



北京航空航天大学
B E I H A N G U N I V E R S I T Y

第二十四届“冯如杯”学生创意大赛

足球越位测定仪

摘要

足球是现代最受欢迎的体育项目，紧张激烈的比赛伴随着精彩的进球吸引着观众的眼球。而足球场上经常会出现利用越位获取进攻优势继而可能获取进球，或者因为裁判判断失误而错误地将未越位判断为越位。越位测试仪正是利用现有的鹰眼定位系统配合颜色传感器测定队员球衣颜色，距离传感器测量球员距离门线的远近，进而由计算机程序判断球场上进攻方是否越位从而帮助裁判公平的裁决比赛。

关键词：

越位测定仪；图像识别；传感器

Abstract

Football is the most popular modern sport all over the world. The intense competition with wonderful goals attract the attention of the audience. But in the football match it often occurs that the offensive use the offside to get the advantages of attacking, which may acquire a goal. The “offside-measure machine” combines the Hawkeye with the color sensor and the range sensor ,which can identify the jersey’s color and the distance. And then through the computer program to analysis the offside.

Keywords: “offside- measure machine”, sensor

目录

一、引言	1
1.1 创意来源	1
1.2 国际球场相关产品	2
1.3 项目创新点	2
二、越位测试仪原理及可行性	2
2.1 鹰眼系统原理介绍	2
2.2 Carios GLT 系统介绍	3
2.3 越位测试仪	4
2.3.1 测试仪原理	4
2.3.2 越位仪原理图分析	5
2.3.3 系统运行流程	6
2.4 可行性分析	6
2.4.1 国际比赛中系统的稳定性	6
2.4.2 相关技术难题以及问题的处理	7
三、应用前景分析	7
结论	7

一、引言

1.1 创意来源

世界上有很多足球迷，经常看世界杯，欧冠，西甲，英超等欧洲顶级联赛。精彩的进球往往让人们球迷津津乐道，而越位这个词的出现不仅会影响比赛队员的士气，影响球迷的观球激情，更会改变场上局势，左右比赛胜利，甚至造成足球场上的球迷骚动等负面影响。还记得 2010 年南非世界杯上 1/8 决赛阿根廷对阵墨西哥特维斯的进球以及西班牙对阵葡萄牙比利亚的进球都是明显的越位进球，直接影响了比赛结果。据国际足联及欧足联统计，平均每场球赛至少出现 5 次越位判罚，而边裁可能因为客观因素判罚失误，导致不公平出现。

如今的足球比赛采取各种各样的方法来维持公平竞赛，如足球门线技术，泡沫喷雾剂定位任意球等。但越位判罚任然是足球比赛中重要的一部分。而目前足球比赛都是靠边裁来裁决是否越位，往往可能出现严重失误。

为了足球比赛的精彩性与公平性，为什么不开发一种越位测试仪来帮助边裁呢？足球越位测定仪就是利用现有的电传系统开发的一种测定足球比赛仪器。



图 1 足球比赛中的越位镜头

1.2 国际球场相关产品

足球门线技术：2010 年南非世界杯英德大战，兰帕德的射门已经进了门线却被误判为没进，直接导致球员情绪失常，比赛失利。同时近几年出现了很多门线进球误判的案例，于是国际足联开发了一套门线监控系统，即所谓的门线技术：一种鹰眼术，在球场上安装 8 台高速摄像装置来追踪足球的运行轨迹。该系统的软件会用三角测量法去定位球的位置，一旦球越过门线，系统便会发出无线电信号到裁判的手表上，告诉裁判进球了。国际足联要求整个装置需要在 1 秒内完成。

网球比赛“鹰眼技术”：用高速摄像机追踪网球的运行轨迹的技术，现在也用到足球比赛门线技术中。

奥运会终点线撞线测量系统：国际田径比赛往往存在两个运动员几乎同时经过终点线的情况，该系统就是利用高速摄像机拍照撞线瞬间的照片分析是哪个运动员先过终点线。

1.3 项目创新点

越位测定仪能帮助裁判正确的判决存在争议的越位情况。

- 1) 将仪器测定越位变为现实，使足球比赛更加公平公正；
- 2) 将传感器与现在市面上的鹰眼摄像系统结合起来形成一个更全面，更高级高效的赛场辅助装置；
- 3) 使现有的鹰眼系统和门线技术更加实用化，发挥更多的技术优势。

