視覚障害者の単独歩行を実現するチャレンジ

片山　英昭、丹下　裕
舞鶴工業高等専門学校　電気情報工学科

シーズ・ニーズマッチング交流会２０１９
2019年12月18日（水）
大阪マーチャンダイズマート

1. はじめに

人が日常生活で歩行する際，視覚から得られる情報は 80 ~ 90%と言われている。

↓

視覚障害者は，健常者のように歩行を行う事は難しい。

↓

視覚障害者の歩行を支援するシステムが，これまでにも多数開発されている。

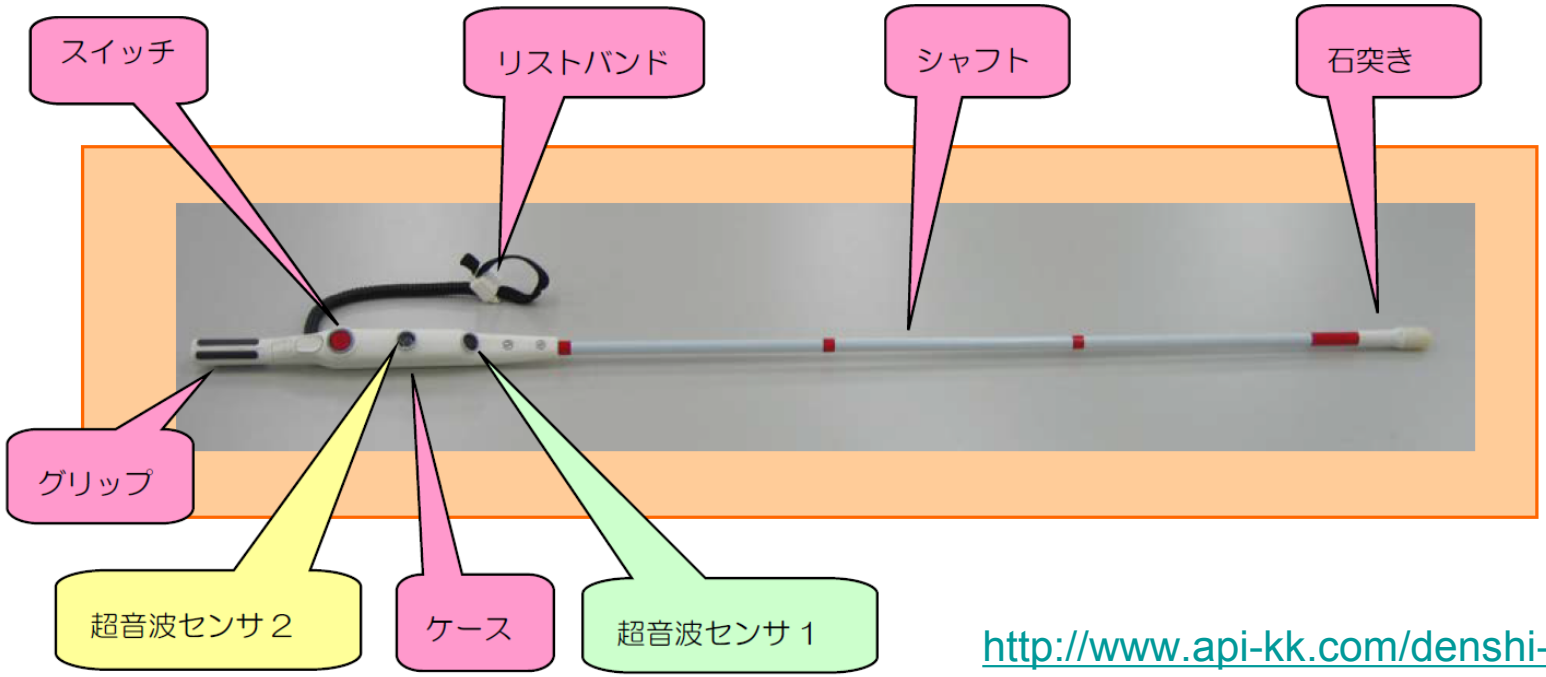
先行事例1

- 視覚障がい者向けウェアラブルデバイス（歩行支援システム）
- 株式会社アルファメディア
- 「下り段差・駅のホーム端等」の検知も可能な為、視覚障害者の安心・安全な歩行を支援するウェアラブル装置である。
- 物体は識別できない

障害者自立支援機器　シーズ・ニーズマッチング強化事業
http://www.techno-aids.or.jp/needsmatch/detail.php?id=113&p=5

先行事例2

- スマート電子白杖▸▸電子白杖スマートケーン
- エーピーアイ株式会社
- 正面や上部の障害物も感知可能
- 下り階段は検知不可



http://www.api-kk.com/denshi-hakujo/

先行事例3

- 視覚障がい者の自律的外出支援サービス
- （公財）ハイパーネットワーク社会研究所
- スマートフォンと連動したスマートグラス等を活用してGPSで最適なルートを特定するとともに、障害物があればカメラで検知して音声で利用者に警告を行う等、視覚障がい者の自律的移動を支援するサービス
- 3Dカメラが必要

先行事例4

- Seeing AI（視覚障碍者向けトーキングカメラアプリ）
- マイクロソフト
- ユーザーの周囲の状況について説明する無料iPhoneアプリ
- 目の前にある風景を読み上げる機能
- 立ち止まって操作の必要

