



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101738139 A

(43) 申请公布日 2010.06.16

(21) 申请号 200910266663.7

(22) 申请日 2009.12.31

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 李岩 宋振丰 于洋 王建军
路明 于国权 崔爽 杨词银
李姜

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

F41G 1/54 (2006.01)

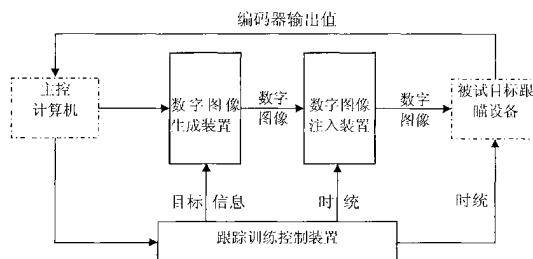
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

图像注入式目标模拟器

(57) 摘要

本发明涉及一种数字图像注入式的目标模拟器,该模拟器的跟踪训练控制装置接收主控计算机发送来的目标初始参数及目标跟瞄设备参数,实时计算出目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,并将其发送到数字图像生成装置;数字图像生成装置接收主控计算机发送来的图像帧频、图像大小和图像深度,根据目标在图像画幅中所占的像素数和脱靶量生成目标,调用跟踪训练控制装置中存储的背景图像数据,并将目标与背景图像合成后实时送给数字图像注入装置;数字图像经数字图像注入装置进行接口匹配后传送给图像处理系统。本发明能够模拟目标的动态飞行,从而在不开启红外相机的情况下完成对设备的仿真检测和操作训练任务,大大减少了训练成本。



1. 一种数字图像注入式的目标模拟器,其特征在于包括跟踪训练控制装置,数字图像生成装置,数字图像注入装置;跟踪训练控制装置接收主控计算机发送来的目标初始参数及目标跟瞄设备参数,利用目标轨迹方程实时计算出目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,并将其发送到数字图像生成装置;数字图像生成装置接收主控计算机发送来的图像帧频、图像大小和图像深度,根据目标在图像画幅中所占的像素数和脱靶量生成目标,调用跟踪训练控制装置中存储的背景图像数据,并将目标与背景图像合成,最后,将合成后的数字图像实时送给数字图像注入装置;数字图像经数字图像注入装置进行接口匹配后传送给目标跟瞄设备的图像处理系统。

2. 根据权利要求1所述的数字图像注入式的目标模拟器,其特征在于所述跟踪训练控制装置包括Nios II SOPC系统及作为该系统运行内存和外存的SDRAM存储器和FLASH存储器;背景图像数据预先烧写于FLASH存储器中;Nios II SOPC系统通过RS422-RS232转换接口与主控计算机连接,接收主控计算机发送来的目标初始参数及目标跟瞄设备参数,利用目标轨迹方程实时计算出目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,并将其发送到数字图像生成装置。

图像注入式目标模拟器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种目标模拟器,特别设计一种数字图像注入式目标模拟器工程应用。

背景技术

[0002] 目标模拟器的主要使命是完成操作手对光电跟瞄设备的操作训练和实现对整个光电跟瞄系统的动态检测。通过增加操作手对设备的实际操作训练,一方面可以考核其业务能力,另一方面也可以完成对设备的检测和日常维护。因此,靶场试验基地需要这样专门的、低成本而又高效率的模拟训练器。

[0003] 在国外,对于光电跟瞄设备仿真训练的研究,目前还没有查找到相关的研究成果。而我国在操作手仿真训练方面已经取得了一些研究成果,但这些研究成果从内容上看,都是属于纯计算机仿真训练系统,脱离了具体的跟瞄设备,在跟踪捕获慢速目标方面,能达到很好的训练效果,而相对于捕获高速运动目标,效果就不是很理想;从使用情况看,现有的装备仿真训练系统功能单一,且很难在接近真实的飞行条件下进行训练;另一方面,模拟训练不能实现闭环的要求,也无法实现对光电跟瞄设备的动态仿真检测。

