

(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8月6日(06.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/158926 A1

(51) 国際特許分類:
G10L 21/007 (2013.01) *G10L 25/00* (2013.01)
G06N 3/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/003691

(22) 国際出願日: 2020年1月31日(31.01.2020)

(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 2019-016909 2019年2月1日(01.02.2019) 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: 亀岡 弘和 (KAMEOKA, Hiroyasu); 〒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). 金子 卓弘 (KANEKO, Takuhiro); 〒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). 田中 宏 (TANAKA,

Ko); 〒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).

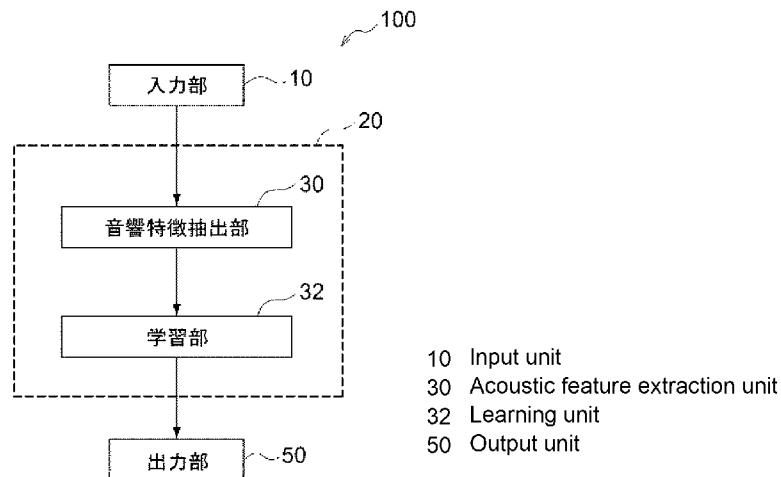
(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(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, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: DATA CONVERSION LEARNING DEVICE, DATA CONVERSION DEVICE, METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: データ変換学習装置、データ変換装置、方法、及びプログラム



(57) Abstract: The present invention makes it possible to convert data to data having desired attributes. A learning unit 32 learns a converter so that the value of a learning criterion of the converter is minimized, and learns an integrated discriminator so that the value of the learning criterion of the integrated discriminator is minimized.

(57) 要約: 所望の属性のデータに変換することができる。学習部32は、変換器の学習規準の値を最小化するように、変換器を学習し、統合識別器の学習規準の値を最小化するように、統合識別器を学習する。

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)）

明 細 書

発明の名称：

データ変換学習装置、データ変換装置、方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、データ変換学習装置、データ変換装置、方法、及びプログラムに係り、特に、データを変換するためのデータ変換学習装置、データ変換装置、方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] Star Generative Adversarial Network(StarGAN)は、画像や音声などのデータに対し、コンテンツ（内容）を保ったまま異なる属性（スタイル）への変換を行うことを目的としたニューラルネットワークモデルおよびその学習方式で、unpairedデータでの学習が可能である点と一つのモデルで多種の属性間の相互変換が可能である点が大きな特長である。

[0003] StarGANでは、入力データ（例えば画像） x とターゲット属性ラベルを入力として属性クラス k のデータ y を出力する変換器 G をニューラルネットワークでモデル化し、各属性の学習データ

$$\{x_m, c_m\}_{m=1}^M$$

を用いて変換器 G を学習する。このとき、変換データ

$$\hat{y} = G(x, k)$$

を実データらしく、かつ属性 k らしくすることが目標であり、実データか合成データかを識別する識別器 D と、属性を識別する属性識別器 C を用いて変換器 G を学習する。まず、クロスエントロピー規準を用いた場合の識別器 D の損失関数は

[0004] [数1]

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{adv}(D, G) = & -\mathbb{E}_{k \sim p(k), y \sim p_{data}(y|k)} [\log D(y)] \\ & - \mathbb{E}_{k \sim p(k), x \sim p_{data}(x)} [\log(1 - D(G(x, k)))] \end{aligned}$$

(1)

と書ける。式(1)は識別器Dがyを実データと識別し、

$$\hat{y} = G(\mathbf{x}, k)$$

を合成データと正しく識別できている場合に小さい値をとる規準となっているため、これを小さくすることが識別器Dの目標となる。一方、変換器Gの第一の目的は

$$G(\mathbf{x}, k)$$

を識別器Dに合成データと見破られないような品質のデータを生成することであるため、これを大きくすることが変換器Gの目標となる。変換器Gの二つ目の目標は、

$$G(\mathbf{x}, k)$$

が属性kらしいデータとなるようにxを変換することである。これを実現するための規準として

[0005] [数2]

$$\mathcal{L}_{\text{cls}}^r(C) = - \mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{y} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)} [\log p_C(k|\mathbf{y})]$$

(2)

[0006] [数3]

$$\mathcal{L}_{\text{cls}}^f(G) = - \mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x})} [\log p_C(k|G(\mathbf{x}, k))]$$

(3)

