

AlchemyCode: 重ね合わせ可能な魔法陣風2Dマーカー

平野 稔祐, 小池 英樹

東京工業大学



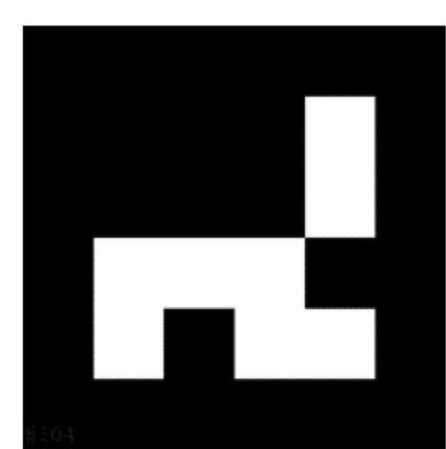
東京工業大学

背景と目的

背景: ARマーカーは、現実空間に情報を埋め込む目印である。ARマーカーを利用する場合、利用者がマーカーの存在に気づけることと、視覚的に自然な配置を両立したい。

課題: トポロジー構造を利用したマーカーは形状変形でき、配置の自由度が高いが、オクルージョンに課題がある。

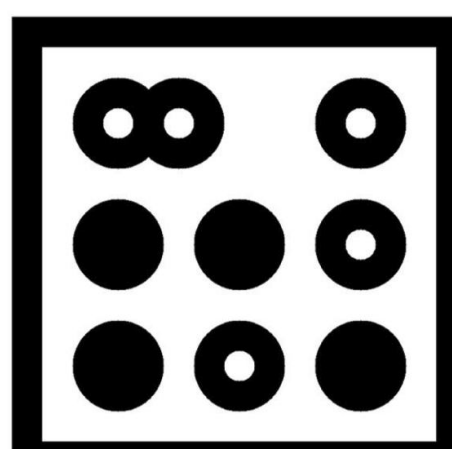
→ 既知の概念である魔法陣を模した線によるマーカーを提案



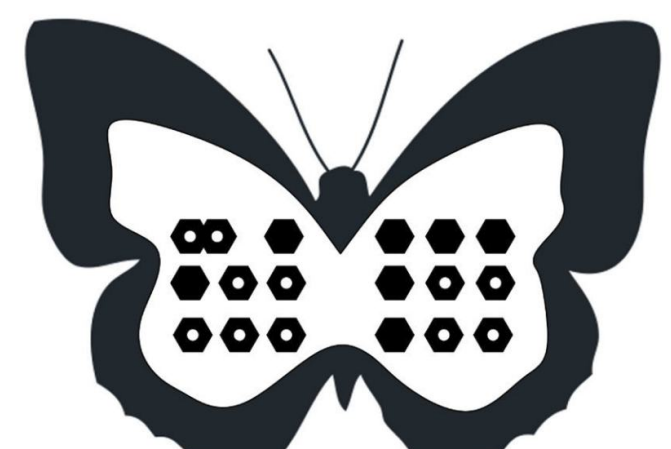
ArUco[1]



RuneTag[2]



TopoTag[3]

