

[論文]

(2007年12月14日 Accepted)

多視点カメラを用いたチームスポーツの三次元解析法

田房 友典¹, 横田 臣博, 石川 聖二²

1) 弓削商船高等専門学校・情報工学科, 2) 九州工業大学・機械知能工学科

要約: チームスポーツにおいてフォーメーションデータは、勝敗を左右する重要な要因であり、ゲームの戦略を立てたり、チームの分析や指導者の説明手段として利用されている。フォーメーションデータの取得方法は、ビデオカメラでゲームを撮影し、各選手の位置関係を平面状に展開してパソコン等に記録しているが、一般的に体育館や陸上競技場でビデオカメラを天井に設置することができず、平面に展開された選手の位置関係は、監督の経験によるものである。本論文では、複数台のビデオカメラを用いて選手の位置関係を三次元座標に変換する方法を提案する。変換した座標を三次元空間に投影すれば、選手の位置関係はあらゆる方向に視点を変更することができ、視覚的にフォーメーションの変化を表現することができる。変換手法には、カメラキャリブレーションを必要としない拡大計測行列を用いた三次元復元法を用いる。実験としてサッカー、バレーボール、バスケットボールのフォーメーションデータの取得と三次元データによる解析を行う。復元精度は、DLT法よりも劣るがフォーメーションなどの選手の位置関係を実データに基づいて展開できる。

キーワード: 多視点カメラ, カメラキャリブレーション, チームスポーツ, 拡大計測行列, 三次元解析

Three-Dimensional Analytical Method of Team Sports Employing Multiple Cameras

Tomonori TABUSA¹, Takahiro YOKOTA, Seiji ISHIKAWA²

- 1) Department of Computer Engineering, Yuge National Collage of Maritime Technology
2) Department of Mechanical and Control Engineering, Kyushu Institute of Technology

Abstract: We propose a three-dimensional measurement method based on extended measurement matrix. Direct linear transformation (DLT) method is widely used for 3-D measurement for team sport analysis. However, DTL method needs camera calibrations and it is difficult to execute it immediately in the wide area such as soccer ground and basketball court. The proposed method enables us to recover 3-D measurement results without any calibrations. We apply it to the formation analysis of three kinds of team sports including soccer, volleyball, and basketball in order to evaluate the performance of our method.

Keywords: Multiple cameras, camera calibration, Team sports, Extended measurement matrix, Three-Dimensional analyses

Tomonori TABUSA

Yuge-Shimoyuge 1000, Kamijima-cho, Ochi-gun, Ehime, 794-2593, Japan

Phone: +81-897-77-4656, Fax: +81-897-77-4656, E-mail: tabusa@info.yuge.ac.jp

1. はじめに

フォーメーションデータは、チームスポーツにおいて勝敗を左右する重要な要因であり、ゲームの戦略、チームの分析や指導者の説明手段として利用されている。一般にフォーメーションデータの取得方法は、ビデオカメラで二次元データとしてゲームを撮影し、各選手の位置関係を平面状に展開してパソコン等に記録している。また、体育館や陸上競技場ではビデオカメラを天井もしくは、高い位置に設置して、平面上の選手の位置関係を得る事もできるが、一般的には困難である。

医療やスポーツの分野では、被験者(患者)の身体部位の一部[1][2]、スポーツ選手のフォーム、関節の動きや歩行動作を三次元計測[3][4]している。その三次元計測法は、ほとんどが市販の三次元計測装置もしくは DLT (Direct Linear Transformation technique) 法[5]である。前者は、ポジションセンサーを用いたり、ステレオ法を応用して三次元計測を行っているが、計測範囲が狭いため、歩行動作に適用するのも困難である。後者は、医療やスポーツの分野でも最も利用される三次元計測法であり、広範囲にわたる動作を測定するために、様々な報告がある。

結城ら[6]は動作範囲を分割し、各範囲に2台のカメラを固定してその範囲ごとに DLT 法を適用しているが、N個の範囲に対して2N個のカメラが必要になり、また結果の連続性にも問題がある。Nachbauer et al. [7]は、動作の全範囲にわたってキャリブレーションのための較正点(基準点)を設置し、2台のカメラを自由に動かしながら対象を撮影することによって、対象の動作の三次元座標計算を行っている。この原理は、2台のカメラが常に最低6個の共有する較正点をとらえるように対象を撮影すれば、サンプリング時間ごとにそれらの点を使って DLT 法が適用できることにある。しかし、この方法は多数の較正点を常設しなければならず、競技会等の実際の競技や演技を計測するには現実的ではない。高松ら[8]は、数少ない基準点のみ常設しておき、カメラのパンニング動作につれて、DLT法のパラメータ計算のための較正点の位置を画像上の基準点の位置から求めるという、仮想較正点を用いた方法を提案している。しかし、カメラの回転が小さいことを前提とした位置予測を行っているため、撮影対象と計測範囲が限定され、対象となる運動が行われる範囲が広がるとカメラキャリブレーションが困難とな