[0007] のような損失関数を導入する。式(2)は属性kの実データを属性識別器Cが正しく属性kと識別できている場合に小さい値をとる規準となっているため、これを小さくすることが属性識別器Cの目標となる。一方、変換器Gの第二の目的は

$$G(\mathbf{x}, c)$$

を属性識別器Cに属性kと識別されるようにすることであるため、式(3)を小さ

くすることが変換器Gの目標となる。

先行技術文献

非特許文献

- [0008] 非特許文献1：「声の雰囲気や聞き取りやすさを変換する」、NTTコミュニケーション科学研究所オープンハウス2018 の配布冊子P37

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 以上の規準のみで変換器Gを学習する場合、 x と

$$G(x, k)$$

が同一コンテンツ（音声の場合は発話内容）をもつデータとなることが保証されない。そこで上述の規準に加え、循環無矛盾規準と呼ぶ損失関数

- [0010] [数4]

$$\mathcal{L}_{\text{cyc}}(G) = \mathbb{E}_{k' \sim p(k), x \sim p_{\text{data}}(x|k'), k \sim p(k)} [\|x - G(G(x, k), k')\|_1]$$

(4)

- [0011] を導入する。

- [0012] $G(G(x, k), k')$

は、属性 k' のサンプル x を属性 k となるように変換した

$$G(x, k)$$

をさらに属性 k' なるように再変換したものを表し、式(4)は

$$G(G(x, k), k')$$

が変換元の x と近くなるほど小さい値をとる規準となっている。これを小さくすることが変換器Gの第三の目標となる。以上をまとめると、変換器G、識別器D、属性識別器Cの学習規準はそれぞれ

- [0013] [数5]

$$\mathcal{I}_G(G) = -\mathcal{L}_{\text{adv}}(D, G) + \lambda_{\text{cls}} \mathcal{L}_{\text{cls}}^f(G) + \lambda_{\text{cyc}} \mathcal{L}_{\text{cyc}}(G)$$

(5)

[0014] [数6]

$$\mathcal{I}_D(D) = \mathcal{L}_{\text{adv}}(D, G)$$

(6)

[0015] [数7]

$$\mathcal{I}_C(C) = \mathcal{L}_{\text{cls}}^r(C)$$

(7)

[0016] となり、これらを小さくするように変換器G、識別器D、属性識別器Cを学習する方法がStarGANである。

[0017] この方式は、コンテンツが必ずしも同一でないunpairedデータでの学習が可能である点と一つのモデルで多種の属性間の相互変換が可能である点を特長にもつ。一方で、変換されたデータがターゲットの属性のデータ分布に従うように変換器が学習される保証はなく、変換器が指定の属性への適切な変換を行えるようになるかどうかはネットワークアーキテクチャ設計に依存する方法となっていた。

[0018] 本発明は、上記問題点を解決するために成されたものであり、所望の属性のデータに変換することができる変換器を学習できるデータ変換学習装置、方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

[0019] また、所望の属性のデータに変換することができるデータ変換装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0020] 上記目的を達成するために、第一の態様に係るデータ変換学習装置は、属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換元のデータ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を学習する学習部であって、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータに

ついて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさ及び前記変換されたデータらしさと、前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記変換器を学習し、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記統合識別器を学習する学習部を含んで構成されている。

[0021] また、第二の態様に係るデータ変換学習方法は、学習部が、属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換元のデータ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を学習することであって、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさ及び前記変換されたデータらしさと、前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記変換器を学習し、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記統合識別器を学習することを

含む。

[0022] また、第三の態様に係るデータ変換装置は、データ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を用いて、入力された変換元のデータ、及び目標のデータの属性を示す属性コードから、目標のデータを推定するデータ変換部を含み、前記変換器は、属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさ及び前記変換されたデータらしさと、前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、を用いて表される学習規準の値を最小化するように予め学習されたものであり、前記統合識別器は、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、を用いて表される学習規準の値を最小化するように予め学習されたものである。

[0023] また、第四の態様に係るプログラムは、コンピュータに、属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換元のデータ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を学習することであって、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさ及び前記変換されたデータらしさと、前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデ

ータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記変換器を学習し、任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記統合識別器を学習することを実行させるためのプログラムである。

発明の効果

[0024] 本発明の一態様に係るデータ変換学習装置、方法、及びプログラムによれば、所望の属性のデータに変換することができる変換器を学習できる、という効果が得られる。

[0025] 本発明の一態様に係るデータ変換装置によれば、所望の属性のデータに変換することができる、という効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の実施の形態に係るデータ変換装置の構成を示すブロック図である。

[図3]データ変換学習装置又はデータ変換装置として機能するコンピュータの一例の概略ブロック図である。

[図4]本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置におけるデータ変換学習処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図5]本発明の実施の形態に係るデータ変換装置におけるデータ変換処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図6]変換器のネットワーク構成を示す図である。

[図7]統合識別器のネットワーク構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

[0028] <本発明の実施の形態に係る概要>

まず、本発明の実施の形態における概要を説明する。

[0029] 本発明の実施の形態におけるStar Generative Adversarial Network(StarGAN)は、画像や音声などのデータに対し、コンテンツ（内容）を保ったまま異なる属性（スタイル）への変換を行うことを目的としたニューラルネットワークモデルおよびその学習方式で、unpairedデータでの学習が可能である点と一つのモデルで多種の属性間の相互変換が可能である点が大きな特長である。一方で、変換されたデータがターゲットの属性のデータ分布に従うように変換器が学習される保証はなく、変換器が適切な変換を行えるようになるかどうかはネットワークアーキテクチャ設計によるところが大きかった。本実施の形態で提案するModified Star Generative Adversarial Networks(mStarGAN)は、この点を改良し、変換されたデータがターゲットの属性のデータ分布に従うように変換器を学習する手法である。