[0004] 因此,研究开发一套能够提供真实的目标飞行轨迹、实现对目标跟瞄设备的动态检测以及完成闭环训练的模拟训练系统,具有一定的工程意义。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种能够提供真实的目标飞行轨迹,从而实现对目标跟瞄设备的动态检测以及完成闭环模拟训练的数字图像注入式目标模拟器。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明的数字图像注入式的目标模拟器包括跟踪训练控制装置,数字图像生成装置,数字图像注入装置;跟踪训练控制装置接收主控计算机发送来的目标初始参数及目标跟瞄设备参数,利用目标轨迹方程实时计算出目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,并将其发送到数字图像生成装置;数字图像生成装置接收主控计算机发送来的图像帧频、图像大小和图像深度,根据目标在图像画幅中所占的像素数和脱靶量生成目标,调用跟踪训练控制装置中存储的背景图像数据,并将目标与背景图像合成,最后,将合成后的数字图像实时送给数字图像注入装置;数字图像经数字图像注入装置进行接口匹配后传送给目标跟瞄设备的图像处理系统。

[0007] 所述跟踪训练控制装置包括 Nios II SOPC 系统及作为该系统运行内存和外存的 SDRAM 存储器和 FLASH 存储器;背景图像数据预先烧写于 FLASH 存储器中;Nios II SOPC 系统通过 RS422-RS232 转换接口与主控计算机连接,接收主控计算机发送来的目标初始参数及目标跟瞄设备参数,利用目标轨迹方程实时计算出目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,并将其发送到数字图像生成装置。

[0008] 本发明能够利用主控计算机发送来的目标初始参数、目标跟瞄设备参数及目标轨迹方程实时计算出目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,生成目标后,将其与背

景图像数据合成为一幅数字图像,注入到目标跟瞄设备的数字图像处理系统中,从而实现目标动态飞行及目标环境的构建。本发明能够模拟目标的动态飞行,从而在不开启红外相机的情况下完成对设备的仿真检测和操作训练任务,大大减少了训练成本。本发明实现简单方便、可操作性强。

附图说明

[0009] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0010] 图 1 为本发明的数字图像注入式目标模拟器的结构框图。

[0011] 图 2 为实现本发明的硬件电路结构框图。

[0012] 图 3 为 FPGA 主控模块结构框图。

[0013] 图 4 为 Nios II SOPC 系统结构框图。

[0014] 图 5 为异步 FIFO 模块结构框图。

[0015] 图 6 为目标空间坐标系示意图。

[0016] 图 7 为目标生成及背景合成模块流程图。

具体实施方式

[0017] 如图 1 所示,本发明的数字图像注入式的目标模拟器包括跟踪训练控制装置、数字图像生成装置和数字图像注入装置。

[0018] 跟踪训练控制装置的主要功能:一是接收主控计算机发送来的目标的起始参数(包括目标的起始点、目标高度、目标速度、目标大小),目标跟瞄设备参数(包括光学焦距、半视场角、CCD 尺寸、设备方位角和设备俯仰角),实时采集并解算出目标跟瞄编码器输出的方位角 A 值和俯仰角 E 值;二是仿真试验设定(即模拟目标的飞行轨迹设定目标轨迹方程),从而对仿真试验进程进行控制;三是将目标的起始参数和目标跟瞄设备参数代入目标轨迹方程对目标运动轨迹进行实时计算;并将计算出的目标在数字图像画幅所占中的像素数和脱靶量发送到数字图像生成装置;四是存储背景图像数据。

[0019] 数字图像生成装置主要作用是负责整个生成数字图像的时序控制。数字图像分为两个部分,一部分是背景图像,一部分是目标图像。该装置的主要功能:一是接收主控计算机发送来的图像帧频、图像大小和图像深度;二是实时接收由跟踪训练控制装置发送来的目标在数字图像画幅中所占的像素数和脱靶量,并生成目标,同时调用背景图像数据,将目标与背景图像合成一幅数字图像,三是将合成的数字图像实时送给数字图像注入装置。

