

仮想世界と現実世界を統合したコミュニケーション支援システム

楠房子 多摩美術大学

杉本雅則 東京大学

橋爪宏達 学術情報センター

概要

本研究では、思考の外化と理解の共有を支援する仮想世界と現実世界を統合したコミュニケーション支援システムについて述べる。筆者らは、学習者コミュニティへの各個人の参加、および他者とのインタラクションによる問題理解と解決が重要であるとし、そのことがコンピュータを用いた協調学習支援 (Computer Supported Collaborative Learning) に有効であるかどうかを検討してきた。また本研究では、ゲーム性を利用することにより、学習の場への参加を学習者に動機付けるとともに、各学習者の意見の外化 (externalization) を通して他者とのインタラクション、議論の活性化を支援することも目的としている。本システムの特徴は、(1) ユーザであることでの参加意識を高めるために、ゲーム性を取り入れていること (2) ボードゲームとコンピュータシミュレーションを連携させることにより、思考の外化と理解の共有を促進し、コミュニケーションを活性化する。小学校において、2 台のボードを用い、本システムの有効性の実験を行なっている。その結果を分析・検討することにより、本システムの有効性について報告する。

Towards the Integration of Physical and Virtual Worlds to Support communication

Fusako Kusunoki Tama Art University

Masanori Sugimoto University of Tokyo

Hiromichi Hashizume National Center for Science Information System

In this paper, we describe a system that integrates physical worlds (physical cities) and virtual worlds (digital cities), and its applications to supporting group learning. We have so far constructed several systems for supporting collaborative learning. One of the aims of CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) is to promote mutual learning through interactions and discussions among learners. Through such externalization, learners can actively collaborate or conflict with each other through discussions. The proposed system integrates a board game and a computer simulation, is used for studying urban planning and environmental problems. Each learner externalizes and represents his/her own ideas on a board game, which allows him/her to actively participate in a learning situation and to share the representations with other learners. The computer simulation calculates and visualizes the status of the city being constructed on the board game, in terms of air pollution, water pollution, etc.. Thirty fifth-grade pupils who had studied environmental problems in school participated in the experiments. The experiments showed that our system is effective for enhancing interactions, activating discussions, and raises learners' engagement.

1. 本研究の目的

近年、学習についての考え方が変わりつつあり、人間は決して一人で学ぶのではなく、互いに学び合う存在であることが指摘されている。この背景には、最近の認知科学や文化人類学の研究における状況論的学習(situated learning)や正統的周辺参加(Legitimate Peripheral Participation)の研究が盛んになったことがあげられる{Lave91}。すなわち、人間はコミュニティに参加し、最初は周辺の立場で学習しながらも、やがては中心的な役割を担っていくという考え方である。したがって、本研究では、学習者コミュニティへの各個人の参加、および他者とのインタラクションによる問題理解と解決が重要であるとし、そのことがコンピュータを用いた協調学習支援(Computer Supported Collaborative Learning)に有効であるかどうかを検証する。また本研究では、ゲーム性を利用することにより、学習の場への参加を学習者に動機付けるとともに、各学習者の意見の外化(externalization)を通して他者とのインタラクション、議論の活性化を支援することも目的としている。

また HCI 研究においては、コンピュータと人間という二元的な系でのインタラクションではなく、人間を取り囲む環境や人工物を含めた系でのインタラクションについて考える研究が盛んになりつつある。この背景には、知識や情報は人間の頭の中にあるのではなく、環境に埋め込まれているのだというアフォーダンス(affordance)の考え方があり、具体的には、身の周りの人工物にコンピュータを埋め込み、その人工物に対して行われる物理的な操作に応じて、我々の取り巻く環境を情動的に拡張するということが行われている。本研究は、ボードゲームとコマで構成される物理世界とコンピュータシミュレーションによって構築される仮想世界とを統合するシステムを構築し、その中で、人間とコンピュータとのインタラクションのあり方についての検討する。

2. 本システムの構成

システムはボードゲームとコンピュータシミュレーションから構成されている。利用者はゲームボードを囲み、コマを自由に配置する。配置されたコマの種類と位置はコンピュータシミュレーションにより自動的に認識され、その配列情報を基にコンピュータシミュレーションが行われる。シミュレーション結果はリアルタイムでプロジェクトなどに投影され、利用者全員に提示される{Kusunoki99}。

2.1 ボードゲーム

ボードは、柵目状の構造になっており、各柵目にコマを置くことが出来る(図1)。この図でのボードおよびコマは、「都市計画と環境問題」についての学習を支援するように設定されている。画面は3つの部分から構成されている。上部分には3次元で未来の街の様子が表示され、左下部分には街のバランス(人口などの3つのバーの釣り合い)が表示され、右下部分にはコマを置くことによって生じるアクションが表示される。左下部分の3つのバーについては、それらの示す値が、互いに近接している場合は、都市としてのバランスはよいが、一つでも飛び抜けて大きい(または小さい)があるとバランスは急速に悪化する、という挙動を示すように設定されている。