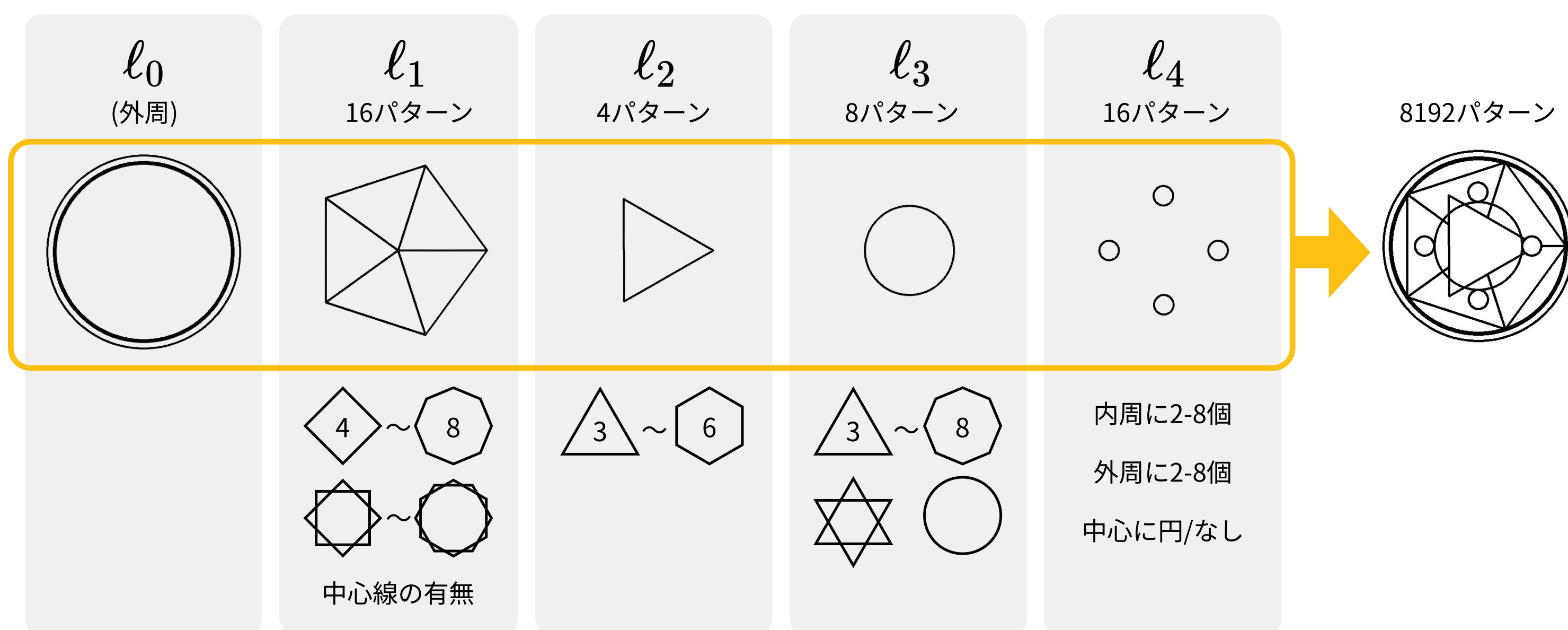


トポロジー構造を利用したマーカーの例

提案手法

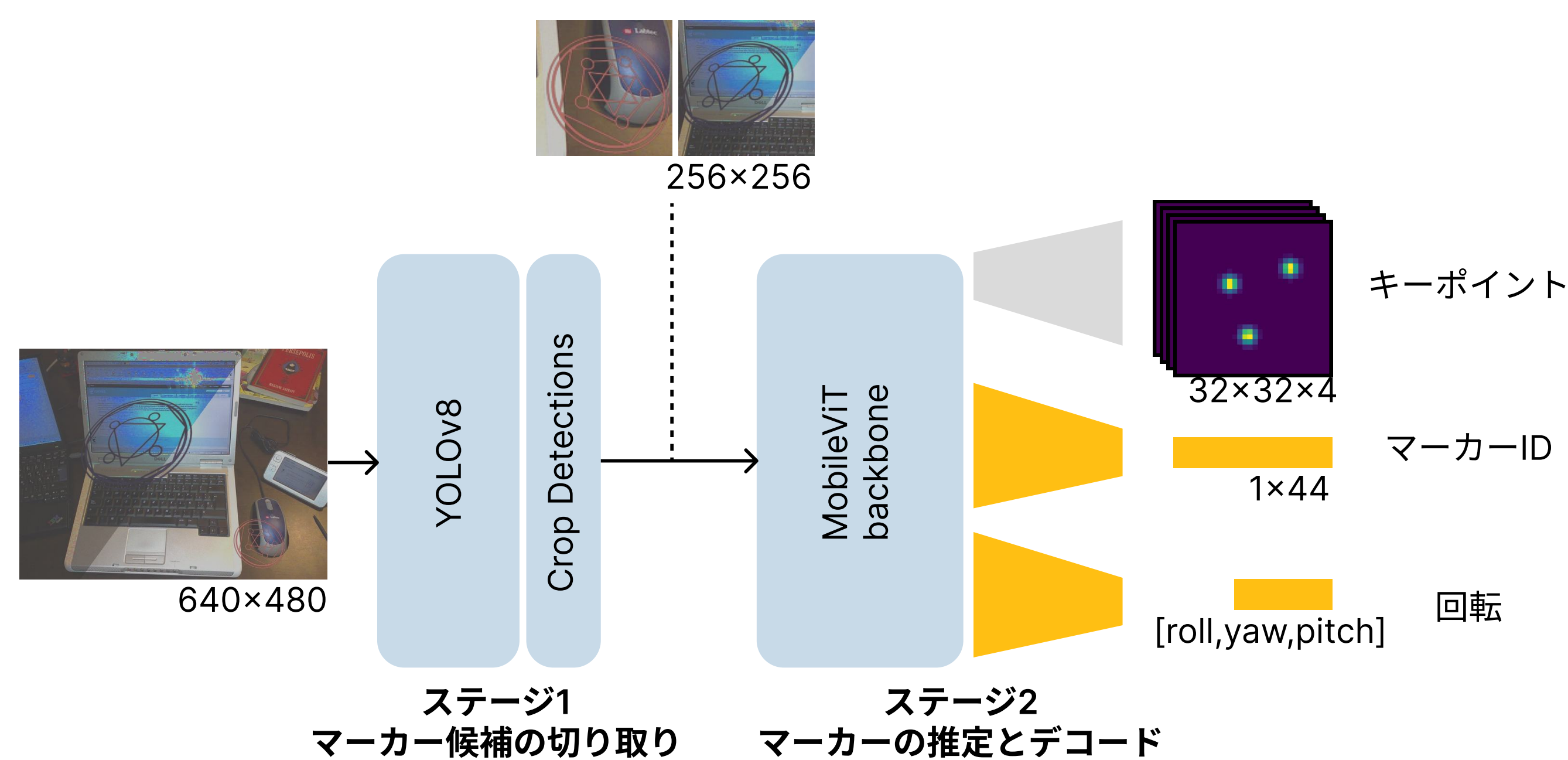
マーカー設計

多角形と円を組み合わせ、魔法陣を模したマーカーを構築する。マーカーは線だけで構成されるため、背景を透過できる。独立した4つのレイヤーを重ね合わせることで全8192通りのマーカーを設計した。検出率を高めるために、マーカーの外周には太さの異なる二重の円を配置した。



読み取りパイプライン

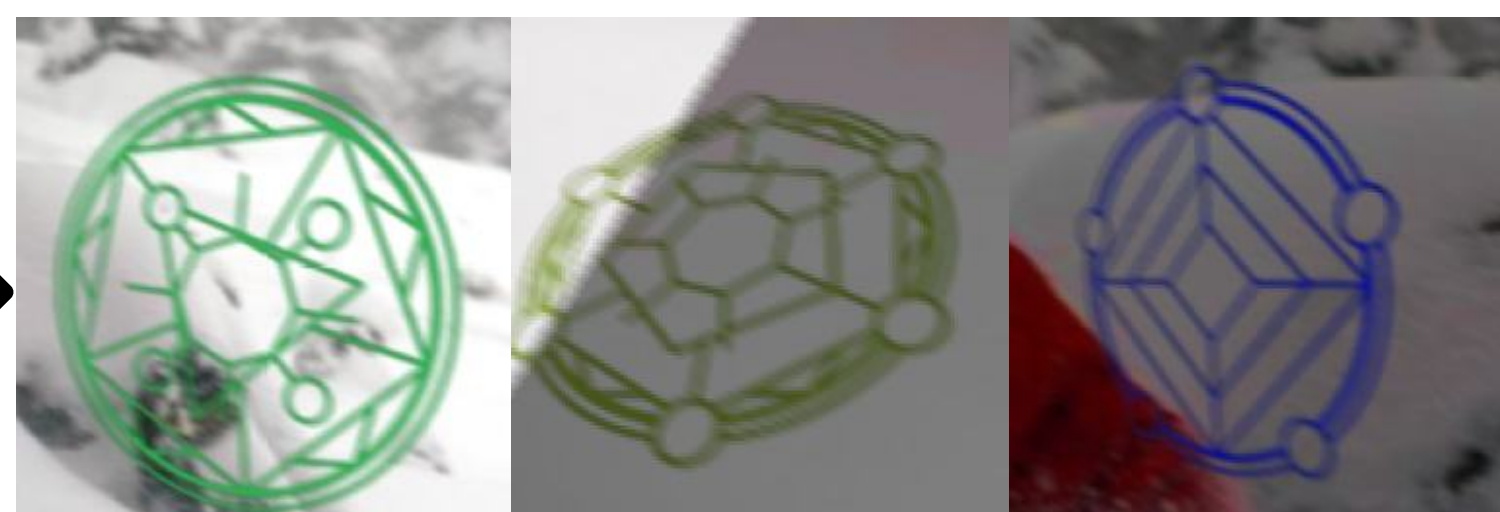
多様な背景とノイズ環境下でマーカーを読み取るために、機械学習ベースのマーカー読み取りパイプラインを構築する。検出は二段階から構成される。ステージ1でマーカー候補の切り出しを行い、ステージ2でマーカーIDの推定を行う。マーカーID特定の際、多角形の頂点や円の中心は重要な情報となる。マーカーにキーポイントを設定し、学習時の補助として用いた。



学習には、COCOデータセット[4]を背景にマーカーを合成したデータセットを用いる。照明環境やマーカーの動きを再現するために、画像のリサイズと三次元回転、モーションブラー、影やガウシアンノイズを加えた。

