

12-16-2020

## Application of Simulation Technology in Football Overall Attack Training

Xu Nuo

*1. School of Physical Education Science, Qufu Normal University, Jining 273100, China; ;*

Shuanglong Liu

*1. School of Physical Education Science, Qufu Normal University, Jining 273100, China; ;*

Fugao Jiang

*2. Department of Exercise Science and Sports Studies, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China;*

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

---

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

---

## Application of Simulation Technology in Football Overall Attack Training

### Abstract

**Abstract:** Simulation technology has a broad prospect in the field of football application. At present, football attack training is mainly based on audio-visual, experience and on-the-spot practice, but it lacks professional scene representation and systematic theoretical support. *Visual C++ development platform and simulation programming method are used to virtualize the football training and reproduce the overall attack drill of football under different training scenes. The results show that the simulation technology can achieve more training situations.* It can be used as an auxiliary tool for football overall attack training, enrich the training means, help players accurately understand the tactical system, and promote the scientific development of football training.

### Keywords

football application, simulation, programming, overall attack

### Recommended Citation

Xu Nuo, Liu Shuanglong, Jiang Fugao. Application of Simulation Technology in Football Overall Attack Training[J]. Journal of System Simulation, 2020, 32(12): 2449-2460.

# 仿真技术在足球整体进攻训练中的应用

许诺<sup>1</sup>, 刘双龙<sup>1</sup>, 姜付高<sup>2</sup>

(1. 曲阜师范大学体育科学学院, 山东 济宁 273100; 2. 曲阜师范大学体育教学部, 山东 日照 276826)

**摘要:** 仿真技术优势明显, 在足球运动应用领域有着广阔前景。目前足球进攻训练大多以直观、经验和现场实践为主, 缺少专业化的情景再现和系统化的理论支持。利用 VisualC++ 开发平台和计算机模拟仿真编程设计方法将足球训练虚拟化, 再现不同比赛训练场景下足球整体进攻演练。结果显示仿真技术实现的训练情境远多于实际, 可作为足球整体进攻训练的辅助工具, 丰富足球整体进攻的训练手段, 帮助球员准确理解战术体系, 推动足球训练的科学化发展。

**关键词:** 足球运动; 模拟仿真; 编程; 整体进攻

中图分类号: TP391.9, G843 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2020) 12-2449-12

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.20-FZ0577

## Application of Simulation Technology in Football Overall Attack Training

Xu Nuo<sup>1</sup>, Liu Shuanglong<sup>1</sup>, Jiang Fugao<sup>2</sup>

(1. School of Physical Education Science, Qufu Normal University, Jining 273100, China;

2. Department of Exercise Science and Sports Studies, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China)

**Abstract:** Simulation technology has a broad prospect in the field of football application. At present, football attack training is mainly based on audio-visual, experience and on-the-spot practice, but it lacks professional scene representation and systematic theoretical support. *Visual C++ development platform and simulation programming method are used to virtualize the football training and reproduce the overall attack drill of football under different training scenes. The results show that the simulation technology can achieve more training situations.* It can be used as an auxiliary tool for football overall attack training, enrich the training means, help players accurately understand the tactical system, and promote the scientific development of football training.

**Keywords:** football application; simulation; programming; overall attack

## 引言

足球训练是我国足球健康发展发展的重要基础, 而拥有着经济、安全、快捷等优点的模拟仿真技术也越来越受人关注。因此如何将二者结合起来

以推进足球训练的发展逐渐成为今后我们要面临的重要问题。传统的体能训练受球员自身技术、场地、天气条件等情况的限制<sup>[1]</sup>, 很多时候并不能达到训练的目的和效果, 不利于教练员的战术安排和球员的自我提高, 同时也不利于足球教学质量的提高<sup>[2]</sup>。

本文运用计算机编程法、文献资料法、仿真技术设计法等, 以程序+展望的模式将仿真技术和足球训练结合起来, 在体育训练中有着明显的优势或成效<sup>[3]</sup>, 为提升足球训练水平提供参考。



收稿日期: 2020-05-23 修回日期: 2020-06-09;  
作者简介: 许诺(1997-), 男, 山东泰安, 硕士生, 研究方向为体育人文社会学; 刘双龙(1998-), 男, 山东昌乐, 本科生, 研究方向为计算机科学与技术; 姜付高(1972-), 男, 山东青岛, 博士, 教授, 博导, 研究方向为体育教育训练学。

<http://www.china-simulation.com>

• 2449 •

## 1 相关概念

### 1.1 模拟仿真技术

#### 1.1.1 模拟仿真技术的概念

仿真技术是指依靠仿真的软硬件进行仿真实验,再运用某种或几种数值计算方式以及问题求解,从而直接或间接地反映出系统行为或者系统过程的仿真模型技术。

#### 1.1.2 在足球训练中的优势

(1) 突破环境限制,降低训练成本。足球运动是开放性运动,活动对象多且范围广,易受其他因素影响,在实际训练中无法保证完全达到预期训练目标。但是利用电脑仿真技术,可以摆脱诸多条件的限制,大大降低了训练难度和成本。