1. はじめに

製品化は少ない

理由は？

視覚障害者が安全に単独歩行には
①安全なルートの検索
②数m先にある障害となる物の認識
③視覚障害者への有効な情報の伝達
が必要であろう

1. はじめに

①安全なルートの検索

障害物や危険な場所を避けて，案内を行う

▶▶障害物や危険な場所の把握

②数m先にある障害となる物の認識

白杖で見つけるまえに障害物を検知する

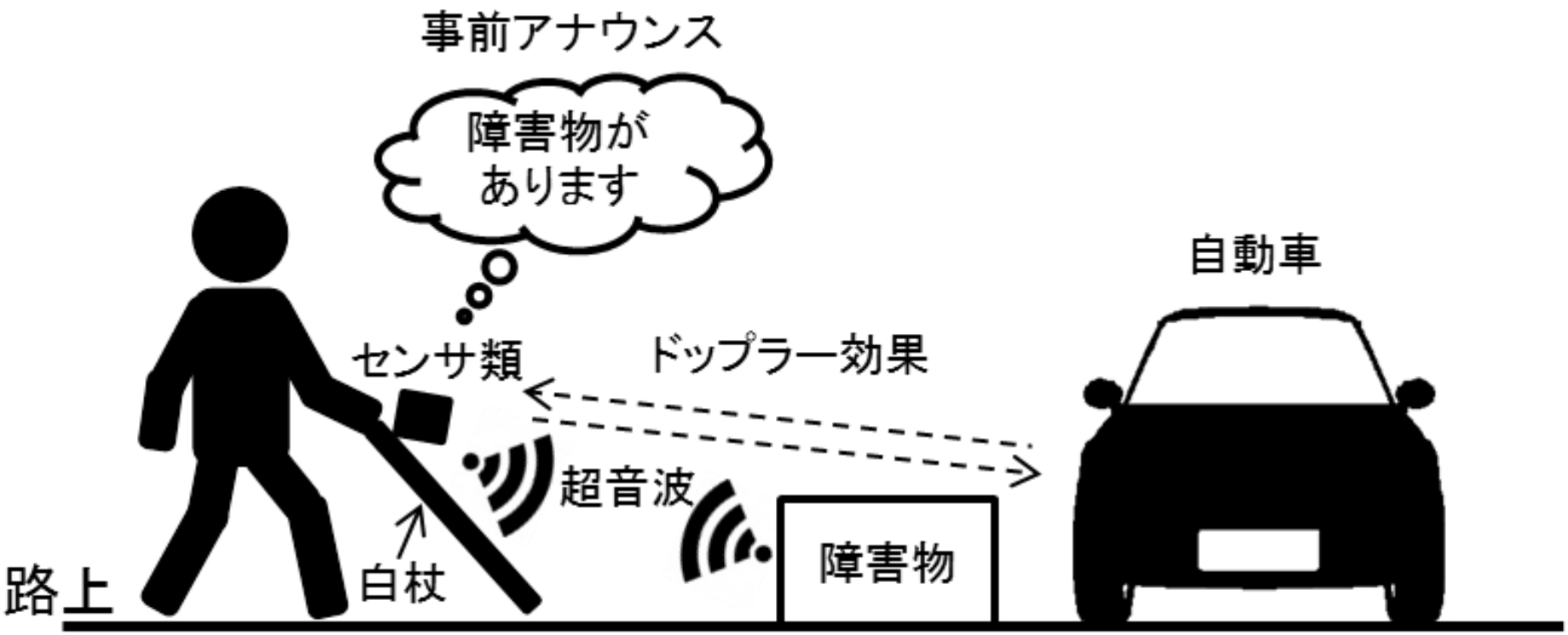
▶▶リアルタイムでの障害物の把握

③視覚障害者への有効な情報の伝達

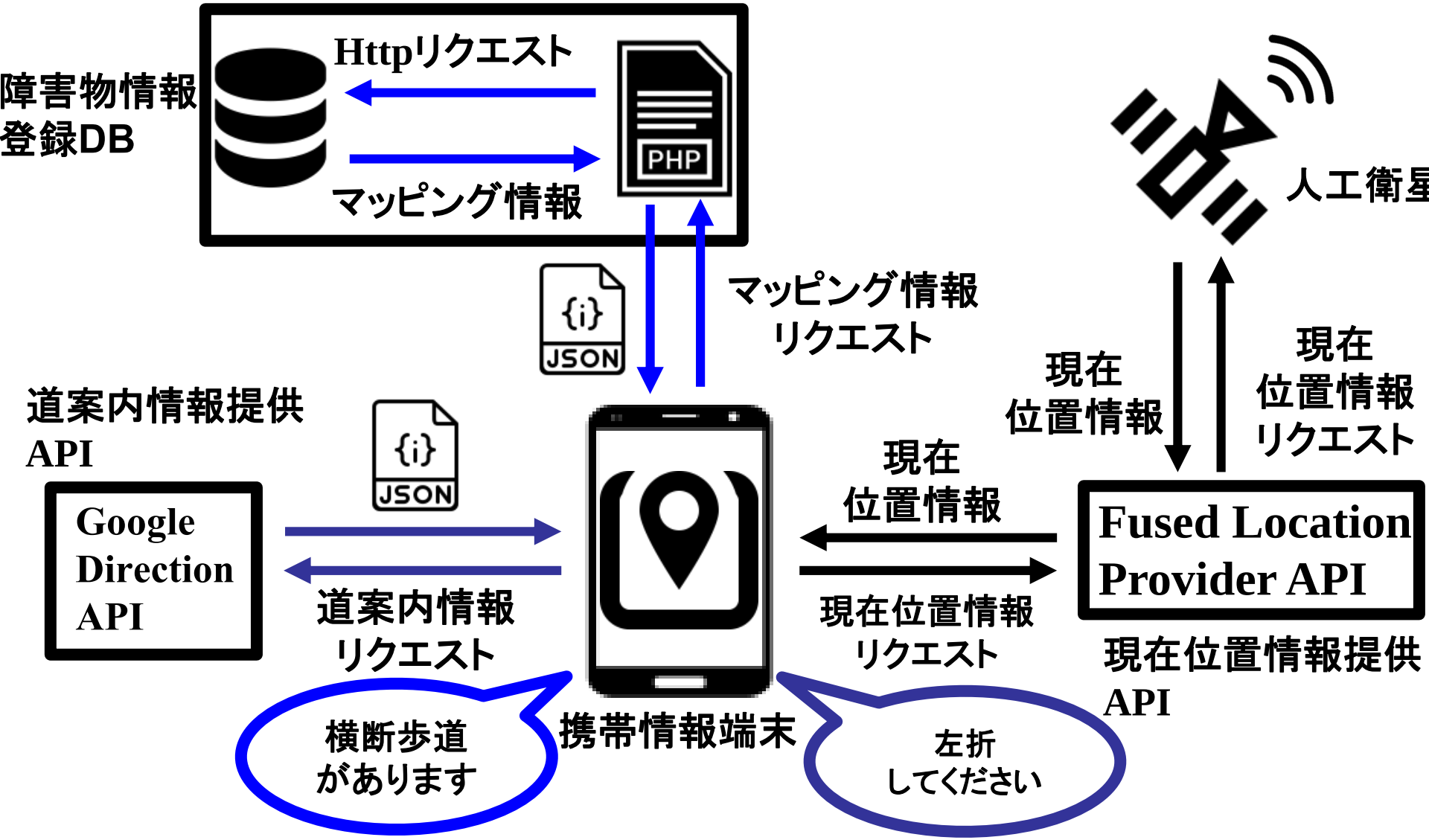
様々な情報を統合して，歩行に対して有効な情報を効果的に伝達する

▶▶情報を集約して整理が必要

2. システムの全体像



2. システムの全体像


障害物情報
登録DB
Http リクエスト
マッピング情報
PHP
JSON
マッピング情報
リクエスト
人工衛星
現在
位置情報
現在
位置情報
リクエスト
道案内情報提供
API
JSON
Google
Direction
API
道案内情報
リクエスト
現在
位置情報
現在位置情報
リクエスト
Fused Location
Provider API
現在位置情報提供
API
横断歩道
があります
携帯情報端末
左折
してください