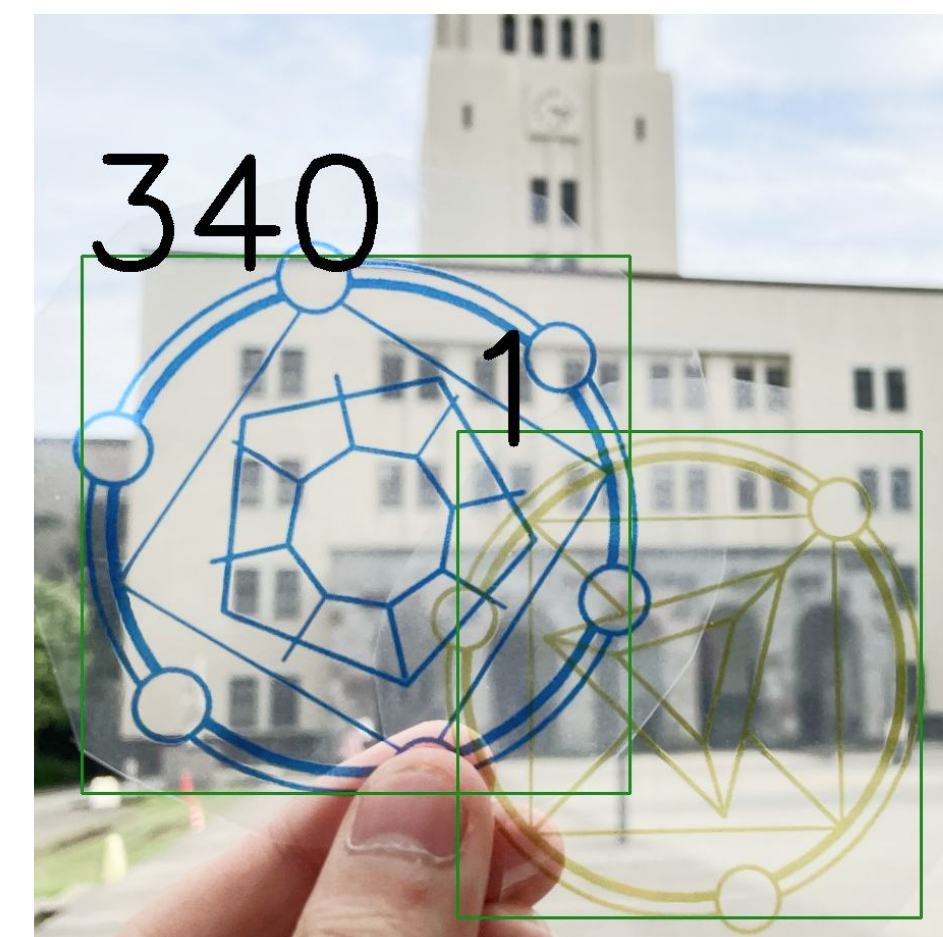
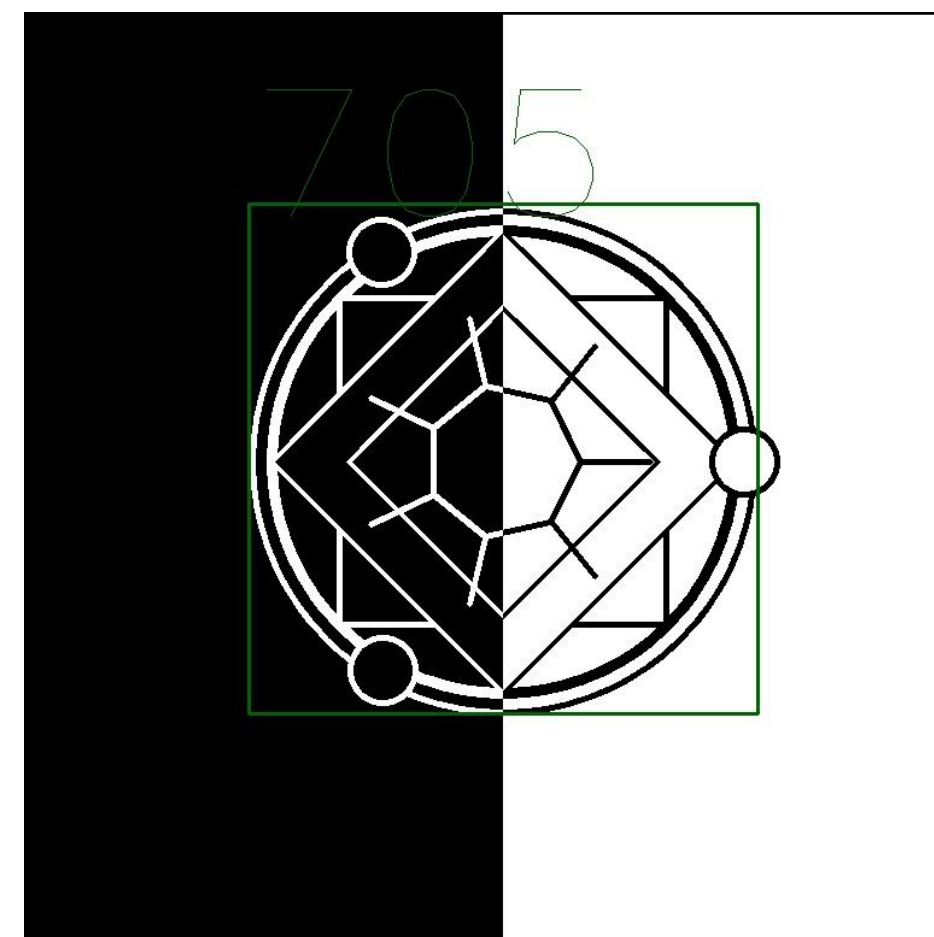
