

光栅扫描雷达显示中的余辉模拟*

贾 平 徐国强

(国防科技大学电子技术系 长沙 410073)

摘 要 在光栅扫描雷达显示系统中, 模拟随机扫描雷达显示系统中的余辉效应是新式雷达尚待解决的一个重要问题。本文讨论了新型的光栅扫描体制的雷达显示系统以及怎样实现余辉效应的方法。以伪随机序列为理论基础, 用移位寄存器构成一个随机地址发生器, 用高速只读存储器 PROM 查询数据, 对视频存储器 VRAM 进行读改写过程, 使视频数据递减, 以达到模拟随机扫描雷达的余辉效应, 起到了良好的仿真效果。

关键词 光栅扫描; 雷达显示; 仿真; 伪随机序列

分类号 TN944

光栅扫描显示由于其亮度高、灰度等级多、色彩丰富、显示容量大、可靠性好等特点, 正逐步替代随机扫描显示而广泛地应用于雷达显示。由于光栅扫描显示的工作原理、体系结构和随机扫描显示不同, 因此, 它没有随机扫描雷达显示中的余辉显示效果。为了产生余辉效应, 本文提出了一种在光栅扫描体制雷达显示中产生余辉效果的系统模块。

1 光栅扫描雷达显示系统

光栅扫描雷达显示系统是利用光栅扫描的原理实现雷达图像的显示。它与现在的电视机扫描体制是一样的, 即可以隔行扫描, 也可以逐行扫描。它与旧的随机扫描的雷达显示系统所不同之处在于扫描体制是不一样的。随机扫描中电子束的偏转运动是按指令来动作的, 故水平、垂直方向上的运动(即扫描)都是任意的。光栅扫描中电子束以恒定的速度逐次扫过整个屏面的所有位置, 一般是从左到右, 从上到下有规律进行。

光栅扫描与随机扫描相比有如下优点: (1) 可采用标准电视监视器。(2) 显示信息量大。(3) 易于把多幅图形综合成一幅图形, 实现所谓“重迭”显示。(4) 可利用各种电视设备, 如录相放送, 投影电视, 大屏幕等。(5) 显示信息易于传输, 并可驱动多屏。(6) 光栅显示图形和图像兼容, 而随机扫描只能显示线图。

光栅扫描雷达显示系统主要由两部分组成: 一部分是图形生成部分, 主要由图形处理器 TMS34010 来控制, 实现对二次信息的处理, 对视频存储器进行读和写, 自刷新和屏刷新, 加工生成二次信息方标、距标和背景地图等图形; 另一部分是图象生成部分, 主要由雷达图象处理模块的图象控制电路来控制, 对视频存储器进行写和屏刷新。生成一次信息和扫描线等图象。雷达视频信号经过 A/D 转换。坐标转

* 1993年10月28日收稿

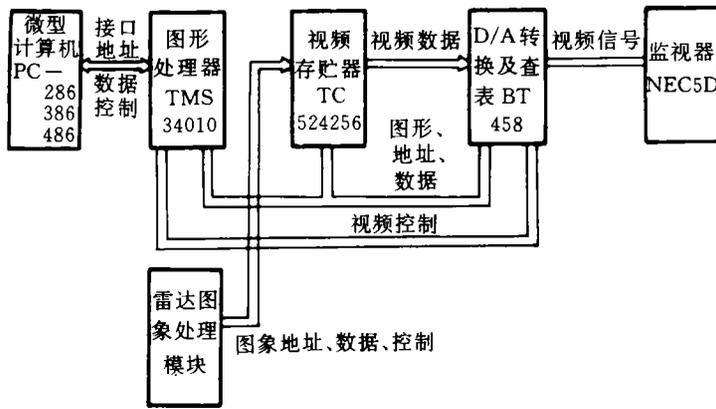


图 1

换、压缩和复盖处理后，就可以得到雷达图像的像素地址和数据，写入帧缓冲存储器，生成数字形式的雷达视频图像，把从视频存储器中读出的数据进行 D/A 转换，与由 TMS34010 提供的复合同步和复合消隐一起组成图象视频信号，驱动监视器显示。