る欠点がある。田房ら[9]は、カメラキャリブレーション不要で、計測対象を追跡しながら撮影するため、原理上、計測範囲に制限がない三次元計測法を提案しているが、移動フレームにカメラを搭載しているため、カメラから5m前後の距離でしか計測できない。つまり、陸上競技場のフィールドや体育館の全体を使うチームスポーツのフォーメーションなどを光学式による三次元計測法で計測する事は困難であり、学術的な報告も未だ皆無である。

本論文では、複数台のビデオカメラが計測範囲全体をとらえるように固定し、チームスポーツのフォーメーションを三次元計測する。水平位置から撮影した選手位置の二次元座標を三次元空間に投影できれば、視点を変更するだけで、あらゆる方向から選手の位置関係を確認でき、視覚的にフォーメーションの変化を分析することができる。変換手法には、カメラキャリブレーションを必要としない拡大計測行列を用いた三次元復元法[10][11]を用いる。本法は、カメラの画像情報だけを用いて三次元座標に変換する技術である。つまり、キャリブレーションに必要な較正点や、選手に特徴点となるマーカーを付着させず撮影するため、大会中の自然なデータ取得も可能である。また、変換後のデータの連続性も保たれている。

実際の競技会のようなカメラの撮影条件が制限される場面においてのプレイヤー等の二次元座標データ(画像情報)から三次元座標データへの復元を行う。そして、プレイヤーの動作やフォーメーションを各種グラフや3Dグラフィックスに出力し、三次元的動作分析とその誤差の算出を行い、スポーツにおけるプレイヤーの動作及びフォーメーション分析等における本三次元復元法の実用性や有用性といった今後の実践的価値について検討する。

2. 計測方法

2.1 因子分解法(拡大計測行列)に基づく三次元座標変換手順

タラン[10][11]による変形体の三次元計測理論を用いて、チームスポーツの三次元計測を行う。その計測法を説明する。

3台のビデオカメラで計測対象(プレイヤーやボール)を撮影し、映像上からマウスにてポイントを決め、二次元デジタル座標(以下測定点とする)として取得する。それぞれのビデオカメラ $f(f=1, 2, \dots, F)$ 番目の映像 $(t) \times t =$

$1, 2, \dots, T$)によって, 測定点 $s_p(t)$ ($p=1, 2, \dots, P_t$)が観測される. この測定点の映像上での位置を $(x_p(t), y_p(t))$ とする. 時刻 t における $I(t)$ 上の xy 座標を順に, 対応を取りながら計測行列 $W(t)$ に記入する.

$$W(t) = \begin{pmatrix} x_{11}(t) & x_{12}(t) & \cdots & x_{1P_t}(t) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{F1}(t) & x_{F2}(t) & \cdots & x_{FP_t}(t) \\ y_{11}(t) & y_{12}(t) & \cdots & y_{1P_t}(t) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{F1}(t) & y_{F2}(t) & \cdots & y_{FP_t}(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

$W(t)$ を時系列の順に並べた W を作成する. この行列 W を拡大計測行列と呼ぶ.

$$W = (W(1), W(2), \dots, W(t), \dots, W(T)) \quad (2)$$

さらに W を, 式(3)を用いて行列 \tilde{W} に変換する. Q は, 行列 W に記入された全測定点の数, E は成分がすべて1の $Q \times Q$ 行列である.

$$\tilde{W} = W - \frac{1}{Q} W \cdot E \quad (3)$$

行列 \tilde{W} は式(4)に示すように, 各ビデオカメラの方向を与える姿勢行列 $M(2F \times 3)$ と, 全測定点の三次元座標を与える形状行列 $S(3 \times Q)$ とに分解することができる.

$$\tilde{W} = M \cdot S \quad (4)$$

この分解を実際に行うには, \tilde{W} を特異値分解し, カメラレンズ座標系の正規直交性を利用して唯一解を求める. つまり, 計測行列 W に計測対象の二次元座標を挿入するだけで, 三次元座標 S を求めることができる.

2.2 デジタルビデオカメラによる撮影

計測対象物(プレイヤーやボール)が広範囲に移動する三種類のチームスポーツのゲームを3台の固定したデジタルカメラで撮影し, 三次元座標に変換するための二次元座標データを取得する. 撮影は Panasonic (NV-DJ1000, NV-NX2000), Sony (DCR-TRV30)のカメラを使用し, 各カメラ間の同期は中央に位置するカメラのフラッシュを用いる. また, 三次元座標の復元誤差を算出するための既知の固定点(サッカーゴール, バasketボールのバックボード, バレーボールのアンテナ・支柱等)も測定点とする.

