

動きを基準としたARの検討

情報システム工学科

椋木研究室

前田祐希

2018年2月15日

研究背景

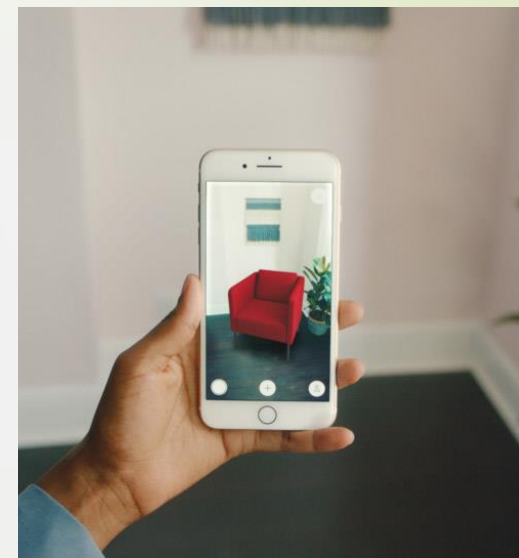
近年、AR技術を使ったアプリケーションが次々と開発されている

➡ AR

現実空間に仮想空間の物体や情報を合成することで現実の感覚を增强すること



現実空間と仮想空間を整合させて、違和感なく合成することが重要



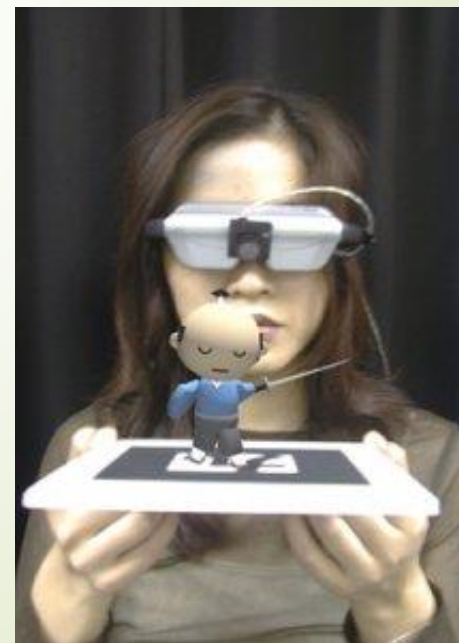
3

従来研究

ARToolkit[1]

マーカ位置を基準に現実空間と仮想空間を合成

マーカ位置に相対的に時間遅れなく仮想物体を合成
⇒位置を基準としたAR

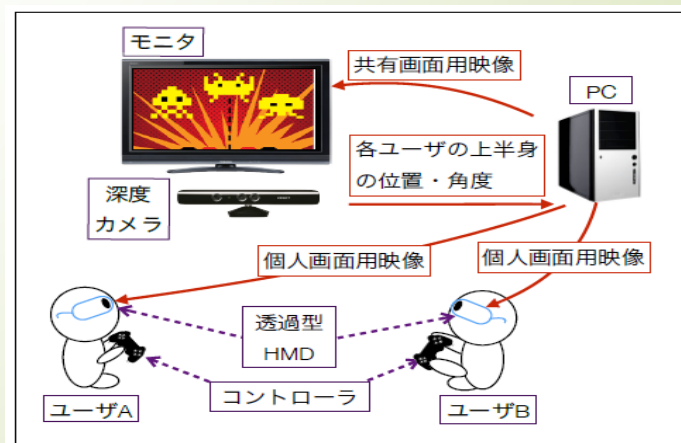


[1] <https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

従来のARでの動き-1

ユーザの姿勢検出と透過性HMDを用いたゲームエクスペリエンス拡張システム[2]

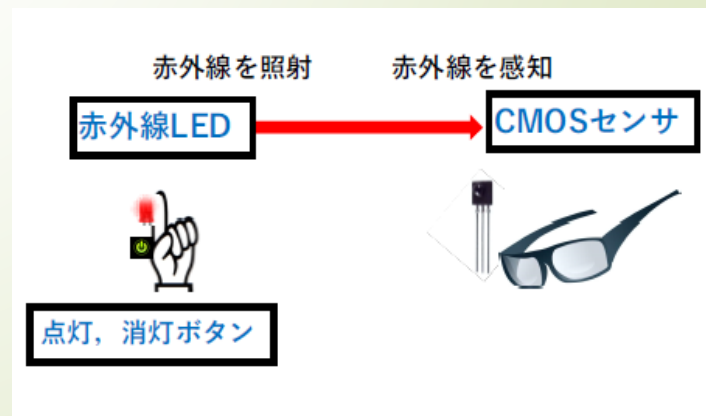
- ➡ 各瞬間での位置を検出し、検出位置に整合した仮想物体を時間遅れなく合成する
- ➡ 動きの解析はしていない



従来のARでの動き-2

指動作認識を利用したスマートグラス上の
ユーザインターフェイス操作[3]

