

ネットワーク情報流通における Mutual Awareness 確立支援

谷口 展郎 藤井 寛 山中 康史

{ nota, fujii }@dq.isl.ntt.jp, yamanaka@isis.min.ntt.jp

NTT情報通信研究所

〒238-03 横須賀市武1-2356

最近、オープンネットワークを介した情報流通への注目が高まっている。プログラム等のソフトウェアや画像、音声、およびその複合であるマルチメディア情報等をオープンなネットワークを介して売買することによるメリットは極めて大きい。一方、オープンなネットワークでは、その大きさや変化の速さのために、欲しい情報をどうやって探すかという問題が生じる。これは、情報を提供する側にとっても同じで、利用者いかに自己の提供する情報=商品の存在を知ってもらうかが大きな問題になってくる。そこで我々は、オープンネットワークを介した情報流通においては、「利用者=探す側、情報=探される側」という従来の情報検索モデルでは不十分と考え、情報の提供者と利用者が相互に探索しあうことにより求め合う両者が互いの存在を認識するという“Mutual Awareness Establishment”モデルを提案し、その概念構成、論理構成を示す。

ESTABLISHING "MUTUAL AWARENESS" IN THE INFORMATION COMMERCE MARKET

Noburou Taniguchi Hiroshi Fujii Yasushi Yamanaka

NTT Information and Communication Systems Laboratories
1-2356 Take, Yokosuka, Kanagawa, 238-03 Japan

Recently, information commerce through open networks like the Internet is taken large notice. There will be so much merits if we can trade programs or multi-media informations through the open network markets. Though, in the open networks, there will be a problem that how we can find the information we want. And, on the otherhand, for the information providers, how to notify the users about their informational products will become a big problem. We think that there should be a model to help establishing mutual awareness between users and providers and presents the model's conceptual and logical composition in this report.

1. はじめに

近年、オープンネットワークを介した情報流通サービスへの注目が高まっている。プログラム等のソフトウェア、画像/音声データ、電子化されたテキスト、およびこれらの複合したマルチメディア情報などを、ネットワークを介して売買することによるメリットは極めて大きい。特に重要なのは、オープンネットワークを利用することにより、マーケットが一挙にグローバル化する点であろう。これにより、情報を提供する側は従来より格段に大きな利益を期待できるとともに、情報を利用する側にとっては世界中から自分の欲しい情報を買えるようになる。われわれは、こうした環境の実現のために、誰もが自由に参加できる情報流通基盤「ねっといちば」を提案している [1]。

しかし、オープンネットワークを介した情報流通には問題点もある。一つは、不正コピーや悪質な改竄等、著作権を侵害する行為をどう防ぐかという問題である。これについては、超流通 [2]、infoMarket [3] 等さまざまな技術が提案されている。ねっといちばでも、画像半開示技術によって著作権保護を行う手法を提案している。

オープンネットワークを介した情報流通のもう一つの問題は、欲しい情報をどうやって探すかである。オープンネットワークはグローバルサイズのマーケットであるがゆえに、探索の困難というデメリットも生む。また、単にサイズの問題だけでなく、ネットワークが開放型であるため、接続の増加/変更/廃止が自由に行われ、ネットワーク構成が頻繁に変わるという動的な性質も、探索をいっそう難しくしている。

重要なのは、「探索」が情報を利用する側だけの問題ではないという点であろう。通常の情報提供サービスと違い、オープンネットワークを介した情報流通では、同一ネットワーク上に複数の情報提供者が存在するため、「競争」が生まれる。競争に勝つには、自分の提供する情報=商品（以下「情報商品」と記述）を求める利用者をいかに探しだし、情報商品の存在を知ってもらうかが重要になる。

オープンネットワークを介した情報流通においては、「利用者=探す側、情報=探される側」という従来の情報検索のモデルでは適切ではないと思われる。むしろそれは、結婚相談所の紹介システムに似ていると考えるべきであろう。結婚相談所の紹介システムでは、「探す人」は同時に「探される人」でもある。オープンネットワークマーケットにおいても、これと同様な、相互に探索しあうモデルが必要であると考えられる。

本報告では、競争のメカニズムを利用してオープンネットワークマーケットの巨大さや動的性質を克服しつつ、求め合う利用者と情報商品の相互の存在の認識、すなわち "mutual awareness" の確立を支援して、マーケットを成立させるしくみとして "Mutual Awareness Establishment" モデルを提案する。

