

令和元年6月10日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26390134

研究課題名(和文)リアルタイムシミュレーション技術を用いたARカメラの開発

研究課題名(英文)Development of AR camera using real time simulation technology

研究代表者

中林 靖(Nakabayashi, Yasushi)

東洋大学・総合情報学部・教授

研究者番号：00349937

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：ARカメラとは以下の機能を持つこれまでにないカメラである。まず、スマートフォンで撮影した画像から中央に写っている構造物だけを抽出し、ここにAIの一分野である画像認識技術を用いる。次に、抽出した構造物に対して、ボクセル有限要素法による構造解析をリアルタイムに行うことにより、その構造物に掛かっている応力の分布や変位の状況などをカメラのファインダー画面に重ねて表示する。このような、本来、目で見ることの出来ない力の分布や微細な変位の状況を見ることができるようになる応力カメラの開発を行い、機能的に一部の制約はあるが、物体の抽出やリアルタイムでの構造解析が可能なシステムを完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したARカメラは、本来見ることの出来ない構造物に掛かっている力の分布をスマートフォンだけで見えるようにする点が画期的である。大規模な地震の後や大型構造物の解体現場などで、このカメラを補助的に使用することで安全な避難経路の確定や安全な解体手順の確定などに応用することが可能という意味で非常に実用的であると言える。

研究成果の概要(英文)：The AR camera is a new camera system that has the following functions. First, we use image recognition technology, which is a field of AI, to extract only the structure that appears in the center from the image taken with a smartphone. Next, the structural analysis by voxel finite element method is performed on the extracted structure in real time, and the distribution of stress applied to the structure and the state of displacement, etc. are superimposed and displayed on the finder screen of the camera. We have developed a stress camera that allows us to see the distribution of forces that can not be seen by nature and the situation of fine displacement, and there are some limitations in terms of functionality, but We have completed a system that enables extraction and real-time structural analysis.

研究分野：計算力学

キーワード：AR リアルタイムシミュレーション 画像認識 計算力学 Androidアプリ スマートフォン 人工知能

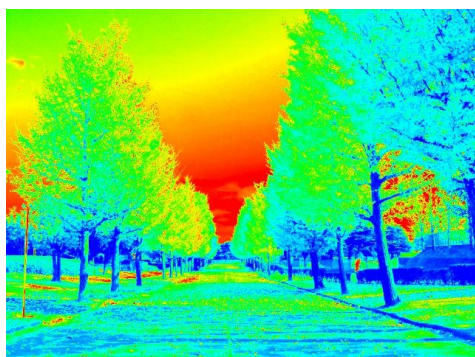
1. 研究開始当初の背景

本研究を開始した当初の 2014 年度は、世の中ではスマートフォンが広く普及しており、また人工知能関連技術のブームが起こり始めていた頃であった。スマートフォン自体のハードウェア的な性能も飛躍的に高まり、マルチコアやクアドコアの CPU を搭載した機器も登場していた。このような時代的な背景の中で、スマートフォン単体で、すなわち、PC やサーバの補助なしに人工知能技術の一種である画像認識を行い、また、リアルタイムに有限要素法による構造解析を行うことが理論的に可能になり始めた段階であった。そこで、下記の目的に記載されているような研究テーマを立案して実行することとした。

2. 研究の目的

数値構造解析や数値流体解析などに代表される計算力学的手法をリアルタイムに行う技術と、デジタルカメラやスマートフォンなどに代表されるモバイル情報機器を融合し、撮影した画像や動画を元に、例えば応力分布や流線などの目には見えない物理情報を瞬時に付加する AR(Augmented Reality:拡張現実感)カメラを開発する。例えば、画像に応力分布を付加するカメラでは、建設現場や災害現場などでの構造物強度の定性的評価に応用し、動画に流線分布を付加するカメラでは、流体抵抗低減のための形状設計や球技スポーツにおける変化球の予測等に応用することを目的とする。また、開発した AR カメラを計算力学教育用機器として使用することもターゲットとする。

サーモグラフィ



応力カメラ



ここで開発目的とする AR カメラの一種である応力カメラは上図のような動作をするイメージである。光に含まれる赤外線成分を分析することにより本来見ることの出来ない温度分布を可視化するサーモグラフィカメラのように、リアルタイムシミュレーション技術により、本来見ることの出来ない応力分布を可視化するシステムである。

