

## ブラウザのキャッシュと利用者操作ログを用いた Web アプリケーション高可用化手法の提案

荒井 大輔 吉原 貴仁  
株式会社 KDDI 研究所

### 1. はじめに

近年、その手軽さから Web ブラウザのみで利用者にメール機能などを提供する Web アプリケーション(以降、Web アプリと呼ぶ)が急速に普及しつつある。Web アプリの多くは、その利用にネットワーク接続が必要である。このため、ネットワーク接続が正常でない Web アプリが利用不可となり、その可用性が低下するという課題がある(以降、ネットワーク接続が正常でない状態をオフライン、正常な状態をオンラインと呼ぶ)。そこで本稿では、オフライン中も Web アプリの利用を可能とすることで、その可用性を向上する新たな手法を提案する。提案手法は、Web ブラウザの全通信をキャッシュする機能と、マウス操作等の利用者操作ログを取得する機能を Web ブラウザに追加する。各機能はオフライン中、キャッシュによる応答と、利用者操作ログを取得し、オンラインとなった際、利用者操作ログを Web サーバに反映する。

### 2. 想定環境

想定環境を図 1 に示す。Ajax(Asynchronous JavaScript + XML)[1]等により実装された Web アプリの利用を想定する。利用者は利用者 PC 内の Web ブラウザより、Web サーバに HTTP 接続する(図 1 下)。Web ブラウザは、利用者の URL 入力等に従い、Web サーバより HTML や画像、JavaScript ファイル等を取得し(図 1(R1))、取得内容を表示領域に出力する(図 1(R2)、例えば、メーラのメイン画面を表示)。利用者は表示内容に対し、キーボードやマウス操作を行う。利用者の操作は JavaScript が取得し(図 1(R3)、例えば、着信メールを選択)、XMLHttpRequest を用いて、表示領域の遷移とは非同期的に、Web サーバに送信、応答を受信する(図 1(R4)、例えば、メールデータを受信)。JavaScript はサーバの応答に従い、表示データを組立て、表示領域を変更する(図 1(R5)、例えば、メール本文を表示)。ネットワーク接続はネットワーク障害や、地下鉄乗車による通信圏外等によりオフラインとなる。

### 3. ブラウザのキャッシュと利用者操作ログを用いた Web アプリケーション高可用化手法の提案

#### 3.1. 技術課題

キャッシュと利用者操作ログにより、オフライン中の Web アプリの利用を可能とするには、次の課題がある。

(課題 1)オフライン中のキャッシュによる応答

Web サーバへの要求や応答に日付や乱数を付与する Web アプリがある。従来の一般的な Web ブラウザのキャッシュでは、要求の完全一致により過去の応答を検索し応答するため、一致する検索結果を必ずしも得られず、応答が難しいという課題がある。

(課題 2)オンラインとなった際の利用者操作ログの反映  
オフラインの前後で、例えば Cookie が期限切れとなり、同じ内容の要求であっても Web サーバの応答が変わる可能性がある。このため、利用者操作ログをそのまま実行するだけでは、Web サーバへのオフライン中操作の反映が難しいという課題がある。

Proposal on High Available Web Application by Browser Cache and User Logs, Daisuke ARAI and Kiyohito YOSHIHARA, KDDI R&D Laboratories Inc.

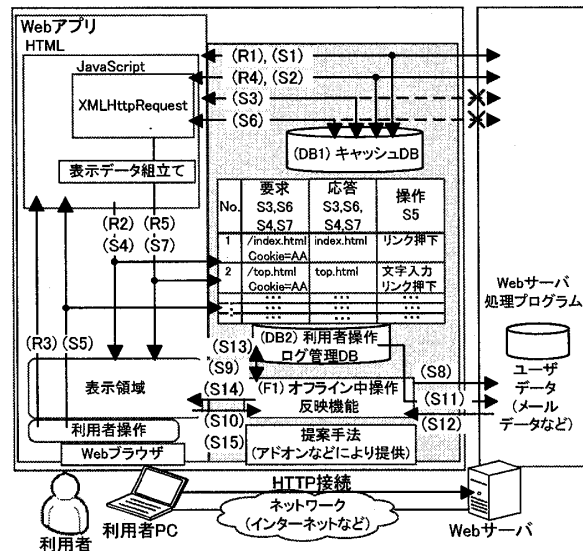


図 1: 想定環境と動作概要

これら 2 つの課題を同時に解決する手法を提案する。

#### 3.2. 基本方針

Web ブラウザと Web サーバ間の全ての通信を Web ブラウザ上で監視し内容を保存するキャッシュ DB(図 1(DB1))と、オフライン中の利用者による操作の履歴を管理する利用者操作ログ管理 DB(図 1(DB2))、メール作成などオフライン中の利用者操作をオンラインとなった後に Web サーバに反映するオフライン中操作反映機能(図 1(F1))を利用者 PC に新たに追加する。各 DB と機能は、例えばブラウザのアドオンにより利用者に提供し、次の手順を行う。