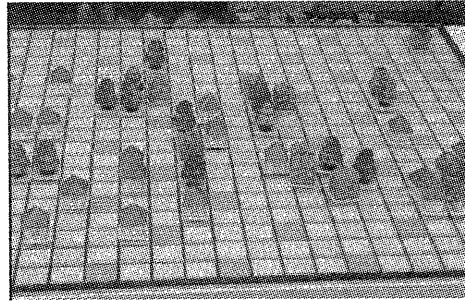


図1. ボード

2.2 物理世界と仮想世界との統合技術

コマの認識には、RFID(Radio Frequency Identification)技術が使われている。各コマには RFID のタグが取り付けられている。一方、ボードの各柵目には、RFID のアンテナが埋め込まれている。アンテナから発生する電磁場内にタグが存在する場合、そのタグの IC に書き込まれているデータを読み取ることができる。

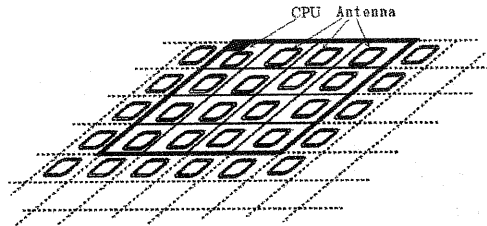


図2.アンテナ

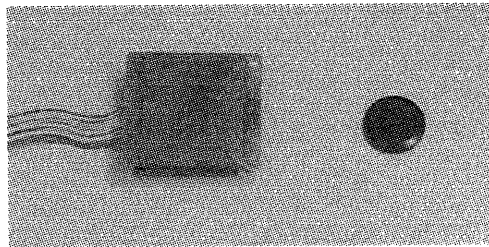


図3. RFID

2.3 ボードの使い方

与えられた課題について学習する際、各学習者はボードゲームを囲み、他者と相互作用しながらコマを配置する。ボード上でのコマを操作を通して、学習者は自らの意見を外化することが可能となる。また、ボード上では他の学習者の意見の外化も行われるので、各学習者の意見を共有する場としても機能する。一方、ボードゲーム上のコマの配置を基に、コンピュータシミュレーションが行われ、その結果は可視化されて学習者に示される。それにより、ボードゲームだけでは分からなかった新たな知識を、学習者は分節、外化できる。ボードゲームとシミュレーションツールを統合的に利用することにより、意見の協調だけでなく同時に競争が起こり、各学習者の意見の外化と学習者同士の活発な議論をさらに促進させることができる。これはコンピュータだけを利用したシステムでは実現できない効果だと考える。また、システムにゲーム性を持ちこむことにより、学習者の engagement(参加意識)を高めることができ

る{Kafai95}.

3. 実験と評価

3.1 実験1

筆者らは、小学校5年生の男女32人を対象に、本システムを用いた実験を行った。実験は、1グループ5または6人とし、1グループ当たり20分間で行われた(図4)。

実験に参加した小学生は、教科書を通じてすでに環境問題についての学習を行っており、基礎的な知識を身に付けている。

小学生には、システムを使用する前にシステムの目的である「環境を考慮した街作り」の説明を行い、コマをボード上に置くことによってコンピュータシミュレーション上の仮想的な街に変化が現れると言ったようなシステムの機能に関する説明を行った。また、街作りを進めるに当たっては、シミュレーション画面の左下部分にバーのバランスを考慮する必要があるとの説明をした。システムの使い方は、以下の通りである。

1. ボード上にコマを置く。
2. 画面を見る。
3. 上記の繰り返し。

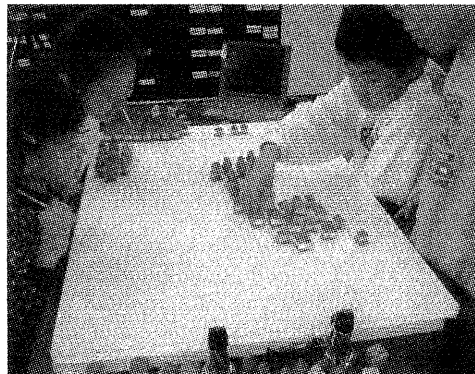


図4. 実験のようす

実験結果、小学生の以下のような行動が観察された。

- ボードゲームを使用することによるアクション
 - 置く位置を決めるときに何度もやり直す
 - 座っている位置から立ち上がる
 - 合意・不同意を確認する
 - 意図を確認しあう
- シミュレーション画面を併用することによるアクション
 - 初期の段階では、意見の競合が観察されたが、実験が進むにつれ、こども同士が互い協調するようになった。
 - 状況がよくないときに、なぜそうなるかを検討する
 - コマを置く前の画面と何が違うのかを検討する
 -

3.2 実験2

次に2台のボードを用意(図5)し、お互いのボードのようすが見えない位置に配置した。一に街が ether-cable で接続した。パソコン上の画面は、プロジェクタで表示するようにした。各ボードには、PC がつながっている。画面には、2つのボードの街が1つの街として表示するようにした。

