

高速ビデオ画像による高速移動体の解析 No.98028

キーワード：高速ビデオ、高速移動体、コンピュータ、画像処理、連続画像

概要

ゴルフの打球の動きや水滴が水面に衝突した後の水面の変化などの高速移動体の挙動を高速ビデオにより撮影し、ノンリニア映像編集コンピュータシステムによりデジタル連続画像に変え、解析する方法について紹介する。

高速ビデオは、高速移動体を高速で撮影し、市販のS-VHSビデオテープにアナログ映像で記録するもので、モニター上でスロー再生でき、目視で高速移動体の挙動が観測できる。

今回開発した手法は、この高速ビデオにより撮影記録した高速移動体の挙動をコンピュータ処理によってデジタル連続画像ファイルとし、その挙動を解析するものである。たとえば、高速ビデオを用いて1秒間に1,000コマの速度で撮影した高速移動体の連続画像を比較して、コマが1コマ進む間に1cm動くことが計測できれば、その高速移動体が10m/Sの速度で動いていることになる。

撮影方法

図1は、高速移動体と高速ビデオ、カメラおよびストロボの位置関係である。高速ビデオとカメラは、コントローラーにより10万分の1秒で閃光するストロボ2基と同期するようになっており、1万分の1秒のシャッター速度で、高速移動体の挙動を撮影する。1/2フレームで1秒間に1,000コマの映像を、全フレームで500コ

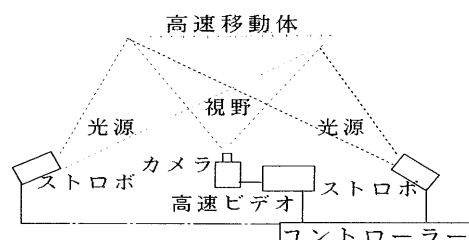


図1. 被写体、カメラ、ストロボの配置

マの映像を標準撮影(1秒間に30コマ)時間が2時間のS-VHSビデオテープに14分間撮影できる。

高速移動体の挙動を解析するには、その撮影時、次の点に注意する。

(1) 標準目盛またはこれに代わるものの撮影を同時に行う。

(2) 被写体には、白、赤、黄などの明度の高い色、背景には、艶消しの黒や青などの色を配色する。

(3) 標準撮影ビデオ(標準シャッター速度60分の1秒)に比べシャッター速度が速く、高速で撮影するため、照明はより強力なものが必要である。

解析方法

高速移動体の撮影を行ったビデオテープから次のようにして高速移動体の挙動を解析する。

(1) 高速移動体の撮影を行ったビデオテープを高速ビデオにより再生し、他のS-VHSビデオテープにダビングを行う。

(2) ダビングされたS-VHSビデオテープをノンリニア映像編集機 Media Composer MC 4000(アビッド製)にセットして、8ギガビットのハードディスク付き Mac PC(アプリケーションソフト：メディアコンポーザー)を用いて、その映像をハードディスクに取り込む。

(3) その映像から1コマ毎に静止させた連続画像をMOディスクに保存する。保存された画像はPICTファイル形式の画像である。その画像をPhotoshopなどのソフトにより呼び出し、BMPファイルなどの画像ファイルとして保存すると、Windows上のソフトでも呼び出せる。(4) その連続画像をPhotoshopなどのソフトにより画像処理後、印刷する。同時に撮影した標準目盛画像を印刷する。

(5) この連続画像間的高速移動体の移動長さを標準目盛により計測し、高速移動体の挙動を解析する。

結果

蛇口を出た直径5mm程度の水滴が、10.7m/sの速度((a)の画像とその1コマ前の画像と比較して算出)で水面に衝突してできる水面の変化をフルフレームで撮影し、連続画像とした例を図2(a)~(f)に示す。

衝突後の水面のくぼみの直径が、1/500秒毎に7mm, 9mm, 12mm, 14mm, 15mmと広がる様子および王冠形状の高さや直径が大きくなる様子が観測できる。

事例

今回の解析手法によって水面への水滴の衝突による水面の変化が解析できることを例に挙げたが、このほかに、ゴルフや野球などの打球のような高速移動体の初速の解析や、1分間に1万回転程度で回転する高速回転体の回転速度など

の解析にも使用できる。また、今回の手法は、高速ビデオにより撮影した画像だけでなく、下記(1), (2)のように標準撮影ビデオで撮影した画像(1秒間に30コマ)に用いても、瞬時の現象を解析できる。

(1) 空包装やキャンデーの割れなどのトラブルが生じて困っていたキャンデーを製造するA企業のキャンデー個別包装行程(1分間に660個程度のキャンデーを包装)について、適正な証明で、標準ビデオを用いて、1000分の1のシャッター速度で撮影したところ、今回の手法による解析で、空包装やキャンデーの割れなどのトラブルの原因が、キャンデーが等間隔にコンベアに入らないことによるものと解析できた。

(2) 起毛綿毛布の表面を瞬時に伝播すると云われている火炎の挙動を標準撮影ビデオにより撮影し、今回の手法により解析したところ、下部着火の場合の伝播速度は、26cm/sであり、上部着火の場合の速度は、13cm/sであることがわかった。

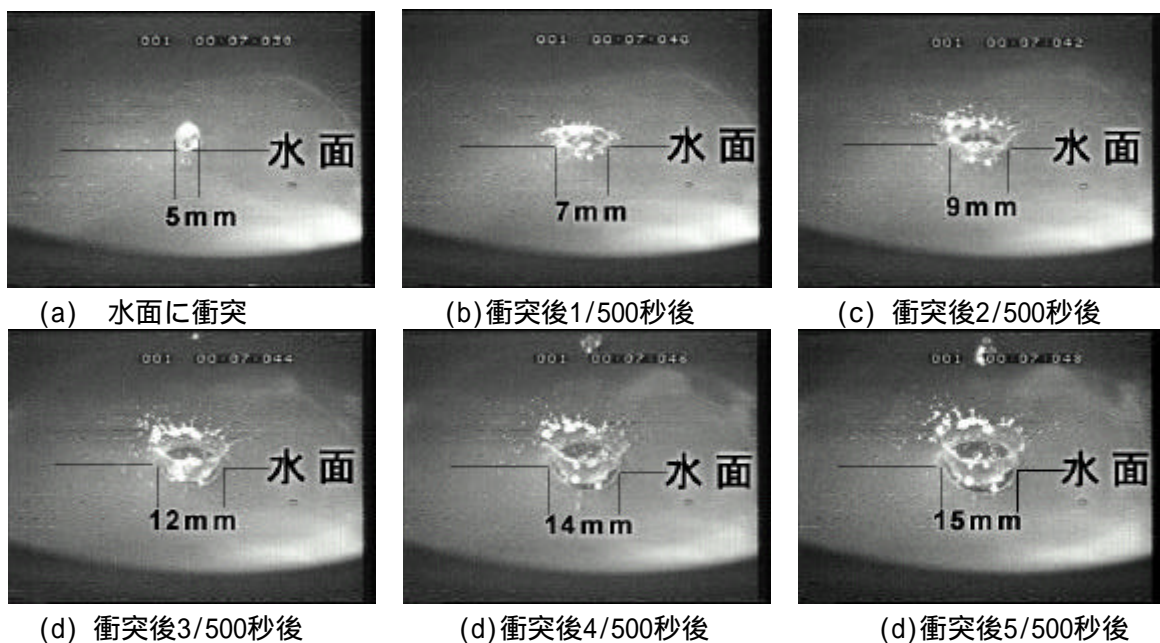


図 2 水面への水滴衝突による水面の変化