



リハビリテーション・トレーニングにおいて 使用可能なVRコンテンツの開発

立教池袋高等学校 3年 西本大晟、中村太凱、久保壮太郎 2年 吉田大航

1. 背景・動機

聖路加国際病院のリハビリルームからリハビリにおいてVRを活用できるかという相談を受けたことがきっかけ。それを受けて現状について分析してみたところ、以下のような課題がある…

- ・**空間的制限**があるために実施できる**リハビリの種類に限りがある**
- ・現状のリハビリの多くが**単純な動作を淡々と繰り返す**内容のため**リハビリを行うことに対して消極的な気持ちになってしまう**



2. 開発の目的

課題を解決するため、本研究は以下の二点を目的として、リハビリテーション・トレーニングに適用可能なVRコンテンツと専用装置の開発を行う。

1. 機動付けの向上:
現実には難しい動作やシミュレーションを可能にする**没入感の高いVRコンテンツ**を開発する。

2. 空間的制限の解消:
広い空間を用いずに、**歩行動作**や**傾斜負荷**をVR内での動きと同期させられる歩行装置を自作し、VR空間でのリアルな移動感覚を再現する。

この目的を達成するため、映像、システム、および装置(ハードウェア)をすべて自作し、その効果を検証する。

3. 使用機材

- ・VRシステム: Vive Elite、トラッカー
- ・機構部品: THK社製 LMガイドHCR型
- ・制御系: Arduino
- ・アクチュエータ: 直線運動を発生させるアクチュエータ
- ・消耗品: すべるんペーパー、すべるブルー、木板、木材、塩ビパイプ、カッター、パイプ接着剤、サンダル
- ・安全装置: 装置の周囲の柱に装着するハーネス

4. 開発内容

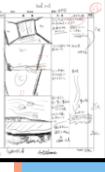
開発は、ソフトウェア(VRコンテンツ・制御システム)とハードウェア(VR歩行装置)の製作を同時並行で行った。これにより、それぞれの分野で作業を進めながら、できた部分を組み合わせてチェックし、修正・調整を行うことが可能となった。

ソフトウェア (VRコンテンツ・制御システム)

高い没入感とリハビリテーションの楽しさを両立するVRコンテンツを開発。

映像

映像・アニメーション: Blenderを用いて、マップの外見、内部、キャラクター、小物を**すべて自作**し、コンテンツ中に流れるアニメーションについても**絵コンテから作成**し、Blenderで撮影した。



システム

システム開発: Unityを用いて開発を行い、3Dモデルを取り込みライティングを行うことで、**リアルで没入感を与える映像**に仕上げた。



音響: Adobe Auditionを用いて、体験中のBGMや効果音を作成した。

制御コード: ハードウェアで使用しているアクチュエータを制御するため、Arduinoを用いた**ソースコード**を作成した。



ハードウェア (VR歩行装置)

VR内の移動感覚を実現するため、広い空間を用いずに歩行などを可能とする装置を開発。

動作原理:
装置中央の「歩く板」の下にアクチュエータを設置し、これをArduinoで制御する。アクチュエータが板を上下に押し上げることで、VR内での坂道や傾斜した部屋を歩いている感覚をリアルに再現できる。



(文化祭にて展示を行った際の画像。)

ハーネス

歩行制御: 床面にはすべるんペーパーやすべるブルーを使用し、**摩擦を減らす**ことで、利用者が足を前に出しても元の位置に戻る機構を実現し、その場での歩行(トレッドミル効果)を可能とする。



LMガイド

安全性と自由度の両立: 安全性確保のため、装置の周囲の柱にハーネスを設置している。このハーネスが方向転換を制限する課題を解決するため、LMガイドを導入し、**柱自体が方向転換と一緒に回転できる機構**を考案した。

5. 開発の効果

運動の動機付け

開発したシステムについて、文化祭にて展示を行い、体験者に対してアンケートを実施した。

運動実感: 「どれくらい運動できたか」という質問に対し、「とてもできた(5点)」と回答した人が40%、3点以上(運動できたと感じた人)と回答した人が70%であった。動機付け効果: 「また体験したいか」という質問に対し、「絶対したい」「できればしたい」と回答した人が合わせて90%に達した。

この結果から、本研究で開発した没入感の高いVRコンテンツと歩行装置が、リハビリテーションにおける「運動の動機付け」という課題に対し、非常に高い有効性を持つことを示していると考えられる。

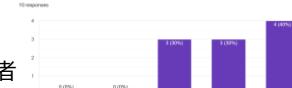
空間制約の克服と機構の優位性

LMガイドを利用した回転機構とアクチュエータによる床面傾斜機構を組み合わせることで、広い空間を用いずに利用者に対して歩行・方向転換・傾斜といった複合的な運動負荷を与えることを可能とした。

省スペース化: 従来のフリーローム型VRシステムが大規模な空間を必要とするのに対し、本装置はコンパクトな筐体で多様な動作を実現し、病院や施設における空間的制約を緩和する優位性を持つ。

多自由度運動の実現: ハーネス装着下の安全性を確保しつつ、LMガイドの導入により、方向転換時の自由度を確保した設計は、リハビリ動作の多様化に貢献する工学的な新規性であるといえる。

本体横を通じてどれくらい運動できた感じました... (1=まったくできなかった、5=とてもできた)



6. 今後の展望

本システムのさらなる発展のため、以下の点を今後の課題および展望とする。

歩行のリアルさの改善: 現状、歩く動作が通常と比べて異なり、運動のしにくさを感じた利用者がいる可能性が示唆された。床板の滑りやすさや足のトラッキング方法などを改良し、より自然で違和感のない歩行を実現する必要がある。

コンテンツの多様化: 映像を変えることで、リハビリテーションの目的に応じた別のVRコンテンツを作成し、システムの汎用性を高める。

医学的・工学的評価の実施: 今後は、単なる主観的なアンケートだけでなく、実際の運動負荷(心拍数、消費カロリーなど)やリハビリテーションの成果(歩容の改善など)を定量的に測定し、本システムのリハビリ装置としての有効性を学術的に証明する必要がある。

7. 謝辞

本コンテンツの開発に際し、LMガイドを無償で提供してくださった

株式会社THK様

金銭的支援をくださった

株式会社リバネス様

そして日頃より熱心に指導してくださった

内田芳宏先生に

心より感謝申し上げます。