

I-070

ガイドライン提示によるポケットビリヤード支援 Pocket Billiards Support System Exhibiting Guiding Lines

高橋 正信 葛西 孝将 鈴木 洋輔
Masanobu Takahashi Takamasa Kasai Yohsuke Suzuki

1. はじめに

ポケットビリヤードは的球をポケットに入れるゲームである。ポケットするためには手玉を正しい方向に撞く必要があるが、どの方向が正しい方向であるかを定める技能を身につけることは初心者にとっては容易なことではない。我々は、そうした初心者に対する支援システムの実現を目指して研究を行ってきた[1],[2]。

手玉を撞くべき方向(ガイドライン)を提示することで支援を行う研究としては、ビデオカメラをつけたHMDを用いた研究[3]や、プレイヤーが手に持ったカメラから撮影した画像を用いる研究[4]がある。何れの研究も、ビリヤード台を低い位置から斜めに撮影するため、球位置の検出誤差が比較的大きくなる問題がある(文献[4]の場合で平均6mm)。この問題は、カメラをビリヤード台の上に設置することで改善できる。ビリヤード台の上にカメラとプロジェクタを設置し、ガイドラインをビリヤード台の上に描画するシステムの報告[5],[6]があるが、プロジェクタをビリヤード台の上に設置するのはシステムが大掛かりとなってしまう。また、従来の研究では、実際に撞いた結果とガイドラインを比較する機能が無いため、撞いた方向が正しいかどうかをプレイヤーが知る事が困難であった。

本研究では、ビリヤード台上部にカメラのみを設置し、そこから撮影した画像よりガイドラインを算出してプレイヤーに提示するシステムを実現した。ガイドラインは球がポケットされるもの全てが表示されるため、プレイヤーは撞くべき方向だけでなく、撞く方向の許容誤差も知ることができ、ポケットできる可能性の高いガイドラインを容易に選択できる。また、3DCG上でガイドラインを任意の視点で表示する機能や、3DCGの外枠(ルール)上に目標となる方向を示す機能も実現した。さらに、実際に撞いた結果とガイドラインを同時に表示することで、正しい方向に撞いたのかどうかを容易に知ることができる機能も実現した。本システムを用いた実験を行い、未経験者であっても経験者以上の精度で撞くべき方向を決められることを確認した。

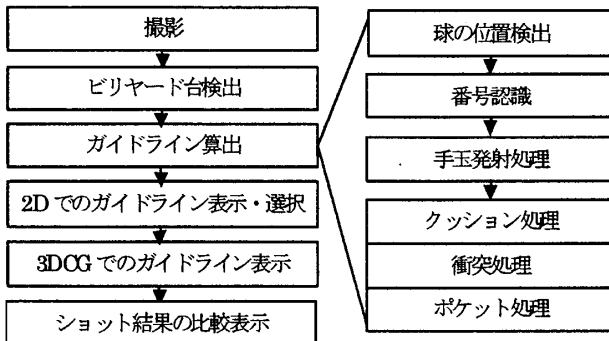


図1 処理の流れ

2. 処理の概要

ビリヤード台(約2/3スケール)の上部にカメラ(640x480画素)を設置し画像を撮影する。球の座標と番号を認識し、的球をポケットするために手玉を撞くべき方向を算出する。その結果は玉の軌跡(ガイドライン)として撮影画像上に表示される。選択したガイドラインを3DCG上で任意の視点から見ることもできる。また、利用者がショットした結果をガイドラインと共に表示することで、ショットした方向を検証することも可能である。

3. ビリヤード台検出、座標設定

カメラの収差を補正した画像より、ビリヤード台のルール(外枠)と床の色の差を用いてビリヤード台を自動抽出する。次に、ルール内にあるダイヤモンド(白丸)の位置を元に座標系(原点:台の中心、X軸:長辺方向、Y軸:短辺方向)を自動的に設定する。