2. システム全体像

1）障害物検出及び位置特定

- ▶▶カメラによる障害物認識
- ▶▶白杖による障害物位置の特定
- ▶▶カメラによる障害物位置の特定

2）カメラ情報及び白杖情報の対応付け

- ▶▶スマートフォンによる情報の整理

3）障害物情報の登録

- ▶▶スマートフォンの位置情報を付加
- ▶▶障害物情報データベースに登録

4）障害物情報を踏まえた経路選択

３．カメラによる障害物の認識

3．1．はじめに

視覚障がい者の歩行支援するための，小型デバイスを用いた歩行者支援システムの開発

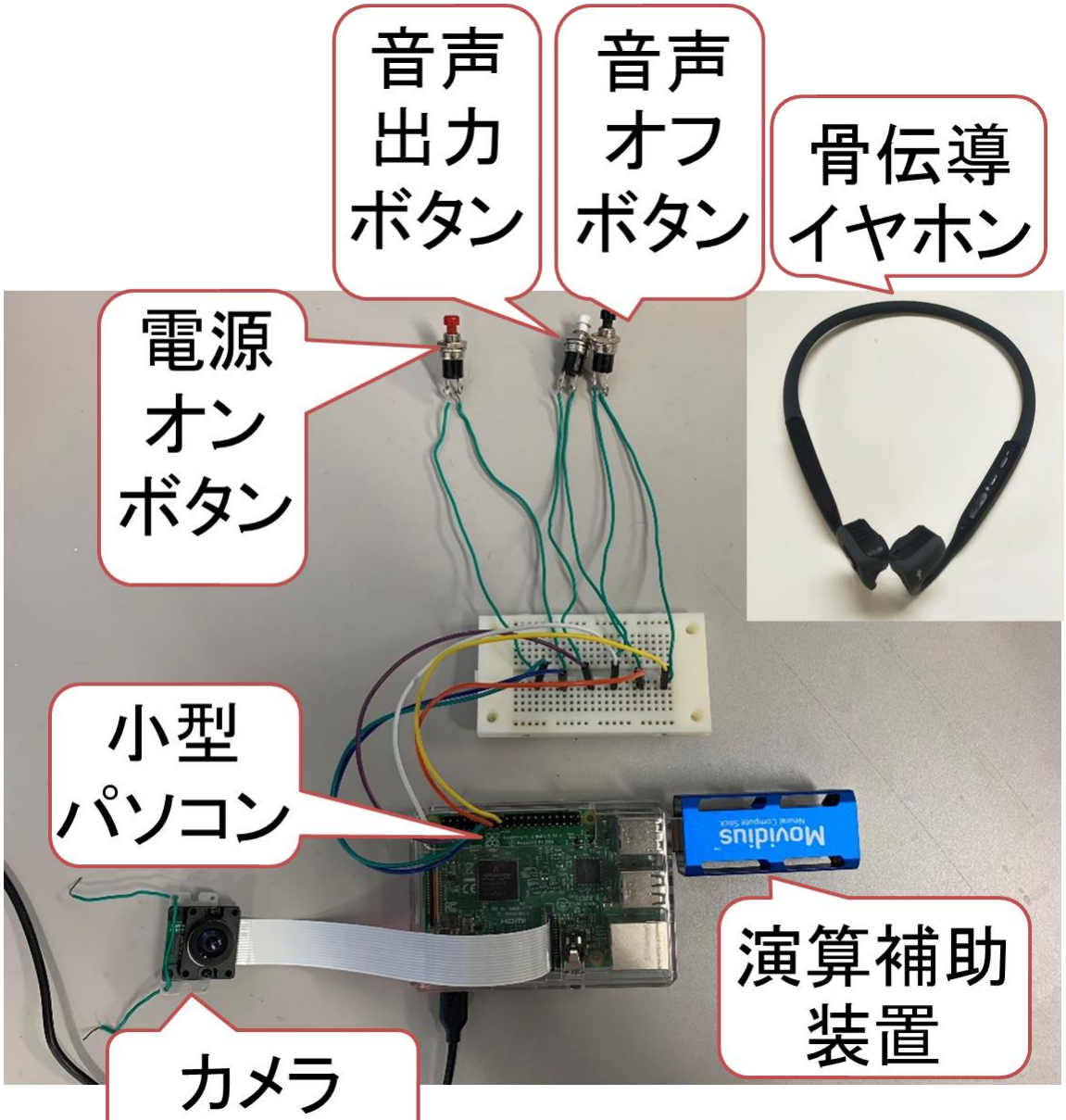
画像中の人物のおおよその位置と人数を、視覚障がい者に音声で伝達

システムのデバイス的な評価が必要

モバイルバッテリー稼働時の安定性，音声再生の評価などを実施

3. 2. システムについて(デバイス)

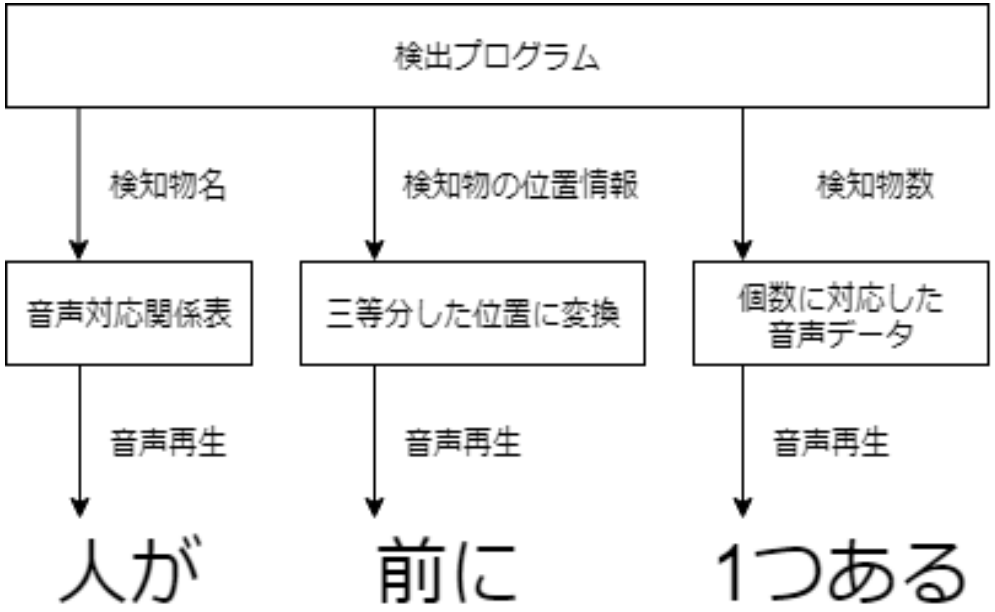
- 小型パソコン(Raspberry Pi)で物体検出プログラムを実行
- 演算補助にはMovidius Neural Compute Stickを用いる



Raspberry Pi本体
8.6[cm]×5.6 [cm]

3．2．システムについて（プログラム）

障害物の認識には学習済みのモデルを使用



3. 3. 実験

システムに対し，次の評価実験を実施。

1) モバイルバッテリー稼働時の安定性の評価

2) 音声再生の評価

3) ユーザなどによる評価

使用機器

- イヤホン：AfterShockz TREKZ TITANIUM
- モバイルバッテリー：SW04SW155 2000mAh
- USBテスタ：COOWOO USB Safety Tester

