

視覚障害者のためのトイレ案内に関する研究

使用状況の判別と携帯端末を通じた伝達

萩谷 優輝[†] 大矢 晃久[†] 滝沢 穂高[†] 小林 真^{††}

[†] 筑波大学 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

^{††} 筑波技術大学 〒305-8521 茨城県つくば市春日 4-12-7

E-mail: †hagiya-y@roboken.cs.tsukuba.ac.jp, ohya@cs.tsukuba.ac.jp

あらまし 目の見えない人や弱視などの視覚障害者は晴眼者に比べて様々な行動が制限され、特に未知の環境では消極的になってしまう。そこで、視覚障害者が特に不便を感じていたトイレにおいて、誘導を支援する案内システムに関する研究を行う。今回の実験では、測域センサでトイレ内を計測し、便器や個室の使用状況を判別する方法の検討、及び携帯端末を用いた視覚障害者に対する伝達方法の実装を行った。

キーワード 視覚障害者, トイレ, 測域センサ

Guidance in Toilet for the Visually Impaired

Recognition of Usage Status and Notification via Mobile Device

Yuuki HAGIYA[†], Akihisa OHYA[†], Hotaka TAKIZAWA[†], and Makoto KOBAYASHI^{††}

[†] University of Tsukuba 1-1-1 Tennodai, Tsukuba-city, Ibaraki, 305-8573 Japan

^{††} Tsukuba University of Technology 4-12-7 Kasuga, Tsukuba-city, Ibaraki, 305-8521 Japan

E-mail: †hagiya-y@roboken.cs.tsukuba.ac.jp, ohya@cs.tsukuba.ac.jp

Abstract People who are blind or visually impaired, such as amblyopia, are restricted in various behaviors compared to sighted people, especially in an unfamiliar environment. Therefore, we will conduct research on a system that supports guidance in toilets that are particularly inconvenient for visually impaired people. In this experiment, we measured the inside of the toilet with a range sensor and examined usage status recognition, and implemented a communication method for visually handicapped people using mobile devices.

Key words Visually impaired person, Restroom, range sensor

1. ま え が き

外界を認識する研究開発が盛んに行われており、外界を認識するためのセンサとして、カメラや測域センサが使用される。一方で、カメラは日照条件による変動の影響を受けやすい。測域センサはその計測原理から、物体の形状しか判別できないが、照明環境に左右されず高い計測精度をもち、暗闇においても計測が可能となる。さらに、物体までの正確な距離を計測することができる。また、測域センサはプライバシー保護の観点からも望ましいものであると考えられる。そこで、測域センサを用いた視覚障害者のためのトイレ案内に関する研究を考えている。

2. 研究目的

目の見えない人や弱視などの視覚障害者は、晴眼者に比べて様々な行動が制限される。例えば、晴眼者は電車内や映画館などで空席を見つけるといったことはごく当たり前に行っているが、視覚障害者がそれらを行う場合には介助者による誘導などの支援を必要とする場合が多い。とりわけトイレにおいては、介助者が同姓ではない場合に単独で利用可能な場所を探す必要があり、困難を感じることも多い[1]。彼らの歩行に不可欠な白杖も、「利用できる場所」を探すために用いると他者に触れてしまう可能性が高いため、適していない。また排泄場所であることから直接触れて探すのも難しい。そこで、本研究はトイレに焦点を当て、視覚障害者に利用可能な場所を案内する支援システムに関する研究を行う。

3. 関連研究

本研究の先行研究 [2] として、3次元測域センサとベルト型振動デバイスを用いて視覚障害者の歩行補助と目的地までの誘導を目的とした研究がある。3次元測域センサで階段や障害物を検知するとともに自己位置推定を行い、障害物を回避しつつ安全に目的地まで誘導するシステムを提案している。本研究では、視覚障害者が特に不便を感じていたトイレにおいて誘導を支援する案内システムを提案することを目的とする。

品川 [3] によると、見守りシステムにおいて、今までカメラが最も有効と考えられ、あらゆる場面で用いられている。カメラには、リアルタイムで多くの情報を確認することができる。しかし、カメラはトイレなどプライバシーの侵害にかかわる場所に設置することが困難である。また、被験者の精神的負担が生じる可能性も多い。

