

(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6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/121860 A1

(51) 国際特許分類:  
H03H 17/00 (2006.01) G10L 21/0264 (2013.01)  
G10L 21/0232 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/046934

(22) 国際出願日: 2019年12月2日(02.12.2019)

(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:  
特願 2018-234185 2018年12月14日(14.12.2018) JP

(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).

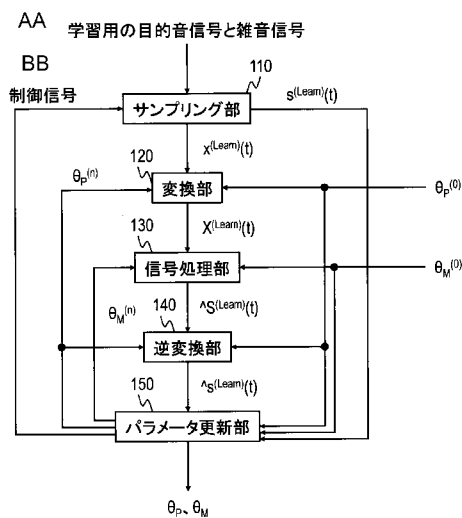
(72) 発明者: 小泉 悠馬 (KOIZUMI, Yuma); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 原田 登(HARADA, Noboru); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(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NS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,

(54) Title: ACOUSTIC SIGNAL PROCESSING DEVICE, METHOD FOR ACOUSTIC SIGNAL PROCESSING, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 音響信号処理装置、その方法、およびプログラム



110 Sampling unit  
120 Conversion unit  
130 Signal processing unit  
140 Reverse conversion unit  
150 Parameter update unit  
AA Learning target sound signal and noise signal  
BB Control signal

図1

(57) Abstract: Provided is an acoustic signal processing technology such that after signal conversion appropriate for desired signal processing (for example, sound source enhancement processing) is performed, desired signal processing is performed on a converted signal. An acoustic signal processing device performs signal processing M for a desired purpose on an input acoustic signal x. The acoustic signal processing device comprises: a conversion unit for performing conversion processing P on an acoustic signal x to obtain a first conversion coefficient X; a signal processing unit for performing signal processing M corresponding to a desired purpose on the first conversion coefficient X to obtain a second conversion coefficient ^S; and a reverse conversion unit for

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, 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)）

---

performing reverse conversion processing  $P^{-1}$  on the second conversion coefficient  $\wedge S$  to obtain an acoustic signal  $\wedge S$  that has been subjected to the signal processing for the desired purpose. The conversion processing P, the reverse conversion processing  $P^{-1}$ , and the signal processing M are simultaneously optimized.

(57) 要約：所望の信号処理（例えば、音源強調処理）に適した信号変換を行った上で、変換後の信号に対して所望の信号処理を行う音響信号処理技術を提供する。音響信号処理装置は、入力された音響信号 $x$ に所望の目的の信号処理 $M$ を施す。音響信号処理装置は、音響信号 $x$ に変換処理 $P$ を施し第一の変換係数 $X$ を得る変換部と、第一の変換係数 $X$ に所望の目的に対応する信号処理 $M$ を施し第二の変換係数 $\wedge S$ を得る信号処理部と、第二の変換係数 $\wedge S$ に逆変換処理 $P^{-1}$ を施し所望の目的の信号処理が施された音響信号 $\wedge s$ を得る逆変換部を有し、変換処理 $P$ と、逆変換処理 $P^{-1}$ と、信号処理 $M$ は同時に最適化されたものである。

## 明 細 書

### 発明の名称：音響信号処理装置、その方法、およびプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、音声／音響信号に対して、信号変換（例えば、短時間フーリエ変換(STFT: short - time Fourier transform)) を利用した信号解析を行った上で、変換後の信号に対して所望の信号処理(例えば、音声強調処理)を行う技術に関する。

### 背景技術

[0002] STFTを利用した信号解析と、周波数領域の音響信号に対して音源強調処理を行う技術が従来技術として知られている。

[0003] 音響信号処理を行うためには、まず、マイクロホンを用いて、音を観測する必要がある。その観測音には、処理を行いたい目的音の他に雑音が含まれている。音源強調とは、雑音が含まれた観測信号から、目的音を抽出する信号処理のことを指す。

[0004] 音源強調を定義する。マイクロホンの観測信号を $x_k$ と置き、次式に示すように $x_k$ は目的音信号 $s_k$ と雑音信号 $n_k$ の混合信号であるとする。

$$x_k = s_k + n_k \quad (1)$$

ここで、 $k$ は時間領域における時間のインデックスである。観測信号から目的音を抽出するために、時間領域の観測信号を $K$ 点毎に $L$ 点まとめて解析することを考える。以降、観測信号をその様にまとめた $t \in \{0, \dots, T\}$ 番目の信号

$$x_t = (x_{tK+1}, \dots, x_{tK+L})^T \quad (2)$$

を $t$ フレーム目の観測信号と表現する。ただし $^T$ は転置を表す。すると、 $t$ フレーム目の観測信号は、式(1)より、以下の様に記述できる。

$$x_t = s_t + n_t \quad (3)$$

ここで

$$s_t = (s_{tK+1}, \dots, s_{tK+L})^T$$

$$n_t = (n_{tK+1}, \dots, n_{tK+L})^T$$

である。STFTを用いた信号の時間周波数解析では、各時間フレームの観測信号に対してSTFTをかける。STFT後の信号は以下の性質を満たす。

[0005] [数1]

$$\underbrace{\text{STFT}[x_t]}_{X_t^{(\text{STFT})}} = \underbrace{\text{STFT}[s_t]}_{S_t^{(\text{STFT})}} + \underbrace{\text{STFT}[n_t]}_{N_t^{(\text{STFT})}} \quad (4)$$

[0006] ここで $X^{(\text{STFT})}_t = (X^{(\text{STFT})}_{t,1}, \dots, X^{(\text{STFT})}_{t,L})^T$ 、 $S^{(\text{STFT})}_t = (S^{(\text{STFT})}_{t,1}, \dots, S^{(\text{STFT})}_{t,L})^T$ 、 $N^{(\text{STFT})}_t = (N^{(\text{STFT})}_{t,1}, \dots, N^{(\text{STFT})}_{t,L})^T$ はそれぞれ、 $t$ フレーム目の観測信号、目的音信号、雑音信号をSTFTした結果得られる解析結果である。

[0007] 時間周波数マスク処理は、音源強調における代表的な手法の一つである。

この処理では、STFT後の観測信号に対して、時間周波数マスク $G_t = (G_{t,1}, \dots, G_{t,L})$ を乗ずることで、STFT後の目的音信号の推定値を以下の様に得る。

