

(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
2024年2月1日(01.02.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/023917 A1

(51) 国際特許分類:

G06N 20/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2022/028740

(22) 国際出願日:

2022年7月26日(26.07.2022)

(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: 永井隆昌 (NAGAI Takasuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1

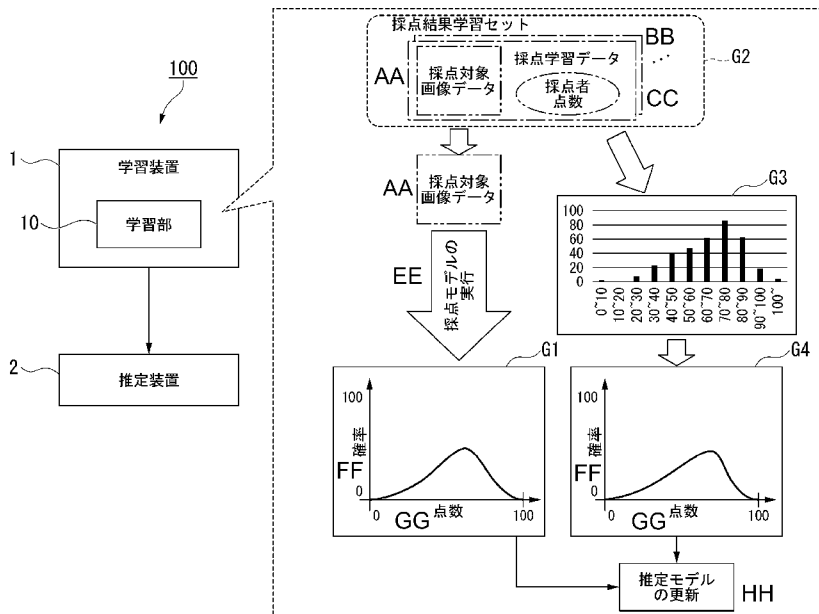
1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 武田翔一郎(TAKEDA Shoichiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松村誠明(MATSUMURA Masaaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 志水信哉(SHIMIZU Shinya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 青野裕司(AONO Yushi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE);

(54) Title: TRAINING DEVICE, TRAINING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 学習装置、学習方法及びプログラム

[図1]



- 1 Training device
- 2 Estimation device
- 10 Training unit
- G2 Scoring result training set
- AA Image data being scored
- BB Scoring training data
- CC Scorer score
- EE Execution of scoring model
- FF Probability
- GG Score
- HH Updating of estimation model

(57) Abstract: A training device comprising a training unit that updates a scoring model through training, the training unit estimating, on the basis of video data of a subject being scored in which a scene within a scoring event that requires scoring is captured, an estimated probability distribution in which a relative merits score that represents the relative merits of the subject being scored is employed as a probability variable, the estimated probability distribution indicating the probability that a scorer will apply each relative merits score when the scorer scores the scene. The training unit executes: a process for executing the scoring model on video data being scored, which is the video data of the video being scored and which

〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, 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, SC, 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))

is included in a scoring result training set, the scoring result training set being an aggregate of scoring training data that is a pair of the video data being scored and a scorer score indicated by the scorer who viewed the scene captured in the video being scored; a process for acquiring a correct answer distribution that indicates the distribution of scorer scores on the basis of the scoring result training set and the scorer score that is paired with the video data being scored, which is the subject of processing by the scoring model; and a process for updating the scoring model so that a difference between the estimated probability distribution obtained through the scoring model execution process and the correct answer distribution is reduced.

(57) 要約: 採点を要する採点行事の最中の場面を写した採点対象映像の映像データに基づき、採点対象の優劣を表す優劣点数を確率変数とする確率分布であって前記場面を採点者が採点した場合に各優劣点数を採点者がつける確率を示す確率分布である推定確率分布、を推定する採点モデル、を学習により更新する学習部、を備え、学習部は、採点対象映像の映像データである採点対象映像データと、採点対象映像が写す場面を見た採点者が示す採点者点数と、の組である採点学習データ、の集合である採点結果学習セット、が含む採点対象映像データに対して採点モデルを実行する処理と、採点結果学習セットと、採点モデルの処理対象である採点対象映像データの対となる採点者点数と、に基づき、採点者点数の分布を示す正解分布を取得する処理と、採点モデル実行処理により得られた推定確率分布と正解分布との違いを小さくするように採点モデルを更新する処理と、を実行する学習装置。

明 細 書

発明の名称：学習装置、学習方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、学習装置、学習方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 採点競技や医学生の手術の技術の評価を行うテストの採点など、採点を要する行事であって採点結果が採点者に依存する行事がある。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Yansong Tang, et al., "Uncertainty-aware Score Distribution Learning for Action Quality Assessment" In CVPR, 2020.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような行事では、採点者によって採点の結果が異なる場合がある。その結果、例えば採点者次第で採点される側の人である被採点者の順位が異なってしまう場合がある。当然ながら、こういった事態が生じれば、被採点者や観客等の行事の参加者の不満が増大する場合がある。

[0005] 例えばオリンピックにおいて多くの選手及び観客が1位であると考える演技が行われた場合に、採点者だけが3位を示す採点結果を提示した場合には、選手及び観客の多くが不満を抱くことは想像に難くないであろう。そこでこのような、採点者に依存して生じる参加者の不満、を軽減する技術への需要がある。

[0006] 上記事情に鑑み、本発明は、採点を要する行事における参加者の不満を軽減する技術を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様は、採点を要する行事である採点行事の最中の場面を写した映像である採点対象映像の映像データに基づき、前記採点行事における採

点対象の優劣を表す優劣点数を確率変数とする確率分布であって前記場面を採点者が採点した場合に各優劣点数を前記採点者がつける確率を示す確率分布である推定確率分布、を推定する採点モデル、を学習により更新する学習部、を備え、前記学習部は、採点対象映像の映像データである採点対象映像データと、前記採点対象映像が写す場面を見た採点者が示す優劣点数である採点者点数と、の組である採点学習データ、の集合である採点結果学習セット、が含む採点対象映像データに対して前記採点モデルを実行する採点モデル実行処理と、前記採点結果学習セットと、前記採点モデルの処理対象である前記採点対象映像データの対となる前記採点者点数と、に基づき、採点者点数の確率分布を示す正解分布を取得する正解分布取得処理と、前記採点モデル実行処理により得られた推定確率分布と前記正解分布との違いを小さくするように、前記採点モデルを更新する更新処理と、を実行する、学習装置である。

