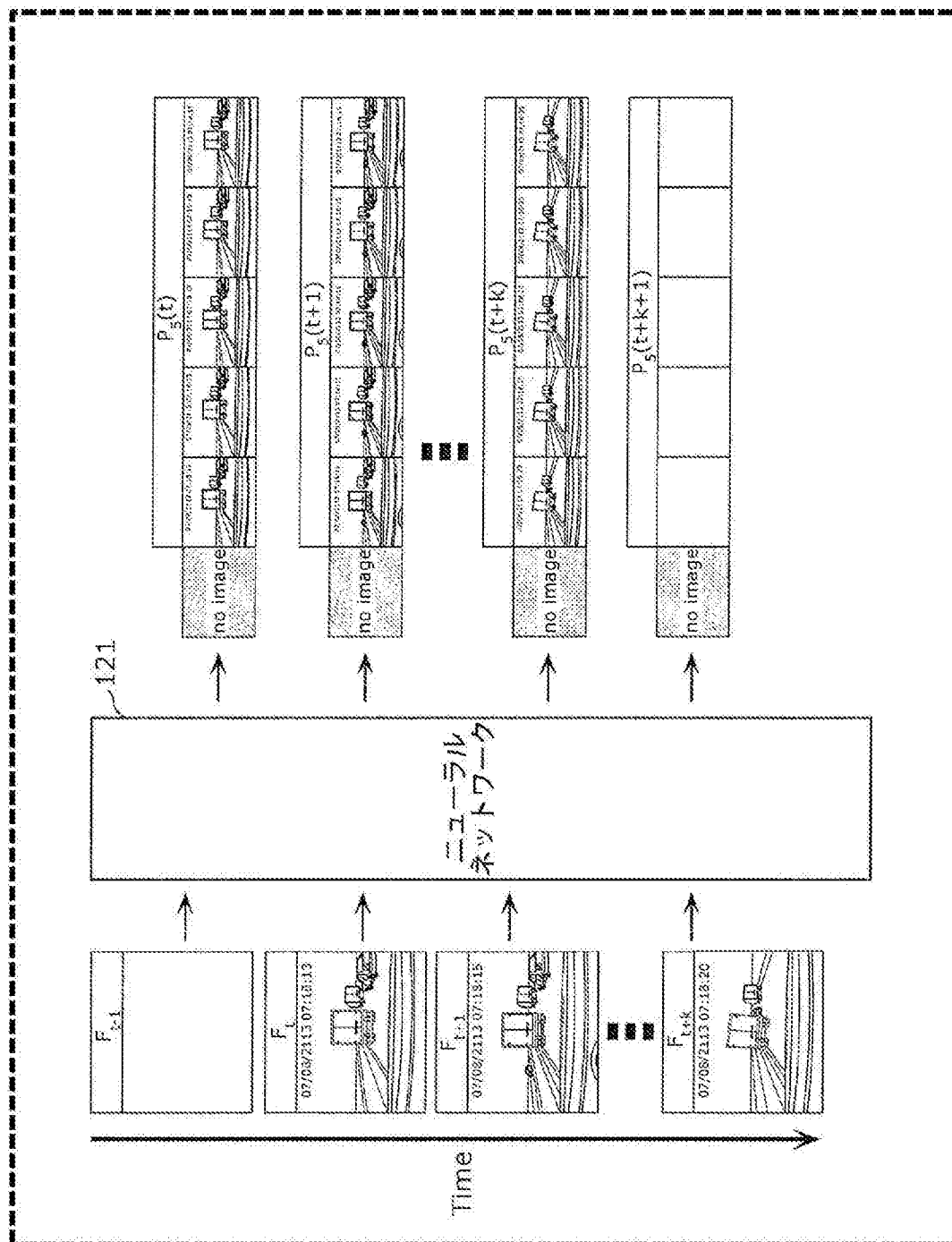
[図3B]