[0008] [数2]

$$\hat{S}_t^{(\text{STFT})} = G_t \odot X_t^{(\text{STFT})} \quad (5)$$

[0009] [数3]

ここで $\odot$ はアダマール積である。

[0010] 最後に、次式のように $\hat{S}^{(\text{STFT})}_t$ に逆STFT(ISTFT: inverse-STFT)を実行することで、時間領域の目的音信号の推定値を得る。

$$\hat{s}_t = \text{ISTFT}[\hat{S}^{(\text{STFT})}_t] \quad (6)$$

今、観測信号から $G_t$ を推定する、パラメータ $\theta_G$ を持つ関数を $H$ と置く。そして、 $G_t$ を以下の様に定義する。

$$G_t = H(x_t | \theta_G) \quad (7)$$

なお、近年盛んに研究されている深層学習を用いた音源強調では、 $H$ を深層ニューラルネットワーク(DNN: deep neural network)で設計する手法が主流である。以降では、 $H$ はDNNを利用して実装されていると仮定する。すると式(5)と式(6)より、 $\hat{S}^{(\text{STFT})}_t$ と $\hat{s}_t$ は以下の様に記述できる。

[0011] [数4]

$$\hat{S}_t^{(\text{STFT})} = \underbrace{H(x_t | \theta_G) \odot X_t^{(\text{STFT})}}_{M(X_t^{(\text{STFT})} | \theta_M)} \quad (8)$$

[0012] [数5]

$$\hat{s}_t = \text{ISTFT} \left[ M \left( X_t^{(\text{STFT})} \middle| \theta_M \right) \right] \quad (9)$$

[0013] この場合、 $\theta_M = \theta_G$ である。式(9)より、STFT領域の時間周波数マスク処理に基づく音源強調の未知パラメータは $\theta_M$ である。音源強調の目的は、観測信号から目的音を抽出することなので、抽出誤差を定義した $\theta_M$ に関する目的関数 $J(\theta_M)$ を最小化する様に $\theta_M$ を求めれば良い。

[0014] [数6]

$$\theta_M \leftarrow \arg \min_{\theta_M} J(\theta_M) \quad (10)$$

[0015] ここで目的関数には、目的音の複素スペクトルと時間周波数マスク処理音の複素スペクトルの二乗誤差である位相鋭敏誤差(非特許文献1参照)や

$$J^{\text{PSF}}(\theta_M) = E[||s_t - M(X_t | \theta_M)||_2^2]_t \quad (11)$$

ISTFT後の信号の平均絶対誤差

$$J^{\text{E2E}}(\theta_M) = E[||s_t - \hat{s}_t||_1]_t \quad (12)$$

などを利用すれば良い。ここで $|| \cdot ||_p$ は $L_p$ ノルム、 $E[\cdot]_t$ は $t$ に関する期待値を表す。

## 先行技術文献

## 非特許文献

[0016] 非特許文献1 : H. Erdogan, J. R. Hershey, S. Watanabe, and J. L. Roux, "Phase-sensitive and recognition-boosted speech separation using deep recurrent neural networks", in Proc. ICASSP, 2015.

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0017] STFTは実数から複素数への写像関数である。すなわち、

[0018] [数7]

$$\text{STFT}: \mathbb{R}^L \mapsto \mathbb{C}^L$$

[0019] である。ゆえに、STFT後の信号を扱うためには、複素数を操作しなくてはならない。音源強調においては、観測信号から目的音信号を完全再構成するた

めには、時間周波数マスク $G_t$ もまた複素数である必要がある。ところが、複素数の扱いの難しさから、スペクトルサブトラクション法などの古典的なアルゴリズムや、深層学習を利用した時間周波数マスク推定では、 $G_t$ は実数として推定されることがほとんどである。すなわち、振幅スペクトルのみを操作し、位相スペクトルは操作しない。

[0020] 信号を完全再構成するための近年の研究の発展の方向性は、

1. 処理Mを高度化することで位相スペクトルも推定する。
  2. STFT領域ではない実数の領域で音源強調を行う。
- の2つがある。

[0021] 前者の代表的な研究は、Griffin-Limアルゴリズム(参考文献1参照)に代表される、時間周波数マスク後の振幅スペクトルから位相スペクトルを後処理的に推定するものである。

(参考文献1) D. W. Griffin and J. S. Lim, "Signal estimation from modified short-time Fourier transform", IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process., 32, p.236-243 (1984).

[0022] その他にも、深層学習を利用して複素数の時間周波数マスクを直接推定する方法がある(参考文献2参照)。

(参考文献2) D. S. Williamson, Y. Wang and D. L. Wang, "Complex ratio masking for monaural speech separation", IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, pp.483-492, 2016.

[0023] 後者の研究は、ここまで周波数変換をSTFTをすることを前提としてきたが、周波数変換がSTFTでなければならない理由はないという思想から始まる。むしろ、既存の機械学習のアルゴリズムを適用しづらい複素変換のSTFTは、深層学習を利用した信号処理に適した周波数変換ではないかもしれない。そこで近年では、STFTの代わりに修正離散コサイン変換(MDCT:modified DCT)などの実数領域で定義された周波数変換を利用する研究も行われている(参考文献3参照)。

(参考文献3) Y. Koizumi, N. harada, Y. Haneda, Y. Hioka, and K. Koba

yashi, "End-to-end sound source enhancement using deep neural network in the modified discrete cosine transform domain", in Proc. ICASSP, 2018.

[0024] 本発明は、所望の信号処理（例えば、音源強調処理）に適した信号変換を行った上で、変換後の信号に対して所望の信号処理を行う音響信号処理装置、その方法、およびプログラム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

[0025] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様によれば、音響信号処理装置は、入力された音響信号 $x$ に所望の目的の信号処理 $M$ を施す。音響信号処理装置は、音響信号 $x$ に変換処理 $P$ を施し第一の変換係数 $X$ を得る変換部と、第一の変換係数 $X$ に所望の目的に対応する信号処理 $M$ を施し第二の変換係数 $\hat{S}$ を得る信号処理部と、第二の変換係数 $\hat{S}$ に逆変換処理 $P^{-1}$ を施し所望の目的の信号処理が施された音響信号 $\hat{s}$ を得る逆変換部を有し、変換処理 $P$ と、逆変換処理 $P^{-1}$ と、信号処理 $M$ は同時に最適化されたものである。