3. 研究の方法

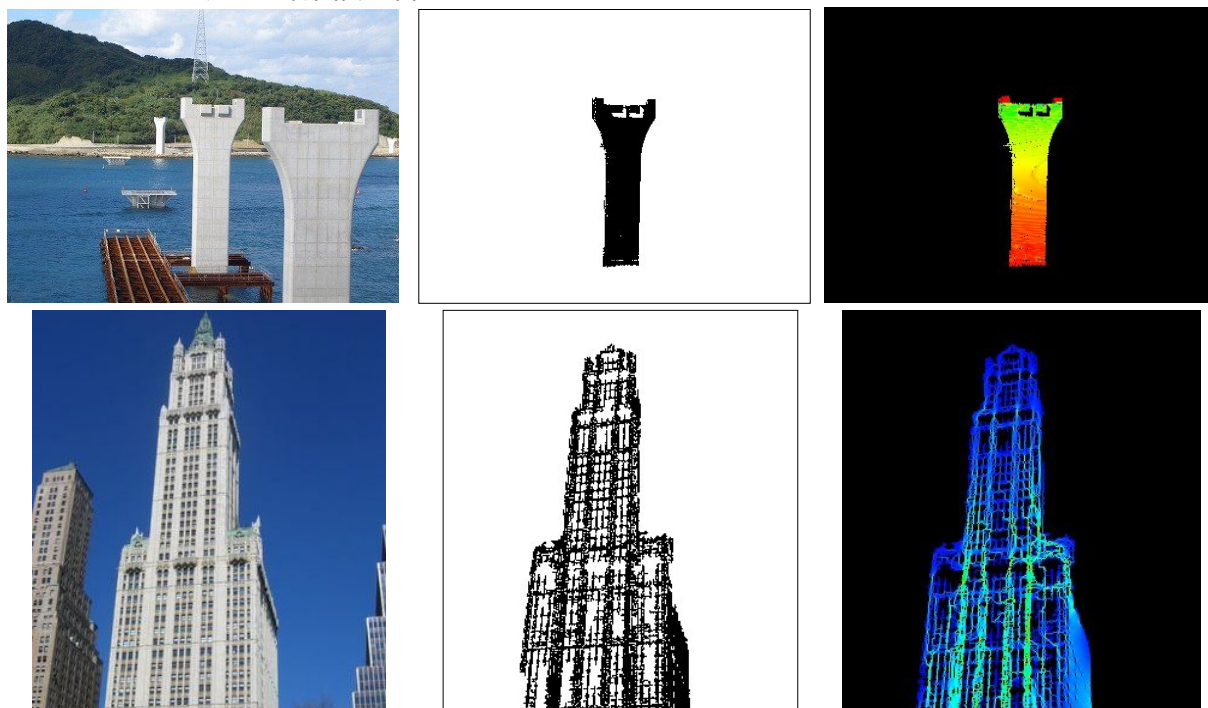
本研究で開発する AR カメラを実現する上で技術的な課題となる点は大きく分けて、1) 動画処理・3次元画像認識、2) 高速でロバストな通信技術、3) リアルタイムシミュレーションの3つの柱に分類される。これらのうち、1) に関しては基本方針として研究の前半ではサーバ上で行うものとする。取得した画像・動画をサーバ上に転送した後、高速なプロセッサ上で画像処理専用のハードウェアや近年盛んに研究が行われている GPGPU(General Purpose GPU)の技術を応用して行く。また、スマートフォンのハードウェア性能の向上の程度により、スマートフォン単体で処理できるシステムの開発も目指す。2) に関しては、近年のモバイルブロードバンド化の趨勢によって比較的容易に解決出来る見込みであるが、動画のリアルタイム送受信を実現するとなるとまだまだ課題はあり、画像や動画の高度圧縮技術の導入を検討していく。これについては、システムがスタンドアロン化した後では不要になる。3) に関しては、サーバ上の更にバックボーンに PC クラスタ等の並列計算環境を構築し、真の意味でのリアルタイムシミュレーション技術の確立を目指す。この点に関しても、システムがスタンドアロン化した後ではスマートフォン内の CPU の効率的な利用技術に取って代わる。

4. 研究成果

本課題は5カ年の研究プロジェクトであったが、最初に3年半は個々の要素技術の開発に専念した。具体的には、画像から中央の物体だけを抽出する仕組みや、抽出した物体からボクセル有限要素法モデルを自動生成する技術、また、数秒から10秒程度の極めて短時間で構造解析結果を得るためのリアルタイムシミュレーション技術の開発などを行い、それぞれ完成させた。後半の1年半についてはそれまでに確立した AR カメラの実現のために必要な基礎的な技術に応用し、スマートフォン用の Android アプリケーションとして実装した AR カメラのプロトタイプ