[0008] 本発明の一態様は、採点を要する行事である採点行事の最中の場面を写した映像である採点対象映像の映像データに基づき、前記採点行事における採点対象の優劣を表す優劣点数を確率変数とする確率分布であって前記場面を採点者が採点した場合に各優劣点数を前記採点者がつける確率を示す確率分布である推定確率分布、を推定する採点モデル、を学習により更新する学習ステップ、を有し、前記学習ステップは、採点対象映像の映像データである採点対象映像データと、前記採点対象映像が写す場面を見た採点者が示す優劣点数である採点者点数と、の組である採点学習データ、の集合である採点結果学習セット、が含む採点対象映像データに対して前記採点モデルを実行する採点モデル実行処理と、前記採点結果学習セットと、前記採点モデルの処理対象である前記採点対象映像データの対となる前記採点者点数と、に基づき、採点者点数の分布を示す正解分布を取得する正解分布取得処理と、前記採点モデル実行処理により得られた推定確率分布と前記正解分布との違いを小さくするように、前記採点モデルを更新する更新処理と、を実行する、学習方法である。

[0009] 本発明の一態様は、上記の学習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である。

発明の効果

[0010] 本発明により、採点を要する行事における参加者の不満を軽減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態の採点システムの概要を説明する説明図。

[図2]実施形態における学習装置のハードウェア構成の一例を示す図。

[図3]実施形態における学習装置が備える制御部の構成の一例を示す図。

[図4]実施形態における学習装置が実行する処理の流れの一例を示すフローチャート。

[図5]実施形態における推定装置のハードウェア構成の一例を示す図。

[図6]実施形態における推定装置が備える制御部の構成の一例を示す図。

[図7]実施形態における推定装置が実行する処理の流れの一例を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0012] (実施形態)

図1は、実施形態の採点システム100の概要を説明する説明図である。以下、採点競技や医学生の手術の技術の評価を行うテストの採点など、採点を要する行事を、採点行事という。以下、採点行事における被採点対象の優劣を表す点数を優劣点数という。被採点対象は、採点される対象である。被採点対象は必ずしも人である必要は無く、動物であってもよいし、陶磁器等の無機物であってもよい。また、以下、採点行事の最中のことを、採点行事中という。

[0013] 採点行事は例えばオリンピックにおけるフィギュアスケート等の採点競技である。優劣点数は、例えば採点行事がフィギュアスケートであれば、選手の演技に対して付けられる技術点や演技構成点等の点数である。

[0014] 採点システム100は、学習装置1及び推定装置2を備える。学習装置1

は、学習部 10 を備える。学習部 10 は、採点モデルを学習により更新する。採点モデルは、採点行事中の場面を写した映像（以下「採点対象映像」という。）の映像データ（以下「採点対象映像データ」という。）を処理の対象とする数理モデルである。

[0015] 採点モデルは、処理対象の採点対象映像データに基づき、処理対象の採点対象映像データ、が示す採点対象映像に写る場面に対する推定確率分布を推定する。以下、採点対象映像データが示す採点対象映像に写る場面を採点対象場面という。

[0016] 推定確率分布は、優劣点数を確率変数とする確率分布であって、採点対象場面を採点者が採点した場合に各優劣点数を採点者がつける確率を示す確率分布である。図 1 における画像 G 1 の示す分布が推定確率分布の一例である。

[0017] なお、数理モデルを学習により更新するとは、機械学習の方法により数理モデルの処理の内容を更新することを意味する。

[0018] 学習部 10 は、採点モデルの更新を学習の終了に関する所定の条件（以下「学習終了条件」という。）が満たされるまで実行する。学習終了条件は、例えば更新による数理モデルの変化が所定の変化よりも小さいという条件である、学習終了条件は、例えば所定の回数の更新が行われた、という条件であってもよい。学習終了条件が満たされた時点の採点モデル（以下「学習済みの採点モデル」という。）が推定装置 2 にて用いられる。

[0019] 学習部 10 は、採点結果学習セットを取得する。採点結果学習セットは、複数の採点学習データの集合である。採点学習データは、採点対象映像データと、採点者点数、との組である。採点者点数は、採点対象場面を見た採点者が示す優劣点数である。すなわち、採点結果学習セットに含まれる採点者点数は実際の採点者による採点の結果である。採点学習データの含む採点対象映像データは、例えば過去の採点行事において得られた映像データである。したがって、採点学習データは、例えば過去に行われた採点行事で得られた情報である。

[0020] 図1において画像G2は、採点結果学習セットと、採点学習データと、採点対象映像データと、採点者点数との関係を示す図である。

[0021] <採点結果の分布について>

ところで、採点行事において全ての被採点者が同じ優劣点数であるという事態は稀である。例えば、被採点者Aさん、被採点者Bさん、被採点者Cさん、被採点者Dさん、被採点者Eさん、被採点者Fさん・・・の順に各人に対する優劣点数が、10点、40点、60点、70点、70点、90点、・・・というように優劣点数にばらつきがあることがよく起き、全ての被採点者の点数が50点というようなことは稀である。

[0022] なお被採点者は採点される人であり、例えば採点競技における被採点者は採点競技の選手である。被採点者は、被採点対象の一例である。

[0023] このように優劣点数にばらつきがあることは高い頻度で生じるため、採点結果分布もばらつきを示す場合が多い。採点結果分布は、採点者点数の選択に関する所定の条件（以下「採用条件」という。）を満たす採点学習データの集合を母集団とする度数分布であって採点者点数の度数分布である。

[0024] したがって採点結果分布は、採点者点数ごとにその採点者点数を示す採点学習データであって母集団に含まれる採点学習データ、の数を示す。なお、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数は、より明確には、採点モデルの処理対象の採点対象映像データを含む採点学習データ、が含む採点者点数、である。

[0025] 採用条件は、例えば、示す採点者点数と、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数との違いが、小さい方からN番目以内（Nは1以上の整数）、という条件、である。したがって、このような場合、採点結果分布が示す採点者点数は、採点モデルの処理対象である採点対象映像データの対となる採点者点数、との違いが小さいほうからN番目以内（Nは1以上の整数）という条件を満たす。図1において画像G3の示す度数分布が、採点結果分布の一例である。

[0026] 以下、採点結果分布がばらつきを持つ場合を例に、学習装置1の説明を行

うが、採点結果分布は必ずしもばらつきを持った分布である必要はない。ばらつきを持たない分布は、分散が0の分布である。

[0027] なお、採点結果学習セットの取得は、予め所定の記憶装置に記憶済みの採点結果学習セットを読み出す処理であってもよいし、ユーザ等によって入力された採点結果学習セットを取得する処理であってもよい。

[0028] <学習部10のより詳細な説明>

学習部10は、採点モデル実行処理を実行する。採点モデル実行処理は、採点モデルを実行する処理である。学習部10は、正解分布取得処理を実行する。正解分布取得処理は、採点結果学習セットと、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数と、に基づき、正解分布を取得する処理である。正解分布は、採点者点数の確率分布である。

[0029] より具体的には正解分布は、採点結果分布を、パラメトライズされた所定の確率関数であって特性条件を満たす所定の確率関数（以下「パラメトライズド関数」という。）によってフィッティングした結果の確率関数が示す分布である。正解分布を取得するとは、より具体的には、採点結果分布とパラメトライズド関数との違いが所定の違いより小さいという条件を満たすパラメータの値を取得することを意味する。

