

## 2周波数の超音波を利用した歩行者誘導システムの 試作 - 空中強力超音波を用いた距離測定システムの 研究(3) -

その他（別言語等） のタイトル	Examination of a pedestrian guidance system using ultrasonic waves of double frequencies -Study on distance measuring system using aerial high power ultrasonic wave (3)-
著者	天城 雄太, 青柳 学, 田村 英樹, 高野 剛浩
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2012年春季
ページ	1377-1378
発行年	2012-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/1708">http://hdl.handle.net/10258/1708</a>

## 2周波数の超音波を利用した歩行者誘導システムの試作 - 空中強力超音波を用いた距離測定システムの研究(3) -

その他（別言語等）のタイトル	Examination of a pedestrian guidance system using ultrasonic waves of double frequencies -Study on distance measuring system using aerial high power ultrasonic wave (3)-
著者	天城 雄太, 青柳 学, 田村 英樹, 高野 剛浩
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2012年春季
ページ	1377-1378
発行年	2012-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/1708">http://hdl.handle.net/10258/1708</a>

## 2 周波数の超音波を利用した歩行者誘導システムの試作\*

## — 空中強力超音波を用いた距離測定システムの研究(3) —

☆天城雄太 (室蘭工大・院), 青柳学 (室蘭工大), 田村英樹, 高野剛浩 (東北工大)

## 1 はじめに

歩行時に人が得る情報の 80 % 以上が視覚からの情報であり, 視覚障害者は移動に困難を感じている。音響信号機などの音による誘導歩行が用いられているが, 視覚障害者が周囲状況を把握するために重要な周囲音を聞き難くし, また近隣住民への騒音問題がある。視覚障害者の安全な歩行を支援するため, 静音な超音波を利用し, 振動により方向呈示する誘導システムを検討した。

本報告では, 試作したシステムの実験結果について述べる。

## 2 システムの構成

## 2.1 位置計測方法

歩行者の位置を計測する原理を Fig.1 および Fig.2 に示す<sup>[1]</sup>。異なる周波数の超音波音源を固定局  $T_1$ ,  $T_2$ (20kHz, 28kHz)とし, その中点を  $C$ , 受信器(歩行者)の位置を  $R$  とする。

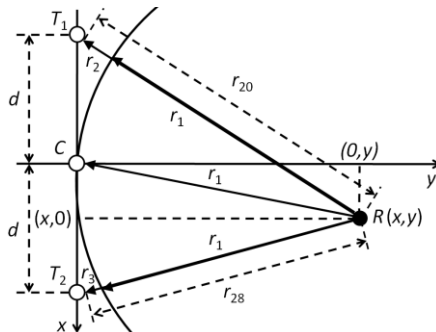


Fig.1 Position measuring method.

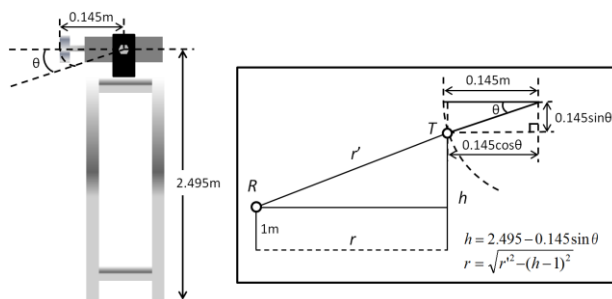


Fig.2 Arrangement of ultrasonic transducer and distance measurement method.

