(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
2020年12月24日(24.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/255242 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 3/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/024058

(22) 国際出願日： 2019年6月18日(18.06.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 江村 暁(**EMURA, Satoru**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目９番１１号 ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中尾 直樹, 外 (**NAKAO, Naoki** et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目１番２２号 新宿ＮＳＯビル６階 Tokyo (JP).

(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.

(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, 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,

(54) **Title:** RESTORATION DEVICE, RESTORATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 復元装置、復元方法、およびプログラム

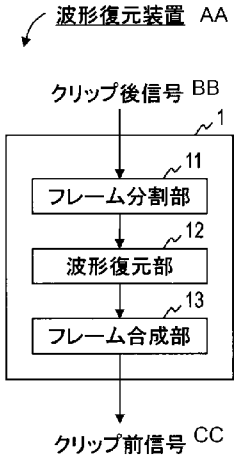


図1

11 Frame division unit
12 Waveform restoration unit
13 Frame synthesis unit
AA Waveform restoration device
BB Clipped signal
CC Pre-clip signal

(57) **Abstract:** The present invention restores a clipped signal with good precision and with a fixed amount of computation. A frame division unit (11) generates input data that includes a clipped signal and clip information representing a clipped portion of the clipped signal. A waveform restoration unit (12) uses a signal restoration neural network to estimate, from the input data, a pre-clip signal. The signal restoration neural network is one in which, using a pre-clip signal, a clipped signal, and the clip information as training data, learning is carried out so as to input the input data and output an estimated value for the pre-clip signal. A frame synthesis unit (13) carries out a frame synthesis on the pre-clip signal.

(57) 要約：一定の演算量で精度よくクリップされた信号を復元する。フレーム分割部（１１）は、クリップ後信号と当該クリップ後信号のうちクリップされた部分を表すクリップ情報とを含む入力データを生成する。波形復元部（１２）は、信号復元ニューラルネットワークを用いて入力データからクリップ前信号を推定する。信号復元ニューラルネットワークは、クリップ前信号とクリップ後信号とクリップ情報とを学習データとして、入力データを入力とし、クリップ前信号の推定値を出力するよう学習されたものである。フレーム合成部（１３）は、クリップ前信号をフレーム合成する。

WO 2020/255242 A1

［続葉有］

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 復元装置、復元方法、およびプログラム

技術分野

[0001] この発明は、クリップ後の信号からクリップ前の信号を復元する技術に関する。

背景技術

[0002] 装置間で信号を入出力する際に、信号振幅が装置の入出力レンジより大きい部分は一定値にクリッピングされる。クリッピングは、例えば、センサーから信号を得るとき、信号を何らかの機器に出力するとき、アナログ信号をA/Dコンバータに入力してデジタル化するとき等、広範囲な状況で生じる可能性がある。そこで、クリップされた信号からクリップ前の信号波形を復元する研究がこれまでなされてきた。

[0003] そのような方法として、SPADE（SParse Audio DEclipper）と呼ばれる方法が提案されている（非特許文献１）。以下、SPADEについて説明する。

[0004] なお、文中で使用する記号「-」「^」は、本来直前の文字の真上に記載されるべきものであるが、テキスト記法の制限により、当該文字の直後に記載する。数式中においてはこれらの記号は本来の位置、すなわち文字の真上に記述している。例えば、「z^{-}」は数式中では次式で表される。

[0005] [数1]

$$\overline{z}$$

[0006] また、例えば、「z^」は数式中では次式で表される。

[0007] [数2]

$$\hat{z}$$

[0008] 本来の信号（クリップ前の信号）を信号ベクトル$x=[x_1, \cdots, x_N]$、クリップされた信号を信号ベクトル$y=[y_1, \cdots, y_N]$で表現する。クリッピング前後の信号の各サンプルは、式（１）の関係がある。

[0009]

[数3]

$$y_i = \begin{cases} \theta \text{ for } x_i > \theta, \\ x_i \text{ for } |x_i| \le \theta, \\ -\theta \text{ for } x_i < -\theta \end{cases} \quad \cdots(1)$$

[0010] ここでθはクリッピングレベルである。クリッピング後の信号サンプルは、上限でクリップされる信号サンプルS_+、クリップされない信号サンプルS_r、下限でクリップされる信号サンプルS_-のいずれかに属する。

[0011] SPADEでは、まず辞書行列Dを定める。そして、辞書行列Dの逆行列D^{-1}を信号ベクトルxにかけて得られる信号表現ベクトルzに注目して、信号の複雑さをz中の非ゼロ要素の数、すなわちzのL_0ノルム$||z||_0$ではかる。辞書行列Dとしては、DFT行列（Discrete Fourier Transform Matrix）やDCT行列（Discrete Cosine Transform Matrix）等が用いられる。

