



スマートフォンのセンサ情報による 屋内測位

Indoor Positioning Measurement Using Only Smartphone Sensors

慶應義塾大学大学院

理工学研究科

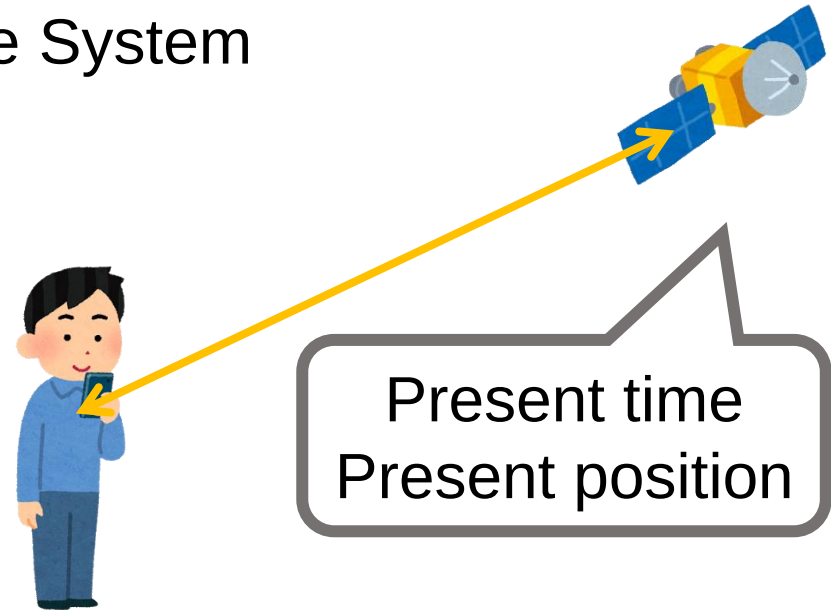
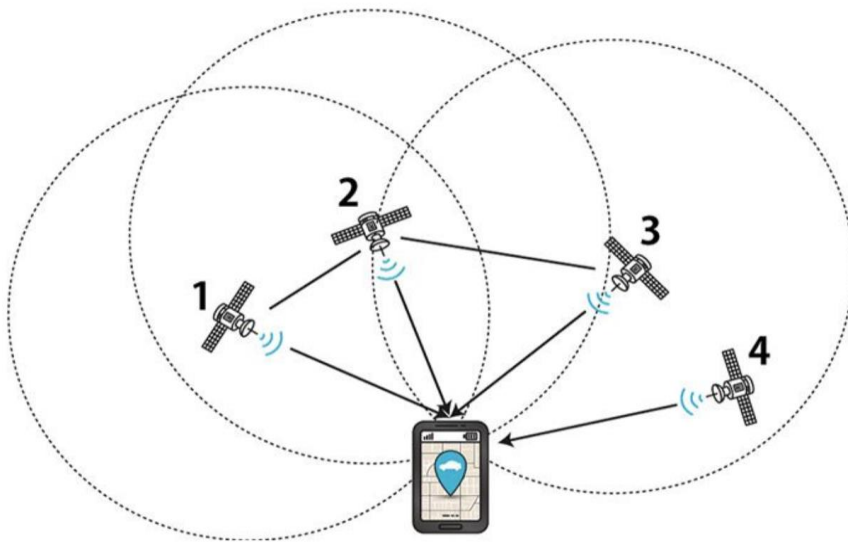
田中敏幸 祖田恵太郎

