

両眼視による野球ボール追跡のための探索領域限定と飛跡予測

7M-1 村井祐一 番匠一雅 山本和弥 野田健一

拓殖大学工学部

1. まえがき

野球のピッチャーが投げるボール像の追跡を行うシステムを作成する上で、現在、高速化が要求されている部分は、ボール像の抽出およびボール中心点座標の取得であるが、汎用パソコンを中心としたシステムでも、ほぼ即時化が可能であることが分かった。次の課題として移動するボールの位置計測を、より短時間で終わらせるためのボール探索範囲の限定を行う技術、ボール中心点決定アルゴリズムおよびボール到達位置予測アルゴリズムの開発を行った。

シミュレーションと実験により、新しいアルゴリズムが効果的であるという見通しが得られたので報告する。

2. 背景画像の除去

本システムの基本的なアルゴリズムは移動物体が撮影されていない背景像と移動物体が撮影されている撮画像間における色情報の差分抽出、すなわち背景除去処理を行うことで両画像中の同一画像成分の除去を行っている。

3. ボール位置決定処理

背景除去が行われた画像中からボールの中心点を決定するには画像全体から最も明るいピクセルを捜し出しボール中心点近傍として考えることが出来るが、画像中に強いノイズ成分が存在した場合、中心点の検出を大きく誤ってしまう可能性がある。そこで簡単なボール撮影実験を行った結果、撮画像中におけるボール像の大きさは他のノイズ成分に比べ平均して明度が高く、最低でも4ピクセル程度の連続した大きさを持つことが判ったため、個々のピクセルに注目するよりも、画像全体に対して総合的な評価を行った方が効果的ではないかと考え、ボール

中心点検出のアルゴリズムを、しきい値を超えたピクセルの (x, y) 座標それぞれの総和の平均をとる方法とした。この場合、背景除去画像中に、ある程度のノイズ成分が含まれていてもボール中心点付近は、しきい値を超える明るさを持つピクセルが他の部分より多く存在するため結果として平均座標はボール位置近傍となると期待できる。

3.1 明度に重みを置いたボール検索方法

背景除去が行われた画像中では移動物体であるボール像部分は最も明るいピクセルが集まっている領域であると仮定できる。従って画像中の明るい部分を、より強調することでボール像も強調することが出来るのではないかと考えてみた。

具体的には、しきい値を超えたピクセルの (x, y) それぞれの座標に対して、そのピクセルの持つ明るさ分の回数だけその位置にピクセルが出現したという重みづけを行った。これにより明るい部分は、より出現回数が多くなった事になり、ボール中心点検出位置は明るい部分側に移動する。

3.2 連続性に重みを置いたボール検索方法

ボールは最低でも4ピクセル程度の大きさを持っていることが判っているため、他のノイズに比べてピクセルが連続しているという特徴を持つ。したがってこのピクセルの連続性に注目することでボール位置の検出を行った。

具体的には、しきい値を超えた最初のピクセルを検出するとカウンタを1にセットし、連続してピクセルを検出していく毎にカウンタ値を2倍、4倍、8倍・・・と2ⁿ倍して行く、検出されなかった場合はカウンタを0にリセットしている。続いて明度に重みを置いた処理と同様にしてカウンタ値をピクセルの座標 (x, y) それぞれの出現回数とすることで連続して検出された領域のピクセルに対する重み付けを行っている。しかし、この方法では最終的に得られるボール中心点検出位置がボール像の右側に偏ってし

Searching area limited baseball trajectory pursuit and prediction using Stereo Vision.

*Y.Murai, K.Bansho, K.Yamamoto, K.Noda
Faculty of Engineering Takushoku University
815-1 Tate-machi, Hachioji-shi, Tokyo, 193, Japan*

まう可能性が高いため、正確なボール中心点の検出を行うためにはボール近傍領域決定後の補正処理が必要となる。

4. 探索領域の限定

背景除去処理およびボール探索処理を撮影画像全体に対して実行しようとする本システムの場合、1フィールド時間中に $360 \times 240 (86400)$ ピクセルに対して背景除去およびボール探索処理を行う必要がある。したがって処理ピクセル数を減らすことが出来れば減らしたピクセル数だけ高速化を計ることが出来るはずである。また探索領域を限定することで画像に含まれるノイズ成分がボール中心点決定処理に与える影響を探索領域内だけに留めることも出来る。よって本実験ではボール探索領域を設定し、ボールの飛跡に合わせて領域を移動させて行くことでボールの追跡処理の高速化を図っている。

探索領域のアルゴリズムの説明を行う。最初のボール探索領域は投球者がボールを投球すると必ずボールが通過する位置に設定する。領域の大きさは縦横共にボールを少なくとも2フィールド連続で捉えることが出来る $80 \times 40 (3200)$ ピクセルに設定している。この領域内にボールが現れるのを待ちボールを捉えると、領域内で得られたボール中心点を次の探索領域の中心点とし新たな領域の設定を行う。以後この繰り返しでボールの追跡を行う。

また本実験の場合、観測対象物を投球されたボールと限定しているため撮影画像中におけるボールの進行方向は一定であると考えて良い。このため次の探索領域をボール検出点の中心から右、あるいは左側のみに限定することで処理領域を更に半減させることができる。

5. ボール位置予測処理

連続したフィールド間で得られるボールの軌跡はほぼ直線に近いので次フィールドにおけるボール位置は、この直線の延長線上にあると考えることが出来る。連続したボール中心点座標を得ることが出来れば次フィールドにおけるボールの位置の予測を行うことが可能となるため探索領域を更に限定することが可能となる。

このアルゴリズムを取り入れてボール追跡処理を行った結果、探索領域を $20 \times 10 (200)$ ピクセルまで限定してもボールの追跡を行うことが出来るようになり大幅な高速化が図れた。

6. 実験結果

各ボール探索アルゴリズムに対しノイズの影響力を調べた結果を図1に示す。

アルゴリズム	標準偏差(ピクセル)
最大明度	5.7
平均座標	1.1
明度に重み付け	0.6
連続性に重み付け	0.4

図1 各アルゴリズムのノイズ耐性
ボール追跡実験を行った結果を図2に示す。

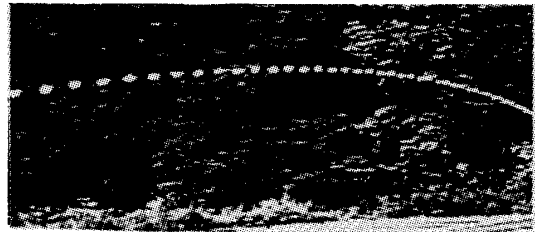


図2 ボール追跡実験結果

7. むすび

野球のピッチャーが投球するボールをリアルタイムに追跡するシステムについて高速化のためのアルゴリズムを提案し実験により、その有効性とノイズに対する耐久性を求めた。

全てのボール検出アルゴリズム上においてボール中心点近傍を求めることが可能であったが、より正確な中心座標を得るためには補正処理を行う必要がある。補正処理後はボール中心点の追跡をほぼ完全に行うことに成功している。

参考文献

- 1)村井他, 情処学会44回全大7B-2, 1992.
- 2)T. Morozumi et al, Proc 1992 IEEE/RSJ Int'l Conf. Intel. Robots & Systems, pp. 378-383.
- 3)諸角他, 画像の認識・理解'92 MIRU'92, pp. II-91~II-98
- 4)梶田他,'92信学会学生大会
- 5)加藤他,'92信学会学生大会
- 6)村井他 情処学会 45回全大4c-2, 1993
- 7)植山他,'93信学会学生大会