

課題情報シート

テーマ名 :	パター練習支援システムの開発				
担当指導員名 :	森川 敏幸、近藤 悟	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	沖縄職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系		
課題の区分 :	開発課題	学生数 :	6	時間 :	54 単位 (972h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

電子系の学生2名と情報系の学生4名の計6名で開発を行いました。担当ごとに開発のポイントを説明します。

① センサ・マイコン（電子系2名）

ボールの打ち出し方向を取得するために、ボールの通過位置を検出するセンサを考案しました。等間隔にフォトリフレクタを配置し、そのアナログ出力の値（複数）からボールの通過位置を計算で求めました。

② シミュレーション（情報系1名）

ボールの動きを再現するシミュレーションの方法として、物理法則に基づく基本式をゴルフサイト（ゴルフボールの動きの実証実験を行っている）を参考に拡張することにより、実際のボールの挙動に近い動きを再現できました。

③ 3D映像処理（情報系1名）

DirectX®を使用した3D映像処理を行いました。既存のゴルフゲームを参考に、グリーンの傾斜に調和した周りの風景の合成処理やカップ周りの複雑な挙動（ボールがカップに蹴られる）処理、効果音、カメラ視点を変えた映像処理を行うことにより、実際のゲームソフトに近い品質の映像を作ることができました。

④ パタークラブを使用したユーザインタフェース（情報系1名）

パタークラブの動きをカメラで認識し、メニュー選択ができるようにしました。カメラ映像から、パタークラブのヘッド位置と操作パネル（5つの記号を配置）の位置を抽出し、その位置関係からメニュー選択を行うようにしています。

⑤ ストローク解析（情報1名）

ストローク解析のために高速度カメラ（60fps）を使用しました。取得した映像から、画像処理を使用してパタークラブのフェイス面の抽出を行いました。ストローク中の一連のフェイス面を一枚の画像に合成することにより、ストロークの解析ができるようにしました。

【訓練（指導）のポイント】

本テーマは学生のアイデアによるものでありましたので、関連する製品やその市場性、そのものの新規性や有用性、さらには実現性を調査させながら企画を行わせました。

学生の各役割として、リーダー、サブリーダー、記録担当を割当て、それぞれが責任を持った取組を行わせ、リーダーを中心として毎日のミーティング、教員も参加した週1回のミーティングを行わせました。

各発表会（テーマ発表会、中間発表会、ポリテックビジョン発表会、最終発表会）の内容については、全員の統一認識となるよう時間をかけて議論させ、まとめさせました。また原稿作成、発表者についても、できるだけ全員が経験できるよう割振りをさせました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 沖縄職業能力開発大学校
住所 : 〒904-2141 沖縄県沖縄市池原 2994-2
電話番号 : 098-934-6282 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/okinawa/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

パター練習支援システムの開発

沖縄職業能力開発大学校

1. はじめに

ゴルフでより良いスコアを出すためには、パターが重要であるといわれている。なぜなら、決定打数の内、ドライバーの使用率は約 19%であるのに対して、パターは実に約 50%であるという結果⁽¹⁾が出ているからである。

しかし、重要であるはずのパターの練習は「実際のグリーン上で行うことが困難である」、「単調な動きばかりで飽きやすい」、「上達しているかの実感がわからない」といった問題点があるため、練習を継続できない人やパターに苦手意識を持っている人が多くいる現状がある。

そこで、このような人を対象に、継続してパター練習が行えるシステムを開発する。

2. システム構成

システムは家庭など屋内に設置できる大きさで、練習はパターマット上でのストローク練習を基本とするが、そのパターストローク状況をセンサで検出することにより、ボールの動作シミュレーション等、さまざまな機能を提供する(システム機能は後述)。構成要素として、パターマット、初速度検出センサ、通過位置検出センサ、マイコン、カメラ、PCに分けられる。システム構成を図 2.1 に示す。