[0030] 本実施の形態で提案するModified Star Generative Adversarial Networks (mStarGAN) は、以下の1. ～3. を特長とする。

[0031] 1. 偽データ識別器と属性識別器を統合し、合成データかどうかを属性の一つと見なした多クラス分類器（以下、統合識別器D）を偽データ識別器と属性識別器の代わりに用いる。

[0032] 2. 変換器Gの出力

$$G(\mathbf{x}, k)$$

が統合識別器に正しくターゲット属性kと識別され、かつ合成データと見破られないように変換器Gを学習する

[0033] 3. 属性kの実データが正しく属性kと識別され、かつ

$$G(\mathbf{x}, k)$$

が正しく合成データと識別されるように統合識別器Dを学習するようにStarGANを改良することにより、変換されたデータがターゲットの属性のデータ分布

に従うように変換器を学習することを可能にする。

[0034] <本発明の実施の形態の原理>

<本発明の実施の形態の定式化>

$$\mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x})$$

を任意属性の実データとする。各実データは属性クラス $k=1, \dots, K$ のいずれかに属し、属性クラス $k=K+1$ を、偽データである合成データを表す属性とする。属性クラスを表すone-hotベクトルを属性コードと呼び、 c と表記する。統合識別器 D の目的は、変換器 G の出力

$$G(\mathbf{x}, k)$$

を偽クラス、属性 $k \in \{1, \dots, K\}$ の実データ

$$\mathbf{y} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)$$

をクラス k と正しく識別することであるので、例えば

[0035] [数8]

$$\begin{aligned} V(D) = & - \mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{y} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)} [\log p_D(k|\mathbf{y})] \\ & - \mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x})} [\log p_D(K+1|G(\mathbf{x}, k))] \end{aligned}$$

(8)

[0036] を統合識別器 D の学習規準とすることができる。ただし、統合識別器 D の出力

$$p_D(k|\mathbf{y})$$

は、入力 $\mathbf{y}$ がクラス k に属する確率を表す。式(8)の第一項は属性 k の実データに対し統合識別器 D が属性 k に高い確率を割り当てている場合、すなわち、正しく属性 k と識別できている場合に、小さい値をとる規準、第二項はいかなる属性に変換されたデータも統合識別器 D が偽クラスと識別できている場合に小さい値をとる規準となっている。

[0037] 一方、変換器 G の目的は、

$$G(\mathbf{x}, k)$$

が統合識別器Dにターゲット属性kと正しく識別され、かつ偽データと識別されないようにすることであるため、例えば

[0038] [数9]

$$I(G) = - \mathbb{E}_{c \sim p(k), \mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x})} [\log p_D(k|G(\mathbf{x}, k))] \\ + \mathbb{E}_{c \sim p(k), \mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x})} [\log p_D(K+1|G(\mathbf{x}, k))] \quad (9)$$

[0039] を変換器Gの学習規準とすることができる。式(9)の第一項は

$$G(\mathbf{x}, k)$$

が統合識別器Dに属性kと識別される場合に小さい値をとり、第二項は

$$G(\mathbf{x}, k)$$

が統合識別器Dに偽クラスK+1と識別されてしまう場合に大きい値をとる規準となっている。

[0040] 上述の規準に加え、本発明の実施の形態に係る方法ではStarGANと同様、循環無矛盾規準

[0041] [数10]

$$\mathcal{L}_{\text{cyc}}(G) = \mathbb{E}_{k' \sim p(k), \mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x}|k'), c \sim p(k)} [\|\mathbf{x} - G(G(\mathbf{x}, k), k')\|_{\rho}] \quad (10)$$

[0042] を変換器Gの学習規準に含める。これに加えてさらに、属性kの実データ

$$\mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x}|k)$$

に対し、同じ属性kをターゲット属性として変換したデータG(x, k)が変換元のxと近いほど小さい値をとる恒等写像規準

[0043] [数11]

$$\mathcal{L}_{\text{rec}}(G) = \mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x}|k)} [\|\mathbf{x} - G(\mathbf{x}, k)\|_{\rho}] \quad (11)$$

[0044] を含めることもできる。以上をまとめると、変換器G、統合識別器Dの学習規

準はそれぞれ

[0045] [数12]

$$\mathcal{I}_G(G) = I(G) + \lambda_{\text{cyc}} \mathcal{L}_{\text{cyc}}(G) + \lambda_{\text{rec}} \mathcal{L}_{\text{rec}}(G)$$

(12)

[0046] [数13]

$$\mathcal{I}_D(D) = V(D)$$

(13)

[0047] となり、これらを小さくするように変換器G及び統合識別器Dを学習する方法が本発明の実施の形態に係る方法のmStarGANである。

[0048] <学習問題の最適解>

以下で、式(12)において

$$\lambda_{\text{cyc}} = \lambda_{\text{rec}} = 0$$

のとき、以上の学習問題の最適解が

$$G(\mathbf{x}, k)$$

の分布と

$$p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)$$

が一致している場合に相当することを示す。まず、所与の変換器Gにおいて式(13)を最小にする統合識別器Dの解を求める。

[0049] $\mathbf{y} = G(\mathbf{x}, k) \sim p_G(\mathbf{y})$

と変数変換すると、式(8)は

[0050] [数14]

$$\begin{aligned} V(D) = & -\mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{y} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)} [\log p_D(k|\mathbf{y})] \\ & -\mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{y} \sim p_G(\mathbf{y})} [\log p_D(K+1|\mathbf{y})] \end{aligned}$$