(2) 增强学习趣味性,培养思考能力。通过电脑模拟训练场构建一种高度虚拟现实仿真的实验环境,使受训者产生一种身临其境的感受,激发其训练兴趣和运动参与,培养主动思考的能力,使足球这项运动更富有趣味性,同时也有助于终身体育意识的培养<sup>[4]</sup>。

(3) 提升训练效果,拓展运动视野。运用仿真模拟技术可以创造出许多实际训练中无法出现的情境,拓宽运动员的视野,不断积累经验可以提高其随机应变的能力,这在实际训练中是无法实现的。

(4) 提升训练效率,规避运动风险。仅仅通过几毫秒的程序运行时间就能够造出一种全新的训练情境,效率远超现实摆兵布阵。并且不会出现运动员训练受伤等不良情况的出现,风险较低。

### 1.2 足球进攻战术

#### 1.2.1 足球进攻战术的概念

足球战术是比赛中为了战胜对手,根据主客观的实际(队友和对手的站位等情况)所采取的个人和集体配合的手段的综合表现。

#### 1.2.2 足球(整体进攻)战术的分类<sup>[5]</sup>

(1) 中路进攻。中路进攻主要是指当对方边路防守较为稳固时,后腰或前腰在对方前场中间区域发动的进攻,主要分为远射、直塞、吊射等方式。

(2) 边路进攻。边路进攻是足球进攻战术中十分常见的一种进攻战术。它是指当进攻球员进球后,通过队友掩护快速地从边路向前推进,到达底线附近后传球给中路包抄而上的队友,从而达到出其不意进球的目的。

(3) 快速反击进攻。快速反击(防守反击)战术是指正处于防守中的球队通过积极的抢断得球后尽快地把球传给正处于有利位置的中前场队友,能让他们在对手还未完全组织好防守之前甚至完全没有防备的时候取得一次十分有利的射门机会。

### 1.3 眼动追踪(Eye-Tracking)的概念

眼动追踪(Eye-Tracking)技术是指通过数字图像处理,定位瞳孔位置并获取瞳孔中心坐标,通过特定的计算方法,计算人眼球的关注点,并对其记录和实现具体的操作。

### 1.4 动作捕捉技术

#### 1.4.1 动作捕捉技术的概念

动作捕捉技术是指在运动物体的关键部位设置跟踪器,由信号接收系统捕捉跟踪器位置,再经过计算机处理后得到三维空间坐标的数据,从而将人体的动作录入电脑的技术。

#### 1.4.2 动作捕捉技术的分类

常用的运动捕捉技术从原理上说可分为机械式、声学式、电磁式、主动光学式和被动光学式。动作捕捉系统通常由硬件和软件两大部分构成。硬件一般包含信号发射与接收传感器、信号传输设备以及数据处理设备等;软件一般包含系统设置、空间定位定标、运动捕捉以及数据处理等功能模块。

## 2 问题研究现状、研究对象及研究意义

### 2.1 国内外研究现状

有关电脑模拟仿真技术的研究成果在国内外都已有了不少报道, 研究理论和方法也在不断地完善, 在日常生活中的应用也日益丰富。但现有的技术和产品基本都是针对高精尖领域设计的, 对使用者的技术要求较高, 难以运用到日常战术执行能力的培养中<sup>[6]</sup>。并且在非专业的足球训练尤其是校园足球训练中, 有关整体进攻意识以及传球思路和路线的选择方面主要以现场实践为主, 缺乏与模拟仿真技术结合的相关研究, 更是缺乏将仿真技术与足球训练相结合的相关文献。

### 2.2 研究对象

以电脑模拟仿真技术在足球运动训练中的应用作为研究对象。

### 2.3 研究意义

#### (1) 理论意义

目前, 国内外对模拟仿真技术的研究成果较多, 研究理论和方法不断地完善, 但缺乏与足球训练结合的相关研究。论文选择具有代表性的足球整体攻防训练, 通过文献资料法、计算机编程法设计程序达到预期目标, 根据需求进行功能的升级整改。实现足不出户就能进行足球进攻训练, 帮助球员树立正确的传球意识并做出最合适的路线选择, 积累整体进攻经验, 突破场地、环境等条件的限制, 提高训练效果。

#### (2) 现实意义

现有的计算机模拟仿真技术成果几乎无法应用到足球训练中, 亟需一种能满足需要的应用软件。论文以足球的整体攻防训练为例, 着重研究开发相关系统, 打破传统训练模式下的种种束缚与限制, 为教练员积累战术经验, 运动员提高随机应变能力, 促进足球发展, 并为中国青训事业的全方位发展提供借鉴。相对于同类型的其他程序具有操作

简单、运算速度快、模拟情景全、可以根据用户需求任意移动球员、进行画笔标记等优势。且后续还可以结合最新的仿真技术进行多样化的足球训练, 操作更加简单且极具趣味性。

## 3 程序设计方法

### (1) 文献资料法

通过曲阜师范大学图书馆、国家体育总局、山东省体育局查阅了与足球及其进攻训练的相关知识, 并在中国知网、万方数据知识服务平台、维普官网以及 Nokov 度量光学三维仿真系统与虚拟仿真技术有关论文和实验资料进行了查阅整理, 文献中的图片由百度图片和 Nokov 度量光学三维仿真系统提供。