[0012] SPADEは、クリップ前の信号の複雑さをkとし、所定の更新量sを複雑さkの初期値として想定する。まず、入力信号すなわちクリップ後の信号yを、D^{-1}で信号表現ベクトルzへ変換する。z中で絶対値の大きい方からk個の要素を残し、それ以外の値を0にすることで、複雑さkの信号表現ベクトルz^-へと変換する。この操作はhard thresholdingと呼ばれ、数式で$z^-=H_k(z)$と表現される（下記表１のステップ２に対応）。次に、この信号表現ベクトルz^-にDをかけて、推定信号ベクトル$x^-=Dz^-$へ変換する。推定信号ベクトルx^-は、この段階でのクリップ前の信号ベクトルxの推定結果になる。通常、この推定信号ベクトルx^-と入力信号ベクトルyでは非クリップ部分でも乖離がある。そこで下記の二つの条件を満たす信号表現ベクトル$z^$を求める（下記表１のステップ３に対応）。

[0013] 条件１．クリップされた$Dz^$がyと一致する。

[0014] 条件２．$z^$とz^-の距離が最小になる。

[0015] $z^$とz^-の距離があらかじめ決めた値より大きい場合には、「想定する信号の複雑さkが不足しているためにターゲット信号を表現できない」と判定して複雑さkを更新量sずつ増やし、上記の処理を繰り返す。

[0016] 以上の処理を、最適化手法ADMM（非特許文献２）を用いて実装すると、表１のアルゴリズムが得られる。

[0017] [表1]

1: $\hat{\mathbf{z}}^{(0)} = \mathbf{D}^*\mathbf{y}, \mathbf{u}^{(0)} = \mathbf{0}, i = 1, k = s$
2: $\bar{\mathbf{z}}^{(i)} = \mathcal{H}_k\left(\hat{\mathbf{z}}^{(i-1)} + \mathbf{u}^{(i-1)}\right)$
3: $\hat{\mathbf{z}}^{(i)} = \arg\ \min \left\|\mathbf{z} - (\bar{\mathbf{z}}^{(i)} - \mathbf{u}^{(i-1)})\right\|_2^2$
subject to $\mathbf{D}\mathbf{z}$ in $\Gamma(\mathbf{y})$
4: **if** $\left\|\hat{\mathbf{z}}^{(i)} - \bar{\mathbf{z}}^{(i)}\right\|_2 \leq \epsilon$ or $i >$ *max_iter* **then**
5: terminate
6: **else**
7: $\mathbf{u}^{(i)} = \mathbf{u}^{(i-1)} + \hat{\mathbf{z}}^{(i)} - \bar{\mathbf{z}}^{(i)}$
8: $i \leftarrow i + 1$
9: **if** $i \bmod r = 0$ **then**
10: $k \leftarrow k + s$
11: **end if**
12: go to 2
13: **end if**
14: **return** $\mathbf{x} = \mathbf{D}\hat{\mathbf{z}}^{(i)}$

[0018] SPADEは、通常のフレーム信号処理と組み合わせて使用される。つまり、入力されたクリップ後の信号は、重なりをもつ一定長のフレームに分割され、各フレームに窓かけ処理をした後、上記SPADE処理が適用される。そして、その処理結果にフレーム合成処理が適用され、復元したクリップ前の信号が得られる。

先行技術文献

非特許文献

[0019] 非特許文献1：S. Kitic, N. Bertin, and R. Gribnoval, "Sparsity and cosparsity for audio declipping: a flexible non-convex approach", The 12 thInternational conference on Latent Variable Analysis and Signal Separation (LVA/ICA2015), 2015.

非特許文献2：S. Boyd, N. Parkikh, E. Chu, B. Peleato, and J. Eckstein, "Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers", Foundation and Trend in Machine Learning, vol. 3, no. 1, 2011.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0020] しかしながら、SPADEには、リアルタイムにセンサー信号の波形を復元する必要がある場合には、演算量が変動する、という問題がある。これは、SPADEが複雑さの想定を順次増やしながら繰り返し型で波形復元処理を進めるためであり、かつ、そもそも入力信号の複雑さが未知であり絶えず変動しているためである。また、クリップされる部分が増えるほど、元の信号の特性が復元後の信号に反映されにくくなる、という問題もある。