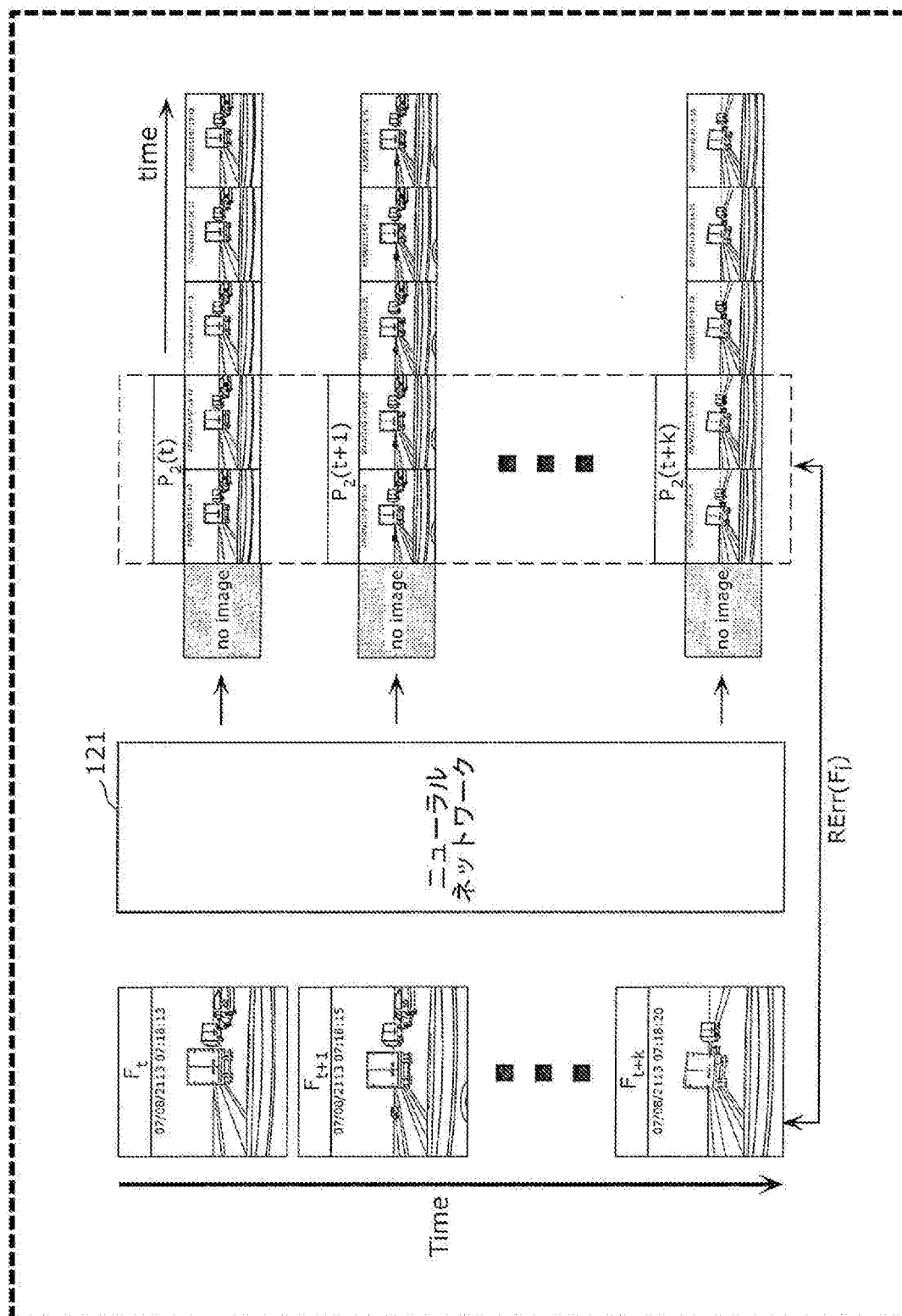
[図4]