[0030] 特性条件は、ピークを1つ有するという条件と、分散と平均とをパラメータとして含むという条件とを含む。パラメトライズド関数は、例えば、一般化正規分布である。図1における画像G4が示す分布が、正解分布の一例である。

[0031] 正解分布取得処理は、例えば、採用処理と、採用結果分布取得処理と、フィッティング処理とを含む。採用処理は、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対の採点者点数に基づき採点条件を満たす採点学習データを判定する処理である。採用結果分布取得処理は、採用処理によって採点条件を満たすと判定された採点学習データ、の集合に基づき、採用結果分布を得る処理である。フィッティング処理は、採用結果分布に基づき、正解分布を取得する処理である。

- [0032] フィッティング処理では、例えば最尤推定が行われてもよい。また、フィッティング処理では例えば採用結果分布の尖度が一般化正規分布における形状パラメータの値として用いられてもよい。
- [0033] 学習部10は、判定処理を実行する。判定処理は、学習終了条件が満たされたか否かを判定する処理である。
- [0034] 学習部10は、更新処理を実行する。採点モデルの推定した推定確率分布と、正解分布取得処理で得られた正解分布と、の違いを小さくするように採点モデルを更新する。すなわち、採点モデルは、正解分布を正解データとした学習により採点モデルの推定の結果と正解データとの違いが小さくなるように更新される。
- [0035] 採点モデルの推定した推定確率分布と、正解分布取得処理で得られた正解分布と、の違いは、例えば、採点モデルの推定した推定確率分布と正解分布取得処理で得られた正解分布との間のKLダイバージェンス (Kullback-Leibler divergence) であってもよい。
- [0036] 更新処理は、例えば判定処理の結果、学習終了条件が満たされていないと判定された場合に実行される。すなわち、更新処理は、学習終了条件が満たされていない場合に実行される。
- [0037] <特性条件に含まれてもよいその他の条件>
- ところで、一般に採点行事では高い頻度で出現する優劣点数をつけられる被採点者の争いが激しく、少しの点差で順位が大きく変動する。そのため、確率の高い優劣点数の近くほど、正解分布のピークは鋭いことが望ましい。ピークが鋭いことは優劣点数のばらつきが小さいことである。採点モデルは更新処理によって、正解分布により近い分布を推定するように更新される。
- [0038] したがって、正解分布のピークが鋭いほど、採点モデルは、ピークでのばらつきが小さな分布に近い推定を行う。ピークにおいてばらつきの小さい推定を行うほど、高い精度での被採点者の順位付けが可能である。したがって、正解分布のピークが鋭いほど、採点モデルは、高い精度での順位付けを可能とする採点結果を推定することができる。

[0039] そのため、特性条件にはさらに、パラメータ設定条件を含んでもよい。パラメータ設定条件は、疎密条件が満たされる場合にはパラメトライズド関数の分散及び形状パラメータの値は第１の所定の値よりも小さいという条件を含む。さらに、パラメータ設定条件は、疎密条件が満たされない場合にはパラメトライズド関数の分散及び形状パラメータの値は第２の所定の値よりも大きい、という条件を含む。

[0040] 第１の所定の値は第２の所定の値以下の値である。疎密条件は、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数の度数に関する所定の条件であって、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数の採点結果分布における度数が所定の度数よりも高いという条件である。

[0041] 特性条件にパラメータ設定条件が含まれることで、学習装置１は、より一層精度の高い推定を行う学習済みの採点モデルを得ることができる。

[0042] ＜ハードウェアの説明＞

図２は、実施形態における学習装置１のハードウェア構成の一例を示す図である。学習装置１は、バスで接続されたＣＰＵ（Central Processing Unit）等のプロセッサ９１とメモリ９２とを備える制御部１１を備え、プログラムを実行する。学習装置１は、プログラムの実行によって制御部１１、入力部１２、通信部１３、記憶部１４及び出力部１５を備える装置として機能する。

[0043] より具体的には、プロセッサ９１が記憶部１４に記憶されているプログラムを読み出し、読み出したプログラムをメモリ９２に記憶させる。プロセッサ９１が、メモリ９２に記憶させたプログラムを実行することによって、学習装置１は、制御部１１、入力部１２、通信部１３、記憶部１４及び出力部１５を備える装置として機能する。

[0044] 制御部１１は、学習装置１が備える各種機能部の動作を制御する。制御部１１は、例えば出力部１５の動作を制御する。制御部１１は、例えば学習により生じた各種情報を記憶部１４に記録する。

- [0045] 入力部 1 2 は、マウスやキーボード、タッチパネル等の入力装置を含んで構成される。入力部 1 2 は、これらの入力装置を学習装置 1 に接続するインタフェースとして構成されてもよい。入力部 1 2 は、学習装置 1 に対する各種情報の入力を受け付ける。
- [0046] 通信部 1 3 は、学習装置 1 を外部装置に接続するための通信インタフェースを含んで構成される。通信部 1 3 は、有線又は無線を介して外部装置と通信する。外部装置は、例えば採点結果学習セットの送信元の装置である。通信部 1 3 は、採点結果学習セットの送信元の装置との通信によって採点結果学習セットを取得する。
- [0047] 外部装置は、例えば推定装置 2 である。通信部 1 3 は推定装置 2 との通信により推定装置 2 に学習済みの採点モデルを送信する。なお数理モデルを送信するとは数理モデルをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを送信することを意味する。なお、採点結果セットは、必ずしも通信部 1 3 を介して入力される必要は無く、入力部 1 2 に入力されてもよい。
- [0048] 記憶部 1 4 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などのコンピュータ読み出し可能な記憶媒体装置 (non-transitory computer-readable recording medium) を用いて構成される。記憶部 1 4 は学習装置 1 に関する各種情報を記憶する。記憶部 1 4 は、例えば入力部 1 2 又は通信部 1 3 を介して入力された情報を記憶する。記憶部 1 4 は、例えば学習の実行により生じた各種情報を記憶する。記憶部 1 4 は、例えば採点モデルを予め記憶する。記憶部 1 4 は、例えば学習済みの採点モデルを記憶する。
- [0049] 出力部 1 5 は、各種情報を出力する。出力部 1 5 は、例えば C R T (Cathode Ray Tube) ディスプレイや液晶ディスプレイ、有機 E L (Electro-Luminescence) ディスプレイ等の表示装置を含んで構成される。出力部 1 5 は、これらの表示装置を学習装置 1 に接続するインタフェースとして構成されてもよい。出力部 1 5 は、例えば入力部 1 2 に入力された情報を出力する。出力部 1 5 は、例えば学習の結果を表示してもよい。
- [0050] 図 3 は、実施形態における学習装置 1 が備える制御部 1 1 の構成の一例を