研究背景



- 近年、スマートフォンを用いて、位置測位を利用するサービスが増加している

GNSS : Global Navigation Satellite System



GNSSの強み

個人としては普段使うスマートフォンのみで位置測位ができ、
新たな機材やデータの作成の必要がない点

研究目的



GNSSの弱み

屋内や地下では使用することが出来ない



屋内では別の位置測位手法が必要

本研究の目的

GNSSと併用することで、
スマートフォンのみで屋内外の位置測位を行う



GNSSとPDRを併用する手法

PDRの利点 { 新たな機器を設置する必要がない
レファレンスデータの作成する必要がない

PDRについて



➤ PDR : Pedestrian Dead Reckoning

Present position

1. 初期位置を既知とする
2. 歩数、歩幅、進行方向をセンサ情報から計算
3. これらを用いて相対的に位置を推定

位置の絶対座標を $\mathbf{r} = (X, Y)$, 進行方向の方位角を θ , 歩幅を l とすると, $n+1$ 歩目の位置 $\mathbf{r}_{n+1}$

$$\begin{cases} \mathbf{r}_n = (X_n, Y_n) \\ \mathbf{r}_{n+1} = \mathbf{r}_n + (l_{n+1} \sin \theta_{n+1}, l_{n+1} \cos \theta_{n+1}) \end{cases}$$