### (2) 计算机模拟编程设计法

#### 1) 编程语言及工具

通过图 1 所示 visual studio 编译器, 运用 C++ 语言的 MFC 框架, 基于单文档并结合对话框进行编程。

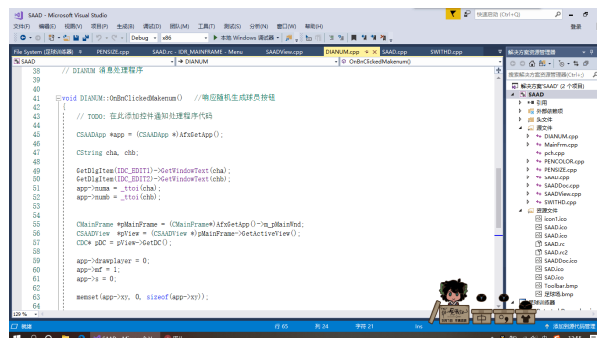


图 1 VC++编程仿真界面

Fig. 1 Programming simulation interface

#### 2) 编程思路

① 建立一个等比缩小 800×600 的运动场地, 结合二维数组并根据场地的长宽建立直角坐标系, 同时进行随机显示时的重叠问题处理, 使得场地内单个位置仅可存放一个元素作为进攻或防守球员。利用封装了 Windows 图形设备接口(GDI)中画刷的 MFC 类的 CBrush 函数进行场地构造。

② 可选择攻防双方均随机生成(防守反击练习)或防守队员固定阵型练习两种模式, 每种模式都与

一模式对话框相关联,并定义按钮点击事件处理函数,进行相应模式下球员的渲染显示。

③ 若选择图 2 中的固定防守阵型练习模式,先进行场地的绘制(4-4-2、4-5-1、4-3-3、4-2-3-1),通过 CSAADView::On\*\*\*()函数进行展示。通过构造一个 CFont 的对象,然后使用此 CFont 对象的成员函数调整字体大小、颜色、样式等。if 语句判断用户选择的场地类型,根据用户选择进行下一步的操作。



图 2 固定阵型生成效果

Fig. 2 Generate effect of fixed formation

④ 若攻防双方均随机生成,则键盘键入进攻球员数(a)、防守球员数(b)和传球队员(c),程序通过在场地上建立坐标系并解决随机球员的重叠现实问题后绘制 a 个绿色点和 b 个红色点分别代表相应球员,蓝色点代表传球队员(c)。

⑤ 记录生成球员坐标[x][y],锁定球员位置并通过 CSAADView 打印得出情境,教练员和运动员根据情境进行交流学习选择,结合相关已定义的标志位,还能后续移动场上任一球员,进行下一步的跑位配合练习。

⑥ 用户可解除锁定后移动场上任意球员,完成后锁定放置防止误触,程序使用完毕后通过构建的 CSAADView::OnClean()函数清空所有球员。

⑦ 增加了图 3 中的画笔功能,使用者可以针对球员位置进行相应标记与解释。该画笔功能的实现基于鼠标事件的监听,包括鼠标点击,鼠标移动,

鼠标弹起。同时运用 MFC 框架的 Carry 动态数组,根据鼠标事件动态的添加数组元素,对笔迹进行保存,防止因 MFC 框架自身存在的窗口重绘问题以及与其他功能逻辑上的冲突导致画迹异常消失。

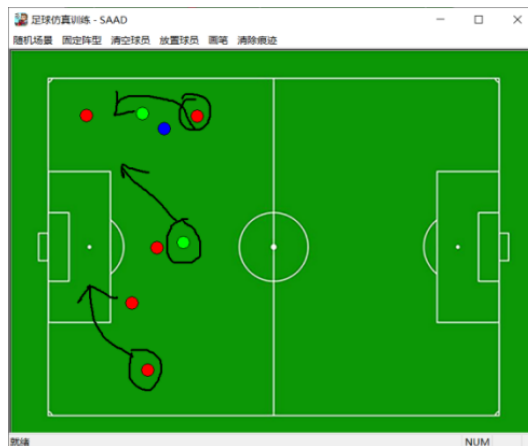


图 3 画笔功能

Fig.3 Brush function

⑧ 运行后得出情境,教练员和运动员根据情境进行交流学习选择,同时运用 MFC 的鼠标响应事件 LBUTTONDOWN 及 LBUTTONUP,结合相关已定义的标志位,还能后续移动场上任一球员,进行下一步的跑位配合练习。

后续待开发功能:

⑨ 与手指动作捕捉技术结合。通过手指动作捕捉设备获取用户的动作信息从而代替键鼠对程序进行操作,结合全息投影技术实现类似 3D 沙盘的效果。

手指动作捕捉方法设计:

1) 选取一个如图 4(由 NOKOV 度量光学三维动作捕捉公司提供)所示的动作捕捉场地并在场地内构造一个三维坐标系,用以记录场地内各个坐标点的位置变化。

2) 在五指指尖放置类似于图 5 的动作捕捉装置(后面简称捕捉装置),以一定频率发射信号,信号通过传输设备进入数据处理工作站,在软件中进行运动解算得到连贯的三维运动数据,从而获得运动目标的三维空间坐标,电脑端设置接收信号后会每个捕捉装置都作为一个坐标点。当动作捕捉装



置正式工作前, 电脑首先需要用户做五指分开的举手姿势, 从而判断并记录下每个坐标点对应的手指名称(如大拇指 A, 食指 B, 中指 C, 无名指 D, 小拇指 E), 然后再根据后续对应坐标点的移动来判断人手的动作, 从而对程序进行操纵<sup>[7]</sup>。

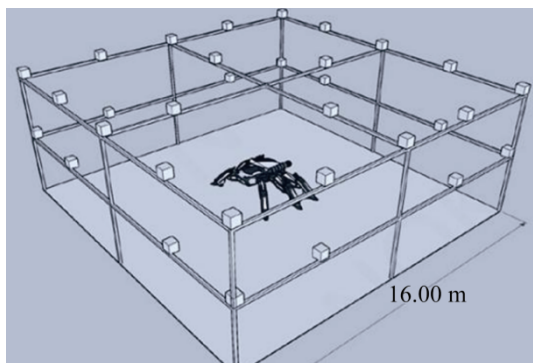


图 4 动作捕捉场地  
Fig. 4 Motion capture field



图 5 手指动作捕捉设备  
Fig. 5 Finger motion capture device

3) 将 5 个捕捉装置所在的位置用图 6 中的三维坐标表示出来, 例如  $A(X_1, Y_1, Z_1)$ ,  $B(X_2, Y_2, Z_3)$  等。

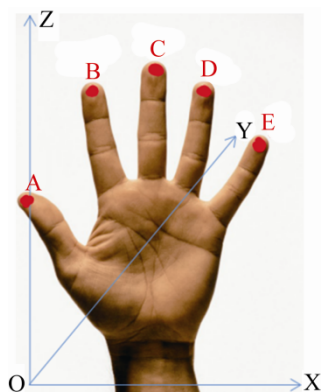


图 6 三维直角坐标系  
Fig. 6 Three dimensional rectangular coordinate system

4) 当发生位置发生变化时, 电脑后台会对坐标点进行更新, 并将更新前后的坐标进行对比从而判断出对应手指的对应动作。

5) 当 A 点和 B 点(即对应的大拇指和食指)在坐标系中的位置发生类似于图 7 中的变化, 例如  $A(22,30,28) \rightarrow A'(13,30,12)$ ,  $B(23,30,30) \rightarrow B'(34,30,42)$ 。

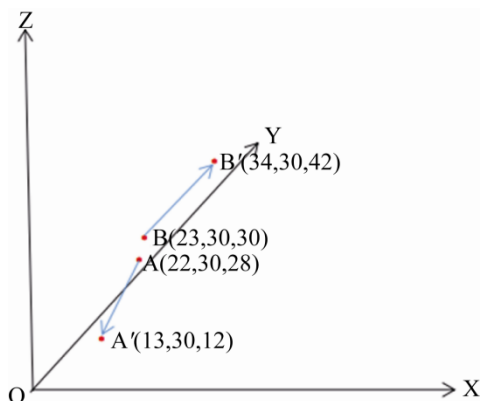


图 7 手指坐标变化  
Fig. 7 Figure of finger coordinate change

电脑分析坐标变化后发现用户做了一个拇指和食指分离的动作, 此时移动球员功能中的放置球员函数响应, 实现球员的移动功能。

6) 同理当发生拇指和食指内收(如图 8 所示)、五指并拢或者五指散开等动作时, 都能对应到功能函数库里的选择球员、缩小场地、放大场地等函数, 从而代替鼠标的点击操作。

坐标内敛, 食指和中指内收, 对应选择并抓起球员操作



图 8 手指位置变化  
Fig. 8 Diagram of finger coordinate change

7) 当手指间的坐标相对位置不变而整体坐标平移时, 系统判定属于鼠标移动活动, 此时只会监

听移动轨迹而不会对场上球员的位置产生影响。当手指的相对位置再次发生改变时,相应的放下球员、缩放界面的功能才会响应。以此类推,通过相似度匹配实现手势在线识别。

以下是手指捕捉与程序结合的部分伪代码:

```
Void recognition()
{
  When(1 finger moves):
    Run action(scroll the view); //当识别到一根手指移动时,运行视角移动功能
  When(2 finger moves):
    If(x1+&&x2-)&&(y1-&&y2+)
      Run action(drop the player); //当识别到两根手指移动,且坐标发生相对移动时,启用放置球员功能
    If(x1+&&x2-&&/(y1+&&y2-)
      Run action(pick up the player); //当识别到两根手指移动,且坐标发生相向移动时,启用拿起球员功能
  .....
}
```

⑩ 添加球员模式,选择该模式后用户会以第一人称操纵球员进行训练,并通过身体动作捕捉设备实时监测用户的各种身体动作,经过处理后将信息发送至电脑端,使得程序中的球员动作与用户同步;还可以根据用户关节活动的角度、动作幅度等因素决定足球的飞行距离、速度和轨迹,达到真正的模拟效果。