示す図である。制御部 11 は、学習部 10、記憶制御部 120、通信制御部 130 及び出力制御部 140 を備える。記憶制御部 120 は、記憶部 14 に各種情報を記録する。通信制御部 130 は通信部 13 の動作を制御する。出力制御部 140 は、出力部 15 の動作を制御する。

[0051] 図 4 は、実施形態における学習装置 1 が実行する処理の流れの一例を示すフローチャートである。学習部 10 は、採点結果学習セットが含む採点対象映像データのうち、未だ採点モデルによって処理されたことの無い採点対象映像データ、を取得する（ステップ S 101）。なお、採点対象映像データの取得は、予め所定の記憶装置に記憶済みの採点結果学習セットから採点対象映像データを読み出す処理であってもよいし、ユーザ等によって入力された採点結果学習セットから採点対象映像データを取得する処理であってもよい。

[0052] 次に学習部 10 は、ステップ S 101 で得た採点対象映像データに対して採点モデルを実行する（ステップ S 102）。ステップ S 102 の処理により、ステップ S 101 で得た採点対象映像データが示す採点対象映像に写る場面に対する推定確率分布が得られる。

[0053] 次に学習部 10 は、正解分布取得処理を実行する（ステップ S 103）。正解分布取得処理の実行により学習部 10 は、採点結果学習セットと、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数と、に基づき、正解分布を取得する。

[0054] 次に学習部 10 は、更新処理を実行する（ステップ S 104）。すなわち、学習部 10 は、ステップ S 102 で得られた推定確率分布とステップ S 103 で得られた正解分布とに基づき、推定確率分布と正解分布との違いを小さくするように、採点モデルを更新する。次に学習部 10 は、判定処理を実行する（ステップ S 105）。すなわち、学習部 10 は、学習終了条件が満たされたか否かを判定する。

[0055] 学習終了条件が満たされていない場合（ステップ S 105：NO）、ステップ S 101 の処理に戻る。一方、学習終了条件が満たされた場合（ステッ

プ S 1 0 5 : Y E S) 、 処理が終了する。

[0056] 図 5 は、実施形態における推定装置 2 のハードウェア構成の一例を示す図である。推定装置 2 は、バスで接続された CPU 等のプロセッサ 9 3 とメモリ 9 4 とを備える制御部 2 1 を備え、プログラムを実行する。推定装置 2 は、プログラムの実行によって制御部 2 1、入力部 2 2、通信部 2 3、記憶部 2 4 及び出力部 2 5 を備える装置として機能する。

[0057] より具体的には、プロセッサ 9 3 が記憶部 2 4 に記憶されているプログラムを読み出し、読み出したプログラムをメモリ 9 3 に記憶させる。プロセッサ 9 2 が、メモリ 9 3 に記憶させたプログラムを実行することによって、推定装置 2 は、制御部 2 1、入力部 2 2、通信部 2 3、記憶部 2 4 及び出力部 2 5 を備える装置として機能する。

[0058] 制御部 2 1 は、推定装置 2 が備える各種機能部の動作を制御する。制御部 2 1 は、例えば出力部 2 5 の動作を制御する。制御部 2 1 は、例えば学習により生じた各種情報を記憶部 2 4 に記録する。

[0059] 入力部 2 2 は、マウスやキーボード、タッチパネル等の入力装置を含んで構成される。入力部 2 2 は、これらの入力装置を推定装置 2 に接続するインタフェースとして構成されてもよい。入力部 2 2 は、推定装置 2 に対する各種情報の入力を受け付ける。

[0060] 通信部 2 3 は、推定装置 2 を外部装置に接続するための通信インタフェースを含んで構成される。通信部 2 3 は、有線又は無線を介して外部装置と通信する。外部装置は、例えば推定対象の送信元の装置である。推定装置 2 にとっての推定対象とは、採点対象映像データである。通信部 2 3 は、推定対象の送信元の装置との通信によって推定対象を取得する。

[0061] 外部装置は、例えば学習装置 1 である。通信部 2 3 は学習装置 1 との通信により学習装置 1 が得た学習済みの採点モデルを取得する。なお数理モデルを送信するとは数理モデルを表すコンピュータプログラムを取得することを意味する。なお採点対象映像データは、必ずしも通信部 2 3 を介して入力される必要は無く、入力部 2 2 に入力されてもよい。

- [0062] 記憶部 24 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置などのコンピュータ読み出し可能な記憶媒体装置 (non-transitory computer-readable recording medium) を用いて構成される。記憶部 24 は推定装置 2 に関する各種情報を記憶する。記憶部 24 は、例えば入力部 22 又は通信部 23 を介して入力された情報を記憶する。記憶部 24 は、例えば学習済みの採点モデルの実行により生じた各種情報を記憶する。記憶部 24 は、例えば学習済みの採点モデルを記憶する。
- [0063] 出力部 25 は、各種情報を出力する。出力部 25 は、例えば CRT ディスプレイや液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイ等の表示装置を含んで構成される。出力部 25 は、これらの表示装置を推定装置 2 に接続するインターフェースとして構成されてもよい。出力部 25 は、例えば入力部 22 に入力された情報を出力する。出力部 25 は、例えば学習済みの採点モデルによる推定の結果を表示してもよい。
- [0064] 図 6 は、実施形態における推定装置 2 が備える制御部 21 の構成の一例を示す図である。制御部 21 は、学習済み採点モデル実行部 20、対象取得部 210、記憶制御部 220、通信制御部 230 及び出力制御部 240 を備える。
- [0065] 学習済み採点モデル実行部 20 は、推定対象に対して学習済み採点モデルを実行する。対象取得部 210 は、入力部 22 又は通信部 23 に入力された推定対象を取得する。すなわち、対象取得部 210 は、入力部 22 又は通信部 23 に入力された採点対象映像データを取得する。記憶制御部 220 は、記憶部 24 に各種情報を記録する。通信制御部 230 は通信部 23 の動作を制御する。出力制御部 240 は、出力部 25 の動作を制御する。
- [0066] 図 7 は、実施形態における推定装置 2 が実行する処理の流れの一例を示すフローチャートである。対象取得部 210 が推定対象の採点対象映像データを取得する (ステップ S201)。次に学習済み採点モデル実行部 20 が、ステップ S201 で取得された採点対象映像データに対して、学習済み採点モデルを実行する (ステップ S202)。ステップ S202 の処理により、

ステップ201で取得された採点対象映像データが示す映像の写す場面に対する推定確率分布が得られる。次に、出力制御部240が出力部25の動作を制御して、ステップS202で得られた推定確率分布を出力部25に出力させる（ステップS203）。

[0067] このように構成された学習装置1は、上述したように、採点モデルの推定した推定確率分布と、正解分布取得処理で得られた正解分布と、の違いを小さくするように採点モデルを更新する。すなわち、学習装置1において採点モデルは、正解分布を正解データとした学習により採点モデルの推定の結果と正解データとの違いが小さくなるように更新される。