竹上 [4] は、超音波距離センサにより、周辺状況認知を目的として研究を行っている。超音波は人間の耳で聞き取ることが出来ない周波数の高い音波であり、一般的には 20kHz 以上の音響振動と定義されている。超音波センサとは、20kHz 以上の超音波を放出し、その反射波を受け取ることで物体の有無や距離などを検知するセンサである。しかし、超音波センサは計測可能範囲が狭く、トイレのような広範囲の正確な判別を行うためには複数台設置する必要がある。

穆 [5] は、輝度分布センサを応用した高齢者見守りシステムの開発を目指している。輝度分布センサは、プライバシーを侵害せずに人物の状態検知するために提案されたセンサである。このセンサは、画像を使わず 1次元輝度分布を直接取得ことができ、その分布の状態を検知することにより人物状態の把握が可能となる。しかし、輝度分布センサは自然光を利用したセンサであるので、外乱光によっては検知不可能な場合があり、照明環境に左右され暗闇において計測できない問題がある。

4. 測域センサ

本研究では、トイレにおける 2次元データを取得するために、測域センサとして北陽電機社製の URG-04LX を使用することとした。図 1 に URG-04LX の外観を、表 1 に URG-04LX の仕様を示す。今回使用する URG-04LX は比較的安価であり、1スキャンにかかる時間は 100ms 程度であり、視覚障害者のトイレ内案内に関して必要な情報を取得するには十分な点群数を取得することが出来ると考えられる。

表 1 URG-04LX の仕様

項目	仕様
大きさ	W:50[mm] × D:50[mm] × H:70[mm]
重量	160[g]
水平走査角度	240[度]
計測可能距離	4[m]
水平走査速度	10[Hz]
計測点数	682[個]



図 1 URG-04LX の外観

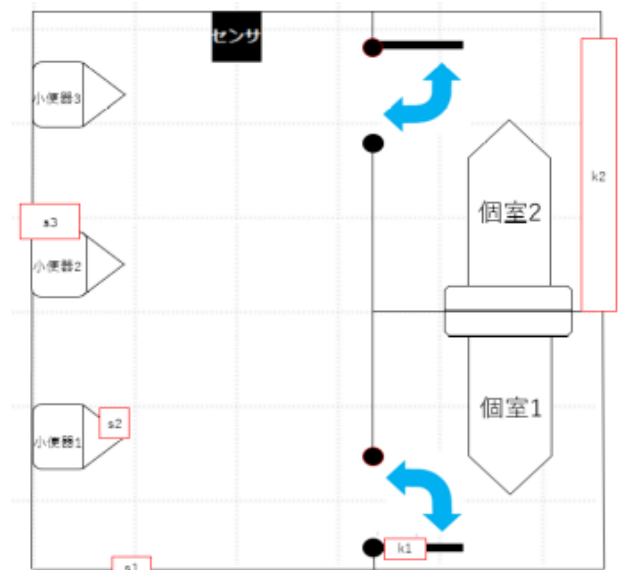


図 2 トイレの見取り図

5. 研究方法

5.1 使用状況の判別

トイレにおける計測の実際の環境を調べるため、筑波大学総合研究棟 B 10F の図 2 のようなトイレにおいて計測を行った。計測の結果、比較的はっきりとした点群がみられた図 2 上部の奥側の壁にセンサを設置した。人がいない場合の環境を図 3 に、人がいる場合 (小便器 2 使用) の環境を図 4 に示す。また、

人がいない場合にセンサから得られる 2 次元点群を図 5 に、人がいる場合 (小便器 2 使用) の 2 次元点群を図 6 に示す。これらの図において、センサは原点の位置に図中の下方を向いて設置しており、赤い四角の枠は使用中かどうかを判断する範囲を示している。この枠は、各便器 / 個室が使用されているときに隠されて、点群が消失する部分に設定しており、枠内の点群数が予め設定したしきい値より多ければ未使用、少なければ使用中と判断する。