### 発明の効果

[0026] 本発明によれば、所望の信号処理に適した信号変換を行った上で、変換後の信号に対して所望の信号処理を行うため、所望の信号処理の精度を向上させることができるという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0027] [図1]第一実施形態に係る学習装置の機能ブロック図。

[図2]第一実施形態に係る学習装置の処理フローの例を示す図。

[図3]第一実施形態に係る音響信号処理装置の機能ブロック図。

[図4]第一実施形態に係る音響信号処理装置の処理フローの例を示す図。

### 発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施形態について、説明する。なお、以下の説明に用いる図面では、同じ機能を持つ構成部や同じ処理を行うステップには同一の符号を記し、重複説明を省略する。以下の説明において、テキスト中で使用する

記号「 $\wedge$ 」等は、本来直後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、当該文字の直前に記載する。式中においてはこれらの記号は本来の位置に記述している。また、ベクトルや行列の各要素単位で行われる処理は、特に断りが無い限り、そのベクトルやその行列の全ての要素に対して適用されるものとする。

[0029] <本実施形態のポイント>

従来、深層学習の有無に限らず、音声／音響信号処理では、波形をそのまま扱うことは稀であり、多くの場合、観測信号を短い時間区間毎にフーリエ変換（STFT）し、その信号に対して強調や識別をかける。ところが、STFTは実数から複素数への変換であり、複素数を利用した深層学習はその学習が複雑になることから、STFTスペクトルの振幅情報のみを利用したり、制御したりすることが多い。これは、位相スペクトルの情報を無視していることになる。そのため、観測信号から得られる情報を余すことなく利用しているとは言えない。本実施形態は、もはや周波数変換がSTFTでなければならない理由はないのではないか？という思想から出発する。そして、これまで、修正離散コサイン変換（MDCT）をSTFTの代わりに利用してきた。本実施形態は、もはや”変換”はSTFTやMDCTのように固定関数である必要すらなく、むしろ音声／音響信号処理との相性を考えるのであればその”変換”も最適化可能な関数として設計し、音声／音響信号処理向けのニューラルネットワークを学習する目的関数で同時最適化すべきだ、という考えに基づく。同時最適化を実現するには、”変換”を、逆変換可能なニューラルネットワークで設計し、音声／音響信号処理向けのニューラルネットワークと同時に誤差逆伝搬を実行すれば良い。

[0030] <本実施形態の概要>

本実施形態では、STFTを逆変換を持つ写像関数全般 $P$ （以下変換関数 $P$ ともいう）に拡張して考える。すると、式(9)は以下の様に記述できる。

$$\hat{s}_t = P^{-1}[M(P[x_t] | \theta_M)] \quad (13)$$

[0031] なお、 $P$ は恒等写像を利用することも可能であり、それは時間領域で音源強調



を行う方式である。その場合、Mは時間周波数マスク処理ではなく、Wave Netなどの、直接波形を出力するDNNが使われる(参考文献4参照)。

(参考文献4) K. Qian, Y. Zhang, S. Chang, X. Yang, D. Florencio, and M. H. Johnson, "Speech enhancement using Bayesian wavenet", in Proc. INTERSPEECH, 2017.

[0032] 本実施形態は、上述の「2. STFT領域ではない実数の領域で音源強調を行う。」STFT以外の変換を利用した音響信号処理の拡張にあたる。これまでは、PはSTFTやMDCTのように固定された変換で考えられてきた。しかしより柔軟な発想をすれば、Pが固定の変換である必要すらなく、むしろ信号処理Mとの相性を考えるのであればPもパラメータ $\theta_P$ で最適化可能な関数として設計し、 $\theta_M$ と同一の目的関数で同時最適化すべきだろう。つまり、

[0033] [数8]

$$P[x|\theta_P]: X \mapsto X \text{ か } P^{-1}[X|\theta_P]: X \mapsto x$$

[0034] であり、式(13)は以下の様に拡張される。

$$\hat{s}_t = P^{-1}[M(P[x_t|\theta_P]|\theta_M)|\theta_P] \quad (14)$$

[0035] [数9]

$$\theta \leftarrow \arg \min_{\theta} J(\theta) \quad (15)$$

[0036] である。ここで $\theta = \{\theta_M, \theta_P\}$ である。目的関数 $J(\theta)$ は例えば式(11), (12)の位相鋭敏誤差、平均絶対誤差である。

[0037] 本実施形態では、逆変換を持つ(周波数変換とは限らない)変換関数Pを定義し、そのパラメータを音源強調関数などの音響信号処理を行う関数Mのパラメータと同一の目的関数で同時に最適化する。ここで特にPやMの形態に制限はないが、Pをニューラルネットワークを利用して設計する学習例を述べる。

[0038] (学習例)

Pをニューラルネットワークを利用して設計する例を述べる。説明の簡単のために、ニューラルネットワークとして1層の全結合ニューラルネットワーク(FCN: fully-connected network)を利用する。まず、正方行列 $W \in \mathbb{R}^L \times L$ 、バイアスベクトル $b \in \mathbb{R}^L$ および非線形変換

[0039] [数10]

$$\sigma(x): \mathbb{R}^L \mapsto \mathbb{R}^L$$

[0040] を定義する。すると、 $P$ とその逆関数は以下のように記述できる。

$$P(x | \theta_P) = \sigma(Wx + b) = X \quad (16)$$

$$P^{-1}(X | \theta_P) = W^{-1}[\sigma^{-1}(X) - b] = x \quad (17)$$

上記の変換が成り立つための条件は、 $W$ が正則であること（i.e. 逆行列を持つこと）と、 $\sigma(x)$ が逆変換を持つことである。まず、 $W$ の正則性を保証した $W$ の学習法を説明する。一般のFCNの最適化では、 $W$ の正則性は保証されない。本実施形態ではこれを保証するために、 $W$ を行列が正則な場合にのみ成り立つ行列分解をし、行列分解後の行列を最適化することで、正則性を保証した $W$ の学習をおこなう。そのような行列分解には、例えばLU分解、QR分解、コレスキー分解などが考えられる。本実施形態によれば $W$ はどの分解を施しても良いが、ここでは以下の行列分解を考える。

$$W = Q(AA^T + \varepsilon E) \quad (18)$$

ここで $Q \in \mathbb{R}^{L \times L}$ は任意の正則行列、 $A \in \mathbb{R}^{L \times L}$ は任意の正方行列、 $E$ は $L \times L$ の単位行列、 $\varepsilon > 0$ は正則化パラメータである。式(18)は、 $A$ がどのような値をとったとしても、 $W$ は必ず正則な行列となる。ゆえに、勾配法などを用いて $A$ を学習していくことで $W$ を学習する。なお、他の値は変更せず固定する。本実施形態では、例えば、 $Q$ をDCT行列（離散コサイン変換する行列）とし、 $A$ の初期値もDCT行列とする。すると初期値においては $AA^T$ が単位行列となるため、 $W$ の初期値はDCT行列を $1 + \varepsilon$ 倍したものとなる。そして学習が進むにつれ $(AA^T + \varepsilon E)$ が変化していき、結果的に $W$ はDCT行列を変形した正則行列となる。