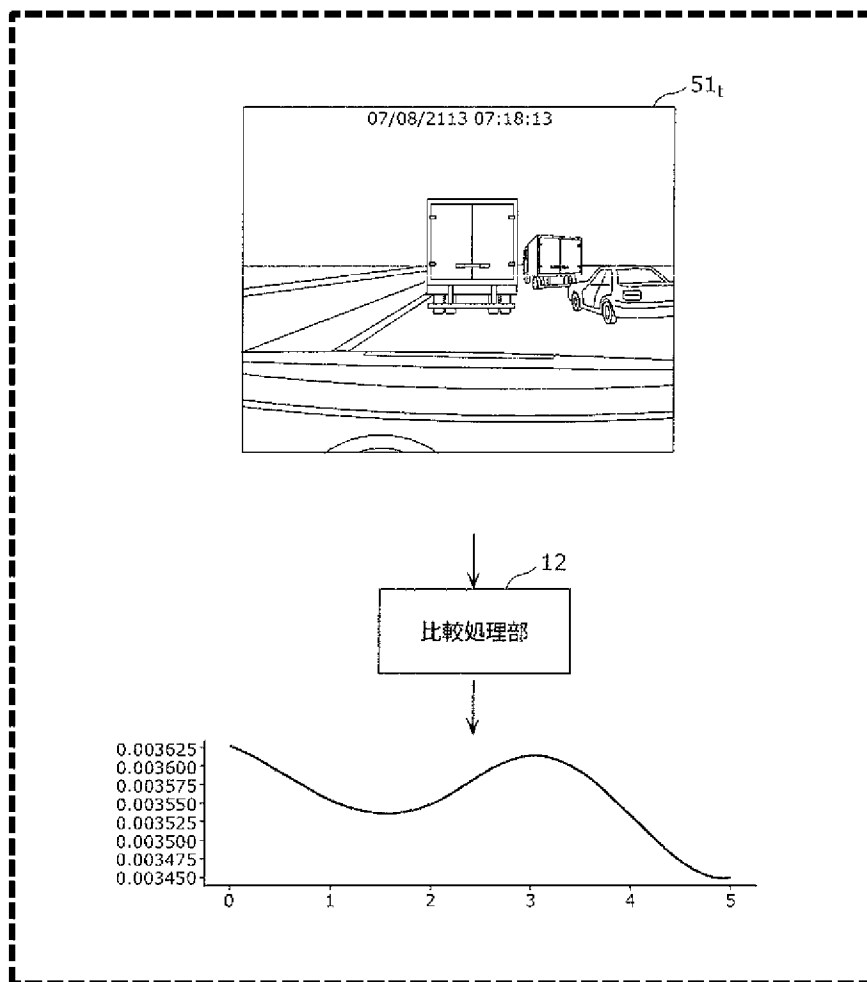
[図5]