[0020] 数字图像注入装置提供数字图像注入接口,并负责数字图像数据通信控制,其通信和接口应与被试目标跟瞄设备一致。本发明中数字图像注入装置对数字图像数据进行 Camera Link 接口匹配,采用 Camera Link 接口芯片与被试目标跟瞄设备的图像处理系统连接。Camera Link 接口标准使用每条链路需两个导线的低压差分信号(LVDS)传输技术,由于采用 LVDS 进行传输,提高了信号的传输距离和精度。

[0021] 如图 2 所示,本发明的数字图像注入式的目标模拟器采用 FPGA 作为主控模块,在其外部扩充 SDRAM 存储器和 FLASH 存储器。主控计算机与配置芯片 EPCS4 通过 Byte-Blaster II 下载电缆进行连接。如图 3 所示,FPGA 内部主要划分为 Nios II SOPC 系统模块(李兰英等.Nios II 嵌入式软核 SOPC 设计原理及应用.北京:北京航空航天大学

出版社)、目标生成及背景合成模块、Camera Link 接口匹配模块。SDRAM 存储器和 FLASH 存储器分别作为构建 NiosII SOPC 系统运行的内存和外存使用,其中 FLASH 存储器还用来存储目标背景的数据。跟踪训练控制装置由 FPGA 主控模块中的 Nios II SOPC 系统模块来实现,Nios II SOPC 系统模块使用 RS422-RS232 串行通讯接口与主控计算机通讯,由 RS422-RS232 串行通讯接口将 LVDS 信号转换为 TTL 信号。数字图像生成装置由 FPGA 主控模块中的目标生成及背景合成模块来实现。数字图像注入装置由 FPGA 主控模块中的 Camera Link 接口匹配模块来实现。Camera Link 接口匹配模块采用 Camera Link 接口作为标准的相机接口与被试目标跟瞄设备的图像处理分系统进行连接。

[0022] 如图 4 所示,Nios II SOPC 系统模块的硬件设计通过软件 Quartus II SOPCBuilder 实现,软件设计通过 C 语言编程实现。主要功能是用来实现串口数据的接收、目标轨迹的计算以及传送 FLASH 存储器中的背景图像数据。串口数据主要是操作手通过主控计算机发来的目标的起始参数(包括目标的起始点、目标高度、目标速度、目标大小),及目标跟瞄设备通过主控计算机传输的目标跟瞄设备参数(包括光学焦距、半视场角、CCD 尺寸、设备方位角和设备俯仰角),采用 DMA(直接存储器访问)接收 UART 数据的方式来实现。目标轨迹的计算结果通过 PIO 接口送到目标生成及背景合成模块中。FLASH 存储器中的背景图像数据是在烧写程序的时候一起烧写到一块固定的存储区中,用到的时候通过 FLASH 读命令从里面读出来,再通过 PIO 接口发送到异步 FIFO 模块中。

[0023] 异步 FIFO 模块如图 5 所示,主要功能是用来实现背景图像数据的缓存功能,用 FPGA 片内的双端口 RAM 来实现缓存,所以读出和写入的速度很快。异步 FIFO 模块可以采用普通的外部缓存器代替。

[0024] 目标动态飞行的模拟可通过目标轨迹方程来建立。下面举例说明目标轨迹方程的建立过程,但这不能对本发明的保护范围构成任何限制。

[0025] 目标空间坐标系的建立:

[0026] 在仿真训练实验中,必须考虑目标的几何形状,而不能把目标当成一个质点,在描述目标的空间坐标时,以目标的几何中心(形心)作为参考点。目标的空间坐标用 o-xyz 下直角坐标 (x, y, z) 描述,如图 6 所示。在模拟训练试验前,需要给定目标运行参数,在训练过程中,根据给定的目标运动参数和试验进程时间实时计算目标的空间坐标值。

[0027] 假设 A, B 为两条理论航迹, (x_0, y_0, z_0) 为目标起始点, z_0 为目标起始高度,假定目标在飞行进程中高度不变,则飞行过程中目标位置满足如下方程 (1):

$$[0028] \quad \begin{cases} x = x_0 \pm v_x t \\ y = y_0 \pm v_y t \\ z = z_0 \end{cases} \quad (1)$$

