

## 分散協調型コミュニティ形成システム - スピーチバルーン

齊藤隆之 1)、安齋利洋、中村理恵子、村崎達哉 2)

1) デジタル・ビジョン・ラボラトリーズ

2) コバルト

スピーチバルーンは、各ユーザが送信した任意のメッセージを回送しあい、キーワード比較などのメッセージの類似度判定により自律的にコミュニティを形成するシステムである。そのシステムは、特定のサーバーに依存することなく、各ユーザが所有する一般のネットワークノードが相互に接続しあい、分散協調的にネットワークに広がったシステムを構成して機能する。そこでは、システム全体がより安定化するようにノード間の接続を動的に組替える機構をもつ。

## Distributed Collaborative System for Network Community - SpeechBalloon

Takayuki Saito 1), Toshihiro Anzai, Rieko Nakamura, Tatsuya Murazaki 2)

1) Digital Vision Laboratories

2) Cobalt

The SpeechBalloon is a system for generating network communities autonomously. In the system, messages that network users send out are transferred among network nodes, and they are processed by keyword matching feature. The system does not depend on server node. Network nodes, which users own are connected with each other, and form a distributed collaborative system spread over the network. The connection topology of the system are changed dynamically and autonomously in order to maintain the stability of the system.

### 背景

コミュニティの場形成における課題：ネットワークコミュニティの形成と活動を支援・媒介するシステムとして、掲示板、会議室、メイリングリスト、ネットニュースなど、様々なシステムが利用され発展してきている。これら従来のシステムの多くは、情報をサーバーに集約して蓄積・処理することと、情報交換の場の生成・維持・消滅を特定の運営者に委ねることによって実現してきた。会議室型システムは、そのようなサーバー管理集約型の典型である。ネットニュースは分散制御による情報配送系をもっているが、ニュースグループの開設と廃止は特定の運営者に委ねられている。いずれのシステムの場合も、コミュニティの潜在的メンバーは既存の会議室やニュースグループの中から議論もしくは情報交換に適した場を探し出す。このような半固定的な場を提供する方式は、テーマが明確でありその寿命が長い場合には有効であるが、テーマが発散的に多様化しすみやかに遷移する状況においては最適とはいえない。そこでは、潜在的メンバーが放つメッセージ（言語的および非言語的）によってコミュニティの場を動的に形成するシステムが要求される。

**コンピューティングアーキテクチャの変化：** 従来、ネットワークサービスは WWW に代表されるようにそのほとんどがクライアントサーバー (C/S) 型アーキテクチャに則って実現されてきた。C/S 型アーキテクチャは、情報管理や課金などのサービス提供者側の課題に対しては解決策を与えてくれるが、サーバーに対して処理能力、信頼性、可用性などの要求が集中するという課題を抱えている。一方、私たちの身の回りにはネットワーク接続されたコンピューティングデバイスが遍く存在しはじめており、ネットワークインフラの発展とあいまって、これらのコンピューティングデバイスが水平的に直接連携しあうことによって機能する分散アプリケーションも現実のものとなりつつある。そこでは、特定のサービス提供者やサーバーに依存する必要がない。

**スピーチバルーン：** 私たちは、特定のサービス提供者やサーバーに依存しないでコミュニティを柔軟かつ動的に形成するシステム「スピーチバルーン」を設計し、プロトタイピングを進めてきている。このシステムでは、さまざまなメッセージがネットワーク上で邂逅し、関連の強いメッセージ同士が自律的に結び付けられていくことによって未知の人々同士を結び付けコミュニティを形成する。バルーン (balloon) とは漫画中の人物の口から出た言葉を示す風船形の輪郭 (吹き出し) のことであり、人々が思い々に発言するメッセージがネットワーク上を風船や気球のように浮遊することを連想させる言葉として選択した。バルーンはメッセージとその属性情報を内包する。メッセージとしては、キーワード、詩文、文章などの言語的表現だけではなく、色などの非言語的表現の内容もある。メッセージを託されて放たれたバルーンは、ネットワーク上を回遊し他のバルーンと邂逅する。お互いのバルーンが運んできたメッセージに相関が強いばあいには、バルーン同士はリンクを張る。こうして、バルーンのクラスターが形成されてゆく。このクラスターは、バルーンの発信者のコミュニティに対応づけることができる。クラスターのサイズ (バルーン数) がある閾値に達した時、バルーンに属性情報として設定されていたサービスをバルーン発信者をメンバーとして起動し、コミュニケーションを支援する。