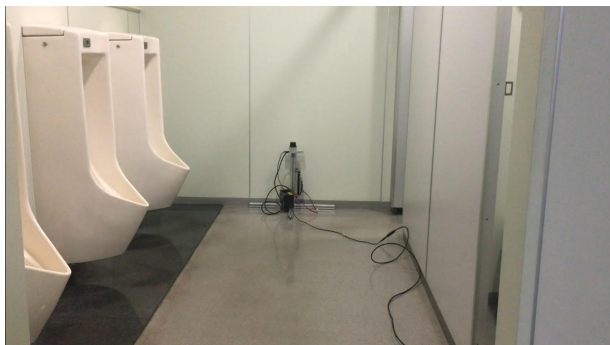


図 3 人がいない場合の環境

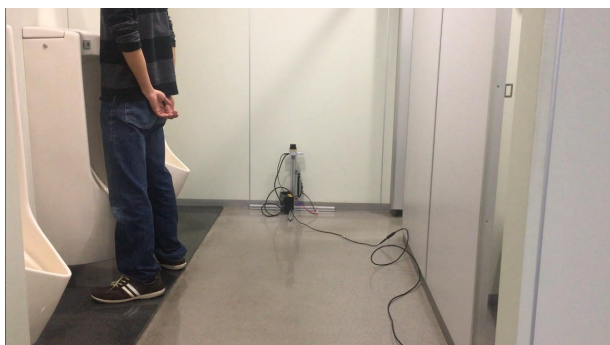


図 4 人がいる場合 (小便器 2 使用) の環境

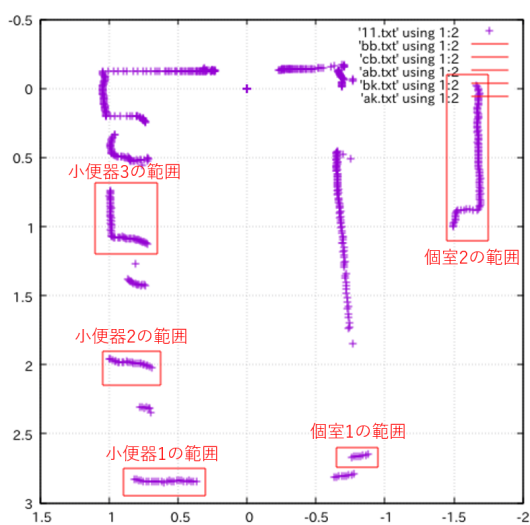


図 5 人がいない場合の 2 次元点群

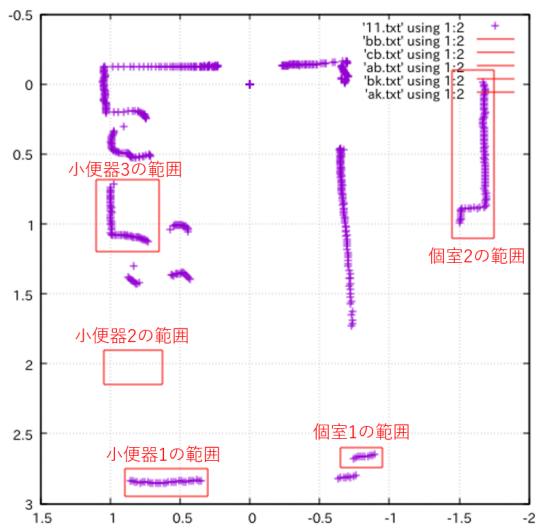


図 6 人がいる場合 (小便器 2 使用) の 2 次元点群

小便器については、人感センサの範囲と言われている 40cm 以内の判別を目指す。図 7 のように便器の人感センサから体 (胸部) までの距離 20cm-40cm に着目した計測を行った結果を表 2 に示す。は全ての便器において正しく判別された場合、× は未使用の便器において使用中と判別されたものがある場合、× は使用中の便器において未使用と判別されたものがある場合を表している。この結果より、おおむね正しく判別が行えることが分かった。また、表 2 において、及び×となってしまったパターンの点群について図 8-11 に示す。小便器 2[40cm] 使用の場合では、小便器 1 における範囲の点群の個数が大幅に減少しているため、小便器 1 も使用されていると誤って判別されてしまっている。同様に、小便器 3[40cm] 使用の場合では、小便器 2 における範囲の点群の個数が大幅に減少しているため、小便器 2 も使用されていると誤って判別されてしまっている。小便器 1・2[40cm] 使用の場合では、小便器 2 における範囲の点群の個数が大幅に減少しなかったため、小便器 2 が使用されていないと誤って判別されてしまっている。小便器 1・3[40cm] 使用の場合では、小便器 2 における範囲の点群の個数が大幅に減少しているため、小便器 2 も使用されていると誤って判別されてしまっている。