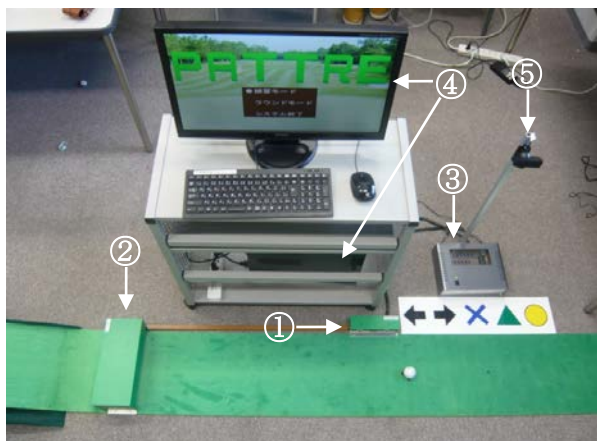


図 2.1 システム構成図

①初速度検出センサ

ボールの打ち出し速度を測定するため、打ち出し位置に近いところの二点間に光電センサを設置する(図 2.2)。光電センサ 1 と光電センサ 2 が反応する時間の差とセンサ間の距離から初速度を求める。

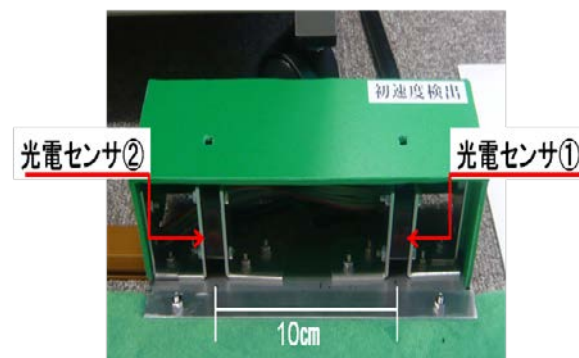


図 2.2 初速度検出

②通過位置検出センサ

ボールの打ち出し方向を求めるため、図 2.3 のようにフォトリフレクタを等間隔で下向きに設置する。その下をボールが通過した時の各センサの出力をマイコンに取り込み、通過位置を測定する。

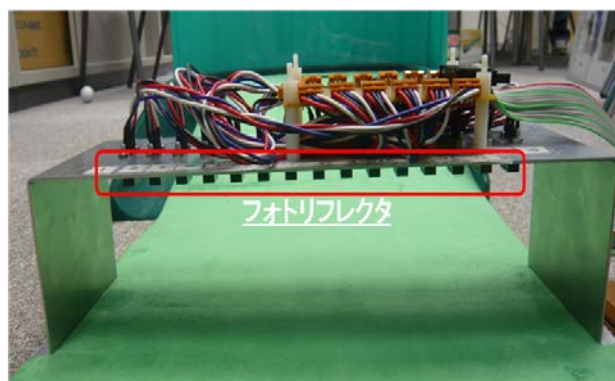


図 2.3 通過位置検出

③マイコン

各センサの出力からボールの初速度・通過位置を求め、PCへ送信する(打出し方向の算出はPCで行う)。

④ PC

PC では、システム画面の処理、マイコンとの通信、

カメラ映像の画像処理，ボールの動作シミュレーション等を行う．表示装置にはモニターを使用する．設置場所に制限はないが，操作性を考慮し，使用者の前方に設置する．

⑤カメラ

ユーザインターフェースの認識やストロークの録画などに使用するため，高い位置に固定して設置する．

3. システム機能

システムの機能として，使用者のスコアアップを支援する練習モードと，練習の成果を確認するラウンドモードがある．また，練習モードには反復練習，ストローク解析，練習記録閲覧機能がある．

画面遷移を図 3.1 に示す．

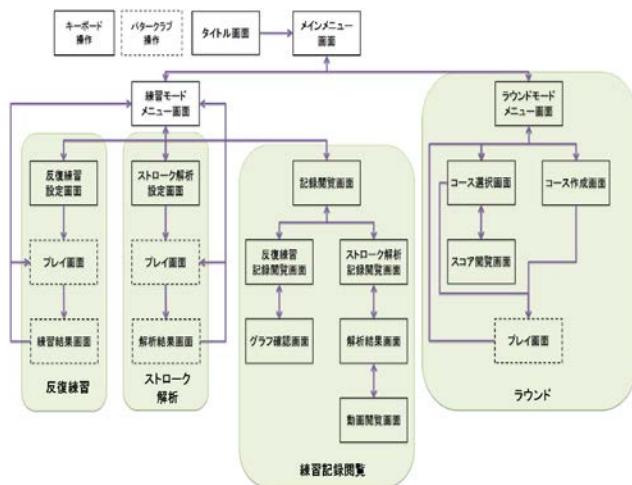


図 3.1 画面遷移図

使用者インターフェースとして，キーボードとパタークラブを使用する．図 3.1 の実線部分がキーボード，点線部分がパタークラブによる操作である．パタークラブを使用することで，練習中でのキーボードによる操作の手間をなくし，結果，練習がスムーズに行えるようになる．