(14)

[0051] と書き直せるので、

$$\sum_k p_D(k|\mathbf{y}) = 1$$

という制約のもとで式(14)を最小にする

$$p_D(k|\mathbf{y})$$

はLagrange未定乗数法を用いて

[0052] [数15]

$$\hat{p}_D(k|\mathbf{y}) = \frac{p(k)p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)}{\sum_k p(k)p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k) + \sum_k p(k)p_G(\mathbf{y}|k)} \quad (k = 1, \dots, K)$$

(15)

[0053] [数16]

$$\hat{p}_D(K+1|\mathbf{y}) = \frac{p(K+1)p_G(\mathbf{y}|K+1)}{\sum_k p(k)p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k) + \sum_k p(k)p_G(\mathbf{y}|k)}$$

(16)

[0054] と求まる。次に、式(15)、(16)を式(9)に代入すると

[0055] [数17]

$$\begin{aligned} I(G) &= -\mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{y} \sim p_G(\mathbf{y}|k)} \left[\log \frac{p(k)p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)}{\sum_k p(k)p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k) + \sum_k p(k)p_G(\mathbf{y}|k)} \right] \\ &= -\mathbb{E}_{k \sim p(k), \mathbf{y} \sim p_G(\mathbf{y}|k)} \left[\log \frac{p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)}{p_G(\mathbf{y}|k)} \right] \\ &= \mathbb{E}_{k \sim p(k)} \text{KL}[p_G(\mathbf{y}|k) \| p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)] \end{aligned}$$

(17)

[0056] となり、最適な統合識別器DのもとでのI(G)は

$$p_G(\mathbf{y}|k)$$

と

$$p_{\text{data}}(\mathbf{y}|k)$$

のKullback-Leiblerダイバージェンスに一致することが分かる。このことから、以上の統合識別器Dと変換器Gの学習方法は分布フィッティングとしての解釈が可能である。

[0057] <本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置の構成>

次に、本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置の構成について説明する。図1に示すように、本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置100は、CPUと、RAMと、後述するデータ変換学習処理ルーチンを実行するためのプログラムや各種データを記憶したROMと、を含むコンピュータで構成することが出来る。このデータ変換学習装置100は、機能的には図1に示すように入力部10と、演算部20と、出力部50とを備えている。

[0058] 入力部10は、属性が異なる変換元の音声信号の各々、及び変換元の音声信号の各々の属性を示す属性コードを受け付ける。なお、変換元の音声信号の属性を示す属性コードは、人手で与えておけばよい。また、音声信号の属性とは、例えば、性別、大人／子供、話者ID、母語話者か否か（出身）、発話ムードの種類（怒り、悲しみなど）、発話モード（講演風、自由発話風など）などである。

[0059] 演算部20は、音響特徴抽出部30と、学習部32を含んで構成されている。

[0060] 音響特徴抽出部30は、入力された変換元の音声信号の各々から、音響特徴量系列を抽出する。

[0061] 学習部32は、変換元の音声信号の各々における音響特徴量系列と、変換元の音声信号の各々の属性を示す属性コードに基づいて、音響特徴量系列及び属性コードを入力として当該属性コードが示す属性の音声信号の音響特徴量系列に変換する変換器を学習する。

[0062] 具体的には、学習部32は、上記（12）式に示す学習規準の値を最小化するように、変換器を学習する。この学習規準は、任意の属性コードを入力として変換器によって変換された音響特徴量系列について、実音声らしくか

つ属性コードらしさと、変換された音声らしさとを識別する統合識別器によって識別される、任意の属性コードらしさ及び変換された音声らしさと、変換元の音声信号の音響特徴量系列の属性コードとは異なる属性コードを入力として変換器によって変換された音響特徴量系列について、変換元の音声信号の音響特徴量系列の属性コードを入力として変換器によって再変換された音響特徴量系列と、変換元の音声信号の音響特徴量系列との誤差と、変換元の音声信号の音響特徴量系列の属性コードを入力として変換器によって変換された音声信号の音響特徴量系列と、変換元の音声信号の音響特徴量系列との距離とを用いて表される。

[0063] また、学習部32は、上記(13)式に示す学習規準の値を最小化するように、統合識別器を学習する。この学習規準は、任意の属性コードを入力として変換器によって変換された音響特徴量系列について、統合識別器によって識別される、変換された音声らしさと、変換元の音声信号の音響特徴量系列について、統合識別器によって識別される、変換元の音声信号の音響特徴量系列の属性コードらしさと、を用いて表される。

[0064] 学習部32は、予め定められた終了条件を満たすまで、上記の変換器の学習と、統合識別器の学習とを交互に繰り返し、最終的に得られた変換器を出力部50により出力する。ここで、変換器及び統合識別器の各々は、畳み込みネットワーク又は再帰型ネットワークを用いて構成される。

