

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/219043 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 7/15 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/017171

(22) 国際出願日: 2023年5月2日(02.05.2023)

(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:
PCT/JP2022/019985 2022年5月11日(11.05.2022) 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).

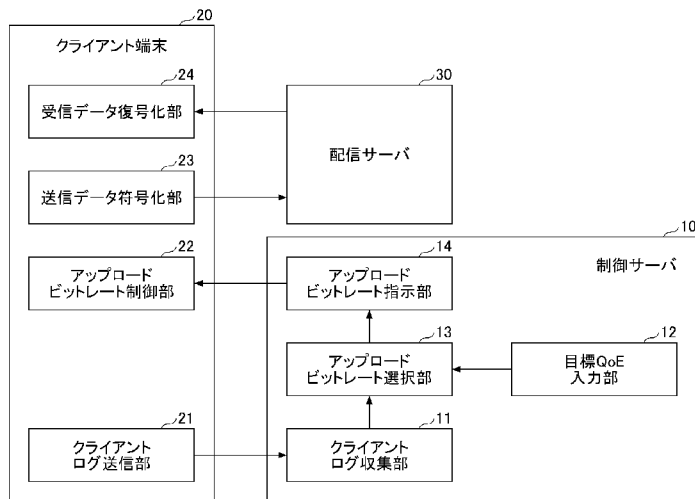
(72) 発明者: 横田 将裕 (YOKOTA, Masahiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 河野 太一 (KAWANO, Taichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 山岸 和久 (YAMAGISHI, Kazuhisa); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(54) Title: BIT RATE SELECTION DEVICE, BIT RATE SELECTION METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: ビットレート選択装置、ビットレート選択方法及びプログラム

【図3】



10 Control server
11 Client log collection unit
12 Target QoE input unit
13 Upload bit rate selection unit
14 Upload bit rate instruction unit
20 Client terminal
21 Client log transmission unit
22 Upload bit rate control unit
23 Transmission data encoding unit
24 Received data decoding unit
30 Distribution server

(57) Abstract: This bit rate selection device has: a selection unit configured so as to select the image bit rate for each combination from multiple levels of values in a manner such that the sum of the image bit rate for each combination between a plurality of first terminals and a plurality of second terminals is the smallest possible under the condition that the experience quality pertaining to the image of each user of said plurality of second terminals which receive images transmitted from each of said plurality of first terminals pertaining to online real time communication via a distribution device is equal to or greater than a threshold; and an instruction unit configured so as to transmit an encoding instruction at one or more bit rates selected by the selection unit for a combination pertaining to said first terminals. As a result, the

(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, MG, MK, MN, MU, 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, CV, 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, ME, 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))

possibility that an excessive bit rate is selected when encoding an image is reduced.

(57) 要約: ビットレート選択装置は、オンラインリアルタイムコミュニケーションに関して複数の第1の端末のそれぞれから送信される映像を配信装置を介して受信する複数の第2の端末それぞれのユーザの前記映像に関する体感品質が閾値以上であるという制約において、前記複数の第1の端末と前記複数の第2の端末との組み合わせごとの前記映像のビットレートの総和が最小となるように、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを複数段階の値から選択するように構成されている選択部と、前記第1の端末それぞれに対して、当該第1の端末に係る組み合わせについて前記選択部が選択した1以上のビットレートでの符号化の指示を送信するように構成されている指示部と、を有することで、映像の符号化に際して過剰なビットレートが選択される可能性を低減する。

明 細 書

発明の名称：

ビットレート選択装置、ビットレート選択方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、ビットレート選択装置、ビットレート選択方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、テレワークの推進が進む中でWeb会議等のオンラインリアルタイムコミュニケーションサービスの利用が増えている。このようなサービスを実現する技術としてWebRTC等の技術がある。WebRTCは、World Wide Web ConsortiumやInternet Engineering Task Forceで標準化されている技術である。

[0003] このような技術を利用することでオンラインリアルタイムコミュニケーションサービスを実現することが可能になってきているが、そのようなサービスを継続的にエンドユーザに提供するためには、ユーザが利用する際のユーザ体感品質（QoE（Quality of Experience））を高めるとともに、サービス提供にかかる運用コスト（ネットワーク設備コスト等）を低減する必要がある。

[0004] WebRTCでは、多人数会議を実現するために3つのアーキテクチャが提案されている。（1）参加端末間をフルメッシュで接続するP2P、（2）各クライアントが映像データをサーバに送信し、サーバ側でトランスコードを行い参加クライアントに配信するMulti-point Control Unit、（3）各クライアントが映像データをサーバに送信し、サーバはその映像をそのまま参加クライアントに配信するSFU（Selective Forwarding Unit）である。

[0005] SFU方式では、全参加クライアントに同一品質の映像を配信することになるため、本方式には、ネットワーク状況が悪い参加者が存在するとその参加者に合わせて全体の品質が低下してしまうという課題がある。

[0006] 本課題に対処するために、Simulcast方式が提案されている。Simulcastでは送信元クライアントは、複数段階の品質（ビットレート、解像度、フレームレート）の映像をサーバに送信する。サーバ側は各クライアントのネットワーク状況に合わせた品質を選択し、選択した品質で配信を行う。例えば、送信元クライアントは高品質（1Mbps/720p/30fps）、中品質（480kbps/480p/30fps）、低品質（128kbps/180p/15fps）の映像を符号化し配信サーバに送信する。配信サーバは、ダウンロード帯域が十分広い送信先クライアントには高品質を、狭いクライアントには低品質を配信する。

[0007] Simulcastにおける品質の段階は手動で設定することが考えられる。その他にも受信側クライアントのネットワーク状態に応じて適宜選択可能な品質（ビットレート、解像度、フレームレート）を変更していくことが考えられる（非特許文献1）。