各種目の撮影環境を図2.2.1, 図2.2.2, 図2.2.3に示す. 点線の内側に塗りつぶし部分を計測対象とし, 撮影は1/10秒の間隔で10秒間行い, 100フレームを取

得する(バレーボールのみ130フレームとした). 計測対象物は, サッカーがフォワード(FW)3名, ディフェンダー(DF)3名, ゴールキーパー(GK)1名, ボール1個とサッカーゴール, バasketボールがオフェンス(OF)5名, ディフェンダー(DF)5名, ボール1個とバックボード, バレーボールがプレイヤー10名, ボール1個とネット・ポール・アンテナとする. 測定点は, サッカーではプレイヤーは頭頂部の1ヶ所とし, ボールは中央部1ヶ所, サッカーゴールはコーナー部分を8ヶ所の計16ヶ所とする. バasketボールでは身体の方角や姿勢が分析できるように, プレイヤーの頭頂部と仙骨相当部位の2ヶ所とし, ボールは中央部1ヶ所, バックボード16ヶ所計37ヶ所とする. バレーボールも身体の方角や姿勢が分析できるように, プレイヤーの頭頂部と仙骨相当部位の2ヶ所とし, ボールは中央部1ヶ所, ネット・ポール・アンテナで8ヶ所計29ヶ所とする.

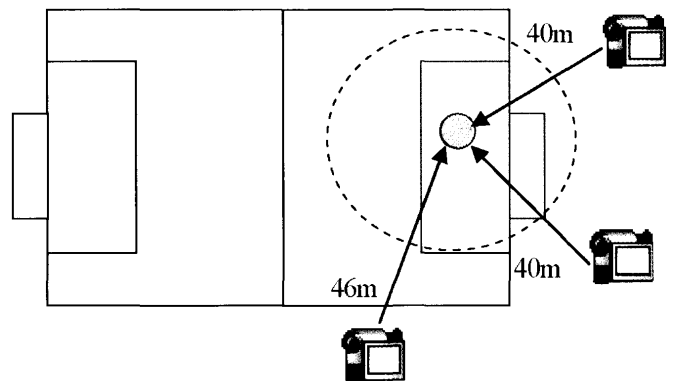


図2.2.1 撮影環境(サッカー)

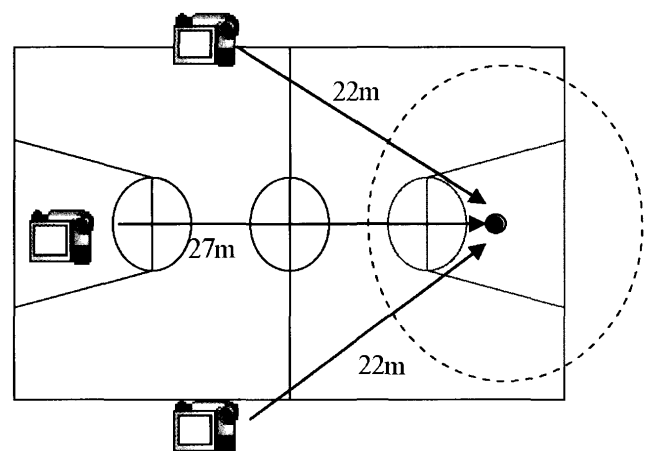


図2.2.2 撮影環境(バスケットボール)

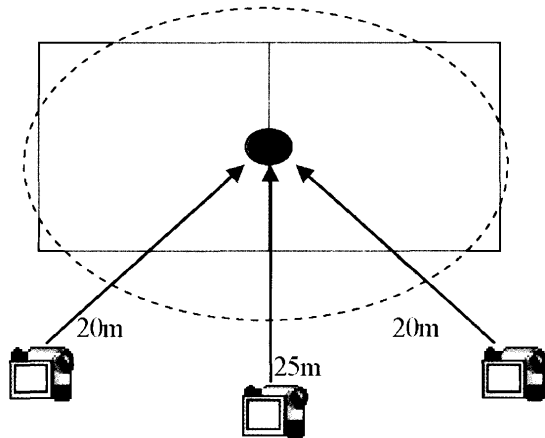


図 2.2.3 撮影環境 (バレーボール)