- 動きの種類を解析し、種類に応じて現実世界や仮想世界の物体や情報を操作
- 実行される操作は
動きそのものとは無関係



目的

動きに整合したARについて検討する

- 動きを認識して、仮想空間の反応を生成
- 動きの方向・速さ・タイミングに整合して仮想物体を合成

- 動きに整合したARシステムを試作
- 動きを基準としたARの構成要素、システム構成、要素技術について検討

試作システム概要

- ▶ 右手を突き出す動作を認識
- ▶ 突き出すタイミングに合わせて右手位置から動きの方向に仮想物体を合成



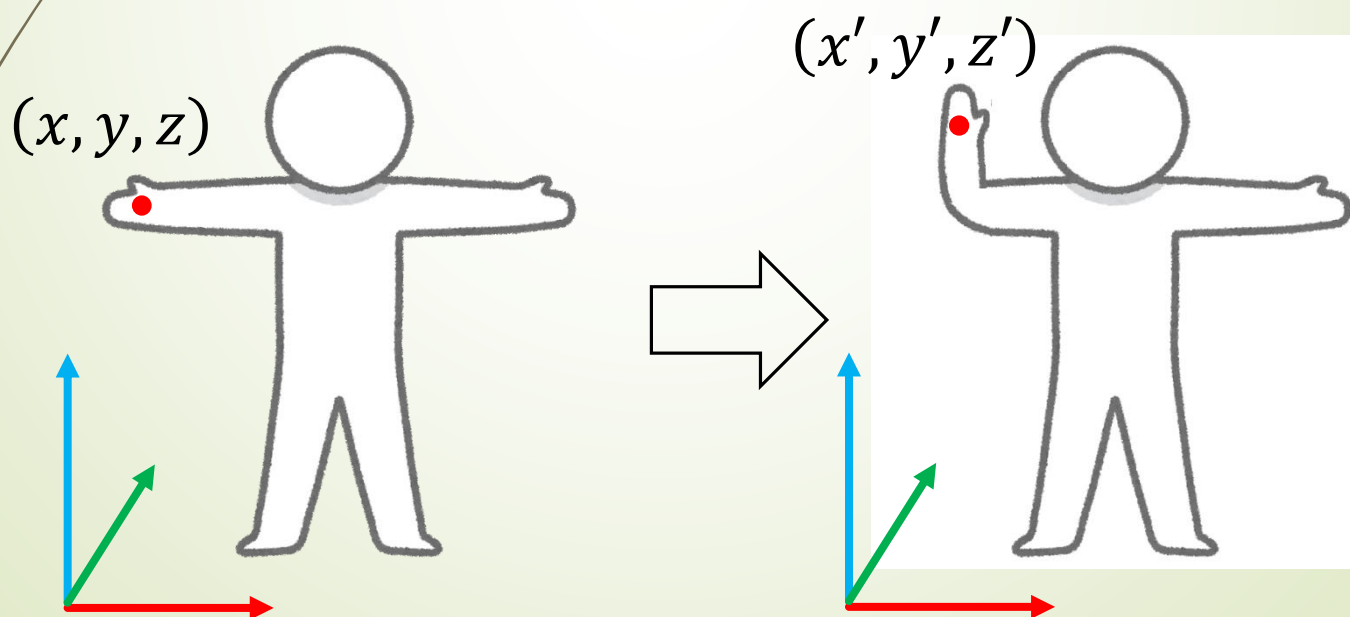
システムの構成要素

- ➡ 検出する動きの定義
- ➡ 動きの検出
- ➡ 動きに応じた仮想物体合成

※動き：位置の系列または位置の差分

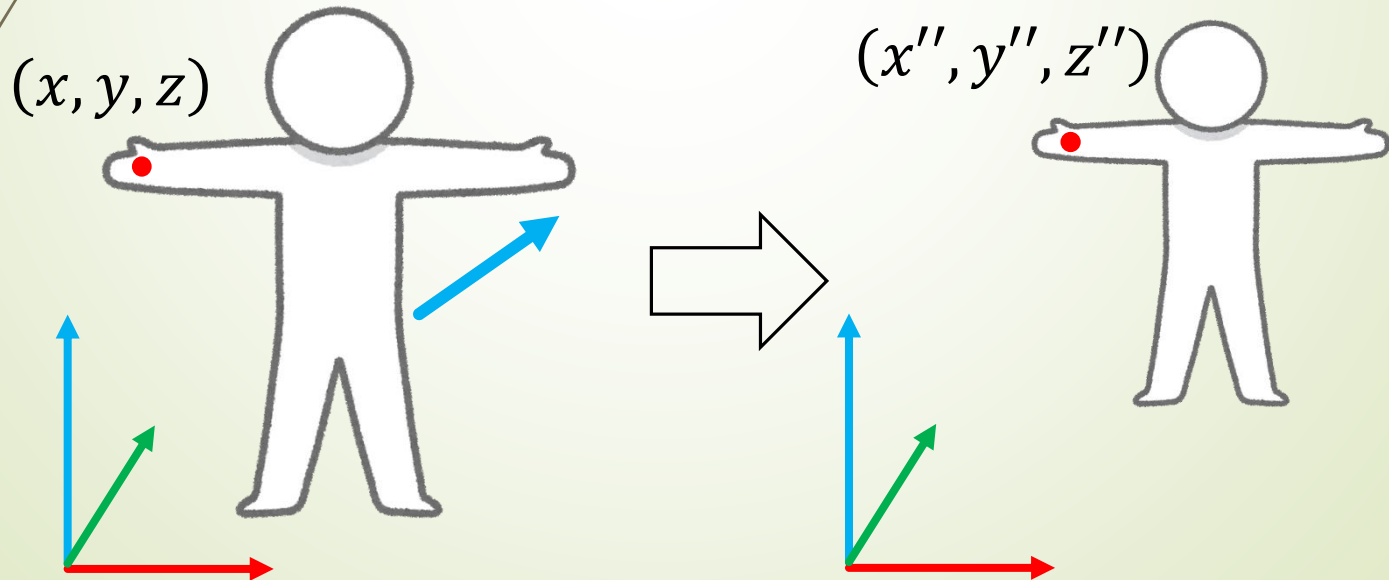
検出する動きの定義

- ➡ 座標系を設定し、位置の系列を表現



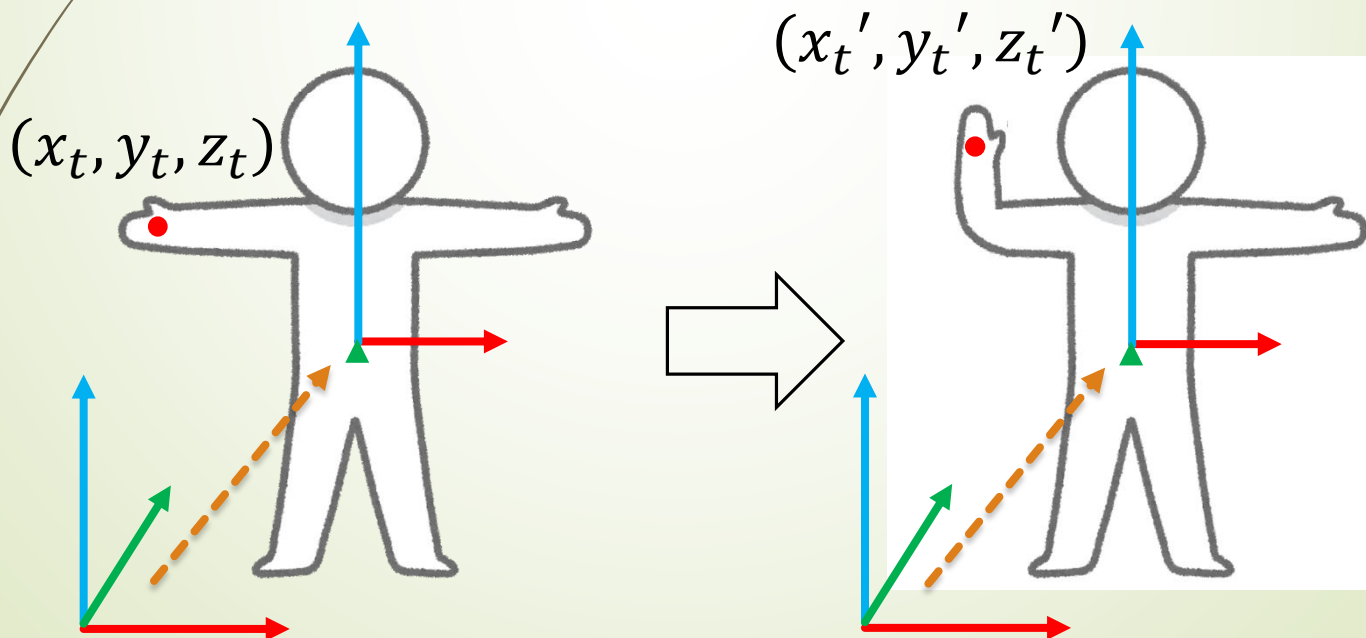
検出する動きの定義