(手順 1)全通信の監視と保存

(手順 2)キャッシュによる応答と利用者操作ログの保存

(手順 3)利用者操作ログの Web サーバへの反映

提案手法では、キャッシュによる応答の際、要求を検索キーにキャッシュ DB よりワイルドカード検索し、Web アプリが要求や応答に日付や乱数を付与するために、検索結果が複数となる場合には、利用者に検索結果の一覧をサムネイル表示する。利用者は応答の一覧から任意の応答を選択する(課題 1 に対応)。また、オフライン中操作反映時、Web サーバの応答がオフラインの前後で変わり、利用者操作ログの実行が難しい場合には、これを一時中断し、変更となった応答に対し、利用者に入力を求める(課題 2 に対応)。以降に動作を概説する。

#### 3.3. 提案手法の動作概要

(手順 1) 全通信の監視と保存

キャッシュ DB(図 1(DB1))は Web ブラウザの全通信を監視し、オンライン中、全ての送受信内容(図 1(S1)、(S2))を保存する。

(手順 2)キャッシュによる応答と利用者操作ログの保存

Web ブラウザからの要求に対するタイムアウト等を検知した場合、オフラインと判断し、過去の応答から、要

求をキーとして検索し、検索結果を応答する(図 1(S3)). 検索にはワイルドカード検索を用いる. 完全一致する過去要求に対する応答がある場合, それを応答する. また, ワイルドカード検索により検索結果が複数となった場合, 利用者に検索結果の一覧をサムネイル表示し, 一覧から選択可能とする HTML を応答する. さらに, 検索結果が無い場合, 検索処理を終了し, 利用者に終了を通知する HTML を応答する. キャッシュ DB の応答は Web ブラウザにより表示領域に出力される(図 1(S4)). オフライン中の利用者操作は, Web サーバに代わりキャッシュ DB が応答する点を除き, 通常の Web アプリと同様の動作となる(図 1(S5), (S6), (S7)). オフライン中, 要求と応答(図 1(S3), (S6)), 表示領域の内容(図 1(S4), (S7)), 利用者操作(図 1(S5))を関連付け, 実行順を示すシーケンス番号とともに利用者操作ログ管理 DB(図 1(DB2))に保存する.

**(手順 3) 利用者操作ログの Web サーバへの反映**

オフライン中操作反映機能(図 1(F1))は, 利用者操作ログ管理 DB にエンタリがある場合, 定期的に Web サーバへの接続を確認する(図 1(S8)). Web サーバへの接続が確認された場合, ポップアップや Web ブラウザのタスクバー表示により, 利用者に Web サーバへの反映が未了のオフライン中操作があることを通知する(図 1(S9)). 利用者は, ポップアップ中のボタン押下等により, オフライン中の操作の反映を要求する(図 1(S10)). オフライン中操作反映機能は, 利用者操作ログ管理 DB よりエンタリ毎に呼出し, サーバへの反映を行う(図 1(S11), (S12), (S13), (S14), (S15)). 次節に詳述する.

**3.4. オフライン中操作反映機能 (図 1(F1)) 詳細**

図 2 にオフライン中操作反映機能の処理シーケンスを示す. 利用者は, オフライン中操作の反映を要求する(図 2(T1)). 要求受信により, 利用者操作ログ管理 DB より 1 エンタリ読み込み, 要求を Web サーバに送信し, 応答を受信する(図 2(T2), (T3)). Web サーバの応答と, オフライン中にキャッシュ DB が応答した内容を比較し, 同じ内容かを確認する(図 2(T4)). 同じ場合, 読込んだエンタリ中の操作を実行し, 次のエンタリを読込む(図 2(T5)). 例えば, オフライン中にはキャッシュ DB がメーラのメイン画面を応答していたにもかかわらず, オフライン中に Cookie が期限切れとなり, Web サーバがログイン画面を応答した場合(図 2(T6), (T7)), Web サーバの応答内容を Web ブラウザの表示領域に出力する(図 2(T8)). 利用者は出力に対し, 例えばログイン ID とパスワードを入力する等の操作を行う(図 2(T9), (T10)). オフライン中操作反映機能は, 利用者による操作内容をサーバに送信し(図 2(T11)), 応答受信とオフライン中にキャッシュ DB から応答した内容との比較を繰返す(図 2(T12), (T13)). Cookie 等の一時情報が, オフライン中操作反映中に更新された場合, 以降の一時情報も更新する(図 2(T14)).

