

動画像情報取得モデルの提案 A Proposal for Video Content Retrieving Model

児玉 明†
Mei KODAMA

鈴木 俊哉†
Shunya SUZUKI

1. まえがき

現在、高詳細動画像コンテンツの提供サービスで要求されるコンテンツ品質の保証に対する検討は不十分で、実際に利用者が動画像を閲覧する際に、配信時の問題で動画像を安定して再生できない可能性がある[1][2]。そこで、サーバの送信側の効率化だけでなく、利用者の再生時間を含んだ効率化について、本稿では、利用者の再生過程を考慮した、動画像コンテンツの伝送時に帯域保証する、コンテンツサーバ、映像配信サーバ、利用者端末間の動画像配信モデルを提案する。

ネットワークを介してコンテンツ利用する際に、アクセス集中、アクセス競合の問題がどのように示されるかを、モデルから算出される利用者における、総コンテンツ利用時間から考察し、定式化する。また、アクセス確率 p に対する総コンテンツ利用時間の推移において、ある確率 p_1 において、増加の傾きに変化点があることを示す。

2. 帯域保証を用いた動画像コンテンツの閲覧・再生アクセスモデル

本稿では、利用者が動画像コンテンツが蓄積されているデータベースにアクセスして、動画像コンテンツを一旦、情報取得したのち、再生・閲覧を行うサービスに対して考える。

2.1. 端末構成の定義

まず、ここで扱うアクセスモデルの端末構成について定義する。図1に示すように、利用者がネットワークを介して、動画像コンテンツを利用するサービスにおいて、コンテンツ配信サーバが、利用者からのコンテンツ要求により、動画像コンテンツのデータベースから、コンテンツ情報を取得し、利用者へ情報配信する端末構成について考える。

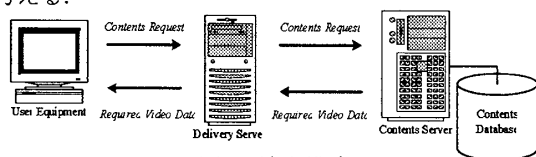


図1 端末構成

大きくこれら3つから成る端末構成において、複数の利用者端末(UE)から、配信サーバ(DS)へ、コンテンツ利用要求を行うモデルと定義する。

2.2. 帯域保証型動画像配信モデル

ここでは、主に、動画像コンテンツ要求、動画像コンテンツ伝送、情報再生時間、アクセス時間などを定義した、端末間のコンテンツ配信時に帯域保証を行う配信モデルを提案する。端末間の接続方法は、具体的には、利用者(n)がコンテンツ配信サーバ(DS)へコンテンツ利用要求を行った際、配信サーバとデータベース(CS)間は、データ伝送

用に帯域保証 BW_DC/x [Mbps]で、制御情報用に帯域保証 $BW_Control_DC/x$ [Mbps]接続・情報伝送し、また、配信サーバと利用者端末間は、データ伝送用に帯域保証 BW_UD [Mbps]で、制御情報用に帯域保証 $BW_Control_UD$ [Mbps]で情報伝送するモデルを提案する。ただし、コンテンツデータ伝送以外のコンテンツ要求に対する制御情報通信は、すべて $BW_Control_DC$, $BW_Control_UD$ で帯域保証するネットワークを利用すると考える。また、 x はネットワーク帯域に対するチャンネル数であり、ここでは、固定として考える。また、利用者と配信サーバ間のネットワーク通信帯域は BW_UD 、配信サーバとコンテンツサーバ間のネットワーク通信帯域は BW_DC である。伝送方法を図2に示す。