4. 球位置と番号の検出

まず、ラシャ(ビリヤード台の底面)の色を自動認識する。具体的には、画像を小領域(パッチ)に分け、パッチ中で一番出現頻度の高い色相をそのパッチの色相とする。そして、全パッチの色相の中で出現頻度の高い色相をラシャの色相として画像から削除する。また、求めた色相の値と明度の条件を用いて影も削除する。残った領域を球の候補画素とし、その重心位置に対して球の中心の高さによる差を補正して球の位置座標とする。また、球の半径以内の色情報を用いて球の番号を認識する。

実験により評価した球位置の検出誤差は平均2.3mmであった。この誤差は球直径の約5%であり、初心者にとって問題ないレベルと考える。また、番号検出の平均正解率は99.0%であった。

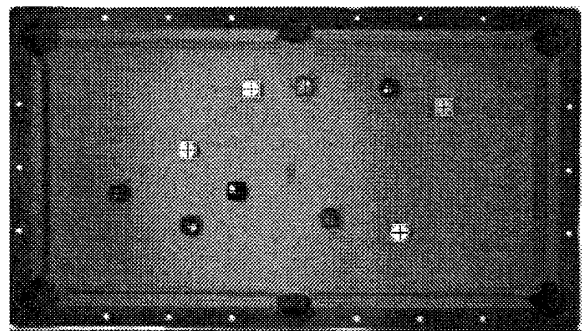


図2 球位置と番号の検出結果例

5. ガイドライン算出・表示

ガイドラインとは、ポケットショット(手玉が的球に最初に当たり手玉以外の球がポケットされるショット)の際の球の軌跡である。手玉を撞く方向のうち、ポケットシ

ットとなる方向は一般に複数存在するが、手玉を仮想的に撞いてそれがポケットショットとなるのかどうかを調べる処理を、角度ステップ $\Delta\theta$ で全方向について行うことで、全てのガイドラインを算出する。なお、球の移動や衝突、クッション時の球の速度の変化は実験により求めたダイナミクスに従うとした。

図3は、的球を6番として角度ステップ0.1度で算出したガイドラインを示す。この画像はGUIの画面に表示されるが、マウスマウスカーソルをガイドラインの1つに近づけると、同じポケットに球がポケットされるガイドラインの集合が黄色でハイライト表示される。図3では、6番が右上にポケットされる3本のガイドラインがハイライト表示されており、プレイヤーは撞く方向の角度誤差が他と比べて大きいこと(±0.1度程度)を容易に知ることができる。なお、ガイドラインをクリックすることで、そのガイドラインのみを表示することも可能である。

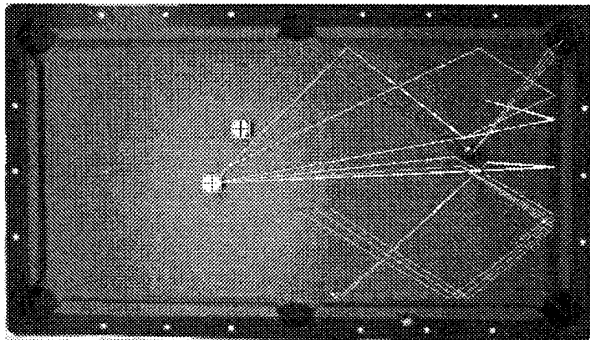


図3 ガイドライン算出結果

6. 3DCGでのガイドライン表示

ガイドラインを画像上に2次的に表示するだけでなく、DirectXを用いて3DCGとして表示する機能も実現した。図3でハイライトされたガイドラインを表示した結果を図4に示す。視点位置はGUIを用いて自由に変更できる。また、ルール上に目標方向を示すことで、狙う方向の認識をさらに容易にしている。ガイドラインに沿って球を移動させる機能もあり、実際の視点位置から見た手玉と的球の重なり具合なども知ることができる。

