

複数の利害関係者の意図・嗜好を考慮した 情報配信制御機構の設計と実装*

2Z-02

千葉 靖伸† 宇津呂 武仁††

豊橋技術科学大学 工学部 情報工学系 §

1 はじめに

インターネットの普及と共に, WWW(World Wide Web) をはじめとする情報提供手段が普及し, 広く利用されている。これらの情報提供手段によって提供されるコンテンツの多くは, テキストだけではなく, 静止画像や動画の複数のオブジェクトによって構成されているのが一般的である。しかし, 利用者に提供されるコンテンツの内容や品質は, 情報提供者の意図・嗜好のみによって決定される場合がほとんどである。コンテンツの構造を一定の範囲で変更できる Web ページや, オブジェクトの品質や配送順序を制御できる機構に関する研究 [1] はなされているが, それらは, あくまでも, 情報提供者もしくは利用者の一方的な意図・嗜好に対応できるのみであり, コンテンツ配信における全ての利害関係者の意図・嗜好が考慮できるわけではない。

そこで本研究では, コンテンツ配信に関わる利害関係者(情報提供者および利用者)の意図・嗜好を考慮し, オブジェクトの配送順序を決定する新しい枠組を提案する。そして, そのフレームワークの核となる, 「配送順序決定モデル」について, 実装を行い, シミュレーションに基づく評価を行う。さらに, モデルを WWW に適用し, 被験者による評価実験を行う。これにより, 提案モデルが現実のシステムに適用可能であることを示す。

2 提案アーキテクチャ

本研究で提案する情報配信アーキテクチャを図 1 に示す。

この図において利用者は, 何らかのコンテンツを閲覧しようとするとき, まず, コンテンツを一意に特定するための何らかの識別子を情報提供者または調停者に示し, そのコンテンツの概要を得る。この概要とは, 主に, そのコンテンツがどのようなオブジェクトから構成されているかを示す情報である。この概要を基に, 利用者(人間)は, 自分がどのような意図・嗜好でそのコンテンツを閲覧したいかを示す情報(「ユーザプロフィール」)を作成し, これを調停者に渡す。

情報提供者は, 利用者からコンテンツの概要の取得要求があった場合, それを利用者と調停者に提供する。また, 自分がどのような意図・嗜好でそのコンテンツを提供したいかを示す情報(「プロバイダプロフィール」)を, コンテンツ作成時または, 利用者からの閲覧

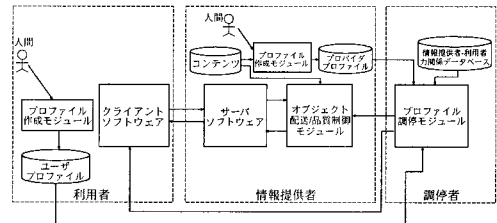


図 1: 提案アーキテクチャ

要求があった際に作成し, 調停者に渡す。更に, 調停者によって決定された調停結果を基にコンテンツの提供品質を調整し, それを配信する機能を有する。

調停者は, 利用者・情報提供者から受け取ったユーザプロフィールとプロバイダプロフィール, 利用者と情報提供者の力関係を示す情報に基づき調停を行い, 最終的に利用者に提供するコンテンツの品質を決定し, その結果を, 情報提供者と利用者に通知する。なお, 利用者と情報提供者の力関係は, 例えば, 利用者が情報提供者に支払っている「情報利用料」のようなものによって決定される。