実験は1つのボードに対し1グループ6人とし、12人で2つのボードで、街作りを行なった。(図6)。実験は20分ずつ2回行なった。最初にボードゲームの説明を筆者らが5分間で行なった。そのときに、2台のボードはつながっていること、画面に表示される街は、2つのボード上で作る街が一緒に表示されることを伝えた。その後、ボードのまわりに6人がすわり、2つのボードを用いて街作りを始めた。実験終了後、小学生にアンケートに記入してもらった。

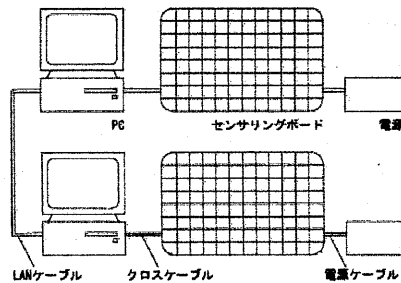


図5.実験2におけるシステムの構成

24人のアンケート中、「(本システムが)楽しかった、またやりたいと思った」との回答を、全員から得た。さらには、(コマの)配置と連動して可視化画面が変化するのが面白いと回答した学習者もいた。これらの回答から、ゲーム性を盛り込み、ボードゲームとコンピュータシミュレーションとを連携させた本システムには、学習者の参加意識を高める効果があったのではないかと考えることができる。また、2台のボードをつなげてやることに関して、まったく気にならない者が大半をしめたが、気になりときどき見にいったと答えた小学生もいた。2台のボードつながっていることがいいかどうかに関しては、否定の意見として4名が「どちらがどちらの街だかわからなくなった」「きになって集中できない」「街がまざるのがいやだ」「あいてチームが変なことをしても何もいえない」という意見であった。また肯定的な意見としては「あいてチームの街を確認しながらよい街を作るのは楽しい」「役割分担ができる」との意見が出された。

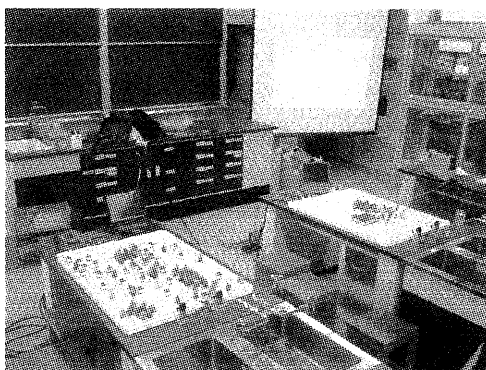


図6. 2台のボードのようす

合意、不同意を確認する行動が観察されたのは、シミュレーション画面に現れるバーを見て、そのバランスを取るのが難しかったために、グループ間で相談するようになったのではないかと考えられる。また、街のバランスはバーの値の変化とともに急速に悪化するため、1グループではバランス表示をよい方向に持っていくのが困難であった。そのため、他のグループが置いた理由を理解し、協調してよい街を作ろうという意識を働かせながら、話し合い、その後の自分の行動を取っていたと推察できる。このシステムは学習者の他に、担任の先生からも好評であった。学習者が、1台の場合でも2台の場合でも積極的に他者と相互作用をしながら学習を進めていくことも観察された。また、学習者同士で自ら新しいコマを考案したり、自分たちの住んでいる街をベースに問題設定をするなど、学習者自身が自分の生活を基にデザインを行う様子も確認できた。しかし一方では、3つのバーの表示した画面が、小学校5年生にとって適切であったかどうかを検討する必要があると考える。今後の課題としては、仮想世界の統合の手法、画面の表示の工夫、学習者の操作履歴の表示などシステムの改良を行なっていく予定である。この研究を行なうに当たり、システムの実験に協力して頂いた横浜市立笹野台小学校の平野成昭先生に感謝致します。ソフトウェアおよび画面のデザインやなどに協力してくれた多摩美術大学情報デザイン学科、西森郁馬氏、御厨祐平氏、椎野康弘氏、東京工業大学の福田進氏に感謝します。ボードシステム開発に当たっては、オムロン株式会社、東海ソフト株式会社の技術協力を受けた。この研究は、科学技術事業団さきがけ研究21「情報と知」研究助成を一部受けて行われている。

参考文献

- {Kafai95} Y. Kafai, "Minds in Play: Computer Game Design as a Context for Children's Learning," Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1995.
- {Koschmann96} T. Koschmann, "Paradigm Shifts and Instructional Technology: An Introduction," in CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm, ed. T. Koschmann, pp. 1-23, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1996.
- {Kusunoki99} F. Kusunoki, M. Sugimoto, and H. Hashizume, "A System for Supporting Group Learning that Enhances Interactions," Proc. of Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL99) Dec. 1999 (to appear).
- {Lave91} J. Lave and E. Wenger, "Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation", Cambridge University Press, Massachusetts, 1991.