[0041] 次に $\sigma(x)$ であるが、これは既存の活性化関数のうち、逆変換を持つものを利用すれば良い。そのような $\sigma(x)$ には、sigmoid関数やtanh関数が考えられるが、演算の中に指数関数や対数関数を持つものはその逆変換や微分が数値的に不安定となりやすい。ゆえに、 $\sigma(x)$ は区分線形な関数で設計すると良い。そのような $\sigma(x)$ には、例えば以下のleaky-ReLUなどがある。

$$\sigma(x) = \max(x, \alpha x) \quad (19)$$

$$\sigma^{-1}(x) = \min(x, \alpha^{-1}x) \quad (20)$$

ここで  $0 < \alpha < 1$  である。このように設計した  $P$  は明らかに  $\theta_P$  で微分可能であり、 $P$  を含んだ合成関数である  $J(\theta)$  もまた、 $\theta_P$  および  $\theta_M$  で微分可能である。ゆえに、変換と音響信号処理のパラメータ  $\theta_P$  および  $\theta_M$  は式(15)を満たすように誤差逆伝搬法で同時学習できる。

[0042] さて、上記の例では、簡単のために1層のFCNを利用したが、明らかに、これは複数層のFCNへと拡張できる。以下に  $Q$  層のFCNを利用した場合の変換を示す。

$$P(x | \theta_P) = \sigma_0(W_0 \cdots \sigma_2(W_2(\sigma_1(W_1x + b_1)) + b_2) \cdots b_Q) \quad (21)$$

$$P^{-1}(X | \theta_P) = W^{-1}_1[ \sigma^{-1}_1(\cdots W^{-1}_{Q-1}[ \sigma^{-1}_{Q-1}(W^{-1}_Q[ \sigma^{-1}_Q(X) - b_Q]) - b_{Q-1}) \cdots) - b_1] \quad (22)$$

[0043] またFCNではなく、逆変換が可能な畳み込みニューラルネットワーク(CNN: convolution neural network)を利用して設計することも可能である。それには、例えばRevNet(参考文献5参照)のような構造を用いればよい。

(参考文献5) A. N. Gomez, M. Ren, R. Urtasun, and R. b. Grosse, "The reversible residual network: Backpropagation without storing activations", in Proc. NIPS, 2017.

[0044] つまりは、 $P$  は逆変換可能なニューラルネットワークで設計すればなんでもよく、そうすれば変換と音響信号処理のパラメータ  $\theta_P$  および  $\theta_M$  は式(15)を満たすように誤差逆伝搬法で同時学習できる。

[0045] <第一実施形態の詳細>

第一実施形態に係る音響信号処理システムは、学習装置と音響信号処理装置とを含む。

[0046] 学習装置および音響信号処理装置は、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。学習装置および音響信号処理装置は、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。学習装置および音響信号処理装置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。学習装置および音響信号処理装置の各処理部は、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。学習装置および音響信号処理装置が備える各記憶部は、例えば、RAM (Random Access Memory) などの主記憶装置、またはリレーショナルデータベースやキーバリューストアなどのミドルウェアにより構成することができる。ただし、各記憶部は、必ずしも学習装置および音響信号処理装置がその内部に備える必要はなく、ハードディスクや光ディスクもしくはフラッシュメモリ (Flash Memory) のような半導体メモリ素子により構成される補助記憶装置により構成し、学習装置および音響信号処理装置の外部に備える構成としてもよい。

[0047] まず、学習装置について説明する。

#### <学習装置>

図1は第一実施形態に係る学習装置の機能ブロック図を、図2はその処理フローを示す。

[0048] 学習装置は、サンプリング部110、変換部120、信号処理部130、逆変換部140、パラメータ更新部150を含む。

[0049] 学習装置は、学習用の目的音信号、学習用の雑音信号、各種最適化に必要なパラメータを入力とし、パラメータ $\theta_P$ 、 $\theta_M$ を学習して、出力する。なお、各種最適化に必要なパラメータは、パラメータ $\theta_P$ 、 $\theta_M$ の初期値 $\theta_P^{(0)}$ 、 $\theta_M^{(0)}$ を含む。ここで信号処理Mは全結合ニューラルネットワークや長期短期記憶 (LSTM: Long Short Term Memory) ネットワークなどで定義すればよい。変換処理Pは(学習例)で説明した逆変換可能なネットワークなどで定義すればよい。またパラメータ $\theta_P$ 、 $\theta_M$ の初期値 $\theta_P^{(0)}$ 、 $\theta_M^{(0)}$ としては何らかの乱数等を用いればよい。初期値 $\theta_P^{(0)}$ を変換部120、逆変換部140に設定しておき、初期値 $\theta_M^{(0)}$ を信号処理部130に設定しておく。また、更新するパラメータ $\theta_P$ 、 $\theta_M$ の初期値 $\theta_P^{(0)}$ 、 $\theta_M^{(0)}$ として、パラメータ更新部150に設定しておく。

[0050] 以下、学習装置の各部について説明する。

### ＜サンプリング部 1 1 0＞

サンプリング部 1 1 0 は、学習用の目的音信号と雑音信号とを入力とし、目的音信号と雑音信号をランダムに選択し（S 1 1 0）、目的音信号と雑音信号を重畳することで観測信号をシミュレートし、シミュレーション結果の観測信号 $x^{(\text{Learn})}(t)$ を出力する。例えば、

$$x^{(\text{Learn})}(t) = s^{(\text{Learn})}(t) + n^{(\text{Learn})}(t)$$

である。ただし、 $n^{(\text{Learn})}(t)$ は学習用の雑音信号である。また、サンプリング部 1 1 0 は、観測信号 $x^{(\text{Learn})}(t)$ に対応する目的音信号 $s^{(\text{Learn})}(t)$ をパラメータ更新部 1 5 0 に出力する。