従来のPDRの課題



PDRの課題

精度があまりよくないスマートフォンのセンサを手で保持することで手振れによる誤差が生じる



PDR は相対測位であるので、
微小な誤差が蓄積し、大きな誤差となり得る

- ・手で保持したスマートフォン
- ・手首に固定したスマートウォッチ



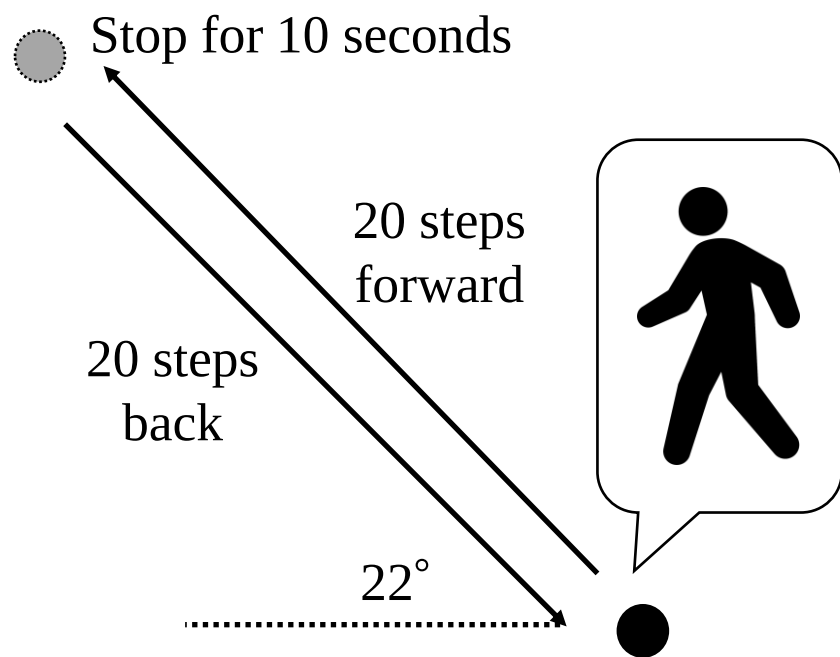
- ・腰に固定したスマートフォン



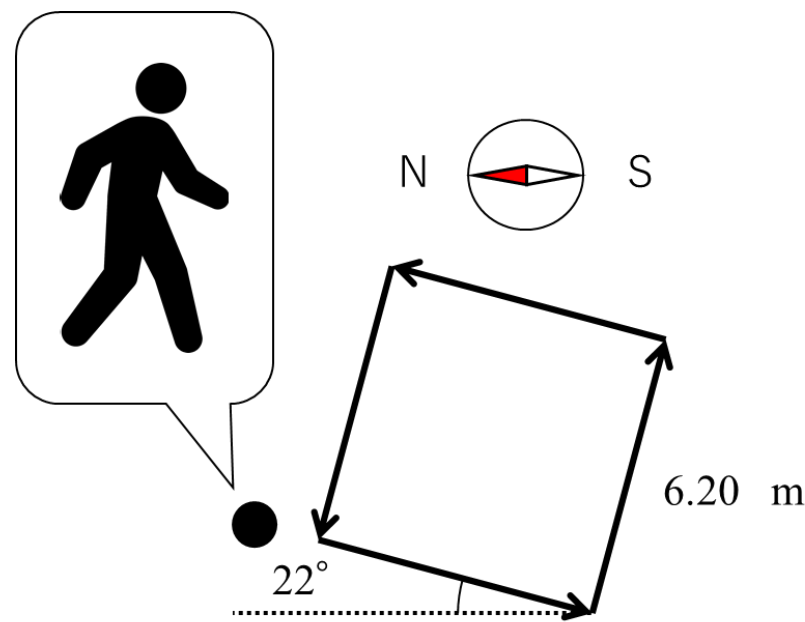
実験について



実験 1



実験 2



実験端末

iPhone7

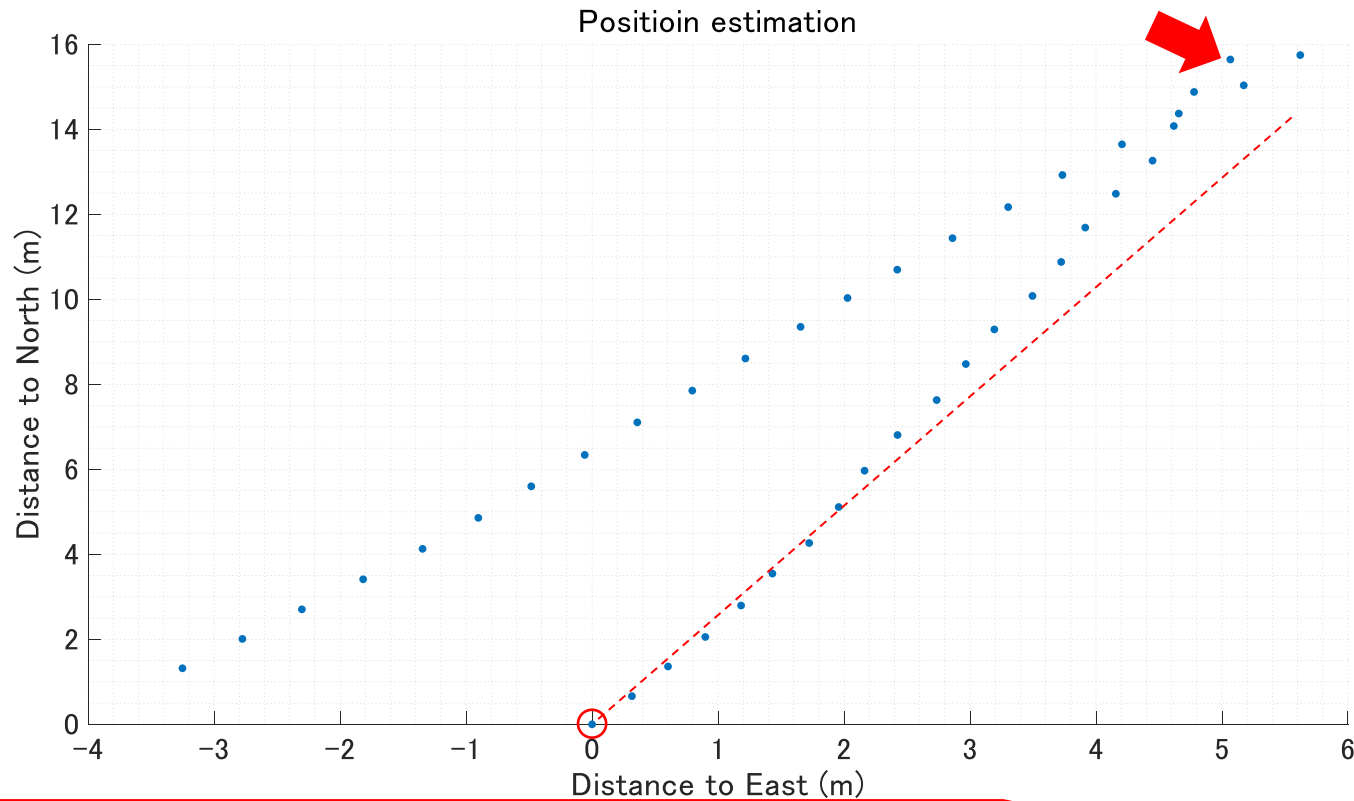
