

遠隔ARのための 実空間整合

情報システム工学科

椋木研究室

岡崎浩佑

平成29年2月16日

研究背景

ARの普及

【AR】

仮想物体を現実世界に重ねて表示して現実世界を拡張する技術

【遠隔AR】

遠隔地間で仮想物体を共有すること

遠隔地で仮想物体を共有できれば対面同様のコミュニケーションを実現することができる



http://www.ideaxidea.com/archives/2010/06/ikea_ar_catalog.html

遠隔ARの従来研究

AR一般における技術課題

幾何学的整合性、光学的整合性、時間的整合性

遠隔ARの従来研究[1]

- 遠隔通信による遅延を解消して仮想物体をリアルタイムに同期する
- 仮想物体描写に必要なデータ量の削減

本研究では遠隔ARにおける幾何学的整合性について考慮する

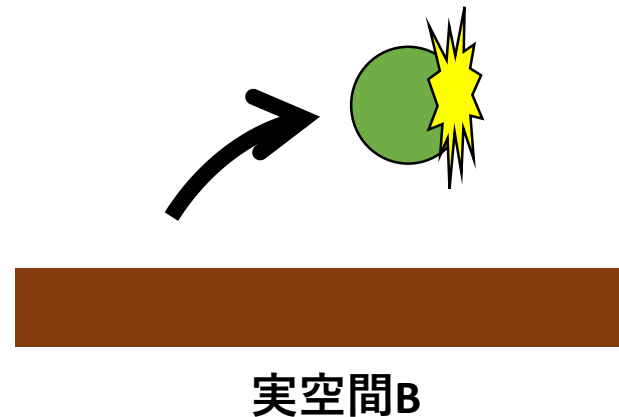
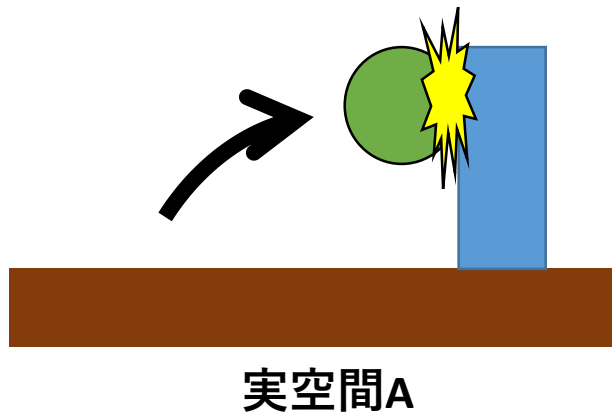
[1]南谷真哉,北原格,亀田能成,大田友一, “遠隔地における複合現実空間の共有”, 信学技報 MVE2007-53, 2007-10.