[0008] 一方、WebRTCにおいて、品質改善のみではなくコストを考慮した制御が提案されている。この制御は、サービス提供者が設定した目標QoEとなるように各端末の映像ビットレートを制御することで、QoEを維持するとともに、データ転送量を削減することで、サービス提供者の運用コスト低減を実現する（非特許文献2）。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：S.Petrangeli、"Dynamic video bitrate adaptation for WebRTC-based remote teaching applications"、IEEE、2018

非特許文献2：T. Kimura, T. Kimura, A. Matsumoto and J. Okamoto、"BANQUET: Balancing Quality of Experience and Traffic Volume in Adaptive Video Streaming"、IEEE CNSM 2019、Feb 2020

非特許文献3：Parametric bitstream-based quality assessment of progressive download and adaptive audiovisual streaming services over reliable transport、Recommendation ITU-T P.1203、2017、[online]、インター

ネット<URL : <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.1203>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 既存の S i m u l c a s t では、設定者の知識やネットワーク状況に応じて品質（映像ビットレート、解像度、フレームレート）の段階が設定される。そのため、過剰に高いビットレートで符号化するように設定されてしまう可能性がある。その際に、ネットワーク状況が非常に良好な場合、過剰なビットレートを選択してしまい、Q o E があまり向上しないにもかかわらず高いビットレートが選択されることで、サービス提供事業者が必要なネットワーク設備やサーバ設備にかかる運用コストの増大のリスクがある。

[0011] 上記のようなデータ量の増加という課題に対処するために転送データ量を削減するための映像ビットレート制御技術（非特許文献 2）が提案されているが、こちらは映像配信サービスを対象とした技術になっており、W e b 会議サービスの S i m u l c a s t を考慮した技術となっていない。これらの状況から、S i m u l c a s t 方式において過剰な品質を抑制するために、各端末がアップロードする複数パターンのビットレートを適切に制御する方法が必要となる。

[0012] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、映像の符号化に際して過剰なビットレートが選択される可能性を低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] そこで上記課題を解決するため、ビットレート選択装置は、オンラインリアルタイムコミュニケーションに関して複数の第 1 の端末のそれぞれから送信される映像を配信装置を介して受信する複数の第 2 の端末それぞれのユーザの前記映像に関する体感品質が閾値以上であるという制約において、前記複数の第 1 の端末と前記複数の第 2 の端末との組み合わせごとの前記映像のビットレートの総和が最小となるように、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを複数段階の値から選択するように構成されている選択部と、前記第 1 の端末それぞれに対して、当該第 1 の端末に係る組み合わせについ

て前記選択部が選択した１以上のビットレートでの符号化の指示を送信するように構成されている指示部と、を有する。

発明の効果

[0014] 映像の符号化に際して過剰なビットレートが選択される可能性を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第１の実施の形態におけるオンラインリアルタイムコミュニケーションシステムの構成例を示す図である。

[図2]第１の実施の形態における制御サーバ１０のハードウェア構成例を示す図である。

[図3]第１の実施の形態におけるクライアント端末２０及び制御サーバ１０の機能構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本実施の形態では、クライアントから収集した品質に関する情報、クライアントの情報、アップロード可用帯域、ダウンロード可用帯域の情報をもとに、過去Ｔ１秒前から未来Ｔ２秒後までの推定されたＱｏＥ（体感品質）を目標ＱｏＥに近づけるように送信元×送信先ごとにアップロードビットレートを制御する。これにより、必要なＱｏＥを保ちつつデータ通信量を抑制することができる。

[0017] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。図１は、第１の実施の形態におけるオンラインリアルタイムコミュニケーションシステムの構成例を示す図である。図１において、複数のクライアント端末２０は、インターネット等のネットワークを介して配信サーバ３０及び制御サーバ１０に接続する。

[0018] 複数のクライアント端末２０のそれぞれは、Ｗｅｂ会議等のオンラインリアルタイムコミュニケーションに参加するユーザが利用するＰＣ（Personal Computer）、スマートフォン又はタブレット端末等の通信端末である。クライアント端末２０は、各種ログを制御サーバ１０へ送信したり、制御サーバ

10の指示に応じてメディア（映像及び音声等）に関するデータ（以下、「メディアデータ」という。）を符号化して送信したり、他参加者のメディアデータを受信して再生したりする。各クライアント端末20は、例えば、自端末のユーザのメディアデータを送信する。各クライアント端末20は、また、他端末からのメディアデータを受信し、それぞれのメディアデータを含む画面を表示する。

[0019] 制御サーバ10は、各クライアント端末20に対してアップロードビットレートを指示する1以上のコンピュータである。

[0020] 配信サーバ30は、各クライアント端末20から送信（アップロード）されるメディアデータを他のクライアント端末20へ配信する1以上のコンピュータである。他のクライアント端末20への配信について、配信サーバ30は、当該他のクライアント端末20のダウンロード帯域に応じて最適なビットレートで配信を行う。すなわち、配信サーバ30は、WebRTCのSimulcastによって、各クライアント端末20のダウンロード帯域に応じたビットレートでメディアデータの配信を行う。

[0021] 図2は、第1の実施の形態における制御サーバ10のハードウェア構成例を示す図である。図2の制御サーバ10は、それぞれバスBで相互に接続されているドライブ装置100、補助記憶装置102、メモリ装置103、CPU104、及びインタフェース装置105等を有する。

[0022] 制御サーバ10での処理を実現するプログラムは、CD-ROM等の記録媒体101によって提供される。プログラムを記憶した記録媒体101がドライブ装置100にセットされると、プログラムが記録媒体101からドライブ装置100を介して補助記憶装置102にインストールされる。但し、プログラムのインストールは必ずしも記録媒体101より行う必要はなく、ネットワークを介して他のコンピュータよりダウンロードするようにしてもよい。補助記憶装置102は、インストールされたプログラムを格納すると共に、必要なファイルやデータ等を格納する。

