

K-039

力覚による認知地図創生の支援 — 視覚障害の歩行支援シミュレータ(HAWG) — Aiding Cognitive Map Creation by Haptic Device --Walk Guide Simulator for the Visually Impaired--

村井 保之† 巽 久行‡ 宮川 正弘‡
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Masahiro Miyakawa

1. はじめに

歩行訓練は視覚に障害を持つ者が一人で移動するための重要な訓練である。視覚に障害を持つ者は移動経路上のランドマーク等の環境情報を歩行トレーナーのサポートを受けメンタルマップが生成できるまで繰り返し訓練を行う。机上で歩行訓練を行う場合は点字マップを利用することもできるが点字マップで提示できる情報量はあまり多くない。そこで、筆者等は机上の歩行訓練において、白杖で経路の状態を検知するのと同様の効果を得られればメンタルマップの生成に有効であり実際の歩行に近い訓練ができると考え、触覚情報を提示可能な力覚デバイスで白杖を模擬した歩行支援シミュレータを開発した。

2. 歩行支援シミュレータ(HAWG)の概要

図 1 に、歩行支援シミュレータ (HAptic Walk-Guide simulator :HAWG) の外観を示す。システムは、力覚デバイス Phantom Omni (SensAble Technologies Inc.), パーソナルコンピュータ, 制御ソフト, 経路レイアウトモデルで構成される。力覚デバイスが白杖代わりの利用者インターフェースとなる。経路レイアウトには経路上のランドマーク等の情報が含まれており音声により提示する。

2.1 力覚デバイス

本研究で使用した力覚デバイスは米国 SensAble Technologies 社の Phantom Omni で、デバイスドライバをインストールし、IEEE-1394 インターフェースで PC と接続する。また、SDK (Software Developer's Kit) も提供されており、ソフトウェア開発が可能である。大きさは、台座サイズ 168mm×203mm, 動作範囲は手首を軸とした片手まわりの力覚ワークスペースで 160mm(W)×120mm(H)×70mm(D), 位置座標分解能 450dpi (0.055mm), 摩擦抵抗 0.26N, 最大提示反力 3.3N, 力覚自由度は 3 (x, y, z), 入力自由度は 3 自由度 (x, y, z) とポインタ回転 (yaw,

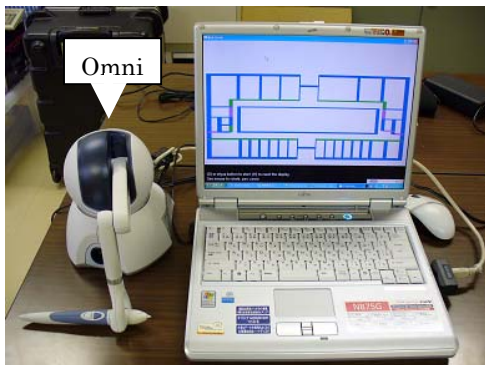


図 1 歩行支援シミュレータ (HAWG)

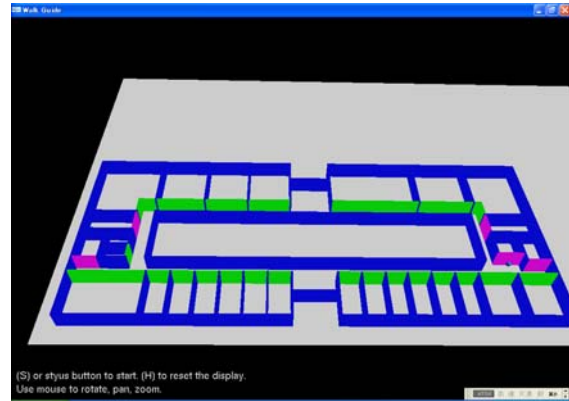


図 2 経路レイアウトモデルの例

roll, pitch) の 3 自由度の、計 6 自由度である。Omni の操作は、スタイラス (ペン状で握り部分にマウスに対応するボタンが 2 つある) の 3 次元動作がコンピュータ内に作成された 3D モデルに反映され、スタイラスの提示反力で感じる力覚でモデルに触れることやモデルを移動することができる。また、図形の質感や材質に応じた反力が返ってくるので、実物に触れている感覚を得ることができる。

2.2 歩行支援シミュレータ

図 2 は、OpenGL で生成された経路レイアウトモデルである。ディスプレイへの表示はレイアウト作成者や弱視者用であり、表示がなくても操作可能である。OpenGL で生成された経路レイアウトモデルは、SDK で提供される API を通じ Omni へも渡される。経路レイアウト及びランドマーク等の情報はテキストファイルで作成する。利用者は、スタイラスを床の方向 (利用者の正面、ディスプレイの方向) に押しつけることで、床からの反力を頼りに、生成された経路レイアウト上の床や壁に沿って移動することができる (壁や物の境界では抵抗があり、それ以上境界を越えて移動はできない)。また、反力には、堅さ、弾力性、摩擦、等を設定することも可能であり、壁や机などの物に応じて実際の質感に近い反力を返すことができる。また、危険な場所で強力な反力を返すことで危険を知らせることも可能である。

3. 関連するシステム

本研究に関連する製品で、市販されている IVEO (ViewPlus Technologies Inc.) は、地図などのイメージに触覚情報と同時に音声情報を付加するシステムで、ソフトウェア、点字プリンタ、タッチパッドで構成される。IVEO はイメージを SVG 形式に変換し点字プリンタで印刷、印刷された触図をタッチパッド上に置き、触図を指でふれると触れた位置のイメージ情報、例えば物の名前を音声で提示する。IVEO は XML に基づく 2D イメージ定義の SVG を利用しているので他システムへの入力も可能である。