図 7 立ち位置における計測

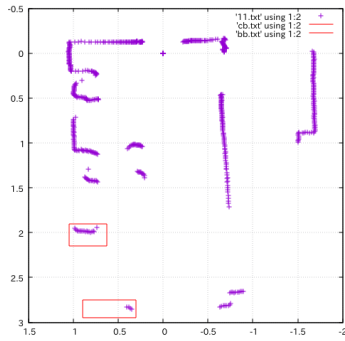


図 8 小便器 2[40cm] 使用の場合の 2 次元点群

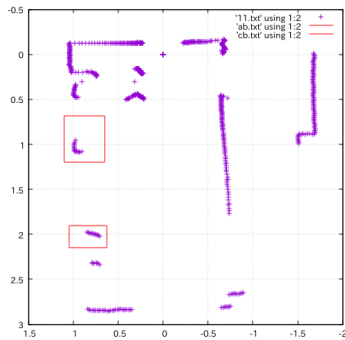


図 9 小便器 3[40cm] 使用の場合の 2 次元点群

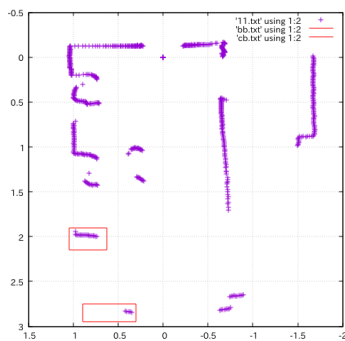


図 10 小便器 1・2[40cm] 使用の場合の 2 次元点群

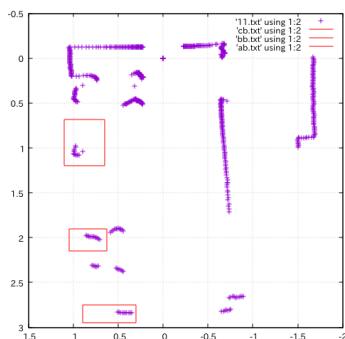


図 11 小便器 1・3[40cm] 使用の場合の 2 次元点群

次に、センサの再配置等のズレにより正しく判別が行えるか検討したところ、ズレに対応できないことがあった。図 12 に

表 2 判別可否 (立ち位置を変えた場合)

	判別可否
小便器 1[20cm] 使用	
小便器 1[30cm] 使用	
小便器 1[40cm] 使用	
小便器 2[20cm] 使用	
小便器 2[30cm] 使用	
小便器 2[40cm] 使用	
小便器 3[20cm] 使用	
小便器 3[30cm] 使用	
小便器 3[40cm] 使用	
小便器 1[20cm]・2[20cm] 使用	
小便器 1[20cm]・2[30cm] 使用	
小便器 1[20cm]・2[40cm] 使用	×
小便器 1[20cm]・3[20cm] 使用	
小便器 1[20cm]・3[30cm] 使用	
小便器 1[20cm]・3[40cm] 使用	
小便器 2[20cm]・3[20cm] 使用	
小便器 2[20cm]・3[30cm] 使用	
小便器 2[20cm]・3[40cm] 使用	
小便器 1・2[20cm]・小便器 3[20cm]	
小便器 1・2[20cm]・小便器 3[30cm]	
小便器 1・2[20cm]・小便器 3[40cm]	

その例を示すが、この問題は点群の判別範囲を大きめにとることにより解決された。センサを 10 回配置し直した時の計測結果を表 3 に示す。最上段は、予め設定したしきい値を示しており、いずれの場合もこの値を上回っていることから、正しく判別を行えることが確認できた。