[0023] メモリ装置103は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装

置 1 0 2 からプログラムを読み出して格納する。CPU 1 0 4 は、メモリ装置 1 0 3 に格納されたプログラムに従って制御サーバ 1 0 に係る機能を実行する。インタフェース装置 1 0 5 は、ネットワークに接続するためのインタフェースとして用いられる。

[0024] なお、クライアント端末 2 0 及び配信サーバ 3 0 も図 2 と同様のハードウェア構成を有してよい。但し、クライアント端末 2 0 は、メディアデータを出力する表示装置及びスピーカや、メディアデータを入力するカメラ及びマイク等を有する。

[0025] 図 3 は、第 1 の実施の形態におけるクライアント端末 2 0 及び制御サーバ 1 0 の機能構成例を示す図である。

[0026] 図 3 において、クライアント端末 2 0 は、クライアントログ送信部 2 1、アップロードビットレート制御部 2 2、送信データ符号化部 2 3 及び受信データ復号化部 2 4 を有する。これら各部は、クライアント端末 2 0 にインストールされた 1 以上のプログラムが、クライアント端末 2 0 の CPU に実行させる処理により実現される。

[0027] 制御サーバ 1 0 は、クライアントログ収集部 1 1、目標 Q o E 入力部 1 2、アップロードビットレート選択部 1 3 及びアップロードビットレート指示部 1 4 を有する。これら各部は、制御サーバ 1 0 にインストールされた 1 以上のプログラムが、CPU 1 0 4 に実行させる処理により実現される。

[0028] 図 3 を参照しながら、本実施の形態において実行される処理手順について説明する。なお、以下の処理は、特段の断りが無い限り、Web 会議等のオンラインリアルタイムコミュニケーション（以下、単に「Web 会議」という。）の実施中に実行される。また、以下の処理は、Web 会議に参加する複数のクライアント端末 2 0 のそれぞれについて実行される。

[0029] 各クライアント端末 2 0 のクライアントログ送信部 2 1 は、定期的に（例えば、1 秒周期で）品質推定のために必要な情報（当該周期における情報）、及びアップロードビットレートの推定のために必要な情報（当該周期における情報）を含むログ（以下、「クライアントログ」という。）を Web 会

議の開始後に当該クライアント端末20から収集し、収集したクライアントログを制御サーバ10へ送信する。

[0030] 品質推定のために必要な情報とは、例えば、受信映像毎の品質に関する情報（ビットレート、再生停止情報（再生停止時間、回数、間隔等）、フレームレート、解像度）、クライアント端末20に関する情報（利用端末（自端末）の種別を識別可能な情報、表示サイズ（表示面積））である。受信映像毎とは、他のクライアント端末20（からの映像）ごとと同義である。例えば、A、B、Cさんで会議を行っている場合、Aさんのクライアント端末20における受信映像毎とは、Bさん及びCさんのそれぞれの映像ごとをいう。受信映像毎に表示サイズが収集されるのは、受信映像毎に表示サイズ（すなわち、他の参加者が表示される画面上のサイズ）が異なりうる場合を想定しているからである。例えば、A、B、Cさんで会議を行っている場合、本実施の形態では、Aさんのクライアント端末20において、Bさんの表示サイズとCさんの表示サイズが異なる状況も許容される。

[0031] アップロードビットレート推定のために必要な情報とは、例えば、各ユーザ（各クライアント端末20）のアップロード可用帯域及びダウンロード可用帯域である。

[0032] 制御サーバ10のクライアントログ収集部11は、クライアントログ送信部21から転送されたクライアントログを受信する。なお、クライアントログが含む情報を制御サーバ10側で収集可能であれば制御サーバ10側で収集されてもよい。

[0033] 制御サーバ10は、基本的に、クライアントログの受信に応じて、以下の処理を実行する。但し、以下の処理は、クライアントログの受信のたびに毎回実行されなくてもよい。

[0034] 制御サーバ10のアップロードビットレート選択部13は、式（1）に基づいて、転送データ量（送信元×送信先毎のビットレートの総和）を最小化させるように、送信元×送信先毎のアップロードビットレートを計算する。

[0035]

[数1]

$$\min_{BR_{i,u}(t) \in L} \sum_{u \in U} \sum_{i \in U, i \neq u} BR_{i,u}(t) \quad (1)$$

但し、各記号の意味は以下の通りである。

U：参加ユーザ群

$BR_{i,u}(t)$ ：時刻 t にユーザ u が受信するユーザ i の映像のビットレート（ i （送信元）にとってはアップロードビットレート、 u （送信先）にとっては受信ビットレート）

L：選択可能な複数段階のビットレート群

なお、送信元×送信先毎のアップロードビットレートとは、例えば、参加者が5人であれば、 $5 \times 4 = 20$ 通りのビットレートをいう。なお、送信元×送信先毎のアップロードビットレートのうち、或る送信元及び送信先の組に対するアップロードビットレートは、当該送信元にとっては配信サーバ30へアップロードするビットレートであり、当該送信先にとっては配信サーバ30から配信される受信映像のビットレート（受信ビットレート）である。

[0036] また、時刻 t は、予め設定される、アップロードビットレートを変更するタイミングであり、その間隔は、例えば、クライアントログの収集周期と同じである。

[0037] ここで、目標 QoE を達成するため、アップロードビットレート選択部13は、以下の制約1～3の3つの制約を満たすように式（1）の計算を行う。

[0038] （制約1）

制約1は、以下の式（2）で表される。

[0039]

[数2]

$$\begin{matrix} QoE_u \geq TargetQoE \\ u \in U \end{matrix} \quad (2)$$

但し、各記号の意味は以下の通りである。

U : 参加ユーザ群

TargetQoE : 閾値として設定された目標QoE

すなわち、制約1は、各ユーザの推定されたQoEは目標QoE (TargetQoE) 以上である必要があることである。

[0040] (制約2)