目的

遠隔地間で幾何学的整合性を取りながら仮想物体を同期・共有する

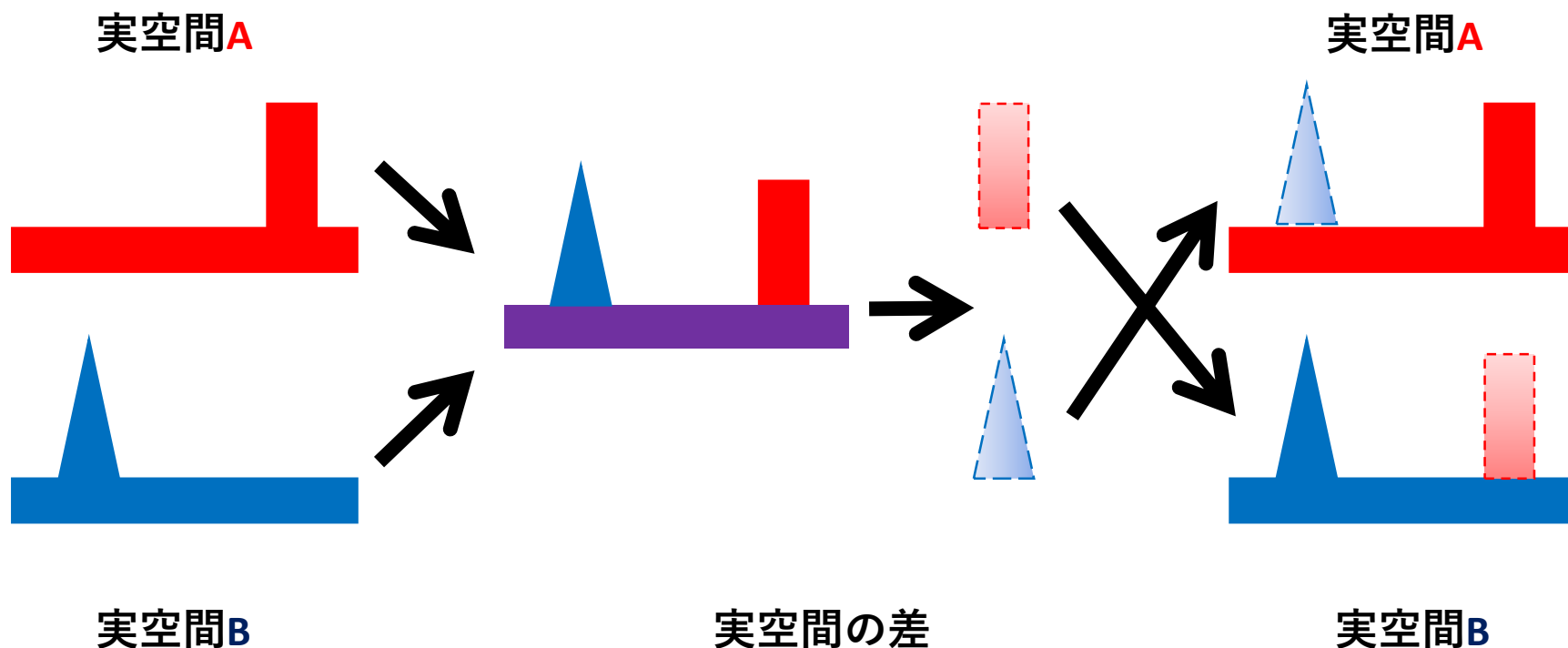
問題点

共有相手の実空間が異なる場合、仮想物体を単純に同期しただけでは幾何学的整合性を保てない



遠隔ARのための実空間整合

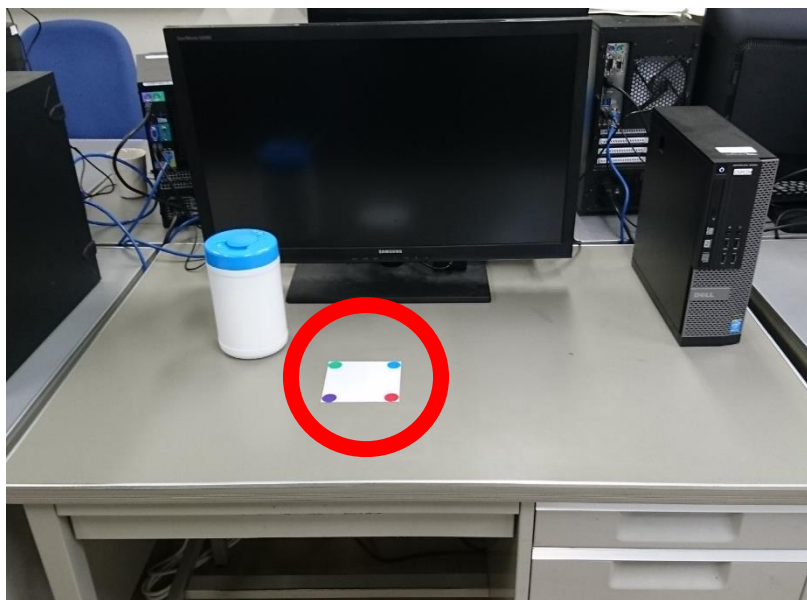
仮想物体を用いて実空間の差を補完する手法を提案



実空間整合の手順

- ①実空間の 3 次元点群測定
