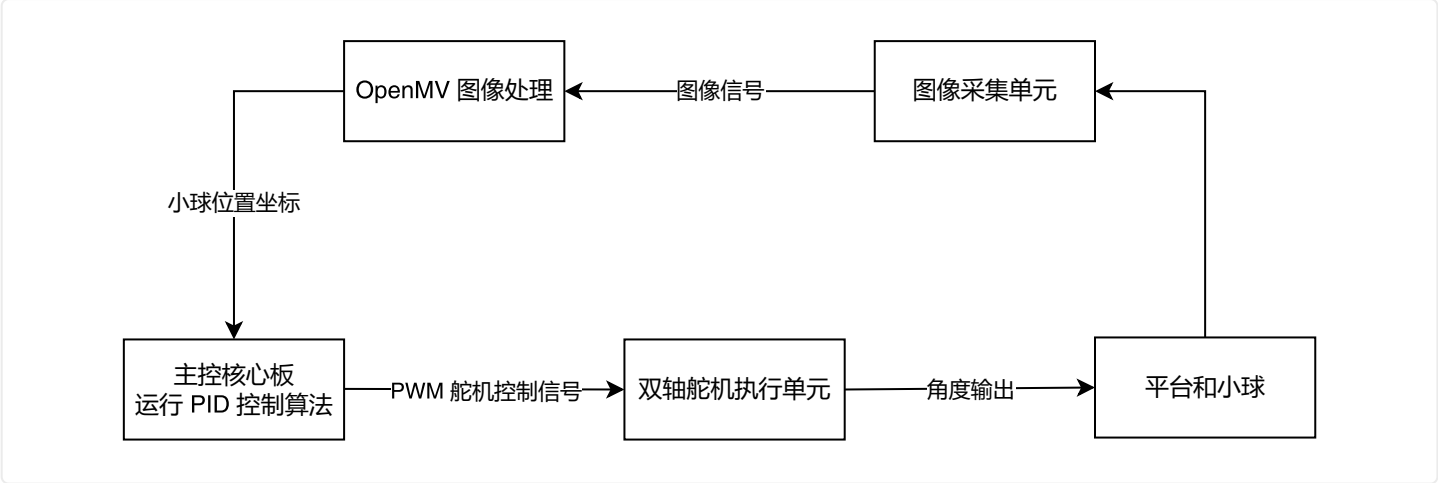


简介：

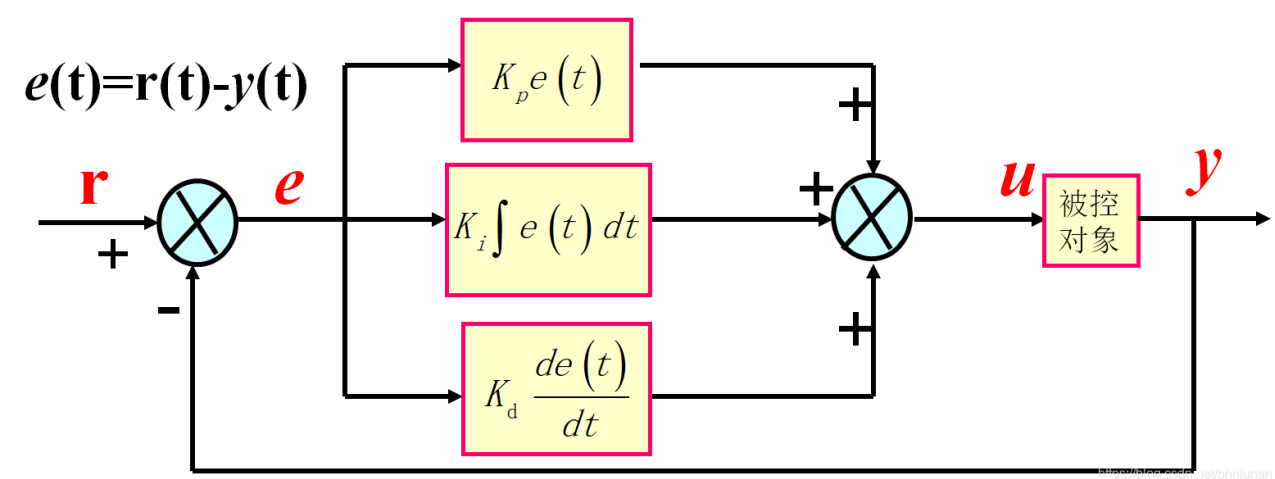
板球系统的基本架构就是在一块可倾转的平台上放置一个可滚动的小球，通过机器视觉对摄像头采集的图像进行处理并将小球在平台上的位置信息反馈给主控，结合一定的控制算法，驱动平台下方的舵机带动板子倾转，实现对小球位置的闭环控制。

