

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：57403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12402

研究課題名(和文)魅力的な放射線教育教材の開発と体験的出前授業の実践

研究課題名(英文) Development of Attractive Materials for Radiation Education and its Application to Experimental Learning

研究代表者

小田 明範 (ODA, AKINORI)

熊本高等専門学校・機械知能システム工学科・教授

研究者番号：60224234

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、放射線の特性を適切に理解するための教育教材の開発を行う。中学校等の生徒の関心をより高めるために、AR(拡張現実感)技術や画像処理技術を用いる。放射線の透過性を理解するための(Windows用)アプリケーション、キャラクター(3Dオブジェクト)を用いたゲーム的アプリケーション、霧箱からの放射線の飛跡を自動検出・計数するアプリケーションを作成した。これらを学校行事や中学校での理科出前授業で利用したが、教育教材として利用するには、アプリケーションに一層の工夫・改善(みやすさ、扱いやすさ、理解しやすさ等)が必要である。

研究成果の概要(英文)：Teaching materials to understand properly the characteristics of radiation are developed in this research by using AR(Augmented Reality) technique. Image processing technology is used to make more attractive for junior high school students. Three teaching materials were developed. The first and second ones are windows applications, respectively, for understanding the permeability of radiation and a gaming type by using AR(Augmented Reality) technique. The third one is an application to count the number of flight paths of radiation in a cloud chamber by using OpenCV. These materials have been used in some school events and a science lesson in a junior high school. These programs need to be improved more for the use in teaching and training in junior high and elementary schools.

研究分野：原子力工学 工学教育 制御工学

キーワード：放射線教育 理科教材 拡張現実感技術 ARToolKit 霧箱 飛跡

1. 研究開始当初の背景

(1) 平成23年3月の福島原発での放射能漏れ事故により、国民の放射線への関心は非常に高まった。半減期が約30年のセシウム137が環境中に大量に放出され、我々は長期に亘り、注意深く関心をもつ必要がある。一方、平成23年度から、中学校理科では単元「科学技術と人間」で「放射線」を扱うことになっていた。将来に渡り放射線の安全性、防護等技術者の育成のためにも、学校教育現場で放射線教育が重要かつ緊急な課題となっている。放射線は人体に影響を与えるが、肉眼で放射線を見ることができないため、人々は漠然とした“見えない恐怖”におびえることが多い。その意味で放射線教育に、放射線の飛跡を直接観察ができる霧箱は非常に有用である。

(2) 本研究では、主に小中学校理科教育への適用を想定し、子供たちが興味をより感じる、PC等の情報機器を利用した魅力的な放射線教育理科教材を開発する。具体的には、霧箱の放射線の飛跡を画像処理ソフトを組み合わせた可視化システムや、放射線シミュレーションソフトウェアと連動させAR技術(拡張現実感技術)を利用した放射線の挙動を体感できるシステムを構築する。開発した教材を実際の小中学生への理科授業等(出前授業や理科教室)で、実際に子供たちに利用してもらう。その感想をアンケート等で入手し改善にいかす。なお、高専学生など対象としても、教材を利用する。

2. 研究の目的

(1) 小中学校および高専(高等専門学校)の児童・生徒・学生などへの理科教育への適用を想定し、受講生が興味を持つPC等の情報機器を利用した魅力的な放射線教育理科教材を開発を目指す。

(2) 具体的には、霧箱の放射線の飛跡を画像処理ソフトを組み合わせた可視化システムや、放射線シミュレーションソフトウェアと連動させAR技術(拡張現実感技術)を利用した放射線の挙動を体感できるシステムの構築を目標とする。

(3) 開発した教材を、小中学生や高専での理科授業等(出前授業、理科教室、講義)で利用し、そこでの感想をシステム・教材の改善に反映させることで、より魅力的なものにする。

3. 研究の方法

(1) ハードウェアとしては、Windows7をOSとするノートパソコンおよびUSB接続のWebカメラ(図1)を利用する。開発環境としては、Microsoft Visual Studio Express 2013 for DesktopにおいてC++言語を用いる。AR技術を利用するために、ARToolKit-2.7.1を使用する。解析の流れを図2に示す。

(2) AR技術やオープンソースのコンピュータ向けライブラリOpenCVを利用して、放射線の物体の透過性を理解するためのWindowsアプリケーションやキャラクターを用いたゲーム性のあるアプリケーション、放射線教育に従来より利用されることが多い霧箱からの放射線の飛跡を自動検出・計数するアプリケーションを作成し、学校行事や中学校理科授業で利用する。



図1 利用した Web カメラ (Logitech HD Webcam C270)