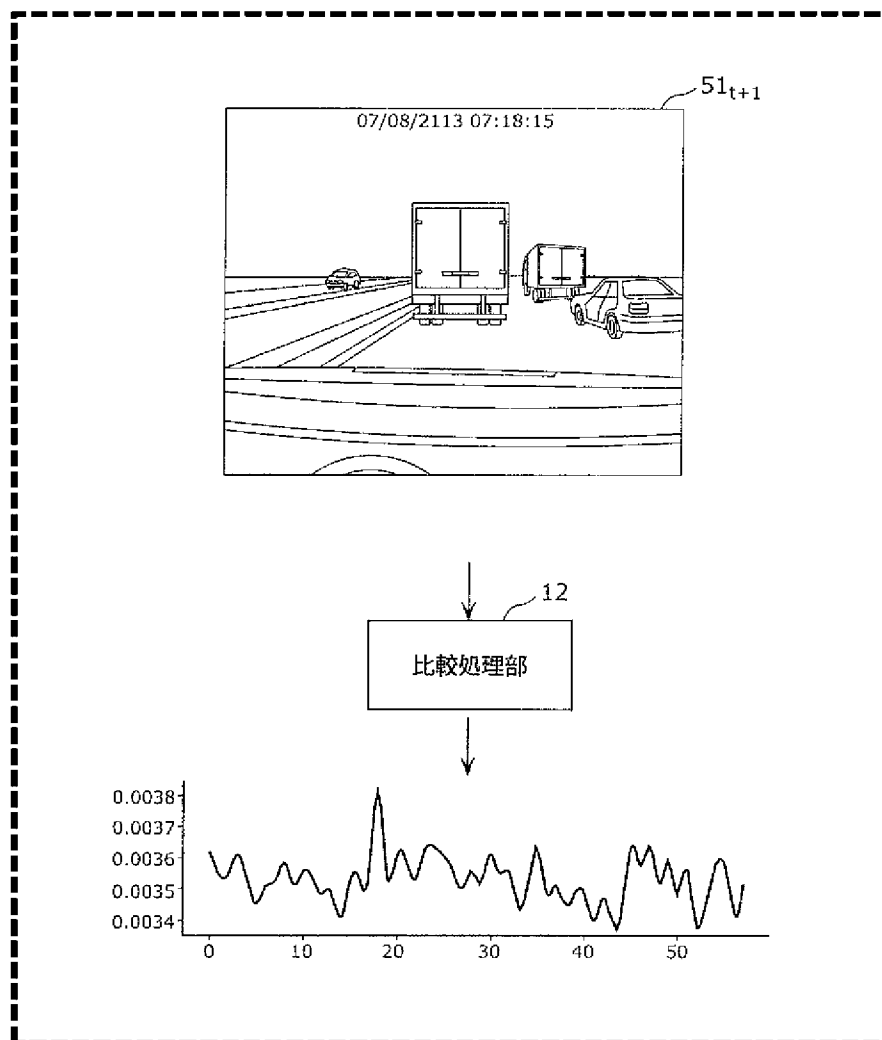
[図6]



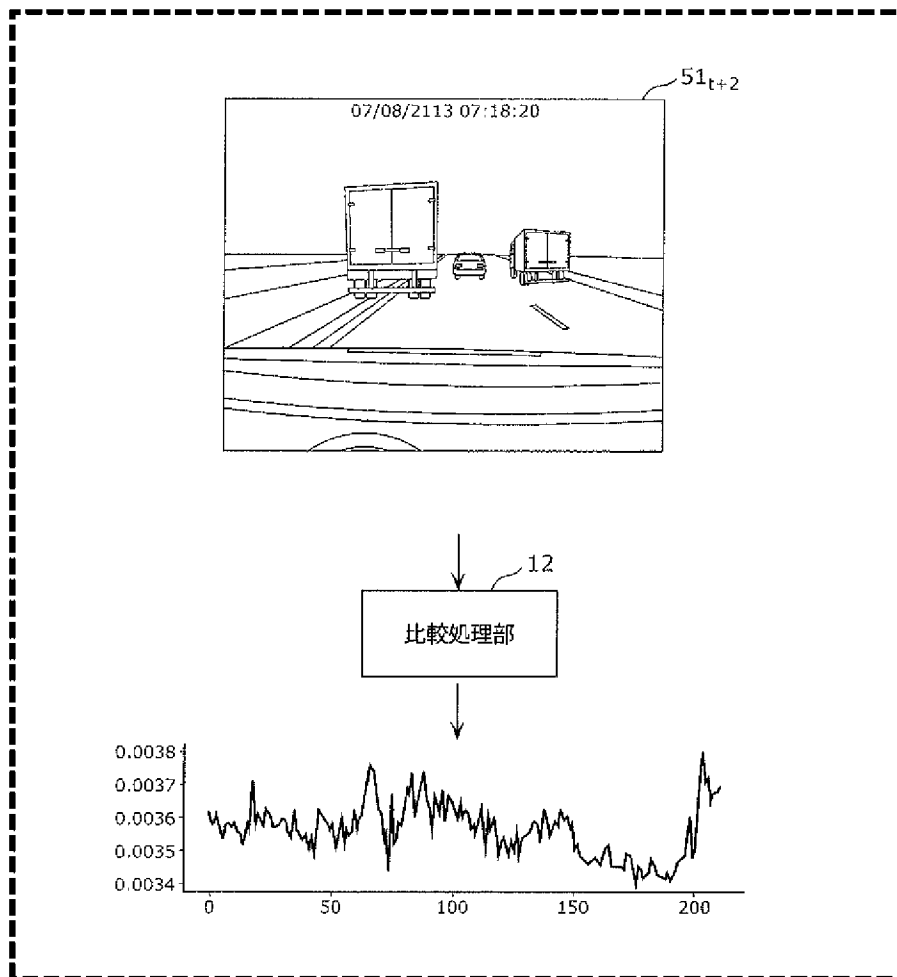
[図7]