[0065] <本発明の実施の形態に係るデータ変換装置の構成>

次に、本発明の実施の形態に係るデータ変換装置の構成について説明する。図2に示すように、本発明の実施の形態に係るデータ変換装置150は、CPUと、RAMと、後述するデータ変換処理ルーチンを実行するためのプログラムや各種データを記憶したROMと、を含むコンピュータで構成することが出来る。このデータ変換装置150は、機能的には図2に示すように入力部60と、演算部70と、出力部90とを備えている。

[0066] 入力部60は、変換元の音声信号と、目標の音声信号の属性を示す属性コードとを、入力として受け付ける。なお、目標の音声信号の属性を示す属性

コードは人手で与えればよい。

[0067] 演算部 70 は、音響特徴抽出部 72 と、データ変換部 74 と、変換音声生成部 78 とを含んで構成されている。

[0068] 音響特徴抽出部 72 は、入力された変換元の音声信号から、音響特徴量系列を抽出する。

[0069] データ変換部 74 は、データ変換学習装置 100 により学習された変換器を用いて、音響特徴抽出部 72 により抽出された音響特徴量系列及び入力部 60 で受け付けた属性コードから、目標の音声信号の音響特徴量系列を推定する。

[0070] 変換音声生成部 78 は、推定された目標の音声信号の音響特徴量系列から、時間領域信号を生成し、目標の音声信号として出力部 90 により出力する。

[0071] データ変換学習装置 100 及びデータ変換装置 150 の各々は、一例として、図 3 に示すコンピュータ 84 によって実現される。コンピュータ 84 は、CPU 86、メモリ 88、プログラム 82 を記憶した記憶部 92、モニタを含む表示部 94、及びキーボードやマウスを含む入力部 96 を含んでいる。CPU 86、メモリ 88、記憶部 92、表示部 94、及び入力部 96 はバス 98 を介して互いに接続されている。

[0072] 記憶部 92 は HDD、SSD、フラッシュメモリ等によって実現される。記憶部 92 には、コンピュータ 84 をデータ変換学習装置 100 又はデータ変換装置 150 として機能させるためのプログラム 82 が記憶されている。CPU 86 は、プログラム 82 を記憶部 92 から読み出してメモリ 88 に展開し、プログラム 82 を実行する。なお、プログラム 82 をコンピュータ可読媒体に格納して提供してもよい。

[0073] <本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置の作用>

次に、本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置 100 の作用について説明する。入力部 10 により、属性が異なる変換元の音声信号の各々、及び変換元の音声信号の各々の属性を示す属性コードを受け付けると、データ

変換学習装置 100 は、図 4 に示すデータ変換学習処理ルーチンを実行する。

[0074] まず、ステップ S 100 では、入力された変換元の音声信号の各々から、音響特徴量系列を抽出する。

[0075] 次に、ステップ S 102 では、変換元の音声信号の各々における音響特徴量系列と、変換元の音声信号の各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換器及び統合識別器を学習し、学習結果を出力部 50 により出力して、データ変換学習処理ルーチンを終了する。

[0076] <本発明の実施の形態に係るデータ変換装置の作用>

次に、本発明の実施の形態に係るデータ変換装置 150 の作用について説明する。入力部 60 により、データ変換学習装置 100 による学習結果を受け付ける。また、入力部 60 により、変換元の音声信号と、目標の音声信号の属性を示す属性コードとを受け付けると、データ変換装置 150 は、図 5 に示すデータ変換処理ルーチンを実行する。

[0077] まず、ステップ S 150 では、入力された変換元の音声信号から、音響特徴量系列を抽出する。

[0078] 次に、ステップ S 152 では、データ変換学習装置 100 により学習された変換器を用いて、音響特徴抽出部 72 により抽出された音響特徴量系列及び入力部 60 で受け付けた属性コードから、目標の音声信号の音響特徴量系列を推定する。

[0079] ステップ S 156 では、推定された目標の音声信号の音響特徴量系列から、時間領域信号を生成し、目標の音声信号として出力部 90 により出力して、データ変換処理ルーチンを終了する。

[0080] <実験結果>

本発明の実施の形態の手法によるデータ変換効果を確認するため、Voice Conversion Challenge(VCC)2018の4話者の音声データ（女性話者VCC2SF1、男性話者VCC2SM1、女性話者VCC2SF2、男性話者VCC2SM2）を用いて話者性変換実験を行った。ここでは属性コードを、話者IDに対応する4次元のone-hotベク

トルとした。各話者につき81文を学習データ、35文をテストデータとし、全音声信号のサンプリング周波数は16000Hzとした。各発話に対し、WORLD分析によりスペクトル包絡、基本周波数(F_0)、非周期性指標の抽出を行い、抽出したスペクトル包絡系列に対し35次のメルケプストラム分析を行った。 F_0 に関しては、変換目標音声の学習データから有声区間における対数 F_0 の平均 m_{src} と標準偏差 σ_{src} 、変換元音声の学習データから有声区間における対数 F_0 の平均 m_{trg} と標準偏差 σ_{trg} を算出した。また、入力音声の対数 F_0 パターン $y(0), \dots, y(N-1)$ を

[0081] [数18]

$$\hat{y}(n) = \frac{\sigma_{trg}}{\sigma_{src}} (y(n) - m_{src}) + m_{trg}$$

(18)

[0082] のように変換した。本実験では本発明の実施の形態の方法を用い、変換器のネットワーク構成を図6のとおりとし、統合識別器のネットワーク構成を図7のとおりとした。これとほぼ同等のネットワーク構成を用いた従来のStarGANによる音声変換結果と比較したところ、本発明の実施の形態の方法の方が高い品質と変換効果が得られることを聴取確認した。