二、越位测试仪原理及可行性

2.1 鹰眼系统原理介绍

“鹰眼”的正式名称是“即时回放系统”，它的技术原理并不复杂，只是十分精密。这个系统由 8 个或者 10 个高速摄像头、四台电脑和大屏幕组成。首先，借助电脑的计算把比赛场地内的立体空间分隔成以毫米计算的测量单位；然后，利用高速摄像头从不同角度同时捕捉网球飞行轨迹的基本数据；再通过电脑计算，

将这些数据生成三维图像；最后利用即时成像技术，由大屏幕清晰地呈现出网球的运动路线及落点。从数据采集到结果演示，这个过程所耗用的时间，不超过 10 秒钟。

鹰眼系统采用三角定位法确定足球运动轨迹如图所示

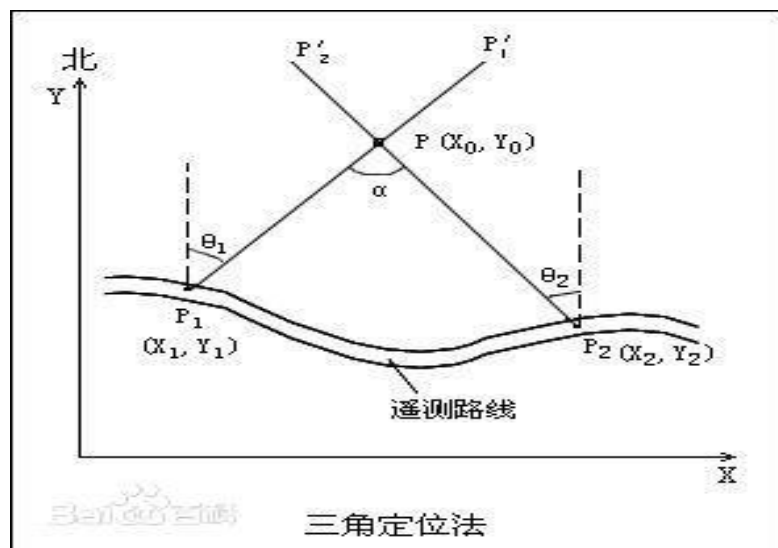


图 2 三角定位法原理

2007 年 3 月，英超联盟宣布：引入鹰眼系统已经写入了比赛条例。这就是说，继网球、板球后，英超联赛成了这项高科技手段得到运用的第三个赛场。

2.2 Carios GLT 系统介绍

系统介绍：此系统由阿迪达斯与 Cairos Technologies AG 联合开发。在足球中植入 RFID 芯片，此系统由装于禁区下和门线后的细缆线构成。电缆中的电流会产生磁场，当球在球门区域时，该磁场可由球中的传感器接收。球中的传感器会测量磁场并将球的位置信息传给球场周围的接收器并转发给中枢计算机。计算机会根据数据来计算球是否穿过球门线，当确认得分时，电脑会向佩戴特制手表的裁判发送进球信号。上述一系列动作可以在微秒量级的时间内发生。

工作原理：RFID 技术的基本工作原理并不复杂：标签进入磁场后，接收解读器发出的射频信号，凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息（Passive Tag，无源标签或被动标签），或者主动发送某一频率的信号（Active Tag，有源标签或主动标签）；解读器读取信息并解码后，送至中央信息系统进行有关数据处理。