† 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University

‡ 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology

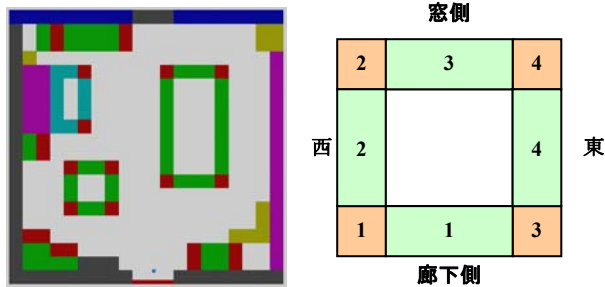


図3 経路レイアウトと経路情報の例

4. 経路レイアウトモデルと経路情報

経路レイアウトモデルの経路情報は、利用者のメンタルマップ生成を容易にするため次のように設定する。図3左は室内レイアウトモデルの例で図中の矩形が机などの物である。右は物に関する情報提示のルールである。利用者が経路上の机などに力覚デバイスで接触した場合、接触位置から現在位置を認識できるように経路情報をルールに従い音声で提示する。例えば、“机の角2”と音声で提示された場合、机の窓側で西側、“机の縁3”ならば机の窓側と自分の位置が認識できる。

5. 効果的に利用するには

5.1 力覚デバイスに慣れる

本システムを効果的に利用するためには、まず力覚デバイスの操作感覚に慣れる必要がある。力覚デバイスのスタイラスでコンピュータ上に生成された3Dモデルに触れるには慣れが必要である。最初は球の表面をなぞるだけでも難しく、立方体のように角のあるものはさらに難しい。そのため、ある程度の練習が必要であるが、付属のデモプログラムで練習することで容易にその感覚に慣れることができる。

5.2 補助者によるサポート

訓練をサポートできる補助者（歩行トレーナー等）がいる場合、補助者がPCのキーボードで利用者を先導することができる。補助者が進行方向の矢印キーを押すとその方向に利用者のスタイラスが移動する。利用者は移動した場所でスタイラスを少し動かし周囲の経路情報を得る。また、2台の力覚デバイスをPCに接続可能な場合は、補助者も力覚デバイスを使用し利用者を先導することができる。この場合は、補助者は視覚で得られる経路レイアウトに基づき力覚デバイスを操作できるので、力覚デバイスに不慣れた利用者でも効果的に訓練が行える。図4は2台の力覚デバイスを接続した例である。



図4 2台の力覚デバイスによるシステム構成

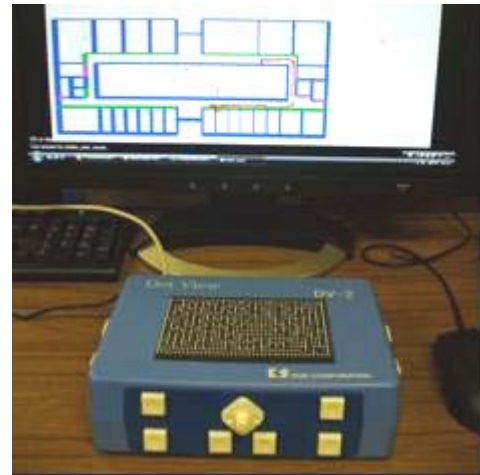


図5 点字ディスプレイとの併用

5.3 歩行経路の記録

利用者の歩行経路はファイルに記録される。記録した歩行経路は再生可能で訓練の復習や検討ができる。また、歩行経路をファイルに作成し、利用者が再生した歩行経路をトレースすることも可能である。

5.4 点字ディスプレイとの併用

力覚デバイスによる経路提示では、経路全体を俯瞰することができない。そこで、システムに点字ディスプレイを接続し、経路の全体を提示することを試みた。使用した点字ディスプレイは、DV2（ケージーエス株式会社）で、USBでPCに接続し、解像度は32×48ピンドット（計1536ドット）。付属のソフト（GView3.0）でディスプレイの表示を点字ディスプレイ上に表示できる。また、本体横の操作ボタンで簡単に拡大・縮小、スクロールができ利用者は必要な部分を適切なサイズで読み取れる。

6. まとめ

本システムは、視覚に障害を持つ者の室内歩行訓練を安全に支援することが可能である。利用者は様々なモードを使い一人で繰り返し訓練ができる。これは補助者が限られる環境では非常に有用である。力覚デバイスは視覚に障害を持つ者にとって音声や点字と同等以上の情報提示が可能であるが、利用するには力覚デバイスの操作に慣れる必要がある。今後の課題として次のものを検討している。

- 1) 本システムの有効性を定量的に評価
- 2) 実際の環境を反映した大きいレイアウトモデル
- 3) 認知可能性を上げるために力覚デバイスのパラメータ（硬さ、弾力、摩擦）調整
- 4) レイアウトモデル作成の簡略化
- 5) 力覚デバイスに慣れるためのゲーム開発

参考文献

- [1] R. G. Golledge, “Place recognition and wayfinding: making sense of space,” *Geoforum*, vol.23, no.2, pp.199-214, 1992.
- [2] Y. Murai, H. Tatsumi, N. Nagai, and M. Miyakawa, “A haptic interface for an indoor-walk-guide simulator,” Springer LNCS 4061, *Computers Helping People with Special Needs (Proc. 10th Int. Conf. ICCHP)*, pp.1287-1293, July 2006.