パタークラブによる操作は，パターマット横に設置する 5 つの記号(図 3.2) に対し，カメラによる図形認識処理を行って記号の座標範囲を定め，その上にパタークラブに取り付けたマークをかざして使用する(図 3.3)．また，マークを座標内で認識した場合，各記号に対応した音を鳴らして使用者に処理が行われたことを知らせる．



図 3.2 使用する 5 つの記号

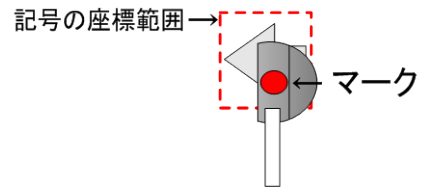


図 3.3 パタークラブによる操作イメージ

3.1 練習モード

(1) 反復練習

反復練習では，距離や速さを選択し，繰り返しのストローク練習を行う事ができる．結果を視覚化することにより，使用者の方向のずれや距離感を確認することができる．結果画面を図 3.4 に示す．



図 3.4 結果画面

(2) ストローク解析

ストローク解析では，使用者のストロークをカメラで撮影し，フェース面やクラブの軌道を捉え，使用者の癖や方向がずれる原因などの分析ができる．ストローク解析のイメージを図 3.5 に示す．

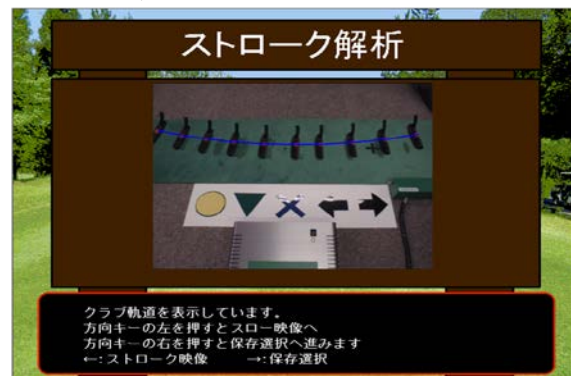


図 3.5 ストローク解析(クラブ軌道)

(3) 練習記録閲覧

練習記録閲覧では、反復練習やストローク解析で保存したグラフや解析結果、動画などを見ることができる。

3.2 ラウンドモード

ラウンドモードは、3D グラフィックで作成した仮想のコースをラウンドすることで、練習の成果を確認する機能である。作成条件(グリーンライン、カップまでの距離、グリーン傾斜、芝の速さ)を選択することで、条件に応じたコースを自動生成することもできる。自動生成の際はグリーン全体を一定数のエリアに区画分けし、そのエリアを構成する4点のZ座標を設定することにより、スライスラインやフックラインといった一様の傾斜のグリーンだけではなく、スネークラインといった複雑な傾斜のグリーンも生成できる。図 3.6 にスライスラインのグリーン生成イメージ、図 3.7 にプレイ画面を示す。