2.3 三次元復元座標誤差の算出

本計測法は、カメラキャリブレーションが不要であるため、誤差計測のための基準点を用いることができない。そこで、計測対象の中で固定されている物体のある部分の長さを実測し、各映像フレーム中の固定点間の長さの比を比較することによって、三次元復元座標の誤差を求める。固定点間の各映像フレーム中の長さを $L(i) (i=1, \dots, N)$ とし、復元後の各フレーム中の長さを $\hat{L}(i) (i=1, \dots, N)$ とする。それぞれのフレーム中の長さの平均を L_{ave}, \hat{L}_{ave} とし、各フレームを平均の長さに対する比で次のように表す。

$$R(i) = \frac{L(i)}{L_{ave}} \quad (5)$$

$$L_{ave} = \frac{1}{N} \sum L(i) \quad (6)$$

$$\hat{R}(i) = \frac{\hat{L}(i)}{\hat{L}_{ave}} \quad (7)$$

$$\hat{L}_{ave} = \frac{1}{N} \sum \hat{L}(i) \quad (8)$$

誤差 e は次式により計算し、実測値と復元後の比の差を相対誤差として定義する。

$$e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{R(i) - \hat{R}(i)}{R(i)} \quad (9)$$

3. 計測結果

3.1 三次元復元座標データのグラフ出力

各種目の撮影で得られた測定点を画像上よりデジタル化し、拡大計測行列にもとづき三次元座標から三次

元座標に復元した。そして、それらの三次元座標をもとに以下に示す各種のグラフに出力した。横軸はフレーム数 (1/10sec) とし、左縦軸は人間の移動量を画素数単位 (pixel) で表している。

移動量は次式

$$d = \sqrt{(\hat{x} - x)^2 + (\hat{y} - y)^2 + (\hat{z} - z)^2} \quad (10)$$

とし三次元空間における移動距離を算出した。ここで時刻 t における測定点の三次元座標を x, y, z 、時刻 $t+1$ における測定点の三次元座標を $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ とした。

図 3.1.1 はサッカーの各プレイヤー別の 1/10sec ごとの運動量すなわち単位時間当たりのコート内での動きの大きさを示している。右縦軸はボールの移動量 (pixel) とする。22~29 フレームはコーナーキックからのセンタリングの瞬間であり、計測中の各プレイヤーの最も大きな動きの変化がグラフに表れている。その時の FW①②の2名の移動量は 180~200 pixel であり、DF①②③名の移動量 50 pixel の約4倍の動きがある。一方 GK は主に FW や DF、ボール位置やゲームの展開によりポジションを変化させる動きが検出されている。図 3.1.2 は撮影中 (10 秒間) の各プレイヤーが三次元的にどれだけ移動したかという総移動距離を示しており、FW が DF の約2倍動いていることがわかる。

図 3.1.3 はバスケットボールにおけるオフェンスプレイヤーの 1/10sec ごとのコート内におけるポジションの移動量の変移を示している。1 フレーム目は、オフェンス①がボールをキープし、オフェンス②とディフェンスの様子を伺いながら攻撃に入る瞬間である。21 フレームでオフェンス①は、オフェンス②へパスを出し、一気にゴール付近へ移動する。オフェンス②は、スリーポイントライン上を攻め込み、51 フレーム付近で他のオフェンスへパスを出し、受け取ったオフェンスは、71 フレームでシュートし、88 フレームでゴールリングへボールが入る。グラフ全体からは、バスケットボールプレイヤー特有のコート内でのダイナミックのポジション変化が観測できる。オフェンス①、②のグラフからは、攻撃における一連のフォーメーションの動きが見て取れ、オフェンス①、②間では、プレー局面において5~10 フレーム (0.5 秒~1 秒) の時間差で動作開始のタイミングをずらしている特徴があることがわかる。

図 3.1.4 は 1/10sec ごとのバレーボールにおける攻撃側コート各プレイヤーの腰の位置およびボールの高さの推移を示している。尚、出力は垂直方向のみの座

標変動とし、基準点 (0 pixel) は床平面とした。1回目の攻撃は1~57フレームまでであり、12フレームのレシーブ、30フレームのトス、45フレームのスパイクで終了している。2回目の攻撃は58フレームからであり、相手コートからの返球を67, 82, 97の3回のプレーで返球し、113フレームでアタッカーが相手のブロックに反応しプレーが終了している。全般的にレシーバーはボールレシーブ時に低い姿勢を取るため腰の位置がセッターよりも10 pixel程度低いことがわかる。また、アタッカーはスパイク直前の予備動作として股関節・膝関節の屈曲が深く行われ15~20 pixel程度の沈み込みが検出された。

3.2 三次元グラフィックス出力

特異値分解によって分解された三次元計測点座標ファイル (形状行列 S) とフレーム毎の計測点や計測点間の接続情報を記述した接続情報ファイルを用いて[12]三次元グラフィック出力を行う。図3.2.1と図3.2.2にバレーボールの3Dグラフィック出力例を示す。