## 設計

**指針と要件：** スピーチバルーンでは、分散した対等なコンピューティングデバイス (ネットワークノード) 同士が、サーバーを介することなく直接協調しあい、柔軟なアプリケーションレベルのネットワークを自律的に構成する必要がある。そして、このネットワークの上で、人々がバルーンと呼ばれるメッセージオブジェクトを交換し合う。つまり、情報は C/S 型のシステムとは異なり、ネットワーク全体に分散して存在している。したがって、分散システムの本質である同一時刻においてシステム全体の状況を把握することはできないという性質を前提としなければならない。また、個々のノードは、サーバーと異なり常に稼動しているとは限らず、機能停止や障害が容易に起こりうる。こうした障害や正確な情報が欠落した状態を含みながらも、システムが破綻することなく機能しなければならない。

**システム構成：** スピーチバルーンは、ノード群にまたがって構成されるプラットフォーム的ネットワークであるハーバーネットワークと、このプラットフォームの中を回遊してクラスターを形

成するバルーンと、バルーンクラスターによって形成されたコミュニティに対するサービスアプリケーションの3層で構成される(図1)。

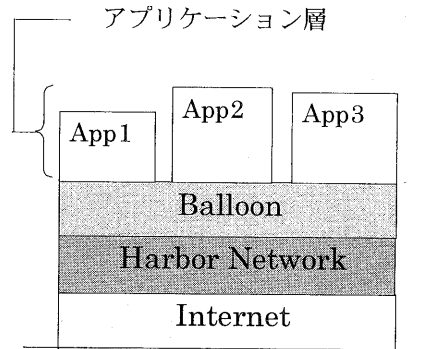


図1 システムの階層構成

ハーバーネットワーク: スピーチバルーンに参加するノードは、ハーバー(気球が停泊する場所)と呼ぶ機能を稼動させる。ハーバーは、他のノードのハーバーと接続する。ハーバーが他のハーバーと接続できる腕の本数は3以上とした。腕の本数が2の場合は1次元のネットワークしか構成できないが、3以上の場合は多様性に富むネットワークを構成できる(図2)。このハーバーネットワークが、スピーチバルーンシステムのプラットフォームとして機能する。ハーバーネットワークの主な機能は、バルーンを回遊させるための伝達機能と、ハーバーの名前から参照を検索するなどのディレクトリサービスを提供することである。

ディレクトリサービスを特定のサーバーを設けずに実現するために、各ハーバーが登録情報(検索キーと値の組)を分散してかつ重複してもち、すべてのハーバーが協調して検索要求を処理するようにした。あるハーバーで発生した検索要求がそこでは解決できないばあいには、この検索要求を近傍のハーバーに伝播させる。そこでは、登録情報の分散配置と検索要求の伝播の、ハーバーネットワーク中での方向性の基準が必要である。

一方、個々のハーバーは一般のノードで稼動しているため、高い頻度で機能を停止することがありうる。あるハーバーの機能停止によってハーバーネットワークが分断される確率を小さくするためには、機能停止頻度が少ない安定なハーバーが中央に集まり、不安定なハーバーがその周辺部に接続されたネ

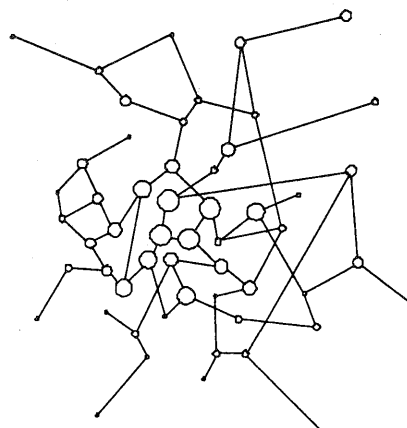


図2 ハーバーネットワーク

ネットワークが適している。サーバーがこのような配置になっていれば、登録情報の分散配置と検索要求の伝播については、より安定度の高いサーバーが集まっている中央への指向性をもたせて行うことができる。つまり、登録情報がサーバーネットワークの寿命の長い部分に存在しやすい傾向をつくり、また、検索要求も同じ部分へ向けて伝播しやすい傾向をつくることにより、検索要求の解決がされる確率を向上させる。