[0083] ここで、上記図6、図7において、“c”、“h”、“w”はそれぞれ、変換器の入出力および統合識別器の入出力を画像と見なしたときのチャンネル、高さ、幅を表す。“Conv”、“Batch norm”、“GLU”、“Deconv”、“Softmax”はそれぞれ畳み込み層、バッチ正規化層、ゲート付き線形ユニット、転置畳み込み層、ソフトマックス層を表す。畳み込み層または転置畳み込み層における“k”、“c”、“s”はそれぞれカーネルサイズ、出力チャンネル数、ストライド幅を表す。

[0084] 以上説明したように、本発明の実施の形態に係るデータ変換学習装置は、任意の属性コードを入力として変換器によって変換されたデータについて、実音声らしくかつ属性コードらしさと、変換された音声らしさとを識別する統合識別器によって識別される、任意の属性コードらしさ及び変換された音声らしさと、変換元の音声信号の属性コードとは異なる属性コードを入力と

して変換器によって変換された音声信号について、変換元の音声信号の属性コードを入力として変換器によって再変換された音声信号と、変換元の音声信号との誤差と、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、変換器を学習する。また、データ変換学習装置は、任意の属性コードを入力として変換器によって変換された音声信号について、統合識別器によって識別される、変換された音声らしさと、変換元の音声信号について、統合識別器によって識別される、変換元の音声信号の属性コードらしさと、を用いて表される学習規準の値を最小化するように、統合識別器を学習する。これにより、所望の属性の音声信号に変換することができる変換器を学習できる。

[0085] また、本発明の実施の形態に係るデータ変換装置は、属性が異なる変換元の音声信号の各々、及び前記変換元の音声信号の各々の属性を示す属性コードに基づいて、任意の属性コードを入力として変換器によって変換された音声信号について、実音声らしくかつ属性コードらしさと、変換された音声らしさとを識別する統合識別器によって識別される、任意の属性コードらしさ及び変換された音声らしさと、変換元の音声信号の属性コードとは異なる属性コードを入力として変換器によって変換された音声信号について、変換元の音声信号の属性コードを入力として変換器によって再変換された音声信号と、変換元の音声信号との誤差と、を用いて表される学習規準の値を最小化するように予め学習された変換器を用いて音声信号を変換する。これにより、所望の属性の音声信号に変換することができる。

[0086] なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。

[0087] 例えば、上述した実施の形態では、データ変換学習装置及びデータ変換装置を別々の装置として構成しているが、一つの装置として構成してもよい。

[0088] また、変換対象となるデータが、音声信号の音響特徴量系列である場合を例に説明したが、これに限定されるものではなく、画像や、映像、テキストなどの特徴量又は特徴量系列を対象としてもよい。

[0089] また、上述のデータ変換学習装置、データ変換装置は、内部にコンピュー

タシステムを有しているが、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

[0090] また、本願明細書中において、プログラムが予めインストールされている実施形態として説明したが、当該プログラムを、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して提供することも可能である。

符号の説明

[0091] 10、60 入力部
20、70 演算部
30 音響特徴抽出部
32 学習部
50、90 出力部
72 音響特徴抽出部
74 データ変換部
78 変換音声生成部
82 プログラム
84 コンピュータ
100 データ変換学習装置
150 データ変換装置

請求の範囲

[請求項1] 属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換元のデータ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を学習する学習部であって、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさ及び前記変換されたデータらしさと、

前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記変換器を学習し、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、

変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記統合識別器を学習する学習部

を含むデータ変換学習装置。

[請求項2] 前記変換器の学習規準は、更に、

前記変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって変換された前記データと、前記変換元のデータとの距離とを用いて表される請求項1記載のデータ変換学習装置。

[請求項3] 前記データは、音声信号の音響特徴量系列である請求項1又は請求

項2記載のデータ変換学習装置。

[請求項4]

データ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を用いて、入力された変換元のデータ、及び目標のデータの属性を示す属性コードから、目標のデータを推定するデータ変換部

を含み、

前記変換器は、

属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさと及び前記変換されたデータらしさと、

前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように予め学習されたものであり、

前記統合識別器は、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、

変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように予め学習されたものであるデータ変換装置。

[請求項5]

学習部が、属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元の

データの各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換元のデータ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を学習することであって、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさと及び前記変換されたデータらしさと、

前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記変換器を学習し、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、

変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記統合識別器を学習することを含む

データ変換学習方法。

[請求項6]

コンピュータに、

属性が異なる変換元のデータの各々、及び前記変換元のデータの各々の属性を示す属性コードに基づいて、変換元のデータ及び属性コードを入力として前記属性コードが示す属性のデータに変換する変換器を学習することであって、

任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、実データらしくかつ属性コードらしさと、変換されたデ

ータらしさとを識別する統合識別器によって識別される、前記任意の属性コードらしさ及び前記変換されたデータらしさと、

前記変換元のデータの属性コードとは異なる属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、変換元のデータの属性コードを入力として前記変換器によって再変換されたデータと、変換元のデータとの誤差と、