2. Mutual Awareness Establishment の概念

従来の情報検索モデルを集合演算のかたちで表現すると、

$$Q : P \rightarrow R$$

Q... 利用者の検索質問, P... 提供される情報の表現の集合, R... 検索結果の集合

となる。

これに対し、Mutual Awareness Establishment モデルは、

$$M : P \times U \rightarrow R$$

M... 適合度評価関数, P... 情報商品表現の集合, U... 利用者表現の集合, $P \times U$... P と U の直積, R... 評価結果の集合で表される... (Def1)。

Mutual Awareness Establishment モデルでは、集合 P, U の要素 $p \in P, u \in U$ はそれぞれ情報商品および利用者の「性質」と「意図」を同時に表すと解釈される... (Def2)。つまり、p は情報商品の性質を表すと同時に、そうした性質を持つ情報商品を買ってくれそうな利用者を求めていることを表す。同様に、u は利用者の性質を表すと同時に、利用者の求める商品の性質を表していると考えられる。例えば、利用者の属性として、「色=白」という項目があったとしたら、それは利用者が白の商品を求めていることを表すと同時に、その利用者が白を好むという性質を持つことを意味すると考えられる。p, u が性質を表すと同時に意図を表すということは、これらが情報商品や利用者から機械的に導き出せるものばかりではないことを意味している。言い換えれば、u が利用者の「検索」を反映するものであり、p が情報商品の提供者の「宣伝」を反映するものである、と言えよう。

さらに、Mutual Awareness Establishment モデルでは、 $p \in P, u \in U$ に「到達力」の概念を導入する。到達力とは、どれだけ広範な利用者/情報商品に自らの存在を知ってもらうことができるか (= どれだ

け多くの awareness を獲得できるか)を示す概念である。これは特に前段で述べた「宣伝」に競争原理を導入する際に必要かつ重要になってくる。

到達力は、 p, u の関数であり、

$$f_{sp} : p \rightarrow S_p$$

$$f_{su} : u \rightarrow S_u$$

S_p, \dots, p の到達力, S_u, \dots, u の到達力, $f_s(p, u) \dots$ 到達力を与える関数

で表される。この S_p, S_u から awareness の確立の成否が、

awareness 成立 ... $F_a(S_p, S_u) = \text{TRUE}$

不成立 ... $F_a(S_p, S_u) = \text{FALSE}$

F_a, \dots, M を二値関数化した到達力の評価関数

のように導かれる... (Def3)。

到達力の設定により、情報商品の存在をどれだけ広範な利用者に知ってもらうかが変化する。すなわち、同様の情報商品であっても、到達力が異なれば、利用者の awareness を獲得できるかどうかには差がつくことがある。これを利用すると、「宣伝」に競争原理を導入することができる。

以上で与えられるモデルは、従来の情報検索モデルを包含する。例えば、情報商品集合 P を時間的に恒常性のある集合、 u を特定のユーザーの一時的な表現とする。これは (Def1) で U を u に固定して、

$$M_u : P \rightarrow R_u$$

R_u, \dots 評価結果の集合

のように記述できる。これは、利用者から見れば、従来の情報検索にはかならない。一方、情報商品の提供者の視点からは、利用者の現れそうなところに網を張る「待ち」のマーケティングに相当すると見えよう。

逆に、 U を時間的に恒常性のある集合、 $p \in P$ を特定の情報商品の一時的な表現とすると、

$$M_p : U \rightarrow R_p$$

R_p, \dots 評価結果の集合

のように記述できる。これは、情報商品の提供者にとっては「ダイレクトマーケティング」と呼ばれる「攻め」のマーケティングに相当すると考えられる。一方、利用者の視点からは、ad hoc に生成する情報商品を網を張ってつかまえる「ブロードキャッチ」や「フィルタリング」にあたると考えられよう。

このモデルの特長は、まず第1に、情報商品から利用者への働きかけ (= 「宣伝」) の概念を持っている点にある。これにより「探すモノ=探されるモノ」という双方向の探索を記述することができる。

第2の特長は、情報商品およびユーザーの表現 p, u が性質を表しかつ意図を表すという点だろう。例えばこれにより、意図に類する利用者の ad hoc な検索と、性質に類する検索履歴を同一の u の異なる様相として扱うことができる。また、マルチメディアデータのような抽象度の低い情報商品を扱ううえで必要になる、「美しさ」「単純さ」というような主観的な属性を探索キーとして扱いやすい。