また, Fig.2 のような高さに音源を配置し, 俯角  $\theta$  の時の音源の中心軸から受信器までの距離を  $r'$ , 地面からの高さを  $h$ , マイクの地上からの高さを 1 [m], 平面上での音源と受信器の距離を  $r$  とする。  $T_1$ ,  $T_2$  と  $R$  の距離から  $C$  と  $R$  の距離は式(1)により求められる。

$$r_1 = \frac{r_{20}^2 + r_{28}^2}{2} - d^2 \quad (1)$$

歩行者の位置は式(2)に示す  $T_1$ ,  $C$ ,  $T_2$  を中心とする円の方程式の交点として求まる。

$$x^2 + y^2 - r_1^2 = 0 \quad (2)$$

$$(x+d)^2 + y^2 - (r_1+r_2)^2 = 0$$

$$(x-d)^2 + y^2 - (r_1+r_3)^2 = 0$$

したがって, 位置は次式のように求められる。

$$x = \frac{(r_2 - r_3)(r_2 r_3 + d^2)}{2d(r_2 + r_3)} \quad (3)$$

$$y = \frac{(d^2 - r_2^2)(d^2 - r_3^2)\{4d^2 - (r_2 - r_3)^2\}}{2d(r_2 + r_3)}$$

## 2.2 装置構成

試作したシステムのブロック図を Fig.3 に示す。超音波音源にはボルト締めランジュバン型振動子(BLT)を用いた超音波トランスデューサ<sup>[2]</sup>を使用し, 800 $\mu$ s のバースト波を送信する。受信器は 2 周波数の超音波を帯域通過フィルタで弁別, サンプル周期 17 $\mu$ s で 10bit A/D 変換し, 参照波形と受信波形の相互相関演算により各音源との距離を求めている。

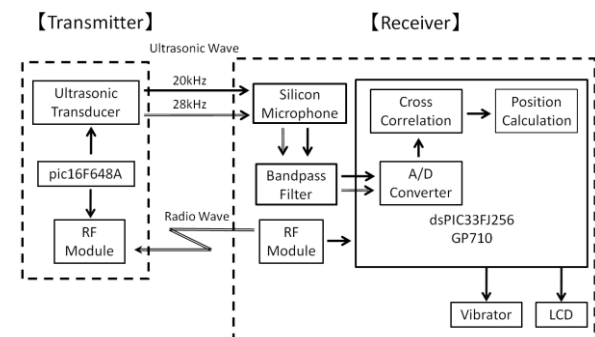
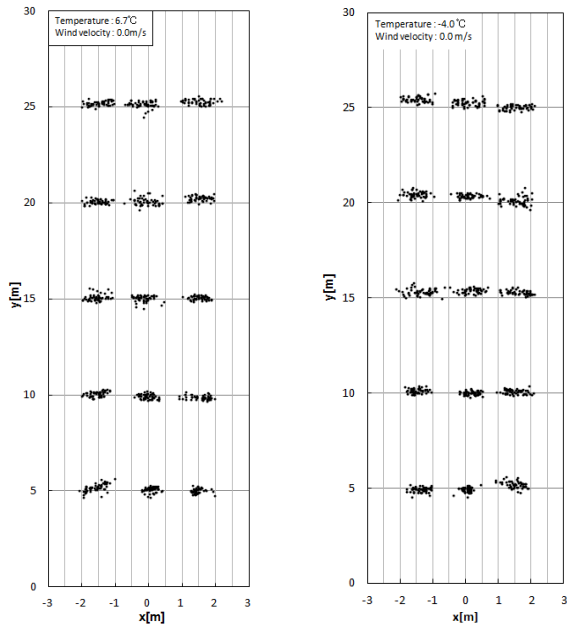


Fig.3 Block diagram of trial system.

\* Examination of a pedestrian guidance system using ultrasonic waves of double frequencies, -Study on distance measuring system using aerial high power ultrasonic wave (3)-, by AMAGI, Yuta, AOYAGI, Manabu (Muroran Institute of Technology), TAMURA, Hideki and TAKANO, Takehiro (Tohoku Institute of Technology).