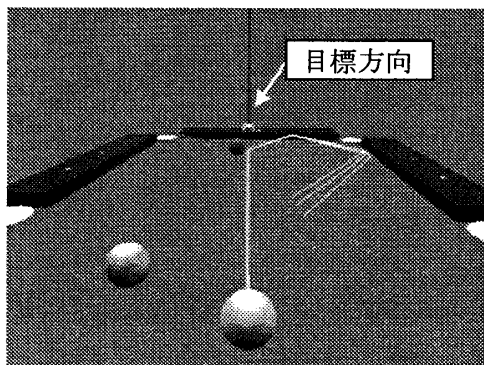


図4 3DCGによるガイドライン表示

7. ショット結果の比較表示

実際に撞いた場合の球の動きとガイドラインを同時に表示する機能(図5)により、正しい方向に撞くことができたかをプレイヤーは容易に知ることができる。

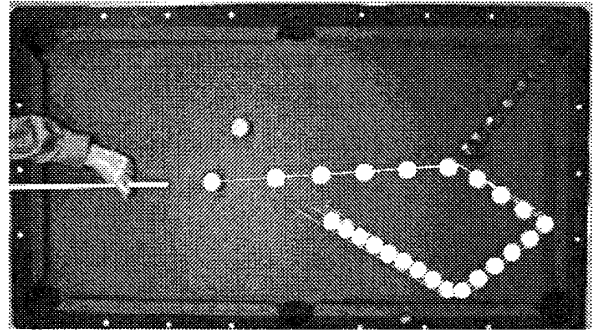


図5 ショット結果とガイドラインの比較表示

8. システムの評価

本システムの最大の目的は、撞くべき正しい方向をプレイヤーが決めることである。そこで、システムを用いてプレイヤーが決めた撞くべき方向と、正しい方向(ガイドライン)との角度誤差を評価基準としてシステムを評価した。評価には的球を直接狙う場合8パターンとクッションさせて的球を狙う場合8パターンを用いた。また、評価者はビリヤードを全くやったことがない初心者4人と経験者4人とした。誤差の平均値を表1に示す。

初心者であっても、本システムを利用することで平均誤差は経験者の1/3~1/2程度となった。また、経験者も本システムを利用することで誤差が同程度に低減され、本システムの有効性が確認できた。

表1 評価者が決めた方向の平均誤差

	直接的球	クッションでの的球
初心者+ガイド	0.84°	1.24°
経験者	1.51°	3.15°
経験者+ガイド	0.67°	0.86°

9. おわりに

初心者が手玉を撞くべき正しい方向を決めることを支援するシステムを実現し、実験により有効性を確認した。実現した諸機能はGUIを用いて容易に利用することができる。今後は、球位置や番号検出、ダイナミクスの精度などをさらに改善し、より精度の高いシステムとしていきたい。

参考文献

- [1] 清河, 高橋, "ビリヤード支援システムの研究", 信学会学生会東京支部研究発表会, D-11 (2004)
- [2] 鈴木, 高橋, "ビリヤード支援システムの研究", 信学会学生会東京支部研究発表会, 122 (2005)
- [3] T. Jebara, C. Eyster, J. Weaver, T. Starner and A. Pentland, "Stochastics: Augmenting the billiards experience with probabilistic vision and wearable computers", *Proceedings of the International Symposium on Wearable Computers*, pp.138-145 (1997)
- [4] H. Uchiyama and H. Saito, "AR Display of Visual Aids for Supporting Pool Games by Online Markerless Tracking", *17th International Conference on Artificial Reality and Telexistence*, pp.172-179 (2007)
- [5] L. B. Larsen, R. B. Jensen, K. L. Jensen and S. Larsen, "Development of an automatic pool trainer", *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*, pp.83-87 (2005)
- [6] 緒方, 有田, 谷口, "ビリヤードを対象としたカメラ・プロジェクタによる実世界作業支援", 情処研報[コンピュータビジョンとイメージメディア], Vol.2006, No.51, pp.181-188 (2006)