- ➡ 座標系を設定し、位置の系列を表現



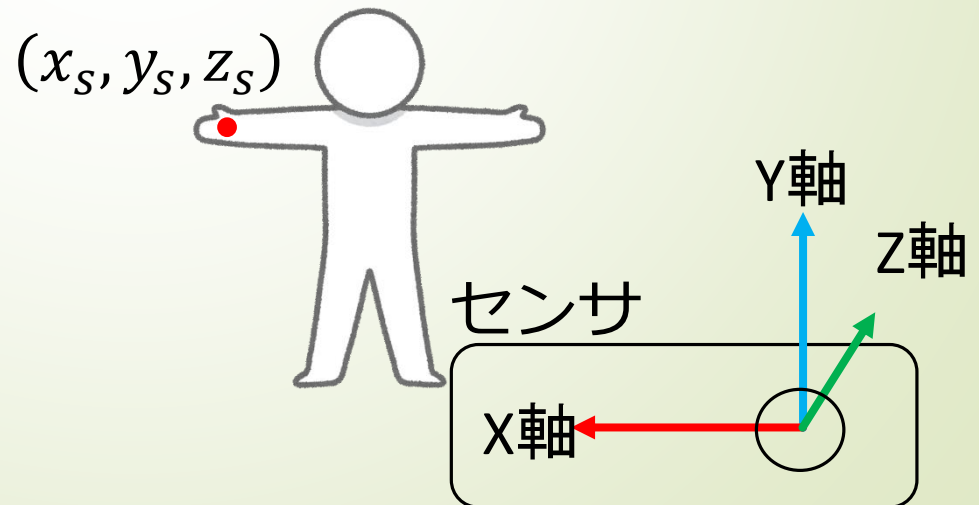
検出する動きの定義

- 座標系を設定し、位置の系列を表現
- 座標系を対象に固定して設定するのが合理的
⇒ 対象物座標系



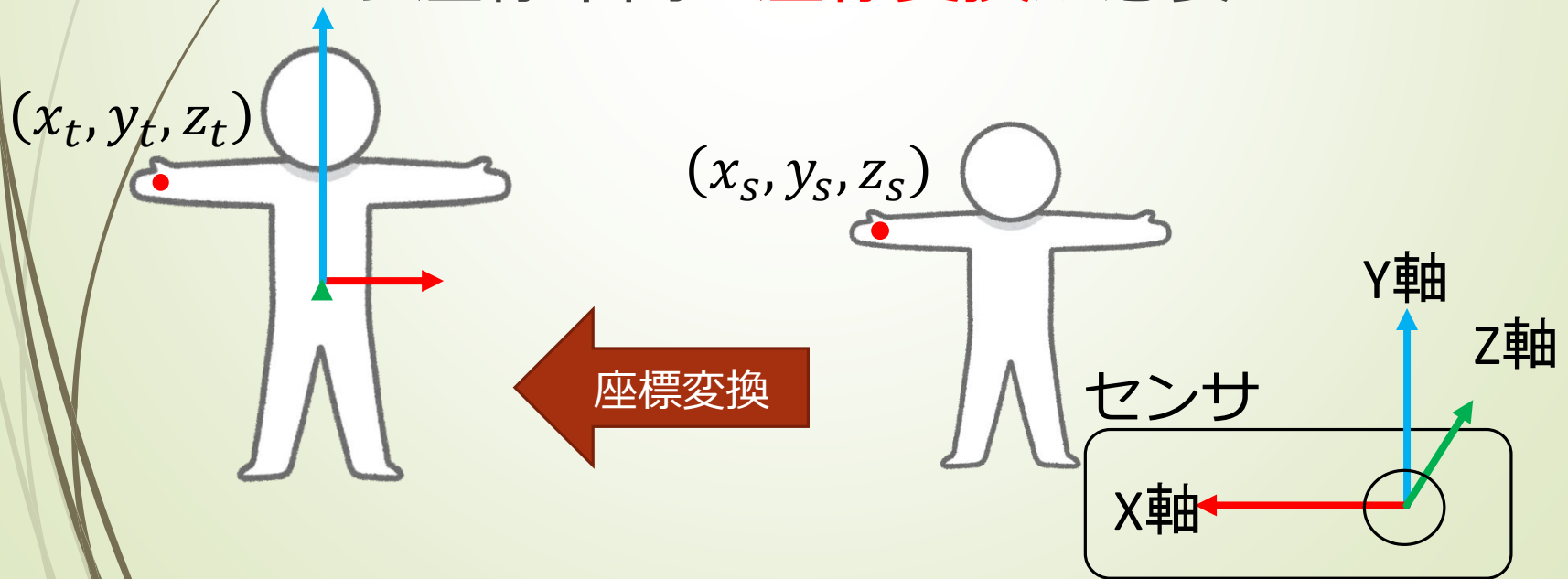
動きの検出

- ➡ 測定はセンサに依存した座標系上で行われる
⇒ **センサ座標系**



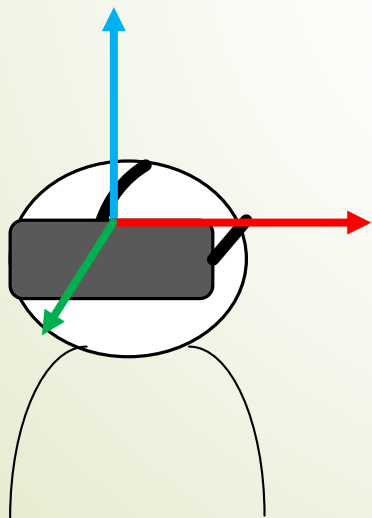
動きの検出

- 測定はセンサに依存した座標系上で行われる
⇒ **センサ座標系**
- 動きの定義と照合するために、対象物座標系とセンサ座標系間の**座標変換**が必要



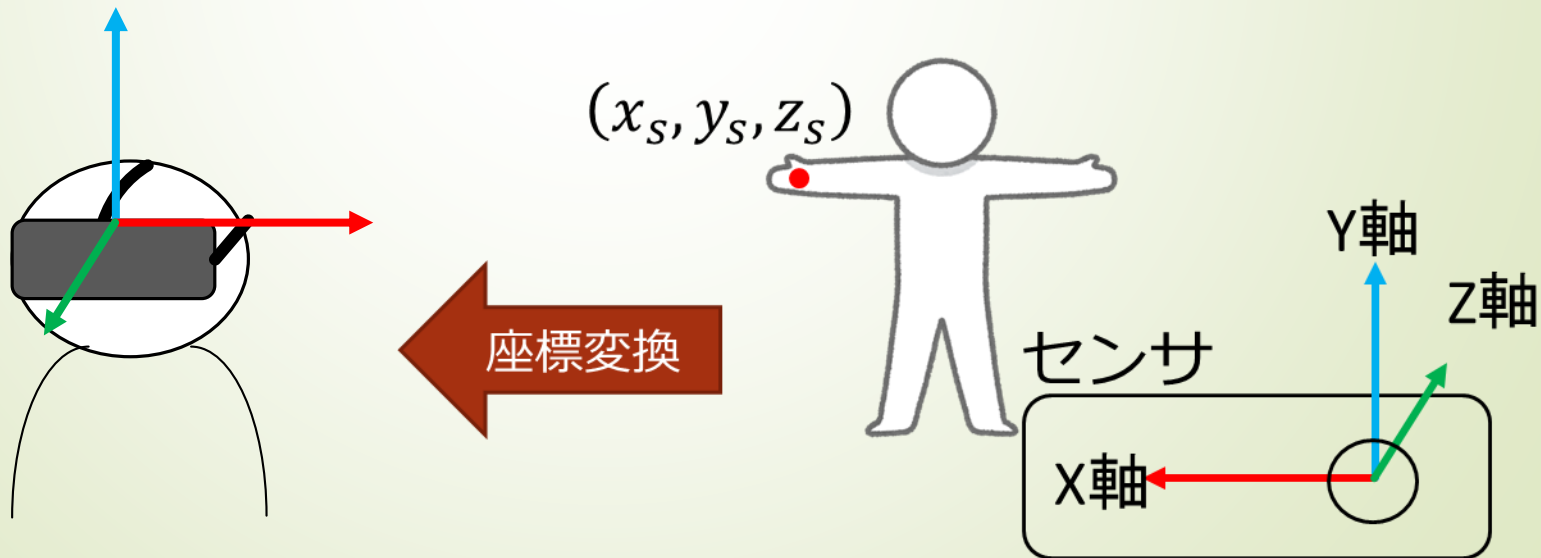
仮想物体の表示

- ➡ 視点に合わせて座標系を設定する
⇒ **表示座標系**

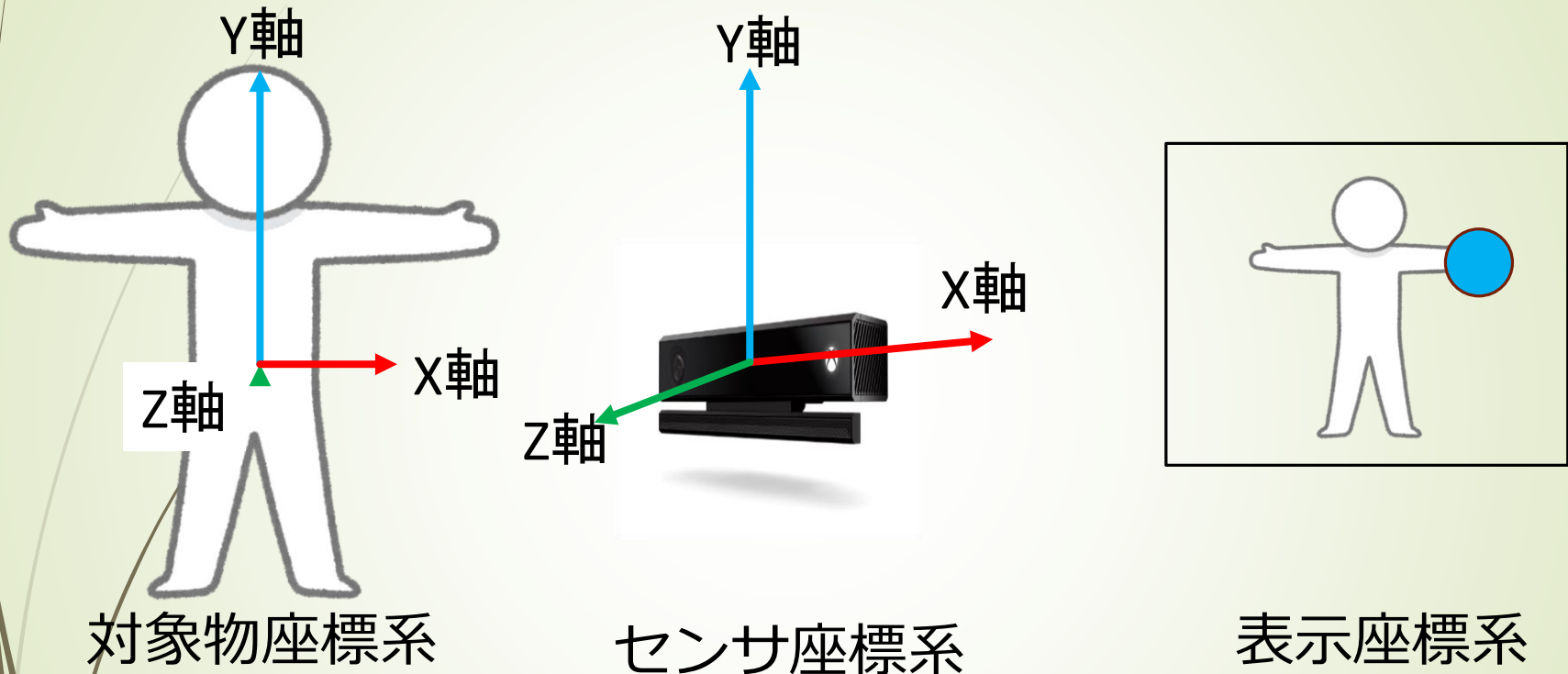


仮想物体の表示