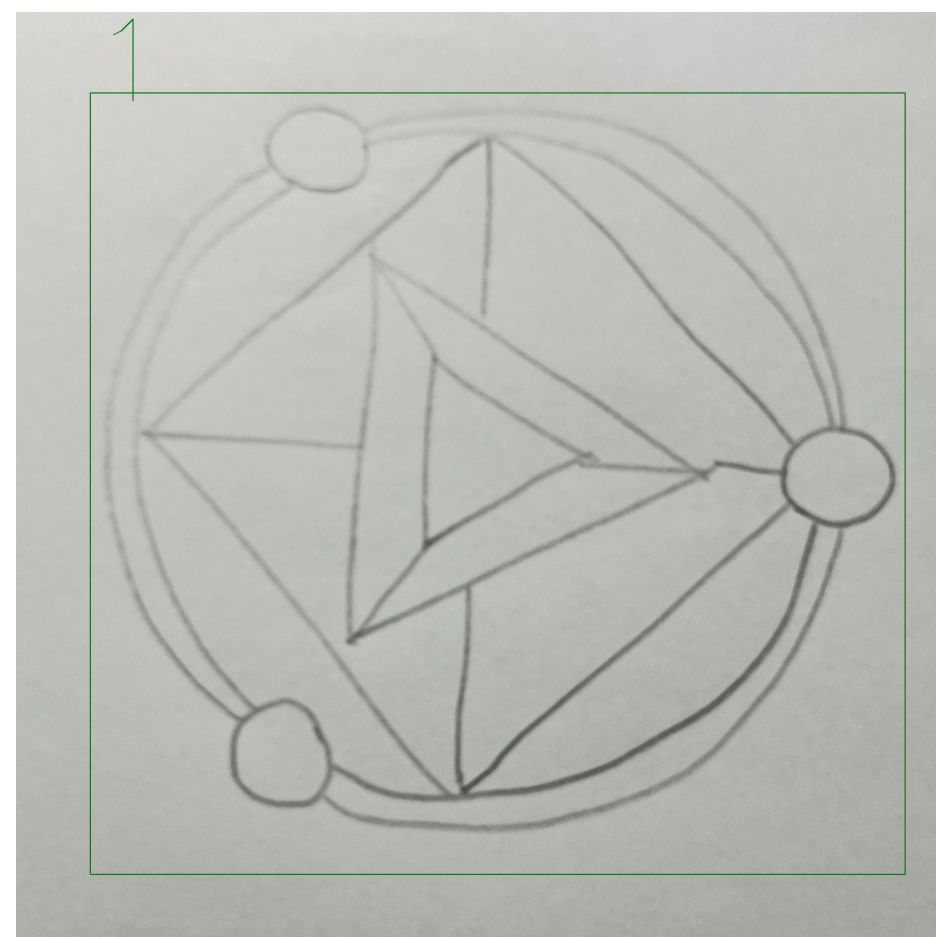
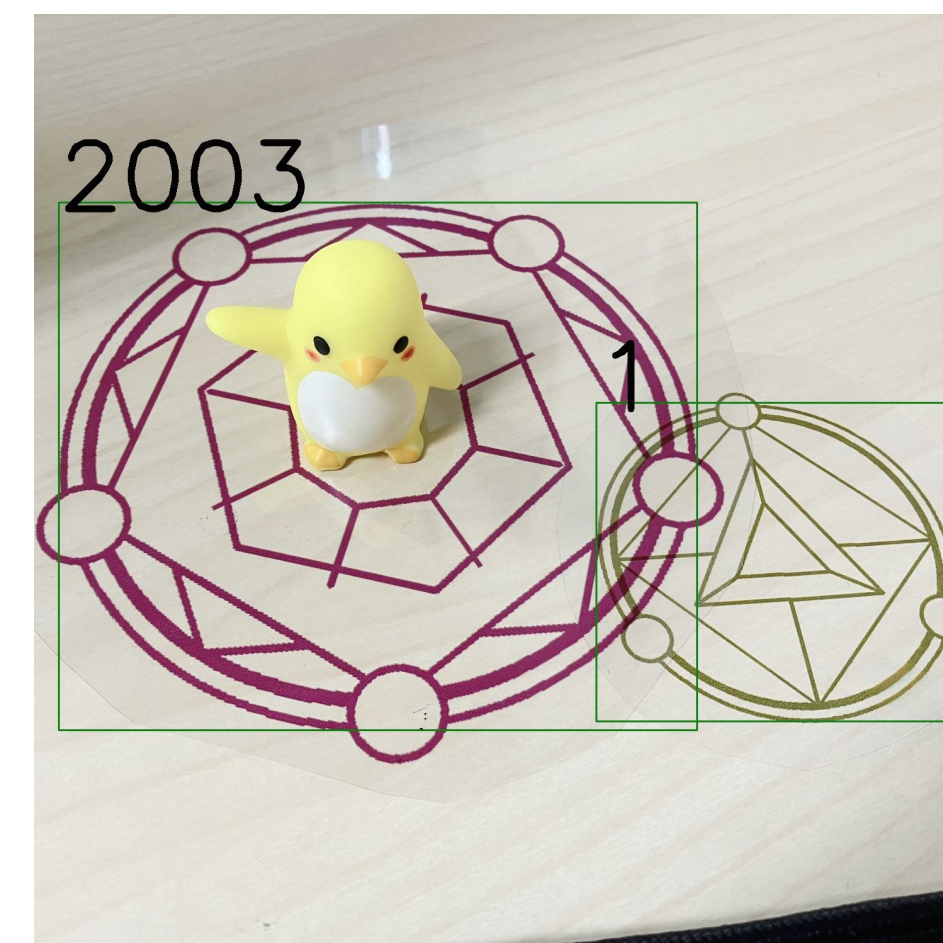


