

操作共有の同期遅延を削減する HTTP ポーリングタイミング制御方式

大西健夫 城島貴弘 中島一彰[†]

NEC サービスプラットフォーム研究所[†]

1. はじめに

モバイルネットワークの広帯域化にともない、動画サイトや Web ページなどのインターネット上のコンテンツを見ながら、通信相手とコミュニケーションをしたいという要望が増えつつある。コンテンツを共有する場合、コンテンツに対する一時停止やシークなどの操作を共有する「操作共有」を行うことで、見せたい部分をより的確に相手に伝えることが可能となる。

操作共有を様々な端末で簡単に利用できるようにするためには、ブラウザのある環境であればインストール作業なく利用できる Web アプリケーションとすることが最も適している。しかし、Web アプリケーションの通信プロトコルである HTTP の特性上、操作の同期に遅延が発生する。そこで、本稿では、操作共有を Web アプリケーション上で実現する際の同期遅延を削減する方式を提案する。

2. 従来方式

共有している動画コンテンツに対する操作をリアルタイムに同期させる方式が提案されている [1][2]。提案されている方式では、全てのクライアントで一時停止などの制御を同時に実施することが可能な時刻をサーバで算出し、各クライアントに制御信号として送信する。各クライアントはサーバから受信した制御信号に指定された時刻に制御を実施することで、複数のクライアント間で操作の同期を実現する。制御を同時に実行することが可能な時刻 (T) は、サーバから制御信号をクライアントに伝達するのに必要な時間 (Ta) と、クライアントが処理を実施するのに必要な時間 (Tb) を用いて、下記のように表記される。

$$T = T_0 + \max(T_a + T_b) \quad (1)$$

ここで、 T_0 はサーバが同期のための制御信号を生成する時刻、 \max は全てのクライアントに対する最大値をとることを意味する。

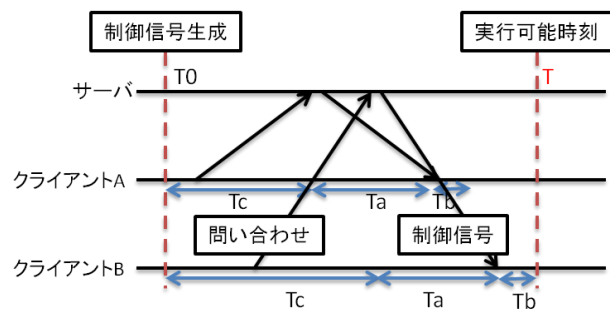


図1 実行可能時刻の算出

3. 提案方式

Web アプリケーションに (1) 式をそのまま当てはめることはできない。HTTP では、サーバからクライアントに対して能動的に制御信号を送信することができないため、クライアントがサーバに制御信号の有無を定期的に問い合わせ（ポーリング）、サーバは問い合わせに対する応答として制御信号を送信することになる。したがって、全てのクライアントで同時に制御を実行することが可能な時間を算出するためには、(1) 式に加えて、 T_0 の時点からクライアントがサーバに問い合わせに来るまでの時間（問い合わせ待ち遅延： T_c ）を考慮する必要がある（図1）。結局、全てのクライアントが同時に制御可能な時間は下記の通りとなる。

$$T = T_0 + \max(T_a + T_b + T_c) \quad (2)$$

問い合わせ待ち遅延は、ロングポーリングと呼ばれる手法を用いることで軽減できる。ロングポーリングでは、サーバはクライアントからの問い合わせに対して、送信すべき制御信号が発生するまでレスポンスをブロックし、送信すべき制御信号が発生した時点で、即座に制御信号を送信する。したがって、クライアントからの問い合わせがブロック状態にあれば、問い合わせ待ち遅延は発生しないことになる。

しかし、ロングポーリングでは、ブラウザやプロキシ、ルータなどのタイムアウトにより TCP 接続が切断されることを防ぐために、サーバは送信すべき制御信号がなくとも、一定時間でブロックを解除して空のレスポンスを返信する。ブロック解除が発生した場合、クライアントは

The control method of timing for HTTP polling to reduce latencies of shared operations

[†]Takeo Onishi, Takahiro Shiroshima, Kazuaki Nakajima
NEC Service Platforms Research Laboratories

図 2 のように再度問い合わせを発行するが、この間に問い合わせ待ち遅延が発生することになる。たとえば、3G 回線の場合、400 ミリ秒程度の問い合わせ遅延が発生し、ユーザが遅延を十分に感じる事ができるレベルになってしまう。

問い合わせ待ち遅延が発生する条件は、いずれかのクライアントに対するロングポーリングでタイムアウトが発生し、再度の問い合わせが届いていないことである。図 2 のように、タイムアウトが発生する時間は、クライアント毎に異なるため、クライアント数が増加すればする程、問い合わせ遅延の発生する確率が増加し、問題となる。