制約2は、以下の式(3)で表される。

[0041] [数3]

$$\sum_{u \in U, u \neq i} BR_{i,u}(t) \leq \alpha \cdot ULBW_i(t) \quad (3)$$

但し、各記号の意味は以下の通りである。

$BR_{i,u}(t)$: 時刻tにユーザuが受信するユーザiの映像のビットレート

$ULBW_i(t)$ 時刻tのユーザiの推定アップロード可能帯域

α : 推定誤差を加味した安全係数(0-1の値をとる)

すなわち、制約2は、各ユーザのアップロードビットレートの合計はアップロード可用帯域以下である必要があることである。但し、同一送信元で同一アップロードビットレートは重複して合算する必要はない(すなわち、同一送信元で同一アップロードビットレートの重複は除かれて合算される)。

[0042] (制約3)

制約3は、以下の式(4)で表される。

[0043]

[数4]

$$\sum_{i \in U, i \neq u} BR_{i,u}(t) \leq \alpha \cdot DLBW_u(t) \quad (4)$$

但し、各記号の意味は以下の通りである。

$BR_{i,u}(t)$: 時刻 t にユーザ u が受信するユーザ i の映像のビットレート

$DLBW_u(t)$: 時刻 t のユーザ u の推定ダウンロード可能帯域

α : 推定誤差を加味した安全係数 ($0 - 1$ の値をとる)

すなわち、制約 3 は、各ユーザのダウンロードビットレート (= 受信ビットレート) の合計はダウンロード可能帯域以下の値である必要があることである。

[0044] なお、式 (2) ~ (4) は、式 (1) が示す最適化問題に対する制約条件を示す。

[0045] 式 (1) の計算において、アップロードビットレート選択部 13 は、複数段階のビットレート群 (L) の中からアップロードビットレートを選択することになる。ビットレート群 (L) は予め与えられる。サービス提供者が最低でも担保すべき QoE (以下、「 QoE_{lower} 」という。) から達成したい最大の QoE (以下、「 QoE_{upper} 」という。) の間で選択可能ビットレート数 (N) に合わせて QoE が分散するようにビットレート群 (L) が設定される。 QoE 推定モデルを利用して QoE を一定間隔にする場合のビットレートの計算式を式 (5) に示す。

[0046] [数5]

$$BR_n = f_{QoE}^{-1} \left(\frac{(QoE_{upper} - QoE_{lower})}{(N - 1)} \cdot n + QoE_{lower} \right) \quad (5)$$

但し、各記号の意味は以下の通りである。

BR_n : n 番目の推定ビットレート

n : $0 - N - 1$ の間の整数

N : 選択可能ビットレート数

$Q \circ E_{upper}$: 達成したい最大の $Q \circ E$ (e. g. , 5)

$Q \circ E_{lower}$: 最低でも担保すべき $Q \circ E$ (e. g. , 3)

$Q \circ E_{lower} = 3$ 、 $Q \circ E_{upper} = 5$ 、 $N = 9$ の場合の一定間隔の $Q \circ E$ は、 $[3, 3.25, 3.5, 3.75, 4, 4.25, 4.5, 4.75, 5]$ であり、これらの各 $Q \circ E$ に対して BR_n が計算される。 N の値を大きくすることで柔軟な制御が可能となるが、アップロードビットレートの種類数が増加する可能性が高まり、クライアント端末 20 の負荷が増加するリスクがある。

[0047] 式 (2) の各ユーザの $Q \circ E_u$ は、他ユーザの送信映像から計算される。具体的には、 $Q \circ E_u$ は、以下の式 (6) を利用して現在時刻を基準として $T1$ 秒前から $T2$ 秒後までの区間に対して推定された $Q \circ E$ 値である。

[0048] [数6]

$$QoE_u = f \left(\sum_{i \in U, i \neq u} \frac{DS_{i,u}(t)}{\sum_{s \in U, s \neq u} DS_{s,u}(t)} * f_{QoE}(BR_{i,u}(t), FR_{i,u}(t), RES_{i,u}(t), STOP_{i,u}(t)) \right) \quad (6)$$

但し、各記号の意味は以下の通りである。

$DS_{i,u}(t)$: 時刻 t のユーザ u の画面に表示されているユーザ i の表示サイズ

$BR_{i,u}(t)$: 時刻 t のユーザ u が受信したユーザ i の映像のビットレート

$FR_{i,u}(t)$: 時刻 t のユーザ u が受信したユーザ i の映像のフレームレート

$RES_{i,u}(t)$: 時刻 t のユーザ u が受信したユーザ i の映像の解像度

$STOP_{i,u}(t)$: 時刻 t のユーザ u が受信したユーザ i の映像の再生停止情報

また、 f_{QoE} は、ビットレート、解像度、フレームレート及び再生停止情報

から $Q \circ E$ を推定するための $Q \circ E$ 推定モデルであり、例えば、非特許文献3に開示されたものが利用される。

[0049] また、式(6)の右辺の一番外側の $f()$ は、長時間の $Q \circ E$ を推定するための式を示す。本実施の形態では、一定期間(例えば、 $T_1 = 30$ 秒、 $T_2 = 30$ 秒の場合は1分間)の $Q \circ E$ 値を目標 $Q \circ E$ に近づけるような制御を想定している。その際、非特許文献3と同様に、この期間内の t ごと(例えば1秒毎)に $Q \circ E$ 値を計算して、それらを統合して一定期間の $Q \circ E$ 値が推定される。 t ごと(例えば、1秒間)の $Q \circ E$ 値は式(6)の $f()$ の中で計算される。その際に、各クライアント端末20には複数の他の参加者の映像が表示されるため、 $f_{Q \circ E}$ による推定値について表示サイズ(=式(6)の DS)による重み付き平均が計算される。その結果が $f()$ で統合される。

[0050] 式(6)の計算は、具体的には以下のように実行される。

(step1) アップロードビットレート選択部13は、式(6)の $f()$ の中身を利用して、 T_1 秒前から現在時刻の区間の各 t におけるクライアントログから t ごとに各 u の $Q \circ E$ 値を計算する。