[0029] 方程 (1) 中 v_x, v_y 为目标在 x 方向和 y 方向的速度,为了满足截距为 d, v_x, v_y 应满足等式 (2):

$$[0030] \quad \frac{v_x}{v_y} = \sqrt{\frac{d^2}{y_0^2 - d^2}} \quad (2)$$

[0031] 由等式 (2) 可以计算出目标在 x 方向和 y 方向的速度,公式如 (3) 所示:

$$[0032] \quad \begin{cases} v_x = v \cos(\arctan \sqrt{\frac{d^2}{y_0^2 - d^2}}) \\ v_y = v \cos(\arctan \sqrt{\frac{d^2}{y_0^2 - d^2}}) \end{cases} \quad (3)$$

[0033] 在 (3) 式中 v 为目标飞行速度, 为已知参数, 由操作手通过主控计算机提供。

[0034] 目标像素大小和像素位置的计算:

[0035] 目标相对观测点的距离 R_T 、方位角 A_T 、俯仰角 E_T 计算公式如 (4) 式所示:

$$[0036] \quad \begin{cases} R_T = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \\ A_T = \begin{cases} 90 - \arctan(\frac{y}{x}) & x > 0 \\ 270 - \arctan(\frac{y}{x}) & x < 0 \\ 0 & x = 0, y \geq 0 \\ 180 & x = 0, y < 0 \end{cases} \\ E_T = \arcsin(\frac{z}{r}) \end{cases} \quad (4)$$

[0037] 根据 (4) 式计算的目标方位角 A_T 、俯仰角 E_T , 比照编码器数值得到设备的实际指向 A , E , 来判断目标是否在跟踪设备的视场内, 若 $|A - A_T| < w$, $|E - E_T| < w$ (w 为跟踪设备的半视场角), 则目标在视场内, 脱靶量为:

$$[0038] \quad A_i = A_T - A$$

$$[0039] \quad E_i = E_T - E$$

[0040] 则根据光学系统参数可以计算得到:

[0041] 目标像素尺寸为:

$$[0042] \quad target_pix = \frac{l \times f \times n}{R_T \times a}$$

[0043] 以像素为单位的目标脱靶量为:

$$[0044] \quad target_x = \frac{A_i \times n}{2w \times \cos(E)}$$

$$[0045] \quad target_y = \frac{E_i \times n}{2w}$$

[0046] 式中参数: CCD 尺寸 $a \times a$, CCD 像元数 $n \times n$, 光学系统焦距 f , 目标尺寸 l 。

[0047] 目标生成及背景合成模块通过 Verilog HDL 语言编程来实现。

[0048] 如图 7 所示, 目标生成及背景合成模块流程包括如下步骤:

[0049] 首先接收主控计算机发送的图像初始化参数 (图像帧频、图像大小、图像深度); 接着接收跟踪训练控制装置发送来的目标参数 (目标在图像中所占的像素数和脱靶量) 和背景图像数据; 然后根据接收的参数生成目标, 并在背景中合成目标; 最后将合成后的数字图像发送到 Camera Link 接口匹配装置。