図3.2.1は床平面上からネットと平行になるようにとらえたものである。図3.2.2は天井からの視点に変え、床平面を垂直に捉えてある。図3.2.1は、プレーヤーやボールの高さを観測することができ、図3.2.2は、各プレーヤーの位置関係の変化 (フォーメーション) を観測することができる。また、フレームの表示間隔の長さを変更することで、一時停止・スロー再生などの描画を行うことができる。

3.3 三次元復元データの誤差

表3.3.1は各種目における既知の固定点間の実測値と三次元復元座標との線分の比から算出した復元誤差 (%) を示している。三種目中一番大きな誤差のサッカーゴールと最小のバスケットボールバックボードの差は16.25%あった。復元精度の悪いサッカーは、広範囲の計測を行ったため、サッカーゴールとカメラの位置関係が遠距離となり、形状を正確に測定できなかった。また、バレーボールは、計測範囲が体育館の側面までとなっているため、側面に近い場所で行う運動は、カメラレンズの歪によって誤差を生じる恐れがある。

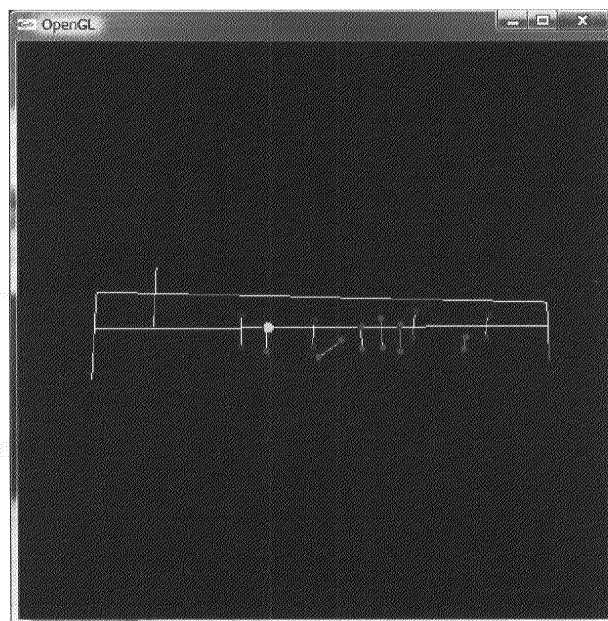


図3.2.1 3D表示(水平視点)



図3.2.2 3D表示(垂直視点)

表3.3.1 復元誤差

計測対象	測定点数	復元誤差(%)
サッカー (サッカーゴール)	12	21.15
バスケットボール (バックボード)	8	4.90
バレーボール (ネットと支柱)	5	15.50

多視点カメラを用いたチームスポーツの三次元解析法

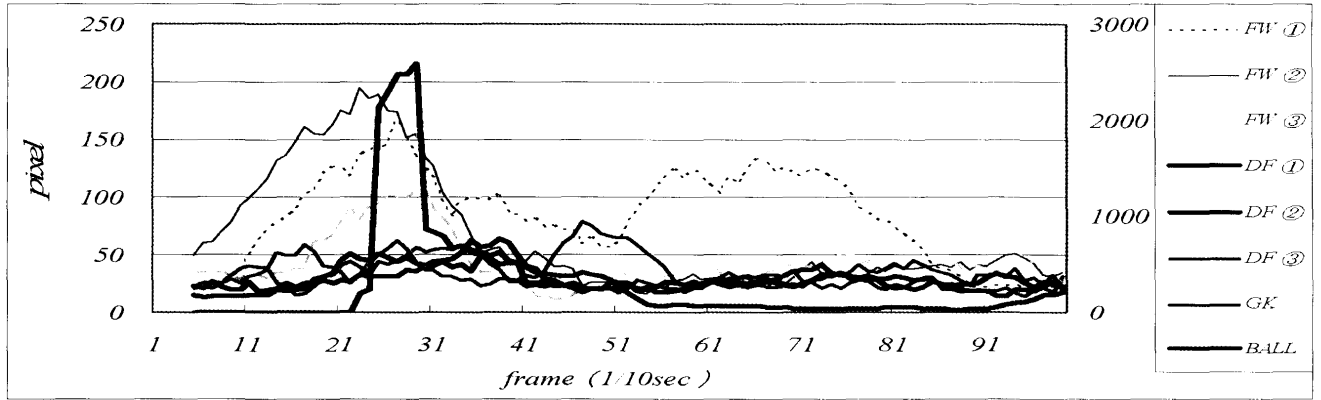


図3.1.1 運動量の変異 (サッカー)