[0021] この発明の目的は、上記のような技術的課題に鑑みて、一定の演算量で精度よくクリップされた信号を復元することができる技術を実現することである。

課題を解決するための手段

[0022] 上記の課題を解決するために、この発明の一態様の復元装置は、クリップ後信号と当該クリップ後信号のうちクリップされた部分を表すクリップ情報とを含む入力データから信号復元ニューラルネットワークを用いて当該クリップ後信号に対応するクリップ前信号を推定する復元部を含み、信号復元ニューラルネットワークは、クリップ前信号と当該クリップ前信号に対応するクリップ後信号と当該クリップ後信号に関するクリップ情報とを学習データとして、入力データを入力とし、クリップ前信号の推定値を出力するよう学習されたものである。

発明の効果

[0023] この発明の復元技術によれば、一定の演算量で精度よくクリップされた信号を復元することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]図１は、波形復元装置の機能構成を例示する図である。

[図2]図２は、波形復元部の構成を例示する図である。

[図3]図３は、波形復元方法の処理手順を例示する図である。

[図4]図４は、第二実施形態の波形復元部の機能構成を例示する図である。

[図5]図５は、コンピュータの機能構成を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、この発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、図面中において同じ機能を有する構成部には同じ番号を付し、重複説明を省略する。

[0026] ［第一実施形態］

第一実施形態の信号復元装置（以下、「復元装置」とも呼ぶ）は、ゲート付き畳み込みニューラルネットワーク（Gated Convolutional Neural Network）（例えば、参考文献１，２参照）から構成される信号復元ニューラルネットワークにより、クリップ後の信号からクリップ前の信号を復元する信号処理装置である。ニューラルネットワークの演算は固定であるため、信号復元ニューラルネットワークによる信号復元処理全体の演算量は一定となる。また、十分な学習データを用いて事前に十分に信号復元ニューラルネットワークを学習させることで、復元後の信号にクリップ前の信号の特性がより良く反映されることが期待できる。

[0027] 〔参考文献１〕Y. N. Dauphin, A. Fan, M. Auli, and D. Grangier, ”Language Modeling with Gated Convolutional Networks,” arXiv:1612.08083, Submitted on 23 Dec 2016 (v1).

〔参考文献２〕J. Yu, Z. Lin, J. Yang, X. Shen, X. Lu, and T. S. Huang, ”Free-Form Image Inpainting with Gated Convolution,” arXiv:1806.03589, Submitted on 10 Jun 2018.

第一実施形態の波形復元装置１は、図１に例示するように、フレーム分割部１１、波形復元部１２（以下、「復元部」とも呼ぶ）、およびフレーム合成部１３を備える。波形復元部１２は、図２に例示するように、信号復元ニューラルネットワーク１２１および置換部１２２を備える。この波形復元装置１が、図３に例示する各ステップの処理を行うことにより第一実施形態の波形復元方法が実現される。

[0028] 波形復元装置１は、例えば、中央演算処理装置（CPU: Central Processing

Unit）、主記憶装置（RAM: Random Access Memory）などを有する公知又は専用のコンピュータに特別なプログラムが読み込まれて構成された特別な装置である。波形復元装置１は、例えば、中央演算処理装置の制御のもとで各処理を実行する。波形復元装置１に入力されたデータや各処理で得られたデータは、例えば、主記憶装置に格納され、主記憶装置に格納されたデータは必要に応じて中央演算処理装置へ読み出されて他の処理に利用される。波形復元装置１の各処理部は、少なくとも一部が集積回路等のハードウェアによって構成されていてもよい。

[0029] 図２を参照して、信号復元ニューラルネットワーク１２１内で、入力データがどのように中間データに変換されていき、最終的に出力されるかを説明する。

[0030] はじめに、信号復元ニューラルネットワーク１２１の前段階（例えば、フレーム分割部１１等）において、波形復元装置１に入力されたクリップ後信号のベクトルと上限クリップ情報のベクトルと下限クリップ情報のベクトルとから入力データを構成する。クリップ後信号のベクトルは、Ｌサンプルのクリップ後信号からなるＬ次元ベクトルである。上限クリップ情報は、上限値以上の信号サンプルがあった場所に１、それ以外の場所に０が設定されているＬ次元ベクトルである。下限クリップ情報は、下限値以下の信号サンプルがあった場所に１、それ以外の場所に０が設定されているＬ次元ベクトルである。すなわち、図２に示すように、クリップ後信号のベクトルを上限クリップ情報のベクトルと下限クリップ情報のベクトルに挟んで構成したＬ×３行列が入力データになる。

[0031] 信号復元ニューラルネットワークを学習する際には、上記の入力データとクリップ前信号が学習データとして与えられる。学習済みの信号復元ニューラルネットワークで推定する際には、復元したいクリップ後信号に関する入力データを入力し、その出力をクリップ前信号の推定値とする。最後に、置換部１２２が、クリップ後信号のベクトル中で上限クリップもしくは下限クリップされている部分を、信号復元ニューラルネットワークで推定された値

