

研究論文

視覚障害者用超音波レーダーの開発

木村 浩一・兼古 悟

The development of a novel supersonic sensor for vision-impaired orientation aids

KIMURA Koichi and KANEKO Satoru

【緒言】

重度の視覚障害者のほとんどは、杖によって前方の状況を確認しているが、その範囲は杖の届く1.5 m程度に限られ、それより遠方の情報を得ることは不可能である。彼らにとって、前方状況に関する情報は、眼前1.5 mに突如出現する突発的な情報である。さらに、杖によって得られる情報が常に1次元であるため、ある瞬間に障害物がないと判断されても、それは、その瞬間に杖の向いている方向1.5 m以内に障害物が無いことしか意味しておらず、杖の走査からはずれた障害物に激突する危険性が常につきまとう。実際、視覚障害者が電柱のような細い障害物に激突したり、立ち止まっている人に後ろから衝突して自らが怪我をしたり、相手に怪我をさせたりする事故は少なくない。また、杖による走査が床面を対象としているため、トラックの荷台や看板など突き出た物体を検出す

る事が出来ず、激突して怪我をする事故も多い。

このような事故を防止する目的で、超音波や電波、また、カメラの自動焦点機能を使用した前方センサーなどが提案されており、超音波センサーについてはすでに市販されている¹。これらのセンサーは、障害物情報を、音あるいは皮膚振動刺激の周波数や振幅を変化させることで伝達している。しかし、音の変化により障害物までの距離を伝達する機器は、微妙な変化を感知可能という長所はあるものの、視覚障害者にとって重要な外界情報である、周囲音の取得を阻害してしまうため、まったく実用的でない^{2,3}。また、皮膚感覚では、振動周波数や振幅の微妙な変化を感知することが著しく困難で、使用にあたっては長期間の訓練が必要な上、訓練後も曖昧な情報しか得ることが出来ず、使用者には訓練の苦勞に値しないと感じさせてしまう^{4,5,6}。

我々は以上の問題点を踏まえ、使用にあたっての訓練が不要でありながら高精度に情報を伝

達可能という2条件を満たす視覚補助装置を試作した。

【方法】

複数の皮膚表面刺激素子を用意し、それぞれに、担当する距離の区間を割り当てた。超音波センサーにより、前方の物体までの距離を計測し、その距離に割り当てられている刺激素子のみを駆動させた(図1)。また、反射波の振幅により、刺激周波数を変化させ、超音波を反射した物体の性状に関する情報を得られるようにした。

体表に広く存在する高精度認知が可能な皮膚の自由神経終末と毛終末器官を刺激するよう、皮膚擦過による刺激素子を開発した(図2)。センサー部は頭部にカチューシャと同様の方法で装着し、刺激素子は鉢巻状のバンドに一体化



図1 皮膚刺激素子の配置

神経刺激素子は、装着バンドの両内側に取り付けられ、近距離を担当する素子ほど中央に配置することで、心理的な遠近感と実際の対象物の遠近を一致させた。

させ額部に装着した(図1)。これにより、日常生活に支障のない状態で本装置を装着・使用することが可能となった。また、頭の方を変えて、容易に超音波の走査方向を変えることも可能となった。

超音波発信素子の駆動、超音波反射波からの距離測定および刺激素子の駆動は、すべてマイクロコンピュータ(R8C/15、ルネサンステクノロジー)によって制御した(図3)。すべての装置は、乾電池(006P 9V)により電源を供給した。

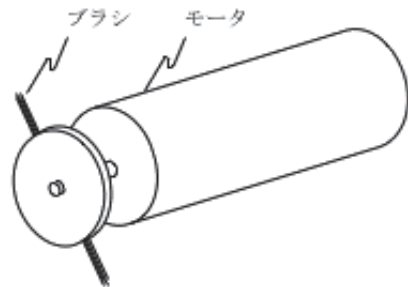


図2 皮膚刺激素子

皮膚刺激素子として、超小型モーターの回転部にブラシを取り付けた。

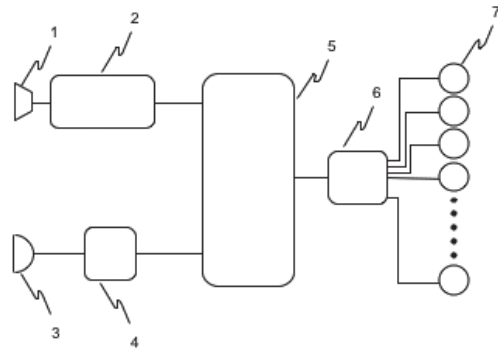


図3 制御回路概略

組込型マイクロコンピュータ(マイコン)(5)によって超音波送信信号を作成し、送信部アンプ(2)で送信素子(1)を駆動し超音波を発信する。受信素子(3)からの信号は受信部アンプ(4)で増幅された後、マイコン(5)のアナログ-デジタルコンバータ(A/Dコンバータ)端子に入力される。超音波送信から受信までの時間から距離を計算し、距離による反射波の減衰を補正した上で、計算した距離に対応する刺激素子(7)にモーター駆動回路(6)を通して刺激用信号を送出する。刺激信号の周波数は、減衰を補正した値に基づいて決定する。