- ②目印の座標取得
- ③点群の座標の変換
- ④目印から離れた点群の削除
- ⑤重複する点群の削除
- ⑥実空間の差の補完

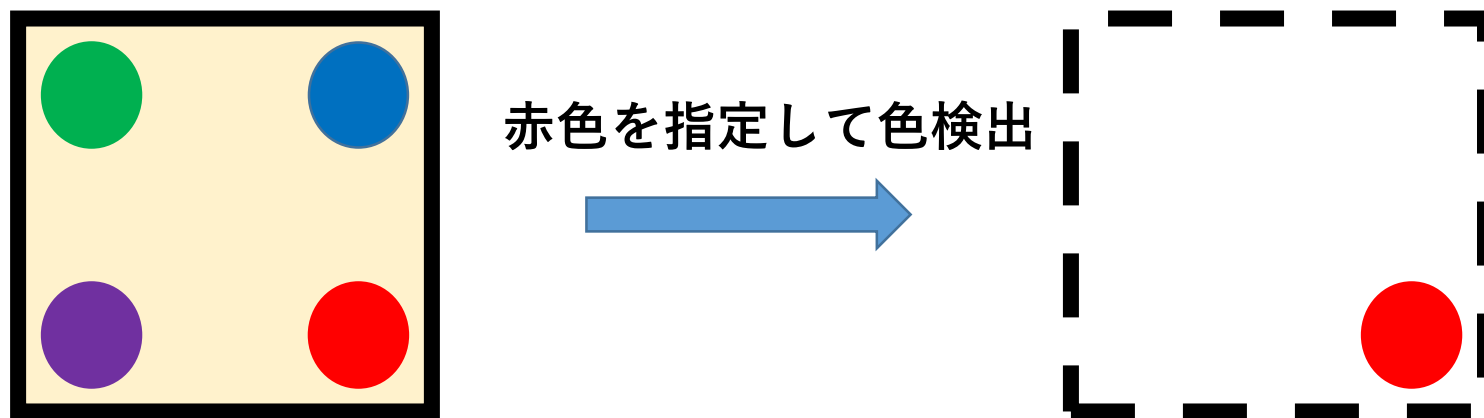
実空間の 3 次元点群測定



実空間を深度カメラで測定し、3次元の点情報(点座標・色・法線ベクトル)に変換する

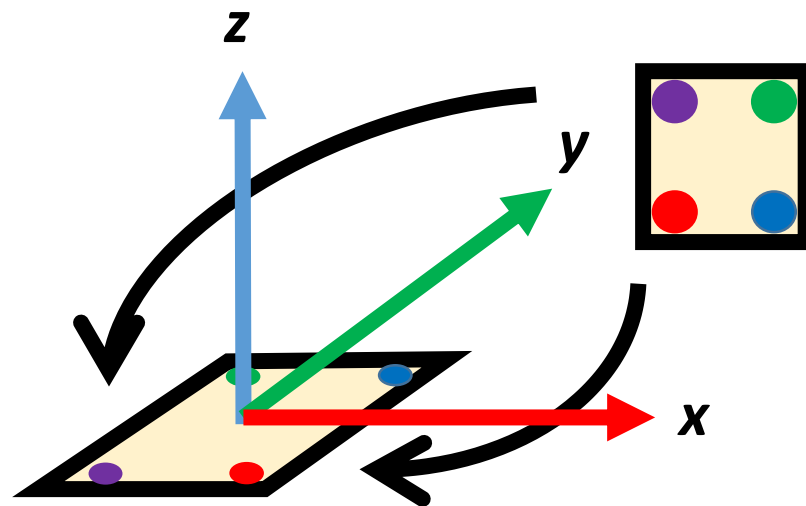
実空間に目印を設置しておく

目印の座標取得



