

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：41205

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23611052

研究課題名(和文) 拡張現実内における3DCG植物生長シミュレーションシステムの開発に関する研究

研究課題名(英文) Study on the Development of 3DCG Plant Growth Simulation System Using Augmented Reality

研究代表者

大志田 憲 (Ohshida, Ken)

岩手県立大学宮古短期大学部・その他部局等・准教授

研究者番号：30331276

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円、(間接経費) 510,000円

研究成果の概要(和文)：コンピュータグラフィックスは様々な分野で利用されている。景観シミュレーションで利用する際には、樹木等の植物のオブジェクトがリアリティを増す画像の生成に必要不可欠である。本研究では、これまでの既開発の3DCG樹木生長シミュレーションモデルを、より高品質なモデル生成を可能にし拡張現実にも適用可能とするため、集団での生長シミュレーションや、紅葉表現等の経年変化アルゴリズム開発の実施をした。

研究成果の概要(英文)：Computer graphics are used in various fields. In landscape simulation, plants such as trees are indispensable. The purpose of this research is to apply to the augmented reality generation and higher quality. To existing development model, I have added the autumn leaves change and growth in the grove.

研究分野：デザイン学

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：コンピュータグラフィックス 景観シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

コンピュータグラフィックス (ComputerGraphics) は、建築設計や景観シミュレーション、TVや映画、ゲームなど非常に幅広い分野で利用されており、研究対象として多くの報告例がある。その中でも自然物・現象の表現法に関する研究は活発に研究開発が進められている領域のひとつでもある。筆者もこれまでに樹木の3DCG 樹木生長シミュレーションモデルの開発を行ってきた。これは、単純に植物等のCGモデルの形状を手作業で作成するというものではなく、植物を疑似的にコンピュータ内で生長させ、実際の形状モデルを作り出すというものである。これらの研究テーマは、植物自体の複雑な造形の表現方法に高い魅力が考えられる他にも、造園や建築設計の景観シミュレーション等の実用的な面から見ても非常に幅広い用途への適用が考えられるからである。

また、最近では拡張現実という、コンピュータを通して利用者が見ている現実の画像や映像に、コンピュータグラフィックスによって描かれた仮想物体を重畳表示することで視覚的な情報を付加する技術についての研究報告例も増えてきている。

このような状況を踏まえ、これまで樹木の生長モデルといったようなものを拡張現実に組み込んで表示させた事例は見当たらず、また、樹木などの植物表現の高品質な景観シミュレーション画像の生成方法の構築も望まれる事から、まだまだ残された課題は多く、さらなる研究や開発が望まれる状況でもある。

2. 研究の目的

本研究では、既開発の3DCG 樹木生長シミュレーションモデルを、拡張現実への適用も考慮した試作システムの開発に向けた検討と、より高品質な生長シミュレーションモデル生成に向けた改良を行う。

これまでにコンピュータグラフィックスにおける樹木などの植物表現に関する研究報告例は、筆者によるものも含めて数多く存在するが、これらを拡張現実へと結びつけたものは見当たらない。

これらの課題をクリアするためには、既存の3DCG 樹木生長シミュレーションモデルのコンピュータプログラムを改良する必要がある。プログラムの処理自体を高速化する必要がある事、また景観シミュレーションへの適用を考えた場合に、複数の樹木が同時に生長可能な形にプログラムを改良する必要がある事と、季節での経年変化を考慮したモデルを構築する必要がある。

本研究はコンピュータグラフィックスに関する研究領域の発展に貢献するばかりか、

幅広いメディアに関する社会的な要請にも回答を与える重要な基礎的知見をもたらすものとする。

3. 研究の方法

まずは本システムを構築するにあたり、既存のコンピュータグラフィックスに関する植物などの表現法に関する研究事例や拡張現実の研究動向を調査する必要がある。筆者がこれまでに研究を行ったもの以外にも数多くの報告、研究事例があることから、本研究の目的に向けた参考となる技術の理解を深めた。また、文献の収集の他にも学会や研究会での情報収集を行った。これらの調査から、よりリアリティを増した画像を生成可能にするために必要となる課題を見つけ、その改善策の検討を行った。

実際に行ったコンピュータプログラ開発、研究の方法として、研究目的にも述べた拡張現実内での樹木3DCG 生長シミュレーションモデルの構築、群として生長するための“共存型”の生長シミュレーションモデルへの改良、またその機能を用いた経年変化を表現する紅葉表現法の構築について述べる。

・拡張現実内での樹木生長シミュレーションモデルの試作システムの構築

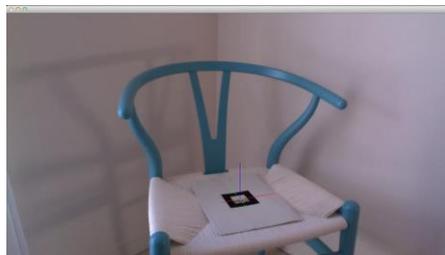
拡張現実でCGオブジェクトを組み込んで表示する際には、マーカー方式、マーカーレス方式、GPSや電子コンパスを用いた位置情報方式での実装が考えられるが、これまでの研究報告例から、現段階ではマーカー方式の報告が多い事と、比較的に実験が用意なこともあり、マーカー方式での試作モデル作成を行った。ノートパソコンのWebカメラを利用し、その画像を用いて画像の重畳表示を行っている。図1がその実行例である。マーカー検知については、プログラム開発の際にARToolKitライブラリを利用して実現している。図に示されるように、マーカー部分に樹木のモデルが表示されていることが確認できる。