に置き換えて、復元されたクリップ前信号として出力する。

[0032] 信号復元ニューラルネットワークは、多層のゲート付き畳み込みニューラルネットワークで構成される。畳み込みニューラルネットワークは、入力データ（信号）を時間方向に複数切り出してフィルタをかけ、活性化関数に通すことで特徴ベクトルを出力する。信号長Ｌ＝１０２４のとき、フィルタ長には、例えば３～２０タップを用いる。フィルタの種類を増やすことで特徴ベクトルの数、すなわちチャネル数を増やす。図２において、四角形で示したデータ（Ｌ１～Ｌ５）は各中間データであり、その縦幅が時間方向サンプル数に、その横幅がチャネル数に対応する。通常の畳み込みニューラルネットワークの１層分の変換は、Ｙを入力ベクトルとして、次式で表される。

[0033] [数4]

$$h(Y) = \tanh(Y * W + b)$$

[0034] 一方、ゲート付き畳み込みニューラルネットワークでは、この変換が次式になる。

[0035] [数5]

$$h(Y) = \sigma(Y * W + b) \otimes \sigma(Y * V + c)$$

[0036] ただし、

[0037] [数6]

$$\otimes$$

[0038] は要素ごとの積（element-wise product）であり、σは活性化関数であり、W, b, V, cは学習済みのパラメータである。本実施形態では、入力される信号および出力する信号は共に正負の値を取るため、活性化関数には正負の値を出力する関数（例えば、tanhなど）を用いる。

[0039] 信号復元ニューラルネットワークは、クリップ後信号を高次の特徴量へエンコードしていく過程と、高次の特徴量を復元信号へデコードする過程とからなり、最終的にデコード過程からＬ次元ベクトルが出力される。エンコードの過程では、フィルタの種類を増やすことでチャネル数を増やすと同時に

マックスプーリングを用いて時間方向サンプル数を減らしていく。デコードの過程では、逆にフィルタの種類を減らすことでチャネル数を減らすと同時にアップサンプリングを用いて時間方向サンプル数を増やしていく。図２では隠れ層が５層の構成を示したが、本発明の層数はこれに限定されない。これより層数の少ない構成も多い構成も考えられる。

[0040] なお、入力データから中間データ、中間データから中間データ、中間データから出力への各変換（Ｇ１～Ｇ６）には、図２に示すように、ゲート付き畳み込みニューラルネットワークとマックスプーリング、バッチノーマライゼーションが使われる。また、信号復元ニューラルネットワーク全体を学習するときのコスト関数には、参考文献２と同様に、クリップ前の信号と復元後の信号との差信号のＬ１ノルムを用いる。

[0041] 以下、図３を参照して、第一実施形態の波形復元装置１が実行する波形復元方法の処理手続きを説明する。

[0042] 波形復元装置１には、クリップ後信号と、クリップ後信号に関する上限クリップ情報と、クリップ後信号に関する下限クリップ情報とが入力される。

[0043] ステップＳ１１において、フレーム分割部１１は、入力されたクリップ後信号と上限クリップ情報と下限クリップ情報とをそれぞれＬサンプルずつに分割して入力データを生成する。すなわち、入力データは、Ｌサンプルのクリップ後信号を表すＬ次元ベクトルと、クリップ後信号の各サンプルに対応する上限クリップ情報を表すＬ次元ベクトルと、クリップ後信号の各サンプルに対応する下限クリップ情報を表すＬ次元ベクトルとを組にしたデータである。より具体的には、Ｌ次元のクリップ後信号のベクトルがＬ次元の上限クリップ情報のベクトルとＬ次元の下限クリップ情報のベクトルとに挟まれたＬ×３行列が入力データとなる。フレーム分割部１１は、生成した入力データを波形復元部１２へ送る。

[0044] ステップＳ１２において、波形復元部１２は、信号復元ニューラルネットワーク１２１を用いて入力データからクリップ前信号を推定する。すなわち、波形復元部１２は、フレーム分割部１１から受け取った入力データを信号

復元ニューラルネットワーク１２１へ入力し、置換部１２２で入力データのクリップ後信号のベクトルのうち上限値でクリップまたは下限値でクリップされている部分を信号復元ニューラルネットワーク１２１で推定された値に置換することで、クリップ前信号のベクトルを生成する。波形復元部１２は、推定したクリップ前信号のベクトルをフレーム合成部１３へ送る。

