

P2P型複製オブジェクト環境における端末の中途参加プロトコルの提案

A Synchronization Protocol for Participating Terminals
on P2P-based Replicated Object Environment吉田 英人[†]
Hideto Yoshida鈴木 悟[‡]
Satoru Suzumoto高田 秀志[†]
Hideyuki Takada

1. はじめに

近年、コンピュータを介した協調作業支援の必要性はますます高まっている。協調作業を実現するためには、複数のユーザが異なるアプリケーションの画面や操作などを共有する仕組みが必要である。アプリケーションの画面や操作の共有を実現するための仕組みの一つに“P2P型複製オブジェクト環境”がある。

我々は、P2P型複製オブジェクト環境の一つとして、Javaによるリアルタイムな協調作業支援システムの開発支援を目的としたフレームワーク“CUBE”[1]の開発を行っている。CUBEの実現するP2P型複製オブジェクト環境では、協調作業グループに参加する各端末がオブジェクトの複製を保持している。CUBEでは、各端末が保持するオブジェクトの複製を複製オブジェクトと呼び、各端末はそれらの複製オブジェクトのふるまいを同期することによって共有されているオブジェクトの状態を同一に保つ。このP2P型複製オブジェクト環境において、ある端末が中途参加を行う場合を考えると、Zero Configuration[2]の考え方にもあるように、協調作業を行っているグループに関する事前の知識を必要としないようにすることが望ましい。したがって、中途参加端末が参加することが可能なグループを発見し、そのグループで複製されているオブジェクトを取得できるようにする仕組みが必要である。

本稿では、P2P型複製オブジェクト環境において、中途参加端末が協調作業グループを発見し、グループ内のオブジェクトを取得することで、端末の中途参加を可能とするプロトコルを提案する。

2. P2P型複製オブジェクト環境

P2P型複製オブジェクト環境では、各端末に複製オブジェクトが配置されており、複製オブジェクトはオブジェクトIDによって一意に識別される。CUBEでは、このオブジェクトIDを使用してオブジェクトのふるまいを同期している。CUBEでは、オブジェクトのふるまいの同期を実現する機能を“オブジェクトミラーリング”と呼んでいる。オブジェクトミラーリングでは、グループのある端末上で複製オブジェクトのメソッドが呼び出されると、そのメソッド呼び出しがグループに参加している他端末に通知され、他端末上でも同じメソッドが実行されることにより、すべての端末上の複製オブジェクトの状態が同一に保たれる。また、グループのある端末上で新たな複製オブジェクトが生成された時には、生成されたオブジェクトにはオブジェクトIDが付与され、グループに参加している他端末にオブジェクトの生成が通

知される。これにより、他端末上でも同じオブジェクトIDを持つ複製オブジェクトが生成される。

P2P型複製オブジェクト環境においては、先に述べたように、ある端末がグループに中途参加するときに、端末はグループに関する事前知識を必要としないようにすることが望ましい。そのため、端末の中途参加のためには、参加可能なグループを発見し、そのグループ内で複製されているオブジェクトを取得する仕組みが必要である。

具体的に、端末がグループに中途参加する時の概念を図1に示す。中途参加端末は、まず参加先のグループを発見し、そのあと、グループ内で保持されている複製オブジェクトと同じオブジェクトIDの複製オブジェクトを取得することで中途参加を行う。

次節では、端末の中途参加のために、端末がグループを発見し、グループ内で保持されている複製オブジェクトのオブジェクトIDを取得し、グループ内の複製オブジェクトの状態と同一に保つためのプロトコルについて述べる。

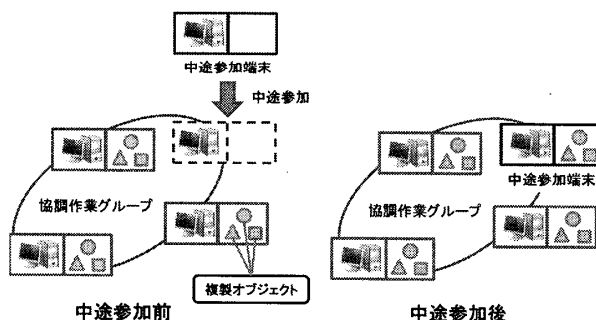


図1: 中途参加の概念図

3. P2P型複製オブジェクト環境での中途参加プロトコル

本節では、P2P型複製オブジェクト環境での端末の中途参加プロトコルを説明する。前提として、グループに参加している全ての端末の中からあらかじめ、代表端末を決定しておく。グループと中途参加端末の参加のための情報のやり取りは、代表端末と中途参加端末との対一通信によって行うこととする。

3.1 中途参加の流れ

中途参加プロトコルとして、大きく分けて3つの手順がある。以下に、中途参加端末がグループへ中途参加を行う手順を示す。

[†]立命館大学 情報理工学部[‡]立命館大学大学院 理工学研究科

1. グループの発見

まず、中途参加を行う端末は、現在ネットワーク上に存在する協調作業グループを発見する。その後、発見したグループの中から中途参加するグループを決定する。

2. 複製オブジェクトの探索及びオブジェクトIDの取得

次に、中途参加対象のグループ内で複製されているオブジェクトのうち、協調作業への参加に必要な複製オブジェクトの名前を指定し、該当する複製オブジェクトのオブジェクトIDを取得する。