また、スマートフォン内での生長モデルの動作検討も行った、図2はスマートフォンで動作可能となるようにプログラム移植を行ったものである。

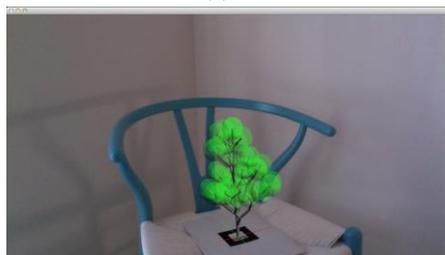
・共存型生長シミュレーションモデルへの改良

景観シミュレーションを考慮した場合には、木立や街路樹など、複数の樹種が同時に生長している環境、群生している環境が多いため、既存の生長モデルを改良する必要性が考えられた。既存の生長シミュレーションモデルはC言語で書かれたプログラムであり、同時に複数の生長をシミュレーションできるものではない。このプログラムをひとつの樹木をクラス化し、オブジェクトとして複数

の樹木が生長可能になるように改良した。また、生長段階において、受光量（光のあたる向きとその量）を計算して生長方向を決定しているが、複数樹木が同時に生長するため他の樹木の葉によって影になる方向も計算することで、互いの樹木を避けながら生長させていく手法が確立できた。図3の(a)(b)は同時



(a)



(b)



(c)



(d)

図1 拡張現実下での生長シミュレーション

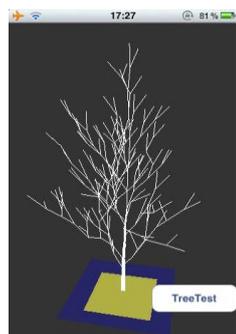
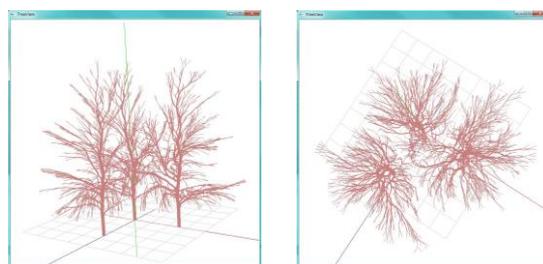


図2 スマートフォン上での生長シミュレーション

に3本の樹木を生長させた場合に、互いに生長方向についてコンピュータ内で計算された結果によって、互いに避けながら生長していくことが確認できる。また図4はこの手法を適用した画像作成例である。



(a)

(b)

図3 共存型生長シミュレーション



図4 共存型生長シミュレーション画像生成例

・経年変化を考慮した紅葉表現法

紅葉は葉の表面上の色素の変化によって行われる。また、その変化は太陽光のあたる量や気温の変化によって変化の時間的スピードが異なる事もわかっている。当然、群れて生息している樹木の場合、樹木どうしが隣接している箇所は紅葉するスピードが遅くなる。一般的に、葉の表面に存在する緑色の色素であるクロロフィル、黄色を表すカロチノイド、赤色を表すカロチノイドの割合の変化によって色変化ができていく。

よりリアリティを持った画像を生成するためには、このような紅葉表現も重要になってくる。ここでは、先に述べた共存型生長シミュレーションにて、樹木のそれぞれの箇所、どの程度の受光量が計算されているか、その受光数値をもとに紅葉変化のスピードを段階的に変化させるアルゴリズムを検討し、プログラム内に実装させることにした。図5は紅葉変化のシミュレーション例である。(a)から(c)へ時間的に変化していく例である。自分自身の樹木の葉や、他の樹木の葉から受光の影響が少ない部分（外側にある部分）から紅葉が進んでいくことが確認できる。

これらは、研究経費にて購入したコンピュータの開発環境にてアルゴリズムのインプリメント、プログラム開発を行った。開発環境としては MacOSX 上での Xcode や Windows

上の Visual Studio を利用し、グラフィックライブラリとして OpenGL, 拡張現実用のライブラリとして ARToolkit を利用した。

4. 研究成果



(a)



(b)



(c)

図 5 紅葉画像生成例

本研究において、拡張現実空間内での樹木生長シミュレーションモデルの基礎検討を実施し、よりリアリティを持ったモデル開発のためにアルゴリズムの高速化、複数の生長モデルが互いに生長に影響を持つ“共存型”の同時生長が可能となった。また、実際の景観シミュレーションに必要な季節の経年変化表現を可能とするため、互いの樹木の影響を考慮した受光量計算による紅葉表現が可能となった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- (1) 拡張現実を利用した樹木CG生長モデルの開発に向けた基礎検討, 岩手県立大学宮古短期大学部研究紀要, 第 22 巻, 第 2 号, pp. 1-7, 2011.
- (2) 受光環境の相互作用を考慮した樹木のCG生長モデルの拡張, 岩手県立大学宮古短期大学部研究紀要, 第 23 巻, 第 2 号, pp. 1-8, 2012.
- (3) 受光環境の相互作用を考慮した樹木CG生長モデルの紅葉表現法に関する検討, 岩手県立大学宮古短期大学部研究紀要, 第 24 巻, 第 2 号, pp. 1-7, 2013.

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

(大志田 憲)

研究者番号 : 30331276