

Construction of a low-cost indoor 3D model using a depth camera and machine learning and its application to seismic behavior simulation

*Yuta TAKAHASHI¹, Hiroki UEMATSU¹, Ahyi KIM¹, Toshiyuki MASATSUKI², Yoshinari NAKANISHI²

1. Yokohama City University, 2. KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

地震時における自宅周辺の危険は自治体等が発行するハザードマップからある程度予測することができ、個人の防災、減災対策に非常に有効である。しかし、自宅の中における危険を予測することは建物内外の状況に強く影響されるため困難である。地震時における室内の危険を知る手法の1つに、室内空間を3Dモデルに置き換えてシミュレーションを行うことが挙げられるが、人的、経済的コストの関係上個人宅で気軽に行う事は容易ではない。この問題を解決する1つの案として、本研究では深度カメラと機械学習を用いて、3Dモデルの作成からシミュレーションまでの一連の作業を自動化する手法を提案する。具体的には、深度カメラで室内の点群と写真を撮影し機械学習によって家具を検出した後、それらを3Dモデル化し、適切な物理パラメータを与える事で地震動に対する挙動を再現するシミュレーションを行い、室内に潜む危険を予測する仕組みを構築する。家具などの部屋の構造物の3Dモデル化は以下の手順で行った。①深度カメラを用いて室内の写真とその距離情報から点群を撮影する。②室内の写真から機械学習によって家具の種類と位置を特定する。③機械学習によって特定した家具の位置から点群を抽出し家具を直方体の3Dモデルとして生成し、家具の種類と大きさから質量や摩擦係数などの物理パラメータを3Dモデルに割り当てる。このようにして生成した3Dモデルに地震動を入力する事で室内の家具の挙動をシミュレーションする。本発表では、3Dモデルの生成に関する上記②と③のシステムを作成し、E-ディフェンスの室内加振実験のデータを元にその性能を評価した。②の家具を検出するシステムでは、既存の学習済み物体検出モデルに対してファインチューニングを行いE-ディフェンスでの室内で評価を行った。訓練データとして1248枚、検証データとして313枚の家具が写った画像をファインチューニングした結果として、E-ディフェンスの家具を検出することが出来た。学習データを増やすことで、さらに検出精度の向上が見込まれる。③では、本来の手順である実際の室内から得られた点群を元に3Dモデルを作成する前段階のテストとして、仮想空間にE-ディフェンスの室内を再現し室内写真と点群を撮影し、それを元に3Dモデルの構築を行った。結果としてそれらの仮想空間内においての物品検出、検出された家具の位置に対応する点群の抽出に成功し、シミュレーションに用いる3Dモデルを生成することができた。上記で生成された家具の3Dモデルに対してE-ディフェンスでの振動実験時に計測された変位波形を与えシミュレーションを行い、振動実験の結果と比較したところ、今回のモデルでは実際の家具の挙動と異なる挙動を示した。これらの大きな原因は、作成した家具には実際の家具に入っていた物品などが考慮されておらず、重心の位置がずれている事が原因の一つであると推測された。今後は家具に入っている物品を考慮するなど、家具の挙動に影響が大きい情報を取得または補うなどして、シミュレーション精度を向上させていく予定である。