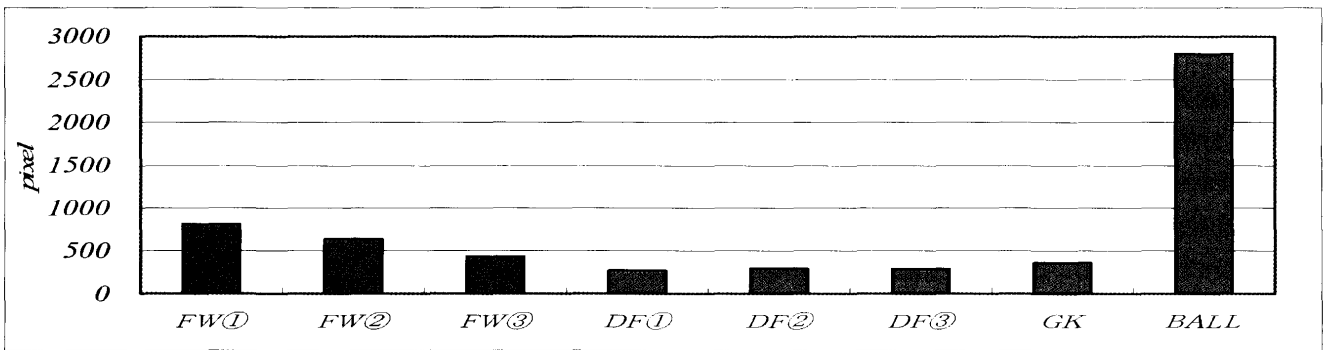


図3.1.2 個人別総移動距離 (サッカー)

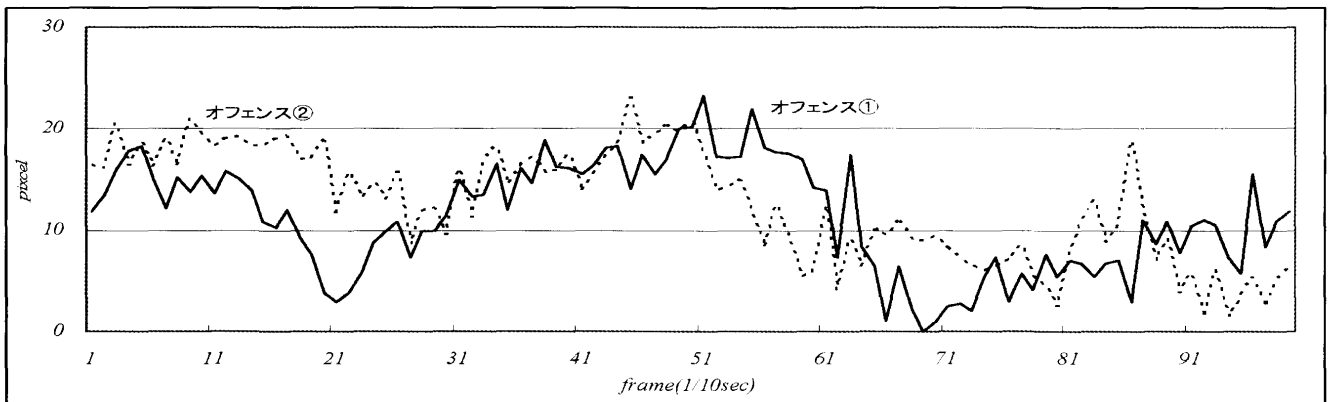


図3.1.3 オフェンス (バスケットボール)

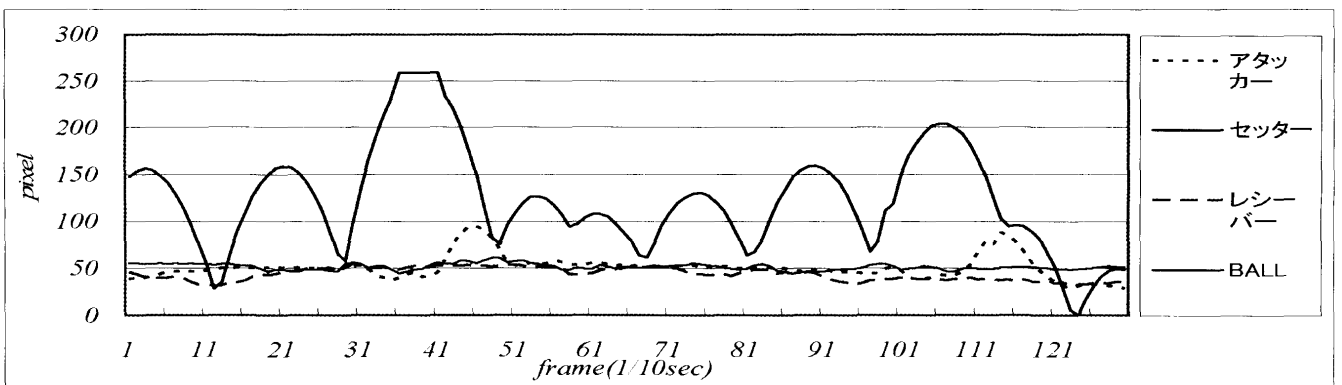


図3.1.4 高さの推移 (バレーボール)

