

エージェントベースシミュレーションによるハブコンテンツ出現メカニズムの解明

Analysis of the hub contents though Agent-based simulation

松山 科子*¹
Shinako Matsuyama

國上 真章*²
Masaaki Kunigami

寺野 隆雄*³
Takao Terano

*¹ 東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

*² 筑波大学大学院
Tsukuba University

*³ 東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

Recently, buzz marketing or word-of-mouth (WOM) gets a lot of attention. It is very important to know the mutual interaction between information (contents) and users as well as to know the features of hit contents. We analyze the mechanism for appearance of the hit ("hub") contents through Agent-based simulation.

1. はじめに

昨今、バズマーケティング・ロコミマーケティングが着目されている。情報提供者や広告配信者にとって、個人間での情報流通の仕組みを知る事は重要である。

情報(コンテンツ)からどのようにしてヒットコンテンツが生まれるかは多く研究・調査されている(例えば, [Farrell 98]など)。

しかしながら、流通されるコンテンツと流通する個人間の関連の分析は十分ではない。本論文では、コンテンツの流通において個人間の相互作用を考慮し、“ハブ”となりうるコンテンツの出現をエージェントベースシミュレーション(ABS)を用いて解析した。ここで、“ハブ”とは、多くの人に流されかつ多くのコンテンツと共に流されるものを示す。

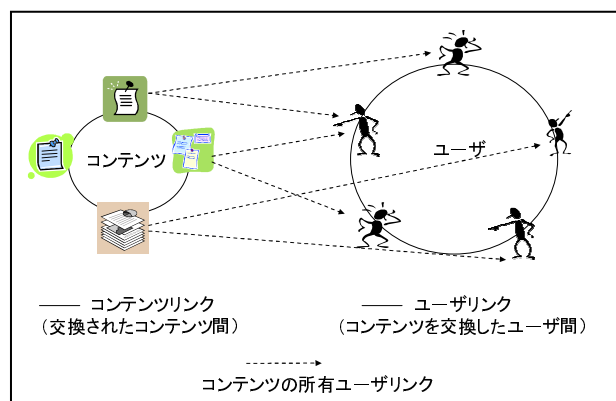


図1 概念図

2. コンテンツ流通モデル

2.1 基本モデル

本 ABS は、一定期間ユーザー間で情報(コンテンツ)を交換するものである。コンテンツ交換後、最多のユーザーに所有されかつコンテンツ間リンクが多い(同時にアクセスされる可能性があるコンテンツが多い)コンテンツを「ハブコンテンツ」とみなす。本 ABS ではコンテンツを中心とした解析をしたいためコンテンツを ABS の主体(エージェント)と位置づける。

2.2 初期状態: ABS へのパラメータと初期設定

(1) コンテンツおよびユーザー間関係

初期時コンテンツおよびユーザーはそれぞれ互いにリンクされており、任意個の隣接を持つ。リンクのされ方(ランダム、スケールフリーネットワークなどのネットワークの性質)は ABS にパラメータとして指定され、ABS では指定形式でのリンクを生成する。

(2) コンテンツとユーザー間関係

初期時各コンテンツは任意個のユーザーに所有されている。各コンテンツが何人のユーザーに所有されているかは ABS にパラメータとして指定され、ABS ではコンテンツ毎に指定数分ランダムなユーザーを割り当てる。

図1に本シミュレーションの概念図を示す。

2.3 コンテンツ交換モデル

ABS では一日あたり全コンテンツに関して以下を実行する;

- 1) コンテンツ C_i は1つ交換コンテンツ C_j を選択する
 C_j は、 C_i, C_j 間での所有者ユーザーの共通数に応じた確率で選択する(共通所有者ユーザー数が多い程選択されやすい),
 - 2) コンテンツ C_i, C_j を所有するユーザー群のうちから 2 ユーザー U_1, U_2 をランダムに選択する,
 - 3) U_1, U_2 間でコンテンツ C_i, C_j が交換されたと思なし、 C_i, C_j 間のリンクおよび C_i, C_j から U_1, U_2 へのそれぞれのリンクを生成する。
 - 4) コンテンツ交換後に、他コンテンツに対して間接効果(後述)を適用する。それにより、交換対象以外のコンテンツのリンクの変化が発生する。
- 以上を指定日数分繰り返す。

2.4 コンテンツ交換の間接効果

本節では、コンテンツ交換で発生する効果について述べる。

(1) 便乗効果

本効果は、コンテンツ C_i, C_j を交換したユーザー U_1, U_2 の隣接に居るユーザーが C_i, C_j を所有したいと思う現象を再現する。従って、 C_i, C_j の所有者ユーザーリンクに U_1, U_2 の隣接ユーザーをランダムに選択し追加する。その際 C_i, C_j のコンテンツ間リンク数の多さに応じた確率で処理を実行する。これは、人気のあるコンテンツ程ユーザーを呼ぶ現象を再現している。

(2) 波及効果

本効果は、よく情報をやりとりするユーザ同士は、他の関連情報もやりとりするようになる効果を再現する。従って、ユーザ U_1, U_2 間でのコンテンツ交換数が全ユーザ間のコンテンツ交換数の平均以上であれば、コンテンツの隣接コンテンツの所有ユーザリンクにも U_1, U_2 を追加する。

2.5 リンク数の制御

一般に情報交換では、一定期間での情報数および相手数は無限に増加せず、ある値に収束する。従って本モデルでは、指定された期間でコンテンツ間のリンク数が収束するようにある確率でランダムにリンクを削除する¹。削除する確率 γ は以下の式で計算される；

$$\frac{dE(t)}{dt} \cong b \cdot N \cdot \left(1 - \frac{E(t)}{N C_2}\right) - \gamma \cdot E(t) \quad (1)$$

