

協調型e-Learningシステムにおける相互作用型チュ ータ・ロボットとシミュレータに関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-11-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 東條, 敏幸 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/19697

2016年度 理工学研究科

博士学位請求論文（要旨）

協調型 e-Learning システムにおける相互作用型

チュータ・ロボットとシミュレータに関する研究

学位請求者 電気工学専攻
東條 敏幸

内容の要旨

1. 本研究の背景と目的

グローバルな人材への社会的要求の高まりや、情報通信インフラの発展に伴って、大学における授業形態も変貌を遂げようとしている。アクティブ・ラーニングと呼ばれる学習方式は、グループにおけるディスカッションを通じて、グローバルな人材の要件である「発見力」や「解決力」を涵養する教育手法として関心が高まっている。授業の中にディスカッションを取り入れる事例も徐々に増加している。情報通信インフラを活用した教育アプリケーションは、このような大学における授業形態の変貌を加速する牽引力ともなっている。例えば、米国を中心に台頭してきた大規模公開オンライン講座 (Massive Open Online Course : MOOC) は、インターネットを活用して学習コンテンツを提供する教育システムであるが、e-Learning の範疇におけるアプリケーションのひとつとして取り扱われている。反転授業 (Flipped Classroom) と呼ばれる授業形態は、MOOC に代表される e-Learning システムを用いて、事前に学習者が必要とする知識を個別に習得した後に、教室に集合してグループでディスカッションを行うものである。

本研究では、このような背景を踏まえて、現存の e-Learning システムが支援できる領域を拡張し、個別学習からグループ学習までを支援する教育システムを提案し、その実現手法について述べる。システムの利用者として理工学系の学生層を想定し、学習コンテンツに実験

科目の要素を取り入れ、個別学習の質的向上を図るとともに、ディスカッションの題材として用いる。提案の教育システムは、インターネットを活用した e-Learning システムの形態で学習者に提供される。個別に知識習得することに重きを置いた従来の e-Learning システムとの差別化を図り、グループ学習支援機能が具備されていることを明示する名称として協調型 e-Learning システムと表記する。協調学習は、グループにおいて学習者同士がディスカッションをしながら学習を進める形態を示し、グループ学習の範疇に含められている。協調型 e-Learning システムにおいて、学習者は個別学習による知識の習得からグループ学習による知識の応用まで行うため、システムが提供する学習コンテンツや操作性は、継ぎ目のない一貫性が保たれたものが求められる。そのため、システムの要求機能を実現する要素技術として、シミュレータとヒューマノイド・ロボットを採用する。本論文では、複数のシミュレーション・モデルを取り扱う機能とそれらを連結して協調シミュレーションを行う機能を特長とするシミュレータを明示し、複合手法型シミュレータと表記する。また、ヒューマノイド・ロボットは、人間との円滑なコミュニケーションを実現するための主要機能である相互作用 (Interaction) を明示し、相互作用型ヒューマノイド・ロボットと表記する。

本研究で提案する協調型 e-Learning システムにおいて、知識の習得は個別学習を支援するサブシステムを用いて行われる。学習者は、システムが提供する学習コンテンツを利用して必要な知識の習得を行う。この段階で習得される知識は、次の学習段階であるグループ学習に

において必要となる。従って、シミュレータを活用し、学習対象の機械的構造、制御方式、利用される環境での挙動観測などが仮想環境において体験的に習得できることを目的とする。

学習コンテンツの事例として、家庭用途の2輪自律走行型ロボットを選定し、その設計と挙動観測が行える学習環境の実現を図る。本事例では、ディスクリート・イベント・モデル(DEM)とエージェント・ベースト・モデル(ABM)の2種類のモデルを用い、それらを連結し協調シミュレーションを行うことにより仮想環境において学習支援を行う。また、相互作用型ヒューマノイド・ロボットは、学習者を支援する指導者(チュータ)の役割を果たすために採用する。相互作用による学習者との円滑なコミュニケーションを図るとともに、ロボット・ユーザ・インターフェース(RUI)を活用して仮想空間に配置されたオブジェクトへのアクセス性の向上を図る。

知識の応用は、協調型 e-Learning システムにおいてグループ学習を支援するサブシステムを用いて行われる。グループ学習は、インターネットに接続された学習者が仮想グループを構成して行われるため、その運用管理をどのようにして行うかが重要項目となる。そこで、複手法型シミュレータと相互作用型ヒューマノイド・ロボットを組み合わせることにより、仮想グループ運用管理チュータ(Virtual Group Managing Tutor : VGMT)を構成し、グループ学習の支援を行うことを目的とする。

VGMTを用いた手法では、仮想グループをロボット・ネットワークとしてモデル化し、その論理的な接続形態を示すトポロジを設定する。仮想グループにおけるディスカッションの進捗状態に適合するトポロジは、VGMTを構成する処理エンジンであるエージェント・ベースト・モデル(ABM)を用いたシミュレータの実行結果を反映して動的に切り換えが行われる。学習者は、VGMTの支援を受けてディスカッションを進め、最終的な結論を得る。