身体动作捕捉方法设计:

1) 通过类似于图 9 中的可穿戴的机械式来跟踪和测量运动轨迹,例如由多关节和刚性杠杆组成的传感器可以测定关节转动角度的变化情况。

2) 当用户完成传球、射门等动作时,电脑会根据人体下肢运动信息感知系统处变化的角度、连杆运动的速度和轨迹来判定用户力度的大小,从而对应改变虚拟足球飞行的高度和距离,达到针对足球运动轨迹研究<sup>[8]</sup>的目的(例如通过高尔夫球员挥

杆的速度、手臂转动的角度等条件模拟出高尔夫球运动的轨迹和速度)。



图 9 机械式动作捕捉系统  
Fig. 9 Mechanical motion capture system  
(转载自百度图片)

虚拟足球飞行的高度与用户击球点关系的仿真。把图 10 中的红色区域定义为有效击球区域,在不考虑击球部位的不同使足球旋转的情况下,击球点从 H1 向 H9 移动,虚拟足球会飞行地越来越高。通过记录用户击球点的位置(H1~H9)以及力量(F1~F9)对应地模拟出了虚拟足球飞行的高度和距离,见表 1 和表 2。



图 10 有效触球区域  
Fig. 10 Effective hitting area



表 1 击球点位置与力量变化对应的足球飞行高度  
Tab. 1 Position of hitting point and flying height of football corresponding to change of strength /m

位置	力量					
	F1	F2	F3	F4	...	F9
H1	0	0	0	0	...	0
H2	2	4	6	8	...	18
H3	4	6	8	10	...	20
H4	6	8	10	12	...	22
...	...	...	...	...	...	...
H9	30	32	34	36	...	46

表 2 击球点位置与力量变化对应地足球飞行距离  
Tab. 2 Position of hitting point and flying distance of football corresponding to change of strength /m

位置	力量					
	F1	F2	F3	F4	...	F9
H1	8	10	12	14	...	24
H2	7	9	11	13	...	23
H3	6	8	10	12	...	22
H4	5	7	9	11	...	21
...	...	...	...	...	...	...
H9	1	3	5	7	...	17

传感器关节角度变化的大小(如图 11 所示)与连杆运动的速度对虚拟足球轨迹的影响仿真。

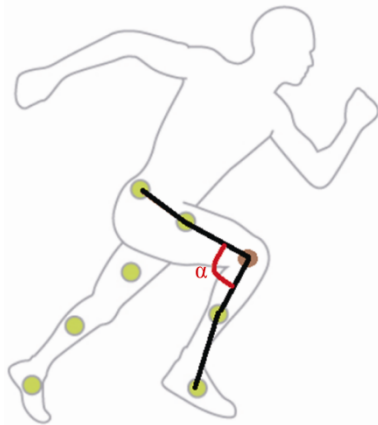


图 11 连杆的变化角度  
Fig. 11 Angle change of lever

通过记录传感器连杆夹角  $\alpha$  的变化以及连杆移动的速度并将数据导入到表 3 中从而实现不同击球力量和摆腿方式对虚拟足球飞行轨迹影响的模拟。实验中默认击球点为有效击球区域(图 10 红色部分)内的点且位置不变, 其中  $\alpha$  代表连杆角度

的变化程度,  $V$  代表连杆移动的速度, 将虚拟足球的飞行高度和距离记录在了表 3 和表 4 中。

表 3 连杆角度与速度变化对应的足球飞行高度  
Tab. 3 Angle of connecting rod and change of speed correspond to flying height of football /m

连杆角度	连杆移动速度 m/s					
	5	10	15	20	...	40
0	0	0	0	0	...	0
15°	1	4	8	16	...	18
30°	4	8	16	18	...	22
45°	5	10	17	20	...	23
...	...	...	...	...	...	...
90°	8	12	18	21	...	24

表 4 连杆角度与速度变化对应的足球飞行距离  
Tab. 4 Flying distance of football corresponding to angle and speed change of connecting rod /m

连杆角度	连杆移动速度 m/s					
	5	10	15	20	...	40
0	5	10	15	20	...	40
15°	7	12	17	22	...	42
30°	10	15	20	25	...	45
45°	12	17	22	27	...	47
...	...	...	...	...	...	...
90°	15	20	25	30	...	50

通过各设备获取的数据我们就可以把用户从触球前到球被射出后的整个过程进行仿真, 根据不同用户的发力习惯、触球点、摆腿幅度等因素对应地模拟出虚拟足球飞行的高度和距离, 整个工作流程如图 12 所示。

3) 电脑还可以根据穿戴者身上不同关节和连杆的空间位置来真实地模拟球员的身高、体型等身体特征并在模拟环境中按比例地呈现出来, 使得模拟效果更加真实。

⑩ 利用多人全身定位和交互系统, 线上进行训练。该模式下多名操作人在同一个 VR 空间内时的动作均可被记录并通过 HMD 看到其他操作人的动作, 实时地加载更新训练场景, 线上就可以开展足球训练或者比赛。并且可以根据不同穿戴者身上传感器的信息真实地模拟出穿戴者的身高、体型等个性化因素, 从而可以帮助用户直观地进行现场情