そこで、問い合わせ待ち遅延の発生確率を低減するために、HTTP ポーリングのタイミング制御方式を提案する。

提案方式では、図 3 のようにロングポーリングのタイムアウトが 1 つのクライアントに対して発生した時点で全てのクライアントに対してロングポーリングのブロック解除を実施する。これにより、図 2 ではクライアント毎にばらばらに分布していたタイムアウトの発生する時間が、図 3 のように全てのクライアントで一致するようになる。問い合わせ遅延の発生条件を満たす時間帯が局所化されるため、問い合わせ待ちの発生確率低減し、操作実行までの時間(T-T0)が短縮することが期待される。

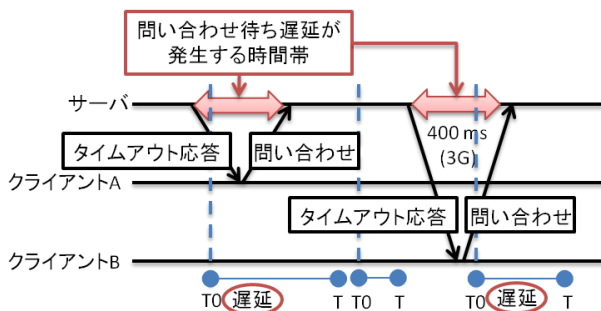


図 2 問い合わせ待ち遅延が発生する時間帯

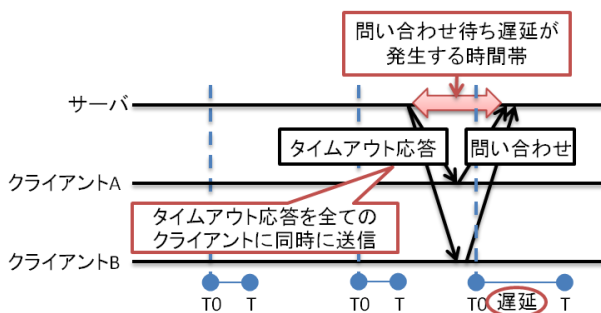


図 3 提案方式概要

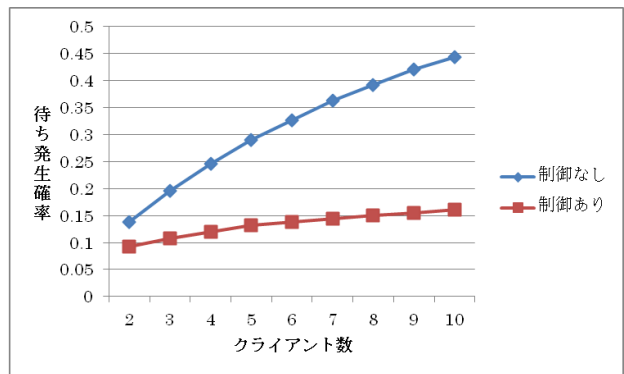


図 4 問い合わせ待ち発生確率の分布

4. 提案方式の評価

提案方式の評価結果について述べる。クライアント数の変化にしたがい、ポーリングの問い合わせ遅延の発生確率がどのように変化するかをシミュレーションにより導出した。クライアント・サーバ間の通信に要する時間は、3G 回線に接続したクライアントから光回線経由でサーバに接続した際の通信時間を測定し、測定した通信時間と同一の分布とした。また、ロングポーリングのタイムアウト時間は 5 秒としている。

結果を図 4 に示す。提案方式はポーリングの制御がない場合にくらべ、問い合わせ待ち遅延の発生確率が低くなっていることが分かる。たとえば、クライアント数が 2 の場合、33%の改善がみられる。また、クライアント数が増大するにしたがい、問い合わせ待ち遅延の発生確率が増大しているが、提案方式の制御をしている場合では、発生率の増大が抑制されている。

5. まとめ

本稿では、操作共有の同期遅延を削減する方式を提案した。Web アプリケーション上の操作共有では、HTTP ポーリングに起因する遅延が課題となるが、ポーリングのタイミングを制御することで遅延の発生確率を減少させることができる。本方式によって、リアルタイム性に優れた操作共有を実現することが可能となる。

参考文献

- [1] 高野祐太郎, 大島浩太, 寺田松昭, “投稿型動画視聴におけるユーザ間リアルタイムコミュニケーション支援システムの提案”, 情報処理学会 第 70 回全国大会, 第 3 分冊, p351-352, 2008
- [2] 大西健夫, 城島貴弘, 中島一彰, “コミュニケーション中の動画同期視聴を可能とする再生タイミング制御方式”, 情報処理学会 第 72 回全国大会, 第 3 分冊, p5-6, 2010