第3の特長は、適合度評価関数が利用者の検索から完全に独立して扱われる点であろう。これにより、情報商品/利用者の表現とは独立に、適合度評価関数の変更/改良が進められるかもしれない。

一方、このモデルの最大の問題点は、「宣伝」をいかに適正化するかという点にある。「宣伝」が利用者の awareness 獲得競争の手段である以上、なんらかの制約条件を設けなければ各商品の到達力は無制限に増大し、(Def3) のメカニズムが役に立たなくなることは目に見えている。したがって、情報商品の提供者の自由度を最大限に保ちつつ、「宣伝」設定の適切化を促すようなしくみが必要である。

このためのしくみとしては、例えば「宣伝」設定に応じたコスト負担を提供者に課すことが考えられる。到達力の大きい情報商品の表現には、大きな負担がかかるようにするわけである。具体的には、

(a) 到達力の設定に応じた課金 (可能性ベースの課金)

(b) 実際の到達力を示す利用者検索へのヒット回数に応じた課金 (実績ベースの課金)

の2通り、およびこの2つの併用が考えられる。

情報商品の提供者にとっては、利用者の awareness の獲得は必ずしも購入につながるわけではない。

(a)(b) の制約条件下では、不適切な「宣伝」設定を行い、本来その情報商品を購入してくれる見込みのない利用者の awareness をいたずらに獲得することは、提供者にとってはコスト負担が増すだけである。ゆえに提供者は不適切な「宣伝」設定を見直し、より少ないコスト負担でより多くの売上が得られる設定へと改めるだろう。このプロセスを繰り返すうち、「宣伝」は最適な設定に収束していくであろう。このメカニズムは、「宣伝」設定の不適切さが意図的なものであるかミスであるかに関らず働く。

ただ、こうした間接的な制約条件では、初期設定の不適切さまで防ぐことはできない。したがって、明らかに虚偽の設定を禁止し、これに違反するものには罰則を与えるというような、直接的な制約条件を併用することも必要になるかもしれない。

3. Mutual Awareness Establishment 論理モデル

2. で述べたモデルは、概念的なモデルにすぎない。本性では、Mutual Awareness Establishment システムを実現する論理モデルとして、(Def1) の、

- ・ 情報商品表現 $p \in P$, 利用者表現 $u \in U$ の記述法
- ・ 適合度評価関数 M

について述べる。筆者らは、まず p, u の決定に際して以下のようなアプローチをとった。

(Asm1) 情報商品表現 p / 利用者表現 u は、実際の商品／利用者が、「どういう特性を」「どれほど強く持つか／求めるか」によって記述される。例えば、「情報商品 p_1 は白という特性を非常に強く持つ」とか「利用者 u_2 は白という特性をあまり強く求めない」というふうになる。

(Asm2) 情報商品表現 p / 利用者表現 u は、情報空間上で、上記「特性」を位置、「強さ」を重みとする「重みつき位置」の集合、すなわち「重みつき領域」として記述される。

ここで、「情報空間」とは、距離の概念を表現しうる構造体に情報がマッピングされたものである。例えば、数直線およびその組み合わせである n 次元空間、ツリー構造、グラフ構造等がこれにあたる。

(Asm3) 情報商品表現 p / 利用者表現 u は、共通の情報空間上で比較／評価される。これは、必ずしも p と u が全く同じ情報空間上に定義されることを求めるものではないが、評価に際しては必ず同一情報空間上にマッピングされていることを意味している。

(Asm4) 適合度は、情報商品表現 p / 利用者表現 u の重なる部分のみを評価することによって与えられる。言い換えれば、重ならない部分は評価しない。なぜなら、重ならなかった部分というのは、互いの到達力が及ばなかった部分を意味するからである。awareness は、到達力の及ぶ範囲内に限定して獲得される。したがって、互いに獲得する awareness の大きさはどんな場合でも等しい

以下、(Asm2) の情報空間として n 次元空間を用いるモデルについて述べる。

3.1. n 次元空間における情報商品／利用者の表現

まず最も単純な、「重み」を考慮しない 1 次元モデルについて述べる。

Fig.3a は、 $\{x | x \in \text{実数}\}$ で与えられる数直線と、その上で記述される情報商品／利用者の表現について示したものである。この数直線が一つの属性を表し（以下、属性を表す数直線を「属性直線」と呼ぶ）、属性直線上の点が (Asm2) でいう「特性」を表す