最終的に, 利用者は調停結果に基づきコンテンツを閲覧することが可能となる。

本稿では, 上記アーキテクチャ中の調停モデルを提案する。このモデルでは, 特に, コンテンツに含まれるオブジェクトの配送順序を決定するものとする。

3 配送順序決定モデル

情報提供者と利用者の意図・嗜好に基づき, オブジェクトの配送を一例に順序付けするモデルを提案する。

オブジェクトの集合を $O = \{o_1, \dots, o_i, \dots, o_N\}$ で表す。配送順序を (例えば $o_3, \dots, o_9, \dots, o_2$ という順序で配送する場合) $O = (o_3, \dots, o_9, \dots, o_2)$ と表す。情報提供者と利用者は, それぞれ, 意図・嗜好の表現として各オブジェクトに対して重要度 $W_p(o_i)$, $W_u(o_i)$ を割り当てている。また, 各オブジェクトの配送完了時刻 $t_{o_i} (\geq 0)$ に対し, 情報提供者が持つコスト $C_p(t_{o_i})$, 利用者が持つコスト $C_u(t_{o_i})$ を以下のように定義する。

$$C(t_{o_i}) = C_p(t_{o_i}) = C_u(t_{o_i}) = \alpha \cdot t_{o_i}$$

ここで, $\alpha (> 0)$ は定数である。

提供者および利用者がオブジェクト o_i を時刻 t_{o_i} に配送完了することを, 配置 $\langle o_i, t_{o_i} \rangle$ と表現する。

$$v_p(\langle o_i, t_{o_i} \rangle) = W_p(o_i) - C(t_{o_i})$$

$$v_u(\langle o_i, t_{o_i} \rangle) = W_u(o_i) - C(t_{o_i})$$

と定義する。

提供者および利用者のオブジェクトの配送順序案 O_p, O_u に対する効用 u_p, u_u を,

* Design and Implementation of Contents Distribution Control Mechanism based on Intention/Preference of a User and a Provider

† Yasunobu CHIBA (chiba@cl.ics.tut.ac.jp)

†† Takehito UTSURO (utsuro@ics.tut.ac.jp)

§ Department of Information and Computer Sciences, Toyohashi University of Technology

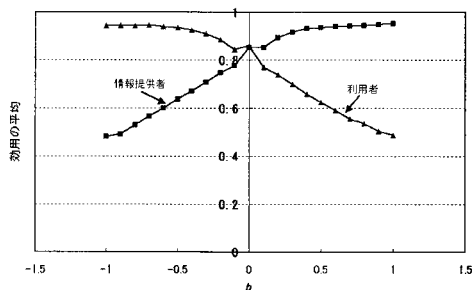


図 2: b に対する情報提供者/利用者の効用の変化 ($N = 7$)

$$u_p(\mathbf{O}_p) = \sum_{1 \leq i \leq N} v_p(< o_i, t_{o_i} >)^2$$

$$u_u(\mathbf{O}_u) = \sum_{1 \leq i \leq N} v_u(< o_i, t_{o_i} >)^2$$

と定義する。

以上の定義を基に、以下のようにして、オブジェクトの配送順序を決定する。

可能な全ての配送順序 \mathbf{O} について、効用 $u_p(\mathbf{O})$, $u_u(\mathbf{O})$ を求め、 $\mathbf{O}_{p_i} = \mathbf{O}_{u_j}$ となるすべての組み合わせについて、 $u_{ij} = u_{N_p}(\mathbf{O}_{p_i}) + u_{N_u}(\mathbf{O}_{u_j})$ および、 $d_{ij} = u_{N_p}(\mathbf{O}_{p_i}) - u_{N_u}(\mathbf{O}_{u_j})$ を求める。ここで $u_{N_p}(\mathbf{O}_{p_i})$, $u_{N_u}(\mathbf{O}_{u_j})$ は、効用の値を正規化したものである。そして、 u_{ij} ができるだけ大きく、かつ

$$T_l \leq d_{ij} \leq T_u$$

となる $\mathbf{O}_{p_i} (= \mathbf{O}_{u_j})$ を配送順序として決定する。 T_l, T_u は、情報提供者と利用者との力関係 (効用の差) を維持するための値であり、以下のように決定される。

