

報告番号	※ 乙 第	号
------	-------	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目	視覚障害者のための視覚情報提示システムに関する研究
氏 名	河井 良浩

論 文 内 容 の 要 旨

日本における視覚障害者の数は約 31 万人（平成 18 年厚労省調べ）と言われている。人間が外界から得る情報の多くが視覚によるものであることを考えると、この機能を失っている場合、日常生活・社会生活において多くの不便と不利益を被ることになる。したがって、視覚障害者のこのような不自由な状況を少しでも解消し、社会復帰を促進するためには、視覚情報を残存感覚である触覚と聴覚を利用して提示する支援技術、システム化に関する研究開発が必要である。

視覚障害者が日常生活をより便利に過ごすことができ、積極的に社会へ参加できるようにするために、本研究では、視覚障害者のコミュニケーション支援、行動支援を行うために必要な、視覚情報取得・処理技術、触覚・聴覚を用いたインタフェース技術の確立、および、これらを利用した支援システムの構築・提供を目的とする。なお、本研究での対象者は、主になんらかの原因で視力を失った全盲の人（後天盲）を対象とする。

この目的を達成するためには、

- ・膨大な視覚情報から効率よく必要な情報を取得する技術
- ・残された感覚である触覚と聴覚を最大限活用し、視覚情報を提示する技術を確立し、視覚障害者の失われた視覚情報を補う支援システムの構築を行う必要がある。

前者の視覚情報取得技術として、近年急速に進歩しているコンピュータビジョン技術を積極的に活用する。その中でも特に、使用者が欲する視覚情報をいかに効率よく取得するかがキーポイントである。そのためには、環境や対象物の 2 次元・3 次元情報を取得する方法の確立が重要である。

後者の触覚と聴覚を活用した提示技術としては、残存感覚をいかにうまく利用して、視覚情報を伝えるかということが重要であり、各感覚に適した情報への変換、提示の仕方を確立する必要がある。各感覚への情報変換に関しては、触覚・聴覚の特徴を踏まえたものでなければならない。触覚の長所は、空間配置、物体形状を把握する場合

に適している点であり、聴覚の長所は空間状況把握に適しており、音声などによる概念の提示にも優れている点である。逆に、触覚は、一度には局所情報しか得ることができない点、聴覚は、形状情報を伝えるには適しておらず、全方位すべての情報を処理できるわけではない点が短所である。このような長短所を踏まえ、触覚情報としては、対象物の形状や、対象シーンでの配置関係の表示、聴覚情報としては、全体・個別の概要情報、リアルタイムでの状況表示を主目的とした情報変換、情報提示機能、および、これらを具現化できるハードウェアシステムが必要かつ重要である。

これらを踏まえ、視覚障害者の支援システムとして必要な技術に関しての研究開発を以下のように行った。

まず、支援システムの基本として、視覚障害者が図面情報を読み取る支援システムを開発した。図面情報をそのまま触図として提示するのではなく、コンピュータで図面を認識させて情報を変換し、触覚と音声を用いて少ない情報量で、2次元視覚情報を的確に提示するシステムを構築した。タッチセンサの機能も有する触覚ディスプレイを開発し、システムとの対話的な操作により視覚障害者が図面情報を理解する際にかかる負担を軽減できることを示した。実験により、触覚の最適な表示方法は個人差があり、ユーザごとのカスタマイズが可能なシステムでなければならないこと、事前に図面情報を与えることで認識しやすくなること、触覚で伝える情報は元図から簡略化しすぎないこと、音声情報は簡潔なものほど良いこと、などが判明した。

この基本システムの研究開発を通じ、視覚障害者が必要としている情報の中でも生活上重要だと考えられる3次元空間情報の取得を行う必要性が判明したため、実環境の3次元の視覚情報を得るための方法として、ステレオ画像解析による3次元形状復元法を開発した。ステレオ画像間の対応探索において、領域の境界を構成する境界線セグメントの連結性に基づいて対応を評価する方法であり、オクルージョンに対して比較的頑健な方法である。また、境界線の類似性に基づく大局的な画像間の対応評価を行うことで、安定した復元結果を得られる。復元された幾何データは単なる3次元形状データではなく、3次元物体の認識や追跡に利用可能な構造を有しているため、応用範囲は広く、物体検出、追跡の際の基盤となる。3台のカメラで構成されるステレオカメラを用いて、複数の物体が存在する様々なシーンを対象にして実験を行い、本手法により、精度よく対象の3次元形状が得られることを示した。

また、取得すべきシーン情報が複雑な場合、一方向からの計測では十分なデータを取得できず、視覚障害者に必要十分な視覚情報を提示することができない場合があるため、多視点から得られた3次元視覚情報を統合する方法も開発した。視点方向の位置関係が未知である場合でも、計測データから、オクルージョンの影響が少ない領域を基に初期照合を行い、共通部分全体のずれが最小となるように繰り返し処理をすることで、より正確な位置関係を計算することが可能な方法である。本手法を、複雑な形状を有する花などの対象に対して適用し、多視点から計測したデータを統合し、全体の3次元形状を正確に再現できることを実験により示した。

そして、基本システムの研究開発の経験を基に、開発した3次元視覚情報取得・処理技術を適用し、視覚障害者への提示情報量を増やして、必要な3次元情報をより得やすいように、対話型触覚ディスプレイによる3次元情報提示システムを開発した。前述の基本システムの研究を発展させ、視覚情報として3次元の形状を有する物体を対象とし、その視覚情報を3次元の触覚情報と音声で提示するシステムである。16×16のマトリクス状に配置され、6段階の高さ表現ができる触覚ピンを有し、かつ、タッチセンサの機能を有してい

る3次元触覚ディスプレイを開発した。3次元視覚情報処理技術により取得した物体の立体形状、配置情報を3次元触覚ディスプレイに表示し、音声で属性情報を付加することで、視覚障害者がシステムと対話的なやりとりをすることが可能となり、3次元情報を効率よく取得できる点、空間認知をしやすくなる点を、実験を通じて示した。

最後に、触覚では伝えにくい、状況が刻々と変化し、空間的な広がりを持つ3次元の視覚情報を、即応性のある聴覚を利用して提示する支援システムとして、3次元の仮想音響技術を利用した視覚情報提示システムを構築した。3次元センサにより取得した3次元視覚情報に音響を割り当て、仮想3次元空間でその位置・動きを表現する方法で、インフラが未整備の場所や情報提供できない対象に対して有用であり、ユーザの周りの状況を提示できる。このうち、3次元仮想空間での音像定位の特性を評価するために、各種被験者実験を行った。その結果、音像定位は上下方向、前後方向で誤認識を起しやすいため、頭を動かすなどの能動的な動作が有効である点などが判明し、音響による適切な情報提示に関する指針が得られた。また、周辺環境からの音を塞ぐことなく、仮想音を付け足す形で音響情報を提供する方法のため、ユーザは使用に関して多大な学習をすることなく、今まで養ってきた聴覚を損なわずに使用できる可能性も示した。

以上、本研究では、視覚障害者が必要とする視覚情報を、コンピュータビジョン技術を活用して効率よく取得できるようにするとともに、残存感覚である触覚・聴覚情報へ的確に変換し、膨大な情報を生のまま提示するのではなく、必要な視覚情報を効率よく提示できる支援システムに関する研究開発を行った。この視覚情報支援システムを利用することにより、視覚障害者が普段の生活で取得するのに困っている視覚情報に対して、より簡便にアクセスできるようになることで、コミュニケーションを円滑に行えるようになったり、自立して行動できたりすることの手助けになることが期待できる。