

# 身体移動情報を基としたボルダリングコース自動生成システム 「コース見つけた郎」

近藤拓弥<sup>†</sup> 澤田広輝<sup>†</sup> 大場 隆史<sup>‡</sup> 谷口 航平<sup>‡</sup> 中園 歩<sup>‡</sup> 林 広幸<sup>‡</sup> 畑中衛<sup>‡</sup> 濱川礼<sup>†</sup>

<sup>†</sup>中京大学 工学部 情報工学科      <sup>‡</sup>中京大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

## 1 はじめに

ボルダリングとは道具を使用せずに、クライミングウォール（以下壁）を登るスポーツであり、2020年の東京五輪から新種目として加わり注目を集めている。ボルダリングにはムーヴと呼ばれ、筋力の補助やセーブをする技術がある [1]。的確なムーヴを選択できれば保持が困難なホールドを持ったり、より遠い距離のホールドに手を届かせることができ、コースの完登が望める [1]。そのためボルダリングプレイヤー（以下プレイヤー）にはムーヴ経験の蓄積が重要となる [2]。しかしムーヴが注目されてきたのは近年大会の開催が増え、ボルダリングの技術的側面に目を向けられはじめたからであり、ムーヴに焦点を当てた研究はまだ少ない。

そこで我々は身体移動情報に着目してムーヴ技術を定量化し、任意の壁でムーヴ練習可能なコースを多数生成できる「コース見つけた郎」を開発し検証を行った。

## 2 関連研究

ボルダリングに関する研究の多数は VR 空間を利用しており、実際の壁を用いた登攀技術向上は望めない。しかし、本研究では実際の壁を利用したムーヴ練習が可能であり、技術の向上が望める。実際の壁を利用した研究としては、多田が HMD にボルダリングの模範演技のアニメーションを提示するシステム [3] があるが、ホールド付近の壁に AR マーカを設置し、ノート PC を背中に背負うのでムーヴ練習には適さない。本研究では壁の画像から物体検出でホールドを検出しているため、事前に壁に手を加える必要がない。またユーザは機器を取り付けずに登れるので、自然な体勢でムーヴ練習可能である。



図 1: 生成したランジコース 図 2: ランジ動作のイメージ

## 3 システム概要

「コース見つけた郎」は壁の画像と身長、ムーヴ名、コースの始点と終点とするホールド番号からムーヴに関する移動範囲を生成し、コースを入力された画像上に生成する。練習可能なムーヴは基本とされるムーヴを計 5 種類とした (表 1)。図 1 に「ランジ」を例とした、実際に生成したコースをに示す。また図 2 に「ランジ」動作のイメージを示す。壁上のホールドは物体検出アルゴリズムである SSD300 で検出し、全ホールドの座標を取得し番号で区別している。

表 1: コース生成可能なムーヴ

ランジ	反動を付けて遠いホールドに跳ぶ
ドロップニー	両足を外側に押し出し体重を支える
クロスムーヴ	腕を交差させ横移動を行う
ダイアゴナル	足を手と逆に放り出してバランスを取る
デッドポイント	壁に体を引いて生じた無重力状態を利用

### 3.1 ムーヴに関する移動範囲の生成

ムーヴに関する移動範囲には、図 3[1] に示すようにムーヴ移動範囲と非ムーヴ移動範囲がある。

各ムーヴの移動範囲を作成するには、2つの映像を用い、身体移動情報としてムーヴを行う際に動く手の移動ベクトルを 2つ算出する。2つのベクトルの始点を原点に合わせ、そのときの 2つの終点を通る直線の傾きに合わせ、2つの終点を結ぶ線分の幅を入力画像の画素に合わせて拡大した平行四辺形を形成し、ムーヴ移動範囲とする。同様に全ムーヴに対して 1つずつムーヴ移動範囲を生成する。

**RouteMikketarō : An Automatic Bouldering Route Generation System Based on Body Movement Information**

Takuya Kondo<sup>†</sup>, Hiroki Sawada<sup>†</sup>, Takashi Ohba<sup>‡</sup>, Kouhei Taniguchi<sup>‡</sup>, Ayumu Nakazono<sup>‡</sup>, Hiroyuki Hayashi<sup>‡</sup>, Mamoru Hatanaka<sup>†</sup> and Rei Hamakawa<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Dept. of Information Engineering, Chukyo University