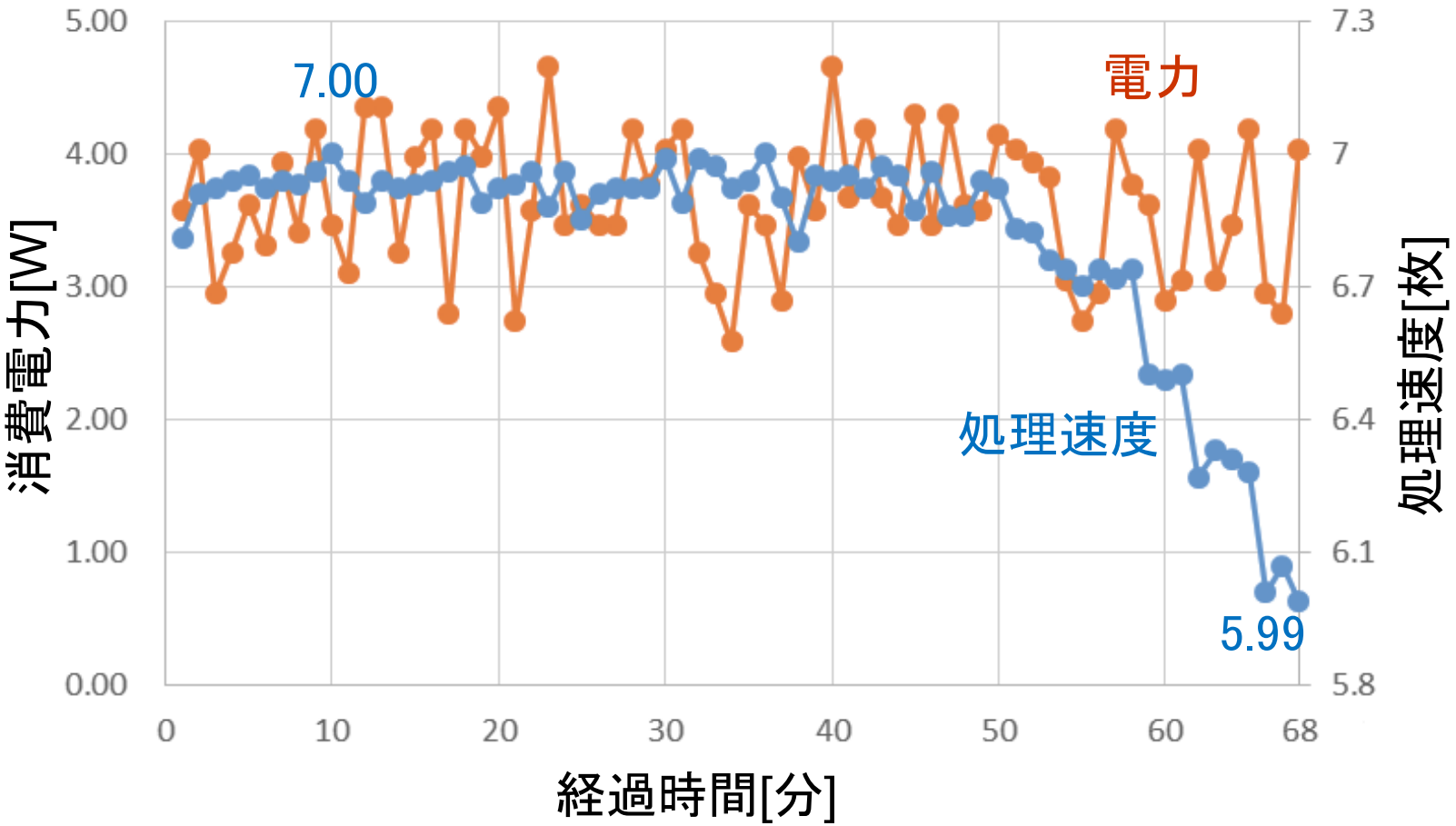
1) 稼働時の安定性の評価

実験方法

- 2000mAhのモバイルバッテリーをフル充電
- モバイルバッテリーから小型パソコンに電源を供給し，物体検出プログラムを実行
- デバイスが停止するまで、1分毎の電圧値、電流値、および処理速度を計測

1)稼働時の安定性の評価

〇約70分継続してシステムを利用
〇最低の処理速度は約6枚のため，人物検出可能



2)音声再生の評価

実験方法

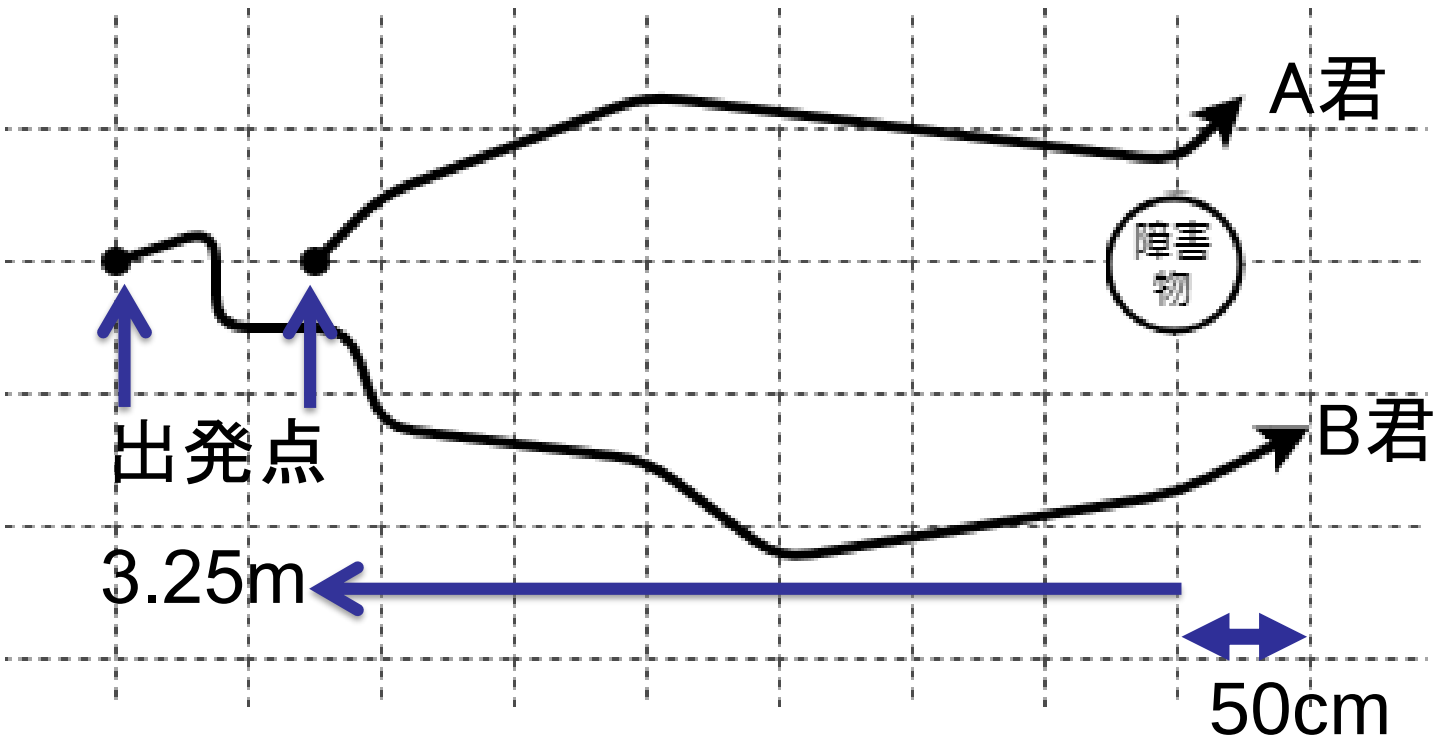
- 被験者（本校学生）の進行方向に障害物(人物)を配置
- 被験者は目隠しを行い，デバイスからの情報を頼りに歩行
- 2名を対象に実験を行い，被験者が歩行した軌跡を作成

2) 音声再生の評価

○1人は肩と障害物が接触してしまった。

⇒人物に近くなりすぎたために，人物検出が不可能

⇒人物の距離を推定し，近づいたときに警告



3) ユーザなどによる評価

対象：視覚障がい者３名，歩行訓練士２名

良い点

- リアルタイムで行えるから良い。

改良要望

- 音声と別に警告音があると良い。
- ちょうどいい速さで読み上げてほしい。早くても遅くてもストレスを感じる。
- 女性の声の方が聞き取りやすい。

3. 5. まとめ

視覚障がい者の歩行支援のための物体検出システムの開発に関して,

- システムについて説明を行った.
- 実験より, モバイルバッテリーから電源を供給した場合でも物体認識に十分な処理速度が得られることがわかった.

課題としては, 物体距離感に関する改善, 音声再生に関する改善があげられる.