[0068] 採点結果学習セットは採点者による採点の結果である。また、採点結果学習セットに含まれる採点学習データが増えるほど、同じ場面に対する採点結果の分布のばらつきは小さくなる。そのため、このような更新による学習が進むほど、実際に採点者が採点する結果に近く、なおかつ、実際の採点者よりも、同じ場面に対する採点結果のばらつきの少ない結果、を採点モデルが推定する頻度が高まる。

[0069] そのため、このような採点モデルの更新を行う学習装置1は、採点を要する行事における参加者の不満を軽減することができる。

[0070] また、このように構成された推定装置2は、学習装置1の得た学習済みの採点モデルを用いた推定を行うため、採点を要する行事における参加者の不満を軽減することができる。

[0071] （変形例）

なおパラメトライズド関数が一般化正規分布である場合、採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対の採点者点数が、一般化正規分布の平均の値として用いられてもよい。

[0072] なお、学習装置1は、ネットワークを介して通信可能に接続された複数台の情報処理装置を用いて実装されてもよい。この場合、学習装置1が備える各機能部は、複数の情報処理装置に分散して実装されてもよい。

[0073] なお、推定装置2は、ネットワークを介して通信可能に接続された複数台

の情報処理装置を用いて実装されてもよい。この場合、推定装置 2 が備える各機能部は、複数の情報処理装置に分散して実装されてもよい。

[0074] なお、学習装置 1 と、推定装置 2 と、の各機能の全て又は一部は、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や P L D (Programmable Logic Device) や F P G A (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0075] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

[0076] 100…採点システム、 1…学習装置、 2…推定装置、 10…学習部、 11…制御部、 12…入力部、 13…通信部、 14…記憶部、 15…出力部、 120…記憶制御部、 130…通信制御部、 140…出力制御部、 21…制御部、 22…入力部、 23…通信部、 24…記憶部、 25…出力部、 20…学習済み採点モデル実行部、 210…対象取得部、 220…記憶制御部、 230…通信制御部、 240…出力制御部、 91…プロセッサ、 92…メモリ、 93…プロセッサ、 94…メモリ

請求の範囲

[請求項1]

採点を要する行事である採点行事の最中の場面を写した映像である採点対象映像の映像データに基づき、前記採点行事における採点対象の優劣を表す優劣点数を確率変数とする確率分布であって前記場面を採点者が採点した場合に各優劣点数を前記採点者がつける確率を示す確率分布である推定確率分布、を推定する採点モデル、を学習により更新する学習部、

を備え、

前記学習部は、採点対象映像の映像データである採点対象映像データと、前記採点対象映像が写す場面を見た採点者が示す優劣点数である採点者点数と、の組である採点学習データ、の集合である採点結果学習セット、が含む採点対象映像データに対して前記採点モデルを実行する採点モデル実行処理と、

前記採点結果学習セットと、前記採点モデルの処理対象である前記採点対象映像データの対となる前記採点者点数と、に基づき、採点者点数の確率分布を示す正解分布を取得する正解分布取得処理と、

前記採点モデル実行処理により得られた推定確率分布と前記正解分布との違いを小さくするように、前記採点モデルを更新する更新処理と、

を実行する、

学習装置。

[請求項2]

前記正解分布は、採点者点数の選択に関する所定の条件である採用条件を満たす採点学習データの集合を母集団とする度数分布であって採点者点数の度数分布である採点結果分布、を、パラメトライズされた所定の確率関数であって、ピークを1つ有するという条件と、分散と平均とをパラメータとして含むという条件とを含む特性条件、を満たす所定の確率関数によってフィッティングした結果の確率関数を示す分布である、

請求項 1 に記載の学習装置。

[請求項3] 前記採点結果分布が示す採点者点数は、前記採点モデルの処理対象である前記採点対象映像データの対となる前記採点者点数、との違いが小さいほうから N 番目以内（N は 1 以上の整数）という条件を満たす、

請求項 2 に記載の学習装置。

[請求項4] 前記特性条件はさらに、
前記採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数の度数に関する条件であって、

前記採点モデルの処理対象の採点対象映像データの対となる採点者点数の前記採点結果分布における度数が所定の度数よりも高いという条件である疎密条件、が満たされる場合には、前記パラメトライズされた所定の確率関数の分散及び形状パラメータの値は第 1 の所定の値よりも小さいという条件と、

前記疎密条件が満たされない場合には、前記パラメトライズされた所定の確率関数の分散及び形状パラメータの値は第 2 の所定の値よりも大きいという条件と、

を含む条件、

であるパラメータ設定条件、を含み、

前記第 1 の所定の値は、前記第 2 の所定の値以下の値である、

請求項 3 に記載の学習装置。

[請求項5] 採点を要する行事である採点行事の最中の場面を写した映像である採点対象映像の映像データに基づき、前記採点行事における採点対象の優劣を表す優劣点数を確率変数とする確率分布であって前記場面を採点者が採点した場合に各優劣点数を前記採点者がつける確率を示す確率分布である推定確率分布、を推定する採点モデル、を学習により更新する学習ステップ、

を有し、

前記学習ステップは、採点対象映像の映像データである採点対象映像データと、前記採点対象映像が写す場面を見た採点者が示す優劣点数である採点者点数と、の組である採点学習データ、の集合である採点結果学習セット、が含む採点対象映像データに対して前記採点モデルを実行する採点モデル実行処理と、

前記採点結果学習セットと、前記採点モデルの処理対象である前記採点対象映像データの対となる前記採点者点数と、に基づき、採点者点数の分布を示す正解分布を取得する正解分布取得処理と、