图形处理部分由图形处理器、视频存储器、D/A 转换及查找表三部分组成。图形处理器通常采用 HD63484、TMS34010、TMS34020 等芯片，它们都有与微型计算机进行通讯的接口，通过微机总线或 I/O 口与微型计算机连接。视频存储器（VRAM）为双端口存储器，可采用 HM53461P（256K 位）；TC524256（1M 位）等芯片。VRAM 是适合于光栅扫描的一种新型双口存储器芯片，与普通的 DRAM 相比，除了具有常规的并行读写端口外，还增加了速度很快的视频串行读写端口。在视频串行端口移位输入或输出的同时，可并行地进行常规的读写操作。采用 VRAM 可大大简化画面存储器的设计，又解决了画面加工与视频数据的输出之间的读写操作的矛盾。D/A 转换器及查找表做在一个芯片里，如 BT458、BT473 等。它们把从视频存储器读出的图象数据，进行彩色变换和 D/A 转换，生成 R、G、B 模拟视频信号，直接驱动监视器。VRAM 和 D/A 转换器及查找表可作为 TMS34010 等图形处理器的局部存储器的一部分。如果需要对数据进行处理，可以把 DRAM 和 EPROM 作为图形处理器的局部存储器的一部分。

图象处理部分由图象写和图象屏刷新控制二部分组成。在图象的地址和数据已生成的前提下，用移位寄存器和组合逻辑实现图象写的时序。移位寄存器由时钟驱动，输出不同的状态，由组合逻辑译出对视频存储器的写时序，同时也译出对地址、数据的控制时序，同样也可以用移位寄存器和组合逻辑实现图象刷新的时序，并且可共用一个移位寄存器。用 D 触发器建立图象写状态或图象屏刷新状态，参与组合逻辑的译码，形成两个不同的控制时序。防止两个状态的竞争，一个用定时时钟的上升沿触发，另一个用定时时钟的下降沿触发。屏刷新的地址由图形处理器提供，当图形处理器进行屏刷新时，把刷新地址锁存起来，等到进入图象屏刷新时序时，再释放该地址。对一个视频存储器，图形处理和图象处理是分时的，它们之间需要进行切换。

2 余辉模拟原理及实现

光栅扫描雷达显示系统中的余辉模拟就是把随机扫描中荧光粉的余辉效应在光栅扫描中实现。其目的就是把两种扫描体制的优点综合起来，使光栅扫描雷达具有光栅扫描的亮度高、彩色丰富、能显示

复杂图形和图象、与电视兼容的特点；又具有随机扫描的余辉效应，以保证可以显示动目标的轨迹。这是所有以前的雷达所不具备的功能，所以该功能是很有实用价值的。

从光栅扫描显示介绍可以看出，屏刷新的数据是由视频存储器产生的，而在新数据写入以前，视频存储器的内容将保持不变，因此，光栅扫描系统没有随机扫描系统的余辉效应。为了产生余辉效果，需要不断地修改视频存储器里的内容。而这种修改是在一定时间内，将整个存储器的内容减少一个灰度等级，修改的单元应是随机的，每个单元都必须被修改。这会产生整个画面亮度均匀衰减，这就是我们的设计结果。

余辉模拟的基本框图如图 2 所示。主要包括随机地址发生器，数据比较递减器和读改写控制。按照随机地址发生器产生的随机地址，从 VRAM 读出所对应的数据，并与辉度等级进行比较，如果该数据大于辉度等级，将此数据减一个灰度等级；如果此数据小于或等于辉度等级，此数据不变。经过修改后，再将此数据写回到原来的 VRAM 单元中去。通过对 VRAM 的读改写，来实现余辉模拟。