を完成させることに重点を置いて研究活動を行った。具体的には以下の通りである。これまでに既に開発を行ってきた応力カメラのシステムはデータを処理するサーバと通信する必要がないスタンドアロン型の Android アプリケーションであり、画像の取得から二値化による形状取得、応力解析、可視化までの全てのプロセスをスマートフォン上を実装するものである。これらの処理は非常に重たいため、開発の中期までは二値化の精度や応力解析の速度などが不十分であり、あくまでもプロトタイプであったが、最終的には AR カメラプロトタイプとして完成することが出来た。さらに、二値化の際に用いる画像認識手法を、領域分割法をベースとした物体抽出手法に改良したことによりプロトタイプとして性能が大幅に向上した。さらに、画像認識部分に試験的に Convolutional Neural Network(CNN)を導入し、より高精度に物体を認識して形状を抽出する方法を試みた。この手法はいくつかの制約条件はあるものの部分的に成功しており、これまでほとんど不可能であった物体と背景が同色である場合の物体抽出も可能になることが予想されるが、現時点ではシステムとして完全であるとは言えない。この AI を導入する試みは当初の研究計画にはなかったものであり、結果としては 5 年間の研究の成果として新たな挑戦的な研究テーマが見つかったと言える。

以下に、完成したシステムの動作サンプル図を示す。それぞれ左側から元画像、中央構造物抽出画像、応力分布図となっている。このサンプルでは実際にはカメラとしてではなく、取得してある画像をスタートとしているが、応力分布図を表示するまでの時間は 10 秒程度であり、リアルタイム処理の範囲内と言える。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

Importance of Serum Amino Acid Profile for Induction of Hepatic Steatosis under Protein Malnutrition, Hiroki Nishi, Daisuke Yamanaka, Hiroyasu Kamei, Yuki Goda, Mikako Kumano, Yuka Toyoshima, Asako Takenaka, Masato Masuda, Yasushi Nakabayashi, Ryuji Shioya, Naoyuki Kataoka, Fumihiko Hakuno and Shin-Ichiro Takahashi, Scientific Reports 8, Article number: 5461 (2018) (査読あり)

Yasushi Nakabayashi and Shinsuke Nagaoka, “Efficient Parallelization Method for Fluid-Structure Coupled Analysis Using Consistent Finite Element Method”, International Journal of Fluid Mechanics & Thermal Sciences, Vol.2, No.3, pp.16-22, (2016) (査読あり)

Masato Masuda, Yasushi Nakabayashi, Ryuji Shioya, Hiroki Nishi, Shinichiro Takahashi and Fumihiko Hakuno, “Study of Effects of Blood Amino Acid and Hormone Level for Controlling Triglyceride Accumulation in the Liver of Rats Using Self-Organizing Map”, International Journal of Intelligent Information Systems. Vol. 5, No. 6, 2016, pp. 88-93. doi: 10.11648/j.ijis.20160506.12 (査読あり)

富山潤, 羽瀨貴士, 宮里心一, 中林靖, “コンクリート橋梁上部工に付着する塩分量分布に関する数値実験”, コンクリート工学会, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.769-774, (2015) (査読あり)

Shinsuke Nagaoka, Yasushi Nakabayashi, Genki Yagawa, “Parallelization of Enriched Free Mesh Method for Large Scale Fluid-structure Coupled Analysis”, Procedia Engineering, 90, pp. 288-293, (2014) (査読あり)

〔学会発表〕(計7件)

“人工知能による電力用変圧器の内部異常診断”, 鄭宏杰, 塩谷隆二, 増田正人, 中林靖, 第31回計算力学講演会, 徳島大学, 2018.11.24.

“機械学習を用いた数値解析結果予測”, 増田正人, 中林靖, 田村善昭, 塩谷隆二, 第31回計算力学講演会, 徳島大学, 2018.11.24.

“計算力学シミュレーションを機械学習に置き換える技術の基礎的検討”, 中林靖, 日本原子力学会 2018年秋の大会, 岡山大学, 2018.9.7.

“Convolutinal LSTMを用いた数値解析結果の予測”, 増田正人, 中林靖, 田村善昭, 第23回計算工学講演会, ウィンクあいち, 2018.6.6.

“自己組織化マップを用いた食餌中アミノ酸濃度, 血中アミノ酸濃度, 肝臓脂肪量の関係分類”, 伯野史彦, 増田正人, 中林靖, 西宏起, 山中大介, 高橋伸一郎, 塩谷隆二, 第30回計算力学講演会, 近畿大学, 2017.9

“深層学習を用いた数値解析結果の予測”, 増田正人, 中林靖, 田村善昭, 第30回計算力学講演会, 近畿大学, 2017.9

“Development of parallel fluid-structure coupled analysis method using enriched free mesh method and its effectiveness”, S. Nagaoka, Y. Nakabayashi, Y. Tamura, G. Yagawa, Coupled Problem 2017, Rhodes Island, Greece, 2017.7

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

個人による研究課題のため分担者はなし。但し, 研究を推進するに当たり, 下記の研究協

力者から主に人工知能技術に関する助力を頂いた。

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：増田 正人(東京大学)

ローマ字氏名：Masato Masuda

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。