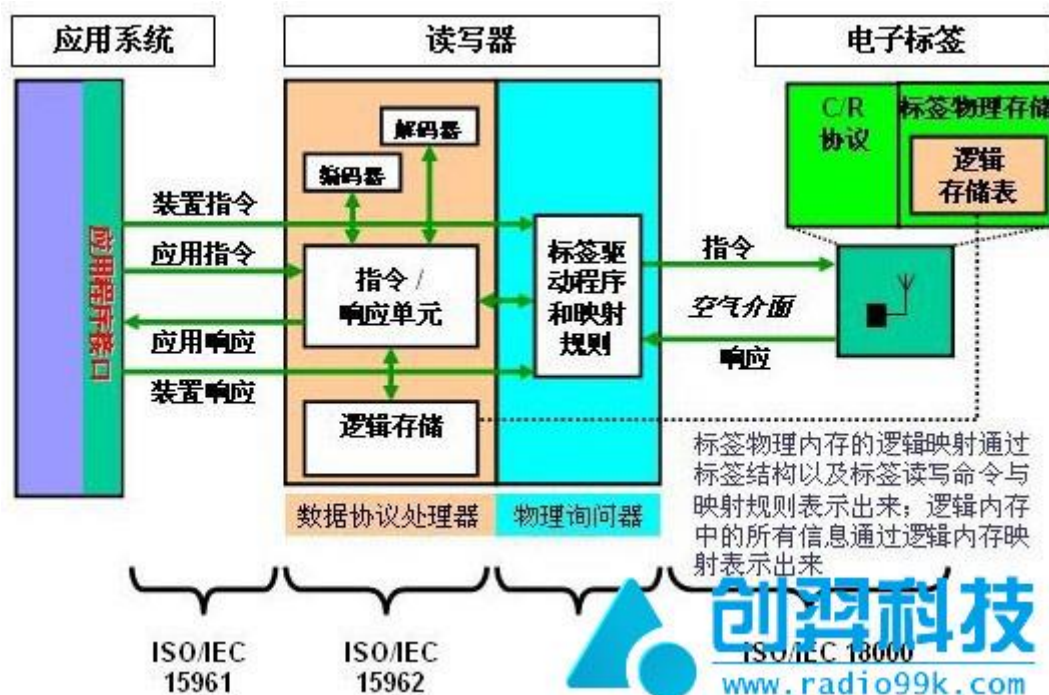


图 3 Carios GLT 流程图

2.3 越位测试仪

2.3.1 测试仪原理

越位仪基于鹰眼原理及 Carios GLT 技术，根据足球场上的越位规则进行测试。Carios GLT 技术可以配合鹰眼系统随时监控足球的运动轨迹，而越位测试仪则新加了颜色传感器和距离传感器。因为每次比赛双方穿着有明显颜色区别的球衣，所以利用颜色传感器和鹰眼系统可以有效辨别哪一方球员控制着足球。同时 Carios GLT 系统和距离传感器可以随时测定足球和运动员距离门线的距离。距离传感器实时测量距离门线最近的运动员，颜色传感器可以分析该运动员的球衣颜色，如果是进攻方的球衣颜色，表明此时进攻方在传球瞬间已经有人比最后一名防守方后卫离球门近，即已经处于越位位置。如果不是进攻方球衣颜色，则不越位。这三个系统将数据集中传给计算机分析，时间不超过 5 秒，最终计算机将判定结果传到主裁和边裁的手表中。