ステージ1の学習データ



ステージ2の学習データ

マーカーの活用

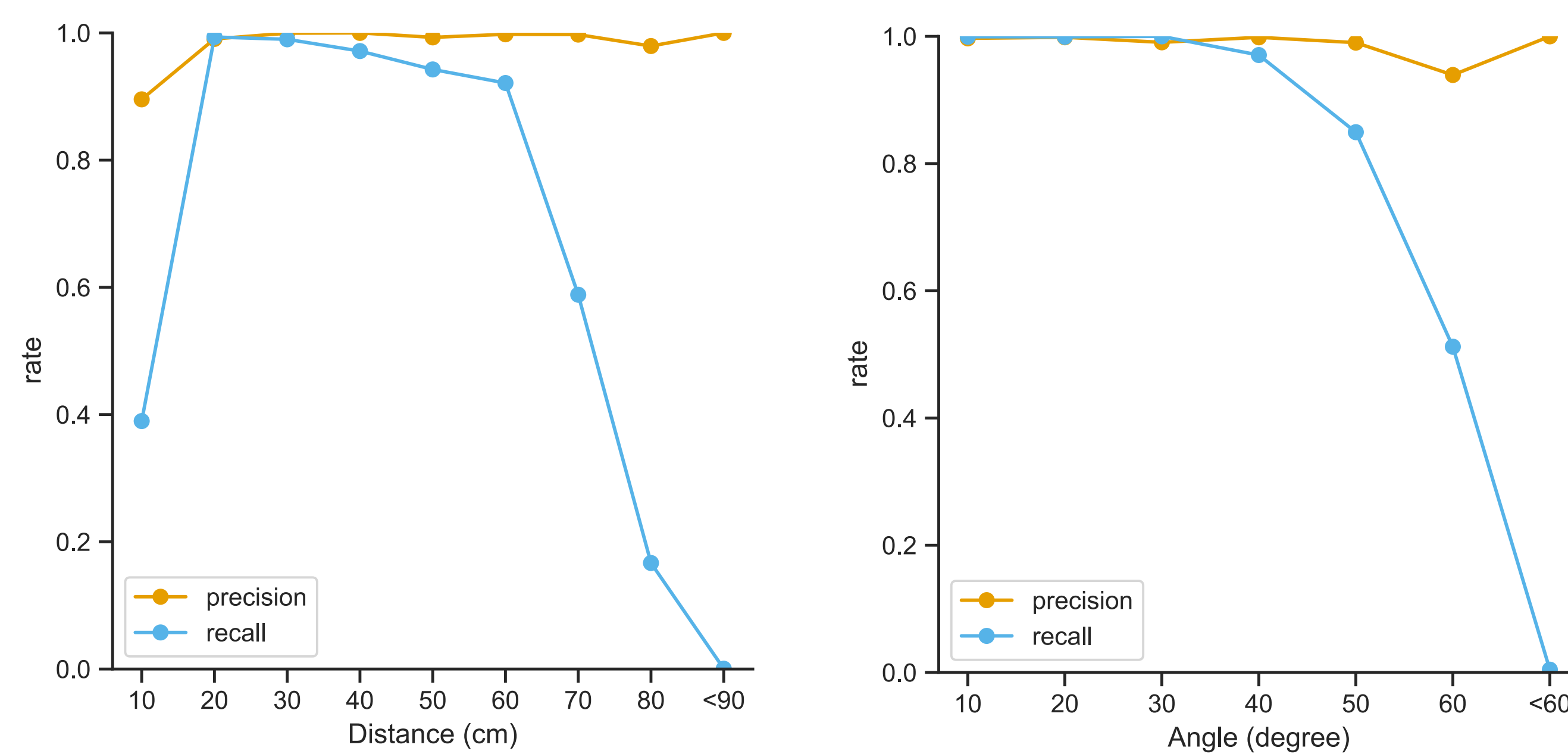


マーカーはオクルージョン耐性を持ち、イラストや風景など自由な背景の上に配置できる。ポスターへの埋め込みや、複数枚のマーカーを重ねて情報を付加する活用が可能である。また、マーカーの全体的な構造が崩れない範囲では、手書きのマーカーや線の色が切り替わるマーカーも認識できる。