- 視点に合わせて座標系を設定する
⇒ **表示座標系**
- センサ座標系から表示座標系への**座標変換**が必要

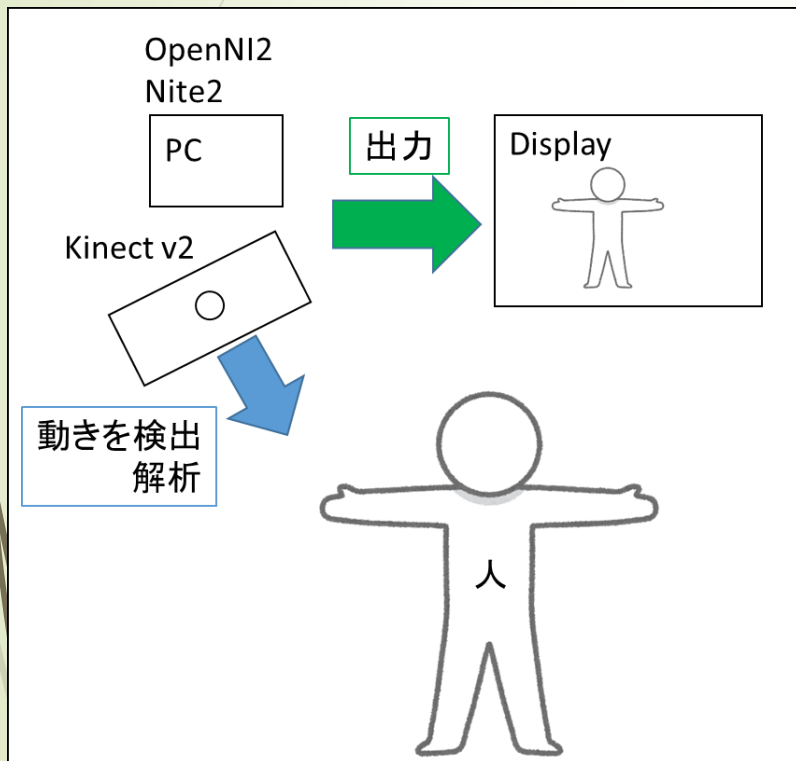


動きを基準としたARの構成



要素を設定し、要素間を適切な座標変換で対応付けて、整合性を保つことが重要

システム構成



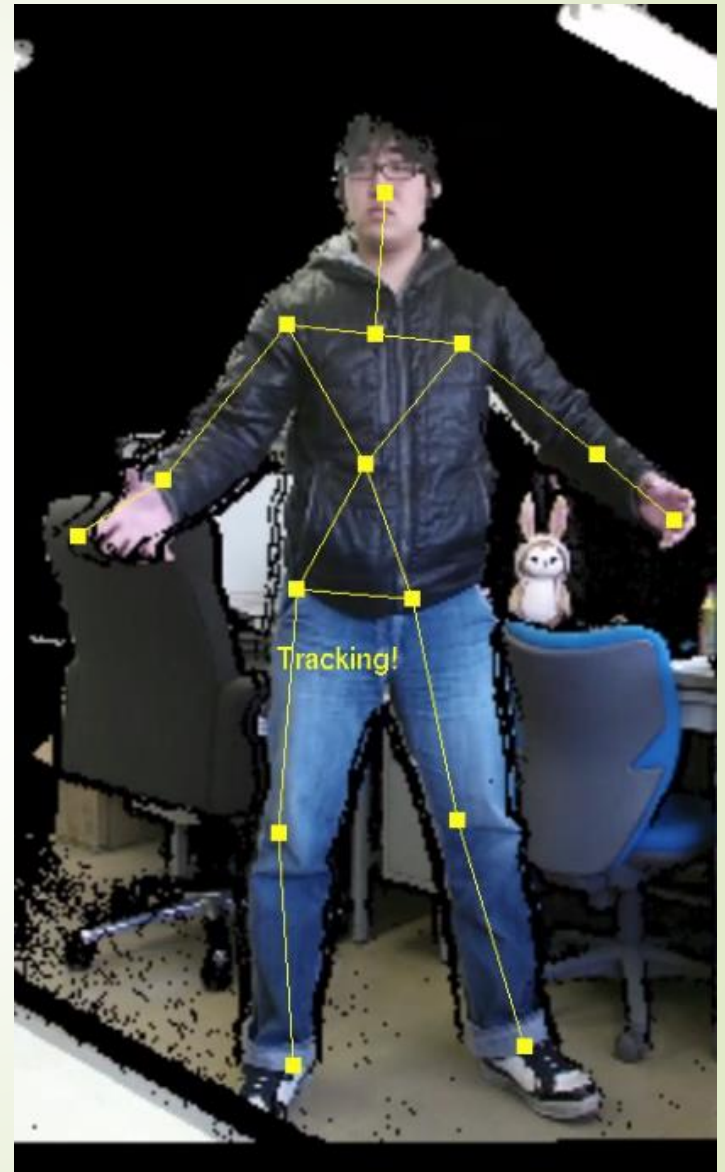
動きの検出: Kinect v2

OpenNI2+Nite2

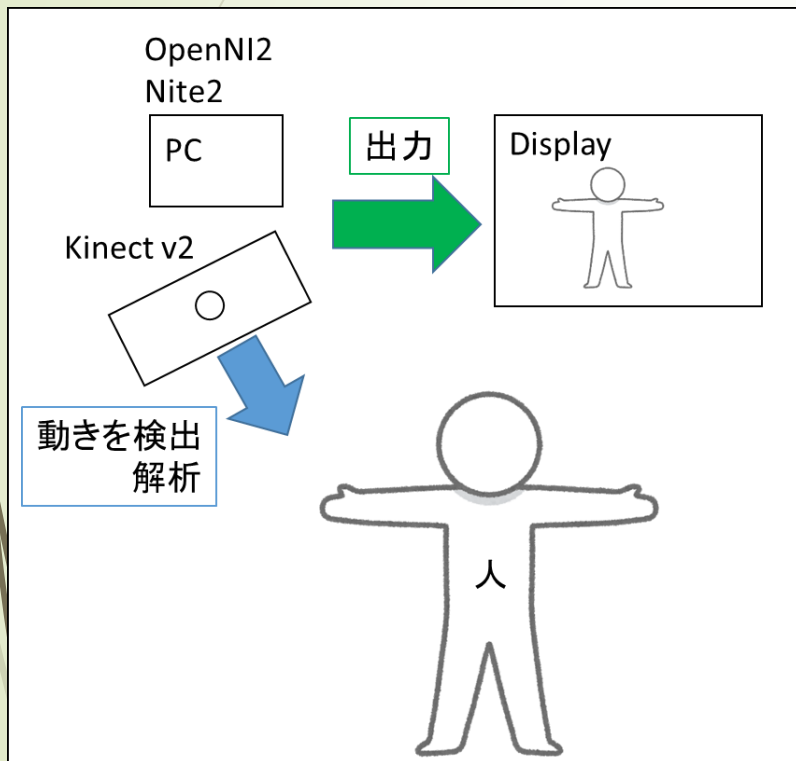
合成表示: 固定Display

Kinect

- 人物の姿勢を取得
- 15個のノードで表現
- 仮想物体は、Kinectで撮影した映像に合成



システム構成



動きの検出: Kinect v2,
OpenNI2+Nite2
合成表示: 固定Display

対象物座標系: 人体固定
センサ座標系: Kinectの視点
表示座標系 : Kinectの視点

検出する動きの定義

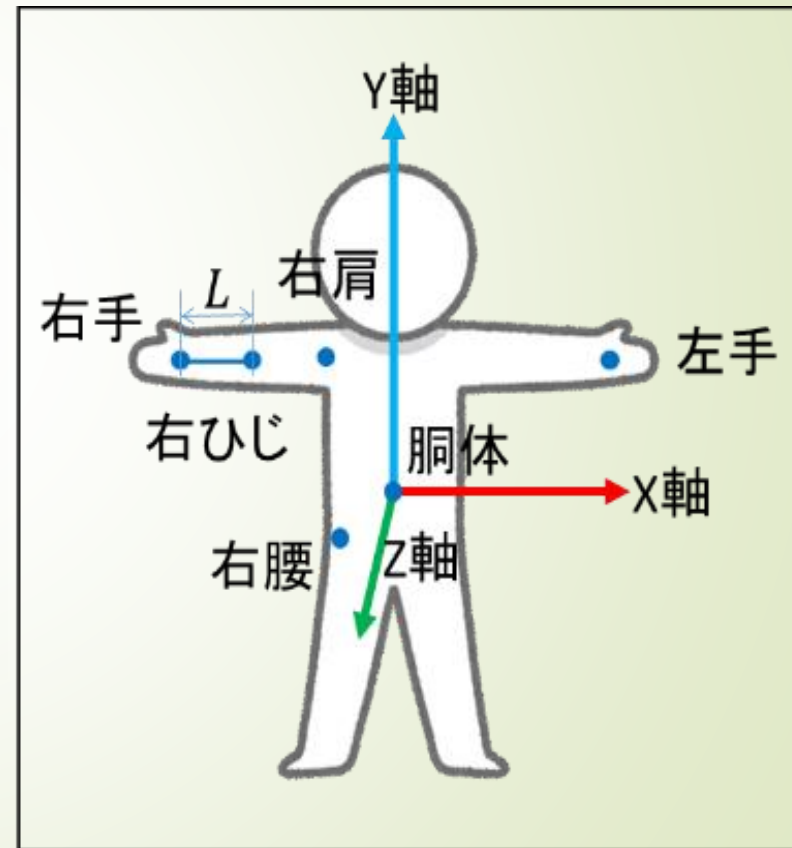