3.4 復元誤差に関する考察

三種目の計測においては平均 13.85%の三次元復元誤差を生じた。それに比べ、DLT 法よりも計測範囲を広げた高松ほか[8]が開発したパンニング DLT 法の計測誤差は、1%前後と精度が高い。誤差の要因としては、ビデオカメラの射影モデルに正射影を仮定したことがあげられる。そのため正射影近似による誤差が避けられない。対策として、擬似中心射影や弱中心射影を用いた近似およびカメラ画質の向上が、三次元復元誤差の低減につながると考えられる。現在、DLT 法を用いた計測法と比較して精度が落ちるため、微細なプレイヤーの動き等の分析には不向きであるが、フォーメーションなどの人の動きの位置関係を確認するためには、有効な手段である。

4. 本計測法の有効性

競技力向上を目的とする選手や指導者にとっては、DLT 法による実験環境で得られた三次元分析データの利用価値は高い。一方、実際の試合などで得られた三次元分析データがあれば、競技力を向上させていく上で非常に有益である。しかしながら、スポーツの指導現場にそのような情報はほとんど提供されていない。それは実際の試合では、三次元用分析機材の設置が非常に困難であることに起因する。実際の試合ではメディアなどからプレイヤーの動きやフォーメーションの映像等は得られる。しかし、それは単に視覚的な動きをとらえたものに過ぎず、三次元用分析データとしては使うことができない。水泳競技を例にとると、国内外の有数の大会では、プールの底に設置された移動式および固定式水中カメラから多視点の映像データを取得している。しかし、競技中のプールの中に較正点が設定できないため、DLT 法が使えず三次元分析は困難である。他の競技においても、競技エリア内の較正用器具設置が競技進行に支障をきたすため、同じ状況と思われる。このように DLT 法では、実際の競技会のような広範囲な計測・分析といった設定になると、DLT パラメータ算出のための較正点の必要性や測定システムの規模の大きさ複雑さの関係で、計測が非常に困難である。今回実施した計測法は、競技会場のスタンド等に 3 台のカメラを設置し撮影を行うといった簡単な方法であり、競技会の運営を妨げることはない。そして測定点の抽出が可能であれば、単体に限らず複数の剛体、変形体、移動体の三次元動作の分析が可能であ

る。また、DLT 法のような複雑なカメラキャリブレーションが不要であり、用途に応じて固定点を含む測定点の二次元座標を抽出すれば、各種のグラフに出力したり映像上での測定対象物の移動や回転が自由にできる。また、実際の動きの分析だけではなく、3D グラフィックスによる動画シミュレーションを出力させてゲームの作戦を検討したり、プレイヤーの視線・位置から見たゲームの全体像やボール・他のプレイヤーの位置を再現させたりするなど、実戦時の動きをイメージさせることも可能である。動作分析やフォーメーション分析のみならず、選手のイメージトレーニング・新たなコーチング手法開発など様々な用途に柔軟に対応できるシステムとしても転用できる。

5. まとめ

本論文は、カメラキャリブレーション不要である三次元計測法を用い、実際の競技会のような場所へカメラを設置し、三次元計測を行うことができる。DLT 法では、競技場所へ較正点を設置しない計測は不可能であり、本法はさらに、三次元計測結果を時系列に接続するだけで、連続的な運動を再現できる。

実験では、チームスポーツのプレイヤーの動きやフォーメーションを三次元計測し、その三次元データを用いてプレイヤーの上下・左右・前後の動きの方向性の分析し、さらにその動きのスピード（俊敏性など）を他のプレイヤーと対比した。連続画像からは、視覚的な動きだけではなく、プレイヤーやボールの x, y, z 軸の三次元座標から得られる移動量等の数値計算や、今回出力したパターン以外の様々な分析に対応した出力を可能とした。そのことにより、実際には見られないような角度からのプレイヤーの動きやフォーメーションも分析できたほか、グラフィックソフトによる動画の出力を可能とし、三次元イメージとして選手や指導者に提供することができる。

本実験の計測時間は 10 秒程度であるが、ゲーム全体の計測や即時性のある三次元計測結果の表示を行うためには、計測から三次元グラフィック表示までの時間を短縮する必要がある。現在、測定点の座標デジタイズは、手作業で行っており、この作業に多くの時間を費やす。三次元計測作業の高速化を図るために、座標デジタイズを支援するプログラム開発が今後、必要である。