2.3.2 越位仪原理图分析

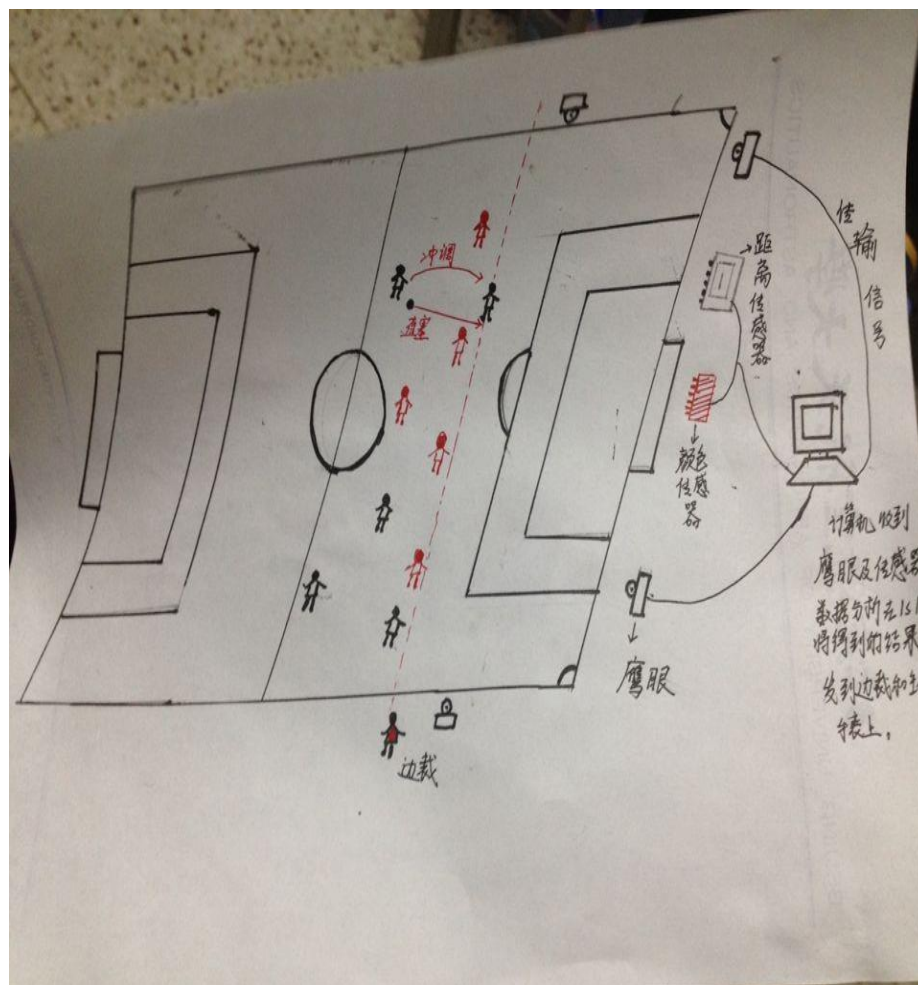


图4 越位仪原理图

如图，进攻方控制球，鹰眼随时监控着足球的位置，鹰眼系统旁是颜色传感器实时监控着球衣颜色，当进攻方传球的瞬间，颜色传感器与距离传感器测试离球门最近的进攻方球员的球衣颜色，并将数据传到计算机，计算机分析这名接球队员与最后一名防守方后卫离球门距离的大小，从而判断是否越位。