提案の協調型 e-Learning システムはインターネットを用いた遠隔教育システムの形態を取り、教材はノート・パソコンのディスプレイ上の仮想空間に表示される。そのため、教材として提供される学習コンテンツのリアリティやグループ学習において協同学習者の存在感をどのようにして学習者にもたらすかが重要項目となる。このようなリアリティや存在感は、脳科学や心理学の分野で用いられている「クオリア」と「アウェアネス」という2つの概念に対応することを示す。個別学習からグループ学習までを支援する協調型 e-Learning システムにおいて、複手法型シミュレーション技術と相互作用型

ヒューマノイド・ロボットによるシステム実現の可能性と有用性を示し、「クオリア」と「アウェアネス」の実現手法と学習者にもたらす効果について述べる。

2. 本研究の構成ならびに各章の要約

本論文は、以下に示すように、第1章から第6章によって構成される。

第1章

本章では「序論」として、研究背景、研究目的、構成について述べる。大学における授業形態の変貌、それを加速する情報インフラの発展等の背景を踏まえて、新たな e-Learning システムを提案し、実現のための要素技術の取り組みについて述べる。

第2章

本章では「協調型 e-Learning システムの構成と機能の定義」について述べる。先ず、協調型 e-Learning システムにおける学習プロセスの定義を行うにあたり、個別学習とグループ学習の2段階を設定する。次に、個別学習を支援するシステムの構成と機能の定義、およびその機能を実現するための要素技術の役割割りについて述べる。最後に、グループ学習を支援するシステムの構成と機能の定義、およびその機能を実現するための要素技術の役割割りについて述べる。要素技術として、複手法型シミュレーション技術と相互作用型ヒューマノイド・ロボットを適用する。

第3章

本章では「e-Learning システムにおけるハイブリッド・チュータ・モデル」について述べる。第2章で定義した学習プロセスの内、個別学習を支援するチュータ・モデルとして、複手法型シミュレーション・チュータ(Multi Method Simulation Tutor)、相互作用型ロボット・チュータ(Interactive Robot Tutor)、ハイブリッド・エージェント・モデル・チュータ(Hybrid Agent Model Tutor)の3種類のモデルについて述べる。次に、学習者に経験を伴う学習のリアリティと協同学習者の存在感をもたらすために、「クオリア」と「アウェアネス」の概念の適用について述べる。プロトタイプの場合・スタディにあたり、複手法型シミュレーション技術の特長を活かし、ディスクリート・イベント・モデル(DEM)とエージェント・ベースト・モデル(ABM)を用い、2輪自律走行型ロボットを学習教材とした事例について述べる。最後に、学習支援のために適用した相互作用型チュータ・ロボット(ITR)におけるロボット・ユーザ・インターフェース(RUI)の応用例を示し、仮想空間に配置されたオブジェ

クトへのアクセス性向上のための取り組みと学習者にもたらす効果について述べる。

第4章

本章では「協調型 e-Learning システムにおける相互作用型チュータ・ロボット(ITR)」について述べる。まず、ITRを配置した協調型 e-Learning システムの全貌とシステムを利用する学習者と ITR の間で発生する相互作用について述べる。相互作用を活用することにより、個別学習とグループ学習において、学習者の「気づき」を誘起し学習効果の向上を図る。相互作用の内、特に ITR のジェスチャーに着目し、ジェスチャー生成手法の比較とジェスチャーがもたらすダイナミクス効果について考察する。実験観察による客観評価と SD (Semantic Differential)法による主観評価を実施し、ITR のジェスチャーが「クオリア」と「アウェアネス」の実現にどのように作用するか、また個別学習とグループ学習それぞれにおいて学習者にもたらす効果について述べる。

第5章

本章では「協調型 e-Learning システムにおける仮想グループ学習支援ロボット・ネットワーク・シミュレータ」について述べる。まず、第2章で定義した学習の第2段階において行われるグループ学習を支援するために、仮想グループ運用管理チュータ (Virtual Group Managing Tutor : VGMT) を提案し、その構成と機能について述べる。次に、学習者とチュータ・ロボットにより構成される仮想グループをロボット・ネットワークとしてモデル化し、論理的な接続形態を示すトポロジを設定する。そして、トポロジとグループ学習におけるディスカッションの進捗状態との関係について述べる。プロトタイプの場合・スタディとして、エージェント・ベースト・モデル (ABM) を活用した仮想グループ・ネットワーク・シミュレータの適用事例について述べる。最後に、仮想グループの運用開始前、運用段階、運用終了後の3段階における VGMT の利用形態を示し、グループの意思決定過程において VGMT が学習者にもたらす効果について述べる。

第6章

本章では「結論」として、本論文のまとめを行い、第3章、第4章、第5章における取り組み事項の総括を述べる。また、協調型 e-Learning システムの展望について述べる。