

## 複製コンピューティング環境のための先行的アウェアネス機構の実現

Realization of a Proactive Awareness Mechanism  
for Replicated Computing Environment森口 友也<sup>†</sup>  
Yuya Moriguchi柿内 達真<sup>‡</sup>  
Tatsuma Kakiuchi取越 翔太郎<sup>‡</sup>  
Shotaro Torikoshi高田 秀志<sup>†</sup>  
Hideyuki Takada

## 1. はじめに

近年、グループウェアに関する研究が進められている中、同期対面環境では当たり前の情報である、誰が何をしているのかという情報のやり取りが分散環境において欠けているため、アウェアネスに関する研究が注目されるようになった[1]。特に、分散協調作業においては、同期対面環境のような臨場感をユーザに提供するために、アウェアネスを支援する要求が高まっている。

アウェアネス支援の方法は数多くあるが、協調作業を行うグループ内でユーザの操作内容が通知されるのは、操作が開始された後であるものが多い。しかし、リアルタイムな協調作業を支援する場合、このような方法では複数のユーザによる操作の競合を防ぐことが困難である。リアルタイムな分散協調作業をより円滑に行えるようにするためには、操作の対象となるオブジェクトをユーザ間で理解しあう機能が必要である。このため、他のユーザがどのオブジェクトに着目しているかを把握できるようにし、非対面環境での操作の競合を防ぐようなアウェアネスが通知されることが望ましい。本稿では、このようなアウェアネスを先行的アウェアネスと呼び、Javaで構築された協調システム開発基盤 CUBE[2]の複製コンピューティング環境の下で、この先行的アウェアネスを実現するための機構について述べる。

## 2. 先行的アウェアネス

## 2.1 目的

我々は CUBE を利用した初等教育向け協調学習環境“SnowBoy”を開発している[3]。SnowBoyでは、複数の児童が共有ワークスペースに参加し、各自の端末上で3次元オブジェクトをリアルタイムに共同創作することが可能である。児童がこの環境を利用して共同創作を行っている時、グループに所属しているユーザの編集しようとした3次元オブジェクトが、グループ内の他のユーザによって突然削除されたり、オブジェクトの色が突然変更されたりして、ユーザは予期しない突然の操作に驚いてしまうという問題が起こる。これは、ユーザ同士が何をしようとしているのかをお互いに知ることができないことに起因する。このような問題を解決するためには、リアルタイムな分散協調作業を促進する先行的アウェアネスが必要であると考えられる。

## 2.2 複製コンピューティング環境におけるアウェアネス機構

リアルタイムな分散協調作業においてアウェアネスを提供する方法に、マネージャを使用する方法がある。マネージャは各端末上に存在し、監視対象となるオブジェ

クトから状態を収集し、状態変化が検出されたとき、それをアウェアネス情報として他のマネージャに通知する。オブジェクトの状態とは、ユーザからの着目状況を示すものである。この方法では、マネージャがすべてのオブジェクトの状態を収集し、状態変化を監視し、ユーザへの通知を行う必要がある。

一方で、CUBEには複製コンピューティングの機構として、グループに所属する端末間で、オブジェクトのふるまいを同期する機能(以降、ふるまい同期機能と呼ぶ)がある。この機能を使うと、オブジェクトの状態変化を検出し、それを他のユーザに通知する処理をオブジェクト自身に委譲することが可能となる。これにより、マネージャはすべてのオブジェクトの状態変化を監視する必要がなくなる。

## 3. 先行的アウェアネス機構

## 3.1 先行的アウェアネス機構の構成

図1に、先行的アウェアネスを実現するための機構を示す。アウェアネスを通知するオブジェクトはアウェアネスインタフェースをインプリメントすることで、ユーザから着目されているかどうかの状態を判断し、状態変化を起こすことが可能となる。アウェアネスインタフェースはルール判定、状態変化、GUIへの反映の3つのメソッドをもつ。

アウェアネスマネージャは、オブジェクトにルール判定を実行するよう一定時間ごとに呼びかける。また、ルール判定により状態変化が発生すると、CUBEのふるまい同期機能によって、オブジェクトの状態変化がアウェアネス情報としてユーザに通知される。