2.3.3 系统运行流程

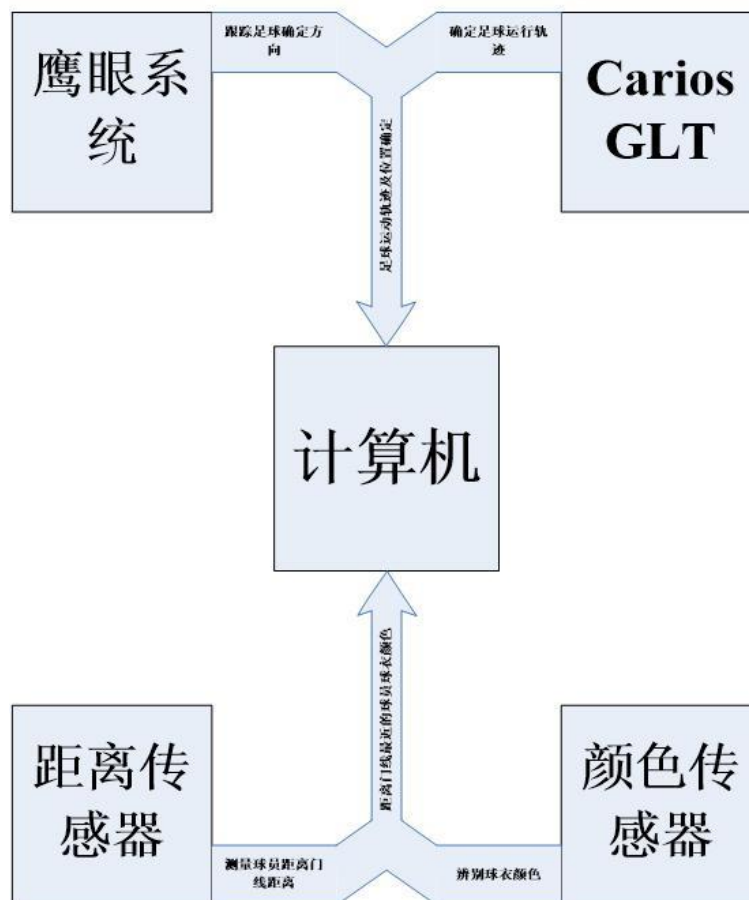


图 5 足球越位测定仪流程图

2.4 可行性分析

2.4.1 国际比赛中系统的稳定性

2007 英超联赛就有意引进一种足球比赛图像控制系统，有利于分析比赛以及回放比赛精彩镜头和分析越位等，使比赛更加公正，电视转播更加具体。早在 2004 年网球场就已经引进了鹰眼系统，经过多次实验和测试，现如今的比赛中，鹰眼系统已经能够完美的跟踪球的运行轨迹了，效果非常理想。而在 2013 年南美解放者杯比赛中就引入了门线技术，联合会杯足球邀请赛也应用了 Carios GLT 技术，这使得足球越位测定仪能够有实现的可能性。

2.4.2 相关技术难题以及问题的处理

足球越位测定仪的思路就是为了能够协助边裁判决一些是否“越位”比较难判断的情况。裁判对一般判罚都能掌握的很好，这时越位测定仪的信息边裁可以不用多考虑。但当出现争议情况时，越位测定仪已经由计算机分析将得到的结论传给边裁，边裁可以结合自己的主观判断做出判罚。

技术难题主要是如何将颜色传感器和距离传感器结合起来，这需要计算机编程人员帮助设计一个程序来处理这两个信号，距离传感器测到距离球门最近的球员，颜色传感器分析该球员的球衣颜色，需要一个程序能将这两个信号结合成是否越位的信息。

足球越位测定仪目前已经有相关产品的理论基础，具体实现起来还得许多实验，需要足球人士，计算机编程人员以及传感器研究人员的配合。面对现在足球比赛公平公正性的要求，越位测定仪将是呼之欲出的。

三、应用前景分析

现代足球是世界上最流行的竞技体育，竞技体育经常有各种各样的规则，足球比赛也不例外，越位规则是足球比赛中重要的规则。足球作为世界第一运动，却有着最落后、最不公平的规则。裁判一个错误的判罚可能令一支队白费几年心血、令一个国家的球迷伤心不已。开篇我们说过越位的判罚可能会受各种因素的影响，如果判罚失误，将给球员，球迷带来伤害，甚至直接影响比赛结果。目前国际足联和欧足联正在使足球比赛越来越公平，如引进门线技术，泡沫剂划定任意球线等科学技术帮助裁判，而目前正缺乏一种帮裁判判罚不明显的越位球的仪器。越位判决仪正能解决这个问题，使足球比赛更公平。

同时，成本问题并不是大问题，和现在新建一个球场需要的资金相比，安装越位仪只是零头而已，国际足联也在准备将门线技术引进巴西世界杯，相信不久的将来，越位仪终将出现在足球场上。

结论

欧足联和国际足联一直致力于使足球比赛更加公平，以至于门线技术、泡沫喷雾剂定位任意球位置等技术运用到足球比赛中，而目前却没有一套系统能帮助边裁来判决

是否越位，而如今比赛越位判罚越来越重要，从各方面影响着足球的发展，所以越位测定仪是非常需要出现在未来足球比赛中的。

我从目前足球比赛中运用的协助系统出发设计了足球越位测定仪，当然没有进行过试验，还需许多改正，但国际足联如果要设计辅助边裁判决的越位仪器，我想我的设计可以提供参考，相信不久的将来足球场上终将出现越位测定仪的身影使得足球比赛更加公平。

[参考文献]

- [1]邱茂林, 马颂德, 李毅; 计算机视觉中摄像机定标综述[J]; 自动化学报; 2000 年
- [2]杜威, 李华; 足球比赛场景的三维重建和动画生成[J]; 计算机应用; 2000 年
- [3]陈家胜, 罗小彬, 葛学峰, 王欣; 一种新型颜色传感器设计[J]; 传感技术学报; 2003 年 04 期
- [4]邵磊, 赵京, 张乃龙; 基于超宽频距离传感器的移动目标定位系统[J]; 传感器与微系统; 2013 年 11 期
- [5]孙贤斌; 李德华; 尹杰; 三位彩色扫描系统定标[J]; 武汉大学学报 (理学版); 2007 年 05 期