[0045] ステップＳ１３において、フレーム合成部１３は、推定されたクリップ前信号のベクトルにフレーム合成処理を適用し、クリップ前信号を復元する。

[0046] ［第二実施形態］

第一実施形態の信号復元ニューラルネットワークでは、信号のおおまかな形状は復元されるが、細部の形状は復元されにくい傾向がある。そこで、第二実施形態の波形復元部では、細部形状の復元精度を上げるために、図４に示すように、信号復元ニューラルネットワークを二段直列に接続する。すなわち、第一実施形態の信号復元ニューラルネットワーク１２１－１により復元された信号ベクトルに対して、さらに二段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－２を適用し、クリップ前信号のベクトルを推定するように構成する。

[0047] 第一実施形態と同様に、入力データは、クリップ後信号のベクトルを上限クリップ情報のベクトルと下限クリップ情報のベクトルとで挟んで構成する。信号長がＬのとき、入力データはＬ×３行列になる。二段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－２を学習する際は、この入力データとクリップ前信号とを学習データとして与える。学習後、信号復元ニューラルネットワークで推定する際は、入力データを一段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－１へ入力し、二段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－２の出力をクリップ前信号の推定値とする。

[0048] 二段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－２の内部構成は、図２に示した第一実施形態の信号復元ニューラルネットワークと同様である。すなわち、信号復元ニューラルネットワーク１２１－２は、クリップ後の信号を高次の特徴量へエンコードしていく過程と、高次の特徴量を復元信号へデ

コードする過程とからなり、最後にデコード過程からＬ次元ベクトルが出力される。各中間データの時間方向サンプル数およびチャネル数は、一段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－１と同一であってもよいし、違っていてもよい。また層数についても一段目の信号復元ニューラルネットワーク１２１－１と同じであってもよいし、違っていてもよい。

[0049] ［第二実施形態の変形例］

クリップ後の信号ではなく欠落のある信号を対象として元の信号を復元する場合にも、クリップ後の信号と同様に元の信号の細部の情報が復元された信号から失われやすい。そのため、欠落のある信号を復元する場合にも、第二実施形態の構成を適用できる。この場合、入力データは、欠落有り信号ベクトルと欠落情報ベクトルからなるＬ×２行列になる。図４に示すように、二段目の信号復元ニューラルネットワークを用いることで、一段目の推定信号から、より復元精度の高い復元信号を推定することができる。

[0050] ［発明のポイント］

本発明のポイントは以下の３点である。

[0051] １．クリップ後信号をゲートつき畳み込みニューラルネットワークを用いて復元する信号復元ニューラルネットワークにおいて、上限クリップ情報のベクトルと下限クリップ情報のベクトルとでクリップ後信号のベクトルを挟んで、入力データを構成する。

[0052] ２．ゲートつき畳み込みニューラルネットワークの内部では、正負の値を出力する関数（tanh）を活性化関数として使う。

[0053] ３．信号の復元精度を高めるために、信号復元ニューラルネットワークを二段構成にする。はじめに一段目の信号復元ニューラルネットワークを学習させる。その学習後の推定結果を用いて二段目の信号復元ニューラルネットワークを学習させる。

[0054] 以上、この発明の実施の形態について説明したが、具体的な構成は、これらの実施の形態に限られるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜設計の変更等があっても、この発明に含まれることはいうまでもない

。実施の形態において説明した各種の処理は、記載の順に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。

[0055] ［プログラム、記録媒体］

上記実施形態で説明した各装置における各種の処理機能をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムを図５に示すコンピュータの記憶部１０２０に読み込ませ、制御部１０１０、入力部１０３０、出力部１０４０などに動作させることにより、上記各装置における各種の処理機能がコンピュータ上で実現される。

[0056] この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等どのようなものでもよい。

[0057] また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

[0058] このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶装置に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるた

びに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

[0059] また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

請求の範囲

[請求項1] クリップ後信号と当該クリップ後信号のうちクリップされた部分を表すクリップ情報とを含む入力データから信号復元ニューラルネットワークを用いて当該クリップ後信号に対応するクリップ前信号を推定する復元部を含み、

上記信号復元ニューラルネットワークは、クリップ前信号と当該クリップ前信号に対応するクリップ後信号と当該クリップ後信号に関するクリップ情報とを学習データとして、上記入力データを入力とし、上記クリップ前信号の推定値を出力するよう学習されたものである、