(step2) アップロードビットレート選択部13は、式(6)の $f()$ の中身を利用して、現在時刻から T_2 秒後の区間の t ごとに各 u の $Q \circ E$ 値を計算する。この際に、ビットレート($BR_{i,u}(t)$)は L の中から選択される。例えば、 t の進行に応じて相対的に高いビットレートから低いビットレートへ下がるように $BR_{i,u}(t)$ の値が選択されてもよいし、相対的に低いビットレートから高いビットレートへ上があるように $BR_{i,u}(t)$ の値が選択されるようにしてもよい。その他の規則に基づいて L の中からビットレートが選択されてもよい。また、フレームレート、解像度、表示サイズ($FR_{i,u}(t)$ 、 $RES_{i,u}(t)$ 、 $DS_{i,u}(t)$)はクライアントログの最新値を利用し、再生停止情報($STOP_{i,u}(t)$)は、0とすることが考えられる。また、クライアントアプリによっては選択ビットレートに応じてフレームレートや解像度を決定する場合がある。そのような場合は、クライア

ントアプリで利用されているビットレートとフレームレート、解像度の対応式に応じて解像度及びフレームレートを計算してもよい。

(step 3) アップロードビットレート選択部 13 は、step 1 で計算した t ごとの QoE 値と、step 2 で計算した t ごとの QoE 値とを式 (6) の $f()$ で u ごとに統合して、各 u について一定期間 ($T_1 \sim T_2$) の QoE 値である QoE_u を計算 (推定) する。

[0051] なお、step 3 において計算された QoE_u が目標 QoE を超えるという制約を満たし (式 (2))、式 (3) 及び式 (4) の制約も満たす範囲において式 (1) を計算することで、アップロードビットレート選択部 13 は、 L の中から $BR_{i,u}(t)$ を選択する。

[0052] この際、式 (3)、式 (4) における $ULBW_i(t)$ 、 $DLBW_u(t)$ は、クライアントログ送信部 21 からのクライアントログに含まれているアップロード可用帯域が T_2 秒間継続するものとする。すなわち、 $ULBW_i(t)$ 、 $DLBW_u(t)$ には、最新のクライアントログの値が代入されればよい。なお、既存の帯域推定技術が利用されて $ULBW_i(t)$ 、 $DLBW_u(t)$ が推定されてもよい。

[0053] アップロードビットレート指示部 14 は、アップロードビットレート選択部 13 から受信した、送信元 (i) $\times$ 送信先 (u) ごとのアップロードビットレート ($BR_{i,u}(t)$) を各 i に係るクライアント端末 20 に送信することで、当該アップロードビットレートでのエンコード (符号化) を各クライアント端末 20 に指示する。この際、或る送信元端末 i には、送信元 (i) $\times$ 送信先 (u) ごとのアップロードビットレートのうち、当該 i に係る全ての (つまり、1 以上の) アップロードビットレートの値が送信される。

[0054] クライアント端末 20 のクライアントのアップロードビットレート制御部 22 は、制御サーバ 10 のアップロードビットレート指示部 14 から受信した全てのアップロードビットレートを送信データ符号化部 23 へ設定する。

[0055] 送信データ符号化部 23 は、設定されたアップロードビットレートに基づいてメディアデータの符号化を行い、符号化されたメディアデータを配信サ

ーバ30へ送信（アップロード）する。

[0056] 配信サーバ30は、各クライアント端末20からアップロードされた1以上の段階のアップロードビットレートのメディアデータを当該クライアント端末20以外のクライアント端末20へ配信する。この際、配信サーバ30は、式(1)による $BR_{i,u}(t)$ の計算結果（選択結果）を必ずしも知らなくてもよい。基本的にSimulcastでは配信サーバ30がクライアント端末20のダウンロード帯域に合わせて適切なレートを判断して配信するところ、本実施の形態では $BR_{i,u}(t)$ の計算時点でダウンロード帯域の情報が活用されているため、配信サーバ30が選択するビットレートは $BR_{i,u}(t)$ の計算結果に自ずと一致すると考えられるからである。

[0057] 又は、制御サーバ10又はクライアント端末20から配信サーバ30に対して $BR_{i,u}(t)$ の計算結果（選択結果）が送信されるようにしてもよい。

[0058] 上述したように、第1の形態によれば、目標QoEを達成する範囲において、データ転送量が最小となるように送信元及び送信先の組み合わせごとの映像のビットレートが選択される。したがって、映像の符号化に際して過剰なビットレートが選択される可能性を低減することができる。その結果、例えば、サービス提供事業者の設備にかかるコストを抑制することができる。

[0059] 次に、第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態では第1の実施の形態と異なる点について説明する。第2の実施の形態において特に言及されない点については、第1の実施の形態と同様でもよい。

[0060] 第2の実施の形態では、送信元端末のネットワークやクライアント負荷の都合から、アップロードビットレート数が所定数Rに制限されている状況が想定される。この場合、送信元端末毎に制限されたビットレート数(R)を決定する必要がある。

[0061] 第2の実施の形態では、式(1)の各送信元iのアップロードビットレート $BR_i(t)$ の数 $n(BR_i(t))$ はR以下という制約が与えられる。但し、 $BR_i(t)$ は、任意の送信元のユーザiから全ての送信先へのアップロードビットレートの種類(リスト)を意味する。また、 $n(X)$ という表記

は、 X の数を意味する。この制約により、送信元 i ごとにアップロードビットレート数を R に抑え、各送信先ユーザ u はそれぞれの送信元 i からの映像について R 個の中から 1 つのビットレートを選択するようにする。例えば、事前に設定されている選択可能なビットレート数が N であれば、アップロードビットレート選択部 13 は、式 (1) の代わりに以下の式 (7-1) に基づいて、転送データ量 (送信元 $\times$ 送信先毎のビットレートの総和) を最小化させるように、送信元 $\times$ 送信先毎のアップロードビットレートを計算する。この際、式 (2) ~ (6) の制約も有効である。