右手を後ろから前に突き出す動作

- ▶ 右手を引いた姿勢
- ▶ 右手を突き出した姿勢



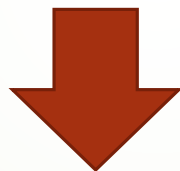
検出する動きの定義

- ➡ 右手を引いた姿勢
右手ノードが
体の右側 & 右肩右腰の間
- ➡ 右手を突き出した姿勢
 $L/2$ 以上移動したとき



動きの検出

- ▶ Kinectで測定した各ノードの
3次元座標（センサ座標系）を
対象物座標系 に変換する
- ▶ 右手ノードの動きが、定義した動きに合致



右手を突き出す動きをしたと判定

※センサ座標系から対象物座標系への変換には
変換行列を使用

変換行列

平行移動と回転を使う

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

- ➡ t_y は胴体の y 座標から求める
- ➡ 求める変数は $\cos \theta, \sin \theta, t_x, t_z$ の4つ
- ➡ 2点の変換前後の座標から未知変数を求める

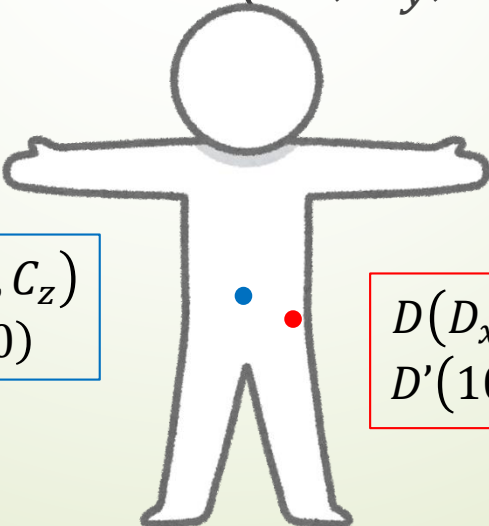
2点の取り方

変換前の座標

胴体 $C(C_x, C_y, C_z)$ 、左腰 $D(D_x, D_y, D_z)$

変換後の座標

胴体 $C'(0,0,0)$ 、左腰 $D'(10, D'_y, -1)$



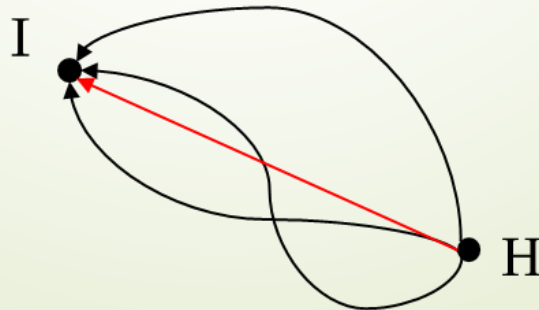
$C(C_x, C_y, C_z)$
 $C'(0,0,0)$

$D(D_x, D_y, D_z)$
 $D'(10, D'_y, -1)$

動きに応じた仮想物体合成

右手を突き出したと判定したタイミングに合わせて、動きの方向に仮想物体を合成

- ➡ 右手の移動を直線だと考える
- ➡ 動きの方向はHとIの差分ベクトル
 - ➡ 座標H：引いた姿勢の右手位置
 - ➡ 座標I：突き出した姿勢の右手位置



実験

実行結果



評価実験

- ▶ 被験者7人が試作システムを使用
- ▶ アンケート評価

3項目 + 自由記述：良かった点、改善して欲しい点

評価項目	1.0	2.0	3.0	4.0	平均
(最高点：4.0,最低点：1.0)					
動きの認識が正しいか	0	0	3	4	3.6
動きに整合した仮想空間が 合成されたか	0	3	4	0	2.6
動きが拡張されたと感じるか	0	4	3	0	2.4

評価実験

- ▶ 被験者7人が試作システムを使用
- ▶ アンケート評価

3項目 + 自由記述：良かった点、改善して欲しい点

評価項目	1.0	2.0	3.0	4.0	平均
(最高点：4.0,最低点：1.0)					
動きの認識が正しいか	0	0	3	4	3.6
動きに整合した仮想空間が 合成されたか	0	3	4	0	2.6
動きが拡張されたと感じるか	0	4	3	0	2.4

評価実験

- ▶ 被験者7人が試作システムを使用
- ▶ アンケート評価

3項目 + 自由記述：良かった点、改善して欲しい点

評価項目	1.0	2.0	3.0	4.0	平均
(最高点：4.0,最低点：1.0)					
動きの認識が正しいか	0	0	3	4	3.6
動きに整合した仮想空間が 合成されたか	0	3	4	0	2.6
動きが拡張されたと感じるか	0	4	3	0	2.4