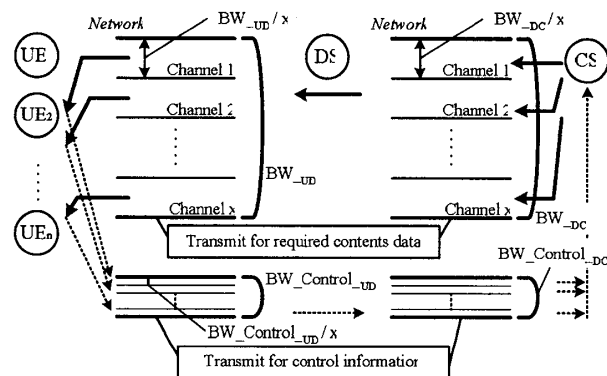


図2 利用者-動画像コンテンツ配信サーバ-動画像コンテンツサーバによるコンテンツアクセスモデル

さらに、許容する同時アクセス数を越えた場合、ある時間経過してコンテンツアクセスすると考え、ここでは、モデルを簡単に考えるため、利用者は、常に目的のコンテンツ数を見終わるまで、コンテンツ利用、或いは、コンテンツ利用のため再アクセスを繰り返すと考えてゆく。

ここで、帯域保証を行わない場合を考えてみると、大量のアクセス集中が発生し、輻輳状態となり、モデルとして成り立たない。本提案モデルは、利用者が予測を上回る数でアクセスが発生しても、最低限、確実にアクセス可能な数はサービス実現可能とすることが特徴である。

2.3. 動画像取得・再生手順

ここで、前節で述べた端末構成、及び、ネットワーク伝送条件において、利用者からの動画像の取得方法及び、再生手順について示す。

図3に、動画像コンテンツを待つことなく、サーバに要求して利用する場合と、一旦、サーバに要求して、再要求後に、コンテンツ利用が可能になる場合がある。利用者は、サーバに同時にアクセスすることができる数 x に対して、一つのチャンネルを利用して、制御情報などは制御情報用のチャンネルを、動画像伝送には、データ伝送用のチャンネルを利用して、UEは、DSにアクセスすると考える。

ただし、 $T_DC[s]$ 、 $T_UD[s]$ は、それぞれ、コンテンツサーバと配信サーバ間のデータ伝送時間、配信サーバと利用者端末間のデータ伝送時間を指す。 $R_Accept [s]$ は、利用者のコンテンツを取得するまでの制御通信時間、 $R_Refuse[s]$ は、利用者の再アクセスに要する時間を指す。このとき、 $U_Wait2[s]$ は、再アクセス待ち時間である。また、 $D_Store [s]$ 、 $U_Store [s]$ は、配信サーバと利用者端末で、データ受信後の蓄積処理時間を指す。さらに、 $U_Browse [s]$ は、利用者のコンテンツの再生時間であり、 $U_Wait1[s]$ は、利用者が一つの動画コンテンツを利用した後の待ち時間である。

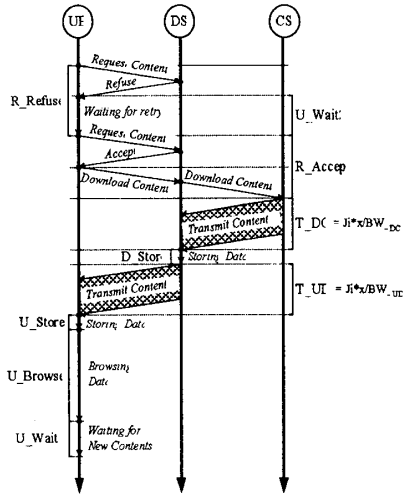


図3 利用者の配信サーバからの動画取得・再生手順

2.4. アクセス変化点の算出・考察

提案するモデルにおいて、利用者がサーバにコンテンツ利用を要求する場合を、一人が一つのコンテンツの情報を取得し、閲覧・再生するコンテンツ利用時間を定義し、そのコンテンツ利用時間 $T_C[s]$ に対して、 m 人目の利用者がデータを取得するまでの時間より大きいか否かで考える。その変化点のアクセス確率 p を $p1$ と定義する。この $p1$ で、利用者から見て、コンテンツの取得形態が大きく異なる。

