

コンテンツ配信サービスにおける利用者行動に基づくリクエストパターン生成

Request pattern generation based on user behavior in content delivery network

山崎 重行 奥田 隆史 (愛知県立大学大学院 情報科学研究科)

1 はじめに

動画や音楽などの大容量デジタルコンテンツ配信サービスでは、多数のインターネット利用者にコンテンツを効率的に配信するためにコンテンツ配信サービス網 (CDN: Content Delivery Service) が利用されている。

ISP(Internet Services Provider) などは、CDN の円滑な運用を行うために、各コンテンツに対するリクエストを把握し、そのリクエストに基づく CDN の性能評価を実施することが重要である [1]。しかし、利用者の増加に伴い嗜好や行動が多様になり、リクエストを把握することが困難になってきている。また、企業の実施する宣伝広告、他の利用者からの口コミ、提供されるサービス品質と利用者との相互作用によりリクエストは影響を受けることが考えられる。

そこで本研究では、利用者の多様性やこれらの相互作用を考慮したリクエストによる CDN の性能評価を実現するために、CDN へリクエストを行う利用者行動をモデル化し、エージェントベースモデリング (以下、ABM) を用いて、リクエストパターンの生成を行う。

2 CDN と利用者

本研究で想定する CDN ネットワーク構成と利用者を、図 1 に示す。

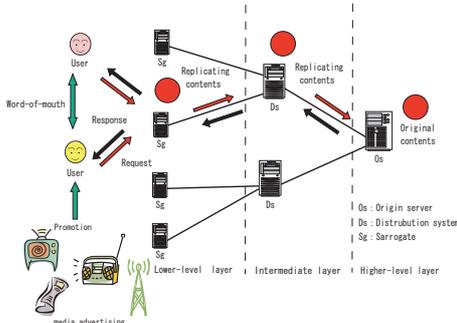


図 1 CDN ネットワーク構成と利用者

CDN のネットワーク構成は、3 階層のネットワークとする。図 1 の右側より、最上位層 (higher-level layer) には、オリジナルのコンテンツを持つ Os (Origin server) がある。中間層 (Intermediate layer) には、コンテンツを Os より他の配布ポイントに配信する Ds (Distribution System) がある。最下位層 (Lower-level layer) には、コンテンツを利用者に Os の代理となって配信を行う Sg (Surrogate) がある。

利用者が CDN にリクエストを行う行動は、CDN に存在しているコンテンツを知覚し、その中より興味のあるコンテンツを選択してリクエストを決定するものとする。

コンテンツの選択とリクエストの決定は、

- 利用者の嗜好。
 - ISP やコンテンツ配給会社などの企業が行うプロモーション活動。
 - 利用者同士の口コミ。
 - コンテンツのコストと支払う支払意思額 (WTP: Willingness To Pay)。
 - リクエストを出してからコンテンツ入手までの待ち時間。
- の要因で影響を受けると仮定する。また、利用者は多様であるとして、上記の影響は利用者により異なるとする。

3 CDN と利用者のモデリング

本研究では、利用者及び CDN の配布ポイントとコンテンツをマルチエージェントシステムとして捉え、ABM により表現する。マルチエージェントシステム S を構成するエージェントと環境は、

$$S = \{Environment, Agent\}$$

$$Agent = \{Osa, Dsa, Ssa, Ua, Ca\}$$

と表現する。 $Environment$ は、コンテンツに対するプロモーションとする。 $Agent$ は 5 種類とし、 Osa は Origin server、 Dsa は Distribution system、 Sga は Surrogate を表す。また、 Ua は利用者、 Ca はコンテンツを表す。

このようなマルチエージェントシステム S をコンピュータ上に表現し、シミュレーションを実施することで、CDN の性能評価を行う評価シミュレータを開発する [2]。

4 利用者行動モデル

利用者エージェント Ua について述べる。コンテンツの選択やリクエストの決定に与える影響は相互作用により表現する。コンテンツの選択やリクエストの意思決定は、利用者行動モデルとして扱う。

利用者行動モデルは、5 つの過程とし、それぞれの過程は、

- 情報取得 (Information gathering)
リクエストを行うための情報を取得する。
- コンテンツ選択 (Selecting content)
取得した多数の情報と利用者の知識に基づきリクエストを行うコンテンツを選択する。この選択は、ブランド選択モデル [3] に従い行う。
- リクエスト決定 (Request decision)
コンテンツ選択過程で選択したコンテンツをリクエストするか決定し、CDN へリクエストを実行する。この決定は、選択したコンテンツの情報と利用者の知識に基づき購買生起モデル [3] に従い行う。
- コンテンツ評価 (Evaluating content)
CDN から取得したコンテンツの内容が満足できるものであったかどうか評価し、口コミを発生する。
- 口コミ行動 (Word-of-mouth behavior)
コンテンツ評価過程において発生させた口コミを他の利用者に伝達する。

である。

5 リクエスト生成

評価シミュレータの設定例によるリクエスト状況を図 2 に、そのリクエスト分布を図 3 に示す。

図 2 は、シミュレーション開始時から 30 日目に $B_i = (0.0023, 0.0009)$ のコンテンツを O_s に配置した場合の、1 日あたりのリクエスト数の推移の一例を示す。これらの B_i の値は、シミュレーション終了時に全利用者数に対する $A_i^j(t)$ を取得した経験がある利用者数の割合を 50%、20% として算出した。

図 3 は、コンテンツのリクエスト数の多いものから並び替えたものを横軸とし、そのリクエスト累積確率を縦軸として示す。また比較のため、リクエスト分布として用いられている歪度 $\alpha = 0.415$ の Zipf 分布を示す。

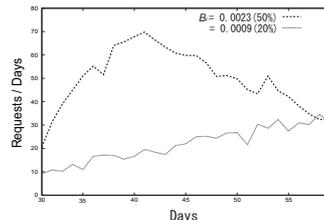


図 2 リクエスト状況

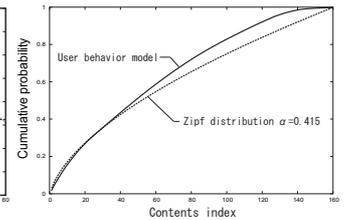


図 3 リクエスト分布

6 おわりに

本研究では、CDN と利用者、コンテンツをエージェントと捉え ABM により表現し、利用者行動モデルを導入することによりリクエストパターンを生成することが可能となった。このようなリクエストパターンを用いて、文献 [4] のように CDN におけるコンテンツ配置問題の評価に利用することが可能となる。

参考文献

- [1] 山崎重行, 奥田隆史, 井手口哲夫, 田学軍, “CDN における利用者行動に基づくリクエスト分布の評価”, 情報学ワークショップ 2005 (WiNF2005), pp.125-130, 愛知県立大学, 2005.9.
- [2] 山崎重行, 奥田隆史, 井手口哲夫, “マルチエージェントによる CDN システムの性能評価手法”, 信学技報 (IN2005-27), pp.77-82, 愛知県立大学, 2005.6.
- [3] 岡太彬訓, 木島正明, 守口剛, マーケティングの数理モデル, 朝倉書店, 2002.
- [4] 山崎重行, 奥田隆史, 井手口哲夫, “マルチエージェントモデルを用いたコンテンツ配信サービス網におけるコンテンツ配置アルゴリズムの評価”, 合同エージェントワークショップ & シンポジウム 2005 (JAWS2005), pp.305-312, 箱根ホテル小涌園, 2005.10.