况的分析,做出正确的关于传球高度、角度和时间的决策。

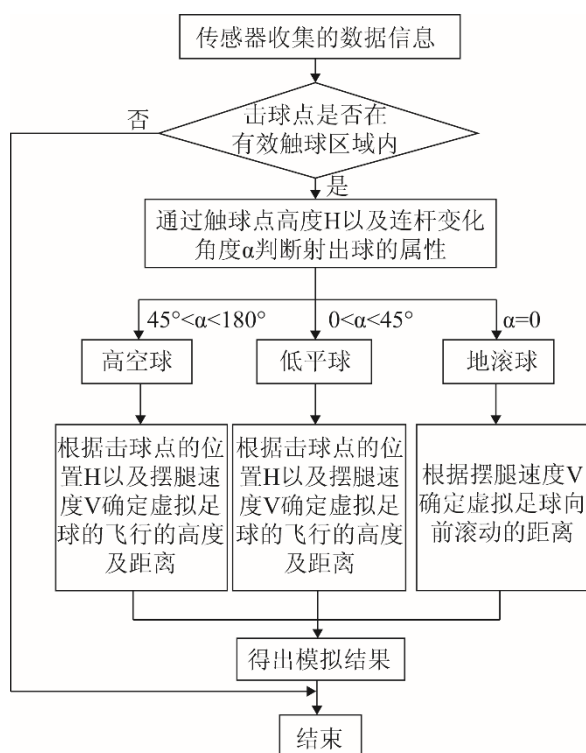


图 12 工作流程图  
Fig. 12 Work flow chart

## 4 程序发展前景

### 4.1 与虚拟建模工具(Blender)结合

由于技术受限,还无法熟练使用 Blender 进行 3D 建模,完善后可通过此工具构造一个沉浸式的 3D 环境,并让用户通过按钮来选择在该模式下进行模拟训练,使训练效果更逼真更有效,也能激发运动员的赛前状态,为正式比赛做准备。

### 4.2 结合眼动追踪、手指动作捕捉等技术

#### 4.2.1 眼动追踪技术的优势

##### 1) 减缓使用疲劳问题

目前绝大多数的 VR 设备都需要手动操作,时间长了以后会出现肌肉酸痛疲劳等问题。而利用眼动追踪技术则可以改善这种情况,增加使用乐趣。

##### 2) 提高运行速度,降低运行功耗

通过捕捉用户瞳孔动向,对关注点区域进行图

像加强,而非关注点的区域则可弱化处理。这样以来一方面可以提高数据处理速度,降低对 VR 设备或者硬件的要求,另一方面此设计也符合人眼的结构特点,给用户带来更高质量的体验。

#### 3) 精准度高,可操作性强

眼球定位技术的可行性已经毋庸置疑,现在也已经有了包括阈值分割、模板匹配、霍夫圆检测、灰度投影在内的定位方法,精准度非常高。再结合视线追踪技术便可轻松实现不用动手就能进行各种操作的要求。

#### 4.2.2 动作捕捉技术的优势

运动捕捉的优点是表演者活动范围大,无电缆、机械装置的限制,使用方便。采样速率较高,可以满足多数体育运动测量的需要。Marker 价格便宜,便于扩充。同时可以捕捉运动员的动作,便于进行量化分析,结合人体生理学、物理学原理,研究改进的方法,使体育训练摆脱纯粹的依靠经验的状态,进入理论化、数字化的时代。还可以把成绩差的运动员的动作捕捉下来,将其与优秀运动员的动作进行对比分析,从而帮助其训练。

#### 4.2.3 程序与眼动追踪技术结合的方法

通过 3D 建模后创造一个虚拟的环境并键入攻守球员,利用光学三维动作捕捉技术获取精确的操作者手指的动作信息和头戴式显示器等外部设备的位置,并将这些数据通过 VRPN 实时反馈到 CATIA、DELMIA、JACK 等仿真软件中,实现驱动和控制虚拟模型,观察和计算模型运动时与虚拟空间中的物体的关系与交互从而达到利用仿真软件实现对所开发系统的相关操作。

例如:新建一个例如 switch 的函数来识别设备空间状态的改变,利用手指动作捕捉设备(例如两指并拢、两指分开等动作)代替鼠标的按下、弹起等操作来移动球员,也可以利用函数识别五指的并拢、张开来放大缩小场地,从而可以根据攻守双方球员的站位、身高等不同因素选择最合适的传球路线和传球时机,使用效果更加真实、直观。

### 4.3 加入环境光照, 观众呐喊等音效

录入正式比赛中进球后的观众呐喊、喝彩声等音效, 保存到固定文件夹中, 当程序识别进球后通过函数自动调用该文件夹下的声音文档, 播放对应声音; 系统还可以预先录入不同的天气和光照状况背景图, 再利用 random 函数随机调用任意的天气和光照效果, 结合 3D 眼镜、3D 头盔等设备, 创造一种身临其境的感觉, 使得操作的趣味性大大加强。