### [0051] ＜変換部 1 2 0＞

変換部 1 2 0 は、観測信号 $x^{(\text{Learn})}(t)$ とパラメータ $\theta_p^{(n-1)}$ とを入力とし、観測信号 $x^{(\text{Learn})}(t)$ にパラメータ $\theta_p^{(n-1)}$ に基づく変換処理Pを施し第一の変換係数 $X^{(\text{Learn})}(t)$ を得（S 1 2 0）、出力する。例えば、Q層のFCNを利用した場合、次式により、観測信号 $x^{(\text{Learn})}(t)$ を第一の変換係数 $X^{(\text{Learn})}(t)$ に変換する。

$$X^{(\text{Learn})}(t) = P(x^{(\text{Learn})}(t) | \theta_p^{(n-1)}) = \sigma_Q(W_Q \cdots \sigma_2(W_2(\sigma_1(W_1 x^{(\text{Learn})}(t) + b_1)) + b_2) \cdots b_Q)$$

例えば、Q=1の場合、

$$X^{(\text{Learn})}(t) = P(x^{(\text{Learn})}(t) | \theta_p^{(n-1)}) = \sigma_1(W_1 x^{(\text{Learn})}(t) + b_1)$$

である。ただし、nはパラメータ $\theta_p^{(n)}$ の更新回数を示し、1回前の更新処理で得たパラメータ $\theta_p^{(n-1)}$ を用いて第一の変換係数 $X^{(\text{Learn})}(t)$ を得る。なお、初回の更新処理では初期値 $\theta_p^{(0)}$ に基づく変換処理Pを施す。

### [0052] ＜信号処理部 1 3 0＞

信号処理部 1 3 0 は、第一の変換係数 $X^{(\text{Learn})}(t)$ とパラメータ $\theta_m^{(n-1)}$ とを入力とし、第一の変換係数 $X^{(\text{Learn})}(t)$ にパラメータ $\theta_m^{(n-1)}$ に基づく所望の目的に対応する信号処理Mを施し第二の変換係数 $\hat{S}^{(\text{Learn})}(t)$ を得（S 1 3 0）、出力する。本実施形態では信号処理として音源強調処理を行う。

$$\hat{S}^{(\text{Learn})}(t) = M(X^{(\text{Learn})}(t) | \theta_m^{(n-1)})$$

ただし、初回の更新処理では初期値 $\theta_m^{(0)}$ に基づく信号処理Mを施す。

### [0053] ＜逆変換部 1 4 0＞

逆変換部 140 は、第二の変換係数 $\hat{S}^{(\text{Learn})}(t)$ とパラメータ $\theta_p^{(n-1)}$ とを入力とし、第二の変換係数 $\hat{S}^{(\text{Learn})}(t)$ にパラメータ $\theta_p^{(n-1)}$ に基づく逆変換処理 $P^{-1}$ を施し所望の目的の信号処理が施された音響信号 $\hat{s}^{(\text{Learn})}(t)$ を得（S140）、出力する。例えば、Q層のFCNを利用した場合、次式により、第二の変換係数 $\hat{S}^{(\text{Learn})}(t)$ を音響信号 $\hat{s}^{(\text{Learn})}(t)$ に変換する。

$$\begin{aligned}\hat{s}^{(\text{Learn})}(t) &= P^{-1}(\hat{S}^{(\text{Learn})}(t) | \theta_p) \\ &= W^{-1}_1 [\sigma^{-1}_1 (\cdots W^{-1}_{Q-1} [\sigma^{-1}_{Q-1} (W^{-1}_Q [\sigma^{-1}_Q (\hat{S}^{(\text{Learn})}(t)) - b_Q]) - b_{Q-1}) \cdots) - b_1] \text{ 例え} \\ &\text{ば、} Q=1 \text{ の場合、}\end{aligned}$$

$$\hat{s}^{(\text{Learn})}(t) = P^{-1}(\hat{S}^{(\text{Learn})}(t) | \theta_p) = W^{-1}_1 [\sigma^{-1}_1 (\hat{S}^{(\text{Learn})}(t)) - b_1]$$

である。ただし、初回の更新処理では初期値 $\theta_p^{(0)}$ に基づく変換処理 $P$ を施す。

#### [0054] <パラメータ更新部 150>

パラメータ更新部 150 は、音響信号 $\hat{s}^{(\text{Learn})}(t)$ と目的音信号 $s^{(\text{Learn})}(t)$ とを入力とし、これらの値に基づき、目的関数 $J$ に対応する評価が良くなるように $\theta_p^{(n-1)}$ と $\theta_m^{(n-1)}$ とを更新しパラメータ $\theta_p^{(n)}$ と $\theta_m^{(n)}$ とを得る（S150）。例えば、目的関数 $J(\theta)$ の値が小さければ小さいほど、評価が良いことを意味する場合には、次式により、パラメータ $\theta^{(n-1)}$ を更新する。

#### [0055] [数11]

$$\theta \leftarrow \arg \min_{\theta} J(\theta) \quad (15)$$

[0056] 所望の目的に対応する信号処理 $M$ が音源強調処理の場合には、 $J(\theta)$ は、例えば、

$$J(\theta) = E[||s^{(\text{Learn})}(t) - \hat{s}^{(\text{Learn})}(t)||_1]_t$$

である。

[0057] 式(15)を最小化するように学習する方法には、例えば、確率的最急降下法等を利用すればよく、その学習率は $10^{-5}$ 程度に設定すればよい。なお、更新前のパラメータ $\theta_p^{(n-1)}$ 、 $\theta_m^{(n-1)}$ は1回前の更新時に更新したパラメータを図示しない記憶部に記憶したものをを用いればよい。ただし、更新処理の初回には更新前のパラメータとして初期値 $\theta_p^{(0)}$ 、 $\theta_m^{(0)}$ を用いればよい。

[0058] さらに、パラメータ更新部 150 は、パラメータが収束しているか否かを

判定し、収束していない場合（S 1 5 1 の n o）には、更新したパラメータ  $\theta^{(n)} = (\theta_p^{(n)}, \theta_m^{(n)})$  を出力し、S 1 1 0 ~ S 1 5 0 を繰り返す。パラメータ更新部 1 5 0 は、 $\theta_p^{(n)}$  を変換部 1 2 0 と逆変換部 1 4 0 に、 $\theta_m^{(n)}$  を信号処理部 1 3 0 に、処理の繰り返しを指示する制御信号をサンプリング部 1 1 0 に出力する。

[0059] 一方、収束している場合（S 1 5 1 の y e s）にはそのときのパラメータ  $\theta^{(n)}$  を最適化したパラメータ  $\theta = (\theta_p, \theta_m)$  として出力し、学習を終了する。収束判定ルールとしては、どのようなルールを用いてもよく、例えば、S 1 1 0 ~ S 1 5 0 の繰り返し回数が一定回数  $N$  を超えたか？（ $n > N$  ?）等を利用できる。

