

機関番号：12103

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20700457

研究課題名 (和文) ウォールクライミングを視覚障害者が
自立して楽しむための情報伝達システム研究課題名 (英文) Wall climbing support system which allows
visually impaired climbers to enjoy self-reliantly

研究代表者

小林 真 (KOBAYASHI MAKOTO)

筑波技術大学・保健科学部・准教授

研究者番号：60291853

研究成果の概要 (和文)：視覚障害者が晴眼者の言葉による誘導をされることなく自立してクライミングを楽しめるようになることを目的として、支援システムを試作・検証した。システムは汎用のウェブカメラを用いて頸部後ろに付けた二重丸のマーカの位置をテンプレートマッチングにより検出し、その位置に応じて無線スピーカやヘッドフォンを用いて合成音声で案内を与えるものであり、2手先のホールドの位置を説明する。

研究成果の概要 (英文)：Climbing support system for the visually impaired was developed and tested. The system allows them to enjoy climbing without guiding by sighted supporters using voice. It detects the position of the marker using template matching method. The marker is painted as double circle and placed on the back of the climber's neck. The system gives artificial voice guide through wireless speaker or headphones. The guide is depends on the climber position and explains where the next and after the next holds are.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：ウォールクライミング、視覚障害者、障害者スポーツ、支援システム

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者が楽しむことができる障害者スポーツのひとつとして、ウォールクライミングが注目されてきている。ウォールクライミングは、対象物が静的である、対戦型のスポーツではない、本人のスキルに合わせて使えるホールド（壁面に設置された、把持したり足を乗せたりするための突起）の数を調整することで難易度が自由に決められる、といった特徴があり、他のスポーツと比較して視覚障害者が楽しみやすい。さらにこれらに加え、ハンディキャップを設けることなく晴眼者と共に楽しむことができるうえ、晴眼者をサポートすることも可能であるといった要素も普及の後押しをしている。



図1 ウォールクライミングを楽しむ視覚障害者

しかし、そのような視覚障害者に都合の良いウォールクライミングでも、先々のホールドの位置情報を得ることは難しい。現状では、紐状のガイドや立体コピーによる触図の利用などが試行されているが、視覚障害者本人のみの力で数手先の状況を知ることは難しく、現場で晴眼者の助けを借りる必要があることが多い。自身が視覚障害者でベテランクライマーでもある小林幸一郎氏によると、2手先までの情報があれば戦略を立て易いということである

2. 研究の目的

そこで、本研究は、カメラと画像処理といった手法によりクライマーの位置情報を取得して、その位置に合わせて2手先までのホールドの位置情報を音声で与えるシステムを試作して効果を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 視覚障害者のクライミング活動に関わる指導者やクライマーの方にシステム全体や音声での案内方法についてインタビューを行ない、主にどのような順序で情報を与えると良いかについて調査する。

(2) トップロープを用いる垂直方向のクライミングについて計測が可能かどうか、システムを試作しつつ検討する。

(3) ボルダリングに利用する目的でシステムを試作し、動作や問題点等を確認する。

4. 研究成果

(1) インタビューで得られたコメントをまとめると以下ようになった。

- ・装着物可能な限り小さく軽くしてほしい。コンピュータを背負うなどは論外。
- ・電極やセンサ埋め込みなど、インフラに依存するものは好ましくない。
- ・与える情報は音声で良い。
- ・スイッチなどの操作はない方が良いがあったとしても体勢によらず操作可能なものが良い。
- ・クライミングの特性上、壊す恐れもあるのでできるだけ安価なものが好ましい。

これらのコメントから、特殊ではないハードウェアを利用した安価で丈夫なシステムで、かつ装着物は軽量なようデザインする必要性が明確になった。そして与える音声情報については、方向をクロックポジションで、距離を長さの単位で、対象となるホールドの形状を言葉で形容する方法が役立つことが分かった。ただし距離については個人的な感覚差などもあるため、その時の腕の位置に対応してリアルタイムに「もう少し」「もっと」という言葉の方が適していることも後からコメントとして付け加えられた。

そして当初予想していなかったものとして、ホールドの把持方向や掴み易さに関する情報が重要であることも分かった。

(2) 垂直方向に登るトップロープを用いたクライミングにおいては、画角と解像度の面から一般的に入手可能な Web カメラでは位置情報の取得が困難であることが判明した。そこで、図 2 に示す超音波機器を用いたシステムを試作し、高さの計測をしつつ音声で状況をフィードバックする実験を、12m の屋外に設置されたクライミングウォールにて行った。その結果、クライミングウォールの最上