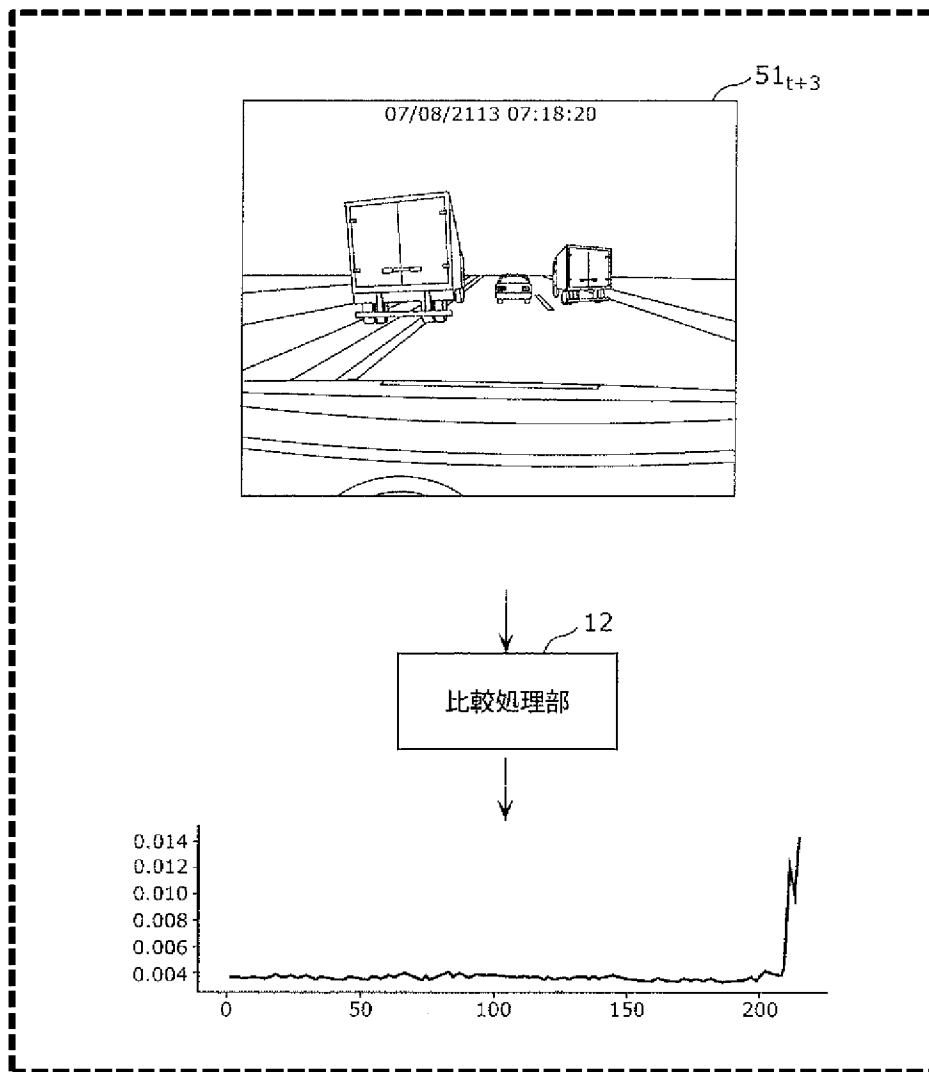
[図8]