[0062] [数7]

$$\min \sum_{u \in U} \sum_{i \in U, i \neq u} \sum_{n=0}^{N-1} \alpha_{i,u,n} BR_n \quad (7-1)$$

$$\sum_{n=0}^{N-1} \alpha_{i,u,n} = 1 \quad (7-2)$$

$$\sum_{n=0}^{N-1} \alpha_{i,n} \leq R \quad (7-3)$$

但し、 $\alpha_{i,u,n}$ は、送信元ユーザ i から送信先ユーザ u に対する映像について n 番目のビットレートを採用する場合に 1 となり、そうでない場合に 0 となる変数である。式 (7-2) は、或る i と u の組に対して 1 つの n のみが採用されること示す制約である。式 (7-3) は、任意の送信元ユーザ i からのアップロードビットレート数が R 以下であるという制約を示す。すなわち、 $\alpha_{i,n}$ は、いずれかの u についての $\alpha_{i,u,n}$ が 1 であれば 1 となり、全ての u についての $\alpha_{i,u,n}$ が 0 であれば 0 となる変数である。アップロードビットレート選択部 13 が、式 (2) ~ (6) の制約に加え、式 (7-2) 及び式 (7-3) の制約を考慮して式 (7-1) を計算ことで、各送信元ユーザ i からのアップロードビットレート数 R 以下に抑えつつ、送信元ユーザ $\times$ 送信先ユーザの組み合わせごとのビットレートを決定することができる。なお、アップロードビットレート選択部 13 は、 $\alpha_{i,u,n} = 1$ である n 番目のビッ

トレートを (i, u) に対する $BR_{i, u}(t)$ とする。

[0063] なお、上記各実施の形態において、制御サーバ10は、ビットレート選択装置の一例である。クライアント端末20は、第1の端末及び第2の端末の一例である。アップロードビットレート選択部13は、選択部の一例である。アップロードビットレート指示部14は、指示部の一例である。配信サーバ30は、配信装置の一例である。

[0064] 以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は斯かる特定の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

[0065] 本出願は、2022年5月11日に提出された国際特許出願第PCT/J P 2022/019985号に基づきその優先権を主張するものであり、同国際特許出願の全内容を参照することにより本願に援用する。

符号の説明

[0066]	10	制御サーバ
	11	クライアントログ収集部
	12	目標QoE入力部
	13	アップロードビットレート選択部
	14	アップロードビットレート指示部
	20	クライアント端末
	21	クライアントログ送信部
	22	アップロードビットレート制御部
	23	送信データ符号化部
	24	受信データ復号化部
	30	配信サーバ
	100	ドライブ装置
	101	記録媒体
	102	補助記憶装置
	103	メモリ装置

1 0 4	C P U
1 0 5	インタフェース装置
B	バス

請求の範囲

- [請求項1] オンラインリアルタイムコミュニケーションに関して複数の第1の端末のそれぞれから送信される映像を配信装置を介して受信する複数の第2の端末それぞれのユーザの前記映像に関する体感品質が閾値以上であるという制約において、前記複数の第1の端末と前記複数の第2の端末との組み合わせごとの前記映像のビットレートの総和が最小となるように、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを複数段階の値から選択するように構成されている選択部と、
- 前記第1の端末それぞれに対して、当該第1の端末に係る組み合わせについて前記選択部が選択した1以上のビットレートでの符号化の指示を送信するように構成されている指示部と、
- を有することを特徴とするビットレート選択装置。
- [請求項2] 前記選択部は、更に、前記組み合わせごとのビットレートのうち重複を除くビットレートの合計が前記複数の第1の端末から前記配信装置へのアップロードの可用帯域以下であるという制約において、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを選択するように構成されている、
- ことを特徴とする請求項1記載のビットレート選択装置。
- [請求項3] 前記選択部は、更に、前記組み合わせごとのビットレートの合計が前記配信装置から前記複数の第2の端末へのダウンロードの可用帯域以下であるという制約において、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを選択するように構成されている、
- ことを特徴とする請求項1又は2記載のビットレート選択装置。
- [請求項4] 前記選択部は、更に、前記映像についてそれぞれの前記第1の端末が送信可能なビットレート数が所定数以下であるという制限において、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを選択するように構成されている、
- ことを特徴とする請求項1記載のビットレート選択装置。

[請求項5] オンラインリアルタイムコミュニケーションに関して複数の第1の端末のそれぞれから送信される映像を配信装置を介して受信する複数の第2の端末それぞれのユーザの前記映像に関する体感品質が閾値以上であるという制約において、前記複数の第1の端末と前記複数の第2の端末との組み合わせごとの前記映像のビットレートの総和が最小となるように、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを複数段階の値から選択する選択手順と、

前記第1の端末それぞれに対して、当該第1の端末に係る組み合わせについて前記選択手順が選択した1以上のビットレートでの符号化の指示を送信する指示手順と、

をコンピュータが実行することを特徴とするビットレート選択方法。

[請求項6] 前記選択手順は、更に、前記組み合わせごとのビットレートのうち重複を除くビットレートの合計が前記複数の第1の端末から前記配信装置へのアップロードの可用帯域以下であるという制約において、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを選択する、