### 4.4 完善代码

目前的版本只能在整体进攻训练使用, 后续会对代码进行完善, 加入进攻方固定阵型, 这样既可以练习整体进攻, 又能帮助教练员摆兵布阵, 积累防守经验。同时可以分块分位置练习二对一、多对多、定位球训练、跑位传球等技术, 真正实现多功能于一体。

### 4.5 连接扫描仪

可通过连接扫描仪并利用数字图像处理技术将比赛现场或视频录入程序, 系统自动识别双方球员并自动生成双方跑位图, 后台与数据库连接, 利用大数据云计算等技术根据程序内双方的位置变化制定最有效的攻防策略并实时反馈给教练员, 帮助教练员制定下一步的进攻或者防守策略。

### 4.6 利用多人全身定位和交互系统

利用多人全身定位和交互功能提供人体追踪模块, 使多名操作人在同一个 VR 空间内时的动作均可被记录并通过 HMD 看到其他操作人的动作。此时的交互将不再局限于头部和手部, 而是可以全身融入到虚拟环境中, 再加上部分外部道具的定位追踪(手柄、体感枪等)可使操作人与虚拟环境实现全方位的交互。这样以来便可以进行多用户多任务的操作。

### 4.7 VR+5G 模式的应用

随着 VR 生态第一链[云算链]的成功运行, 标

志着 VR+5G 共享算力生态模式正式诞生。不仅能满足个人感知、分析、判断与决策的需求, 还能实现工作、学习、生活、娱乐等不同娱乐场景下的流畅切换。教练员可不用亲自前往比赛场地, 利用 5G 网络居家就能实时观看比赛、远程制定指挥策略; 球员也可在枯燥的体能训练时利用该技术进行传球意识跑位意识等的训练, 提高时间利用率。

### 4.8 连接跑步机

受图 13 中模拟高尔夫设备的启发, 本程序还可以连接多方向跑步机, 感力屏幕等设备, 仅仅占用不到五平米的场地就可以进行一场足球比赛, 即使居住地附近没有球场也能进行比赛训练。通过局域网连接还能多人联机, 实现虚拟比赛对抗。



图 13 模拟高尔夫

Fig. 13 Simulated golf

## 5 结论

综上所述, 本文通过电脑编程模拟训练环境, 短时间内便可实现进攻策略的制定, 帮助球员培养传球意识, 选择正确的传球路线, 具有较高的实用性。后期还能与动作捕捉技术、眼动追踪技术以及现有的 VR 设备相结合, 提高操作的简便性和趣味性, 创造一种极度还原现实的场景, 效果显著。总而言之仿真技术在体育尤其是足球训练中的应用还需进一步研究, 如果能将二者最大限度地结合, 可为提升我国足球训练水平提供参考。

## 参考文献:

- [1] 刘秋月, 张矛矛. 虚拟现实技术在足球运动中的应用分析[J]. 运动, 2014(4): 92-94, 127.  
Liu Qiuyue, Zhang Maomao. Application of Virtual Reality Technology in Football[J]. Sports, 2014(4): 92-94, 127.
- [2] 金志宏. 借助足球电子游戏 促进青少年足球运动训练[J]. 运动训练学, 2016(25): 31-33.  
Jin Zhihong. To Promote the Football Training of Teenagers with the Help of Football Video Games[J]. Sports Training, 2016(25): 31-33.
- [3] 贺楠. 虚拟现实技术在足球训练中的应用研究[J]. 陕西咸阳: 科技论坛, 2015(24): 109-110.  
He Nan. Application of Virtual Reality Technology in Football Training[J]. Xianyang, Shanxi: Science and Technology Forum, 2015(24): 109-110.
- [4] 吴佳, 刘道星, 唐文妍, 等. 基于特征动作序列的动态手势识别方法[J]. 控制工程, 2020(7): 1-6.  
Wu Jia, Liu Daoxing, Tang Wenyan, et al. Dynamic Gesture Recognition Method Based on Feature Action Sequence[J]. Control Engineering, 2020(7): 1-6.
- [5] 卢元镇. 体育社会学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.  
Lu Yuanzhen. Sports Sociology[M]. Beijing: Higher Education Press, 2002.
- [6] 宋志刚, 孔凡明, 张峻. VR 虚拟现实技术对中国少年足球战术训练的应用研究[J]. 北京: 校园足球, 2018(1): 65-66, 115.  
Song Zhigang, Kong Fanming, Zhang Jun. Research on The Application of VR Virtual Reality Technology to Chinese Juvenile Football Tactical Training[J]. Beijing: Campus Football, 2018(1): 65-66, 115.
- [7] 孙建, 余永, 葛运建, 等. 可穿戴型下肢助力机器人感知系统研究[J]. 微纳电子技术, 2007(7): 353-357.  
Sun Jian, Yu Yong, Ge Yunjian, et al. Research on Perception System of Wearable Lower Limb Assist Robot[J]. Micro Nano Electronic Technology, 2007(7): 353-357.
- [8] 罗逸苇. Vicon 三维运动捕捉系统在人体运动分析中的应用[J]. 浙江工贸职业技术学院学报, 2007(1): 40-43.  
Luo Yiwei. Application of Vicon 3D Motion Capture System in Human Motion Analysis[J]. Journal of Zhejiang Industry & Trade Vocational College, 2007(1): 40-43.