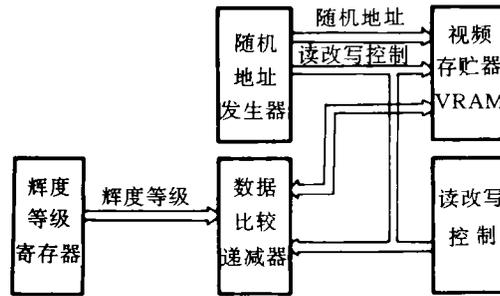


图 2

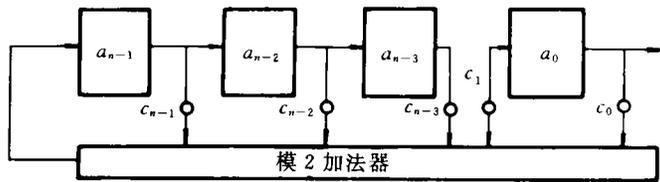


图 3

随机地址发生器产生的随机数并不是真正的随机数，而是以 2^n 为周期（ n 为地址线数目）的伪随机数。伪随机数的产生有许多办法。第一种方法是用 EPROM 实现，把预先安排好的随机地址装入 EPROM 中，EPROM 的地址由计数器驱动，从 EPROM 读出来的数据作为随机地址，此方法适合地址线较少的随机地址产生。第二种方法是采用线性反馈移位寄存器产生伪随机数的方法。该方法结构简单，所需硬件少，随机性能好，并以 $2^n - 1$ 为周期，特别适合地址线较多的随机地址的产生。此方法的唯一缺点是最小地址或最大地址产生不了。其基本原理如图 3 所示。

一个 n 级线性反馈移位寄存器是由 n 级联的 2 元存储器及一个模 2 加法器所组成。它的反馈函数是：
$$a_n = c_{n-1} \cdot a_{n-1} + c_{n-2} \cdot a_{n-2} + c_{n-3} \cdot a_{n-3} + \dots + c_1 a_1 + c_0 \cdot a_0$$
 C_R ($R=0, 1, 2, \dots, n$) 为控制数，其取值可为 1 或 0， a_R ($R=0, 1, 2, \dots, n$) 为移位寄存器的状态。为使其周期为 $2^n - 1$ ， C_R 的取值有一定的要求，必须 a_n 为二元本原多项式， a_0, \dots, a_{n-1} 可作为地址，其电路实现可用移位寄存器和异或门两种芯片。

在实际应用中，对于视频存储器容量为 $1024 \times 1024 \times 4$ 位的体，每像素为四位，每个字代表四个像素，其地址线为 18 根（PA0~PA17）。用三个 8 位移位寄存器，把这些移位寄存器串联，用寄存器的第十八位和第七位进行异或作为最低位的输入。这组移位寄存器组成了一个随机地址产生器，它的最低位到第十八位就可以作为读改写时的随机地址。由于视频存储器的地址是行列地址复用的，需把这十八位随机地址锁存后，分成行列地址分别送给视频存储器。具体框图如图 4。