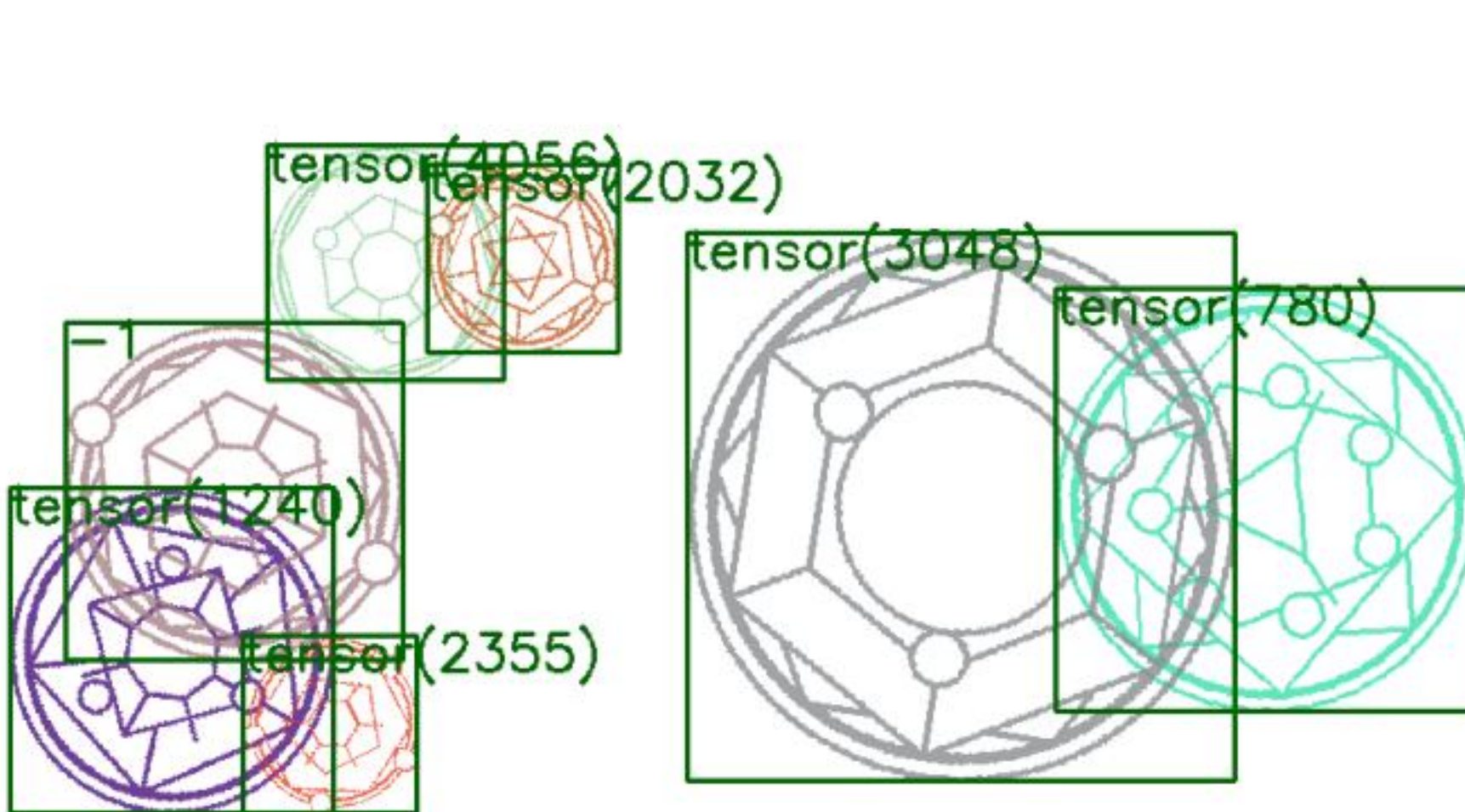
評価

実画像に対するマーカーの検出性能を評価する。評価には、室内に配置したマーカーをランダムな位置と角度から撮影したデータセットを用いた。結果から、画像中のマーカーが十分に大きければ正しく検出可能であることがわかる。また、マーカーが見えにくい条件でもPrecisionは100%に近く、正確な認識が可能である。