4. 白杖による障害物位置の特定

4．1．はじめに

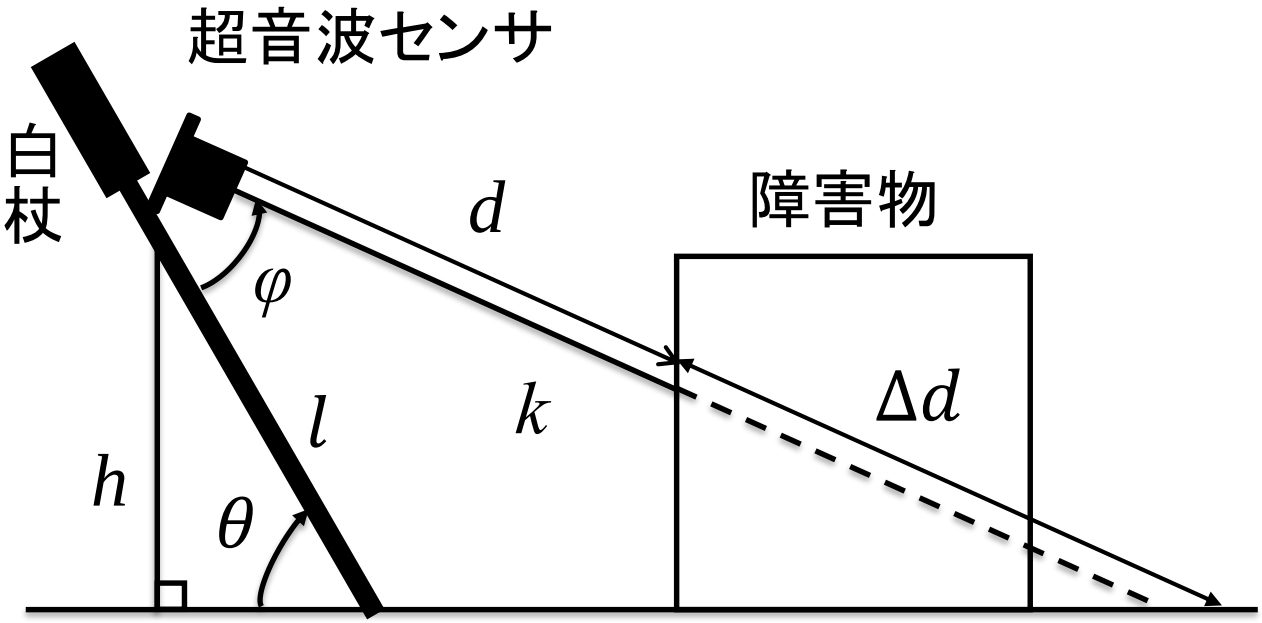
障害物や下り階段の検出が可能な電子白杖の開発を目指す。

障害物検出の提案

検出システムの製作と検出性能の評価

歩行時における障害物の判定

4．2．障害物の検出



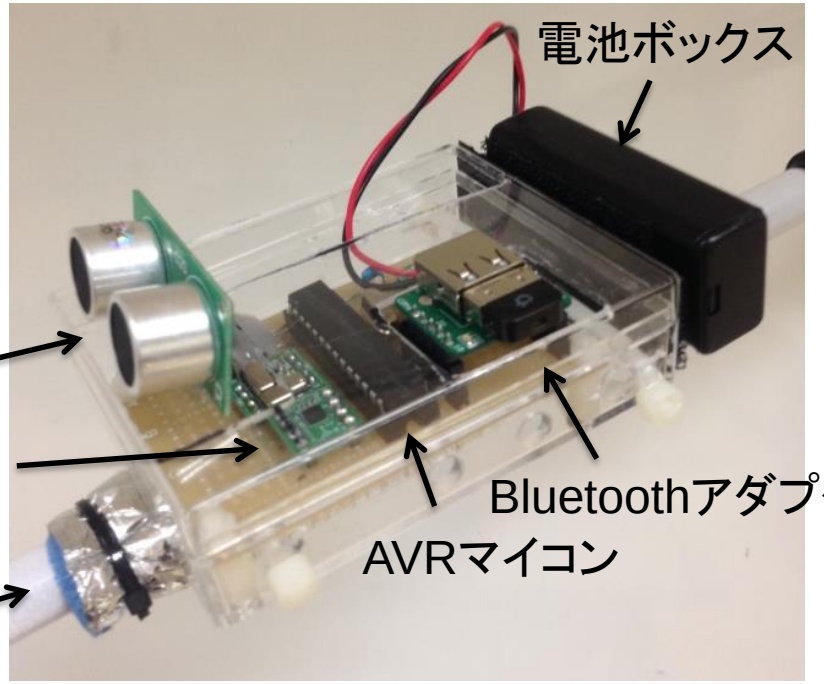
白杖の高さと角度センサより，仮想距離kを求める

超音波センサより実測距離dが得られる

$k > d$: 障害物もしくは上り階段あり

$k < d$: 下り階段あり

4. 3. 製作物

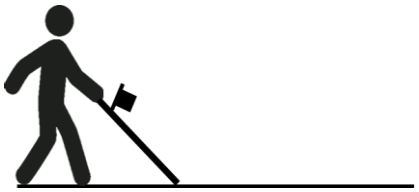


4．5．実験（静止時）

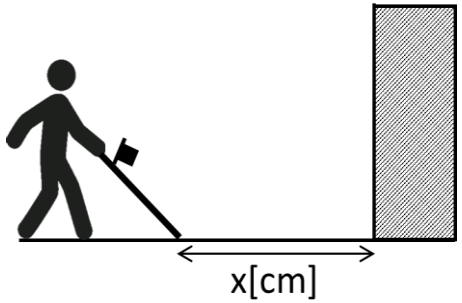
（1）検出対象からx[cm]離れる

（2）30秒間白杖を持ち，実測距離と仮想距離を測定する

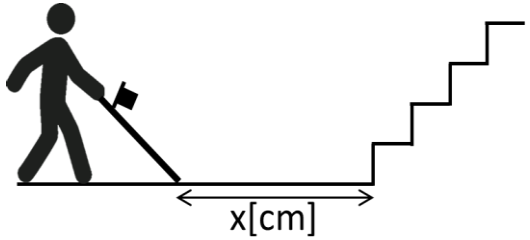
（3）xを0[cm]～100[cm]まで25[cm]ずつ、φを30[deg]～45[deg]まで5[deg]ずつ変化し測定