ことを特徴とする請求項5記載のビットレート選択方法。

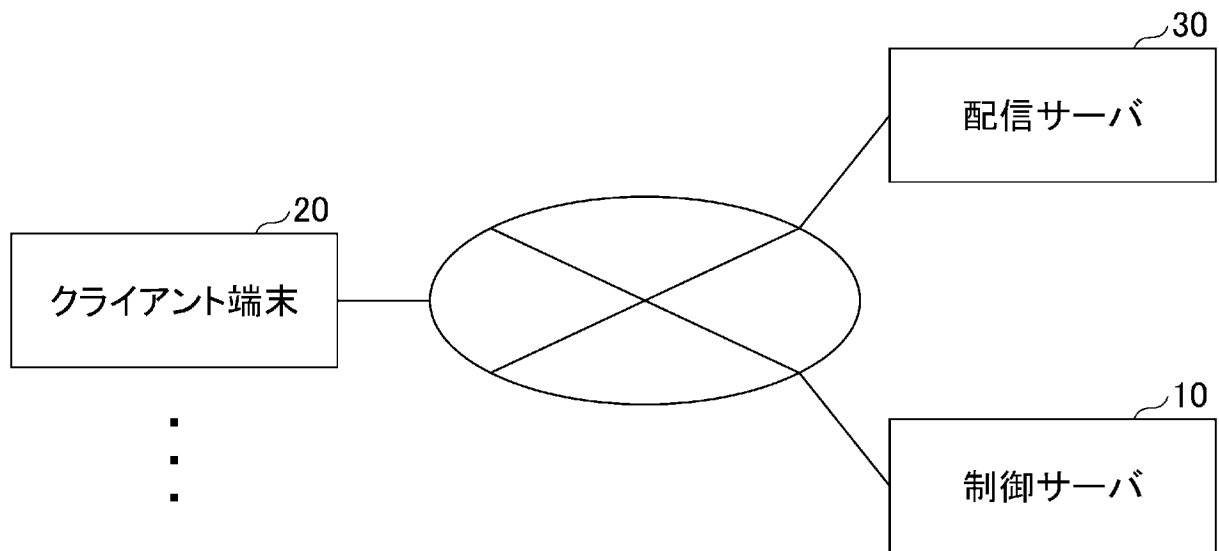
[請求項7] 前記選択手順は、更に、前記組み合わせごとのビットレートの合計が前記配信装置から前記複数の第2の端末へのダウンロードの可用帯域以下であるという制約において、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを選択する、

ことを特徴とする請求項5又は6記載のビットレート選択方法。

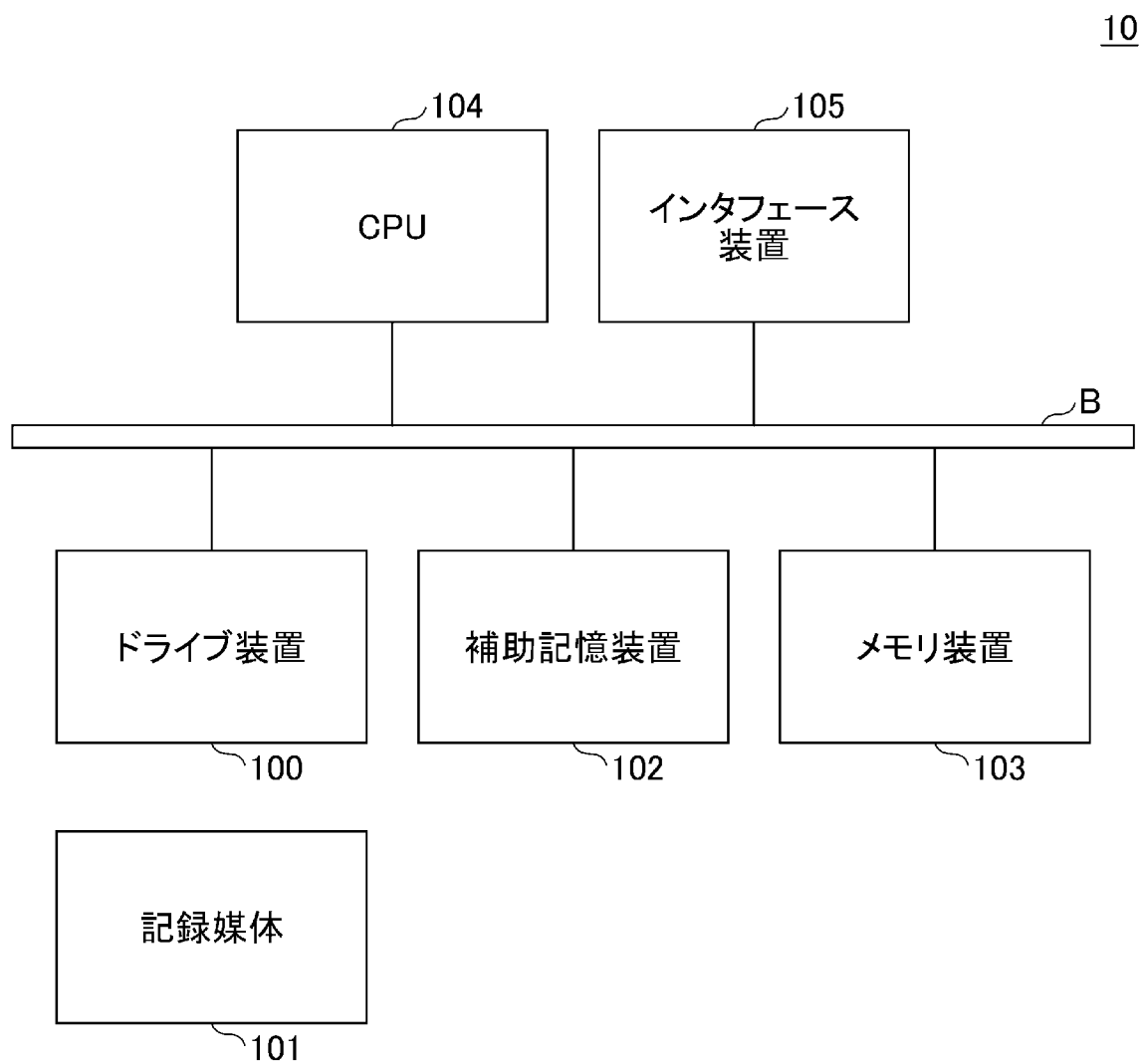
[請求項8] オンラインリアルタイムコミュニケーションに関して複数の第1の端末のそれぞれから送信される映像を配信装置を介して受信する複数の第2の端末それぞれのユーザの前記映像に関する体感品質が閾値以上であるという制約において、前記複数の第1の端末と前記複数の第2の端末との組み合わせごとの前記映像のビットレートの総和が最小となるように、前記組み合わせごとの前記映像のビットレートを複数段階の値から選択する選択手順と、