[0050] Camera Link 接口匹配模块通过 Verilog HDL 语言编程来实现, 协议的转换通过标准的 Camera Link 接口芯片实现。

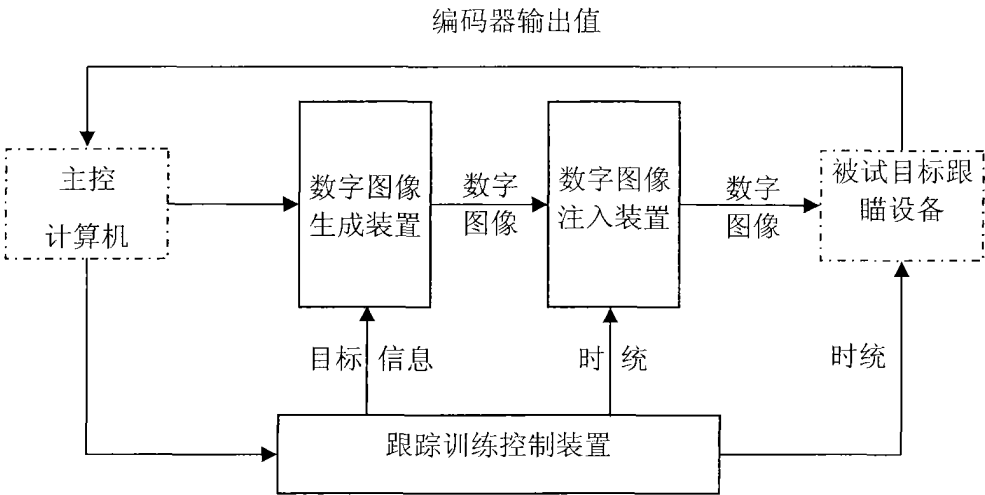


图 1