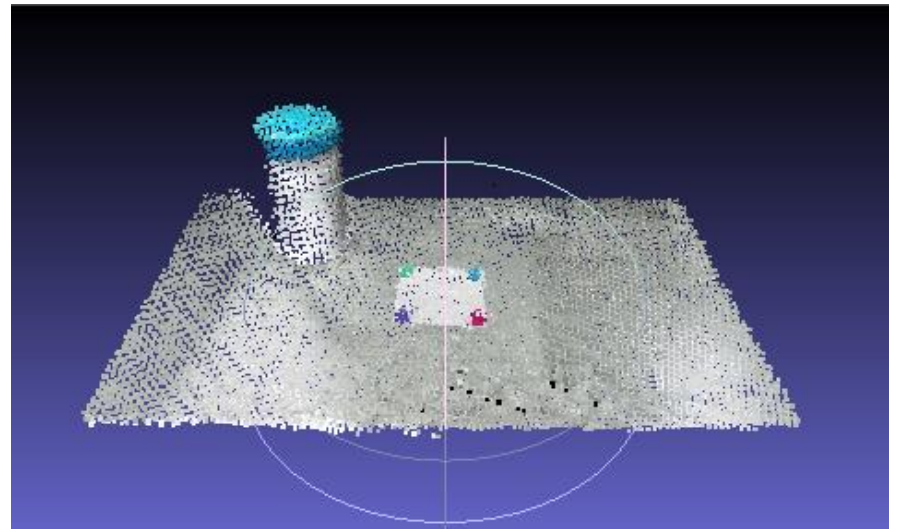
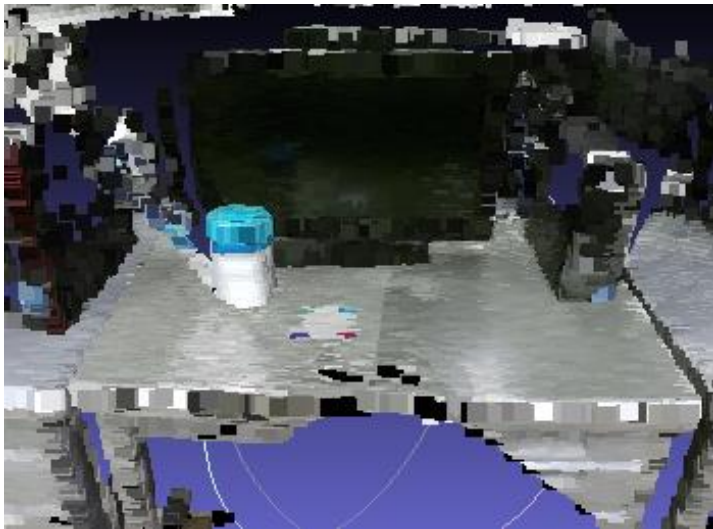
1. 目印を含めた点群に色検出を行って目印の一角の点群を抽出
2. 抽出した点群の座標平均を取ることで目印の角の重心座標を得る

点群の座標の変換



- 目印の平面が x - y 平面上で、中心が z 軸上に位置するように点群の座標を変換する
- 目印を基準とする座標系に変換することで、二つの実空間点群の位置合わせを行う