（以下、特性を表す点を「特性点」と呼ぶ）。例えば、この直線が「明るさ」を表すとすると、「明るさ=50」とか「明るさ=60」で与えられる点 $x = 50, x = 60$ が、「特性」を表すわけである。

このような属性直線上で、情報商品／利用者は、特性点の集合として与えられる。例えば、情報商品 p が属性直線 $\{x | x \in \text{実数}\}$ について $p_s \sim p_e$ という領域で表される場合、

$$p = \begin{cases} \text{TRUE} & (p_s \leq x \leq p_e) \\ \text{FALSE} & (x < p_s, p_e < x) \end{cases}$$

となる。

次に、これを拡張して、「重み」を考慮した 1 次元モデルを考える。

Fig.3b は、属性直線 $\{x | x \in \text{実数}\}$ と、その上で記述される情報商品／利用者の重みつき表現について示したものである。先のモデルでは、各特性点における情報商品／利用者は、TRUE と FALSE の 2 値で表された。重みつきモデルは、この 2 値表現を実数表現（一般に非負）へと拡張するものである。例えば、「明るさ」を表す属性直線において、「ある利用者 u の明るさ=50における重みは20である」というように記述するわけである。これは、個々の特性点がどの程度情報商品／利用者の性質／要求を強く表しているかを記述するのに有効である。例えば、先の例で同じ u の明るさ=60における重みが40だったとすると、 u

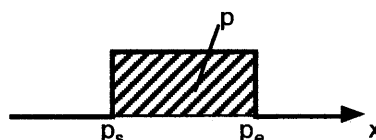


Fig.3a

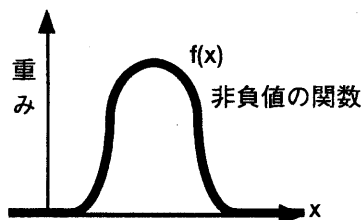


Fig.3b

は明るさ=60のものをより強く求めている、あるいは高く評価していることを意味する。

このモデルでは、情報商品/利用者は、こうした重みつき特性点の集合として与えられる。例えば、利用者 u の重みが非負値の関数 f で表される場合、

$$u = f(x)$$

である。

最後に、モデルを n 次元 ($n \geq 2$) に拡張する。

これは、Fig.3b を n 本の属性直線が張る n 次元空間（単純化のため全ての属性直線は直交すると仮定）へと拡張することによって実現される。この場合、特性点は n 個の次元を持ち、それぞれの特性点に重みが与えられる。情報商品/利用者は、これら重みつき特性点の集合である重みつき領域として表現されることになる。例えば情報商品 p の重み関数が f で与えられる場合、

$$p = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

である。

このモデルは、特性点をベクトルとみなすと、情報検索分野で幅広く利用されている Vector Space Model (VSM) [4] に似ている。VSM との相違点は、

- ・情報商品と利用者の両方がアサインされること（VSM は情報のみ）
- ・情報商品/利用者が重みつき領域で表現されること（VSM は重みなし、点）

である。

3.2. n 次元空間モデルにおける適合度評価

まず、1次元の重みつきモデルについて述べる。

(Asm3) より、情報商品 p , 利用者 u は同一属性直線上に配置される。このとき、 p, u の適合度は、

$$R_{pu} = M(p, u) = M(f_p(x), f_u(x))$$

R_{pu}	...	p, u の適合度.
M	...	適合度評価関数
$f_p(x)$...	属性直線 $\{x \mid x \in \text{実数}\}$ における p の重み関数
$f_u(x)$...	属性直線 $\{x \mid x \in \text{実数}\}$ における u の重み関数

となる。 M は (Asm4) に従って p, u の重なりを評価するスカラー関数ならばどんなものでもよい。 M の例としては、

$$(a) M(p, u) = \int f_p(x) f_u(x) dx$$

などが考えられる。これは、 p と u の重なっている部分の積の積分値を与える (Fig.3c)。

これを n 次元に拡張すると、

$$R_{pu} = M(p, u) = M(f_p(x_1, x_2, \dots, x_n), f_u(x_1, x_2, \dots, x_n))$$

となる。 M の実例としては、例えば、

$$(b) M(p, u) = \Pi \left\{ \int f_p(x_i) f_u(x_i) dx \right\}$$

などが考えられる。

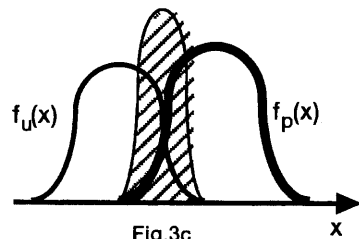


Fig.3c

4. プロトタイプ

3. に述べた n 次元空間モデルの実現性や有効性の確認、および実装上の問題点の把握のために、プロトタイプを作成した。その結果、以下のような知見を得た。

4.1. 考察

本プロトタイプの作成により、 n 次元空間を用いた Mutual Awareness Establishment モデルが実現可能であることを確認した。検索入力から結果表示までの応答時間は 2 秒以内であり、探索速度は特に問題ないことがわかった。また、属性値空間データベースのデータ量は数十キロバイトで、蓄積面でも特に問題ないことがわかった。