### 3 位置計測

超音波トランスデューサを 3m 間隔、俯角  $10^\circ$  および  $15^\circ$  で正面方向に平行配置した。音源の中心から前方  $y=5\text{m}\sim 25\text{m}$  まで 5m 間隔で、マイクを地上から 1m の位置に固定し、 $x=0, +1.5, -1.5\text{m}$  の位置で 50 回ずつ計測した。結果を Fig.4 に示す。測定点の  $x$  軸方向に  $\pm 50\text{cm}$  の範囲に誤差が生じた。



(a)  $10^\circ$  angle of dip. (b)  $15^\circ$  angle of dip.

Fig.4 Results of measured positions.

### 4 誘導歩行

#### 4.1 誘導方法

誘導方法を Fig.5 に示す。両手首に装着したリストバンド型の振動デバイスにより、各音源の中心線に沿うように誘導する。歩行者の現在位置  $(x_0, y_0)$  と 1 つ前の位置  $(x_1, y_1)$  から次の位置を予測する。将来の  $x$  の値が閾値(3段階設定)を超えた場合、体を左右に平行移動する指示を送る。 $x$  軸上で左右に閾値を設け、閾値内では目的地との距離に応じて(左右両方)振動し、閾値を越えた場合は修正方向のデバイスが振動する。また、 $x_2$  かつ  $\delta x_1$  と  $\delta x_2$  が閾値を越えた場合、方向転換の指示を送る。

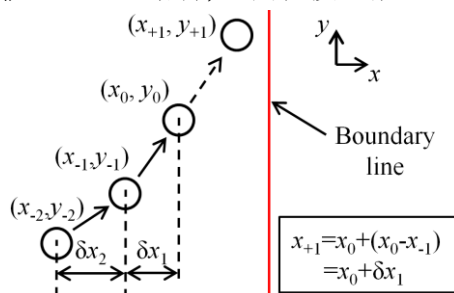
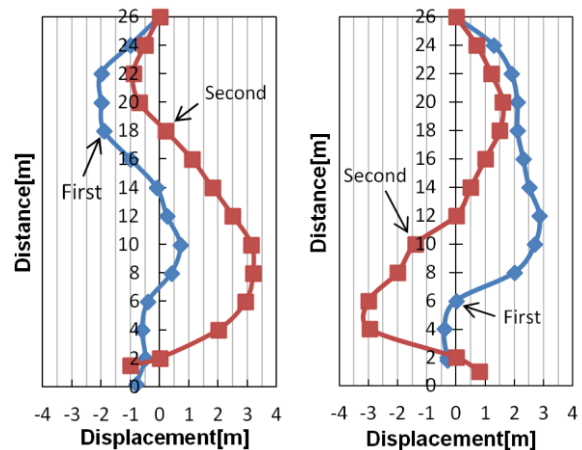


Fig.5 Method of navigation.

### 4.2 実験結果

晴眼者がアイマスクを着用して実験を行った。歩行距離を 26m とし、目的地点の前方 2m に到達した時点で振動による停止サインで停止する。一例として、目標方向に対して  $\pm 45^\circ$  傾いた姿勢から歩行を開始した時の実験結果を Fig.6 に示す。また、それぞれ 2 回ずつ実験を行った。方向を修正しながら目的地付近に到達することができたが、蛇行が確認された。この原因として、計測誤差および被験者の方向転換量が不安定でばらつき(反応の遅れや過剰反応)が考えられる。



(a)  $+45^\circ$  (b)  $-45^\circ$

Fig.6 Results of guidance experiments when pedestrian has initial postures with angles of  $45^\circ$  and  $-45^\circ$  from  $y$  direction.

### 5 おわりに

2 周波数の超音波を利用した測位・誘導システムの試作・実験を行った。目標方向を向いていない場合でも目標方向に誘導できたが、計測誤差や被験者の判断のばらつきによる影響を受けた。計測精度の向上と使用者によらない安定した誘導が課題である。

### 参考文献

- [1] 橋野 他, No. 10-4 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2010 講演論文集, 2010.
- [2] 天城 他, “電波併用のトランスポンダシステムの開発—空中強力超音波を用いた距離測定システムの研究(1), 音講論(秋), 2010.