を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記変換器を学習し、

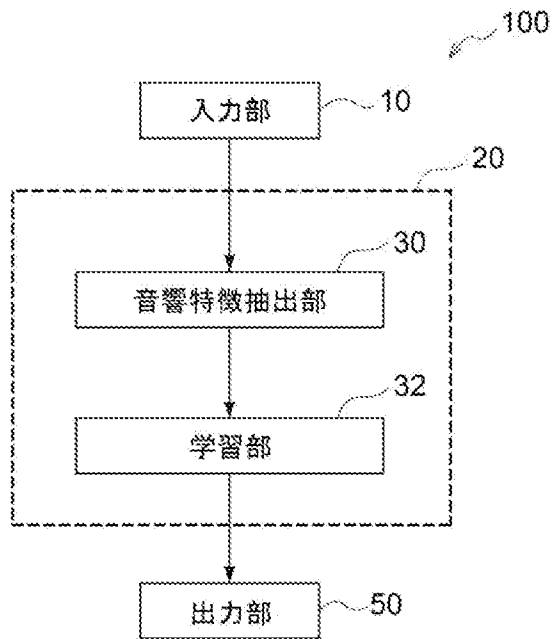
任意の属性コードを入力として前記変換器によって変換されたデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換されたデータらしさと、

変換元のデータについて、前記統合識別器によって識別される、前記変換元のデータの属性コードらしさと、

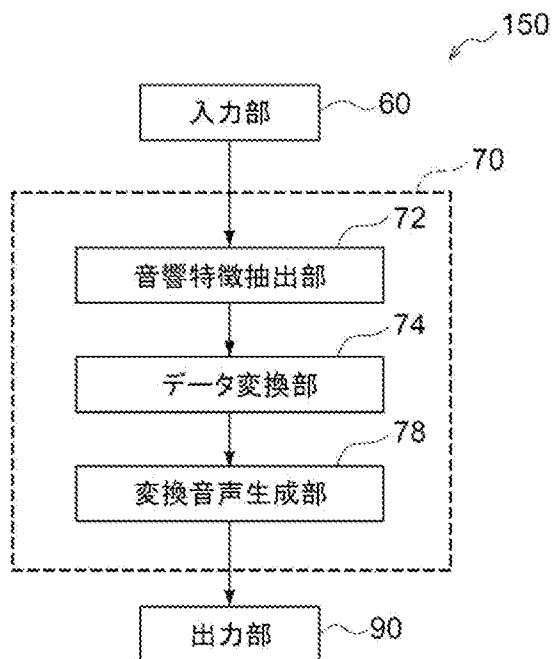
を用いて表される学習規準の値を最小化するように、前記統合識別器を学習すること

を実行させるためのプログラム。

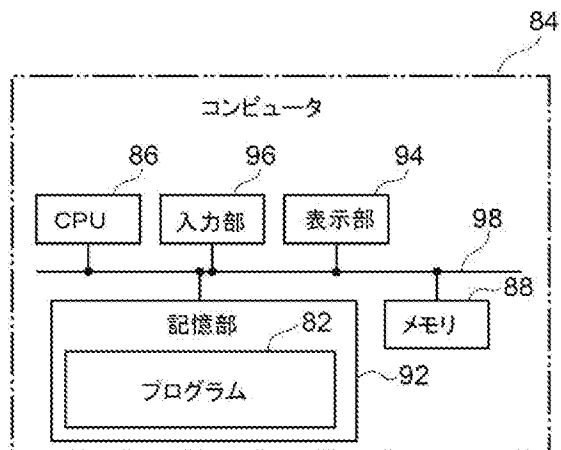
[図1]



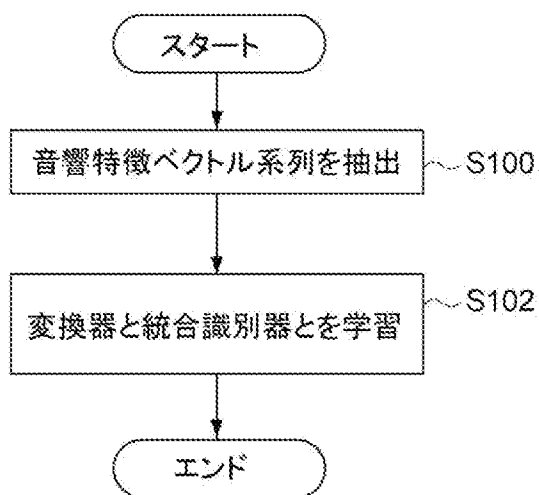
[図2]



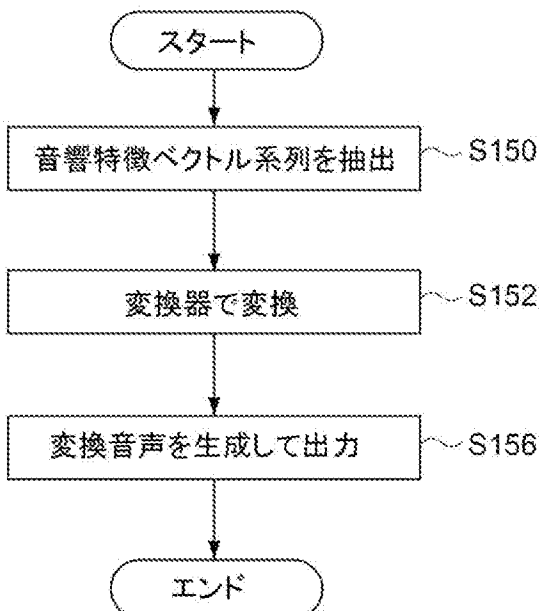
[図3]