保持方法

実験中センサは腰に付ける

サンプリング周期

加速度、地磁気、角速度センサは0.01 s

実験 1 の結果



- 方向転換が歩行とみなされている
- 往路と復路の進行方向がずれている

歩数推定誤差改善に関して

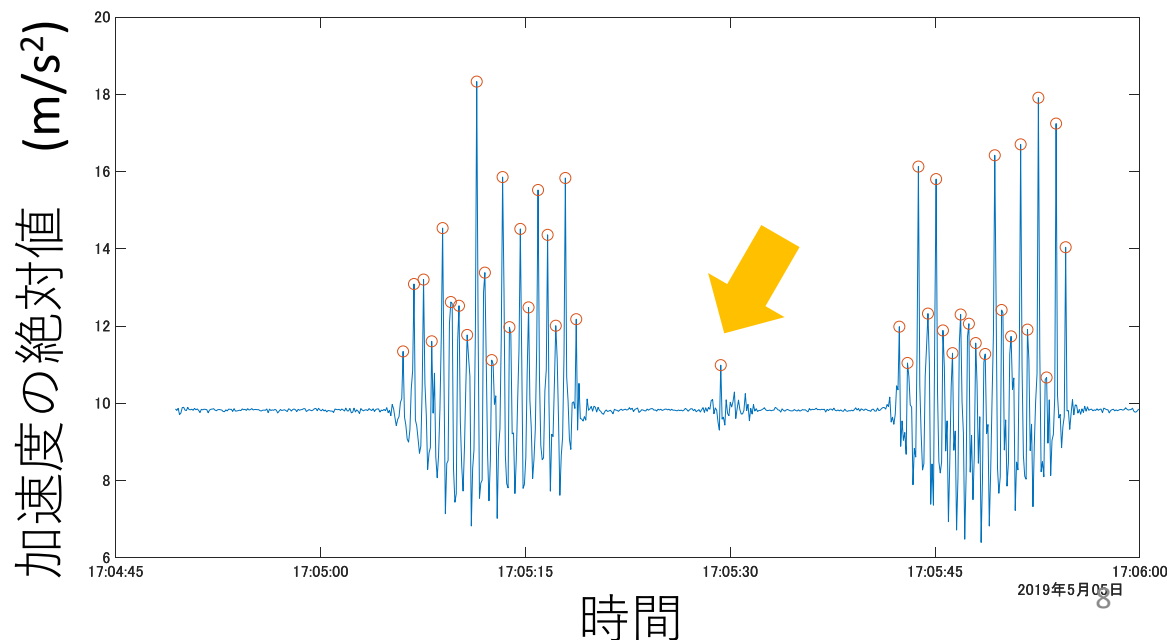


- ・ 方向転換が歩行とみなされている

加速度ベクトルの絶対値

$$|\mathbf{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$\mathbf{a}$: 加速度ベクトル x, y, z : 端末上の各軸