評価実験

- ▶ 被験者7人が試作システムを使用
- ▶ アンケート評価

3項目 + 自由記述：良かった点、改善して欲しい点

評価項目	1.0	2.0	3.0	4.0	平均
(最高点：4.0,最低点：1.0)					
動きの認識が正しいか	0	0	3	4	3.6

良かった点

- ・ 動きに対してARがきちんと追従していて良かった
- ・ 対応できる動き（方向）が多い

評価実験

- ➡ 被験者7人が試
 - ➡ アンケート評
- 3項目 + 自由記述：良

動きの検出が上手くいき、
それに対応する仮想物体を
生成することができた

評価項目

(最高点：4.0,最低点：1)

動きの認識が正しいか

0	0	3	4	3.6
---	---	---	---	-----

良かった点

- ・ 動きに対してARがきちんと追従していて良かった
- ・ 対応できる動き（方向）が多い

評価実験

- ▶ 被験者7人が試作システムを使用
- ▶ アンケート評価

3項目 + 自由記述：良かった点、改善して欲しい点

評価項目	1.0	2.0	3.0	4.0	平均
(最高点：4.0,最低点：1.0)					
動きの認識が正しいか	0	0	3	4	3.6
動きに整合した仮想空間が 合成されたか	0	3	4	0	2.6
動きが拡張されたと感じるか	0	4	3	0	2.4

評価実験

- ▶ 被験者7人が試作システムを使用
- ▶ アンケート評価

3項目 + 自由記述：良かった点、改善して欲しい点

改善して欲しい点

- ・ 仮想物体が動きの延長として視覚的に分かりにくい
- ・ 動きの速さに応じた仮想物体の表示が欲しい

動きに整合した仮想空間が 合成されたか	0	3	4	0	2.6
動きが拡張されたと感じるか	0	4	3	0	2.4

評価実験

- ➡ 被験者7人が試
- ➡ アンケート評価

3項目+自由記述：良かった点

速さについて考えていないため、システムを使う上で違和感となった

改善して欲しい点

- ・ 仮想物体が動きの延長として視覚的に分かりにくい
- ・ 動きの速さに応じた仮想物体の表示が欲しい

動きに整合した仮想空間が合成されたか	0	3	4	0	2.6
動きが拡張されたと感じるか	0	4	3	0	2.4

まとめ

動きを基準としたARについて検討・試作した

- ➡ 動きの検出が上手くいき、それに対応する仮想物体を生成することができた
- ➡ 動きの速さについては考えていないため、システムを使う上で違和感を感じたものもいた

今後の課題

- ➡ 動きの速さに応じた仮想物体の生成

動きを基準としたARの例

- ▶ meleap社のHADO[4]



[4] <http://jp.techcrunch.com/2017/11/06/ar-game-hado-developer-meleap-fundraised-300-mil-yen/>

IKEA Place^[1]

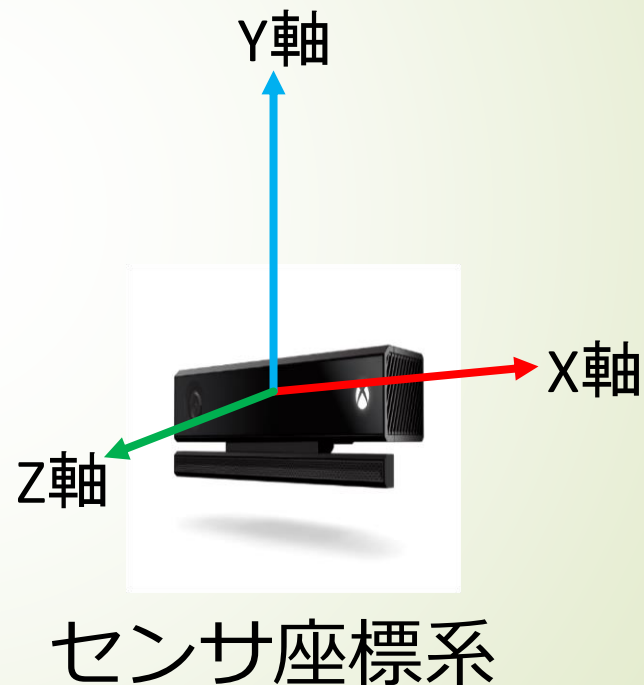
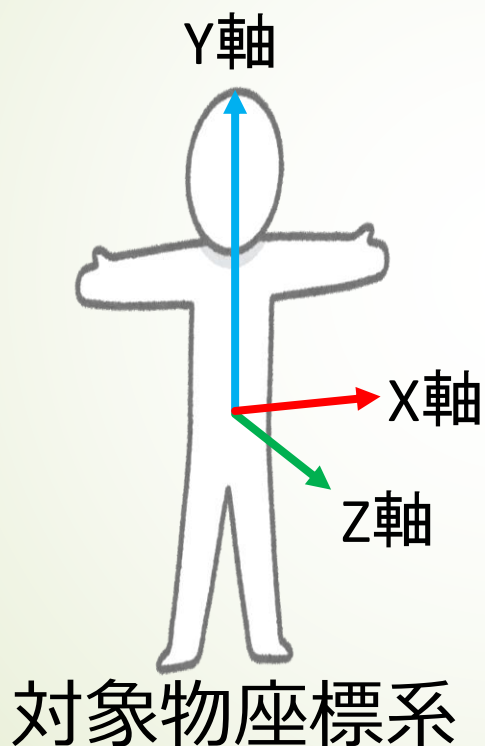
- ▶ 部屋の中に実寸大の家具を設置できる
 - ▶ 家具を実際に設置
 - ▶ サイズが大丈夫かを確認
 - ▶ 気に入ったらそのまま購入

Walking Dead: Our World^[5]

- ▶ カメラを介してみることで、現実世界にゾンビが現れる
- ▶ アプリでは現実世界にARオブジェクトを配置することができる平面を見つける必要がある

[5] <https://www.youtube.com/watch?v=RPXUaMFpXk>

座標系の各軸の対応関係



Kinect v2,

<https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>

各座標系の設定