前記採点モデル実行処理により得られた推定確率分布と前記正解分布との違いを小さくするように、前記採点モデルを更新する更新処理と、

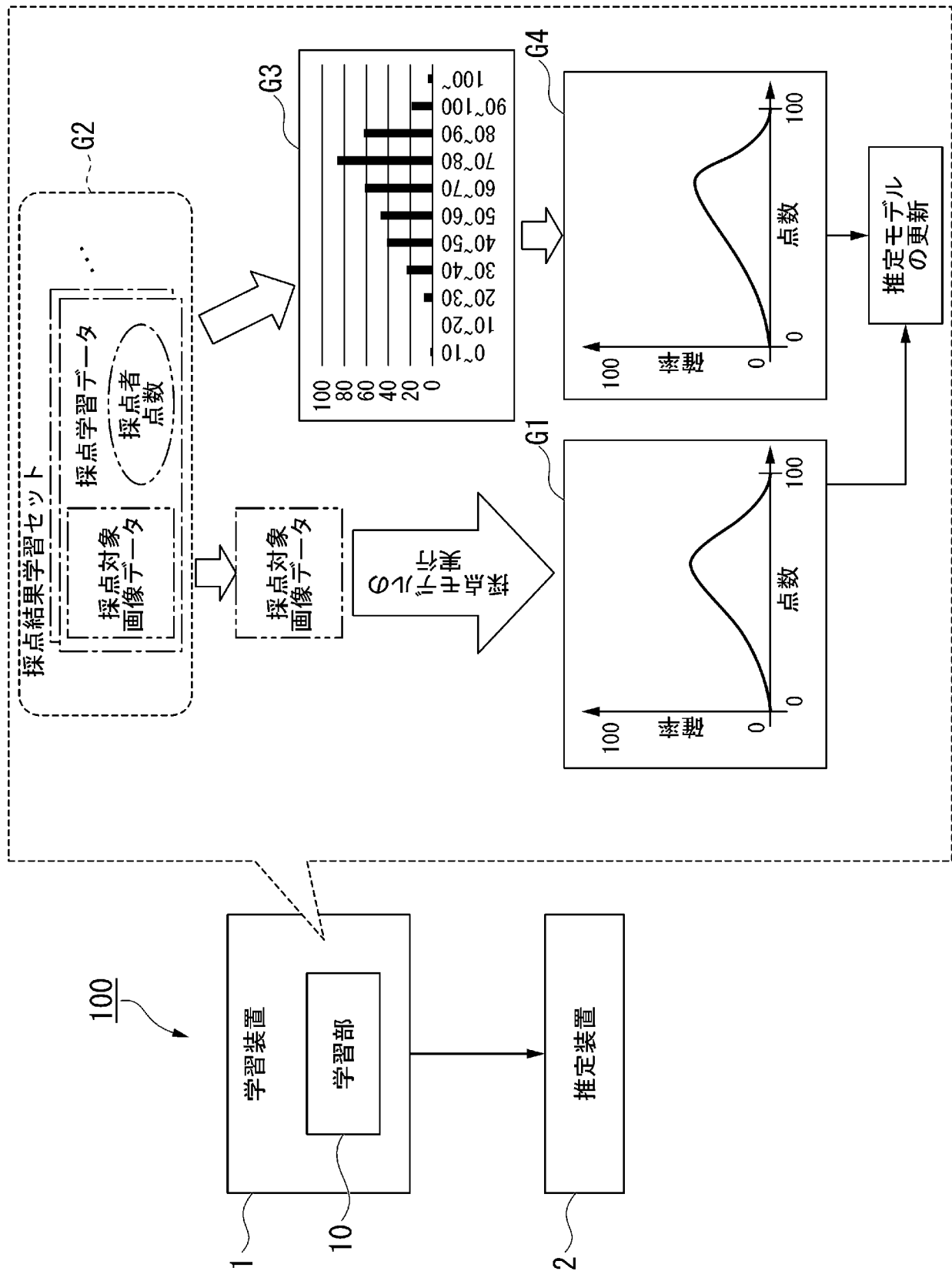
を実行する、

学習方法。

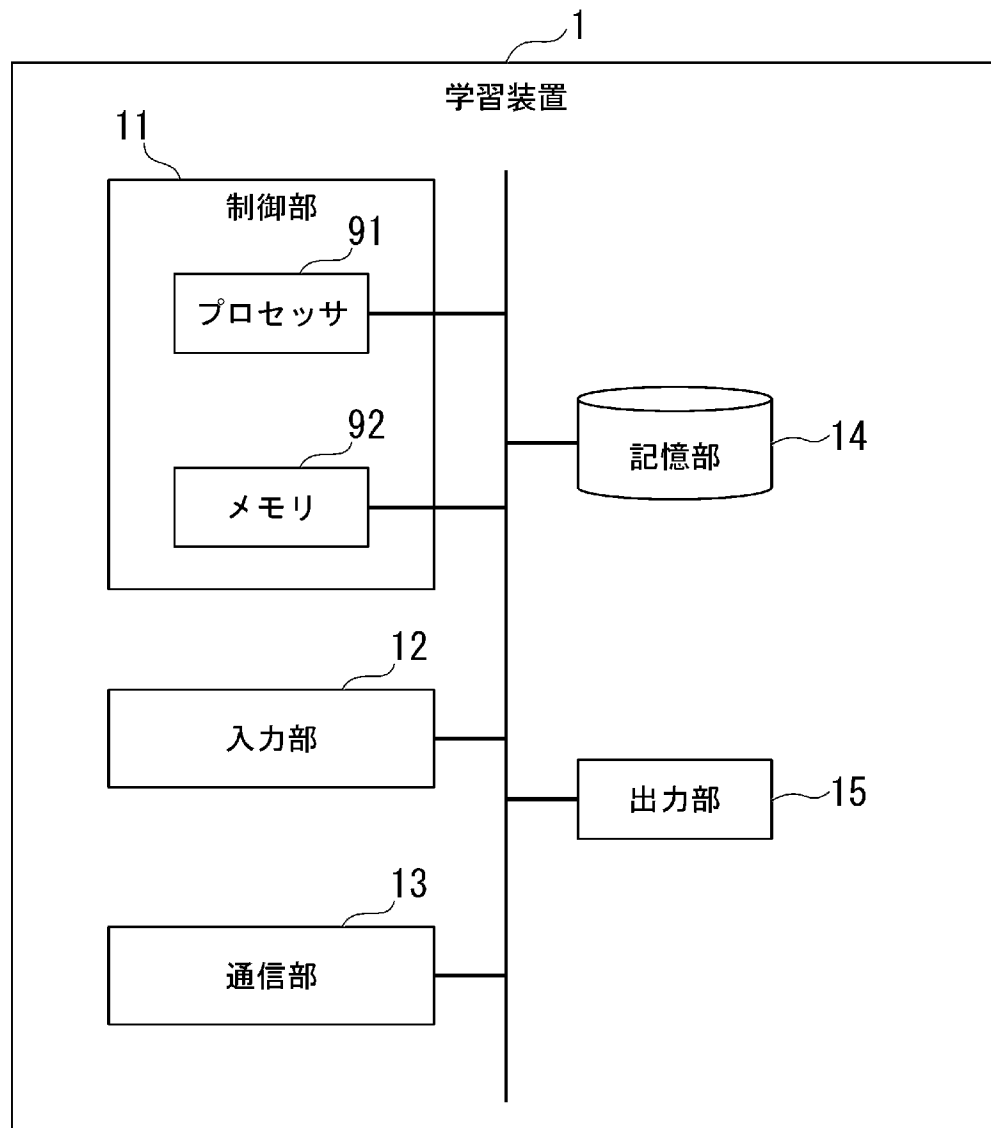
[請求項6]

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の学習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。