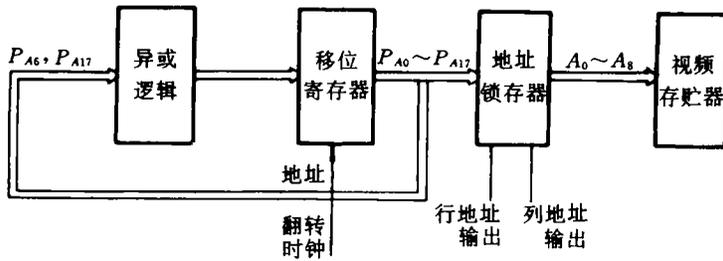


图 4

把从视频存储器读出来的数据进行比较和递减的方法也有许多办法。第一种方法是采用比较器和加法器，先进行比较，后进行补码加一，这种方法使得读改写周期比较长。如果采用第二种方法，就会使电路简单、高速，采用的是查表的方法处理数据。在读改写周期，把从视频存储器读出来的数据锁存起来，作为 EPROM 的低地址。从辉度等级寄存器来的状态作为 EPROM 或 PROM 的高地址。如果每个象素为 4 位，只需用 EPROM 或 PROM 的八根地址线。由这八根地址线所选中的 EPROM 或 PROM 单元的内容作为修改后数据写回到原来的视频存储器，完成读改写。辉度等级寄存器，主要是控制其衰减的最低亮度。EPROM 或 PROM 所存放的数据是以这样的规律存放的。如果从 VRAM 读出来的数据大于最低亮度，其数据减一；如果从 VRAM 读出来的数据小于或等于最低亮度，其数据不变。现举例说明：如果最低亮度为 0000，高四位地址正好代表像素的十六个不同的灰度等级。如果最低亮度改变时，则可以列出相应的表。可以看出，该方法思路明确，结构简单，速度快，容易实现，并可调整。具体方框如图 5。

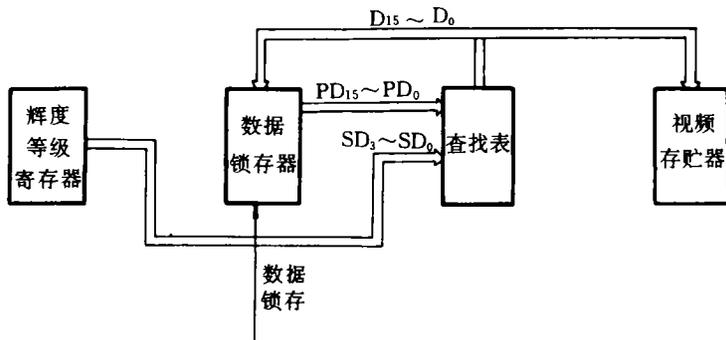


图 5

读改写控制也可以用移位寄存器和组合逻辑实现。在图象处理部分用 D 触发器建立图象读写状态，以此时序来实现余辉模拟。

3 总结

光栅扫描雷达显示系统是一种新型的雷达显示系统，它把雷达的扫描体制由过去的随机扫描改变

成光栅扫描。这是雷达的一次更新换代。它代表着今后雷达的发展方向：使雷达由单色的、低亮度的简单画面发展为彩色的、高亮度的复杂画面。光栅扫描雷达显示系统不但能显示图象，而且能显示图形，还可以把图象、图形进行叠加。在这个系统增加余辉模拟，使该系统具有光栅扫描所具有的特点外，也保留了随机扫描所具有的优点。这是对两种扫描体制的一种综合。使光栅扫描雷达显示系统更具有发展前景。

参 考 文 献

- 1 余理富，孙茂印，陈楚材．计算机图形显示原理（硬件）．长沙：国防科技大学出版社，1990
- 2 肖国镇，梁传甲，王育民．伪随机序列及其应用．北京：国防工业出版社，1985

Afterglow Simulation of the Raster Scanning Radar Indication System

Jia Ping Xu Guoqiang

(Department of Electronic Technology)

Abstract

In the raster scanning radar display system, the simulation of afterglow effect in the random scanning radar display system is an important unsolved problem in up-to-date radars. This article introduces a new type of radar display system in raster scanning mechanism as well as the method to realise afterglow effect. Based on the theory of Pseudo-random sequence, the simulation of afterglow effect in the random scanning radar is accomplished and a perfect simulation effect will therefore be achieved by means of using a shift memory to create a random address generator, using a high-speed read-only memory (PROM) to trace data, and perform the reading, revising and writing process on video memory (VRAM) so as to decrease the video data progressively.

Key words raster scanning radar, display simulation, pseudo-random, sequence.