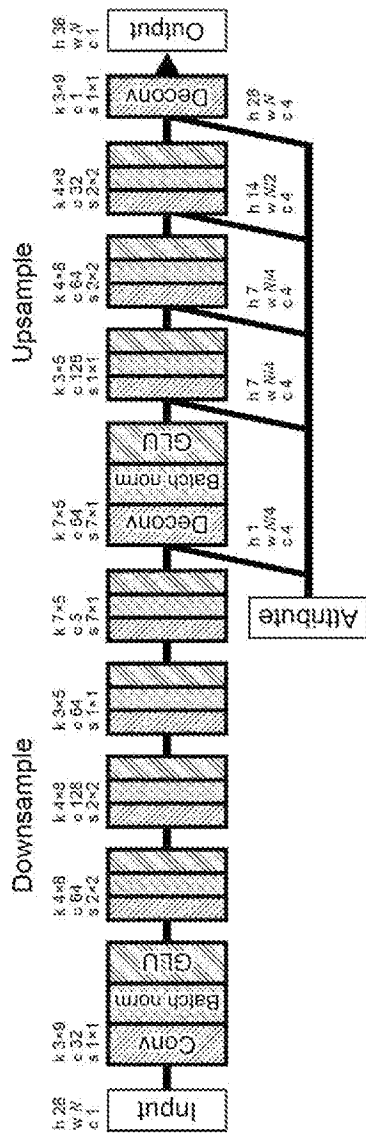
[図4]



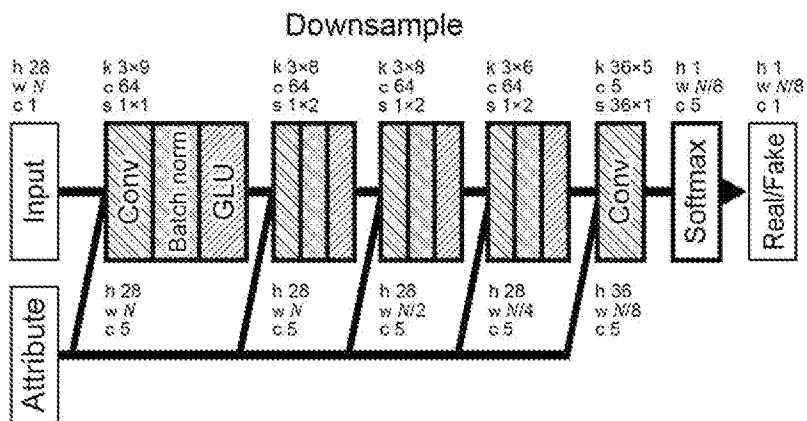
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/003691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10L 21/007(2013.01)i; G06N 3/08(2006.01)i; G10L 25/00(2013.01)i
 FI: G06N3/08; G10L25/00; G10L21/007

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)

G10L21/007; G06N3/08; G10L25/00

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	1971-2020
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	CHOI, Yunjey et al., "StarGAN: Unified Generative Adversarial Networks for Multi-Domain Image-to-Image Translation", arXiv [online], 21 September 2018 [retrieved on 13 March 2020], pp. 1-15, retrieved from the internet: <URL:https://arxiv.org/pdf/1711.09020v3.pdf> in particular, section "3. Star Generative Adversarial Networks"	1, 4-6
Y	in particular, section "3. Star Generative Adversarial Networks"	2-3
Y	KAMEOKA, Hirokazu et al., "StarGAN-VC: Non-parallel many-to-many voice conversion with star generative adversarial networks", arXiv [online], 29 June 2018 [retrieved on 13 March 2020], retrieved from the internet: <URL:https://arxiv.org/pdf/1806.02169v2.pdf>, in particular, section "3. STARGAN VOICE CONVERSION"	2-3

☐ 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
13 March 2020 (13.03.2020)

Date of mailing of the international search report
31 March 2020 (31.03.2020)

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）） G10L 21/007(2013.01)i; G06N 3/08(2006.01)i; G10L 25/00(2013.01)i FI: G06N3/08; G10L25/00; G10L21/007														
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）） G10L21/007; G06N3/08; G10L25/00														
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														
<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 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	CHOI, Yunjey ほか, StarGAN: Unified Generative Adversarial Networks for Multi-Domain Image-to-Image Translation, arXiv[online], 2018.09.21 [retrieved on 2020.03.13], pp. 1-15, Retrieved from the Internet: <URL: https://arxiv.org/pdf/1711.09020v3.pdf > 特に「3. Star Generative Adversarial Networks」の欄	1, 4-6												
Y	特に「3. Star Generative Adversarial Networks」の欄	2-3												
Y	KAMEOKA, Hirokazu ほか, StarGAN-VC: Non-parallel many-to-many voice conversion with star generative adversarial networks, arXiv[online], 2018.06.29 [retrieved on 2020.03.13], Retrieved from the Internet: <URL: https://arxiv.org/pdf/1806.02169v2.pdf > 特に「3. STARGAN VOICE CONVERSION」の欄	2-3												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 13.03.2020	国際調査報告の発送日 31.03.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 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） 桜井 茂行 5B 1157 電話番号 03-3581-1101 内線 3545													