<sup>‡</sup>Graduate School of Engineering, Chukyo University

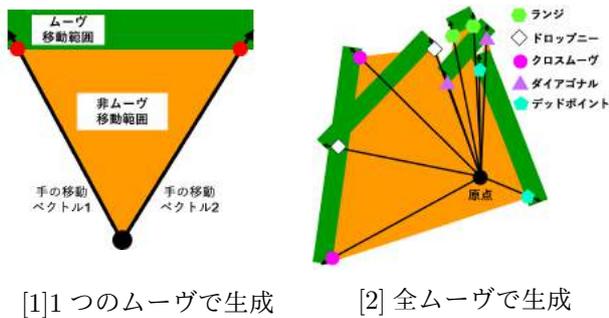


図 3: ムーブに関する移動範囲

次に非ムーヴ移動範囲の生成方法について述べる。一般に非ムーヴ移動はムーヴ移動時に比べ、より近い距離のホールドにしか手が届かないため、非ムーヴ移動範囲はムーヴ移動範囲に比べ、より近い距離に存在すると考えた。そのため非ムーヴ移動範囲の生成には、各ムーヴに対して「原点」と「ムーヴ移動範囲の生成に使用した2つの移動ベクトルの終点」を結ぶ「2つの線分」と「ムーヴ移動範囲を形成する平行四辺形の原点に最も近い辺」との2つの交点を保持し、利用する。全ムーヴが保持する点に対して、最も小さい角度で到達可能な点と点を全て結ぶことで生成する範囲を非ムーヴ移動範囲とする。

図 3[2] に完成したムーヴに関する移動範囲を示す。

### 3.2 コース生成

手の届く範囲は身長で変わるため、入力されたプレイヤーの身長/平均身長で算出した倍率だけ拡大縮小した移動範囲を生成した。コースを生成するため、壁から検出した全ホールドに対して移動範囲を用いて移動可能ホールドを抽出する。選択された始点から終点までの経路を深さ優先探索によって経路探索を行う。その際ムーヴ移動範囲にあるホールドが存在しないコースや2つ以上存在するコースを除外することで、ムーヴ練習に有用なコースを提示可能とする。

図 4 に身長差で変化するコースを示す。



図 4: 身長によるコースの違い

## 4 評価・考察

身長 155cm から 182cm までのボルダリング経験者 3 名と未経験者 8 名の大学生男女計 11 名に「コース見つけた郎」の評価実験とアンケートを行った。

### 4.1 評価方法

まず「コース見つけた郎」で練習可能な 5 種類のムーヴを知ってもらうため、ムーヴに関する知識を得られる本 [1][4] を読んでもらった。その後、以下に示す 2 種類の実験を無作為に行った。実験 1 では、指定した 1 種類のムーヴを含むコースを被験者に作成してもらい、そのコースと「コース見つけた郎」で同じムーヴを選択して作成したコースを登り比べてもらった。実験 2 では、我々が設定したコースを 5 つ登ってもらった。その後、ユーザに「コース見つけた郎」で各種ムーヴを使うコースを 1 つずつ作成させ、登ってもらった。我々が 1 種類のムーヴを利用する想定で設定した 5 つのコースがある壁に対して、ムーヴ使用位置を伏せて実験を行った。これはボルダリングジムと同様の条件である。

### 4.2 結果と考察

ムーヴがどういった場面で使えるかの理解を問う質問では、90.9% が理解が深まったと回答しており、その全員が「コース見つけた郎」をムーヴの練習に使いたいと答えている。このことから、「コース見つけた郎」はムーヴ理解を促進でき、ムーヴの練習をする際に有用であるということが分かった。一方で「コース見つけた郎」の作成コースへの不満は、指定したホールドを使う必要がないことだった。これはホールド間の距離に関して、身体移動情報を取得したムーヴ画像からカメラと被写体との距離などの条件を考慮できておらず、正確な距離が反映できていないからだと考えられる。

## 5 まとめ

ムーヴ練習ができるシステムとして効果が出たため、「コース見つけた郎」はムーヴ練習の際にプレイヤーを支援可能だと言える。今後は正確なホールド間の距離を反映したコース生成を可能にし、コース生成にホールドの掴みやすさ、足の運び、手の長さ、重心の位置を考慮できるようにシステムの改良を行う。

### 参考文献

- [1] 東: スポーツクライミング教本 (初版第 3 刷), 山と溪谷社, 2017
- [2] 東: インドア・クライミング [新版], 山と溪谷社, 2006
- [3] 多田憲孝, 拡張現実感技術を用いたボルダリング指導システムの開発, 信学技報, vol.113, vol.67, pp.35-39, 2013
- [4] 野口 (監修): パーフェクトレッスンブック ボルダリング基本ムーヴと攻略法, 実業之日本社, 2017