復元装置。

[請求項2] 請求項１に記載の復元装置であって、

上記クリップ情報は、上限値でクリップされた部分を表す上限クリップ情報と下限値でクリップされた部分を表す下限クリップ情報とからなる、

復元装置。

[請求項3] 請求項２に記載の復元装置であって、

上記入力データは、上記クリップ後信号を、上記上限クリップ情報と上記下限クリップ情報とで挟んで構成されたものである、

復元装置。

[請求項4] 請求項１から３のいずれかに記載の復元装置であって、

上記信号復元ニューラルネットワークは、ゲート付き畳み込みニューラルネットワークであり、活性化関数が正負の値を出力する関数である、

復元装置。

[請求項5] 請求項１から４のいずれかに記載の復元装置であって、

上記復元部は、上記信号復元ニューラルネットワークを二段直列に接続し、一段目の信号復元ニューラルネットワークの出力と上記クリップ情報とからなる入力データを二段目の信号復元ニューラルネット

ワークへ入力して二段目の信号復元ニューラルネットワークの出力を上記クリップ前信号の推定値とする、

復元装置。

[請求項6] 復元部が、クリップ後信号と当該クリップ後信号のうちクリップされた部分を表すクリップ情報とを含む入力データから信号復元ニューラルネットワークを用いて当該クリップ後信号に対応するクリップ前信号を推定し、

上記信号復元ニューラルネットワークは、クリップ前信号と当該クリップ前信号に対応するクリップ後信号と当該クリップ後信号に関するクリップ情報とを学習データとして、上記入力データを入力とし、上記クリップ前信号の推定値を出力するよう学習されたものである、

復元方法。

[請求項7] 請求項１から５のいずれかに記載の復元装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

[図1]

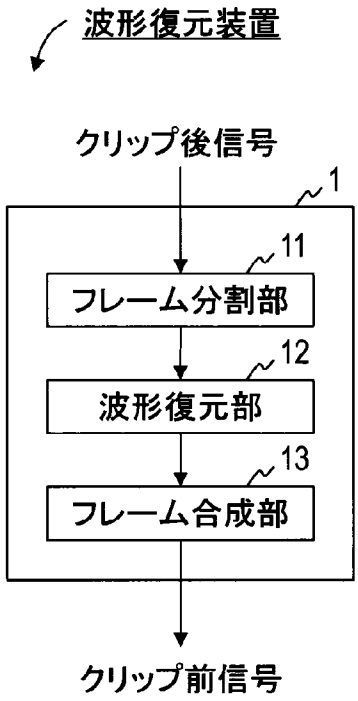


図1

[図2]