## 附录:

## 核心模块伪代码

本程序设计的初衷是使训练脱离场地限制, 更加便捷化。因此与之密切相关的球员任意放置功能是本软件最核心的模块之一, 特此做出详细描述。

C++的 MFC 框架提供了绘制二维平面图形的方法, 本程序在借助这些方法的基础之上, 通过对鼠标点击与弹起事件的监听, 重新根据坐标渲染窗口, 从而实现了动态的移动效果。

## 算法基本思想如下:

首先生成球员并记录生成球员的位置坐标:

```
BOOL da = 0; //放置进攻球员标志位
```

```
BOOL dd = 0; //放置防守球员标志位
```

```
BOOL dp = 0; //放置传球球员标志位
```

```
BOOL uplock = 0; //点击位置为球员标志位
```

```
int id; //临时记录坐标数组下标
```

```
int xya[10][2]; //随机绘制时保存进攻球员坐标
```

```
int xyp[1][2]; //随机绘制时保存传球球员坐标
```

```
int xyb[11][2]; //随机绘制时保存防守球员坐标
```

```
int xxyy[11][2]; //固定阵型中随机绘制时保存进攻球员坐标
```

```
int xxyyp[1][2]; //固定阵型中随机绘制时保存传球球员坐标
```

然后通过各种鼠标监听函数实现移动球员的操作:

```
监听鼠标点击函数
```

```
OnLButtonDown(){
```

```
x = point.x; //鼠标 X 坐标
```

```
y = point.y; //鼠标 Y 坐标
```

```
If(识别放置球员类型){
```

```
For(j = 0; j < 对应坐标数组长度; j++){
```

```
xp = 球员 X 坐标
```

```
yp = 球员 Y 坐标
```

```

if ((x > xp) && (x < xp + 20)){
if ((y > yp) && (y < yp + 20)) {
id = j
uplock = 1;
} else {绘制该球员}
} else {绘制该球员}
}
}
}

```

监听鼠标弹起函数

```

OnLButtonUp(){
x = point.x; //鼠标 X 坐标
y = point.y; //鼠标 Y 坐标
If(识别放置球员类型){
If(uplock){
定义画笔
坐标数组[id][0] = x
坐标数组[id][1] = y
重新绘制球员
id = 0
uplock = 0
}
}
}
}

```

基于上述关于球员的模拟对位模块, 增加画笔功能, 使用者可以针对球员位置进行相应标记与解释。该画笔功能的实现基于鼠标事件的监听, 包括鼠标点击, 鼠标移动, 鼠标弹起。同时运用 mfc 框架的 CArray 动态数组, 根据鼠标事件动态的添加数组元素, 对笔迹进行保存, 防止因 MFC 框架自身存在的窗口重绘问题以及与其他功能逻辑上的冲突导致画迹异常消失。代码具体设计思想如下:

```

int listsize = 0; //点数组长度
int bpointsize = 0; //断点数组长度
CArray<CPoint, CPoint&>list; //点动态数组
CUIntArray breakpoint; //存放断点

```

```

BOOL pen = FALSE; //画笔标志位
BOOL start = FALSE; //开始绘制标志
int rad = 0, green = 0, blue = 0; //画笔颜色 rgb
值, 默认黑色
int size = 3; //画笔线条粗细度, 默认 3 号
int cleanmark = 0; //清除画迹标志位
int flag = 0; //断点标志位
用户须首先点击解锁画笔按钮:
Onpen(){
pen = TRUE;
lock = 0; //移动球员同样需要监听鼠标事件,
防止与其冲突
cleanmark = 0; //默认保存画迹
}
然后通过鼠标监听函数完成画笔的各种操作:
鼠标点击事件监听
OnLButtonDown(){
if (pen) {
cleanmark = 0; //清除痕迹后再次绘制时默认
保存画迹
start = TRUE; //开始绘画
增加 list 元素, 保存点
增加 breakpoint 元素, 保存断点
}
}
鼠标移动事件监听
OnMouseMove(){
if (pen && start) {
使用者自定义画笔
两点之间划线
增加 list 元素, 保存点
}
}
鼠标弹起事件监听
OnLButtonUp(){
if (pen) {
start = FALSE; //停止绘画

```



```
    }
    }
    清除痕迹
    OnCleanmark(){
    清空 list
    清空 breakpoint
    cleanmark = 1;
    }
    窗口重绘时重绘画迹
    if (listsize > 0 && cleanmark == 0) {
    for (int j = 1; j < listsize; j++) {
        flag = 0;
        for (int k = 1; k < bpointsize; k++) {
            if (j == breakpoint.GetAt(k)) {
                //j 号点是断点，不绘制
                flag = 1;
            }
        }
        if (flag == 0) {
            链接第 j 和 j-1 号点，画线
        }
    }
    }
```