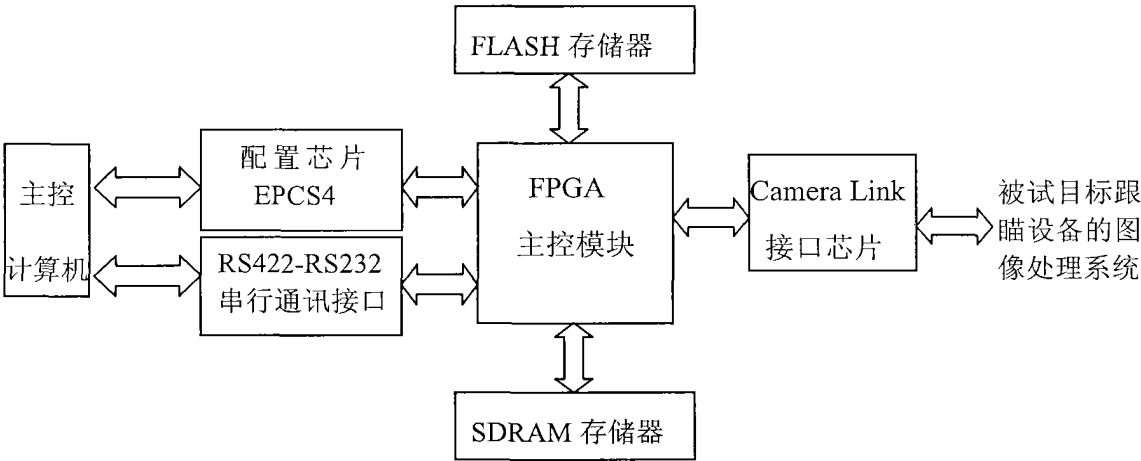


图 2

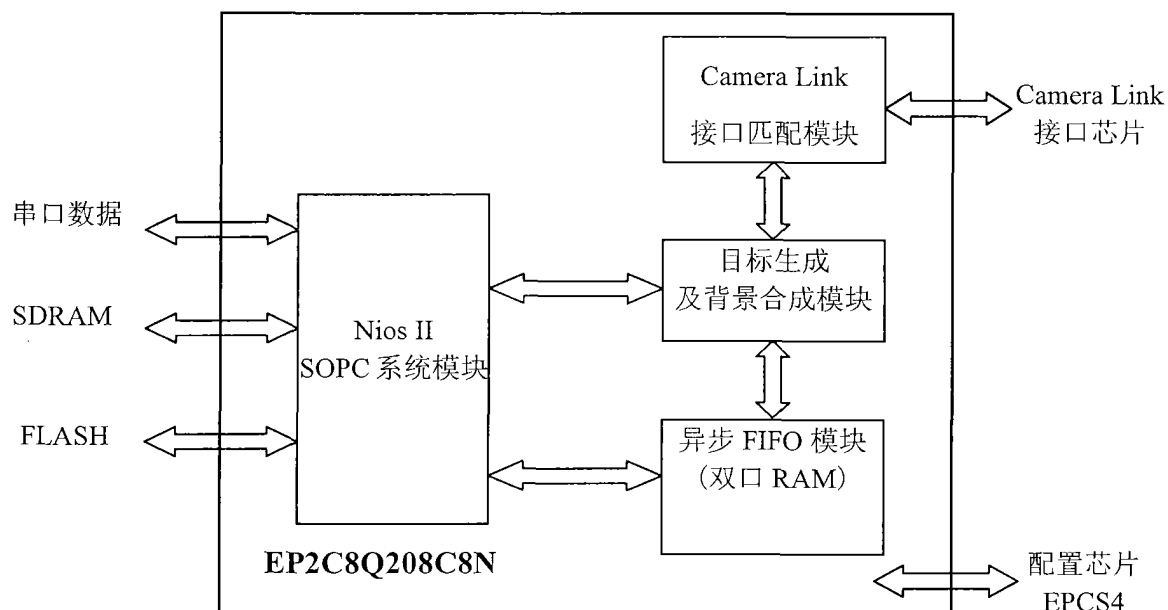


图 3

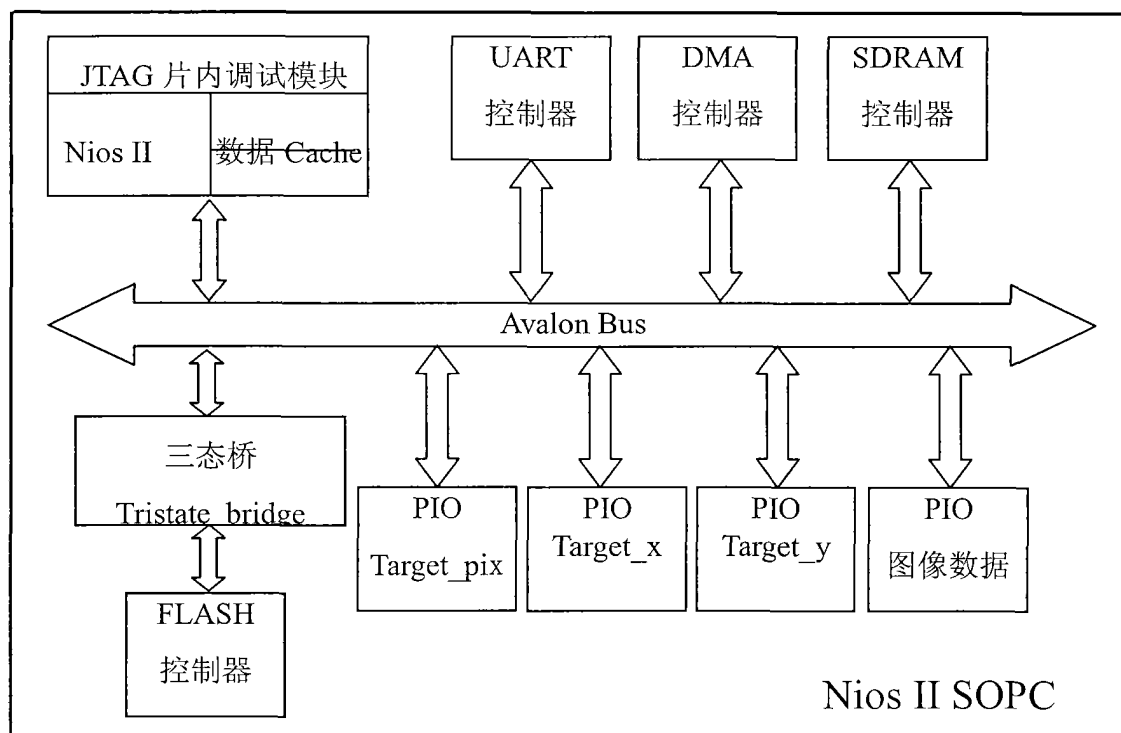


图 4