- E(t) 時刻 t の総エッジ数
- N 総ノード数
- b ノードがエッジを増やす確率
- γ エッジを削除する確率

3. 実験

3.1 実験環境

本 ABS を、コンテンツ数 128、ユーザ数 1024 で 30 日間実行した。初期時コンテンツ間リンクおよびユーザリンクはランダム、コンテンツを所有するユーザ数は全コンテンツ共通で 128 とした。また、2.5 で述べたエッジ削除確率 γ は、式(1)に従って計算し、エッジ生成確率 b が 1 に対し、0.1 とした。以上の環境で実験を行い、最終的に所有ユーザ数が多かつコンテンツ間でのリンク数が多い「ハブコンテンツ」を抽出し、それらが出現する要因を見た。

3.2 実験結果

(1) ハブコンテンツの特定

まず、実行後のコンテンツ毎の所有ユーザ数とコンテンツ間リンク数を求めた。図 2 に値を掲載する。ID13 のコンテンツはどちらの値も高く「ハブコンテンツ」と言える。両値の相関係数は 0.58 であり、検定結果相関ありと判断された (1% の有意水準)。

(2) 間接効果の影響

次に、2.4 で述べた間接効果の影響を計るため、コンテンツ毎に波及効果、便乗効果のそれぞれ対象とされた回数と、「所有ユーザ数とコンテンツ間リンク数の和」との相関を見た。相関係数はそれぞれ 0.98, 0.40 であり共に検定結果相関ありと判断された (有意水準 1%)。従ってハブとなるコンテンツはそれ自身の交換回数と共に、間接効果が影響していると言える。

(3) 再現性

本実験を 10 回実行し、コンテンツ毎の実行後のコンテンツ毎の所有ユーザ数とコンテンツ間リンク数が同一傾向になること、1位と 2 位のコンテンツの値の差が他の順位間での差と比べ最大であることを確認した。

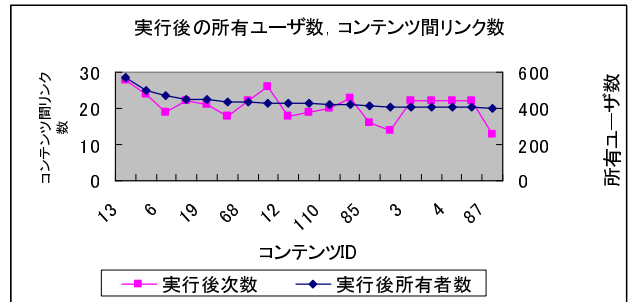


図 2 コンテンツ所有ユーザ数とリンク数

4. 考察

初期段階で所有ユーザの類似度が高くコンテンツ交換相手に選択されたコンテンツは、コンテンツ間リンク数が増加すると共に所有ユーザ数が増加する。従って間接効果の対象となりやすく、さらに両者の値を増加させることになり、「ハブコンテンツ」となる。

一日の処理で当該コンテンツがユーザ間で交換されることを“active”なアクセス、間接効果により結果的に他コンテンツやユーザとのリンクが生成されることを“passive”なアクセスと定義し、両者の時系列変化を見た。図 3 に、時系列な両者の和、差を示す。図から、実行開始直後は差、和ともに差がないのに対し、時間経過につれ差が広がって行くのがわかる。これにより、「ハブコンテンツ」が出現する。

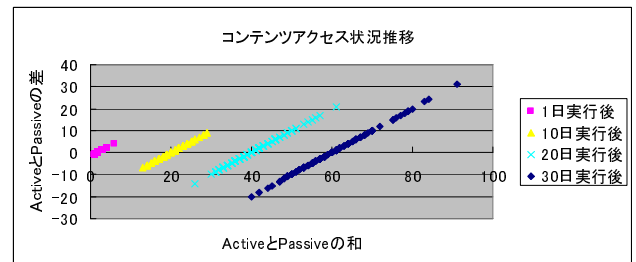


図 3 コンテンツアクセス状況

5. まとめ

本論文では、エージェントベースシミュレーション (ABS) を用いてユーザ間の情報 (コンテンツ) 流通をシステム上に構築し、ハブとなるコンテンツの出現要因を調査した。ハブ出現のメカニズムに焦点を当てるため、今回の実験では初期条件であるコンテンツ間のリンク数や所有ユーザ数は全てのコンテンツで同一とした。このような実験は仮想社会でしか行えず、ABS でのみ実行できる実験である。本論文を通して、解析が難しい情報流通の分析での ABS の有効活用例を示した。

今後、本 ABS 上で条件を変えた環境での実行を行い、ユーザ間ネットワークの差による影響 (リンクがランダムではなくスケールフリーネットワーク [Barabasi 99] など) を計測する予定である。

参考文献

[Farrell 98] Farrell, W.: How Hits Happen: Forecasting Predictability in a Chaotic Marketplace, Harperbusiness, 1998.
 [Barabasi 99] Barabasi, A.L, Albert, R, Jeong, H.: Mean-field theory for scale-free random networks, Physica A, 272, pp.173-187, 1999.

¹ これは交換するコンテンツが増える分、いくつかのコンテンツは忘れられる現象を再現している。しかしながら、2.3 節で述べた交換コンテンツの選択条件から、それまでの交換数が多いコンテンツ間のリンクはすぐに復活する。