以上、本研究における三次元分析方法はいくつかの

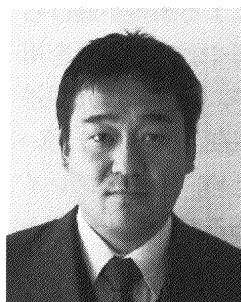
課題を残しつつも、DLT 法にはない幾つかの特徴を有する。さらに、復元誤差縮小の対策・改善を行えば、計測範囲が限定的でかつ設定が複雑という従来の DLT 法をおぎなう三次元解析法として、体育・スポーツ科学の発展に少なからず寄与できるものと思われる。

参考文献

- [1] 杉村行信, 落石孝祐, 和田 親宗: 椅子からの立ち上がり動作推定を目的とした足底情報と身体位置との関係, 計測自動制御学会論文集, Vol.43, No.4, pp.331-337, 2007.
- [2] 長谷川正哉, 金井秀作, 坂口颯, 沖貞明, 石倉隆, 大塚彰: 片側足関節固定中における片松葉杖歩行時の運動力学的分析, 理学療法科学, Vol.21, No.2, pp.191-195, 2006.
- [3] 坂東美和子, 田辺智, 伊藤章: ハンマー投げ記録とハンマーヘッド速度の関係, 体育学研究, Vol.51, No.4, pp.505-514, 2006.
- [4] 和田敏文, 天野和彦, 向野 義人: 三次元計測による姿勢差を伴うペダリング動作時における上肢の動きの検討, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE,ME とバイオサイバネティクス, Vol.102, No.196, pp.13-16, 2006.
- [5] 池上康男, 桜井信二, 矢部京之助: DLT 法: J. J. Sport, pp. 10-3, pp.191-195, 1991.
- [6] 結城匡啓, 阿江通良, 浅見高明: スピードスケートにおける加速理論の再検討: バイオメカニズム 11, pp.111-121, 1992.
- [7] Nachbauer, W., Kaps, P., Nigg, B., Brunner, F., Lutz, A., Obkircher, G. and Mossner, M.: A video technique for obtaining 3-D coordinates in alpine skiing. Appl J. Biomechanics 12(1), pp.104-115, 1996.
- [8] 高松潤二, 阿江通良, 藤井範久: 大きな計測範囲のためのパンニング DLT 法の開発, 体育学研究 42, pp.19-29, 1997.
- [9] 田房友典, タン・ジュークイ, 石川聖二, 横田臣博: 移動カメラを用いた広範囲に移動する動作の 3 次元計測法, バイオメディカルファジィシステム学会誌, Vol.6, No.1, pp.32-41, 2004.
- [10] タンジュークイ, 石川聖二, 加藤清史: 因子分解を利用したモーションキャプチャ法: 計測自動制御学会論文集 36-11, pp.980-984, 2000.
- [11] Tan, J.K., Ishikawa, S.: Human motion recovery by the factorization based on a spatio-temporal measurement ma-

trix, *Computer Vision and Image Understanding* 82 2, pp.101-109, 2001.

- [12] 田房友典, 安藤美紀: 人の運動解析のための 3 次元表示に関する研究: 弓削商船高等専門学校紀要 第 25 号, pp.25-34, 2003.



田房 友典 (たぶさ とものり)

1998 年九州工業大学大学院電気工学専攻博士課程前期修了。同年沖電気工業入社。99 年弓削商船高等専門学校情報工学科助手, 2005 年同高専情報工学科准教授, 現在に至る。工学博士。2001 年度計測自動制御学会九州支部奨励賞受賞。2006 年エレキテル尾崎財団源内奨励賞, 主に画像計測の研究に従事。計測自動制御学会, 電子情報通信学会, 画像電子学会各会員。



横田 臣博 (よこた たかひろ)

1981 年順天堂大学体育学部体育学科卒業。同年愛媛県高等学校保健体育科教員。98 年愛媛県健康増進センター検査指導課運動指導係専門員。99 年同センター検査指導課運動指導係長。2000 年弓削商船高等専門学校総合教育科助教授。主に中高年者の健康教育及び生活習慣病における運動療法に関する研究に従事。日本体育学会, 日本体力医学会, 日本高専学会, 日本ゴルフ学会各会員。



石川 聖二 (いしかわ せいじ)

東京大学工学部計数工学科卒。同大学院博士課程了。工学博士。現在, 九州工業大学工学部教授 (機械知能工学科)。この間, 連合王国シェフィールド大学客員研究員。オランダ王国ユトレヒト大学客員教授。3 次元画像計測, 医学画像処理等の研究に従事。計測自動制御学会, 電子情報通信学会, 画像電子学会, IEEE 各会員。