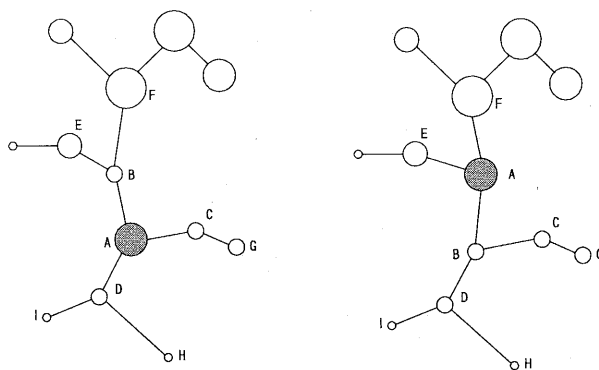


図3 サーバー間の接続の組替え

以上のような安定度の分布をもったサーバーネットワークを、任意の安定度の分布状態から構成するために、サーバー間の接続を動的に組替える機構をもたせた(図3)。この機構は、近傍のサーバーネットワークの安定度の配置についての評価関数を持ち、周囲のサーバーから取得した近傍のサーバーの安定度と接続情報から、接続を組替えるべきサーバーを検索する。

このサーバーの安定度  $S$  はコンデンサの充放電のアナロジーにもとづき次式にしたがって挙動するものとした。

$$S(t) = S(\infty) + (S(0) - S(\infty)) * (\exp(-t/T))$$

サーバーが生成され機能を開始した場合は、初期値  $S(0)=0$  であり、 $S(\infty)=1$  に向けて漸近する(充電)。機能を停止した場合には停止時刻における  $S$  を記憶しておく。機能を停止していたサーバー

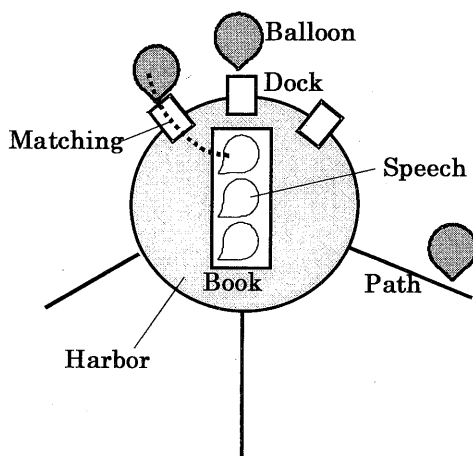


図4 サーバーの機能

が復活すると、まず記憶しておいた停止時刻における  $S$  を初期値  $S(0)$ 、 $S(\infty)=0$  として新しい初期値  $S(0)$  を求める (放電)。この新しい  $S(0)$  を初期値とし、 $S(\infty)=1$  として  $S$  を更新する (充電)。 $T$  は時定数である。

**バルーン**：バルーンは、ハーバーネットワーク上を移動してメッセージを伝播させるオブジェクトであり、XML ベースの言語によって記述する。バルーンは、生成場所であるハーバーの参照、作成者のメールアドレスや生成日時をはじめクラスターサイズの閾値と起動するアプリケーションなどを記述した属性情報部、メッセージ本体、キーワード、ハーバーネットワークを回遊するための制御情報を記述するための構造をもつ。バルーンには言語的メッセージのほか非言語的メッセージとして「色」を持たすことができる。色の類似度は、RGB 空間上の距離で評価する。色のほかにもさまざまな非言語的メッセージが考案可能であると考えられ、XML ベースの記述によってこうした拡張に柔軟に対応できる。将来的には、メッセージの類似度の評価方法を記述できるようにすることも考えている。

