

## 地震時における画像データを用いた室内の環境認識技術 Technology for indoor environment recognition using image data during earthquakes

小松 佑人<sup>†‡</sup> 福井 弘久<sup>‡</sup> 阿部 弘<sup>‡</sup> 佐藤 栄児<sup>‡</sup> 浜田 宏一<sup>†</sup>  
Yuto Komatsu Hirohisa Fukui Hiroshi Abe Eiji Sato Koichi Hamada

### 1. はじめに

国立研究開発法人防災科学技術研究所は、「室内空間における機能維持」の課題において、室内の非構造部材、家具什器が引き起こす地震災害に着目し研究を実施してきた。個々の構造物耐震性は向上しているが、一方、都市部に中小地震が発生した場合、都市機能を含めた社会活動の急激な低下がみられ、社会活動の混乱を招いている。また、大地震が起きた場合は、これに加え、個別建物および都市に物理的な被害が発生し、それらの迅速な被害把握と被害把握からの継続利用・活動性の判定、復旧リソースの算出が、早急な復旧活動に移行するためには重要である。そこで、迅速で高精度な被害把握、個別建物・都市機能の継続利用性・活動性の判定、復旧リソースの算出に関する技術開発を進めている。今回、画像データを用いた室内の環境認識技術について検討したので報告する。

### 2. 画像データを用いた室内の環境認識技術

#### 2.1 防災科学技術研究所(Eーディフェンス)での加振実験

国立研究開発法人防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター(兵庫県三木市)に設置している、実大三次元震動破壊実験施設(以下、Eーディフェンス)での加振実験にて、災害評価モデルの導出に向けた画像データを取得した。Eーディフェンスは、実大・三次元・破壊というキーワードで特徴づけられ、実物大の構造物を破壊させるために必要な性能を有しており、実物と同じ大きさの構造物が壊れていく過程を調べることができる。今回、Eーディフェンスに設置した家屋において、リビングルームにカメラを設置し、加振実験を行った際の画像データを使用した(図 1、2)。今回取得した画像データをもとに、次節に示す画像データを用いた室内の環境認識技術を検討した。



図 1 Eーディフェンス での加振実験例



図 2 リビングルームに設置したカメラ画像例

#### 2.2 セグメンテーションと移動量の算出処理

物体の移動量を算出するためには、撮影した動画像の 1 フレーム目の画像の物体の領域を BBOX(Bounding Box)の決定に用いる。2 フレーム目以降は連続する画像からオプティカルフローを算出し、各 BBOX 内でのオプティカルフローの平均値を移動量ベクトルとして BBOX を移動させる(図 3)。

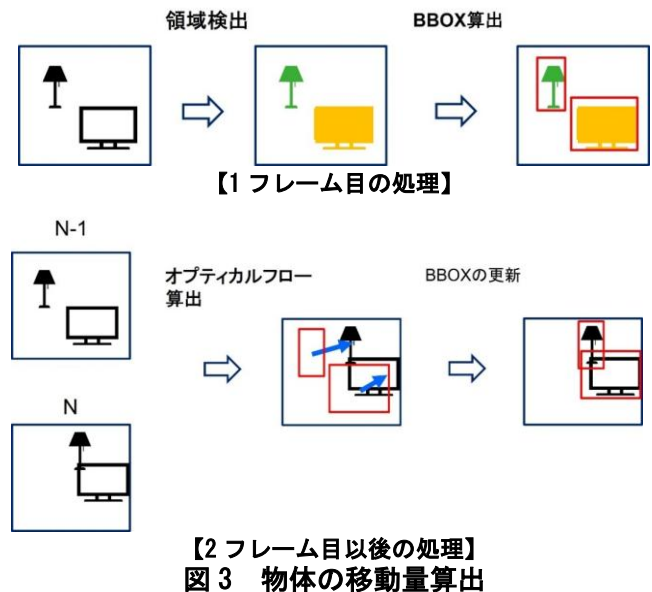


図 3 物体の移動量算出

次節では、深層学習を用いた物体認識技術を活用することで、BBOX 算出の過程を深層学習モデルによる推論演算結果に置き換える。セグメンテーションと物体認識結果の BBOX とを統合する方法を検討した。

<sup>†</sup> 帝京大学 Teikyo University

<sup>‡</sup> (国研) 防災科学技術研究所 National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

### 2.3 セグメンテーションと物体認識結果の BBOX との統合処理

あらかじめ、画像全体に対して、セグメンテーションと物体認識処理を適用し、両者を比較する。セグメンテーションの BBOX のうち、物体認識の BBOX との重なりが大きいものは、同一の物体認識結果を表しているものとする(図 4)。

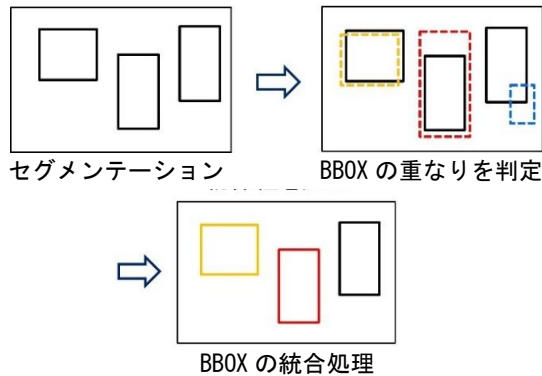


図 4 セグメンテーションと物体認識結果との統合方法

図 5 に実際に撮影した画像への適用例を示す。茶色の BBOX が「冷蔵庫」を、黒色の BBOX は「物体認識結果なし」を示している。冷蔵庫の領域がラベル付けされ、かつセグメンテーションの粒度で BBOX が分割されている。