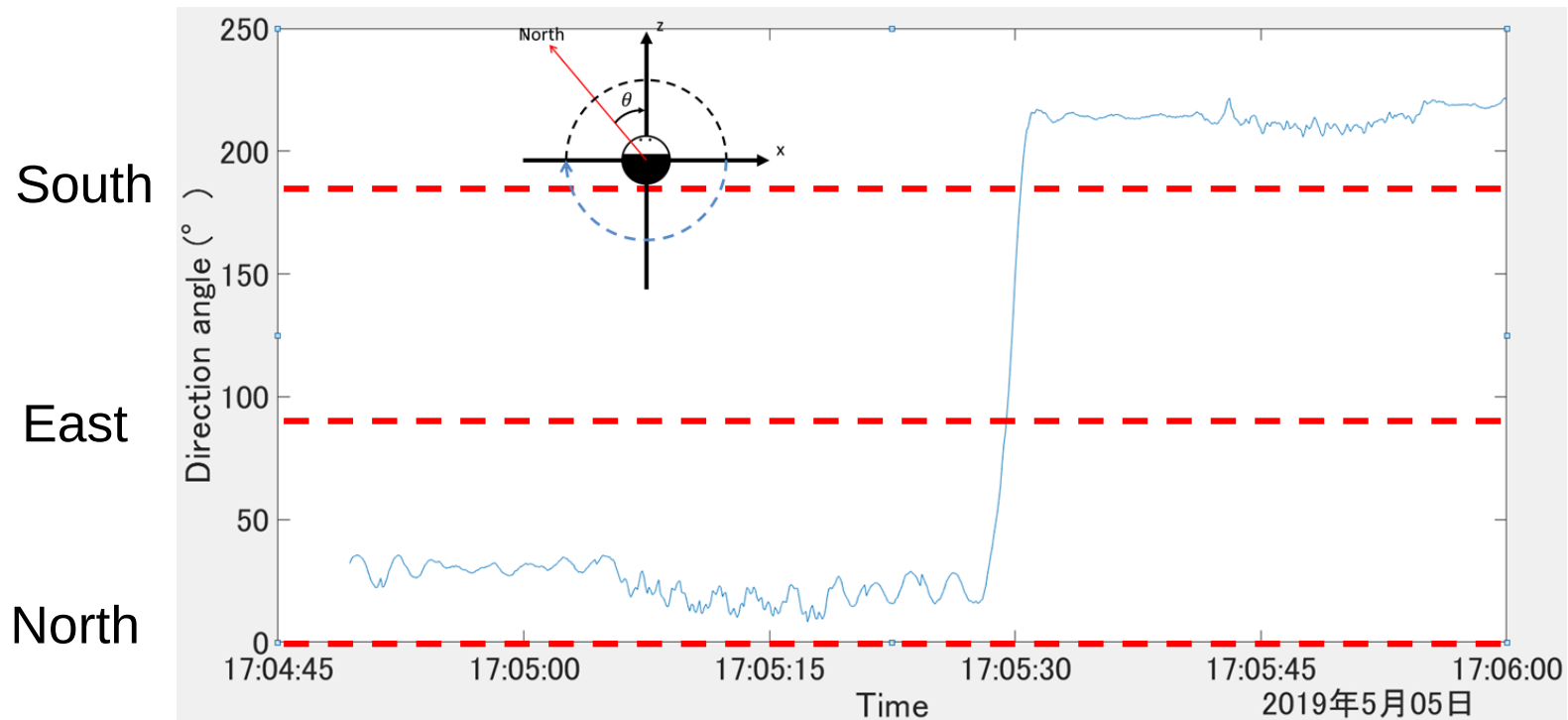
進行方向誤差改善について



Direction

$$\theta = \arctan \frac{G_x}{G_z} \quad G_z \geq 0 \quad \theta = \arctan \frac{G_x}{G_z} + 180 \quad G_z < 0$$

