

## 審査の結果の要旨

氏 名 三浦 貴大

本論文では、聴覚経験が豊富な視覚障害者が周囲環境中の障害物の存在や距離などを音情報によって知覚する「障害物知覚」について、安全かつ簡便に訓練できるシステム開発を行うことを目的に、メカニズム解明を試みた上で訓練システムを提案している。特に、従来はほとんど調べられていなかった音響的要因に対する知覚について、音響分析や心理物理実験を通じて定量的な分析を試みている。

本論文は11章から構成される。第1章および第2章では、視覚障害者を取り巻く様々な支援の現状、および障害物知覚の訓練手法の提案の意義について述べている。この章では、障害物知覚における音響的要因と知覚的要因の関連性を明らかにする意義やダミーヘッドを用いた音響伝達関数を用いて分析する方法の有用性について書かれている。

第3～4章においては、静止時の障害物知覚のメカニズム解明が行われた。特に、第3章では、ある障害物が空間中に存在する状況を設定した上で、ダミーヘッドに内蔵した両耳マイクによって音響伝達関数を計測し、分析を試みている。障害物の有無で音響伝達関数を比較した結果、障害物の存在によって起こる音響的变化のうち、ゲイン変化、カラーレーション、両耳間音圧レベル差の変化が障害物知覚の手がかりとなる可能性が示された。

第4章では、音響伝達関数を畳み込んで作成した刺激音を視覚障害者に提示し、変化が弁別できたかを応答させている。ここで得られた弁別率に対して、第3章で得られた各音響的要因の寄与を重回帰分析によって調べた結果、障害物の反射によって発生するカラーレーション変化が特に重要であることが明らかにされた。

第5～6章では、行動に伴って起こる音響的要因が、実環境で行われる障害物知覚にどのように寄与するかが調べられた。第5章では、まず歩行時の動きに伴う音響的变化の、障害物知覚の寄与の可能性が調べられた。静止時・歩行時の障害物の知覚距離の精度が調べられ、歩行時の方が高精度に障害物距離を定位できることを明らかにした。この原因について、歩行時の頭部運動にも起因する音響的变化の知覚が高精度な障害物距離の知覚に寄与すると考え、頭部回転と歩行の両方が起こっている場合の、距離変化の弁別について調べられた。結果より、歩行と頭部運動があることで、より障害物の距離変化を弁別できることが示唆された。第6章では、頭部運動による音響的变化を知覚することで、頭部幅より細い障害物も知覚可能であることが示された。第5章および第6章の結果を踏まえ、音

響伝達関数を用いた訓練システムを開発する際、使用者の頭の動きに伴う音響的变化の提示ができれば、効果的な障害物知覚の訓練できると考察づけられた。

第3～6章では、主に障害物知覚における知覚メカニズムの調査が主であった。以下の章では、障害物知覚を訓練できるシステムの開発や音響バーチャルリアリティへの応用について書かれている。第7章では、音響伝達関数の操作した上でノイズに畳み込んで作成した音によって、障害物の存在感提示が制御できるかが検討されている。提示音の作成は、音響伝達関数のスペクトル振幅を強調してスペクトルキューを相対的に強め、これにピンクノイズを畳み込むという手順で行われた。この音源を視覚障害者に評価させたところ、障害物の存在感が制御可能であることが明らかになった。

第8章では、音響伝達関数を畳み込んだ刺激音を用いた、障害物知覚の訓練システムが提案されており、簡易的に効果を確認されている。このシステムは、ヘッドホン受聴によるものであり、ジョイスティックによる結果の入力ができるようにしたものであった。障害物方向の学習については、前もって音を聞かせて対応する障害物方向を覚えさせた。本論文においては、頭部運動などの動きの効果を含めないシステムで予備的に検討が行われた。この結果、実験回数を繰り返すことで、障害物の方向定位精度が向上することが示され、実環境における障害物の方向知覚の訓練において、本システムが有効である可能性が示された。

第9章および第10章では、提案した訓練システムを、高臨場感を与えられるバーチャルリアリティシステムとして改良することを目的に、要素技術の提案が行なわれている。第9章では、音響伝達関数の畳み込み音の重畳の際のクロストークを最小化するため、音放射部が0.5 cmのスピーカが開発され、音響伝達関数の測定に有効であることが示されている。

第10章では、障害物の詳細形状といった視覚情報を、音で提示する手法として、スピーカマトリクスを用いた手法が提案されている。マトリクス上で音の出る位置を逐時変えることにより、音源の軌跡を提示するというものである。ホワイトノイズを提示音に用いたところ、簡単な図形を提示できることが明らかになった。

第11章は、以上の章から得られた結論や結果についてまとめ、本研究の今後の展開や応用可能性について述べられている。

以上のように、本論文では、視覚障害者の聴覚による障害物知覚の能力について明らかにするとともに、訓練手法について提案を行い、さらに音響バーチャルリアリティ手法としての改良に当たっての要素技術についても提案している。本論文の成果は、視覚障害者の訓練方法および訓練システムのみならず、誰でも利用出来るような音響バーチャルリアリティシステムへの応用が期待できる他、視覚障害者を想定したバリアフリー音環境を創出するなどの社会的な貢献も期待できるものである。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。