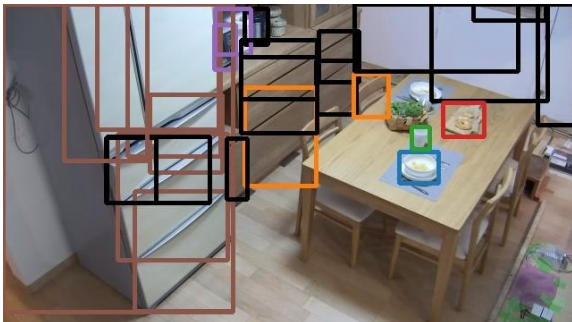


図 5 セグメンテーションと物体認識結果の BBOX との統合処理の例

図 5 の BBOX に、物体認識の BBOX を重畳した結果を図 6 に示す。黄色の BBOX である「冷蔵庫」が正しくとらえられていることに加え、セグメンテーションで検出できない「椅子」や「テーブル」といった物体を検出できている。従って、セグメンテーションの BBOX への物体認識の BBOX の重なりに加えて、物体認識結果を重畳する方法を今回採用することにした。

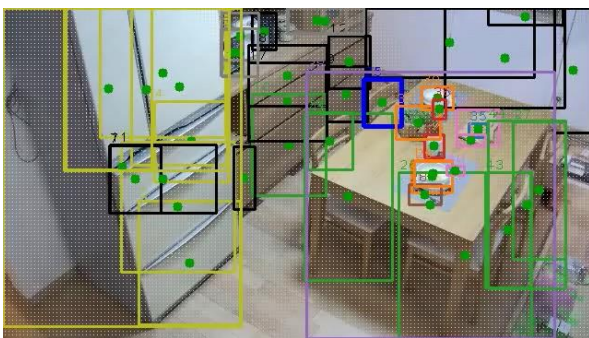


図 6 物体認識結果を重畳した場合

### 3. 評価

前節で述べた「画像データを用いた室内の環境認識技術」について、評価実験を実施した。評価実験では、図 6 の各 BBOX の重心座標について、1 フレーム目からの移動ベクトルの時間変化の例を図 7 に示す。各 BBOX の振幅や移動量を物体認識結果ごとに読み取ることができる。図 8 は、各 BBOX の重心座標の 1 フレーム目と最終フレームとの移動ベクトルをプロットしたものである。斜め下向きの移動ベクトルが示されており、家電や食器類が落下した様子が分かる。動画像には、棚の上に置かれた家電が棚とともに転倒する様子が記録されていた。

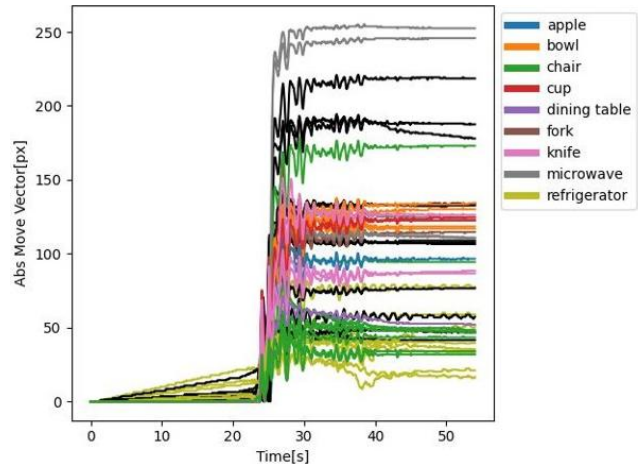


図 7 BBOX の移動ベクトル(絶対値)の時間変化

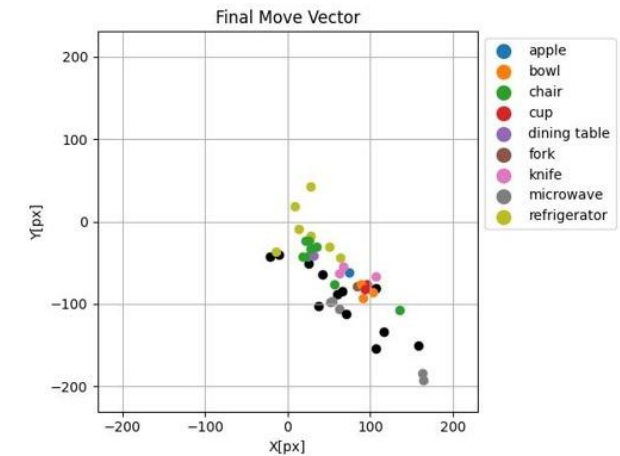


図 8 BBOX の最終フレームでの移動ベクトル

### 4. おわりに

本研究では、一般的なカメラを用いることにより、広範囲に設置可能な画像データを用いた室内の環境認識技術を開発した。本技術の評価の結果、各 BBOX の重心座標の 1 フレーム目と最終フレームとの移動ベクトルに、家電や食器類が落下した様子が示されていた。実際に、動画像には、棚の上に置かれた家電が棚とともに転倒する様子が記録されていることを併せて確認した。今後は、被害状況を把握するための被害判定法の検討を進めていく。

#### 参考文献

- [1] 佐藤栄児, 梶原浩一, 福井久弘ほか: 地震時における室内空間の機能維持のための研究 その 10-12, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 II, pp.163-168, 2022.9