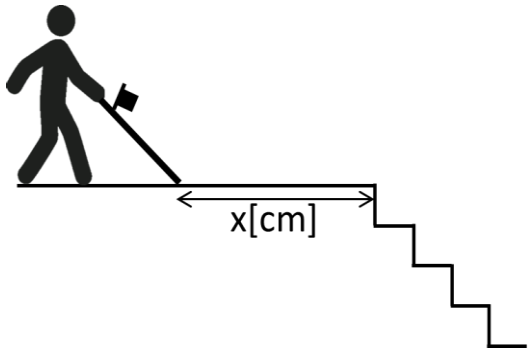
(a)障害物無し



(b)壁



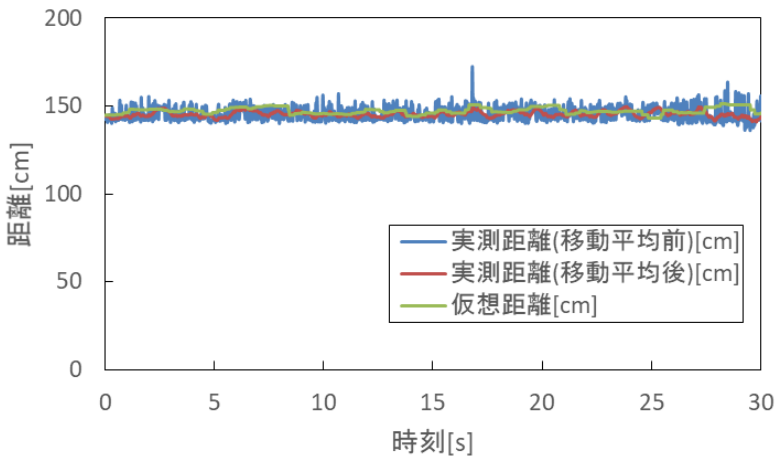
(c)上り階段



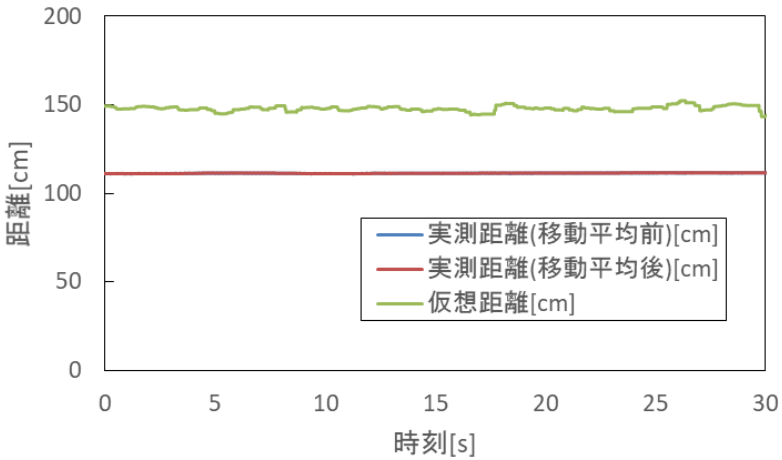
(d)下り階段

4．5．実験（静止時）

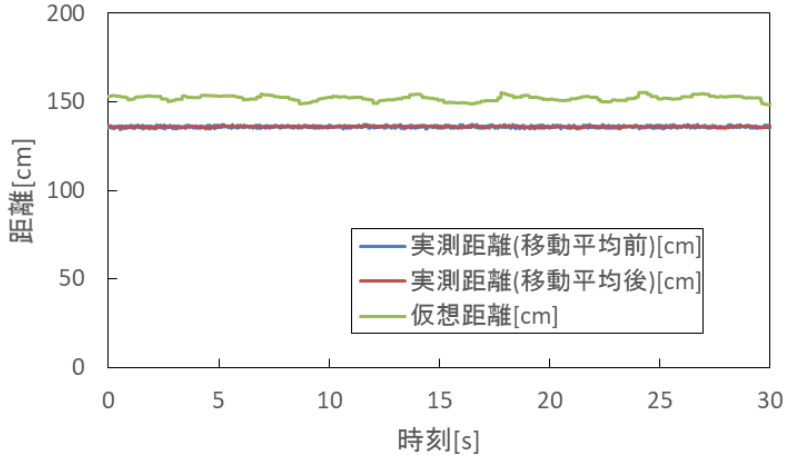
壁及び上り階段の検出に加え，下り階段も検出可能実験結果の一例（φ=40[deg], x=50[cm]）



