

H-045

ボウリング中継におけるボール軌道作画装置の運用

A Ball Trajectory Visualization System in Live Bowling Broadcast

高橋 正樹† 藤井 真人† 柴田 正啓† 八木 伸行†
Masaki Takahashi Mahito Fujii Masahiro Shibata Nobuyuki Yagi

1. まえがき

ボウリング中継で利用可能なボール軌道作画装置を開発した。この装置は、固定カメラ映像からボールオブジェクトを抽出・追跡し、その位置座標を基にボール軌道を算出する。ボウリングでは激しいレーン反射が生じるため、ボール領域の安定抽出が困難である。そのため、重心位置補正機能、軌道平滑化機能などをシステムに備えた。

本装置を平成20年度および21年度のNHK杯ボウリング選手権中継にて活用した。本年度は初めて使用する会場であったため、カメラの不定期な揺れや設置位置の影響で、運用に様々な困難が生じた。そこでノイズ除去やマスク領域設置、パラメータ自動更新などの処理を適応的に施し、軌道作画の安定化を図った。

2. システム構成

本システムは主にHDカメラ、抽出・作画PC、およびインサータなどの汎用的な映像機器で構成される。図1に機器システムを示す。平成21年度のボウリング中継では、図2のようにカメラをボウリングレーンの真上に設置した。

HDカメラで固定撮影した映像に画像処理を施し、ボールを自動抽出・追跡する。得られた位置座標を基にボール軌道を作成し、カメラ映像上に合成する。映像入力から軌道合成映像が出力されるまでの処理時間は1秒程度である。

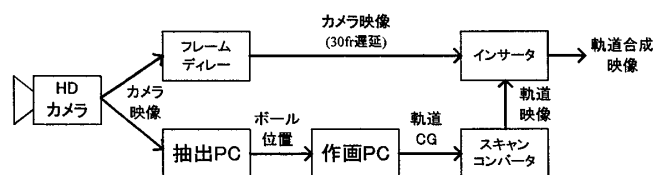


図1 機器システム



図2 カメラ設置状況

3. 抽出・作画処理

3.1 処理の流れ

処理負荷軽減のため、抽出用、作画用の2台のPCで行う。抽出PCはカメラ映像内からボール領域を自動抽出・追跡する。作画PCは得られたボール位置の整形、延長処理を行った上で軌道を描画する。図3に処理フローを示す。

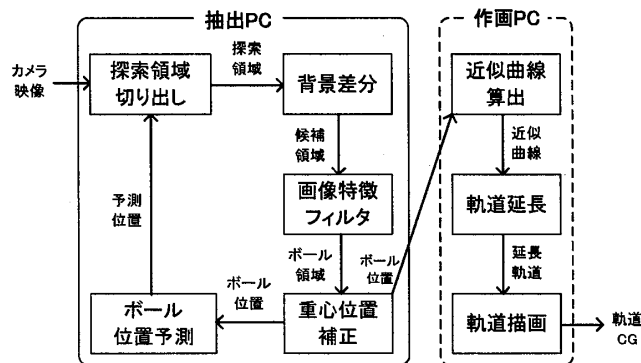


図3 処理フロー

3.2 抽出・作画処理

図4にボール追跡中の処理画像例を示す。処理の高速化を図るため、探索領域を設けて処理を施す領域を限定した。背景差分を用いてボール領域候補を抽出し、画像特徴フィルタで候補領域の中からボール領域を選択する。画像特徴には色、形、大きさ、動きベクトルを用い、それぞれの目標値に最も近い領域をボール領域とした。

領域の重心位置を補正した後、得られたボール位置を作画PCへ出力する。

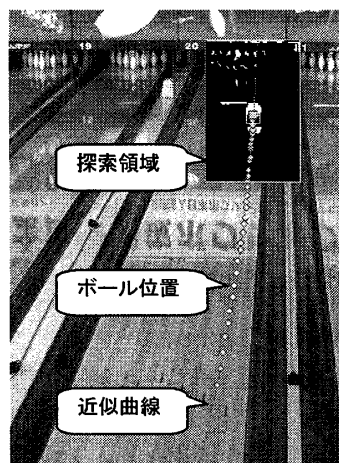


図4 抽出・追跡処理状況

†NHK 放送技術研究所

さらに次フレームのボール位置を Kalman フィルタで予測し、探索領域の位置・サイズを更新した。予測処理により抽出・追跡処理の高速化を実現できた。

3.3 作画処理

重心位置補正後もボール位置には誤差が含まれるため、軌道にブレが生じる。そこでカーブフィッティングによる位置補正を行った。過去 30 フレームで得られたボール位置から 2 次の近似曲線を求め、その曲線上にボール軌道を作成した。図 4 に近似曲線の例を示す。