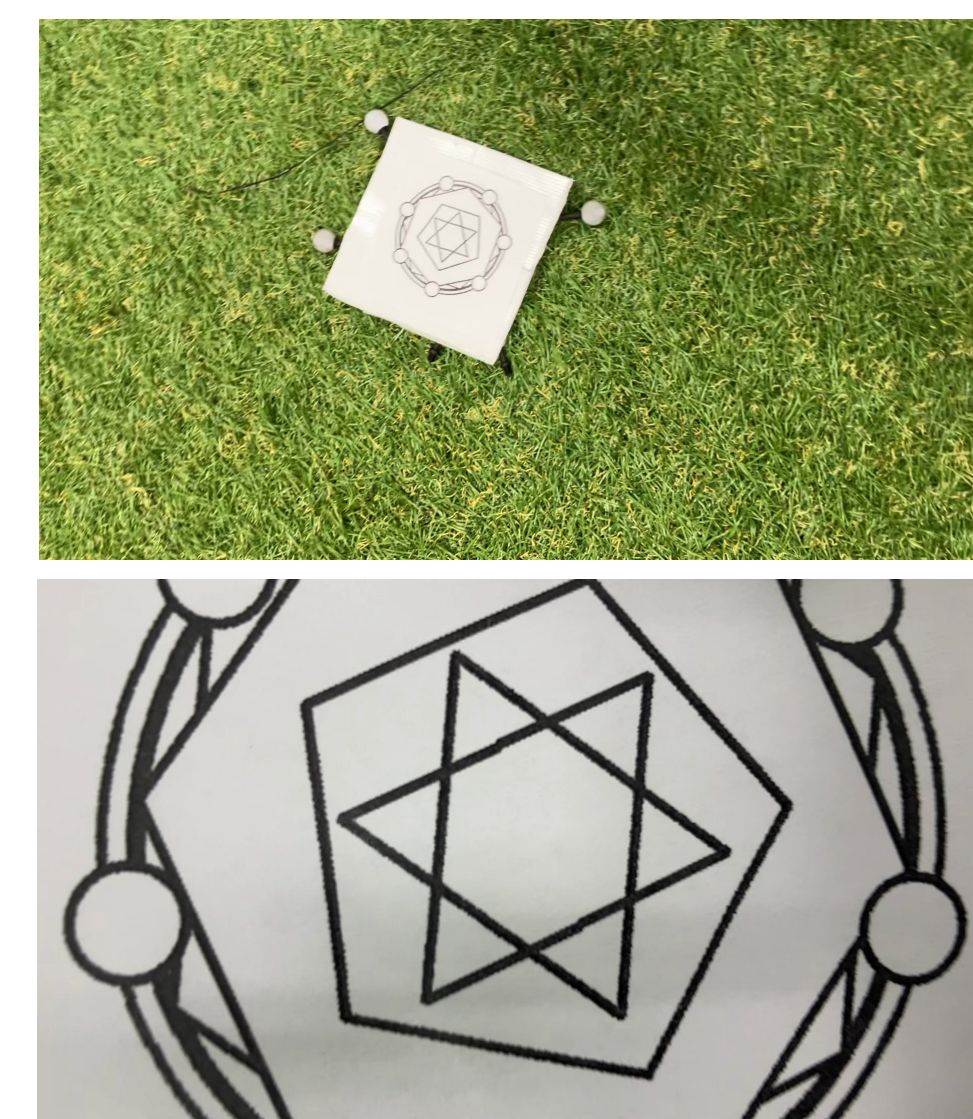
距離と角度に対するマーカー検出精度



マーカーを切り取った合成データを用いてオクルージョン耐性を評価する。実験の結果、20%程度のオクルージョンに対して十分に読み取りできた。また、マーカー同士のオクルージョンに対しても読み取り可能である。



マーカー同士のオクルージョン



読み取り距離の最大/最小例

参考文献

- [1] S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F.J. Madrid-Cuevas, M.J. Marín-Jiménez. Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion. Pattern Recognition, 2014
- [2] F. Bergamasco, A. Albarelli, E. Rodolà and A. Torsello. RUNE-Tag: A high accuracy fiducial marker with strong occlusion resilience. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), 2011
- [3] Guoxing Yu, Yongtao Hu, and Jingwen Dai. TopoTag: A Robust and Scalable Topological Fiducial Marker System. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (TVCG), 2021
- [4] Tsung-Yi Lin, Michael Maire, Serge Belongie, Lubomir Bourdev, Ross Girshick, James Hays, Pietro Perona, Deva Ramanan, C. Lawrence Zitnick, Piotr Dollár. Microsoft COCO: Common Objects in Context (2015).