利用者と情報提供者間の力関係を示す変数を b ($-1 \leq b \leq 1$) とし、相対的に情報提供者の力が強い場合 $b > 0$ 、逆に利用者の力が強い場合 $b < 0$ 、均衡している場合を $b = 0$ と定義する。そして、 $b > 0$ の場合、 $T_u = b, T_l = \frac{b}{2}$ 、 $b < 0$ の場合、 $T_l = -b, T_u = -\frac{b}{2}$ とする。更に、上記の方法で解が求まらないか、 $b = 0$ の場合、 u_{ij} が最大となる順序を採用する。

なお、本モデルではオブジェクト数が多くなると、現実的な時間で解を求めることが困難になる。しかし、実際のコンテンツにおいては同じ役割を果たすオブジェクトが複数存在するため、それらをグループ化し単一のオブジェクトとして考えることにより、この問題は解決可能である。

4 モデルの表現力に関する評価

提案モデルの表現力を確認するため、シミュレーションによる評価を行った。この評価では、 $N = 3 \sim 7$ のコンテンツを 300 パターン作成し、それに対して、情報提供者と利用者の意図・嗜好 (具体的には、 $W_p(o_i), W_u(o_i)$) をランダムに設定し、 b の値を変化させながら、効用 u_p, u_u の変化を調査した。その結果を図 2 に示す。

この結果より、 b の値が 1 に近づくほど、情報提供者の効用が増加し、利用者の効用が減少、 -1 に近づくほど、利用者の効用が増加し、情報提供者の効用が減少することが確認できる。また $b = 0$ では、両者の効

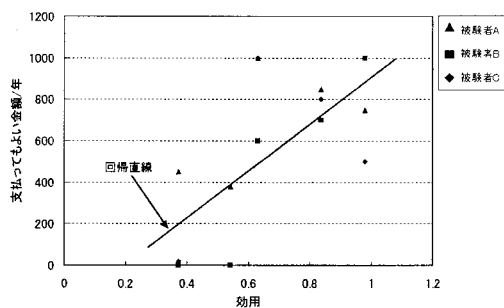


図 3: 被験者実験の結果

用が、 $b = 0.1$ や $b = -0.1$ の場合に比べて高い値を示している。これは、 $b = 0$ の場合に、両者の効用の和が最大となる配送順序を採用するという処理の影響である。

5 WWW への適用

提案モデルを用いて実際にコンテンツ配信を行うために、現在広く普及している WWW の機構を用いた。WWW の枠組 (HTTP/HTML) には、オブジェクトの配送順序を制御する機構が含まれていないため、WWW で配送順序制御を行おうとする場合には、サーバまたはクライアントで、新たに何らかの機構を設ける必要がある。ここでは、クライアントが調停結果に基づきページ内のオブジェクト (インラインイメージ) の取得を Java Applet を用いて行うことによってこれを実現した。

6 被験者実験

モデルの $u_p(\mathbf{O})$, $u_u(\mathbf{O})$ 及び b と、人間の感覚との対応付けを行うために、実験用コンテンツを作成し、被験者実験を行った。

被験者に、自分が持つと仮定する意図・嗜好を事前に提示しておき、同じコンテンツについて、転送速度が 32 [kbps] の環境において $u_{N_u}(\mathbf{O})$ を変化させながらコンテンツの表示を行った。そして、3 人の被験者に支払っても良い金額を 1000 [円/年] を限度として回答してもらった。その結果を図 3 に示す。

この実験結果より、「効用」と人間の感覚との間に相関があることが確認できた。

7 まとめ

コンテンツ配信において、情報提供者と利用者の両者の意図・嗜好を考慮したオブジェクトの配送順序決定モデルを提案した。また、これを WWW に適用し、提案モデルが実際のコンテンツ配信において利用可能であることを示した。今後は、3 人以上の利害関係者への拡張、モデルの最適化などを検討したい。

参考文献

- [1] 中野 賢, 春本 要, 下條 真司, 西尾 章治郎: “インラインオブジェクトの配送順序制御が可能なページ配送機構”, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J84-D1 No.2 pp.155-164, 2001.