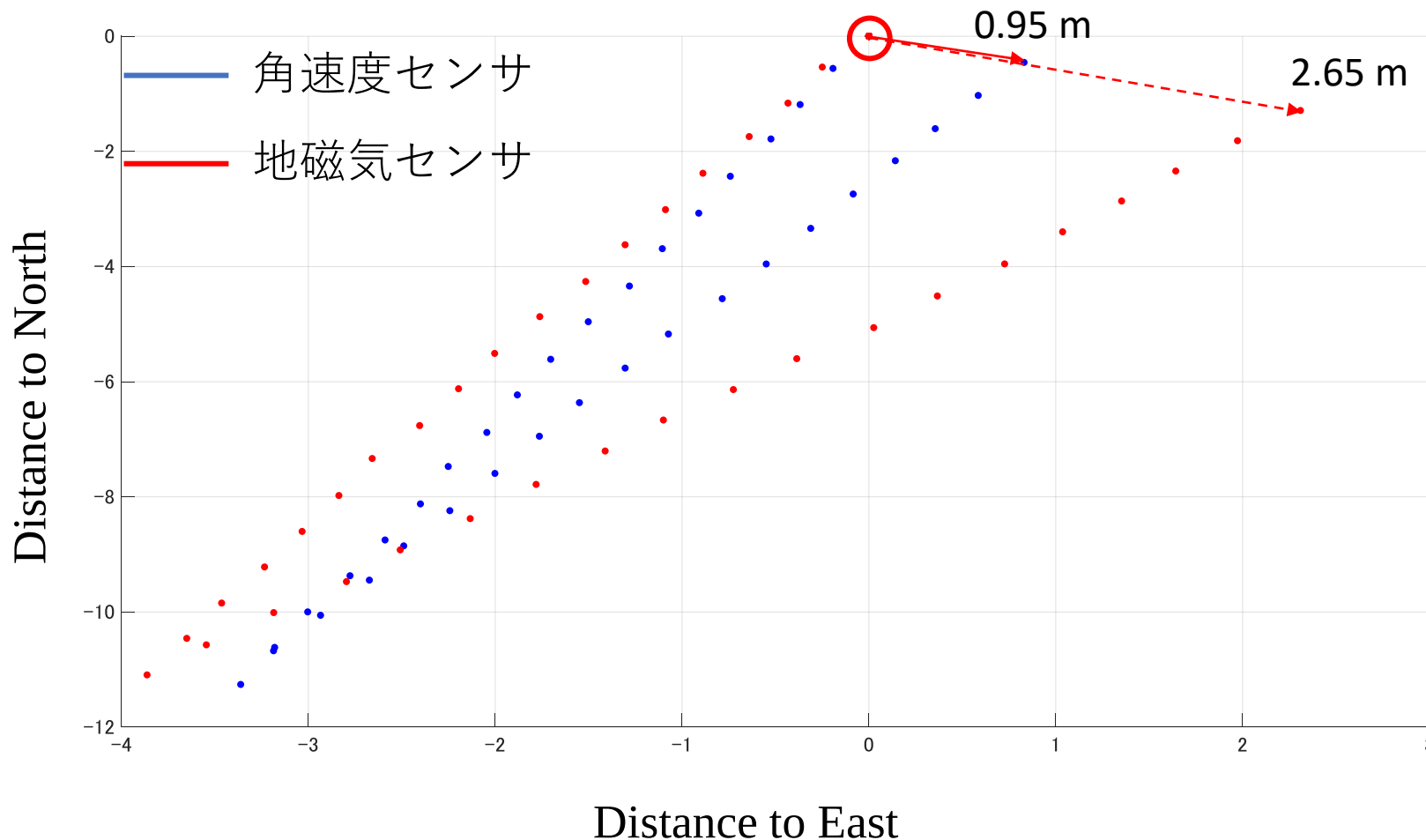
θ : angle from the north to the z axis G_i : Geomagnetic of the i axis