目印から離れた点群の削除

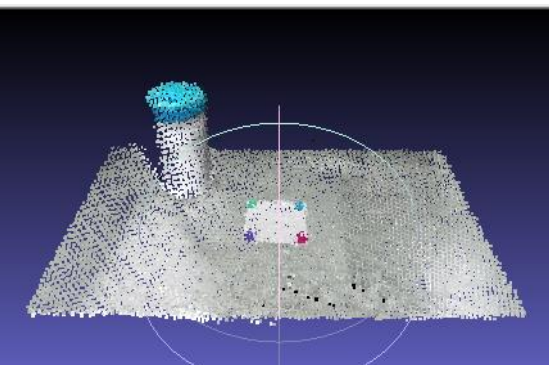


実空間の点群から、AR利用範囲外の点群を取り除く

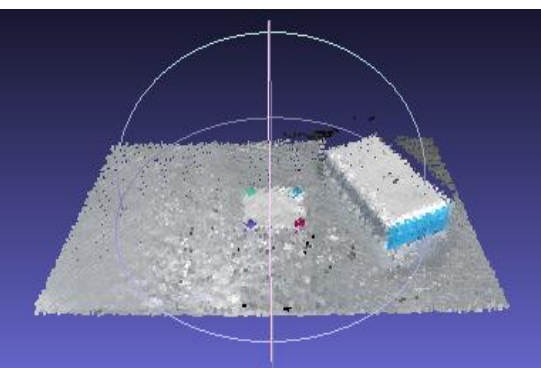
重複する点群の削除

2点間の距離が ϵ 以下なら2点は重複している

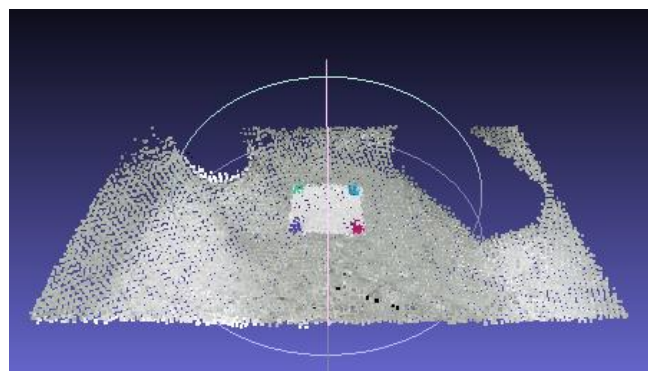
ϵ : 重複判定に使用するパラメータ



実空間A



実空間B



重複する点群



差の点群

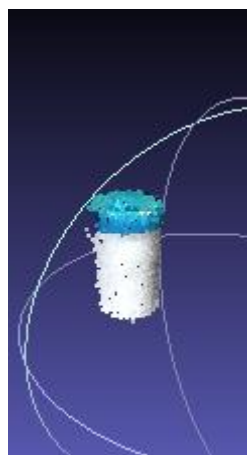
実空間A



実空間B

実空間の差の補完

差の点群



実験

実空間の差の補完

- 2つの異なる実空間に提案手法を用いて実空間の差の補完を行う
- ε の値を変更して、実空間の差の補完結果を確認する



実空間A

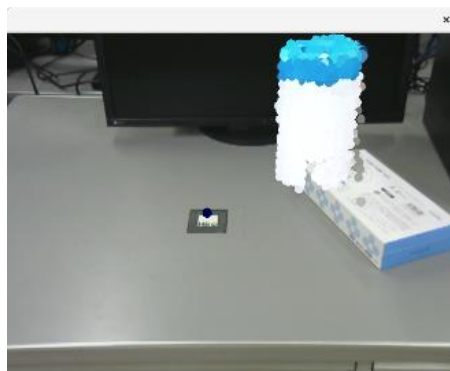
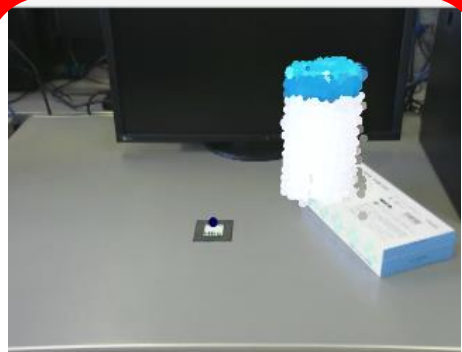


