

大規模 CVE のための分散型論理ネットワークの提案

中井優志[†] 柴田義孝[†]

[†] 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

1 はじめに

近年, Collaborative Virtual Environment (CVE) と呼ばれるアプリケーションが多数提案されている [1] [2]. これらは仮想三次元空間で多数のユーザがインタラクションを行なうことができるアプリケーションである. 一方で, 高速で常時接続可能なネットワークの普及により, ネットワークを利用するユーザが増加している. これにより CVE の利用者も増加し, より多くのユーザをサポートし, 大規模な仮想三次元空間を提供できる CVE が要求されている.

本稿ではユーザ数に制限を設けない三次元仮想空間をもつ CVE を実現するための論理ネットワークを提案する. 本研究に関連する研究としては二次元トラス上にノードを配置するネットワーク [3] や, voronoi 図を [4] 利用したネットワークが挙げられる. しかし, 前者は仮想空間の状況を反映していない. 後者は位置情報を用いているが, 偏った位置情報によって構成される空間において過剰なトラフィックが発生することがある.

本研究ではスケーラブルな CVE の構築を目的としたネットワークを提案する. これは仮想空間に存在するオブジェクトの位置情報に基づいた論理ネットワークである. 加えて, 提案する論理ネットワークを複数接続することにより, 偏った位置情報によって構成される空間においても, 過剰なトラフィックを発生させることなく表現が可能となる.

2 システム概要

本稿では CVE アプリケーションの大規模化を実現するための論理ネットワークの概要について述べる.

提案手法は CVE アプリケーションのインフラネットワークとして利用することを想定しており, 特徴として CVE における位置情報を基準として用いるという点が挙げられる. 図 1 にシステムのアーキテクチャを示す. 提案手法は図 1 内の Overlay Network Layer において実現される. 本手法は位置情報を基準としたネットワークであり, Overlay Network Layer では上位アプリケーションに対して上記のネットワークを構築, 利用する機能を提供する.

3 位置を基準としたネットワーク

提案するネットワークは CVE アプリケーションにおける位置情報を利用する. 一般的な CVE アプリケーションにおいては位置情報を基準としてユーザへの情報提供が行なわれ, 描画を行なう際には適切な距離間隔でオブジェクトが描画される. また, 利用者は描画されたインターフェイスを利用して他のユーザやコンピュータとインタラクションを行なうため, 近接するものとのインタラクションが大半を占めると考えられる. このため, CVE アプリケーションにおける位置情報を基にして論理ネットワークを構築することにより, ネットワークにおける通信が効率的なものとなることが期待できる.

Proposing Logical Distributed Network for Large Scale CVE

Yushi Nakai[†], Yoshitaka Shibata[†]

[†] Graduate School of Software and Information Science

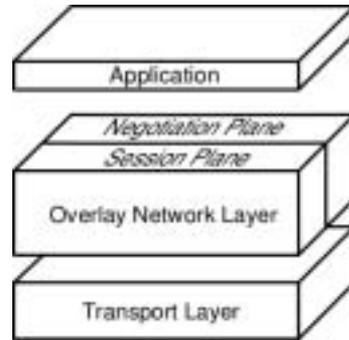


図 1: システムアーキテクチャ

この考えを基にしたネットワークを図 2 に示す. このネッ

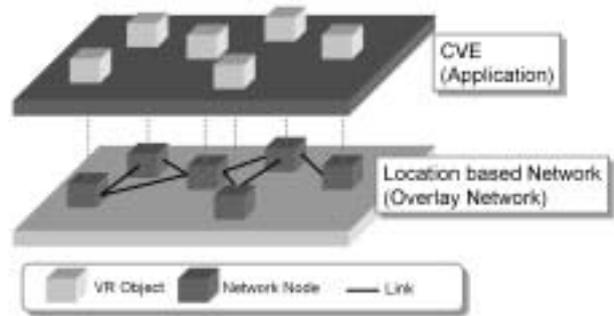


図 2: 位置を基準としたネットワーク

トワークでは CVE アプリケーションに存在するオブジェクトの位置に対応したノードが生成される. 生成されたノードが互いに近接するもの同士でリンクすることによって論理ネットワークを形成する. リンクを行なう基準としては方向と距離を用いる. ここで用いる方向とは図 3 で表現する三次元座標空間内の, $+x, -x, +y, -y, +z, -z$ で表される 6 方向を定義する.

ノードはこれら各方向にリンクをもち, かつ距離が近いノードとリンクを行なう. このとき, 各方向のリンクに制限は設けず, ネットワークの冗長性を高めるために複数のリンクをもつことも可能なものとする.

ノード間の通信はリンクを通して行うものとするが, アプリケーションにおいてはリンクをもたないノードとの通信も必要となる. このような通信を実現するために, ネットワークにおけるメッセージのルーティングを可能とする. ネットワーク上の各ノードには識別子を設け, 目標地点の位置座標とのペアによって目的地を決定する. 各ノードは目標地点に向けメッセージをリレーし, その都度識別子を確認し, 一致した時点でメッセージの到達とする.