小さい場合は、最初にコンテンツを取得した利用者がコンテンツ閲覧・再生完了時まで、アクセスを希望している最後の利用者がコンテンツを取得することができる。一方、大きい場合は、利用者間でコンテンツ利用数がランダムに定まるので、最悪、一度もコンテンツを閲覧・再生できない状態で、指定数分のコンテンツを見終わる利用者が存在する可能性がある状態である。

よって、 p が $p1$ より小さい場合、コンテンツを閲覧した回数は、コンテンツを利用した利用者の中で、1 以下の差しか生じない場合である。また、 $p1$ より p が大きい場合は、同じ利用者が、コンテンツを閲覧・再生したい他の利用者を差し置いて見ることがあり得る場合であり、コンテンツ利用のための再アクセスが頻繁に発生している場合である。

ここでは、 $p1$ についての算出方法について考える。

初回にコンテンツを利用する利用者の動画を最後まで見るまでの時間について考える。一つのコンテンツを見るのに要する時間を T_C とおく。利用者がサーバとやりとり

する時間を T_C0 とし、利用者端末内で利用者が処理している時間を T_C1 とすると、次の式(1)のように示すことができる。ただし、ここでは、単純に考えるために、利用者間でサーバの伝送時の切り替え時間を無視して考える。アクセス確率 $p1$ は、式(2)(3)のように算出できる。

$$\begin{cases} T_C = T_C0 + T_C1 \\ T_C0 = U_Access + T_UD \\ U_Access = R_Accept + T_DC + D_Store \\ T_C1 = U_Store + B_Browse + U_Wait1 \end{cases} \quad \dots(1)$$

$$p1 = \frac{n}{x} \times \frac{T_C}{T_C0} \quad \dots(2)$$

$$p1 = \frac{n}{x} \times \left(1 + \frac{U_Store + U_Browse + U_Wait1}{R_Accept + \frac{J \times x}{BW_UD} + D_Store + \frac{J \times x}{BW_DC}} \right) \quad \dots(3)$$

全利用者数 100 人、サーバチャネル 5、アクセス待ち時間、再アクセス待ち時間を 10[s]、コンテンツ閲覧時間 600[s]、コンテンツデータ容量 2.4[Gbit]、コンテンツ利用数 5、帯域幅 100[Mbps] とする。アクセスモデルから得られる、利用者がコンテンツを利用するのに要する時間 $T_Sum[s]$ は、図 4 のように得られる。アクセス確率 $p1$ は、定義した式より、 $p1=0.354$ と算出できる。また、 $p0=0.05$ 以下では、チャネル数の方が、アクセス数を上回るので一定となる。図 4 より、算出した $p1$ 近傍で現れていることがわかり、変化点が存在し、時間 T_Sum は単調増加することを示している。 $p1$ の詳細分析については、今後の課題とする。

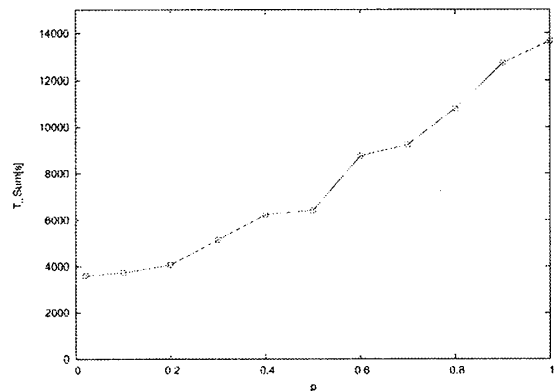


図4 アクセス確率 p と総コンテンツ利用時間の関係

3. あとがき

本稿では、VoD 型の動画配信ネットワークにおいて、帯域保証を行いながら、利用者がコンテンツ取得・閲覧を繰り返す動画コンテンツアクセスモデルを提案した。本モデルにおいて、利用者のアクセス状態が変化することを示した。

最後に、本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度を活用して行いました。深く感謝致します。
参考文献

- [1] 上山: “大容量コンテンツ配送におけるスケジューリング方式”, 信学技報, SSE2000-46, pp. 25-30(2000)
- [2] ISO-IEC 13818-2, International Standard: “Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Recommendation H.262” (1995)