バルーンは回遊する時、まず母港としてのハーバーを決めてから、回遊にはいる (図5)。この母港となるハーバーをキャンプと呼ぶ。キャンプは安定度の高いハーバーから自動的に選択する。バルーンはキャンプに自分の所在地 (停泊しているハーバー) を定期的に通知する。キャンプは、複数設定することができる。これによって、バルーンが生成されたハーバーが機能を停止していても、キャンプに情報が保持されている。バルーンの発信者は、自分のハーバーを復活させた後、キャンプに情報を取得しに行くことによって、自分が発信したバルーンを追跡することが可能である。

ハーバーがバルーンを受信すると、そのバルーンの内容をハーバーが内蔵するデータベース (ブック) に登録する (図4)。それと同時にそこに記憶されている他のバルーンの内容と比較して、類似性の高いバルーンを発見すると、そのバルーンのキャンプの参照を用いてリンクを生成する。リンクの生成はキャンプに通知される。

バルーンの属性として、寿命がある。ハーバーは、受信したバルーンが寿命に達していると、つぎのハーバーへの送出手をせずに消滅させる。寿命は、メッセージの内容に応じて発信者が設定できる。

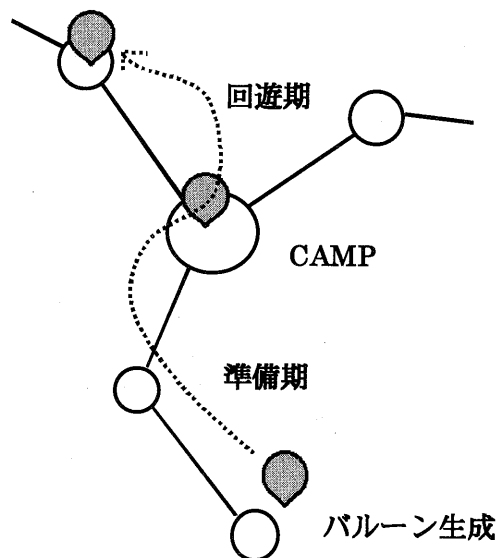


図5 バルーンの回遊

## 実装

上述の設計にもとづいて現在、プロトタイプを開発中である。このプロトタイプは、(株)デジタル・ビジョン・ラボラトリーズが開発している大域計算プラットフォーム GCP(Global Computation Platform)の上で Java を用いて開発している。ハーバーは分散オブジェクトとして実装し、バルーンの送受信も含めてハーバー間のあらゆる通信にはメッセージパッシングを用いている。

ユーザーインターフェースとして、バルーンのオーサリング機能、ハーバーネットワークの接続関係図の表示機能、バルーン間リンクの表示機能、ハーバー内に蓄えられたメッセージを表示する機能などがある。

アプリケーションとしては、チャット、メイリングリスト機能などを組み込み中である。

## 応用

バルーンのメッセージは、ネットワーク上のすべてのユーザーから見えるものではなく、バルーンが通過したハーバーの所有者もしくはリンクを張ったバルーンの所有者からしか見ることができないし、その存在すらわからない。バルーンがハーバーを通過するのは、確率的な事象である。したがって、ユーザーとしては、どのようなメッセージでより多くのバルーンとリンクを張ることができるかといった戦略を立てることで楽しむこともできる。この確率的な側面は、サービス事業者が活用することもできる。たとえば、プレゼントの抽選に応用したりすることが考えられる。また、たとえば視聴者参加型のTV番組における視聴者と司会者とからなるコミュニティをメンバー数を限定して形成したい場合などに応用可能である。バルーンの回遊という同報型とは異なる性質を利用して、コミュニティの価値を向上させることができると考えられる。

## まとめ

スピーチバルーンは、C/S 型とは異なる分散協調型のアーキテクチャで、一般ユーザが所有するPCなどのネットワークノードを相互に接続して、メッセージを不特定多数のユーザとの間で回遊させる。そのために、ネットワークに広がったシステム全体が安定して機能するように動的に接続関係を組替える手法、またシステム全体に情報を分散して管理する手法など、C/S アーキテクチャとは違った課題を解決しなければならない。スピーチバルーンはまだプロトタイプ開発の途上にあり、本稿で述べた概念と機構は実証を通じて検証しなければならない。現在、このプロトタイプはPCを稼働環境としているが、携帯端末での実現を検討中であり、今後のネットワークと端末のあり方に適用できるシステムにしていく。