実空間B

実験結果

ϵ が小さいと重複判定が厳しくなり、重複部分を上手く削除できない

実空間
A

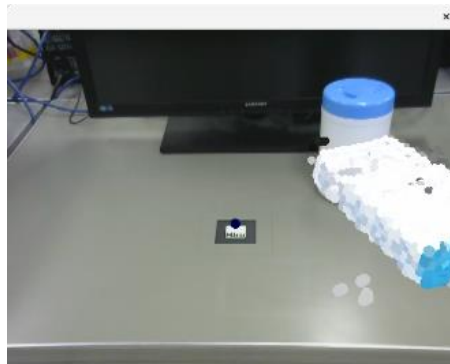


$\epsilon=0.05$

$\epsilon=0.08$

$\epsilon=0.2$

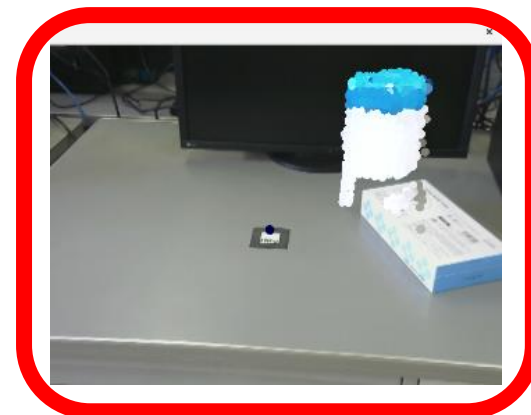
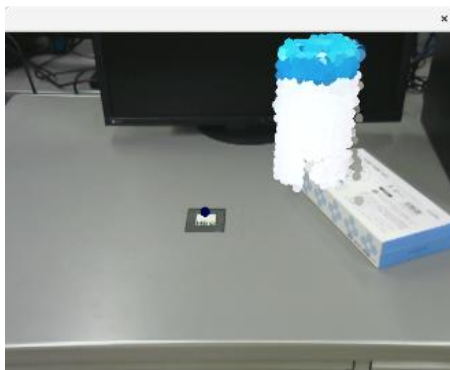
実空間
B



実験結果

ϵ が大きいと重複判定が甘くなり、余分に点群を削除してしまう

実空間
A

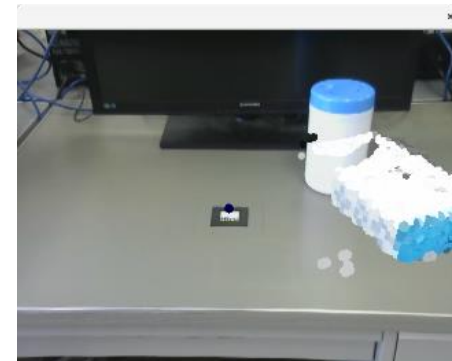


$\epsilon=0.05$

$\epsilon=0.08$

$\epsilon=0.2$

実空間
B



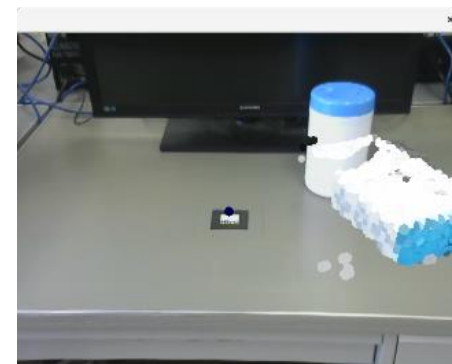
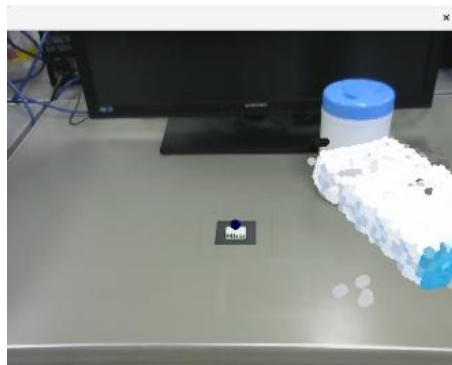
実験結果

