論文

球技における最適動作推定のための

画像処理による空気抵抗測定

Air Resistance Measurement by Image Processing for Optimum Motion Estimation in Ball Games

**概要**

　実際のバドミントンの練習動画から, シャトルの軌道を取得するプログラムを開発した. シャトルの物理モデルを考え, 速度ベルレ法を用いた数値シミュレーションを行い, シャトルの空気抵抗係数を求めた.

Abstract

**1.はじめに**

**1.1.本研究の背景**

　球を取り扱い，技術を競う球技スポーツにおいて，球の特性は最も重要な要素であり，特性を知ることはスポーツ技術の向上に直結する．ただ，球の打ち方のフォームや打点の高さなどに関して, コーチの経験的な指導のみでは不十分という問題がある．そこで，球を打つときの角度などの客観的な指標を力学的な視点から解析することが必要とされている．その解析手法の１つとして，人や球の物理モデルを構築し，数値計算を行うコンピューターシミュレーションが挙げられる．その際，慣性モーメントや空気抵抗係数などの物理モデルの特性を決定するパラメータが非常に重要となる．

　本研究では，全ての球技の中で初速度が最も大きいバドミントンのシャトルに着目し，その特性を調べる．現在，シャトル軌道推定や，空力特性に関する研究は見られるが，シャトルの力学的なモデルを考え，運動方程式を解くことによりパラメータを同定している研究は少ない．物理モデルを構築することにより，シャトルの運動が記述出来れば，シャトル軌道推定やライン判定などに生かせるため，スマッシュの最適な打ち出し角や，ライン際を狙ったショットの効果的なトレーニングが期待できる．

**1.2.本研究の目的**

　本研究では, シャトルの物理モデルを考案し, シミュレーションを用いて空気抵抗係数などのシャトルの特性を表すパラメータを求めることを目的としている.

**2.計算方法**

**2.1.シャトルの物理モデル**

　シミュレーションに用いるシャトルは, 重力と空気抵抗の2つの力が加わるモデルとした. 図1にモデルを示す. 形状による空気抵抗のかかり方の違いを考慮するため, シャトルの水平方向と鉛直方向の2方向で異なる空気抵抗を加えた.

　また, シャトルの回転も考えるため, 重心と抵抗力の作用点を だけずらしている. それに伴って, シミュレーションでは並進と回転の運動方程式を同時に解く.

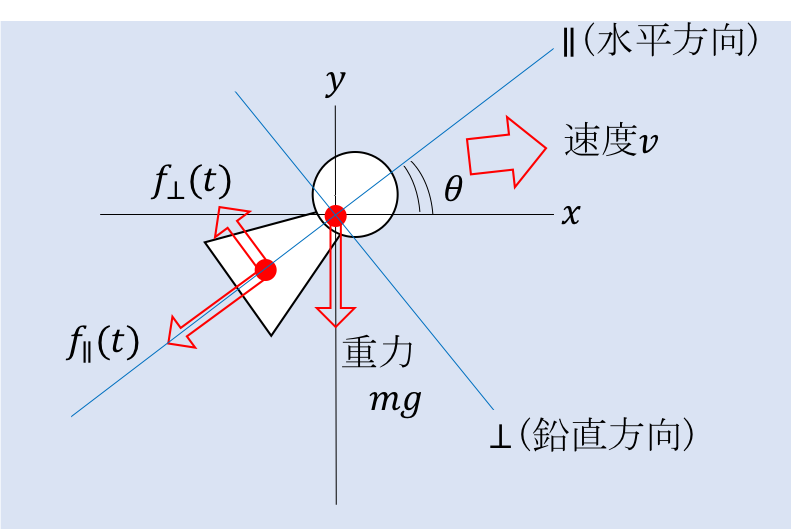
****

図1. シャトルのモデル図

　抵抗力は, 速度に比例する粘性抵抗と速度の2乗に比例する慣性抵抗の2種類を考える. シャトルの羽根による減速特性を加味して, このモデルでは, 鉛直方向に粘性抵抗, 水平方向に粘性抵抗と慣性抵抗の両方を加えることとする.

　以下にそれぞれの抵抗力の式を示す.

　ここで, : 粘性項の空気抵抗係数, : 慣性項の空気抵抗係数, : 重力項である.

**2.2.シミュレーションの更新式**

　速度ベルレ法を用いて, シャトルの運動方程式を数値的に解くことにより, シミュレーションを行う.

　シャトルの速度の更新式は, 並進の運動方程式より得る.

　ここで, は時間 におけるシャトルの速度で, はシャトルにかかる力である. 上式を変形して,

　微分の定義より,

を十分小さい数であるとすると,

　が得られる. よって, それぞれ

　となる. この2つの式により速度の更新を行う.