一方、本プロトタイプの作成にあたって、情報商品表現設定の際の負荷が大きいという問題が確認された。今回は、20枚の画像に対しそれぞれ15の属性につき評価を行ったが、「評価値を安定させるのが困難」「作業量が多すぎる」という点が特に問題となった。また、商品数に対して空間が広すぎるため、ヒットを得るためには検索半径を大きく取る必要があることがわかった。

4.2. 今後の取り組み

本モデルは、本質的に、大規模かつダイナミックな現実のオープンネットワークマーケットへの適用を行わなければ、真のフィージビリティ確認ができない。したがって、今後は実際のアプリケーションへの適用を視野に入れつつ、以下の課題に取り組んでいく方針である。

・情報商品表現設定システムの向上

作業負荷を軽減するために、全ての属性に値を与える必要のないシステムを導入する。また、現在「重み」は自然数でしか与えられないが、これを実数で与えられるようにして、さらに柔軟な表現を可能にする。

・ユーザーインターフェイスの向上

現在の利用者検索では、属性ごとの範囲設定も、重みの設定も行えない。今後は、これらの設定を自由に行える機能を実装する。また現在は、情報商品表現の設定と同様、全ての属性に値を与える必要があるが、これも一部の属性値だけで検索を行えるようなシステムを導入する方向である。さらに、現在の探索結果は単純な正順リストであるが、探索空間に対する直観的な理解が行えるよう、2D/3Dのグラフィックス表示を導入することも検討している。

・適合度評価関数の検討

現在は、3.2.の(c)の関数を用いているが、この関数が最もよい評価関数であるかどうかはわかっていない。今後は優れた評価関数を見つけるための検討も行いたいと考えている。

・複数の探索エンジンの連携メカニズムの導入

オープンネットワークマーケットは、必ずしも単一のサーバーで実現されるものではない。複数のサーバー上の複数の探索エンジンが連携することによって、マーケットがスケーラブルに構成されると考えるほうがより自然であろう。本報告のプロトタイプでは実現しなかったが、今後は当然こうした取り組みが必要になってくると考えている。さいわい、本システムはクライアント/サーバー構成になっているので、スケーラブルマーケットのメカニズムを実現することはさほど困難ではないと考えている。

・履歴を利用した表現設定の最適化アルゴリズムの導入

本報告のプロトタイプは、利用者=temporary、情報商品=static という従来の検索の枠組みをほとんど超えないものであった。今後は、利用者/情報商品を permanent かつ dynamic な存在として扱い、表現の軌跡=履歴を利用して次の検索や宣伝の設定を最適化するためのメカニズムを導入する。

5. まとめ

本報告では、競争のメカニズムを利用してオープンネットワークマーケットの巨大さや動的性質を克服しつつ、求め合う利用者と情報商品の相互の存在知覚、すなわち "mutual awareness" の確立を支援して、マーケットを成立させるしくみとして "Mutual Awareness Establishment" の概念を提案した。

また、その概念に基づき、n次元属性空間におけ重みつき領域の重なりを利用した適合度評価手法を提案した。

さらに、提案手法の一部を実現したプロトタイプを製作し、上記手法のフィージビリティを確認した。また、この結果をもとに今後の課題および発展の方向性を示した。

参考文献

- [1] 櫻井 紀彦 他. オンラインマルチメディア情報取引基盤「ねっといちば」. マルチメディア通信と分散処理研究会67-1, 情報処理学会, 1994.
- [2] 森 亮一, 河原 正治. 歴史的必然としての超流通. 超編集・超流通・超管理のアーキテクチャシンポジウム, 情報処理学会, 1994.
- [3] <http://www.infomkt.ibm.com/ht2/welcome.htm>.
- [4] Belkin, N. J. and Croft, W. B. Retrieval Techniques. Annual Review of Information Science and Technology, Vol.22, pp.109-145, 1987.