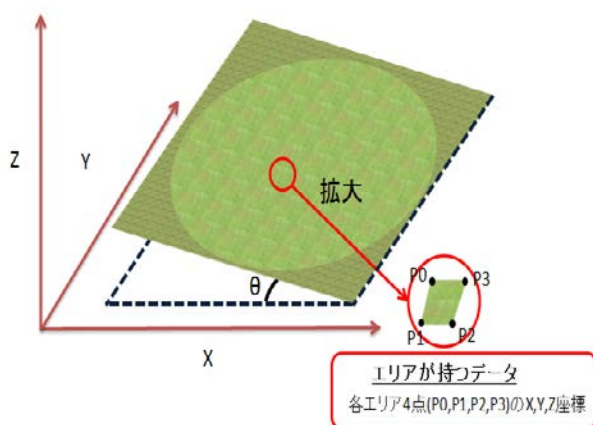


図 3.6 スライスライン生成イメージ

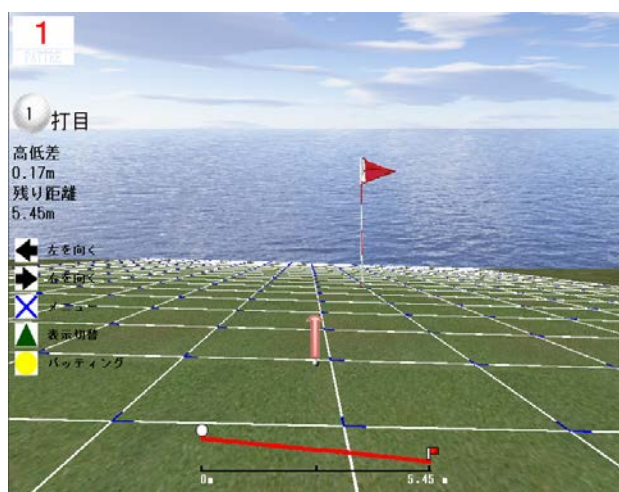


図 3.7 プレイ画面

4. 動作シミュレーション

4.1 直線上のボールの動き

図 4.1 に示す斜面におけるボールの運動方程式は、式(1)で定義できる。

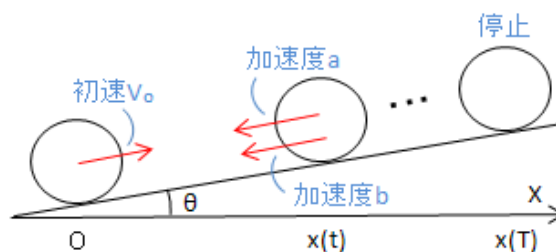


図 4.1 直線上のボールに働く力

$$x(t) = v_0 t - \frac{1}{2}(a+b)t^2 \quad (1)$$

$x(t)$: 時刻 t でのボールの移動距離(m)

$x(T)$: ボールの停止距離(m)

v_0 : ボールの初速(m/s)

a : 芝の抵抗等でボールが受ける加速度(m/s²)

b : 傾斜 θ によってボールが受ける加速度(m/s²)

(1) 加速度 a の算出

式(1)において、 $b=0$ (傾斜なし)で、ボールが動いている間、加速度 a を一定とすると、初速 v_0 と停止距離 $x(T)$ を用いて加速度 a は次式で表すことができる。

$$a = \frac{2x(T)}{v_0^2} \quad (2)$$

一般的にグリーン速度(g/s)を測定するものとして、スティンプメータが知られている⁽²⁾。これは、グリーン傾斜がない平坦な面で、初速 1.83m/sでボールを転がした際に、停止するまでの距離でグリーン速度を測るものである。一般的なグリーン速度は、8~10 フィート(1 フィート約 30cm)とされている。

このことを式(2)にあてはめることにより、一般的なグリーンの加速度 a を定めることができる。

(2) 加速度 b の算出

参考WEBサイト「転がりの科学」⁽²⁾では、傾斜によってボールが受ける加速度が調査されている。その中では、傾斜による影響は、その傾斜 θ とグリーン速度(g/s)によって変わることが明らかにされ、実際のグリーンでの測定値も公開されている(図 4.2)。

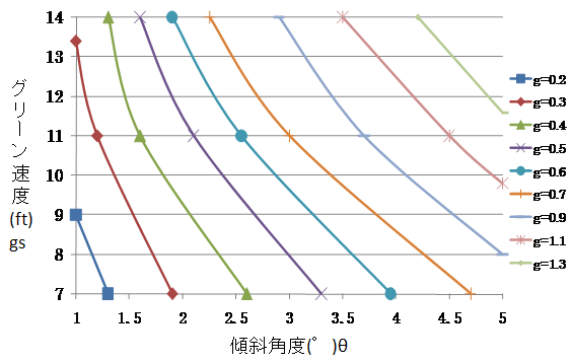


図 4.2 傾斜強度の比率表

測定結果の値は、傾斜強度 g として表現されており、これは傾斜がない場合の加速度 a に対する比率として定義されている。

実際の測定結果はサンプル点であるが、グリーン速度と傾斜角に対して同様な傾向が見られるので、これを線形的に近似することにより、様々なグリーン速度、傾斜角に対応した式を導く。今回は図 4.2 より、次の式を用いて加速度 b を定める。

$$b = a \cdot \frac{gs + (4.12 \cdot \theta) - 7}{4.12} \cdot 0.156 \quad (3)$$

4.2 平面上のボールの動き

(1) 平面への拡張

直線上のボールの運動方程式を、2次元に拡張することにより、平面上でのボールの運動方程式を定義する。その際2次元での傾斜角は図 4.3 のようなモデルとする。

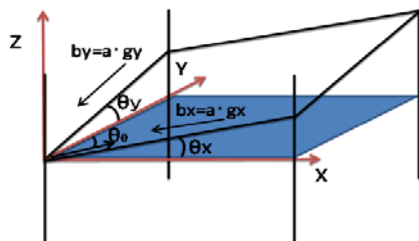


図 4.3 傾斜が存在する平面のモデル

$$x(t) = v_0 \cos \theta_0 t - \frac{1}{2} (a + a \cdot gx) t^2 \quad (4)$$

$$y(t) = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} (a + a \cdot gy) t^2 \quad (5)$$