図 2 腰部の超音波送信ユニット(上)と地上の PC・受信ユニット(下)

端まで連続して問題なく計測が可能であった。腰部に設置した送信ユニットから地上に設置した受信ユニットまでの空間は、ロープなどで遮られることがなく登る動作を終えることができた。この手法は、カメラと比べると、高さ情報しか得ることができず、特殊なハードウェアを用いている点、装着物が増える点が難点である。しかし屋外で変化しがちな外光の影響を受けず安定して値が得られる点、ソフトウェアがシンプルになる点など利点も多い。正しいホールドを利用して登り進んでいると仮定すれば、横方向の位置情報が得られなくても、高さだけから適切な音声情報を提示することも可能であることが示された。

(3) 超音波による計測機器を用いるシステムは、前述のように汎用ハードウェアではない点が大きな難点であるため、カメラを用いたシステムが適用できるボルダリングを対象としたシステムを試作した。ボルダリングとは、トップロープを用いずに比較的高さの低い位置を水平に移動する課題である。図 3 に、LK 法によるオプティカルフローを利用して、指定した点を追従した例を示す。同手法による位置抽出を数例試したところ、画像として特徴的な点が背面や腰部にある場合には良好な追従結果が得られたが、一旦壁面などを誤認識してしまうと停留してしまうこともあった。



図 3 オプティカルフローを用いたボルダリング時の腰部の位置追跡

そこで、より簡便で耐性の高いテンプレートマッチングを用いた手法を試してみた。図 4 に位置追跡をしている様子を示す。これはスチロール板で作成した二重丸のマークをクリップで頸部の後ろに装着し、その位置を追従するもので、最初に全画面をスキャンし、一旦検出してから、スキャンする範囲を狭めることで高速な動作を行うようにしてある。図中黄色の枠線で示してある範囲がスキャン範囲である。体幹が完全に横を向いてしまった時などは当然ながら位置を見失うことになるが、検出できなかったことはプログラム側で分かるため、全画面スキャンを繰り返し、再度検出することが可能である。

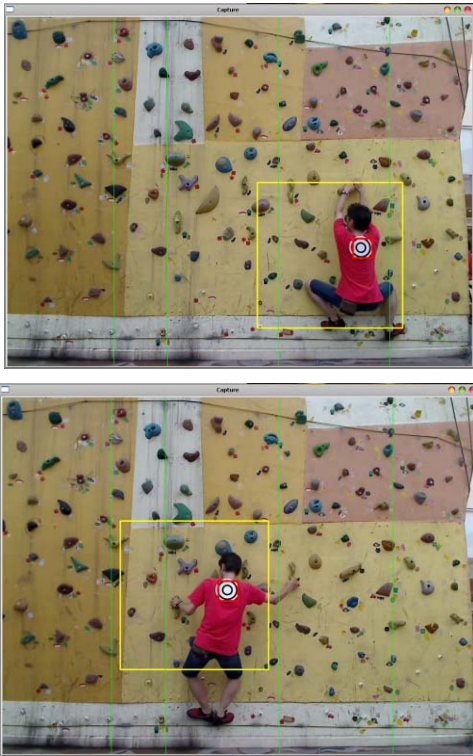


図 4 パターンマッチングを用いたクライマーの位置追跡

そして、あらかじめ音声合成エンジンにより読み上げる情報を登録しておき、指定した位置にクライマーが来ると音声案内を出力するシステムを試作した。図中緑の線で示してある位置が、音声案内が出されるポイントである。この音声情報はBluetooth無線によってクライマーに届けられる。クライマーはブレスレット型のスピーカや骨伝導ヘッドフォン等、装着しても負担の少ないデバイスを通して音声情報を得ることができる。ブレスレット型のスピーカはヘッドセット型のものと比較すると拘束感が少なく運動するうえでは好ましいが、利用した製品の出力が低かったため屋外での利用時には音声聞き取りにくい時もあったのが難点であった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① Makoto Kobayashi, A Basic Inspection of Wall-Climbing Support System for the Visually Challenged、Computers Helping People with Special Needs、Springer、査読有、2、pp.332-337,2010

〔学会発表〕(計1件)

- ① 小林 真、視覚障害者のフリークライミング支援方法についての基礎的検討、第

58回ヒューマンインタフェース学会研究会、2009年12月9日、産総研臨海副都心センター別館

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.cs.k.tsukuba-tech.ac.jp/labo/koba/research/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 真 (KOBAYASHI MAKOTO)

筑波技術大学・保健科学部・准教授

研究者番号：60291853