ϵ が適切だと、実物体と仮想物体の表示が噛み合う

実空間
A



実空間
B



$\epsilon=0.05$

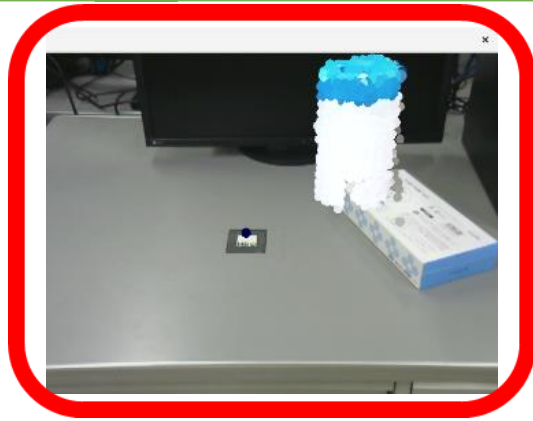
$\epsilon=0.08$

$\epsilon=0.2$

実験結果

深度カメラによる点群測定では物体表面しか点群化できないため、点群情報のない物体内部と重複する点群については削除を行えない

実空間 A



$\epsilon=0.05$

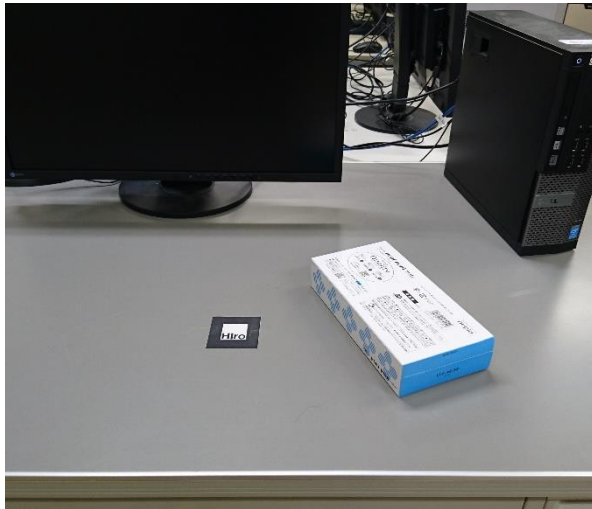
$\epsilon=0.08$

$\epsilon=0.2$

実空間 B



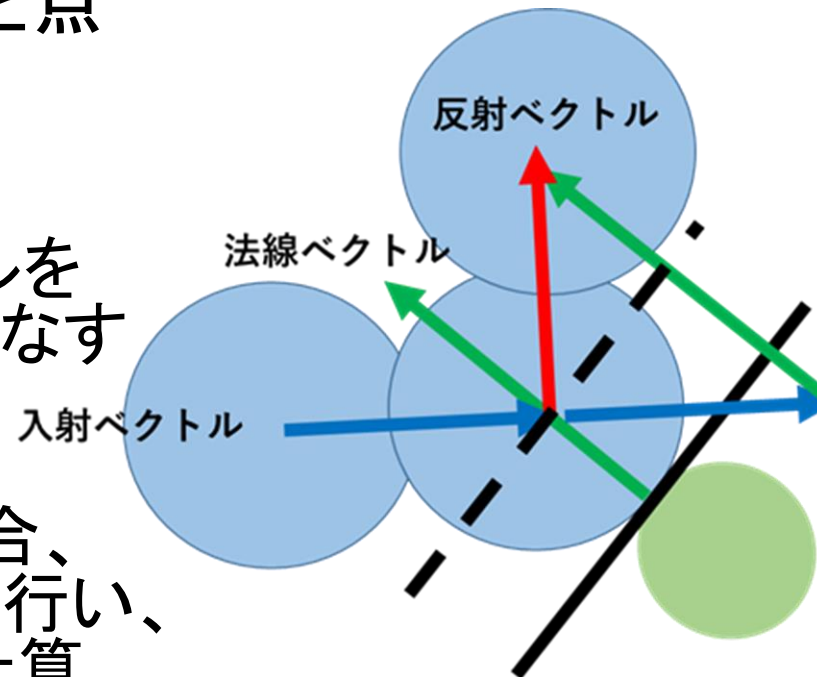
物理シミュレーション



- 異なる二つの実空間を提案手法で補完する
- 運動する仮想の球を共有する
- 球と実物体を衝突させるシミュレーションを行い、両実空間の様子を確認する

球と実物体の衝突

- 実物体は点群化されているので、球と実物体の衝突処理は球と点群の衝突によって行う
- 点群中の点を持つ法線ベクトルを平面に垂直な法線ベクトルとみなす
- 仮想の球が点群に衝突した場合、点を平面とみなして衝突処理を行い、衝突後の球の速度ベクトルを計算する



シミュレーション結果



まとめ

- 遠隔ARにおいて幾何学的整合性を取りながら仮想物体を共有する手法を提案した
- シミュレーションで提案手法の有効性を示した

今後の課題

- 適切な ε 値算出法の検討
- 物体内部を考慮した重複判定の検討
- 光学的整合性や時間的整合性の考慮