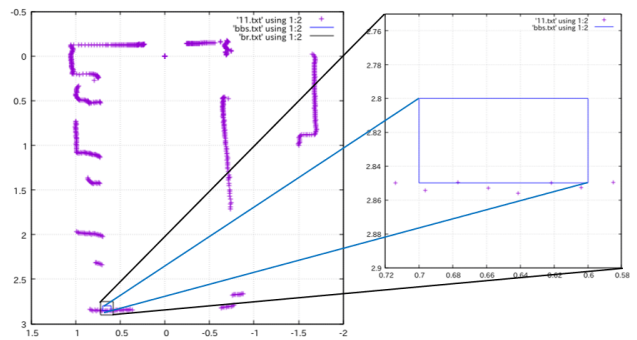


図 12 再配置等のズレにより対応できていない場合

5.2 使用状況の伝達

センサから得られた点群から判別された使用状況に対して、図 13 のように適切な音声ファイルを生成する。図 14 に示すように、視覚障害者の持つスマートフォンから、無線 LAN アクセスポイントを通して本システムのために用意した PC 上のサーバーに接続し、HTML で作成したページを表示する。このページにアクセスすると、図 15 に示すように表示され、「Guide」の部分をクリックすると、サーバーから現在の使用状況に合わせた音声転送されてスマートフォン上で再生されるようにした。

表 3 判別可否 (配置し直した場合)

	点群の個数	判別可否
使用判別のしきい値	13 15 40 5 50	-
使用なし (1 回目)	26 23 61 8 99	
使用なし (2 回目)	26 24 60 8 99	
使用なし (3 回目)	26 24 60 8 99	
使用なし (4 回目)	27 23 60 8 99	
使用なし (5 回目)	27 23 60 9 98	
使用なし (6 回目)	27 23 61 8 98	
使用なし (7 回目)	27 23 61 8 99	
使用なし (8 回目)	27 24 61 9 97	
使用なし (9 回目)	28 23 60 8 98	
使用なし (10 回目)	28 23 60 9 97	

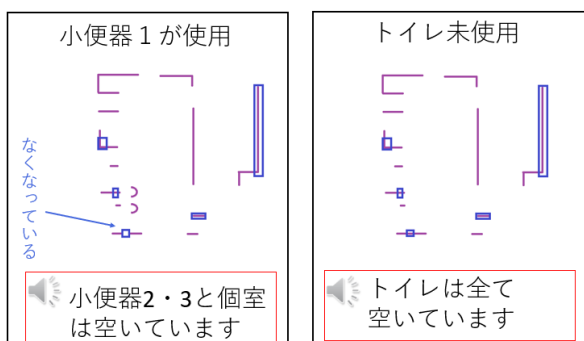


図 13 音声再生方法

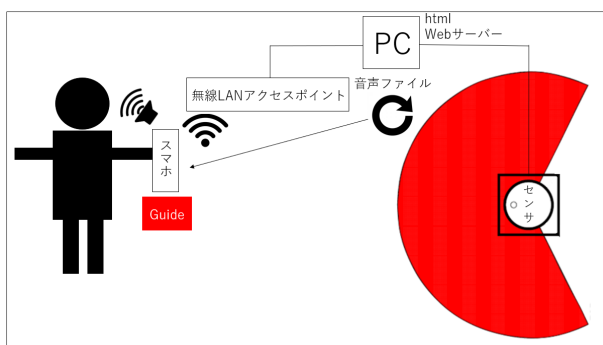


図 14 Guide を押した場合

6. さいごに

本研究は、視覚障害者のためのトイレ案内を目的としている。今回の実験では、トイレにおいて、センサで測定した際、どのように点群が計測されるか確認した。さらに、トイレにおける状況の判別方法の実装、及び視覚障害者にする伝達方法の実装を行った。今後の展望として、トイレ内でセンサをどこに配置するかや、どの程度広いトイレまで対応可能か等について検討していきたい。



図 15 スマートフォンでの操作

文 献

- [1] 高井 智代, 石田 秀輝: “視覚障害者の公共トイレ使用実態調査”, 日本建築学会計画系論文集, 2001; 544: 133-140.
- [2] 諏訪部 純: “3次元測域センサを用いた視覚障害者誘導システムの開発”, 筑波大学大学院システム情報工学研究科修士論文, 2016.
- [3] 品川 佳満, 橋本 勇人: “人間性へ配慮した高齢者見守りシステムの開発-高齢者のプライバシー・抵抗感に視点を置いた意識調査”, 川崎医療福祉学会誌, 2001; 11(1): 199-204.
- [4] 竹上 健: “視覚障害者のための超音波距離センサによる周辺状況認知の基礎的研究”, 埼玉学園大学紀要(人間学部篇) *ãzN* 第10号, 297-307
- [5] 穆 盛林: “非接触型センサによる高齢者見守りシステムの開発 - 超音波センサと輝度分布センサの応用 - ” ライフサポート 27 巻 4 号, 2015:118-123