3. 複製オブジェクトの同期

最後に、中途参加端末は手順2で取得したオブジェクトIDをもとに、複製オブジェクトの状態を直接複製や間接複製によるオブジェクトの同期手法 [3] を用いて同期する。

本稿では、上記のような中途参加プロトコルのうち、協調作業グループを発見する手法と、協調作業グループ内の複製オブジェクトの探索及びオブジェクトIDを取得する手法について述べる。

3.2 グループ発見

1節で述べたように、ネットワーク上には複数のグループが存在することが可能である。したがって中途参加端末はネットワーク上に存在するグループを発見した上で参加先のグループを決定しなければならない。CUBEでは、ネットワーク上のグループの区別をマルチキャストアドレスで行っているため、各グループのマルチキャストアドレスを取得することでグループ発見を行う。

中途参加端末(Pとする)のグループ発見の手順を図2を用いて説明する。まず、中途参加端末Pは、グループ発見要求を同一ネットワーク上にブロードキャストで送信する。次に、同一ネットワーク上で協調作業を行っている各グループの代表端末は受信したグループ発見要求への応答として、代表端末が参加しているグループの通信情報であるマルチキャストアドレスをユニキャストで中途参加端末Pに対して送信する。これにより、中途参加端末がネットワーク上に存在するグループを発見することができる。

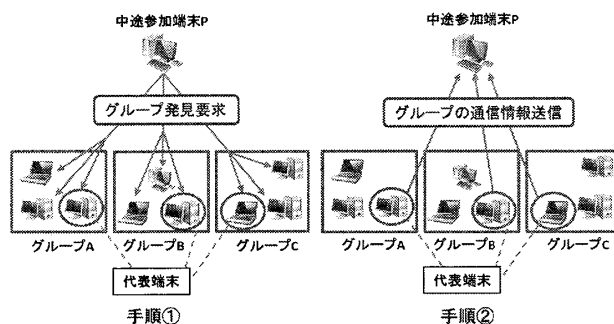


図2: グループ発見の手順

3.3 複製オブジェクトの探索

中途参加を行う端末は、アプリケーションで協調作業を行う上で必要な任意の複製オブジェクトの状態の取得

を行えばよい。そこで、複製オブジェクトの名前を指定することにより、グループ内の複製オブジェクトのオブジェクトIDを探索する。オブジェクトIDの探索はオブジェクトの名前をもとに代表端末が行い、探索結果を中途参加端末に送信する。そのため、中途参加端末は任意の複製オブジェクトの名前と複製オブジェクトの探索要求をグループの代表端末に送信することで、該当する複製オブジェクトのオブジェクトIDを得ることができる。

このようなことが可能となるインタフェースをアプリケーション開発者に提供することで、アプリケーション開発者が、あらかじめ、協調作業に必要な複製オブジェクトを指定しておくことができるようになる。更に、アプリケーション開発者がそのインタフェースを利用し、ユーザに対して、アプリケーション上で複製オブジェクトの名前を入力するUIを提供することで、ユーザが必要とする複製オブジェクトを取得することも可能になる。

4. 適用例

本手法の適用例として、我々が開発している初等教育向けの協調学習環境“SnowBoy”[4]を考える。SnowBoyでは、複数の児童がそれぞれの端末から共同作業空間に参加し、3次元オブジェクトをリアルタイムに協調創作することができる。このSnowBoyでは、1つの作品を作る上で、児童が複数のグループに分かれて分担して協調創作を行うための共同作業空間を複数作成することが可能である。本手法を適用することで、児童は複数の共有作業空間の中から任意の空間へ出入りし、参加先の空間で協調作業することができるようになる。また、児童が協調創作を行っているときに、児童の使用している端末で何らかの障害が発生しても、児童は再び共同作業空間に復帰することができるようになるため、有用性が高まると考えられる。

5. おわりに

本稿では、P2P型複製オブジェクト環境における中途参加を実現するプロトコルを提案した。今後は、本手法を適用した協調作業支援アプリケーションを実装し、実際の中途参加にかかる処理時間の計測などを行っていく予定である。

参考文献

- [1] Shogo Noguchi, Hideyuki Takada, “CUBE: A Synchronous Collaborative Applications Platform Based on Replicated Computation”, Precedings of the Fifth International Conference on Collaboration Technologies(CollabTech2009), 2009.
- [2] A. Williams, “Zeroconf Requirements”, IETF Internet Draft, <http://files.zeroconf.org/draft-ietf-zeroconf-reqts-12.txt>
- [3] 鈴木 悟, 櫻打 彬夫, 高田 秀志: “小型情報通信端末による共同作業支援のためのP2P型オブジェクト複製環境”, 第8回情報科学技術フォーラム(FIT2009), pp.333-334(2009)
- [4] 柿内達真, 取越翔太郎, 桜打彬夫, 大東和忠幸, 野口尚吾, 高田秀志: “SnowBoy:教室内でのプログラミング作品共有による共同創作が可能な初等教育向け協調学習支援システム”, 情報処理学会研究報, 2009-GN-72, Vol.2009, No.2, 2009.