$x(t)$: 時刻 t でのボールの距離 (m)

$y(t)$: $x(t)$ に対する横方向 (m)

v_0 : ボールの初速 (m/s)

θ_0 : 打ち出し方向と x 軸との角度 ($^\circ$)

gx, gy : それぞれ θ_x, θ_y に対する傾斜強度

(2) 仮想グリーン上のシミュレーション

ラウンドモードの仮想グリーンの傾斜は一定ではなく、エリアごとに異なる(図 4.4)。ボールの初期位置からエリア毎の傾斜角に従い逐次計算(式(4), (5))することによりシミュレーションを行う。

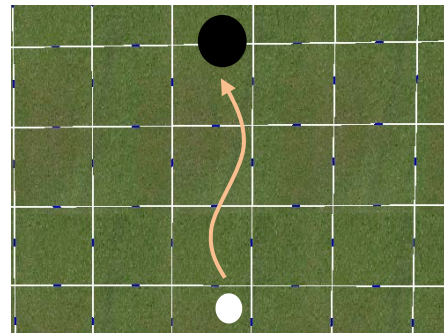


図 4.4 逐次計算のイメージ図

5. 開発環境

システムの開発環境を表 5.1 に示す。

表 5.1 開発環境

OS	Microsoft Windows XP® Professional Version 2002 SP2
統合開発環境	Microsoft Visual C++® 2008 Express Edition
開発言語	C, C++
ライブラリ	OpenCV® Version 2.2, DX ライブラリ
カメラ	PlayStation Eye®
モデリングソフト	Metasequoia
マイコン	PIC®18F4550
光電センサ	E3Z-LS61
フォトフレクタ	EE-SB5

6. まとめ

家庭などの限られた空間で、実践的なパター練習を行えるシステムの開発を行った。

予定していた機能については、すべて実装しテストを行い、すべて正常に動作することが確認できた。また、システムを 10 人程度に使用してもらい、評価を行ったところ、改善点があるものの概ね好評価が得られた。

参考文献

(1) ゴルフ初心者上達への道 :

<http://golfinz.jugem.jp/?eid=211>

(2) 転がりの科学 :

<http://putting-golf.international-cooking.info/fg-slope/RollingScience/index.html>

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月4日

科名：生産情報システム技術科

教科の科目		実習テーマ名	
計測システム応用構築実習 (生産情報システム技術科) 電気制御システム課題実習 (生産機械システム技術科・電子専攻)		パター練習支援システムの開発	
担当教員		担当学生	
○生産情報システム技術科 森川 敏幸			
生産機械システム技術科 近藤 悟			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>パター練習支援システムの開発を通して、システムの企画、設計、製作、評価までの一連の工程及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力、プレゼンテーション能力、ドキュメント作成など）を習得することを目標としています。技術要素としては、センサ技術、インタフェース技術、画像処理技術、3D映像化技術等が挙げられます。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>本テーマは学生自らが企画立案したテーマであります。自宅等で行うパターマットを使用した単純なパター練習は、非常に地味で長続きしない現状があります。そこで、ゴルフ場の実際のグリーンを想定した仮想空間内でパター練習ができれば、より実践的で効果的な練習ができると考え、システム化することとなりました。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>ゴルフのパター練習を支援するためのシステムです。本システムでは、実際のゴルフコース内のグリーンと同等なものコンピュータ上で作り出し、その仮想空間内で練習することにより、より実践的かつ効果的な練習ができるようにするものです。また、パッティングストロークやボールの挙動等から個々人のストローク解析や統計分析を行うようにすることにより、パッティング上達のための支援も行います。</p>			
No	取組目標		
①	利用者ニーズに即したシステムの企画および仕様決定を行います。		
②	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識持ちます。		
③	個人毎に目標を掲げ、その目標の達成に向かって創意工夫して取り組みます。		
④	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整します。		
⑤	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。		
⑥	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑦	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑧	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑨	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。		
⑩			