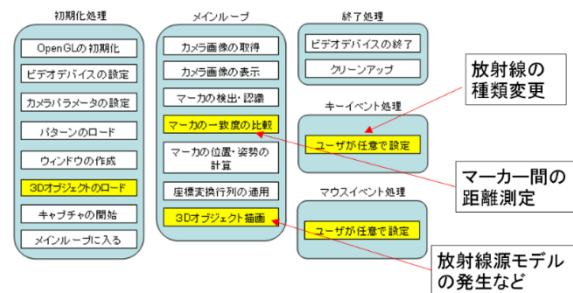


図2 ARToolkit を利用した解析の流れ

4. 研究成果

(1) 放射線の透過性を理解するための Windows アプリケーションを作成した。Webカメラでマーカー画像を認識すると、「hiro」マーカーの上方に表示される立方体の「放射線源」から右向きに放射線(α 線、 β 線、 γ 線のいずれか)が直線状に放出される(図3)。右側のマーカー上に表示された物体で遮蔽や透過を反映させる。放射線の種類の変更、遮蔽体の種類はマウスやキーボードで変更できる。

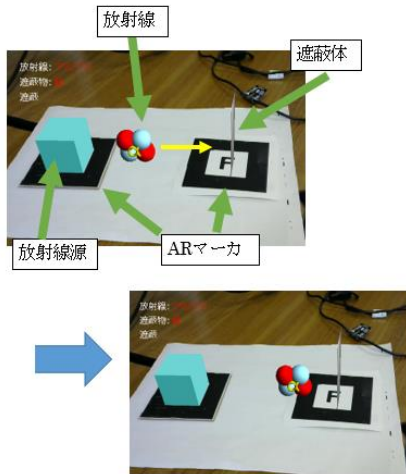


図3 左から右に向かい α 線が飛ぶ様子

(2) キャラクター(3Dオブジェクト)を放射線からの被曝を避けながら目的地まで移動させるゲーム的なWindowsアプリケーションを作成した。このアプリケーションではキャラクターをキーボードの[↑][↓]キーで前後に移動させ、[←][→]キーで進行方向を変えながらゴールを目指す(図4)。また、キャラクターの周りに壁があり放射線をうまく遮蔽しながらゴール(右側の旗)を目指す。ゴールやキャラクター、放射線源はプレイヤーがマーカーを置く位置で決定できる。放射線と壁の種類は透過性学習用プログラムと同じ設定にしている。

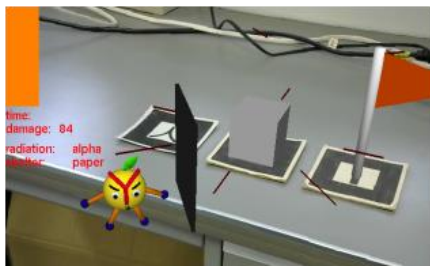


図4 キャラクターがゴールを目指している様子

(3) OpenCVを利用した放射線の飛跡数を計数するWindowsアプリケーションを作成した。放射線の飛跡は一般的にはほぼ直線であるので、OpenCVの「直線検出」を利用した(cvHoughLines2関数による確率的ハフ変換を適用)。ペルチェ冷却式の霧箱装置(Mistline

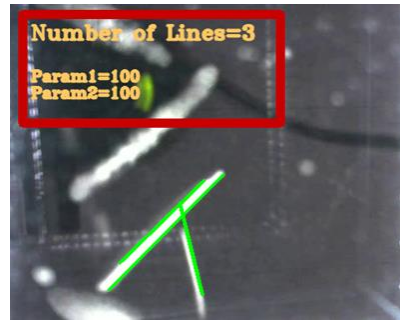


図5 放射線飛跡の検出及びカウントの様子

ST(標準型)、ナリカ(株)にマントルガスを注入し放射線の飛跡の動画をファイルに保存しておき、この動画ファイルに対して、今回作成したアプリケーションを適用した際の実行画面の一例を図5に示す。目視の飛跡数と本プログラムの結果は定性的には、ほぼ同程度であった。また、各時刻での線数の“瞬間的な”カウントはできているが、“積算的な”カウントは、同じ飛跡を複数回カウントするなどの理由で、うまくいっていない。プログラムやアルゴリズム等のさらなる検討、設定パラメータの最適化などが必要である。

(4) 本研究で作成した教材のいくつかを、本校で開催の行事「おもしろサイエンスわくわく実験講座2017」(平成29年5月20日)、公開講座「放射線測定実習と放射線飛跡の観察」(平成29年12月23日)、および「中学校連携理科授業」(鏡中学校、平成30年2月5日)において利用した(図6)。



図6 中学校出前授業での放射線教育教材の利用の様子

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

- ① 岩下 将大、小田 明範、画像処理技術を用いた放射線教育教材の開発、熊本高等専門学校 研究紀要、査読無、第9号、2018、55-60
<http://www.kumamoto-nct.ac.jp/file/knct-kiyou-2017/>

[学会発表] (計2件)

- ① 岩下将大、松本靖也、小田明範、放射線教育のためのARプログラムの作成、日本原子力学会第36回九州支部研究発表講演会、2017、P-12
- ② 小田 明範、岩下 将大、松本 靖也、AR技術を用いた放射線教育教材の開発、第23回高専シンポジウム in KOBE、2018、PG-030

6. 研究組織

(1)研究代表者

小田 明範(ODA、AKINORI)

熊本高等専門学校・機械知能システム工学科・教授

研究者番号:60224234