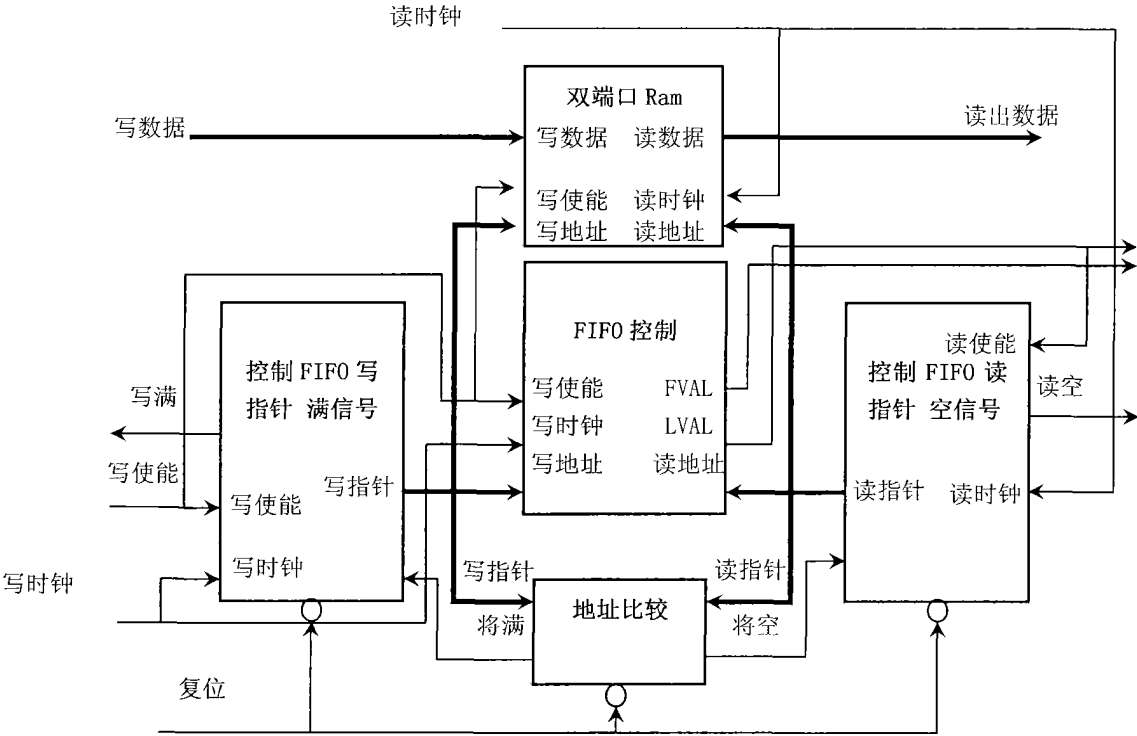


图 5

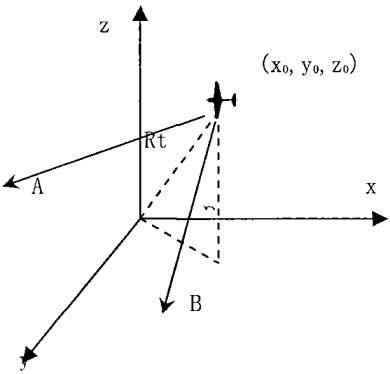


图 6

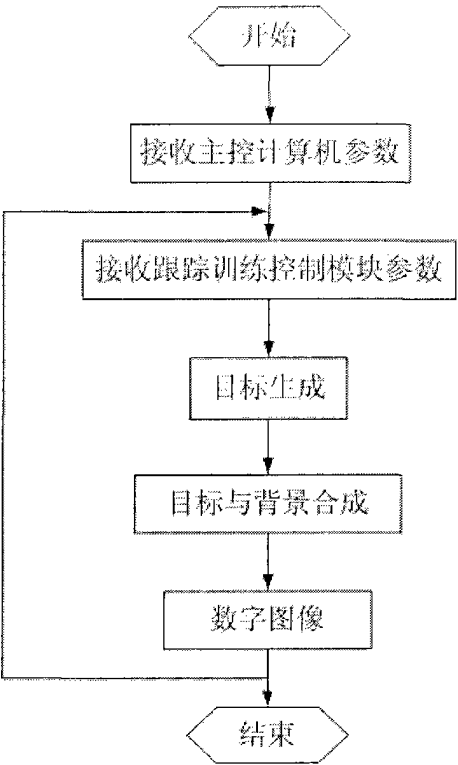


图 7