

学 位 論 文 要 旨

氏 名 馬 文 鵬

題 目 拡張現実技術を用いた学習環境の開発と学習効果に関する研究

近年、拡張現実(AR)技術は、視覚や聴覚、体性感覚に与える情報提示によって現実世界を拡張する。特に、視覚を拡張する方法は研究が進んでおり、カメラで現実世界を撮影し、その映像に CG などの情報を付加したり、特定領域の映像を削除、強調、減衰させたりすることによって、現実世界を拡張して見せることができる。一方、学校教育においては、様々な実験が学習活動の一環として行われている。中学校理科と技術科においては、物理的な特性が法則として明確にされ、再現性の高い内容として電気実験が積極的に行われている。これらの実験では、電圧や電流などの物理的な状態を肉眼で捉え、肌で感じる事が難しいため学習者にとって理解しにくいものであった。これらの内容の学習では実験を含めた活動がなされているが、学習者にとっては電圧や電流などの物理現象を直接的な感覚として得ることができず、学習内容が抽象的であるため理解しにくいものであった。また、指導者にとっても、見えない物理現象を説明するために様々な教材や教具を駆使していた。本研究では、電気回路実験を通して学習する場面において、指導者と学習者が対面して行う授業形態を想定し、新たに AR 技術を学習者の理解を支援するものと位置づけ、ディスプレイとカメラが一体となったタブレット型 PC と AR 技術を用いた実験学習支援システムを構築する。AR 技術を用いて目に見えない電圧や電流、熱の伝搬などの物理現象を実験器具に重ねて表示することで、現実空間のみで学習することが困難であった知識や概念をより分かりやすく理解できるように学習支援する。

実験学習支援システムの利用場所は学校の教室や実験室を想定するため、マーカ型ビジョンベース AR 技術を用いて様々な付加情報を表示する。この実現方法は現実世界に配置したマーカと呼ばれる画像を認識することによってマーカとカメラとの相対的な位置関係を推定し、カメラの姿勢を決定する。本システムは対面授業を実現できるため、指導者側と学習者側で異なる操作ボタンを備えている。まず、学習者はタブレット型 PC を起動し、紙媒体に描画したマーカを撮影する。マーカの形状を認識することによって、カメラの撮影角度を推定する。AR 機能を生成し、ディスプレイ上に複数のスクリーンボタン(SB)を表示する。学習者は SB を指で触れると対応する付加情報が実験対象物に重ねてディスプレイ上に表示される。マーカに描画したバーチャルボタン(VB)を指導者が、指で VB のエリアを触れると、タブレット型 PC のディスプレイ上に VB の種類に対応した付加情報が提示される。これらの機能に基づき、3次元空間内の実験器具に見えない電圧や電流、熱の放射などの物理現象のような 3次元情報を重畳表示

したり、任意の平面を仮想的に配置し、その平面上に 2 次元情報を重畳表示したりすることによって、学習者は違和感なく情報を参照しつつ実験を進めることができる。指導者は、学習者と同じ方向から実験器具を見ることができる場合、SB を使って学習支援する。一方、指導者と学習者が実験器具を介して対面することが多い一斉授業などのような場合、VB を使って学習支援する。

構築した実験学習支援システムには、主に指導者が使う VB と学習者が使う SB を備え AR 技術によって学習支援するという新しい仕組みを備えているため、それぞれ指導者、学習者を対象とした有用性評価を実施した。指導者を対象とした評価は、実際に本システムを利用し、学習者の視点から操作性や表示内容、有用性を指導者側から推測するアンケート調査を行った。評価結果は、SB と VB の両ボタンの操作性が高く、システムの利用による実験内容への興味関心と理解が高いと推測され、本システムの有用性が示唆された。一方、学習者を対象とした有用性の評価については、中学生を対象とした授業実践に基づいて行われた。本授業では従来から行われている抵抗器の直列回路と並列回路に関する電気実験を行い、合成抵抗の値を求める式を取り扱った。その後、実験学習支援システムを用いた確認学習を行った。その結果、本システムの操作性について学習者全員が容易に操作できたと評価するとともに、9 割以上の学習者は電流と電圧の表示内容を適切であると回答した。さらに、本システムの利用によって実験内容に対して興味関心が高まり、特に AR 技術によって見えない電流と電圧を重畳表示することで理解が進むと評価された。以上から、AR 技術を用いた学習環境を提供することによって現実空間のみで学習することが困難であった知識や概念をより分かりやすく理解できることが示唆された。今後の課題として、AR 技術を用いた様々な実験や実習、体験活動を伴う学習内容の支援環境の開発とその効果の検証が挙げられる。