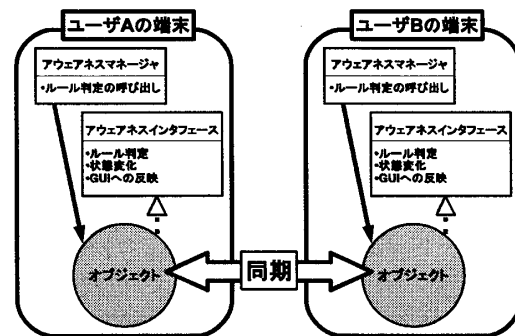


図1: 先行的アウェアネス実現のための機構

## 3.2 アウェアネスインタフェースの実装

アウェアネスインタフェースの3つのメソッドは、以下のような処理を行う。

<sup>†</sup>立命館大学 情報理工学部<sup>‡</sup>立命館大学大学院 理工学研究科

- ルール判定  
ユーザがオブジェクトに操作を働きかける場合、操作するオブジェクトに着目していることが前提と考えられる。このメソッドは、オブジェクトがユーザに着目されているかどうかを判定する。
- 状態変化  
オブジェクトの状態とはユーザに着目されている、または着目されていないという状況を表すものである。ルール判定によりオブジェクトの状態に変化が見られたとき、オブジェクトを変化後の状態に設定する。
- GUI への表示  
オブジェクトの状態変化が行われたことをユーザのGUIに反映させる。これにより、ユーザはオブジェクトの状態を視覚的に認識できる。

アプリケーション開発者は具体的なルール記述、オブジェクトの状態を変化させる処理、および、GUIへの表示機能をメソッドとして実装する。

#### 4. 適用例

本手法を SnowBoy に適用した場合を考える。開発者によるアウェアネスインタフェースの実装例を表1に示す。児童は SnowBoy 上のオブジェクトを操作するとき、まずは操作したいオブジェクトに対応するタブをクリックする。そのため、児童がタブをクリックしたかどうかを着目状況の判定ルールと見ることができる。しかし、児童がオブジェクトのタブを素早く切替えている場合、オブジェクトに着目していると見なすのは難しい。このことを考慮して、タブをクリックして一定時間が経過したかどうかを判定ルールとする。オブジェクトの状態はユーザIDが設定されているかによって判断する。オブジェクトがあるユーザに着目されている場合は、そのユーザのIDを設定する。着目されていない場合は既に設定されているユーザIDを削除する。GUIへの表示として、ユーザを示すアイコンを用意する。オブジェクトがユーザに着目されているとき、そのユーザのアイコンをオブジェクトの周囲に表示する。

表 1: アウェアネスインタフェースの実装例

メソッド	実装内容
ルール判定	タブをクリックした後一定時間が経過
状態変化	ユーザIDを設定/削除
GUIへの表示	着目しているユーザのアイコンを表示

次に、児童に先行的アウェアネスが通知されるまでの流れを説明する。アウェアネスマネージャからルール判定を呼びかけられたオブジェクトは、児童がそのオブジェクトに対応するタブをクリックして一定時間が経過したかを判定する。ルールを満たす場合、オブジェクトがユーザから着目されたかみなし、そのユーザのIDをオブジェクト自身に付与するとともに、オブジェクト付近にユーザのアイコンを表示する。ユーザIDの設定およびアイコンの表示は CUBE のふるまい同期機能によって、そ

のユーザが所属するグループ内の他のユーザにも通知される。あるオブジェクトから別のオブジェクトに着目が移行したときは、それまでオブジェクトに着目していたユーザのIDをオブジェクトから削除し、そのユーザのアイコンを非表示にする。これにより、どのユーザがどのオブジェクトを操作しようとしているかをユーザ同士で理解することができる。

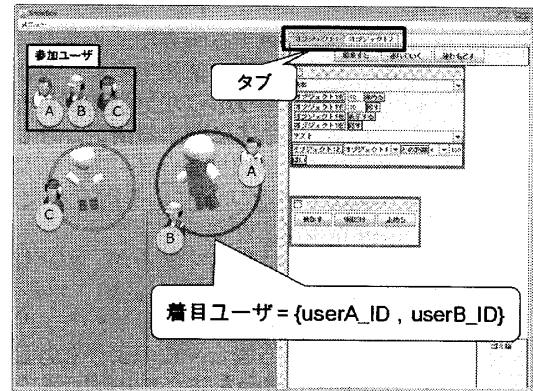


図 2: SnowBoy 上での先行的アウェアネス機構の適用例

#### 5. おわりに

本稿では、先行的アウェアネスを複製コンピューティング環境を利用して実現するための機構を提案した。アウェアネスインタフェースによって、どのユーザに注目されているかをオブジェクト自身が把握し、CUBEの提供するふるまい同期機能によってアウェアネス情報を共有する。先行的アウェアネスを利用することで、ユーザは他のユーザがどのオブジェクトを操作しようとしているかが予期できるようになり、リアルタイムな分散協調作業をより円滑にすることが期待される。

今後は、SnowBoy 上での先行的アウェアネス機構をユーザビリティの観点から検証する。

#### 参考文献

- [1] 國藤進, “GW におけるアウェアネス研究の動向と課題”, 情報処理学会研究報告, Vol.2000, No.26, pp.19-24, 2000.
- [2] 植田亘, 野口尚吾, 高田秀志, “複製計算に基づく協調システム基盤 CUBE の構築と異種端末環境への適用”, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-GN-72, No.1, pp.1-6, 2009.
- [3] 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告, Vol.2009-GN-72, No.2, pp.1-6, 2009.