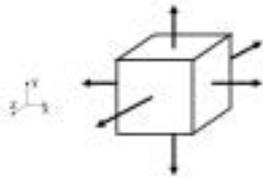


図 3: 論理ネットワークの方向

4 論理ネットワークの相互接続

提案手法は、ネットワークの構築に位置情報を用いているため、密な状態を表現する際にトラフィックが増大すると考えられる。このような状況に対応する為に、複数のネットワークを構築し、それらを相互に接続することを可能とする。相互接続のために、複数のネットワークをまたぐブリッジの機能をもつノードを定義する。(図 4) ブリッジの機能をもつノードは、所属するネットワーク毎に位置情報を持ち、ネットワーク間の窓口となる。あるノードが、ネットワーク外のノードと通信を行なう場合にはブリッジとなるノードを介しての通信が可能となる。また、あるノードが異なるネットワークへ移動する際もブリッジとなるノードを介することによって移動が可能とする。このようなブリッジ機能によって、密な状態の表現におけるトラフィックの軽減や、ノルマディックな移動が可能となる。

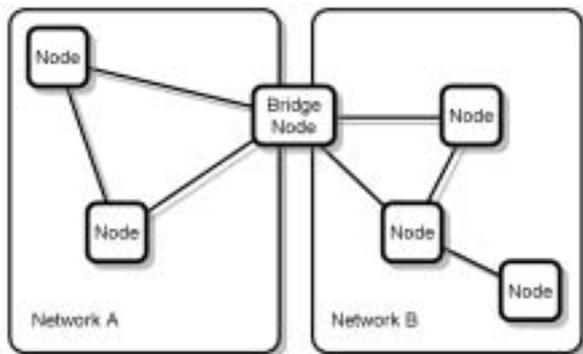


図 4: ネットワークの相互接続

5 CVE アプリケーションでの役割

ここでは、これまでに述べた手法を CVE アプリケーションから利用することについて述べる。提案手法を利用したアプリケーションのアーキテクチャは図 1 となり、提案手法はアーキテクチャ内の Overlay Network Layer として存在する。Overlay Network Layer 内の Negotiation Plane, Session Plane がアプリケーションに対して機能を提供する。Negotiation Plane においては位置情報に基づいたネットワークの構築機能を提供し、Session Plane においてはアプリケーション間の通信機能を提供する。

提案手法におけるノードは CVE アプリケーションに存在するオブジェクトと一対一の対応をするため、アプリケーションは Overlay Network において提供するオブジェクトと同じ数のノードを管理する必要がある。そのため、Overlay Network Layer において複数のノードが存在することが可能である。

アプリケーションは提案手法を用いることによってオブジェクト単位での通信が可能となり、各オブジェクトが位置情報に基づいた効率的な通信が可能となる。

6 プロトタイプシステム

プロトタイプシステムとして、本手法を利用したミドルウェアを現在開発中である。プロトタイプシステムではアプリケーションに対して以下の機能を提供する。

- ネットワーク構築機能
提案手法を用いた論理ネットワークを構築する機能を提供する。
- ノード検索機能
条件に一致するノードの探索を行なう機能を提供する。
- データ通信機能
アプリケーションにおけるノード間でのデータ通信機能を提供する。

プロトタイプシステムを利用してネットワークを構築した様子を図 5 に示す。図中の立方体が提案手法におけるノード、線分がリンクを表すものとし、提案するネットワークの可視化を行なっている。これにより提案手法を用いたネットワークの構築が確認できた。

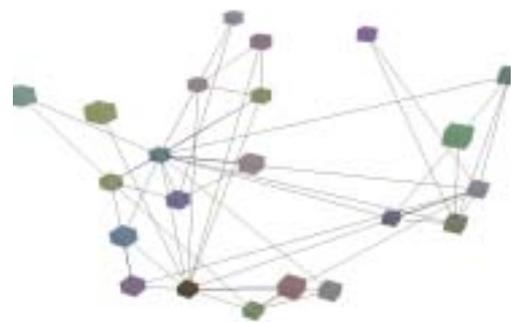


図 5: 提案手法の可視化

7 まとめ

本稿ではユーザ数に制限をもたない三次元仮想空間をもつ CVE を実現するための論理ネットワークの提案を行なった。本手法を用いることにより、スケーラブルな CVE を実現することが可能となる。提案手法を用いたミドルウェアを開発中であり、他の論理ネットワーク構築手法との比較評価を予定している。

参考文献

- [1] C.Greenhalgh, J.Purbrick, and D.Showdon. Inside massive-3:Flexible support for data consistency and world structuring. *ACM CVE'00*,2002
- [2] Kurt Saar. Virtus: a collaborative multi-user platform. *Proceedings of the forth symposium on Virtual reality modeling language*, 1999.
- [3] Joaquin KELLER, Gwendal SIMON. "Solipsis: A MassivelyMulti-Participant Virtual World". at *PDPTA '03*, 2003.
- [4] Shun-Yun Hu and Guan-Ming Liao. Scalable peer-to-peer networked virtual environment. *NetGames '04: Proceedings of 3rd ACM SIGCOMM workshop on Network and system support for games*, 2004