并通过 Atom Pocket 物联网终端进行数据双向通信实现调参及远程控制

控制系统流程图如下：



PID 控制算法设计



$$U(t) = kp(err(t) + \frac{1}{T_I} \int err(t)dt + \frac{T_D derr(t)}{dt})$$

PID 控制作用中，比例作用是基础控制；微分作用是 用于加快系统控制速度；积分作用是用于消除静差。

只要比例、积分、微分三种控制规律强度配合适当， 既能快速调节，又能消除余差，可得到满意控制效果。

Kp 较小时，系统对微分和积分环节的引入较为敏感，积分会引起超调，微分可能会引起振荡，而振荡剧烈的时候超调也会增加。

Kp 增大时，积分环节由于滞后产生的超调逐渐减小，此时如果想要继续减少超调可以适当引入微分环节。继续增大 Kp 系统可能会不太稳定，因此在增加 Kp 的同时引入 Kd 减小超调，可以保证在 Kp 不是很大的情况下也能取得较好的稳态特性和动态性能。

Kp 较小时，积分环节不宜过大，Kp 较大时积分环节也不宜过小（否则调节时间会非常地长），当使用分段PID，在恰当的条件下分离积分，可以取得更好的控制效果。原因在于在稳态误差即将满足要求时，消除了系统的滞后。因此系统超调会明显减少。

选型：

上位机终端	Atom Pocket 物联网终端
主控	ESP32-S3 N16R8 核心板
运动控制单元	S20F 20KG数字舵机 * 2
图像采集单元	OpenMV H7 Plus 视觉开发平台
平台	300 * 300 * 3mm 黑色亚克力板
小球	1.8cm 白色硬质氧化锆小球
电池	WHEELTEC 12V 1800mAh 锂电池组
降压稳压模块	LM2596 多路稳压模块

硬件设计：

板球系统的平台下方几何中心处设有一个万向节，用连接杆将该平台支撑起来，在平台两侧下方使用连杆将两个舵机接到连杆支架上

开发环境：

开发框架：Clion + PlatformIO

硬件平台：

- Flex-Ball 板球控制平台：OpenMV + ESP32-S3 (N16R8)
- Atom-Pocket 物联网终端平台：ESP32S3 (N8R2) + 320 * 230 TFT_LCD

外部调用库：

- Flex-Ball 板球控制平台：
 - FreeRTOS 实时操作系统
 - ESPServo 数字舵机控制
 - FastLED WS2812 RGB 驱动
 - ESPNow ESP32 双向通信支持
- Atom-Pocket 物联网终端平台：

LVGL	轻量级嵌入式图形库
ESP32Encoder	旋转编码器驱动
TFT_eSPI	TFT LCD 屏幕驱动

自建库：

Flex-Ball 板球控制平台：

CamSerial	从串口接收小球坐标数据包并解析
LED	RGB 系统状态指示库
PIDController	PID 算法控制器
ServoController	舵机控制器
SysTasks	FreeRTOS 系统任务调度

Atom-Pocket 物联网终端平台：

Atom-UI 应用层：

Apps	Atom UI 应用管理
HomeApps	主页应用注册
ResourcesPool	资源池
SideBar	系统侧边栏组件
StatusBar	状态栏组件
PageManager	系统页面管理器
UIGroup	UI 操作组

Common 抽象层：

FileManager	文件系统管理器
Log	日志输出
MessageManager	系统消息发布订阅管理器
Time	系统时间管理器
TimerManager	LVGL 定时器管理器
WiFi	ESP32 Wi-Fi 通信管理器

Dirvers 驱动层：

Battery	电池电压采集及充放电状态控制
Display	显示屏驱动及背光动画控制
Encoder	旋转编码器设备注册及按键采集
IO_Map	IO 端口分配
SD_Card	SD 卡读写操作
System	系统状态监测