進行方向誤差改善について



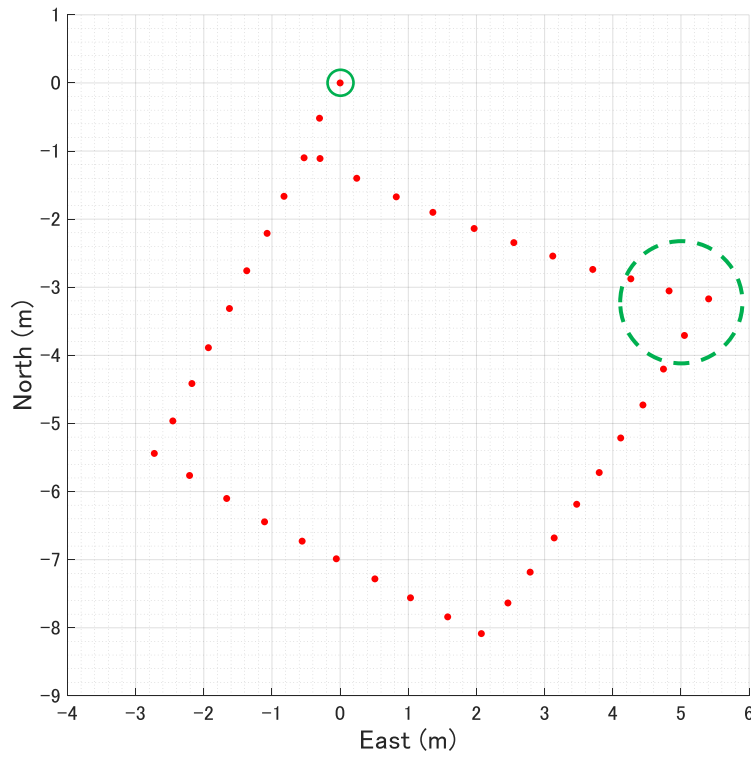
- 往路と復路の進行方向がずれている



実験 2 について

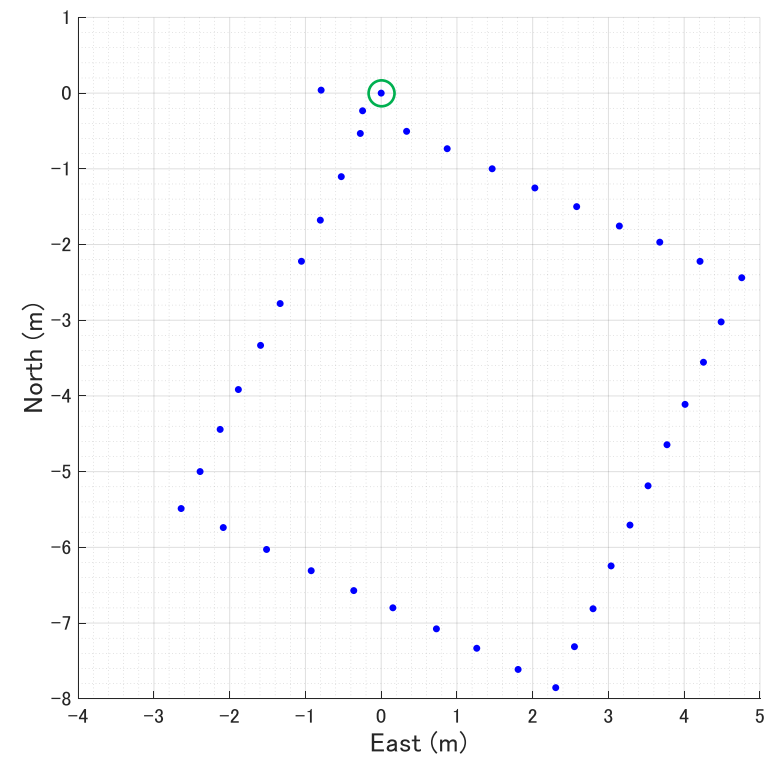


地磁気センサを用いた位置推定



誤差 : 1.15 m

角速度センサを用いた位置推定

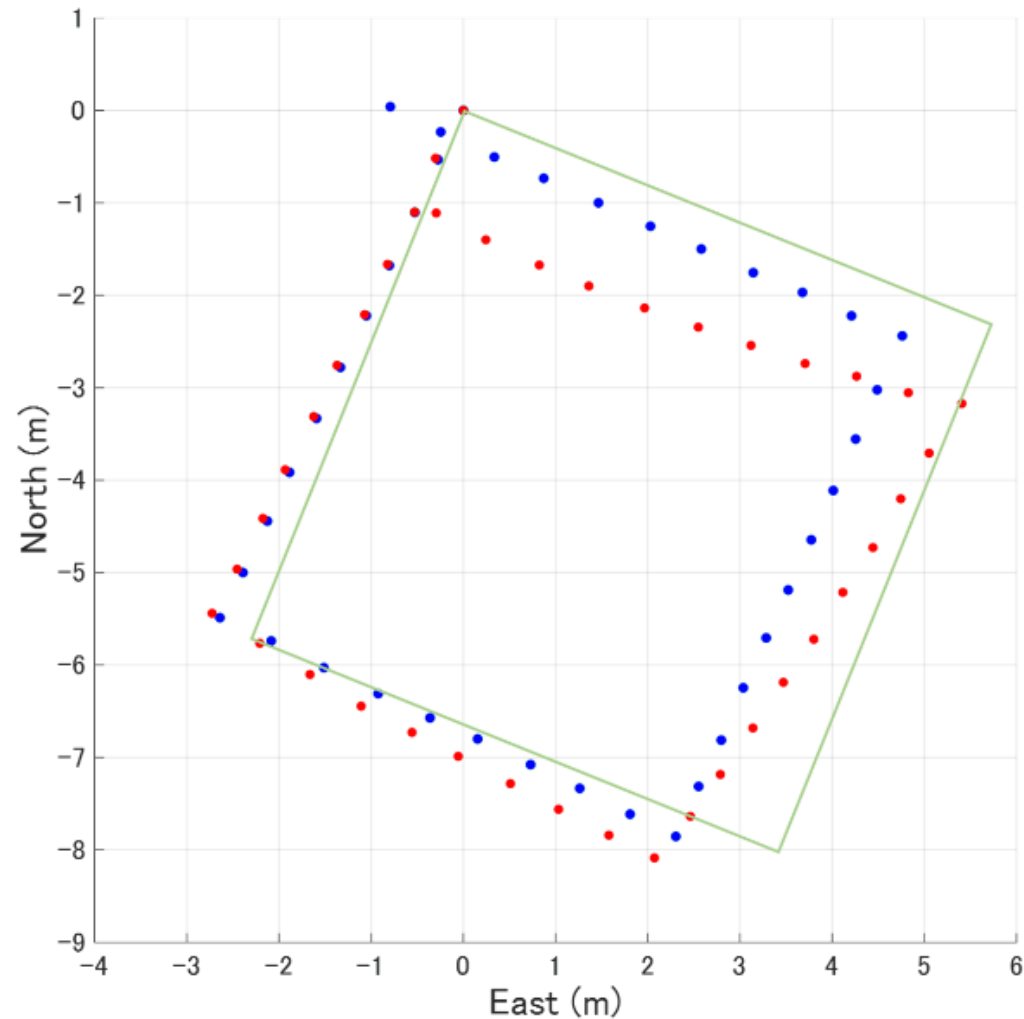


誤差 : 0.79 m

実験結果



- 角速度センサ
誤差：0.79 m
- 地磁気センサ
誤差：1.15 m
- 理想歩行



まとめと今後の展望



まとめ

- ・ 腰に付けたスマートフォンのセンサ情報を用いた位置推定できることが確認できた。
- ・ 方向転換を歩いているとみなしてしまう現象を鉛直方向の加速度の大きさを用いてそれらの誤差を取り除くことができた。
- ・ 腰に付けたことで角速度センサを用いることで、地磁気センサを用いた方向推定より精度が向上したことが確認できた。

今後の展望

- ・ 角速度センサを用いる際の初期進行方向の推定方法を検討する必要がある。



ご清聴ありがとうございました。