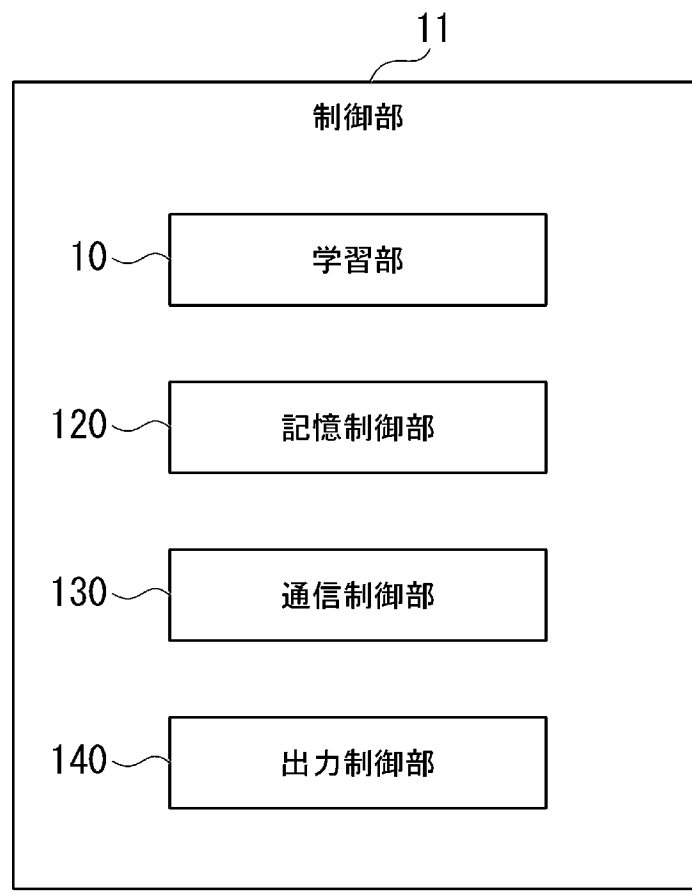
[図1]



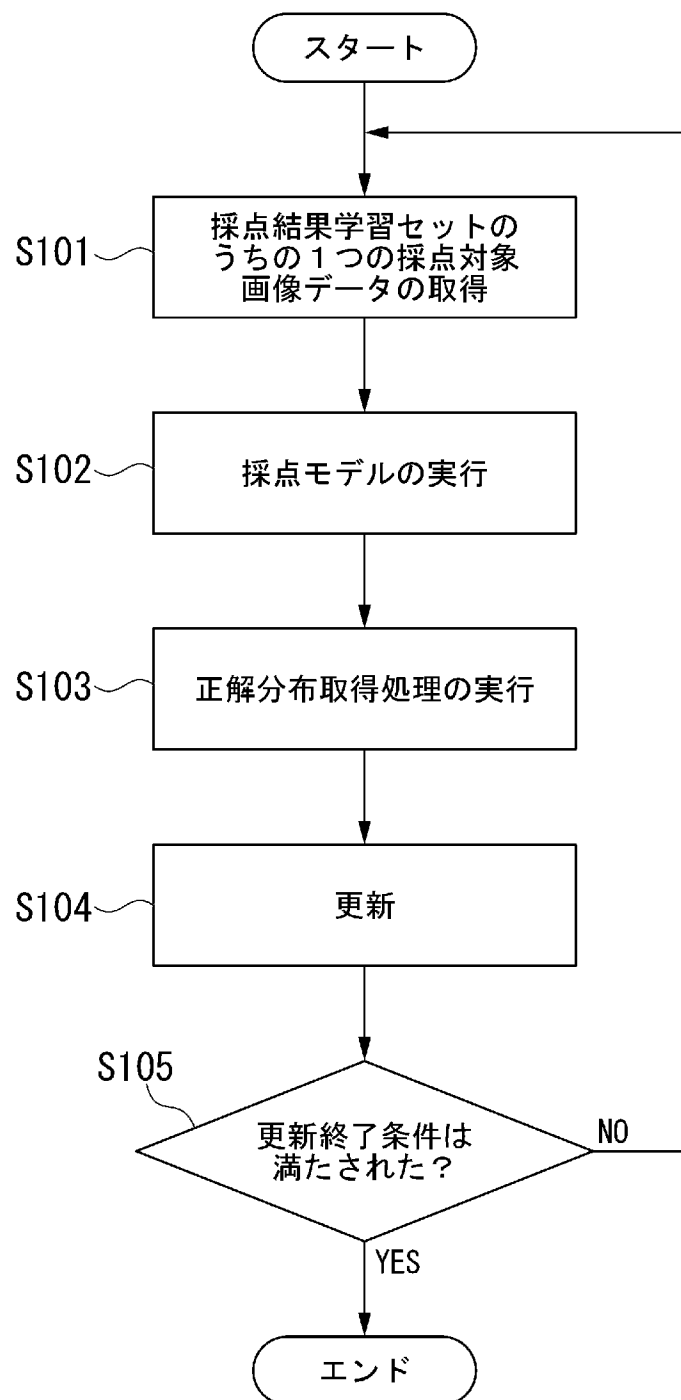
[図2]



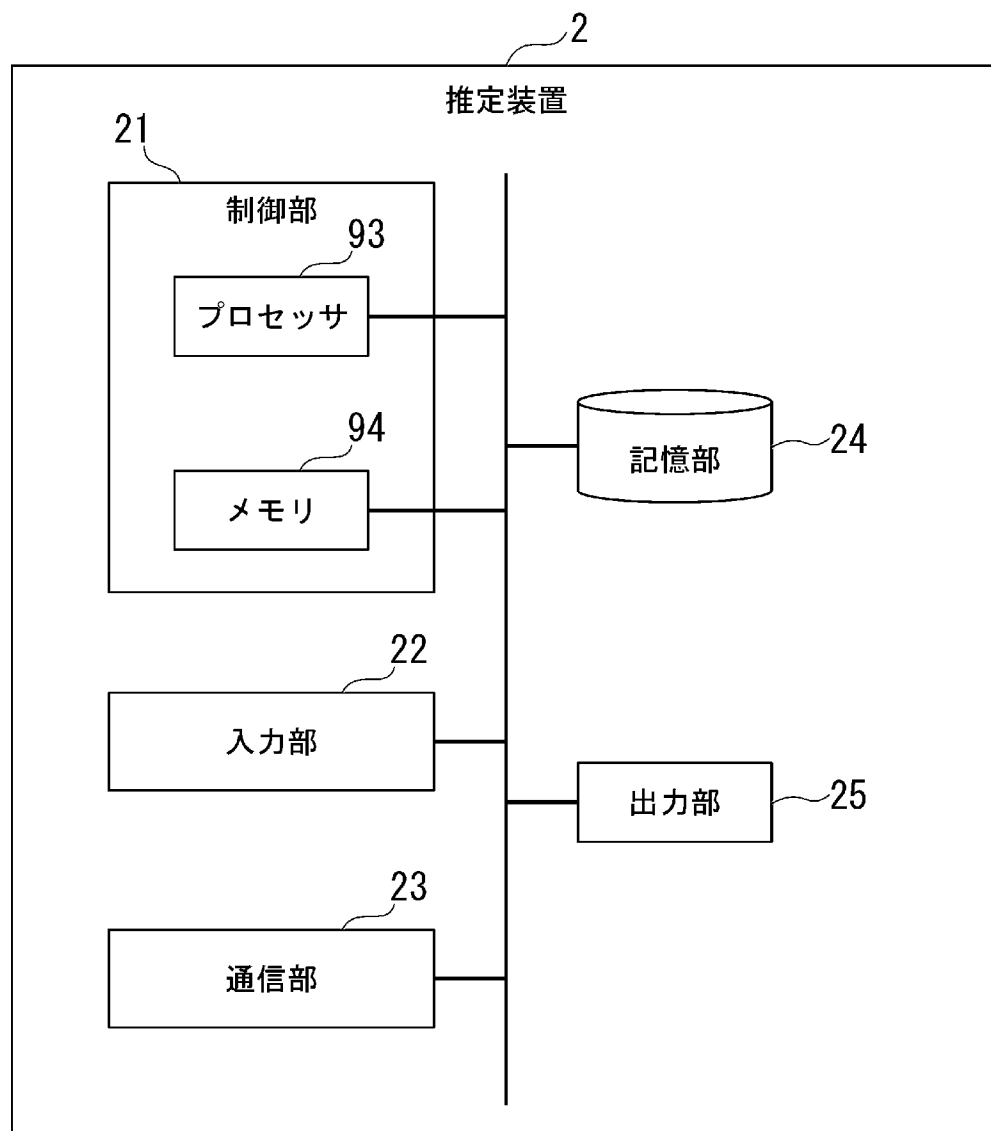
[図3]