[0060] 次に、パラメータ  $\theta$  を用いて音響信号処理を行う音響信号処理装置について説明する。

#### <音響信号処理装置>

図 3 は第一実施形態に係る音響信号処理装置の機能ブロック図を、図 4 はその処理フローを示す。

[0061] 音響信号処理装置は、変換部 2 2 0、信号処理部 2 3 0、逆変換部 2 4 0 を含む。

[0062] 音響信号処理装置は、所望の信号処理に先立ち、学習装置で学習されたパラメータ  $\theta = (\theta_p, \theta_m)$  を入力として受け取り、パラメータ  $\theta_p$  を変換部 2 2 0、逆変換部 2 4 0 に設定しておき、パラメータ  $\theta_m$  を信号処理部 2 3 0 に設定しておく。

[0063] 音響信号処理装置は、信号処理の対象となる観測信号  $x(t)$  を入力とし、所望の信号処理を行い、処理結果（音源強調処理後の音響信号  $\hat{s}(t)$ ）を出力する。

[0064] 以下、音響信号処理装置の各部について説明する。

#### <変換部 2 2 0>

変換部 2 2 0 は、観測信号  $x(t)$  を入力とし、観測信号  $x(t)$  にパラメータ  $\theta_p$  に基づく変換処理  $P$  を施し第一の変換係数  $X(t)$  を得（S 2 2 0）、出力する。

変換処理Pの内容は変換部120と同様である。

[0065] <信号処理部230>

信号処理部230は、第一の変換係数 $X(t)$ を入力とし、第一の変換係数 $X(t)$ にパラメータ $\theta_M$ に基づく所望の目的に対応する信号処理Mを施し第二の変換係数 $\hat{S}(t)$ を得(S230)、出力する。信号処理Mの内容は信号処理部130と同様である。

[0066] <逆変換部240>

逆変換部240は、第二の変換係数 $\hat{S}(t)$ を入力とし、第二の変換係数 $\hat{S}(t)$ にパラメータ $\theta_P$ に基づく逆変換処理 $P^{-1}$ を施し所望の目的の信号処理が施された音響信号 $\hat{s}(t)$ を得(S240)、出力する。逆変換処理 $P^{-1}$ の内容は逆変換部140と同様である。

[0067] <効果>

以上の構成により、所望の信号処理に適した信号変換を行った上で、変換後の信号に対して所望の信号処理を行うため、所望の信号処理の精度を向上させることができる。

[0068] <変形例>

本実施形態では所望の目的の信号処理が音源強調処理である例を示したが、本発明は他の音響信号処理にも適用できる。音響信号処理は、音を信号解析(例えばSTFTやMDCT)した上で行う処理であって、何らかの評価を行う処理であれば適用可能である。例えば、音声区間推定処理、音源方向推定処理、音源位置推定処理、雑音抑圧処理、雑音消去処理、音声認識処理、音声合成処理等に適用できる。学習装置では、同一の目的関数を用いて、評価が良くなるように信号解析のパラメータと音響信号処理のパラメータとを同時に更新すればよい。本実施形態のように正解(実際の目的音信号 $s$ )と推定値(音響信号(推定した目的音信号) $\hat{s}$ )との差分や一致度から評価するものに限らず、音響信号処理の処理結果に対して何らかの評価を与えるものであってもよい。例えば、所望の目的の信号処理として、音声合成処理を行い、処理結果の合成音声が自然に聴こえるかを評価し、この評価を用いてパラメータ



を更新してもよい。ここで、評価は、人手により与えるもの(例えば、合成音声が生に聴こえるかを5段階で評価する)であってもよいし、何らかの指標に基づき評価システムにより自動的に与えるものであってもよい。

[0069] 本実施形態では、変換処理Pをニューラルネットワークを利用して設計する例を示したが、他の構造であってもよい。例えば、線形変換等を利用して設計してもよい。要は、逆変換処理 $P^{-1}$ を持つことができればよい。

[0070] 本実施形態では、信号処理Mを全結合ニューラルネットワークや長期短期記憶(LSTM:Long Short Term Memory)ネットワークなどで定義した例を示したが、特に限定はなく、同一の目的関数を用いて変換処理Pとともに同時に更新(最適化)することができるものであればよい。

[0071] <その他の変形例>

本発明は上記の実施形態及び変形例に限定されるものではない。例えば、上述の各種の処理は、記載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。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

[0072] <プログラム及び記録媒体>

また、上記の実施形態及び変形例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してもよい。その場合、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、このプログラムをコンピュータで実行することにより、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。

[0073] 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、半導体メモリ等のようなものでもよい。

[0074] 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てもよい。

[0075] 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、自己の記憶部に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶部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施形態として、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い。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、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。

[0076] また、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、各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]           入力された音響信号 $x$ に所望の目的の信号処理 $M$ を施す音響信号処理装置であって、
- 前記音響信号 $x$ に変換処理 $P$ を施し第一の変換係数 $X$ を得る変換部と、
- 、
- 前記第一の変換係数 $X$ に所望の目的に対応する信号処理 $M$ を施し第二の変換係数 $\hat{s}$ を得る信号処理部と、
- 前記第二の変換係数 $\hat{s}$ に逆変換処理 $P^{-1}$ を施し所望の目的の信号処理が施された音響信号 $\hat{s}$ を得る逆変換部を有し、
- 前記変換処理 $P$ と、前記逆変換処理 $P^{-1}$ と、前記信号処理 $M$ は同時に最適化されたものである、
- 音響信号処理装置。
- [請求項2]           請求項1の音響信号処理装置であって、
- 前記変換処理 $P$ が逆変換処理 $P^{-1}$ を有するという制約のもと最適化されている、
- 音響信号処理装置。
- [請求項3]           請求項2の音響信号処理装置であって、
- 前記変換処理 $P$ と、前記逆変換処理 $P^{-1}$ と、前記信号処理 $M$ とは、同一の目的関数 $J$ で最適化されている、
- 音響信号処理装置。
- [請求項4]           請求項3の音響信号処理装置であって、
- 前記変換処理 $P$ のパラメータを $\theta_p$ とし、前記第一の変換係数 $X$ は $P[x|\theta_p]$ であり、
- 前記信号処理 $M$ のパラメータを $\theta_m$ とし、前記第二の変換係数 $\hat{s}$ は $M(P[x|\theta_p]|\theta_m)$ であり、
- 学習用の音響信号 $x^{(\text{Learn})}$ に所望の目的の信号処理 $M$ を施した音響信号 $\hat{s}^{(\text{Learn})}$ は $P^{-1}[M(P[x|\theta_p]|\theta_m)|\theta_p]$ であり、
- 前記 $\theta_p$ と前記 $\theta_m$ とは、前記音響信号 $\hat{s}^{(\text{Learn})}$ に基づき、前記目的関