超音波発信素子には、T40-16（日本セラミック、中心周波数 $40 \pm 7 \text{kHz}$ 、音圧レベル 115dBmin ）を使用し、9 V、40 kHzの矩形波でBTL（Bridge-Tied Load）駆動した。超音波の受信素子は、R40-16（日本セラミック、感度特性 $-64 \text{dB/V}/\mu\text{BARmin}$ 、静電容量 $2400 \text{pF} \pm 25\%$ ）を使用した。本装置による測定可能距離は、対象物の表面形状にもよるが、約15 mであった。

【結果】

従来の前方センサーは、前方障害物までの距離を音あるいは皮膚振動刺激の周波数や振幅を変化させることで伝達していた^{7,8}が、今回試作した装置では、障害物までの距離を、距離に応じた皮膚刺激素子を駆動することで伝達する様にした。このため、使用者は、どの素子が駆動しているかの識別さえ可能であれば、直ちに障害物までの距離を知ることが出来、使用前の訓練が不要になった。

皮膚刺激素子の装着部位としては、装着による日常動作への影響を最小にすること、および複数の刺激素子からの信号を十分に弁別可能な感覚能を持つことを条件に、前額部を選定した。前額部への装着であれば、日常動作にはほとんど影響が無く、また刺激素子間の距離を十分に離すことが可能であった。当初、従来機器と同様の振動型の刺激素子を用いて前額部皮膚を刺激するように配置したが、この刺激素子では十分な弁別能を得ることが出来なかった。距離情報を得るために必要な弁別能は、振動刺激素子を指先に装着することで得られたが、この場合は日常生活行動が著しく制限され、機器の使用により逆に生活が不便となってしまった。このため、全身の皮膚に広く存在する自由神経終末と毛終末器官を刺激することを目的に、モーターの回転による皮膚擦過素子を作製した。こ

の素子を使用して前額部刺激装置を作製し、健康人ボランティア6人（20代女性2人、20代男性1人、30代男性2人、40代男性1人）に目隠しをした状態で装置を装着し、障害物をランダムに置いた空間を歩行させた。ボランティアには、目隠しをした状態で1度だけ壁に向かって歩行させ、壁までの距離の変化と刺激位置の変化の関係を体感させた後、直ちに方向を適当に変えた後、障害物を避けながら歩くよう指示した。実験に参加したボランティア全員が、障害物を避けながら空間を自由に歩行可能であった。

さらに、ボランティア10人を自由に歩行させ、その空間を別のボランティアに目隠しをした状態で本装置を装着し歩行させたが、10人のボランティアを避けながら歩行することが可能であった。

【考按】

今回試作した装置を使用することで、直ちに周囲の状況を把握出来る様になった。本装置は訓練が不要ということを目指して開発したが、その目的は達成したと思われる。使用し続けることによって、周囲の状況をより高精度に認識出来ることが期待される。また、装置を使用している両手が自由なため、装置装着による日常動作への影響はまったく認められなかった。

【文献】

1. 社会福祉法人日本ライトハウス 目のみえない方・見えにくい方のための用具展と相談会ガイドブック 全国ロービジョンフェア～日本ライトハウス展2005, 大阪, 2005
2. 特許公開2005-224360 感覚代行装置
3. 特許公開2001-33552 視覚障害者用歩行補助携帯器具

4. 河井良浩 視覚支援 映像情報メディア学会誌, 53 (1) , 30-33, 1999
5. Elliot, E. Elliot, P. H. Roskilly, D. A manual of instruction for use of the Kay sonic aid. London: St. Dunstan's, 1967
- 6 . Gissoni, F. Sonic Aid Training Tapes. Hadley School for the Blind, Winnetka, 1968
- 7 . Kay, L. A New or Improved Apparatus for Furnishing Information as to Position of Objects. Patent Specification No. 978741, The Patent Office, London, 1959
- 8 . Kay, L. Blind Aid, Patent Specification No.3366922, United States Patent Office, Washington, D.C., 1965

(2008年1月24日受稿)

Abstract

Purpose : Development of supersonic sensor which let the vision impaired person to avoid the collision with obstructions. Method : The distance information to the obstruction is measured by the supersonic sensor, and is analyzed by the internal circuitry to activate skin stimulators located in response to each distance. The skin stimulator device newly designed to brush skin surfaces provides effective response discrimination. Results and Discussion : Test subjects can walk blindfolded freely right after wearing the device without any kinds of training.