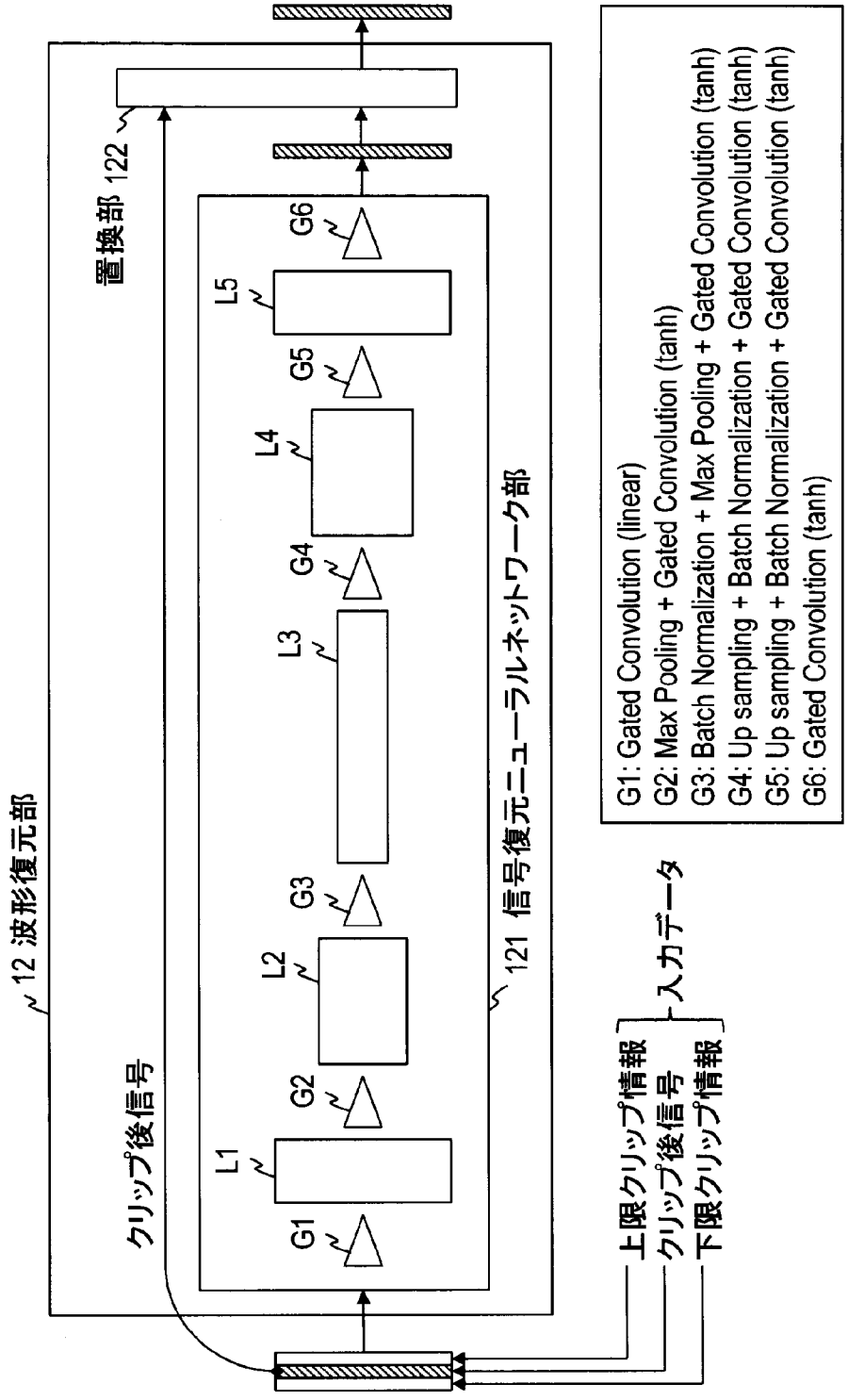

12 波形復元部
121 信号復元ニューラルネットワーク部
置換部 122
クリップ後信号
L1
L2
L3
L4
L5
G1
G2
G3
G4
G5
G6
上限クリップ情報
クリップ後信号
下限クリップ情報
入力データ
G1: Gated Convolution (linear)
G2: Max Pooling + Gated Convolution (tanh)
G3: Batch Normalization + Max Pooling + Gated Convolution (tanh)
G4: Up sampling + Batch Normalization + Gated Convolution (tanh)
G5: Up sampling + Batch Normalization + Gated Convolution (tanh)
G6: Gated Convolution (tanh)

図2

[図3]

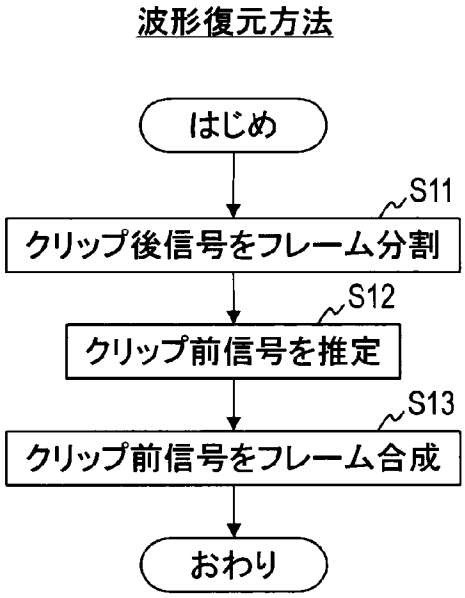

波形復元方法
はじめ
S11
クリップ後信号をフレーム分割
S12
クリップ前信号を推定
S13
クリップ前信号をフレーム合成
おわり

図3

[図4]

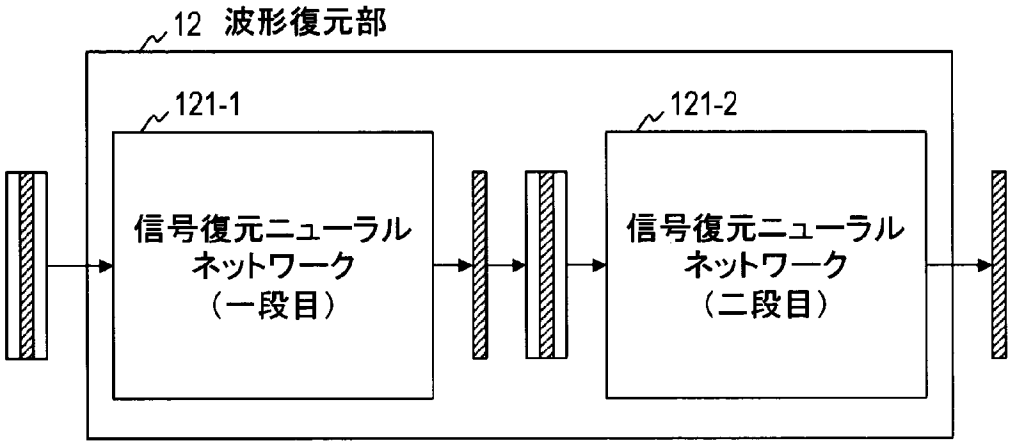

12 波形復元部
121-1
信号復元ニューラル
ネットワーク
（一段目）
121-2
信号復元ニューラル
ネットワーク
（二段目）

図4

[図5]