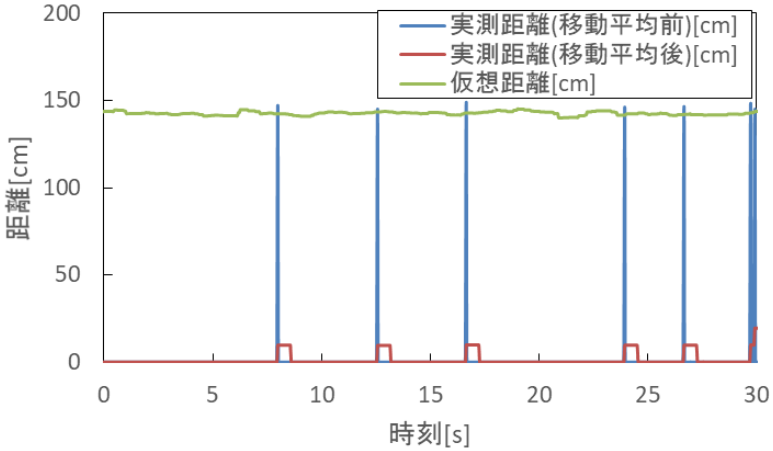
(a)障害物無し



(b)壁



(c)上り階段



(d)下り階段

4．6．実験（歩行時）

静止時

（1）検出対象から50[cm]離れる

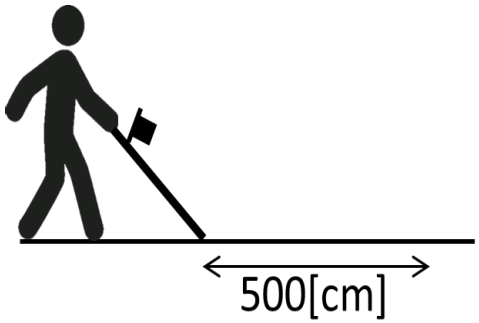
（2）30秒間白杖を持ち静止させ，実測距離と仮想距離を測定する

歩行時

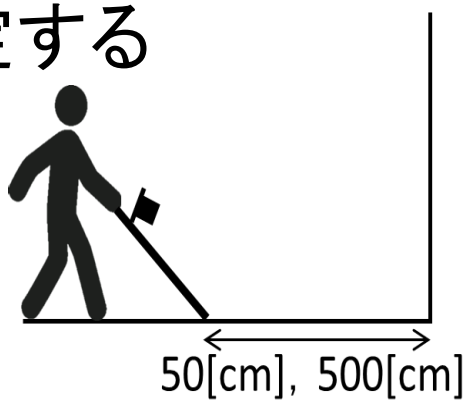
（1）検出対象から500[cm]離れる。

（2）スライドテクニックで白杖を振り検出対象まで歩行する。

（3）（2）の間の実測距離と仮想距離を測定する

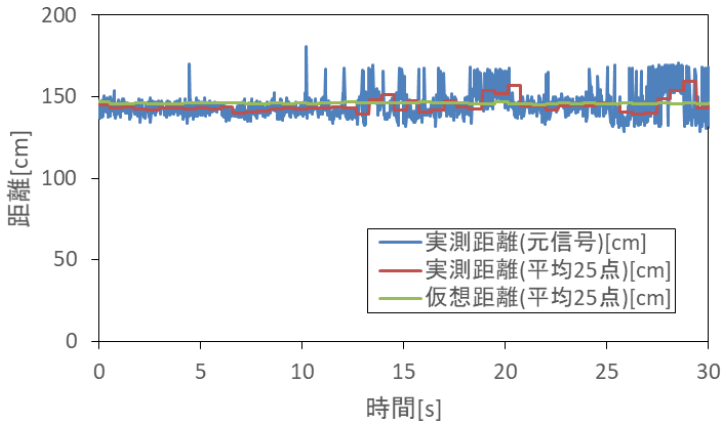
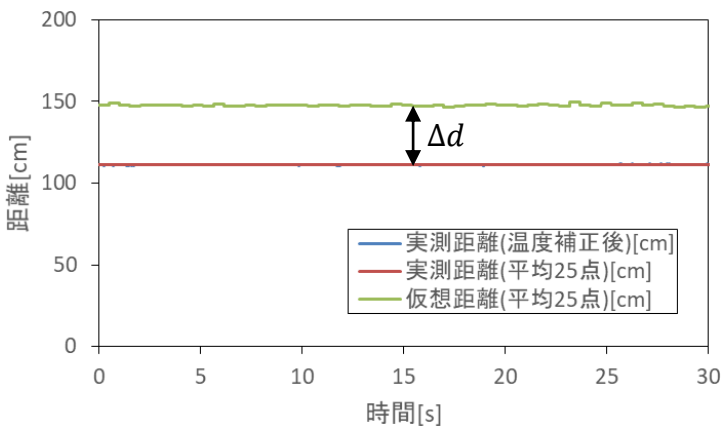
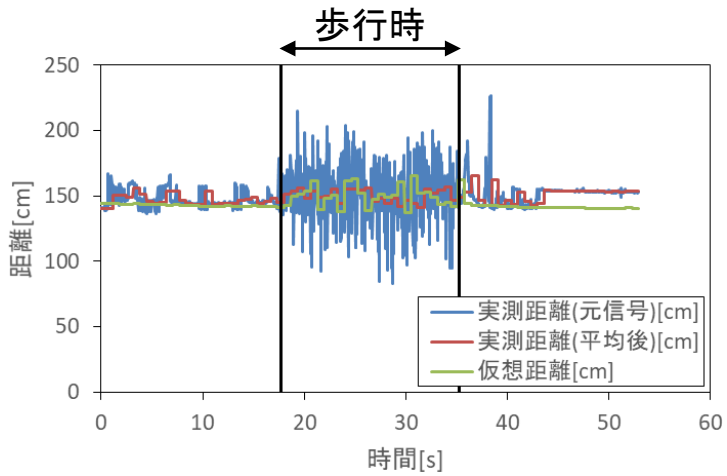
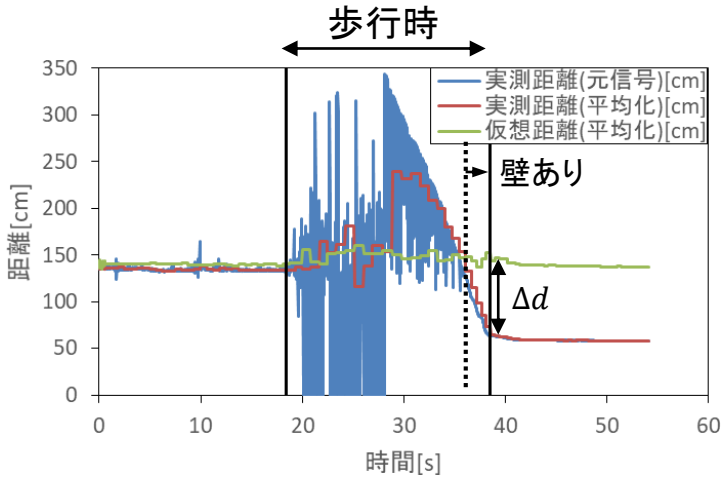


(a)障害物無し



(b)壁

4. 6. 実験（歩行時）

	障害物なし	壁あり
静止時		
歩行時		

歩行時でも障害物検出可能

4．7　おわりに

視覚障害者のための電子白杖システムを構築した。

$\Delta d = k - d$が次のときに障害物ありと設定

- 障害物あり　　$\Delta d > 0$
- 下り段差あり　　$\Delta d < 0$もしくは$d = 0$

今後の課題

- 視覚障害者による評価と改良

5. カメラによる障害物位置の特定

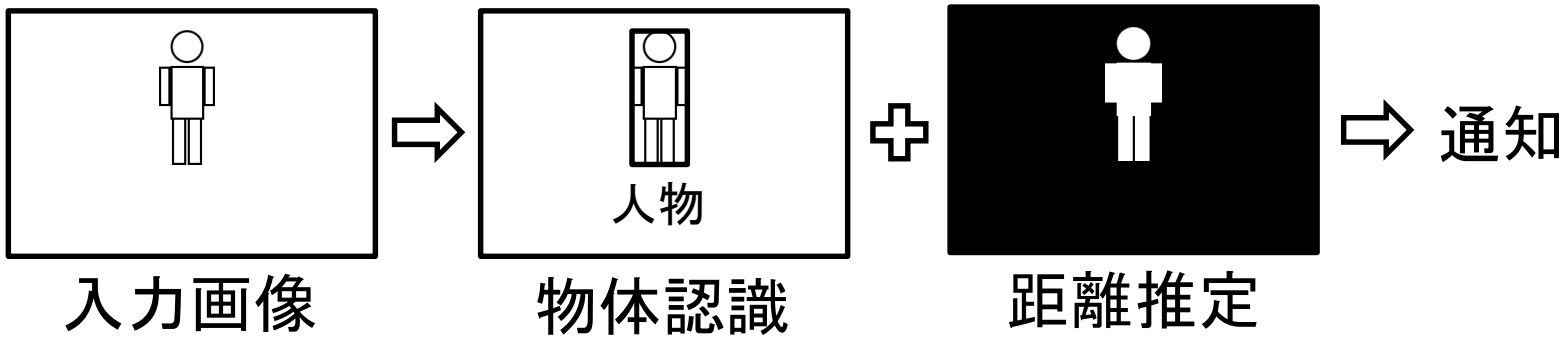
５．１．はじめに

自動車の衝突回避支援システム

- 単眼距離推定

利点：単眼カメラのみで安価，振動に対応

欠点：処理速度が求められる



５．１．はじめに

目的

- 視覚障がい者の衝突回避システムの開発のためにCNNを用いた距離推定

→Monodepth

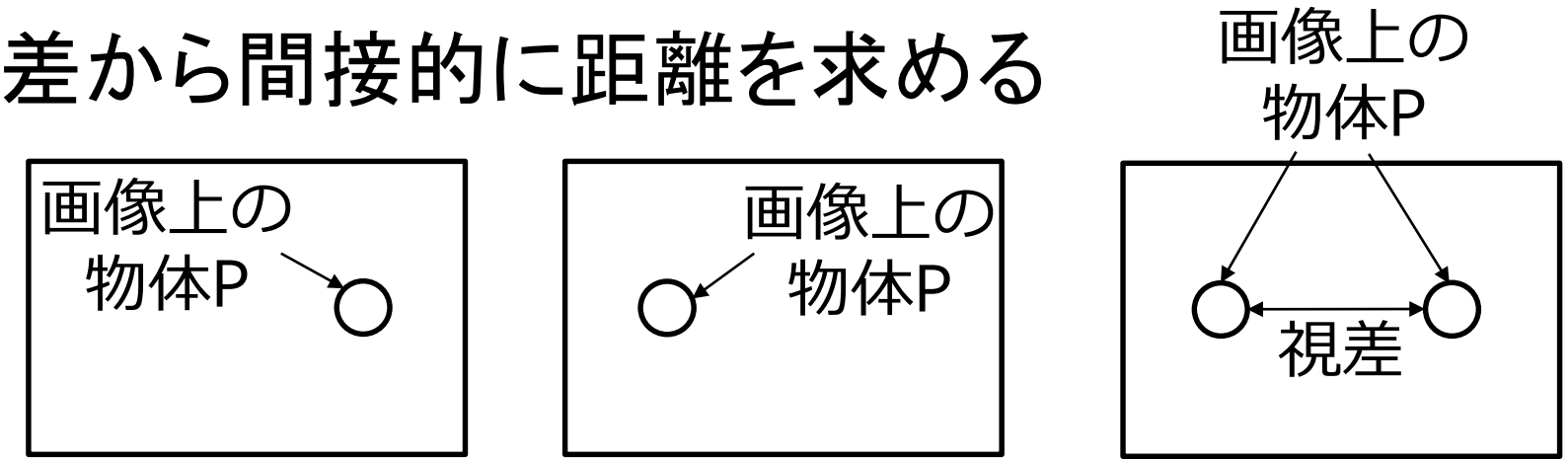
KITTIデータセット学習済みモデル使用

→色で遠近を判別(3m,5m)