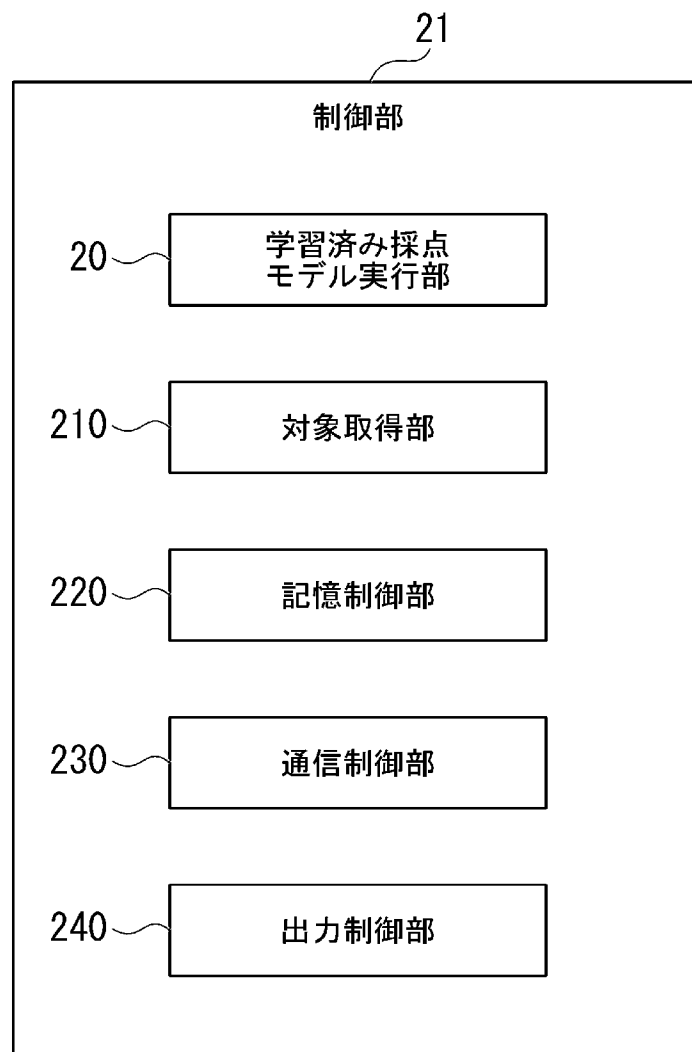
[図4]



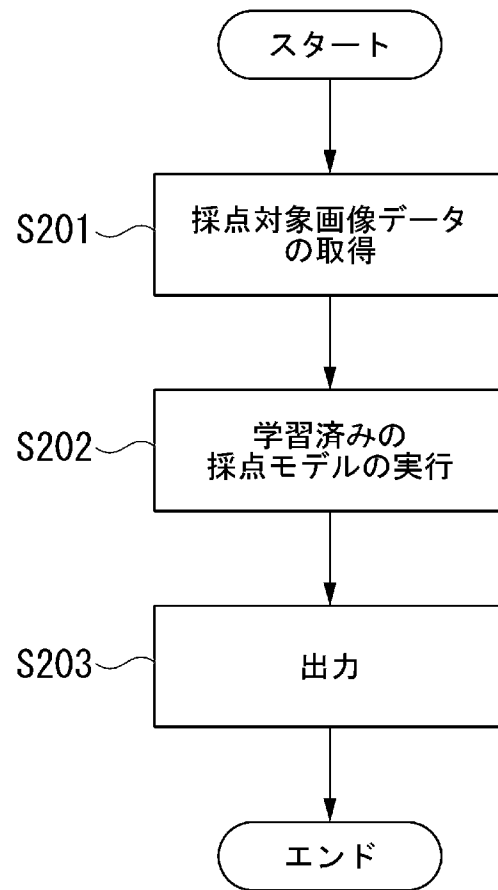
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/028740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06N 20/00(2019.01)i

FI: G06N20/00 130

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)

G06N20/00; G06N3/02-3/10

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	TANG, Yansong et al. Uncertainty-aware Score Distribution Learning for Action Quality Assessment. arXiv.org [online]. 13 June 2020, [retrieval date 05 October 2022], internet: <URL:https://arxiv.org/pdf/2006.07665v1.pdf>, <DOI: 10.48550/arXiv.2006.07665>	1, 5-6
Y	chapters 1-3	2-3
A		4
Y	WO 2018/150550 A1 (HITACHI LTD) 23 August 2018 (2018-08-23) paragraphs [0083]-[0084] (Family: none)	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

05 October 2022

Date of mailing of the international search report

18 October 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

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）） G06N 20/00(2019.01)i FI: G06N20/00 130										
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）） G06N20/00; G06N3/02-3/10										
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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022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 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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	TANG, Yansong, et al., Uncertainty-aware Score Distribution Learning for Action Quality Assessment, arXiv.org [online], 2020.06.13, [検索日 2022.10.05], インターネット: <URL:https://arxiv.org/pdf/2006.07665v1.pdf>, <DOI: 10.48550/arXiv.2006.07665> 第1章から第3章	1, 5-6								
Y		2-3								
A		4								
Y	WO 2018/150550 A1 (株式会社日立製作所) 23.08.2018 (2018 - 08 - 23) 段落[0083]-[0084] (ファミリーなし)	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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 “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 05.10.2022	国際調査報告の発送日 18.10.2022									
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） 北川 純次 5B 3650 電話番号 03-3581-1101 内線 3545									