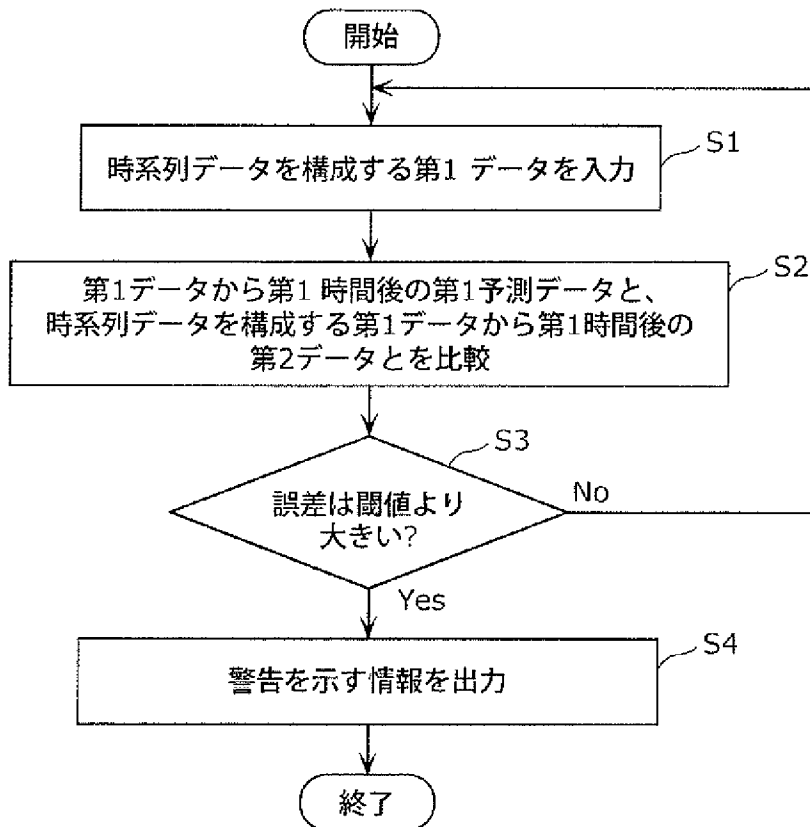
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06N3/04 (2006.01) i, G06N99/00 (2010.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06N3/04, G06N99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-071697 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 09 May 2016, paragraphs [0053]-[0091] & US 2016/0092767 A1, paragraphs [0063]-[0101]	1-7
Y	JP 2005-065294 A (AT&T CORPORATION) 10 March 2005, paragraphs [0030]-[0052] & US 2005/0039086 A1, paragraphs [0047]-[0082] & EP 1507360 A1 & CA 2474827 A1	1-7
Y	JP 2008-508581 A (SONY FRANCE S.A.) 21 March 2008, paragraph [0110] & US 2008/0319929 A1, paragraph [0123] & WO 2006/010645 A1 & EP 1622072 A1	3-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
---	---

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	

Date of the actual completion of the international search 21 May 2018 (21.05.2018)	Date of mailing of the international search report 29 May 2018 (29.05.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06N3/04(2006.01)i, G06N99/00(2010.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06N3/04, G06N99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-071697 A（インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション）2016.05.09, 段落[0053]-[0091] & US 2016/0092767 A1, 段落[0063]-[0101]	1-7
Y	JP 2005-065294 A（エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション）2005.03.10, 段落[0030]-[0052] & US 2005/0039086 A1, 段落[0047]-[0082] & EP 1507360 A1 & CA 2474827 A1	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

21.05.2018

国際調査報告の発送日

29.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

多胡 滋

5 B

3562

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-508581 A (ソニー フランス エスアー) 2008.03.21, 段落[0110] & US 2008/0319929 A1, 段落[0123] & WO 2006/010645 A1 & EP 1622072 A1	3 - 6