5．2．距離推定手法

Monodepth

- ステレオ画像の特徴量と視差を学習
  KITTIデータセットは車載ステレオカメラで
  道路を撮影した画像29000枚
- 単眼画像から視差を推定し視差画像を出力
  視差から間接的に距離を求める



左画像　右画像　左右画像を重ね合わせた場合

5．3．距離推定実験

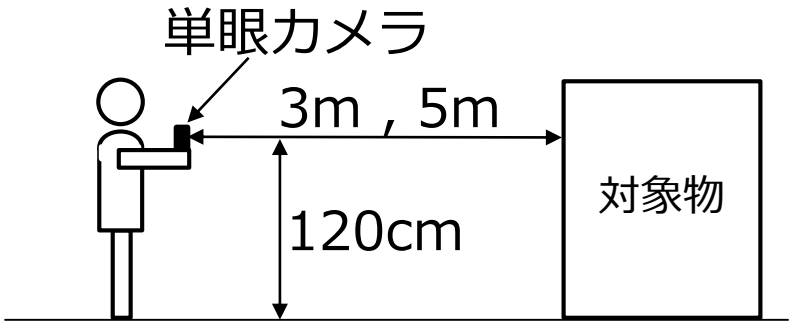
①物体ごとの距離推定実験

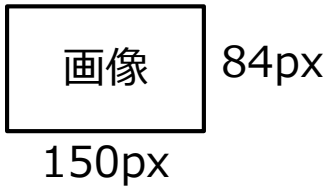
撮影場所:歩道，路肩，駐車場，駐輪場

対象物　:自動車，自転車，人，電柱

撮影方法:距離3mと5m，高さ120cm，

カメラは地面と水平，照度2400lux





５．３．距離推定実験

②カメラ位置や明暗の変化による実験

撮影場所:路肩

対象物　:自動車

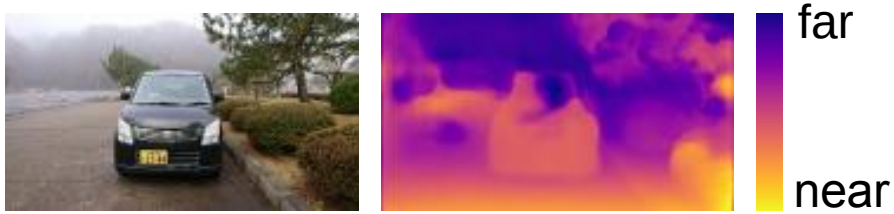
撮影方法:高さ117cm，123cm

角度仰角10°，－10°

照度2lux（夕方）

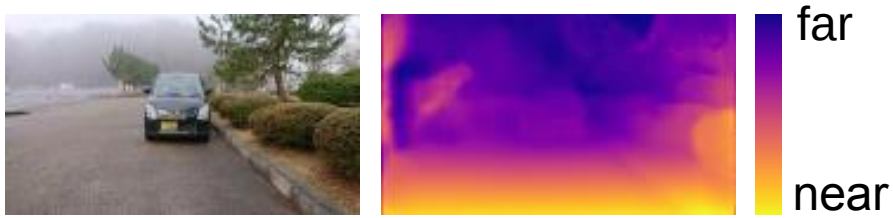
5．4. 実験結果

①物体ごとの距離推定結果



距離3m

距離3m



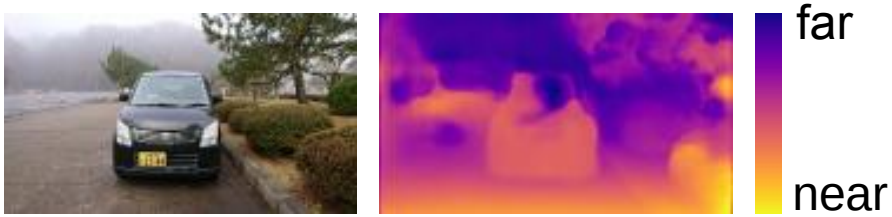
距離5m

距離5m

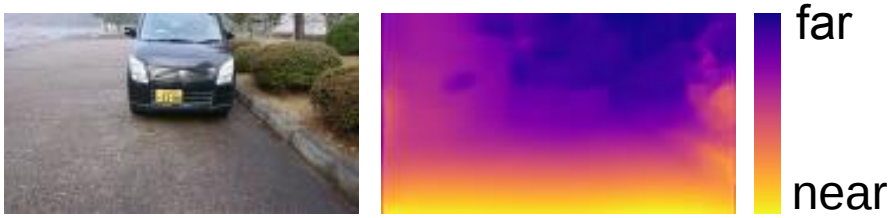
自動車，自転車，人で距離の判別ができた
異なる撮影場所でも距離の判別ができた

5．4. 実験結果

②カメラ位置や明暗を変化させた推定結果

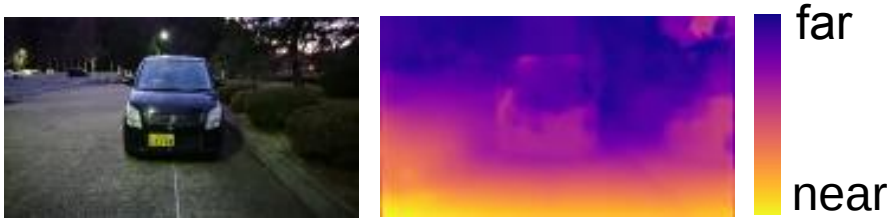


距離3mでの基準のカメラ位置



仰角－10°

高さ123cm



照度2lux

距離の判別ができなかった
→学習不足

5．5. おわりに

Monodepthを用いて距離推定を行った

- 直立時において距離の判別ができた
- 歩行時では距離の判別ができなかった

今後の予定

- ステレオカメラで様々な高さや角度で道路上の対象物を撮影し学習を行う
- Raspberry Pi上での実行

6．おわりに

視覚障碍者の単独歩行を支援するために，次のことを報告した

1. 小型パソコンを用いて，障害物の識別を行うことをできる.
2. 白杖につけた各種センサより，実測値と理論値を求めることで，障害物の認識を行うことができる.
3. 単眼カメラでもMonodepthを用いることで障害物の位置を推定することができる.

カメラと電子白杖の弱点を両方利用して補強

処理性能の評価

- Raspberry PiにNCSを接続した場合と接続しない場合の処理速度を計測する。
- 物体検出プログラムを実行し、30秒間の処理速度計測を10回行う。
- Raspberry Piの電源をコンセントから供給する。

処理性能の評価

- NCS接続時に1秒間に5.83枚の画像を処理した。
- 十分な処理性能を確保できることが確認できた。

表：1秒間に処理できる画像枚数

回数	1	2	3	4	5	
Pi	0.59	0.62	0.62	0.62	0.62	
Pi +NCS	5.78	5.82	5.84	5.82	5.86	
	6	7	8	9	10	平均
	0.62	0.63	0.62	0.62	0.61	0.62
	5.81	5.82	5.84	5.86	5.85	5.83

Movidius Neural Compute Stick(NCS)

- USBスティック型の補助演算装置
- Raspberry Pi等の非力なパソコンでも画像処理可能
- 障害物の認識には学習済みのモデルを使用

PASCAL VOC2007

aeroplane bicycle bird boat bottle bus

car cat chair cow

diningtable dog horse motorbike
sheep sofa train tvmonitor

person pottedplant