さらに近似曲線上で内挿/外挿処理を行い、抽出失敗区間や初回抽出以前、追跡終了後の軌道を作成可能にした。これにより、人物領域の陰で抽出できなかつた区間や、誤抽出が多発するピン付近の軌道を可視化できた。

軌道は CG で作画するため、色や形は任意に変更することが可能である。

4. 中継番組での運用

本システムを平成 20 年度および 21 年度の NHK 杯ボウリング選手権中継で利用した。本年度は初めての会場であったため、運用において様々な困難が生じた。以下に代表的なものを示す。

4.1 振動によるノイズ

カメラの不定期な揺れにより、背景差分画像に大量のノイズが生じた。ノイズの発生状況を図 5 (右) に示す。

比較的小さなノイズ領域は、モルフォロジフィルタによる膨張・収縮処理を多段階に適用することで除去した。

モルフォロジフィルタでも除去不能な大きなノイズに対しては、マスク領域を設置した。図 5 内の矩形がマスク領域の例である。マスク領域内では抽出処理が行われないが、位置予測処理は継続される。そのためボール軌道上にマスク領域が存在しても、領域通過後に再度追跡が行われる。

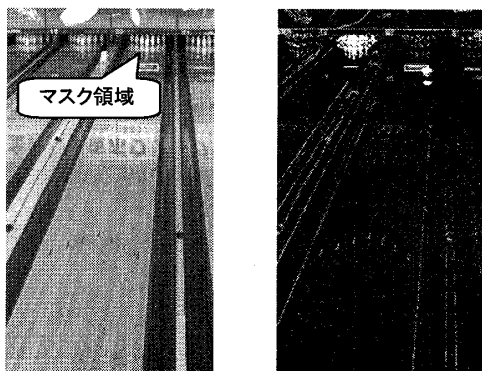


図 5 カメラの揺れによるノイズ領域の発生

4.2 レーン反射による影

激しいレーン反射の影響によって図 6 のようにボールの影が不定期に出現/消滅した。そのため、重心位置を正確に計測することが困難であった。

そこで、抽出領域のアスペクト比に応じた重心位置補正を行った。ボールの影は必ず下方に出現する事実を踏まえ、図 6 のようにボール領域の外接矩形のアスペクト比に応じ

て重心を上方に補正した。この補正機能により、ボール位置の計測精度が向上した。

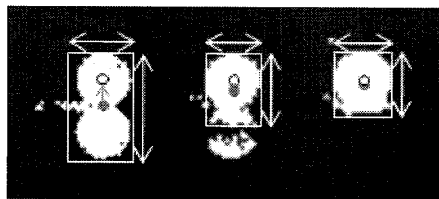


図 6 レーン反射によるボールの影と重心位置の補正

4.3 画像特徴変動

レーンの真上にカメラを設置したため、画角の関係上、ボールの移動と共にボール領域の大きさ、動きベクトルなどの特徴がフレーム単位で大きく変動した。

そこで各特徴の目標値を自動更新した。直前 10 フレームで抽出したボール領域の移動平均を現フレームの目標値とした。これにより、ボール領域の見逃しや誤抽出が軽減され、安定追跡を実現できた。

5. 軌道合成映像

番組では投球の度に軌道合成映像を収録し、放送時には VTR からスロー再生した。図 7 にオンエアで使用した軌道合成映像の例を示す。生中継では即時性が求められるが、作画までの処理時間は 1 秒程度であったため、投球直後のリプレイとして活用できた。

また選手のきき腕やボールの色、速度によらず、いかなる投球に対しても滑らかな軌道を安定作画できた。

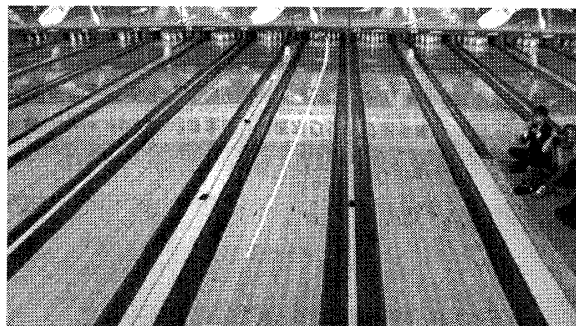


図 7 軌道合成映像

6. まとめ

ボール軌道作画装置を開発し、NHK 杯ボウリング選手権中継で利用した。運用においてはカメラの揺れによるノイズやレーン反射による影、画像特徴変動など様々な困難が生じたが、適切な処理を施すことで対処できた。

今後は高度なノイズ除去手法を適用してカメラの揺れの影響を軽減するなど、より頑健なシステムの構築を目指す。また、非固定カメラ映像に対しても対応可能なシステムを検討する。