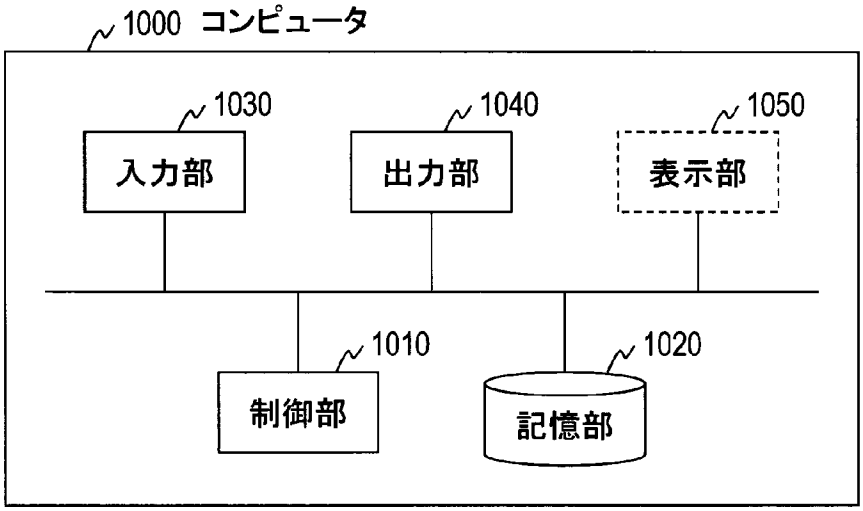


図5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/024058

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G06N3/04(2006.01)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

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
X A	JP 2005-275410 A (HERMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS (WAVEMAKERS), INC.) 06 October 2005, paragraphs [0014]-[0046], fig. 1-9, 14 & US 2006/0031066 A1, paragraphs [0029]-[0060], fig. 1-9, 14 & CN 1737906 A & KR 10-2006-0044629 A	1, 6-7 2-5
X A	Satoshi IIZUKA et al., Globally and Locally Consistent Image Completion, [online], July 2017, pages 1-14, [retrieved on 11 September 2019], Retrieved from the Internet: <URL:http://iizuka.cs.tsukuba.ac.jp/projects/completion/data/completion_sig2017.pdf>	1, 6-7 2-5

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11.09.2019	01.10.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/024058

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Jiahui YU et al., Free-Form Image Inpainting with Gated Convolution, [online], arXiv, 10 June 2018, pages 1-12, [retrieved on 11 September 2019], Retrieved from the Internet: <URL:https://arxiv.org/pdf/1806.03589.pdf>	1, 6-7 2-5
A	JP 2013-162347 A (SONY CORP.) 19 August 2013, paragraphs [0004]-[0006], [0010], [0011], [0021]-[0048], [0138]-[0177], fig. 5-9, 26-28 (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０２４０５８

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

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

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X	JP 2005-275410 A (ハーマン ベッカー オートモーティブ システムズ－ウェイブメーカーズ, インコーポレイテッド)	１，６－７
A	2005.10.06, 段落[0014]-[0046], 図 1-9, 14 & US 2006/0031066 A1, Paragraphs[0029]-[0060], Figures1-9, 14 & CN 1737906 A & KR 10-2006-0044629 A	２－５

☑　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

「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

「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）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「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

「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

「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

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１１．０９．２０１９	０１．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｂ　４１７８
三坂　敏夫
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
X A	Satoshi IIZUKA et al., Globally and Locally Consistent Image Completion, [online], 2017.07, p.1-14, [retrieved on 2019.9.11], Retrieved from the Internet: ＜ＵＲＬ：http://iizuka.cs.tsukuba.ac.jp/projects/completion/data/completion_sig2017.pdf＞	１，６－７ ２－５
X A	Jiahui YU et al., Free-Form Image Inpainting with Gated Convolution, [online], arXiv, 2018.06.10, p.1-12, [retrieved on 2019.9.11], Retrieved from the Internet: ＜ＵＲＬ：https://arxiv.org/pdf/1806.03589.pdf＞	１，６－７ ２－５
A	JP 2013-162347 A（ソニー株式会社）2013.08.19, 段落[0004]-[0006],[0010]-[0011],[0021]-[0048],[0138]-[0177],図5-9,26-28（ファミリーなし）	１－７