**4. 従来技術**

Web アプリの可用性の向上を目的に, オフライン中でも Web アプリの利用を可能とする技術[2]が従来ある. 従来技術では, Web アプリから利用者 PC 内の保存領域に任意のデータを保存可能とする API(Application Program Interface)を Web ブラウザに新規追加する. Web アプリが本 API を使用し, オンライン中に, JavaScript 等で記述された Web アプリ本体や, ユーザデータを利用者 PC 内にあらかじめ保存し, オフライン中にこれを使用することで Web アプリの利用を可能とする. また, オンラインと

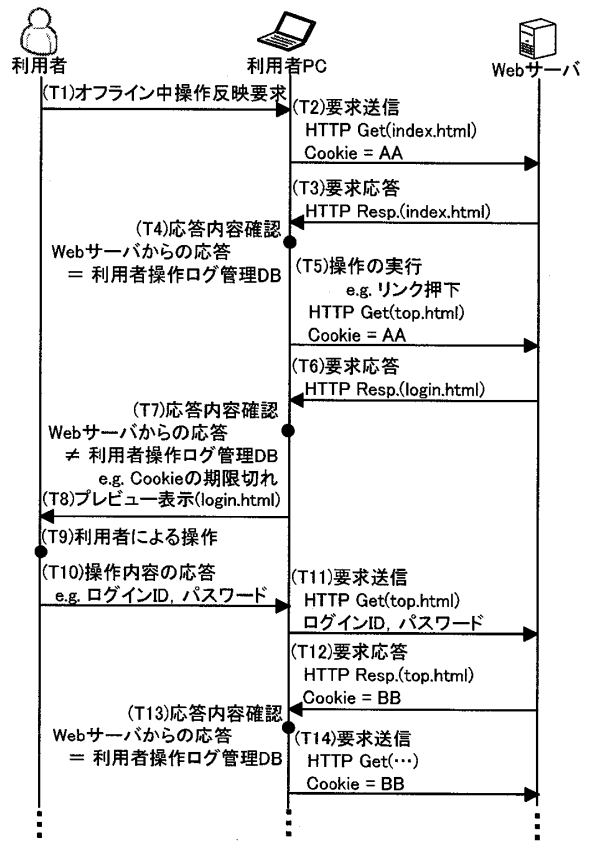


図 2 : オフライン中操作反映機能の処理シーケンス

なった場合, オフライン中の Web アプリの利用を通じて変更されたユーザデータを, 本 API によりバックグラウンドで Web サーバに反映する. しかしながら, 全ての Web アプリを, 本 API を用いて個別に再開発する必要があり, 既に多数の Web アプリが存在する現状において, その全てを個別に再開発することは難しい.

本提案は, キャッシュ DB と利用者操作ログ管理 DB, オフライン中操作反映機能を利用者 PC に追加し, Web アプリ毎の個別の処理に依存しない手順で, オフライン中の利用を可能とする. このため, 従来技術に対し, Web アプリの個別の再開発が不要という利点を持つ. 一方, 全ての反映処理をバックグラウンドで実行可能な従来技術に対し, 提案手法は, Web サーバの応答と, オフライン中のキャッシュ DB からの応答が異なる場合, 反映に利用者の操作が必要である.

**5. おわりに**

本稿では, ネットワーク接続が正常でない時にも, Web アプリケーションの利用を可能とすることで, その可用性を向上する新たな手法を提案した. 提案手法は, 従来技術と比較し, Web アプリケーション毎の個別の再開発が不要という利点を持つ. 提案に基づく実装と, 実環境評価が今後の課題である.

[1]J.J. Garrett, Ajax: A New Approach to Web Applications, <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php>  
 [2]Google, Google Gears, <http://gears.google.com/>