前記第 1 の端末それぞれに対して、当該第 1 の端末に係る組み合わせについて前記選択手順が選択した 1 以上のビットレートでの符号化の指示を送信する指示手順と、
をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

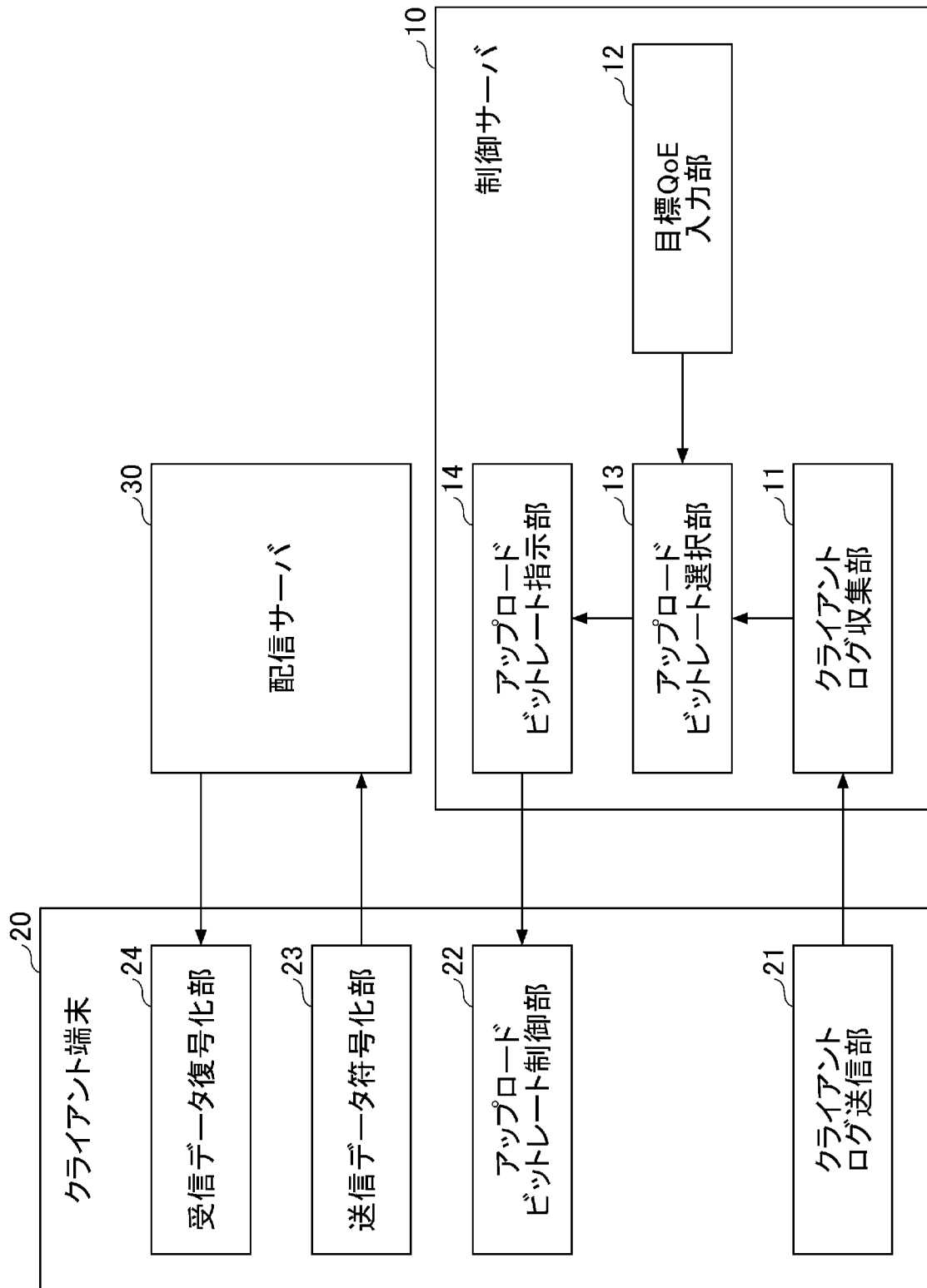
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017171

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04N 7/15**(2006.01)i

FI: H04N7/15

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)

H04N7/15

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	US 2008/0101410 A1 (MICROSOFT CORPORATION) 01 May 2008 (2008-05-01) paragraphs [0057]-[0058]	1-8
A	US 2021/0258364 A1 (DIALOGIC CORPORATION) 19 August 2021 (2021-08-19) paragraph [0008]	1-8



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

11 July 2023

Date of mailing of the international search report

18 July 2023

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/017171

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2008/0101410	A1	01 May 2008	(Family: none)	
US	2021/0258364	A1	19 August 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 7/15(2006.01)i FI: H04N7/15										
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）） H04N7/15 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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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								
A	US 2008/0101410 A1 (MICROSOFT CORPORATION) 01.05.2008 (2008 - 05 - 01) 段落[0057]-[0058]	1-8								
A	US 2021/0258364 A1 (DIALOGIC CORPORATION) 19.08.2021 (2021 - 08 - 19) 段落[0008]	1-8								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 11.07.2023	国際調査報告の発送日 18.07.2023									
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） 富樫 明 5C 5890 電話番号 03-3581-1101 内線 3541									

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/JP2023/017171

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
US	2008/0101410	A1	01.05.2008	(ファミリーなし)	
US	2021/0258364	A1	19.08.2021	(ファミリーなし)	