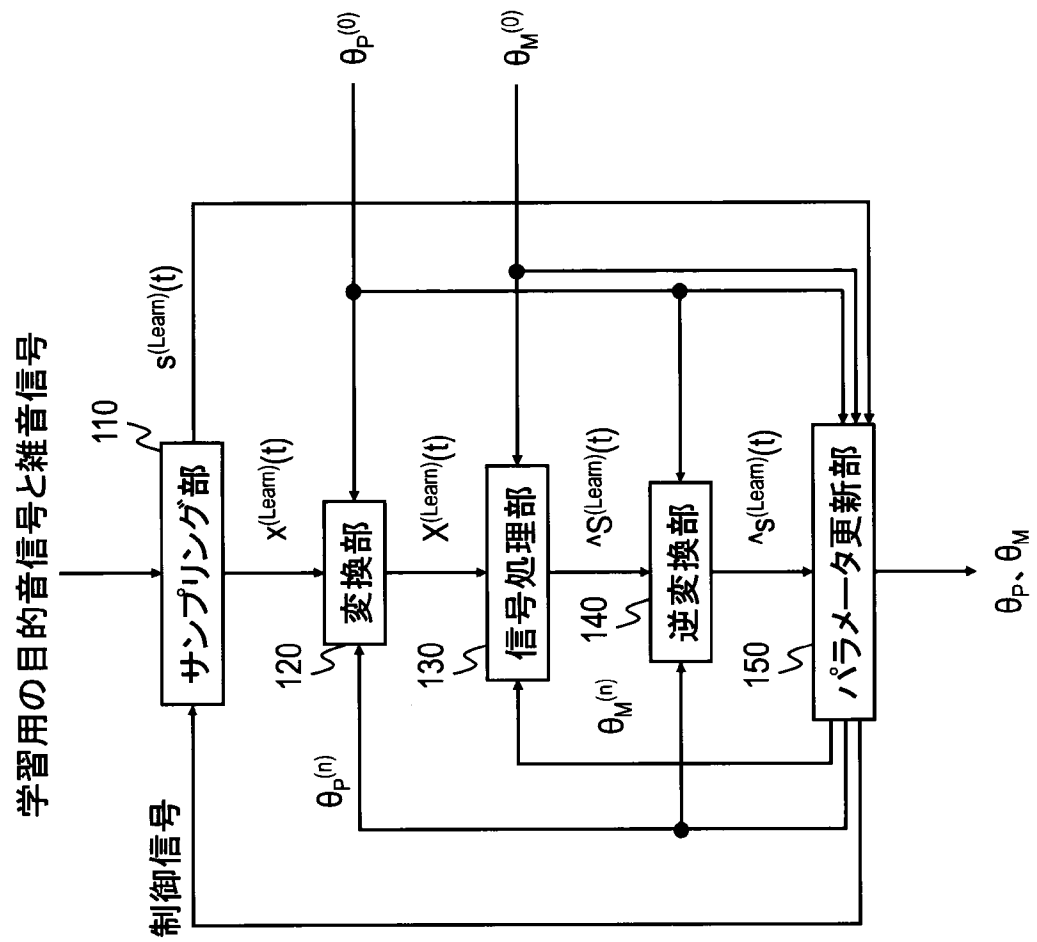
数 $J$ に対応する評価が良くなるように最適化されている、  
音響信号処理装置。

[請求項5] 請求項4の音響信号処理装置であって、  
前記変換処理 $P$ と前記逆変換処理 $P^{-1}$ は行列で定義されており、  
前記変換処理 $P$ と前記逆変換処理 $P^{-1}$ は、前記行列を所定の規則で分解した分解行列を最適化したものである、  
音響信号処理装置。

[請求項6] 入力された音響信号 $x$ に所望の目的の信号処理 $M$ を施す音響信号処理方法であって、  
前記音響信号 $x$ に変換処理 $P$ を施し第一の変換係数 $X$ を得る変換ステップと、  
前記第一の変換係数 $X$ に所望の目的に対応する信号処理 $M$ を施し第二の変換係数 $\hat{S}$ を得る信号処理ステップと、  
前記第二の変換係数 $\hat{S}$ に逆変換処理 $P^{-1}$ を施し所望の目的の信号処理が施された音響信号 $\hat{s}$ を得る逆変換ステップを有し、  
前記変換処理 $P$ と、前記逆変換処理 $P^{-1}$ と、前記信号処理 $M$ は同時に最適化されたものである、  
音響信号処理方法。

[請求項7] 請求項1から請求項5の音響信号処理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2]

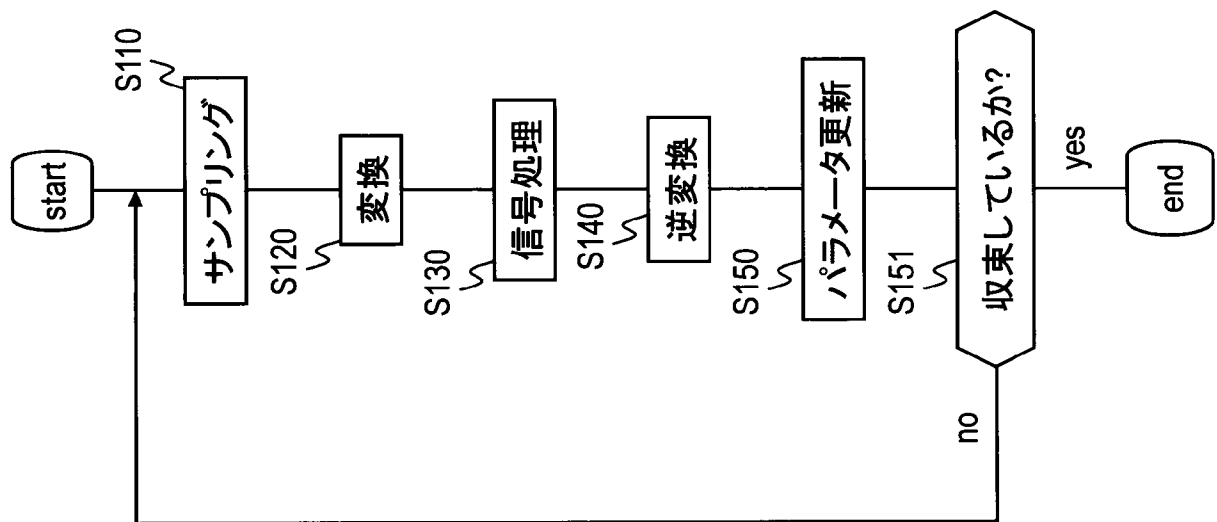


図2

[図3]

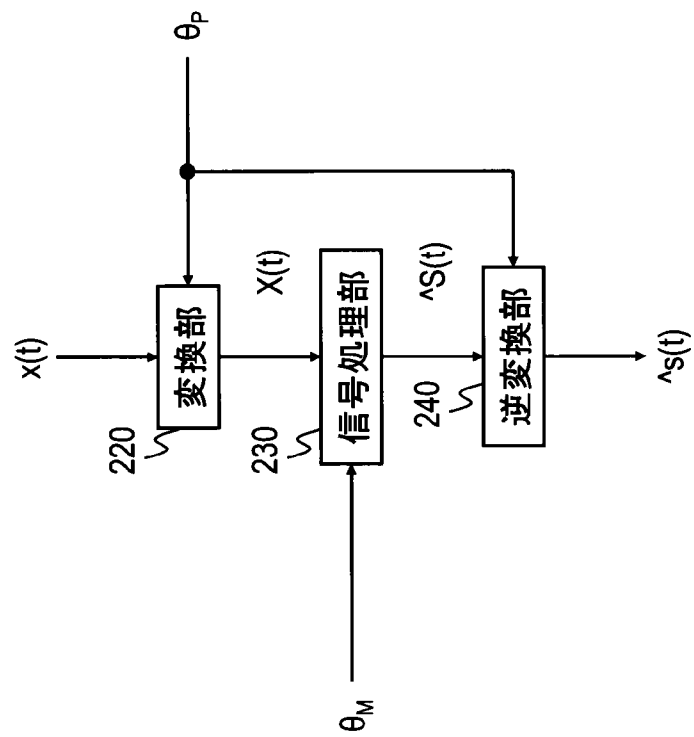


図3

[図4]

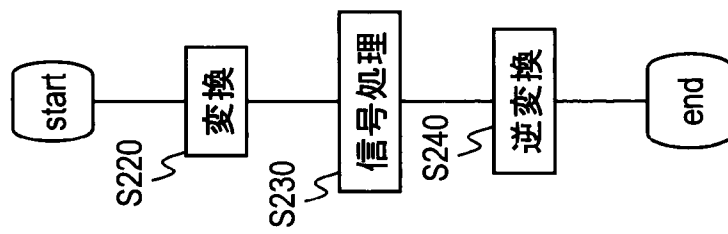


図4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/046934

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03H17/00 (2006.01) i, G10L21/0232 (2013.01) i, G10L21/0264 (2013.01) i  
FI: G10L21/0232, G10L21/0264Z, H03H17/00601G

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. H03H17/00, G10L21/0232, G10L21/0264

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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<br>A    | KOIZUMI, Yuma et al., TRAINABLE ADAPTIVE WINDOW SWITCHING FOR SPEECH ENHANCEMENT, arXiv preprint, arXiv:1811.02438v1, [online], 05 November 2018, Internet:<br><URL:https://arxiv.org/pdf/1811.02438v1.pdf>, [retrieved on 06 February 2020], "3.1.Trainable adaptive window switching", "4.1.1.Proposed method" | 1, 6-7<br>2-5         |
| A         | VENKATARAMANI, S. et al., END-TO-END SOURCE SEPARATION WITH ADAPTIVE FRONT-ENDS, arXiv preprint, [online], 31 October 2017, Internet:<br><URL:https://arxiv.org/pdf/1705.02514.pdf>, [retrieved on 06 February 2020], entire text, all drawings                                                                  | 1-7                   |
| A         | JP 9-6391 A (ONO SOKKI CO., LTD.) 10.01.1997 (1997-01-10), entire text, all drawings                                                                                                                                                                                                                             | 1-7                   |

|                          |                                                            |                                     |                          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Further documents are listed in the continuation of Box C. | <input checked="" type="checkbox"/> | 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<br>06.02.2020                                                  | Date of mailing of the international search report<br>18.02.2020 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No.                          |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/046934

JP 9-6391 A      10.01.1997      (Family: none)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H03H 17/00(2006.01)i; G10L 21/0232(2013.01)i; G10L 21/0264(2013.01)i<br>FI: G10L21/0232; G10L21/0264 Z; H03H17/00 601G                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 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））<br>H03H17/00; G10L21/0232; G10L21/0264                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                       |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                       |                | 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2020年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2020年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2020年 |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1922-1996年                                                                                                                                                                                                            |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1971-2020年                                                                                                                                                                                                            |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1996-2020年                                                                                                                                                                                                            |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1994-2020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<br>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<br>請求項の番号 |           |            |             |            |             |            |             |            |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | KOIZUMI, Yuma, et al., TRAINABLE ADAPTIVE WINDOW SWITCHING FOR SPEECH ENHANCEMENT, arXiv preprint, arXiv:1811.02438v1, [online], 2018.11.05, インターネット: <URL: https://arxiv.org/pdf/1811.02438v1.pdf>, [検索日 2020.02.06] | 1, 6-7         |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | "3.1. Trainable adaptive window switching", "4.1.1. Proposed method"                                                                                                                                                  | 2-5            |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | VENKATARAMANI, Shrikant, et al., END-TO-END SOURCE SEPARATION WITH ADAPTIVE FRONT-ENDS, arXiv preprint, [online], 2017.10.31, インターネット: <URL: https://arxiv.org/pdf/1705.02514.pdf>, [検索日 2020.02.06]                  | 1-7            |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 9-6391 A (株式会社小野測器) 10.01.1997 (1997-01-10)                                                                                                                                                                        | 1-7            |           |            |             |            |             |            |             |            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 全文, 全図                                                                                                                                                                                                                |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>"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<br>"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<br>"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）<br>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>"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<br>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>"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<br>"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<br>"&" 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                                                                                                                                                                                                            |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 06.02.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 18.02.2020                                                                                                                                                                                                            |                |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>上田 雄 5Z 5095<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3591                                                                                                                                                  |                |           |            |             |            |             |            |             |            |

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
PCT/JP2019/046934

| 引用文献        | 公表日        | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|-------------|------------|-------------|-----|
| JP 9-6391 A | 10.01.1997 | (ファミリーなし)   |     |